

d/72(035) DON

| |
|--|
| SISTEMA BIBLIOTECARIO DEL POLITECNICO DI TORINO |
| 19.DIC.1997 |
| ARCHITETTURA INVENTARIO N° |



D. DONGHI

MANUALE DELL'ARCHITETTO

MANUALE DELL'ARCHITETTO

PER CURA DELL'ARCHITETTO

Ing. DANIELE DONGHI

Professore di Architettura nella R. Scuola di Ingegneria e di Architettura di Padova

VOLUME PRIMO, PARTE 2^a

Elementi complementari od accessori e finimenti interni

SEZIONE II. — Impianti di Illuminazione
di riscaldamento e di aereazione, di telegrafia e telefonia, di elevatori-ascensori

Con 911 figure nel testo, LXVI tabelle o una tavola.

Ristampa stercotipa.



1923

UNIONE TIPOGRAFICO-EDITRICE TORINESE

(già DITTA POMBA)

ROMA — TORINO — NAPOLI

PROPRIETÀ LETTERARIA

PREFAZIONE

La ragione dello sviluppo, apparentemente esteso, che abbiamo dato agli argomenti qui contenuti, si trova nella Prefazione generale di questo Manuale, ove abbiamo messo in rilievo le cognizioni che deve possedere l'architetto, affinchè possa progettare e dirigere la esecuzione di un edificio in modo che soddisfaccia non solo a tutte le esigenze richieste dalla vita moderna, ma alla economia costruttiva ed all'economia nelle spese di esercizio e di mantenimento.

È soprattutto nella scelta del sistema più adatto fra i vari sistemi che ogni impianto offre, nei modi di dare le ordinazioni, nella disposizione delle diverse parti dell'impianto stesso (così che il maggior rendimento di esso non contrasti colla comodità, colla sicurezza e coll'estetica), nella vigilanza sui lavori di esecuzione, e infine nelle collaudazioni, che si rende maggiormente evidente la necessità di conoscere a fondo gli impianti di cui si tratta. — Siamo quindi certi di aver fatto cosa utile raccogliendo non solo le notizie che l'architetto provetto deve aver sott'occhio nel momento del bisogno, ma anche quelle teoriche fondamentali che mettono in grado il professionista meno pratico di rendersi padrone dell'argomento.

Agli ingegneri ELVIO SOLERI, P. BRESADOLA, MARIO FELICE DONGHI, F. A. FERRERI rivolgo vive grazie per la cortese ed efficace collaborazione prestatami.

D. D.

CAPITOLO XII.

COMPENDIO DI ELETTROTECNICA

(Ing. ELVIO SOLERI)

I. — LEGGI FONDAMENTALI DELL'ELETTRICITÀ E DEL MAGNETISMO

a) **Corrente elettrica.** — In un circuito elettrico, sono da considerarsi essenzialmente tre elementi: *Intensità della corrente, forza elettromotrice e resistenza elettrica.*

Nella sua forma generale il fenomeno del passaggio della elettricità nei corpi conduttori si può paragonare a quello della circolazione dell'acqua sotto pressione in una condotta. Alla pressione esistente fra i punti estremi della condotta idraulica corrisponde la forza elettromotrice o tensione della corrente elettrica — con maggiore analogia si chiama differenza di potenziale fra due punti del circuito quella causa che produce la circolazione della corrente, come si dice differenza di livello quella che nella condotta idraulica produce la circolazione dell'acqua.

La corrente elettrica circola dal punto a potenziale più alto al punto a potenziale più basso; questa direzione si dice *positiva*.

La intensità della corrente corrisponde alla portata della condotta idraulica e si può definire come la quantità di elettricità che passa per ogni minuto secondo attraverso ad ogni sezione del conduttore. La intensità della corrente ci è nota ed è misurabile per mezzo dei suoi effetti chimici, meccanici, termici e luminosi.

La unità di misura della quantità di elettricità è il *Coulomb* (C.), mentre l'unità di misura della intensità della corrente elettrica (I) è l'*Ampère* (A.).

Evidentemente

$$\text{Ampère} \times \text{tempo} = \text{Coulomb}$$

$$1 \text{ Ampère} \times \text{ora} = 3600 \text{ Coulomb.}$$

La unità di misura della forza elettromotrice (f. e. m. E.) è il *Volt* (V.).

Resistenza elettrica. — Al passaggio della corrente ogni corpo oppone una certa resistenza che dipende dalla sua natura e dalle sue dimensioni.

In natura non esistono corpi perfettamente conduttori come non esistono corpi perfettamente isolanti. In generale sono buoni conduttori i metalli, i carboni, l'acqua; sono cattivi conduttori la lana, la seta, il vetro, le resine, la gomma, la guttaperca, la porcellana, ecc.

Resistenza specifica di un corpo è la resistenza che offre un centimetro cubico di esso; *conducibilità specifica* è il suo reciproco.

L'unità di misura della resistenza è l'*Ohm* (Ω) determinata come la resistenza di una colonna di mercurio di 1.063 metri di lunghezza, e di un millimetro quadrato di sezione, alla temperatura del ghiaccio fondente (0°). La tabella I dà la resistenza specifica di alcuni metalli e leghe in confronto con quella del mercurio (1).

(1) Comunemente la resistenza specifica dei metalli si misura in microhm cm., unità corrispondente alla resistenza che oppone al passaggio della corrente elettrica un cubo di 1 cm. di lato, espresso in milionesimi di Ohm.

Tabella I. — Resistenza di alcuni conduttori.

| | Conduttività a 0° rispetto al mercurio | Resistenza specifica ρ in microhm cm. a 0° | Resistenza di 1 m. di 1 mm ² a 15° in ohm | Aumento di resistenza % ad ogni grado centigrado |
|--|--|--|--|---|
| Acciaio | 9,4 ÷ 3,76 | 10 ÷ 25 | 0,107 ÷ 26,9 | 0,52 |
| Alluminio ricotto | 32,35 | 2,907 | 0,0308 | 0,388 |
| Piombo compresso | 4,80 | 19,58 | 0,2076 | 0,387 |
| Ferro puro | 9,67 | 9,725 | 0,1042 | 0,48 |
| Filo di ferro svedese | 9,75 | 9,166 | 0,0982 | 0,48 |
| Oro ricotto | 45,8 | 2,06 | 0,0217 | 0,365 |
| Oro duro | 45,0 | 2,09 | 0,0221 | 0,365 |
| Rame puro | 61,8 | 1,533 | 0,01635 | 0,445 |
| Rame commerciale | 57 | 1,652 | 0,0174 | 0,38 |
| Neusilber (argentana) (60,16 Cu; 25,37 Zn; 14,03 Ni; 0,30 Fe) | 3,14 | 30 | 0,302 | 0,036 |
| Nichelio ricotto | 7,58 | 12,40 | 0,1306 | 0,365 |
| Nichelina Dr. Geitner | 2,2-1,8 | 43-51 | — | 0,228-0,019 |
| Nichel Basse e Selve (74,41 Cu; 0,23 Zn; 25,10 Ni; 0,42 Fe; 0,13 Mn) | 2,75 | 34,2 | 0,342 | 0,019 |
| Platino ricotto | 14,4 | 9,03 | 0,0940 | 0,243 |
| Argento Platino (33,4 per 100 di Pt) | 3,83 | 24,59 | 0,247 | 0,032 |
| Mercurio | 1 | 94,073 | — | 0,0907 |
| Argento puro | 62,6 | 1,50 | 0,0159 | 0,377 |
| Argento duro | 57,8 | 1,626 | 0,0172 | 0,377 |
| Bismuto compresso | 0,72 | 31,25 | 0,330 | 0,354 |
| Zinco | 16,7 | 5,61 | 0,0593 | 0,365 |
| Stagno | 7,14 | 13,18 | 0,14 | 0,365 |
| Bronzo d'alluminio | 7,8 | 12 | 0,122 | 0,1 |

La *conducibilità* è il reciproco della resistenza.

La resistenza di un conduttore è direttamente proporzionale alla sua lunghezza l ed indirettamente proporzionale alla sua sezione s .

$$R = \frac{\rho}{100} \frac{l}{s} \text{ Ohm.}$$

Dove ρ esprime la resistenza specifica del metallo usato.

Per esempio: La resistenza a 0° di un filo di rame commerciale di 5 mm. di diametro e della lunghezza di 1000 metri è

$$R = 0,0165 \frac{1000}{19,6} = 0,842;$$

la resistenza di un filo di alluminio della stessa sezione, pure a 0°

$$R = 0,029 \frac{1000}{19,6} = 1,47 \text{ Ohm.}$$

La resistenza dei metalli aumenta colla temperatura; la resistenza dei corpi cattivi conduttori come gomma e guttaperca diminuisce colla temperatura.

b) Collegamento delle resistenze. — Varie resistenze possono essere connesse fra loro in modo diverso. Si dice che sono connesse *in serie* quando sono inserite una di seguito all'altra, per modo che la resistenza risultante sia la somma delle resistenze componenti.

Si dice invece che sono connesse *in parallelo* quando le resistenze sono inserite fra gli stessi punti; la resistenza risultante è minore della resistenza di ciascuna delle componenti, perchè si può immaginare il sistema come un conduttore avente

per sezione la somma delle sezioni di queste resistenze. Se sono uguali ed inserite in numero di n la resistenza complessiva è: $\frac{R}{n}$.

La risultante di due resistenze R_a e R_b disuguali inserite come è indicato nella fig. 1 è

$$\frac{R_a \cdot R_b}{R_a + R_b}.$$

La corrente si distribuisce in rapporto inverso delle resistenze, così che

$$i_a : i_b = R_b : R_a.$$

La somma delle correnti derivate è uguale alla corrente principale

$$i_a + i_b = I.$$

La resistenza complessiva di un gruppo di n resistenze connesse in parallelo è

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}}.$$

c) Legge di Ohm. — Tra la f. e. m., la intensità della corrente e la resistenza sussiste in ogni circuito elettrico una legge ben determinata detta *Legge di Ohm*.

$$E = R \times I \quad I = \frac{E}{R}.$$

Per es.: Applicando ai capi di un circuito della resistenza di 10 Ohm la f. e. m. di 200 Volt, si produce la circolazione di corrente dell'intensità di 20 Ampère.

Principii di Kirchhoff. — In una rete di conduttori quale ordinariamente si ha in pratica nelle distribuzioni si verifica che:

1° La somma algebrica delle intensità delle correnti concorrenti in un nodo è nulla.

$$\sum I = 0.$$

2° La somma algebrica dei prodotti delle intensità di corrente per le resistenze rispettive nei singoli lati di un circuito chiuso è uguale alla somma algebrica delle f. e. m. agenti nel circuito stesso.

$$\sum R I = \sum E.$$

d) Lavoro e potenza. — Il lavoro fatto dalla corrente in un dato tempo è espresso dal prodotto della differenza di potenziale-Volt per la quantità della corrente in quel tempo-Coulomb. Lo stesso lavoro può essere fatto con un numero qualsiasi di Volt e di Ampère purchè il prodotto Volt-Coulomb sia costante.

Il lavoro viene espresso in *Joule*, che vale 0,102 Kgm.

La potenza, cioè il lavoro fatto nella unità di tempo, è espressa dal prodotto Volt \times Ampère.

La unità di potenza è il Watt ed il suo multiplo Kilo-watt equivalente a 1000 Watt. Questa unità è collegata alle ordinarie unità meccaniche dalle seguenti relazioni:

$$736 \text{ W} = 1 \text{ cavallo HP}$$

$$1 \text{ W} = 6,0632 \text{ Kgm. al minuto.}$$

Per es.: Una lampada ad incandescenza di 16 candele a 100 Volt assorbe 0,5 Ampère; la potenza richiesta da questa lampada è di 50 Watt. Con 1 cavallo in potenza elettrica si possono mantenere accese circa 15 di queste lampade.

Il lavoro fatto dalla corrente si esprime nella pratica ordinaria colla unità *Watt-ora* o *Kilowatt-ora*. I contatori elettrici misurano la potenza con questa unità.

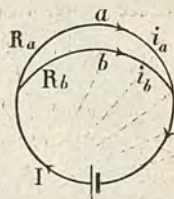


Fig. 1.

e) **Magnetismo ed elettromagnetismo.** — Alcuni minerali di ferro, detti magnetici, ed i magneti artificiali hanno la proprietà di attrarre la limatura di ferro e di altri metalli. Questa proprietà viene detta magnetismo.

Una sbarra d'acciaio magnetizzata presenta il suo magnetismo alle due estremità, dette *poli*, ben caratterizzati dal fatto che quando il magnete è libero di muoversi attorno al proprio centro di gravità (ago magnetico), l'uno di essi si volge al polo Nord, l'altro al polo opposto.

Viene detta polo Nord quella estremità del magnete che si volge al Nord, Sud quella che si volge al Sud.

I poli sono sempre contemporaneamente presenti — poli dello stesso nome si respingono, poli di nome contrario si attraggono.

Se si colloca uno schermo di carta su di un magnete rettilineo, e vi si sparge della

limatura di ferro, questa si dispone secondo curve ben determinate dirette dall'un polo all'altro (fig. 2 e 3).

Si dice che il magnete produce un *campo magnetico* e che le linee determinate dalla limatura di ferro segnano le linee di forza di questo campo.

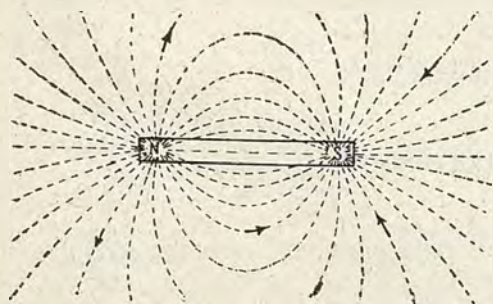


Fig. 2.

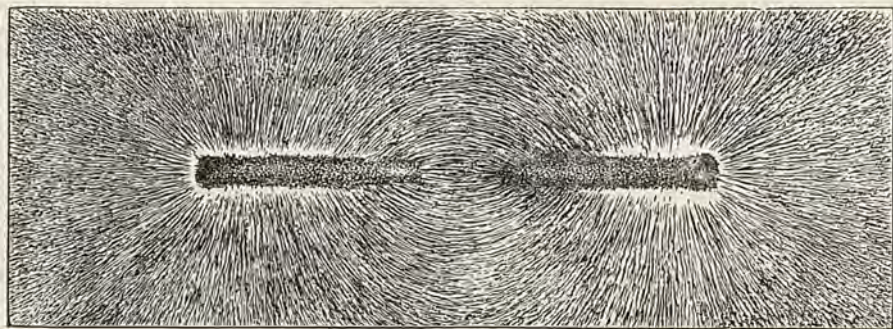


Fig. 3.

Il campo magnetico terrestre è dovuto all'azione dei due poli magnetici della terra, che agiscono nel modo noto sull'ago magnetico.

Le linee di forza sono dirette esternamente al magnete dal polo Nord al polo Sud, internamente dal polo Sud al polo Nord, per modo che si ha la circolazione continua del magnetismo nell'interno del magnete e nel campo esterno. Questa direzione è detta *positiva*.

La intensità del campo magnetico è diversa in ogni punto dello spazio che circonda il magnete ed è definita come il numero delle linee di forza che in quel punto passano per la unità di superficie.

Il campo magnetico è molto intenso in corrispondenza dei poli, sempre meno intenso quanto più ci allontaniamo dai poli stessi. Se si porta nel campo magnetico un pezzo di ferro o di acciaio, le linee di forza magnetiche hanno la tendenza di convogliarsi dentro a questo materiale, per cui ivi la intensità del campo magnetico aumenta.

Il pezzo di ferro introdotto nel campo acquista pure le proprietà magnetiche di orientarsi secondo il meridiano magnetico e di attrarre il ferro (vedi fig. 4); allontanato dal campo perde queste proprietà se è di ferro dolce, le mantiene e diventa

un *magnete permanente* se è di acciaio (fig. 5). Non tutti i metalli godono di queste proprietà, ma i soli metalli magnetici: ferro, cobalto, nikel.

Il ferro dolce è il materiale maggiormente magnetico ed in altre parole si dice permeabile al magnetismo, chiamando *permeabilità* questa sua proprietà.

Il campo magnetico, oltre che mediante i magneti naturali e quelli artificiali da essi derivati, si può produrre mediante la corrente elettrica: il fenomeno è detto *elettromagnetismo*. Una spira conduttrice percorsa da corrente produce un campo magnetico le cui linee di forza sono concatenate col circuito elettrico (fig. 6). Se invece di una sola spira si forma una spirale di una certa lunghezza detta solenoide, il campo magnetico è diretto secondo l'asse del solenoide stesso (fig. 7).

La direzione delle linee di forza è dipendente dalla direzione della corrente nel solenoide, e precisamente la direzione del campo magnetico è quella del pollice della mano destra collocata col palmo sul solenoide per modo che la corrente circoli dal braccio alla punta delle dita. Il polo Nord dell'elettromagnete sarà nella direzione del pollice.

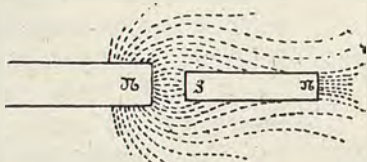


Fig. 4.

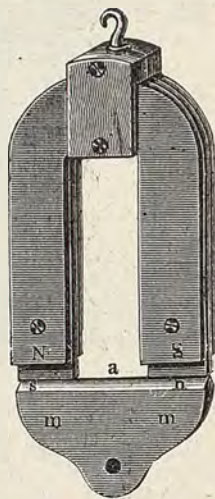


Fig. 5.

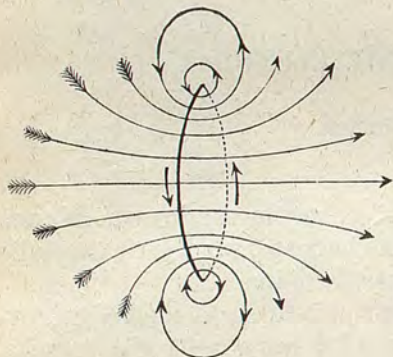


Fig. 6.

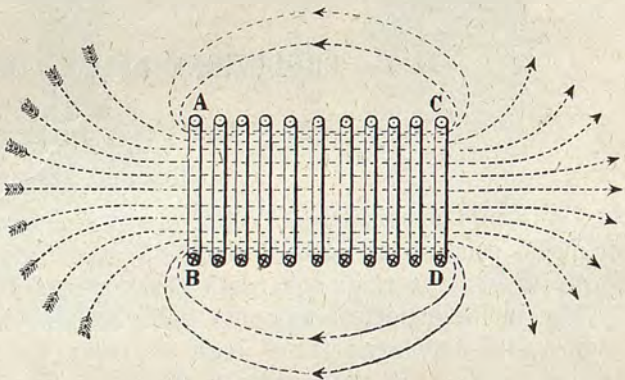


Fig. 7.

La intensità del campo magnetico è direttamente proporzionale al numero delle spire formanti il solenoide, alla intensità della corrente, ed alla permeabilità del materiale che circonda il solenoide.

In pratica per ottenere il massimo effetto gli elettromagneti vengono formati avvolgendo su nuclei di ferro molte spire di filo isolato.

f) *Induzione elettromagnetica*. — Come mediante la corrente elettrica possiamo produrre il magnetismo, così coll'azione di campi magnetici siamo in grado di generare f. e. m. e quindi corrente elettrica.

Se in presenza di una spira conduttrice portiamo un elettromagnete le cui linee di forza ne incontrino la superficie, e con mezzi qualsiasi variamo il numero delle linee di forza che attraversano la spira, in questa si induce una f. e. m. che produce la circolazione di corrente (fig. 8).

La variazione del numero delle linee di forza che attraversano la spirale si può ottenere spostando l'elettromagnete di fronte alla spira, ovvero spostando il condut-

tore nel campo dell'elettromagnete. Questo principio, detto *induzione elettromagnetica*, è il fondamento della costruzione delle macchine dinamo-elettriche.

La direzione della corrente in un conduttore che si muove in un campo magnetico è quella della destra dell'osservatore diretto colla sua persona, dai piedi alla testa, secondo le linee di forza, e guardante nella direzione del movimento.

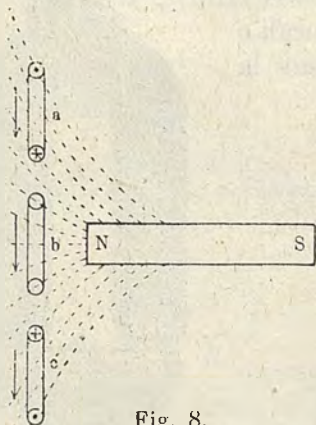


Fig. 8.

La grandezza della f. e. m. indotta è proporzionale ai seguenti tre elementi: intensità del campo magnetico; velocità di spostamento del conduttore del campo; numero delle spire che formano il circuito conduttore.

In questo fenomeno coll'azione di un movimento meccanico e di un campo magnetico si produce corrente elettrica; con un fenomeno analogo si può coll'azione di un campo magnetico e di una corrente elettrica produrre un movimento meccanico. Un polo magnetico portato nel campo generato da una corrente elettrica viene a seconda delle polarità respinto od attratto.

Queste azioni meccaniche tra conduttore e polo sono utilizzate come principio dei motori elettrici. La direzione della forza è tale che un polo Nord è spinto alla sinistra dell'osservatore che guarda verso il polo ed è steso sul circuito per modo che la corrente gli entri per i piedi e gli esca dal capo.

II. — PRODUZIONE DELLA CORRENTE ELETTRICA

A. — Uso della energia chimica.

a) Elementi galvanici.

Dalla pila primitiva del Volta, che otteneva una f. e. m. formando una colonna di dischi successivamente di zinco, di rame e di panno bagnato, sono derivate molte forme di generatori di elettricità per mezzo della energia chimica.

Il principale perfezionamento nella costruzione delle pile è stato quello di provvedere alla depolarizzazione degli elettrodi. Lo zinco ed il rame della pila voltaica, detti *elettrodi*, vengono, quando siano stati in funzionamento un certo tempo, a coprirsi di un velo di gas che ha l'effetto di diminuire la f. e. m. della pila. Ad evitare questa polarizzazione si pongono a contatto dell'elettrodo positivo (rame) dei materiali detti *depolarizzanti*; dalla natura dei materiali formanti la pila, e dal modo di applicazione del depolarizzante risultano le varie pile conosciute.

Le pile più frequentemente usate sono le seguenti:

Pila Leclanché. — Questa pila ha come elettrodo negativo una bacchetta di zinco, e come elettrodo positivo un prisma di carbone di storta, immersi in una soluzione di sale ammoniacale. Come depolarizzante funziona della pirolusite o biossido di manganese che circonda il carbone.

La fig. 9 rappresenta la pila nella sua forma più usata, con il vaso poroso che contiene la pirolusite.

La fig. 10 rappresenta la stessa pila coll'elettrodo positivo formato di carbone con pirolusite impastata insieme.

Questa pila è specialmente usata dove occorrono periodi intermittenti di funzionamento con lunghi intervalli di riposo, come suonerie elettriche, telefoni, ecc.; la sua f. e. m. è di Volt 1,40 circa.

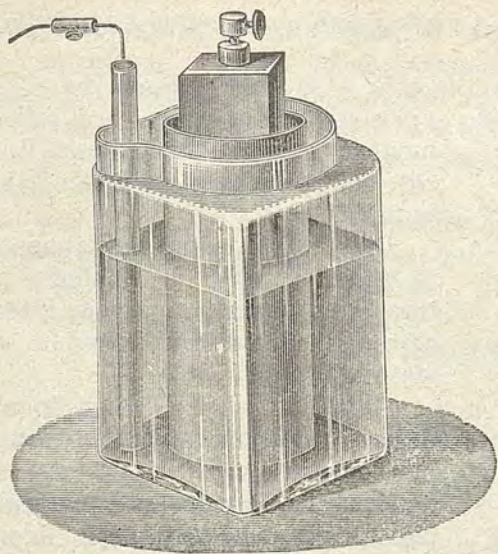


Fig. 9. — Pila Leclanché.

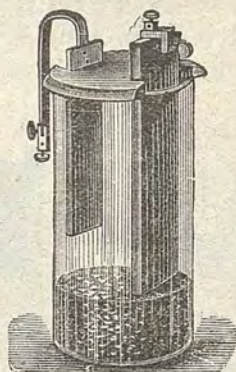


Fig. 10. — Pila Leclanché.

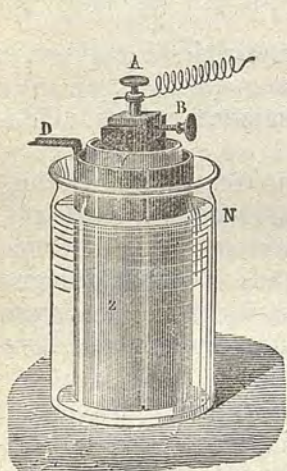


Fig. 11. — Pila Bunsen.



Fig. 12. — Pila Grenet.

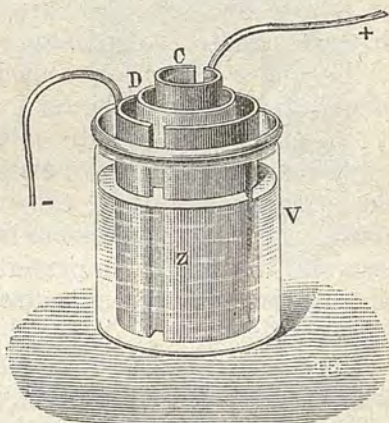


Fig. 13. — Pila Daniell.

Pila Bunsen (fig. 11). — Corrisponde alla pila Leclanché in cui alla pirolusite è stato sostituito l'acido nitrico ed al sale ammoniacale l'acido solforico. Lo zinco è ordinariamente foggato a forma di lamina cilindrica. Questo elemento ha la f. e. m. di circa 1,8 Volt, ed è molto usato perchè energico e costante, per quanto abbia l'inconveniente di dare emanazioni acide che richiedono speciale cura nella installazione delle batterie.

Pila Grenet. — In questa pila si usa come liquido unico eccitatore depolarizzante il bicromato potassico.

La fig. 12 rappresenta la pila ordinariamente costituita a forma di bottiglia, con l'elettrodo di zinco mobile, per modo da essere estratto dal liquido e non consumare il metallo quando la pila non funziona. Questa pila è specialmente usata per scopi medicali.

Pila Daniell (fig. 13). — La Daniell è a depolarizzante formato da *solfato di rame*. Lo zinco è immerso in una soluzione di acido solforico, mentre il rame è contenuto in un vaso poroso con soluzione satura di solfato di rame.

Questo elemento è molto costante, e viene usato come campione perchè è facile a riprodursi ed è molto esatto.

Derivano da questa la pila italiana (fig. 14), e la pila tedesca (fig. 15), in cui si separa il rame dallo zinco sostenendo superiormente lo zinco, e col collocare sul fondo il rame, si elimina così il vaso poroso coll'usare della differente densità dei liquidi.

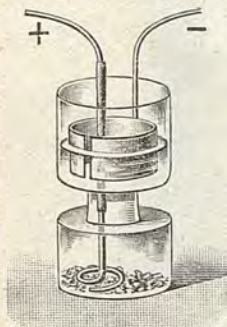


Fig. 14. — Pila italiana. Fig. 15. — Pila tedesca.

Queste pile sono specialmente usate in telegrafia, dove si debbono trasmettere brevi segnali con poca intensità di corrente, mentre ordinariamente sono allo stato di riposo.

Oltre al tipo di pila con liquidi sopra descritti, si usano in pratica specialmente per batterie mobili *elementi a secco* cosiddetti perchè, pure avendo comuni alle altre pile gli elementi costitutivi, i liquidi eccitatori o depolarizzanti sono meccanicamente trattenuti entro sostanze spugnose che li assorbono pur mantenendoli a contatto degli elettrodi.

Queste pile sono ordinariamente del tipo Leclanché con elettrodi di carbone e di zinco, mentre l'elettrolito è una pasta imbevuta di sale ammoniacale.

Le pile a secco hanno un largo uso dove occorre avere elementi pronti all'impiego e facili a trasportarsi.

La manutenzione delle pile richiede molta pulizia e ricambio frequente dei liquidi e degli elettroliti; si deve evitare la ossidazione delle parti metalliche esposte ai gas, che emanano dalle pile, colla loro verniciatura e frequente ispezione. Le pile devono essere tenute accuratamente isolate le une dalle altre collocandole in scaffali di legno sostenuti da isolatori in porcellana, ed isolando i bordi dei vasi di vetro con grasso od altro isolante per impedire derivazioni superficiali che nuocerebbero alla loro conservazione.

Specialmente per batterie di una certa importanza i locali di installazione devono essere ben secchi ed aereati, pure non avendo una temperatura troppo elevata per non favorire la evaporazione dei liquidi. Le pile trovano uso frequente nelle installazioni interne domestiche e pubbliche per suonerie, telefoni e apparecchi di segnalazione.

Batterie di pile. — Le pile si possono riunire in batterie in modi diversi.

Se si connettono insieme i poli di nome contrario, cioè successivamente il polo positivo dell'una col polo negativo dell'altra si forma *il sistema in serie* (fig. 16).



Fig. 16.

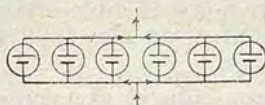


Fig. 17.



Fig. 18.

Col sistema in serie la forza elettromotrice della batteria è uguale alla somma delle forze elettromotrici delle pile che costituiscono la batteria stessa. Questo sistema di accoppiamento è specialmente conveniente per circuiti esterni di grande resistenza.

Le pile si possono invece connettere unendo insieme tutti i poli di nome uguale col *sistema in parallelo* per modo da avere come una batteria unica di grandi dimensioni (fig. 17). La forza elettromotrice della batteria è quella corrispondente a

ciascuna delle pile, mentre la intensità di corrente che può essere erogata è maggiore che nel sistema in serie. La resistenza della batteria è in questo caso minore, ed il sistema è meglio adatto per circuiti esterni di piccola resistenza.

Si può pure formare la inserzione in gruppi mettendo in parallelo più batterie in serie di pile (fig. 18). La f. e. m. complessiva della batteria vale la somma delle f. e. m. delle pile connesse in serie.

Questo sistema è il più usato in quanto che consente di regolare la batteria a seconda delle condizioni del circuito esterno.

b) Accumulatori elettrici.

Gli accumulatori elettrici, che hanno l'ufficio di assorbire energia elettrica e di ridarla secondo il bisogno, possono considerarsi come delle pile elettriche in cui i materiali componenti sono ricostituiti mediante il passaggio della corrente. Mentre le pile coll'uso si esauriscono e richiedono il cambio dei loro costituenti, gli accumulatori vengono ricostituiti colla *carica* che li rende nuovamente atti a funzionare; perciò si accumula in essi energia elettrica.

L'accumulatore è ordinariamente formato da due placche di piombo, l'una positiva, e l'altra negativa separate ed isolate fra loro, ed immerse in una soluzione di acido solforico: il tutto contenuto in un vaso di vetro o di ebanite (fig. 19 e 20).

Quando si carica l'accumulatore, mettendo le lastre in comunicazione con un circuito a corrente continua, l'acqua acida si decompone provocando lo svolgimento di idrogeno ed ossigeno, suoi componenti. L'ossigeno si porta sulla lastra in comunicazione col polo positivo della dinamo (lastra positiva) (fig. 21) e forma del biossido di piombo, caratteristico per il suo colore rosso pulce; l'idrogeno si porta sul polo negativo (lastra negativa) (fig. 22) dando luogo a piombo spugnoso. — Se l'accumulatore viene staccato in queste condizioni dalla

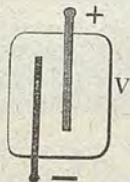


Fig. 19.

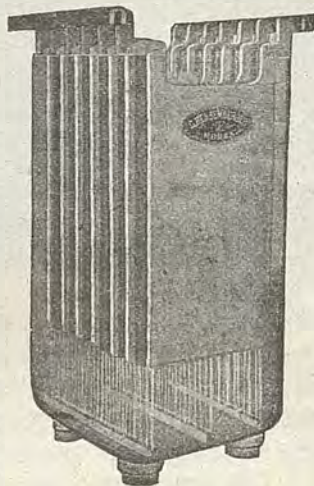


Fig. 20. — Accumulatore elettrico.

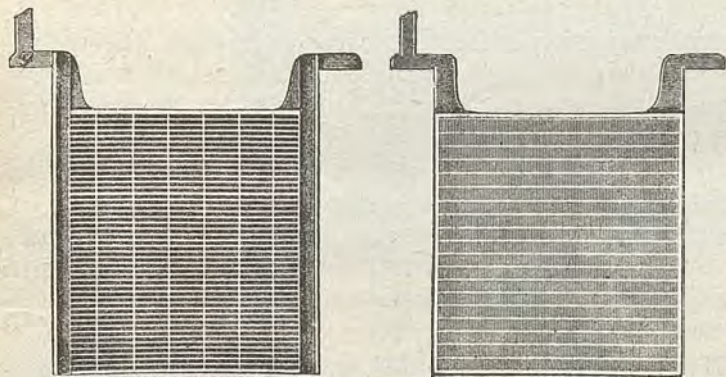


Fig. 21. — Lastra positiva.

Fig. 22. — Lastra negativa.

l'accumulatore si fa con molte cariche di elettricità in senso inverso, per modo che lo spessore del biossido di piombo viene aumentando e penetrando nella massa del piombo.

Esistono essenzialmente due tipi di accumulatori:

Il tipo Planté, in cui la formazione iniziale del-

Il tipo *Faure*, in cui per evitare una formazione troppo lenta viene fissato meccanicamente su di una lastra del perossido di piombo, che durante la carica si riduce in biossido di piombo spugnoso.

Del primo tipo sono gli accumulatori Garassino-Reynier-Carpentier, ecc., del secondo tipo gli accumulatori Pollak, Pescetto, « *Electric Power Storage et C.*, ecc. ».

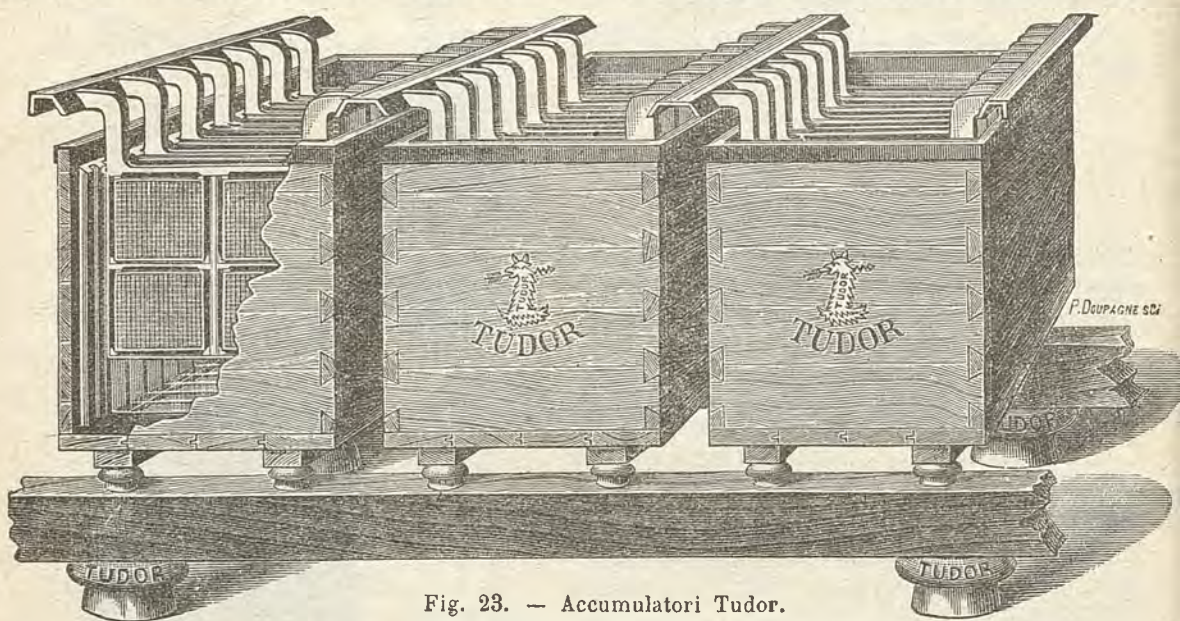


Fig. 23. — Accumulatori Tudor.

Molto apprezzati sono gli accumulatori Tudor a formazione mista, in cui le lastre, dopo formazione per alcuni mesi col sistema Planté, ricevono una pasta di ossidi di piombo che viene trattata ulteriormente colla carica (fig. 23).

Una descrizione dei vari particolari di costruzione di questi accumulatori riescirebbe molto lunga e di scarsa utilità; si può ritenere che caratteristica del sistema Faure rispetto al sistema Planté, è che il primo ha le lastre positive formate da un reticolato di piombo in cui con vari artifici si viene a fissare la materia attiva a base di perossidi, mentre il secondo ha le lastre positive formate di piombo trasformato in biossido.

Le lastre negli accumulatori vengono collocate una accanto all'altra, alternativamente positive e negative, e le lastre positive sono collegate esternamente insieme, e così quelle negative, formando una cosiddetta *cella*. Si ha la pratica di usare come placche estreme due placche negative.

Si costruiscono pure in larga scala accumulatori elettrici trasportabili, per trazione elettrica, illuminazione di treni, accensione di motori a scoppio.

In questi accumulatori le placche sono serrate insieme mediante anelli di gomma e sono tenute separate con setti di ebanite, i recipienti sono chiusi e sono formati di legno, di ebanite o di celluloidi. Altri tipi hanno il liquido trattenuto da una specie di gelatina o pasta che ne impedisce il versamento (fig. 24).

La tensione che può dare un accumulatore carico è circa 2,5 volt; durante la scarica questa forza elettromotrice diminuisce fino a circa 1,8 volt, oltre il quale limite non conviene discendere. La carica si fa quindi partendo da questo valore della f. e. m. e salendo fino a 2,7 volt, tensione massima dell'accumulatore. Si riconosce quando la carica è completa dal colore rosso della lastra positiva, dallo sviluppo abbondante di gas e dalla densità dell'acqua acidulata che sale da 1,15 a 1,18.

La carica a tensione crescente si fa con dinamo di costruzione speciale ovvero col-l'impiego di un inseritore di elementi, col quale si disinseriscono durante la carica, e si inseriscono durante la scarica alcuni elementi. L'intensità della corrente di carica è di circa 1 Amp. per dm^2 di superficie delle placche positive.

La *capacità* di un accumulatore è quella quantità di elettricità che l'accumulatore può accumulare e restituire alla scarica in un certo tempo, e si misura in *ampère-ora*; si possono variare entro certi limiti i due elementi ampère ed ora, per modo che il loro prodotto si mantenga costante. La capacità varia da 3 a 8 ampère-ora per Kg. di piastra, mentre una maggior capacità, pure essendo possibile, sarebbe a danno della conservazione della batteria.

Il rendimento di una batteria può considerarsi sotto due punti distinti: o come il rapporto della quantità di elettricità ricavata alla quantità di elettricità accumulata, ovvero come il rapporto della quantità di energia spesa alla quantità di energia ricavata.

Il primo rendimento di quantità ha il valore medio di circa 0,90, mentre il secondo rendimento, detto di energia, è in media 0,75. La durata degli accumulatori, che ha molta importanza per il calcolo delle spese di esercizio, si può calcolare di 10 anni mediante una manutenzione accurata.

I principali costruttori di accumulatori in Italia, a cui si può utilmente rivolgersi in ogni caso, sono: Società generale italiana accumulatori elettrici, Milano; Hensemberger Giovanni, Milano; Società Dora, Alpignano.

Le batterie di accumulatori richiedono una speciale cura di installazione e locali bene adatti. Ordinariamente queste batterie vengono montate su scaffali di legno,



Fig. 24. — Accumulatore trasportabile.

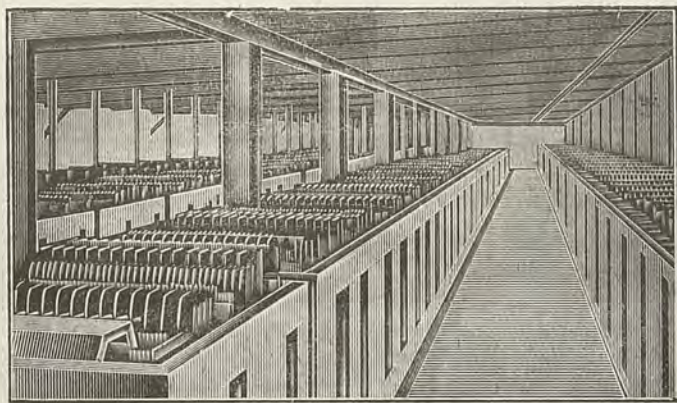


Fig. 25. — Locale per batteria fissa di accumulatori.

portati da isolatori in porcellana, e disposti in lunghe file. Nella costruzione dei locali destinati alle batterie si deve por mente al peso grandissimo di questi apparecchi concentrati in una piccola area, allo sviluppo di emanazioni gassose che intaccano i metalli e producono incrostazioni.

L'ambiente dovrà essere ben ventilato in ogni direzione, facile a pulirsi, e possibilmente verniciato a base di smalti inattaccabili dagli acidi.

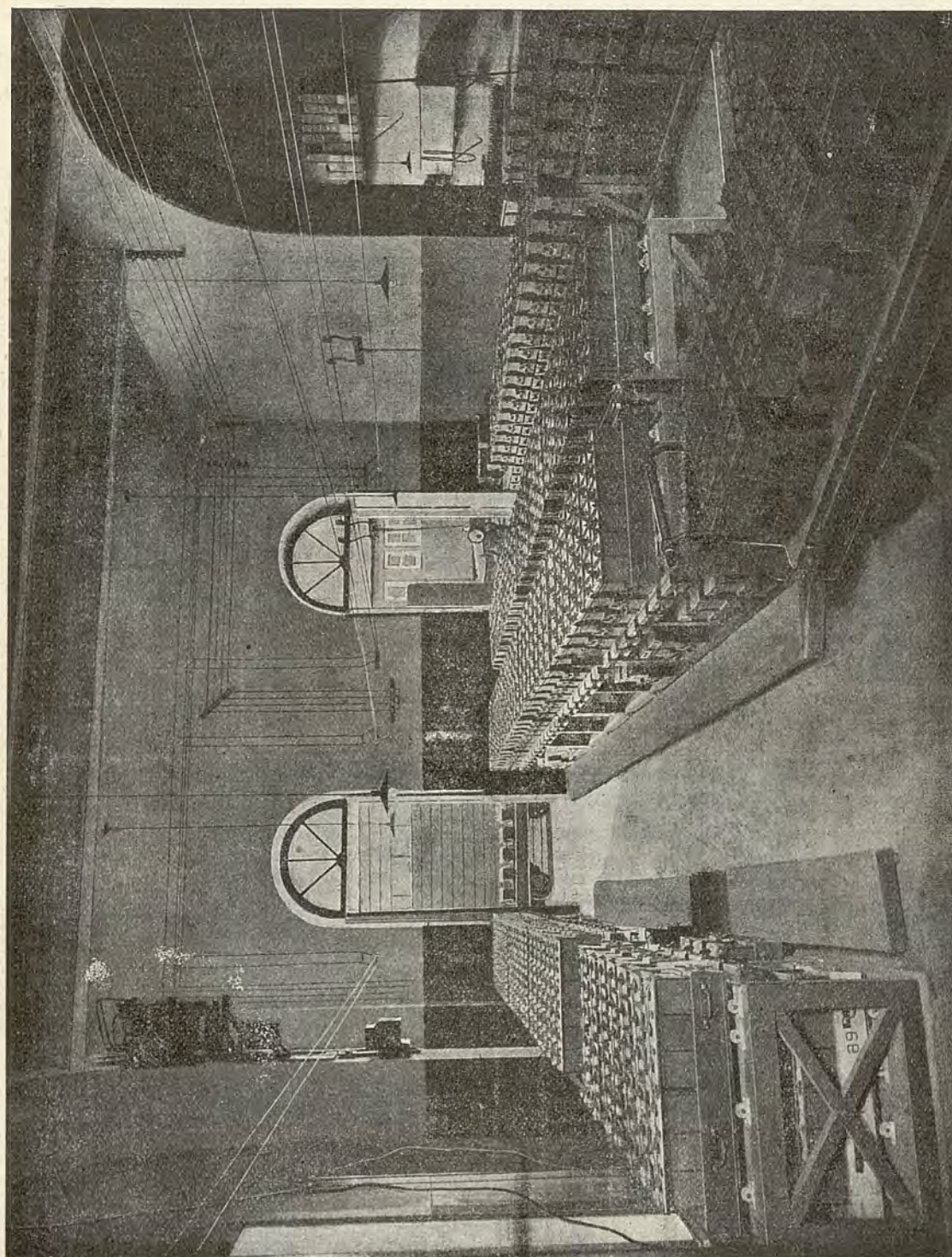


Fig. 26. — Stazione di carica di batterie trasportabili. Stazione di Milano.

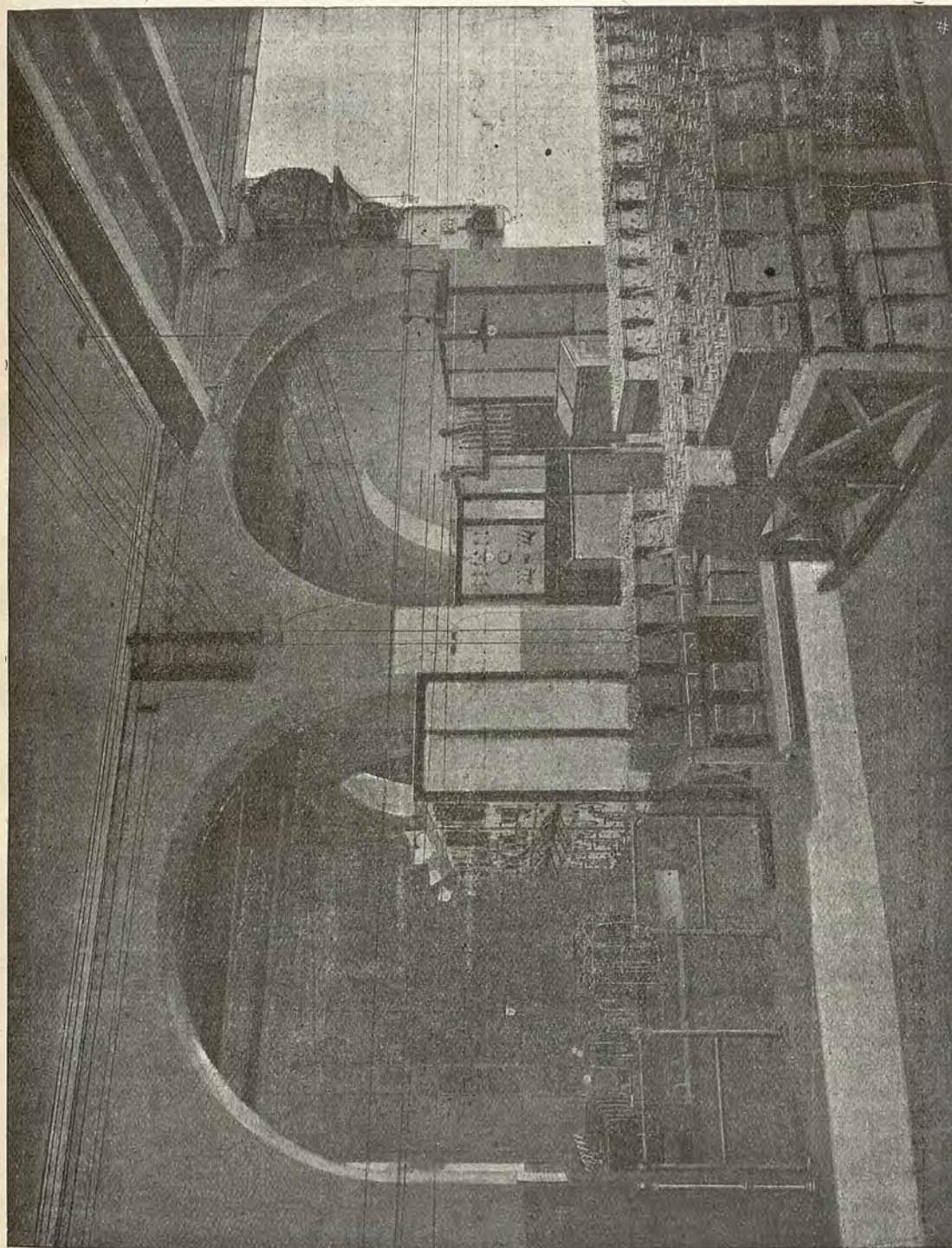


Fig. 27. — Stazione di carica di batterie trasportabili. Stazione di Milano.

La seguente Tabella può essere utilmente applicata per il calcolo delle costruzioni destinate a sostenere batterie di accumulatori.

Tabella II. — Peso e dimensioni di accumulatori (Sistema Tudor).

| Ampère-ora | Peso di ogni elemento con acido | Dimensioni esterne di un elemento | | | Ampère-ora | Peso di ogni elemento con acido | Dimensioni esterne di un elemento | | |
|------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------|---------|------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------|---------|
| | | lungh. | largh. | altezza | | | lungh. | largh. | altezza |
| | Kg. | mm. | mm. | mm. | | Kg. | mm. | mm. | mm. |
| 18 | 11 | 80 | 215 | 210 | 1098 | 214 | 215 | 820 | 510 |
| 54 | 19 | 130 | 215 | 300 | 1512 | 447 | 480 | 735 | 580 |
| 108 | 34 | 215 | 130 | 300 | 2060 | 503 | 480 | 820 | 580 |
| 216 | 63 | 215 | 245 | 510 | 3300 | 796 | 480 | 1285 | 580 |
| 324 | 77 | 215 | 295 | 510 | 4440 | 1006 | 620 | 1160 | 660 |
| 451 | 98 | 215 | 345 | 510 | 5400 | 1578 | 630 | 1335 | 825 |
| 515 | 112 | 215 | 395 | 510 | 7700 | 1990 | 640 | 1300 | 965 |
| 644 | 152 | 215 | 620 | 510 | 8500 | 2300 | 640 | 1480 | 965 |

In quanto riguarda lo spazio da riservare a questi locali si deve lasciare ogni due file di accumulatori un passaggio di circa m. 0,60, ed un vano di circolazione esterno alla batteria di circa m. 1,20; mentre in batterie di grandi dimensioni sarà opportuno di lasciare un passaggio ogni fila di accumulatori. L'altezza del locale dipende dal numero di elementi sovrapposti; al disopra dello scaffale si deve lasciare almeno una altezza di m. 1,50.

La fig. 25 rappresenta un locale per una batteria fissa di grande potenza.

Le figure 26 e 27 rappresentano la stazione di carica delle batterie di accumulatori trasportabili della stazione centrale di Milano.

B. — Macchine dinamo elettriche.

Le macchine dinamo elettriche convertono l'energia meccanica in energia elettrica, utilizzando il movimento reciproco di conduttori elettrici e di campi magnetici.

A seconda della natura della corrente generata, queste macchine si dividono in macchine a corrente alternata monofase e polifase ed in macchine a corrente continua.

a) Macchine a corrente alternata monofase.

In un campo magnetico rappresentato nella fig. 28 da due poli affacciati Nord e Sud, si faccia muovere, mediante rotazione, una spirale di più spire di rame avvolta su un nucleo ad anello in ferro. L'asse di rotazione sia normale al piano del foglio.

Per le leggi dell'induzione elettromagnetica, col movimento della spirale in un campo magnetico, si inducono in questa delle forze elettromotrici che possono dare una corrente al circuito esterno. Se la direzione della rotazione è quella delle lancette dell'orologio e chiamiamo 0-180 la direzione del diametro orizzontale, facendo muovere la spirale da 0° a 180°, questa viene successivamente tagliando un numero maggiore di linee di forza finchè non raggiunge la posizione corrispondente all'asse del polo, 90°; la f. e. m. indotta durante questo quarto di giro, viene per le leggi della induzione crescendo; nel successivo quarto di giro 90°-180° il numero delle linee di forza, tagliate dai conduttori della spirale, viene diminuendo finchè a 180° tali conduttori si muovono parallelamente alla direzione del campo magnetico. Durante tutto questo movimento la spira ha tagliato nello stesso senso linee di forza dirette nello stesso modo; per le leggi dell'induzione la f. e. m. ha mantenuto la stessa direzione pure avendovalore variabile.

Nel successivo mezzo giro si ripete il movimento della spirale davanti ad un polo di nome contrario al precedente, per cui si avranno le stesse variazioni di f. e. m. indotte e dirette però in senso contrario.

Se si collegano i due capi della spirale, tra cui si induce la f. e. m. elettrodinamica, a due anelli isolati l'uno rispetto all'altro, su cui si appoggiano due spazzole striscianti, chiuse sopra un circuito esterno, si ricava una corrente che ha gli stessi carat-

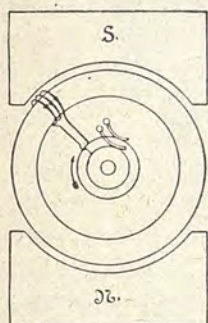


Fig. 28.

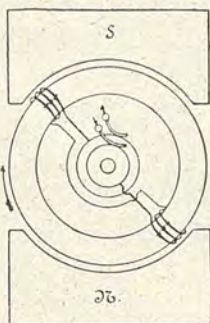


Fig. 29.

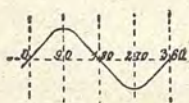


Fig. 30.

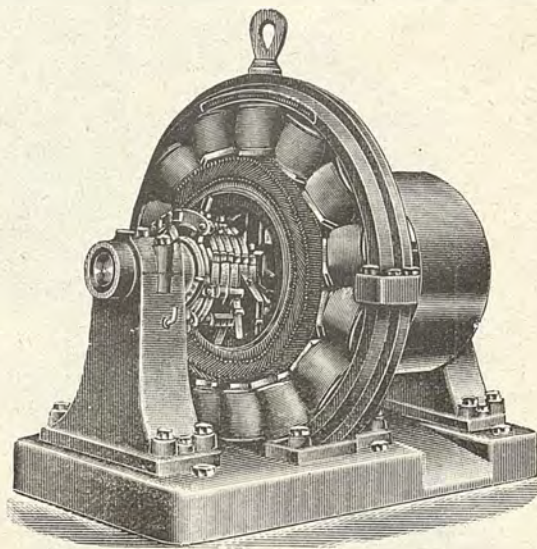


Fig. 31. — Alternatore a indotto rotante.

teri della f. e. m., e che si dice perciò *corrente alternata*. Invece di una sola spirale si possono collegare in serie più spirali avvolte sullo stesso anello in posizione opportuna per sommarne le forze elettromotrici (fig. 29).

Nel diagramma (fig. 30) l'asse delle ascisse rappresenta i tempi, ovvero gli angoli da cui procede la spirale nella sua rotazione, e le ascisse corrispondenti danno in valore e in segno l'intensità della corrente.

La curva che si ottiene è teoricamente una sinusoide, e la corrente e la f. e. m. si dicono *alternate* per le periodiche alternazioni che hanno.

Si dice *periodo* il tempo in secondi che passa dal momento in cui la spira occupa una posizione ed il momento in cui viene elettricamente ad occupare per la prima volta la stessa posizione; *frequenza* il numero dei periodi al minuto secondo.

Invece del valore continuamente variabile della corrente, si usa in pratica il *valore efficace* che è circa 0,7 del valore massimo.

La potenza della corrente alternata è espressa in Watt dal prodotto dei due fattori potenziale e intensità di corrente espressi col loro valore efficace

$$W = V \times I.$$

Prende il nome di *alternatore* la macchina dinamoelettrica, che usando del principio esposto genera corrente alternata.

La variazione del campo magnetico nell'interno della spirale si può ottenere muovendo la spirale di fronte ad un polo magnetico fisso, ovvero mantenendo la spirale fissa e spostando il polo magnetico di fronte ad essa, la spirale in cui si induce la f. e. m. prende il nome di *indotto*, mentre viene detta *induttore* quella parte dell'alternatore che genera il campo magnetico.

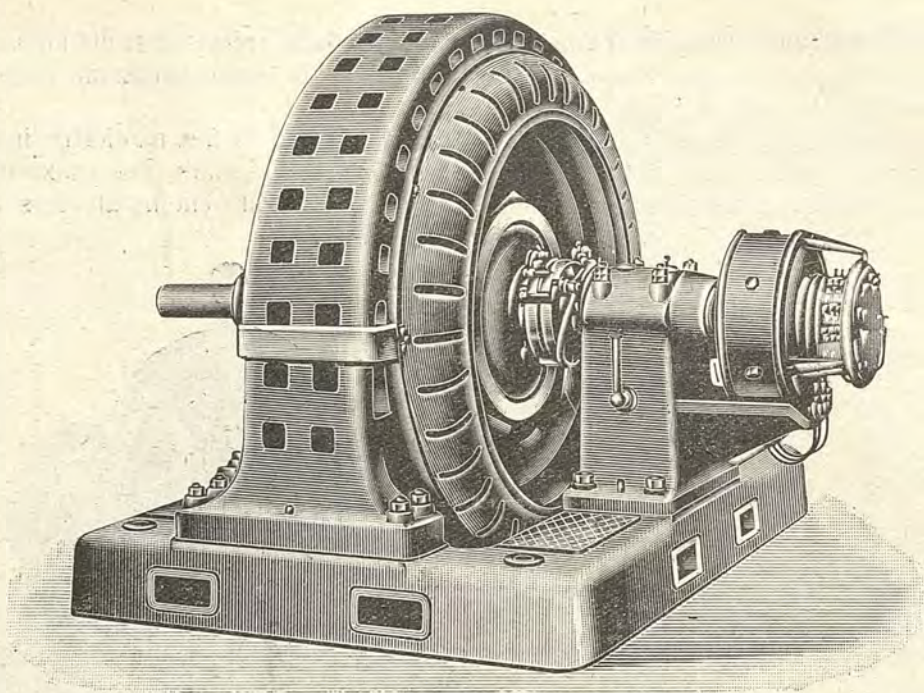


Fig. 32. — Alternatore ad indotto fisso (Società Nazionale Officine Savigliano).

Il primo tipo di macchina ad indotto rotante, costituito da un'*armatura* formata da una spirale avvolta su un anello di ferro e da un induttore a poli di nome *alternativamente* contrario, è generalmente disusato per gli alternatori che sono ordinariamente macchine di grande potenza e generano corrente ad alto potenziale, che sarebbe poco pratico o impossibile raccogliere con anelli collettori e spazzole come è il caso di un indotto rotante (fig. 31).

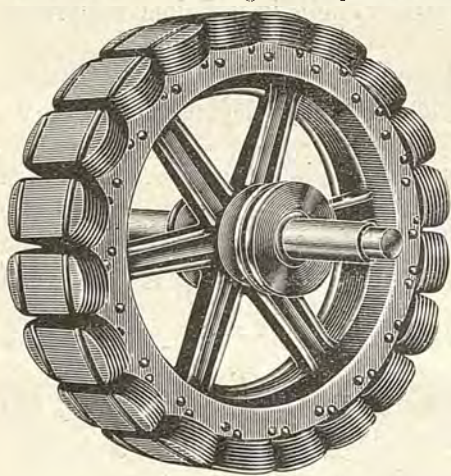


Fig. 33.

Si è invece generalizzato il tipo di alternatore ad indotto fisso ed induttore rotante (fig. 32).

L'indotto (fig. 33) è formato da un anello di ferro magnetico, costituito con lamiere isolate, per intercettare le correnti parassite che si producono nel ferro in presenza del flusso variabile induttore. Questo anello è munito nella sua periferia interna di denti o cave in cui penetra l'avvolgimento formato da conduttori di rame isolati, connessi in serie per sommare le proprie f. e. m. Si possono collegare i conduttori in parallelo per ottenere una maggiore intensità di corrente.

L'induttore (fig. 34) è ordinariamente a più poli per ottenere col numero normale di giri delle macchine motrici una frequenza conveniente per gli usi della corrente alternata (coll'aumentare il numero delle coppie di poli di nome alternato, evidentemente si produce altrettante volte nell'indotto quanto si otteneva in un giro della macchina elementare a due poli della fig. 28, e quindi si aumenta il numero di periodi nell'unità di tempo, cioè la frequenza).

Dal numero delle coppie dei poli p e dal numero dei giri al minuto n , si ricava il numero dei periodi al secondo, cioè la frequenza, mediante la formola

$$f = \frac{p \cdot n}{60}.$$

L'illuminazione ad incandescenza e ad arco richiede una frequenza di almeno 40 periodi al secondo, per non dare una luce penosa per le vibrazioni sensibili all'occhio. In Europa le frequenze generalmente adottate sono di 42 e di 50 periodi; negli Stati Uniti si usa la frequenza di 25 periodi per i motori, e la frequenza di 60 periodi per l'illuminazione.

I poli di ferro magnetico sono ordinariamente collocati a stella sopra una corona di acciaio, e sono avvolti da una spirale di rame isolato, detta di *eccitazione*. Questa spirale quando viene percorsa da corrente continua genera, per le leggi dell'elettromagnetismo, un campo magnetico, la cui intensità è proporzionale alla intensità della corrente di eccitazione ed al numero delle spire che formano la spirale.

La corrente di eccitazione si può derivare da un circuito a corrente continua, quale una batteria di accumulatori, od una dinamo, che può essere calettata direttamente sull'asse della macchina. La regolazione della f. e. m. dell'alternatore si ottiene per mezzo di resistenze inserite nel circuito a corrente

continua, che determinano la intensità della corrente e quindi l'eccitazione dei poli.

La corrente alternata monofase trova essenzialmente applicazione nell'illuminazione, ed è stata applicata modernamente nella trazione elettrica ferroviaria.

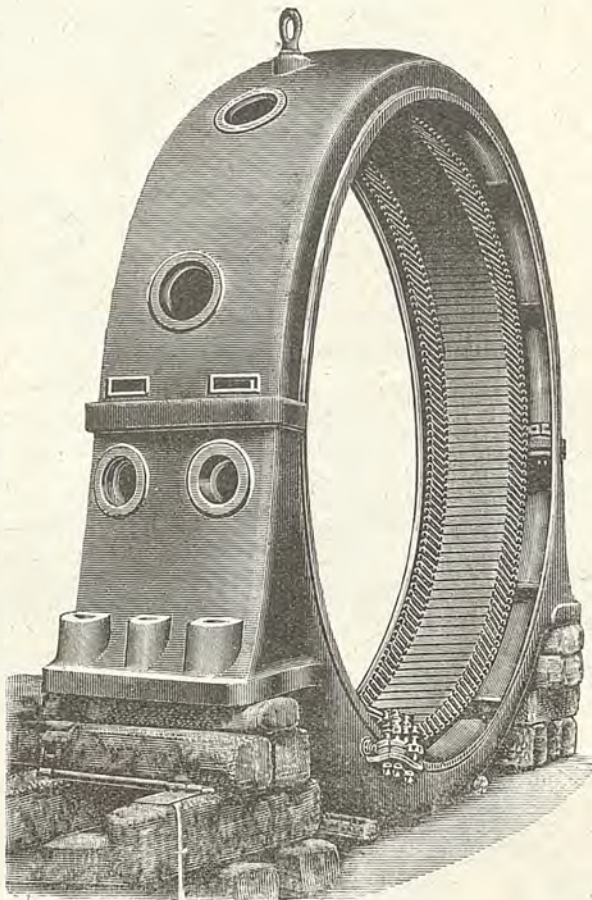


Fig. 34.

b) Macchine a corrente alternata polifase.

Se nell'anello di fig. 28 collochiamo invece di una sola spirale due coppie di esse I e II spaziate di 90° (fig. 35), e ne provochiamo la rotazione, in ciascuna delle spirali si produce il fenomeno considerato nel capitolo precedente, ma avviene che esso si manifesta in II con un certo ritardo rispetto a I. Le spirali I, ad esempio, si trovano nella posizione di f. e. m. massima, mentre le II sono a zero; dopo un quarto di giro I è venuto a zero e II ha raggiunto il valore massimo della f. e. m. I valori della f. e. m., come rappresenta la fig. 36, sono uguali e hanno lo stesso periodo e frequenza, ma si seguono con una distanza angolare di un quarto di periodo; si dice che le due f. e. m. sono *spostate di fase* di un quarto di periodo. L'alternatore, che può

fornire due correnti monofasi spostate di fase di un quarto di periodo, si dice *bifase*, l'insieme delle correnti si dice *corrente alternata bifase*.

Le correnti alternate a più fasi diconsi anche rotatorie (Drehstrom), perchè hanno la proprietà di generare un campo rotante.

Conduciamo le due correnti alternate spostate di fase ad un anello di ferro fisso, uguale a quello del generatore A, in modo che le connessioni si corrispondano. Nella

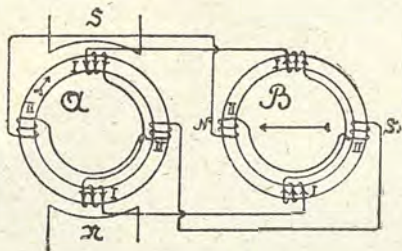


Fig. 35.

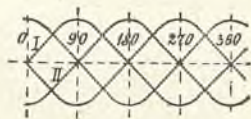


Fig. 36.

posizione indicata nella fig. 35, la coppia di spirali I riceve la massima intensità di corrente, mentre la coppia di spirali II non riceve corrente: in questo istante si producono nell'anello due poli N e S in corrispondenza delle spirali II. Quando l'armatura in A ha compiuto un quarto di giro, le spirali I e II si sono scambiate nelle loro funzioni, ed il campo magnetico N e S è passato nella direzione verticale, spostandosi pure di un quarto di periodo.

Alla rotazione dell'armatura in A corrisponde sincronicamente la rotazione del campo magnetico in B, che viene perciò detto campo magnetico rotante. Questo principio, scoperto da Galileo Ferraris, è il fondamento dei motori a corrente alternata asincroni.

Gli alternatori a corrente polifase più usati sono gli alternatori trifasi.

L'alternatore trifase si deriva dall'alternatore monofase, collocando sulla sua armatura tre serie di spirali spostate l'una rispetto all'altra di un terzo di giro (120°)

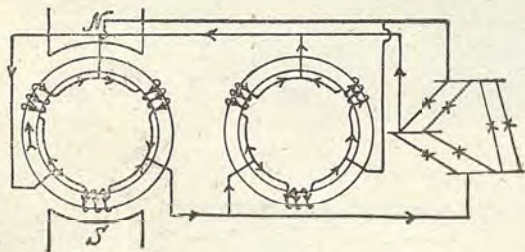


Fig. 37.

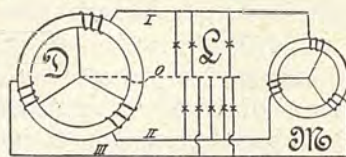


Fig. 38.

(fig. 37). In queste spirali evidentemente si inducono tre f. e. m. uguali di valore, di periodo e di frequenza, spostate di fase di un terzo di periodo. L'alternatore può fornire tre correnti monofasi utilizzabili in tre circuiti distinti.

Per la proprietà di queste correnti, che la somma delle loro intensità istantanee è in ogni istante uguale a zero, è stato possibile di ridurre ad un unico sistema le tre correnti usando tre fili per la loro trasmissione.

Il collegamento indicato nella fig. 37 si dice *collegamento a triangolo*, perchè le tre spirali hanno i loro estremi riuniti per modo da formare un circuito chiuso, ed i tre fili di linea si staccano dai vertici del triangolo. Il sistema a triangolo può servire per la trasmissione di corrente a scopo di forza e di luce, come è indicato dallo schema dove è rappresentato un motore a campo rotante mediante un anello con

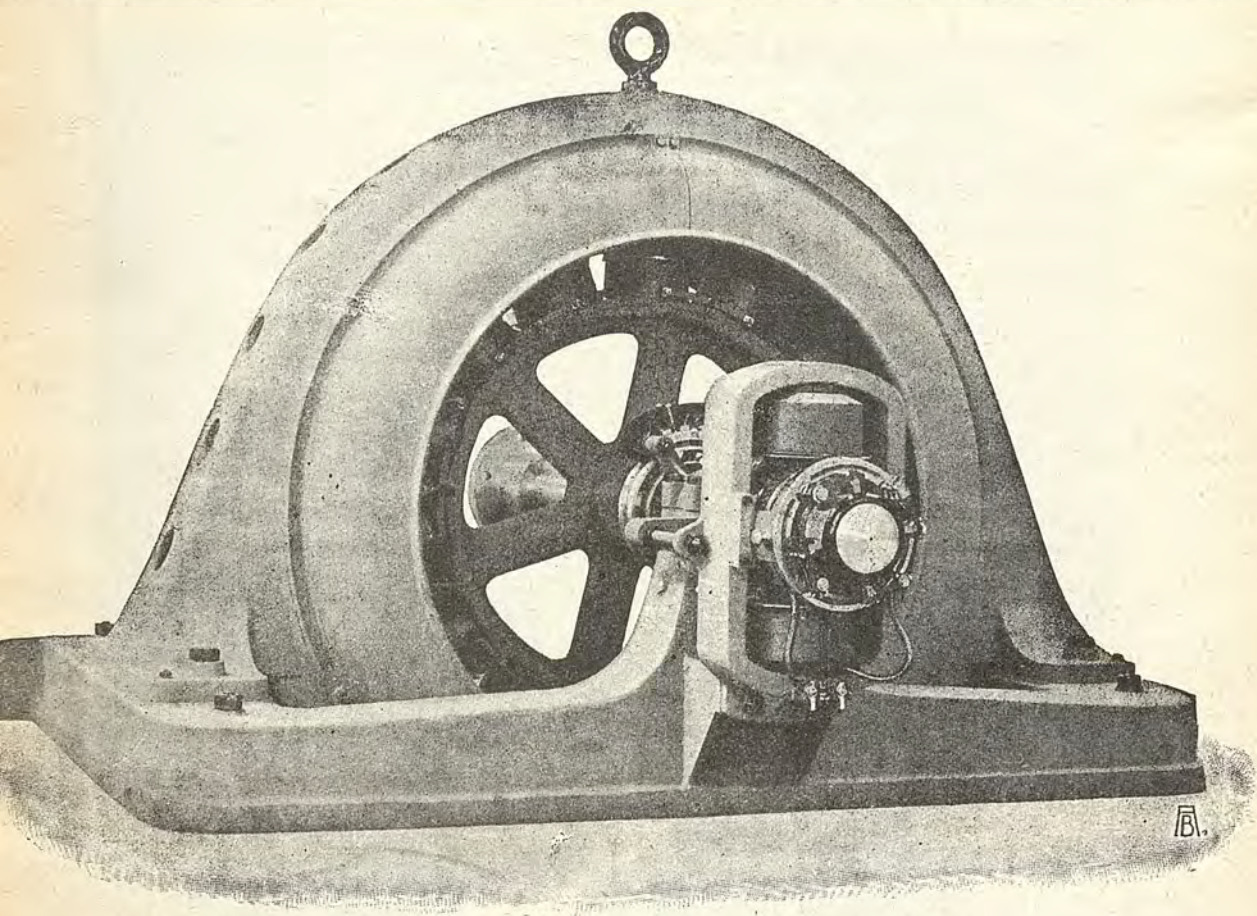


Fig. 39. — Alternatore di grande potenza (*Elektricitäts-Gesellschaft Alioth, Basilea*).

avvolgimento analogo a quello dell'alternatore e sono indicate alcune lampade elettriche con crocette.

Si può invece fare il *collegamento a stella* (fig. 38) per cui uno dei capi di ciascuna spirale è unito ad un punto comune detto *punto neutro*. Da questo punto neutro si deriva spesso un quarto filo detto neutro. Come rappresenta lo schema, in un circuito trifase a stella i motori *M* si inseriscono sui tre fili di fase, mentre le lampade si connettono ordinariamente tra il filo di fase e il filo neutro.

Nel collegamento a triangolo l'intensità di corrente circolante in ciascun filo di fase è la risultante delle intensità di corrente *I* di due fasi, e vale $1,73 I$. La f. e. m. è quella che si sviluppa in ciascuna delle fasi *E*.

Nel collegamento a stella l'intensità di corrente è quella che corrisponde a ciascuno degli avvolgimenti *I*, mentre la f. e. m. risulta dalle f. e. m. spostate di fase di due degli avvolgimenti ed ha per valore $1,73 E$. La f. e. m. tra uno dei fili estremi ed il neutro è solo *E*.

La potenza del sistema trifase è, in tutti due i casi, $1,73 \times E \times I$. Intendonsi per *E* e per *I* i valori efficaci indicati dal voltmetro e dall'amperometro, inseriti l'uno in derivazione tra due fili, l'altro in serie su uno dei fili.

Gli alternatori a più fasi si costruiscono ordinariamente del tipo a indotto fisso esterno e a induttore rotante interno, essendo poco pratico di ricavare la corrente alternata ad alta tensione da un organo rotante con spazzole od anelli collettori.

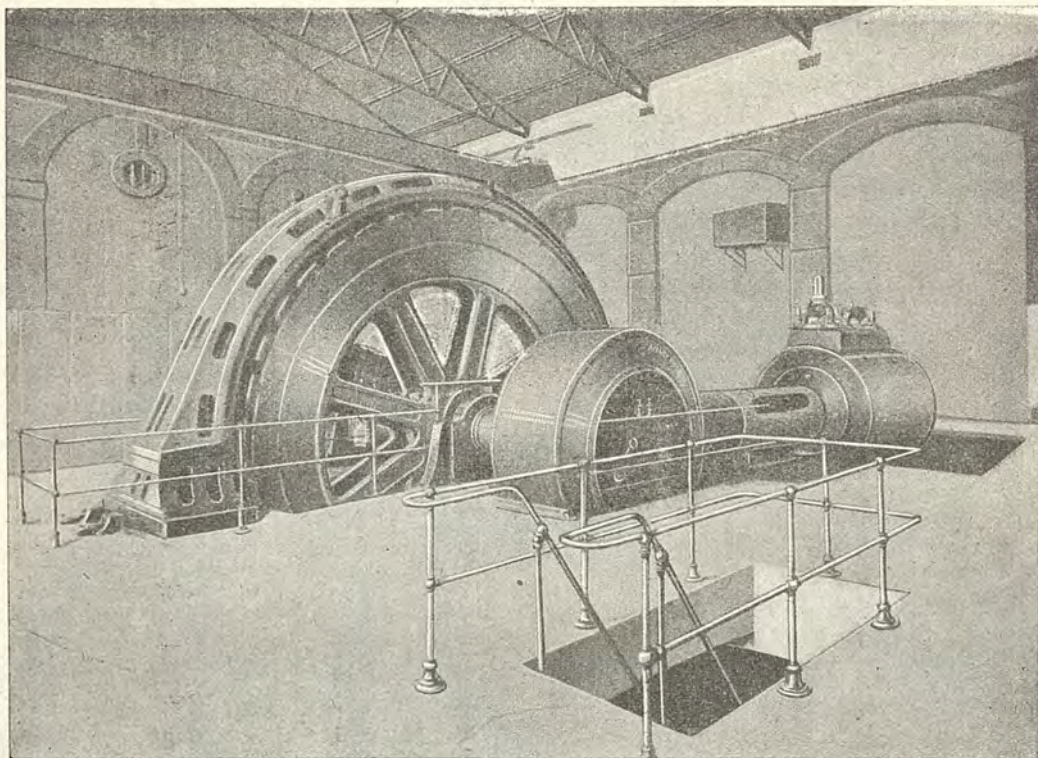


Fig. 40. — Alternatore comandato da motrice termica (Unione Elettrotecnica Italiana).

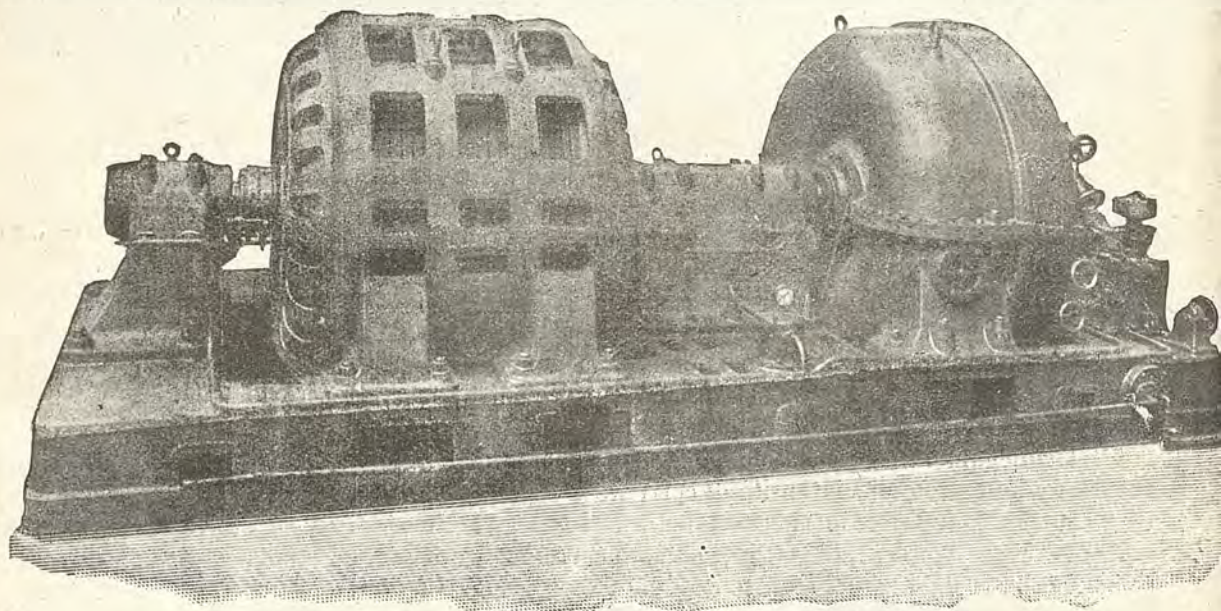


Fig. 41. — Turbo alternatore di 3000 HP (Unione Elettrotecnica Italiana).

Negli alternatori a indotto fisso questo è formato da un anello composto di lamiere di ferro, che portano sulla periferia interna dei fori in cui è fissato ordinariamente un avvolgimento del tipo trifase. Questo avvolgimento è formato da tratti di conduttori connessi in serie, per modo da sommare le loro f. e. m. e formare tre circuiti

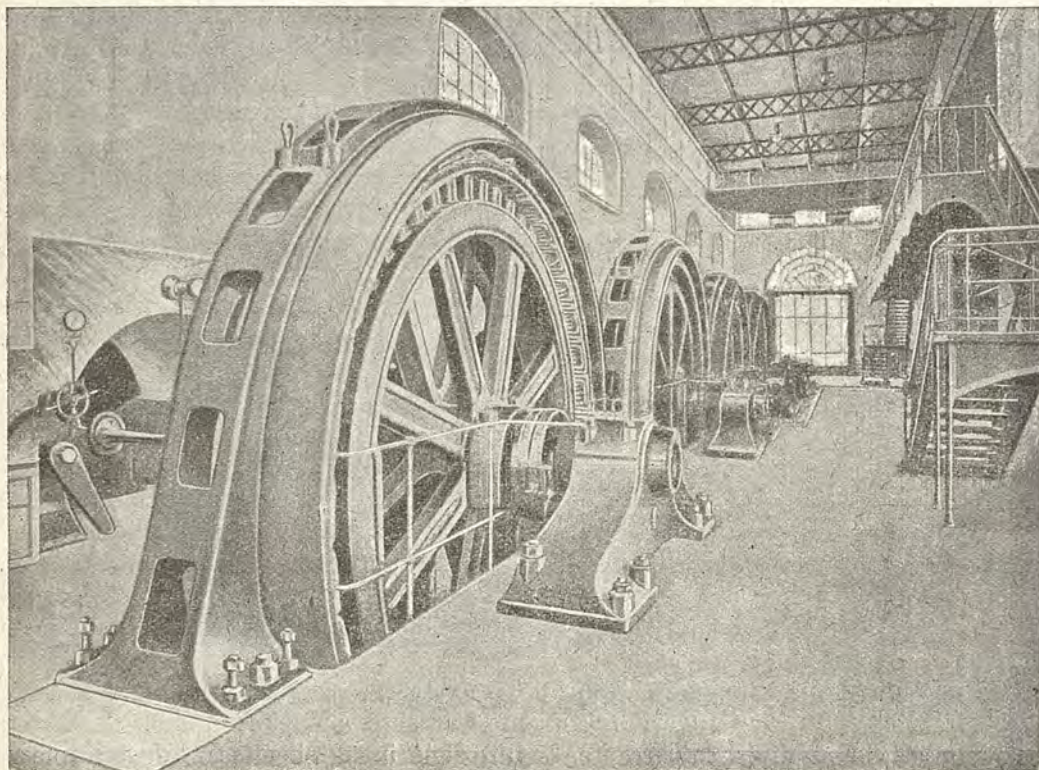


Fig. 42. — Centrale idro-elettrica.

distinti spostati di un terzo di periodo (terzo dell'angolo compreso fra due poli successivi dello stesso nome), collegati a stella od a triangolo.

L'induttore è formato mediante poli fissati su di una corona d'acciaio; ciascun polo è eccitato da una bobina in cui si fa circolare la corrente continua ricavata da una dinamo eccitatrice e condotta all'organo rotante mediante anelli collettori e spazzole.

Vengono pure costruiti alternatori con gli avvolgimenti dell'induttore fissi in un nucleo di ferro, nel cui interno si muove una massa magnetica dentata che provoca le variazioni di flusso per l'induzione della corrente alternata.

Gli alternatori trifasi sono generalmente costruiti, per grandi potenze, ad uso di centrali termiche ed idrauliche; vengono alcune volte costruiti per alte tensioni. Le fig. 39, 40 e 41 mostrano alcuni tipi di alternatore di moderna costruzione.

La fondazione degli alternatori si fa ordinariamente con platea e pilastri di calcestruzzo, secondo i disegni trasmessi dalle ditte costruttrici. Attorno alla macchina si deve lasciare lo spazio sufficiente per una libera circolazione e per la riparazione e spostamento delle parti (fig. 42).

Il comando degli alternatori si può fare in due modi diversi: con sistema a cinghia per macchine di piccola potenza e di media velocità, con sistema ad accoppiamento diretto per macchine di grande e media potenza a piccola e grande velocità.

c) Dinamo a corrente continua.

La macchina a corrente alternata monofase, considerata precedentemente, può con un semplice artificio meccanico fornire al circuito esterno, invece che corrente di direzione alternata, corrente di direzione continua.

Armature ad anello. — Sullo stesso asse dell'indotto rotante ad anello (fig. 43) si fissano due semi-anelli di rame *a* e *b*, affacciati e isolati l'uno rispetto all'altro. A questi anelli fanno capo rispettivamente le estremità della spirale indotta.

Sugli anelli si appoggiano due spazzole disposte secondo il diametro orizzontale. Durante la rotazione le spazzole toccano alternativamente, durante ogni mezzo giro,

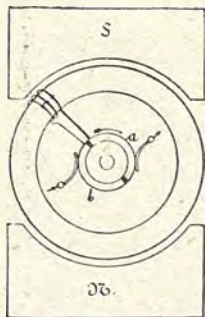


Fig. 43.

Indotto ad anello.

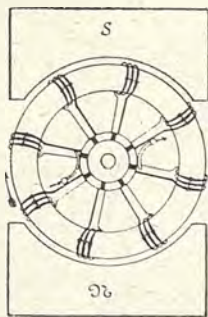


Fig. 44.

Indotto ad anello.



Fig. 45.

ciascuno dei settori e si mantengono in comunicazione con uno degli estremi della spirale *Se*, come è rappresentato nella fig. 43, le spazzole si trovano in corrispondenza della zona neutra, avviene che ciascuna spazzola passa da uno dei segmenti all'altro, precisamente nell'istante in cui la corrente passando per lo zero cambia segno, per modo che il circuito esterno alimentato dalle spazzole riceve corrente sempre nella stessa direzione.

Come rappresenta il diagramma (fig. 45), la f. e. m. e la intensità di corrente si pre-

sentano come una sinusoide, di cui la parte inferiore sia stata ribaltata superiormente.

Da una delle spazzole, detta *positiva*, si ha sempre corrente uscente; dall'altra delle spazzole, detta *negativa*, si ha corrente entrante. I due semi-anelli formano il commutatore che raddrizza la corrente. La direzione in cui si collocano le spazzole si dice *linea di inversione*.

Una corrente di questa natura non si può dire continua, perchè il suo valore è continuamente variabile, si dice invece *pulsante* ed ha speciali applicazioni.

Per ottenere una corrente praticamente continua, e nello stesso tempo aumentare la f. e. m. prodotta dalla dinamo, si forma l'indotto con parecchie spirali, ed a ciascuna di esse si fa corrispondere nel collettore un settore metallico isolato (fig. 44).

Ciascuna spirale è connessa con uno dei capi ad un settore e coll'altro al settore seguente; tutte le spirali comprese in ciascuna metà dell'indotto rispetto alla linea di inversione, sono connesse in serie dal collettore stesso, mentre le due serie di spirali sono messe in parallelo dalle spazzole sul circuito esterno. Le varie spirali distribuite nell'anello sono sede di f. e. m. diverse, ma dirette nello stesso senso per ogni metà dell'indotto; nel passaggio dalle spazzole da ogni segmento del collettore al successivo viene commutata la spirale che si trova nella zona neutra e che non è sede di f. e. m.

Quanto maggiore è il numero delle spirali messe in serie, e quindi maggiore il numero dei segmenti del collettore, tanto meno pulsante sarà la corrente, che nelle macchine industriali non ha oscillazioni sensibili.

La f. e. m. che si stabilisce tra le spazzole è quella che corrisponde alla somma delle f. e. m. della serie di spirali collocate da ciascuna parte della linea di inversione, e la intensità di corrente è il doppio della intensità di ciascuna parte dell'avvolgimento.

Questo tipo di dinamo viene pure chiamato, dal nome dei suoi inventori, anello di Pacinotti o di Gramme.

Armatura a tamburo. — Hefner Halteneck, nel 1874, derivò dall'armatura ad anello la cosiddetta armatura a tamburo, sopprimendo i tratti interni all'anello e collegando insieme i tratti esterni diametralmente opposti, per modo da formare come una matassa attorno ad un tamburo di ferro (fig. 46).

L'indotto a tamburo è quello normalmente usato per le macchine industriali per i notevoli vantaggi di ordine pratico che presenta.

Sugli indotti a tamburo l'avvolgimento si fa collegando in serie più tratti attivi collocati sulla superficie del cilindro, e facendo una unione al collettore in corrispondenza della connessione di due tratti attivi che si seguono elettricamente (fig. 47).

Il collettore ha un numero di segmenti uguale alla metà dei tratti attivi. La fig. 47 rappresenta schematicamente un'armatura a tamburo con 6 tratti attivi e 6 segmenti al commutatore. È facile riconoscere dall'ispezione della figura come

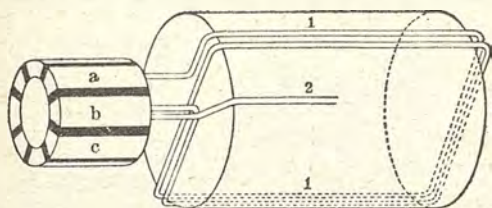


Fig. 46. — Indotto a tamburo.

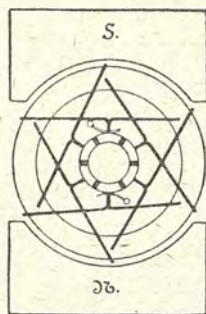


Fig. 47. — Indotto a tamburo.

avviene la commutazione, considerando che il funzionamento della macchina a tamburo è identico a quello della macchina ad anello; la linea di inversione è spostata di 90° . I tratti attivi giacenti nella zona neutra sono in comunicazione col segmento del commutatore toccato dalle spazzole, e dividono l'avvolgimento in due parti in cui i tratti attivi sono connessi in serie.

Le macchine dinamo elettriche si costruiscono per piccole potenze (1 o 2 cavalli) a due poli; ordinariamente hanno però più coppie di poli. Si può passare facilmente alla macchina a più poli, considerando che la zona compresa tra due poli successivi dello stesso nome corrisponde ad una macchina bipolare, ed il funzionamento ne è analogo. Chiamando *passo* la distanza angolare tra due poli omonimi susseguenti, riteniamo che ogni passo corrisponde ad un giro della dinamo bipolare. I vari circuiti che risultano si connettono in serie o in parallelo, a seconda dei dati di calcolo della macchina.

Eccitazione delle dinamo. — Il campo magnetico dei poli in cui si muove l'indotto, può essere ottenuto con magneti permanenti, come si usava nelle macchine antiche ed attualmente negli accenditori per motori a scoppio, ovvero ricorrendo all'elettromagnetismo, come è generale pratica odierna.

L'eccitazione elettromagnetica può farsi con una corrente continua ricavata da un circuito indipendente da quello della dinamo, e si ha una dinamo a eccitazione indipendente.

Werner Siemens, nel 1867, scoprì il principio della autoeccitazione, che ha avuto una grande importanza nello sviluppo delle macchine dinamo elettriche. Il ferro ha la proprietà di conservare, dopo essere stato per un certo tempo in un campo magnetico, le proprietà magnetiche, manifestando il cosiddetto *magnetismo residuo*. I poli dell'induttore, quando siano stati preventivamente magnetizzati per un breve periodo di tempo, conservano il magnetismo residuo, e quindi mantengono un debole campo magnetico in presenza dell'indotto.

Durante la sua rotazione si produce nell'avvolgimento indotto una debole corrente, che condotta nelle spirali di eccitazione dei poli, rinforza il campo, e contribuisce ad aumentare la corrente che rapidamente acquista il valore normale.

Il principio della autoeccitazione si può utilizzare secondo tre sistemi diversi.

Eccitazione in serie. — Come indica la fig. 48 l'indotto e la spirale di eccitazione sono collocati in serie col circuito, e tutta la corrente della dinamo percorre l'avvolgi-

mento induttore. L'avvolgimento di eccitazione è formato da poche spire di filo grosso, e l'adescamento della macchina non si può ottenere che col circuito esterno chiuso su una piccola resistenza; evidentemente l'eccitazione non riceverebbe corrente a circuito aperto. Questa macchina è specialmente adatta per circuiti in cui si deve mantenere l'intensità di corrente costante.

Eccitazione in derivazione. — Le spirali di eccitazione sono inserite in derivazione sulle spazzole, per modo che la corrente generata dall'indotto si divide in due parti:

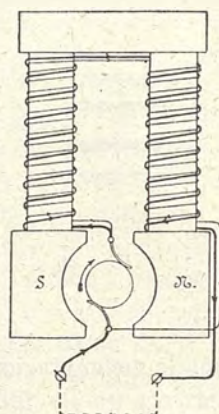
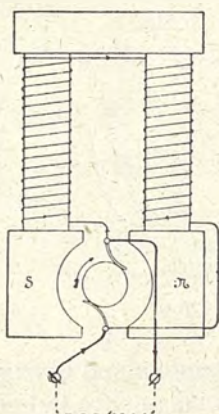
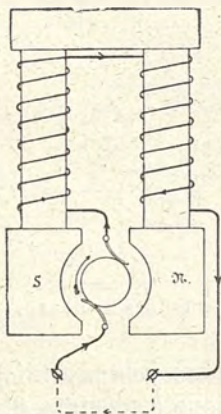


Fig. 48. — Eccitazione in serie. Fig. 49. — Eccitaz. in derivazione. Fig. 50. — Eccitazione composta.

l'una, principale, al circuito esterno; l'altra, di piccolo valore, alla eccitazione che viene perciò formata molto resistente con un filo molto sottile e di piccola sezione (fig. 49).

Questa dinamo può essere avviata col circuito esterno disinserito, perchè il circuito di eccitazione è chiuso sulle spazzole.

La dinamo in derivazione è specialmente adatta per i circuiti in cui si deve mantenere costante il potenziale: circuiti con motori e lampade.

Eccitazione composta. — Questo sistema di eccitazione risulta dalla sovrapposizione dei precedenti, avendo due gruppi di spirali di eccitazione, uno in serie col circuito esterno, l'altro in derivazione con questo (fig. 50).

Questa macchina ad eccitazione composta, gode della proprietà di sopraelevare la propria tensione quando aumenta il carico, per mezzo della eccitazione in serie, che è proporzionale alla intensità di corrente del circuito esterno. Si possono così compensare le maggiori cadute di tensione nella linea e nell'avvolgimento indotto.

Costruzione delle dinamo. — Le dinamo a corrente continua si costruiscono sempre del tipo ad indotto rotante per la necessità di commutazione.

L'indotto è formato da un tamburo di ferro dolce costituito da dischi di lamiera di ferro isolati gli uni rispetto agli altri. Questa costruzione è necessaria per evitare le perdite per correnti parassite o di Foucault, che tendono a formarsi entro al ferro in direzione assiale, per il movimento del ferro stesso in un campo magnetico. I dischi di ferro vengono isolati mediante carta o speciali vernici isolanti; dopo sovrapposizione vengono tenuti insieme da mozzi in ghisa e da bulloni in ferro. Sulla periferia dell'indotto sono ricavati mediante punzonatura dei dischi, i fori in cui sono tenuti i fili dell'avvolgimento.

Entro ciascuno di questi fori i fili dell'avvolgimento vengono ordinariamente collocati sotto forma di matasse, preventivamente preparate ed isolate.

Il commutatore è fissato sullo stesso asse dell'indotto ed è formato da un guscio in ghisa in cui sono tenuti serrati con interposto materiale isolante i segmenti di

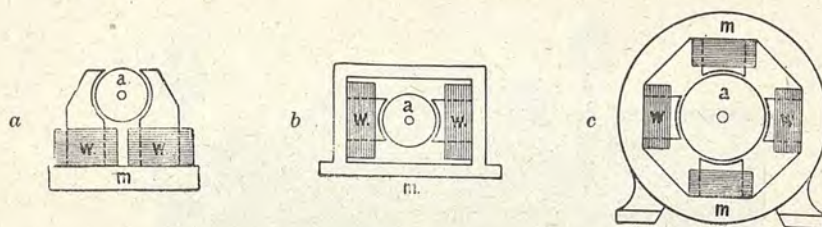


Fig. 51 a, b, c.

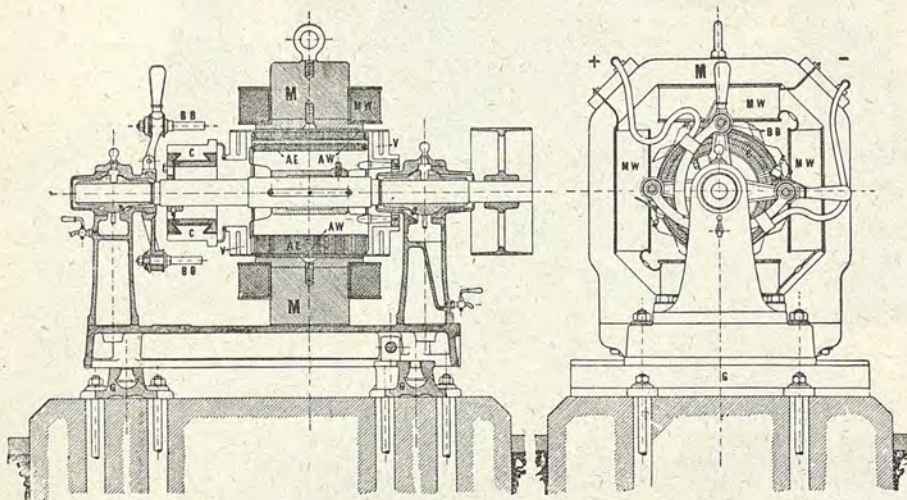


Fig. 52. — Dinamo tipo Schuckert.

A E, nucleo dell'indotto di lamierini di ferro; A W, avvolgimento dell'indotto; B B, bracci porta spazzole; C, commutatore; M, carcassa dell'induttore; M W, avvolgimento dell'induttore; V, connessioni tra l'indotto ed il commutatore.

rame su cui appoggiano le spazzole. Queste possono essere metalliche o di pasta di carbone, meglio adatte, per evitare il logorio del collettore ed il scintillamento.

L'induttore esterno fisso può essere di varia forma (fig. 51 a, b, c).

La fig. 52 rappresenta il disegno schematico di una dinamo tipo Schuckert.

Le figure 53, 54, 55 e 56 illustrano alcuni dei principali tipi.

Regolazione di tensione. — La regolazione di tensione ai morsetti delle dinamo ad eccitazione in derivazione si ottiene variando la intensità di corrente di eccitazione colla inserzione graduale di resistenze nel circuito di eccitazione.

Questa inserzione si fa per mezzo dei *reostati di eccitazione*, formati da resistenze raccolte sopra un opportuno telaio e facenti capo a blocchetti metallici su cui fa contatto una leva.

Il circuito di eccitazione fa capo dall'una parte ad uno dei blocchetti estremi e dall'altro alla leva di contatto; come illustra lo schema a fig. 57, colla rotazione della leva si regola la resistenza inserita nel circuito.

La fig. 58 è relativa ad un reostato di eccitazione.

4 — *Manuale dell'Architetto*, Vol. I, p. 2^a, sez. II.

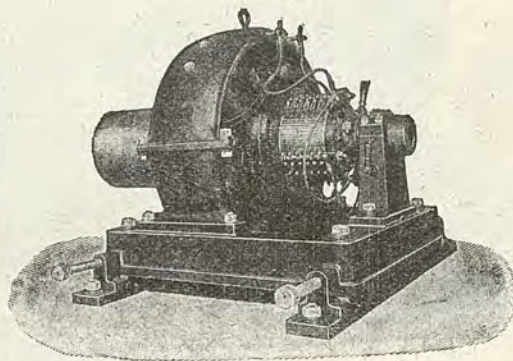


Fig. 53. — Dinamo a corrente continua di piccola potenza (Società Nazionale delle Officine di Savigliano).

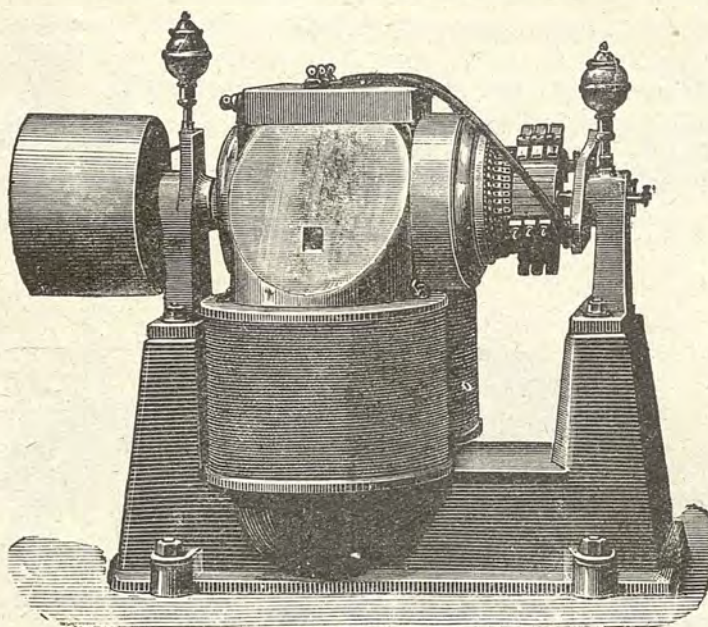


Fig. 54. — Dinamo a corrente continua. Tipo Manchester.

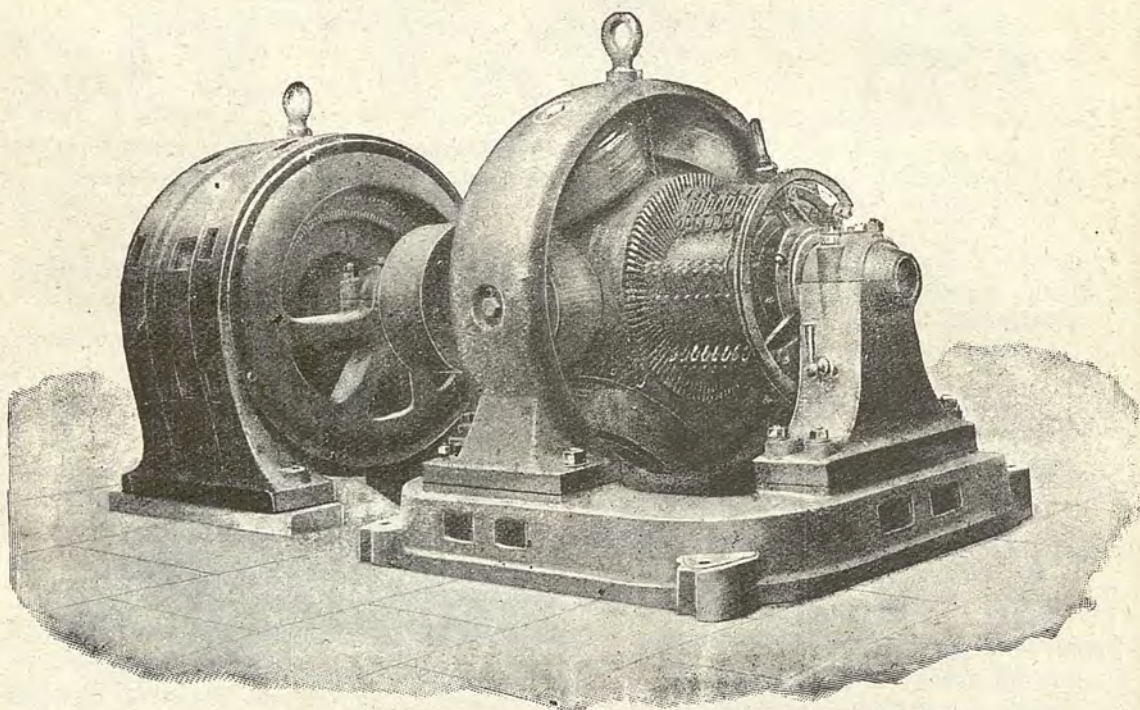


Fig. 55. — Dinamo a corrente continua accoppiata a motore trifase (Unione Elettrotecnica Italiana).

Potenza-rendimento. — La potenza di una dinamo a corrente continua è determinata dal prodotto dei Volt misurati ai morsetti della dinamo, per il numero degli ampère del circuito esterno.

La potenza della dinamo è dipendente dal numero dei giri dell'indotto, essendo la tensione direttamente proporzionale alla velocità periferica dell'avvolgimento.

Il rendimento della dinamo è espresso dal rapporto tra la potenza elettrica ricavata

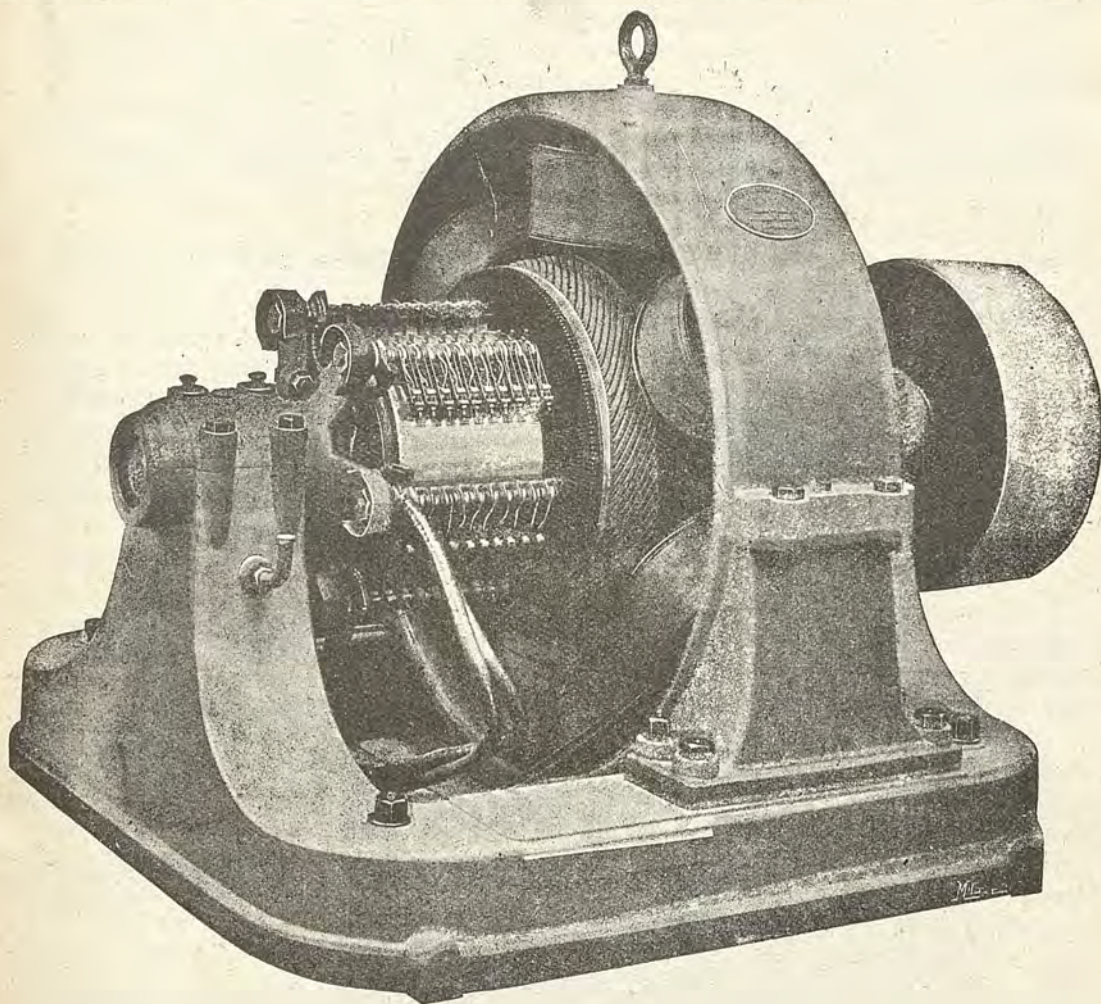


Fig. 56. — Dinamo a corrente continua di grande potenza (*Elektricitäts-Gesellschaft Alioth, Basilea*).

alla potenza meccanica spesa, ed è in queste macchine molto elevato per quanto variabile col carico.

Le principali perdite di energie sono dovute a: resistenza degli avvolgimenti, isteresi, correnti parassite, attrito delle parti rotanti.

La tabella seguente fornisce dati sui valori normali della potenza, energia meccanica assorbita e rendimento per macchine a corrente continua e per il numero di giri normale.

Per macchine più lente, il rendimento è leggermente minore.

Tabella III.

| Potenza in Kilo-watt | 3 | 5 | 10 | 25 | 50 | 75 | 100 | 250 | 500 | 750 | 1000 |
|---------------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Potenza assorbita HP | 5 | 8,3 | 16 | 39 | 76 | 112 | 150 | 370 | 730 | 1090 | 1450 |
| Kilo-watt per ogni HP | 0,6 | 0,61 | 0,63 | 0,64 | 0,66 | 0,67 | 0,67 | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,69 |
| Rendimento % | 81 | 82 | 86 | 87 | 90 | 91 | 91 | 93 | 93 | 93 | 94 |

Il carico di una macchina è limitato dalla sopraelevazione di temperatura dipendente dalla intensità della corrente. Il materiale isolante dell'avvolgimento, formato

con sostanze tessili impregnate, viene danneggiato a temperature troppo elevate; per cui viene prescritta una sopraelevazione massima di temperatura sulla temperatura dell'ambiente di 40° C. per funzionamento continuo.

Le dinamo destinate a funzionamento intermittente possono essere soggette a riscaldamenti maggiori.

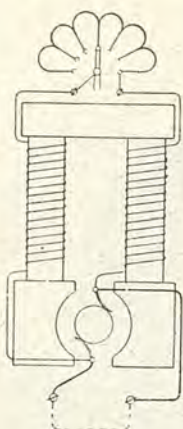


Fig. 57.

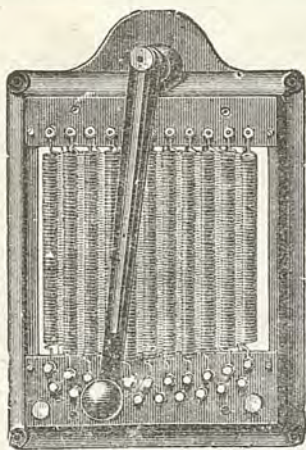


Fig. 58.

d) Trasformatori di corrente alternata.

Questi apparecchi che influirono in modo principale sullo sviluppo delle correnti alternate dando loro la possibilità di raggiungere gli alti potenziali necessari per la trasmissione della elettricità a grande distanza comparvero la prima volta all'Esposizione di Torino del 1884 sotto il nome di *generatori secondari* per opera dei sigg. Gouland e Gibbs.

Il trasformatore è la macchina elettrica più semplice e del maggiore rendimento. Differisce essenzialmente dalle macchine dinamo elettriche in quanto che non ha l'ufficio di cambiare la forma dell'energia, ma serve per trasformare i fattori della potenza elettrica: Volt e Ampère.

Il suo funzionamento che si fonda sul principio della induzione elettromagnetica è analogo a quello delle altre macchine elettriche. Su di un nucleo di ferro sono avvolte due spirali distinte formate di molte spire di filo di rame (fig. 59). Quando mandiamo nella spirale P che diremo *primaria* una corrente alternata, questa genera un campo magnetico di flusso alternato per cui varia continuamente nel nucleo di ferro il numero ed il senso delle linee di forza.

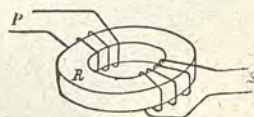


Fig. 59.

La spirale S detta *secondaria* in presenza del flusso alternato si trova nelle condizioni dell'indotto d'un alternatore e riceve per induzione una f. e. m. alternata, spostata di fase di un quarto di periodo rispetto alla f. e. m. primaria.

Questo apparecchio che dà modo di trasportare la energia elettrica da un circuito all'altro senza connessione elettrica serve a fare questo trasporto modificando i fattori della corrente elettrica. Colla spirale primaria produciamo un flusso magnetico proporzionale al numero delle sue amperspire, a questo flusso è proporzionale il valore della f. e. m. indotta per ogni spira del secondario. Per una data potenza se il circuito primario è a bassa tensione la intensità di corrente è grande, ed un piccolo numero di spire può bastare per il numero di amperspire necessario, mentre se vogliamo ottenere dal secondario una corrente ad alto potenziale dovremo formare questo secondario con molte spire connesse in serie.

Il rapporto di trasformazione, cioè il rapporto tra la f. e. m. del primario e quella del secondario, è uguale al rapporto fra il numero delle spire primarie e il numero delle spire secondarie.

Nella trasformazione la potenza elettrica espressa dal prodotto *Volt-Ampère* si conserva nel secondario fatta eccezione delle piccole perdite dovute all'apparecchio per resistenza del rame e fenomeni magnetici del ferro.

I trasformatori si dicono *survoltatori* quando elevano la tensione del circuito in cui sono inseriti, *riduttori* quando ne abbassano la tensione.

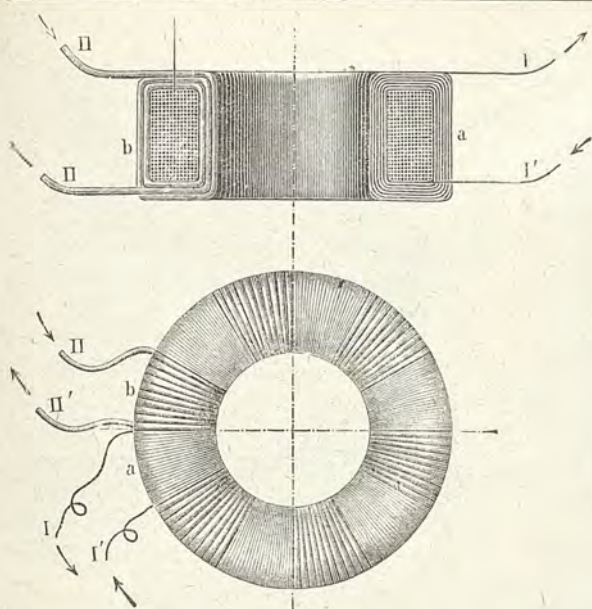


Fig. 60.

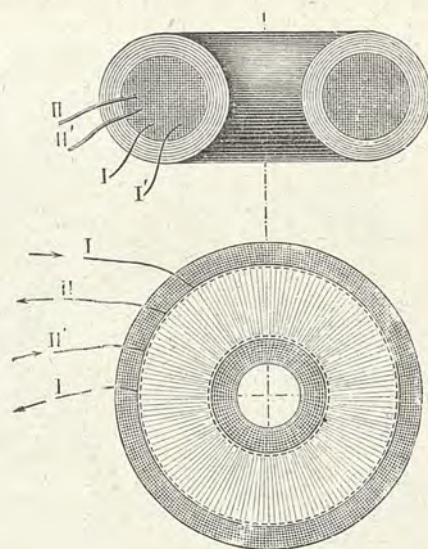


Fig. 61.

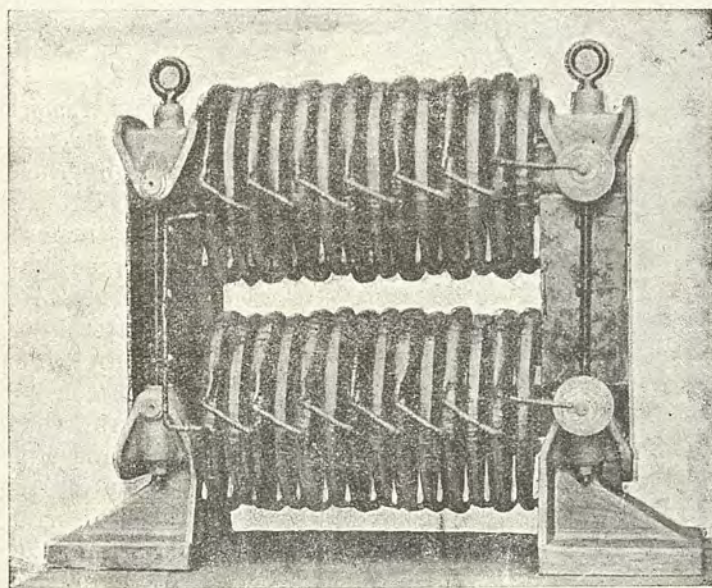


Fig. 62. — Trasformatore monofase (Unione Elettrotecnica Italiana).

I primi trasformatori usati in pratica furono costrutti della Ditta Ganz di Budapest; essi sono del *tipo a nucleo* formato da un anello di materiale magnetico in fili o lamierini di ferro isolati l'uno rispetto all'altro, e dai due avvolgimenti avvolti in modo uniforme sulla superficie dell'anello (fig. 60).

La fig. 61 mostra il *tipo a mantello* in cui gli avvolgimenti primario e secondario sono circondati da materiale magnetico formato da fili di ferro verniciati.

I trasformatori industriali si costruiscono coi tipi sopra indicati. I nuclei ordinariamente si costruiscono di forma parallelepipedica per facilità di costruzione.

I trasformatori considerati si dicono monofasi perchè servono per una sola corrente (fig. 62).

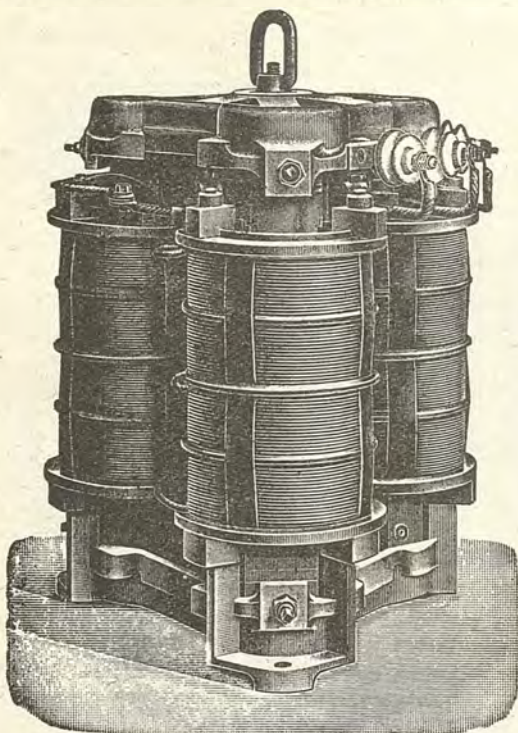


Fig. 63. — Trasformatore trifase.

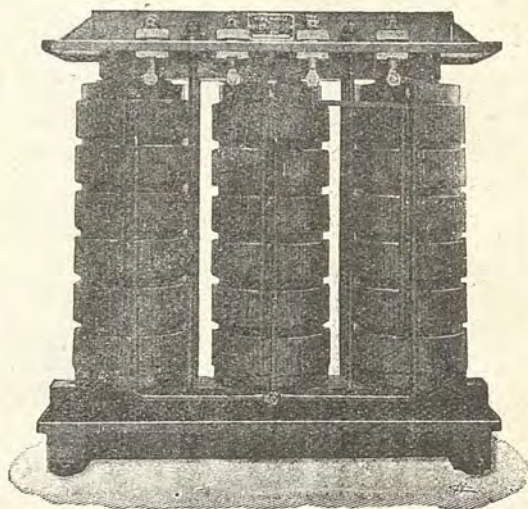


Fig. 64. — Trasformatore trifase (Società Nazionale Officine di Savigliano).

Le correnti trifasi si possono trasformare adottando o un trasformatore monofase per ciascuna fase, ovvero formando un trasformatore trifase a tre nuclei, con tre spirali primarie e tre spirali secondarie (fig. 63 e 64).

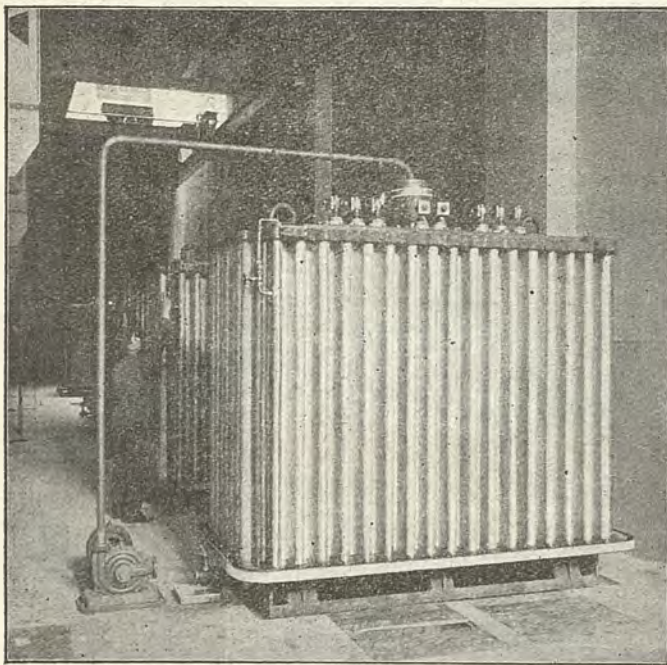


Fig. 65. — Trasformatore a circolazione d'olio.

I trasformatori sono soggetti ad un notevole riscaldamento in quanto che sono apparecchi statici in cui grandi quantità di energia si trasformano con una certa perdita; per raffreddarli si ricorre o al raffreddamento naturale dando loro una ampia superficie di irradiazione, ovvero al raffreddamento artificiale ottenuto mediante ventilazione o mediante bagno d'olio raffreddato con acqua.

Il trasformatore (fig. 65) è del tipo a circolazione di olio.

Il trasformatore rappresentato in fig. 63 è a ventilazione naturale, quelli rappresentati in gruppo dalla fig. 66, sono a ventilazione forzata;

sono visibili i ventilatori in corrispondenza di ciascun trasformatore.

I trasformatori sono di grande utilità per la trasmissione della energia a distanza. La perdita che si ha in una linea elettrica è proporzionale alla intensità della cor-

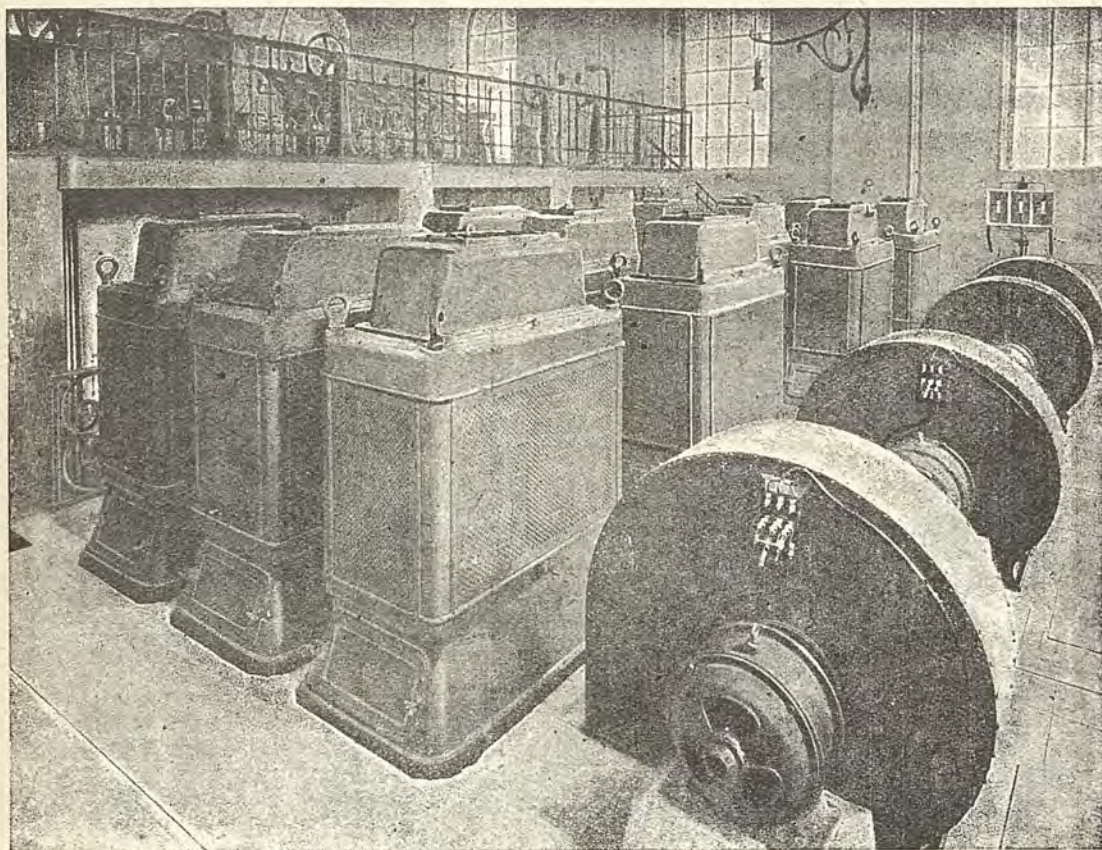


Fig. 66. — Trasformatore a ventilazione forzata.

rente ed alla resistenza della linea, è perciò evidente che aumentando la tensione di linea a parità di potenza si riducono le perdite poichè si riduce l'intensità della corrente. A parità di perdite si fa una sensibile economia nella spesa della linea.

Gli apparecchi generatori non possono generare corrente a un potenziale elevatissimo, e perciò mediante trasformatori survoltatori si ottengono le tensioni di trasmissione, che attualmente vanno fino a 60.000 Volt.

Nel punto di utilizzazione una tensione così elevata non sarebbe utilizzabile, e perciò i trasformatori riduttori la riducono al valore più conveniente.

I trasformatori vengono collocati in ambienti bene aereati in cui possano disperdere il calore che producono; spesso sono ubicati in speciali casotti o torri isolate dal resto dell'impianto.

e) Gruppi convertitori.

Per trasformare il potenziale della corrente continua, ovvero per convertire la corrente-continua in corrente alternata come per la trasformazione inversa si usano i gruppi convertitori. Questi gruppi sono formati da un motore, che è alimentato dalla corrente da trasformare, accoppiato ad un generatore, che fornisce la corrente sotto la forma voluta. La fig. 55 mostra l'esempio di un convertitore da corrente alternata in corrente continua.

Invece di due macchine si costruiscono pure per la trasformazione della corrente continua in alternata complessi unici che si dicono *convertitori rotanti*. Il convertitore comprende in sè le due macchine, motore e generatore, ambe reversibili. L'uso di questi convertitori è limitato.

III. — ILLUMINAZIONE E RISCALDAMENTO

La corrente elettrica circolando in un conduttore consuma una quantità di energia che è espressa dal prodotto della caduta di tensione nel conduttore, misurata fra gli estremi del conduttore, per la intensità della corrente. Questa energia si manifesta sotto forma di calore. Il riscaldamento del conduttore al passaggio della corrente è proporzionale, per la legge di Joule, al quadrato della intensità della corrente ed alla resistenza del conduttore.

$$W = I^2 R.$$

È possibile di proporzionare la resistenza dei conduttori per modo da avere fenomeni luminosi o termici applicabili alla illuminazione e al riscaldamento elettrico.

A. — Illuminazione elettrica.

a) Luce ad incandescenza.

Alcuni corpi conduttori attraversati dalla corrente elettrica si scaldano sino a raggiungere il calore bianco e si mantengono incandescenti in quanto che emettono radiazioni luminose. Una parte della energia corrispondente alla corrente elettrica usata è convertita in energia luminosa, mentre il resto è dissipato sotto forma di calore.

La tecnica delle lampade ad incandescenza si è specialmente rivolta a migliorare il rendimento di questa trasformazione, ed a trovare corpi conduttori capaci di sostenere la temperatura di incandescenza senza fusione nè disaggregazione.

Fin dai primi tentativi di Edison il conduttore venne foggato a filamento piegato a spirale od a ferro di cavallo, e collocato in un globo di vetro in cui si formava il vuoto per diminuire la combustione del materiale.

Ai primi tipi di lampade, formati mediante filamento di platino, si sostituirono i tipi a filamento di carbone, e più modernamente quelli ad ossidi metallici.

L'Edison formava i filamenti di carbone colla combustione di sostanze vegetali, quali steli di bambù e carta, entro polvere di carbone compressa. In questo modo otteneva conduttori bene adatti all'incandescenza ma alquanto fragili e di lavorazione complessa.

Attualmente si adotta per la fabbricazione il cosiddetto processo di *nutrizione* per cui un'anima sottilissima formata di filo di platino, o di cellulosa trafilata, viene scaldata mediante la corrente elettrica in un ambiente ricco di idrocarburi gassosi; quando la temperatura del filamento raggiunge il calore bianco, l'idrocarburo si decompone e il carbone si depone sul filamento coprendolo di grafite. Questa deposizione si forma in modo molto uniforme e compatto.

Il filamento così formato viene fissato su fili di platino ed innestato in un supporto di vetro che viene poi saldato al globo della lampadina (fig. 67 e 68).

Questo globo porta all'estremo opposto una cannucchia in vetro da cui si pratica il vuoto mediante una pompa a mercurio mentre il filamento è mantenuto incandescente; quando questo vuoto ha raggiunto un grado sufficiente si chiude con un colpo di fiamma la cannucchia. Per riconoscere se l'esaurimento dell'aria ha raggiunto il limite necessario per il buon funzionamento della lampada, la si applica nella camera oscura ad uno

degli elettrodi secondari di un rocchetto di Ruhmkorff. La comparsa di un effluvio nell'interno della lampada indica la presenza di aria.

La connessione delle lampade alla conduttura si fa per mezzo dei cosiddetti *attacchi* che permettono facilmente lo spostamento della lampada. Il tipo generalizzato è quello Edison rappresentato nelle figure 69 e 70 in sezione.

Le estremità del filamento *p* fanno capo a due superficie di contatto *g* e *b* isolate l'una dall'altra. La superficie *g* è foggata a vite e può avvitarsi nella sua sede, mentre la superficie piana *b* fa contatto col polo *b* isolato dalla madre vite. Alla parete ed al fondo fanno capo i fili delle condutture. Il passo di vite di ciascuna lampada è uniformato ad un unico modello per rendere possibile ovunque l'uso di ogni lampada ad incandescenza.

Fig. 67. — Peduncolo di lampada ad incandescenza con fili di platino saldati.

Fig. 68. — Lampada ad incand. Edison.

Fig. 69.

Fig. 70.

I dati di costruzione dell'attacco Edison sono i seguenti:

| | |
|---|----------|
| Altezza della vite | 3,63 mm. |
| Diametro dell'attacco esterno | 26,6 » |
| » » interno | 24,3 » |

Il profilo dell'impanatura è formato da due archi di circolo di 1 mm. di raggio che si raccordano tangenzialmente.

| | |
|--|-------------|
| Profondità del porta-lampada | 18 ÷ 20 mm. |
| Altezza dell'impanatura dell'attacco | 21 » |
| Distanza fra i contatti | 7 ÷ 8 » |
| Massimo diametro del contatto centrale | 15 » |
| » » del blocco isolante | 23 » |

Fig. 71. — Attacco Edison con interruttore.

Alcune volte viene fissato nell'attacco stesso l'interruttore della lampadina come mostra la fig. 71.

È alcune volte pure usato l'attacco a baionetta, in cui la lampadina porta al proprio piede due risalti, che trovano sede nel porta-lampada e sono fissati in questo mediante rotazione.

Le lampade che vengono inserite in serie portano nell'attacco un dispositivo per cui, quando il filamento si interrompe, si forma un corto circuito che evita la interruzione generale del circuito. Questo dispositivo produce ordinariamente un arco che salda insieme i due estremi del filamento mantenuti originariamente isolati.

Le lampade ad incandescenza a filamento di carbone si costruiscono di vari tipi.

In merito alla tensione si costruiscono ordinariamente, per inserzione in parallelo, a 110, 120, 150, 200, 250 volt, per inserzione in serie da 10 a 50 volt. La loro intensità

luminosa è, per uso di illuminazione pubblica ed interna, di solito di 5, 10, 16, 25, 32, 50 candele.

Il consumo di energia è mediamente compreso tra 3 e 3,5 watt per candela, ma molto oscillante entro questi limiti per effetto della potenza e della età della lampada stessa.

La seguente tabella, determinata dalla *A. E. G. (Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft)* di Berlino, riferisce alcuni dati pratici in merito al consumo di energia di lampade a incandescenza di intensità diversa alimentate a varia tensione:

Tabella IV.

| Intensità luminosa in candele | | | 5 | 10 | 16 | 25 | 32 | 50 | 100 |
|--|---|--------------|-------|-------|-------|-------|--------|-----|-----|
| Consumo di energia in watt per una tensione di . . . | { | 24-32 volt | 43 | 22,5 | 32 | — | — | — | — |
| | | 60-70 } volt | 18-20 | 31-42 | 42-67 | 65-50 | 84-100 | 140 | 280 |
| | | 100-120 } | | | | | | | |
| | | 220-230 volt | — | 36 | 50-58 | 78-90 | 100 | 150 | — |

Dai dati sopra riportati appare come le lampade per bassa tensione hanno un consumo di energia minore delle lampade a maggiore tensione.

La durata di funzionamento d'una lampada è molto variabile ed è influenzata dalla sua costruzione, in quanto riguarda il grado di vuoto, la regolarità di formazione del filamento, e dalla corrente stessa in quanto riguarda la sua regolarità di potenziale.

Si ritiene che una lampada debba funzionare fino a quando non raggiunge il 60 % della propria intensità luminosa iniziale.

La durata media di una lampada ad incandescenza si può ritenere da 800 a 1000 ore, un ulteriore funzionamento non sarebbe conveniente per il maggiore consumo di energia che corrisponde alle lampade usate.

La seguente tabella determinata da vari autori indica come venga diminuendo col tempo di accensione la intensità luminosa e come venga invece aumentando il consumo di energia elettrica.

Tabella V.

| Ore di funzionamento | Intensità luminosa relativa | Watt per candela |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------|
| 0 | 100 | 4,2 |
| 100 | 95,6 | 4,5 |
| 200 | 90,0 | 4,8 |
| 300 | 84,0 | 5,0 |
| 400 | 78,4 | 5,3 |
| 600 | 68,6 | 5,9 |
| 800 | 62,0 | 6,6 |
| 1000 | 56,6 | 6,8 |
| 1200 | 55,4 | 7,0 |

È della massima importanza per la durata della lampada di mantenerla alla tensione per la quale fu costruita, e che questa sia regolata in quei limiti che la tecnica rende possibili.

Le lampade ad incandescenza possono ricevere le più varie forme per la facilità di foggare il filamento a piacere.



Fig. 72. — Illuminazione di un magazzino di vendita mediante lampade Nernst.

Recentemente sono state poste in commercio lampade ad incandescenza con filamenti di ossidi di metalli rari, a consumo molto ridotto. Tra le varie proposte sono state adottate praticamente quelle all'osmio, al tantalio, al tungsteno ed allo zirconio. Il loro consumo specifico è di circa 1,5 watt per candela, il loro costo è però notevolmente superiore a quello delle ordinarie lampade a filamenti di carbone e la loro durata minore per fragilità e facilità di bruciare.

Per illuminazione di vetrine e di ambienti ricchi vengono con molto effetto decorativo usate le lampade Nernst (fig. 72). Queste lampade derivano dalla proprietà di certi ossidi metallici di avere ad altissime temperature un forte potere luminoso, e sono formate da filamenti di magnesia impastata con ossidi di metalli rari (zirconio, ittrio, torio).

Poichè questi ossidi debbono essere scaldati per lasciare passare la corrente, il filamento è circondato da una spirale di platino, che al passaggio della corrente si scalda e porta il filamento alla temperatura di conduttività. La spirale di platino è in derivazione rispetto al filamento, e può essere disinserita automaticamente da un elettromagnete quando la lampada comincia a funzionare (fig. 73 e 74).

Queste lampade non possono essere usate che con un globo opalino che assorbe una certa parte della luce, hanno un consumo ridotto di energia (il consumo medio è

di circa 1,8 watt per candela), ma hanno una certa delicatezza di costruzione e di funzionamento che ne rende possibile l'uso solo dove si abbia speciale cura nell'esercizio.

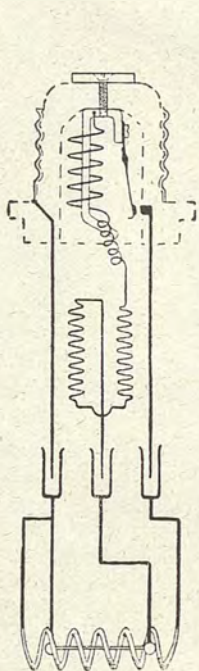


Fig. 73. — Schema della lampada Nernst.

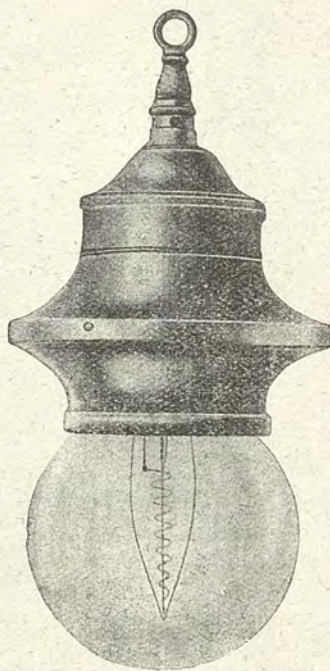


Fig. 74. — Lampada Nernst.

Apparecchi. — Le lampadine ad incandescenza vengono usate mediante applicazione sugli apparecchi di illuminazione che possono essere di varia forma.

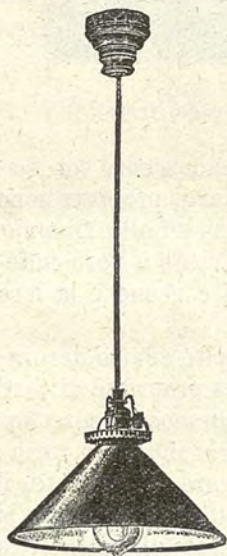


Fig. 75.

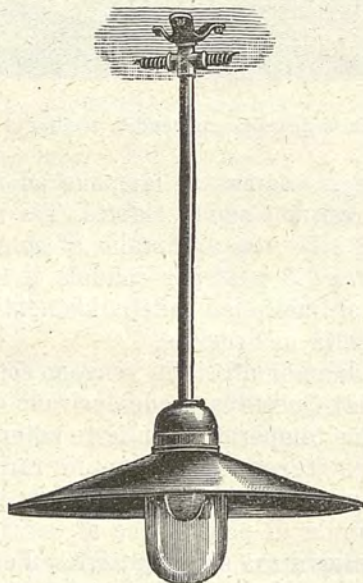


Fig. 76.

La fig. 75 rappresenta un porta-lampada per sospensione a soffitto, con interruttore, riflettore di porcellana o di lamiera smaltata; la fig. 76 indica un braccio in ferro od ottone per una sola lampada; la fig. 77 un braccio a due lampade con campanule di vetro; la fig. 78 una lampada per tavolo. La fig. 79 indica una lampada con armatura di porcellana e globo di protezione per uso in luoghi umidi ed acidi; la fig. 80 una lampada a braccio per uso all'esterno od in luoghi molto umidi; la penetrazione dell'acqua è impedita coll'uso di pipette di porcellana d'accesso per i conduttori.

La fig. 81 mostra un braccio da parete per illuminazione esterna, con armatura in porcellana, riflettore convesso e globo di protezione della lampada; la fig. 82 una lam-

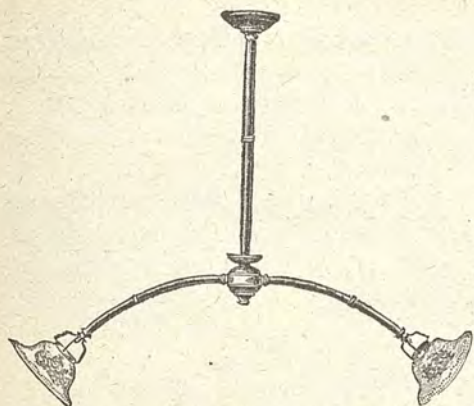


Fig. 77.



Fig. 78.



Fig. 80.

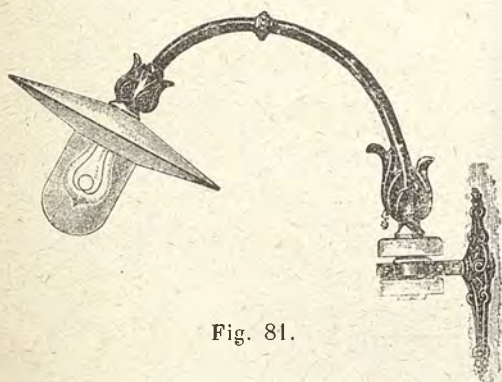


Fig. 81.



Fig. 79.



Fig. 82.

pada mobile con impugnatura, vetro e reticella di protezione; queste lampade ricevono la corrente mediante condutture flessibili isolate e protette mediante gomma e trecce di tessili.

b) Lampade ad arco.

Quando si apre bruscamente un circuito elettrico si ha una scintilla che può durare in modo permanente, formando un arco, allorchè si usino elettrodi di materiali convenienti e si mantengono alla distanza opportuna.

L'arco voltaico venne formato per il primo dal Davy ponendo a contatto due bastoni di carbone di legna uniti ai poli d'una batteria di pile e separandoli poi progressivamente. Il carbone diventa incandescente e si volatilizza, formando un'atmosfera resa conduttrice al passaggio della corrente.

La lampada ad arco, che in modo pratico realizza lo stesso fenomeno, consiste di due carboni cilindrici originariamente a contatto, che per effetto di speciali meccanismi si staccano all'atto del passaggio della corrente e si mantengono a distanza tale da dare luogo ad un arco di determinata densità.

Le estremità dei carboni, rese incandescenti nell'aria, bruciano consumandosi. Sotto l'azione della corrente continua, il carbone positivo si consuma a forma di cratere (fig. 83), mentre il carbone negativo prende una forma appuntita tronco-conica. Le particelle di carbone seguono la direzione della corrente e staccandosi dal polo positivo si depositano sul polo negativo; il consumo del polo positivo è circa due volte superiore a quello del polo negativo. Il carbone positivo emana la maggiore quantità di luce, come mostra il diagramma (fig. 84), ed è perciò collocato superiormente perchè i raggi luminosi siano diretti verso il basso; il carbone negativo è di sezione minore per avere un consumo in lunghezza uguale nei due carboni ed evitare le ombre. Il car-

bone positivo viene ordinariamente formato mediante un'anima interna (*miccia*) per rendere la luce calma e silenziosa.

Coll'uso della corrente alternata i due carboni si comportano in modo eguale e l'arco irradia la luce in modo pressochè uniforme in tutte le direzioni. La luce viene ordinariamente riflessa verso il basso da opportuni riflettori.

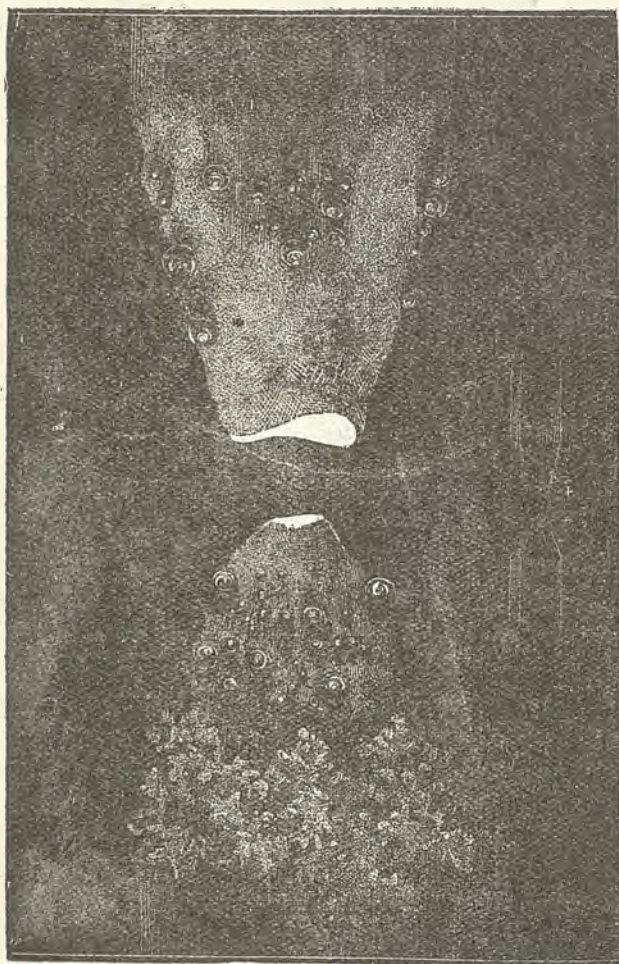


Fig. 83.

Le lampade a corrente continua richiedono la tensione di $40 \div 45$ volt mentre quelle a corrente alternata funzionano a $30 \div 40$ volt.

La lunghezza dell'arco deve essere fissata, secondo l'Uppenborn, nei seguenti limiti: per funzionamento da $5 \div 8$ amp. $1 \div 2$ mm.; da $8 \div 10$ amp. $2 \div 3$ mm.; da $10 \div 12$ amp. $4 \div 5$ mm.

La tensione fra i due carboni deve crescere, colla lunghezza dell'arco, entro i limiti sopra indicati. In via di approssimazione si può ritenere che un arco a corrente continua richieda un ampère ogni 100 candele, e che un arco a corrente alternata richieda un ampère ogni 60 candele di intensità luminosa.

Il consumo specifico medio di energia per lampade ad arco è di circa 0,45 watt per candela per lampade a corrente continua e di 0,65 per lampade a corrente alternata. Il consumo dei carboni è di circa 0,75 grammi per 1 ampère-ora. Le lampade a fiamma hanno un consumo specifico di circa watt 0,30 per candela.

La frequenza della corrente alternata deve essere almeno di 50 periodi al secondo perchè l'occhio non ne risenta una impressione penosa;

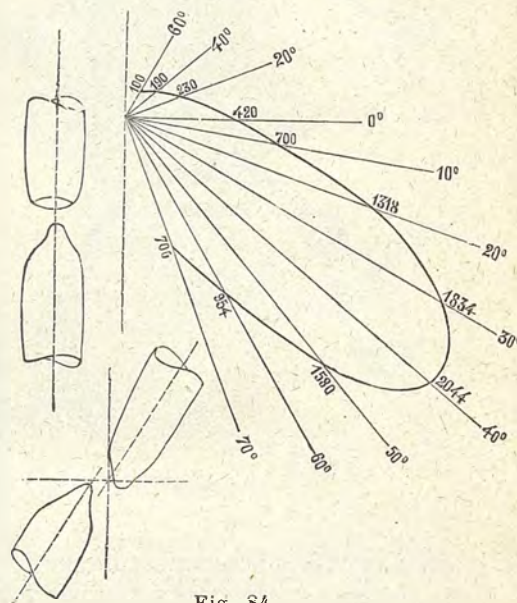


Fig. 84.

Diagramma del potere illuminante di un arco a corrente continua.

è tuttavia possibile di riconoscere la natura della corrente di un arco spostando rapidamente nella zona luminosa un oggetto, nel caso della corrente alternata questo lascia nella retina impressioni separate l'una dall'altra.

Le tabelle seguenti desunte da recenti comunicazioni della Siemens-Schuckert informano sulla durata di accensione delle lampade in funzione delle loro costanti elettriche.

Tabella VI. — Lampade ad arco differenziali per corrente continua.

| Lunghezza dei carboni mm. | 400 | 500 | 600 |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Ampère | $4 \div 6 \div 8 \div 10 \div 12$ | $4 \div 6 \div 8 \div 10 \div 12$ | $4 \div 6 \div 8 \div 10 \div 12$ |
| Tensione volt | $40 \div 42$ | $40 \div 42$ | $40 \div 42$ |
| Durata di accensione ore | $10 \div 12 \frac{1}{2}$ | $13 \frac{1}{2} \div 16 \frac{1}{2}$ | $18 \div 23$ |

Tabella VII. — Lampade ad arco differenziali per corrente alternata.

| Lunghezza dei carboni mm. | 400 | 500 | 650 |
|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Ampère | $6 \div 8 \div 10 \div 12$ | $6 \div 8 \div 10 \div 12$ | $6 \div 8 \div 10 \div 12$ |
| Tensione volt | $28 \div 29$ | $28 \div 29$ | $28 \div 29$ |
| Durata di accensione ore | $8 \div 8 \frac{1}{2}$ | $10 \frac{1}{4} \div 11$ | $14 \div 15$ |

Le due tabelle che seguono sono relative alla intensità luminosa delle lampade ad arco.

Tabella VIII. — Intensità luminose per lampade ad arco a corrente continua.

| Intensità di corrente ampère | Tensione volt | Lunghezza dell'arco mm. | Intensità luminosa | | Intensità di corrente ampère | Tensione volt | Lunghezza dell'arco mm. | Intensità luminosa | |
|------------------------------|---------------|-------------------------|--------------------|------------------------|------------------------------|---------------|-------------------------|--------------------|------------------------|
| | | | arco nudo candele | arco con globo candele | | | | arco nudo candele | arco con globo candele |
| 2 | 40 | 0,8 | 70 | 53 | 12 | 46 | 3,5 | 4425 | 880 |
| 3 | 41 | 1 | 139 | 106 | 14 | 46,5 | 3,8 | 4390 | 1080 |
| 4 | 42 | 1,4 | 212 | 117 | 16 | 47 | 4 | 4710 | 1330 |
| 5 | 43 | 1,7 | 308 | 240 | 18 | 47,5 | 4,3 | 2000 | 1560 |
| 6 | 43,5 | 1,9 | 400 | 214 | 20 | 48 | 4,5 | 2300 | 1800 |
| 7 | 44 | 2,2 | 505 | 302 | 25 | 49 | 5 | 3180 | 2500 |
| 9 | 44,8 | 2,8 | 740 | 575 | 30 | 50 | 5,4 | 4440 | 3250 |
| 10 | 45,2 | 3 | 860 | 670 | 35 | 51 | 5,7 | 5200 | 4400 |
| 11 | 45,5 | 3,3 | 990 | 770 | 40 | 52 | 6 | 6400 | 5600 |

Tabella IX. — Intensità luminose per lampade ad arco a corrente alternata.

| Intensità di corrente ampère | Tensione volt | Lunghezza dell'arco mm. | Massima intensità lumin. con riflettore candele | Intensità di corrente ampère | Tensione volt | Lunghezza dell'arco mm. | Massima intensità lumin. con riflettore candele |
|------------------------------|---------------|-------------------------|---|------------------------------|---------------|-------------------------|---|
| 6 | 27 | 1,5 | 220 | 16 | 29 | 2,0 | 900 |
| 8 | 28 | 1,6 | 330 | 18 | 30 | 2,2 | 1050 |
| 10 | 28 | 1,7 | 450 | 20 | 30 | 2,3 | 1220 |
| 12 | 28 | 1,8 | 590 | 25 | 30 | 2,4 | 1630 |
| 14 | 29 | 1,9 | 740 | 30 | 32 | 2,5 | 1070 |

Regolatori. — Il funzionamento delle lampade ad arco si mantiene regolare quando le estremità dei carboni si conservano costantemente alla stessa distanza; per compensare il consumo dei carboni le lampade debbono essere munite di uno speciale meccanismo detto regolatore. Il regolatore ha pure l'ufficio di formare l'arco, col distaccare i carboni e produrre un arco permanente quando si stabilisce la corrente per l'accensione, e di provvedere a mettere in corto circuito la lampada od inserire

una resistenza conveniente quando per una causa anormale la lampada viene messa fuori funzionamento, affine di non interrompere il circuito nel caso che questo alimenti altre lampade in serie.

I regolatori si costruiscono di tipi molto diversi che possono classificarsi nei seguenti tre sistemi:

Regolatori in serie (fig. 85). — In questi regolatori la corrente che attraversa l'arco circola in un elettromagnete il cui nucleo è unito al carbone superiore della lampada, ed è bilanciato da un opportuno contrappeso o da una molla. Quando la lampada non funziona i due carboni sono a contatto, mentre quando si manda la corrente il nucleo

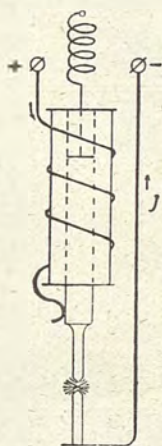


Fig. 85.
Schema di regolatore
in serie.

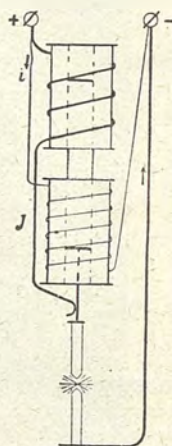


Fig. 86.
Schema di regolatore
in derivazione.

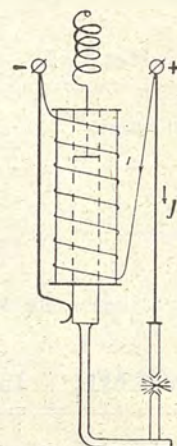


Fig. 87.
Schema di regolatore
differenziale.

del solenoide viene attratto, i carboni sono staccati e si forma l'arco, che si mantiene di lunghezza costante per l'equilibrio dell'azione succhiante del solenoide, variabile colla corrente e l'azione della gravità.

Regolatori in derivazione (fig. 86). — In questi regolatori l'elettromagnete R è inserito in derivazione nei carboni dell'arco. Una molla F agisce, per mezzo di un braccio a leva, in senso contrario alla azione succhiante del solenoide. Questa leva sostiene il porta-carboni superiore e gli comunica i propri spostamenti. Quando per il consumo dei carboni cresce la resistenza dell'arco, aumenta per la legge dei circuiti derivati la intensità della corrente nel solenoide in derivazione; l'elettromagnete aumenta il proprio potere succhiante per cui il carbone viene abbassato ed avvicinato al carbone inferiore. La resistenza dell'arco diminuisce e con essa l'azione del solenoide finchè si ristabilisce l'equilibrio per la lunghezza normale dell'arco. Quando si disinserisce la lampada cessa l'azione dell'elettromagnete ed i carboni si allontanano. Quando si inserisce nuovamente la lampada l'elettromagnete agisce finchè i carboni si tocchino, in questo istante il solenoide messo in corto circuito non ha più azione ed i carboni si staccano violentemente formando l'arco.

Regolatore differenziale. — L'elettromagnete di regolazione è munito di due avvolgimenti, di cui uno, formato di poche spire di filo grosso, è messo in serie sul circuito e l'altro, di molte spire di filo sottile, è in derivazione sull'arco. I due solenoidi agiscono in senso opposto ed il nucleo magnetico interno è soggetto all'azione risultante dei due campi magnetici (fig. 87).

Il nucleo di ferro comanda, mediante una leva, la corsa del carbone superiore; il carbone inferiore rimane fisso. Se l'arco è troppo breve ed una intensità di corrente troppo grande è assorbita, l'elettromagnete in serie viene maggiormente eccitato

mentre diminuisce l'azione dell'elettromagnete in derivazione, il nucleo interno assorbito allontana il carbone superiore; il contrario avviene quando la distanza dei carboni supera il limite di buon funzionamento.

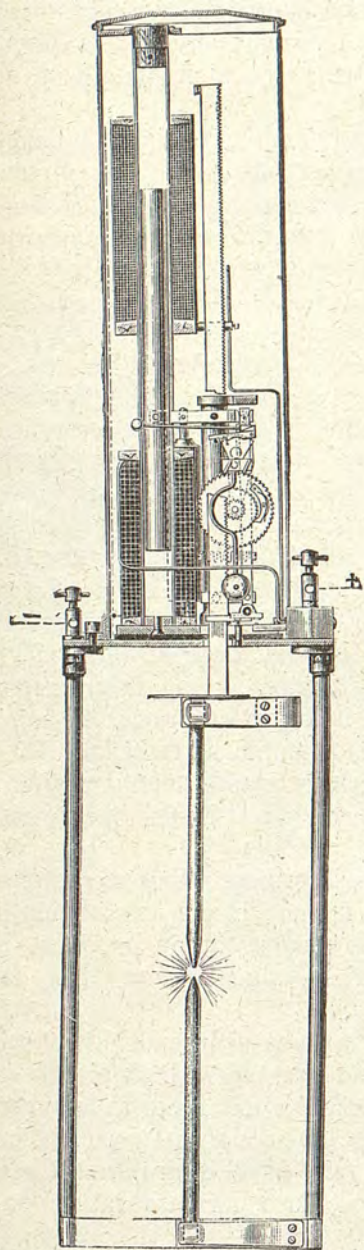


Fig. 88. — Regolatore differenziale.

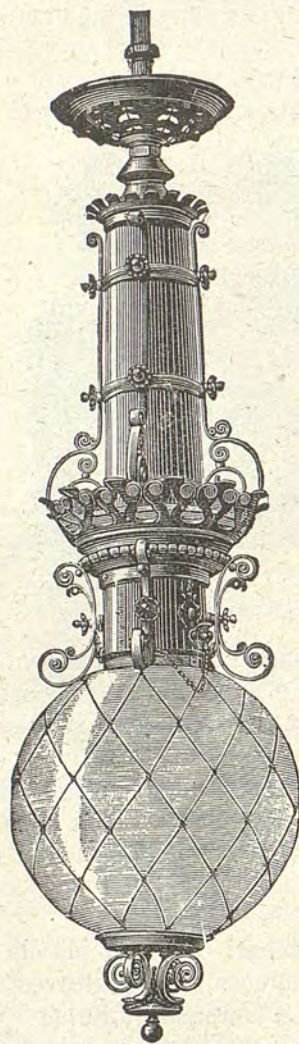


Fig. 89. — Lampada Hefner-Alteneck.

A circuito aperto il carbone superiore per gravità scende e rimane in contatto del carbone inferiore. Quando si lancia la corrente l'elettromagnete in serie è eccitato e stacca bruscamente i carboni colla produzione dell'arco.

La somma delle resistenze del circuito in serie e di quello in derivazione si mantiene costante, e perciò le lampade che bruciano contemporaneamente non sono influenzate dall'effetto della regolazione.

La fig. 88 mostra l'applicazione costruttiva di un regolatore differenziale.

Costruzione delle lampade ad arco. — Le lampade ad arco dei diversi costruttori si differenziano essenzialmente nei particolari meccanici di costruzione, relativi soprattutto ai regolatori.

Come è mostrato dalla fig. 89 relativa ad una lampada differenziale Hefner-Altenack, il meccanismo di regolazione è collocato superiormente in una scatola cilindrica che lo protegge dalle azioni esterne, mentre l'arco è circondato da un globo opalino per distribuire in modo uniforme la luce.

Speciali lampade sono munite di dispositivi per mantenere l'arco luminoso nella stessa posizione e per il ricambio automatico dei carboni. Alcune case circondano il carbone superiore, sopra all'arco, con un piccolo schermo detto *economizzatore* che agisce come riflettore e rende l'arco più fisso evitando i movimenti dell'aria in sua prossimità. La intensità luminosa aumenta con questo artificio di circa $\frac{1}{10}$.

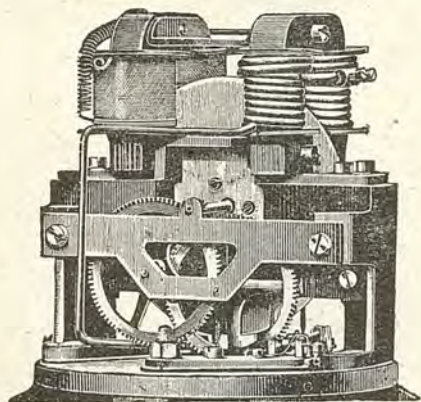


Fig. 90. — Regolatore a motore per lampade ad arco.

Le lampade a corrente alternata si costruiscono ordinariamente del tipo differenziale. Un tipo speciale di lampada a corrente alternata è quello detto a motore, della Siemens-Schuckert (fig. 90). Gli elettromagneti in serie e in derivazione del regolatore agiscono su di un disco di alluminio girevole attorno ad un asse verticale di fronte alle espansioni. La corrente alternata produce dei flussi alternati, che colle correnti indotte nel disco di alluminio tendono a porlo in rotazione. I due elettromagneti agiscono però in senso contrario, ed equilibrano

la loro azione per il funzionamento normale. Il movimento di rotazione del disco si trasmette con ruote e catene al porta-carbone superiore, quando per anomalìa l'azione di uno dei magneti prevale su quella dell'altro, finchè non si è nuovamente ristabilito l'equilibrio.

Lampade ad arco di speciale effetto luminoso, e destinate specialmente alla illuminazione di negozi e androni, sono le lampade a fiamma in cui i carboni in luogo di essere sovrapposti verticalmente, sono inclinati e convergenti in un punto in cui si forma l'arco a guisa di fiamma. Con speciali ossidi metallici si può variare la colorazione della luce emessa.

Per ambienti chiusi di piccole dimensioni, o là dove si intende di distribuire le sorgenti luminose, sono state costruite lampade ad arco speciali di piccola intensità luminosa. La lampada « Lilliput » della casa Siemens ha una intensità luminosa variabile da $180 \div 500$ candele, con un consumo massimo di circa 1 watt per candela.

Per la illuminazione stradale vengono alcune volte usate di preferenza le lampade ad arco chiuso, in cui l'arco arde in un ambiente chiuso, formato da un palloncino di vetro.

La lampada ad arco chiuso ha il vantaggio di una maggiore durata dei carboni ($100 \div 150$ ore), con risparmio sensibile nella spesa di ricambio, sia per il materiale come per la mano d'opera. Il rendimento elettrico della lampada è minore e la sua luce troppo azzurrastra, ma il suo rendimento luminoso ed economico è certamente superiore a quello della lampada ad arco aperto. La tensione di funzionamento è di circa 100 volt (fig. 91).

Le lampade ad arco ordinario funzionano a tensione relativamente bassa.

Tra le lampade funzionanti ad alta tensione è da segnalare la lampada ad arco a magnetite dello Steinmetz. Questa lampada ha il carbone negativo formato da un

cilindro di magnetite compressa e come carbone positivo un cilindro di rame. Questa lampada funziona a 250 volt, ed i suoi elettrodi durano circa 500 ore.

Apparecchi per le lampade ad arco. — Questi apparecchi devono non solo sostenere le lampade ad arco, alquanto voluminose e pesanti, ma debbono altresì dare modo di

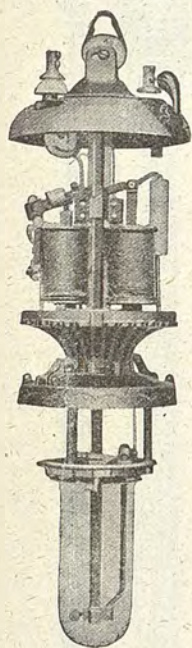


Fig. 91. — Lampada ad arco chiuso.

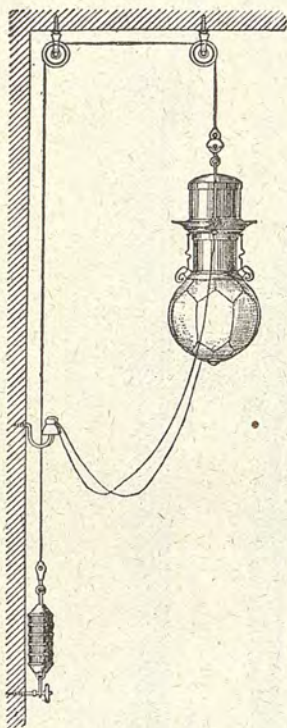


Fig. 92.

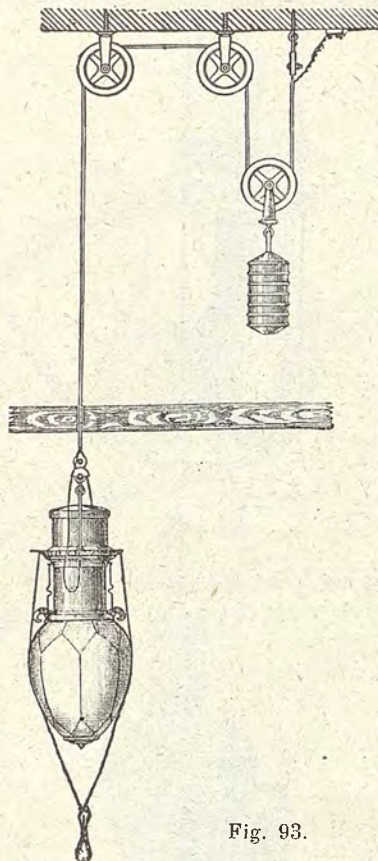


Fig. 93.

Fig. 92 e 93. — Lampade ad arco sospese mediante fune metallica bilanciata da un contrappeso.

portare dette lampade in basso per la pulizia e per il ricambio dei carboni. Le figure che seguono sono relative a tipi della Siemens-Schuckert.

La figura 92 mostra una lampada ad arco sospesa mediante una fune metallica, bilanciata da un contrappeso ed alimentata mediante condutture flessibili isolate. Nella figura 93 i fili di conduttura e la fune d'acciaio sono raccolti in un solo cordone di sospensione che porta pure il contrappeso.

La figura 94 indica una sospensione a carrucola e contrappeso meglio adatta per sale. Un congegno usato alcune volte per evitare le condutture visibili e alquanto lunghe per accompagnare la lampada nella sua discesa è quello della figura 95, per cui la conduttura è fissata nel soffitto ad un innesto o presa di corrente in cui vengono a fissarsi i poli della lampada nella sua posizione superiore. Quando si abbassa la lampada per il ricambio dei carboni questa si stacca dalla presa e scende per mezzo della fune di acciaio che passa nell'interno dell'innesto.

L'applicazione delle lampade ad arco per la illuminazione stradale è illustrata dalla figura 96 relativa ad un braccio ornamentale con i relativi accessori di servizio.

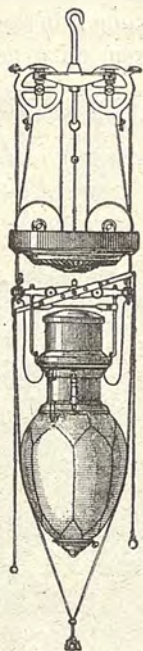


Fig. 94. — Sospensione a carrucola e contrappeso adatta per sale.



Fig. 95. — Attacco speciale per soffitto.

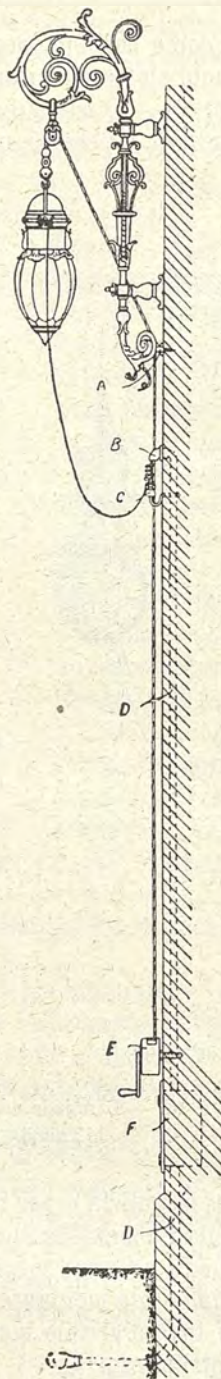


Fig. 96.

A, rullo di guida; B, pipetta d'uscita dei conduttori; C, isolatore; D, tubo di protezione del conduttore; E, arganello; F, interruttore in cassetta a muro.

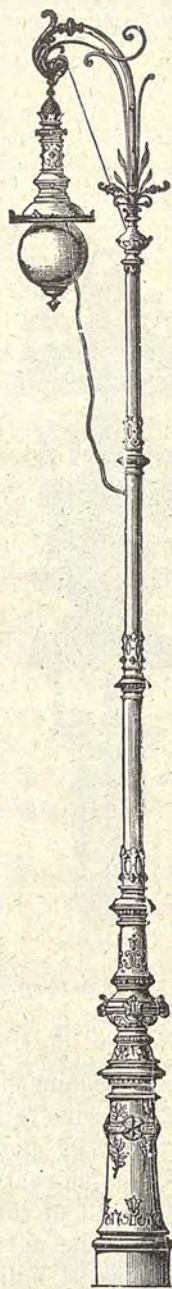


Fig. 97. — Pastorale per la illuminazione pubblica.

Vengono usati per la illuminazione pubblica i pali così detti a pastorale (fig. 97) e le sospensioni a fune.

Le figure 98 e 99 rappresentano i candelabri e i bracci decorativi disegnati dal noto architetto Ernesto Basile per il teatro Vittorio Emanuele di Palermo e per la piazza adiacente.

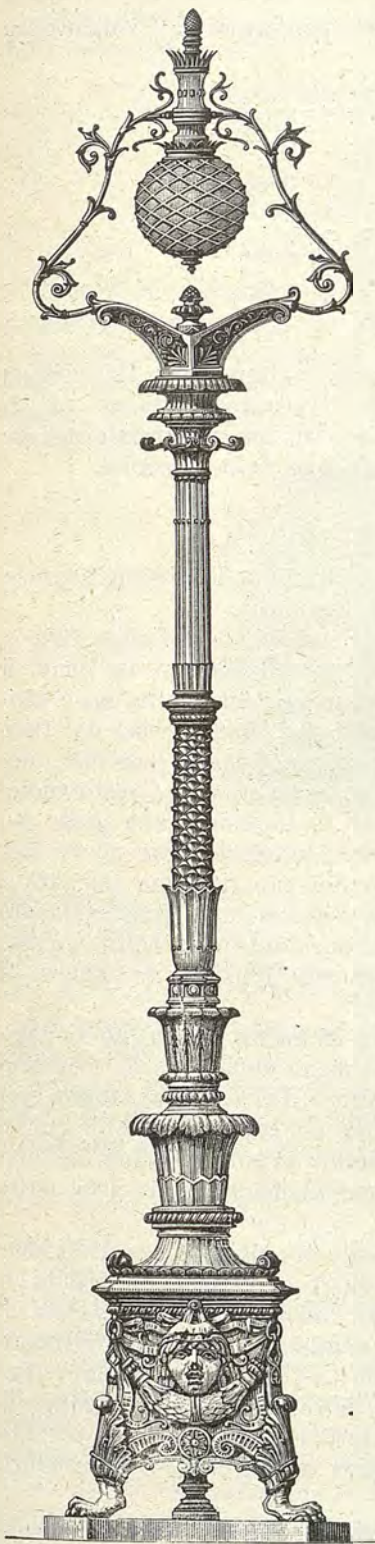


Fig. 98.

Inserzione delle lampade ad arco. — Le lampade ad arco vengono costruite per tensioni di $40 \div 60$ volt, inferiori alla tensione normale delle reti di distribuzione per illuminazione. È perciò necessario di collocare alcune di queste lampade

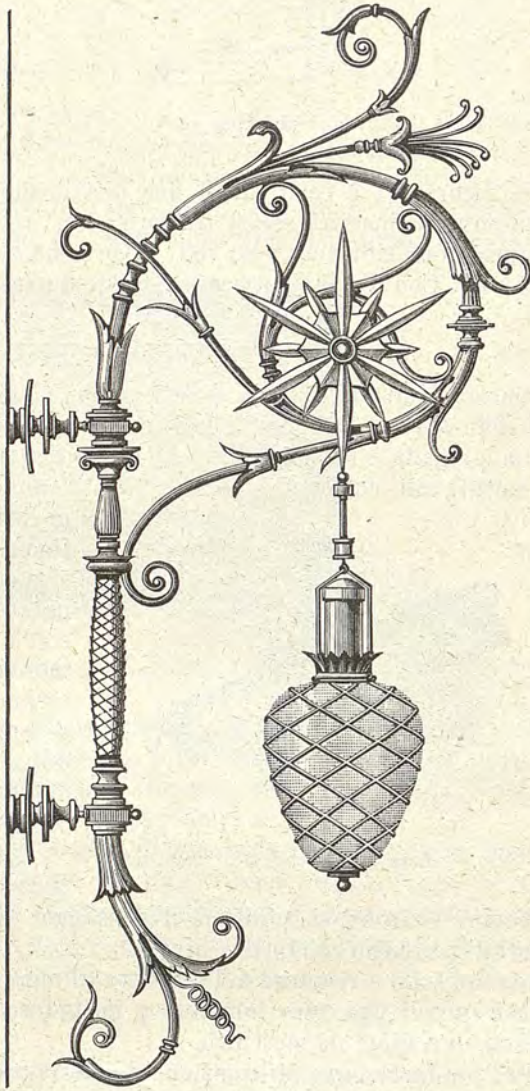


Fig. 99.

Fig. 98 e 99. — Candelabri e bracci decorativi per il Teatro Vittorio Emanuele in Palermo e per la piazza adiacente.

in serie affine di raggiungere il potenziale di linea, ovvero di inserire delle resistenze per ridurre convenientemente la tensione: queste resistenze cagionano però una perdita di energia, che si può evitare per la corrente alternata usando di trasformatori riduttori.

La figura 100 indica l'inserzione di due lampade in serie per formare 110 volt, ovvero la connessione di una sola lampada ad arco chiuso.

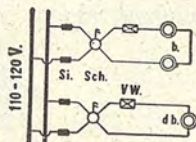


Fig. 100.

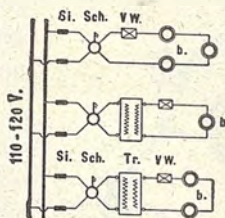


Fig. 101.

La figura 101 è relativa ad una distribuzione a corrente alternata, a 120 volt, su cui si possono inserire senza trasformatore tre lampade, ovvero due lampade con un trasformatore riduttore a 80 volt, ovvero una sola lampada coll'uso di un trasformatore a 40 volt. Con VW si indicano le resistenze di regolazione della tensione.

c) Lampada a vapori di mercurio.

Questa lampada è stata recentemente messa in commercio dalla Westinghouse e si è diffusa per le proprietà particolari dei suoi raggi luminosi.

La lampada è formata da un tubo di vetro (fig. 102) di lunghezza variabile (fino a un metro) alle cui estremità sono saldati due elettrodi metallici, l'uno dei quali, il

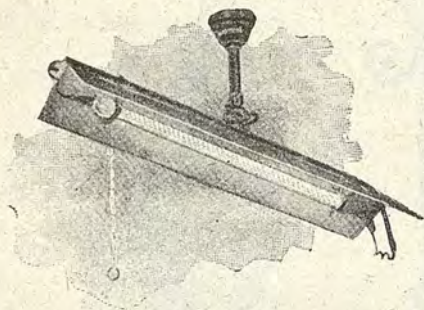


Fig. 102. — Lampada a vapori di mercurio.

negativo, pesca in un pozzetto in cui è contenuto del mercurio. Nell'interno del tubo si forma il massimo vuoto possibile mediante una pompa a mercurio. Questo vuoto, che ha l'effetto di sublimare una parte del mercurio e di allontanare i gas nocivi alla incandescenza dei vapori, viene regolato a seconda delle condizioni di funzionamento della lampada mediante una bolla ricavata dal tubo stesso che funziona da camera di condensazione.

Quando con un mezzo qualunque si volatilizza una quantità sufficiente di mercurio

da riempire il tubo, si stabilisce il passaggio della corrente dall'anodo al catodo, ed i vapori di mercurio conduttivi diventano incandescenti per poi condensarsi sulle pareti fredde del tubo e ricadere nel pozzetto di mercurio collocato al polo negativo. La lampada è quindi una vera lampada a incandescenza il cui filamento è costituito dalla colonna di vapori di mercurio.

Per produrre la volatilizzazione del mercurio, collocato al polo negativo della lampada ed iniziarne la incandescenza, è necessario produrre un passaggio iniziale di corrente mediante una scintilla elettrica che scocchi tra l'anodo ed il catodo. Data la distanza degli elettrodi occorrerebbe una tensione di migliaia di volt per provocare questa scarica. Il Hewit ricorre invece a questo artificio: all'avviamento colloca orizzontalmente il tubo per modo che il mercurio viene a unire i due poli e conduce la corrente; raddrizzando la lampada si produce una scintilla di apertura del circuito capace di sviluppare una quantità sufficiente di vapori di mercurio e di renderli incandescenti. La lampada è così accesa.

La lampada a vapore di mercurio costituisce un notevole progresso nella economia di produzione della luce, poichè il calore prodotto è minimo.

Il suo rendimento paragonato a quello degli altri sistemi di illuminazione risulta dalla seguente tabella:

| | |
|--|---------|
| Gas illuminante | 1,61 % |
| Luce elettrica a incandescenza | 6,00 > |
| » » ad arco | 10,04 > |
| Acetilene | 10,50 > |
| Tubi di Geissler | 32,00 > |
| Lampada a vapore di mercurio | 46,00 > |

Mentre la lampada a incandescenza richiede $3 \div 4$ watt per candela, la lampada a vapori di mercurio assorbe un mezzo watt per candela di intensità luminosa sferica.

La luce di questa lampada è verdastra e dà alle fisionomie una apparenza spettrale assai ingrata; il suo spettro manca di raggi rossi, per cui i colori cambiano aspetto; mentre il nero ed il bianco non ne sono influenzati, l'azzurro ed il verde

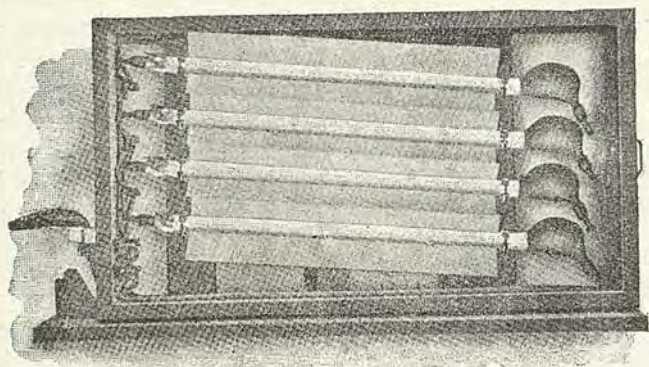


Fig. 103. — Gruppo di lampade a vapori di mercurio.

sono resi più intensi, il giallo apparisce azzurro, mentre il rosso diventa nero. Malgrado queste aberrazioni cromatiche la lampada è raccomandata nei locali ove si lavora con luce artificiale e in ispecie nelle sale di disegno e negli uffici, poichè i raggi rossi, nocivi al nostro occhio, sono eliminati da questa lampada.

Nei processi fotografici la lampada a vapori di mercurio è assai adatta contenendo in prevalenza i raggi ad azione chimica. La luce occupa tutta la lunghezza del tubo, che ha normalmente il diametro di 2,5 cm., e si diffonde da una grande superficie, il che elimina le ombre intense, proprie delle lampade ad arco. L'area illuminata da ciascuna di queste lampade si può ritenere:

| | |
|-------------------------------|--------|
| Per sale di disegno | 27 mq. |
| » » d'uffici | 36 > |
| » officine | 40 > |

Nelle officine della Westinghouse, dove la lampada è adottata, una di esse serve per quattro o sei operai.

La vita di ciascuna di queste lampade è in media di 1000 ore, dopo di che il vuoto è insufficiente, il mercurio è però recuperabile. Finora queste lampade vennero costruite per corrente continua, poichè allo stato attuale della loro tecnica un'interruzione di corrente di ordine infinitesimo è tale da spegnere la colonna incandescente. La tensione di alimentazione è di 50 e di 150 volt, e le lampade possono venire connesse in serie per tensioni maggiori, la intensità di corrente normale è da $3 \div 5$ amp.; mentre la lunghezza del tubo dipende dal voltaggio del circuito.

Le condizioni di regolazione del circuito debbono essere buone poichè non è tollerata una oscillazione nella tensione maggiore dell'8 %.

Queste lampade possono essere montate in parecchi modi, sospese al soffitto mediante braccio snodato che con fune ne permette il rovesciamento alla accensione (fig. 102) ovvero collocate in gruppi entro riflettori (fig. 103) per operazioni di fotografia. Questi riflettori possono girare attorno ad un asse orizzontale per l'accensione e sono portati da piedestalli appositi.

La luce Moore. — La proprietà dei gas di rendersi incandescenti sotto l'azione della corrente elettrica quando sono contenuti entro un tubo di vetro vuoto d'aria, è stata applicata dal Moore alla costruzione di lampade, che per i loro singolari pregi stanno per entrare nel campo pratico. Queste lampade sono lunghi tubi di vetro incolore riempiti di gas di varia natura e che si possono piegare nella forma meglio adatta per l'illuminazione degli ambienti; alla loro estremità portano due elettrodi di grafite, tra essi si stabilisce una conveniente differenza di potenziale mediante un piccolo trasformatore connesso per il suo primario al circuito ordinario di illuminazione. Una valvola azionata automaticamente mantiene entro il tubo di vetro costante la quantità di gas.

Questa luce è molto uniforme ed è certamente quella che meglio si avvicina alla luce diurna; le lampade normalmente in uso hanno una intensità luminosa di circa 36 candele per ogni metro di lunghezza. La migliore distribuzione di questa luce è dimostrata da confronto con quella degli altri sistemi di illuminazione riferiti al numero di candele che emanano da ogni cm^2 di superficie luminosa.

| | | |
|------------------------------------|----------|------------------------------|
| La luce Moore a 18 candele per mt. | ha circa | 0,05 cand. per cm^2 |
| » » a 12 » » | » | 0,10 » » |
| » » a 36 » » | » | 0,31 » » |
| » delle lampade Cooper Hewitt | » | 3,00 » » |
| » » a incandescenza | » | 39,00 » » |
| » » Vernst | » | 93,00 » » |
| » dell'arco elettrico | » | 1550,00 |

La densità luminosa corrispondente all'occhio umano per una buona visione deve essere inferiore ad una candela per cm^2 ; la luce Moore è quindi tale da poter essere usata senza uso di globi diffusori o di riflettori.

Il rendimento luminoso è circa 2,5 volte quello delle lampade ad arco e la luce è quasi fredda per cui l'uso di queste lampade è da consigliarsi per avere la massima sicurezza contro gl'incendi. Una proprietà speciale della luce Moore è di poter assumere più colori a seconda della natura del gas che occupa il tubo ed i tubi possono prendere le più svariate forme per seguire le linee architettoniche o decorative degli ambienti da illuminare.

Questo sistema riesce specialmente adatto per la illuminazione dei teatri e quando avrà raggiunto ulteriori perfezionamenti, costituirà senza dubbio il sistema ideale di illuminazione, perchè capace di produrre grande quantità di luce, diffusa in modo uniforme.

d) Illuminazione degli ambienti.

Per la illuminazione stradale ed interna le lampade elettriche vengono ordinariamente munite di globi che hanno l'ufficio di distribuire meglio la luce e di diffonderla in modo più utile. L'occhio colpito da un focolare intenso di luce restringe la propria pupilla e riduce la propria potenza visiva, per modo che gli oggetti rimasti nell'ombra non sono visti chiaramente. Per quanto i globi assorbano una certa quantità di luce, e cioè circa il 15 % quelli di vetro alabastro, il 20 % quelli di vetro opale,

il 30 % quelli di vetro latteo, la parte ricevuta dall'occhio non è diminuita in quanto che per la maggiore uniformità della luce la pupilla si dilata normalmente.

Oltre ai globi diffusori ed ai riflettori ordinari sono stati applicati alle lampade ad arco speciali sistemi per ottenere una distribuzione uniforme della luce, che fosse analoga a quella della luce solare.

Il sistema Hrabowski rappresentato in figura 104 è formato dalla unione di due riflettori trasparenti, l'uno collocato superiormente e l'altro inferiormente all'arco, tra cui è compreso un anello di cristallo di sezione triangolare. I raggi luminosi emananti dall'arco vengono riflessi dal prisma sulle pareti dei riflettori per modo da ottenere una distribuzione di luce molto uniforme.

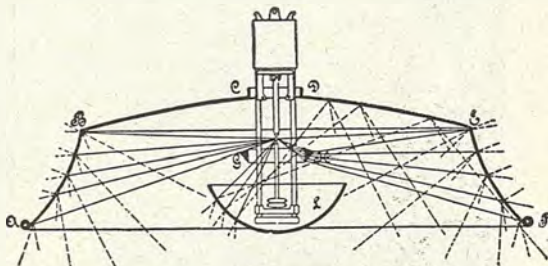


Fig. 104. — Riflettore Hrabowski.

Le figure 105 a 108 rappresentano una serie di riflettori per lampade ad arco, detti a luce indiretta in quanto che riflettono in varia guisa i raggi luminosi su di una superficie riflettente, che li distribuisce in modo molto uniforme nell'ambiente celando la vista dell'arco luminoso.

La figura 109 mostra una lampada ad arco chiuso con riflettore a luce indiretta per ambienti chiusi, e la figura 110 indica la distribuzione dei raggi luminosi prodotta dal riflettore specialmente ondulato.

Per la illuminazione di fabbriche, e specialmente di filature e di tessiture, vengono impiegate lampade in cui la luce viene riflessa in alto sul soffitto imbiancato della sala che la distribuisce in modo diffuso.

Questo sistema di illuminazione viene largamente estendendosi come quello che meglio si avvicina alla luce solare, e realizza una distribuzione uniforme senza ombre, bene adatta per manifatture, dove si hanno nei saloni di lavorazione macchine molto vicine ed ingombranti.

La Schuckert e C. dà la seguente tabella per il calcolo delle lampade a luce riflessa:

Tabella X.

| Luce richiesta in Lux (1) | Numero dei metri quadrati illuminati da lampade da | | | | |
|------------------------------|--|--------|---------|---------|---------|
| | 8 amp. | 9 amp. | 10 amp. | 12 amp. | 14 amp. |
| 30 | 64 | 75,6 | 88 | 112,8 | 140 |
| 25 | 76,8 | 90 | 105 | 135 | 168 |
| 20 | 96 | 113,4 | 131 | 169 | 210 |
| 15 | 128 | 151,2 | 176 | 226 | 280 |
| 12 | 160 | 189 | 222 | 295 | 360 |
| 10 | 192 | 226 | 262 | 338 | 420 |
| 8 | 230 | 271 | 315 | 406 | 504 |

Questi numeri valgono per pareti e soffitti bianchi e per un'altezza dal suolo delle lampade di metri 4,4.

(1) La unità di intensità luminosa è la candela normale, corrispondente alla intensità luminosa orizzontale di una fiamma all'acetato di metile dell'altezza di 40 mm. La intensità della illuminazione di un oggetto sta in rapporto inverso del quadrato della distanza dalla sorgente luminosa.

Come unità di illuminazione vale la Lux, che corrisponde alla illuminazione prodotta da una sorgente luminosa della intensità di una candela sopra un piano normale ai suoi raggi alla distanza di un metro.

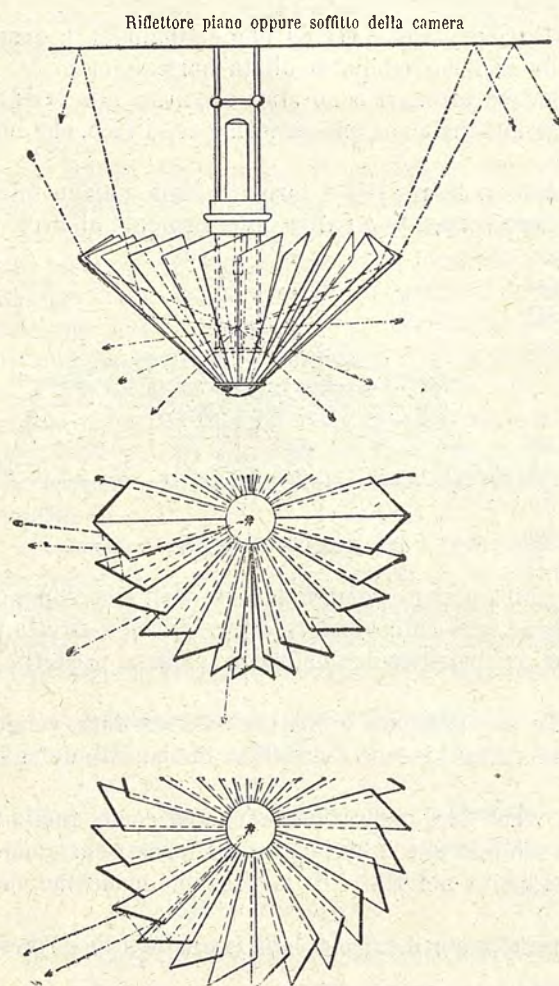


Fig. 105.

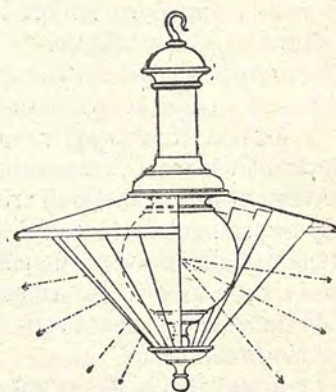


Fig. 106.

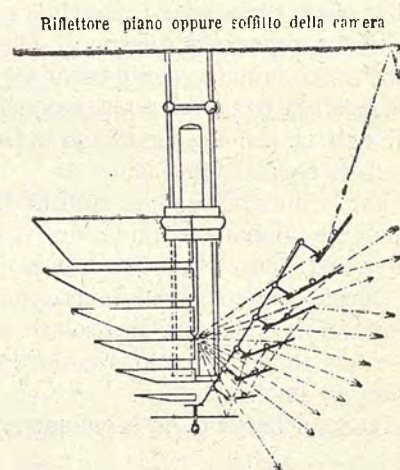


Fig. 107.

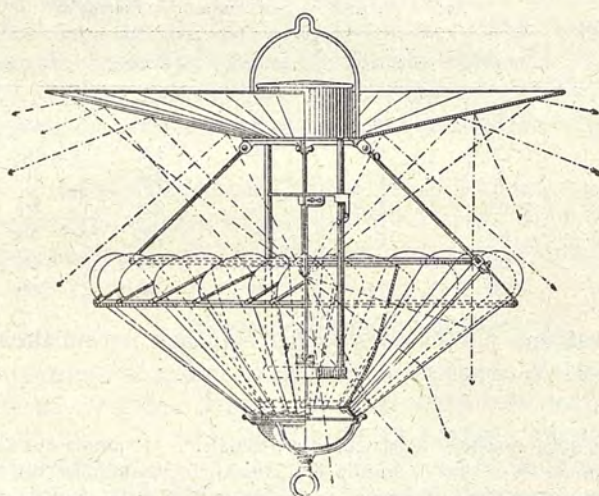


Fig. 108

Fig. 105 a 108. — Riflettori a luce indiretta.

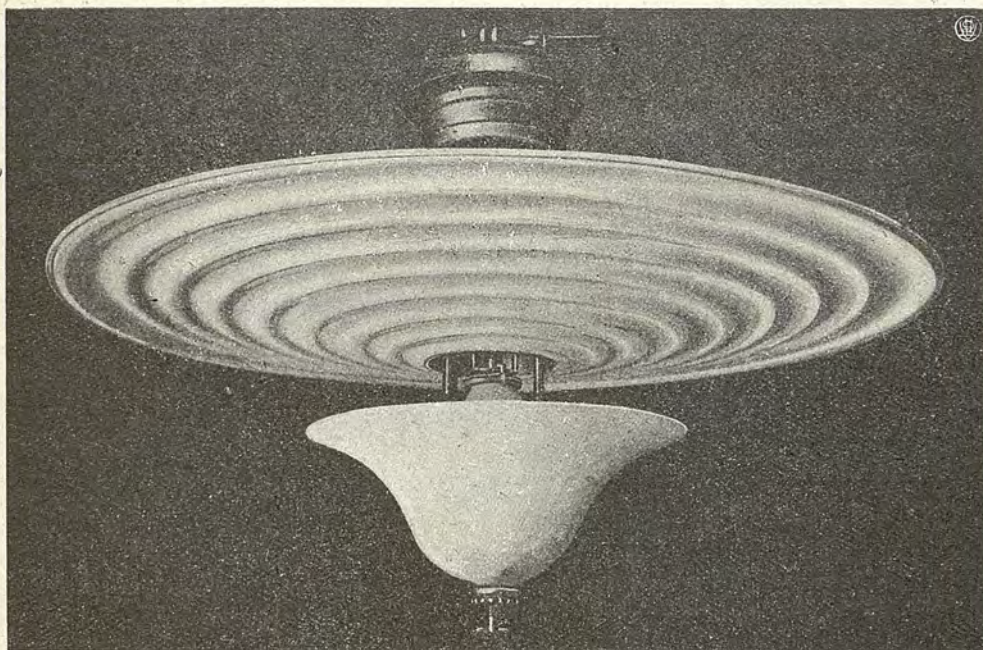


Fig. 109. — Lampada ad arco chiuso con riflettore a luce indiretta.

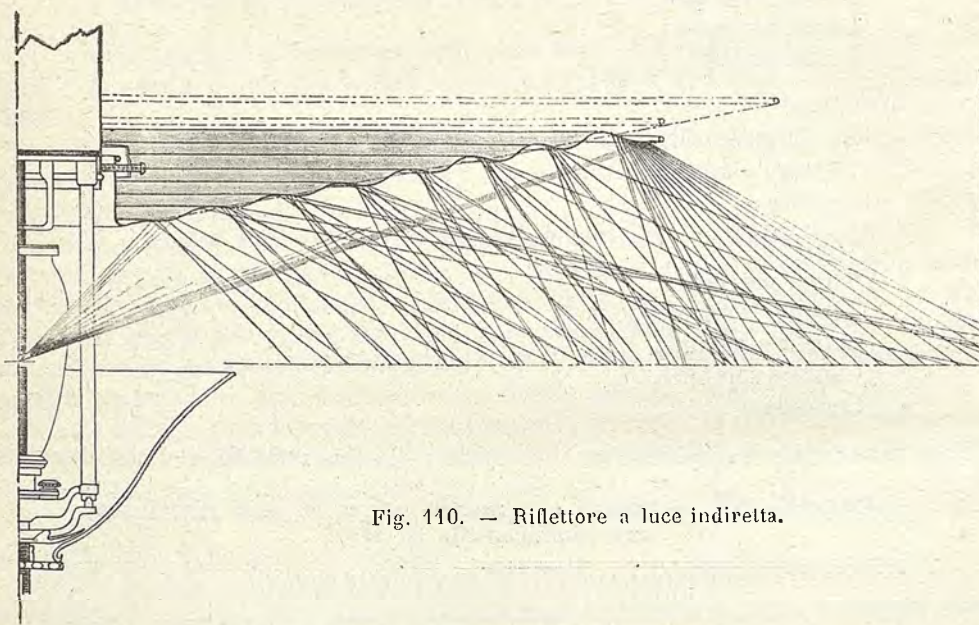


Fig. 110. — Riflettore a luce indiretta.

Una distribuzione uniforme della luce si può ottenere suddividendo la sorgente luminosa in molti piccoli fari costituiti da lampade ad incandescenza.

Questo sistema molto decorativo conduce però ad un costo elevato di esercizio e di impianto.

e) Dati pratici per la illuminazione.

La illuminazione delle strade, degli edifici pubblici e delle case private risponde a condizioni molto varie, per cui non possono darsi che dati molto generali e corri-

spondenti ad impianti normali di illuminazione. Le lampade ad arco sono meglio adatte per la illuminazione di aree aperte e di saloni, mentre le lampade ad incandescenza, usate ora raramente per illuminazione esterna, sono meglio adatte per interni. Le altre lampade descritte possono ascrivarsi all'una o all'altra di queste categorie.

Secondo l'Uppenborn, usando una lampada ad arco di 8 amp. a corrente continua, corrispondente alla intensità luminosa di circa 450 candele, si possono ritenere i seguenti dati.

| | |
|--|---------------------------------|
| Per illuminazione di piazze | 2000 m ² per lampada |
| » » stazioni ferroviarie | 1400 » » » |
| » » fonderie per illum. gener. 500 ÷ 600 » » » | |
| » » fabbriche di macchine | 200 » » » |
| » » filature e tessiture | 200 » » » |

Secondo il prontuario della *A. E. G.* sono da applicarsi per lampade ad incandescenza i seguenti dati:

Candele per 1 m² di superficie illuminata nei casi seguenti:

Abitazioni:

| | |
|--|---------|
| Saloni | 4 ÷ 5 |
| Camere da pranzo e di abitazione | 3 ÷ 3,5 |
| Camere da letto | 1,5 ÷ 2 |
| Camere secondarie | 1 ÷ 2 |

Uffici:

| | |
|-----------------------------|---------|
| Locali principali | 5 ÷ 6 |
| Locali secondari | 2 ÷ 2,5 |
| Locali privati | 1,5 ÷ 3 |

Negozi:

| | |
|-----------------------------|---------|
| Locali di vendita | 4 ÷ 7 |
| Banco e magazzini | 2 ÷ 2,5 |
| Vetrine | 3 ÷ 6 |

Alberghi:

| | |
|----------------------------------|--------|
| Saloni per feste | 9 ÷ 13 |
| Sale per conversazioni | 5 ÷ 7 |
| Camere eleganti | 3 ÷ 4 |
| Camere semplici | 2 ÷ 3 |
| Locande | 1 ÷ 2 |

Nella tabella che segue è indicato il consumo d'energia relativo alle aree illuminate:

Tabella XI. — Consumo di energia per m² di area illuminata con illuminazione ad arco.

| L O C A L E | Consumo medio | Variazioni |
|---|---------------|------------|
| | watt | |
| Officina alta con macchinario elettrico senza cinghie | 7,5 | 5 ÷ 10 |
| Officina bassa con cinghie | 10,0 | 7,5 ÷ 12,5 |
| Magazzini all'ingrosso | 7,5 | 5 ÷ 10 |
| Magazzini di stoffe | 12,5 | 10 ÷ 15 |
| Negozi per merci ordinarie | 11,0 | 9 ÷ 13 |
| Negozi per merci a colori | 13,0 | 11 ÷ 15 |
| Uffici con illuminazione ad arco | 15,0 | 12 ÷ 17 |
| Sale da disegno | 17,50 | 15 ÷ 20 |

Un confronto tra il consumo delle varie lampade è fornito dal seguente prospetto calcolato per lo stesso effetto luminoso :

| | | |
|--|---------------|----------|
| 1 lampada ad arco a corrente continua | consuma circa | 600 watt |
| 1 » » a corrente alternata | » » | 900 » |
| 1 » » a corrente continua chiusa . . . | » » | 700 » |
| 1 » » a corrente continua a fiamma . | » » | 300 » |
| 1 » » a corrente alternata a fiamma. | » » | 350 » |
| 24 lampade a incandescenza a filamento di carbone da 32 candele | » » | 2750 » |
| 24 lampade a incandescenza a filamento all'osmio da 32 candele | » » | 1200 » |
| 4 lampade Nernst da 200 candele | » » | 920 » |

Nelle strade le lampade ad arco si collocano ordinariamente alla distanza di 40 ÷ 60 m. l'una dall'altra; le lampade ad incandescenza a circa 20 m. nelle strade principali e di 40 m. nelle strade secondarie.

L'altezza delle lampade dal suolo è funzione della loro intensità luminosa. Si può, in via di massima, ritenere normale l'altezza delle lampade ad arco di m. 5 e l'altezza delle lampade ad incandescenza di m. 3,50.

È consigliabile, quando si usano lampade ad incandescenza, di sfalsarle, collocandole, cioè, interpolatamente a destra ed a sinistra della strada per dare una distribuzione più uniforme alla illuminazione. Questo sistema richiede però una doppia conduttura, ovvero attraversamenti delle strade, aerei o sotterranei.

f) Paragone fra la luce elettrica e le altre qualità di luce.

Le sorgenti di luce attualmente utilizzate sono il gas illuminante coi suoi vari sistemi di lampade, il petrolio, la luce elettrica ad incandescenza o ad arco, l'acetilene e l'alcool.

Per uno studio di confronto fra questi diversi mezzi di illuminazione si debbono considerare condizioni igieniche, artistiche e commerciali, che qui possono essere solo rapidamente accennate.

La luce è formata dall'insieme di raggi elementari che posseggono speciali colori.

I raggi violetti, di cui sono ricche la luce del sole e quella delle lampade ad arco, hanno una grande azione chimica; i raggi rossi di cui abbondano le luci del gas, olio e petrolio alterano la percezione dei colori, per cui il giallo riesce poco visibile, l'aranciato pare rosso e l'azzurro grigio o nero ed il verde azzurro. Al contrario i raggi azzurri fanno apparire ogni oggetto in un'aureola azzurra, come i raggi lunari.

La luce del gas quando contiene molti raggi verdi rende la tinta rossa molto scura.

La luce ad arco, quando pure contiene molti raggi violetti, ha i raggi corrispondenti agli altri colori pure molto abbondanti, per cui i colori naturali risultano poco alterati. Le lampade ad arco hanno un'azione favorevole sullo sviluppo della vegetazione in virtù della loro ricchezza in raggi chimici.

Siccome la luce elettrica a incandescenza non emana prodotti di combustione, così può dirsi perfetta per rispetto all'inquinazione dell'aria degli ambienti chiusi.

Tra le altre qualità di luce quella della incandescenza a gas è, a questo riguardo, la migliore poichè non emana che la metà di acido carbonico delle altre luci a gas, solo una trascurabile parte di prodotti della combustione e meno della metà di calore.

Di grande importanza è lo splendore di una sorgente luminosa, espresso dal rapporto della superficie luminosa alla intensità luminosa.

Secondo Oechelhäuser, il becco ad incandescenza Auer emana 1 candela ogni 33 mm² di superficie brillante e, secondo Bernstein, la lampada elettrica ad incandescenza 1 candela ogni 4 mm².

La luce ad arco ha uno splendore tale che non può essere usata senza globi diffusori. Le altre sorgenti di luce hanno uno splendore molto minore.

Il costo delle diverse specie di illuminazione può ritenersi, in linea generale, il seguente:

| | | |
|--|-----------------|---|
| Luce a gas a incandescenza per un becco di 16 candele, | | |
| tenendo conto della reticella di circa 2000 ore | | |
| di accensione, costa per ogni ora da 0,7 a 0,9 centesimi | | |
| › ad alcool a incandescenza | costa circa 2,5 | › |
| › a gas con becco a fiamma | › 3,1 | › |
| › elettrica a incandescenza | › 3,2 | › |
| › ad acetilene | › 6,0 | › |

La luce elettrica ad arco, poichè utilizza la energia elettrica in modo circa 7 volte migliore della luce a incandescenza, costa circa, per ogni 16 candele-ora, come la luce a gas a incandescenza.

La luce ad arco ha in modo speciale la proprietà di formare fari di grande intensità luminosa, più di 2000 candele, mentre la luce a gas a incandescenza non può dare luogo che a lampade di 200 candele. Le lampade ad incandescenza elettrica sono le meglio adatte per piccole intensità luminose.

B. — Riscaldamento.

Le applicazioni della elettricità al riscaldamento sono molto diffuse per la generazione di grandi quantità di calore adatte alla fabbricazione di prodotti industriali, sono invece meno estese per il riscaldamento di ambienti e per usi domestici.

Due sistemi sono essenzialmente in uso per produrre il calore mediante l'elettricità: le stufe a resistenza ed i forni ad arco.

Le prime si fondano sulla legge di Joule, secondo la quale la corrente elettrica che circola in un conduttore vi genera una quantità di calore che è direttamente proporzionale alla resistenza ohmica del conduttore ed al quadrato della intensità di corrente, e sono formate da spirali di fili o di lamine sottili di materiale adatto avvolti su sostegni isolanti e incombustibili. Come materiale conduttore vengono usati materiali di grande resistività, ovvero polveri siliciose e carboniose, o ancora resistenze liquide.

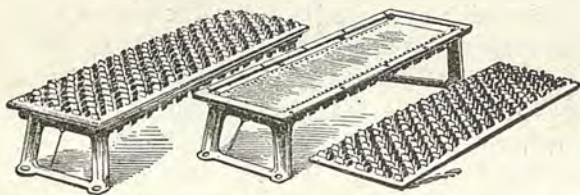
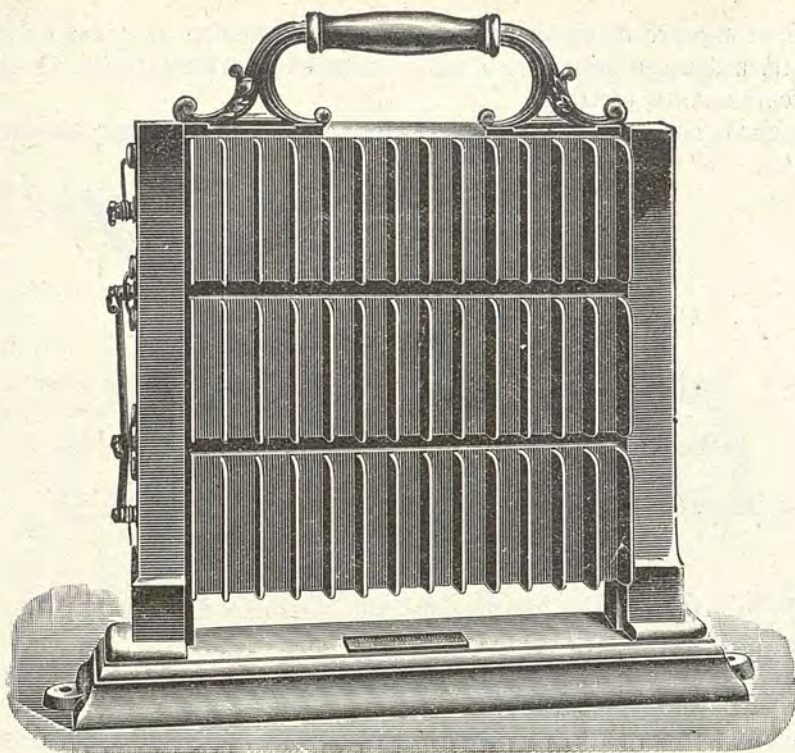


Fig. 111. — Scaldino elettrico.

La fig. 111 rappresenta una stufa elettrica foggata a scaldino da piedi. Sopra un telaio è avvolto, con protezione di asbesto, a più spire un conduttore di argentana; una lastra di ferro con numerose fessure copre l'apparecchio lasciando libera la circolazione dell'aria calda.

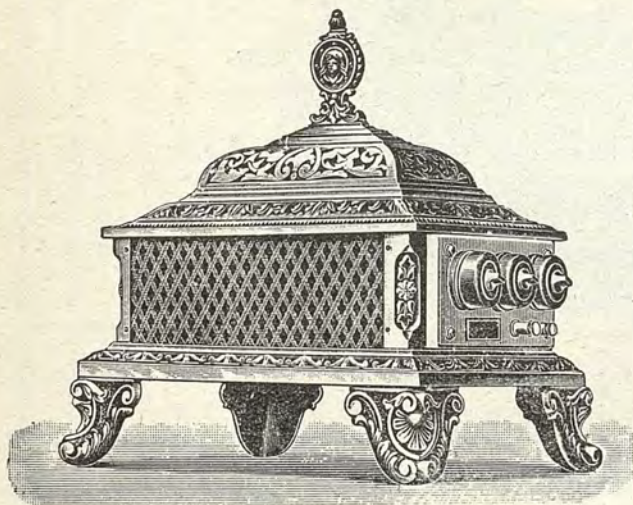
Per il riscaldamento di ambienti queste stufe acquistano maggiori dimensioni e si compongono di più elementi raccolti in un unico corpo.

La fig. 112 è relativa ad un calorifero a radiatore a 3 elementi a doppia nervatura senza mantello, e la fig. 113 ad una piccola stufa da sala regolabile, ambe di



Cliché della Ditta ing. VALABREGA, LICHTENBERGER e ORI.

Fig. 112. — Calorifero a radiatore a 3 elementi.



Cliché della Ditta ing. VALABREGA, LICHTENBERGER e ORI.

Fig. 113. — Stufa elettrica da sala.

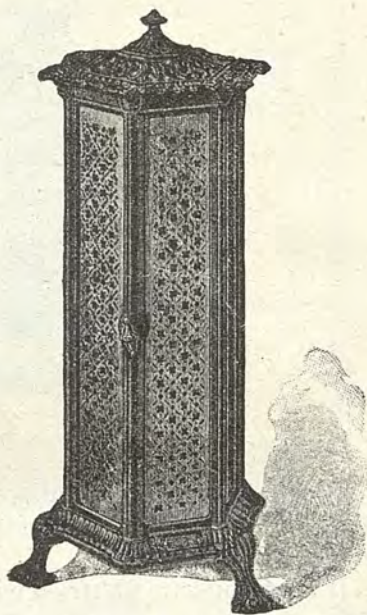


Fig. 114. — Stufa elettrica.

costruzione della *Electra* di Waedenswill (Svizzera) rappresentata in Italia dalla Ditta ing. Valabrega, Lichtenberger e Ori, Torino.

La fig. 114 rappresenta una stufa elettrica dello stesso tipo delle precedenti.

La regolazione del riscaldamento si ottiene mediante commutatori che variano il numero degli elementi inseriti. Questo sistema di riscaldamento ha notevoli vantaggi

di semplicità, di assenza di emanazioni, ma è poco economico in causa del costo della energia elettrica sempre superiore a quel limite che permetterebbe di usare largamente il riscaldamento elettrico.

Si calcola che in condizioni normali si richiedano, in generale, per scaldare ogni mc. di ambiente da $+5^{\circ}$ a $+20^{\circ}$ circa 50 watt.

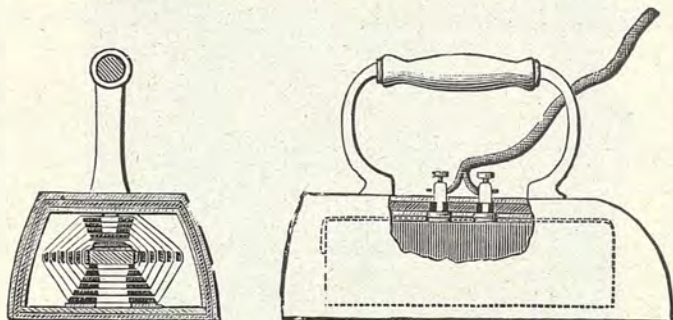


Fig. 115. — Ferro da stirare elettrico.

La tabella a pag. 57 dà informazioni sul consumo di corrente, rendimento e prezzo dei caloriferi elettrici.

Nelle installazioni di riscaldamenti centrali possono con utilità essere usate le stufe elettriche per il riscaldamento parziale di pochi ambienti nelle stagioni di autunno e di primavera, quando necessità di riscaldamento non richiedono il funzionamento di tutto l'impianto centrale.



Fig. 116. — Cucina elettrica.

Queste stufe sono installate nello stesso modo di un gruppo di lampade o di un motore, con valvole ed interruttore. Le stufe mobili sono alimentate mediante cordoncini conduttori flessibili.

Il riscaldamento elettrico è invece largamente usato sui treni delle ferrovie elettriche, che hanno generalmente energia a buon mercato e non utilizzata altrimenti.

Per uso domestico si costruiscono apparecchi elettrici di riscaldamento e di cucina. Le resistenze destinate a produrre il calore sono ordinariamente raccolte nelle intercapedini comprese tra la parete esterna ed interna dei recipienti, o tra le superficie piane di dischi portavivande.

Questi apparecchi non consentono certamente una economica produzione di calore, ma sono di grande comodità e di somma pulizia.

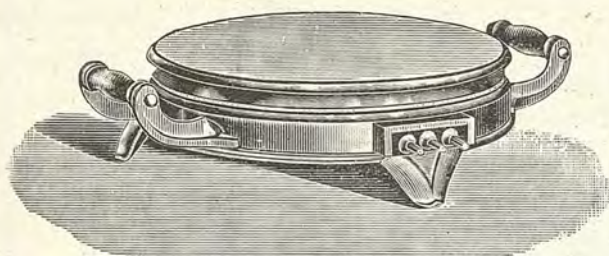
Tabella XII. — Caloriferi e radiatori elettrici « Electra » (Prezzo, costruzione, potenza, consumo, ecc.).

| Numero | COSTRUZIONE | QUANTITÀ degli elementi | DIMENSIONI TOTALI dell'apparecchio | POTENZA calorifica in m ² (*) | Peso in Kg. | NUMERO delle gradazioni | PREZZO | | | |
|--------|--|----------------------------|---------------------------------------|--|----------------|-------------------------------|--------------------------------|---------|--|--|
| | | | | | | | Consumo di corrente in watt | | senza mantello e senza tavola di distribuzione | con mantello e con tavola di distribuzione |
| | | | | | | | minimo | massimo | Lire | Lire |
| 10 | Apparecchi industriali e comuni in ferro fuso con o senza mantello di lamiera perforata | 1 | 450 x 130 x 180 | 45 a 25 | 44 | 1 | 600 | 600 | 76 — | — |
| 11 | | 1 | 450 x 130 x 180 | 45 a 25 | 42 1/2 | 1 | 600 | 600 | — | 96 — |
| 12 | | 2 | 450 x 130 x 270 | 25 a 50 | 16 | 2 | 600 | 1200 | 108 — | — |
| 13 | | 2 | 450 x 130 x 270 | 25 a 50 | 20 | 2 | 600 | 1200 | — | 137 — |
| 20 | | 3 | 450 x 130 x 370 | 35 a 70 | 23 | 3 | 600 | 1800 | 144 — | — |
| 21 | | 3 | 450 x 130 x 370 | 35 a 70 | 27 | 3 | 600 | 1800 | — | 185 — |
| 25 | | 4 | 760 x 150 x 300 | 50 a 100 | 34 | 3 | 600 | 2400 | 192 — | — |
| 26 | | 6 | 760 x 170 x 370 | 75 a 150 | 45 | 3 | 1200 | 3600 | 260 — | — |
| 27 | | 8 | 760 x 170 x 470 | 100 a 200 | 56 | 4 | 1200 | 4800 | 325 — | — |
| 30 | Apparecchi per Tramways o per parete a semplice o doppia nervatura | 1 | 375 x 180 x 80 | — | 7 | 1 | 500 | 500 | 72 — | — |
| 31 | | 1 | 400 x 150 x 100 | — | 8 | 1 | 500 | 500 | 82 — | — |
| 32 | | 2 | 720 x 180 x 80 | — | 41 1/2 | 2 | 500 | 1000 | 112 — | — |
| 33 | | 3 | 1050 x 180 x 80 | — | 46 | 3 | 500 | 1500 | 144 — | — |
| 34 | | 4 | 1400 x 180 x 80 | — | 21 | 3 | 500 | 2000 | 178 — | — |
| 35 | | 1 } nervatura 2 } | 460 x 130 x 170 | — | 44 | 1 | 600 | 600 | 76 — | — |
| 36 | | | 750 x 150 x 170 | — | 21 | 2 | 600 | 1200 | 122 — | — |
| 40 | | — | 570 x 440 x 580 | 40 a 80 | 52 | 5 | 400 | 2000 | — | 315 — |
| 41 | | — | 570 x 440 x 580 | 35 a 70 | 48 | 5 | 400 | 1600 | — | 326 — |
| 44 | | — | 570 x 440 x 1250 | 80 a 160 | — | 5 | 800 | 4000 | — | 500 — |
| 45 | Ferro nichellato Id. id. luminosa Id. id. forma alta Id. id. » » Id. id. » » Forma rotonda con mantello in ferro nichellato | — | 570 x 440 x 1250 | 100 a 200 | — | 6 | 800 | 4800 | — | 530 — |
| 46 | | — | 570 x 440 x 1250 | 120 a 240 | — | 7 | 800 | 5600 | — | 565 — |
| 55 | | — | 350 x 720 | 22 a 45 | 20 | 2 | 500 | 1000 | — | 205 — |
| 56 | | — | 350 x 720 | 40 a 80 | 21 | 2 | 1000 | 2000 | — | 230 — |
| 57 | | — | 350 x 720 | 60 a 120 | 23 | 4 | 1000 | 3000 | — | 262 — |
| 1000 | | 2 ferro | 280 x 850 | 35 a 70 | — | 2 | 800 | 1600 | — | 325 — |
| 1001 | | 2 alluminio | 280 x 850 | 35 a 70 | — | 2 | 800 | 1600 | — | 360 — |
| 1002 | | 3 ferro | 280 x 850 | 50 a 100 | — | 3 | 600 | 2400 | — | 360 — |
| 1003 | | 3 alluminio | 280 x 850 | 50 a 100 | — | 3 | 600 | 2400 | — | 400 — |

(*) 1 m² riscaldati, come indicato per ogni apparecchio, s'intendono per locali con muri normali, e quando la temperatura esterna non sia inferiore ai 5 centigradi circa sotto zero.

Per fare bollire un litro d'acqua occorrono circa 330 watt durante 20 minuti.

La fig. 115 mostra un'applicazione ad un ferro da stirare che è riscaldato mediante un filo resistente avvolto nel suo interno. La corrente è condotta all'apparecchio mediante un cordoncino flessibile.



Cliché della Ditta ing. VALABREGA, LICHTENBERGER e ORI.

Fig. 117. — Scaldavivande elettrico.

Le fig. 116 e 117 rappresentano scaldavivande elettrici.

Numerosissime sono nella terapeutica e nella industria le applicazioni di questa natura.

Dei sistemi di riscaldamento derivati da un arco voltaico non ci occupiamo in

quanto che la loro applicazione è destinata ai forni per la metallurgia e per la produzione di prodotti chimici vari.

Però recentemente la *Kryptol Gesellschaft* di Berlino ha lanciato alcuni apparecchi di riscaldamento in cui l'azione calorifica è esercitata mediante piccoli granelli di carbone attraverso i quali si fa passare la corrente, utilizzando il calore prodotto dai piccoli archi che si formano tra i singoli pezzi. Questo sistema ha dato ottimi risultati e si adatta molto bene ad apparecchi di forma molto diversa essendo il materiale riscaldante polverizzato.

IV. — APPLICAZIONI ELETTROMECCANICHE

A. — Motori elettrici.

I motori elettrici hanno l'ufficio di trasformare l'energia elettrica ricevuta da un circuito elettrico in energia meccanica.

A seconda della corrente per cui sono costruiti si dividono in motori a corrente continua ed in motori a corrente alternata (monofasi e polifasi).

a) — Motori a corrente continua.

Ogni dinamo a corrente continua è reversibile, cioè funziona quale motore quando viene applicata ai suoi morsetti una f. e. m. eguale a quella per cui la dinamo funzionava.

È stata questa la prima esperienza del Pacinotti, che mandando, mediante due spazzole ed un collettore, la corrente entro un avvolgimento ad anello collocato in un campo magnetico ne verificava la rotazione.

Infatti se si considera la fig. 43 già posta per la trattazione delle dinamo, è facile riconoscere come mandando corrente entro la spirale mobile per mezzo delle spazzole e del commutatore si producano alle sue estremità due poli che agiscono sui poli induttori mediante azioni repulsive ed attrattive che danno luogo alla rotazione dell'indotto.

La corrente d'eccitazione è ricavata dal circuito stesso che alimenta il motore.

La costruzione dei motori elettrici a corrente continua è, pertanto, la stessa di quella delle dinamo, e ci riferiamo a quanto in proposito è stato detto nel Cap. II. Le fig. 118 e 119 rappresentano motori a corrente continua di piccola potenza.

In quanto al funzionamento è necessario di considerare come durante la rotazione dell'indotto entro al campo magnetico prodotto dai poli, si produca una forza elettromotrice uguale e di senso contrario a quella che lo stesso indotto genera quando funziona come dinamo nelle stesse condizioni. La corrente che circola nell'avvolgimento dell'indotto corrisponde alla differenza tra la f. e. m. applicata e la f. e. m. indotta, detta forza contro elettromotrice.

È pertanto necessario, quando si avvia il motore, di inserire una resistenza prima dell'indotto affine di evitare che una troppo grande intensità di corrente si stabilisca in quell'istante in cui il motore, essendo fermo, non dà luogo ad alcuna f. e. m. opposta

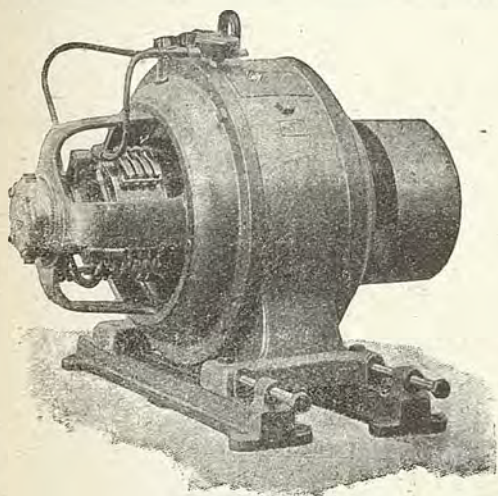


Fig. 118. — Motore a corrente continua.

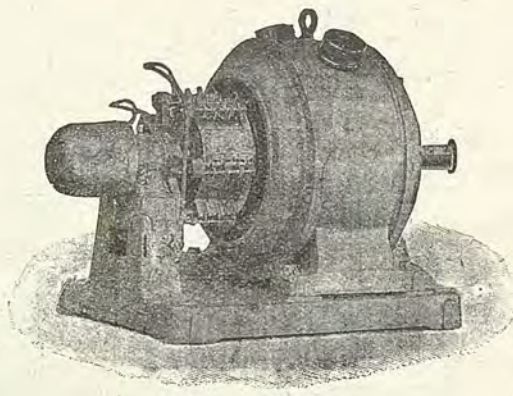


Fig. 119. — Motore a corrente continua.

alla f. e. m. applicata. Questo reostato dicesi *reostato di avviamento*; le sue resistenze debbono essere escluse man mano che il motore si avvia.

La velocità dell'indotto del motore dipende dalla intensità del campo magnetico. Crescendo il campo magnetico diminuisce la velocità del motore e viceversa.

A seconda della natura dell'eccitazione si hanno tre classi di motori.

Motore ad eccitazione in serie. — La fig. 120 è relativa allo schema di inserzione del motore ad eccitazione in serie.

La corrente derivata dal polo positivo del circuito elettrico, passa all'amperometro, segue alle valvole (collocate in alcuni casi dopo l'interruttore affine di poterle cambiare senza avere contatto colla tensione della linea), all'interruttore, e passa al reostato di avviamento, al collettore, all'indotto, all'avvolgimento di eccitazione, ritorna poi per l'interruttore al polo negativo.

Per l'avviamento si chiude l'interruttore e si sposta gradatamente la manovella del reostato dal punto di interruzione alla sua posizione estrema, escludendo le successive resistenze.

L'arresto del motore si ottiene colle operazioni inverse.

Il motore ad eccitazione in serie ha come caratteristica la proprietà di avere una forte coppia motrice all'avviamento; tre o quattro volte superiore alla coppia normale.

Il motore in serie si regola a potenza costante in funzione della velocità, per modo che questa diminuisce, crescendo il carico, e cresce invece col diminuire della coppia resistente.

Questo funzionamento rende il motore molto utile per quelle applicazioni in cui si hanno da esercitare sforzi molto variabili, e dove interessa di regolare la velocità del motore allo sforzo da compiere.

Una delle più importanti applicazioni di questa natura è quella della trazione elettrica, che richiede dalle automotrici di vincere pendenze molto variabili, col regolare la propria velocità, e di sviluppare all'avviamento una forte coppia motrice per vincere le resistenze di distacco.

Le gru e gli argani vengono pure muniti di preferenza mediante motori ad eccitazione in serie, in quanto che debbono sollevare carichi molto diversi e possono colla regolazione della velocità compiere lo stesso lavoro procedendo più rapidamente con carichi leggeri, più lentamente con carichi pesanti.

Il motore in serie per la sopracitata proprietà ha l'inconveniente di spingersi a velocità eccessiva quando viene a mancare la coppia resistente sul suo albero. La

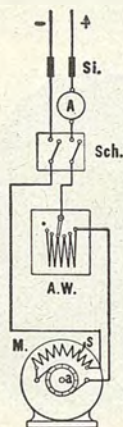


Fig. 120.
Motore ad eccitazione
in serie.

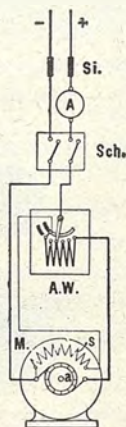


Fig. 121.
Motore ad eccitazione
in derivazione.

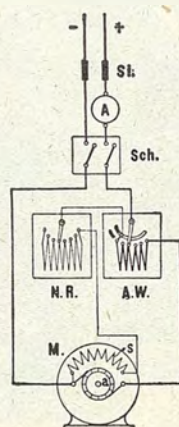


Fig. 122.
Motore ad eccitaz. in derivazione
con regolatore di velocità.

diminuzione del numero dei giri si ottiene mediante resistenze che consumano una certa quantità di energia e quindi influiscono sul rendimento del motore.

Motore ad eccitazione in derivazione. — La fig. 121 è relativa allo schema di impianto di un motore ad eccitazione in derivazione.

Dopo l'interruttore è collocato il reostato di avviamento A W a cui fa pure capo il circuito di eccitazione in derivazione S. Questo circuito è inserito tra la spazzola M del motore ed il blocchetto estremo del reostato di avviamento.

Quando colla chiusura dell'interruttore si lancia la corrente nel motore, tutta la resistenza del reostato è inserita sull'indotto del motore, affine di evitare che una troppo grande intensità di corrente lo abbia ad attraversare quando non si sviluppa ancora in esso la forza contro-elettromotrice. Il contatto mobile del reostato è quindi sull'ultimo blocchetto a sinistra del reostato, per modo che la spirale dell'induttore è a completa eccitazione.

Il manubrio del reostato, man mano che il motore si avvia, viene spostato verso destra finché la resistenza viene esclusa dal circuito principale ed inserita su quello in derivazione, posizione corrispondente alla massima velocità.

La regolazione della velocità avviene colla manovra dello stesso reostato che agisce sul campo di eccitazione. L'arresto del motore si fa manovrando in senso inverso lo stesso reostato.

Caratteristica del motore in derivazione è quella di regolarsi a velocità praticamente costante anche sotto carico variabile. Le oscillazioni di velocità si possono considerare come comprese nei limiti del $3 \div 5\%$. Questa regolazione può essere resa migliore colla manovra di reostati che agiscono sulla intensità del campo di eccitazione.

Uno speciale reostato di regolazione N. R. viene inserito sul circuito di eccitazione, come indica la fig. 122. Un aumento di resistenza significa diminuzione del campo e quindi aumento di velocità dell'indotto; la manovra in senso inverso conduce a riduzione di velocità.

Questa regolazione, che viene fatta sul circuito di eccitazione, in cui non si ha che una piccola frazione della intensità di corrente assorbita dal motore, ha una piccola influenza sul rendimento del motore, che rimane press'a poco lo stesso per le velocità normali.

Questo funzionamento è bene adatto per comando di trasmissioni, di macchine utensili, ascensori, ecc., dove la costanza della velocità è desiderabile, e dove pure la coppia resistente è press'a poco costante.

Questi motori possono rimanere senza carico continuando a girare alla velocità normale, che mantengono per carichi variabili, per modo che la potenza assorbita non è costante, ma cresce colla coppia motrice.

Motore ad eccitazione composta. — Questo motore ha, come la dinamo dello stesso tipo, due circuiti di eccitazione; l'uno in serie col circuito principale, formato da poche spire di filo grosso, e l'altro in derivazione, composto di molte spire di filo sottile.

L'eccitazione composta conduce ad una regolazione molto approssimata della velocità, e la sua applicazione è limitata a casi speciali.

Senso di rotazione. — Il senso della rotazione di un motore a corrente continua cambia col senso della corrente nell'armatura ovvero nei magneti. L'inversione della corrente ai morsetti del motore non ha l'effetto di mutare la direzione della sua rotazione in quanto che si inverte contemporaneamente la direzione della corrente sia nell'armatura che negli induttori.

b) Motori a corrente alternata.

I motori a corrente alternata si dividono, per le loro proprietà caratteristiche di funzionamento e di costruzione, in due classi: *Motori sincroni* e *motori asincroni*.

Motori sincroni. — La costruzione del motore sincrono è identica a quella di un alternatore (vedi pag. 16); nell'indotto si manda la corrente alternata di linea, mentre si eccita l'induttore mediante una corrente continua ricavata da una sorgente locale. Il motore non può avviarsi da sè, ma deve essere portato alla velocità detta di sincronismo, che è legata alla frequenza dalla seguente relazione:

$$n = f \frac{60}{p},$$

dove n è il numero dei giri del motore, f il numero dei periodi al minuto secondo e p il numero delle coppie dei poli.

Il motore viene avviato mediante una forza motrice esterna fino a raggiungere questa velocità, a cui può funzionare. Se per una causa qualsiasi il motore si stacca da questa velocità *esce di passo*, cioè viene man mano rallentando finchè si ferma.

Queste caratteristiche del motore sincrono lo rendono inadatto per le applicazioni ordinarie che richiedono motori di facile avviamento e di funzionamento stabile sotto carichi vari, sono invece specialmente indicate per grosse unità motrici soggette a carichi uniformi ed in modo speciale in unione a generatrici di corrente continua per formare gruppi convertitori.

Questa disposizione, accoppiata ad una batteria di accumulatori, rende facile l'avviamento, potendosi far funzionare nel periodo iniziale la dinamo come motore, alimentato dalla batteria, fino a che si sia raggiunta la velocità del sincronismo.

I motori sincroni si costruiscono per corrente monofase come per corrente trifase.

Una proprietà speciale a favore dei motori sincroni è quella di potere compensare lo sfasamento del circuito in cui sono inseriti per modo di realizzare la condizione di $\cos \varphi = 1$ (vedi Cap. V).

Motori asincroni. — Il principio su cui funzionano i motori asincroni venne già enunciato trattando delle correnti polifasi; la fig. 35, a pag. 18, mostra come mediante due correnti alternate spostate di fase di un quarto di periodo si possa produrre un campo magnetico rotante, e la fig. 37 mostra come questo si possa ottenere con una corrente trifase.

La fig. 123 rappresenta lo schema dell'avvolgimento della parte fissa di un motore trifase a campo rotante.

Un tamburo di ferro girevole attorno al proprio asse, collocato in questo campo magnetico rotante, si mette in rotazione. Questo apparecchio sperimentale, realizzato

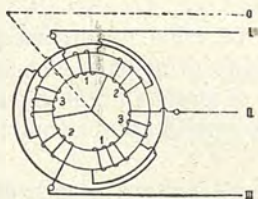


Fig. 123. — Schema di avvolgimento di motore a campo rotante trifase.

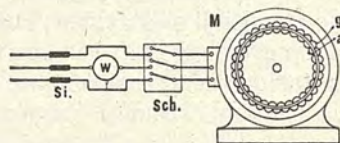


Fig. 124. — Schema di motore asincrono in corto circuito.

per la prima volta da Galileo Ferraris, non sarebbe sotto questa forma suscettibile di pratiche applicazioni.

Dall'apparecchio Ferraris è derivata però la costruzione dei motori asincroni, che hanno le seguenti caratteristiche.

La parte fissa del motore o *statore* è esterna ed è formata mediante lamierini di ferro isolati l'uno dall'altro e serrati insieme; questi lamierini portano sulla superficie interna dei fori in cui è fissato l'avvolgimento.

Il rotore del motore, formato pure di lamierini di ferro, porta un avvolgimento di conduttori di rame in cui si induce la corrente, che reagisce con la corrente primaria dello statore, per produrre la coppia motrice di funzionamento. L'avvolgimento del rotore può essere di due tipi diversi che danno luogo a due classi di motori.

Motori con rotore in corto circuito. — La fig. 124 rappresenta lo schema di un motore trifase e della sua installazione.

In questa figura, lo statore *g* porta l'avvolgimento trattenuto nei fori praticati nella periferia interna di un anello di ferro laminato, tenuto insieme dalla carcassa *M*, comune pure ai sopporti e al basamento del motore.

La parte rotante o *rotore* è formata da un cilindro di ferro, pure laminato, che porta sulla periferia esterna l'avvolgimento *a* chiuso in corto circuito e completamente separato dall'avvolgimento dello statore.

Questo avvolgimento, quando viene formato mediante conduttori di rame chiusi in corto circuito da anelli frontali, viene chiamato per analogia *gabbia di scoiattolo*.

Il campo rotante prodotto dall'avvolgimento dello statore taglia colle sue linee di forza l'avvolgimento del rotore, che viene trascinato in movimento per effetto delle correnti indotte.

L'avviamento del motore si ottiene colla sola chiusura dell'interruttore *Sch*.

Questo tipo di motore, per quanto capace di sviluppare una rilevante coppia motrice all'avviamento, assorbe una grande intensità di corrente, più volte superiore di quella di normale funzionamento, quando viene avviato sotto carico.

Questo inconveniente limita ordinariamente alle potenze inferiori a 10 cavalli l'applicazione del motore con rotore in corto circuito, che ha singolari vantaggi di semplicità di costruzione e di esercizio.

La fig. 125 indica un motore di piccola potenza con rotore in corto circuito.

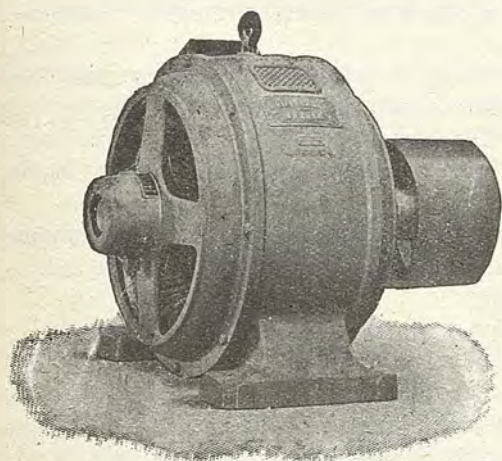


Fig. 125. — Motore trifase in corto circuito.

Motori con rotore ad anelli. — L'avvolgimento trifase del rotore invece di essere chiuso in corto circuito fa capo a tre anelli isolati l'uno dall'altro, coassiali e calettati sull'albero di rotazione (fig. 126).

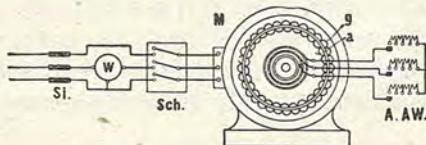


Fig. 126. — Schema di motore trifase con rotore ad anelli.

Su ciascuno di questi anelli rotanti si appoggia una spazzola che è connessa ad un reostato formato da tre resistenze regolabili ed aventi un punto comune.

Queste resistenze sono così inserite nell'avvolgimento del rotore, ed hanno l'effetto di diminuire all'avviamento l'intensità di corrente che viene assorbita dallo statore.

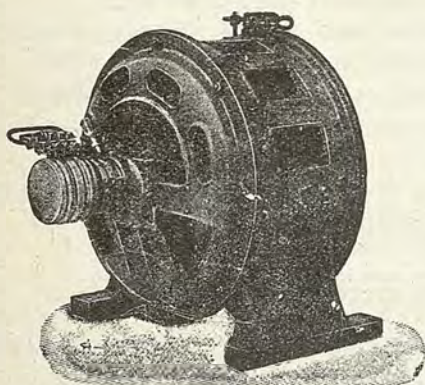


Fig. 127. — Motore a corrente trifase con rotore ad anelli.

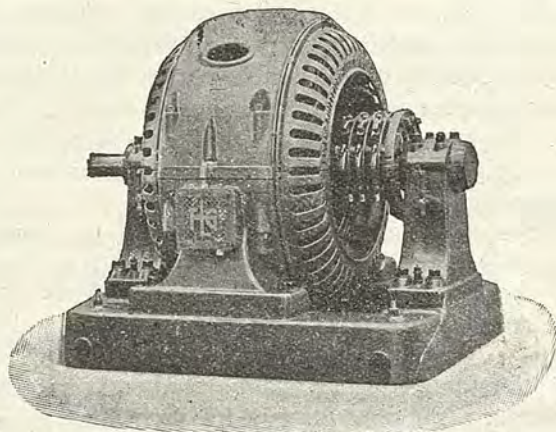


Fig. 128. — Motore asincrono trifase per grandi potenze.

Durante l'avviamento queste resistenze vengono man mano escluse finchè a motore avviato l'avvolgimento del rotore viene messo in corto circuito affine di non disperdere energia.

Dispositivi meccanici speciali rendono necessaria e talora automatica questa manovra, affinchè il personale di servizio non faccia errori nell'avviare i motori.

Ogni motore di questo tipo è munito di un dispositivo di corto circuito che dà modo di stabilire sul rotore stesso l'unione degli estremi dell'avvolgimento e di sollevare le spazzole per evitare la usura dei collettori.

Durante l'avviamento si può sviluppare una coppia motrice due o tre volte superiore di quella normale, con un assorbimento di corrente non superiore ad una volta e mezzo a quella di funzionamento normale.

La fig. 127 è relativa ad un motore ad anelli di piccola potenza, della *Società Nazionale delle Officine di Savigliano*, e la fig. 128 è relativa ad un motore di grande potenza, della *Felten Guillaume Lahmeyerwerke* di Francoforte.

Gli anelli collettori e le spazzole sono ordinariamente tenuti interni alla macchina, e protetti dalla cuffia di sostegno del sopporto. Una leva esterna permette la manovra che stabilisce il corto circuito del rotore.

È proprietà caratteristica dei motori asincroni la indipendenza del circuito dello statore collegato alla linea, dal circuito del rotore; perciò è possibile di costruire tali motori per corrente ad alta tensione, che accede ad un avvolgimento fisso, facile ad isolarsi bene, mentre l'avvolgimento del rotore può funzionare per una corrente indotta a bassa tensione.

Regolazione della velocità. — Il numero dei giri dei motori asincroni è determinato approssimativamente dalla frequenza e dal numero dei poli mediante la relazione:

$$n = f \frac{60}{p},$$

analoga a quella dei motori sincroni. A differenza di questi che non possono allontanarsi da questa velocità, i motori asincroni funzionano sotto carico ad una velocità inferiore a quella teorica, dipendente dal numero dei poli e dalla frequenza, di una percentuale detta *scorrimento*, che si mantiene nel limite $2 \div 5\%$.

Il motore asincrono è però un motore della classe a velocità costante.

Per ogni potenza si hanno velocità normali corrispondenti al numero normale dei poli. Per motori fino a 10 cavalli le velocità normali per la frequenza 50 sono 1440, 960 e 720 giri; per motori di maggiore potenza 580, 490, 415, 370 giri. Nei motori con anelli di contatto è possibile di variare la velocità agendo sulle resistenze di avviamento; questa regolazione è però a scapito del rendimento, perchè a bassa velocità il motore assorbe dalla rete la stessa quantità di energia che non a velocità normale.

Una più conveniente regolazione di velocità per comando di macchine utensili si può ottenere mediante riduttori di velocità ad assortimenti graduabili, come serie di ingranaggi, ovvero serie di puleggie.

Senso di rotazione. — Il senso della rotazione di un motore asincrono si inverte scambiando gli attacchi di due dei fili di linea che fanno capo allo statore.

B. — Impianto ed esercizio dei motori elettrici.

I motori elettrici vengono applicati per potenze molto diverse, e si adattano bene così per sviluppare forze di frazioni, come di centinaia di cavalli.

Le loro condizioni di installazione sono diverse da quelle dei generatori; mentre questi sono collocati ordinariamente in ambienti speciali convenientemente illuminati ed aereati, i motori debbono adattarsi alle condizioni imposte dalle macchine da azionare, e bene spesso sono in locali polverosi, male ventilati e ristretti.

Non si possono pertanto dare norme generali di installazione, ma si debbono scegliere i tipi più convenienti di motore per le condizioni dell'impianto. Sotto questo punto di vista si hanno vari tipi di motori.

Quelli aperti, di costruzione esterna analoga a quella delle dinamo, sono bene ventilati, ma non protetti contro la polvere e contro oggetti estranei.

I motori semichiusi difesi, con ampie cuffie laterali e griglie metalliche, dai corpi estranei, riescono più sicuri per il personale, ma non sono sufficientemente protetti contro la polvere, mentre l'effetto della ventilazione è sensibilmente ridotto.

Per applicazione in luoghi eccessivamente polverosi, come per garantire la manutenzione da ogni infortunio, si usano motori completamente chiusi, cosiddetti *corazzati*.

I motori chiusi vengono spesso ventilati artificialmente mediante circolazione artificiale di aria, per diminuire la loro temperatura in funzionamento. La sopraelevazione di temperatura sulla temperatura dell'ambiente in un motore a funzionamento continuo non deve essere superiore a 35° C. circa.

Nella scelta dei motori conviene pure avere presente la circostanza che alla loro manovra è addetto personale poco esperto e che attende contemporaneamente ad altri lavori affini. I dispositivi di avviamento e di controllo devono pertanto essere molto semplici e di facile manovra.

La lubrificazione dei motori elettrici, funzionanti spesso a grande velocità, deve essere continua ed abbondante. Sono perciò da usarsi supporti con lubrificazione ad anelli ovvero supporti a sfere.

È conveniente che ogni motore possa sviluppare per circa $\frac{1}{2}$ ora una potenza del 25 % superiore alla potenza normale, e durante 3 minuti una potenza del 50 % superiore alla normale, senza raggiungere una sopraelevazione di temperatura maggiore di quella sopra indicata.

Per funzionamento intermittente, e per periodi brevi, come avviene, ad esempio, negli apparecchi di sollevamento, il limite della potenza massima può essere alcune volte superiore alla potenza normale.

Rendimento. — Il rendimento di un elettromotore è espresso dal rapporto tra l'energia meccanica utilizzabile nell'albero del motore e l'energia elettrica applicata ai morsetti del motore.

In ogni motore elettrico si hanno perdite di varia natura, si ha dissipazione di energia sotto forma di calore negli avvolgimenti del rotore e dello statore, nella massa del ferro della macchina, per attrito delle parti rotanti coll'aria e colle superfici dei supporti.

Alcune di queste perdite sono costanti per ogni carico, altre crescono col carico; il rendimento è perciò diverso nelle varie condizioni di carico: un motore di 10 cavalli ha, per un carico compreso tra $\frac{5}{4}$ e $\frac{3}{4}$ del carico normale, un rendimento compreso tra, l'88 % e 85 %, per un carico $\frac{1}{2}$ un rendimento dell'82 %, per il carico $\frac{1}{4}$ il rendimento del 65 % circa.

La Tabella seguente indica i rendimenti per motori di diversa potenza, di costruzione normale.

Tabella XIII. — Rendimento di motori elettrici di varia potenza.

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------|------|------|----|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|----|----|------|
| Potenza HP | 0,25 | 0,5 | 0,75 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | 50 | 150 |
| Consumo di energia Kilo-watt . . . | 0,3 | 0,55 | 0,79 | 1 | 1,9 | 2,7 | 3,5 | 4,4 | 6,1 | 8,6 | 12,7 | 16,9 | 25 | 33 | 41 | 122 |
| Rendimento % | 61 | 66 | 70 | 73 | 72,5 | 81,5 | 84 | 84 | 84,5 | 85,5 | 87 | 87,5 | 88,5 | 89 | 90 | 90,5 |

La Tabella sotto indicata è utile per il calcolo dei watt assorbiti da un motore di potenza e di rendimento determinati.

Tabella XIV. — Watt assorbiti dai motori elettrici.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Rendimento per % | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 |
| Watt assorbiti per cavallo | 1050 | 1040 | 1020 | 1010 | 995 | 980 | 970 | 955 | 945 | 920 | 910 | 910 | 900 | 885 | 875 | 865 | 855 | 845 | 835 | 825 | 820 | 810 | 800 |

Le prescrizioni relative alla temperatura, rendimento e collaudo dei motori, sono raccolte nel capitolo che si occupa delle norme generali per il collaudo e per la sicurezza degli impianti.

Prescrizioni di sicurezza. — I motori vengono installati con convenienti dispositivi di sicurezza contro corti circuiti o soppraccarichi. Servono a questo scopo le valvole e gli interruttori automatici, regolati per una potenza di poco superiore alla potenza massima di funzionamento.

Il quadro relativo a ciascun motore, oltre all'interruttore ed alle valvole, comprende un amperimetro, ovvero un wattometro, allo scopo di riconoscere in quali condizioni di carico lavora il motore. In luoghi dove si hanno materie infiammabili od esplodibili è necessario di usare motori largamente calcolati e bene ventilati allo scopo di limitare il riscaldamento, e di evitare colla chiusura del motore o con altri dispositivi la produzione di scintille nell'ambiente.

In luoghi umidi ogni parte conduttrice della corrente deve essere protetta mediante isolanti non igroscopici, ed il motore, se funziona intermittentemente, deve essere del tipo chiuso.

È pratica ordinaria, specialmente per motori ad alta tensione, di collegare a terra la carcassa del motore ed ogni parte che possa venire a contatto del personale.

Nel Cap. VI sono raccolte alcune tabelle relative al peso e prezzo dei motori elettrici di tipo normale.

C. — Applicazione dei motori elettrici.

L'applicazione dei motori negli stabilimenti industriali per il comando di macchine utensili si può fare con due sistemi diversi: usando un motore solo per azionare un gruppo di macchine utensili; ovvero applicando a ciascuna macchina un motore speciale.

Il sistema di comando di un gruppo di macchine utensili mediante un solo motore ha il vantaggio di ridurre le spese di impianto in quanto che non solo un motore unico costa

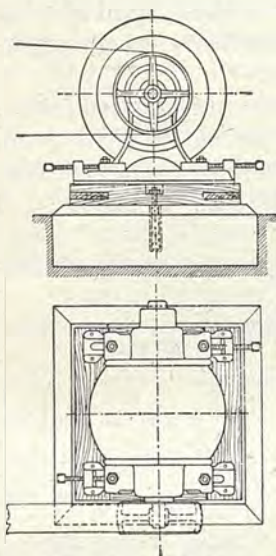


Fig. 129. — Fondazione per motori.

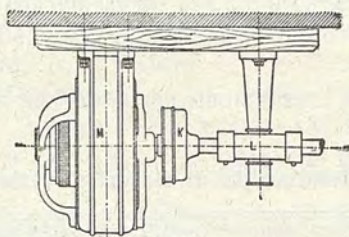


Fig. 130. — Sospensione per motori.

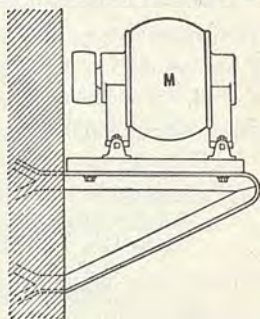


Fig. 131. — Sostegno a mensola per motori.

meno di più motori che hanno insieme la stessa potenza, ma è pure possibile di ridurre la potenza del motore perchè le varie macchine utensili non lavorano sempre contemporaneamente, od almeno non sviluppano nello stesso tempo quella massima potenza a cui dovrebbe essere proporzionato il motore di ciascuna macchina. Questo sistema obbliga però a ricorrere al comando mediante contralbero e doppio rinvio di cinghie che causa perdita di energia, pericolo di infortuni, produzione di polvere, ecc.

I motori destinati ad azionare alberi di trasmissione debbono avere una fondazione fissa e solida. Per motori di piccola potenza è sufficiente un basamento in legno duro; per motori di maggiore potenza è necessario di formare fondazioni in *béton* di dimensioni sufficienti per evitare vibrazioni e cedimenti. Tali fondazioni si sollevano dal suolo di circa $15 \div 20$ cm. come indica la fig. 129.

Su detti basamenti si fissano i tenditori di cinghia, formati da guide metalliche su cui si fa scorrere, mediante bulloni di tiro, il motore per dare alla cinghia la tensione necessaria.

Per motori di piccola e di media potenza è alcune volte usato il sistema di sospendere il motore al soffitto della sala di lavorazione (fig. 130), ovvero di portarlo su mensole fissate sulle pareti (fig. 131). Questi dispositivi sono specialmente indicati per comando di trasmissioni.

Il sistema di comando indipendente di ogni macchina è largamente usato negli stabilimenti moderni per i singolari vantaggi cui conduce l'abolizione di trasmissioni

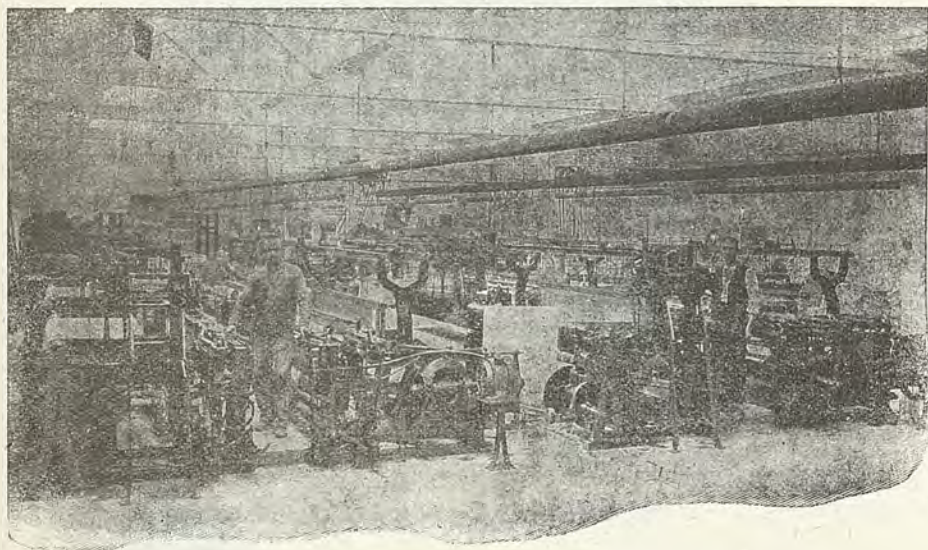


Fig. 132. — Telai comandati direttamente da motori.

meccaniche, per la sicurezza di manovra, e per l'indipendenza di ciascuna macchina che forma un tutto a sè.

La fig. 132 è relativa ad una tessitura a telai meccanici, comandati ciascuno da un motore speciale assicurato alla incastellatura della macchina; la fig. 133 mostra come venga azionato direttamente un tornio di grandi dimensioni, munito di due motori, l'uno per la rotazione del pezzo da lavorare, l'altro per lo spostamento dell'utensile. Queste applicazioni sono state fatte dalla *Lahmeyer*.

Il comando delle singole macchine elettriche si può fare con accoppiamento diretto o con dispositivo di riduzione di velocità. I motori elettrici di piccola potenza funzionano ordinariamente con un grande numero di giri, perciò l'accoppiamento diretto non è consentito che per gli organi rotanti a grande velocità.

I ventilatori sono ordinariamente azionati direttamente mediante un motore elettrico.

La fig. 134 è relativa ad un ventilatore da tavolo, in cui le palette sono calettate sull'asse di un motorino elettrico a grande velocità; la fig. 135 è un aspiratore a parete a chiusura automatica, usato per il rinnovamento dell'aria negli ambienti, e la fig. 136 mostra un ventilatore da soffitto a grandi pale per ventilazione di sale.

Per uso industriale in cui si ha bisogno di aria compressa per alimentare fucine e forge, come saldatori, apparecchi per trasporto pneumatico di materiali, apparecchi per brunire metalli, piccole macchine a smerigliare vetro, soffierie, ecc., si adoperano ventilatori a grande pressione del tipo centrifugo. La fig. 137 è relativa a uno di questi ventilatori.

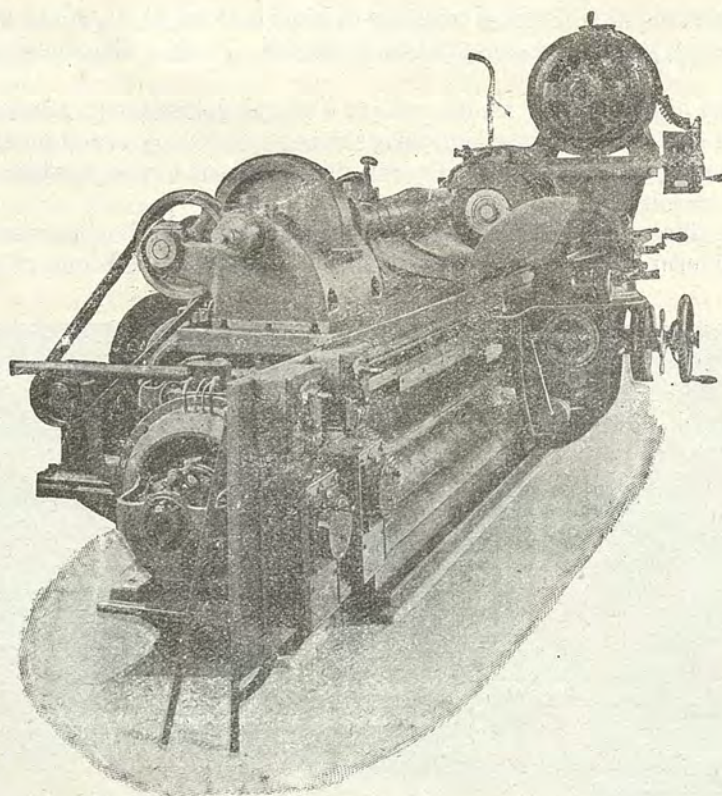


Fig. 133. — Tornio a comando elettrico.

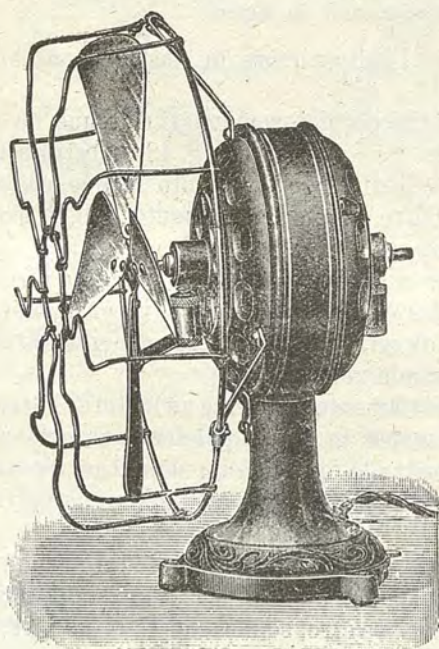


Fig. 134. — Ventilatore da tavolo.

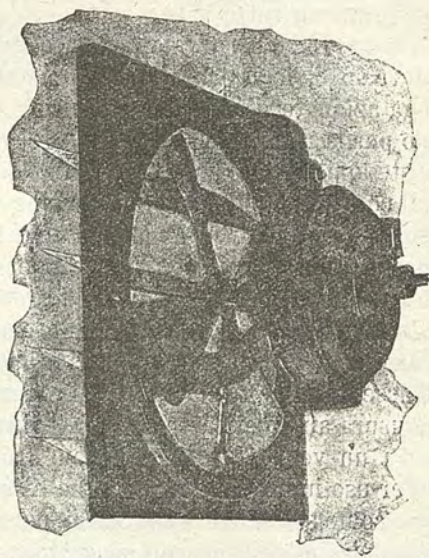


Fig. 135. — Ventilatore da parete.

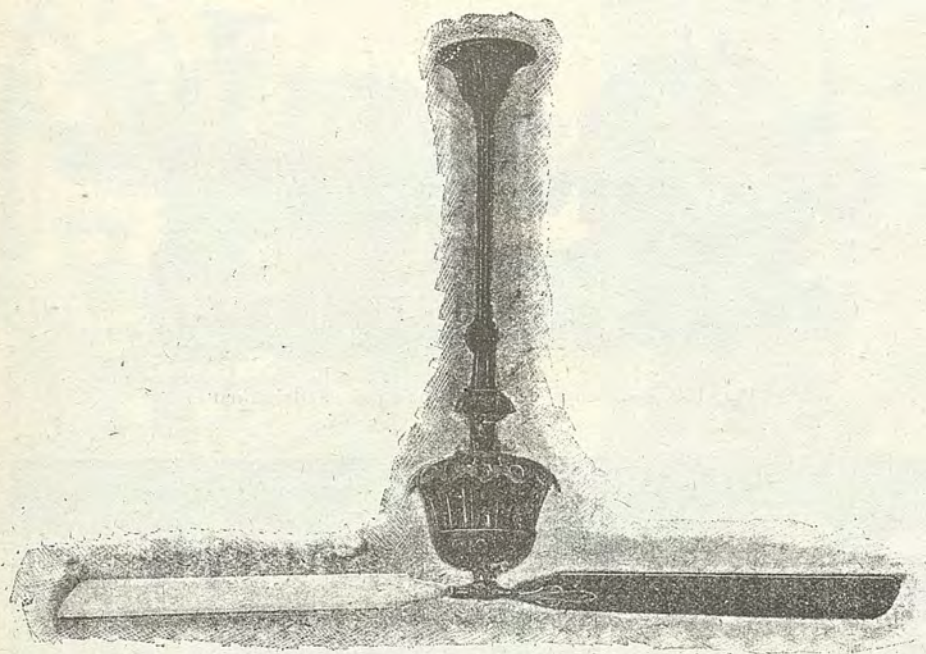


Fig. 136. — Ventilatore da soffitto.

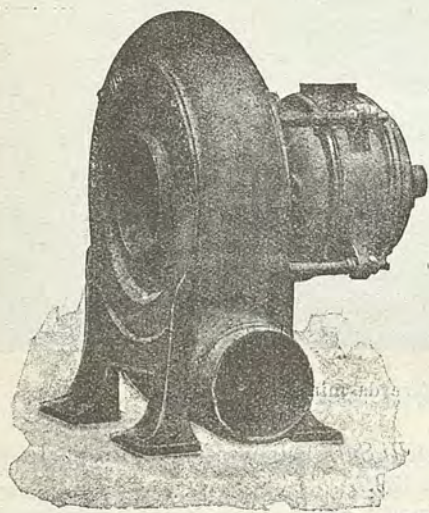


Fig. 137. — Ventilatore da fucina.

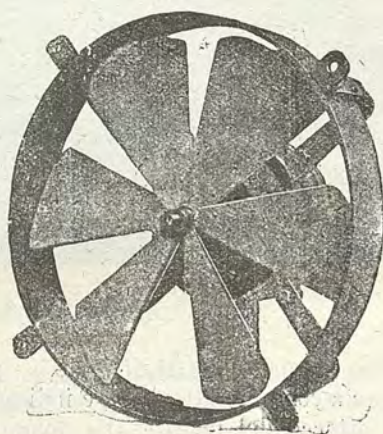


Fig. 138. — Ventilatore elicoidale.

Dove invece occorre di spostare grandi quantità di aria si usano ventilatori elicoidali, del tipo rappresentato nella fig. 138.

I ventilatori illustrati sopra sono di costruzione della ditta *Ercole Marelli* di Milano.

Il comando diretto è applicato direttamente pure alle pompe centrifughe per sollevamento di acqua, le cui giranti si muovono a grande velocità.

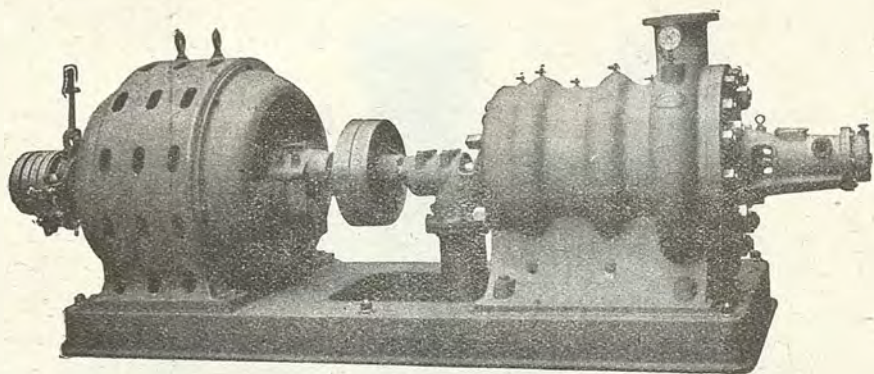


Fig. 139. — Pompa centrifuga azionata elettricamente.

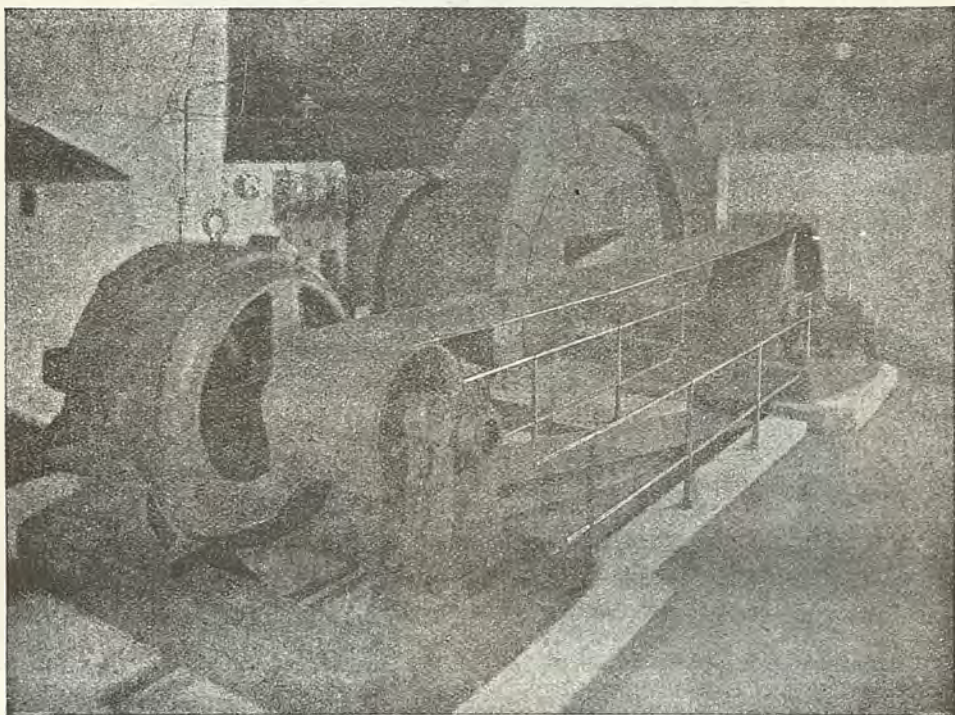


Fig. 140. — Ventilatore da miniera.

Una pompa di costruzione della ditta *Fratelli Sulzer* di Winterthur, azionata da un motore a corrente alternata, è indicata in fig. 139.

L'attacco del motore alla pompa è, in queste applicazioni, fatto ordinariamente mediante giunto elastico, che consente leggere vibrazioni dell'organo rotante; questi giunti sono talora isolanti per impedire contatti elettrici tra il motore e l'organo comandato.

Il comando diretto è il più semplice ed il più conveniente per il maggiore rendimento a cui conduce, e viene preferito tutte le volte che ciò è possibile.

Quando il numero di giri della macchina da comandare è inferiore a quello del motore è necessario di ricorrere a meccanismi riduttori di velocità.

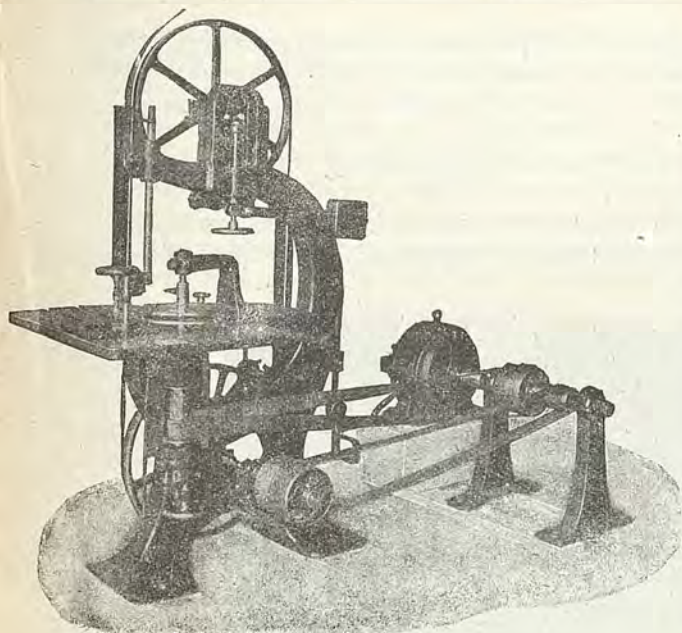


Fig. 141. — Sega a nastro e fresa comandata elettricamente.

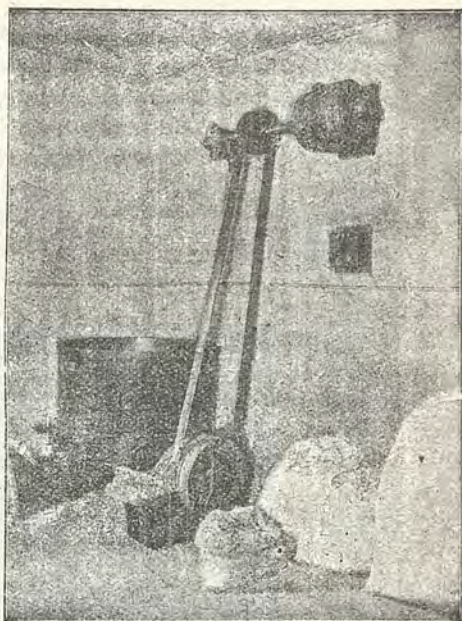


Fig. 142. — Impastatrice a comando elettrico.

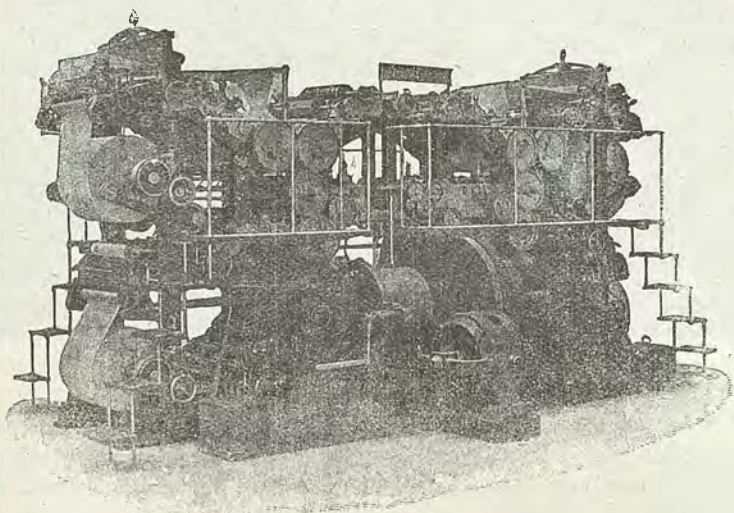


Fig. 143. — Macchina rotativa da stampa a comando elettrico.

Il sistema di rinvio a cinghie viene usato per quelle applicazioni dove è possibile di mantenere una conveniente distanza tra l'asse del motore e quello dell'organo comandato.

La fig. 140 dà un esempio di un ventilatore per miniera di grande potenza, azionato da un motore elettrico con rinvio a cinghia.

Le fig. 141 e 142 sono relative ad applicazioni a macchine utensili di piccola potenza. La prima si riferisce ad una sega a nastro e ad una fresa da legno montate sulla stessa incastellatura e comandate in modo separato da un motore elettrico, la seconda ad una impastatrice che riceve il moto da una trasmissione azionata direttamente mediante un motore fissato alla parete.

Il comando delle macchine utensili avviene il più spesso mediante ingranaggi riduttori di velocità, che assicurano un insieme meccanico più compatto e meno ingombrante.

La fig. 143 indica una tale applicazione ad una macchina a stampare rotativa di grande potenza.

Per macchine a stampare di piccola potenza viene preferito il comando mediante sistemi a frizione.

Per azionare ascensori, e generalmente là dove è necessario un movimento lento, è usato il sistema di riduzione di velocità mediante ingranaggio a vite perpetua. Un

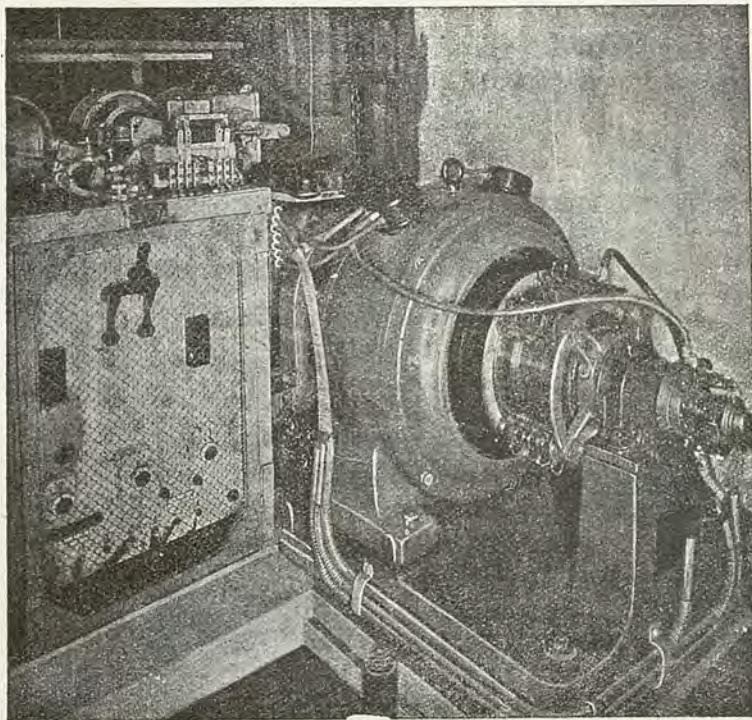


Fig. 144. — Gruppo elettromeccanico per ascensore.

gruppo elettromeccanico per ascensore, in cui un motore elettrico dà movimento al tamburo di avvolgimento della fune coll'intermezzo di un ingranaggio a vite perpetua, è rappresentato in fig. 144, dove sono pure visibili il quadro ed i dispositivi automatici di avviamento del motore.

Per maggiori particolari sugli ascensori elettrici vedere il capitolo speciale « Ascensori e Montacarichi ».

Le applicazioni elettromeccaniche rappresentate nelle figure 141 ÷ 144, sono di costruzione della *Lahmeyer*.

D. — Vantaggi della trasmissione elettrica dell'energia meccanica.

I vantaggi che reca con sè l'impiego della corrente elettrica negli stabilimenti industriali, sono, in linea generale, di tre ordini: trasmissione a grande distanza; suddivisione dell'energia; sicurezza di funzionamento dei motori. Questi vantaggi vengono accentuandosi e modificandosi nelle varie industrie a cui i motori elettrici si possono adibire, ed è scopo del progettista di considerare ogni problema nel suo lato speciale

in modo da potere in ogni caso usufruire di tutti i vantaggi dell'elettricità e di introdurre un vero miglioramento nelle condizioni dei moderni stabilimenti industriali.

Anzitutto l'uso della corrente elettrica non stabilisce alcun legame nell'ubicazione dello stabilimento presso la caduta idraulica che si vuole utilizzare per avere una economica sorgente di forza motrice; il costo di trasporto della materia prima può essere ridotto al minimo; gli edifici possono sorgere in quelle aree che meglio si prestano per economia di costruzione e per probabilità di ingrandimenti; si possono risolvere problemi speciali imposti da necessità locali.

La distribuzione della forza fatta mediante l'elettricità ha ancora la proprietà di mutare tutta la tecnica della costruzione degli stabilimenti con grandi vantaggi economici e tecnici. La ripartizione delle varie sale di lavorazione può essere fatta nel modo più razionale per una buona circolazione della materia prima e dei suoi prodotti, e i vari edifici di cui può comporsi lo stabilimento possono distribuirsi nel modo più favorevole per evitare agglomeramenti di materiale e di personale, poichè la corrente elettrica elimina la necessità di alberi e puleggie, e pure azionando gruppi di macchine queste possono ridursi a quelle speciali per ogni lavorazione.

La possibilità di accedere, mediante conduttori isolati, ai motori comandanti le macchine operatrici consiglia di adottare l'uso della corrente elettrica anche in quegli stabilimenti che fanno uso di forza motrice termica.

La centrale a vapore può essere unica, invece di molte collocate nei separati edifici, con vantaggio di rendimento e di economia di impianto e di esercizio, può essere collocata nella località più conveniente per l'alimentazione di carbone e acqua; inoltre a queste motrici sono accoppiati generatori elettrici ad alto rendimento e che coi vantaggi economici inerenti alla corrente elettrica compensano largamente le perdite inevitabili nella trasformazione dell'energia meccanica in energia elettrica.

L'abolizione di alberi di trasmissione, soggetti a grandi sforzi, dei relativi supporti e puleggie, semplifica la costruzione degli edifici, che possono avere carattere più economico ed anche provvisorio essendo di costruzione più leggera.

Le macchine operatrici comandate da alberi di trasmissione debbono essere allineate e ubbidire a leggi imposte dalle cinghie e puleggie, mentre col sistema elettrico la loro disposizione è assolutamente libera, con migliore utilizzazione dello spazio e più razionale posizione reciproca; questo vantaggio è di grande importanza per la migliore circolazione della materia.

La soppressione delle puleggie e cinghie elimina la causa di molti infortuni, rende più facile l'accesso alle macchine generatrici e alle loro parti. Le condizioni di pulizia dello stabilimento sono migliorate, poichè è eliminata la polvere proveniente dalle cinghie di trasmissione e la proiezione di olio che deriva dai supporti superiori. Le condizioni igieniche degli ambienti ne sono di conseguenza migliorate, avendosi pure maggiore illuminazione e diminuzione di rumore.

La grande facilità con cui si possono stabilire nuove condutture elettriche permette, senza sensibili spese nè modificazione dell'impianto generale, l'ampliamento dello stabilimento, circostanza che, in condizioni speciali dell'industria, conduce ad un primo capitale di impianto assai minore di quello che si dovrà collocare quando l'industria avrà preso un maggiore sviluppo; mediante l'uso della corrente elettrica è possibile di seguire ogni ulteriore sviluppo dello stabilimento senza impegnarsi nel primo impianto. Questa considerazione dev'essere tenuta seriamente in conto da quegli industriali che pure non potendo prevedere un aumento nel proprio stabilimento all'atto dell'impianto non vogliono impedirlo nel futuro.

A tutti questi vantaggi inerenti allo stabilimento in generale, si aggiungono quelli industriali di una maggiore economia e flessibilità di esercizio e di una migliore lavorazione della materia.

La trasmissione dell'energia meccanica mediante alberi conduce ad un rendimento che è molto variabile secondo la natura della lavorazione, direzione relativa degli alberi, loro montaggio, lubrificazione e allineamento, disposizione delle macchine, numero di riduzioni necessarie per aver una conveniente velocità.

I risultati di studi e prove condurrebbero ad ammettere un rendimento oscillante tra il 30 e il 60 % o, in altre parole, le perdite oscillano tra il 65 % e il 230 % della potenza effettivamente fornita alle macchine utensili.

Il sistema elettrico permette di stabilire con tutta esattezza il rendimento della trasmissione, che può essere limitato in quei termini che si ritengono più convenienti, nelle condizioni speciali di costo dell'energia, ordinariamente dal 2 al 10 %. Se in questo rendimento si tiene conto di quelli del motore e generatore, che dipendono dalle dimensioni delle macchine e possono ammontare complessivamente al 15 % fino al 25 %, ne risulta un rendimento della motrice alla macchina operatrice del 65 % all'83 %, molto superiore al precedente.

Nelle considerazioni della convenienza della sostituzione dell'energia elettrica a quella meccanica si deve non solo tenere conto del maggiore rendimento della distribuzione elettrica, ma si deve pensare alla economia che introduce nella generazione della forza motrice la grande adattabilità della corrente elettrica a carichi variabili, che si traduce in una minore spesa di impianto della centrale.

Le macchine operatrici sono raramente funzionanti tutte insieme, per cui la potenza della stazione centrale non deve corrispondere alla somma delle potenze richieste dalle singole macchine operatrici, ma tra i due numeri passa un rapporto che diremo *fattore di potenza* dell'impianto, che permette con un certo numero di cavalli di azionare uno stabilimento che ha una potenza nominale superiore. Per utilizzare questo fatto è necessario avere un sistema di distribuzione e di generazione della potenza tale che possa seguire prontamente la variazione di carico e possa, in queste varie condizioni, funzionare sempre con alto rendimento.

Queste sono proprietà della corrente elettrica e suoi generatori, la quale possiede poi nelle batterie di accumulatori e altri apparecchi il modo di provvedere a carichi variabilissimi in alte condizioni di rendimento.

Economia di esercizio risulta ancora dal fatto che la corrente elettrica segue solo quei circuiti dove sono macchine in funzionamento con perdite proporzionali alla sua intensità, mentre spesso nelle trasmissioni meccaniche lunghi tratti di albero funzionano a vuoto con perdite nell'attrito dei supporti e cinghie.

Le spese di lubrificanti e del personale relativo sono pure ridotte al minimo.

Infine, dall'adozione del comando elettrico delle macchine operatrici ne risulta economia di tempo in quanto che gli operai alle lunghe manovre di scorrimento di cinghie sostituiscono la semplice chiusura di un interruttore e talora una breve manovra di un reostato.

L'economia che risulta nell'esercizio generale dello stabilimento è accompagnata da una lavorazione più perfetta e da una produzione migliore e più abbondante.

Vengono ridotti i pericoli di esplosione, di incendio, di danneggiamenti provenienti da trasmissioni di vapore o di aria compressa. Le riparazioni vengono ridotte al minimo avendosi come solo organo rotante l'armatura che può essere facilmente sostituita; la manutenzione si riduce ad una conveniente lubrificazione ed alla pulizia del collettore nei motori a corrente continua durante i periodi di fermata.

L'industriale che deve fare la scelta tra i due sistemi di trasmissione deve ancora considerare l'universalità della corrente elettrica che potrà provvedere nel suo stabilimento ai servizi di trazione, al sollevamento dei carichi, alla ventilazione, alla illuminazione e, entro certi limiti, al riscaldamento.

V. — DISTRIBUZIONE DELLA CORRENTE ELETTRICA

A. — Sistemi di distribuzione.

La corrente elettrica dagli apparecchi generatori deve essere trasportata e distribuita agli apparecchi utilizzatori mediante conduttori. Il più delle volte l'energia elettrica viene prodotta in una centrale elettrica comune a molti utenti, che ricevono la corrente a mezzo di una distribuzione di linee elettriche opportunamente calcolata.

Poichè le perdite nelle condutture sono proporzionali al quadrato dell'intensità della corrente ed alla resistenza della linea, si cerca di adottare nelle distribuzioni a grande distanza la massima tensione consentita dai mezzi di isolamento.

I generatori possono attualmente costruirsi per funzionamento sino a 2000 volt per la corrente continua e fino a 20.000 volt per la corrente alternata. I trasformatori per corrente alternata sono praticamente impiegati per tensioni sino a 60.000 volt.

Le applicazioni della corrente richiedono spesso che la tensione usata nella distribuzione venga diminuita a limiti più bassi, sono perciò necessari dispositivi riduttori di tensione.

I sistemi di distribuzione dell'energia elettrica si possono quindi dividere in due classi relative a quelli nei quali il generatore della corrente si trova nello stesso circuito degli apparecchi utilizzatori, ed a quelli nei quali generatore ed apparecchi utilizzatori si trovano in circuiti separati.

a) Distribuzione diretta.

Collegamento in serie. — Secondo questo sistema di distribuzione, i vari apparecchi utilizzatori sono così inseriti che l'estremo dell'uno è unito col principio dell'altro, per modo che un circuito unico parte dal generatore e passa successivamente per tutte le lampade o motori dell'impianto, e ritorna al generatore (fig. 145).

La stessa intensità di corrente percorre tutto il circuito, mentre le cadute di tensioni, relative ai vari apparecchi lungo la linea, si sommano come le resistenze dei vari tratti del circuito.

Questo sistema di distribuzione è usato per apparecchi utilizzatori che assorbono la stessa intensità di corrente, come lampade ad arco o ad incandescenza della stessa potenza: il generatore deve mantenere costante questa intensità di corrente, pure consentendo variazioni di tensione per uniformarsi alla potenza del circuito.

Le dinamo ad eccitazione in serie, e gli alternatori monofasi con regolatori induttivi sono ordinariamente usati in unione con questo sistema di distribuzione.

Ogni apparecchio di utilizzazione non può essere disinserito dal circuito senza che in sua sostituzione non venga fatto un *corto circuito*, oppure non venga collocata una conveniente resistenza; le lampade sono munite ordinariamente di apparecchi automatici per stabilire la continuità del circuito.

Gli apparecchi generatori devono potersi regolare ad intensità di corrente costante ed a tensione variabile.

Il sistema in serie permette di usare una macchina generatrice ad alta tensione, ed un alto potenziale di linea che conducono ad un buon rendimento della trasmissione. Tuttavia questo modo di distribuzione è disusato per inconvenienti relativi



Fig. 145. — Sistema di distribuzione in serie.

all'esercizio, e per il pericolo d'infortuni, dovuti agli apparecchi utilizzatori che sono ad alta tensione rispetto alla terra.

Il Thury ha fatto importanti applicazioni di questo sistema per trasporto di grandi quantità di energia a distanza.

Collegamento in parallelo. — Il sistema in parallelo, a potenziale costante, generalmente usato per la distribuzione dell'energia elettrica, ha il vantaggio di rendere fra loro indipendenti i vari apparecchi utilizzatori del circuito, e di regolare il carico del generatore alle variazioni della intensità di corrente.

Corrente continua. — Il sistema più semplice di distribuzione è quello a due fili a corrente continua.

Dalla dinamo partono i due conduttori principali, positivo e negativo, e da questi si derivano le linee secondarie ed i vari apparecchi utilizzatori, che sono quindi inseriti in parallelo, e traggono dalla linea quella intensità di corrente che corrisponde alla loro potenza.

Nella fig. 146 con *m* si indicano i motori, con *V* i quadri di distribuzione in corrispondenza degli apparecchi utilizzatori, con *b* le lampade ad arco e con *g* le lampade ad incandescenza.

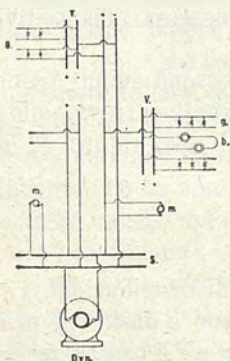


Fig. 146. — Sistema di distribuzione in parallelo.



Fig. 147.

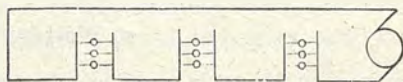


Fig. 148.

Fig. 147 e 148. — Sistema di distribuzione in serie parallelo.

La dinamo deve mantenere ai propri morsetti il potenziale costante ed erogare intensità di corrente variabili; lungo le condutture principali si ha quindi per effetto della resistenza una caduta di tensione che impedisce di mantenere il potenziale costante nei punti di alimentazione col variare del carico. È tuttavia possibile col calcolare opportunamente i conduttori principali, o coll'usare macchine ad eccitazione compound di mantenere le oscillazioni di tensione in quei limiti che sono tollerabili per gli apparecchi utilizzatori. Questi apparecchi, lampade o motori, derivano una intensità di corrente inversamente proporzionale alla loro resistenza apparente, e le condutture principali debbono essere proporzionate alla corrente totale.

Il sistema in parallelo richiede maggiori sezioni di rame e maggiore lunghezza dei conduttori che non il sistema in serie, in cui un unico conduttore percorre tutti gli apparecchi, ed è proporzionato all'intensità di corrente d'un solo di essi.

Il primo sistema però può alimentare apparecchi molto diversi per consumo, ed ognuno di essi è indipendente dal resto del circuito.

Per usare dei vantaggi dei due sistemi, si formano i sistemi composti, per cui gruppi in serie di lampade vengono inseriti in parallelo sui distributori di una dinamo a potenziale costante, ovvero gruppi in parallelo di lampade sono inseriti in serie (fig. 147-148).

Il primo sistema è specialmente usato per lampade ad arco che si costruiscono per tensioni variabili da 40 a 60 volt; colla loro combinazione in serie si possono

raggiungere le tensioni normali di distribuzione, comprese tra 120 e 300 volt. In queste distribuzioni si possono inserire contemporaneamente lampade ad arco e ad incandescenza.

Allo scopo di ottenere che i vari apparecchi utilizzatori siano soggetti alla stessa tensione, si ricorre al sistema di distribuzione a *boccola*, in cui, come è evidente dalla fig. 149, ogni lampada è separata dalla dinamo generatrice dalla stessa lunghezza di conduttura, per modo che le cadute di tensione lungo la linea sono le stesse per tutti gli apparecchi.

La tensione relativa a questi sistemi di distribuzione non è superiore alla tensione di alimentazione delle lampade (al massimo 240 volt, normale 150 volt); per potere alimentare impianti di grande potenza o impianti collocati ad una distanza dalla centrale maggiore

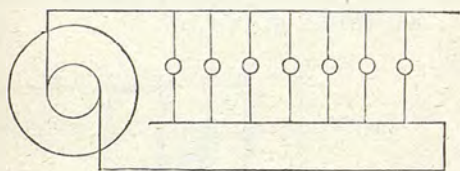


Fig. 149. — Sistema di distribuzione a boccola.

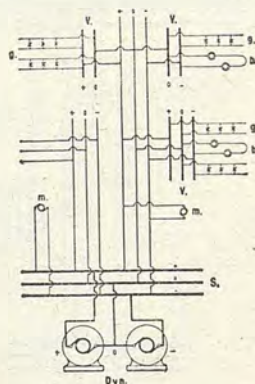


Fig. 150. — Sistema di distribuzione a tre fili.

di quella conveniente coi sistemi precedenti, venne proposto e largamente usato il sistema a tre fili.

Secondo questo sistema (fig. 150), la rete è alimentata da due dinamo connesse in serie, ciascuna funzionante alla tensione delle lampade; dal punto comune alle due dinamo si stacca un conduttore, detto *conduttore neutro*, che segue tutta la distribuzione e viene ordinariamente collegato colla terra.

Le lampade *g* vengono inserite tra il neutro ed uno dei due conduttori estremi, con una distribuzione press'a poco uniforme nei due fili; i motori *m* possono invece venire inseriti tra i due fili estremi, ed avere così l'alimentazione a tensione doppia di quella delle lampade.

Il vantaggio di questo sistema è quello di ridurre la sezione dei conduttori della linea a parità di perdite, perchè la tensione di linea si può considerare doppia che non nel caso della distribuzione a due fili.

Il conduttore neutro non dovrebbe portare corrente se il carico fosse distribuito uniformemente sui due conduttori estremi; per le dissimmetrie inevitabili in ogni distribuzione, e provenienti pure dalle variazioni di carico, detto filo è invece percorso da corrente. La sua sezione è ordinariamente la metà di quella dei fili estremi.

Il sistema di distribuzione a tre fili si può realizzare mediante una sola dinamo di costruzione speciale. Uno dei sistemi è di fare la dinamo a due collettori, che si considerano per la inserzione dei circuiti come appartenenti a macchine distinte. I due collettori vengono messi in serie.

Un altro sistema è quello di stabilire tra i poli d'una macchina ordinaria un equilibratore di tensione con punto neutro, funzionante nel principio dei trasformatori statici.

Molto pratico per la formazione di un sistema a tre fili è il sistema di collocare presso il luogo di utilizzazione una batteria di accumulatori, dal cui punto medio si deriva il filo neutro; analogamente può usarsi un gruppo di due motori collegati in serie, calettati sullo stesso asse, ed inseriti sui due fili estremi della distribuzione: il filo neutro si stacca dal punto comune ai due motori. Quest'ultimo sistema si presta con speciali artifici a una buona regolazione di tensione nelle due parti del circuito.

Si possono formare sistemi a 5 fili coll'uso di quattro dinamo generatrici e di sistemi corrispondenti.

Corrente alternata. — La corrente alternata monofase si distribuisce come la corrente continua.

La corrente alternata trifase si distribuisce mediante sistemi analoghi a quelli indicati, usando tre fili ed inserendo i motori su tutti e tre i fili di fase, e le lampade su due di detti fili.

La fig. 151 è relativa ad un impianto trifase per distribuzione di luce e di forza motrice.

La corrente alternata trifase può dare luogo a sistemi a quattro fili, in cui dal generatore, oltre ai tre fili di fase, si stacca un filo neutro; le lampade sono ordinariamente inserite tra il neutro e i fili di fase, mentre i motori trifasi si attaccano sui tre fili di fase.

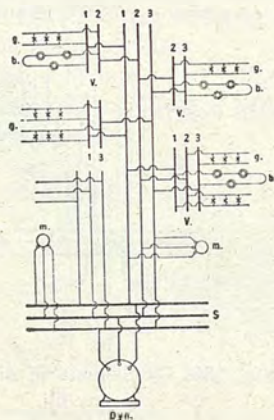


Fig. 151. — Sistema di distribuzione per corrente alternata trifase.

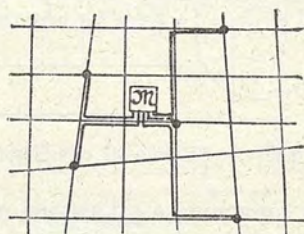


Fig. 152. — Schema di una distribuzione.

La corrente alternata monofase si distribuisce come la corrente continua.

Distribuzioni. — Nelle distribuzioni di energia elettrica di una certa importanza, dai conduttori principali, detti alimentatori, si derivano varie linee che raggiungono i punti estremi dell'edificio e della località da illuminare.

Nella distribuzione di città, o di grandi edifici, è necessario seguire altri criteri, perchè questo sistema, usato in larga scala, condurrebbe all'inconveniente che gli apparecchi più lontani dalla generatrice avrebbero in causa delle cadute di tensione lungo la linea, un potenziale minore degli apparecchi distribuiti in parti vicine alla generatrice.

Allo scopo di avere una tensione pressochè uniforme entro la zona d'esercizio si ricorre al sistema degli *alimentatori* e *distributori*. Secondo questo sistema dalla centrale, ubicata nel punto più conveniente, partono gli alimentatori che portano la corrente in vari punti della rete di distribuzione che si sviluppa, toccando i centri di massimo consumo. Questi punti sono detti nodi di alimentazione, e sono così scelti che, nei punti più lontani da essi, la tensione abbia una caduta inferiore al limite prescritto. Negli alimentatori, si può fissare quella caduta di tensione che è reputata più conveniente per la loro lunghezza e sezione, ordinariamente dal 5 al 10 %, mentre nella zona di distribuzione non si suole ammettere una caduta di potenziale maggiore del 3 %, quale limite entro cui le lampade elettriche non risentono l'influenza della variazione di tensione.

La fig. 152 è relativa ad uno schema di distribuzione secondo questo sistema; M è la centrale generatrice della corrente elettrica, da cui partono gli alimentatori che raggiungono la distribuzione nei nodi di alimentazione della rete della città. Dalla distribuzione si staccano poi le varie derivazioni per le lampade.

b) Distribuzione indiretta.

Gli apparecchi utilizzatori non sono direttamente connessi ai generatori; ma ricevono la corrente attraverso apparecchi che separano i due circuiti e che talora ne trasformano le costanti elettriche.

Sistema ad accumulatori. — Secondo questo sistema, per corrente continua, la generatrice M è inserita direttamente su di una batteria di accumulatori; dalla batteria si stacca il circuito degli apparecchi utilizzatori.

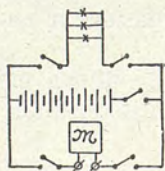


Fig. 153. — Distribuzione con batteria di accumulatori.

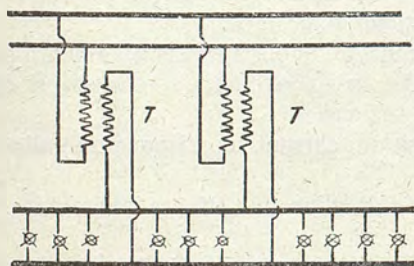


Fig. 154. — Distribuzione con trasformatori monofasi.

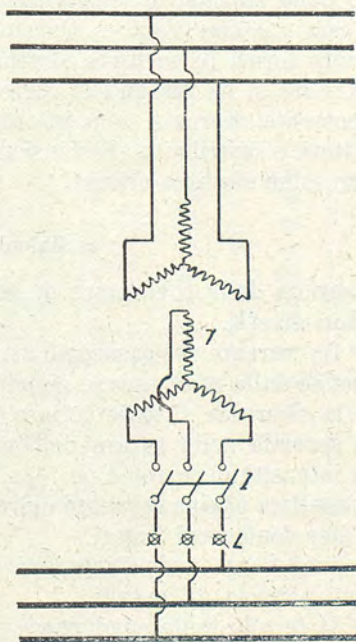


Fig. 155. — Distribuzione con trasformatori trifasi.

La figura 153 ne rappresenta lo schema, secondo la disposizione indicata e colla manovra degli interruttori corrispondenti.

1° La dinamo può caricare la batteria di accumulatori senza mandare corrente al circuito esterno;

2° la dinamo può alimentare direttamente il circuito esterno;

3° la batteria scaricandosi può dare corrente al circuito utilizzatore;

4° la macchina e la batteria possono alimentare insieme in parallelo il circuito esterno.

Questa e altre disposizioni analoghe sono largamente usate in questi impianti, dove è conveniente di accumulare energia nelle ore della giornata di piccolo carico, per erogarla nelle ore di massimo consumo, ovvero dove occorre di avere una riserva per sostituire la dinamo in caso di mancato suo funzionamento.

Sistema a trasformatori. — Questo sistema relativo alla corrente alternata è il sistema fondamentale per la trasmissione dell'energia elettrica a grande distanza. La corrente elettrica prodotta nella centrale viene, mediante trasformatori survolatori, aumentata di tensione, e ridotta di intensità, per modo che la trasmissione a grande distanza di grandi potenze si possa fare con limiti pratici di perdite e di sezione di conduttori.

Nel punto di utilizzazione la corrente è nuovamente portata al potenziale di utilizzazione, mediante trasformatori riduttori.

La figura 154 mostra lo schema di una distribuzione indiretta con trasformatori monofasi, e con circuito secondario in parallelo.

La figura 155 indica lo schema di una distribuzione a corrente alternata trifase con trasformatori riduttori.

Il sistema a trasformatori si usa per la distribuzione ad alimentatori e distributori collocando nei vari punti di alimentazione i trasformatori riduttori, ovvero facendo delle stazioni di trasformazione da cui partono i vari alimentatori.

Sistema a convertitori. — Questo sistema è usato per trasmettere l'energia elettrica, sotto forma di corrente alternata trifase ad alta tensione in un punto di utilizzazione, dove si ha bisogno di corrente continua.

La corrente alternata viene ivi trasformata in corrente continua, mediante i gruppi convertitori, e distribuita alla tensione più conveniente. Il sistema è largamente usato per la trazione elettrica urbana.

e) Calcolo delle condutture.

Le sezioni delle condutture di una distribuzione si possono calcolare partendo da due criteri diversi.

1° La corrente nel passaggio attraverso un conduttore produce un riscaldamento, che dipende dalla resistenza, e quindi dalla sezione della linea.

Per la sicurezza si deve evitare che il conduttore subisca un riscaldamento eccessivo: a seconda della natura dell'ambiente che circonda questi conduttori, si determina la intensità di corrente per ogni mmq. di sezione.

La tabella a pagina seguente indica l'intensità di corrente corrispondente alle varie sezioni per conduttori isolati.

Per linee aeree nude l'intensità massima di regime può essere aumentata, non essendovi pericolo di incendi.

2° Il calcolo delle condutture, secondo il criterio sopra indicato, non è ammissibile che in impianti di piccola importanza, dove le cadute di tensione nei conduttori non hanno importanza.

Nelle distribuzioni e nei trasporti di forza, le cadute di tensione nei vari tratti dei circuiti costituiscono perdite di energia ed influiscono sul funzionamento degli apparecchi di utilizzazione; si deve perciò procedere nel calcolo delle sezioni delle condutture per modo di ridurre queste cadute di tensione entro limiti praticamente convenienti.

Per reti caricate mediante motori e lampade, le massime cadute di tensione saranno nei punti estremi inferiori al 4 %, mentre negli impianti di distribuzione per sola forza motrice si può tollerare una differenza di tensione tra il primo e l'ultimo motore del 10 %. Per questi calcoli si possono seguire le seguenti regole.

Siano:

- W, energia da trasmettere in chilowatt;
- N, energia da trasmettere in cavalli-vapore;
- I, intensità della corrente nella linea in ampère;
- V, tensione all'origine in volt;
- L, lunghezza di ciascuno dei conduttori costituenti la linea in metri;
- S, sezione di ciascuno dei conduttori in millimetri quadrati;
- p, perdita % di energia nella conduttura;
- e, caduta di potenziale in volt;
- φ , ritardo di fase della corrente rispetto alla tensione.

Tabella XV. — Intensità massime di regime determinate recentemente dalla speciale Commissione della « Verband Deutscher Ingenieure ».

(Sopraelevazione della temperatura del conduttore su quella dell'ambiente = 25°).

| Sezione m/mq | Cavi isolati non sotterranei | Cavi sotterranei a corrente continua sino a 700 volt | CAVI SOTTERRANEI A CORRENTE ALTERNATA | | | | | | Cavi concentrici sino a 3000 volt |
|-----------------|------------------------------------|---|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------------|--------------|--------------|--|
| | | | Fino a 3000 volt | | | Fino a 10.000 volt | | | |
| | | | 2 conduttori | 3 conduttori | 4 conduttori | 2 conduttori | 3 conduttori | 4 conduttori | |
| 0,75 | 9 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,00 | 11 | 24 | — | — | — | — | — | — | — |
| 1,50 | 14 | 31 | — | — | — | — | — | — | — |
| 2,50 | 20 | 41 | — | — | — | — | — | — | — |
| 4,00 | 25 | 55 | 42 | 37 | 34 | — | — | — | — |
| 5,00 | 31 | 70 | 53 | 47 | 43 | — | — | — | — |
| 10,00 | 43 | 95 | 70 | 65 | 57 | 65 | 60 | 55 | 70 |
| 16,00 | 45 | 130 | 95 | 85 | 75 | 90 | 80 | 70 | 90 |
| 25,00 | 100 | 170 | 125 | 110 | 100 | 115 | 105 | 95 | 120 |
| 35,00 | 125 | 210 | 150 | 135 | 120 | 140 | 125 | 115 | 145 |
| 50,00 | 160 | 260 | 190 | 165 | 150 | 175 | 155 | 140 | 180 |
| 70,00 | 200 | 320 | 230 | 200 | 185 | 215 | 190 | 170 | 220 |
| 95,00 | 240 | 385 | 275 | 240 | 220 | 255 | 225 | 205 | 270 |
| 120,00 | 280 | 450 | 315 | 280 | 250 | 290 | 260 | 240 | 310 |
| 150,00 | 325 | 510 | 360 | 315 | 290 | 335 | 300 | 275 | 360 |
| 185,00 | 380 | 575 | 405 | 360 | 330 | 380 | 340 | 310 | 405 |
| 240,00 | 450 | 670 | 470 | 420 | 385 | — | — | — | 470 |
| 310,00 | 540 | 785 | 545 | 490 | 445 | — | — | — | 550 |
| 400,00 | 640 | 910 | 635 | 570 | — | — | — | — | 645 |
| 500,00 | 760 | 1035 | — | — | — | — | — | — | — |
| 625,00 | 880 | 1190 | — | — | — | — | — | — | — |
| 800,00 | 1050 | 1380 | — | — | — | — | — | — | — |
| 1000,00 | 1250 | 1585 | — | — | — | — | — | — | — |

1° *Corrente continua.* — Le formule seguenti valgono per circuiti semplici:A) Intensità I della corrente nella linea, data l'energia nel trasmettere e la tensione V :Se l'energia è espressa in chilowatt, detta questa W :

$$I = \frac{1000 W}{V}.$$

Se invece l'energia è espressa in cavalli-vapore, detta questa N :

$$I = \frac{736 N}{V}.$$

B) Caduta di tensione e in un conduttore, nota la sua resistenza R in ohm e l'intensità I della corrente che lo percorre:

$$e = R I.$$

C) Resistenza R di un conduttore, il quale essendo percorso da una corrente I dà una caduta di tensione e :

$$R = \frac{e}{I}.$$

D) Sezione S di un conduttore di rame di lunghezza L avente una resistenza R :

$$S = 0,018 \frac{L}{R}.$$

E) Sezione S da darsi ai conduttori di una linea di lunghezza L (la lunghezza totale dei conduttori sarà 2 L), attraversata da una corrente di intensità I, perchè in essa si abbia una data perdita e di tensione :

$$S = 0,018 \frac{2 L I}{e}.$$

Esempio. — Abbiassi da alimentare un gruppo di lampade alla distanza di metri 200 dal punto di derivazione. L'intensità della corrente necessaria per le lampade è di 30 ampère, la perdita di tensione ammissibile nella linea è di 4 volt. Si vuole la sezione del conduttore. Si ha:

$$L = 200 \quad I = 30 \quad e = 4$$

sostituendo:

$$\bar{S} = 0,018 \frac{2 \times 200 \times 30}{4} = 54 \text{ mm}^2.$$

F) Sezione S del conduttore della linea per il trasporto di energia ad una distanza L con una tensione V ed una caduta di tensione p % della tensione iniziale.

Se l'energia è espressa in chilowatt, detta questa W :

$$S = 3600 \frac{W L}{p V^2}.$$

Se invece l'energia è espressa in cavalli-vapore :

$$S = 2650 \frac{N L}{p V^2}.$$

Esempio. — Vogliasi la sezione S del conduttore per il trasporto di energia elettrica, a corrente continua, di 100 HP a 560 volt ad una distanza di 4 Km., essendo 80 % il rendimento.

Si ha :

$$N = 100 \quad L = 4000 \quad V = 560 \quad p = 20$$

sostituendo:

$$S = 2650 \frac{100 \times 4000}{20 \times 560^2} = 170 \text{ mm}^2.$$

2° *Corrente alternata monofase.* — Trascurando gli effetti dell'induzione e della capacità, le formole scritte precedentemente possono servire per le correnti alternate, nel qual caso però le lettere I e V indicano i valori efficaci rispettivamente della intensità della corrente e della tensione.

In generale però la corrente presenta un ritardo di fase rispetto alla tensione, ed allora si hanno le seguenti formole, nel caso di un circuito semplice formato da due fili che collegano la stazione generatrice colla ricevitrice.

A) Intensità I della corrente (valore efficace) nota l'energia da trasmettere, la tensione V ed il ritardo di fase φ della corrente rispetto alla tensione.

Se l'energia è espressa in chilowatt, detta questa W :

$$I = \frac{1000 W}{V \cos \varphi}.$$

Se invece l'energia è espressa in HP, detta questa N:

$$I = \frac{736 N}{V \cos \varphi}.$$

Esempio. — Si voglia avere l'intensità di corrente assorbita da un motore a corrente alternata della potenza di 20 HP ad una tensione di 500 volt, avendosi un $\cos \varphi$ di 0,8.

Si ha:

$$I = \frac{736 \times 20}{500 \times 0,8} = 37,$$

per collegare il motore colla linea principale, assegnando alla corrente una densità di 2 ampère per mm^2 , si dovrebbe avere un conduttore avente la sezione di:

$$\frac{1}{2} 37 = 18,5 \text{ mm}^2.$$

B) Sezione necessaria per avere una perdita p % di energia in una linea di lunghezza L, essendo φ il ritardo della corrente rispetto alla tensione.

Se l'energia da trasmettere è espressa in chilowatt, detta questa W:

$$S = 3600 \frac{W L}{p V^2 \cos^2 \varphi}.$$

Se invece è espressa in HP:

$$S = 2650 \frac{N L}{p V^2 \cos^2 \varphi}.$$

Esempio. — Vogliasi la sezione del conduttore per un trasporto di energia elettrica a corrente alternata monofase di 500 HP a 3000 volt ad una distanza di 8 Km. essendo 80 % il rendimento ed avendosi un $\cos \varphi$ di 0,7.

Si ha:

$$N = 500 \quad L = 8000 \quad V = 3000 \quad p = 20 \quad \cos \varphi = 0,7$$

risulta:

$$S = 2650 \frac{500 \times 8000}{20 \times 3000^2 \times 0,7^2} = 120 \text{ mm}^2.$$

3° *Corrente trifase.* — Circuito semplice formato da 3 conduttori colleganti la stazione generatrice colla ricevitrice.

A) Intensità I della corrente in ciascun conduttore, nota la energia da trasmettere, la tensione fra due qualunque dei tre fili ed il $\cos \varphi$.

Se l'energia è espressa in chilowatt, detta questa W:

Si ha:

$$I = \frac{1000 W}{V \sqrt{3} \cos \varphi}.$$

Se invece l'energia è espressa in HP:

Si ha:

$$I = \frac{736 N}{V \sqrt{3} \cos \varphi}.$$

Esempio. — Vogliasi avere la sezione del conduttore per il collegamento di un motore trifase di 20 HP a 500 V avendosi un $\cos \varphi$ di 0,8.

Si ha:

$$I = \frac{736 \times 20}{500 \sqrt{3} \cdot 0,8} = 21,3$$

assumendo una densità di 2 ampère per mm^2 , la sezione di ciascun conduttore dovrà essere di 11 mm^2 .

B) Sezione del conduttore necessaria per avere una perdita $p \%$ in una linea di lunghezza L , nella quale si trasporta una energia W ad una tensione V con un ritardo di fase φ della corrente.

Se l'energia è espressa in chilowatt, detta questa W :

$$S = 1800 \frac{W L}{p V^2 \cos^2 \varphi}.$$

Se invece l'energia è espressa in HP, detta questa N :

$$S = 1325 \frac{N L}{p V^2 \cos^2 \varphi}.$$

Esempio. Vogliasi la sezione del conduttore per un trasporto di energia elettrica a corrente trifase di 2500 HP a 10 000 volt ad una distanza di 30 Km. essendo di 80 % il rendimento e 0,7 il $\cos \varphi$.

Si ha:

$$N = 2500 \quad L = 30\,000 \quad V = 10\,000 \quad p = 20 \quad \cos \varphi = 0,7$$

sostituendo:

$$S = 1325 \frac{2500 \times 30\,000}{20 \times 10\,000^2 \times 0,7^2} = 102 \text{ mm}^2$$

la linea sarà quindi costituita di 3 conduttori, avente ciascuno la sezione di 102 mm^2 .

B. Apparecchi ed accessori relativi alla distribuzione.

a) Valvole.

Allo scopo di proteggere le condutture e le macchine da sopraccarichi di corrente che possono danneggiarne il materiale e comunicare l'incendio nei locali attraversati, vengono collocate in corrispondenza degli apparecchi generatori ed utilizzatori le valvole, costituite da lamine o fili di materiali conduttori facilmente fusibili sotto l'azione del calore sviluppato dalla corrente.

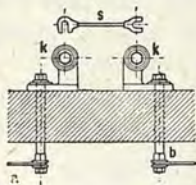


Fig. 156. — Valvola fusibile.

Le valvole debbono essere proporzionate per modo da fondere per una intensità di corrente di poco superiore alla massima intensità che può attraversare il circuito da proteggere; devono avere un punto di fusione determinato con una approssimazione di almeno il 10 %, non devono proiettare materie fuse, nè dare luogo a fiammate, devono essere facilmente ricambiabili.

La forma più semplice di valvole è quella della fig. 156, relativa ad una valvola unipolare a bassa tensione.

Il circuito elettrico fa capo a due morsetti k montati su una base isolante; tra questi morsetti è fissato, mediante attacco a vite, il corpo fusibile s , formato da un

filo di argento calibrato, ovvero da lamine di materiale di cui si conosce esattamente il punto di fusione in funzione della intensità di corrente, ordinariamente una lega di piombo e antimonio.

La intensità di corrente per cui si devono proporzionare le valvole è, secondo il *Verband Deutscher Elektrotechniker*, la seguente:

Tabella XVI. — Intensità di corrente per la fusione delle valvole.

| Sezione della conduttura in mm ² | Intensità normale di corrente in ampère | Intensità di corrente per la fusione della valvola ampère | Sezione della conduttura in mm ² | Intensità normale di corrente in ampère | Intensità di corrente per la fusione della valvola ampère |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,5 | 6 | 12 | 50 | 100 | 200 |
| 2,5 | 10 | 20 | 70 | 130 | 260 |
| 4 | 15 | 30 | 95 | 165 | 330 |
| 6 | 20 | 40 | 120 | 200 | 400 |
| 10 | 30 | 60 | 150 | 235 | 470 |
| 16 | 40 | 80 | 185 | 275 | 550 |
| 25 | 60 | 120 | 240 | 330 | 660 |
| 35 | 80 | 160 | — | — | — |

Si hanno regole molto diverse per calcolare la sezione delle lamine fusibili che fondono per la suddetta intensità di corrente.

L'ing. Piazzoli, nel suo Manuale, indica che come regola grossolana i fili di piombo e di lega di stagno e piombo debbono avere lo stesso diametro del conduttore di rame da proteggere.

Più esatta è la seguente tabella:

Tabella XVII. — Lastrine fusibili Siemens-Halske

(Piombo. 1 mm. di spessore).

| Ampère | Larghezza della lastra mm. | Lunghezza della lastra mm. | Ampère | Larghezza della lastra mm. | Lunghezza della lastra mm. |
|--------|----------------------------|----------------------------|--------|----------------------------|----------------------------|
| 6 | 1 | 45 | 51 | 8,5 | 65 |
| 9 | 1,5 | » | 54 | 9 | » |
| 12 | 2 | » | 57 | 9,5 | » |
| 15 | 2,5 | » | 60 | 10 | » |
| 18 | 3 | » | 66 | 11 | » |
| 21 | 3,5 | » | 72 | 12 | » |
| 24 | 4 | » | 78 | 13 | » |
| 27 | 4,5 | » | 84 | 14 | » |
| 30 | 5 | » | 90 | 15 | » |
| 33 | 5,5 | » | 96 | 16 | » |
| 36 | 6 | » | 102 | 17 | » |
| 39 | 6,5 | » | 108 | 18 | » |
| 42 | 7 | » | 114 | 19 | » |
| 45 | 7,5 | » | 120 | 20 | » |
| 48 | 8 | 65 | — | — | — |

I porta-valvole si costruiscono secondo modelli molto diversi per i vari usi a cui sono destinati.

Per installazioni interne e per piccole intensità di corrente vengono generalmente usati i tappi fusibili Siemens, i quali sono intercambiabili senza che il personale abbia contatto colla tensione di linea.

Nella sede di porcellana U, in fig. 157, fissata mediante le viti S_1 ed S_2 che servono pure come morsetti della linea da proteggere, entra il tappo fusibile P.

Questo tappo porta un filo fusibile d immerso in sostanze refrattarie e connesso dall'una parte ad un anello di contatto t , e dall'altra ad una madrevite m in cui si fissa la vite S_1 della sede fissa.

Questa ha nel fondo della sua cavità un anello di contatto r che fa adesione coll'anello t . Collocando a posto il tappo si stabilisce attraverso al filo fusibile

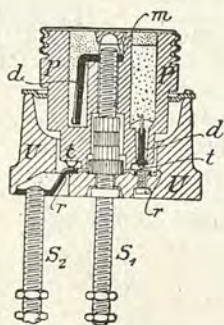


Fig. 157. — Valvola Siemens.



Fig. 158.
Valvola Edison.

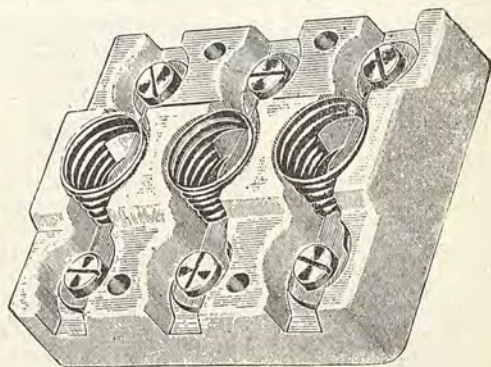


Fig. 159. — Sede per valvole Edison.

una comunicazione elettrica tra la vite S_1 e la vite S_2 , e quindi si inserisce la valvola nella conduttura. La corrente procede dalla vite S_2 all'anello r , a quello t del tappo, al filo fusibile d , segue alla madrevite m ed alla vite S_1 .

Queste valvole sono tarate per determinate intensità di corrente e portano sul loro bordo la indicazione della tensione e portata di funzionamento; il loro montaggio è poi combinato in modo che non è possibile di usare valvole tarate per intensità maggiore di quella a cui è destinato il circuito. Come è visibile nella fig. 157 i tappi hanno inferiormente un foro cilindrico allungato più o meno a seconda della intensità per cui sono tarati. Il bollone centrale in cui si fissa il tappo riceve un

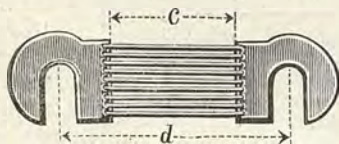


Fig. 160. — Valvola unipolare
a bassa tensione.

numero di anelli proporzionale alla intensità di corrente del circuito; ne risulta che il tappo non può penetrare a posto se la sua cavità non corrisponde al numero di anelli inflati sul bollone. Si possono introdurre i tappi per intensità minore, ma mai quelli per intensità maggiore.

Di forma diversa, ma di funzionamento analogo, sono le valvole Edison rappresentate nella fig. 158, in cui la sede fissa è formata mediante una madrevite Edison ed un contatto inferiore, isolati l'uno dall'altro; un tappo che si avvita nella madrevite e contiene la valvola stabilisce la comunicazione tra le due parti.

La fig. 159 mostra come queste valvole possono venire montate in numero vario su di uno zoccolo in porcellana.

Per i quadri delle macchine generatrici e dei motori, come di circuiti di molte lampade si usano valvole per maggiore intensità di corrente formate mediante parecchi fili fusibili messi in parallelo. La fig. 160 è relativa ad una valvola unipolare per corrente a bassa tensione.

Per circuiti ad alta tensione allo scopo di potere cambiare la valvola sotto tensione, ed evitare gli archi che si producono quando avviene la fusione del filo fusibile, questo è contenuto entro un tubo protettore di porcellana o di vetro (fig. 161).

Questi tubi si riempiono talora di materiali incombustibili come polvere di talco o di sabbia ovvero di olio. Per tensioni superiori a 5000 volt le valvole sono separate mediante setti isolanti e sono contenute entro cellule a pareti di marmo o di cemento.

Le valvole ad alta tensione vengono levate e rimesse a posto mediante pinze di legno di costruzione speciale che si maneggiano usando guanti di gomma e sono messe a terra in corrispondenza della impugnatura (fig. 162).

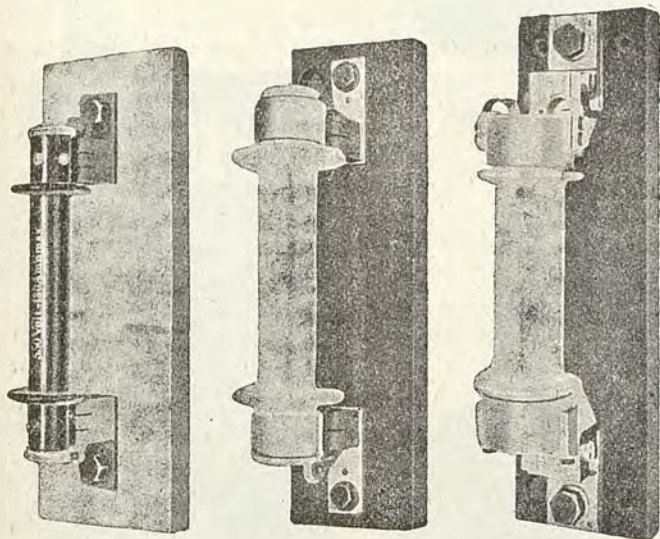


Fig. 161. — Valvole protette da tubi.

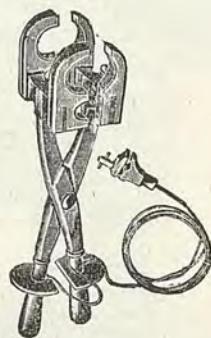


Fig. 162.
Pinza speciale di legno.

Le valvole vengono collocate in corrispondenza della origine delle condutture presso i generatori, in corrispondenza delle derivazioni delle condutture secondarie e prima degli apparecchi utilizzatori.

Tutti i fili delle linee debbono essere protetti mediante valvole, fatta eccezione del filo neutro nei sistemi a corrente continua a tre fili ed a corrente alternata trifase a quattro fili.

b) Interruttori.

Gli interruttori vengono usati in corrispondenza dei generatori e degli apparecchi utilizzatori per stabilire od interrompere il contatto dei circuiti e degli apparecchi colla sorgente della corrente.

Gli interruttori a seconda del circuito a cui sono applicati possono distinguersi in tre categorie:

α) Interruttori a bassa tensione per piccola intensità di corrente.

Questi interruttori, usati specialmente per lampade ad incandescenza, sono ordinariamente unipolari.

Il loro funzionamento è a scatto, per modo da rompere bruscamente l'arco che tenderebbe a formarsi all'apertura del circuito, e tutte le parti in tensione sono protette mediante coperchi isolanti affine di evitare incendi ed infortuni. La manovella di manovra è formata di materiale isolante, porcellana, ebanite o fibra.

La fig. 163 mostra uno di questi interruttori in cui mediante una chiave in ebanite si produce la rotazione di due contatti metallici che nella posizione di chiusura del circuito aderiscono contro due molle di rame unite alle estremità del circuito

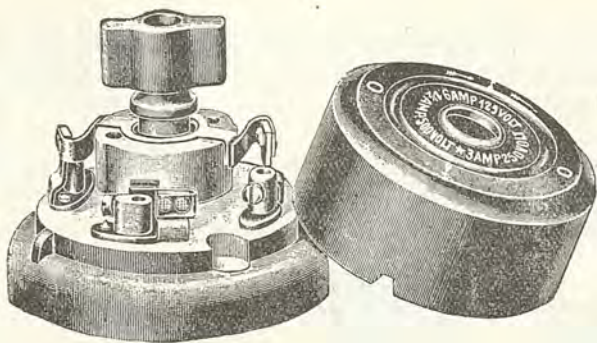


Fig. 163. — Interruttore per piccole intensità.

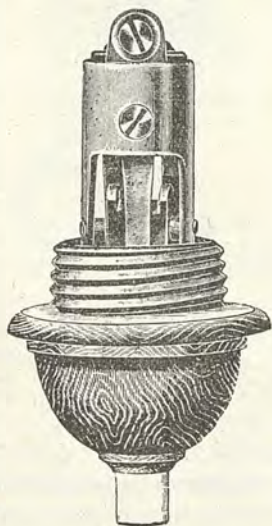
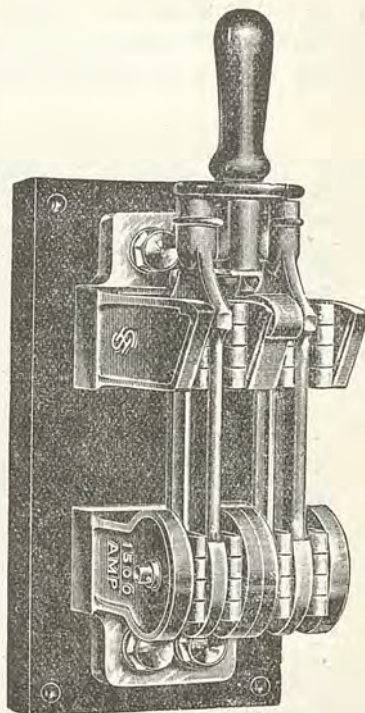


Fig. 164. — Interruttore a pera.

Fig. 165.
Interruttore a scatto.Fig. 166. — Interruttori aperti
con contatto a leva.

da comandare. Per circuiti di lampade gli interruttori unipolari vengono alcune volte per maggiore comodità combinati mediante pere e cordoncini flessibili come illustra la fig. 164.

β) Interruttori a bassa tensione, per media e grande intensità di corrente.

Comprendiamo in questa classe gli interruttori per circuiti fino a 500 volt e per intensità di corrente maggiori di 10 ampère. Questi interruttori applicati ai circuiti delle dinamo o di molte lampade o di motori elettrici, debbono colla loro apertura staccare completamente dalla linea principale l'apparecchio, e perciò sono sempre del tipo bipolare se per corrente continua o monofase, e del tipo tripolare per corrente trifase.

I fili neutri connessi a terra non vengono interrotti insieme ai fili di linea, ma sono muniti di speciali interruttori unipolari. Per comando di lampade negli interni domestici, come di motori di piccola potenza, in stabilimenti tessili dove importa di evitare il contatto di oggetti esterni colle parti metalliche dell'interruttore, si formano detti interruttori in modo analogo a quello descritto per la categoria α), con manovra a scatto, e protezione con scatole isolanti od isolate. Questi interruttori di maggiore dimensione hanno, generalmente, una chiave di comando di materiale isolante con indicazione della posizione di apertura e di chiusura (fig. 165).

Per circuiti di maggiore intensità di corrente, e dove gli interruttori sono collocati sopra apposito quadro di distribuzione si usano interruttori aperti con contatti a leva, come quello indicato nella fig. 166.

Questi interruttori debbono essere del tipo a scatto, con un rapido spegnimento dell'arco di apertura, debbono essere bene proporzionati nelle loro dimensioni per la intensità di corrente di funzionamento, circa $\text{mm}^2 2 \div 3$ per ogni ampère e non debbono offrire pericolo nella loro manovra.

Per tensioni maggiori di 500 volt è buona pratica di proteggere le parti metalliche mediante una scatola di materiale isolante, che permette di manovrare l'interruttore evitando contatti colle parti in tensione (fig. 167).

γ) Interruttori ad alta tensione.

Per circuiti ad alta tensione è necessario di ricorrere a speciali disposizioni per evitare ed estinguere gli archi di apertura, come per isolare tra loro i poli, e per proteggere il manovratore da ogni eventualità di contatto con l'alta tensione.

Questi interruttori possono essere costruiti in modo che i contatti i quali si distaccano all'apertura del circuito siano foggianti a corna per modo che l'arco venga

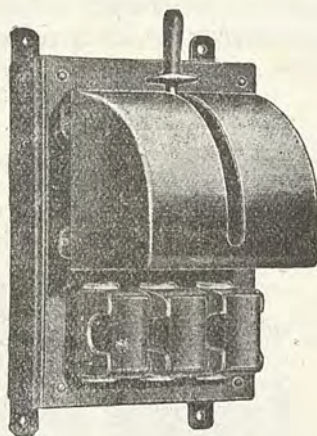


Fig. 167. — Interruttore protetto.

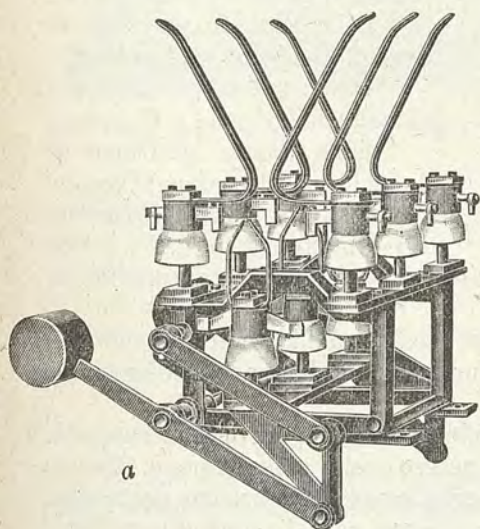


Fig. 168. — Interruttore tripolare a corna (aperto).

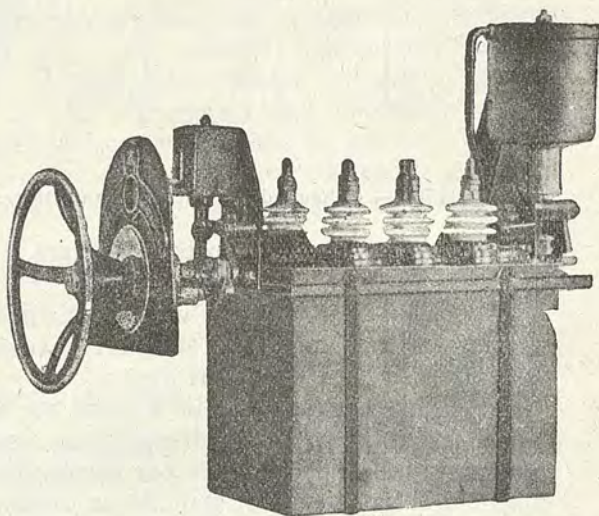


Fig. 169. — Interruttore in olio.

soffiato via dalle correnti d'aria provocate dal riscaldamento dovuto alla scintilla. Il comando a distanza può farsi mediante stanghe e leve (fig. 168).

È pure usato il sistema di interruttori in olio in cui i contatti sono contenuti in una scatola ripiena di olio minerale, che ha le proprietà di isolare bene le parti a tensione e di estinguere l'arco che tende a mantenersi tra i contatti.

Gli interruttori in olio (fig. 169) si costruiscono per tensioni molto elevate e sono normalmente usati nelle centrali per la grande sicurezza che presentano. Il loro comando a distanza si effettua con congegni meccanici, ovvero mediante l'azione

di elettromagneti in cui si dirige la corrente da un punto qualsiasi del quadro di distribuzione. L'azione rapida del distacco viene ottenuta mediante molle.

Gli interruttori possono essere automatici, cioè aprirsi per azione di un elettromagnete nel caso di un massimo della corrente e così sostituire con vantaggio le valvole. Gli interruttori automatici possono pure regolarsi per scatto a corrente nulla o ad inversione di corrente.

c) Commutatori.

Nelle distribuzioni oltre a interrompere i circuiti è necessario talora di commutarli per modo da azionare apparecchi diversi; servono a questo scopo i commutatori.

Nella fig. 170 abbiamo rappresentato vari schemi di circuiti elettrici con commutatori ed interruttori in cui col segno X si indicano le lampade di varia potenza inserite nei circuiti.

Lo schema A si riferisce ad un semplice interruttore con cui si accendono o si spengono le lampade inserite in derivazione nei due fili di linea. Lo schema B è

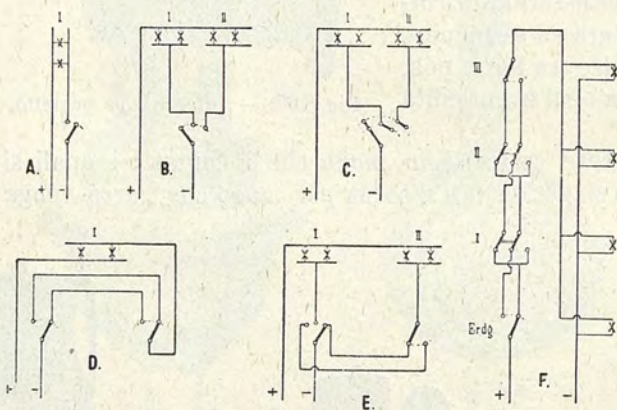


Fig. 170. — Schemi di circuiti a commutatore.

relativo ad un commutatore mediante il quale si possono accendere alternativamente due gruppi di lampade I o II. Il commutatore dello schema C serve a stabilire le seguenti condizioni:

Nella prima posizione a sinistra tutte le lampade spente;
nella seconda posizione le lampade del gruppo I accese;
nella terza posizione le lampade dei gruppi I e II accese;
nella quarta posizione le lampade del solo gruppo II accese.

Questo sistema di commutatori è molto usato nelle sale e

nei teatri dove è utile di potere regolare il numero delle lampade contemporaneamente accese.

Lo schema D di circuiti, usato specialmente per scale, corridoi, e grandi ambienti dà modo di accendere o di spegnere a volontà un gruppo di lampade mediante due interruttori collocati in punti diversi.

La connessione indicata in E serve per accendere due gruppi diversi di lampade, ma in modo che uno solo di essi possa essere acceso nello stesso tempo. Questo schema è usato specialmente per camere di albergo, e per illuminazione domestica, nel caso in cui essendosi stabilito un contratto a *forfait* non si possano mantenere accese contemporaneamente che un certo numero di lampade.

La disposizione dello schema F è adatta per la illuminazione delle scale, poichè dà modo di potere accendere e spegnere da ciascuno dei pianerottoli le lampade per la illuminazione della scala. Questo è ottenuto collocando in corrispondenza del piano terreno e dell'ultimo piano un commutatore unipolare a due vie, e in corrispondenza dei singoli pianerottoli commutatori bipolari a due vie. Uno dei poli della linea viene messo in comunicazione delle lampade, mentre l'altro polo passa per i commutatori di accensione e di spegnimento.

I commutatori per impianti interni sono di costruzione analoga agli interruttori, hanno però quel maggior numero di contatti che si richiede per la commutazione (fig. 171).

I commutatori usati per commutare nei circuiti elettrici dinamo e motori sono analoghi per costruzione agli interruttori usati per le stesse macchine, ma invece di una sola serie di contatti si hanno due posizioni in cui possono venire i coltelli comandati mediante la leva di manovra. Il circuito da commutare fa ordinariamente capo ai coltelli mobili dell'interruttore, che a seconda della posizione che vengono ad occupare inseriscono il circuito nell'una o nell'altra linea. Questi commutatori riescono specialmente utili nelle centrali elettriche dove occorre spesso di sostituire l'una all'altra le dinamo funzionanti sulla stessa linea che esce dalla centrale.

I commutatori debbono corrispondere alle stesse condizioni di funzionamento degli interruttori e che abbiamo sopra indicate.

Prese di corrente. — Negli impianti domestici è utile di poter usare in vari

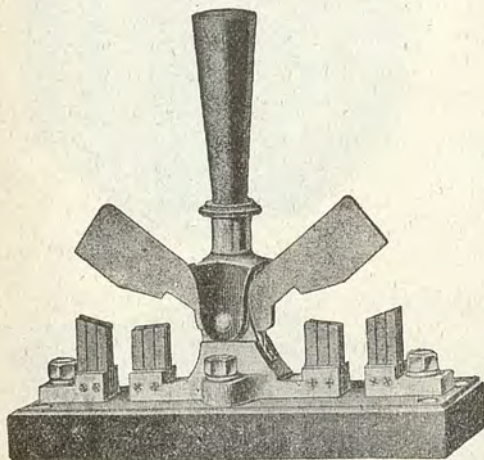


Fig. 171. — Commutatore unipolare.

Queste prese consistono in due parti, l'una fissa formata da una base isolante che contiene due contatti cilindrici, in cui si possono infilare due spine portate da un manico isolante e che costituiscono la parte mobile. Dette spine sono mantenute in sede con un contatto a molla.

Queste prese di corrente debbono evitare ogni possibilità di contatto colle parti in tensione; il loro uso è limitato ai circuiti a bassa tensione e per piccola intensità di corrente.

d) Apparecchi di misura.

Per conoscere e rilevare i fattori della potenza di un circuito elettrico si usano apparecchi di misura che vengono chiamati:

| | |
|-------------|--|
| Amperimetri | per la misura della intensità di corrente. |
| Voltimetri | > > della tensione. |
| Wattimetri | > > della potenza elettrica. |

α) Amperimetri.

Gli apparecchi per la misura dell'intensità di corrente, possono fondarsi su due principii diversi:

a) Sull'azione del campo magnetico creato dalla corrente su di un magnete. Si hanno due classi di simili apparecchi. Nell'una si usa una spirale mobile percorsa dalla corrente e collocata nel campo magnetico di un magnete permanente; una molla agisce sull'equipaggio mobile con una coppia resistente. Il campo del magnete per-

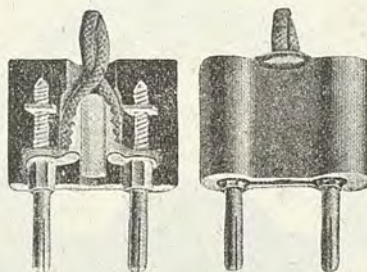


Fig. 172. — Presa di corrente a spire.

locali apparecchi trasportabili quali lampade e ventilatori; a questo scopo si usano le cosiddette prese di corrente di cui nella fig. 172 si ha un tipo bipolare.

manente agisce sul campo magnetico della corrente e mette in rotazione la spirale mobile i cui movimenti proporzionali all'intensità di corrente sono indicati da una lancetta che si muove su di una scala graduata in ampère (fig. 173).

Le figure 174, 175 mostrano la formazione interna e la vista esterna di un amperimetro della *Weston Co.* di Berlino. Sono visibili la spirale mobile, i poli del magnete permanente, la molla e l'indice. Questi apparecchi hanno il movimento dell'equipaggio mobile ammorzato con convenienti resistenze di attrito, affine di dare indicazioni precise e rapide.

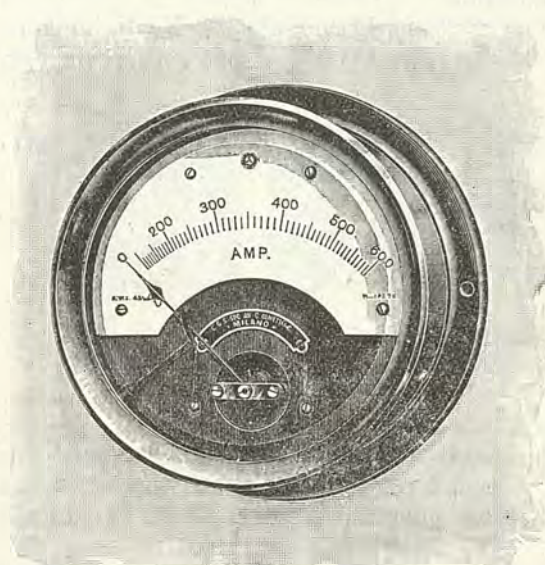


Fig. 173. — Amperimetro.

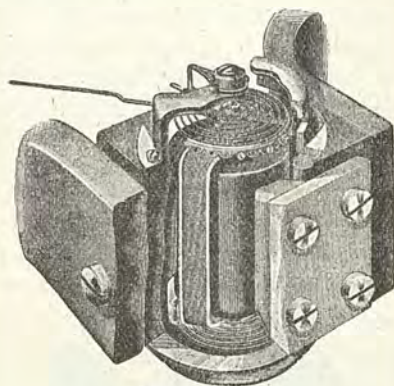


Fig. 174.



Fig. 175.

Fig. 174 e 175. — Amperimetro della *Weston Co.* di Berlino.

Nell'altra classe di apparecchi la spirale percorsa dalla corrente è fissa, e nel campo da essa generato si ha un magnete permanente mobile, la cui orientazione dipende dall'azione del campo magnetico della corrente da misurare. Anche in questi apparecchi l'azione di una molla reagisce contro lo spostamento della parte mobile e un indice segna l'intensità di corrente in ampère.

b) Sul riscaldamento che un filo resistente subisce per il passaggio della corrente. Detto filo riscaldandosi si dilata e può dare indicazioni sull'intensità della corrente che lo attraversa, quando queste dilatazioni siano con speciali disposizioni meccaniche trasmesse ad un indice. Questi apparecchi, detti termici, sono largamente usati per scopi industriali.

Per la misura di grandi intensità di corrente si manda negli amperimetri solo una frazione della corrente da misurare, che stia con questa in un determinato rapporto, mediante i cosiddetti *shunt* che si fondano sulla legge delle correnti derivate.

Gli amperimetri sono sempre collocati in serie nel circuito da misurare.

β) Voltimetri.

La costruzione dei voltimetri è fondata sugli stessi principii di quella degli amperimetri, in quanto che per la legge di Ohm, l'intensità di corrente che percorre

una resistenza determinata è proporzionale alla tensione applicata agli estremi di questa resistenza.

Collocando in derivazione sui fili di linea un apparecchio analogo ad un amperimetro, ma di grande resistenza interna, le sue indicazioni sono proporzionali alla tensione del circuito e possono leggersi in *volt*.

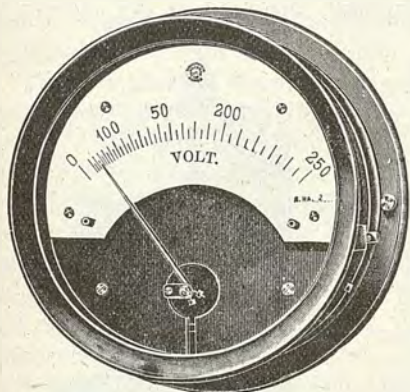


Fig. 176. — Voltmetro termico.

La fig. 176 è relativa ad un voltmetro termico da quadro di costruzione della Società Anonima C. G. S. di Milano.

Per misure di tensioni elevate si ricorre a *riduttori* costituiti da resistenze in serie col voltmetro ed a *trasformatori* di tensione.

Nella fig. 177 è rappresentato schematicamente il modo di inserire in un circuito elettrico i suddetti apparecchi. A è l'amperimetro col suo *shunt*, ed S il voltmetro col riduttore.

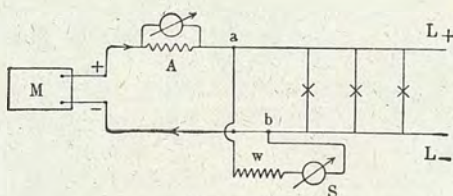


Fig. 177.

γ) Wattimetri.

Sono apparecchi che misurano la potenza del circuito, dando indicazioni proporzionali al prodotto dei volt per gli ampère; il loro funzionamento è basato sulla azione reciproca di una spirale messa in serie e di una messa in derivazione nel circuito da controllare.

La fig. 178 è relativa ad un wattimetro registratore della C. G. S. In questa figura sono visibili le due spirali, di cui una fissa ed una mobile. Mediante speciali congegni elettrici e meccanici i movimenti dell'indice dell'apparecchio sono riprodotti graficamente su di una striscia di carta che si sposta nel senso longitudinale per modo che ne risulta un diagramma che indica le variazioni della potenza del circuito lungo un certo intervallo di tempo.

Altri speciali apparecchi funzionano da indicatori delle altre costanti dei circuiti elettrici.

δ) Contatori.

Per la misura della quantità d'energia elettrica che attraversa un circuito si usano i contatori. Tali contatori consistono essenzialmente in un motorino, la cui armatura entra in rotazione per l'azione della corrente del circuito, in un sistema ammortizzatore che costituisce la coppia resistente, ed in un registratore del numero dei giri dell'armatura del motore.

Nella fig. 179 è rappresentato un contatore per corrente continua. Il campo di eccitazione del motorino è formato da due spirali attraversate da tutta la corrente del circuito. L'armatura è formata da un avvolgimento a gomitolo di molte spire di filo sottile, ed è inserita in derivazione sulla linea.

L'asse verticale del motorino porta un disco di rame o di alluminio che rota fra i poli di un potente magnete permanente. Per la rotazione si inducono in questo disco delle correnti che reagiscono contro il movimento che le produce e quindi lo ammorzano.

La coppia motrice del motore e la coppia resistente del magnete sono così regolate, che il numero dei giri al secondo è proporzionale alla potenza del circuito, e

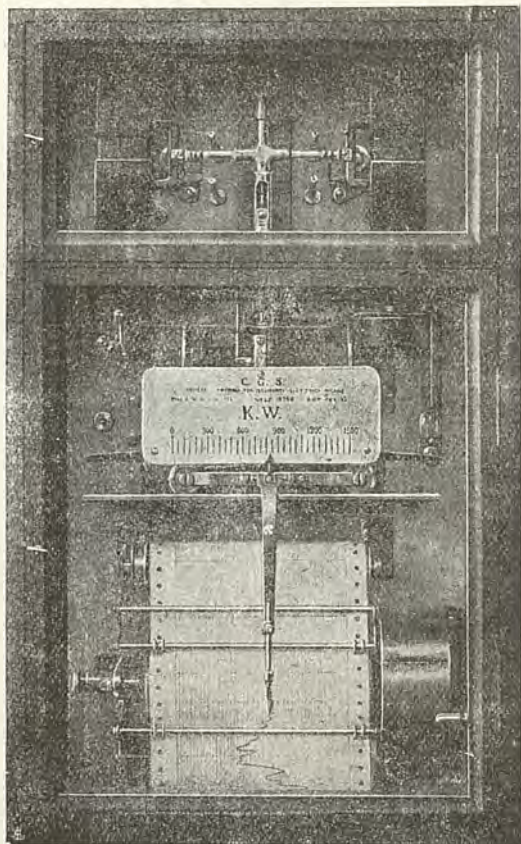


Fig. 178. — Wattimetro registratore.

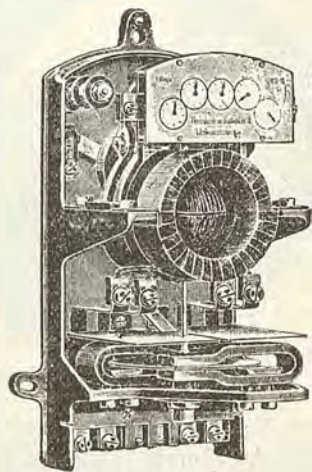


Fig. 179. — Contatore di energia.

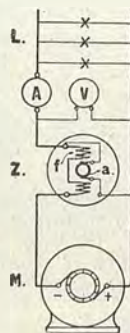


Fig. 180.

quindi il numeratore che totalizza il numero dei giri indica la quantità di watt-ora, che sono passati per il circuito in un certo intervallo di tempo.

L'apparecchio comincia a funzionare per una potenza di circa $0,5 \div 2\%$ del carico normale. Il consumo di energia del contatore non è di importanza sensibile.

La figura 180 rappresenta lo schema e la inserzione nel circuito del contatore descritto.

M è la dinamo, Z il contatore, f il campo di eccitazione del motore e a la sua armatura: è riconoscibile dallo schema l'inserzione dei due avvolgimenti. Con A si indica l'amperimetro con V il voltmetro e con L gli apparecchi utilizzatori rappresentati da lampade.

Si costruiscono pure contatori di corrente che indicano il numero degli ampère-ora assorbiti dal circuito utilizzatore, e contatori orari che segnano il tempo durante il quale l'apparecchio è stato attraversato dalla corrente.

e) Scaricafulmini.

Le linee elettriche sono soggette alle influenze atmosferiche per caduta di fulmini, e per sopraelevazione di tensione, dovute alla elettrizzazione delle nubi. Per proteggere le dinamo e gli apparecchi utilizzatori da fulminazioni provenienti dalle linee, vengono collocati gli scaricafulmini prima dell'ingresso delle linee entro gli edifici.

Gli scaricafulmini hanno per oggetto di opporre una grande resistenza al passaggio delle correnti di grande frequenza indotte dalle scariche atmosferiche, e di dare loro facile la via al passaggio a terra, dove si scaricano.

Consistono quindi essenzialmente in due parti: una avente l'ufficio di opporre un ostacolo alle correnti ad alta frequenza, costituita ordinariamente da una resistenza induttiva, e una avente l'ufficio di dar luogo ad una facile scarica esterna: di solito uno o più spazi di aria tra cui si produce l'arco di scarica.

Si hanno moltissimi tipi di scaricatori, che non possono essere considerati in questo compendio, se non nelle due forme più usate fra noi.

Lo scaricatore ordinario a corna (fig. 181) consiste in due fili metallici *h* piegati ad arco fissati su due isolatori; uno di questi fili è messo in derivazione sulla linea aerea *l*, mentre l'altro è connesso colla terra attraverso ad una conveniente resistenza. La linea aerea passa prima di arrivare alle macchine per una spirale di induzione *i* che oppone una grande impedenza al passaggio delle correnti atmosferiche, le quali trovano più facile la via a scaricarsi a terra attraverso lo spazio di aria interposto fra le corna dello scaricatore.

Le corna hanno l'ufficio di rompere gli archi, per la tendenza che questi hanno di portarsi sulle estremità delle corna in causa del soffio prodotto dal riscaldamento dell'aria.

La distanza compresa tra i corni deve essere regolata secondo la tensione di esercizio della linea, e valgono in proposito le seguenti tabelle:

Tabella XVIII. — Distanze esplosive per scaricafulmini a corna collocati nell'interno.

| | | | | | | |
|--------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tensione di esercizio volt | 2000 | 40000 | 16000 | 20000 | 24000 | 33000 |
| Distanza esplosiva minima . . . mm. | 3 | 5 | 9 | 12 | 15 | 23 |

Tabella XIX. — Distanze esplosive per scaricafulmini a corna collocati all'esterno.

| | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tensione di esercizio volt | 5000 | 8000 | 10000 | 16000 | 20000 | 24000 | 33000 |
| Distanza esplosiva minima . . mm. | 6 | 10 | 13 | 25 | 40 | 70 | 160 |

Un tipo di scaricatore che si è dimostrato specialmente efficace per il modo razionale con cui sono realizzati i due uffici di ogni protettore di linee contro le scariche atmosferiche è il parafulmine in serie dell'ing. Gola.

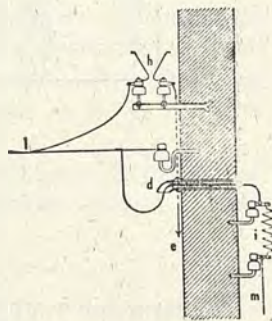


Fig. 181. — Scaricafulmine a corna.

Questo parafulmine consiste essenzialmente in un apparecchio che per la sua natura costituisce una impedenza insormontabile alle correnti ad alta frequenza, e provoca per le sue costanti le condizioni più favorevoli per la scarica a terra di tali correnti coi sistemi ordinari.

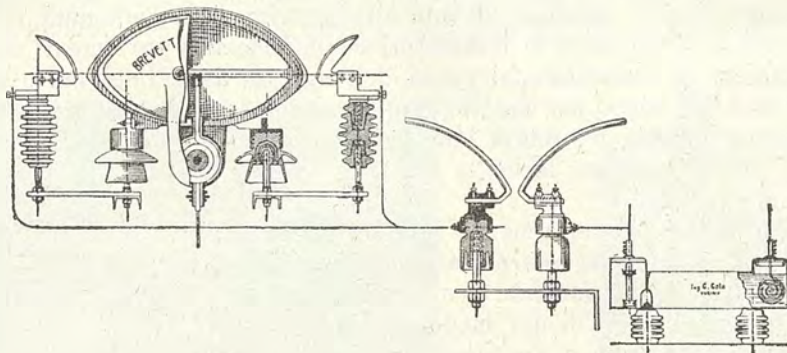


Fig. 182. — Scaricafulmine Gola.

L'apparecchio è rappresentato nella fig. 182, ed è formato da un solido in materiale magnetico, diviso in due parti mediante un diaframma di metallo non magnetico, connesso ad una spirale percorsa dalla corrente di linea che eccita magneticamente le due parti dell'apparecchio.

La linea viene connessa al solido magnetico e le macchine alla spirale, per modo che le correnti indotte nella linea dalle condizioni atmosferiche incontrano il materiale magnetico saturato, il diaframma ed il brusco cambiamento di sezione e la spirale stessa in corrispondenza dell'attacco della spirale. In queste condizioni, tali correnti incontrano un ostacolo e sono condotte a scaricarsi a terra, attraverso uno spazio d'aria a corna collocato di fianco all'apparecchio.

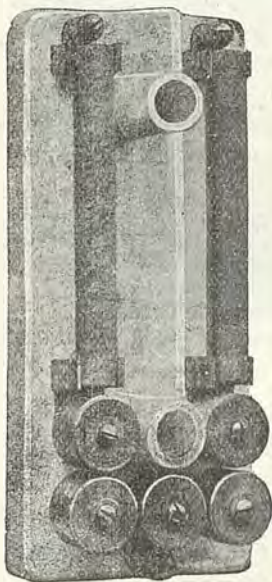


Fig. 183.
Scaricafulmine Wurtz.

Largamente diffusi sono pure gli scaricafulmini a rulli Wurtz. Essi consistono in una serie di rulli muniti sulla loro superficie di punte, che vengono collocati ad una piccola distanza l'uno dall'altro (0,7 mm.) (fig. 183). Il primo di questi rulli è connesso alla linea da proteggere, l'ultimo va alla terra per mezzo di una conveniente resistenza di carborundum. Quando si ha nella linea una sopraelevazione di tensione, questa si scarica a terra per mezzo di piccoli archi che si stabiliscono tra i vari rulli.

f) Linee e materiale relativo.

Condutture aeree. — Il materiale usato per le condutture è ordinariamente il rame trafilato a sezione circolare. Si usano conduttori a sezione massiccia per diametri inferiori a 8 mm., mentre per diametri superiori si usano più fili cordati insieme.

Invece del rame si usa alcune volte il bronzo fosforoso, che ha una maggiore resistenza meccanica, ovvero l'acciaio.

In questi ultimi anni si è venuto estendendo l'uso dei conduttori di alluminio per le linee aeree. Chiamando 1 il peso specifico dell'alluminio, il peso specifico del rame è 3,33; la conduttività dell'alluminio è circa 62 essendo 97 quella del rame; ne risulta quindi che a parità di conduttività ad una sezione 1 di rame deve cor-

rispondere una sezione 1,56 di alluminio e tenuto conto dei pesi specifici, il conduttore di alluminio pesa il 47 % meno del conduttore di rame.

Poichè la resistenza alla trazione dell'alluminio è la metà di quella del rame, dato il diverso peso di unità di lunghezza e l'aumento di sezione, il conduttore di alluminio si trova press'a poco nelle stesse condizioni del filo di rame per formare le catenarie tra palo e palo.

La questione sta tutta nel prezzo; si potrà avere la parità del prezzo quando il conduttore di rame costi per unità di peso il 47 % del prezzo del conduttore di alluminio, ed attualmente i prezzi del mercato oscillano appunto intorno a questi rapporti; ma il giorno in cui i metodi di produzione dell'alluminio non saranno più brevettati, e saranno più semplici ed economici, le linee di alluminio saranno adottate perchè condurranno ad una notevole economia d'impianto, permettendo una maggiore distanza tra i pali e rendendo possibile l'adozione di pali in legno, là dove una linea di rame richiederebbe un'armatura di ferro.

Le linee aeree tese tra pali e mensole debbono essere calcolate in considerazione della loro resistenza meccanica contro l'azione della tensione dovuta al peso ed alla pressione del vento.

Per questo calcolo valgono le seguenti formole generali:

a è la portata in metri;

f la saetta in metri;

S la sezione resistente del conduttore in mm^2 ;

k il carico di rottura del materiale usato in Kg. per mm^2 ;

γ il coefficiente di sicurezza adottato.

$t = \frac{k S}{\gamma}$ la tensione totale ammissibile in Kg. in corrispondenza dei punti d'attacco;

d diametro in mm. del conduttore;

p pressione del vento per m^2 , ordinariamente 100 Kg. per tener conto pure del sopraccarico della neve;

$P = 0,0006 \times p \times d$ la pressione complessiva del vento in Kg. per metro lineare di conduttore;

W peso in Kg. per ml. del conduttore;

$w = \sqrt{W^2 + P^2}$ la tensione risultante dovuta al peso del conduttore ed al vento;

α il coefficiente di dilatazione lineare;

avremo che:

la saetta, nota la tensione agli attacchi, è

$$f = \frac{a^2 w}{8 t};$$

la tensione totale agli attacchi, nota la saetta

$$t = \frac{a^2 w}{8 f};$$

la lunghezza in metri per una portata a ed una saetta f

$$l = a + \frac{8}{3} \frac{f^2}{a}.$$

Lunghezza in metri assunta dal filo per un aumento di t° cent. della temperatura

$$l^1 = l(1 + \alpha t).$$

Nuova saetta in metri corrispondente alla nuova lunghezza l'

$$f = \sqrt{\frac{3a(l'-a)}{8}}$$

Per l'applicazione di queste formole si deve tener conto dei seguenti coefficienti:

| | α | K |
|------------------------|-----------|-----|
| Rame duro | 0,0000172 | 40 |
| Rame ricotto | 0,0000172 | 25 |
| Ferro | 0,0000124 | 40 |
| Acciaio | 0,0000124 | 100 |

Le condutture aeree vengono sostenute mediante isolatori fissati su pali o mensole. Gli isolatori si costruiscono di porcellana, di vetro, di terre cotte speciali, e di altri materiali isolanti. Il tipo più diffuso è quello di porcellana, usato così per impianti a bassa tensione come per impianti ad alta tensione.

La fig. 184 indica la forma ed il modo di montaggio di un isolatore a campana

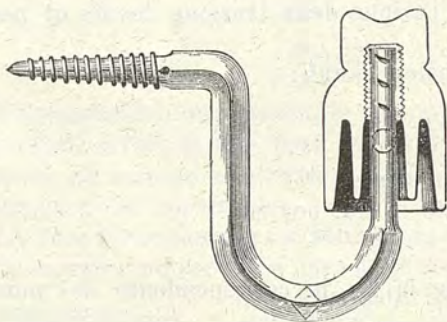


Fig. 184. — Isolatore a doppia campana (Sezione).

si uniscono al ferro dei portaisolatori mediante mastice formato di litargirio e di glicerina, ovvero con guarnizione di canapa e di stoppa.

La fig. 185 dà esempio di un isolatore per ingresso delle linee nell'interno degli edifici. Questi isolatori detti a pipetta, sono formati da un tubo isolante e da una imboccatura rovesciata che impedisce l'accesso dell'acqua nel locale, mentre dà passaggio al conduttore.

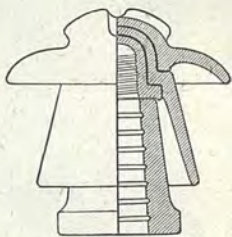


Fig. 186. — Isolatore Ginori.

Per linee ad alta tensione si usano isolatori speciali a più campane, per diminuire la possibilità di derivazioni, sviluppando una superficie molto ampia tra il gambo dell'isolatore e la linea, e si formano in più parti smaltate e unite insieme approfittando della maggiore resistenza alla perforazione che ha la superficie smaltata dell'isolatore.

La fig. 186 illustra il tipo di isolatore ad alta tensione della casa Richard Ginori, usato per l'impianto di Paderno e per altre più moderne reti ad alta tensione.

Per l'ingresso delle linee ad alta tensione negli edifici, si usano isolatori speciali tubolari a molte campane, ovvero si aprono ampie finestre in corrispondenza del loro passaggio.

Giunzioni dei fili. — Le giunzioni dei fili di rame si possono fare con sistemi diversi:

I fili di piccolo diametro si uniscono colla legatura a *torsione* o *francese*, formata avvolgendo strettamente a spirale per mezzo di due pinze l'una sull'altra le due estremità dei fili, per una lunghezza di circa 5 centimetri (fig. 187).



Fig. 185. — Isolatore a pipetta.

a bassa tensione su un braccio portaisolatore che con attacco a vite si fissa alle traverse di legno od ai pali. Gli isolatori

I fili di maggior diametro si attaccano col giunto a sistema *Britannia*, ottenuto facendo combaciare le estremità dei fili per circa 10 cm., e unendole per mezzo di una legatura fatta con fili di piccolo diametro (fig. 188).

Per evitare lo scorrimento si ripiegano ad uncino le estremità dei fili, e si forma una seconda legatura di poche spire sotto a questa piegatura.

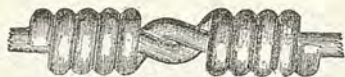


Fig. 187. — Legatura a torsione.

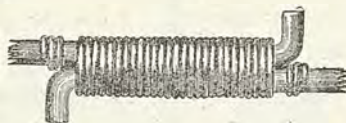


Fig. 188. — Legatura *Britannia*.

Per corde è usata la giunta *intrecciata*, per cui i fili elementari di una delle corde si intrecciano con quelli dell'altra, formando un insieme compatto (fig. 189).

Queste giunzioni sono poi saldate con saldatura conveniente esente da acido.



Fig. 189. — Giunzione intrecciata.

Sono stati recentemente proposti giunti a manicotto in cui i fili sono serrati insieme mediante chiodi da ribadire di rame (fig. 190).

Le linee si collocano ordinariamente sulla gola superiore dell'isolatore ovvero nella scanalatura laterale nei tratti curvilinei.

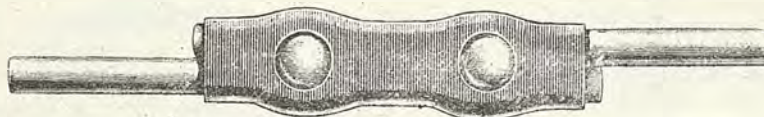


Fig. 190. — Giunto a manicotto.

La distanza fra gli isolatori nelle linee aeree è di circa 50 m. per i fili leggeri, e di 30 ÷ 35 m. per i fili pesanti. La minima sezione possibile, avuto riguardo alla resistenza meccanica, è per linee aeree a bassa tensione mm^2 6 e per linee ad alta tensione mm^2 10.

Pali e mensole. — I pali di legno sono formati di castagno o di larice preferibilmente iniettati mediante solfato di rame, cloruro di zinco, o carbolineum, ovvero cianurati secondo il processo della ditta Himmelsbach di Friburgo.

I pali non iniettati si carbonizzano per una lunghezza che supera di 20 cm. la profondità della buca. Le buche per il sostegno dei pali debbono avere una profondità eguale ad un sesto dell'altezza del palo fuori terra e non meno di metri 1,20.

Per linee di lunga tesata ed a molti conduttori si usano pali in ferro a traliccio o tubi di acciaio Mannesmann.

Nella fig. 191 si ha esempio di un palo tubolare Siemens, e nella fig. 192 di un palo a traliccio.

Le mensole si fanno di ferro e di costruzione mista di ferro e legno.

La fig. 193 è relativa ad una mensola in ferro e la fig. 194 ad una mensola di di costruzione mista.

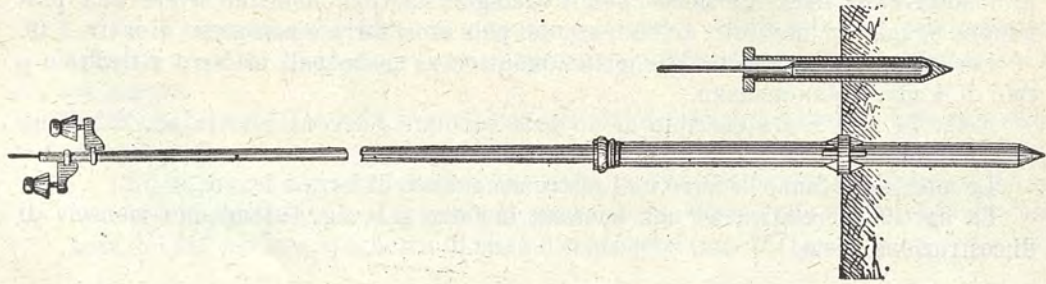


Fig. 191. — Palo tubolare.

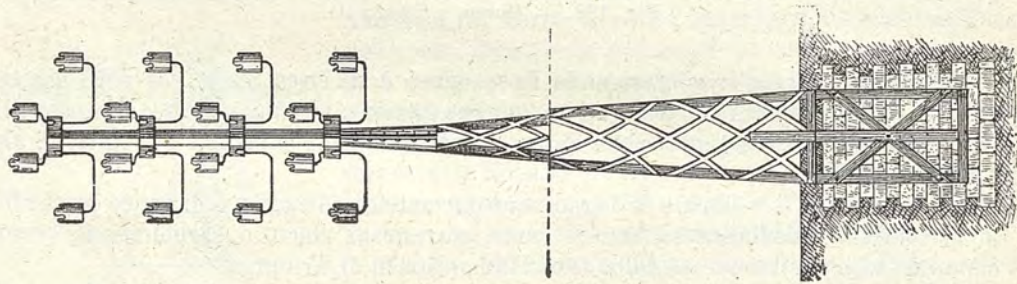


Fig. 192. — Palo a traliccio.

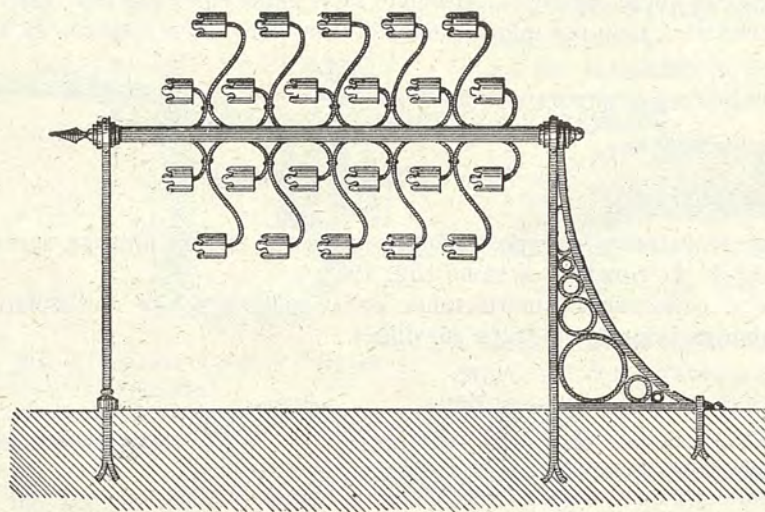


Fig. 193. — Mensola in ferro.

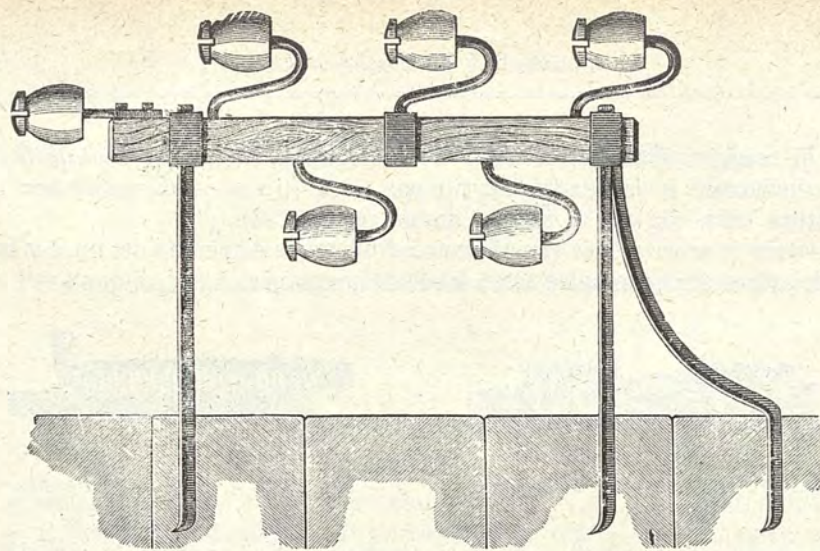


Fig. 194. — Mensola usuale.

g) Conduttori isolati e cavi.

Le condutture nell'interno degli edifici, tanto industriali quanto di abitazione, si fanno mediante conduttori isolati affine di evitare contatti tra i conduttori e colla terra.

Si hanno diverse categorie di conduttori isolati a seconda del loro ufficio, della tensione di funzionamento, e del sistema di posa.

Per impianti fino a $120 \div 125$ volt (a bassa tensione), i cui circuiti sono portati da isolatori, e montati in luoghi asciutti si usano conduttori isolati con sostanze tessili avvolte a spirale ed a treccia e verniciati (tipo 1301 Tedeschi).



Fig. 195. — Conduttore isolato con sostanze tessili e gomma pura.

Per circuiti della stessa natura montati in luoghi alquanto umidi, i conduttori vengono rivestiti con uno strato di gomma pura e poi con sostanze tessili (tipo 1302) (fig. 195).

Per linee a maggior tensione (fino a 1000 volt) si usa di isolare i conduttori con gomma vulcanizzata, applicata in uno o più strati (tipi 1303-1304).

La gomma vulcanizzata, ottenuta scaldando alla temperatura di circa 130° gomma pura mescolata con zolfo, ha la proprietà di avere una maggiore tenacità, ed una



Fig. 196. — Conduttore isolato con gomma vulcanizzata.

maggiore durata. Allo strato di gomma vulcanizzata si aggiunge una copertura di sostanze tessili a nastro od a treccia (fig. 196).

Per linee non sostenute da isolatori si usa sempre il tipo a gomma vulcanizzata, che è buona pratica di rivestire con un tubo di piombo (tipo 1304 P.).



Fig. 197. — Cordoncino flessibile a due conduttori.

Le condutture per gli impianti di illuminazione domestici vengono eseguite mediante cordoncini flessibili a due conduttori (fig. 197) formati da molti fili di rame sottilissimi riuniti a corda ed isolati mediante gomma e sostanze tessili, indi cordati insieme o accoppiati parallelamente. Questi conduttori vengono alcune volte protetti mediante una treccia metallica esterna dalle eventualità di azioni esterne che possono tagliare l'isolante.

I cordoncini per la sospensione delle lampade hanno un'anima formata da una cordicella d'acciaio.

Per trasporto di grande quantità di energia attraverso le vie delle città, dove non è possibile di fare uso di linee aeree, vengono impiegati i cavi sotterranei. Questi cavi, che si costruiscono così per grandi intensità di corrente, come per altissime tensioni, si distinguono in due classi a seconda del materiale isolante impiegato.

Cavi in gomma vulcanizzata che possono usarsi con tubo di piombo ovvero senza di questo (tipo 315), e cavi in carta, impregnati di miscele resinose, che sono sempre protetti con tubo di piombo (tipo 325).

I cavi in carta sono attualmente usati su larga scala nelle reti sotterranee delle città, essendo più economici de' cavi in gomma ed ugualmente buoni. I cavi in gomma sono specialmente usati per correnti a tensione, superiore a 20 000 volt, limite fino al quale si possono costruire i cavi in carta.

Per i circuiti a corrente continua i cavi si formano ad un solo conduttore, ovvero a due conduttori paralleli e concentrici. Per i circuiti a corrente alternata trifase, i cavi si formano a tre conduttori uniti insieme e collocati in modo simmetrico ai vertici di un triangolo equilatero; si ottiene così di formare un sistema a flusso magnetico esterno nullo per la compensazione dei flussi prodotti dai tre conduttori cordati insieme (fig. 198).

Questi cavi vengono protetti contro le azioni esterne mediante un'armatura formata da due nastri di ferro avvolti in senso opposto che formano una guaina attorno

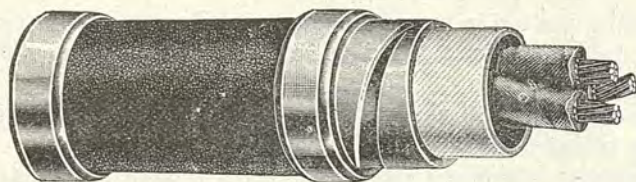


Fig. 198. — Cavo trifase armato.

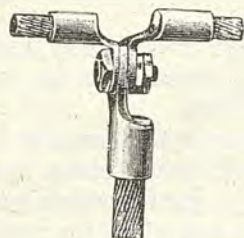


Fig. 199.

al cavo mantenendogli la flessibilità. Per cavi sottomarini o soggetti per altra causa a tensioni longitudinali l'armatura è formata con fili di acciaio disposti attorno al cavo.

I cavi vengono posati con sistemi diversi, consigliati dalle condizioni locali.

Nelle vie più frequentate, dove non riesce d'eccessivo ingombro lo scavo del terreno, dà i migliori risultati il sistema di posare i cavi entro cassette di legno riempite di catrame e ricoprimento di terra; nelle vie molto frequentate è consigliabile il sistema a canali in cemento, in cui si introducono o donde si estraggono i cavi da opportuni pozzetti di sezionamento senza rompere il suolo stradale.

I cavi vengono giuntati mediante muffole di giunzione, riempite di materiale isolante; è opportuno però di stabilire ad intervalli delle cassette di sezionamento onde localizzare quei guasti che durante il funzionamento si possono produrre in alcuno dei tratti della rete.

Le derivazioni di linee secondarie dalle linee principali vengono fatte mediante unioni a saldatura, ovvero mediante morsetti, che danno una giunzione più conveniente, essendo facile e rapida a farsi come a smontarsi.

La fig. 199 offre un esempio di diramazione di una conduttura di grande sezione in due di minore sezione.

Le saldature debbono essere eseguite con molta cura. Dopo avere pulite scrupolosamente le superfici di contatto, si scaldano, si fregano con pece greca o stearica, e vi si stende sopra col saldatoio caldo la saldatura composta da una lega di stagno e di piombo.

Le saldature debbono dopo la loro esecuzione essere provate alla trazione per riconoscere l'adesione del contatto. È importante di evitare ogni miscela acida nella formazione delle saldature di fili di rame.

Le derivazioni vengono protette da contatti esterni mediante scatole di materiale isolante, ovvero mediante fasciature.

Le condutture isolate vengono usate negli impianti di illuminazione con due sistemi diversi.

Possono essere sostenute da isolatori di porcellana, di vetro, o di altra sostanza isolante, foggiate a carrucola sulla cui gola si appoggiano e sono legate le condutture. Le condutture isolate di piccola sezione binate a cordoncino, vengono fissate con speciali isolatori che trattengono, mediante due parti serrate insieme, i conduttori (fig. 200). Le condutture di maggiore sezione



Fig. 200.

Sostegno di cordoncini binati.



Fig. 201.

Isolatori a carrucola.



Fig. 202. — Isolatore fissato nel muro.

vengono sostenute separatamente dagli isolatori che sono fissati nel muro con sistemi diversi. La fig. 201 dà un esempio di due piccoli isolatori a carrucola: e di un ferro portaisolatori, munito di attacco a muro; la fig. 202 di un isolatore fissato al muro mediante attacco a vite entro ad una spirale fermata in una sede imprigionata nel muro.

I sostegni delle condutture isolate lungo le pareti debbono collocarsi ad intervalli non superiori a 80 cm.; per attacco sui soffitti questo intervallo deve ancora essere ridotto.

La distanza delle condutture dalle pareti deve essere non inferiore a 10 mm., ed in corrispondenza degli spigoli, modanature, ecc. che possono essere presenti lungo lo sviluppo delle linee, tale distanza deve essere di almeno 25 mm.

Il sistema largamente usato per il passato di collocare le condutture in cassette di legno, ovvero di sostenerle coll'uso di pettini di questo materiale è da prescriversi per la igroscopicità del legno, che col tempo diventa umido e cagiona derivazioni.

Il sistema che dà insieme la maggior sicurezza di isolamento e di conservazione delle condutture ed ha una maggiore eleganza è quello di applicare le condutture isolate entro tubi metallici, che le proteggono bene contro urti meccanici esterni, contro la umidità, e mettono a terra il circuito elettrico tutte le volte che avvenisse una rottura nell'isolamento del conduttore. Questo sistema può essere applicato facendo uso di condutture rivestite di piombo quali possono aversi dalle fabbriche di conduttori isolati, ovvero introducendo sul luogo dell'impianto le condutture entro tubi di ottone o di acciaio isolati internamente con carta impregnata.

I tubi in ottone son costrutti dalla *Bergmann-Elektrizitäts-Werke* di Berlino e messi in commercio con tutti gli accessori per le piegature e le giunzioni. Le piegature si possono ottenere incurvando i tubi con una pinza specialmente adatta, ovvero con raccordi foggiate a manicotto alla loro estremità.

Le derivazioni si fanno entro cassettoni di ottone che si raccordano coi tubi relativi alle condutture per modo che nessuna parte a tensione può venire a contatto con corpi estranei.

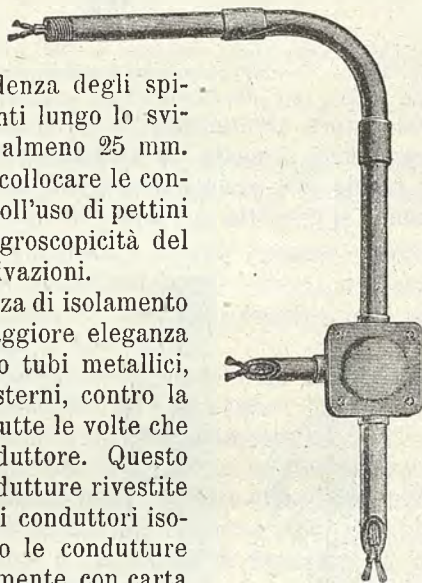


Fig. 203. — Condutture sistema Bergmann.

La fig. 203 dà un esempio di una piegatura ad angolo retto e di una cassetta di giunzione.

I tubi in acciaio sono fabbricati dalla *Siemens-Schuckert Werke* di Berlino secondo il sistema Peschel. Questi tubi non sono isolati internamente ritenendosi sufficiente l'isolamento delle condutture.

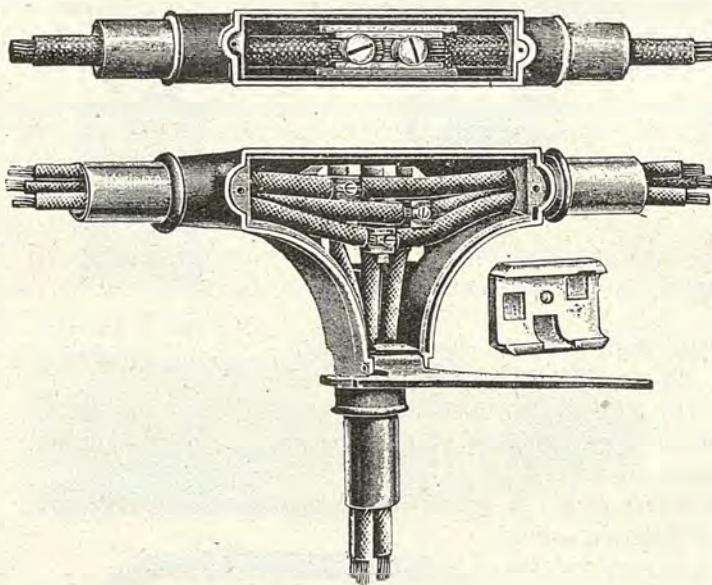


Fig. 204. — Conduzione sistema Peschel. Giunzione e derivazione.

La fig. 204 è relativa ad una giunzione e ad una derivazione innestata in tubi di acciaio, e la fig. 205 rappresenta raccordi ad

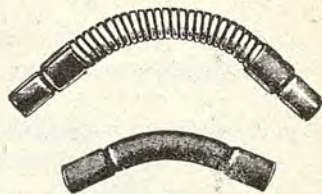


Fig. 205. — Raccordi.

angolo per detti tubi. Mediante piegature o raccordi con opportuni pezzi di tubo curvilinei si può col sistema a tubi seguire le modanature architettoniche e le accidentalità delle pareti degli edifici meglio di quanto non si possa col sistema delle condutture libere.

La fig. 206 mostra alcuni casi particolari che possono incontrarsi in pratica. Allorquando si progetta un edificio nel quale devono esservi impianti elettrici, conviene che

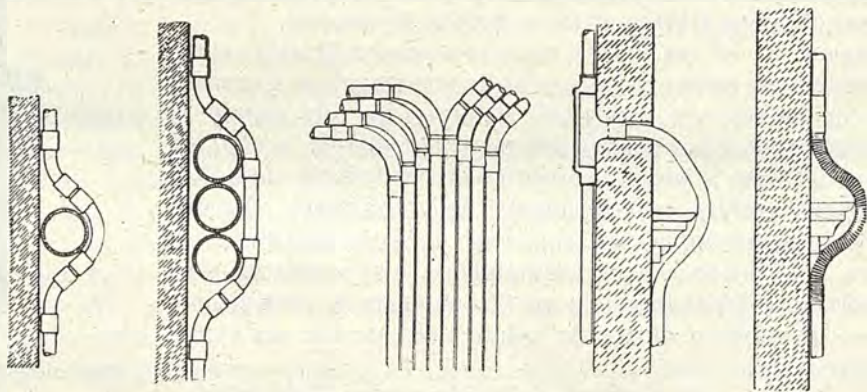


Fig. 206. — Disposizione dei tubi per le condutture.

questi siano progettati contemporaneamente al resto in modo che le condutture possano collocarsi entro i muri, i soffitti, ecc., restando così nascoste. I conduttori vengono però infilati entro ai tubi solo dopo la essiccazione dei muri.

Nei tubi di ferro si deve curare di non introdurre conduttori percorsi a corrente alternata se non si realizza la condizione che la somma delle correnti non sia nulla, perchè in causa delle variazioni di flusso a cui dà luogo la corrente alternata si

hanno perdite di una certa importanza nel ferro dei tubi. Non si dovrà perciò collocare un solo conduttore, ma due di essi per il sistema bifase, e tre per il sistema trifase.

Per l'impianto di condutture nelle abitazioni, uffici, magazzini, ecc. si debbono seguire speciali norme.

Le condutture siano del tipo a gomma vulcanizzata con protezione a treccia e largamente calcolate per le intensità di corrente che le ha da percorrere.

Il sistema di nascondere completamente le condutture entro tubi e cassette non è da consigliarsi, per la difficile ispezione delle linee, e per il costo eccessivo di impianto: è perciò conveniente di adottare il passaggio entro tubi solo nell'attraversamento dei muri, nelle piegature ad angolo retto, nei tratti che sono a portata di mano per raggiungere gli interruttori affine di evitare urti meccanici alle condutture e pericolo di scosse e di infortuni. Si possono però nascondere le condutture dietro a cornici di soffitti, da parete e simili, cornici che si fanno mobili in modo da poter, all'occorrenza, levarle per visitare o ricambiare la conduttura.

Per impianti interni è opportuno di non rendere visibili le condutture che attraversano i soffitti per giungere ai lampadari ed ai ventilatori. Questo si può ottenere in edifici in costruzione col lasciare sopra al soffitto un tubo in cui passano le condutture che si innestano agli apparecchi nel punto conveniente. La fig. 207 dà esempio di un impianto di questo genere.

I conduttori si staccano dalla cassetta di diramazione D, passano per l'interruttore A e vanno passando al di sopra del soffitto fino al punto *k* di alimentazione dell'apparecchio.

I conduttori che vengono collocati entro la muratura ovvero vengono verniciati debbono essere collocati entro tubi per essere convenientemente protetti dall'azione corrosiva di questi materiali. In queste condizioni di posa non possono per alcun motivo usarsi condutture sostenute da isolatori in porcellana.

Nei locali contenenti sostanze combustibili ed esplosive conviene far uso di condutture con isolamento in gomma inflata in tubi metallici, ed è da evitare la presenza di condutture nude, come di interruttori e di valvole il cui funzionamento produce scintille. L'illuminazione di questi locali si produce con lampade ad incandescenza.

Nei locali umidi le condutture elettriche debbono essere ridotte allo stretto necessario, mentre è bene di escludere valvole ed interruttori che hanno parti metalliche scoperte. Per il maggiore pericolo di derivazioni è opportuno di segnalare la presenza delle condutture con placche di avviso di pericolo.

b) Installazioni nei teatri (1).

Gli impianti elettrici nei teatri hanno una grande importanza perchè danno modo di risolvere mediante la illuminazione e la forza motrice questioni vitali sotto il punto di vista della sicurezza, della igiene e dell'arte.

Nelle sale e nei ridotti la luce elettrica dà luogo ad una illuminazione di grande splendore con minore pericolo di incendi di fronte agli altri sistemi, e con assenza di

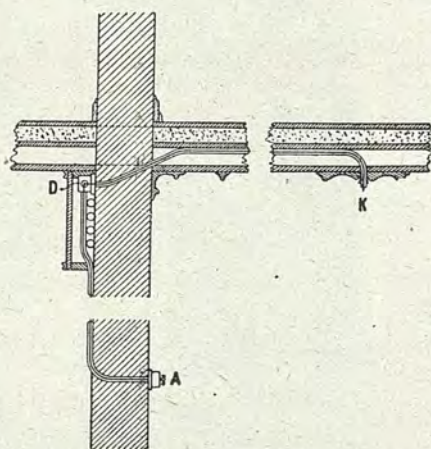


Fig. 207. — Impianto a condutture dissimulate.

(1) Vedi Capitolo *Teatri*, nel vol. II.

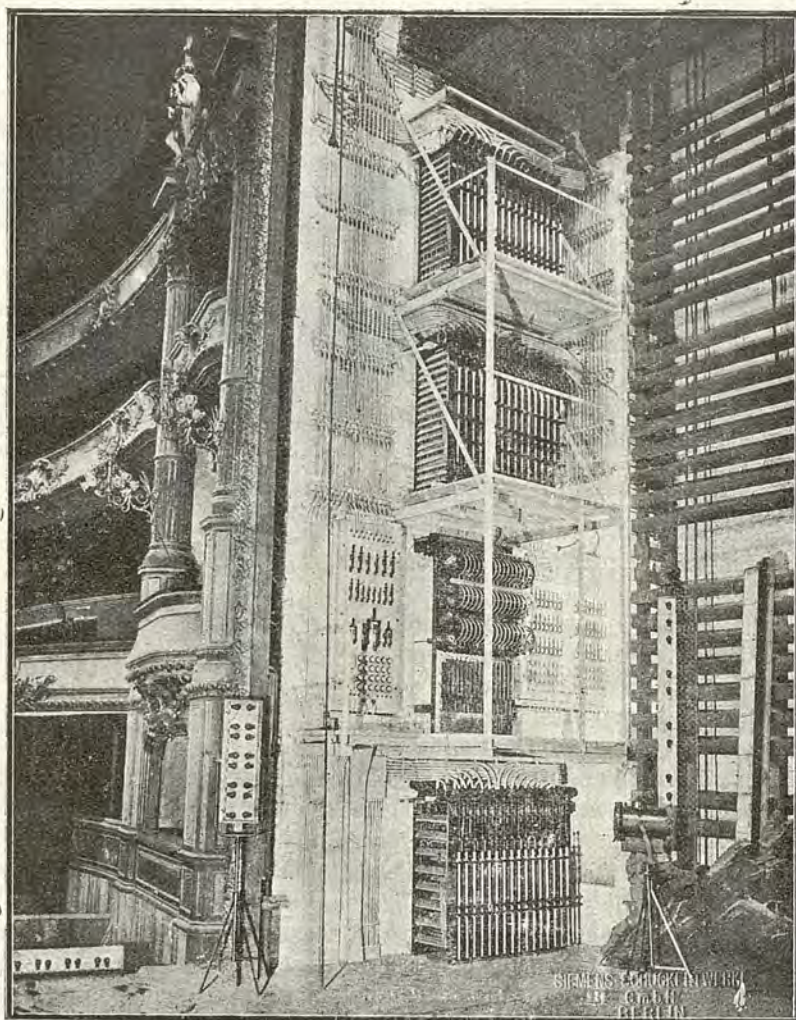


Fig. 208. — La boccascena del Teatro Imperiale di Lüttich.

emanazioni e di calore, mentre la rapidità con cui si può procedere alla accensione e spegnimento è singolarmente propria alla corrente elettrica.

Sul palcoscenico poi l'elettricità ha assunto la massima importanza per la produzione degli effetti di luce necessari allo spettacolo, come per la manovra delle macchine, che servono ai cambiamenti di scena ed operazioni analoghe.

La sicurezza che gli impianti elettrici opportunamente studiati recano con sè, è preziosa in questa parte del teatro dove molti oggetti infiammabili vengono in installazioni provvisorie collocati con rapidi movimenti a posto.

Le condutture che passano necessariamente vicino a materiali combustibili debbono essere protette con tubi metallici, per difendere l'isolamento da danni esterni e per mettere a terra la linea in cui avvenga una perforazione.

Il teatro dell'Opera di Francoforte, il cui impianto elettrico è stato fatto dalla *Siemens-Schuckert*, è munito di condutture infilate in tubi di acciaio, sistema Peschel, che costituiscono il filo neutro messo a terra dell'impianto a tre fili usato in questo teatro per ridurre la spesa delle condutture. Questi tubi seguono le linee architettoniche della sala per modo da rimanere sufficientemente dissimulati.

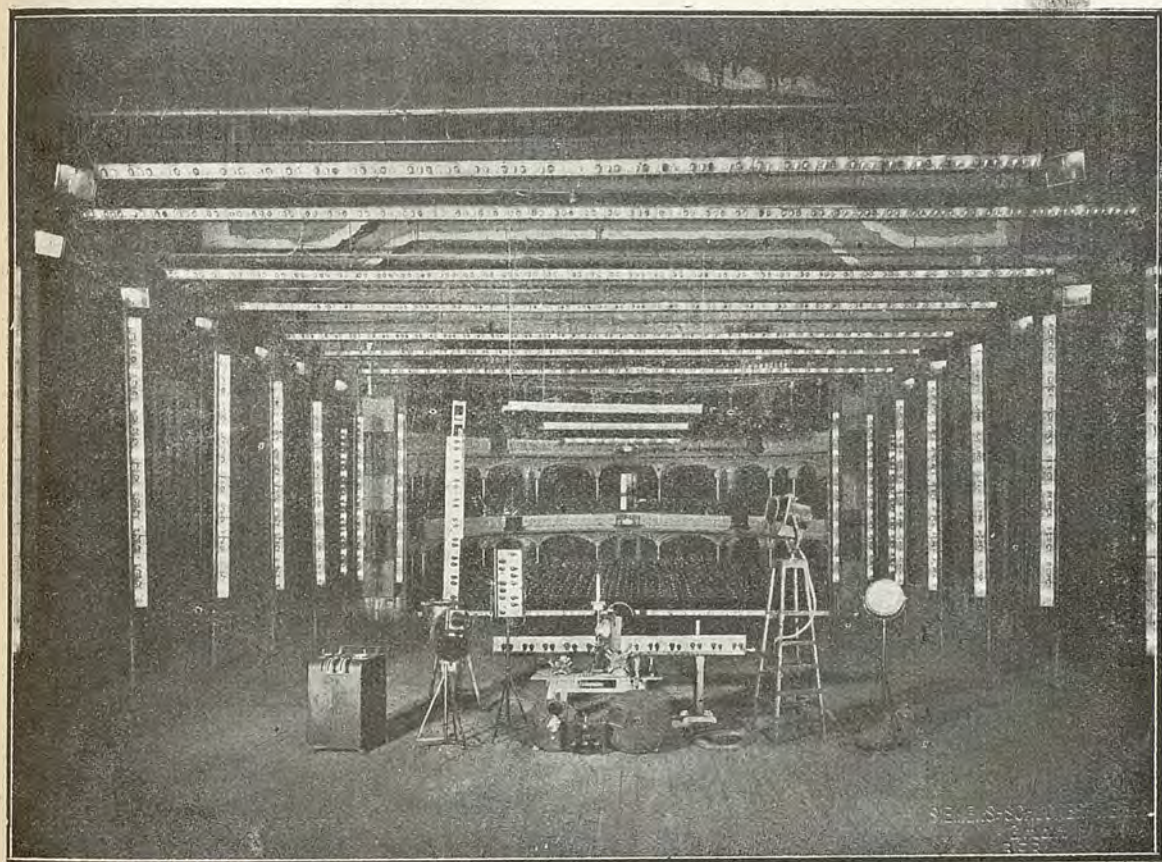


Fig. 209. — Vista posteriore del palco scenico del Teatro Municipale di Colonia.

La fig. 208, relativa alla parte posteriore della boccascena del Teatro Imperiale di Lüttich, mostra come sono installati e distribuiti i circuiti luce presso il quadro generale di distribuzione.

Per ottenere la massima indipendenza nei servizi elettrici e poter provvedere con riserva alle eventualità di accidenti nelle linee e sui quadri, è conveniente di avere più centri di alimentazione, con cassette di sezionamento opportunamente distribuite per rendere possibile la immediata localizzazione degli eventuali guasti.

Le cassette di derivazione, e tutte le parti dell'impianto soggette a guasti, od a manovre e contatti per parte del pubblico devono essere collocate in posizioni bene conosciute accessibili solo al personale di manovra.

La illuminazione di soccorso, imposta dai regolamenti dell'autorità, può effettuarsi con altre sorgenti di luce, quali gas illuminante, petrolio e candele, come mediante la corrente elettrica quando dipende da generatori separati dal resto dell'impianto e assolutamente sicuri per il funzionamento.

La A. E. G. di Berlino ha applicato un sistema indipendente di illuminazione dei teatri alimentando le lampade di soccorso mediante accumulatori, mantenuti costantemente caricati. Il signor Brandt, macchinista capo del teatro di Corte a Berlino, ideatore di questo sistema, ha cercato di realizzare che la illuminazione delle lampade di soccorso non fosse inferiore a quella della normale illuminazione, e che la sicurezza e la semplicità dell'impianto fossero convenienti. Le lampade di soccorso sono collocate

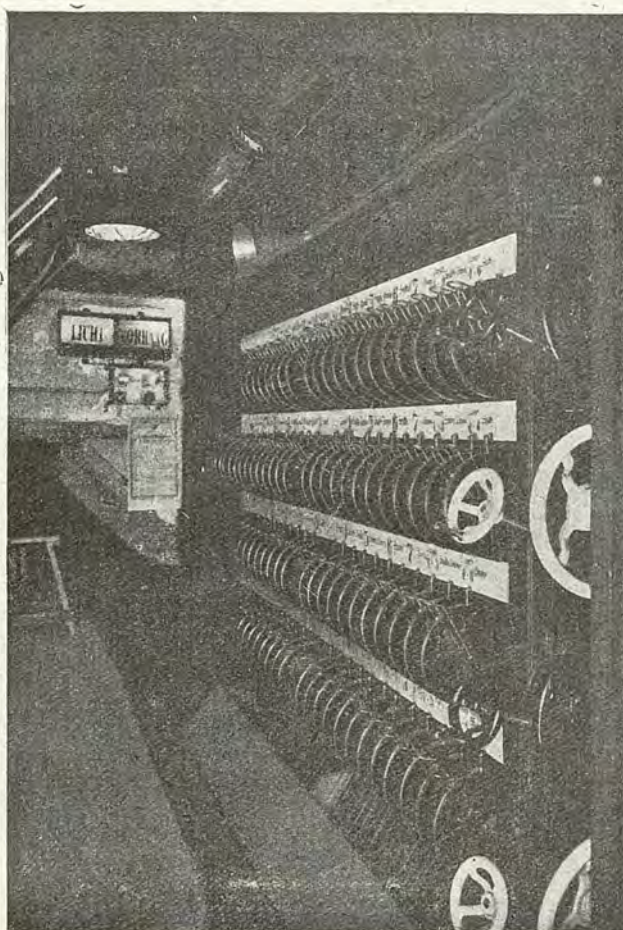


Fig. 210. — Regolatore della illuminazione del Teatro dell'Opera di Francoforte.

le une sopra alle altre in file verticali tra loro indipendenti alimentate da condutture montanti che fanno capo ad una speciale batteria installata nelle cantine, e che si appoggiano, protetti da tubi metallici, sui muri maestri dell'edificio, per modo che non vengano facilmente interrotte nel caso di sinistri. Queste lampade fanno parte della illuminazione generale della sala.

Per quanto riguarda il sistema di illuminazione della sala per il pubblico, quello a lampade ad arco è il più ricco, ma conduce ad una distribuzione non uniforme della luce e non si conviene per ottenere gradazioni diverse di luminosità. È molto diffuso il sistema a lampadine ad incandescenza o Nernst distribuite secondo le linee architettoniche della sala; si realizza così una distribuzione molto uniforme della illuminazione, e si può formando vari circuiti di lampade intercalate regolare la intensità della illuminazione della sala.

La illuminazione delle scene si fa ordinariamente con serie di lampadine ad incandescenza disposte verticalmente od orizzontalmente contro a riflettori a superficie smaltata.

La fig. 209 mostra la vista posteriore del palco scenico del Teatro Municipale di Colonia, che rende evidente la posizione di questi proiettori per la illuminazione delle scene.

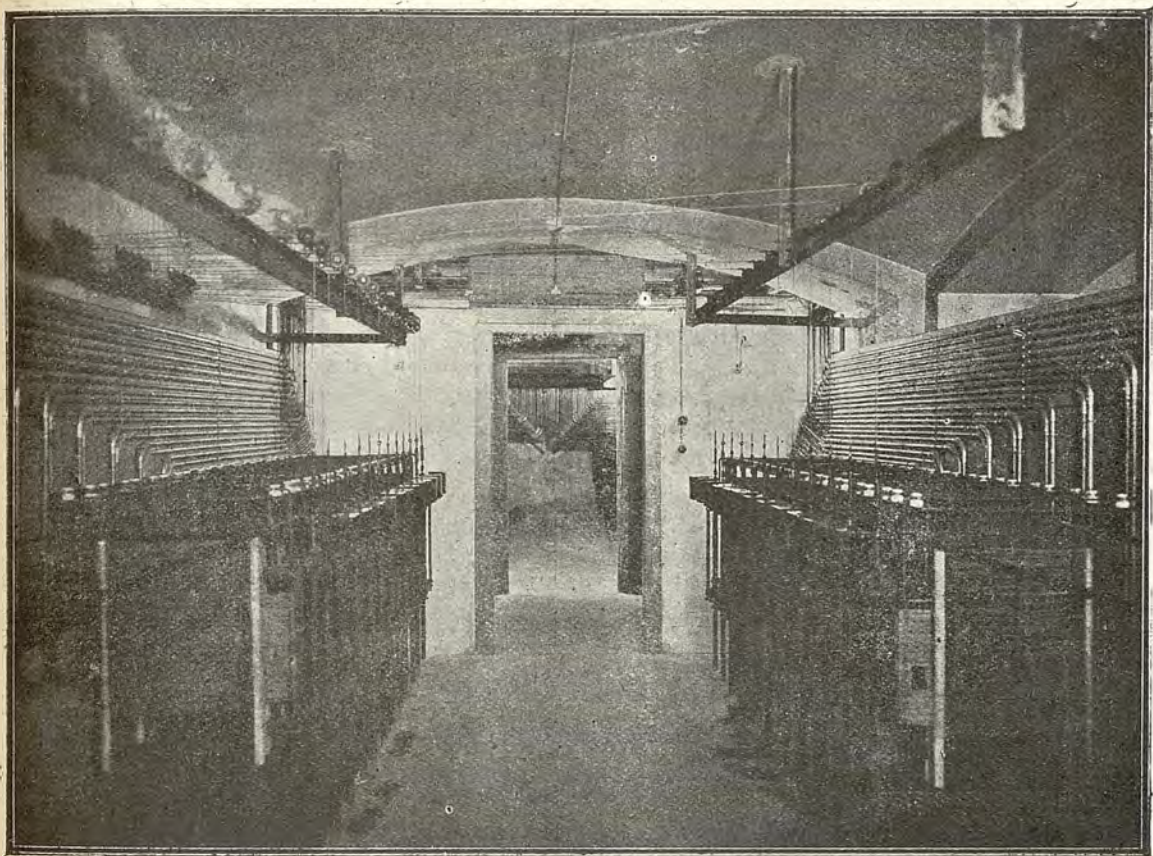


Fig. 211. — Reostati regolatori della luce al Teatro dell'Opera di Francoforte.

La regolazione della intensità luminosa e della colorazione della luce sulle scene si ottiene usando nei riflettori lampade di quattro colori diversi: bianco-rosso-azzurro-giallo. La loro regolazione si fa per mezzo di reostati che danno modo di variare l'intensità luminosa delle lampade agendo sul potenziale ai loro estremi, e di commutatori che ne variano le combinazioni.

Queste operazioni si fanno con regolatori comandati dal macchinista mediante volantini e leve.

La fig. 210 dà esempio del regolatore del Teatro dell'Opera di Francoforte che provvede, mediante 85 leve disposte in quattro ordini, a tutti i circuiti della scena. Il comando delle varie leve può farsi individualmente come complessivamente mediante un volantino ed un albero generale di comando. Con sistema di funi e rulli di rinvio vi agiscono a distanza i reostati, collocati in un sotterraneo (fig. 211).

Gli impianti sopra accennati sono opera della *Siemens-Schuckert*.

Le segnalazioni del direttore di scena ai vari operatori si fanno pure elettricamente con circuiti speciali od avvisatori luminosi.

Nei teatri moderni i motori elettrici servono a vari uffici meccanici: di collocamento dei scenari, di comando di accessori, e di ventilatori.

Infine il riscaldamento elettrico, è usato per eliminare ogni causa di incendio, per uso di soppressatura, toeletta e per il *buffet*.

VI. — PROGETTO ED ESERCIZIO DI IMPIANTI ELETTRICI

a) Disegni degli impianti.

Lo studio degli impianti di distribuzione della corrente elettrica si fa sui disegni rappresentanti la località in cui si deve svolgere la distribuzione

Questi disegni debbono portare l'indicazione degli ostacoli che possano impedire il passaggio delle condutture, dei luoghi umidi, o contenenti sostanze esplosive, e debbono indicare la posizione degli apparecchi utilizzatori.

Su questi disegni si tracciano le condutture e si segnano gli apparecchi accessori della distribuzione, come le valvole, gli interruttori, le prese di corrente, i quadri di distribuzione, con designazione della sezione delle condutture in mm^2 , della loro natura e della intensità di corrente in ampère.

Per la compilazione di questi disegni si debbono usare i seguenti segni convenzionali:

In colore rosso:

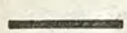


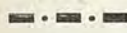




- \times = Lampada fissa a incandescenza.
- $\text{---}\times$ = Lampada mobile a incandescenza.
- $\otimes 5$ = Portalampade fisso con lampade (5).
- $\text{---}\otimes 3$ = Portalampade mobile con lampade (3).
- $\text{---}\times$ = Lampade su braccio a mano.
- \ddagger = Lampade su candelabro.
- $\odot 6$ = Lampade ad arco con indicazione della intensità di corrente in ampère.

In colore nero:

- $\odot 40$ = Generatori o motori con indicazione della potenza in Kilowatt (10).
- $\text{---}| | | | |$ = Accumulatori.
- $\text{---}\text{---}\text{---} 7,5$ = Trasformatore colla indicazione della potenza in Kilowatt (7,5).
- $\boxtimes 10$ = Resistenza, apparecchio di riscaldamento e simile, colla indicazione della massima intensità di corrente in ampère (10).
- $\text{---}\text{---}\text{---}$ = Spirale induttiva.
- $\text{---}\text{---}\text{---}$ = Scaricafulmine.
- $\text{---}\text{---}\text{---}$ = Valvola di tensione.
- $\text{---}\text{---}\text{---}$ = Terra.
- $\text{---}\text{---}\text{---}$ = Contatore a due e tre fili con indicazione della portata in Kilowatt (risp. 5 e 20).
- $\text{---}\text{---}\text{---}$ = Quadro di distribuzione per circuito a due fili.
- $\text{---}\text{---}\text{---}$ = " " " a tre fili o per corrente alternata polifase.
- $\text{---}\text{---}\text{---}$ = Presa murale di corrente.
- $\text{---}\text{---}\text{---}$ = Interruttore rispett. unipolare, bipolare, tripolare, con indicazione della massima intensità di corrente in ampère (6).
- $\text{---}\text{---}\text{---}$ = Commutatore.
- $\text{---}\text{---}\text{---} 6$ = Valvola con indicazione della portata in ampère (6).

A colori diversi:

(Condutture in azzurro)

-  = Conduttura di andata e ritorno.
 = » semplice.
 = » a corrente continua a tre fili o corrente alternata trifase.
 = Conduttura a più conduttori fissa.
 = Conduttura diretta verso l'alto.
 = » » verso il basso.
 = Palo di legno.
 = » di ferro.

b) Norme per l'installazione di impianti elettrici fino alla tensione di 600 volt, secondo le istruzioni della Associazione industriali d'Italia, per prevenire gli infortuni del lavoro.

Queste istruzioni riguardano gli impianti elettrici, sia a corrente alternata, sia a corrente continua, nei quali la tensione effettiva fra due conduttori qualunque è inferiore a 600 volt, fatta eccezione per le installazioni telegrafiche, telefoniche, di segnalazione, ecc. Però queste norme sono applicabili anche a questi ultimi impianti quando essi siano in connessione diretta con installazioni industriali.

Disposizioni generali riguardanti la sicurezza delle persone.

a) Negli *stabilimenti, magazzini, appartamenti e cortili* e, in generale, in tutti i locali e spazi ordinariamente accessibili anche a persone non addette al servizio dell'impianto elettrico, tutti i conduttori nudi sotto tensione devono essere protetti e disposti in modo ch'essi non possano essere toccati, neppure casualmente, dalle persone estranee al loro servizio. Quando la tensione, sia tra due conduttori qualunque, sia fra un conduttore e la terra, non superi i 200 volt effettivi nel caso di corrente alternata od i 400 volt nel caso di corrente continua, si potrà tollerare che i collettori, anelli, spazzole ed altri organi che esigono una sorveglianza speciale restino scoperti ed accessibili, a condizione però che il locale sia asciutto e che il suolo sia isolante.

b) Nelle *sale delle macchine, cabine dei motori, stazioni di distribuzioni*, ossia in tutti quei locali o spazi ai quali ordinariamente non può avere accesso che il personale di servizio, i conduttori nudi sotto tensione possono restare scoperti fino a che la tensione non superi i 200 volt effettivi nel caso di corrente alternata ed i 400 volt nel caso di corrente continua, sia fra due conduttori qualunque, sia fra un conduttore e la terra.

Oltre questi limiti, quando le condizioni di esercizio non permettono di proteggere o di coprire i conduttori, si dovranno prendere disposizioni tali che non sia possibile di toccarli o di eseguirvi operazioni di manutenzione o di servizio senza essere isolati da terra, vale a dire senza trovarsi su un piano o su tappeto isolante (vedi *f*).

La disposizione dei conduttori accessibili dovrà essere tale da ridurre al minimo la probabilità di un contatto simultaneo fra due poli o fra due differenti fasi.

c) Nelle *cabine di trasformazione*, negli *spazi posteriori ai quadri di distribuzione* e, in generale, in tutti i locali congeneri, che durante il servizio non sono accessibili che a persone responsabili, i conduttori nudi possono essere tollerati qualunque sia la loro tensione, a condizione però che vi sia un piano isolante (vedi *f*).

d) Inoltre, nelle installazioni nelle quali la tensione, fra due conduttori qualunque, o fra un conduttore e la terra, superi o possa superare i 200 volt nel caso di correnti alternate ed i 400 volt nel caso di correnti continue, si dovrà prendere

l'una o l'altra delle precauzioni seguenti, in *tutti i locali*, anche quando siano accessibili soltanto alle persone addette al servizio.

1° PROTEZIONE PER ISOLAMENTO. — In questo caso tutti i corpi buoni conduttori che si trovano in vicinanza immediata di conduttori sotto tensione, come incastellature di macchine, di trasformatori, di eccitatrici, telai metallici di quadri di distribuzione, involucri di protezione, apparecchi metallici di lampade e lampadari, ecc., devono essere accuratamente isolati da terra e contornati da piani o tappeti isolanti, in modo che una persona non possa avere contatto simultaneo con un oggetto conduttore isolato e con altro non isolato.

2° PROTEZIONE MEDIANTE MESSA A TERRA. — In questo caso tutti i corpi conduttori sopracitati, trovantisi in vicinanza immediata di conduttori sotto tensione, devono essere accuratamente collegati tra loro e messi a terra.

La messa a terra non esclude l'uso di piani o tappeti isolanti, i quali non sono più indispensabili quando nessun conduttore sotto tensione è accessibile, ma danno, in generale, un aumento di sicurezza.

e) Nei *locali molto umidi* e nelle industrie in cui la resistenza ohmica del corpo umano si trova considerevolmente ridotta, si deve evitare l'impiego di tensioni superiori ai 200 volt nel caso di correnti alternate, e ai 400 volt nel caso di correnti continue, ed inoltre bisognerà prendere precauzioni speciali anche al di sotto di queste tensioni.

f) *Piani isolanti*. — I piani od i tappeti isolanti devono essere sufficientemente ampi per modo che non sia possibile di toccare un conduttore sotto tensione a chi non vi si trovi sopra. Per le tensioni che si considerano può bastare l'isolamento ottenuto con legno secco o con linoleum.

g) *Messa a terra*. — Un conduttore si considera come messo a terra quando la tensione fra questo conduttore e la terra non possa in nessun caso diventare superiore a 25 volt.

A. — MACCHINE E TRASFORMATORI

a) Le macchine elettriche ed i trasformatori devono essere montati in locali il più possibilmente asciutti, e dove, in condizioni normali, non possano avvenire esplosioni per accensione di gas, di polveri o di materie filamentose.

b) L'installazione deve essere fatta in modo che la eventuale produzione di scintille non possa provocare l'accensione di materie combustibili.

I trasformatori in olio devono essere posti lontano da materiali combustibili e disposti in modo che, nel caso di trabocco o di accensione, l'olio acceso non possa spandersi all'ingiro.

c) Per quanto riguarda la sicurezza delle persone, le precauzioni da prendersi nella disposizione delle macchine e dei trasformatori sono quelle indicate al § 1.

(Per le macchine a collettore, salvo quelle direttamente accoppiate alle loro macchine motrici, la protezione per isolamento sarà spesso preferibile a quella per messa a terra).

B. — ACCUMULATORI

a) I locali contenenti accumulatori devono essere ventilati in modo efficace. L'illuminazione dovrà essere fatta unicamente a mezzo di lampade ad incandescenza e si dovranno usare interruttori a chiusura ermetica ed apparecchi resistenti all'azione dell'acido.

Il suolo ed il soffitto dei locali, le ferramenta e le intavolature dovranno essere resi inattaccabili dagli acidi.

Si farà in modo di rendere impossibile qualsiasi avvallamento del suolo e qualsiasi deformazione dei supporti.

b) Ciascun elemento d'accumulatore deve essere isolato dal banco o dal telaio, e questo dalla terra a mezzo di vetro, di porcellana o di materia analoga non igroscopica.

c) Per le batterie di accumulatori le disposizioni del § 1 b devono intendersi modificate in questo senso: che gli elementi devono essere disposti in modo che sia impossibile di toccarne simultaneamente due fra i quali, alla scarica, vi sia una differenza di potenziale superiore a 125 volt. Inoltre gli elementi devono essere accessibili almeno su una delle loro faccie laterali.

Per le batterie superiori ai 250 volt i passaggi di servizio devono essere muniti di piani isolanti.

C. — QUADRI DI DISTRIBUZIONE

a) I quadri di distribuzione devono essere costruiti con materie incombustibili e non igrometriche. Non si dovrà impiegare l'ardesia.

b) I quadri aventi una superficie maggiore di 0,50 m² devono avere posteriormente uno spazio libero avente almeno una larghezza di 75 cm. ed una altezza di 2 m., in modo da rendere accessibili i raccordi e le connessioni. Quando fosse impossibile di avere dietro il quadro la larghezza indicata, come pure nel caso di quadri aventi una superficie minore di 0,50 m², si dovranno prendere delle disposizioni speciali per permettere il facile accesso alle connessioni (vedasi § 1, c, f).

c) I cavi di raccordo delle macchine col quadro saranno protetti efficacemente contro l'umidità e contro i deterioramenti.

d) Le valvole, interruttori, commutatori, scaricatori e tutti gli apparecchi che producono una interruzione di corrente, devono essere disposti e protetti in modo che il loro funzionamento e la loro manovra non possa dar motivo ad infortunio.

e) I pezzi conduttori, i raccordi, i contatti degli interruttori devono avere dimensione tale che la loro temperatura massima non superi mai di 30° C. la temperatura ambiente.

La temperatura dei reostati non dovrà mai superare i 200° C.; i loro telai od involucri devono essere incombustibili e la loro disposizione dovrà essere tale da impedire che gli oggetti vicini possano assumere una temperatura che sorpassi di 30° C. quella dell'ambiente.

f) Per quanto riguarda la sicurezza delle persone, le precauzioni da prendere nella disposizione dei quadri sono quelle indicate al § 1.

g) Gli apparecchi di manovra e di sicurezza devono essere muniti di targhette indicatrici.

I conduttori a diversa tensione verranno contraddistinti con differenti colori ed il significato delle colorazioni adottate sarà reso evidente con apposita tabella (Reg. Gen. Prevenzione, R. Decreto, n. 230).

Quando si trovi conveniente di distinguere i conduttori di polarità o di fase differente, lo si farà a mezzo di numeri o di lettere.

Quando le connessioni di un quadro non siano tali da essere per sè stesse evidenti, si raccomanda di affiggere in prossimità uno schema nel quale siano indicate chiaramente tutte le connessioni e tutte le destinazioni delle linee che si dipartono.

D. — LINEE

Caratteristiche dei conduttori.

Resistenza specifica elettrica.

a) Il rame impiegato per fili e cavi nudi o isolati avrà una resistenza specifica (resistività) non maggiore di 1,65 microhm-centimetro a 0° C.

b) Salvo indicazioni contrarie, si ammetterà che il coefficiente di variazione della resistenza in funzione della temperatura sia di 0,004 per ogni grado centigrado.

c) Tuttavia i fili impiegati per la costruzione di linee aeree potranno far eccezione a queste regole, e in questo caso essi saranno indicati col nome di fili di bronzo.

Condizioni di resistenza meccanica.

a) Si indica col nome di rame dolce quello che ha una resistenza alla rottura inferiore a 25 Kg. per mm^2 .

b) Col nome di rame semi-duro quello che ha una resistenza compresa fra 25 e 35 Kg.

c) Col nome di rame duro, quello che ha una resistenza superiore a 35 Kg.

d) Pei fili e cavi isolati, destinati ad installazioni interne, deve impiegarsi soltanto il rame dolce.

Dimensioni minime.

a) Conduttori nudi. — Pei conduttori in rame la sezione più piccola tollerata è di: 3 mm^2 (diametro 2 mm.) all'interno degli edifici; 5 mm^2 (diametro 2,5 mm.) all'esterno.

Pei fili di bronzo la più piccola sezione tollerata è di 3 mm^2 (diametro 2 mm.).

b) Conduttori isolati. — La più piccola sezione tollerata è di 0,64 mm^2 corrispondente ad un filo di 0,9 mm. di diametro.

Viene però fatta eccezione pei fili degli apparecchi, lampade e lampadari, pei quali si può ammettere una sezione di 0,5 mm^2 .

Caratteristiche del materiale per la posa in opera.

Isolatori, tubi, listelli di legno.

a) Isolatori. — Si dicono isolatori i supporti dei conduttori, che devono essere di materia isolante, incombustibile, inalterabile e non igroscopica.

La loro forma dovrà essere tale da non recar danno ai conduttori o al loro isolante.

Gli isolatori possono, in generale, raggrupparsi nelle seguenti categorie:

Isolatori a doppia campana. — Essi non avranno meno di 60 mm. di altezza quando dovranno servire per tensioni fino a 300 volt, ed almeno 80 mm. di altezza per tensioni da 300 a 600 volt.

Isolatori a semplice campana.

Carrucole a nervature e carrucole a campana. — Esse non avranno mai meno di 35 mm. di distanza superficiale dalla gola alla base e dalla gola alla testa della vite.

Carrucole (alte e basse).

Pioli.

b) Tubi. — *Tubi isolanti.* — Essi dovranno essere costituiti da una materia inalterabile all'aria ed all'umidità e non dovranno presentare, all'interno, degli spigoli vivi che possano danneggiare l'isolante del conduttore durante la posa.

Tubi protettori. — I tubi protettori non dovranno avere la possibilità di essere deteriorati dai corpi coi quali sono a contatto. Quelli destinati ad essere incastrati nei muri dovranno avere una resistenza meccanica sufficiente per impedire che possano essere perforati da chiodi o da succhielli.

c) Listelli di legno. — I listelli di legno per la posa e protezione dei fili dovranno essere di legno stagionato e secco; l'intervallo fra le scanalature dovrà essere almeno di 8 mm. Questi listelli dovranno essere verniciati o paraffinati e chiusi con coperchio. Sul coperchio dovranno essere tracciate le linee di posa delle punte di fissazione.

d) Arpioncini. — Gli arpioncini non potranno essere impiegati per fissare i fili se non quando le linee sono messe intenzionalmente a terra in località asciutte.

Installazione delle linee.

CONDIZIONI GENERALI.

Accessibilità, protezione.

a) Tutti i conduttori ed apparecchi debbono, anche dopo la loro posa in opera, essere accessibili in ogni parte per potere in qualunque momento verificarli o ricambiarli.

b) Si dovranno munire di custodie protettive tutti quei tratti di linea che possono subire deterioramenti meccanici. Queste custodie potranno essere costituite da tubi e listelli di legno o da cassette, griglie e reti.

c) Si adotteranno disposizioni speciali di protezione per evitare che si possano toccare anche accidentalmente i conduttori nudi facilmente accessibili.

d) Per tensioni superiori a 200 volt per corrente alternata ed a 400 volt per corrente continua, si debbono mettere a terra le custodie metalliche di protezione, come pure le guaine di piombo quando sono accessibili, salvo che non si possano toccare senza servirsi di panchetti isolanti (vedi § 1, *d, f*).

e) Si osserverà attentamente che i conduttori ed i loro appoggi non siano mai verniciati con sostanze che possano intaccare l'isolante od il conduttore. Dove si hanno conduttori ed appoggi esposti a vapori corrosivi, e dove possano essere intaccati da calce, durante il montaggio si verniceranno almeno con due strati di vernice laccata.

f) I cavi sotto piombo nudo non debbono mai essere messi in contatto immediato con corpi che intaccano il piombo (il gesso puro non intacca il piombo). Non si debbono annegare nella muratura. Nei punti di fissazione l'involucro di piombo non deve essere nè rotto nè logorato. La posa in opera con arpioncini è dunque vietata.

Connessioni, giunzioni, saldature.

a) Le connessioni delle linee coi quadri e gli apparecchi non debbono farsi con saldature o legature, ma con morsetti a vite che assicurino un contatto sufficiente e durevole.

b) I conduttori che hanno una sezione superiore a 25 mm² e tutti i cavi debbono essere muniti di pezzi terminali adatti o di un dispositivo equivalente.

c) Le connessioni dei fili e dei cavi fra di loro non possono effettuarsi che per mezzo di saldature o con un modo di giunzione equivalente.

d) Le giunzioni non debbono sopportare alcuno sforzo di trazione. Saranno isolate con cura conformemente alla natura dell'isolamento dei conduttori collegati.

e) Le connessioni dei cavi sotto piombo stagnato (isolamento *P*) fra essi ed altre condutture ed apparecchi non possono eseguirsi che mediante manicotti, scatole di derivazione, od apparecchi analoghi che evitino in modo assoluto l'introduzione di umidità.

Attraversamento di muri e soffitti.

a) Per l'attraversamento di muri, tramezze e soffitti si adotteranno dei tubi di materiale isolante, inalterabile e resistente, salvo che non sia stata eseguita una apertura sufficientemente ampia in modo che i conduttori li attraversino senza toccarli.

b) Se i tubi non sono sufficientemente resistenti, si proteggeranno con altro metallo inossidabile, il quale nell'attraversamento dei pavimenti, dovrà sporgere di almeno 15 cm. I tubi isolanti dovranno sporgere sempre 5 mm. dalle pareti o dai tubi metallici che li proteggono.

Tabella XX. — Condizioni particolari e modi di impiego dei conduttori e del materiale di posa.

CONDIZIONI DI IMPIEGO DEI DIVERSI CONDUTTORI E METODO DI POSA.

| Isolamento dei conduttori | All'esterno | Locali molto secchi | Locali umidi | Locali bagnati | Attraverso i muri ed i soffitti |
|---|--------------------------------------|---|--|--|---|
| Conduttori nudi. | Doppie campane | Campane, carrucole a nervatura. | Doppie campane <i>fino a 600 volt. Fino a 300 volt</i> carrucole a nervatura. | Doppie campane | |
| A Isolamento leggero Al di sotto di 300 volt <i>da considerarsi come conduttori nudi.</i> | Doppie campane | Campane, carrucole, pioli, tubi isolanti (1 filo per tubo); è <i>proibito l'uso dei listelli di legno.</i> | Doppie campane <i>fino a 600 volt. Fino a 300 volt</i> carrucole a nervatura. | Doppie campane | |
| B Isolamento medio. | Doppie campane | Campane, carrucole, pioli, tubi isolanti (1 filo per tubo). Listelli legno, <i>fino a 150 volt</i> Tubi isolanti <i>150 volt</i> (3 fili p. tubo) <i>fra i fili</i> | Campane <i>fino a 600 volt. Fino a 300 volt</i> carrucole a nervatura. | Doppie campane | In tubi isolanti armati (1 filo per tubo). |
| C e D Isolamento forte (300 megohm). Isolamento fortissimo (600 megohm). | Doppie campane | Campane, carrucole, pioli, tubi isolanti (1 filo per tubo). Tubi isolanti, <i>fino a 300 volt</i> (3 fili p. tubo). Listelli legno <i>fra i fili</i> | Campane, carrucole a nervatura, carrucole, pioli <i>fino a 600 volt.</i> Tubi <i>fino a 150 volt</i> con isolamento C e <i>fino a 300 volt</i> con isolamento D. | Doppie campane <i>fino a 600 volt</i> , carrucole a nervatura <i>fino a 150 volt</i> , con isolamento C e <i>fino a 300 volt</i> , isolamento D. | In tubi isolanti armati (semplicemente isolanti per soffitti) <i>fino a 300 volt.</i> |
| E Isolamento superiore (1200 megohm). | Doppie campane | Campane, carrucole, pioli, tubi isolanti (3 fili p. tubo), listelli di legno <i>fino a 600 volt fra i fili.</i> | Campane, carrucole a nervatura, carrucole, pioli, tubi <i>fino a 600 volt.</i> | Doppie campane, carrucole a nervatura <i>fino a 600 volt.</i> | In tubi isolanti armati (semplicemente isolanti per soffitti) <i>fino a 600 volt.</i> |
| Cordoncini. F Isolamento medio. Non si può impiegare che <i>fino a 150 volt.</i> | | Campane, carrucole, pioli, tubi isolanti <i>solamente per conduttori fissi e fino a 150 volt.</i> | | | |
| Cordoncini. G e H Isolamento forte (300 megohm). Isolamento fortissimo (600 megohm). | | Campane, carrucole, pioli, tubi isolanti, attacchi isolanti, conduttori mobili <i>fino a 600 volt.</i> | Solamente come conduttori mobili ricoperti con un tubo di caoutchouc. | Solamente come conduttori mobili ricoperti con un tubo di caoutchouc. | In tubi isolanti armati. |
| Cavi sotto piombo nudo o sotto treccia metall. | Morsetti in legno o tubi protettori. | Morsetti in legno o tubi protettori. | Morsetti in legno o tubi protettori. | Morsetti in legno o tubi protettori. | In tubi protettori. |
| Cavi armati. | Senza protezione speciale. | Senza protezione speciale. | Senza protezione speciale. | Senza protezione speciale. | Senza protezione speciale. |

c) Quando l'attraversamento avverrà in un muro esterno ovvero verso un locale bagnato, si dovranno usare tubi isolanti solo di porcellana, vetro o di materie analoghe e la disposizione del tubo dovrà impedire l'entrata e l'accumulamento di acqua, ciò che si ottiene comunemente dando alle estremità del tubo la forma di pipa.

d) Negli attraversamenti si dovrà, come regola generale, porre un solo conduttore per tubo.

Linee esterne ed aeree.

a) I conduttori debbono avere una resistenza meccanica sufficiente perchè non vi sia pericolo che si rompano sotto l'azione degli sforzi che debbono sopportare.

b) I sostegni debbono presentare tutte le garanzie necessarie di solidità. In particolare i sostegni in legno debbono essere protetti contro l'influenza dell'umidità del suolo.

c) All'esterno non si potranno impiegare che isolatori a doppia campana fissata verticalmente ovvero disposizioni isolanti equivalenti (1) a meno che gli isolatori non siano protetti contro la pioggia.

d) Le distanze minime ammesse fra i conduttori nudi sono le seguenti:

| | | |
|--------|----------------------------|--------------------|
| 10 cm. | per le portate inferiori a | 1,50 metri |
| 15 | > > > | di 1,50 a 3,00 > |
| 20 | > > > | di 3,00 a 6,00 > |
| 30 | > > > | superiora a 6,00 > |

La distanza dei conduttori nudi dai muri, pareti od altri oggetti sarà di almeno 10 centimetri.

Per l'entrata negli apparecchi si dovranno mantenere fino che è possibile queste medesime distanze dai muri.

e) I conduttori nudi saranno collocati ad un'altezza di 4 metri almeno al di sopra del suolo, quando non si debbano rispettare altri regolamenti.

Sui tetti i conduttori debbono essere posti fuori di portata di mano il più che sia possibile.

f) Allorquando una linea di tele-comunicazione (suoneria, telefono, ecc.) è sostenuta dai medesimi appoggi delle linee industriali, essa deve essere sempre posta al di sotto di queste ultime. Inoltre, in questo caso, le linee di tele-comunicazione debbono, tanto nei tratti esterni come in quelli interni ai fabbricati, essere installate con cautele d'isolamento e di protezione corrispondenti alla tensione che possono assumere. Gli apparecchi ai quali fanno capo, devono essere protetti e disposti in modo da evitare ogni pericolo (valvole, scaricatori, ecc.).

Nel caso di correnti alternate ad una tensione superiore a 200 volt o di corrente continua ad una tensione superiore a 400 volt si prenderanno pure le seguenti precauzioni:

g) Gli appoggi accessibili debbono essere muniti, a partire da 2 m. al di sopra del suolo, di disposizioni speciali per impedire più che sia possibile di toccare i conduttori.

h) Gli appoggi metallici accessibili saranno provvisti più che sia possibile di una buona comunicazione colla terra.

i) Sopra gli appoggi d'angolo si prenderanno le disposizioni necessarie per trattenere i conduttori nel caso essi avessero ad abbandonare gli isolatori.

j) Nell'attraversamento delle strade pubbliche ed in tutti i casi in cui la caduta di un conduttore potrà compromettere la sicurezza della circolazione, si stabilirà una disposizione di protezione al di sotto dei conduttori, a meno che questi non sieno resi offensivi nel caso si rompessero. L'installazione deve inoltre uniformarsi alle prescrizioni amministrative.

k) Gli appoggi accessibili porteranno l'iscrizione: *Pericoloso! è proibito assolutamente di toccare i conduttori anche se caduti a terra.*

(1) Per le linee di contatto, come quelle impiegate per la trazione, due isolatori semplici collocati in serie nell'apparecchio di sospensione saranno considerati come equivalenti ad un isolatore a doppia campana.

Linee sotterranee.

a) I conduttori, qualunque essi siano, debbono essere protetti meccanicamente contro le avarie che possono loro causare i cedimenti del terreno, il contatto coi corpi duri o l'urto degli utensili in caso di scavi.

b) I cavi sotto piombo con armatura in ferro od in acciaio potranno essere posti direttamente nel suolo; tutti gli altri debbono essere protetti con dei canali o tubi in cemento, grès, ghisa o dispositivi analoghi.

c) La disposizione delle reti sotterranee deve essere tale che le acque ed i gas non possano accumularsi nè nei tubi, nè nei canali e neppure nelle scatole di derivazione e di giunzione.

Queste ultime si debbono poter verificare facilmente.

d) Le giunzioni dei conduttori sotterranei colle altre parti della rete debbono essere smontabili.

Linee di terra.

a) È proibito di servirsi solo della terra come parte di un circuito.

b) Le linee di terra debbono essere in rame e le loro sezioni debbono essere proporzionate alle intensità di corrente che possono attraversarle con un minimo di 7 mm^2 (diametro 3 mm.). Per le linee di terra degli scaricatori il minimo ammesso è di 12 mm^2 .

c) Tutte le giunzioni delle linee di terra, salvo i raccordi colle macchine e cogli apparecchi, debbono essere saldate.

d) Le linee di terra debbono essere protette contro i deterioramenti meccanici e chimici.

e) Quelle degli scaricatori debbono avere il minor numero possibile di gomiti o di angoli vivi.

f) Le linee di terra saranno costituite:

1° con placche, griglie od altri conduttori immersi in terreni umidi e di dimensioni sufficienti per resistere all'azione distruggitrice del suolo;

2° con condotte d'acqua sotterranee estese o con altre masse metalliche in contatto col suolo; queste ultime si impiegheranno solo unicamente per terre che debbono proteggere persone (esclusi gli scaricatori).

g) La resistenza della presa di terra deve essere la più piccola possibile, non superiore a 20 ohm per gli scaricatori, ed in ogni caso deve soddisfare alle condizioni già esposte. Bisognerà curare in modo particolare la connessione tra la linea e la presa di terra, specialmente per ciò che riguarda la sua buona conservazione.

h) Si raccomanda di mettere a terra il filo neutro della rete di distribuzione a corrente continua a tre fili.

Linee nell'interno degli edifici.**Conduttori isolati.**

a) Come norma generale, il montaggio delle linee sarà eseguito in modo che i conduttori non possano toccare anche all'entrata negli apparecchi, i muri, le pareti, od altri oggetti conduttori o facilmente infiammabili.

b) Nei locali umidi e bagnati la distanza dei conduttori è determinata dalle dimensioni dei relativi isolatori, ma non dovrà essere inferiore a 15 millimetri.

c) I conduttori isolati debbono ugualmente essere distanziati l'uno dall'altro, sia che abbiano uguale polarità che polarità differente; tuttavia è permesso, fino a 150 volt, di attorcigliare o di portare in un medesimo tubo conduttori aventi almeno

un isolamento medio B; fino a 300 volt, conduttori aventi almeno un isolamento forte C e molto forte D, e fino a 600 volt, conduttori aventi un isolamento superiore E.

I conduttori così attorcigliati, non possono essere impiegati che nelle condizioni in cui sono ammessi i cordoncini. Allorquando per circostanze particolari si sarà obbligati di riunire più di 3 conduttori insieme, essi dovranno avere un isolamento più forte di quello normalmente richiesto, ed inoltre i fili di polarità differente dovranno essere accuratamente separati.

d) Allorquando negli incroci dei conduttori fra di loro o con altre parti metalliche sarà impossibile di mantenere una distanza sufficiente, bisognerà interporre un isolante supplementare, sotto forma di tubo, placca od altro fissato con cura.

e) Lungo i muri la distanza di altri appoggi che non siano le campane, non sarà superiore a m. 1,50. Lungo i soffitti la loro distanza potrà essere superiore quando ciò sarà necessario per adattare il montaggio alla costruzione del soffitto.

Conduttori nudi.

a) I conduttori nudi non possono essere adoperati che nei locali incombustibili che non contengano materie infiammabili e nei locali di macchine e di accumulatori che non siano accessibili che al personale di servizio.

b) Eccezionalmente i conduttori nudi possono essere impiegati nei locali non incombustibili, ma non contenenti materie infiammabili, come ad esempio:

1° Linee di contatto;

2° Quando si ha sviluppo di vapori corrosivi a condizione di ricoprirli di una vernice che li protegga contro le corrosioni.

c) I conduttori nudi non possono essere montati che su isolatori a campana o sopra carrucole a nervatura e carrucole a campana.

d) Le distanze minime ammesse per conduttori nudi sono uguali a quelle indicate per le linee esterne. La distanza dei conduttori dai muri potrà essere ridotta a 5 cm. per testate non superiori a m. 1,50. Per l'entrata negli apparecchi si dovrà mantenere più che è possibile queste medesime distanze dai muri. Per i conduttori che collegano gli accumulatori al quadro si possono ammettere distanze minori e carrucole di più piccole dimensioni.

Cordoncini.

a) I cordoncini multipli non possono essere montati che nei locali perfettamente secchi nei quali non vi sia nè produzione, nè accumulazione di miscugli esplosivi e ad una distanza di 3 mm. almeno dai muri e dai soffitti. Negli appartamenti si può tollerare, sopra pareti isolanti, la fissazione con *attacchi isolanti* per i cordoncini rivestiti secondo G o H.

b) Si deve evitare più che è possibile di impiegare conduttori multipli nei tratti discendenti ad interruttori e commutatori. Nei locali dove si produce polvere o lanugine infiammabile non può essere tollerato.

c) L'impiego di legature metalliche per i conduttori multipli è vietato.

d) Per la giunzione dei cordoncini fra essi e con altri conduttori è raccomandabile l'uso di rosoni con unioni a vite.

e) Le derivazioni dei cordoncini mobili non possono eseguirsi che per mezzo di prese di corrente a spina o con apparecchi equivalenti.

f) Allorchè dei cordoncini mobili corrono pericolo di bagnarsi (come, per es., nelle tintorie, fabbriche di birra, ecc.) debbono essere circondati da un tubo di caoutchouc chiuso ermeticamente alle due estremità.

Isolatori, tubi e listelli di legno.

a) Gli isolatori a campana non possono essere fissati all'estremo che in posizione verticale; nei locali coperti essi debbono essere disposti in guisa che l'umidità non possa raccogliersi nella campana.

b) Le viti delle carrucole dovranno essere spalmate di grasso prima del loro uso nei riparti umidi.

c) I tubi contenenti conduttori debbono essere disposti in modo da impedire l'entrata e l'accumulamento dell'acqua.

d) Il diametro interno dei tubi, il numero dei gomiti ed il loro raggio, come pure il numero delle scatole di giunzione debbono essere scelti in guisa che si possa sempre togliere od introdurre dei conduttori.

Le derivazioni dei conduttori non debbono farsi nei tubi stessi, ma nelle scatole di giunzione che si possono sempre aprire facilmente.

Uno stesso tubo non deve contenere più di 3 conduttori. Allorquando si adoperano tubi ad armatura metallica per conduttori a corrente alternata, i fili di andata e quelli di ritorno debbono essere posti nel medesimo tubo ed inoltre si raccomanda di attorcigliare questi conduttori.

e) I listelli di legno non si debbono usare che nei locali perfettamente secchi e non debbono contenere che conduttori aventi almeno un isolamento medio. Non potranno porsi al di sotto di condotte di acqua o di vapore senza essere ben protetti contro le cadute di gocce d'acqua. La loro distanza minima dalle condotte e dalle parti metalliche sarà di 30 millimetri.

f) I listelli di legno dovranno essere verniciati prima di metterli in opera ed almeno dalla parte che si appoggia al muro con un prodotto che impedisca l'assorbimento della umidità. Si interporrà, almeno nei locali industriali, tra i muri ed i listelli di legno delle biette per poter lasciare dietro i listelli uno spazio d'aria di almeno 3 millimetri.

g) I conduttori saranno posti liberamente nelle scanalature, uno per ognuna di esse e senza fissarli con punte.

h) I listelli dovranno essere sempre visibili, cioè non debbono essere ricoperti con carta o vernici e meno ancora con intonaci.

i) Se più di due listelli sono posti parallelamente, sarà opportuno porre dei segni speciali per poter seguire con facilità i differenti circuiti.

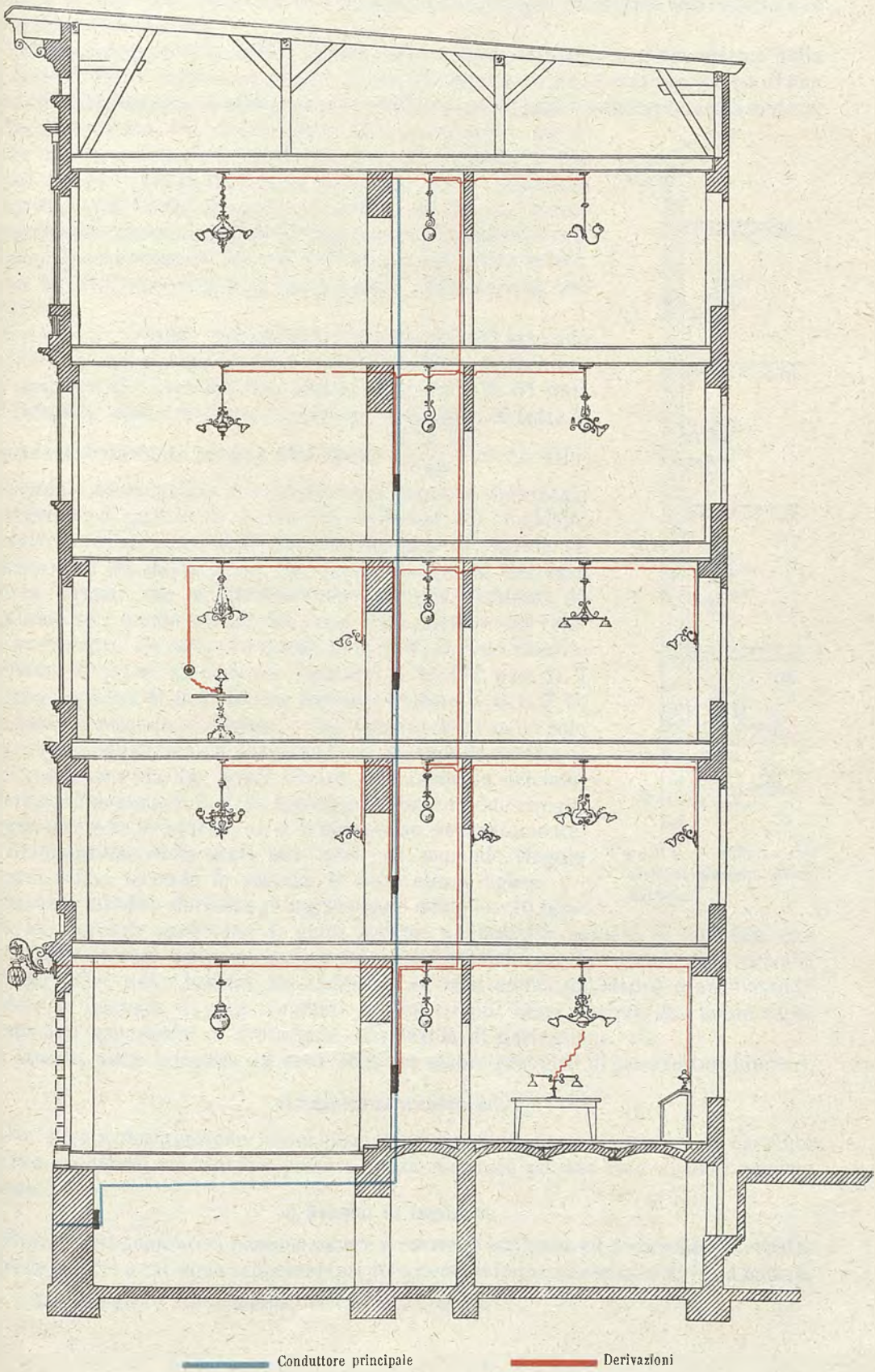
c) Impianti derivati.

Questi impianti traggono la corrente elettrica dalla rete stradale che fa parte dell'impianto generale della città.

La fig. 212, a pag. seguente, dà esempio della installazione per la distribuzione della corrente in un edificio a più piani.

Dal cavo stradale S viene fatta una derivazione H A che si divide in due distributori principali, destinati rispettivamente al servizio luce ed al servizio forza. La conduttura L che sale ai piani superiori è adibita alla distribuzione della luce ed è formata mediante un cavo con rivestimento di piombo e di armatura; la conduttura K dà la corrente ai motori elettrici ed è in questo caso speciale formata mediante cavo in gomma. Ai singoli piani si derivano gli impianti per ogni alloggio, in corrispondenza di ognuno dei quali si hanno l'interruttore, il contatore, le valvole principali, e il quadro di derivazione dei vari circuiti secondari muniti individualmente di valvole e di interruttori.

Impianto di illuminazione elettrica in una casa.



La Tavola I dimostra nelle sue linee schematiche l'impianto di illuminazione elettrica di una casa, ponendo in evidenza il distributore principale dell'edificio e le derivazioni secondarie.

Nell'impianto della fig. 212 il circuito forza è pure munito in corrispondenza della sua derivazione di valvole, contatore ed interruttore e si divide, in corrispondenza di una tavola di distribuzione, in due circuiti derivati in uno dei quali è rappresentato il motore.

La separazione del circuito forza dal circuito luce è conveniente sia in causa delle tariffe diverse che regolano i due servizi, sia per evitare l'influenza sulla luce delle oscillazioni di carico a cui vanno soggetti i motori e che in un piccolo impianto sono sensibili, mentre in una grande installazione non lo sono, rappresentando una piccola frazione dell'intero carico.

La fig. 213 rappresenta la installazione particolare in una abitazione.

Sono state previste per questa illuminazione 30 lampade distribuite in lampadari, bracci e lampade mobili, della intensità luminosa di 16 candele. La potenza richiesta è di 50 watt per lampada, onde per una utilizzazione simultanea di tutte le lampade dell'impianto occorre disporre di $\frac{30 \times 50}{1000} = 1,5$ Kilo-

watt circa. La conduttura di alimentazione proviene dalle scale e raggiunge il quadro di derivazione collocato nel corridoio; in corrispondenza sono stati installati un paio di valvole, un contatore ed un interruttore. Da questo quadro si derivano quattro circuiti che si distribuiscono per gli ambienti da illuminare con quelle norme che sono state oggetto del capitolo precedente. Le lampade mobili B, D, G, K, R, sono inserite mediante le prese di corrente indicate in fig. 172, pag. 91. I bracci murali C, I, M, O, P, W, e le lampade sospese N, Q, S, T, U, sono inseriti secondo lo schema A (fig. 170, pag. 90) con un solo interruttore unipolare; e le lampade L e V secondo lo schema D per l'accensione da due punti diversi. Le lampade dei lampadari a più fiamme A, E, F, H, sono raggruppate in due circuiti diversi, secondo lo schema C, e si accendono separatamente. La illuminazione della scala può farsi con comando singolo da ogni piano secondo lo schema F della stessa figura.

Su ogni circuito derivato si raggruppano circa 8 ÷ 10 lampade, non essendo opportuno di unire insieme un maggior numero di lampade, che resterebbero messe contemporaneamente fuori servizio per la fusione delle valvole.

Negli uffici, nelle banche, nei ristoranti ed altri edifici pubblici è conveniente di dividere le lampade di ogni ambiente in due circuiti bene distinti, che fanno capo, con speciali apparecchi di protezione, alla tavola di derivazione.

I circuiti delle lampade ad arco debbono essere provvisti di interruttori bipolari.

d) Impianti autonomi.

Con questa designazione indichiamo quegli impianti in cui si genera la corrente elettrica mediante macchinario proprio senza ricorrere ad una rete di distribuzione esterna.

a) Schemi di impianti.

Gli impianti generatori possono essere a corrente continua ed a corrente alternata. Nelle fig. 214 a 216 sono rappresentati gli schemi di impianti elettrici di varia natura.

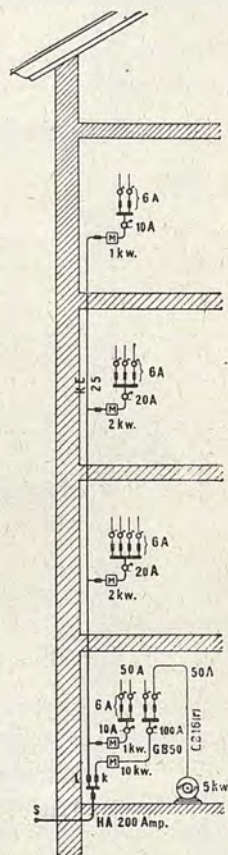


Fig. 212. — Schema dei circuiti elettrici di un edificio.

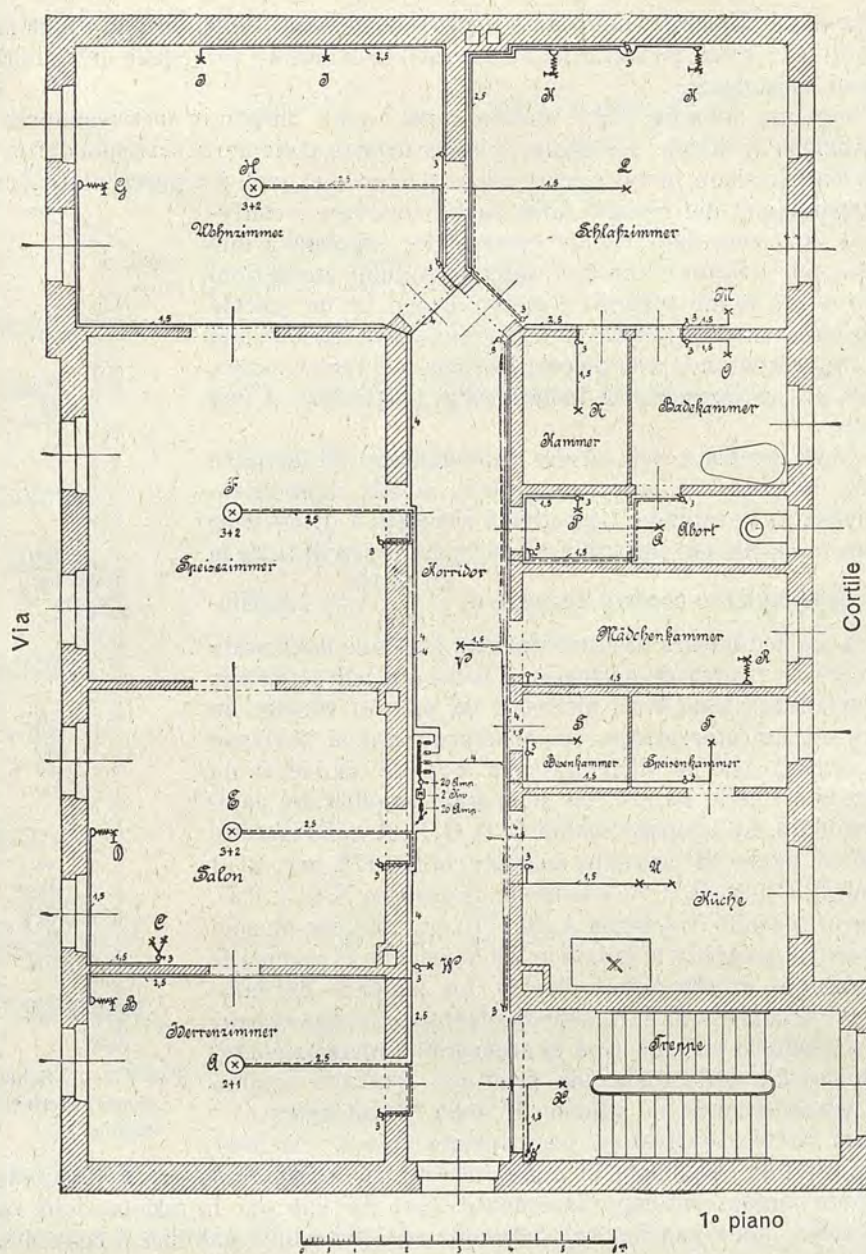


Fig. 213. — Schema dei circuiti elettrici di un'abitazione.

Vohnzimmer, stanza di abitazione; Schlafzimmer, stanza da letto; Speisezimmer, stanza da pranzo; Kammer, spogliatoio; Badkammer, camerino da bagno; Abort, latrina; Mädchenkammer, stanza per le cameriere; Besenkammer, ripostiglio; Speisekammer, dispensa; Küche, cucina; Salon, salone; Herrenzimmer, sala per signori; Treppe, scala; Korridor, corridoio.

In questi schemi si hanno le seguenti indicazioni: A = Amperimetro; V = Voltmetro; W = Wattmetro; VU = Commutatore del voltmetro; Sch = Interruttore; $USch$ = Commutatore; NA = Interruttore automatico a zero; Si = Valvola; NR = Regolatore d'eccitazione; EH = Inseritore di elementi della batteria per la scarica; LH = Inseritore di elementi della batteria per la carica; Sr = Indicatore di corrente della batteria.

Nello schema (fig. 214) si hanno due dinamo funzionanti in parallelo. Ciascuna dinamo ha sul proprio quadro il reostato di eccitazione, le valvole, l'amperimetro, un interruttore unipolare a leva ed un interruttore unipolare automatico a minima.

Questo interruttore ha lo scopo di staccare la dinamo dal circuito quando per una causa accidentale qualsiasi questa si fermi o si disecchi, affinché non venga percorsa in senso inverso dalla corrente generata dall'altra dinamo, e che potrebbe danneggiarla.

Il voltmetro è comune alle due dinamo e può essere inserito sull'una o sull'altra mediante un commutatore. Per mettere in parallelo l'una delle dinamo coll'altra si

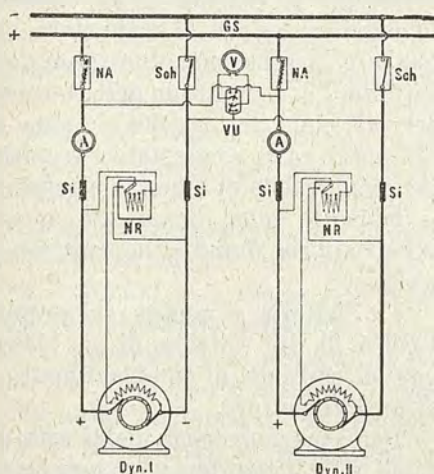


Fig. 214. — Schema dei circuiti per l'impianto di due dinamo.

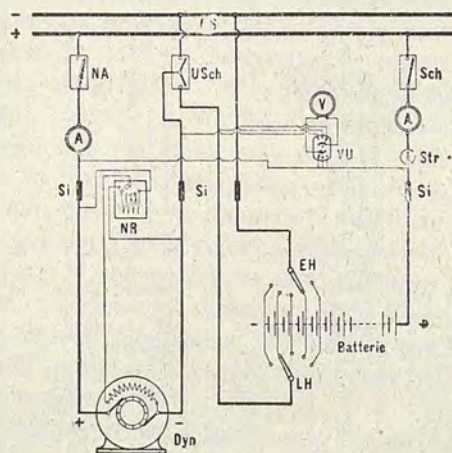


Fig. 215. — Schema del circuito per l'impianto di una dinamo e di una batteria di accumulatori.

regola la sua eccitazione e la sua velocità per modo che la tensione ai morsetti delle due macchine, indicata dal voltmetro, sia uguale, e la si inserisce quindi sulle sbarre del quadro colla manovra degli interruttori.

La distribuzione del carico sulle due macchine si fa mediante la regolazione di reostati di eccitazione e col controllo delle intensità di corrente indicate dagli amperimetri. Per dare maggiore carico ad una delle macchine si aumenta la tensione ai suoi morsetti mediante la eccitazione, e di conseguenza la seconda macchina si scarica di una quantità equivalente di carico.

Per l'impianto di una sola dinamo si usa lo stesso schema già indicato, per quanto riguarda una delle macchine, con un interruttore bipolare ed un voltmetro a funzionamento continuo.

Lo schema della fig. 215 si riferisce ad una dinamo per carica di batteria di accumulatori e funzionante in parallelo con essa.

Sul quadro della dinamo, oltre al reostato, alle valvole ed all'amperimetro, sono inseriti un interruttore automatico a minima ed un commutatore.

Nelle sue due posizioni questo commutatore unisce superiormente il polo negativo della dinamo alla sbarra negativa del quadro per il funzionamento normale, ed inferiormente al polo negativo della batteria per la sua carica.

In questa ultima posizione la batteria è collegata ai poli della dinamo essendo il suo polo positivo unito sul quadro alla sbarra positiva, cui accede il polo omonimo della dinamo.

Per la carica della batteria la tensione della dinamo deve essere sopraelevata di quel tanto che corrisponde alla differenza della f. e. m. degli elementi dalla

condizione di principio a quella di fine di carica, per ciascun elemento da 1,7 fino a 2,7 volt.

Una dinamo funzionante a 120 volt, essendo di circa 2 volt la f. e. m. normale di ciascun elemento, deve avere in parallelo una batteria di circa 60 elementi, che in fine di carica richiede $60 \times 2,7 =$ circa 160 volt. Affine di ridurre sulla dinamo questa variazione di tensione si usa un inseritore LH di elementi, mediante il quale viene ridotto, col procedere della carica, il numero degli elementi inseriti.

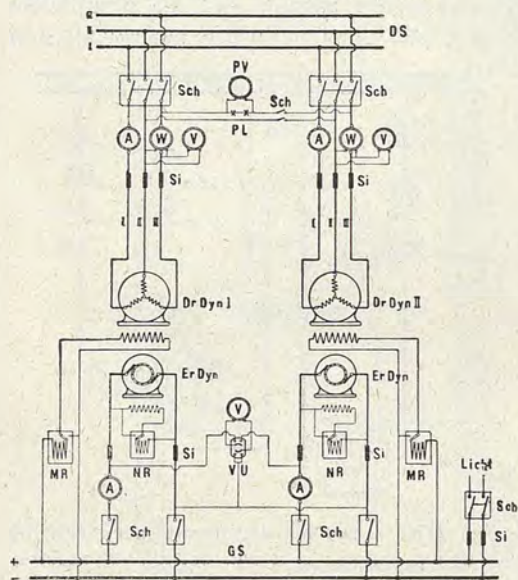


Fig. 216. — Schema dell'impianto di due alternatori funzionanti in parallelo.

si aprono i due interruttori NA e USch, e si mantiene chiuso l'interruttore Sch; allo scopo però di evitare una falsa manovra ed impedire che la batteria possa scaricarsi nella dinamo l'interruttore NA è automatico a minima, per cui non può prodursi l'inversione della corrente.

La messa in parallelo della dinamo e della batteria si fa chiudendo i due interruttori Sch e NA e collocando il commutatore USch nella posizione superiore, dopo essersi assicurati col voltmetro che la tensione della dinamo e quella della batteria sono uguali.

La distribuzione del carico sulle due parti dell'impianto si fa colla regolazione della loro tensione, mediante il reostato di eccitazione e l'inseritore di scarica della batteria.

Lo schema (fig. 216) si riferisce ad una centrale elettrica con due alternatori trifasi a bassa tensione.

Si hanno in questo impianto due parti distinte. Quella a corrente continua costituita dalle dinamo di eccitazione Er-Dyn ed il relativo quadro di distribuzione, e quella a corrente alternata costituita dagli alternatori col quadro di distribuzione corrispondente.

Le dinamo d'eccitazione sono del tipo in derivazione, e fanno capo alle sbarre collettrici GS, essendo munite, sul rispettivo quadro, di due valvole, di un amperimetro e di un interruttore bipolare. Questo quadro è analogo a quello già considerato per un impianto di due dinamo in parallelo

Durante la scarica della batteria un inseritore di scarica EH dà modo di accrescere il numero degli elementi connessi in serie e di mantenere così costante la tensione agli estremi della batteria. Per il controllo della tensione nei vari punti del circuito vi hanno un voltmetro ed un commutatore tripolare che danno modo di leggere la tensione ai morsetti della dinamo ed ai poli della batteria durante la carica e la scarica.

La batteria è munita sul proprio quadro di due valvole, di un indicatore di corrente, di un amperimetro e di un interruttore.

Per il funzionamento della sola dinamo sulla linea devono essere chiusi l'interruttore NA ed il commutatore USch nella sua posizione superiore, mentre deve essere aperto l'interruttore Sch della batteria. Per il funzionamento della sola batteria sulla linea

Sulle sbarre a corrente continua sono derivati i circuiti di eccitazione degli alternatori, che per una opportuna regolazione sono dotati di un reostato di eccitazione del campo MR; sulle stesse sbarre si attaccano i circuiti per l'illuminazione e per i motori a corrente continua occorrenti per la centrale.

Gli alternatori trifasi hanno come apparecchi di controllo e di protezione le valvole ovvero interruttori automatici, un amperimetro, un voltmetro, un wattmetro ed un interruttore tripolare. I due alternatori si collegano alle sbarre collettrici DS dell'impianto a corrente alternata.

Per il funzionamento in parallelo di due alternatori è non solo necessario che la tensione ai loro estremi sia uguale, ma occorre che le loro correnti siano in *sincronismo*, cioè abbiano la stessa frequenza e siano in fase. Per riconoscere quando i due alternatori sono in sincronismo servono il voltmetro PV e le lampade di fase. Questi apparecchi sono inseriti tra due punti corrispondenti dei due alternatori, per modo che tutte le volte che le f. e. m. delle due macchine non sono in fase si stabilisce tra questi due punti una differenza di tensione, maggiore o minore e di frequenza variabile. Il voltmetro dà perciò indicazioni, e le lampade si accendono e si spengono successivamente. Mediante la regolazione della velocità della macchina da accoppiare, agendo sul regolatore del motore, si cerca di dare alla corrente la stessa frequenza e la stessa fase di quella della macchina funzionante; allora il voltmetro dà indicazione nulla e le lampade si spengono. Se è pure ottenuta la condizione di uguaglianza di tensione si può in quell'istante attaccare l'alternatore sulle sbarre collettrici colla manovra dell'interruttore.

Una volta sincronizzate, le due macchine hanno durante il funzionamento la tendenza di mantenersi in sincronismo in causa delle correnti trasversali, che danno luogo ad una forza sincronizzante.

La distribuzione del carico sulle due macchine non è più possibile in questo caso mediante la sola regolazione della tensione, ma è pure necessario di agire sulle macchine motrici mediante i regolatori affine di mantenere la velocità costante.

b) Scelta della natura della corrente.

La convenienza di costituire un impianto autonomo piuttosto che di ricevere la corrente dalla distribuzione di un grande impianto dipende da varie circostanze relative alla tariffa dell'energia, alla potenza dell'impianto ed all'uso che se ne fa.

In linea generale per impianti fino a 20 cavalli può ritenersi più conveniente di fare uso di corrente di un impianto esterno, perchè le spese di esercizio e di ammortamento di un impianto autonomo di piccola potenza graverebbero troppo sul costo della unità prodotta.

Il prezzo dell'energia elettrica oscilla intorno agli 80 ÷ 70 cent. al Kilowatt-ora per servizio luce ed intorno ai 25 ÷ 15 cent. per servizio forza, salvo condizioni speciali e ribassi per grandi utenti.

Colle moderne macchine motrici è certamente possibile di produrre con un impianto autonomo per potenze superiori ai 50 cavalli l'energia a condizioni più convenienti; ma entrano in conto altri elementi, quali l'alea della durata delle macchine, la necessità di mantenerle in servizio fino all'ammortamento completo, il rumore e la polvere prodotta, che in case ad abitazione non potrebbero essere tollerabili, la opportunità di avere una riserva, ecc. Tuttavia numerosi teatri, alberghi e magazzini hanno preferito di stabilire un impianto autonomo per la maggiore convenienza che ne traggono e per la indipendenza che da esso deriva.

In questi impianti autonomi debbonsi considerare le seguenti circostanze per la scelta della natura della corrente.

La corrente alternata è meglio adatta per azionare motori lontani dall'impianto generatore della corrente, e nelle officine nelle quali i motori debbono funzionare a velocità costante, come nelle tessiture, filature, officine meccaniche, pompe, ecc.

La corrente continua benchè possa dare luogo al funzionamento a velocità costante, è preferibilmente usata dove è necessario di avere motori a velocità variabile:

per comando di grue, ascensori, locomotrici industriali, cartiere, torchi, ecc.

La corrente continua deve poi usarsi in quegli impianti dove è necessario una batteria di accumulatori per costituire una riserva e per alimentare macchine che hanno lunghi periodi di riposo, ma richiedono in momenti speciali una coppia motrice molto rilevante. La batteria di accumulatori serve in questo caso a regolare il carico sulle macchine generatrici.

La corrente continua è ancora preferita per l'illuminazione mediante lampade ad arco, che hanno con questa corrente un funzionamento più regolare, sicuro ed economico.

c) Scelta della macchina motrice.

La scelta del motore per azionare le macchine generatrici dipende essenzialmente dalle condizioni locali, le quali non possono sempre permettere di usare di

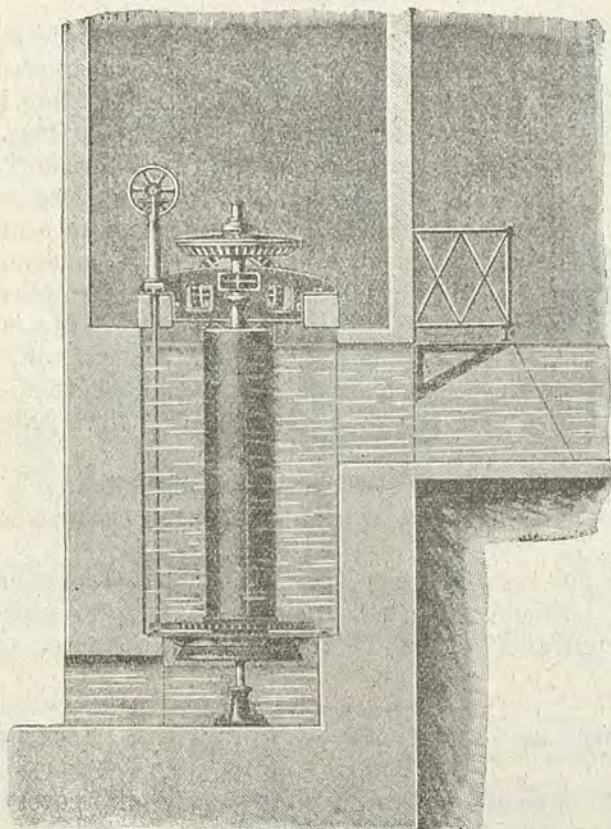


Fig. 217. — Turbina Girard ad ammissione totale o parziale in camera libera in muratura.

una caduta idraulica, rappresentante in linea generale la forza motrice più economica, ed induiscono sul costo del combustibile.

a) Motori idraulici Turbine.

Le turbine si usano generalmente per comando di macchine a movimento rapido, e per utilizzazione di cadute di media e grande altezza per ogni portata.

Le turbine sono di due classi:

Turbine ad azione sistema Girard; hanno la girante non sommersa nell'acqua, e sono specialmente indicate in quegli impianti in cui la caduta è pressochè costante, essendo il loro funzionamento difettoso se il pelo dell'acqua nel canale di scarico raggiunge le palette della girante.

La figura 217 dà esempio dell'impianto di una turbina idraulica ad azione, sistema Girard, ad asse verticale, la quale comanda con ingranaggio conico un albero orizzontale.

Il rendimento di queste turbine a piena portata e con medie cadute varia dall'80 all'82 %.

Tabella XXI. — Peso approssimativo delle turbine Girard.

| CADUTA metri | PESO IN KG. PER CAVALLI | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 80 | 100 | 150 | 200 |
| 1,5 | 3500 | 5600 | 6500 | 7500 | 8000 | 10700 | — | — | — |
| 2,5 | 2700 | 4000 | 4800 | 5500 | 6200 | 8500 | 10000 | — | — |
| 5 | 2500 | 3100 | 3600 | 4200 | 5100 | 6700 | 7200 | — | — |
| 8 | 2300 | 2900 | 3300 | 3800 | 4500 | 6000 | 6300 | — | — |
| 12 | 1800 | 2500 | 3000 | 3400 | 4000 | 5200 | 5600 | 6300 | — |
| 15 | 1600 | 2300 | 2700 | 3000 | 3400 | 4400 | 5000 | 5800 | — |
| 20 | 1400 | 2000 | 2300 | 2500 | 2900 | 3600 | 4300 | 5200 | — |
| 30 | 1200 | 1800 | 2000 | 2300 | 2700 | 3400 | 3900 | 4700 | 5800 |
| 50 | 1100 | 1600 | 1800 | 2100 | 2400 | 3100 | 3400 | 4000 | 5000 |

Turbine a reazione. — Queste turbine, dette anche americane, hanno la girante completamente sommersa nell'acqua e funzionando ad aspirazione possono essere collocate sopra il livello del canale di scarico ad un'altezza, detta d'aspirazione, non superiore a circa 6 metri.

Queste turbine sono specialmente adatte per cadute e portate variabili e per sviluppare un notevole numero di giri. Funzionano per medie e grandi cadute.

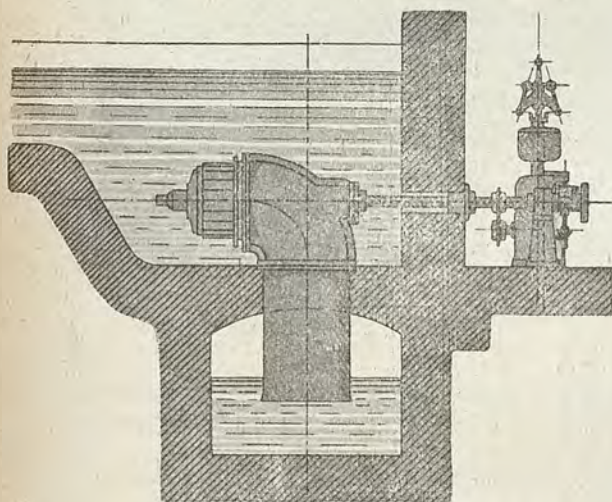


Fig. 218. — Turbina a reazione in camera libera.

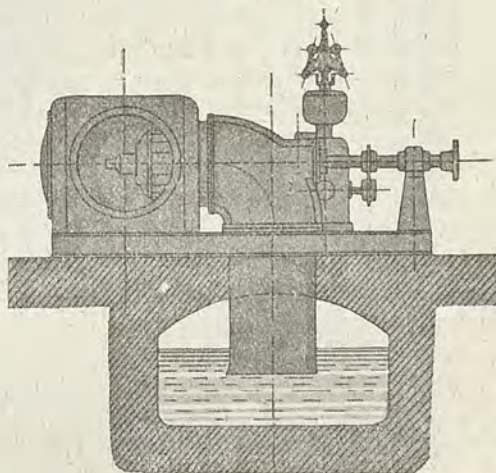


Fig. 219. — Turbina a reazione in camera forzata.

La fig. 218 mostra l'impianto di una turbina a reazione a camera libera adatta per medie cadute, e la fig. 219 dà esempio dell'impianto di una turbina a reazione in camera forzata da usarsi per forti cadute.

La Tabella XXII, a pagina seguente, è utile per calcolare in funzione della caduta e della portata il numero di giri delle turbine a reazione.

Per altissime cadute e piccole portate si usano le ruote « Pelton » che consistono in una ruota d'acciaio munita alla periferia di palette foggiate a cucchiari su cui viene ad agire il getto d'acqua proiettato tangenzialmente per mezzo di un distributore ad ugello (fig. 220).

Tabella XXII. — Turbina «Invincibile» con ruota tipo americano.
Società Italo-Svizzera di costruzioni meccaniche — Bologna.

| H 2,00 | | | H 3,00 | | | H 4,00 | | | H 5,00 | | | H 6,00 | | | H 7,00 | | | H 8,00 | | | H 9,00 | | | H 10,00 | | | H 0 | | | H 12,00 | | |
|--------|------|-----|--------|------|-----|--------|------|-----|--------|------|-----|--------|-----|-----|--------|------|-----|--------|------|-----|--------|-----|-----|---------|------|-----|------|------|-----|---------|------|-----|
| Q | HP | n | Q | HP | n | Q | HP | n | Q | HP | n | Q | HP | n | Q | HP | n | Q | HP | n | Q | HP | n | Q | HP | n | Q | HP | n | Q | HP | n |
| 96 | 2 | 334 | 117 | 3,6 | 405 | 134 | 5,6 | 468 | 154 | 7,6 | 523 | 165 | 10 | 573 | 179 | 13 | 619 | 191 | 16 | 662 | 202 | 19 | 702 | 214 | 22 | 740 | 224 | 25,8 | 776 | 234 | 29 | 844 |
| 165 | 3,4 | 248 | 202 | 6,3 | 304 | 234 | 9,8 | 351 | 261 | 13,7 | 397 | 287 | 18 | 434 | 310 | 22,6 | 464 | 331 | 27,7 | 496 | 351 | 33 | 527 | 370 | 38,8 | 555 | 388 | 44,7 | 582 | 405 | 51 | 606 |
| 280 | 5,9 | 200 | 345 | 10,4 | 215 | 398 | 16,8 | 283 | 445 | 23 | 316 | 488 | 31 | 347 | 527 | 39 | 375 | 563 | 48 | 400 | 598 | 56 | 425 | 630 | 67 | 448 | 661 | 77 | 470 | 621 | 79 | 490 |
| 393 | 8,3 | 167 | 481 | 15 | 204 | 555 | 23 | 236 | 621 | 32 | 264 | 681 | 43 | 289 | 736 | 54 | 312 | 786 | 66 | 334 | 834 | 80 | 354 | 879 | 93 | 373 | 922 | 108 | 392 | 963 | 133 | 409 |
| 553 | 14,6 | 143 | 678 | 21,6 | 175 | 782 | 32,8 | 202 | 875 | 46 | 226 | 959 | 60 | 248 | 1036 | 76 | 268 | 1107 | 94 | 286 | 1174 | 112 | 304 | 1237 | 132 | 320 | 1298 | 152 | 336 | 1356 | 159 | 351 |
| 683 | 14,4 | 125 | 837 | 26,4 | 153 | 966 | 41 | 177 | 1081 | 57 | 198 | 1184 | 75 | 217 | 1279 | 95 | 234 | 1368 | 115 | 250 | 1451 | 139 | 265 | 1528 | 162 | 280 | 1604 | 158 | 293 | 1675 | 214 | 306 |
| 860 | 18 | 110 | 1053 | 33 | 135 | 1216 | 51 | 155 | 1359 | 71 | 174 | 1489 | 92 | 191 | 1608 | 118 | 206 | 1719 | 144 | 221 | 1824 | 172 | 234 | 1922 | 202 | 247 | 2016 | 232 | 259 | 2105 | 265 | 270 |
| 1027 | 21,6 | 103 | 1257 | 40 | 126 | 1450 | 61,6 | 146 | 1623 | 86 | 163 | 1779 | 113 | 179 | 1922 | 143 | 193 | 2054 | 175 | 206 | 2179 | 208 | 219 | 2296 | 244 | 231 | 2409 | 282 | 242 | 2515 | 321 | 253 |
| 1433 | 30 | 85 | 1756 | 56 | 103 | 2026 | 86 | 120 | 2267 | 120 | 143 | 2484 | 158 | 147 | 2683 | 200 | 159 | 2869 | 244 | 170 | 3043 | 292 | 180 | 3206 | 341 | 190 | 3364 | 394 | 199 | 3512 | 448 | 208 |
| 1880 | 40 | 75 | 2300 | 73 | 92 | 2655 | 112 | 106 | 2970 | 158 | 118 | 3255 | 168 | 130 | 3416 | 254 | 135 | 3759 | 320 | 150 | 3987 | 382 | 159 | 4200 | 448 | 168 | 4407 | 516 | 176 | 4602 | 585 | 184 |
| 2500 | 52 | 67 | 3068 | 97 | 82 | 3540 | 150 | 94 | 3860 | 211 | 105 | 4340 | 277 | 116 | 4688 | 349 | 125 | 5012 | 427 | 134 | 5386 | 516 | 142 | 5600 | 596 | 149 | 5876 | 688 | 157 | 6136 | 784 | 164 |
| 2800 | 59 | 62 | 3426 | 1,9 | 76 | 3953 | 168 | 88 | 4422 | 236 | 90 | 4846 | 309 | 108 | 5235 | 390 | 117 | 5597 | 477 | 125 | 5936 | 569 | 132 | 6253 | 666 | 140 | 6592 | 769 | 147 | 6852 | 876 | 153 |
| 3630 | 77 | 60 | 4486 | 144 | 69 | 5177 | 220 | 79 | 5791 | 308 | 89 | 6347 | 408 | 97 | 6856 | 438 | 105 | 7330 | 624 | 112 | 7774 | 746 | 119 | 8190 | 873 | 126 | 8593 | 1008 | 132 | 8973 | 1148 | 138 |

Tabella XXIII. — Turbine «tipo Pelton».

| H 30 | | | H 50 | | | H 80 | | | H 100 | | | H 120 | | | H 140 | | | H 160 | | | H 180 | | | H 200 | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|-----|------|-------|-----|------|-------|-----|------|
| Q | HP | n | Q | HP | n | Q | HP | n | Q | HP | n | Q | HP | n | Q | HP | n | Q | HP | n | Q | HP | n | Q | HP | n |
| 1,7 | 0,54 | 1520 | 2,2 | 1,16 | 1070 | 2,8 | 2,4 | 2470 | 3 | 3,2 | 2780 | 3,47 | 4,4 | 3040 | 3,8 | 5,6 | 3285 | 4 | 6,7 | 3492 | 4,2 | 8,3 | 3750 | 4,5 | 10 | 4050 |
| 4,0 | 1,28 | 760 | 5 | 2,6 | 980 | 6,6 | 5,6 | 1235 | 7,4 | 7,8 | 1390 | 8,10 | 10,3 | 1520 | 8,7 | 13 | 1642 | 11 | 18 | 1746 | 11,7 | 23 | 1876 | 12,5 | 27 | 2020 |
| 6,8 | 2,17 | 610 | 8,9 | 4,7 | 795 | 11 | 9 | 980 | 12,5 | 13 | 1110 | 13,7 | 17,5 | 1217 | 14,8 | 22 | 1315 | 15,8 | 26 | 1400 | 16,8 | 33 | 1500 | 18 | 39 | 1620 |
| 12 | 3,84 | 505 | 15 | 8 | 650 | 19,8 | 16,8 | 825 | 21,8 | 23 | 925 | 24,3 | 31 | 1015 | 26 | 39,5 | 1095 | 28 | 47 | 1165 | 30 | 59 | 1250 | 32 | 70 | 1350 |
| 21 | 6,74 | 380 | 28 | 14,8 | 490 | 35 | 29 | 620 | 39,4 | 44 | 695 | 44,8 | 56 | 760 | 46,6 | 70 | 821 | 50 | 84 | 875 | 53 | 104 | 935 | 57 | 125 | 1010 |
| 48 | 15 | 250 | 62 | 33 | 320 | 79 | 67 | 410 | 88,9 | 94 | 460 | 97,2 | 124 | 507 | 105 | 158 | 547 | 112 | 190 | 590 | 120 | 235 | 129 | 286 | 670 | |
| 86 | 27 | 190 | 110 | 56 | 240 | 140 | 120 | 310 | 157 | 168 | 345 | 172,8 | 220 | 380 | 186 | 281 | 410 | 200 | 330 | 440 | 213 | 418 | 470 | 230 | 506 | 505 |

N.B. — I dati di queste tabelle sono approssimativi.

H, esprime l'altezza della caduta in metri; n, il numero di giri di 1'; Q, la portata in litri; HP, la potenza della turbina in cavalli.

La Tabella XXIII, a pagina precedente, è relativa alle ruote « Pelton » della Società Italo-Svizzera di Bologna.

Misura della portata di un canale. — La portata di un canale si esprime in litri al secondo e si misura nel modo migliore col metodo della bocca a stramazzo. Si chiude il canale con una diga, nella quale si pratica un'apertura per circa due terzi la sua lunghezza. La soglia dell'apertura deve essere un poco superiore al livello solito del canale, e le sue pareti debbono essere tagliate a guisa di un ferro da pialla con lo spigolo smussato rivolto a valle. Si infigge a monte, dove l'acqua ha il suo pelo orizzontale, un palo che serve alla misurazione dell'altezza dell'acqua sul livello della soglia a stramazzo.

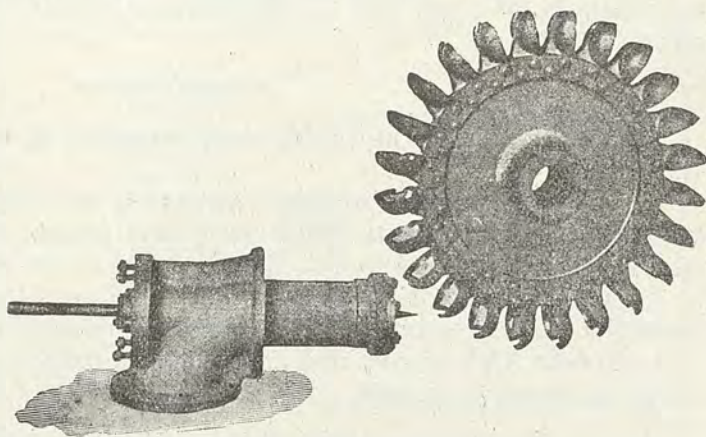


Fig. 220. — Distributore e girante di una ruota « Pelton ».

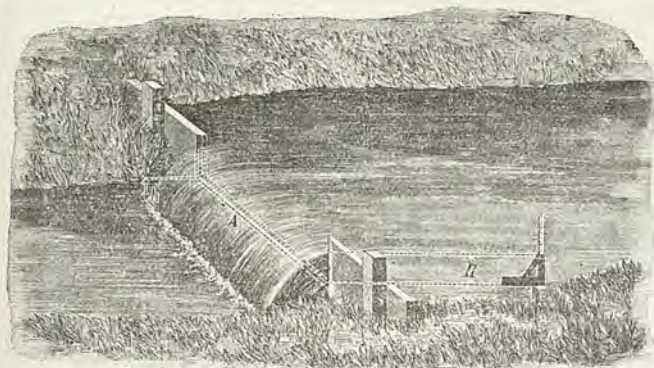


Fig. 221. — Misura della portata di un corso d'acqua col sistema a stramazzo.

Quando l'acqua ha un'altezza costante H (fig. 221) sul livello della soglia, si potrà calcolare la portata del corso d'acqua moltiplicando la larghezza dello stramazzo in metri per la portata Q corrispondente, nella Tabella che segue, all'altezza H trovata.

Se il canale ha dimensioni troppo grandi per stabilire uno stramazzo, si ricorre al metodo del galleggiante.

Scelto un tratto di almeno 20 metri dritto e di sezione pressochè uniforme, si lanci un galleggiante avendo cura che segua il filone del canale.

Tabella XXIV. — Portata degli stramazzi di un metro di larghezza.

| H in metri | Q litri | H in metri | Q litri | H in metri | Q litri | H in metri | Q litri |
|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| 0,10 | 56 | 0,23 | 195 | 0,36 | 383 | 0,49 | 608 |
| 0,11 | 65 | 0,24 | 208 | 0,37 | 399 | 0,50 | 626 |
| 0,12 | 74 | 0,25 | 221 | 0,38 | 415 | 0,51 | 646 |
| 0,13 | 83 | 0,26 | 235 | 0,39 | 431 | 0,52 | 666 |
| 0,14 | 93 | 0,27 | 248 | 0,40 | 448 | 0,53 | 685 |
| 0,15 | 103 | 0,28 | 262 | 0,41 | 465 | 0,54 | 705 |
| 0,16 | 113 | 0,29 | 276 | 0,42 | 482 | 0,55 | 723 |
| 0,17 | 124 | 0,30 | 291 | 0,43 | 500 | 0,56 | 743 |
| 0,18 | 135 | 0,31 | 306 | 0,44 | 518 | 0,57 | 763 |
| 0,19 | 147 | 0,32 | 321 | 0,45 | 535 | 0,58 | 783 |
| 0,20 | 159 | 0,33 | 337 | 0,46 | 553 | 0,59 | 803 |
| 0,21 | 171 | 0,34 | 352 | 0,47 | 571 | 0,60 | 823 |
| 0,22 | 183 | 0,35 | 367 | 0,48 | 589 | | |

La lunghezza in metri del tratto stabilito divisa per il tempo in secondi impiegati dal galleggiante a percorrerlo e moltiplicata per 0,75, esprime la velocità media approssimativa dell'acqua. La media di varie esperienze moltiplicata per la sezione bagnata dal canale in m^2 e per 1000 dà approssimativamente la portata in litri del canale al minuto secondo.

β) Motrici termiche.

Le motrici termiche utilizzabili per il comando di macchine elettriche sono di varie classi.

Le motrici a vapore a stantuffo, a semplice ed a doppia espansione (*compound, tandem*), sono specialmente adatte per grandi potenze e basse velocità. La regolazione di velocità deve essere fatta in limiti molto stretti mediante volano e regolatori.

Il grado di regolarità deve essere di circa $1/150 \div 1/300$, la variazione tollerabile di velocità a carico costante $\pm 0,5\%$, per variazione brusca del 25% del carico $\pm 2\%$.

La Tabella XXV fornisce utili indicazioni sul costo di impianto e di esercizio delle motrici a vapore a stantuffo.

Tabella XXV. — Motrici a vapore.

| | AD ALTA PRESSIONE | | | | COMPOUND CON CONDENSAZIONE | | | | |
|---|---|------|---------------------------------|------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | Con distribuzione a semplice espansione | | Con distribuzione ad espansione | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Potenza utilizzabile in cavalli | 5 | 10 | 20 | 30 | 50 | 75 | 100 | 150 | 250 |
| Numero di giri al minuto | 140 | 135 | 130 | 120 | 130 | 120 | 110 | 100 | 90 |
| Pressione del vapore per cm^2 Kg. | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 |
| Spazio necessario per la motrice e la dinamo con comando a cinghia, circa metri | lung. | | largh. | | altezza | | | | |
| | 9 | 10,5 | 11,5 | 12 | 14,5 | 16 | 16,5 | 18,5 | 22 |
| | 3 | 3,5 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6,5 | 7 | 8 | 9 |
| Costo di impianto per la motrice completa di accessori, incluse le valvole e le tubazioni nel locale macchine. Pronto a funzionare circa L. | 1800 | 2700 | 5100 | 6700 | 12250 | 16250 | 21600 | 29250 | 39250 |
| Consumo di vapore per cavallo-ora utilizzabile a pieno carico circa Kg. | 21,5 | 20 | 16,3 | 15,5 | 11,5 | 11 | 10,5 | 10 | 9,5 |
| Consumo di stracci e lubrificanti per cavallo-ora utilizzabile a pieno carico circa cent. | 0,6 | 0,55 | 0,48 | 0,44 | 0,36 | 0,32 | 0,30 | 0,29 | 0,27 |
| Costo annuale di riparazione per funzionamento normale, % del costo d'impianto | da 1 a 1 1/2 % | | | | | | | | |

Le locomobili a vapore o semifisse, che comprendono insieme la caldaia e la motrice, sono talora usate con vantaggio nelle piccole e medie officine generatrici di elettricità, quali macchine motrici di funzionamento continuo e di riserva. Lo spazio occupato ed il loro costo di impianto sono molto ridotti in confronto di quelli relativi ad una motrice ordinaria colla sua caldaia.

La fig. 222, a pag. 132, dà esempio dell'impianto di una semifissa che aziona, mediante volano e cinghia, una dinamo.

La Tabella XXVI fornisce dati sulle dimensioni, costo di impianto e di esercizio delle locomobili a vapore di varia potenza, di costruzione della ditta R. Wolf di Magdeburg-Backau.

Le turbine a vapore sono le motrici di massimo rendimento e specialmente adatte per comando di macchine elettriche. Queste motrici che usano della forza cinetica di espansione del vapore, sono costrutte secondo i tipi principali ad azione ed a reazione; i loro vantaggi speciali sono: la notevole riduzione di spazio occupato, la diretta produzione del movimento rotatorio a grande velocità senza movimenti alternativi, il

rendimento superiore alle altre motrici a vapore, la possibilità di recuperare l'acqua di condensazione esente da oli ed infine la maggiore regolarità di funzionamento.

Tabella XXVI. — Locomobili a vapore.

| | Locomobile ad alta pressione con distribuzione a semplice espansione | | Locomobili compound con condensazione | | | | | | |
|--|--|------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 5 | 10 | 20 | 30 | 50 | 75 | 100 | 150 | 250 |
| Potenza utilizzabile in cavalli | 135 | 120 | 120 | 135 | 130 | 120 | 110 | 110 | 110 |
| Numero di giri al minuto | 7 | 7 | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Pressione del vapore in Kg. per cm ² | 11 | 12 | 13 | 13 | 14,5 | 15 | 16 | 16,5 | 20 |
| Spazio necessario per la locomobile. Dinamo con comando a cinghia, circa metri | 3 | 3,5 | 4 | 4 | 4,5 | 5,5 | 6 | 6,5 | 8 |
| | 3,3 | 3,8 | 4 | 4 | 4,2 | 4,3 | 4,5 | 5 | 8 |
| Costo di impianto per la locomobile completa di accessori, compresi gli apparecchi di alimentazione, tubazioni e valvole. Pronta a funzionare circa L. | 4625 | 6200 | 14700 | 18000 | 21900 | 27600 | 32750 | 45000 | 75000 |
| Consumo di vapore per cavallo-ora utilizzabile a pieno carico circa Kg. } a | 14,5 | 14,5 | 8 | 7,5 | 7 | 6,7 | 6,6 | 6,4 | 6,2 |
| | 16,5 | 16 | 9 | 8,2 | 7,6 | 7,4 | 7,3 | 7,1 | 6,8 |
| Consumo di carbone per cavallo-ora utilizzato per un potere calorifico del carbone di circa 7500 calorie circa Kg. } a | 1,95 | 1,9 | 1,2 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,75 | 0,73 | 0,7 |
| | 2,3 | 2,15 | 1,35 | 1,15 | 1,05 | 0,95 | 0,95 | 0,85 | 0,82 |
| Consumo di lubrificanti e stracci per ogni cavallo utilizzabile a pieno carico circa cent. | 0,6 | 0,55 | 0,48 | 0,41 | 0,37 | 0,34 | 0,31 | 0,30 | 0,28 |
| Costo annuale di riparazione per funzionamento normale. % del costo d'impianto | da 1 a 1 1/2 % | | | | | | | | |

Nelle Tabelle seguenti sono raccolti dati interessanti le turbine a vapore accoppiate direttamente a generatori elettrici.

Tabella XXVII. — Turbodinamo sistema Brown, Boveri-Parsons.

(Corrente alternata trifase fino a 5000 volt).

| Kilowatt per $\cos \varphi = 0,8$ | Numero di giri al minuto | Kg. di vapore per Kilowatt-ora | Lunghezza mm. | Larghezza mm. | Altezza mm. |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|-------------|
| 100 | 3000 | 12,4 | 6000 | 940 | 1000 |
| 500 | » | 8,3 | 7250 | 1250 | 1275 |
| 1000 | » | 7,6 | 7900 | 1450 | 1275 |
| 2000 | 1500 | 7,2 | 10400 | 2150 | 1900 |
| 3000 | » | 7,0 | 11250 | 2500 | 2400 |
| 4000 | » | 6,75 | 12000 | 2500 | 2400 |
| 5000 | » | 6,6 | 12500 | 3000 | 2800 |
| 6000 | 1000 | 6,6 | 15400 | 3000 | 2800 |

Tabella XXVIII. — Peso e prezzo dei turbogeneratori.

| Potenza in Kilowatt-ora | Peso in chilogrammi | Prezzo per Kilowatt Lire |
|-------------------------|---------------------|--------------------------|
| 100 ÷ 200 | 6000 ÷ 9000 | 385 ÷ 215 |
| 450 ÷ 500 | 13000 ÷ 15700 | 200 ÷ 127 |
| 690 ÷ 1100 | 21000 ÷ 41000 | 120 ÷ 118 |
| 1800 ÷ 4000 | 60000 ÷ 102000 | 110 ÷ 74 |
| 6000 ÷ 12000 | 13200 ÷ 24400 | 72 ÷ 60 |

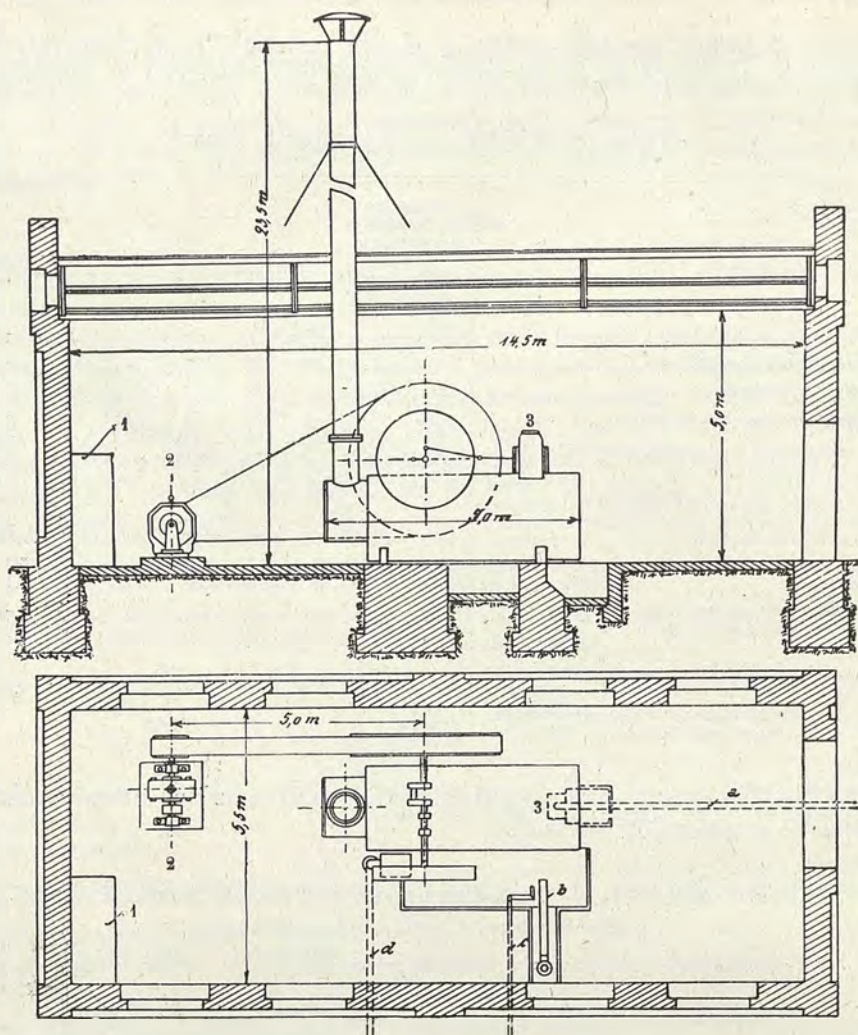


Fig. 222. — Schema della installazione di una semifissa e relativo impianto elettrico.

1, quadro di distribuzione; 2, dinamo; 3, locomobile; a, conduttura di scarico della caldaia; b, conduttura di scarico del vapore; c, conduttura di alimentazione; d, conduttura di scarico dell'acqua di condensazione.

Le turbine a vapore vengono costrutte in Italia secondo il sistema Parsons dalla ditta Franco Tosi di Legnano.

γ) Caldaie.

Tra i vari tipi che si hanno in commercio le caldaie a tubi d'acqua hanno la proprietà di occupare poco spazio, di produrre una rapida evaporazione dell'acqua, ma di avere un funzionamento poco regolare e di essere difficili a mantenersi pulite da incrostazioni; quelle a tubi di fiamma richiedono un maggiore spazio, maggiore quantità d'acqua e di vapore, hanno facilità di pulizia e minime perdite di calore per irradiazione; quelle composte mediante una caldaia a tubi di fiamma, con un corpo superiore a tubi di fumo, hanno una maggior superficie di riscaldamento, richiedono una maggiore quantità d'acqua, una accurata pulizia della parte superiore ed una grande purezza d'acqua.

La scelta tra questi tipi si fa in considerazione della natura dell'impianto. Per esercizio continuato è conveniente l'immagazzinamento di una grande quantità d'acqua,

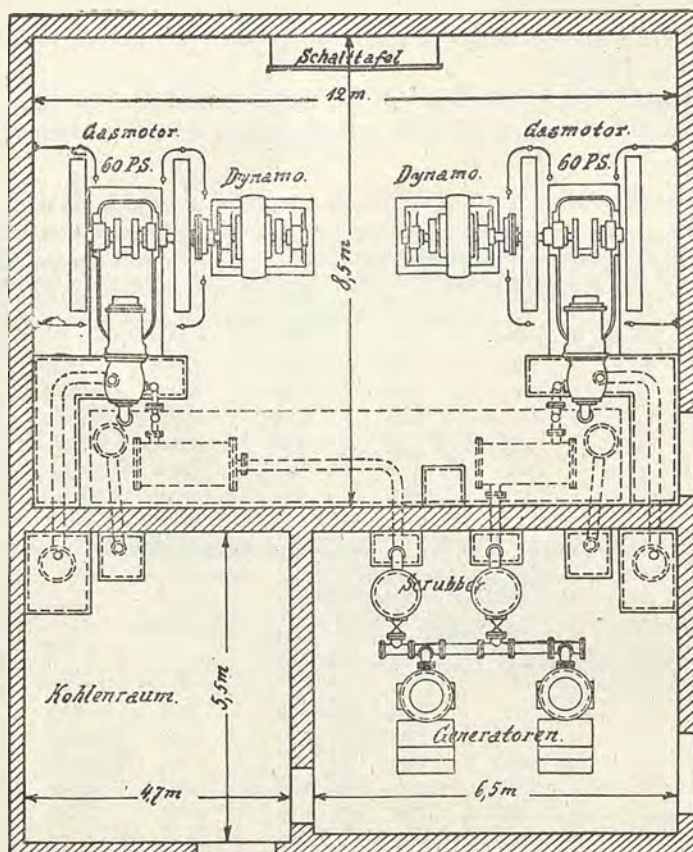


Fig. 223. — Schema della installazione di una centrale a gas povero.

Schalttafel, quadro di distribuzione; Gasmotor, motore a gas; Dynamo, dinamo; Scrubber, depuratori; Generatoren, generatori; Kohlenraum, deposito del carbone.

Tabella XXXII. — Motori a gas povero con generatore ad aspirazione.

| | | | | | | | | | |
|---|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Potenza del motore in cavalli | 8 | 16 | 20 | 30 | 50 | 70 | 90 | 100 | 160 |
| Giri del motore al minuto | 220 | 200 | 200 | 200 | 190 | 190 | 180 | 180 | 160 |
| Spazio necessario per il generatore completo di ogni accessorio circa m. | lung. | 2,9 | 2,9 | 3,2 | 3,2 | 3,6 | 4,0 | 4,5 | 5,4 |
| | largh. | 2,0 | 2,0 | 3,4 | 3,4 | 2,7 | 4,0 | 4,0 | 4,7 |
| | altezza | 2,7 | 2,7 | 3,2 | 3,2 | 4,0 | 4,0 | 4,5 | 4,8 |
| Spazio necessario per il motore a gas con accessori, e la dinamo con comando a cinghia circa m. | lung. | 4,8 | 6,3 | 6,3 | 6,8 | 7,8 | 8,2 | 8,5 | 9,5 |
| | largh. | 2,3 | 2,6 | 2,7 | 2,7 | 4,2 | 4,4 | 4,5 | 6,9 |
| | altezza | 2,2 | 2,7 | 2,7 | 2,8 | 3,2 | 3,4 | 3,5 | 3,5 |
| Costo di impianto per il generatore a gas e per il motore, completi di ogni accessorio, colle tubazioni per il gas, per l'acqua e per lo scarico circa L. | 6800 | 9600 | 11500 | 14100 | 21250 | 25100 | 29000 | 31370 | 43370 |
| Consumo di combustibile per cavallo-ora utilizzabile a pieno carico Antracite circa Kg. | 0,54 | 0,48 | 0,47 | 0,44 | 0,38 | 0,36 | 0,36 | 0,34 | 0,32 |
| Consumo di acqua compresa quella di raffreddamento per cavallo-ora utilizzabile a pieno carico circa litri | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 |
| Consumo di lubrificanti e stracci per ogni cavallo utiliz- zabile a pieno carico circa cent. | 0,45 | 0,30 | 0,28 | 0,24 | 0,185 | 0,18 | 0,18 | 0,15 | 0,14 |
| Costo annuale di riparazione per funzionamento normale. ‰ del costo d'impianto | Nei primi cinque anni circa 1 ‰, in seguito circa 2 ‰. | | | | | | | | |

I dati surriferiti si riferiscono a motori della *Gasmotoren Fabrik Deutz*.

Le principali ditte italiane costruttrici di motori a gas sono la Franco Tosi di Legnano e Langen & Wolf di Milano.

Nella fig. 223 si è rappresentato un impianto di due motori a gas, con gazogeno, che comandano direttamente le dinamo generatrici.

ε) Motori termici Diesel.

Il motore a ciclo Diesel è venuto applicandosi largamente in questi ultimi anni ed è considerato come uno dei motori più convenienti per economia di esercizio. Il motore è a quattro tempi ed utilizza combustibili liquidi, residui di oli grassi e prodotti secondari di distillazione.

Il consumo medio è di 200 grammi per cavallo-ora di combustibile, il cui prezzo è in Italia di circa 12 lire al quintale.

Tabella XXXIII. — Motori termici Diesel.

| Potenza in HP | Numero di giri al minuto | Dimensioni esterne del motore | | | Peso netto chilogrammi | Prezzo su consegna vagone circa Lire |
|---------------|--------------------------|-------------------------------|-----------|---------|------------------------|--------------------------------------|
| | | larghezza | lunghezza | altezza | | |
| 10 (1 cil.) | 255 | 2200 | 1800 | 1925 | 2400 | 6800 |
| 15 » | 235 | 2600 | 2300 | 2200 | 4400 | 11400 |
| 50 » | 170 | 3600 | 3300 | 3300 | 13500 | 20200 |
| 100 (2 cil.) | 170 | 3600 | 4200 | 3300 | 22500 | 36200 |
| 200 » | 160 | 4000 | 5200 | 4200 | 44000 | 65000 |
| 300 (4 cil.) | 175 | 3800 | 7000 | 3700 | 55000 | 100000 |
| 400 » | 160 | 4000 | 7500 | 4200 | 74000 | 126000 |
| 500 » | 155 | 4200 | 8200 | 4500 | 97000 | 156000 |
| 800 » | 140 | 5300 | 11800 | 5600 | 175000 | 250000 |

I principali costruttori di motori Diesel sono la *Maschinen Fabrik* di Aushurg e la *Società Fratelli Sulzer* di Winterthur.

ζ) Motori a benzina.

Per piccoli impianti di illuminazione per ville e costruzioni provvisorie sono adatti gruppi di motori a benzina e dinamo, che occupano poco spazio e possono essere messi in funzionamento in breve tempo. Questi gruppi vengono alcune volte uniti a batterie di accumulatori, che costituiscono la riserva, mentre regolano il carico sul motore stesso.

La fig. 224 rappresenta lo schema di impianto di una piccola centrale elettrica funzionante con motore a benzina e con batteria di accumulatori.

Tabella XXXIV. — Motori a benzina.

| | | | | | | | |
|---|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Potenza utilizzabile in cavalli | 3 | 6 | 10 | 16 | 20 | 25 | 30 |
| Numero di giri al minuto | 250 | 240 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Spazio necessario per il serbatoio di benzina ed accessori metri | { lungh. largh. altezza 2,6 1,4 2,0 | { 2,8 1,6 2,0 | { 3,0 1,6 2,0 | { 3,2 1,8 2,2 | { 3,2 1,8 2,2 | { 3,3 1,8 2,2 | { 3,3 1,8 2,2 |
| Spazio necessario per il motore, la dinamo con comando a cinghia ed accessori. . . . metri | { lungh. largh. altezza 5,2 1,8 2,0 | { 5,3 2,1 2,0 | { 5,8 2,5 2,4 | { 6,3 2,6 2,7 | { 6,3 2,7 2,7 | { 6,4 2,7 2,7 | { 6,8 2,7 2,8 |
| Costo d'impianto per il motore completo con tubazioni per la benzina e per l'acqua di raffreddamento ricavata da una condotta d'acqua, pronto a funzionare . . . lire | 2870 | 4250 | 5500 | 7250 | 8625 | 9625 | 10750 |
| Consumo di benzina per ogni cavallo-ora utilizzato a pieno carico circa Kg. | 0,33 | 0,32 | 0,32 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 |
| Fabbisogno di acqua di raffreddamento per cavallo-ora utilizzabile a pieno carico circa Kg. | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Consumo di lubrificanti e stracci per ogni cavallo-ora utilizzabile a pieno carico circa cent. | 0,75 | 0,69 | 0,63 | 0,57 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Costo annuale di riparazione per funzionamento normale. % del costo d'impianto | | | | da 2 a 3 % | | | |

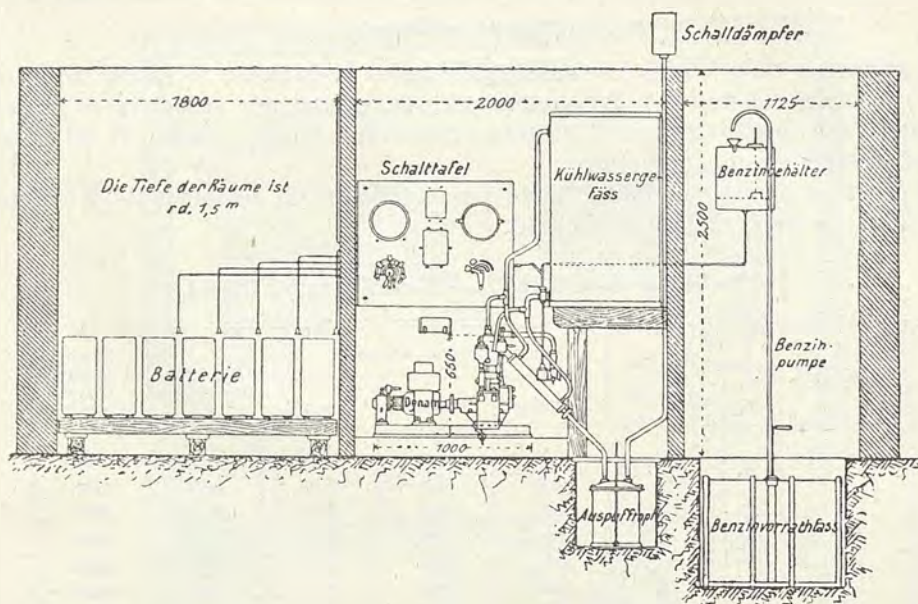


Fig. 224. — Schema della installazione di un gruppo benzoelettrico.

Schalttafel, quadro di distribuzione; *Dynamo*, dinamo; *Benzinbehälter*, serbatoio della benzina; *Benzinpumpe*, pompa della benzina; *Kühlwassergefäß*, serbatoio dell'acqua di raffreddamento; *Ausspuffrepl.*, recipiente di scarico; *Schalldämpfer*, silenziatore; *Batterie*, batteria.

SPESE DI ESERCIZIO.

Il calcolo delle spese di esercizio comprende come elemento principale il costo del combustibile, che è variabile da località a località e secondo le condizioni del mercato; nelle Tabelle precedenti venne perciò indicata la quantità di combustibile consumata senza poterne fissare il valore.

Oltre alle spese dirette, quali personale, combustibili, lubrificanti e riparazioni, il preventivo di esercizio deve pure comprendere il costo di ammortamento del materiale, che deve essere regolato alla probabile durata delle varie parti dell'impianto.

Si possono, con una buona manutenzione, ritenere probabili le seguenti durate (UPPENBORN, *Kalender für Elektrotechniker*).

| | |
|------------------------------|---------|
| Edifici | 60 anni |
| Caldaje | 18 » |
| Motrici a vapore | 22 » |
| Turbine a vapore. | 17 » |
| Turbine idrauliche | 22 » |
| Motori a gas | 15 » |
| Dinamo e motori | 25 » |
| Accumulatori | 8 » |
| Trasformatori | 25 » |
| Cavi | 25 » |
| Condutture aeree | 20 » |
| Lampade ad arco | 12 » |

n) Generatori elettrici.

La Tabella XXXV è relativa ai generatori a corrente continua per tensione normale di 125 ÷ 250 ÷ 500 volt, per il numero di giri normale.

Tabella XXXV.

Generatrici a corrente continua, tipo O. S. (Tensioni norm. 125-250-500 volt).

SOCIETÀ NAZIONALE DELLE OFFICINE DI SAVIGLIANO.

| Potenza sviluppata | Potenza assorbita | Tensione ai morsetti | Intensità di corrente | Numero di giri al minuto | Numero di poli | Rendimento in % a carico | | | Puleggia normale | | Peso approssimativo | | Prezzo franco Torino | |
|--------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|------|------|------------------|--------|---------------------|-----------------|----------------------|-----------------|
| | | | | | | 1/1 | 3/4 | 1/2 | diametro | fascia | Comando a cinghia | Accopp. diretto | Comando a cinghia | Accopp. diretto |
| Kw. | HP | Volt | Amp. | | | | | | mm. | mm. | Kg. | Kg. | L. | L. |
| 0,48 | 1 | 125 250 | 3,8 1,9 | 1900 | 2 | 66 | — | — | 80 | 50 | 42 | 34 | 450 | 430 |
| 0,82 | 1,5 | 125 250 | 6,6 3,3 | 1800 | 2 | 76 | — | — | 100 | 80 | 56 | 47 | 500 | 475 |
| 2,40 | 4 | 125 250 | 19,2 9,6 | 1600 | 2 | 82 | 80 | 72 | 120 | 100 | 120 | 105 | 680 | 650 |
| 5 | 8 | 125 250 500 | 42 21 10,5 | 1600 | 4 | 84 | 82 | 75,5 | 200 | 120 | 220 | 190 | 980 | 950 |
| 6,5 | 10,5 | 125 250 500 | 50 25 12,5 | 1400 | 4 | 85 | 83 | 77 | 200 | 120 | 285 | 250 | 1100 | 1070 |
| 11 | 17,5 | 125 250 500 | 88 44 22 | 1200 | 4 | 86 | 84 | 79 | 250 | 150 | 420 | 370 | 1400 | 1340 |
| 13 | 20 | 125 250 500 | 108 54 27 | 1200 | 4 | 86,5 | 84,5 | 80 | 250 | 150 | 525 | 460 | 1700 | 1630 |
| 16 | 25 | 125 250 500 | 128 64 32 | 1000 | 4 | 87 | 85 | 81 | 250 | 150 | 650 | 575 | 2100 | 2020 |
| 21 | 33 | 125 250 500 | 168 84 42 | 900 | 4 | 87,5 | 85,5 | 81,5 | 350 | 200 | 760 | 680 | 2500 | 2420 |
| 26 | 40 | 125 250 500 | 208 104 52 | 800 | 4 | 88 | 85,5 | 82 | 350 | 200 | 900 | 800 | 2950 | 2860 |
| 32,6 | 50 | 125 250 500 | 260 130 65 | 800 | 4 | 88,5 | 86 | 82,5 | 400 | 250 | 1350 | 1220 | 3900 | 3780 |
| 40 | 61 | 125 250 500 | 316 158 79 | 800 | 4 | 89 | 86,5 | 83 | 400 | 250 | 1640 | 1480 | 4800 | 4670 |
| 52 | 80 | 125 250 500 | 416 208 104 | 700 | 6 | 89,5 | 87 | 83,5 | 500 | 300 | 2160 | 1960 | 6200 | 6040 |
| 66 | 100 | 125 250 500 | 530 265 133 | 600 | 6 | 90 | 87,5 | 84 | 600 | 300 | 2700 | 2450 | 7500 | 7300 |

La Tabella XXXVI dà il costo ed altri dati inerenti ai generatori trifasi per frequenza normale 42 ÷ 50 periodi e numero di giri normale.

Tabella XXXVI. — Generatori trifasi (tipo A. T.). Frequenze normali periodi 42 ÷ 50.
SOCIETÀ NAZIONALE DELLE OFFICINE DI SAVIGLIANO.

| Potenza sviluppata | | Potenza assorbita | | Frequenza in periodi al secondo | Numero di giri al minuto | Numero di poli | Massima tensione al morsetti | Rendimento in % (eccitazione compresa a carico) | | | | | | Watt di eccitazione per $\cos \varphi = 1$ | Peso approssimativo dell'alternatore con eccitatrice | | Prezzo franco Torino dell'alternatore con eccitatrice | |
|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------|----------------|------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|-----------------|---|-----------------|
| $\cos \varphi = 1$ | $\cos \varphi = 0,8$ | $\cos \varphi = 1$ | $\cos \varphi = 0,8$ | | | | | $1/1$ | $3/4$ | $1/2$ | $1/1$ | $3/4$ | $1/2$ | | Comando a cinghia | Accopp. diretto | Comando a cinghia | Accopp. diretto |
| Kw. | Kw.-A. | HP | HP | | | | Volt | | | | | | | Kg. | Kg. | Kg. | L. | L. |
| 52,5 | 65,5 | 80 | 81 | 50 42 | 600 504 | 40 | 6000 | 89 | 88,2 | 86 | 88 | 87 | 85 | 1570 | 2530 | 2300 | 6050 | 5850 |
| 66 | 83 | 100 | 101 | 50 42 | 500 420 | 12 | 6000 | 90 | 89,4 | 87,5 | 89 | 88,2 | 86 | 1940 | 3450 | 3150 | 6980 | 7200 |
| 80 | 100 | 120 | 122 | 50 42 | 500 420 | 12 | 6000 | 90,5 | 90 | 88 | 89,5 | 88,7 | 86,5 | 2360 | 3780 | 3440 | 7600 | 7700 |
| 100 | 125 | 150 | 152 | 50 42 | 500 420 | 12 | 8000 | 91 | 90,5 | 88,5 | 90 | 89,5 | 87,5 | 2550 | 4250 | 3850 | 8600 | 8850 |
| 135 | 170 | 200 | 202 | 50 42 | 500 420 | 12 | 8000 | 91,5 | 91 | 89 | 90,5 | 90 | 88 | 2950 | 5050 | 4600 | 10070 | 9650 |
| 170 | 213 | 250 | 253 | 50 42 | 500 420 | 12 | 10000 | 92 | 91,5 | 90 | 91 | 90,5 | 88,5 | 3400 | 6000 | 5500 | 11750 | 11250 |
| 204 | 254 | 300 | 303 | 50 42 | 375 315 | 16 | 10000 | 92 | 91,5 | 90 | 91 | 90,5 | 88,5 | 4100 | 8500 | 7800 | 16200 | 15600 |
| 272 | 340 | 400 | 405 | 50 42 | 375 315 | 16 | 10000 | 92,7 | 92,2 | 90,7 | 91,7 | 91,2 | 90 | 5000 | 10350 | 9500 | 18200 | 17500 |
| 340 | 425 | 500 | 505 | 50 42 | 375 315 | 16 | 10000 | 93 | 92,5 | 91 | 92 | 91,5 | 90,3 | 6000 | 12400 | 11400 | 21600 | 20800 |
| 411 | 512 | 600 | 606 | 50 42 | 300 252 | 20 | 12000 | 93,2 | 92,7 | 91,2 | 92,2 | 92 | 90,8 | 7200 | 15000 | 13800 | 24950 | 24000 |
| 548 | 685 | 800 | 809 | 50 42 | 300 255 | 20 | 12000 | 93,5 | 93 | 91,5 | 92,5 | 92 | 90,8 | 9300 | 19000 | 17600 | 31100 | 30000 |
| 688 | 860 | 1000 | 1012 | 50 42 | 300 252 | 20 | 12000 | 93,5 | 93 | 91,5 | 92,5 | 92 | 91 | 10700 | 22700 | 21000 | 35900 | 34500 |

6) Motori elettrici.

Il prezzo dei motori elettrici dipende in modo notevole dalla loro velocità; i motori più rapidi costano meno dei motori più lenti, ma quelli richiedono l'applicazione di organi riduttori della velocità, che aumentano il costo dell'impianto e ne diminuiscono il rendimento. Ordinariamente si usano per grandi potenze motori lenti, per piccole potenze motori rapidi.

In tutti i casi in cui è possibile di azionare direttamente le macchine sia perchè hanno grande numero di giri, ovvero perchè le condizioni di impianto permettono l'uso di riduttori di velocità, che con sistemi recenti, tra cui i Lenix, danno modo di stabilire rapporti molto grandi di riduzione di velocità col sistema a cinghie, è conveniente di estendere, per il comando di macchine di grande potenza, l'uso dei motori rapidi di minore costo e meno ingombranti.

Le Tabelle XXXVII e XXXVIII si riferiscono ai motori a corrente alternata asincroni trifasi.

La prima Tabella è relativa ai motori con rotore in corto circuito senza anelli di contatto, meno costosi, ma che possono usarsi solo per piccole potenze essendo troppo grande il richiamo di corrente da essi provocato all'avviamento; i motori della seconda Tabella sono del tipo ad anelli di contatto con rotore ad avvolgimento aperto, che con opportuni reostati si usano per ogni potenza. Oltre il maggiore costo del motore deve entrare in conto il prezzo del reostato.

Il numero dei giri dei motori trifasi è dipendente dalla frequenza della corrente e non può aversi per ogni frequenza che per determinate velocità ottenute col variare il numero delle coppie dei poli.

Tabella XXXVII. — Motori asincroni trifasi senza anelli di contatto.

SOCIETÀ NAZIONALE DELLE OFFICINE DI SAVIGLIANO.

| Potenza sviluppata | Fattore di potenza a pieno carico | Potenza assorbita | Tensione ai morsetti | Intensità di corrente | Frequenza in periodi al secondo | Numero di giri al minuto a pieno carico | Numero dei poli | Rendimento in % a pieno carico | Peso approssimativo | | Prezzo franco Torino | |
|--------------------|-----------------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------------|---|-----------------|--------------------------------|---------------------|-----------------|----------------------|-----------------|
| | | | | | | | | | Comando a cinghia | Accopp. diretto | Comando a cinghia | Accopp. diretto |
| HP | cos φ | Kw. | Volt | Amp. | | | | | Kg. | Kg. | L. | L. |
| 1/2 | 0,72 | 0,74 | 110 | 3,9 | 50 42 | 1380 1140 | 4 | 69 | 54 | 48 | 300 | 285 |
| 1 | 0,76 | 1,3 | 110 190 260 | 6,8 4 2,9 | 50 42 | 1380 1150 | 4 | 75 | 68 | 56 | 330 | 315 |
| 2 | 0,79 | 2,4 | 110 190 260 500 | 12,5 7,3 5,3 2,8 | 50 42 | 1380 1150 | 4 | 78 | 88 | 76 | 410 | 390 |
| 4 | 0,81 | 4,45 | 110 190 260 500 | 23,5 13,5 10 5,2 | 50 42 | 1400 1180 | 4 | 81,5 | 130 | 115 | 620 | 600 |
| 8 | 0,83 | 8,4 | 110 190 260 500 | 44 25,5 18,8 9,7 | 50 42 | 1420 1200 | 4 | 84 | 210 | 185 | 900 | 880 |
| 10 | 0,84 | 10,3 | 110 190 260 500 | 54 31,5 23 12 | 50 42 | 960 800 | 6 | 85 | 250 | 225 | 1060 | 1040 |

Tabella XXXVIII. — Motori asincroni trifasi con anelli di contatto.

SOCIETÀ NAZIONALE DELLE OFFICINE DI SAVIGLIANO.

| Potenza svilupata | Fattore di potenza a pieno carico | Potenza assorbita | Massima tensione ai morsetti | Frequenza in periodi al secondo | Numero di giri al minuto a pieno carico | Numero dei poli | Rendimento in % a pieno carico | Peso approssimativo | | Prezzo franco Torino | |
|----------------------|--------------------------------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---|-----------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
| | | | | | | | | Comando a cinghia | Accopp. diretto | Comando a cinghia | Accopp. diretto |
| HP | cos φ | Kw. | Volt | | | | | Kg. | Kg. | L. | L. |
| 10 | 0,84 | 10,2 | 500 | 50 42 | 960 800 | 6 | 85,5 | 340 | 310 | 1220 | 1180 |
| 16 | 0,85 | 16,1 | 500 | 50 42 | 960 800 | 6 | 86 | 450 | 410 | 1560 | 1510 |
| 20 | 0,86 | 19,8 | 500 | 50 42 | 960 800 | 6 | 86,5 | 540 | 490 | 1750 | 1700 |
| 35 | 0,86 | 34,2 | 500 | 50 42 | 730 600 | 8 | 87,5 | 850 | 760 | 2600 | 2510 |
| 50 | 0,86 | 48,3 | 3000 | 50 42 | 730 605 | 8 | 88,5 | 1300 | 1200 | 3350 | 3250 |
| 60 | 0,87 | 57,2 | 3000 | 50 42 | 730 605 | 8 | 88,5 | 1600 | 1450 | 4100 | 3350 |
| 75 | 0,87 | 71 | 5000 | 50 42 | 580 480 | 10 | 89 | 2300 | 2100 | 5500 | 5300 |
| 90 | 0,87 | 84,5 | 5000 | 50 42 | 580 480 | 10 | 90 | 2800 | 2550 | 6100 | 5850 |
| 110 | 0,88 | 102 | 5000 | 50 42 | 485 405 | 12 | 90 | 3450 | 3150 | 8280 | 8000 |
| 170 | 0,88 | 156,5 | 5000 | 50 42 | 485 405 | 12 | 90,5 | 5200 | 4800 | 10550 | 10200 |
| 200 | 0,87 | 187 | 6000 | 50 42 | 365 305 | 16 | 90,5 | — | 6500 | — | 14600 |
| 250 | 0,88 | 229 | 6000 | 50 42 | 365 305 | 16 | 91 | — | 7750 | — | 16800 |
| 300 | 0,88 | 275 | 6000 | 50 42 | 295 245 | 20 | 91 | — | 9200 | — | 20000 |

Il numero dei giri indicato per i suddetti motori è quello che corrisponde alle velocità normalmente usate per macchine di tale potenza, i listini della case costruttrici comprendono però per ogni potenza varie velocità, tra cui è possibile di scegliere il motore più conveniente. Per uguale potenza, il prezzo dei motori rapidi è minore di quello dei motori lenti.

La Tabella XXXIX, a pag. seguente, si riferisce ai motori a corrente continua per le tensioni normali di funzionamento e per il numero di giri generalmente usati.

Si possono però variare, entro certi limiti, questi dati senza influire sul costo del motore. I motori speciali per velocità o per tensione hanno un prezzo superiore, che deve essere chiesto in ogni caso alle Ditte costruttrici.

Insieme al motore si debbono acquistare i reostati di avviamento e di campo che vengono computati a parte, e di essi non è possibile indicare il prezzo, essendo di costruzione molto diversa da ditta a ditta.

Tabella XXXIX. — Motori a corrente continua.

SOCIETÀ NAZIONALE DELLE OFFICINE DI SAVIGLIANO.

| Potenza svilupata | Potenza assorbita | Tensione ai morsetti | Intensità di corrente | Numero di giri al minuto | Numero dei poli | Rendimento in % a pieno carico | Peso approssimativo | | Prezzo franco Torino | |
|----------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
| | | | | | | | Comando a cinghia | Accopp. diretto | Comando a cinghia | Accopp. diretto |
| HP | Kw. | Volt | Amp. | | | | Kg. | Kg. | L. | L. |
| 1 | 0,97 | 120 240 | 8,4 4 | 1800 | 2 | 76 | 56 | 47 | 500 | 475 |
| 2,5 | 2,25 | 120 240 | 18,8 9,4 | 1600 | 2 | 82 | 120 | 105 | 680 | 650 |
| 4 | 3,55 | 120 240 480 | 29,6 14,8 7,4 | 1600 | 4 | 83 | 180 | 155 | 800 | 760 |
| 6 | 5,30 | 120 240 480 | 44 22 11 | 1600 | 4 | 84 | 220 | 190 | 980 | 950 |
| 8 | 6,95 | 120 240 480 | 58 29 14,5 | 1400 | 4 | 85 | 285 | 250 | 1100 | 1070 |
| 10 | 8,60 | 120 240 480 | 72 36 18 | 1400 | 4 | 85,5 | 350 | 310 | 1300 | 1250 |
| 22 | 18,6 | 120 240 480 | 156 78 39 | 1000 | 4 | 87 | 650 | 575 | 2100 | 2020 |
| 40 | 33,5 | 120 240 480 | 280 140 70 | 800 | 4 | 88 | 1350 | 1220 | 3900 | 3780 |
| 65 | 53 | 120 240 480 | 442 221 110 | 700 | 6 | 89 | 2160 | 1960 | 6200 | 6040 |
| 80 | 65 | 120 240 480 | 542 271 135 | 600 | 6 | 90 | 2700 | 2450 | 7500 | 7300 |

Il consumo di materiale lubrificante è di circa cent. 0,6 per cavallo-ora.

Il costo della manutenzione 2% del costo di impianto.

Il costo del quadro e degli accessori relativi all'impianto è assai variabile in quanto che dipende dalla conformazione dell'impianto e dal numero dei circuiti che si alimentano.

In linea generale si può ritenere che il costo del quadro con interruttore, valvole, apparecchi e 25 metri di conduttura, sia per le diverse potenze il seguente:

| Potenze in HP | 0,5 | 1 | 2 | 3 | 5 | 7,5 | 10 | 15 | 20 | 30 | 50 |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Costo in Lire | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 | 600 | 700 |

Il costo delle batterie di accumulatori dipende dalla capacità in ampère-ora della batteria, e dalla tensione a cui deve funzionare.

La capacità influisce sulle dimensioni delle placche e sul numero di esse che vengono messe in parallelo per costituire ogni cella. Le case costruttrici caratterizzano con numeri d'ordine le celle a seconda della loro capacità in ampère-ore.

La tensione di funzionamento influisce sul numero delle celle che debbono essere messe in serie, secondo la regola già indicata nello speciale paragrafo.

La potenza della batteria è limitata dalla massima intensità di carica, la quale viene fissata per ogni tipo di accumulatori, e non deve essere superata per una buona conservazione della batteria.

Le spese di manutenzione delle batterie di accumulatori sono notevoli per il ricambio continuo delle piastre e dell'acido; tale manutenzione è ordinariamente affidata, mediante un compenso fisso annuo, alle case costruttrici delle batterie che ne curano la conservazione.

La Tabella XL riassume, per alcune batterie di varia capacità in ampère-ore e per funzionamento a 110 volt, i dati di costo e di manutenzione.

Tabella XL. — Batterie di accumulatori.

(110 volt. Carica in tre ore).

| | | | | | | | | | | | |
|--|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ampère-ore circa | 36 | 72 | 108 | 144 | 180 | 216 | 252 | 288 | 324 | 360 | 405 |
| Lampade-ora ad incandescenza da 16 candele | 72 | 144 | 216 | 288 | 360 | 432 | 504 | 576 | 648 | 720 | 810 |
| Massima intensità di scarica | 12 | 24 | 36 | 48 | 60 | 72 | 84 | 96 | 108 | 120 | 135 |
| Massimo numero di lampade da 16 candele accese insieme | 24 | 48 | 72 | 96 | 120 | 144 | 168 | 192 | 216 | 240 | 270 |
| Costo di impianto della batteria di 60 elementi, completa di ogni accessorio e data in opera, con scaffali, acido, montaggio e messa in funzionamento . . L. | 900 | 1490 | 1930 | 2320 | 2740 | 3120 | 3540 | 3950 | 4320 | 4720 | 6400 |
| Costo annuo per la manutenzione, sorveglianza della batteria, per parte delle Case costruttrici . . . L. | 125 | 125 | 150 | 190 | 224 | 260 | 298 | 335 | 370 | 405 | 440 |
| Spazio richiesto dalla batteria per un impianto normale | <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <div style="font-size: 2em; line-height: 1;">{</div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> lunghezza larghezza altezza </div> </div> <div> 3,3 2,8 2,0 </div> </div> | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Quadro di manovra, con doppio avvisatore, apparecchi, condutture, secondo lo schema indicato a pag. 123, fig. 215, dato in opera L. | 1000 | 1060 | 1130 | 1190 | 1250 | 1380 | 1500 | 1630 | 1750 | 2000 | 2260 |

Per tensioni maggiori serve la stessa tabella, tenendo conto del maggior numero di elementi necessari.

VII. — IMPIANTI INTERNI DI TELEGRAFIA E TELEFONIA

Nell'interno degli edifici pubblici e privati sono largamente estesi gli impianti di segnalazione e di corrispondenza telefonica.

Tali impianti sono analoghi a quelli in uso per le segnalazioni esterne, come per la telegrafia e telefonia propriamente dette, avuto riguardo però alla maggiore semplicità ed economia degli apparecchi, corrispondente alla loro minore potenzialità ed alla costruzione speciale delle linee.

a) Impianti di segnalazione.

Gli impianti di segnalazione elettrica sono costituiti da un *circuito di distribuzione* in cui si lanciano, mediante un *apparecchio trasmettitore*, impulsi elettrici, le quali, usando delle proprietà elettro-magnetiche della corrente, azionano gli organi di un *apparecchio ricevitore* che, acusticamente o con segni grafici, ripete il segnale trasmesso.

Tasti e pulsanti. — Il congegno trasmettitore è ordinariamente un *tasto* o un *bottone* che ha l'ufficio di chiudere, all'atto della trasmissione del segnale, un circuito elettrico e di lasciarlo aperto nelle condizioni ordinarie.

Questi contatti possono essere di varia natura, a seconda del loro uso e delle loro condizioni di collocamento. Il tipo più largamente usato negli impianti interni è il contatto a bottone, rappresentato nella fig. 225.

Su di una base isolante *A* i due estremi del circuito sono fissati in *a* e in *b* a due molle a linguetta *f* ed *f'*; queste molle sono staccate l'una dall'altra e si sovrappongono all'altra estremità senza toccarsi. Su questa base si avvita un coperchio *B*, in cui è infilato un bottone *c*, che sporge all'infuori. Premendo questo bottone si

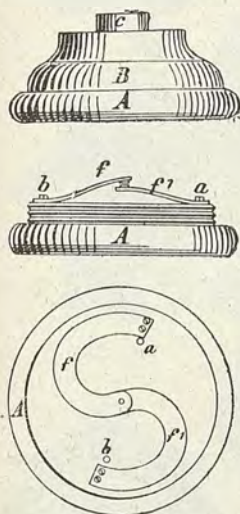


Fig. 225. — Contatto a bottone.



Fig. 227. — Contatto a pulsante a forma di pera.

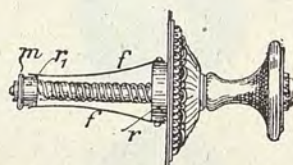


Fig. 226. — Contatto a trazione.

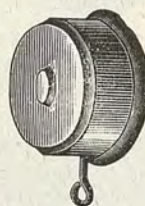


Fig. 228. — Contatto con comando a fune.

stabilisce un contatto tra le due molle e si chiude il circuito elettrico, in cui si mantiene la corrente, e quindi l'emissione del segnale. L'azione elastica della linguetta superiore spinge esternamente il bottone durante lo stato di riposo.

La fig. 226 mostra una forma di contatto a trazione. Le molle a linguetta *f* sono avvitate su di un anello di materiale isolante *r* fisso in cui passa un'asticciuola, che ad una estremità ha il manico di comando, e dall'altra un anello *r*₁ di materiale isolante ed un anello metallico *m*. Una molla cilindrica coassiale all'asta la mantiene, allo stato di riposo, completamente interna all'apparecchio, ed in questa posizione le molle sono tenute isolate avendo contatto coll'anello di gomma. Quando si tira il bottone si portano le molle in contatto dell'anello metallico che stabilisce tra di esse la continuità elettrica.

Per maggior comodità i contatti a pulsante si fanno talora a forma di pera, e si muniscono di un cordoncino flessibile (fig. 227).

Nei luoghi umidi, quali sotterranei, locali per bagni, si usa spesso il tipo di contatto illustrato in fig. 228, completamente chiuso in una scatola metallica ed azionato mediante una fune dal basso.

La fig. 229, *a*, *b*, indica una rosetta per coprire le congiunzioni dei fili sulle pareti.

La fig. 230 rappresenta un bottone trasportabile, specialmente utile per stanze di malati. Una cassetta contiene pila e campanello, e da essa parte il filo che mette capo al pulsante a pera.

Occorrendo talora di stabilire la continuità di una linea di segnalazione ovvero di commutare la sua comunicazione con altre linee facienti capo a diversi apparecchi di segnalazione si usano piccoli interruttori e commutatori.

La fig. 231 è relativa a un interruttore a spina e le figure 232, 233, 234, 235 a commutatori a più vie unipolari e bipolari.

Un tipo speciale di contatto, studiato per segnalazioni di soccorso è quello indicato nella fig. 236, mediante il quale vengono impediti i possibili abusi e si indica



Fig. 229 a, b. — Rosette per coprire le congiunzioni.

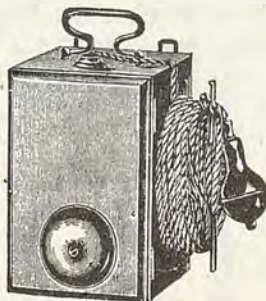


Fig. 230. — Impianto portatile di suoneria.



Fig. 231.



Fig. 232.

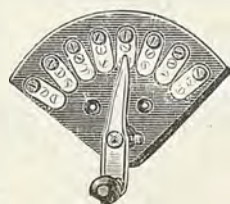


Fig. 233.



Fig. 234

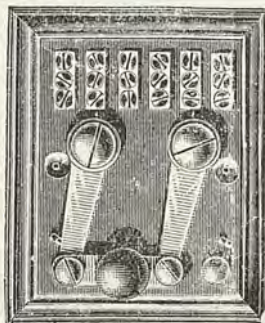


Fig. 235.

Fig. 231 a 235. — Commutatori di linee.



Fig. 236. — Contatto per segnalazioni di soccorso.

l'apparecchio da cui è partito il segnale, dovendosi infrangere, per azionare il congegno, una cordicella serrata da un timbro.

Suonerie a corrente continua. — Il funzionamento delle suonerie a corrente continua è fondato sul seguente sistema elettromagnetico (fig. 237).

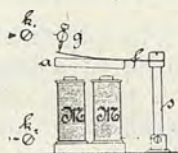


Fig. 237. — Interruttore elettromagnetico.

Un elettromagnete a due nuclei M è affacciato ad una ancorretta a , trattenuta da una molla f fissata ad una colonnetta s ; questa molla nella sua posizione superiore tocca il contatto g fissato in k_1 ad uno dei poli del circuito elettrico, l'altro polo è unito in k_2 all'elettromagnete che, coll'altra sua estremità, si attacca alla colonnetta s .

La corrente passa dal morsetto k_2 all'elettromagnete M , alla colonna s , alla molla f , al contatto g , e prosegue al morsetto k_1 . Appena la corrente circola nell'elettromagnete, l'ancora a viene attratta; la molla f si stacca dal contatto g e, interrompendosi il circuito, cessa la circolazione della corrente negli elettromagneti che divengono inattivi; per azione delle molle l'ancoretta ritorna indietro e ristabilisce il contatto colla vite g ,

producendo una nuova attrazione dell'ancoretta, che oscilla in modo continuo finchè l'apparecchio è connesso alle pile.

Se si fissa all'ancoretta un martelletto che percuota una campana si ottiene la suoneria elettrica, rappresentata nella sua forma più comune dalla fig. 238.

Per ottenere di produrre un segnale che duri finchè la persona chiamata ne sia stata avvisata, si usano le *suonerie permanenti*, che corrispondono allo schema della fig. 239. Oltre al circuito di chiamata in cui è inserito il pulsante *u* si ha un secondo circuito il quale si chiude localmente e comprende la batteria di pile e la suoneria.

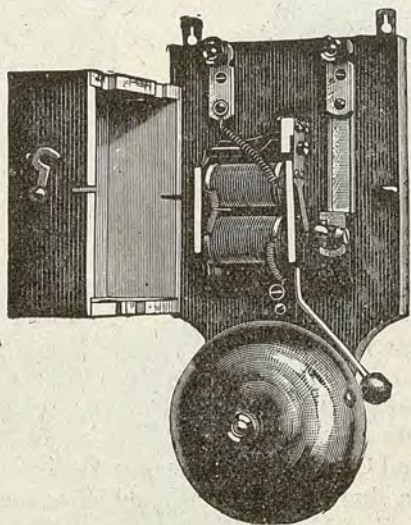


Fig. 238. — Suoneria elettromagnetica.

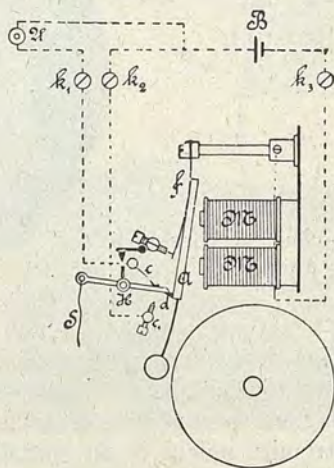


Fig. 239. — Suoneria permanente.

La leva *H* è mantenuta in contatto colla molla *c* dal dente *d*, fissato sull'ancoretta della suoneria; appena mediante il pulsante si chiude il circuito sui morsetti *k*₁ e *k*₃ la suoneria entra in azione, la leva cade e viene a toccare la vite di contatto *c*₁, che stabilisce il circuito locale per il morsetto *k*₂ in modo permanente, ed il segnale si mantiene, malgrado che il contatto abbia cessato di agire, finchè l'incaricato non ne interrompa l'azione, riportando, mediante la fune *S*, la leva alla sua posizione normale.

Per suonerie di questa natura è consigliabile di usare batterie di pile del tipo a funzionamento continuo; ovvero di usare, nel circuito del pulsante, batterie adatte per funzionamento intermittente, e nel circuito locale batterie a funzionamento continuo.

Per segnali di allarme sono usate le suonerie a circolazione continua di corrente (fig. 240), in cui la corrente passa in modo continuo negli elettromagneti e nella ancoretta dei morsetti *k*₁ e *k*₂, mantenendo l'ancoretta stessa aderente ai nuclei dello elettromagnete. Quando viene a formarsi una interruzione qualsiasi nel tratto di linea *a k*₂ in cui si vuole che si manifesti il segnale d'allarme, la suoneria funziona come un campanello elettrico ordinario e mantiene un segnale continuo.

Per sapere se la persona chiamata è al suo posto, si adotta in luogo della campana di corrispondenza un bottone di pressione di Breguet, con segnale di ritorno (fig. 241).

L'ago magnetico *A* girante in una custodia munita di coperchio di vetro viene deviato dall'elettromagnete *E* quando si preme il bottone *B*, e il suo polo nord si dirige nella indicazione della parola *qui* (Hier). Allora la stanghetta *g* appoggia sulla molla *r* stabilendo una corrente derivata verso l'elettromagnete, per cui l'ago rimarrà nella nuova posizione fintantochè la persona chiamata non interromperà, con un mezzo adatto, la corrente: quando questa interruzione sia avvenuta, l'ago ritorna nella posizione primitiva indicando che la persona chiamata ha risposto.

L'insieme degli elettromagneti, dell'ancoretta e dei contatti C_2 , C_3 , costituisce il *relais*, apparecchio indipendente dal resto del circuito; questi elettromagneti hanno i loro avvolgimenti formati di molte spire di filo sottile per modo che la loro corrente di eccitazione è molto piccola e può essere in modo conveniente trasmessa a distanza.

Quadri indicatori. — I quadri indicatori sono usati negli impianti piuttosto estesi ed a molti trasmettitori per indicare da quale luogo è venuto il segnale di chiamata.

La fig. 244 rappresenta il congegno meccanico d'un tale apparecchio. Un elettromagnete, che viene eccitato dalla corrente di chiamata, agisce sull'estremità di una ancoretta che all'altro estremo trattiene, mediante un risalto, una doppia leva, recante

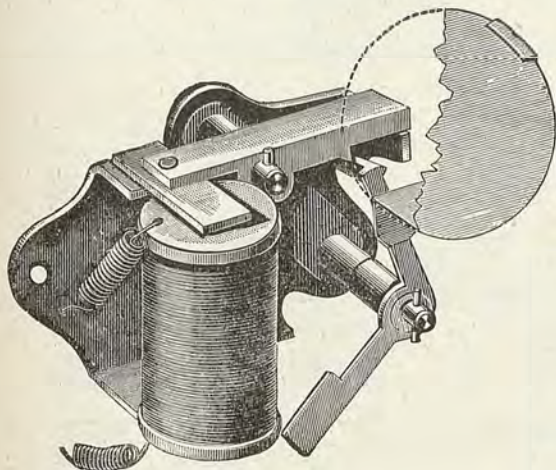


Fig. 244. — Meccanismo elettromagnetico dei quadri indicatori.

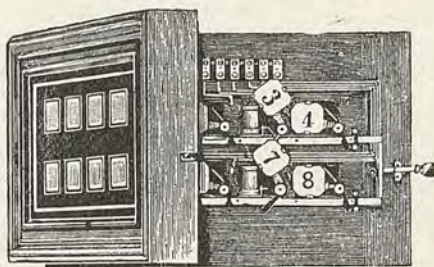


Fig. 245. — Quadro indicatore.

su di uno dei bracci il numero corrispondente al punto di chiamata. Quando l'ancoretta viene attratta, la leva, lasciata libera, cade per il proprio peso, e il numero si mostra di fronte ad un apposito spiraglio. Col movimento di un'asta comandata dall'esterno si riportano al loro posto le leve ed i relativi numeri. Il quadro indicatore viene formato da un insieme di congegni di questa natura, a ciascuno dei quali corrisponde una linea, riuniti in una cassetta murale (fig. 245).

Si costruiscono, pure quadri indicatori in cui il ritorno delle leve nella loro posizione di riposo si ottiene invece che con una azione meccanica, con un comando elettrico.

Le leve sono connesse ad un'ancoretta polarizzata, che, a seconda della polarità degli elettromagneti, viene attratta ovvero respinta; se al segnale di chiamata corrisponde l'attrazione dell'ancoretta, questa si può riportare alla posizione primitiva mandando, mediante un pulsante collocato presso il quadro, una corrente in direzione contraria.

Schemi dei circuiti. — Nelle figure 246 a 255 sono segnati gli schemi di alcune installazioni di suonerie elettriche più frequentemente usati.

1. *La suoneria può essere azionata da punti diversi* (fig. 246). — La suoneria elettrica è messa in serie colle pile B (Z e K indicano rispettivamente lo zinco ed il carbone delle pile) e nel loro circuito sono inseriti in derivazione i vari pulsanti, la cui azione vale a chiudere il circuito elettrico da punti diversi.

2. *Più suonerie possono venire contemporaneamente azionate da un pulsante.* — Lo schema a fig. 247 è relativo a questo caso, il pulsante è messo in serie colle pile e le suonerie si uniscono in parallelo ai fili di linea.

3. *Segnali d'allarme.* — Colla installazione di fig. 248 si ottiene che premendo uno qualsiasi dei pulsanti D agiscono contemporaneamente tutte le suonerie W, le quali sono distribuite nei locali dove, in caso di emergenza, si deve dare l'allarme, da un punto qualsiasi dello stabilimento. La linea è a tre fili, in due dei quali, 2-3,

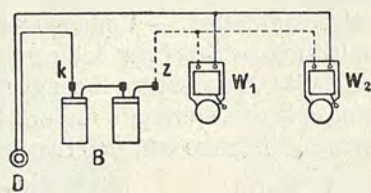
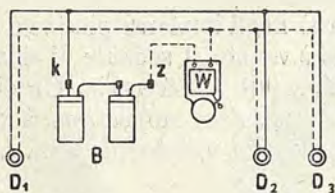


Fig. 246. — Suoneria azionata da punti diversi. Fig. 247. — Suonerie azionate da un solo pulsante.

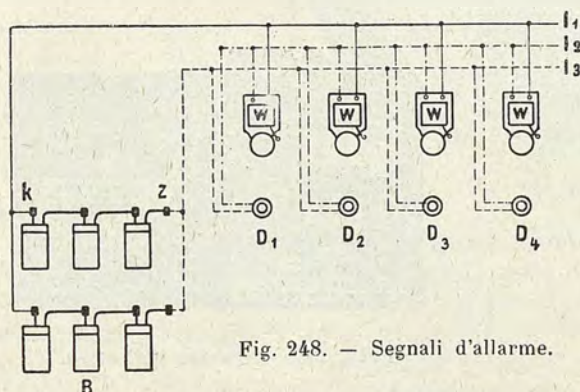


Fig. 248. — Segnali d'allarme.

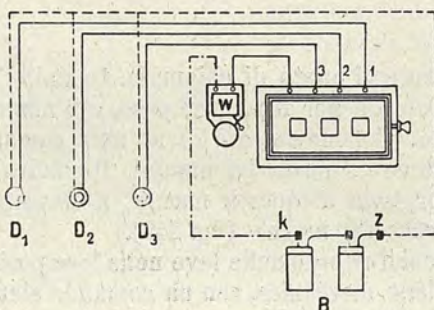


Fig. 249. — Impianto di suoneria con quadro indicatore.

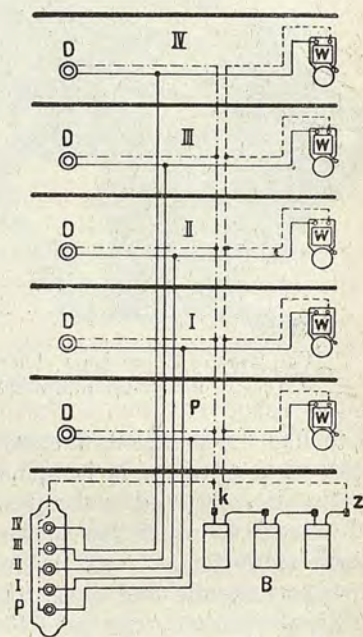


Fig. 250. — Impianto per la chiamata dall'esterno di una casa.

sono messi in derivazione i bottoni, e nei due 1-2 sono inserite le suonerie. La batteria di pile deve essere formata da più serie in parallelo per supplire la corrente necessaria ad azionare parecchie suonerie.

4. *Suoneria con quadro indicatore* (fig. 249). — L'impianto ha una linea formata da tanti fili quanti sono i pulsanti e da un filo comune a tutti di ritorno. I conduttori relativi ai vari pulsanti fanno capo nel quadro indicatore ai vari elettromagneti, che coll'altro estremo si connettono alla suoneria, alle pile ed al filo comune di ritorno.

5. *Impianto per la chiamata dall'esterno di una casa* (fig. 250). — Per ogni abitazione di una casa si ha un pulsante ai piedi della scala ed uno in corrispondenza della porta. Una sola batteria provvede a tutto l'impianto.

6. *Suoneria a funzionamento continuo.* — Nello schema indicato nella fig. 251 si applica la suoneria rappresentata nella fig. 239 il cui funzionamento è continuo finchè non viene riportata allo stato di riposo. Mediante l'interruzione del contatto a spina A l'impianto funziona come per una suoneria ordinaria.

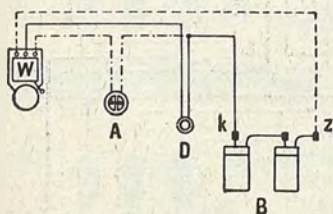


Fig. 251. — Impianto di suoneria a funzionamento continuo.

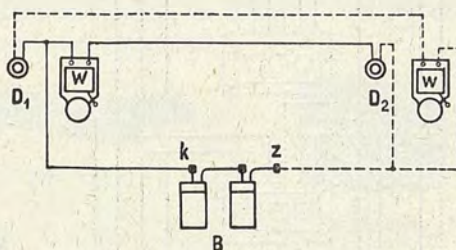


Fig. 252. — Segnali di chiamata e risposta con batteria comune.

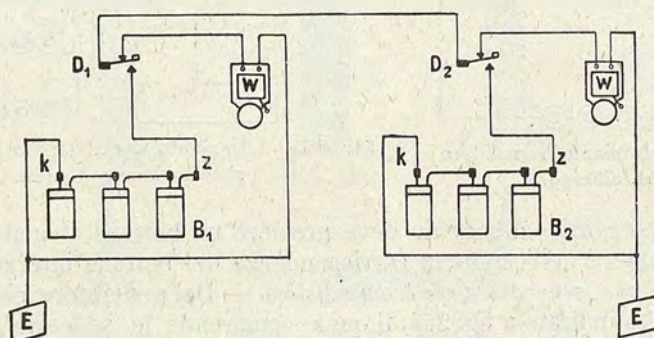


Fig. 253. — Segnali di chiamata e risposta con batterie separate.

7. *Segnali di chiamata e di risposta con batteria comune* (fig. 252). — L'impianto è costituito da due tasti, due suonerie, una batteria e tre fili di linea. Col tasto D_1 si aziona la suoneria 2 e col tasto D_2 la suoneria 1.

8. *Segnali di chiamata e di risposta con batterie separate e con uso della terra come conduttura di ritorno.* — Questo schema di impianto indicato in fig. 253 è simile a quello usato per le trasmissioni telegrafiche ed in tutte quelle trasmissioni in cui per la distanza si deve fare economia di condutture.

I tasti D_1 e D_2 allo stato di riposo stabiliscono, col contatto superiore, la comunicazione della linea coi rispettivi apparecchi di chiamata; abbassando uno di essi si fa la chiamata nella stazione opposta. — I tasti a doppio contatto sono del tipo Morse.

9. *Impianto in un albergo a vari piani* (fig. 254). — In corrispondenza di ciascun piano viene stabilito un impianto che collega tutte le camere dello stesso piano, le quali hanno il loro numero sul quadro di segnalazione corrispondente. Al piano terreno è collocato un quadro segnalatore a cui fanno capo circuiti che si staccano dai vari piani, e che indica da quale piano è stato trasmesso il segnale. Per ogni piano si ha una suoneria la quale funziona finchè l'incaricato non ha presa visione del numero della camera e non ha rimesso il quadro segnalatore a posto.

10. *Impianto di un albergo, sistema Mix e Genest.* — Secondo questo sistema, rappresentato nella fig. 255, si raggiunge una grande sicurezza nel servizio del personale.

I quadri segnalatori delle camere sono collocati a ciascun piano, e sono a ritorno elettrico; per ritornare il numero corrispondente alla chiamata nella sua posizione

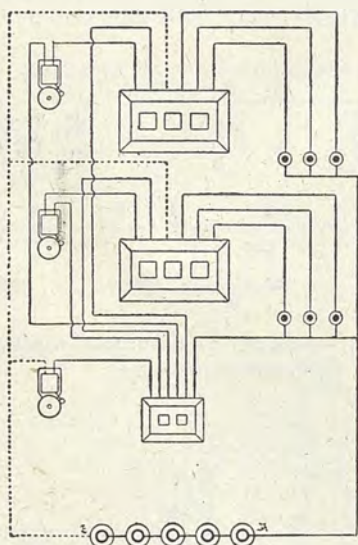


Fig. 254. — Impianto segnalatore di un albergo.

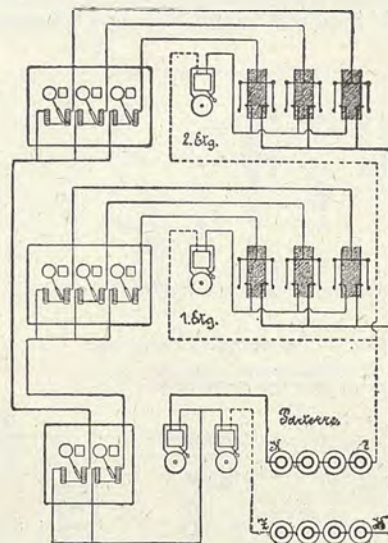


Fig. 255. — Impianto segnalatore di un albergo, sistema Mix e Genest.

non visibile, il personale di servizio deve premere un bottone, il quale si trova all'esterno della camera dell'ospite, in corrispondenza del bottone interno.

11. *Impianto con generatore elettromagnetico.* — Dal generatore elettromagnetico si stacca il circuito indicato a fig. 256, il quale comprende le suonerie polarizzate, le

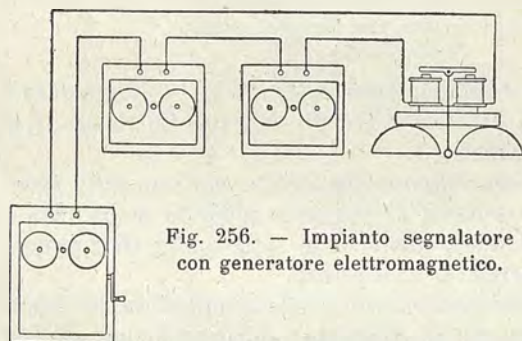


Fig. 256. — Impianto segnalatore con generatore elettromagnetico.

quali possono funzionare in un certo numero in serie. Questi impianti si usano come segnali d'allarme per avviso contemporaneo in più locali d'una fabbrica, ovvero per impianti di avvisatori d'incendio in piccole città.

Segnalatori o avvisatori e segnali d'allarme (1). — Fra le applicazioni più utili degli impianti di segnalazione, si ricordano gli avvisatori d'incendio e i vari segnali di allarme, come, ad es., quelli contro le effrazioni. I primi hanno ordinariamente gli apparecchi

trasmettitori a pulsante, coperti con un foglio di carta o una lastra di vetro, che bisogna infrangere per servirsi dell'apparecchio, allo scopo di evitare abusi, e per determinare da quale apparecchio è partito il segnale. Talora gli apparecchi segnalatori di incendio sono automatici, entrando in azione quando la temperatura dell'ambiente raggiunge un grado anormale.

La maggior parte sono fondati sul principio della dilatazione di una piastra metallica che dilatandosi forma un contatto, il quale può corrispondere a diverse temperature in relazione a una vite regolatrice. La fig. 257 rappresenta uno dei tipi più semplici

(1) Se ne tratta in modo speciale nel capitolo: *Sicurezza degli edifici*, vol. I.

applicato di solito ai soffitti; una molla sensibile alle variazioni di temperatura si piega quando nel locale il calore ha raggiunto un dato grado di temperatura, e forma contatto mettendo in azione una suoneria.

Alcuni di questi segnalatori possono indicare automaticamente la località, in cui si ha il pericolo di incendio, per mezzo di trasmettitori, i quali agiscono facendo girare ruote munite di denti, che stabiliscono automaticamente un numero determinato di contatti, corrispondente al punto dov'è collocato l'apparecchio.



Fig. 257. — Avvisatore d'incendio.



Fig. 261.



Fig. 264.

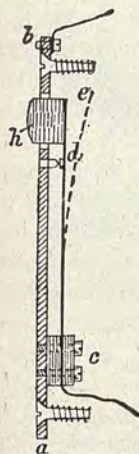


Fig. 258.

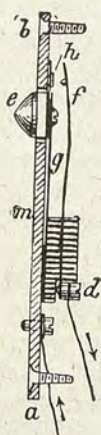


Fig. 259.



Fig. 260.



Fig. 262.



Fig. 263.



Fig. 265.



Fig. 266.



Fig. 267.

Fig. 258 a 267. — Contatti di sicurezza.

I segnalatori automatici vengono usati per varie applicazioni, come per indicare il livello d'acqua nei serbatoi, la pressione dei gas, la tensione di un circuito, ecc., e sono fondati sul principio che un'azione meccanica, esercitata dal fenomeno che si vuole controllare, stabilisce il contatto nel circuito elettrico di segnalazione.

Per garantirsi della chiusura permanente di una porta di negozio o simile, od anche per esser avvertiti che qualcuno passi su certe parti di pavimento (come in vicinanza di casseforti) o attraverso a certe porte, si usano coi campanelli a suono semplice o a suono continuo i cosiddetti *contatti di sicurezza* di cui si ha esempio nelle fig. 258 e 259. Nella fig. 258, *a, b*, è una lamina metallica isolata nel vuoto di uno stipite di porta; in *b* è fissato un estremo del circuito, in *c* l'altro estremo che termina con una molla *c e* la quale ha una piccola sporgenza *d* che forma contatto con *g*. Quando la porta è chiusa il suo battente preme su *h* che sposta la molla *c e* secondo la punteggiata e quindi la corrente resta interrotta; quando la porta si apre la molla respinge il pezzo *h* e viene a urtare contro *g* chiudendo il circuito e facendo quindi suonare il campanello d'allarme.

La fig. 259 rappresenta un cosiddetto contatto di frizione, il quale è assicurato nel vano della porta ed ogni qualvolta questa si apre o si chiude dà un breve segnale, che dura fin quando la porta comprime il bottone *e* di ebonite e questo tocca la molla *d f*: cessata la compressione il bottone ritorna al suo posto per effetto della molla *m*.

Le fig. 260 a 265 rappresentano vari tipi di contatti per avvertire l'apertura di porte, come, ad es., quelle di negozi, di uffici, ecc. Il contatto della fig. 263 si suole applicare agli angoli delle porte. Nel tipo della fig. 264 l'asta di contatto è spinta contro la

intelaiatura aprentesi nella porta mediante una molla a spirale. La fig. 265 rappresenta un contatto da finestra, invisibile perchè nascosto entro un vano del telaio.

Nelle fig. 266 e 267 sono indicati due contatti a pedale, il primo dei quali viene usato tanto visibilmente su tavoli da lavoro, in stanze di portineria, ecc., come invisibilmente sotto pavimenti elastici per avvisare il passaggio di persone in dati punti: il secondo essendo di ghisa si impiega generalmente per annunciare il passaggio di veicoli dai portoni di strada.

L'apparecchio della fig. 268 rappresenta un tipo di avvisatore di controllo di guardia e di segnale di chiamata. La guardia notturna dopo aver aperto il coperchio

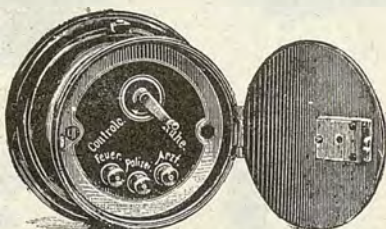


Fig. 268. — Avvisatore di controllo di guardia e di segnale di chiamata.

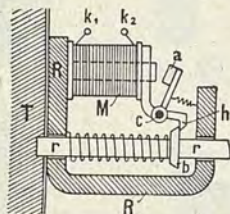


Fig. 270. — Congegno di apertura di porte a distanza.

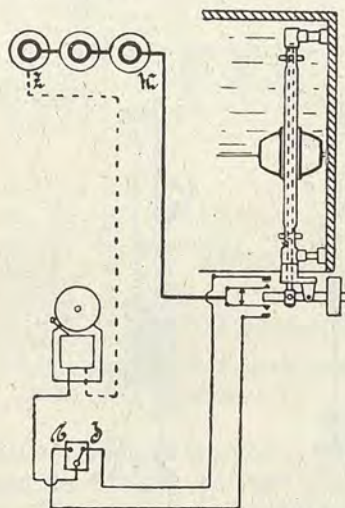


Fig. 269. — Serbatoio a segnalazione automatica.

dell'apparecchio, gira la manovella superiore dando il segnale ordinario di guardia: per mezzo dei bottoni sottostanti dà poi gli allarmi necessari di fuoco, furto, feriti, ai pompieri, alla questura, alla guardia medica od ospedale, ove i segnali appariscono sopra i quadranti contemporaneamente al suono di campanelli di sveglia.

Come esempio di una installazione con segnalazione automatica per controllare il livello dell'acqua in un serbatoio può servire lo schema della fig. 269.

Un galleggiante che pesca nel serbatoio si abbassa e si solleva col livello dell'acqua e produce la chiusura del contatto superiore ed inferiore che per mezzo di una suoneria commutabile sull'uno o nell'altro contatto avvisa nell'operazione di riempimento quando nel recipiente vi è sufficiente quantità d'acqua, ovvero quando questa è deficiente durante l'uso del serbatoio.

Congegni di apertura delle porte. — Tra le varie azioni meccaniche che è possibile esercitare a distanza mediante la corrente elettrica sono numerose quelle per cui coll'effetto del movimento di una ancorretta attratta da un elettromagnete si blocca o si libera un'altra azione meccanica.

Il seguente congegno di apertura di porte a distanza dà un esempio di queste applicazioni.

Sul lato mobile della porta è fissato, come mostra la fig. 270, il congegno scorrevole consistente in una stanghetta guidata r , che nella sua posizione sinistra penetra in un incastro della parete fissa e impedisce l'apertura della porta, ed in un elettromagnete M , il quale agisce sopra una ancorretta a , avente l'ufficio di tenere, mediante un dente, nella sua posizione di chiusura l'asta r contro l'azione di una molla. Nelle

condizioni di riposo la porta rimane chiusa perchè il dente dell'ancoretta si appoggia sul risalto *b* dell'asta, ma quando si lancia la corrente nell'elettromagnete l'ancoretta viene attratta, il dente lascia libera l'asta, che per azione della molla si sposta a destra e rende libera la porta. Per la chiusura si riporta a mano l'asta nella sua posizione sinistra, dove rimane bloccata dal dente dell'ancoretta *a*.

Questi congegni fanno ordinariamente parte dell'impianto elettrico di segnalazione dell'edificio e si servono delle stesse batterie (1).

b) Impianti telefonici.

Apparecchi telefonici. — Il principio del funzionamento del telefono è quello della induzione elettromagnetica.

Due magneti permanenti di acciaio NS e N_1S_1 (fig. 271), circondati rispettivamente da un avvolgimento che fa parte di una linea conduttrice, sono affacciati a due membrane sottili di ferro dolce *P*. Quando, parlando, si emettono delle oscillazioni acustiche davanti ad una delle membrane, questa entra in vibrazione e col suo movimento si avvicina e si allontana dal polo del magnete cui è affacciata, per modo da aumentarne o diminuirne il campo magnetico in funzione delle vibrazioni sonore. Queste variazioni del campo inducono, negli avvolgimenti connessi alla linea delle correnti alternate, le quali all'altro estremo circolando nell'avvolgimento che circonda il magnete permanente, producono un campo magnetico alternato. La membrana, a questo affacciata, entra, per azione del campo magnetico variabile, in vibrazione e riproduce le oscillazioni acustiche e quindi il suono emesso all'altro estremo.

Nella fig. 272 è rappresentata la costruzione pratica di un telefono. Nell'astuccio di legno *C* è contenuto un magnete permanente *M* circondato dall'avvolgimento *R*, che fa capo ai morsetti *S* ed alla linea *L*. La membrana *P* si trova affacciata ad uno dei poli del magnete davanti all'imboccatura conica *A*.

I telefoni di costruzione moderna hanno ordinariamente i magneti con ambi i poli affacciati alla membrana per ottenere un maggior effetto. Questi apparecchi prendono varie forme a seconda delle condizioni in cui debbono venire usati.

Le fig. 273 e 274 rappresentano due telefoni mobili, connessi mediante cordoncini e contatto a spina alla linea.

Il *telefono* può dare luogo alla trasmissione della parola senza bisogno di alcuna batteria, essendo la corrente generata dall'apparecchio stesso. Il segnale di chiamata può essere costituito da una suoneria ordinaria, che si serve della linea stessa del telefono come conduttura.

La trasmissione del suono con questo sistema è però molto imperfetta e possibile solo per brevissime distanze; una trasmissione a maggiore distanza, con una intensa riproduzione del suono si ottiene coll'uso del *microfono*, come apparecchio trasmettitore, e del telefono come apparecchio ricevitore.

Il microfono è rappresentato, nella sua forma più elementare, dalla fig. 275. Sopra di un diaframma sottile *M*, capace di una buona risonanza, sono fissati due regoli *L* di carbone, i quali trattengono tra loro con un certo gioco alcune sbarrette pure di carbone *W*. I due regoli sono inseriti in una linea che comprende una batteria di pile ed un telefono. Quando, parlando, le onde sonore vengono ad urtare contro il diaframma, questo oscilla e mette in movimento le sbarrette di carbone, le quali stabiliscono una resistenza variabile nella linea del telefono, e quindi producono in essa correnti variabili, aventi rapporto col suono emesso davanti al diaframma. Nel telefono queste correnti variabili agiscono sulla membrana e causano la riproduzione del suono.

(1) Vedi anche *Teatri*, vol. I.

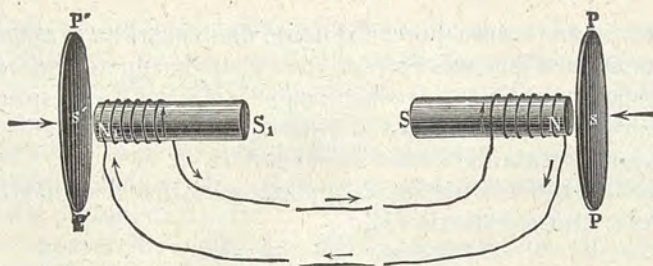


Fig. 271. — Schema di funzionamento del telefono.

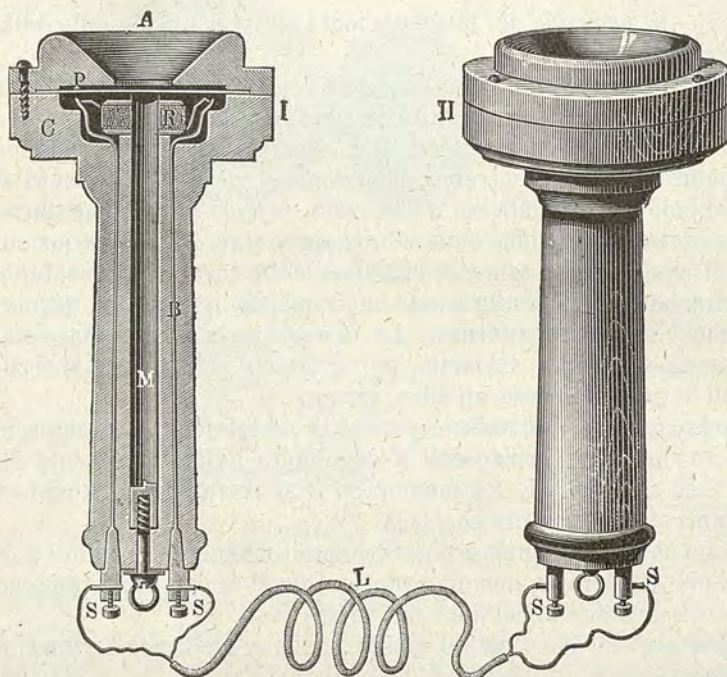


Fig. 272. — Telefono.

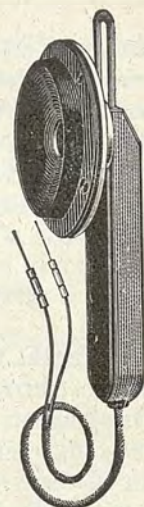


Fig. 273.

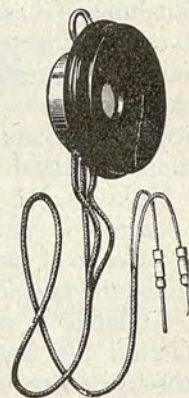


Fig. 274.

Fig. 273-274. — Telefoni mobili.

I sistemi di formazione dei microfoni sono molto diversi, variando colla natura dei materiali atti a dar luogo ad un contatto di resistenza variabile, e colla loro disposizione.

La fig. 276 si riferisce a un microfono a polvere di carbone. Alla scatola in ebanite del microfono sono fissate: una piastra K di carbone, rigata nella propria superficie, ed una membrana S sottilissima. Tra la piastra di carbone e la membrana, isolate elettricamente e facienti capo ai due morsetti a e b, è racchiusa la polvere di carbone P.

Le vibrazioni della membrana scuotono la polvere di carbone e stabiliscono tra le due superfici una resistenza variabile in rapporto alla modalità dei suoni emessi.

Lo schema di impianto indicato nella fig. 275 è sufficiente per trasmissioni a breve distanza; per trasmissioni a maggiore distanza è preferibile di usare per l'eccitazione del telefono correnti alternate in luogo della corrente pulsante

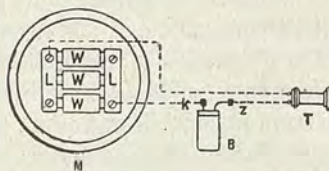


Fig. 275. — Microfono.

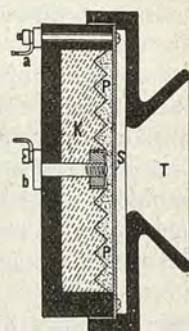


Fig. 276. — Microfono a polvere di carbone.

ottenuta mediante il microfono da una corrente continua. A questo scopo si usano le bobine di induzione, che funzionano come i trasformatori a corrente alternata.

Lo schema della installazione è quello di fig. 277.

Alle due stazioni telefoniche il circuito locale del microfono e della pila è inserito sul primario della bobina di induzione, il cui secondario all'una estremità è connesso

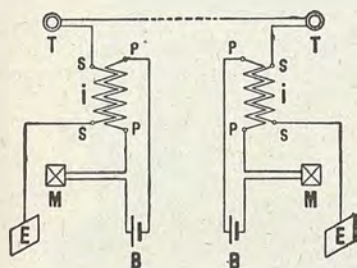


Fig. 277. — Impianto telefonico con bobine induttive.

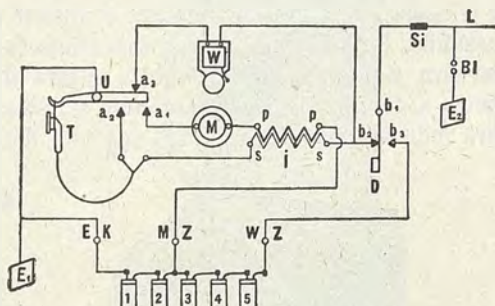


Fig. 278. — Schema di un apparecchio telefonico ricevitore e trasmettitore.

alla linea telefonica e all'altra è messo in comunicazione colla terra che serve come conduttore di ritorno. Le correnti variabili che per effetto dal microfono circolano nell'avvolgimento primario della bobina inducono nel secondario correnti alternate più intense e meglio adatte alla ricezione telefonica.

Ogni stazione telefonica, oltre al microfono ed al telefono, deve avere gli apparecchi di chiamata, i commutatori; tutte queste parti sono combinate per la più facile manovra in apparecchi telefonici completi, i quali differiscono a seconda del loro uso e della distanza a cui trasmettono.

La fig. 278 rappresenta lo schema di un apparecchio telefonico trasmettitore e ricevitore completo. Il suo funzionamento è il seguente:

1. *Il posto telefonico chiama.* — La leva del tasto Morse D viene staccata dalla sua posizione di riposo b_2 e spinta contro b_3 . Il polo zinco della batteria di pile comunica allora, per il morsetto WZ, il contatto $b_1 b_3$ e per la valvola di sicurezza Si colla linea L, mentre il polo carbone comunica colla terra in corrispondenza del morsetto EK. La suoneria dell'altro posto telefonico è inserita nel circuito della batteria per mezzo della comunicazione b_1, b_2, W, a_3, U, E , e viene messa in azione.

2. *Il posto telefonico viene chiamato.* — Poichè nella posizione di riposo il telefono T pende al gancio u, è stabilito il contatto a_3 che mantiene la suoneria in comunicazione colla terra E, mentre l'altro suo morsetto comunica colla linea per il contatto b_2 . La batteria di pile, inserita all'altro posto tra la linea e la terra, manda la sua corrente nella suoneria che agisce.

3. *Il posto telefonico parla.* — Il telefono viene staccato dal gancio del commutatore u, che abbassandosi stabilisce il contatto tra i punti a_1 e a_2 . Il microfono è così inserito su alcune delle pile della batteria attraverso la spirale di induzione I, il morsetto MZ da una parte ed i contatti $a_1 a_2$, il perno del commutatore u e il morsetto EK dall'altra parte. Il secondario della spirale di induzione è connesso per una estremità, passando per il telefono e per il contatto b_2 , alla terra E, e l'altra estremità alla linea, passando per $b_2 b_1$, ad Si. Le correnti alternate prodotte dal microfono e dalla bobina d'induzione, sono quindi dirette lungo la linea al posto telefonico opposto, mentre il telefono inserito nello stesso circuito rende sensibili le correnti provenienti dall'altra estremità della linea.

La valvola *Si* contiene in un tubetto di vetro un sottile filo d'argento, che fonde quando, per azione di contatti della linea telefonica con linee di trasporto di energia o per fulminazioni, una intensità di corrente anormale lo attraversa.

Abitualmente all'ingresso nel posto telefonico gli apparecchi sono protetti da scaricatori colle relative placche di terra.

Il sistema di impianti ad un solo filo col ritorno per la terra non dà buoni risultati per trasmissioni a grande distanza e tutte le volte che si hanno altre linee elettriche in prossimità, le quali turbano per induzione la chiarezza del discorso; si adotta allora il sistema a doppio filo, realizzato collo schema sopra indicato, congiungendo il secondo filo

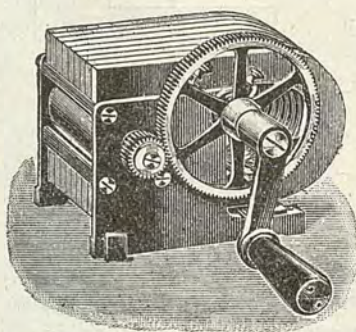


Fig. 279. — Generatore elettromagnetico.

nel punto dell'apparecchio che era messo a terra. Questo secondo filo è pure munito di valvole e di scaricatori.

Il segnale di chiamata con suoneria ordinaria a corrente continua si usa solo per installazioni interne; per impianti di comunicazione telefonica a distanza si sono adottati, in luogo delle batterie, i generatori elettromagnetici di corrente alternata, i quali funzionano colle suonerie descritte superiormente nel relativo paragrafo. Questi generatori (fig. 279) sono piccole macchine a corrente alternata, ad indotto rotante, mosso da una manovella con opportuna moltiplicazione di ingranaggi, ed induttore formato da magneti permanenti in acciaio.

Il microfono è, negli apparecchi a magneti, munito di una speciale batteria di pile. La tensione generalmente prodotta da queste generatrici elettromagnetiche è di 35 a 50 volt.

La fig. 280 indica lo schema dei circuiti in un apparecchio a suoneria elettromagnetica, in cui sono rappresentati il generatore e la suoneria polarizzata, del tipo descritto nel paragrafo suonerie.

La fig. 281 rappresenta un apparecchio telefonico completo di costruzione dell'officina elettrica *E. Gerosa* di Milano. La cassetta superiore comprende la suoneria, il generatore di corrente alternata, il telefono ed il microfono, mentre la cassetta inferiore, che serve da scrittoio, contiene le pile del microfono.

La fig. 282 è relativa ad un posto telefonico ordinario.

Per apparecchi da tavolo è adatto il dispositivo della fig. 283, in cui il microfono ed il telefono sono riuniti insieme mediante una impugnatura di legno e metallo, che comunica con un cordoncino flessibile col resto dell'apparecchio, e le figure 284 e 285 indicano apparecchi da tavolo completi.

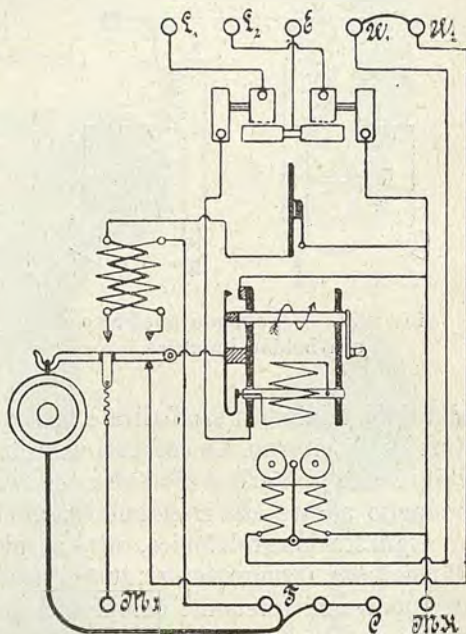


Fig. 280. — Apparecchio telefonico a suoneria elettromagnetica.

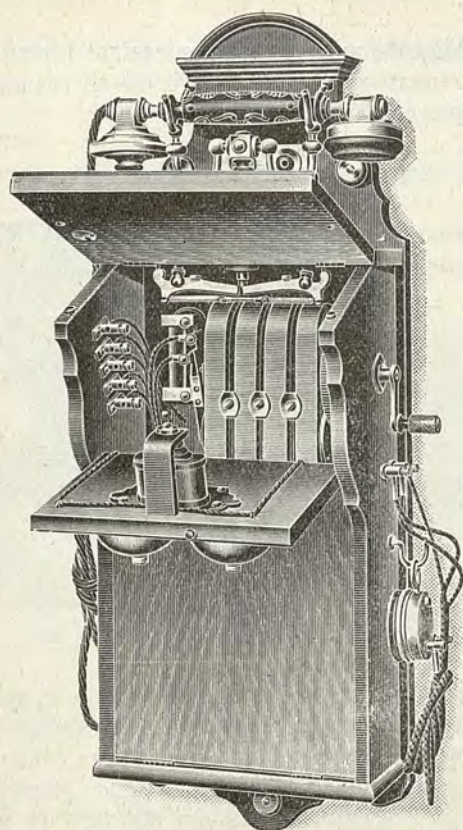


Fig. 281. — Apparecchio telefonico elettromagnetico.

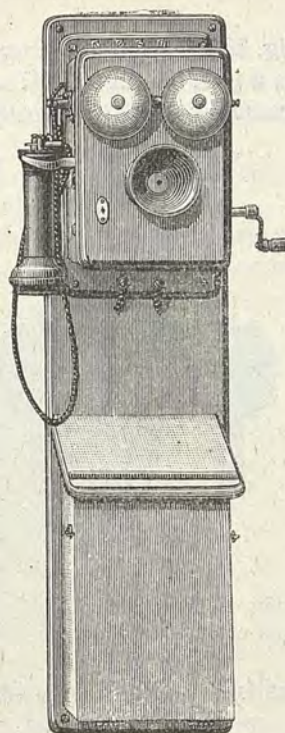


Fig. 282. — Posto telefonico ordinario.



Fig. 283. — Microfono e telefono per apparecchio da tavolo.



Fig. 284. — Apparecchio da tavolo completo.

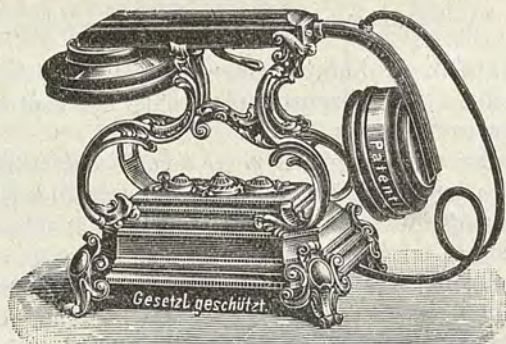


Fig. 285. — Apparecchio da tavolo completo.

La fig. 286 dà esempio di un apparecchio telefonico per comunicazioni interne con suoneria a pile, e le figure 287 e 288 la connessione di due apparecchi di cui uno per comunicazioni a grande distanza e l'altro per comunicazioni interne.

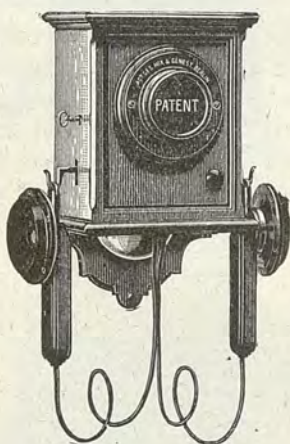


Fig. 286. — Apparecchio telefonico per comunicazioni interne.

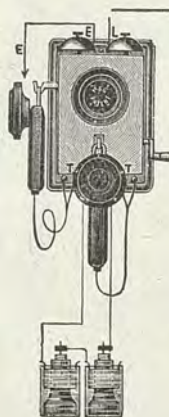


Fig. 287.

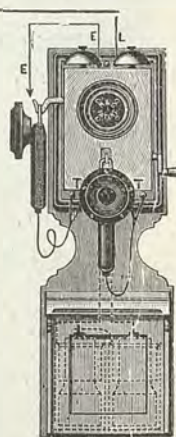


Fig. 288.

Centralini. — Negli impianti telefonici a più apparecchi è necessario di potere stabilire, mediante opportuna commutazione, la comunicazione di ogni apparecchio con ciascuno dei rimanenti. A questo scopo le varie linee fanno capo ad un centralino

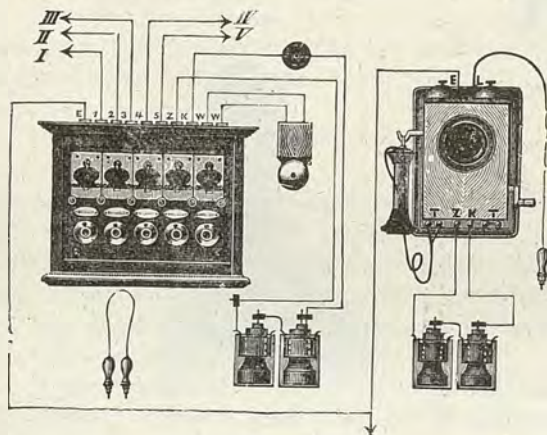


Fig. 289. — Impianto di centralino a cartellini.

detto di commutazione, perchè da esso si possono stabilire le varie combinazioni di circuito necessarie per le comunicazioni telefoniche.

La fig. 289 dà esempio di un centralino a cartellini, frequentemente usato, per cinque telefoni.

Ciascuna delle linee provenienti dai telefoni è connessa nel centralino ad un elettromagnete, ed attraverso ad una spina di contatto va a terra od alla linea di ritorno. Ognuno degli elettromagneti quando viene eccitato provoca la caduta di un cartellino che ribaltandosi mostra il numero della linea corrispondente,

e stabilisce il funzionamento della suoneria di chiamata. Questi apparecchi di segnalazione sono disposti sulla fronte del centralino in vista della persona addetta alla sua sorveglianza.

Se, ad esempio, il posto I vuole essere messo in comunicazione col posto V, provoca colla chiamata la caduta del cartellino corrispondente alla propria linea; mette in funzionamento la suoneria, finchè l'addetto non rialza il cartellino e colla spina del proprio telefono sul contatto T non si mette in comunicazione col telefono che ha chiamato, per chiedere quale linea desidera. Stabilita la comunicazione tra i contatti delle linee I e V i due apparecchi possono comunicare. Questo si ottiene mediante un cordoncino munito di due spine che penetrano nei fori corrispondenti alle linee I e V, dopo avere estratta la spina del telefono del centralino del foro I; a fine conver-

sazione il cartellino delle due linee ricade per effetto della corrente che si manda girando la manovella della macchina elettromagnetica quando si è finito di parlare. L'addetto al centralino levando le spine interrompe la comunicazione tra i due posti telefonici.

La fig. 290 rappresenta un centralino a cartellini a più linee e la fig. 291 un tavolo di commutazione in uso presso le centrali telefoniche.

Commutatori di linee. — Il sistema a centralino richiede il servizio continuo di una persona, il che può ritenersi per una installazione di pochi telefoni poco conveniente;

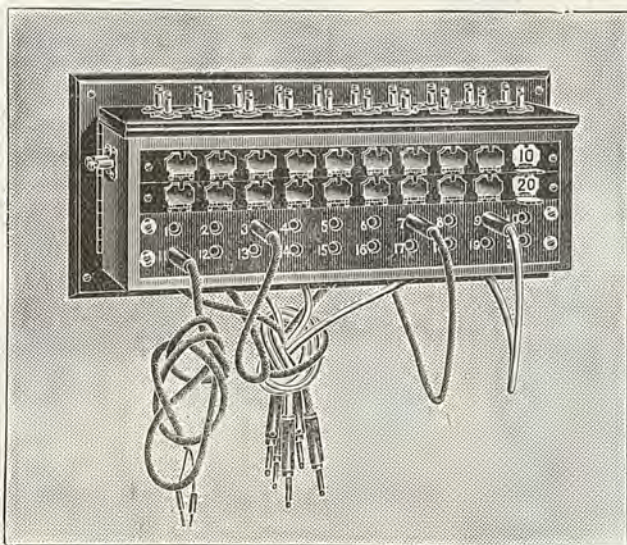


Fig. 290. — Centralino a cartellini (Officina elettrica E. Gerosa, Milano).

per questi impianti si usa il sistema a commutatori di linee mediante il quale ciascun posto può mettersi da sè stesso in comunicazione con ognuno dei rimanenti.

La fig. 292 è lo schema delle connessioni per cinque apparecchi telefonici.

Presso ciascun apparecchio è collocato un commutatore a quattro vie, mediante il quale ciascun utente può mettersi in comunicazione con ciascuno degli altri telefoni. Oltre ad una batteria generale comune a tutto l'impianto, ciascun posto è munito di una speciale batteria per la suoneria e per il microfono. I commutatori possono essere a manovella ovvero a spine.

La fig. 293 dà esempio della costruzione di un commutatore a spine che si riferisce allo schema della fig. 294 per un impianto di quattro telefoni.

La spina nel periodo di riposo è infissa nel foro corrispondente al proprio telefono; in questa posizione tiene sollevata la molla 1 e la porta a contatto del polo carbone della pila, il telefono è così inserito nel circuito di chiamata. Quando si vuole la comunicazione con uno degli altri telefoni, si leva prima la spina dalla posizione precedente, e così la molla 1 si abbassa stabilendo il contatto col polo zinco della pila, si colloca poi la spina nel foro corrispondente al telefono da chiamare, stabilendo così la connessione col filo proveniente dal telefono che si vuol chiamare. La chiamata si fa premendo il bottone della suoneria.

Impianti speciali. — Lo schema della fig. 295 mostra un impianto misto di segnalazione e di telefoni, per cui si possono mandare i segnali di chiamata ad un quadro segnalatore ordinario, e si può in corrispondenza dei pulsanti inserire un telefono portatile, per comunicare col telefono principale fisso.

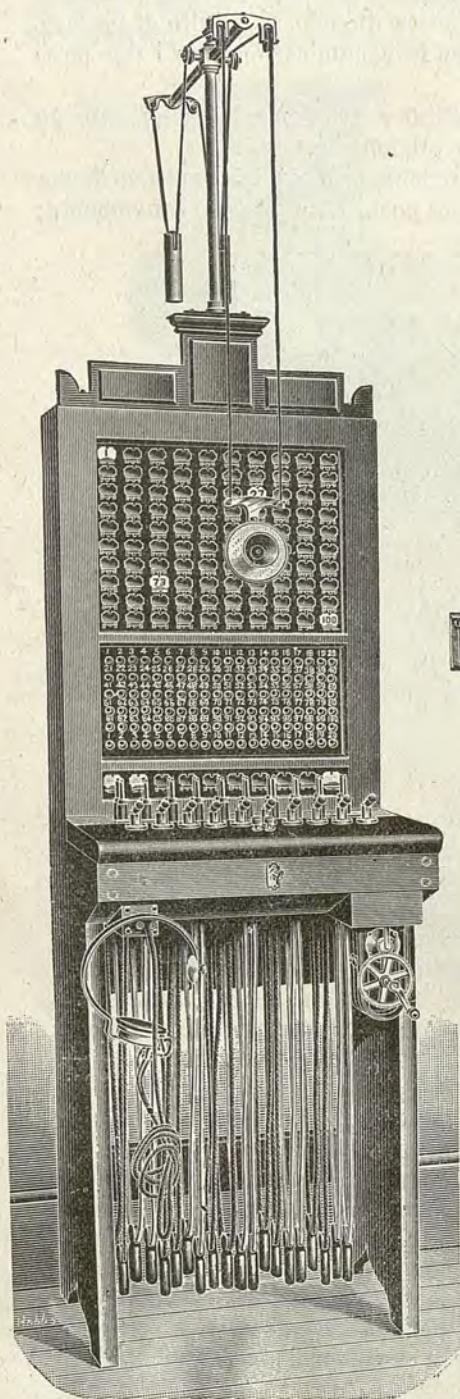


Fig. 291.
Tavolo di commutazione (Officina elettrica
E. Gerosa, Milano).

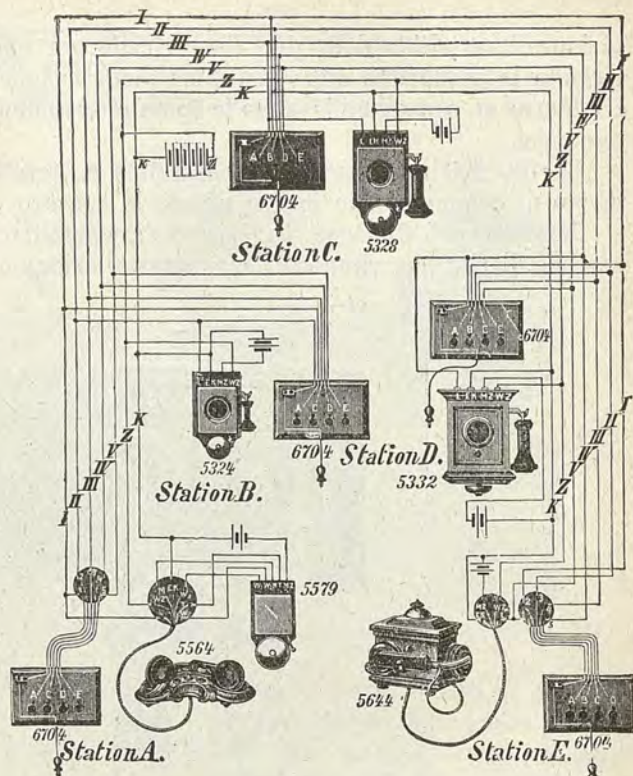


Fig. 292. — Impianto telefonico a commutatori.

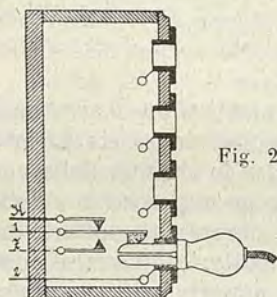


Fig. 293.

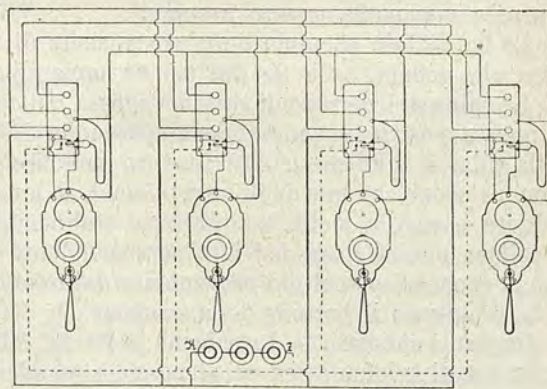


Fig. 294.

Fig. 292-294. — Commutatore di linee e relativo impianto.

Questo sistema è utile nei grandi alberghi, negli ospedali e nelle ville per trasmettere ordini di servizio.

Telefoni automatici. — Dal periodo di prova questo sistema di apparecchi telefonici, che si propose di eliminare il personale delle centrali, stabilendo la diretta comunicazione fra abbonati, è passato felicemente nella pratica, essendo adottato da grandi linee centrali telefoniche americane, quali quella di Chicago di 10 000 abbonati.

Il sistema della *Automatic Electric Company* raggiunge una grande semplicità e perfezione (fig. 296): l'abbonato che desidera la comunicazione con l'apparecchio di un determinato numero, non ha che a formare questo numero cacciando successivamente il dito in fori numerati

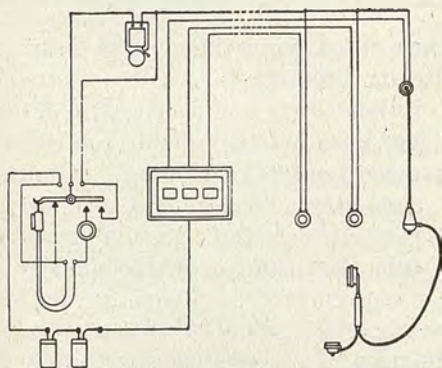


Fig. 295. — Impianto misto di campanelli e di telefoni.

da 0 a 9, disposti sulla periferia di un disco rotante, e produrre la rotazione di questo disco fino ad un arresto fisso. Mediante questa rotazione, la cui ampiezza dipende dalle cifre formanti il numero da trasmettere, si mandano nella linea numeri diversi di impulsi che raggiungono nella centrale telefonica uno speciale apparecchio detto « selector » relativo ad ogni abbonato, in cui producono successive attrazioni e rotazioni di un'asta verticale che può determinare il centinaio a cui appartiene l'abbonato scelto; una seconda serie di apparecchi detti « connector » in numero di uno ogni cento « selector » stabilisce le migliaia e decine di migliaia.

Un semplice colpo di campanello avverte poi l'abbonato chiamato. Una speciale macchina ad alta frequenza invia sulla linea il segnale *busy* (occupato) quando l'apparecchio chiamato è in questa condizione. L'operazione è molto rapida, ed evita molte noie e perdite di tempo.

Questo sistema è molto conveniente per installazioni interne dove il numero degli apparecchi è limitato e quindi il costo dell'impianto è di poco superiore a quello di un impianto ordinario e si risparmia uno speciale personale al centralino.

Condutture. — Negli interni degli edifici si usano solamente conduttori isolati, i quali, a seconda del loro impiego, sono di diversa costruzione.

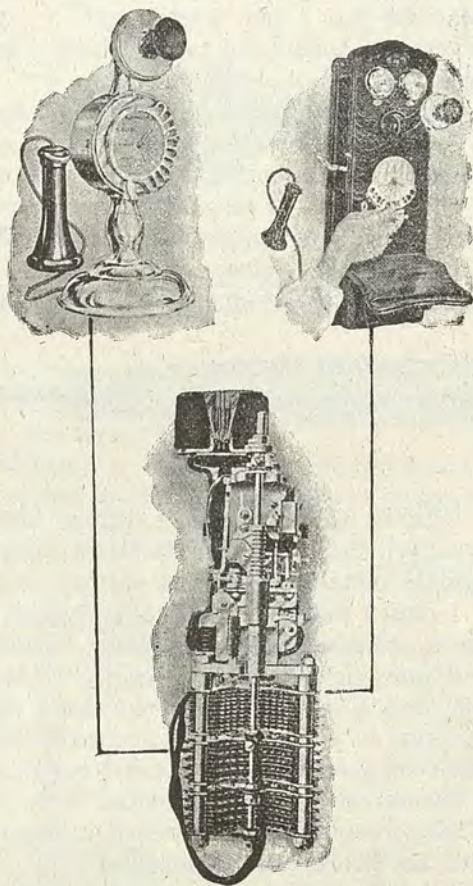


Fig. 296. — Impianto di telefoni automatici.

Per impianti di suonerie in locali asciutti le linee si formano con conduttori rivestiti di uno o più strati di cotone, e portati su piccoli isolatori a muro; in locali alquanto umidi si ricorre a conduttori che, oltre mediante i tessili, sono protetti con uno o più strati di gomma non vulcanizzata. Il conduttore è ordinariamente formato di rame, in alcuni casi, per ragione di economia, consiste di ferro, ovvero di acciaio o di bronzo quando deve resistere a sforzi di trazione.

Come conduttore di ritorno si fa alcune volte uso delle condutture dell'acqua potabile o del gas, e per trasmissione a grande distanza, della terra, a cui vengono connessi gli apparecchi terminali con piastre cosiddette *di terra*, di rame o di ferro zincato immerse nel terreno umido.

I conduttori per le installazioni domestiche si possono avere col rivestimento di vari colori e con tessili più o meno eleganti e costosi. Gli apparecchi mobili si uniscono con cordoncino a doppio conduttore.

Gli impianti dei telefoni richiedono per una buona trasmissione un migliore isolamento e debbono spesso farsi con più fili.

I conduttori telefonici si costruiscono di varie classi: con isolamento in tessili, per impianti di piccola importanza e linee protette da isolatori, in locali asciutti; con

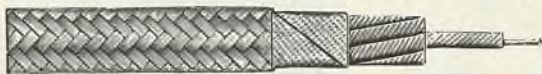


Fig. 297.

isolamento in gomma rivestito di tessili per linee in luoghi umidi; con isolatori, ovvero con rivestimento di piombo, se sono fissate direttamente al muro; tali condutture possono pure infilarli entro tubi Bergmann o di tipo analogo.

Quando più fili telefonici corrono insieme è conveniente di riunirli in un fascio cordandoli insieme e rivestendoli di opportuno materiale isolante e di una protezione tessile o metallica. Si forma così un cavo telefonico di cui esistono vari tipi.

I cavi a sostanze tessili sono formati da conduttori rivestiti di cotone di diverso colore, ordinariamente paraffinato, e riuniti insieme e protetti mediante una treccia di cotone opportunamente verniciata (vedi fig. 297); il loro uso è limitato a luoghi bene asciutti ed il loro funzionamento è imperfetto per le frequenti derivazioni.

I cavi in gomma o guttaperca sono formati da più conduttori di rame stagnato, isolati con caoutchouc puro o misto vulcanizzato o con guttaperca, indi coperti di cotone di diversi colori. Tutti i conduttori sono riuniti insieme a spirale e fasciati con nastro di tela o cotone, indi con treccia di canapa incatramata. Il loro funzionamento è perfetto, ma il loro costo è elevato.

I tipi di cavi che oggi sono preferiti sono i seguenti:

Cavi con isolamento in carta ad aria secca. — Ogni filo elementare è protetto da un tubetto di carta, ottenuto coll'avvolgere a spirale un nastro di carta, che lascia tra il rame ed il rivestimento uno spazio anulare in cui si inietta, durante la fabbricazione e durante l'esercizio, dell'aria secca. I fili sono riuniti insieme a spirale e rivestiti mediante un tubo di piombo. Questi cavi sono molto leggeri, costano poco, ma hanno una durata relativamente inferiore a quella degli altri tipi (fig. 298).

Cavi con isolamento in carta impregnata. — I singoli fili sono rivestiti con più strati di carta aderente, e poscia riuniti insieme a spirale, immersi in una vernice isolante a base di paraffina e ricoperti in un mantello di piombo. Questi cavi sono di funzionamento molto sicuro e vengono largamente usati nelle installazioni interne.

I cavi così formati non sarebbero però adatti alla trasmissione telefonica in quanto che per l'azione induttiva di un filo sull'altro si avrebbero miscugli nelle conversazioni dei vari circuiti.

Per eliminare questa azione induttiva nei circuiti a semplice filo, si ricopre ciascun dei conduttori isolati mediante un nastro di stagnuola che costituisce uno schermo

contro le correnti induttive; dentro allo stesso cavo si mettono alcuni fili di rame nudi messi a terra che servono per il ritorno comune ai vari circuiti (fig. 299).

Nei circuiti a doppio filo è necessario di formare le coppie relative a ciascun circuito, riunendo a spirale insieme i due conduttori con un passo non inferiore a 8 cm., e formando poi colle varie coppie il fascio costituente il cavo.



Fig. 298. — Cavo telefonico con isolamento in carta.

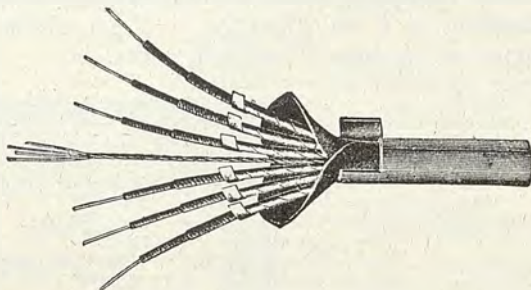


Fig. 299. — Cavo telefonico con nastri di stagnola antiinduttivi.

I circuiti telefonici e di segnalazione debbono essere distribuiti in modo indipendente dalle altre condutture ed essere mantenuti lontani dai circuiti relativi alla luce ed alla forza motrice per eliminare contatti ed azioni induttive.

Cabine telefoniche. — Allo scopo di assicurare la segretezza delle comunicazioni come di impedire i disturbi provenienti da rumori esterni gli apparecchi telefonici ven-

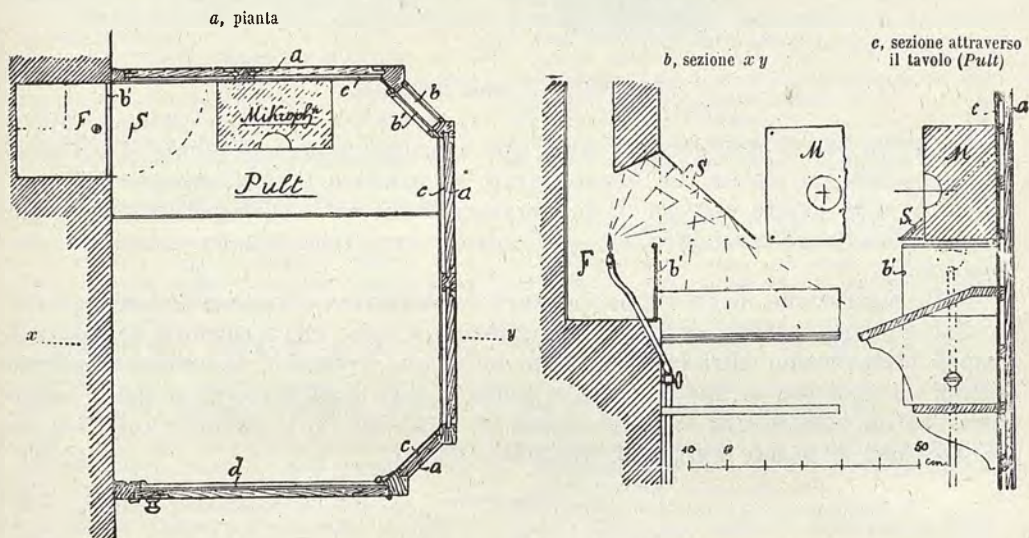


Fig. 300 a, b, c. — Cabina telefonica.

gono talora, e specialmente nel caso di comunicazioni a grandi distanze, usati nelle cabine telefoniche.

Queste cabine debbono essere costrutte con speciali norme, in particolar modo quando sono destinate al servizio pubblico, ovvero a comunicazioni private frequenti e di lunga durata, e debbono soddisfare alle seguenti condizioni: chiusura ermetica contro la trasmissione del suono, aerazione sufficiente e costante, illuminazione sufficiente per leggere e per scrivere.

Nella figura 300, *a*, *b*, *c*, è rappresentato un tipo di cabina telefonica appoggiata al muro con tre lati liberi: vi sono indicati i mezzi per illuminarla ed aerarla. Le pareti *a* sono di legno intavolato e rivestite internamente con strato *c* di stoffa per attutire i rumori; *d* è la porta pure internamente rivestita allo stesso modo; *F* è la fiamma a gas che illumina il tavolo (*Pult*) su cui trovasi l'apparecchio telefonico *M*. La stessa fiamma *F*, posta alla base di un condotto aperto nel muro, serve ad aerare lo stanzino. *S* è un riflettore, e *b'* un diaframma. La luce naturale entra pel finestrino *b b'* a doppia lastra di vetro.

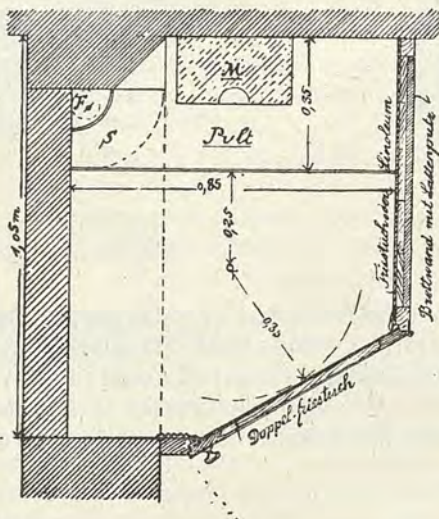


Fig. 301. — Cabina telefonica.

La figura 301 rappresenta un altro tipo di cabina posta nell'angolo di due muri. La sua porta è rivestita con doppio strato di panno o feltro increspato (*Doppel-friestuch*) e la parete che non è di muratura, è di tavole di legno intonacata allo esterno (*Brettwand mit Lattenputz*) e all'interno rivestita con panno increspato o con linoleum.

Nella costruzione di queste cabine sarà da osservare: che se nelle loro pareti si trovano tubi di lamiera, essi saranno rivestiti di tela: che i condotti di aerazione quando attraversano altri locali saranno pure ben rivestiti e sbocchino all'esterno lontani da aperture di finestre: che la porta si apra verso l'esterno e che il soffitto della cabina, quando non è quello stesso del locale in cui la cabina è collocata, sia doppio come le pareti e rivestito di stoffa o feltro.

BIBLIOGRAFIA

Assai vasta è la letteratura elettrotecnica, nè sarebbe qui possibile di ricordare le molte opere, anche volendo limitarsi alle più importanti e più recenti, nelle quali l'architetto troverebbe trattati gli argomenti che più interessano l'arte sua. Siccome però in molti casi egli può essere chiamato a progettare o costruire opere per le quali sia necessario conoscere abbastanza a fondo i principii dell'elettrotecnica e le applicazioni di essa, così si è creduto di elencare non solo i libri che più direttamente si occupano della elettrotecnica nei riguardi della edilizia e della igiene, ma anche quelli che trattano dei principii sui quali si fonda l'elettrotecnica e delle applicazioni a cui essa ha dato luogo.

Si aggiunge poi che in tutti i più recenti trattati di costruzione e in tutti i periodici tecnici, anche non specializzati, in manuali e in annuari, si trovano abbondanti notizie sull'elettricità, sul magnetismo e sulla elettrotecnica, e anche articoli che, oltre a descrivere un impianto elettrico, ne mostrano i difetti e gli inconvenienti. Così, ad esempio, in parecchi articoli della *Construction moderne* che trattano della elettricità a domicilio, vi sono utilissime notizie per l'architetto. Lo stesso dicasi della *Revue générale de l'Architecture*, dell'*Architecte*, della *Gazette des Architectes*, della *Revue Industrielle*, della *Deutsche Bauzeitung*, del *Centralblatt der Bauverwaltung*, del *Moniteur Industriel*, dell'*Handbuch des Architekten*, ecc.

Pubblicazioni italiane.

- ALIPPI T., *L'illuminazione elettrica*. 1900.
 ARNÒ R., *Cenno sui motori elettrici a campo magnetico rotante*. 1898.
 ID., *Metodi di misura delle grandezze elettriche*. 1897.
 ID., *Trasmissioni e distribuzioni polifasi*. 1897.
 ASCOLI M., *Introduzione allo studio delle applicazioni elettriche*. 1896.
 BAJO A., *Del potenziale elettrico*. 1898.
 BALDI, *Le leggi sull'elettricità*.
 BANTI A., *I motori elettrici a campo magnetico rotatorio*. 1894.
 BARATTA M., *Pile ed accumulatori*. 1887.
 BARNI E., *Il montatore elettricista*. 1903.
 BARRECA P., *Lezioni elementari di correnti alternate*. Giusti, Livorno 1907.
 BATTIELI A. e F., *Trattato pratico per misure e ricerche elettriche*. 1902.
 BERTOLINI, *Le unità assolute*. 1891.
 BIGNAMI E., *L'elettricità e le sue applicazioni*. Milano 1884.
 BONGIOVANNI G., *Magnetismo*. 1895.
 BOTTERO E. e MAGISTRELLI C., *Il telefono*. Torino 1883.
 BRUNELLI e LONGO, *Trattato di telefonia*.
 CASTELLI E., *Elementi di elettricità pratica*.
 CASTROGIOVANNI G., *Il manuale del telefonista*. 1904.
 CIVITA D., *Telefono* (*Enciclopedia Arti e Industrie*). Unione Tip.-Editrice Torinese.
 COLOMBO G. e R. FERRINI, *Manuale dell'elettricista*.
 COSSA A., *Prime nozioni elementari di elettrochimica*. 1901.
 DEMARIA, *Nozioni di elettrotecnica*. Lattes, Torino.
 DEMICHELE A., *Le lampade elettriche ad incandescenza e il costo della loro luce*. 1898.
 DONATI L., *Introduzione elementare all'elettrotecnica*.
 DU MONCEL TH. e P. VEROLE, *L'illuminazione elettrica*.
 FERRARI L., *Impianti elettrici domestici con pile ed accumulatori*.
 ID., *Impianti elettrici domestici di luce con pile ed accumulatori. Suonerie. Telefoni. Parafulmini*. 1900.
 FERRARIS G., *Lezioni di elettrotecnica dettate nel R. Museo industriale italiano in Torino. Fondamenti scientifici dell'elettrotecnica*. 1904.
 ID., *Ricerche teoriche e sperimentali sui trasformatori Gaulard e Gibbs*. 1885.
 ID., *Sulle differenze di fase delle correnti, sul ritardo dell'induzione e sulla dissipazione dell'energia nei trasformatori*. 1888.
 FERRARIS G. ed R. ARNÒ, *Un nuovo sistema di distribuzione elettrica dell'energia mediante correnti alternative*. 1896.
 FERRINI R., *Elettricità e magnetismo*. 1896.
 ID., *Recenti progressi nelle applicazioni dell'elettricità*.
 FINZI G., *Trattato elementare di elettricità e magnetismo*. 1892.
 FORNARI U., *Il telefono*.
 FUNERO F. E., *La luce elettrica, come si produce e come si paga*. 1904.
 FUNERO E., *Il motore elettrico, come funziona e come è costruito*. 1901.
 GARIBOLDI C., *Elettrotecnica*. Streglio, Torino 1906.
 GARRONE E., *Nichelatura, doratura e argentatura galvanica*. 1903.
 GRAETZ L., *L'elettricità e le sue applicazioni*. Traduzione di G. DE BENEDETTI.
 GRASSI G., *Corso di elettrotecnica*.
 GRAWINKEL C. et K. STRECKER, *Manuale di elettrotecnica*. 1902.
 JENKIN F., *L'elettricità*. 1902.
 JERVIS T., *L'elettrotecnica nella industria*.
 KAPP G., *Dei trasformatori a corrente alternata monofasi e trifasi*. Traduzione italiana di R. LUZZATI e U. RUSSI. 1901.
 ID., *Macchine dinamo-elettriche a corrente continua e alternata*. Traduzione italiana di R. LUZZATI e U. RUSSI.
 LANFRANCO, *Le frodi nei misuratori elettrici*.
 LE BLANC M., *Trattato di elettrochimica*. 1902.
 LOMBARDI L., *Corso speciale di elettrotecnica*. 1902.
 ID., *Sull'impiego dei condensatori nelle trasmissioni di energia elettrica a correnti alternate*. 1899.
 LUCCHINI V., *Gli accumulatori elettrici e loro applicazioni*.
 MANTICA G., *Le nuove lampade elettriche a incandescenza*.
 MARCHI G., *Manuale pratico per l'operaio elettrotecnico*. 1904.
 MARRO A., *Correnti elettriche alternate, semplici, bifasi e trifasi*. 1903.
 MARTINELLI M., *Le pile elettriche*. 1902.
 MEARDI P., *Distribuzione dell'energia elettrica a domicilio ad alta tensione ed a corrente continua*. Milano 1885.
 MENGARINI G., *Il trasporto dell'energia per mezzo di correnti elettriche*. 1885.
 MESSINA A., *I misuratori di energia elettrica ed il loro controllo nella illuminazione*. 1896.
 MONTÙ, *Nozioni elementari sulla produzione ed utilizzazione della corrente elettrica*.
 MOTTA G., *Il telefono*. 1904.
 NAMIAS R., *Galvanostegia, galvanoplastica, fotogalvanoplastica, ossidazione, colorazione chimica e verniciatura dei metalli*. 1904.
 PARAZZOLLA, *Lezioni elementari d'elettricità industriale*. 1908.
 PARDINI G., *Apparecchi elettrici*. 1892.
 ID., *Dinamo e motori elettrici*. 1892.
 PASQUALINI L., *Nozioni elementari di elettrotecnica*. 1897.
 PIAZZOLI E., *Trasmissione elettrica dell'energia meccanica* (*Enciclopedia Arti e Industrie*). Unione Tip.-Editrice Torinese.
 ID., *Impianti di illuminazione elettrica*. 1901.
 ID., *Potenziale elettrico, unità e misure elettriche*. 1888.
 PINTO L., *Elettricità e magnetismo. Parte I*. 1903.
 POGGIAGHI P., *La trasmissione elettrica dell'energia*. Milano 1884.
 POLONI G., *Manuale di magnetismo ed elettricità*. 1895.
 ROSSI G. A., *Sulla misura delle differenze di fase nelle correnti alternate*. 1897.
 SANTONI U., *Cenni sulle pile, gli accumulatori e le dinamo e la loro applicazione alla telegrafia*. 1903.
 SARTORI G., *La tecnica delle correnti alternate. Vol. I, Parte qualitativa e descrittiva, adatta per montatori, capi d'arte ed elettrotecnici*. 1903. — Vol. II. *Parte quantitativa adatta per elettrotecnici ed ingegneri*. 1903.
 ID., *Trasmissione elettrica del lavoro meccanico*. 1894.
 SERPIERI A., *Le misure meccaniche elettrostatiche ed elettromagnetiche*. 1885.
 SERRA-CARPI G., *I diversi sistemi di parafulmini*. 1900.
 STEFFANINI A., *Le macchine magneto e dinamo-elettriche*. 1885.
 TOLONEI G. e G. VESSICHELLI, *Elettricità e magnetismo*. 1896.
 VEROI G., *Elementi di elettrotecnica*.
 VEROLE P., *Elettrotermica. Vol. I, Applicazioni del riscaldamento elettrico alla economia domestica*. 1904.
 ID., *Macchine dinamo-elettriche* (*Enciclop. Arti e Industrie*). Unione Tip.-Editrice Torinese.
 VERROTTI I., *L'industria italiana delle macchine ed apparecchi elettrici*.
 VOLTA A. e R. PENSO, *Macchine ed apparecchi elettrici*. Milano 1889.

WILKE A. e PAGLIANI S., *L'elettricità, sua produzione e sue applicazioni nelle Scienze, nelle Arti e nell'Industria*. Unione Tip.-Editrice Torinese.

ZEDA U., *Suonerie, telefoni, parafulmini*. 1904.

PERIODICI

Elettricità (L), (settimanale). Milano.

Elettricista (L), (mensile). Roma. Dir. BANTI.

Pubblicazioni francesi.

ALLSOP F. C., *Téléphones*. 1899.

ANNEY J. P., *La lumière électrique et les applications domestiques et industrielles de l'électricité*. 1898.

ARMAGNAT H., *Instruments et méthodes de mesures électriques industrielles*. 1902.

ARNOLD E., *Machines dynamo à courant continu*. Traduzione dal tedesco da BOISTEL e BRUNSWICK.

BARBILLON L., *Cours municipal d'électricité industrielle*. 1907.

BAHON MAX, *Cours d'électricité pratique*. Challamel, Paris 1904.

BAILLE J., *L'électricité*. Hachette, Paris.

BANDSEPT A., *Sur les accumulateurs électriques*. Baillière, Paris 1889.

BAST O. DE, *Mesures des grandeurs électriques*. 1900.

BECH M., *Étude expérimentale sur l'électro-magnétisme*. 1897.

BELL L., *Traité pratique du transport de l'énergie par l'électricité*. Trad. da A. LEHMANN. Dunod, Paris 1905.

BELLANGER E. et M. SCHLESINGER, *Traité pratique pour la pose des sonneries, tableaux, téléphones et paratonnerres*. 1901.

BÉNARD G., *Essai, entretien et réparation des sonneries électriques et des tableaux indicateurs*. 1901.

Id., *La téléphonie domestique*. 1902.

BERGER R., *Les distributions d'énergie électriques dans les petites localités*. 1903.

BERTHER A., *Les piles sèches et leurs applications*. Desforges, Paris 1906.

Id., *Les piles à gaz et les accumulateurs légers*. Desforges, Paris 1905.

Id., *L'éclairage électrique économique*.

Id., *Les nouveaux modes d'éclairage électrique: arc, incandescence, vapeur de mercure*. Dunod et Pinat, Paris 1908.

BLAKESLEY T. H., *Courants alternatifs d'électricité*. Trad. dall'inglese da RECHNIEWSKI.

BLONDEL A., *De l'utilité pratique des transmissions électriques d'énergie*. 1899.

BOULVIN R., *Traité élémentaire d'électricité pratique*. 1897.

BOURBEAU D., *L'électricité chez soi*.

BOUSSAC A., *Construction des lignes électriques aériennes*. 1894.

BOY DE LA TOUR H., *Traité pratique des installations d'éclairage électrique*. 1903.

BRUNSWICK E. J. et ALIAMET, *Enroulements d'induit à courant continu*. 1904.

BUSQUET R., *Traité d'électricité industrielle*. 1900-1901.

CACHEUX E. F., *Manuel pratique des accumulateurs électriques*. 1901.

CADIAT E., *Manuel pratique de l'électricien*. 1897.

CADIAT E. et DUBOST L., *Traité pratique d'électricité industrielle*. Béranger, Paris 1907.

CAHEN E., *Manuel pratique d'éclairage électrique*. 1896.

CAMICHEL C., *Ampèremètre thermique à mercure*. Evreux 1897.

CHARPENTIER P., *Essais et vérifications des canalisations électriques en fabrication, à la pose et en exploitation*. 1901.

CHEVALLIER H., *Étude pratique des courants alternatifs simples et polyphasés*. Béranger, Paris 1905.

CHEVRIER G., *Pratique industrielle des courants alternatifs (courants monophasés)*. 1900.

CLAUDE G., *L'électricité à la portée de tout le monde*. Dunod, Paris 1905.

CLÉMENTEAU P., *Les accumulateurs électriques. Leur emploi dans les installations d'éclairage privé*. 1894.

COUSTET, *L'électricité dans la maison moderne*. 1899.

Id., *Les compteurs d'électricité*. 1898.

DENIS S., *Album de 32 plans de pose de sonneries électriques*.

DEPREZ M., *Traité d'électricité industrielle théorique et pratique*. 1896-1900.

DETTMAR G., *La comparaison et l'essai des machines et transformateurs électriques*. Trad. dal tedesco da LOPPE e THOUVENOT.

DOLEZALEK F., *Théorie de l'accumulateur au plomb*. 1902.

DUBOIS E., *Les moteurs électriques dans les industries à domicile*. 1901.

DUHEM P., *Leçons sur l'électricité et le magnétisme*. 1892.

DUMOND E., *Éclairage électrique*.

DUMOND G., *Électromoteurs et leurs applications*. 1897.

DUMONT G. et G. BAIGNÈRES, *Guide pratique d'électricité industrielle*. 1894.

DUPUY P., *Les transformateurs d'énergie électrique*. 1895.

DURVILLE H., *Théories et procédés du magnétisme*. 1900.

FABRY CH., *Les piles électriques*.

FANOR L. B., *Le téléphone à la portée de tout le monde*.

FERRAND A., *Les dynamos et les transformateurs à l'Exposition Universelle de 1900*.

FESQUET E., *Cours pratique élémentaire d'électricité industrielle*. 1907.

FISCHER-HINNEN J., *Les dynamos à courant continu*. 1899.

FONTAINE H., *Éclairage à l'électricité*. Paris 1877. (Éditione tedesca, trad. di ROSS, 1880).

FOURNIER G., *Les sonneries électriques (d'après O. CANTEN)*. 1895.

FOVEAU DE COURMELLES, *L'électricité et ses applications*. 1900.

FROELICH, *Machines dynamo-électriques*. Trad. dal tedesco da E. BOISTEL.

GAISBERG S. DE, *Manuel du montage des appareils pour l'éclairage électrique*. Trad. da C. BAYE. 1894.

GEIGER G., *Éclairage électrique domestique*. 1900.

Id., *Sonneries électriques*.

Id., *Récepteurs électriques*.

Id., *Générateurs d'électricité*.

Id., *Sonneries, téléphones, allumeurs*. 1900.

GÉRARD E., *Leçons sur l'électricité*. Vol. I, *Théorie de l'électricité et du magnétisme*. 1905. — Vol. II, *Transformateurs électriques*. Gauthier-Villars, 1905.

Id., *Mesures électriques*. 1901.

GILLET M., *Manuel de téléphonie*. 1896.

GOLDSBOROUGH W. E., *Distribution par courants alternatifs*. Trad. dall'inglese da H. DE VORGES. Paris.

GHAFFIGNY H. DE, *L'électricité pour tous*. Bernard, Paris 1905.

Id., *Manuel pratique du montage, et de l'entretien des sonneries électriques, téléphones, allumeurs, paratonnerres*.

Id., *Manuel élémentaire d'électricité industrielle*.

Id., *Les piles et les accumulateurs*. 1897.

Id., *Le monteur appareilleur électricien*. 1897.

Id., *L'ingénieur électricien*. 1898.

Id., *Les réseaux téléphoniques et sonnettes*. 1899.

Id., *L'éclairage électrique dans les appartements*.

Id., *Appareillage électrique pour la lumière*.

GRININGER L., *La lampe à incandescence*. 1901.

GRUET CH., *Moteurs pour dynamos*.

Id., *Manuel pratique d'électricité industrielle*.

GRÜNWARD F., *Manuel de la fabrication des accumulateurs*. Trad. dal tedesco da GRÉGOIRE P. Desforges, Paris 1906.

GUILLAUME J., *Notions d'électricité*. Gauthier-Villars, Paris 1905.

GUILLET L., *Précis d'électrochimie et d'électrometallurgie*. 1903.

HANAPPE S., *Étude des moteurs électriques à courants polyphasés*. 1899.

HAWKINS C. C. et F. WALLIS, *La dynamo*. Trad. da E. BOISTEL. 1895.

HEEN P. DE, *De l'induction de l'énergie sous ses trois formes: mécanique, électrique et électro-magnétique*.

HERZOG et FELDMANN, *Éclairage électrique*. Trad. dal tedesco da BOY DE LA TOUR.

HOBART H. M., *Moteurs électriques à courant continu et alternatifs*. Trad. dall'inglese da ACHARD. Dunod et Pinat, Paris 1906.

HOSPITALIER E., *Formulaire de l'électricien*.

Id., *Les compteurs d'énergie électrique*. Masson, Paris 1889.

HOUEL PH., *Éclairage d'ateliers par l'électricité. Courants continus*.

HUMBERT-ZEDA, *Les téléphones privés et publics (Manuel de l'apprenti et de l'amateur électricien)*.

- JACQUIN CH., *Les alternateurs à collecteur, monophasés et polyphasés, et les dynamos à deux paires de balais*. Gauthier-Villars, Paris 1907.
- JANET P., *Leçons d'électrotechnique générale professées à l'école supérieure d'électricité*. Vol. I, Généralité; courants continus. 1904.
- JUNAU L., *Les accumulateurs électriques*. Paris 1907.
- JUPPONT P. et W. HAMMOND, *L'éclairage électrique dans les appartements*. Paris 1886.
- KAPP G., *Transformateurs*. Trad. dal ted. da DUSBKY et CHENET.
- KEIGNART E., *Petit guide du constructeur électricien*. 1900.
- KNAP G., *La maison électrique*.
- LAFFARGUE J., *Les applications mécaniques de l'énergie électrique*. 1896.
- ID., *Manuel pratique du monteur électricien*. Tignol, Paris 1907.
- LAQUENILLE H. B., *Petit manuel d'installation de la lumière électrique*.
- LEBIETZ L., *L'électricien amateur*.
- LEBLOND H., *Les moteurs électriques à courant continu*. 1898.
- ID., *Mesures électriques*. Berger-Levrault, Paris 1907.
- LEBOIS, *Cours élémentaire d'électricité industrielle*.
- LECLERC F., *Résumé pratique d'installations électriques*. 1895.
- LEFÈVRE J., *Éclairage électrique*. 1896.
- ID., *L'électricité au théâtre*. 1894.
- ID., *L'électricité à la maison*. 1896.
- ID., *Les nouveautés électriques*. 1896.
- LOPPÉ F., *Les accumulateurs électriques*. 1901.
- ID., *Formules et tables pour le calcul des conducteurs aériens*. 1902.
- ID., *Essais industriels des machines électriques et des groupes électrogènes*. 1904.
- LOPPÉ F. et BOUQUET R. P., *Traité théorique et pratique des courants alternatifs industriels*.
- LUCAS F., *Traité pratique d'électricité*.
- LYNDON LAMAR, *L'accumulateur électrique*. Trad. dall'inglese da CH. DE VAUBLANC.
- MANGON E., *Courant électrique différentiel*. 1896.
- MARCHIS M. L., *Leçons sur les méthodes de mesures industrielles des courants continus*.
- MASCART E. et J. JOUBERT, *Leçons sur l'électricité et le magnétisme*. 1888.
- MAY O., *Installations électriques*. Trad. dal tedesco sotto la direzione di PH. DELAHAYE. 1895.
- ID., *Table pour le calcul des conducteurs électriques*. 1891.
- MICHAUT A., *Les sonneries électriques*.
- MICHELIS DI RIENZI, *La téléphonie, ses origines et ses applications*. Beaulot, Paris 1889.
- MINEL P., *Régularisation des moteurs des machines électriques*. 1894.
- ID., *Circuit magnétique. Induction. Machine*. 1900.
- MIRON F., *L'éclairage électrique*. 1896.
- MONNERQUÉ A., *Contrôle des installations électriques*. 1896.
- MONNIER D., *Cours d'électricité industrielle*.
- MONTILLOT C. J., *La maison électrique*.
- MONTILLOT L., *L'éclairage électrique*. 1894.
- ID., *Téléphonie pratique*. 1892.
- MONTPELLIER J. A., *Les accumulateurs et les piles électriques*. Baillière, Paris 1906.
- ID., *L'électricité à l'Exposition de Liège 1905*. Dunod et Pinat, Paris 1906.
- ID., *Les dynamos*. 1897.
- ID., *L'électricité à la maison*. 1902.
- MULLIN, *Traité élémentaire d'électricité industrielle théorique et pratique*. 1899.
- NICOLAS E., *Vingt leçons pratiques sur les courants alternatifs*. 1907.
- NIEWENGLOWSKI G. H., *Générateurs d'électricité*. 1899.
- NOGNIER, *Magnétisme et électricité*.
- OMER DE BAST, *Courants alternatifs*.
- PECHEUX H., *Traité théorique et pratique d'électricité*. Delagrave, Paris 1905.
- ID., *Traité de manipulation et de mesures électriques*.
- PELLETIER A. L. et TAUPIN D'AUGE, *La pose et l'entretien des sonneries électriques*. Michelet, Paris 1889.
- PICARD P. et A. DAVID, *Aide-mémoire de poche de l'électricien*. 1900.
- PICON R. V., *Distribution de l'électricité*. 1898.
- PIÉPART A., *Les accumulateurs électriques*. 1896.
- PIÉRIARD E., *Cours d'électricité et de magnétisme*. Paris 1907.
- ID., *La téléphonie*. 1894.
- PILLONEL A., *L'équilibre des fils électriques, conditions de pose*.
- PIONCHON J., *Leçons d'électricité industrielle*. Gratier et Rey, Grenoble 1905.
- PIONCHON J. et TH. HEILMANN, *Guide pratique pour le calcul des lignes électriques*.
- PREECE W. E. et MAJER J., *Téléphone*.
- RADCHIFFE, *Téléphones*.
- RANDOT, *Problèmes d'électricité*.
- REBOUD A., *L'électricité et ses applications. Piles électriques*.
- REYNIER E., *Accumulateur voltaïque*.
- RODARY F., *Traité d'électricité*. 1895.
- RODET J., *Les lampes à incandescence électrique*. Gauthier-Villars, Paris 1907.
- ID., *Distribution de l'énergie par courants polyphasés*. 1898.
- ROESSLER G., *Théorie et calcul des lignes à courants alternatifs*. Trad. dal tedesco da STEINMANN.
- ROSENBERG E., *L'électricité industrielle mise à la portée de l'ouvrier*. Trad. dal tedesco da MAUDUIT. Dunod et Pinat, Paris 1906.
- SARAZIN C., *Cours d'électricité. Théorie et pratique*. 1897.
- SCHILS J., *Installations téléphoniques*. 1908.
- SCHOENTJES H., *Quelques leçons pratiques sur l'électricité et les installations électriques*. 1900.
- SCHULZ E., *Les maladies des machines électriques*. 1904.
- SCHWARTZ, *Téléphone, microphone, radiophone*. Trad. dal tedesco da G. FOURNIER.
- SOULIER A., *Traité pratique des machines dynamo-électriques*. 1904.
- TAINTURIER C., *Manuel d'électricité industrielle*. 1895.
- TEN BOSCH A., *Traité pratique pour l'étude sans maître de l'électricité*. Paris.
- TOMMASI D., *Traité des piles électriques*. Carré, Paris 1889.
- THOMPSON S., *Leçons élémentaires d'électricité et de magnétisme*.
- THOMPSON S. P., *Courants polyphasés et alterno-moteurs*. 1901.
- ID., *Calcul et construction des machines dynamo-électriques*. Trad. dall'inglese da E. BOISTEL. Paris.
- URBANITZKY A. V., *Les lampes électriques et leurs accessoires*. Trad. da G. FOURNIER. 1896.
- VASCHY A., *Traité d'électricité et de magnétisme*.
- VIEWEGER, *Recueil de problèmes avec solutions sur l'électricité et ses applications pratiques*. Trad. dal tedesco da CAPART.
- WATERHOUSE L. M., *Appareillage électrique*. Trad. dall'inglese da MAX TOURET.
- WEBER R., *Problèmes sur l'électricité. Recueil gradué comprenant toutes les parties de la science électrique*. Paris.
- WIETLISBACH et MARINOWITCH, *Manuel pratique du téléphone*.
- WILBRANT H., *L'électricité au théâtre*. 1897.
- WILTEBOLLE R., *Appareils d'éclairage électrique*. Desforges, Paris 1904.
- ZACON L., *Exposé théorique et pratique de l'électricité industrielle*. 1907.

PERIODICI.

- Annales de l'électricité*. Bruxelles (26 num. annui).
- Bulletin de l'Association des ingénieurs électriciens*. Bruxelles (mensile).
- Bulletin de la Société belge d'électriciens*. Bruxelles (mensile).
- Bulletin de la Société internationale des électriciens*. Paris (mensile).
- Éclairage (L') électrique*. Dir. BLONDIN. Paris (settimanale).
- Électricien (L')*. Dir. MONTPELLIER. Paris (settimanale).
- Électricité industrielle*. Paris (settimanale).
- Énergie (L') électrique*. Paris (bimensile).
- Étincelle (L') électrique*. Dir. CLAUDE. Paris (settimanale).
- Gaz et électricité*. Paris (bimensile).
- Industrie électrique*. Dir. HOSPITALIER. Paris (bimensile).
- Journal de l'électricité*. Paris (settimanale).
- La lumière électrique*. Paris (settimanale).
- La revue électrique*. Dir. BLONDIN J. Paris (bimensile).

Moniteur (Le) de l'industrie électrique. Paris (bimensile).
Revue de l'électricité. Berne (bimensile).
Revue pratique de l'électricité. Paris (bimensile).
Semaine électrique. Paris (settimanale).

Publicazioni tedesche.

- ALTMANN P., *Ueber Akkumulatoren.* Friedländer u. Sohn, Berlin 1889.
- AVERDIECK W., *Die Installation unter Berücksichtigung des System Bergmann.* Leiner, Leipzig.
- BAUCH R., *Die Einrichtung elektrischen Beleuchtungsanlagen.* 1904.
- BAUER H., *Die Elektrizität in Haus u. Gewerbe.* 1901.
- BAUR C., *Das elektrische Kabel.* 1903.
- BECK, *Die Elektrizität u. ihre Technik.* 1903.
- BÉNARD G., *Anlage elektrischen Klingeln.* 1904.
- BENDT F., *Der Drehstrom.* 1898.
- BENISCHKE G., *Magnetismus u. Elektrizität.* 1896.
- BERNBACH W., *Die Akkumulatoren ihre Theorie, Herstellung, Behandlung, Verwendung, mit Berücksichtigung der neuen Sammler.* Leipzig 1905.
- BERNBACH W. u. G. MÜLLER, *Elektrizitätswerke, elektr. Kraftübertragung u. elektr. Beleuchtung.* 1904.
- BERSTEIN A., *Die elektrische Beleuchtung.* Berlin 1880.
- BIRRENBACH H., *Theorie u. Anwendung des elektrischen Bogenlichts.* 1903.
- BIRVEN H., *Elektrotechnisches Gleichstrompraktikum.* Leipzig 1905.
- BISCAN W., *Die Bogenlampe.* Leiner, Leipzig 1905.
- Id., *Die Dynamomaschine.* Leiner, Leipzig 1900.
- Id., *Die elektrischen Messinstrumente.* Leiner, Leipzig 1897.
- BISICZ W. v., *Anwendung und Zukunft der Kondensatoren in der Wechselstromtechnik.* 1903.
- BONDI, *Ruhende Umformer (Transformatoren).*
- BORCHERS, *Die elektrischen Äfen, Erzeugung u. Wärme aus elektr. Energie.*
- CANTER O., *Die Haus- u. Höttelegraphie.* 1889.
- CZUDNOCHOWSKI, *Das elektrische Bogenlicht.*
- DANIELS. M. F., *Elektrizität u. Magnetismus.* Trad. GÖCKEL 1899.
- DONATH ADF., *Lehrbuch der Elektromechanik.*
- EDLER, *Elemente der elektromechanischen Konstruktionen.*
- EDLER R., *Entwurf von Schaltungen und Schaltapparaten.* Jänecke, Hannover 1905.
- ELUS K., *Die Akkumulatoren.* 1896.
- EPSTEIN J., *Ueberblick über die Elektrotechnik.* 1896.
- ERFURTH C., *Haustelegraphie, Telephonie, Blitzableiter.* 1896.
- ERHARD TH., *Einführung in d. Elektrotechnik.* 1903.
- ERLACHER G. J., *Elektrische Apparate für Starkstrom.* 1903.
- ESCHE F., *Der praktische Installateur elektr. Haustelegenphenanlagen.* 1902.
- FELDMANN C., *Asynchrone Generatoren für ein u. mehrphasige Wechselströme.* 1903.
- Id., *Wirkungsweise, Prüfung und Berechnung der Wechselstrom-Transformatoren.* Leiner, Leipzig 1895.
- FISCHER L., *Elektrische Licht- u. Kraft-Anlagen.* 1898.
- FÖRSTER F., *Elektrotechnische Praxis.* 1900.
- FRIESE R., *Das Porzellan als Isolir- und Konstruktionsmaterial in der Elektrotechnik.* 1905.
- FRÖLICH O., *Ueber Isolations- u. Fehlerbestimmungen an elektrischen Anlagen.* 1895.
- GAISBERG S. FRHR. v., *Taschenbuch f. Monteurs elektrischer Beleuchtungsanlagen.* 1905.
- GALLUSSER H. et M. HAUSMANN, *Theorie u. Berechnung elektrischer Leitungen.* 1904.
- GLASEN DE CEW G., *Die dynamo-elekt. Maschinen.* 1893.
- CRAWINKEL und K. STRECKER, *Hilfsbuch f. die Elektrotechnik.* Berlin 1905.
- GRIGERSIK G., *Elektrochemie.* 1902.
- GIROSS, *Die Dynamomaschine.*
- GRÜNWALD F., *Die Herstellung der Akkumulatoren.* 1903.
- Id., *Der Bau, Betrieb u. die Reparaturen der elektrischen Beleuchtungsanlagen.* 1902.
- Id., *Die Herstellung u. Verwendung der Akkumulatoren in Theorie u. Praxis.* 1903.
- HAGEN E., *Die elektrische Beleuchtung, etc.* Berlin 1885.
- HALLO und LAND, *Elektrische und magnetische Messungen.* 1905.
- Handbuch der Architektur.* Dritter Theil, 4 Band. *Elektrische Beleuchtung* (VON DR. WILHELM KOHLRAUSCH). Bergsträsser, Darmstadt 1890.
- Handbuch der Elektrotechnik.*
- Handbuch der elektrotechnischen Praxis.*
- HECHT A., *Der Selbstinstallateur elektrischer Hausanlagen.* 1902.
- HEEPKE W., *Die elektrische Raumheizung.* 1903.
- HEILBRUN R., *Elementare Vorlesungen über Telegraphie u. Telephonie.* Berlin 1905.
- HEIM C., *Die Akkumulatoren für Stationäre elektrische Beleuchtungs-Anlagen.* Leiner, Leipzig 1899.
- Id., *Die Einrichtung elektrischer Beleuchtungs-Anlagen.* Leiner, Leipzig.
- HEINKE C., *Die Grundvorstellungen über Elektrizität.* Leiner, Leipzig.
- HELMOLTZ H. v., *Vorlesungen über die elektromagnetische Theorie des Lichts.* 1897.
- HENTZE W., *Analytische Berechnung und Bemessung elektrischer Leitungen.* 1897.
- HERTZ H., *Ueber die Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität.* 1900.
- HERZOG J. et C. P. FELDMANN, *Handbuch der elektrischen Beleuchtung.* 1901.
- Id. Id., *Die Berechnung elektrischer Leitungsnetze in Theorie u. Praxis.* Vol. I, Strom- u. Spannungsverteilung in Netzen. 1903. — Vol. II, Dimensionierung der Leitungen. 1905.
- HOPPE E., *Die Akkumulatoren für Elektrizität.* 1898.
- KALLMANN M., *Grundzüge der Sicherheitstechnik für elektrische Licht- u. Kraftanlagen.* 1895.
- KAPP G., *Elektrische Wechselströme.* 1900.
- Id., *Elektromechanische Konstruktionen.* 1902.
- Id., *Elektrische Kraftübertragung.* 1894.
- KIRSTEIN O., *Elektrische Hausanlagen, ihr Wesen und ihre Behandlung.* 1904.
- KOLBE B., *Einführung in die Elektrizitätslehre.* Berlin 1905.
- KÖNIGSWERTHER A., *Die Elektrizitätszähler.* 1903.
- KÖRTING u. MATHIESEN, *Das Bogenlicht und seine Anwendung.* 1900.
- KRAUSE R., *Kurzes Leitfad der Elektrotechnik.* 1905.
- KRÜGER E. A., *Die Herstellung der elektrischen Gleichlampe.* Leiner, Leipzig 1894.
- KRÜSS H., *Die elektrische Beleuchtung in hygienischer Beziehung, etc.* Hamburg 1883.
- LACHMANN, *Hausinstallationen für Schwach- u. Starkstrom-Telegraphie, Telephonie und Beleuchtung.*
- LIEBETANZ F., *Die Elektrotechnik aus der Praxis für die Praxis.* 1902.
- LINDNER M., *Schaltungsbuch für Schwachstromanlagen.* 1904.
- LODGE O. J., *Neueste Ausschauungen über Elektrizität.* Trad. dall'inglese da HELMHOLTZ e BOIS-REYMOND. 1896.
- LUXENBERG M., *Die Bogenlicht-Schaltungen u. Bogenlampen.* Galtungen 1897.
- MAZZOTTO, BAUMANN, *Drahtlose, Telegraphie u. Telephonie.*
- MONASCH B., *Elektrische Beleuchtung.* Jänecke, Hannover 1905.
- NEUREITER F., *Die Verteilung der elektrischen Energie in Beleuchtungsanlagen.* Leiner, Leipzig 1894.
- NIETHAMMER, *Turbodynamos u. verwandte Maschinen.*
- NIETHAMMER F., *Berechnung und Entwurf elektrischer Maschinen.* Vol. I, Berechnung u. Konstruktion der Gleichstrommaschinen u. Gleichstrommotoren. 1904.
- NOBELS, *Telegraphie u. Telephonie.*
- OSTWALD, *Die Energie.*
- PESCHEL A., *Hilfsbuch für die Montage elektrischer Leitungen zu Beleuchtungszwecken.* Leiner, Leipzig 1903.
- POHL H., *Die Montage elektrischer Licht- und Kraftanlagen.* 1903.
- RAPHAEL F. C., *Isolationmessungen u. Fehlerbestimmungen.* 1900.
- RENI G. E. H., *Die Behandlung der Dynamomaschinen u. Elektromotoren.* 1894.
- RINKEL R., *Einführung in die Elektrotechnik-Physikalische Grundlagen u. techn. Ausführungen.*

- ROESSLER G., *Elektromotoren f. Gleichstrom*. 1899.
 ROSEMEYER J., *Dauerbrand-Bogenlampen*. 1899.
 RÜHLMANN R., *Grundzüge d. Elektrotechnik*. 1895.
 RŮZICKA J. et K. NĚC, *Das Telephon*. 1895.
 SAHULKA J., *Untersuchungen über den elektrischen Lichtbogen*. 1894.
Sammlung elektrotechnischer Vorträge.
 SCHEEL K., *Elektrizität u. Magnetismus*.
 SCHOOP P., *Handbuch der elektrischen Accumulatoren*. 1898.
 SCHULZ, *Wissenswertes aus dem Dynamobau f. Installateure*.
 TESLA N., *Untersuchungen über Mehrphasenströme u. über Wechselströme hoher Spannung u. Frequenz*. Trad. di MASEN. 1895.
 THOMAELEN A., *Kurzes Lehrbuch der Elektrotechnik*. 1906.
 TORRIANO-WILLIAMS H. L., *Das elektrische Heizen u. Kochen, f. Laien u. Fachleute geschrieben*. 1898-1902.
 UHLAND W. H., *Das elektrische Licht und die elektrische Beleuchtung*. Leipzig 1883.
 URBANITZKY A. V., *Die Elektrischen Beleuchtungsanlagen*. 1898.
 VOIGT H., *Kochen u. Heizen mittels des elektrischen Stromes*. 1899.
 VOIT E. u. C. HEINKE, *Elektrotechnisches Praktikum*. 1897.
 WALKER E. F., *Die elektrischen Aufzüge zur Personen- u. Warenbeförderung*. 1901.
 WALLENSTIN J. G., *Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus*. 1897.
 WEBER L. B., *Installation u. Berechnung elektrischer Anlagen*. 1901.
 WEIL J., *Elektrizität gegen Feuersgefahr*. *Handbuch der elektrischen Feuerpolizei u. Sicherheitstelegraphie*. Leipzig 1905.
 WEIL T., *Neuere Bogenlampen*. 1900.
 WEILER W., *Der praktische Elektriker*. 1900.
 ID., *Die galvanischen Induktionsapparate*. 1902.
 WERNER K., *Kochet mit Elektrizität*. *Kochbüchlein f. die elektr. Küche*. 1900.
 WIEDEMANN G., *Die Lehre von der Elektrizität*. 1898.
 WIEZT H., *Die isolierten elektrischen Leitungsdrähte u. Kabel*. 1897.
 WIEZT H. u. C. ERFURTH, *Hilfsbuch f. Elektropraktiker*. Leipzig 1905.
 WINKELMANN W., *Transformatoren und Asynchronmotoren*. Jänecke, Hannover 1907.
 ID., *Gleichstromerzeuger und Motoren*. Jänecke, Hannover 1905.
 ZACHARIAS J., *Praktisches Handbuch des Elektrotechnikers für Beleuchtungs- u. Schwachstrom-Anlagen*. 1895.
 ZEDA U., *Elektrische Glockensignale, Telephone u. Blüzenschalter*. *Beschreibung der einschldg. Apparate nebst einigen prakt. Winken f. den Installateur*. Wien 1905.
 ZEEMANN, *Einführung in die Elektrotechnik*.
 ZEIDLER J., *Die elektrischen Bogenlampen deren Prinzip, Konstruktion u. Anwendung*. Braunschweig 1905.
 ZICKLER, *Lehrbuch der allgemeinen Elektrotechnik*.
 ZIPP, *Dynamomaschinen, Elektromotoren u. Transformatoren als Energieumformer*.
 ZWIESELE H., *Haustelegraphen u. Telephonanlagen*. 1904.

PERIODICI.

- Anzeiger elektrotechnischer*. Berlin (104 num. annui).
Blätter, schweizerische für Elektrotechnik. Bern (bimensile).
Centralblatt für Accumulatoren- u. Elementenkunde. Dir. PETERS. Halle (bimensile).
Elektrizität (Die). Dir. BECK. Leipzig (26 num. annui).
Elektro-Techniker (Der). Dir. UNGAR-SZENTNÁKÓSY. Wien (bimensile).
Fortschritte der Elektrotechnik. Dir. KAHLE u. STRECKER. Berlin (trimestrale).
Helios. Dir. E. MÜLLER. Leipzig (bimens.).
Kalender für Elektrotechniker.
Kraft u. Licht. Dir. LIEBETANZ. Düsseldorf (settimanale).
Landschau, elektrotechnische. Dir. KUEBS. Frankfurt a. M. (bimensile).
Zeitschrift, deutsche, für Elektrotechnik. Dir. WILKE. Halle (bimensile).

- Zeitschrift elektrotechnische*. Dir. KAPP u. WEST. Berlin (settimanale).
Zeitschrift für Elektrotechnik. Dir. SAHULKA. Wien (settim.).

Pubblicazioni inglesi.

- ABBOTT A. V., *Electrical Transmission of Energy*. 1895.
 ADAMS G., *Transformer Design*. 1897.
 ALLISTER, *Alternating current motors*.
 ALLSOP F. C., *Practical Electric Bell Fitting*. 1902.
 ID., *Practical Electric Light Fitting*. 1905.
 ASHWORTH J. B., *Introductory Course of Practical Magnetism and Electricity*. 1898.
 ARNOLD E., *Armature Windings of Direct Current Dynamos*. 1903.
 AYRTON W. E., *Practical Electricity*. 1896.
 ID., *The Electric Arc*.
 BEDELL F., *The Principles of the Transformer*. 1896.
 BELL L., *Electric Power Transmission*. 1899.
 BELL-WILSON, *Practical Telephony*.
 BIGGS C. H. W., *First Principles of Electricity and Magnetism*. 1897.
 BOIS H. DU, *The Magnetic Circuit*. Trad. dal ted. da ATKINSON. 1896.
 BOTTONE S. R., *Guide to Electric Lighting for the Use of Householders and Amateurs*. 1903.
 ID., *Electric Bells*. 1895.
 ID., *Electro-Motors: How made and how used*. 1896.
 BOWKER W. R., *Dynamo, Motor, and Switchboard Circuits*. 1904.
 BURIER E. T., *How to make Electric Batteries at Home*. 1903.
 BYNG M. and F. G. BELL, *Popular Guide to Commercial and Domestic Telephony*. 1898.
 CAHRHART H. S. and W. PATTERSON, *Electrical Measurement*. 1895.
 CARTER T. and THOMAS-DAVIES G., *Motiv power and gearing for electrical machinery*. London 1905.
 CROCKER F. B., *Electric Lighting*. 1896.
 CURRY C. E., *Theory of Electricity and Magnetism*. 1897.
 DODDS A. E., *Practical Features of Telephone Work*. 1898.
 EDGECUMBE K., *Whittaker's Electrical Engineer's Pocket-Book*.
 ID., *Industrial Electrical Measuring Instruments*.
 FITZ-GERALD D. G., *The Lead Storage Battery*. 1900.
 FRANKLIN-ESTY, *The Elements of Electrical Engineering*.
 FRITH H. and W. RAWSON, *Coil and Current*. 1896.
 GORDON J. E. H., *A practical treatise on electric Lighting*. London 1884.
 GRAFFIGNY H. DE, *Distribution of Electricity*.
 GRAY A., *Treatise on Magnetism and Electricity*.
 GUY A. F., *Electric Light and Power*. 1894.
 HAMMOND R., *The electric light in our homes*. London 1884.
 HANCHETT G. T., *Alternating Currents*. 1904.
 HASKINS C. D., *Transformers*. 1894.
 HASLUCK P. N., *Electric Bells*. 1900.
 HEAPHY M., *The Phoenix Fire Office Rules for Electric Light Installations and for Electrical Power, Cooking, Heating and other Installations*. 1900.
 HEAVISIDE O., *Electro-Magnetic Theory*. 1899.
 HENDERSON J., *Practical Electricity and Magnetism*. 1904.
 HIGGS P., *The electric light in its practical application*. London 1879.
 HOLMES A. B., *Practical electric lighting*. London 1887.
 HOPKINS W. J., *The Telephone*. 1898.
 HOUSTON E. J., *Electricity and Magnetism*. 1900.
 HOUSTON E. J. and A. E. KENNELLY, *Alternating Electric Currents*. 1902.
 ID., ID., *Electric Arc Lighting*. 1895.
 ID., ID., *Electromagnetism*. 1896.
 ID., ID., *Electric incandescent Lighting*. 1895.
 ID., ID., *Electric Heating*. 1896.
 ID., ID., *Electrical Engineering Leaflets*. 1900.
 ID., ID., *The Electric Motor and Transmission of Power*. 1895.
 HUGUES N., *The Magneto Hand Telephone*. 1894.
 JAMIESON A., *Elementary Manual of Magnetism and Electricity*. 1897.

- JUDE R. H., *First Stage Magnetism and Electricity*. 1899.
 KEMPE H. R., *Handbook of Electrical Testing*. 1892.
 KNIGHT J. H., *Electric Light for Country Houses*. 1901.
 KNOX C. E., *Interior Electric Wiring*.
 KOHLRAUSCH F., *Introduction to Physical Measurements*. Trad. dal tedesco da WALLER e PROCTER. 1894.
 LAMB, *Alternating currents*.
 LEAF H. M., *The internal Wiring of Buildings*. 1899.
 LEMSTRÖM S., *Electricity in Agriculture and Horticulture*. 1904.
 ID., *Elektro-Kultur*. 1902.
 MARTIN T. C. et J. WETZLER, *The Electric Motor and its Applications*. 1895.
 MAYCOCK W. P., *Electric Wiring, Fittings, Switches and Lampes*. 1899.
 ID., *Elementary Manual of Electric Lighting and Power Distribution*. 1898.
 ID., *The Alternating-Current Circuit*. 1897.
 MAXWELL J. C., *Treatise on Electricity and Magnetism*. 1892.
 MERRILL E. A., *Electric Lighting Specifications*. 1898.
 METCALFE C., *Practical electric wiring for lighting installations*. London.
 MILLER K. B., *American Telephone Practice*. 1900.
 OUDIN M. A., *Standard Polyphase Apparatus and Systems*. 1902.
 PARHAM E. C. and F. C. SHEED, *Shop and Road Testing of Dynamos and Motors*. 1900.
 PARR, *Electrical Engineering in theory and practice*.
 PATERSON G. W. L., *The Management of Dynamos*. 1900.
 PERRINE F. A. C., *Conductors for Electrical Distribution*. 1903.
 POOLE J., *The practical Telephone Handbook*. 1895.
 POWELL F. E., *Electric Bells and Alarms*. 1899.
 PREECE W. H. and J. MAIER, *The telephone*. Whittaker, London 1889.
 RANDALL J. E., *Practical Treatise on the Incandescent Lamp*. 1891.
 ROBB R., *Electric Wiring. For the use of Architects, Underwriters, etc.* 1896.
 ROUTLEDGE R., *Electric lighting*. London 1882.
 SALOMONS D., *Electric Light Installations*. 1894.
 ID., *Management of accumulators and private light installations*. London 1898.
 SCOTT E. K., *Local Distribution of Electric Power*. 1897.
 SCRUTTON P. E., *Electricity in Town and Country Houses*. 1898.
 SIEMENS W., *Scientific Papers and Addresses*. 1895.
 SLINGO-BROOKER, *Electrical Engineering for Electric Light*. 1898.
 SMITHSON H. and E. R. SHARPE, *Arc Lamps*. 1899.
 SNELL A., *Electric Motive Power*. 1899.
 STEWART A., *The application of electric motors to machine-driving*.
 SWINTON A. C., *The principles and practice of electric lighting*. London 1884.
 TAYLOR F. H., *Private House Electric Lighting*. 1904.
 THOMPSON S. P., *Design of Dynamos*. 1903.
 ID., *Dynamo-electric machinery*. London 1906.
 ID., *Polyphase Electric Currents and Alternate-Current Motors*. 1900.
 TREADWELL A., *The Storage Battery*. 1898.
 URBANITZKY A. V., *Electricity in the Service of Man*. Trad. dal tedesco da WORNELL. 1897.
 URQUHART J. W., *Electric Light*. 1897.
 ID., *Dinamo Construction for Engineers*. 1895.
 WALKER and A. POCKET, *Book of Electric Lighting and Heating*.
 WALKER S. F., *Electricity in our Homes and Workshops*. 1895.
 VALMSLEY R. M., *Electricity in the service of man*. London.
 WEBSTER A. G., *The Theory of Electricity and Magnetism*. 1897.
 WIENER A. E., *Practical Calculation of Dynamo Electric Machines*. 1900.
 WRIGHT L., *The induction Coil in Practical Work*. 1897.
 YORKE J. P., *Magnetism and Electricity*. 1899.
 ZACHARIAS J., *Transportable Accumulators*. 1898.
 ZEDA-BOTTONE, *Telephones and Lighting Conductors*.
 ZEIDLER-LUSTGARTEN, *Electric arc Lamps*.

PERIODICI.

- American Electrician*. Chicago (mensile).
Canadian Electrical News and Steam Engineering Journal. Toronto (mensile).
Electric Power. New York (mensile).
Electrical Engineer. Dir. BIGGS. London (settimanale).
Electrical Engineering. Chicago (mensile).
Electrical Journal. Chicago (bimensile).
Electrical Progress and Monthly Register. London (mensile).
Electrical Review. London (settim.).
Electrical Review. New York (settim.).
Electrical World and Engineer. New York (settim.).
Electrician. London (settim.).
Electricity and Electrical Engineering. London (settim.).
Electricity. New York (settim.).
Lightning. London (settim.).
Model Engineer and Amateur Electrician. London (mensile).
Pacific Electrician. San Francisco (settim.).
Telephone. Philadelphia (mensile).
Western Electrician. Chicago (settim.).

CAPITOLO XIII.

IMPIANTI A GAS PER LUCE
E RISCALDAMENTO

(Ing. P. BRESADOLA)

A. — PARTE GENERALE

I. — LE LEGGI FONDAMENTALI DELL' ILLUMINAZIONE

Un punto luminoso emana in tutte le direzioni dello spazio una quantità eguale di luce. Immaginandosi il punto luminoso quale centro di una sfera di raggio r , la superficie interna della sfera verrà illuminata in modo uniforme. La quantità di luce, che cade sopra l'unità di superficie, si chiama *chiarezza* (o intensità d'illuminazione).

Se il punto emana la quantità di luce L , e se questa colpisce la superficie della sfera $4\pi r^2$, la chiarezza vien data da:

$$C = \frac{L}{4\pi r^2}.$$

Immaginandosi intorno al medesimo punto luminoso una seconda sfera di raggio r_1 , si avrà che in questo caso la chiarezza è:

$$C_1 = \frac{L}{4\pi r_1^2}.$$

Se dunque un punto luminoso illumina due superficie con diversa distanza, le loro chiarezze staranno nella seguente proporzione:

$$C : C_1 = r_1^2 : r^2,$$

e cioè in ragione indiretta dei quadrati delle distanze.

Per cui si deduce che, nella distanza duplicata, la chiarezza diventa $\frac{1}{4}$ di quella a distanza semplice.

Ponendo attorno ad L quale centro una sfera col raggio 1, la superficie sferica è $= 4\pi$; per conseguenza la chiarezza è $C = I = \frac{L}{4\pi}$; la grandezza I definisce il potere illuminante della sorgente e viene espressa in candele metriche, se il metro viene considerato quale unità del raggio.

Avendo due sorgenti illuminanti L_1 e L_2 , le rispettive intensità sono:

$$I_1 = \frac{L_1}{4\pi} \quad \text{e} \quad I_2 = \frac{L_2}{4\pi};$$

e producendo ciascuna sorgente la medesima chiarezza, si ha:

$$F = \frac{L_1}{4\pi r_1} = \frac{L_2}{4\pi r_2} \quad ; \quad F = \frac{I_1}{r_1^2} = \frac{I_2}{r_2^2}.$$

Le intensità di due sorgenti illuminanti, che hanno la stessa chiarezza, sono per conseguenza in proporzione diretta col quadrato delle distanze, e cioè: $I_1 : I_2 = r_1^2 : r_2^2$.

Questa legge si basa sulla supposizione che la luce colpisca la superficie perpendicolarmente. Se i raggi formano però un angolo colla linea perpendicolare eretta sulla superficie, l'indebolimento non dipende solo dal quadrato della distanza, ma pure dal coseno dell'angolo d'incidenza.

La chiarezza in un punto di un piano è data perciò dalla relazione:

$$F = \frac{I \cos \alpha}{r^2},$$

se I è eguale all'intensità della luce emanata in una data direzione, se r è la distanza del punto che si deve illuminare dalla sorgente e se il raggio d'incidenza forma colla perpendicolare eretta sulla superficie l'angolo α .

II. — UNITÀ DEL POTERE ILLUMINANTE

(UNITÀ FOTOMETRICHE)

Il potere illuminante (intensità luminosa) di una sorgente viene misurato dalla quantità di luce che da essa riceve una superficie di area uno, posta alla distanza uno, in direzione normale. La *fotometria* ha per oggetto di misurare il potere illuminante delle varie sorgenti. Si scelsero a questo scopo delle fiamme unitarie; in Francia venne adottata la *candela Carcel* (usata anche in Italia); in Inghilterra e negli Stati Uniti la *candela normale inglese*; in Germania la *candela tedesca*, e ultimamente la *lampada Hefner*.

La lampada Hefner consiste in una fiamma libera alta 4 cm., data da un lucignolo massiccio inzuppato di acetato amilico, che riempie un tubetto del diametro di cm. 0,8. La fiamma deve ardere coll'altezza di cm. 4. Il potere illuminante di questa fiamma in direzione orizzontale, quando arde in aria pura, si chiama *luce di Hefner*. L'intensità d'illuminazione di una superficie bianca e verticale, distante un metro da questa fiamma, si chiama una *candela metrica*.

La luce Hefner eguaglia approssimativamente il potere illuminante di una candela inglese, mentre essa = 0,11 candele Carcel.

In Francia fu proposta anche l'unità *Viole*, che equivale al potere illuminante di 2,08 Carcel.

L'unità pratica d'illuminazione (chiarezza) è quella prodotta da una *candela decimale* (che equivale ad $\frac{1}{10}$ Carcel) sopra una superficie normale ai raggi e posta ad un metro di distanza: questa unità viene detta *lux*.

III. — APPARATI FOTOMETRICI

Per la misura del potere illuminante di una fiamma si fa uso dei *fotometri*. Gli apparati più usuali sono: il fotometro di *Bunsen*, il fotometro di *Lummer*, di *Brodhun* e quello di *Weber*.

Se la luce investe da due parti opposte una parete di carta (schermo) contenente una macchia di grasso del fotometro di Bunsen, e se si cambia sul campo fotometrico la posizione della parete fra le due sorgenti di luce finchè la parete sarà rischiarata d'ambo i lati con eguale intensità, la macchia di grasso sparisce. Questo fenomeno

viene adoperato per la misurazione della luce. Le intensità delle sorgenti illuminanti sono in rapporto diretto col quadrato delle distanze d'ogni sorgente illuminante dalla parete; e ciò secondo le leggi già spiegate. Se si colloca da una parte la lampada di Hefner, si ottiene il risultato immediatamente in luce di Hefner o in candele metriche. Spesso però si adopera una luce intermedia (una lampadina elettrica ad incandescenza), la cui intensità è stata precedentemente determinata, e la quale serve di paragone con le altre sorgenti di luce.

Una sparizione completa della macchia di grasso avviene solamente nel caso dove la composizione dei colori delle due sorgenti di luce a destra e a sinistra della parete è identica: in generale però si ha una differente colorazione delle due luci, e allora bisogna mettere la parete in modo da ottenere una fusione uniforme dei margini della macchia di grasso.

Nel fotometro di *Lummer* e *Brodhun* la parete di carta è sostituita da una combinazione di due prismi di vetro, i quali permettono una misurazione più delicata. Questo apparato, come pure quello di *Weber*, serve anche alla determinazione della chiarezza, misurando la quantità di luce riflessa da una superficie bianca. Anche qui sussistono le difficoltà di misurazione quando le due fiamme, che si hanno da paragonare, sono colorate differentemente.

IV. — CHIAREZZA

(INTENSITÀ D'ILLUMINAZIONE)

La chiarezza viene espressa parimente in candele metriche; essa è la medesima quantità di luce, che avrebbe una parete bianca, se questa venisse illuminata in direzione normale dalla medesima quantità di candele distanti un metro. La chiarezza si può determinare precedentemente col calcolo; però solo in maniera approssimativa, chè l'assorbimento, la riflessione e il colore sono di grande e qualche volta incalcolabile influenza.

Nella distribuzione della luce è da considerarsi, che le sorgenti illuminanti dell'uso comune danno, sotto differenti angoli, differenti intensità di luce. Di solito si tratta solo della quantità di luce emanata al basso dalla sorgente illuminante, poichè nella illuminazione di locali chiusi il soffitto e le parti superiori delle pareti ricevono in causa della rifrazione e riflessione una quantità sufficiente di luce indiretta.

V. — DISTRIBUZIONE DELLA LUCE

Le lampadine elettriche ad incandescenza sviluppano quasi la medesima quantità di luce in tutte le direzioni. Le lampade ad arco a corrente continua hanno il massimo di luce all'inclinazione di 45° sotto la linea orizzontale. Le lampade ad arco a corrente alternata hanno il massimo di luce sopra e sotto la linea orizzontale, perchè i carboni di queste lampade si consumano in modo uniforme.

Le lampade a gas ad incandescenza danno il massimo di luce nella linea orizzontale, presso a poco nella perpendicolare eretta sulla superficie della retina incandescente. Le lampade rigeneratrici a gas, che ardono colla fiamma rivolta a terra, danno il massimo di luce nella linea perpendicolare, e similmente le lampade elettriche ad arco introdotte da poco per l'illuminazione intensiva.

Lo *splendore* è nella illuminazione artificiale di grande importanza. Per *splendore* s'intende la quantità di luce emanata dall'unità di superficie e raccolta nel nostro

occhio (1). Quanto è più grande la differenza di questa quantità di luce in relazione a quella emanata dall'ambiente, tanto più l'occhio viene abbagliato e sente un'impressione sgradevole. Nell'illuminazione di locali chiusi occorre aver cura che vi sia la massima diffusione di luce e che non vi siano troppo grandi differenze nell'illuminazione di singoli punti. Secondo Herzog, Feldmann ed altri, il potere illuminante per un metro quadrato oscilla per i differenti scopi approssimativamente fra le seguenti cifre:

| | Candele Hefner |
|---|----------------|
| Illuminazione stradale | 0,1 ÷ 15 |
| Cortili di fabbriche | 0,1 ÷ 1 |
| Stazioni ferroviarie, vestiboli | 1 ÷ 2 |
| Atrii di fabbriche | 2 ÷ 4 |
| Ristoranti, sale da concerto, locali di negozio | 4 ÷ 8 |
| Vetrine da bottega | 50 ÷ 100 |
| Abitazioni (locali secondari) | 1 ÷ 3 |
| Id. (locali di lusso) | 3 ÷ 12 |
| Locali per festeggiamenti | 10 ÷ 30 |

Quale minima quantità dell'illuminazione, secondo le prescrizioni igieniche di un luogo dove si lavora, viene considerata la forza illuminante di 10 candele; mentre l'occhio normale dell'uomo può con una luce di 50 candele lavorare senza sforzo e fatica colla medesima celerità colla quale lavora con la luce media del giorno.

VI. — IL COLORE DELLA LUCE

Il colore della sorgente illuminante e la capacità di assorbimento e di riflessione degli oggetti illuminati sono della massima importanza nell'illuminazione di locali chiusi.

Le sorgenti artificiali di luce hanno colori molto vari. La luce elettrica ad incandescenza contiene molti raggi gialli e rossi; la luce elettrica ad arco contiene nell'arco di Davy ora molti raggi bleu e violetti, ora molti di uno spiccato colore giallo o rosso; la luce del gas ad incandescenza ha molti raggi verdi, i quali possono venire mitigati con aggiunte di altre qualità di terra; la luce del gas ha molti raggi gialli e rossi; nel petrolio i raggi rossi preponderano di gran lunga sui gialli. L'occhio umano preferisce in generale i raggi gialli e rossi a quelli di altro colore.

VII. — RIFLESSIONE ED ASSORBIMENTO DELLA LUCE

Secondo Sumpner si può prendere in generale le seguenti cifre per la capacità di riflessione:

| | |
|--------------------------|------|
| Tappeti gialli | 40 % |
| Id. turchini | 25 % |

(1) Devesi distinguere il significato di *splendore* da quello di *potere illuminante*. « Splendore » esprime la quantità di luce che parte normalmente dall'unità di superficie; invece il « potere illuminante » della sorgente in una data direzione esprime la quantità di luce inviata nella direzione medesima. Così, per esempio, la fiamma a ventaglio di un lume a gas ha circa il medesimo potere illuminante di fronte come di coltello, sebbene nei due casi la superficie di emissione sia molto diversa; ma ha più splendore nella posizione di coltello.

| | | |
|--|---------|---|
| Tappeti bruni | 13 | % |
| Id. cioccolatta scura | 4 | > |
| Rivestimento delle pareti in legno | 40 ÷ 50 | > |
| Id. id. id. di vecchia data | 20 | > |
| Parete colorata in verde (pulita) | 40 | > |
| Id. id. (sudicia) | 20 | > |
| Panno nero | 1,2 | > |
| Velluto nero | 0,4 | > |

Queste cifre sono soggette però a cambiamenti rilevanti, secondo le differenti colorazioni delle sorgenti illuminanti. Le perdite che subisce la luce passando perpendicolarmente attraverso globi e lastre di vetro importano per:

| | | |
|---|---------|---|
| Vetro semplice | 4 | % |
| Id. doppio e globi | 9 ÷ 15 | > |
| Cristallo, con lo spessore di 8 mm. | 6 ÷ 10 | > |
| Vetro smerigliato (appannato) | 30 ÷ 66 | > |
| Id. verde o rosso | 80 ÷ 90 | > |
| Id. colore arancio | 34 | > |
| Id. latteo (opale) | 35 ÷ 75 | > |

Il vetro adoperato di solito per la luce cadente produce delle perdite sino a 30 %; coperto di polvere o fuliggine fino al 70 ÷ 85 %.

La perdita nella riflessione con riflettori importa per quelli di:

| | | |
|------------------------------------|---------|---|
| metallo bianco | 2 ÷ 5 | % |
| cristallo | 3 ÷ 7 | > |
| latta smaltata in bianco | 7 ÷ 15 | > |
| id. laccata in bianco | 10 ÷ 17 | > |

Tutte le cifre sopra esposte dipendono dalla purezza e dal colore della luce.

VIII. — EFFETTO UTILE DELLE SORGENTI DI LUCE

Per *effetto utile* di una sorgente di luce s'intende il rapporto fra la quantità di energia impiegata e il potere illuminante generato, ossia la quantità di energia per una candela Hefner. Nell'illuminazione elettrica si hanno dei dati precisi, calcolandosi, cioè, l'effetto utile dalla chiarezza media (relativa alla quantità di luce sviluppata nell'emisfero situato sotto la linea orizzontale) e dall'energia consumata espressa in watt. Nell'industria del gas si usa indicare solo la quantità di gas consumata per la fabbricazione di una candela Hefner, e non l'energia che si ricava da quella. Altrettanto si usa fare col petrolio, collo spirito, ecc. Le valutazioni di queste sorgenti di luce si basano inoltre non sulla chiarezza media, ma su quella emanata nella linea orizzontale, e perciò fa d'uopo ponderare con molta accortezza i dati presentati dai fornitori.

Un sistema su questo campo manca ancora completamente. Per la produzione del potere illuminante di una candela Hefner sono necessari:

| | |
|---|----------------|
| per la luce elettrica ad arco (chiarezza emisferica | |
| media) per grandi lampade ad arco | 0,3 ÷ 0,5 watt |
| per la luce elettrica a incandescenza (chiarezza id.) | 3,5 |
| id. di Nernst, luce di osmio (idem) | 1,5 |

| | |
|---|--------------------|
| per il becco a gas a incandescenza (chiar. verticale) | 1,8 ÷ 2 litri gas |
| per la luce di Lukas, luce di Millenium | 9,7 ÷ 1 » » |
| per il becco a gas rigeneratore (chiar. media emisf.) | 3,7 » » |
| id. di Argand (chiarezza verticale) . . . | 10 » » |
| id. di Bray (id.) . . . | 13,3 » » |
| per la lampada a petrolio (id.) . . . | 0,00359 » petrolio |
| id. di spirito a incandescenza (id.) . . | 0,0019 » spirito |
| per la luce acetilene (id.) . . . | 0,6 » acetilene |

Sarebbe inesatto da queste cifre trarre delle deduzioni circa la utilità e la economia delle diverse sorgenti di luce. Anzitutto le cifre sopra citate non provano niente sulla chiarezza delle sorgenti di luce; la distribuzione della luce nello spazio è a questo scopo della massima importanza. E poi l'energia adoperata o la quantità della materia consumata per *una candela di Hefner* non è per sè stessa decisiva, poichè il prezzo dipende anche dal potere illuminante e dal consumo totale dato per ogni singola lampada. Così in molti casi sarà più economico adoperare la luce data in piccole quantità dalle lampadine ad incandescenza, e in altri casi sarà preferibile avere a disposizione grandi quantità di luce dateci dalle lampade elettriche ad arco o da quelle a gas a incandescenza. La decisione deve venir presa secondo le circostanze, e perciò non si possono esporre delle disposizioni generali.

IX. — PRINCIPALI QUALITÀ DEI GAS

COMUNEMENTE USATI NELLA ILLUMINAZIONE E NEL RISCALDAMENTO

Gas luce, gas di grassi, gas d'acqua, gas acetilene.

Gli elementi costitutivi dei gas usati pel riscaldamento ed illuminazione sono:

a) l'*idrogeno*, peso specifico 0,06926, è incolore ed inodoro, arde con fiamma debolmente bluastra ed appena luminosa, 2 parti in volume di idrogeno ardono con una parte in volume di ossigeno (contenuto in 5 volumi di aria atmosferica), oppure 2 parti in peso di idrogeno con 16 parti in peso di ossigeno formanti 18 parti in peso di acqua;

b) l'*ossido di carbonio*, peso specifico 0,968, è incolore ed inodoro, consta di 42,85 parti in peso di carbonio, di 57,15 parti in peso di ossigeno, arde con fiamma debolmente bluastra e poco luminosa;

c) il *gas di palude* (idrogeno carburato leggero), peso specifico 0,56, contiene 75 parti in peso di carbonio ed il 25 % di idrogeno, è incolore, inodoro, arde con debole fiamma giallognola;

d) il *gas di olii, di essenze* (idrocarburo pesante), peso specifico 0,985, consta di 85,7 parti in peso di carbonio, e di 14,3 parti in peso di idrogeno, arde con fiamma bianco-latte, che però può facilmente annerire.

Nei cosiddetti gas di grassi trovansi pure dei carburi di idrogeno aventi un peso specifico notevolmente superiore ai precedenti, con un tenore di carbonio corrispondentemente più elevato, ciò che li rende più preziosi per illuminazione e riscaldamento.

L'analisi esatta di questi gas è così difficile che in generale si esprime solo il loro tenore percentuale di gas d'oli.

Frequentemente incontransi nel gas-luce delle tracce di naftalina e nel gas di grassi (segnatamente in quello ricavato da olii minerali) altri gas pesanti, i quali se da una parte ne accrescono il potere calorifico e luminoso, dall'altra ne rendono l'odore, già per sè ripugnante, ancora più sgradevole.

Quest'odore è però praticamente utile perchè fa notare le fughe di gas nell'appartamento.

Gli elementi costitutivi dell'idrogeno (*a*) e del gas di palude (*c*) producono soffocazione se aspirati in certa quantità, quelli dell'ossido di carbonio (*b*) e dei gas d'olii (*d*) sono estremamente venefici, ancorchè in quantità piccole. Gli elementi costitutivi dell'idrogeno e dei gas di palude commisti ad aria esplodono anche a basse temperature (vale a dire senza preventivo riscaldamento della miscela) se mescolati insieme con l'ossido di carbonio; mentre i gas d'olii esplodono solamente a temperature più elevate (per lo meno a 40° o 50°).

Tutti i gas, che vengono usati, non sono altro che miscele, non già combinazioni chimiche. Ordinariamente esse possono contenere piccole quantità di acido carbonico, di ossigeno ed azoto. Ma quanto siano differenti queste miscele risulta chiaramente dal seguente prospetto analitico di due gas di carbon fossile che nei periodici tecnici vengono qualificati come normali; così pure uno di gas di grassi estratto da cascami.

| | Gas di carbon fossile | | Gas di grassi | |
|--------------------------|-----------------------|----------|---------------|--------|
| | <i>a</i> | <i>b</i> | | |
| Gas di olii | 10 % | 7,16 % | 28,00 | Volumi |
| Gas da miniera | 40 > | 30,97 > | 48,00 | > |
| Idrogeno | 40 > | 50,00 > | 16,00 | > |
| Ossido di carbonio . . . | 6 ÷ 7 > | 11,87 > | 8,00 | > |
| Ossigeno ed azoto . . . | 2 > | 0,00 > | — | — |
| Acido carbonico | 0,5 ÷ 1 > | 0,00 > | — | — |

Se ora si ammette che le due specie di gas di carbone fossile producano approssimativamente la medesima potenza luminosa, ed il gas oleico il triplo del gas di carbone indicato in *b* (benchè questo contenga circa il quadruplo della materia illuminante unicamente attiva), queste contraddizioni possono spiegarsi in ciò: che da un lato gli apparecchi di riscaldamento non risultarono adatti alle diverse miscele di gas, e d'altra parte che intervenivano nella combustione dei processi fisico-chimici, i quali non vennero presi in considerazione in linea numerica nella determinazione del potere illuminante.

A questa conclusione si pervenne non pure in seguito a risultati ottenuti da becchi perfezionati i quali diedero il 2 1/2 fino a 4 volte l'effetto luminoso finora raggiunto; ma ancora con misurazioni di luce sopra questi becchi perfezionati in località diverse (con differenti specie di gas) si ottennero risultati meno favorevoli per gas più ricchi, e risultati migliori per gas di qualità inferiore.

Ad eguali contraddizioni approda la determinazione teorica del potere calorifico dei gas; essa può dar luogo benanco a divergenze più marcate, come lo mostra l'esperienza. In installazioni più recenti si potè non solamente utilizzare il 99 % della quantità di calore calcolabile dall'idrogeno ed ossigeno consumati, ma si raggiunsero eziandio degli effetti, segnatamente nelle macchine ad esplosione, che superano ancora del 6 e più % quelli calcolati teoricamente; e si potè anche trovare, seguendo questi fatti mediante analisi accurate dei residui della combustione, ecc. (1), la motivazione scientifica; contemporaneamente viene consumata anche una parte dell'azoto contenuto.

Ne risulta che una semplice analisi chimica non basta a dare una indicazione assoluta sul valore dei gas, altrettanto come questa non potrebbe desumersi dalla sola

(1) Da ciò risultò che con un tenore di carbonio, crescente con una rapida progressività, viene aumentata la temperatura delle fiamme e del pari lo sviluppo della forza. Quindi si riconobbe non essere per mera combinazione se il gas di grassi caro è superiore al gas-luce al suo ordinario prezzo, anche nelle macchine ad esplosione; restando sempre per lo meno di egual potenza anche se a prezzo ridotto.

misura del suo peso specifico. Così, ad esempio, da gas di grassi aventi un peso specifico poco inferiore a quello del gas Pintsch (derivato da olii di catrame di ligniti), si ha un potere illuminante circa triplo di quello del gas-luce; mentre il gas Pintsch sviluppa un potere illuminante rispettivamente $4,5 \div 5$ volte superiore. Analoghe differenze si riscontrano rispetto al potere calorifico. Talvolta incontransi delle analisi di gas basate, con o senza intenzione, sopra delle percentuali in volume, ma vi manca l'indicazione della pressione e della temperatura con cui ebbero luogo le analisi. Lo stesso ha luogo per le indicazioni sullo sviluppo dell'acido carbonico sulla combustione dei gas.

Simili indicazioni, per quanto possano essere attendibili, non sono sufficienti per stabilire dei criteri fondamentali.

Le *fabbriche di gas da legna o da torba* che si impiantarono 20 o 25 anni fa in Germania, non hanno più alcuna importanza economica oggidì. I gas rispettivamente fabbricati hanno sovente un potere illuminante alquanto basso, e contengono quasi esclusivamente dell'ossido di carbonio ($24 \div 60\%$), idrogeno e gas di miniera. Essi ricevono il potere illuminante sufficiente mediante aggiunte, oppure con apparecchi incandescenti, come è descritto per il gas d'acqua.

Il *gas d'acqua* si ottiene dal passaggio di vapore acqueo attraverso materiale carbonifero incandescente (segnatamente antracite e coke); consta essenzialmente di idrogeno ed ossido di carbonio (a norma della qualità del carbone) nella proporzione di $57 : 35\%$, fino al $50 : 50\%$, oltre alla miscela di 8% di acido carbonico, aria e gas da miniera. Esso non ha quindi che un potere illuminante molto basso, ed un potere calorifico molto inferiore al gas di carbon fossile. Il prezzo di produzione del medesimo è in relazione al costo del coke, dal quale generalmente viene estratto il gas d'acqua. In Italia il prezzo unitario del gas d'acqua risulta in massima superiore a quello del gas luce-ordinario.

Un maggiore potere illuminante può essere conferito facendo gorgogliare il gas attraverso l'idrogeno carburato liquido, facilmente volatilizzabile (astralina, benzina, etere di petrolio ed altri simili), con cui viene a saturarsi di carburo di idrogeno pesante; oppure esso viene condotto vicino al becco traversando un recipiente contenente naftalina compressa, la quale viene evaporata dal calore della fiamma.

Il primo processo è realizzabile solamente ad una certa distanza da località abitate; debbono pure venire assicurati i condotti dal gelo, poichè altrimenti gli idrocarburi di idrogeno si condenserebbero, e perderebbero in condotti di una certa lunghezza parte del loro potere illuminante.

Allo scopo di prevenire pericoli che sarebbero a temersi da fughe di gas d'acqua non odoroso per la presenza dell'idrocarburo (per sè stesso inodoro), la condotta del gas viene applicata sopra mercaptano (solfidrocarburo C^2H^5SH). Con questo procedimento il gas d'acqua diventa odoroso e quindi può essere scoperta la sua presenza.

Il gas d'acqua, saturato da idrocarburo liquido, non può venire applicato su vasta scala nei paesi mancanti di sorgenti naturali di idrocarburi.

Gli igienisti sono contrari all'impiego del gas d'acqua per illuminare gli ambienti abitati in causa della presenza dell'ossido di carbonio, che ha qualità venefiche in sommo grado.

Talvolta l'impianto di fabbriche di gas speciali è indicato per case isolate, villini, ospedali, ecc.; anche per quartieri di case, segnatamente allorchè la condotta dalle fabbriche esistenti richiede delle dimensioni ed uno sviluppo considerevole. In questi casi si potrà ricorrere alla produzione di gas di grassi.

Il gas di grassi può essere necessario (anche quando esiste già l'ordinario gas-luce) là dove richieggonsi fiamme calme, di luce bianca eguale e piccola; se si vuole un

minore riscaldamento dell'ambiente, con una minore inquinazione dell'aria contenutavi, come, ad esempio, l'illuminazione di istituti scientifici, ed ospedali. Così pure l'illuminazione con gas di grassi può rendersi necessaria allorchè non si può applicare la luce elettrica ad incandescenza per il suo colore giallognolo, e la luce elettrica ad arco o ad incandescenza di gas per la grande intensità dei loro raggi luminosi.

Invece per singole case, per ville, per ospedali, per alberghi e simili, dove mancano centrali elettriche e officine di gas, sono necessari molte volte piccoli impianti per la fabbricazione di un gas per l'illuminazione dei detti fabbricati. In questi casi si ricorre molte volte al gas acetilene.

Gas acetilene. — Se si forma una mescolanza di carbone e di calce alla temperatura di $3000^{\circ} \div 4000^{\circ}$, mediante l'arco elettrico di Davy, si ottiene quale risultato il *carburo di calce* in forma di una massa grigio-nera. Bagnandosi questa con acqua, si sviluppa il gas acetilene, mentre il residuo fangoso può venire utilizzato in certe circostanze come concime. L'acetilene ha un forte potere illuminante, poichè nei becchi più grandi il consumo per una candela è solamente di 0,6 litri di gas all'ora. La fiamma d'acetilene ardente liberamente è per la sua luce bianca e brillante una delle sorgenti luminose artificiali più belle che noi conosciamo. Nell'ultimo tempo si sono fatti anche dei tentativi per introdurre la luce acetilene ad incandescenza. Con questo sistema va però perduto il vantaggio della bellezza della fiamma e della semplicità del suo servizio. Ora si fabbrica l'acetilene gettando pezzi di carburo in un recipiente riempito di acqua. Il calore che si sviluppa viene assorbito dalla grande massa di acqua, senza che esso possa nuocere.

Le officine per la fabbricazione del gas acetilene si basano sopra procedimenti che hanno molta somiglianza con quelli per la fabbricazione del gas di carbon fossile.

Secondo la grandezza dell'impianto si adoperano uno o più *generatori*, i quali hanno sul lato un'apertura per l'introduzione del carburo, con uno scarico all'aperto. Il gas acetilene che si sviluppa entra nel *condensatore*, passa per i *lavatoi*, pei *depuratori* e pei *gazometri*, e dopo aver attraversato il contatore e il regolatore di pressione entra infine nella condotta esterna.

In grazia alla temperatura molto alta della fiamma d'acetilene, questi impianti vengono adoperati anche per scopi di cucina e per riscaldamento.

Gli apparati sono fatti similmente a quelli pel gas luce, che verranno descritti nei capitoli seguenti.

Praticamente si ottengono da 280 a 300 litri di gas per ogni chilogramma di carburo di calcio messo in commercio. La decomposizione del carburo di calcio mediante l'acqua fa emanare 570 calorie per ogni chilogramma di carburo.

L'acetilene brucia all'aria libera, e la luce molto bianca si ottiene consumando solamente da 6 a 8 litri per Carcel-ora (pari a circa $0,6 \div 0,8$ litri per candela Hefner).

A volume eguale, l'acetilene dà circa 15 volte più luce del gas ordinario prodotto a Londra, e dà 16 a 17 volte più luce di quello prodotto a Parigi.

A volume eguale, il gas-luce dà come prodotti della combustione 1,3 volume di vapore d'acqua e 0,6 volume d'acido carbonico, mentre l'acetilene produce 1 volume di vapore d'acqua e 2 volumi d'acido carbonico; ma occorrendo meno volume per la luce acetilene, con quest'ultimo gas l'atmosfera è meno viziata.

Si potrebbe parlare di altri gas, ma crediamo opportuno di non occuparci dei medesimi perchè poco usati nella pratica.

X. — PROCESSI DELLA COMBUSTIONE

Quando delle miscele di gas prive d'aria, contenenti idrocarburi pesanti, vengono accese all'orificio ristretto di un tubo, allora si decompongono per la maggior parte negli elementi loro costitutivi, che sono l'idrogeno e il carbonio. Forse lo stesso avviene anche per gli idrocarburi leggeri.

L'idrogeno s'infiama a temperatura più bassa del carbonio, cosicchè questi due gas si separano nella prima fase del processo di combustione, mentre le particelle di carbonio non giungono a combustione che nelle parti superiori e più calde della fiamma liberamente sviluppata.

Se la pressione del gas nel becco è così elevata che l'aria che si aggiunge nella combustione non viene elevata ad una temperatura sufficiente dalla parte inferiore della fiamma (parte ardente bluastra priva di luce), allora le particelle di carbonio non bruciano completamente trasformandosi in acido carbonico, ma si trasformano solo in ossido di carbonio, producendo una fiamma rossiccia giallognola. Oppure una parte del carbonio rimane incombusta, e in tal caso la fiamma affumica; i raggi calorifici della parte inferiore della fiamma non luminosa sono molto deboli; quelli della parte luminosa della fiamma sensibilmente superiore hanno il maggior valore (1); in quest'ultima parte della fiamma non vengono però completamente utilizzate nè l'intensità luminosa nè la potenza calorifica del gas.

Per ottenere il maggiore sviluppo di luce possibile è d'uopo evitare la combustione separata di idrogeno e di carbonio (restringendo, cioè, la cosiddetta zona bleu al minimo possibile), ciò che si può ottenere mediante il riscaldamento preliminare dell'aria di alimentazione allo scopo di evitare il raffreddamento della fiamma. Può pure essere vantaggioso un leggero riscaldamento del gas; avvertendo però che potrebbe essere nocivo se troppo prolungato, inquantochè del carbonio si separa dal corpo della fiamma preventivamente riscaldata, ridotto in grafite, otturando talvolta anche l'apertura dei becchi.

Con becchi aperti di forma speciale, coll'abbassamento della pressione del gas all'orificio di efflusso, ecc., si cerca di ottenere la combustione razionalmente perfetta; ma non si raggiunge lo scopo neppure approssimativamente, riguardo alla quantità di luce.

Nei più recenti becchi di luce ampia e brillante, quindi nelle lampade in cui il calore dei gas accesi è utilizzato col riscaldamento preliminare dell'aria di alimentazione e del gas, e segnatamente nella prima parte dello sviluppo della fiamma, viene ad accendersi il maggior numero possibile di molecole di carbonio al calore bianco incandescente. Essendo così aumentata la superficie incandescente della fiamma, si riesce ad ottenere un maggior effetto luminoso, e conseguentemente una economia proporzionata di gas, rispetto alle fiamme aperte (che sale sino a 3 e 4 volte), e per ultimo un minore riscaldamento dell'ambiente con un minore inquinamento dell'aria in esso contenuta.

Questi effetti di luce rinforzata non si possono ottenere con un minore consumo di

(1) Quanto maggiore è il numero di raggi giallo-aranciati contenuti nella fiamma, tanto più sono intensi i raggi calorifici; per cui la fiamma bianco-latte del gas di materie grasse irradia minor calore di una fiamma di gas-luce avente la stessa intensità luminosa.

gas, corrispondente a quello per le piccole fiamme ardenti all'aperto: da una parte, perchè col vetro di chiusura necessario ad evitare il raffreddamento e dirigere bene l'aria riscaldata è collegata una perdita di luce sensibile; dall'altra, perchè le singole fiamme separate e piccole presentano grandi superficie di raffreddamento. La forte radiazione luminosa dei più recenti becchi di luce non è dovuta solamente al modo razionale con cui procede la combustione, ma anche al modo con cui l'aria riscaldata è continuamente ricondotta al gas, che si accende appunto in tutte le parti della fiamma; e finalmente anche al modo con cui i raggi luminosi vengono riflessi dal becco stesso.

Finora si riteneva — sebbene tecnici esperti di gas e di riscaldamento si contraddicessero — che le fiamme consumassero una gran parte della potenza calorifica contenuta nel gas, per l'effetto luminoso. In seguito ad indagini accurate fu però accertato che l'effetto luminoso richiede al massimo il 7 % della quantità calorifica contenuta nei gas bruciati. Se il gas non viene impiegato al completo effetto di luce ardente, quindi con becco aperto, allora la perdita di calore è solo del 3 % (1).

Se i gas della combustione vengono mescolati all'aria prima di venire accesi, essi formano il *gas esplosivo* (il quale, portato alla sua temperatura di scoppio, tosto esplode); si abbassa la potenza irradiante della fiamma, mentre si eleva la sua temperatura. Se la miscela assume una tale proporzione che l'ossigeno della stessa corrisponde esattamente alla parte costituente idrogeno e carbonio nella miscela di gas portata alla combustione perfetta, allora la fiamma raggiunge il grado di temperatura più elevato; ed è tale che viene bruciata perfino una parte dell'azoto dell'aria, cedendo pure il suo calore di combustione ai gas combustibili. Trattandosi quindi di ottenere delle temperature più elevate per trasportarle sui corpi, oppure in ristrette superficie, si richiedono delle installazioni nelle quali la miscela d'aria e di gas si effettua prima della estremità del becco (dove ha principio l'accensione della fiamma), come nel cosiddetto *becco Bunsen*, che viene fabbricato in forme varie secondo i differenti scopi.

Anche in questi becchi non viene prodotta una maggiore quantità di calore che nei becchi d'illuminazione riparati dal raffreddamento, prescindendo dall'impiego minimo di tutto al più il 3 % per l'effetto luminoso, e dall'eventuale guadagno di calore colla maggiore combustione dell'azoto dell'aria. Trattandosi di gas di grassi, allora il calore recuperato è nei becchi a scoppio molto considerevole, essendo escluso un consumo di energia calorifica diretta alla produzione dell'effetto luminoso; ciò che risulta dagli esperimenti di Helmholtz ed altri, non meno che dalla pratica.

Nei becchi di gas esplosivo è della massima importanza che l'aria necessaria alla completa combustione venga pure intimamente e perfettamente mescolata col gas. Un riscaldamento preliminare di gas e d'aria di alimentazione a quello che avviene pel calore della fiamma in direzione inversa, non sembra avere un'importanza pratica (2) e rende difficile la costruzione. È invece necessario che la fiamma sia circondata da un involucro lungo nel quale possa compiersi intieramente la diffusione (intima miscela o compenetrazione); e ciò è altrettanto importante quanto una regolazione razionale dell'ingresso dell'aria di alimentazione.

(1) Questa proporzione dà la ragione del fatto, considerato molte volte come paradossale, che si usi in molti casi (negli impianti grandiosi di illuminazione), di bruciare il gas-luce nelle motrici per ottenere illuminazione elettrica, anziché di adoperare il gas alla produzione della luce direttamente. Coll'impiego delle pile termo-elettriche a colonna di Gùlcher per la trasformazione del calore della fiamma in luce elettrica, è certamente molto probabile si abbiano a conseguire nuovi vantaggi.

(2) Il riscaldamento preliminare è indicato solamente nei gas di grassi, per l'impiego nelle macchine a gas e nei mantici, ma è da evitarsi nei becchi Bunsen.

La fiamma di gas esplosivo (di gas-luce e di gas di grassi) appare dapprima bleu con un'anima interna conica verde cupo; mescolandosi con aria in quantità esattamente sufficiente, la fiamma diventa allora verde chiaro, comincia a scoppiettare, e nel vertice della miscela (gas contenente 13 a 15 % d'aria) essa dà nel rosso bleu lucente (lilla). Di poi la fiamma rumoreggia, e si accende facilmente tutta la miscela nell'involucro; il gas arde luminoso oltre il tubo di condotta (penetrazione della fiamma); oppure la fiamma si spegne totalmente. Si tenta di evitare ciò interponendo una fina reticella (come nelle lampade di sicurezza); ciò dà luogo però ad altri inconvenienti.

XI. — TUBAZIONI ED ACCESSORI

Le indicazioni qui appresso si riferiscono all'impiego di gas-luce di carbon fossile.

Le condotte, i contatori di gas, ecc., per gas di grassi possono essere ridotti ad avere metà sezione; mentre quelli per gas di acqua non perfettamente saturo richiedono sezione almeno doppia.

Per l'illuminazione a gas acetilene si possono usare le stesse tubazioni di ferro o di piombo e gli stessi bracci che si usano per il gas di carbone.

In diverse località vi sono pure regolamenti speciali di polizia, relativamente alle dimensioni dei tubi, alle grandezze dei contatori, prove dei condotti, le quali differiscono alquanto dai seguenti dati.

Le condotte per fabbricati sono generalmente costruite con tubi di ghisa con giunti a manicotto e giunzioni di piombo, aventi i seguenti diametri:

| | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| per n. 1 ÷ 24 fiamme . 35 mm. | per n. 151 ÷ 200 fiamme 80 mm. |
| > 25 ÷ 100 > . 50 > | > 201 ÷ 300 > 105 > |
| > 101 ÷ 150 > . 65 > | > 301 ÷ 500 > 140 > |

Ciò corrisponde al consumo orario per fiamma di 125 a 150 litri di gas.

Per un numero minore di 35 fiamme adoperasi per condotto anche un tubo di ferro, e precisamente colle dimensioni corrispondenti alle luci, come segue:

| | |
|------------------------------|--------------------------------|
| per n. 1 ÷ 5 fiamme . 19 mm. | per n. 16 ÷ 25 fiamme . 32 mm. |
| > 6 ÷ 15 > . 26 > | > 26 ÷ 35 > . 38 > |

Non sarebbe rispondente allo scopo una grande limitazione nelle dimensioni dei tubi; sono quindi calcolate al doppio le fiamme a corona, per fornelli, ecc. ecc., aventi un consumo superiore ai 125 litri; ed al triplo le fiamme consumanti 250 litri, e così via. Lo stesso dicasi per condotti interni, contatori e regolatori di pressione.

Nelle condotte che servono a più di 25 sortite (fiamme per luce o per fornelli), si consiglia (come è prescritto a Berlino) di collocare all'esterno del fabbricato un apparecchio di sicurezza (chiusura idraulica).

I lampadari a più fiamme si considerano come una sola uscita. Allo scoppiare di un incendio viene impedito l'accesso del gas col versare acqua nell'apparecchio. Sarebbe consigliabile che le chiusure idrauliche fossero applicate in tutti i condotti dei fabbricati; esse debbono giacere sotto terra, fuori del pericolo del gelo. Gli ambienti più vasti per riunioni di società, chiese, teatri, si muniscono di frequente, per maggiore sicurezza, di differenti condotti indipendenti, applicando a ciascuno di

essi un contatore speciale. Per fabbricati molto estesi (come ospedali, uffici amministrativi, ecc. ecc.) è opportuno di installarvi parecchi condotti (corrispondenti alle diverse ali o sezioni), i quali si collegano internamente; mentre si possono però rendere indipendenti mediante robinetti di chiusura. In questo caso possono essere impiegati anche dei tubi di minor dimensione, meno ingombranti; si raggiunge in tal modo una ripartizione di pressione più uniforme, allorchè nelle singole sezioni avviene un consumo temporaneamente grandissimo; vengono pure evitate delle interruzioni e conseguenti variazioni.

I tubi collocati sotto terra od in ambienti umidi debbono essere ricoperti all'esterno con uno strato di asfalto.

Le condotte nei fabbricati non debbono mai venir murate, poichè col cedimento dei muri o delle fondamenta potrebbero facilmente dar luogo a rotture dei tubi e quindi ad esplosioni o a soffocamenti. La congiunzione dei tubi può essere tappata con stoppa, o con stoffa di juta bitumata, applicandovi uno strato di terra grassa; talvolta si può chiuderla anche con una lamina di piombo.

Le condotte nei fabbricati sono generalmente in ferro; esse vengono congiunte mediante pezzi d'unione detti *manicotti*, ed in casi eccezionali con flangie.

I tubi di ferro del commercio hanno generalmente una lunghezza di 4 metri circa. Essi debbono venire trafilati da un buon ferro flessibile, con un diametro esterno ed un diametro interno perfettamente uniformi e senza ripiegature. La linea di saldatura non deve aprirsi anche con ripetute e brusche ripiegature. I diametri esterni dei tubi non devono in alcun punto essere minori dei diametri esterni della parte filettata.

I diametri dei tubi sono scelti per modo che la perdita di pressione dal contatore sino alla fiamma più lontana e più in basso sia di 3 mm. di colonna d'acqua, e per condotte molto lunghe giunga sino a 5 millimetri.

La seguente tabella può adoperarsi alla determinazione dei diametri delle condotte:

Tabella XLI. — Diametri delle condutture per gas.

| DIAMETRO della luce del tubo | Lunghezza del tubo in metri | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 2 | 5 | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 150 | 200 |
| mm. | NUMERO DELLE FIAMME | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 3 | 2 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 13 | 10 | 7 | 4 | 3 | 2 | 1 | — | — | — | — | — | — | — |
| 19 | 30 | 20 | 12 | 9 | 8 | 6 | 4 | 3 | 3 | 1 | — | — | — |
| 25,5 | 60 | 40 | 25 | 20 | 17 | 12 | 10 | 8 | 7 | 5 | 3 | 2 | 1 |
| 32 | — | 80 | 50 | 40 | 32 | 25 | 20 | 17 | 16 | 14 | 12 | 9 | 8 |
| 38 | — | 120 | 80 | 60 | 50 | 40 | 35 | 28 | 25 | 20 | 18 | 15 | 13 |
| 51 | — | — | — | 150 | 125 | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 45 | 40 |
| 76 | — | — | — | — | 350 | 275 | 240 | 215 | 200 | 175 | 150 | 120 | 100 |

Questi dati corrispondono però a tubi posti orizzontalmente; se invece sono discendenti, i tubi richiedono un maggior diametro, mentre se ascendenti possono averne uno minore, poichè ad ogni 4 metri di ascesa la pressione del gas aumenta nel tubo di circa 3 millimetri.

La seguente tabella di Coglievina fornisce i minori diametri di tubi, che in pratica sono ammissibili:

Tabella XLII. — Dimensioni di tubi di ferro per condutture di gas.

| Lunghezza del condotto | Diametro dei tubi in mm. | | | | | | | | Lunghezza del condotto | Diametro dei tubi in mm. | | | | | | | |
|------------------------------|---|----|----|----|------|-----|-----|-----|------------------------------|---|----|----|----|------|----|----|----|
| | 9,5 | 13 | 16 | 19 | 25,5 | 32 | 38 | 51 | | 9,5 | 13 | 16 | 19 | 25,5 | 32 | 38 | 51 |
| metri | Num. di fiamme da 150 litri di consumo orario (1) | | | | | | | | metri | Num. di fiamme da 150 litri di consumo orario (1) | | | | | | | |
| 2,5 | 8 | 17 | 30 | 46 | 96 | 171 | 264 | 546 | 80 | 1 | 3 | 5 | 8 | 17 | 30 | 46 | 96 |
| 5 | 5 | 12 | 21 | 32 | 68 | 120 | 185 | 386 | 90 | 1 | 3 | 5 | 7 | 16 | 28 | 43 | 91 |
| 10 | 4 | 8 | 15 | 23 | 48 | 85 | 130 | 273 | 100 | 1 | 2 | 4 | 7 | 15 | 26 | 41 | 86 |
| 15 | 3 | 7 | 12 | 18 | 39 | 69 | 106 | 223 | 110 | 1 | 2 | 4 | 7 | 14 | 25 | 39 | 82 |
| 20 | 2 | 6 | 10 | 16 | 34 | 60 | 92 | 193 | 120 | 1 | 2 | 4 | 6 | 13 | 24 | 37 | 78 |
| 25 | 2 | 5 | 9 | 14 | 30 | 53 | 82 | 172 | 130 | 1 | 2 | 4 | 6 | 13 | 23 | 36 | 75 |
| 30 | 2 | 5 | 8 | 13 | 27 | 49 | 75 | 157 | 140 | 1 | 2 | 4 | 6 | 12 | 22 | 35 | 73 |
| 35 | 2 | 4 | 8 | 12 | 25 | 45 | 70 | 146 | 150 | 1 | 2 | 3 | 6 | 12 | 22 | 33 | 70 |
| 40 | 2 | 4 | 7 | 11 | 24 | 42 | 65 | 136 | 160 | — | 2 | 3 | 5 | 12 | 21 | 32 | 68 |
| 45 | 1 | 4 | 7 | 10 | 22 | 40 | 61 | 128 | 170 | — | 2 | 3 | 5 | 11 | 20 | 31 | 66 |
| 50 | 1 | 4 | 6 | 10 | 21 | 38 | 58 | 122 | 180 | — | 2 | 3 | 5 | 11 | 20 | 30 | 64 |
| 60 | 1 | 3 | 6 | 9 | 19 | 34 | 53 | 111 | 190 | — | 2 | 3 | 5 | 11 | 19 | 30 | 62 |
| 70 | 1 | 3 | 5 | 8 | 18 | 32 | 49 | 103 | 200 | — | 2 | 3 | 5 | 10 | 19 | 29 | 61 |

Il peso di tubi di buona qualità di ferro non troppo sottili, deve corrispondere alle seguenti indicazioni:

Tabella XLIII. — Peso dei tubi di ferro.

| | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Diametro interno mm. | 6,5 | 10 | 13 | 16 | 19 | 25 | 32 | 38 | 51 | 76 |
| » esterno mm. | 14 | 17 | 21,2 | 23,5 | 27 | 33,5 | 42,5 | 48,5 | 60 | 88 |
| » esterno della spirale (impanatura) mm. | 14 | 16,4 | 20,8 | 23 | 26,4 | 33 | 41,9 | 47,7 | 59,5 | 87,5 |
| » interno della impanatura mm. | 12,4 | 14,8 | 18,7 | 20,9 | 24,3 | 29,8 | 38,7 | 44,5 | 56,3 | 84,3 |
| Peso minimo per ogni 100 metri . Kg. | 60 | 90 | 122 | 160 | 177 | 260 | 370 | 460 | 630 | 1130 |

L'impanatura per i tubi a gas e pezzi di congiunzione è la medesima in tutte le fabbriche, ed è denominata *impanatura di tubi a gas*.

I tubi di ottone sono indicati unicamente per condotte brevi che mettono ai singoli apparecchi di illuminazione; quelli di piombo debbono invece essere proscritti, perchè facili a deteriorarsi. Tubi di rame hanno dato luogo a fughe con esplosioni.

La mano d'opera per l'adattamento del passo ai tubi correnti, per la ripiegatura degli archi più facili, per l'assicurazione della condotta ed eventualmente la trapanazione di pareti e soffitti, non può corrispondere se non quando è affidata ad operai intelligenti e pratici di simili lavori.

Per la posa in opera delle condotte basta una piccola fucina portatile con morsa ed un piccolo banco da lavoro. I tubi però non debbono mai essere fissati direttamente nella morsa ordinaria; ma bensì coll'uso di speciali morse a tubo (fig. 302 e 303) e molla (fig. 304), le quali vengono applicate nelle morse ordinarie.

La impanatura fatta colla filiera deve essere sempre piena, completa e ben tagliata,

Per tagliare i tubi si adoperano dei *tagliatubi* (fig. 305, 307, 309, 310) provvisti di rotelline temperate che fanno l'ufficio di una sega, od anche dei coltelli speciali a

(1) Il numero delle fiamme calcolasi sulla base di un gas-luce avente un peso specifico di 0,4, per un consumo orario di 160 litri per fiamma quando in queste la pressione del gas possa rimanere di 5 mm. inferiore a quella esistente nella tubazione della via, e non vi siano delle curvature brusche; per altri motivi plausibili non devesi ritenere un consumo sufficiente che basandosi sopra un massimo di 150 litri. Tali ipotesi non sono il più delle volte realizzabili, variando anche frequentemente la pressione nella condotta, che è più bassa di giorno che di notte.

manico. Per avvitare i tubi nei rispettivi giunti non si devono adoperare tenaglie comuni o chiavi inglesi ordinarie, perchè queste schiaccerebbero il tubo; in luogo delle medesime si adopereranno tenaglie a tubi come alle figure 306, 308, 311 e 312. Pei tubetti più sottili si può ricorrere alla tenaglia da becco come alle figure 313 e 314.

Prima di avvitare insieme i pezzi, questi debbono essere puliti, e poi si

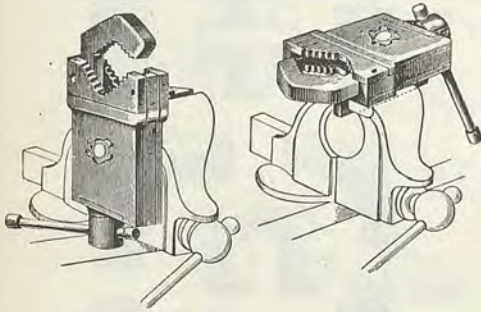


Fig. 302.

Fig. 303.

Fig. 302 e 303. — Morse da tubi.



Fig. 304. — Morsa a molla.

spalma il verme della vite con biacca oppure con mastice di minio aggiugnendovi, se occorre, un sottile filo di canape.

Quest'ultimo deve essere applicato con precauzione, escludendo di adoperare fili grossi, fili ritorti o stoppa. Non è il materiale della guarnizione che deve formare una salda congiunzione dei pezzi, bensì l'impanatura, perciò debbono sempre venire impiegati almeno 5 avvolgimenti.

Fig. 305. Fig. 306. Fig. 307. Fig. 308. Fig. 309. Fig. 310. Fig. 311. Fig. 312. Fig. 313. Fig. 314.

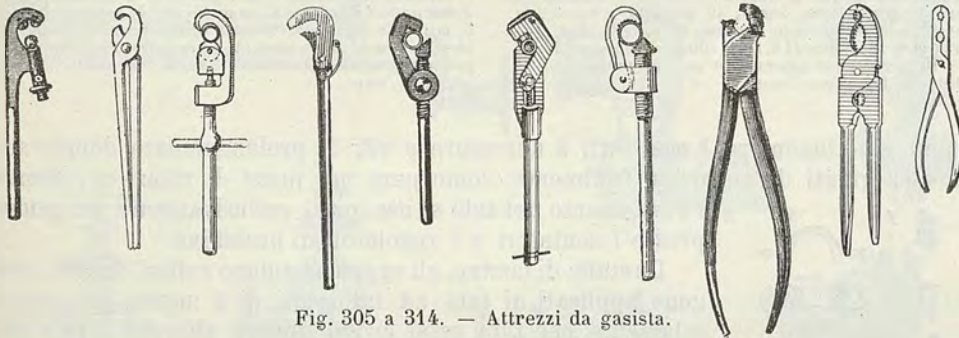


Fig. 305 a 314. — Attrezzi da gasista.

L'impiego dei singoli pezzi di giunture è generalmente suggerito dalla loro denominazione e forma relativa; i pezzi rappresentati nella fig. 316 sono usati per condotte ordinarie del gas; quelli forti con orlo della fig. 317 sono specialmente indicati per condotte di vapore e di acqua, solamente per condotte grandi di gas ed in luoghi esposti a facili rotture, mentre le prese a gomito della fig. 319 servono ad assicurare gli organi di illuminazione alle pareti ed al soffitto; ed i pezzi della fig. 318 vengono adoperati per assicurare le condotte al soffitto e alle pareti. I ganci a corona si adottano in luogo di turaccioli allorquando ai soffitti in corrispondenza delle prese non venga temporaneamente applicato il gas.

I tappi acuti servono unicamente per chiusure provvisorie (durante il lavoro); mentre gli stessi tappi muniti di ribordo formano quelle definitive, come si vede nella fig. 315. Quelli aventi la spina tonda vengono usati solo quando sono richiesti dalle speciali chiavi di infissione.

I prolungamenti a vite vengono adoperati solamente fra manicotti, oppure quando la conduttura ha una lunghezza eccessiva. Diversamente essi darebbero luogo a restrin-



Fig. 315.

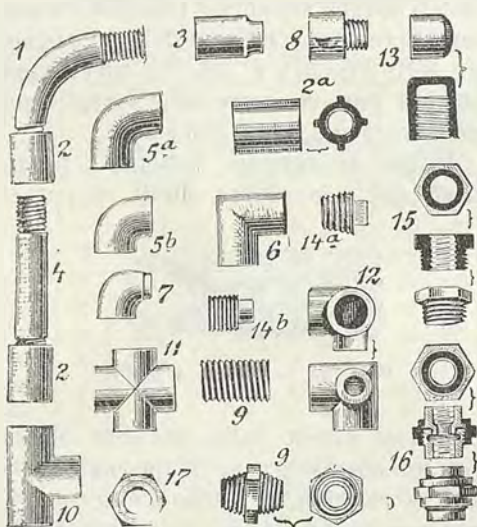


Fig. 316. — Pezzi speciali delle condotte di ferro per il gas.

1, curva con impanatura esterna da ambo i lati (a maschio); 2, manicotto con impanatura interna (a femmina); 2a, manicotto con costole (a femmina); 3, manicotto a riduzione; 4, vite lunga; 5a, curva con impanatura interna (a femmina); 5b, curva (id.); 6, gomito; 7, curva a riduzione; 8, manicotto di congiungimento con impanatura interna ed esterna (a maschio e a femmina); 9, raccordo; 9a, raccordo doppio; 10, manicotto a tre vie; 11, croce; 12, manicotto a gomito a tre vie; 13, herretta; 14a, tappo quadrangolare appuntito; 14b, tappo cilindrico; 15, pezzo di riduzione; 16, raccordo per attaccarsi ad un tubo o a un robinetto; 17, dado con impanatura interna.

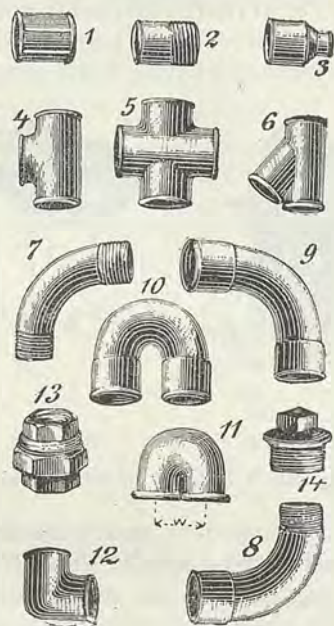


Fig. 317. — Pezzi speciali delle condotte pel vapore e l'acqua (con cordoni).

1, manicotto (con cordoni); 2, manicotte (a maschio e femmina); 3, manicotto a riduzione; 4, manicotto a T; 5, manicotto a croce; 6, manicotto ad angolo; 7, curva (con impanatura esterna); 8, curva (a maschio e femmina); 9, curva (a femmina, cioè con impanatura interna); 10, curva; 11, curva; 12, gomito; 13, raccordo; 14, tappo.

gimento e ad ingombro. I manicotti a nervature e viti di prolungamento doppie servono per giunti da separarsi facilmente, come pure per pezzi di riduzione, mentre l'avvitamento dei tubi si usa quasi esclusivamente per giunte presso i contatori e i regolatori di pressione.

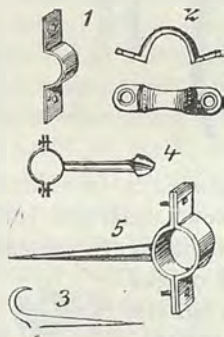


Fig. 318. — Pezzi speciali per attacchi dei tubi per gas a soffitti e pareti.

1, cravattina; 2, cravattina (con orecchie ad angolo acuto); 3, chiodo (per tubi); 4, supporto (per tubi) per muri; 5, supporto (da legno).

Le staffe di lamina, gli aggancia-tubi, o collari da tubi, vengono applicati ai tubi ad intervalli di 1 metro, gli arpioni solamente per tubi assai grossi, oppure allorchè il tubo non deve stare vicinissimo a pareti o soffitti. I bracci snodati (rappresentati nella fig. 320), movimenti e basamenti di lanterne, ecc., vengono adoperati negli impianti di illuminazioni secondarie, serventi ad uno scopo provvisorio (all'esercizio edilizio); i movimenti sferici di ottone sono richiesti in tutti gli apparecchi di illuminazione appesi liberamente. Essi vengono adoperati per gli ambienti alti, ed al bisogno con una sbarra di ferro o di ottone di prolungamento, per risparmiare ulteriori impalcature e per ottenere la sicurezza che gli attacchi al soffitto vengano applicati nella giusta posizione senza bisogno di lavori costosi suppletori.

Per ragioni analoghe tutti i bracci di pareti e di lampadari semplici debbono essere immediatamente aggiustati appena terminata la ripulitura e prima di dare principio ai lavori di pittore e di tappezziere.

In molti casi questi possono essere utilizzati per lavori addizionali. Le fig. 321 e 322 indicano i singoli pezzi in uso, adoperati ai suddetti scopi. Da ciò si rileva che i pezzi

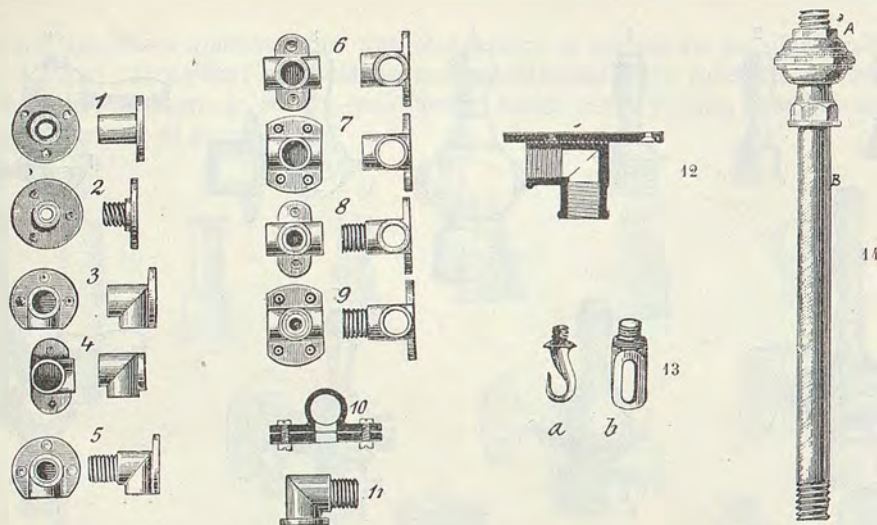


Fig. 319. — Pezzi speciali per attacchi dei tubi del gas a soffitti e pareti.

1, manicotto (a briglia); 2, manicotto a briglia (con impanatura esterna); 3, gomito a briglia; 4, gomito a due vie (con briglia a orecchie); 5, gomito a briglia (con impanatura esterna); 6, 7, gomito a tre vie (con orecchie); 8, gomito a tre vie (con impanatura esterna a due orecchie); 9, gomito a tre vie (con impanatura esterna) con orecchie per 4 fori; 10, cravatta (o supporto); 11, gomito (a maschio e femmina); 12, gomito a femmina con brida; 13a, uncino; 13b, orecchio; 14A, raccordo; 14B, tubo con riduzione.

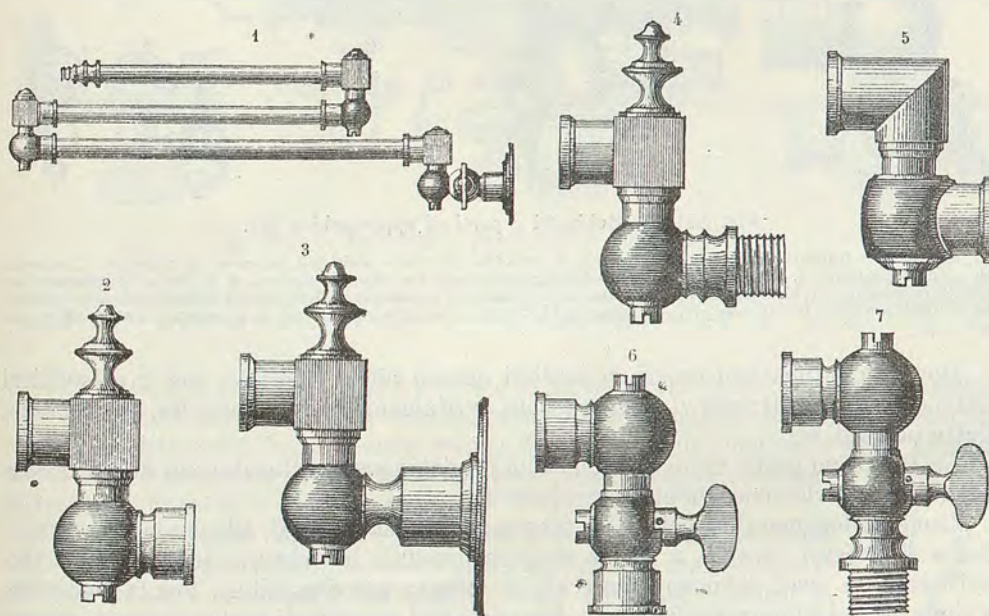


Fig. 320. — Bracci snodati per apparecchi a gas.

1, braccio snodato (con robinetto); 2, snodo (con attacchi a femmina); 3, snodo (con attacco a placca); 4, snodo (con attacchi a maschio e femmina); 5, snodo (ad angolo, con attacchi a maschi); 6, snodo con robinetto (con attacchi a femmina); 7, snodo con robinetto (con attacchi a maschio e femmina).

di attacco indicati nella fig. 319 debbono avere una forma analoga; oppure i pezzi di braccio debbono essere adatti ai medesimi, onde si consiglia di farne la scelta a tempo.

La tubazione non deve essere fissata definitivamente prima della prova preliminare, affinchè essa possa in seguito venire ricoperta ovunque da una mano di coloritura ad olio.

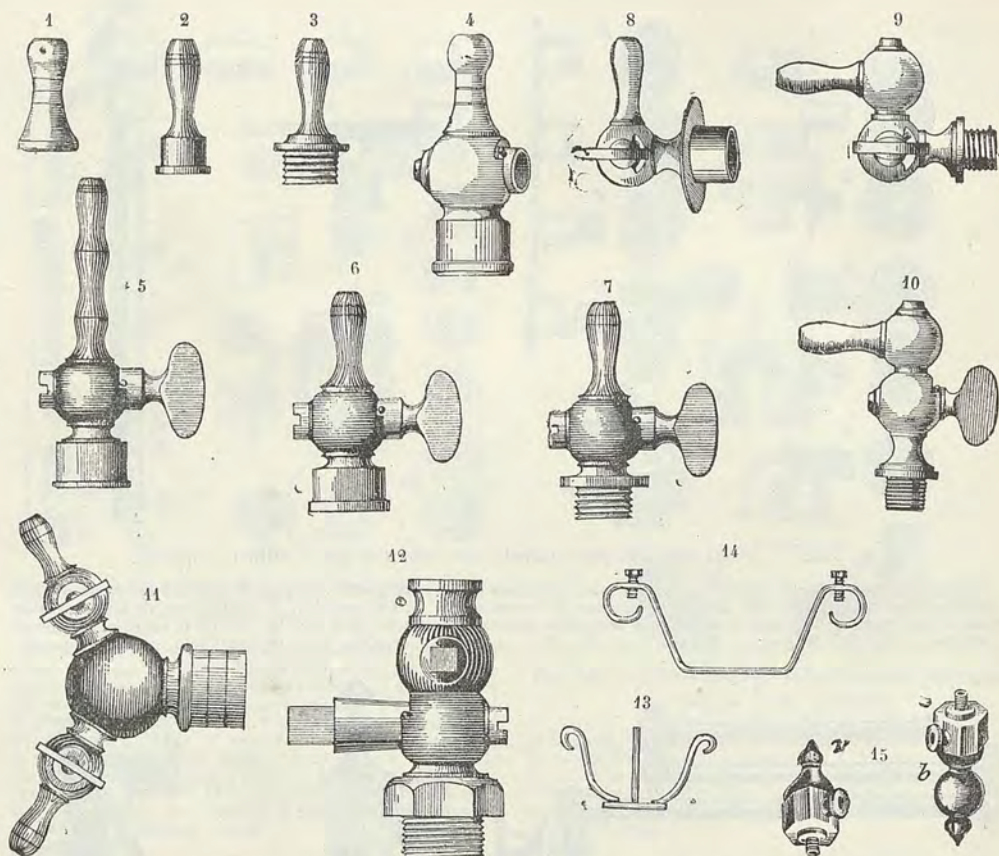


Fig. 321. — Robinetti e parti di apparecchi a gas.

1, 2, beccucci (a femmina); 3, beccuccio (a maschio); 4, beccuccio (con chiave sciolla); 5, beccuccio con robinetto; 6, beccuccio con robinetto (femmina); 7, beccuccio con robinetto (maschio); 8, beccuccio con robinetto (a placca); 9, 10, beccuccio orizzontale con robinetto (a maschio); 11, beccuccio doppio con robinetto (a femmina); 12, robinetto per lanterne (con attacchi a maschio e femmina) con vite regolatrice; 13, forcella (supporto) per lanterne; 14, forcella (a due sostegni); 15 a, piede di lanterna (in ghisa); 15 b, idem (con vite).

Dovendo le tubazioni essere accessibili quanto più è possibile, così è da evitarsi l'attacco nelle pareti; non vi devono essere avvitamenti entro i muri, fra le tramezze, dietro tavolati, ecc.

Le tubazioni poste entro colonne vuote, qualunque sia il materiale di cui queste siano formate, riescono sempre pericolosissime.

Come collegamenti angolari in tubazioni già esistenti, si adoperano pezzi speciali a + o pezzi speciali a T, per rendere possibile la pulitura dei tubi dopo svitati i tappi, i quali debbono essere visibili quanto più è possibile. Per la medesima ragione devesi sempre applicare fra due punti fissi una vite di prolungamento, oppure un'altra giunzione facilmente decomponibile; egualmente il passaggio traverso muri, ecc., dovrà effettuarsi solo mediante uso di tubi di zinco sottile formanti libero involucro.

La tubazione deve essere disposta, per quanto è possibile, in modo che possa rimanere in ambienti a temperatura quasi uniforme, od almeno che il passaggio avvenga dal più freddo al più caldo. Laddove non si può evitare che la condotta dei tubi a gas proceda da un ambiente più caldo ad uno più freddo, applicasi in quest'ultimo un sifone collettore delle condensazioni, conducendo il tubo con forte acclivio nell'ambiente freddo. Allorchè il tubo ascende in ambiente più freddo, potendosi for-

mare per ruggine o condensazione una otturazione, si applica ivi un sifone raccogli-tore. I sifoni raccoglitori si chiudono convenientemente con robinetti di chiusura anzichè con otturatori; lo scarico può farsi in allora senza perdita sensibile di gas, nè insudiciamento di pareti.

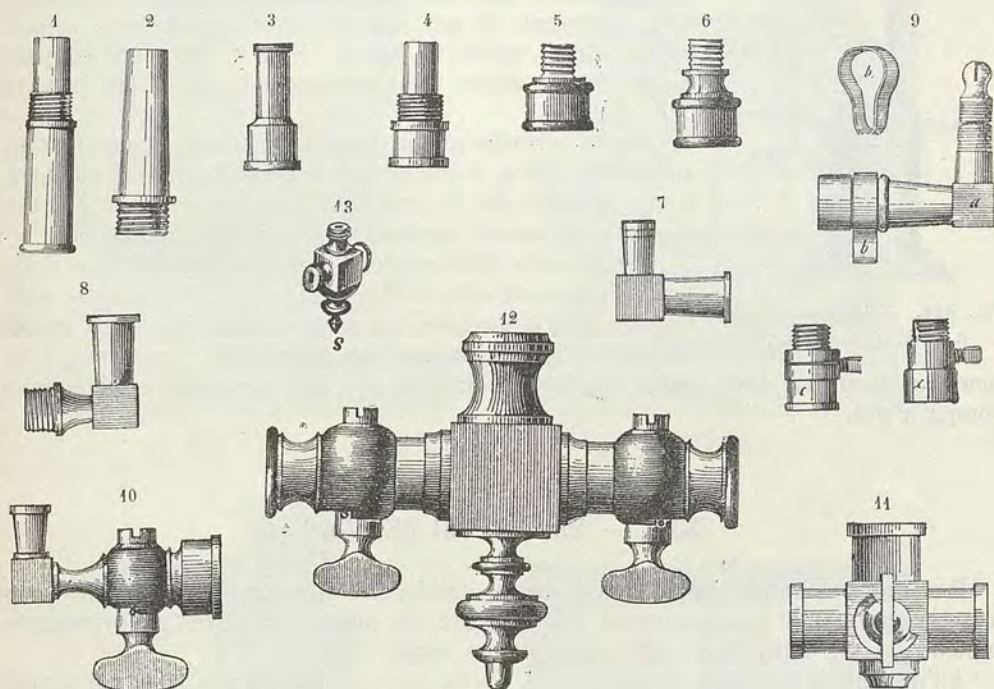


Fig. 322. — Robinetti e pezzi vari di diramazioni a gas.

1, raccordo per beccuccio; 2, raccordo (a maschio e femmina); 3, raccordo (a femmina); 4, raccordo; 5, 6, raccordo di riduzione; 7, stivaleto (a femmina); 8, stivaleto (a maschio e femmina); 9a, stivaleto con beccuccio; 10, stivaleto con robinetto (a femmina); 11, gruppo a croce (con robinetto); 12, gruppo a T (con robinetti); 13, finimento per braccio.

Trattandosi di condotte lunghe e diritte in ambienti che vanno soggetti a sensibili sbalzi di temperatura, si applica vantaggiosamente una comunicazione compensatrice, come è indicata nella fig. 323, onde evitare dei gomiti nella condotta o degli allentamenti negli attacchi. Naturalmente devesi aver cura di vuotare di tempo in tempo la quantità d'acqua formatasi.

Per più importanti condotte è bene di far precedere all'applicazione degli attacchi ed alla verniciatura una prova provvisoria, per verificare che non vi siano otturazioni od ostacoli, e ciò mediante soffietto o *pompa d'aria*, togliendo in primo luogo i tappi e rimettendoli quindi in posto procedendo alla prova col manometro, del che si dirà più oltre.

Prima dell'applicazione definitiva delle singole parti nonchè degli apparecchi di illuminazione, il condotto deve essere sottoposto alla prova definitiva per la sua tenuta col soffiarsi o pomparvi dell'aria. Mentre nel condotto esiste eccesso di pressione, si osserva con un manometro ad acqua la perdita di pressione; oppure si nota la perdita d'aria con un piccolo globo di vetro contenente gaz.

Se nella prova col manometro la pressione sale a 150 mm. d'acqua, questa non dovrà discendere, per una condotta che tenga sufficientemente bene, fino a 60 mm. nello spazio di 15 minuti di tempo. Coll'applicazione del piccolo globo di gas, i con-

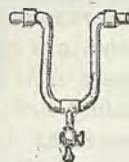


Fig. 323.

dotti lunghi si suddividono in parecchie tratte, le quali con un eccesso di pressione di almeno 100 mm. di colonna d'acqua, non debbono dare in 5 minuti oltre $\frac{1}{10}$ di litro di perdita d'acqua.

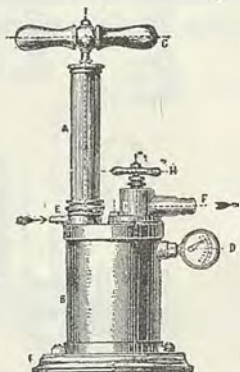


Fig. 324. — Pompa a gas e ad aria, di Elster.

Dopo l'applicazione degli apparecchi d'illuminazione, il contatore a gas non deve accusare sul suo quadrante alcun passaggio di gas, essendo aperto il robinetto principale e chiusi quelli ai beccchi. Non vi deve essere passaggio di gas anche se la pressione è quella più elevata dell'officina.

Ove la seconda prova desse un risultato meno favorevole della prima, il condotto verrà assolutamente rifiutato, e ciò fintanto che le parti difettose vengano scoperte e riparate con *nuovi avvitamenti* e non già con mastice.

Per la prova delle condotte è raccomandabile l'uso della *pompa a gas ed aria di Elster* (fig. 324). Essa serve particolarmente in quei casi nei quali vengano impiegati grandi condotti rimasti lungamente fuori d'uso; per maggiore sicurezza la prova deve essere ripetuta solamente con gas, servendo a tal uopo la pompa a gas.

XII. — MISURATORI DEL GAS

Il *misuratore* è un apparecchio automatico che serve a misurare con sufficiente esattezza la quantità di gas consumata da un utente. Le figure 325 a 328 rappresentano la struttura del misuratore più comunemente usato.

All'interno di una cassa metallica AA (detta anche "custodia",) gira, col minore attrito possibile ed attorno ad un albero Z, il tamburo B' costruito con lamierino, chiuso sopra uno dei fianchi da una parete piana e sull'altro da una calotta sferica B. All'interno dell'involucro cilindrico costituente il tamburo sono disposti quattro diaframmi, i quali, a rigore, dovrebbero affettare la forma ricurva elicoidale della vite di Archimede, ma, per semplicità di costruzione, sono piani e disposti obliquamente all'asse Z. Ciascun diaframma si prolunga lateralmente, sopra i fianchi del tamburo, ed i prolungamenti hanno forma di settori circolari. Sopra ciascun fianco vi hanno così quattro settori, i quali si riuniscono soltanto verso il centro ed alla periferia, lasciando sulla rimanente lunghezza una fessura. Per tal modo il tamburo risulta internamente diviso in quattro scompartimenti che hanno comunicazione, per quattro fenditure radiali, coll'interno della calotta B, e per altre quattro colla capacità della cassa AA. Il gas penetra in ciascun scompartimento per la relativa fenditura racchiusa nella calotta B', e ne esce per quella situata sulla faccia piana del tamburo. La cassa AA, al pari della scatola anteriore E, contiene acqua sino ad un'altezza costante WW, per la quale soltanto il contatore è regolato e può fornire esatte indicazioni. Il tamburo è immerso nell'acqua sino a qualche centimetro sopra l'asse Z; le due fessure relative ad uno stesso scompartimento sono all'incirca diametralmente opposte; quando una di esse emerge dal livello del liquido, l'altra vi si trova già immersa.

Il gas giunge nell'apparecchio per il tubo l, muovendosi dall'alto al basso, entra nella camera E attraversando un'apertura I praticata nel diaframma K; questa apertura presenta libero passaggio al gas, a condizione che il livello dell'acqua sia sufficientemente elevato, giacchè la valvola i, raccomandata al galleggiante h, ne produce la chiusura e sospende l'azione dell'apparecchio se l'altezza del liquido è di

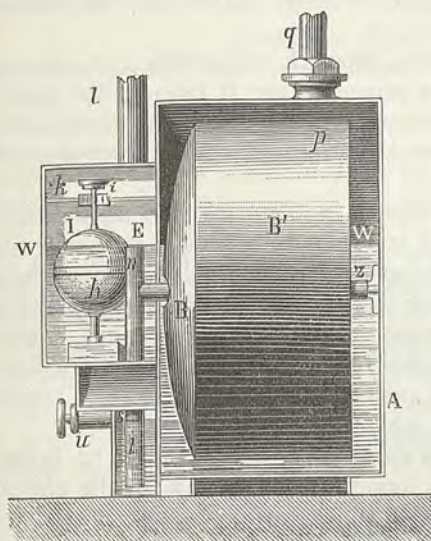


Fig. 325.

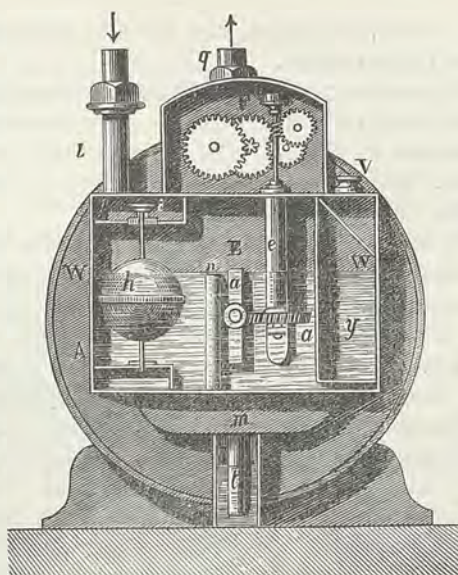


Fig. 326.

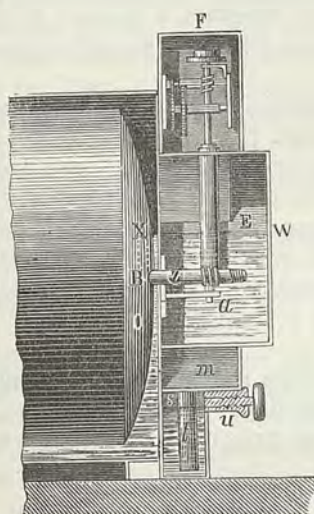


Fig. 327.

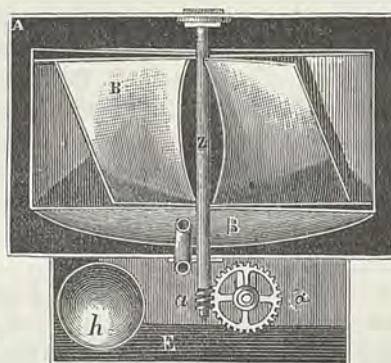


Fig. 328.

Fig. 325 a 328. — Tipo di misuratore a gas.

troppo inferiore a quella normale. Giunto nello scompartimento inferiore della scatola E, il gas penetra nel tubo *n*, il cui orificio è posto all'altezza del pelo d'acqua, e si dirige in un gomito X, che lo accompagna nella scatola B costituente una delle facce del tamburo e al di sopra del liquido. Il gas può così penetrare negli scompartimenti del tamburo, mettere questo in rotazione ed uscire per le fenditure poste sulla faccia piana del tamburo medesimo.

L'asse Z porta all'estremità anteriore, cioè nell'interno della scatola E, una vite perpetua *a*, la quale comanda, per mezzo di apposita ruota *α*, un albero verticale *e*; questo a sua volta pone in movimento un rotismo situato entro la scatola F sovraincombente alla E. Il rotismo è calcolato in modo che una delle ruote registra le unità,

una seconda le decine, una terza le centinaia, ecc. di metri cubi di gas, che attraversano l'apparecchio.

Il gas che esce dal tamburo si raccoglie nella capacità della cassa A A, superiormente al livello dell'acqua, e prende poscia a muoversi per il tubo *q*, dal quale si diramano in seguito tutti gli altri tubi che debbono condurre il gas ai becchi di consumo. Questo tubo è sempre munito di chiave e di frequente ne è provvisto anche quello *l* di arrivo del gas.

È indispensabile mantenere il livello del liquido nell'apparecchio ad un'altezza costante affinchè le indicazioni siano esatte; si comprende infatti che il volume degli scompartimenti del tamburo aumenta coll'abbassarsi del pelo liquido, mentre rimane invece costante la velocità di rotazione, e perciò il volume indicato dai quadranti, supposta invariata la pressione. Un abbassamento di livello porta adunque danno a chi vende il gas. Il galleggiante *h* impedisce che l'abbassamento possa oltrepassare un limite determinato; le condensazioni che il gas deposita in seno al liquido tendono a diminuire il lento abbassarsi del livello in causa dell'evaporazione.

L'introduzione dell'acqua si effettua per un'apertura apposita, chiusa da tappo a vite V. Quando l'acqua ha raggiunto la bocca superiore del tubo *n*, quella che può venire versata in eccedenza scende per il prolungamento *t* dello stesso tubo in un recipiente *s*, posto alla parte inferiore dell'apparecchio, e che contiene sempre acqua sino all'altezza dell'apertura di spurgo *u*. Un diaframma *y*, che discende sin presso il fondo della scatola E, impedisce al gas di uscire per l'apertura V, mentre si introduce l'acqua, ed impedisce le frodi che potrebbero operarsi col mezzo di questa apertura se essa comunicasse direttamente col gas.

Vi sono misuratori *a secco*, ove non viene adoperata l'acqua, e misuratori *umidi*.

In generale vengono impiegati *misuratori umidi*. Essi debbono venire collocati presso la porta d'ingresso del fabbricato o dell'appartamento, e posti sopra una base orizzontale sicura, in modo che al di sopra di essi rimangano ancora fino al soffitto dell'ambiente almeno 2 metri di distanza: devono riuscire bene illuminati, essere facilmente accessibili, riparati dal gelo, e nello stesso tempo non esposti a temperature elevate (1). In ambienti non abbastanza riparati dal gelo, i contatori non vengono riempiti con acqua, ma bensì con glicerina pura a 18° B (peso specifico 1,14).

I misuratori per piccoli impianti hanno la custodia in lamiera di ferro piombata: quelli con riempimento di glicerina, ed altresì quelli per grande consumo, hanno il tamburo di ghisa. Le approssimative dimensioni principali esterne dei contatori sono le seguenti:

a) *Per misuratori di piccole portate:*

Tabella XLIV. — Dati sui contatori.

| NUMERO DELLE FIANME | 3 | 5 | 10 | 20 | 30 | 50 | 80 | 100 | 150 |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Diametro esterno della custodia (cassa) mm. | 270 | 350 | 410 | 495 | 565 | 620 | 720 | 785 | 870 |
| Lunghezza della medesima compresa la scatola esterna » | 250 | 290 | 365 | 470 | 555 | 600 | 770 | 815 | 950 |
| Diametro della introduzione ed uscita del gas . . . » | 13 | 16 | 23 | 30 | 33 | 40 | 51 | 51 | 59 |

(1) Devesi possibilmente evitare di collocare i contatori in stanze abitate per non avere fughe di gas in locali chiusi, che possono produrre esplosioni o soffocazioni delle persone che ivi dormono. A Milano in una camera, dove era collocato il contatore, morirono durante la notte due figlie dell'ing. Rotondi (1908) per fughe di gas prodotte da forte pressione e mancanza di una vite di chiusura.

b) Per misuratori di grandi portate:

Tabella XLV. — Dati sui contatori.

| NUMERO DELLE FIAMME | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 600 | 800 | 1000 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Diametro esterno della custodia compresa la flangia . . . mm. | 1070 | 1070 | 1180 | 1260 | 1410 | 1410 | 1570 | 1730 |
| Lunghezza della stessa compresa la imboccatura del tubo . » | 910 | 1020 | 1090 | 1240 | 1280 | 1390 | 1400 | 1490 |
| Diametro dell'entrata ed uscita » | 80 | 80 | 100 | 125 | 125 | 125 | 150 | 175 |

Per i tubi di entrata e di uscita e per i loro imbocchi si deve aggiungere pei contatori da 200 ÷ 400 fiamme una lunghezza di 500 mm.; per contatori da 400 ÷ 1000 fiamme altri 700 mm. di lunghezza (1).

I misuratori a secco — con mantice di cuoio ingrassato o di altra materia flessibile — non hanno finora avuto grande diffusione in Italia.

All'incontro in diverse località hanno trovato favore i tipi di contatori (misuratori) con doppia orologeria: ciò segnatamente in quei luoghi in cui il gas viene fornito, durante la giornata, per uso industriale o di riscaldamento, a minor pressione e quindi a prezzo ridotto. Non appena viene applicata all'officina del gas la maggiore pressione serale, viene girata una leva per l'effetto dello aumento di pressione, la quale stabilisce l'accoppiamento della seconda orologeria; col ritorno della bassa pressione la leva riprende la sua precedente posizione automaticamente.

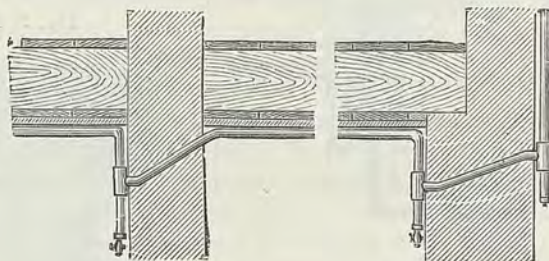


Fig. 329.

Fig. 330.

Fig. 329 e 330. — Pozzetti scaricatori.

Al principio della condotta, ed in ogni modo davanti al contatore, si deve collocare un robinetto di chiusura che deve essere posto in un luogo facilmente accessibile.

Nei grandi fabbricati ad ogni piano o divisione di ambienti deve trovarsi uno speciale robinetto di chiusura; e nelle case di affitto anche un misuratore speciale per ciascun piano. I misuratori per gas vanno soggetti a collaudo governativo, e sono dati in affitto dalle Società esercenti o dalle officine comunali del gas.

Nelle condotte interne delle abitazioni è necessario applicare nei punti più bassi delle medesime e nelle linee orizzontali dei *pozzetti scaricatori* (fig. 329 e 330) per scaricare l'acqua che si forma nei tubi. Devesi possibilmente evitare di disporre dei condotti ad un'altezza inferiore a 2 metri al di sopra del misuratore — ad eccezione però di quelli diretti al regolatore di pressione.

XIII. — REGOLATORI DI PRESSIONE (2).

Trattandosi di impianti di illuminazione estesi è buona regola d'arte collocare nella tubazione, dopo il misuratore, dei *regolatori di pressione* pel mantenimento di una pressione uniforme, allo scopo di ottenere una fiamma regolare e quindi un regolare

(1) In Italia vi sono parecchie Ditte fornitrici di misuratori del gas; fra le quali si possono citare: la Società Brunt di Milano, la Società Siry Chamon di Milano, la Ditta Radaelli di Milano, la Società Italiana di misuratori di Torino, la Ditta Cologna e Vaccari di Brescia, ed altre.

(2) La pressione del gas viene sempre calcolata in colonna di acqua divisa in millimetri di atmosfere effettive.

consumo di gas. In particolar modo i regolatori di pressione servono quando la tubazione deve alimentare contemporaneamente impianti di riscaldamento; oppure quando in singoli ambienti si verificano temporaneamente consumi straordinari; ed infine quando si devono alimentare macchine a gas.

Nei casi di grandi impianti sarà preferibile di suddividere le tubazioni per modo che il consumo regolare sia raccolto in una diramazione speciale, e venga condotto

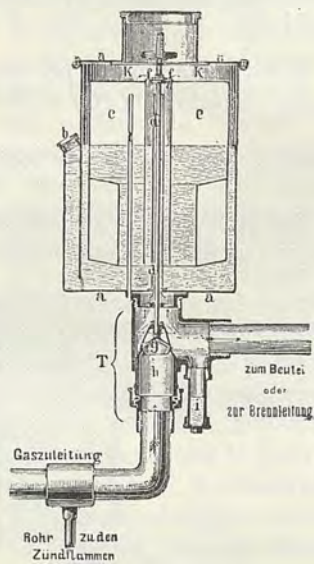


Fig. 331.

Gaszufuhrung, arrivo del gas; *Rohr zu den Zündflammen*, tubo alle fiamme illuminanti; *Zum Beheizungs- oder zur Brennleitung*, tubo ai becchi per riscaldamento.

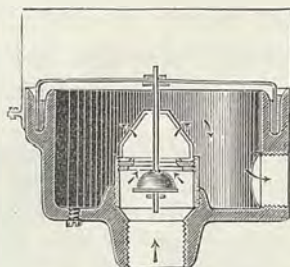


Fig. 332.

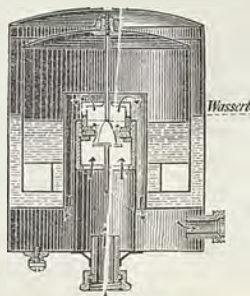


Fig. 333.

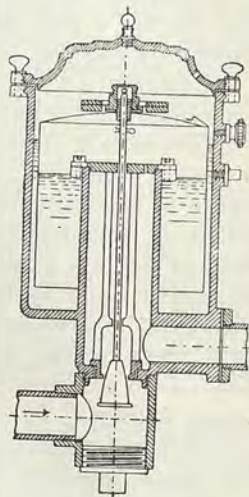


Fig. 334.

Fig. 331 a 334. — Regolatori di pressione.

attraverso un proprio regolatore di pressione; mentre il consumo irregolare sarà raccolto in una condotta speciale con propri regolatori.

Quando un condotto di illuminazione deve alimentare contemporaneamente piccoli motori a gas, allora debbesi diramare il condotto servente alla illuminazione dal regolatore di pressione; oppure applicare tra il condotto principale e la macchina il regolatore di pressione di Schäffer (fig. 331), il quale è molto sensibile anche con forti oscillazioni, impedendone la propagazione.

Molte volte queste disposizioni risultano dalle condizioni stesse delle cose, poichè importanti officine a gas stabiliscono dei prezzi così bassi ad uso riscaldamento o forza motrice da ripagare l'impianto di speciali condotte e relativi contatori, od almeno da ammortizzarne la spesa in breve tempo.

Un regolatore di pressione ha bisogno di una condotta sufficientemente larga con buoni becchi ed accuratamente puliti; richiede altresì una diligente sorveglianza affinchè possa rispondere al suo scopo. Fra le numerose costruzioni, le più in uso sono le seguenti:

a) *Regolatori di pressione umidi* (fig. 331, 332, 333 e 334). — Questi regolatori sono costituiti da un piccolo vaso a campana di lamierino galleggiante in un bagno di mercurio o di glicerina. Sotto la campana viene a sboccare il tubo di ammissione del gas, la cui uscita viene più o meno aperta da un otturatore tronco conico od altra valvola in collegamento colla campana e moventesi verticalmente secondo la posizione di

quest'ultima. La pressione del gas stabilita per le fiamme viene data regolando mediante contrappesi il peso della campana. Crescendo la pressione del gas, la campana si alza e con essa l'apparecchio congiunto colla valvola, la quale viene così a limitare la sezione di efflusso del gas, riducendone quindi la pressione di origine nel tubo di uscita. In questo modo la pressione riesce uniforme nei diversi periodi.

Il regolatore di pressione di Schäffer (fig. 331) differisce da quelli superiormente descritti nelle seguenti cose: che la pressione del gas agisce al di sopra della campana galleggiante (lettera K); che la pressione atmosferica esterna esercita (per mezzo del tubo *l*) una reazione; che il suo liquido contenuto può essere facilmente rifornito senza aprire la campana (attraverso l'apertura *b*); e che i pesi sopra caricati possono essere sovrapposti anche durante l'esercizio dopo levato il turacciolo *c* (purchè non ci sia alcuna fiamma in prossimità). Il servizio di questo regolatore di pressione è così sensibile che la valvola otturatrice *g* può compensare differenze di pressione di 1 mm. verificantisi anche bruscamente.

Un altro tipo di risultato sicuro è rappresentato nella fig. 335, che viene costruito dalla *Società continentale di Dessau*. Da questo regolatore si ottiene una sicurezza particolare, poichè anche senza l'impiego di pozzetti scaricatori dell'acqua, non può mai raccogliarsi sotto la campana acqua di condensazione.

b) I regolatori di pressione asciutti sono meno in uso. In questi trovasi una sottile membrana di pelle grassa od altra materia molto flessibile a tenuta di gas, tesa dolcemente in una specie di scatola o custodia a forma di lente; la quale viene avvitata sopra il tubo di ammissione. Al centro di questa membrana è appesa una asticina portante un piccolo otturatore tronco conico della bocca di efflusso del tubo a gas. La membrana risponde allo stesso requisito della campana nel precedente caso (fig. 335).

La pressione nei condotti oltre il regolatore di pressione viene elevata con pesi sovrapposti a 10 e 16 mm. di acqua per fiamma aperta Argand (per fiamme sensibilmente più alte) e stabilendo con vite regolatrice o regolatore di fiamma la voluta grandezza.

c) I regolatori di fiamme (cosiddetti « reometri ») servono a regolare le singole fiamme o gruppi di fiamme. Nel regolatore umido di fiamme (fig. 336) una piccola campana di lamiera galleggia nella glicerina, e nel cielo della campana trovasi praticata un'apertura corrispondente ad un dato consumo. La corrente di gas effluente dipende dalla posizione di un otturatore conico comunicante colla campana.

Con questo regolatore la quantità di gas che vi passa attraverso rimane sempre la stessa, qualunque sia la pressione del gas medesimo.

Nel regolatore di fiamme a secco la campana viene sostituita da una membrana di cuoio od altra materia flessibile a tenuta di gas (come sopra con una membrana *b*), la quale nel suo mezzo porta un pezzo di ottone nel cui centro esiste una piccola apertura. Anche questo regolatore mantiene il consumo uniforme mediante una valvola conica a cui è accoppiato (fig. 337 e 338). Si ha lo stesso risultato anche col sollevamento, entro una custodia a tamburo, di un diaframma orizzontale: per effetto della pressione del gas, questo lo attraversa nel suo centro percorrendo un tubetto (fig. 339 e 340); oppure attraversando un'apertura circolare verso la periferia della custodia, ed il disco o diaframma porta l'otturatore conico (fig. 341, tipo Giraud); oppure un tubetto abbracciante il cono di uscita formante tubo (Giraud-Elster, fig. 342).

Nel regolatore ad ago (tipo inglese fig. 343) un cono vuoto internamente sospeso pel suo vertice ad un ago è alzato più o meno dalla pressione del gas e forma nello stesso tempo il cono otturatore.

Il regolatore di fiamme di Schäffer e Oelmann (fig. 344) è un adattamento al regolatore di pressione umido, rappresentato nella fig. 331, destinato essenzialmente per lampadari.

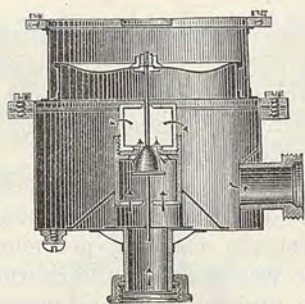


Fig. 335. — Regolatore di pressione asciutto.

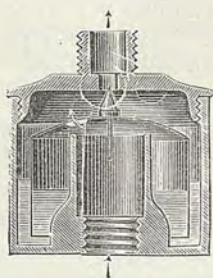


Fig. 336.

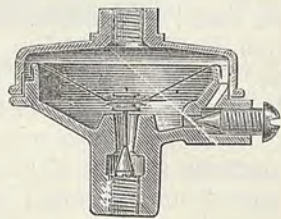


Fig. 337

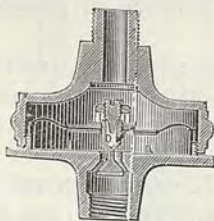


Fig. 338.

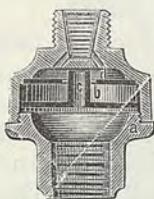


Fig. 339.

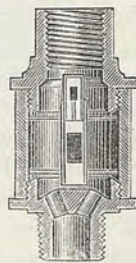


Fig. 340.

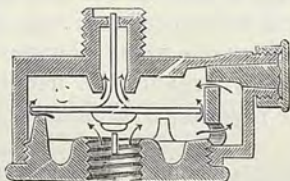


Fig. 341.

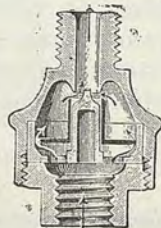


Fig. 342.

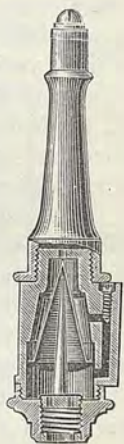


Fig. 343.

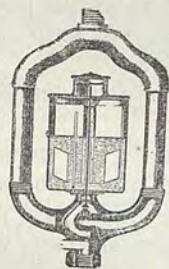


Fig. 344.



Fig. 345.

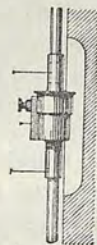


Fig. 346.

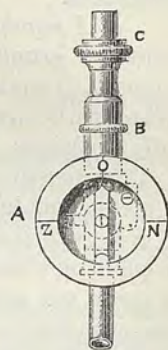


Fig. 347.

Fig. 336 a 347. — Regolatori di fiamma.

Secondo le esperienze fatte sinora l'apparecchio della fig. 343 è facilmente soggetto a guasti ed a rapido deterioramento. La costruzione richiede talvolta un riempimento supplementare di glicerina, mentre quella rappresentata nella fig. 344 non fu trovata ancora in difetto sotto nessun rapporto.

I regolatori di fiamma vengono generalmente collocati presso gli apparecchi di illuminazione in vicinanza alla fiamma.

Colle lampade sospese, che vengono alimentate dall'alto, non possono sempre venire impiegate nella forma *umida* sopra descritta; in questo caso si raccomanda la forma delle fig. 344 e 345 (Schäffer e Oelmann), la cui interna costruzione venne

descritta più sopra. Per le lampade sospese richiedesi sovente un regolatore di fiamme a portata d'uomo onde riesca facilmente manovrabile. Si ha in tal caso un condotto ascendente nel quale viene applicato il regolatore Siemens (fig. 346).

Si collega opportunamente a quest'ultimo il robinetto, e si dispone di un robinetto laterale per fiamme secondarie o di illuminazione in un unico disco regolatore (Grove, fig. 347).

I buoni regolatori di pressione per condotte sono già per sè stessi una condizione di buon effetto della tubazione, come pure per le singole fiamme nei becchi recenti e perfezionati. Essi permettono altresì alle condotte da becchi ordinari una notevole economia di gas che li ripaga tosto anche per piccoli condotti.

Aggiungasi che i buoni regolatori di pressione per fiamma vengono impiegati anche per fiamme di riscaldamento con pari vantaggio che nella illuminazione.

XIV. — BECCHI D'ILLUMINAZIONE

I fori di uscita del gas nei beccucci di illuminazione sono fabbricati con materiale cattivo conduttore del calore, ossia *steatite*, *porcellana* o *lava*; in generale essi sono provvisti di una guarnizione di metallo (ottone). Solo i becchi di un grado inferiore vengono fabbricati in ferro od in acciaio; ma nei medesimi si forma facilmente della grafite, la quale produce otturazione del becco. Coi becchi aperti il gas deve affluire con una pressione da 2 a 4 mm.

Le forme dei becchi sono fatte in modo che la fiamma risulti possibilmente sottile, e presenti una superficie molto estesa. I poteri illuminanti di fiamme aperte danno in confronto di quelle Argand ed a fiamma alta la proporzione approssimata seguente: 1 : 1,25 : (2,5-4). Alcune particolarità dei beccucci risulteranno evidenti coi seguenti esempi.

a) Becchi aperti.

1. *Becchi ad un solo foro* (fig. 348 e 349). Questi vengono usati per fiamme di illuminazione e di guida (traverso anditi oscuri) e a scopo di riscaldamento, e come tali possono venire regolati per un determinato consumo di gas (30 litri all'ora). Anche i cosiddetti becchi a fantasia, i quali hanno da 3 a 5 sino a 9 fori in una testa rotonda (fig. 350) servono ad analoghi scopi.

2. *Becchi a ventaglio* (becchi a pipistrello, a farfalla e stradali) si calcolano a norma della grandezza da 30 a 200 litri di consumo orario (fig. 351 e 352).

3. *Becchi a due fori* (becco Manchester e scozzese) sono disposti per lo stesso uso come al numero precedente (fig. 353).

Questi becchi a due fori danno delle fiamme piatte ardenti all'aperto, il cui lato minore non dà che il 78-80 % della quantità di luce irradiata dai lati maggiori. I becchi a ventaglio sono generalmente più convenienti dei becchi a due fori; questi ultimi però presentano con pressioni variabili minori oscillazioni nella grandezza della fiamma, e vengono per tale ragione preferiti per fiamme piccole. Per gas ricchi di carbonio, cosiddetti *gas pesanti* (gas di sostanze grasse, gas cannel, gas dolci di catrame, ecc.), furono in uso per lungo tempo quasi esclusivamente i becchi a due fori; vennero però sostituiti recentemente da becchi a ventaglio stretti (fig. 354) perchè più facili a pulirsi.

I becchi a ventaglio danno, come risulta da esperienza, la luce più intensa quando il gas sfugge dal becco possibilmente con una minima pressione da 2 a 4 mm. Per il gas luce ordinario la larghezza del taglio non deve oltrepassare i 0,7 mm. (per gas-

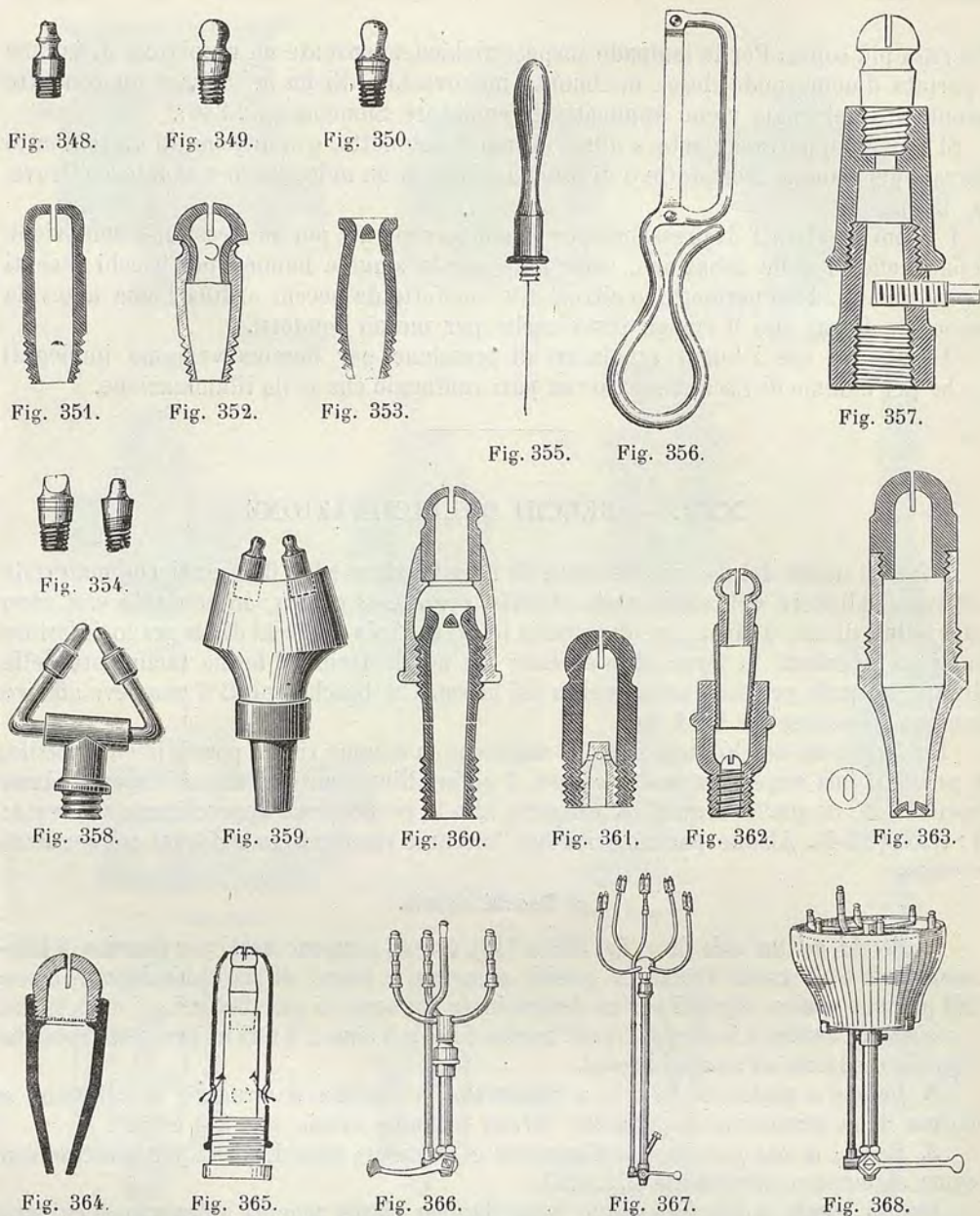


Fig. 348 a 353 e 357 a 368. — Becchi d'illuminazione (aperti).

Fig. 355 e 356. — Attrezzi per la pulizia dei becchi.

cannel ricco di carbonio sono da preferirsi larghezze di taglio di 0,5 mm., e per gas grassi anche tagli più stretti).

I becchi a foro, quando sono otturati, possono venire riaperti con un attrezzo (fig. 355) consistente in un *ago* a manico; ed i becchi a ventaglio colla *sega* (fig. 356).

Nei condotti per becchi aperti richiedesi una pressione di gas da 7 a 15 mm. Per la uscita del gas dai becchi la pressione viene diminuita colle seguenti disposizioni:

restringimento prima del becco mediante una vite regolatrice premente come alle fig. 321, n. 12, e fig. 357;

suddivisione della pressione sopra differenti bocche. Becchi accoppiati (fig. 358), ai quali si dà qualche volta la forma di una testa allargata (come alla fig. 359), nel cui cavo il gas può dilatarsi, ricevendo nello stesso tempo un riscaldamento preliminare.

Il restringimento ed il riscaldamento preliminare vengono pure eseguiti mediante i cosiddetti *becchi economici* (fig. 360, 361, 362 e 363).

Nei medesimi sono introdotti dei piccoli becchi corrispondenti al consumo relativo alla pressione normale della condotta. Simili becchi con testa molto allargata vengono pure denominati *becchi sferici*.

Il becco *Bray* (fig. 364), detto anche becco *Standard*, non ha che una apertura minima con un grande allargamento alla testa contenente un tessuto metallico a maglie tese. Questo è destinato unicamente per grande consumo fino a 400 litri.

Il becco *Dubourg* con custodia avvitata superiormente ha per iscopo il riscaldamento preliminare ed il riparo della corrente d'aria fredda all'orificio di sortita.

Analogo al precedente è il becco *Urbach* (fig. 365) avente una custodia avvitata superiormente e perforata lateralmente. Questo becco è particolarmente vantaggioso quando i becchi a ventaglio devono ardere intermittenemente a fiamma piccola o grande; in quest'ultimo caso viene evitato il dannoso ingrandimento della fiamma.

Le fiamme aperte presentano sempre una grande mobilità e vanno per ciò sovente difese da globi di vetro e simili. Per grandi dimensioni e consumi elevati non si possono quindi raggiungere in modo vantaggioso degli effetti di luce maggiori.

Per l'illuminazione stradale si adoperano più frequentemente *becchi piatti riuniti a fascio* (fig. 366 e 367). Essendo richiesta per le ore serali una illuminazione più brillante che nelle ore notturne, le fiamme a luce completa che vengono spente sono munite di piccoli regolatori di pressione; mentre le fiamme a servizio notturno, per le quali servono dei semplici becchi stradali, vengono regolate col regolatore comune dell'officina, riducendo la pressione durante la notte; perciò il robinetto ha una doppia posizione.

La fig. 368 mostra una disposizione analoga per lanterna, il cosiddetto *becco Lacarrière* per 7 fiamme, di cui 6 serali ed 1 notturna — tutti piccoli becchi stradali — i quali sono guarniti inferiormente di un doppio riparo di cristallo. Con una chiusura parziale ottiensi un certo riscaldamento preliminare d'aria con una fiamma tranquilla.

b) Becchi rotondi (detti anche *Becchi Argand*).

Le fig. 369 a 375 rappresentano dei becchi anulari di steatite o di porcellana di 24-30-32-40 forellini.

Questi becchi danno una fiamma cilindrica, che viene riparata da un cilindro di vetro alto da 15 a 21 centimetri. Per gas-luce comune essi vengono fabbricati per un consumo da 120 a 240 litri per ora.

La pressione nella condotta deve essere da 3 ad 8 mm., quella nel becco da 2 a 4 mm.; ed il cilindro deve essere alto solo quanto occorre perchè la fiamma non annerisca (con 30 fori si ha un'altezza di 20 cm.).

I becchi *Argand diritti* sono quelli (fig. 370, 371, 372, 373 e 374) avvitati sopra tubi diritti; si chiamano invece becchi *Argand a gomito* quelli muniti di gomito come alla fig. 369.

Per la regolazione ed il riscaldamento preliminare della corrente d'aria si impiegano delle lamiere coniche, dette *riflettori* (fig. 369), oppure una specie di *canestro* interno (fig. 373 e 374), oppure una spina od una punta nell'asse del becco (*becco Sugg*) con vite regolatrice per l'efflusso del gas (fig. 374 e 375, lett. e).

Per regolare l'accesso dell'aria si addotta pure una specie di canestro esterno (fig. 372). Per poter regolare con precisione l'aria di alimentazione, allo scopo di rendere

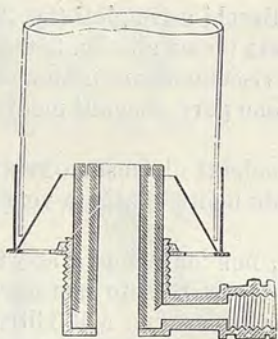


Fig. 369.

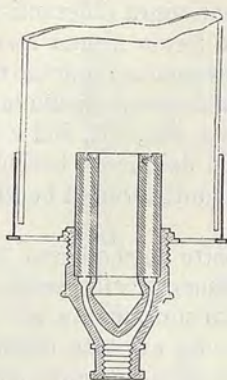


Fig. 370.

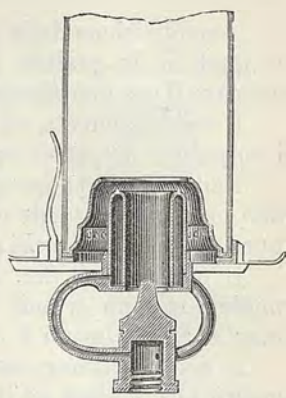


Fig. 373.

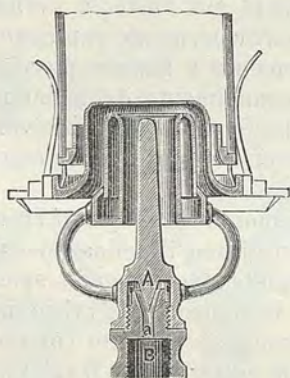


Fig. 371.

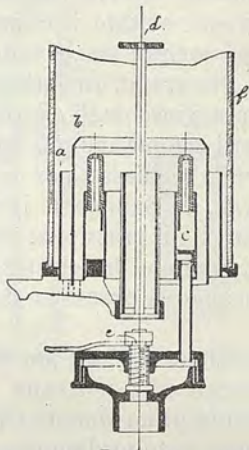


Fig. 375.

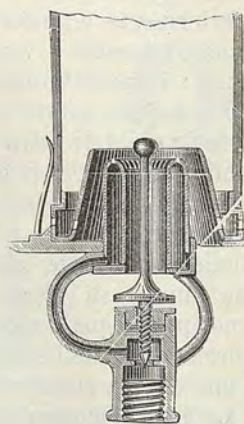


Fig. 374.



Fig. 372.

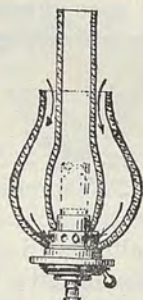
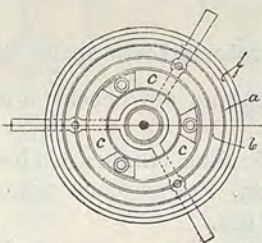


Fig. 376.

Fig. 369 a 376 — Becchi d'illuminazione (rotondi).

la luce più o meno bianca, la parte inferiore del canestro del becco Elster viene raddoppiata, così che durante la rotazione del raddoppiamento le aperture possono essere in parte od interamente mascherate. Questo becco di riduzione fornisce con 150 litri (gas di Berlino) una luce di 17,4 candele Hefner.

Per raggiungere una combustione più completa la punta della spina centrale viene trasformata in una *sfera* (fig. 374) od in un *disco* (fig. 375). Questi becchi Argand per maggiori consumi di gas danno un sensibile vantaggio nel potere illuminante.

Fra i becchi di simili costruzioni accenneremo quello di *Federico Siemens e C.* (fig. 375), i cui poteri luminosi sono i seguenti:

| | | | |
|----|-----|---------------------------------|---|
| N° | I | da 160 litri all'ora di consumo | = 18 candele H; ossia 8,60 litri per 1 candela H. |
| » | II | » 250 » » | = 34,8 » » 7,17 » 1 » |
| » | III | » 450 » » | = 63,9 » » 7,04 » 1 » |
| » | IV | » 675 » » | = 96,4 » » 7,00 » 1 » |

Un becco Argand, con accesso d'aria richiamata moderatamente ma un poco riscaldata preventivamente, è il becco *Cardinale* (detto anche *Rotsiper* o *Muchall*) (fig. 376), con doppio vetro, molto in uso in Francia e nel Belgio.

c) Becchi piatti con riscaldamento dell'aria.

α) Becchi piatti con fiamma diritta.

1. *Becco Delmas* (fig. 377). — È un becco comune a ventaglio rinchiuso in una campana a forma di tasca, con camino di lamiera di rame; la parte inferiore ellittica della cappa è sezionata, e presenta delle costole intermedie laminate, lambite da una parte dai gas combusti, e dall'altra dall'aria di alimentazione, la quale viene perciò fortemente riscaldata. Da esperimenti fatti in Mons, risulterebbe per il piccolo modello un consumo di 86 litri di gas all'ora con una luce di 12,5 candele Hefner, e per il grande modello un consumo di 120 litri per ora dando una luce di 19,4 candele Hefner, e quindi un consumo di 6,18 litri per 1 candela Hefner.

2. *Becchi brillanti economici* di Schulke (fig. 378). — Nel canale del becco trovansi sempre 2 o più grandi becchi a ventaglio in un vetro a forma di campana rovesciata. Nella cuffia di lamiera munita di camino trovasi un condotto di nickel *a*, che viene rivestito da un pezzo conico *b* di asbesto con aperture allargate, di modo che l'aria fresca viene da una parte condotta fra gli intervalli delle nervature elevando la sua temperatura al contatto delle pareti fortemente riscaldate dell'imboccatura; mentre i gas combusti vengono condotti divisi dal cono *d* a lambire il lato posteriore delle nervature del camino.

La disposizione dei becchi deve, come viene richiesto dai fabbricanti, presentare il loro principale potere illuminante in direzione orizzontale, e cioè:

| | | |
|----|---|--|
| N° | 1 | da 150 litri di gas all'ora dà una luce di 34,9 candele Hefner |
| » | 2 | » 201 » » » » 46,5 » » |

ossia 4,32 litri danno 1 candela Hefner.

Qualora i predetti becchi debbano proiettare la luce dall'alto al basso allora è d'uopo far uso di riflettori. L'accensione avviene per una piccola apertura del robinetto dall'alto attraverso il condotto del fumo. Questo becco ha trovato un impiego molto esteso nella illuminazione stradale di Parigi; e con esso non entrò in seria concorrenza che per piccole lanterne il *becco multiplex*, rappresentato nella fig. 379.

β) Becchi piatti con fiamma orizzontale.

1. *Becco piatto orizzontale di Siemens* (fig. 380). — Un becco *a* con sezione orizzontale stende la sua fiamma a forma di ventaglio sotto un riscaldatore preventivo

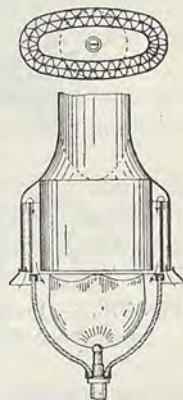


Fig. 377.
Becco Delmas.

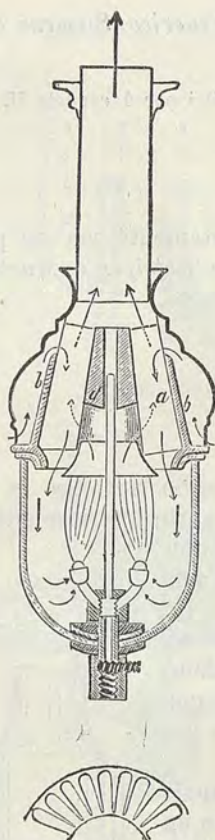


Fig. 378. — Becco brillante economico Schulke.

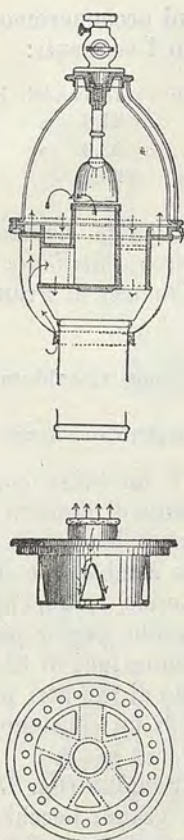


Fig. 379. — Becco *multiplex* della Società Franco-Belga.

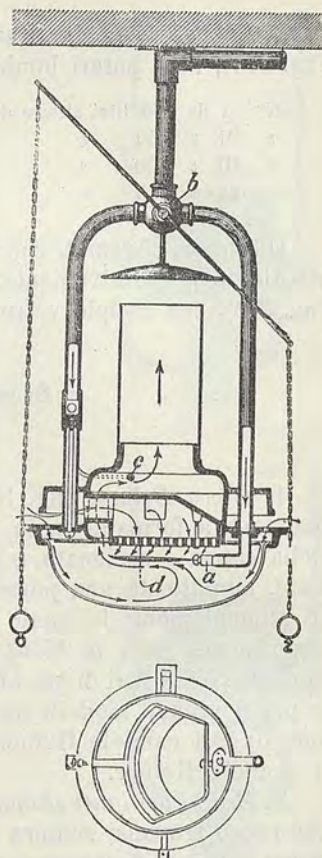


Fig. 380. — Becco piatto orizzontale Siemens.

del gas, mentre i gas accesi, circondando il riscaldatore preventivo, fuggono attraverso un camino. La fiamma è coperta inferiormente da una cappa di vetro, la quale è preservata dal pericolo di scoppio pel contatto con aria fresca proveniente da molti forellini situati sulla periferia della custodia metallica. Prima dell'apertura del rubinetto *b* deve essere accesa una piccola fiamma di accensione *c*.

La lampada richiede una pressione di gas di 14 mm.; il suo consumo e la potenza luminosa vengono rappresentati dalle seguenti cifre:

Per un consumo orario di 250 litri di gas all'ora si hanno orizzontalmente 33,6 candele Hefner; per 45° si hanno 78,4 candele H.; verticalmente all'ingiù 94,2 candele H, corrispondenti a 7,44 litri, 3,19 litri, 2,65 litri di consumo per una candela Hefner.

d) Becchi rotondi con riscaldamento d'aria e fiamma verticale a forma di tulipano.

Il becco *Multiplex* della Società Franco-Belga (fig. 379) differisce da quello di Delmas e di Schulke in ciò che la testa del becco presenta una forma rotonda (come becchi Argand) ma senza canale d'aria. L'aria d'alimentazione penetra dal vano esistente fra il camino e la copertura di lamiera esterna; quindi circonda ed entra in parte in un pezzo metallico cavo di forma pentagonale, il quale viene facilmente lambito dai gas accesi passando attraverso un crivello di nickel a maglie fitte ed entrando nel calice

della fiamma a tulipano, mentre la parte meno riscaldata dell'aria lambe la fiamma attraversando dei forellini nel bordo anulare del pezzo a riscaldamento preliminare.

I risultati dei becchi Parigini danno con un consumo di 125 a 130 litri (gas parigino di una forza illuminante del 10 % inferiore a quella di Berlino), in cifra tonda 24 candele Hefner. Paragonati con becco Elster si avrebbe quindi una utilizzazione del gas di 1,62 volte maggiore; e con 130 litri di consumo un potere luminoso più elevato di $\frac{1}{3}$ col becco Elster per consumo di 150 litri.

Questo becco diede buona prova anche all'aperto, vale a dire senza la lanterna di riparo; sembra quindi adatto alla pubblica illuminazione di giardini, strade e piazzali, a sostituzione di lanterne più grandi.

e) Becchi rotondi con fiamma rovesciata.

α) Becchi rotondi con fiamma rovesciata all'interno.

1. *Il becco Butzke* (fig. 381). — Nell'interno di una campana tornita e chiusa esce da un becco B il gas la cui fiamma F lambisce un piatto P, rimandando i gas accesi lungo il camino centrale; l'aria fresca penetrante lateralmente si riscalda in un riscaldatore V. L'accensione ha luogo nell'interno mediante una piccola fiamma sussidiaria Z.

Tale disposizione è però insufficiente ad un perfetto riscaldamento preventivo dell'aria, ed ha l'inconveniente che nel riscaldatore V possono accumularsi dei gas esplosivi.

2. *Il nuovo becco Butzke* (fig. 382) porge un riscaldamento preventivo dell'aria più favorevole; però non riscalda anche il gas. Dati numerici intorno al potere luminoso non si conoscono.

3. *Il becco a luce ad arco di Neill-Herzfeld* (fig. 383). — L'accesso del gas si fa per un tubo circondante il camino. Il gas viene riscaldato in una camera, mentre il becco è formato da una serie di tubetti, in cui l'accesso è regolato da viti S. In questi riscaldatori non può formarsi del gas esplosivo; ma bensì nella camera a gas stessa quando taluni dei singoli tubetti dovesse abbruciare.

Il deposito di grafite nel condotto del gas come nei tubetti a becco è inevitabile.

Mancano tuttavia dati intorno alla potenza luminosa.

4. *Becco rovesciato all'interno di Siemens* (fig. 384). — La disposizione di questi becchi è molto simile a quella sopra descritta, ma permette un preriscaldamento minimo del gas. L'accenditore Z è meno vantaggioso che nella disposizione Siemens che si descriverà qui appresso. Le lampade vengono fabbricate anche per accensione con campana aperta. Nella figura si rappresenta intercalato il regolatore di fiamma. I dati sulla potenza luminosa sono in cifra tonda:

| | | | | |
|--------------------------------|------|-----|-----|------|
| Consumo orario in litri | 320 | 465 | 760 | 1245 |
| Potere illuminante orizzontale | 58,7 | 107 | 174 | 260 |
| » » sotto 45° | 75,5 | 138 | 247 | 381 |
| » » verticale | 81,4 | 158 | 260 | 429 |

Nei becchi con fiamma orizzontale, ed in quelli descritti più sopra con fiamma rovesciata, viene irradiata in senso verticale una maggiore quantità di calore, per modo che questa irradiazione si fa sentire a chi trovasi al di sotto o in prossimità di queste lampade.

β) Becchi rotondi con fiamma rovesciata verso l'esterno.

1. *Becco rovesciato all'esterno di Siemens* (fig. 385). — Contrariamente a quanto avviene nel becco descritto antecedentemente, il gas si accende percorrendo un tubo centrale nell'asse del camino di uscita, senza che vi sia pericolo di un deposito di grafite essendo escluso ogni raffreddamento. La fiamma si espande sempre più verso

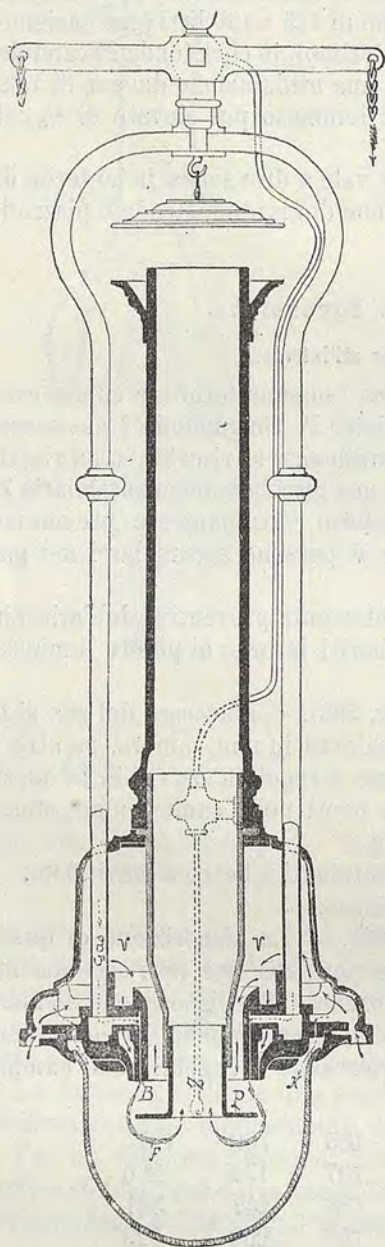


Fig. 381. — Becco Butzke.

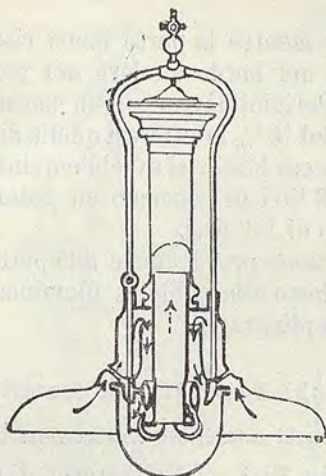


Fig. 382. — Nuovo becco Butzke.

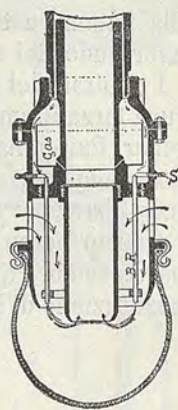


Fig. 383. — Becco a luce ad arco di Neill-Herzfeld.

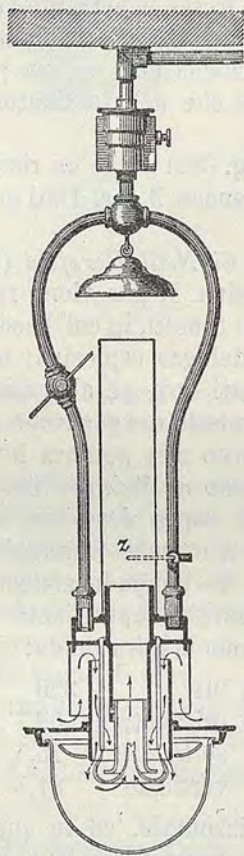


Fig. 384. — Becco rovesciato all'interno di Siemens.

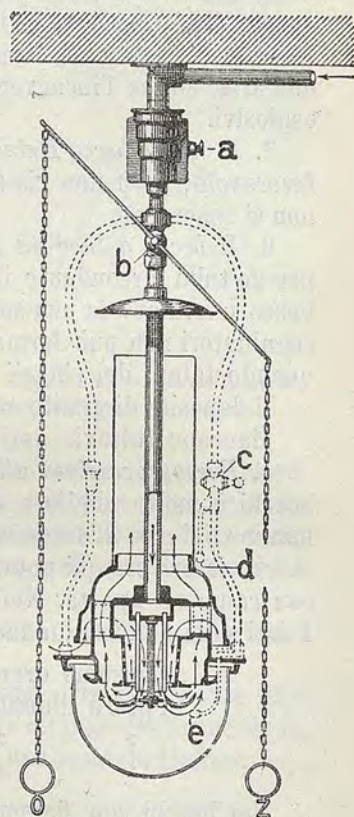


Fig. 385. — Becco rovesciato all'esterno di Siemens.

l'esterno, e viene sempre maggiormente lambita dall'aria preriscaldata. Questi becchi vengono accesi con molteplici disposizioni: a mano coll'aprire la campana (vedi la disposizione contenuta nel becco descritto qui appresso) oppure per mezzo di apparecchi di accensione i quali hanno un robinetto *c*, ed infine con fiamma esterna di accensione in *d* o con fiamma interna in *e*.

Nella fig. 385 la lettera *b* indica il robinetto principale, e la *a* il regolatore della fiamma. I poteri luminosi calcolati sono i seguenti:

Per un consumo di 230 litri: orizzontale candele Hefner 40,5, a 45° candele 51,2; verticale candele 54,2, cioè sotto l'angolo il più favorevole: 4,24 litri per una candela Hefner.

Per un consumo di 325 litri: orizzontale candele 60, a 45° candele 80; verticale candele 94,2; e quindi verticale 3,56 litri per candela Hefner.

2. *Il becco Wenham-Elster* (fig. 386) si distingue da quello descritto poc'anzi per le particolarità delle sue forme costruttive e pel tecnicismo spinto all'estremo.

Qui non si dà alcuna importanza ad un effetto luminoso in direzione orizzontale, come si scorge dalla fiamma stessa.

V è il riscaldatore dell'aria; K sono i fori per la ventilazione della campana; P è un piatto per regolare l'aria in arrivo dall'interno; M la bocca della fiamma, in ferro con una vernice refrattaria; R un riflettore di lamiera di ferro smaltata.

Il becco viene generalmente acceso aprendo la campana, oppure con fiamma di accensione. I poteri illuminanti sono i seguenti:

Tabella XLVI.

| Consumo orario litri | Potere illuminante a 90° | Consumo gas per 1 candela Hefner | Potere illuminante a 45° | Consumo gas per 1 candela Hefner |
|-------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------|--|
| 200 | 53 | 3,7 | 64 | 3,4 |
| 250 | 73 | 3,4 | 67 | 3,7 |
| 332 | 89 | 3,7 | 85 | 3,9 |
| 560 | 145 | 3,9 | 139 | 4,0 |

Dai dati sopra indicati si può desumere che nei becchi piccoli per una candela si ottiene un maggior consumo; mentre in quelli più grandi ha luogo una diminuzione. In tutti però si passa dal colore giallastro della luce ad un colore sgradevole all'occhio.

3. *Becchi Bower* (detti anche rigeneratori Duplex) (fig. 387). — La campana di questo becco è fabbricata come quella per le lampade di sospensione con contrappesi (carrucole), per accenderlo con campana aperta; la testa del becco è perforata a forma di stella. Il resto si scorge dai disegni. Appare in tutto evidente la tendenza ad ottenere grande effetto luminoso in direzione orizzontale. Richiedesi però molta precauzione, a motivo della fabbricazione assai delicata.

Nella descrizione suesposta sono stati omessi alcuni becchi che da qualche tempo sono fuori d'uso; becchi ardenti all'insù con rovescio di fiamma all'inghiù verso l'interno, cosiddetti becchi rigeneratori *Siemens*, altri come quelli di *Sugg-Cromotie*, i quali con minimo risparmio di gas richiedono delle riparazioni continue, oppure i becchi *Gölzer* e *Bengel*, i quali non diedero notevoli vantaggi, lasciando temere una facile otturazione.

Devesi osservare che tutti i becchi a riscaldamento preventivo richiedono una diligente manutenzione (pulitura dei condotti dalla polvere e dalla fuliggine, così pure delle aperture dei becchi e delle campane) onde il potere illuminante non abbia a subire una riduzione molto sensibile. Sono perciò da prendere in grande considerazione quelle costruzioni le quali permettano una facile pulitura; poichè un becco malamente pulito si trasforma in breve da un apparecchio di illuminazione in un apparecchio di riscaldamento.

Inoltre si deve considerare che i gas accesi delle fiamme con riscaldamento preventivo possono venir utilizzati tanto alla ventilazione quanto al riscaldamento degli ambienti stessi; come pure che con una simile utilizzazione non si verifica alcuna

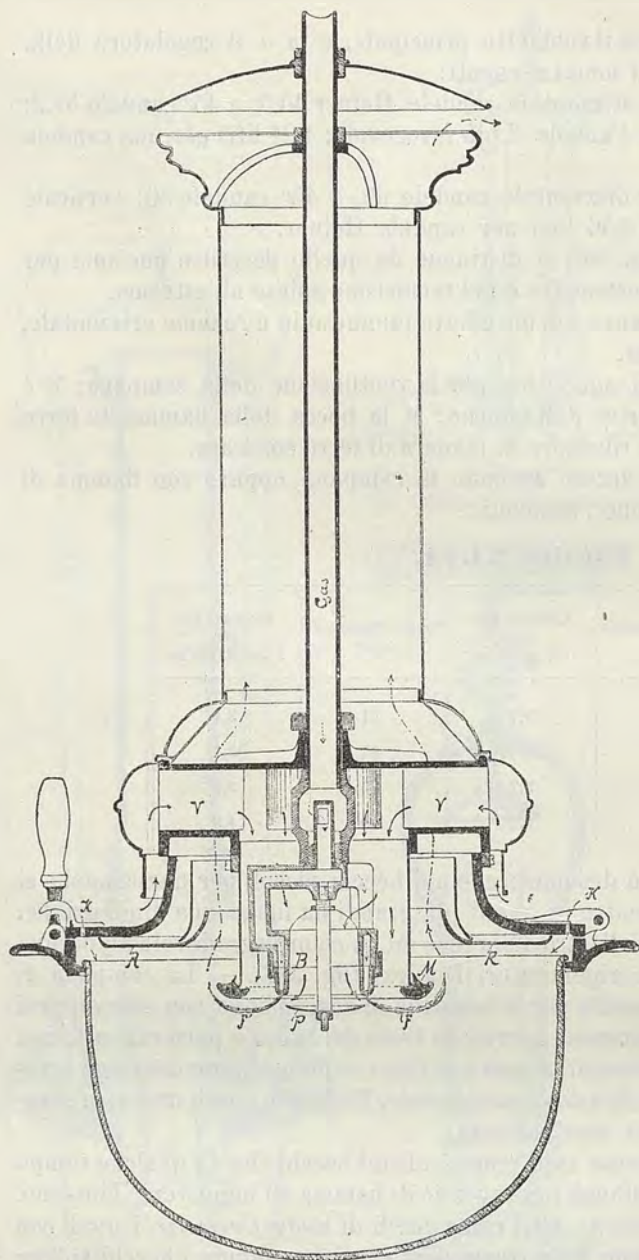


Fig. 386. — Becco Wenham-Elster.

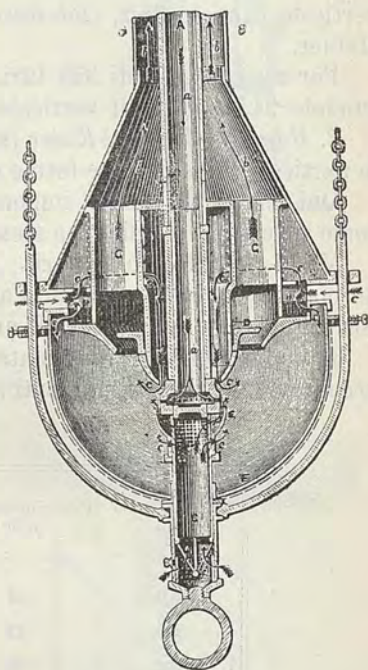
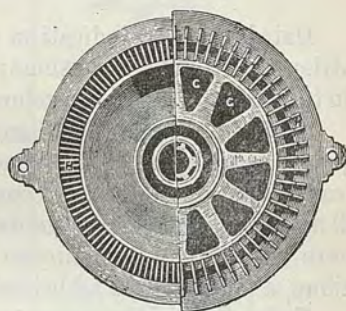


Fig. 387. — Becco Bower.



influenza dannosa alla fiamma. L'introduzione dei gas accesi nei camini, ai quali si congiungono delle stufe non in attività, può divenire pericolosa pel fatto che i gas raffreddati si condensano e possono poi mandare un cattivo odore nei locali.

Le lampade dei becchi a luce intensiva richiedono una maggiore altezza di locale e fanno poco effetto decorativo. Le decorazioni che vi si vedono talvolta applicate non arrecano alcun abbellimento; farà anzi miglior effetto la più semplice forma decorativa. Le lampade richiedono un trattamento speciale e competente. Laddove esse sono affidate ad un personale incolto e mutabile non è il caso di ripromettersi un buon effetto come si desidererebbe.

XV. — LUCE AD INCANDESCENZA DEL GAS

Se in una fiamma per sè stessa poco brillante si introduce un corpo estraneo, il quale pel calore della fiamma possa venir portato al calor bianco, allora una maggior frazione del calore impiegato viene trasformata in luce.

Poche sono le materie le quali non abbruciano esposte al massimo calore di fiamma di gas, oppure affumicano fortemente, si fondono o cambiano rapidamente il loro potere illuminante. Fra queste sono da annoverarsi: le terre di Thor, di Lantanio, Didimio,

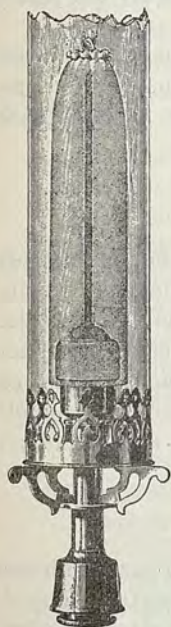


Fig. 388. — Becco Auer ad incandescenza.



Fig. 389. — Testa del becco Auer.



Fig. 390. — Disco a molla del becco Auer.

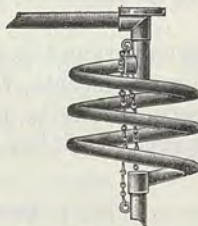


Fig. 391. — Tubo a molla del becco Auer.



Fig. 392.



Fig. 393.

Ittrio, Cerio, Zirconio, Alluminio, Magnesio. Il platino che si impiegava in origine risultò troppo incostante ed è troppo caro.

Sulla utilizzazione di queste materie vennero costruiti becchi con luce ad incandescenza come sono descritti qui appresso.

a) Becchi Auer con luce ad incandescenza (fig. 388).

Il corpo ad incandescenza consiste in un tessuto di cotone a maglie fitte, immerso in soluzioni delle suddette terre. I sali delle terre di Thor formano l'ingrediente principale di dette soluzioni; occorrono però altri sali per elevare la solidità del tessuto e per produrre una luce aggradevole all'occhio. I tessuti così imbevuti vengono asciugati in un forno, poi stirati ed allargati sopra un ago, ed infine abbruciati mediante una forte fiamma di Bunsen.

Il colorito della luce dipende dalla scelta delle singole materie di incandescenza; quasi incolore, bianco, giallo-chiaro o verde-chiaro. Al di sotto della lampada Auer l'effetto luminoso è infimo, ed è massimo in senso orizzontale.

Con un consumo di 100 litri di gas si raggiunge con un becco Auer una chiarezza di 55 candele Hefner. La reticella Auer dura circa 350 ore.

La luce è aggradevolissima all'occhio, e sotto tale rapporto supera quella elettrica; arde senza alcun tremolio di fiamma, spande poco calore.

La fig. 390 rappresenta un disco a molla del becco Auer, che serve a proteggere il tessuto incandescente (retina) dagli urti. Spesse volte si applica il tubo a molla, come alla fig. 391.

La fig. 392 indica come viene introdotta l'aria nel becco Auer, attraverso a 5 fori, i quali sono riparati dalla polvere, come alla fig. 393.

La pressione del gas non deve essere minore di 20 mm. nè maggiore di 40. Entro tali limiti la pressione fa aumentare il potere luminoso, senza far crescere del pari il consumo di gas.

Di fronte ad altri becchi Argand, la maggior spesa di installazione, e quella dovuta al ricambio del corpo incandescente, viene presto remunerata col risparmio del gas.

La luce ad incandescenza merita maggior attenzione per quei gas la cui potenza luminosa è molto tenue (gas di miniere, gas d'acqua, ecc.).

b) Lampada Lukas.

Per un'illuminazione intensiva servono le lampade *Lukas* e *Millenio*. La lampada Lukas consiste di un becco ad incandescenza di grandi proporzioni, dovendo servire per illuminazione stradale. La temperatura della fiamma è così alta che il potere illuminante della retina cresce fortemente, e il consumo di gas per una candela Hefner cala di un litro in un'ora. Le lampade Lukas per l'illuminazione stradale hanno un consumo orario di 500-600 litri di gas, con un potere illuminante di circa 500 candele Hefner. Però il risparmio di gas viene coperto dalle spese di esercizio, aumentate per il cambio delle retine.

c) La luce Millenio.

Lo stesso effetto della luce Lukas si può raggiungere applicando il gas compresso artificialmente sino a 0,7-1 atmosfera. Questi ed altri esperimenti fatti sotto il nome di luce di Kugel, di Selas e simili, hanno condotto a buoni risultati e a pratiche applicazioni. Anche con queste luci vengono applicati i corpi incandescenti.

In Italia vi è la *Società Auer*, diretta dal cav. Lapalù, con sede a Milano e filiali a Roma e Padova, la quale fabbrica attualmente circa 4 milioni di reticelle, che corrisponde quasi ai due terzi del consumo d'Italia. Nello stabilimento di Milano si fa al completo la fabbricazione, mentre a Roma e Padova si fanno le ultime operazioni della preparazione delle reticelle. Per un accordo colla Società Plaissety la detta fabbrica ha impiantato la lavorazione delle reticelle di seta artificiale.

Detta Società si occupa inoltre della fabbricazione di robinetti per l'illuminazione pubblica e di radiatori a reticelle radio-incandescenti. Fabbrica pure un tipo di lanterna a becchi rovesciati per la pubblica illuminazione. Infine assume impianti e la manutenzione dell'illuminazione pubblica.

Negli ultimi tempi furono fatti grandi progressi colla luce ad incandescenza rovesciata, avendo fabbricato un becco Bunsen acceso verso il basso, nel quale viene appesa una retina a forma di mezza sfera. Con queste lampade rovesciate si ottiene uno sviluppo di luce diretta verso il basso, senza alcuna ombra, dove il gas entra dal di sopra.

XVI. — PARTICOLARI DELLA ILLUMINAZIONE CON GAS GRASSI

Per l'illuminazione di case isolate, fabbriche, castelli, istituti, ecc., impiegasi frequentemente il gas d'oli o di grassi, il quale viene ricavato da residui di distillazione del petrolio, di grassi di cascami, e generalmente in maggiori proporzioni da oli di catrami di ligniti.

Per la preparazione di gas grassi bastano impianti modesti, che non hanno d'uopo di essere collocati lungi dalle abitazioni, e pei quali basta una minima sorveglianza, che può essere prestata anche da operai qualunque, addetti al servizio accessorio.

Il potere illuminante del gas di grassi è, nei becchi Argand e becchi aperti, eguale a circa 4,5-4,8 maggiore di quello del gas di carbon fossile.

Le condotture del gas dei grassi richiedono quindi un diametro minore quando si tratta di condotte orizzontali; i diametri non devono però venire ridotti per condotture ascendenti, avuto riguardo al suo peso specifico. Essendo importante di non impiegare il gas che sotto piccola pressione, così sarà bene di non diminuire nei lunghi condotti le sezioni più sopra indicate per gas di carbon fossile.

In relazione alla maggiore potenza luminosa, i gas di grassi non vengono abbruciati che in becchi piccolissimi, i quali sono proporzionati convenientemente dal fornitore dell'impianto. Oltre quelli già accennati, i gas grassi posseggono ancora i pregi seguenti:

- a) Danno una luce pura bianco-latte, che non danneggia la vista;
- b) A parità di luce sviluppano minor calore (soltanto $\frac{2}{7}$ ad $\frac{1}{4}$ in cifra tonda) delle fiamme di gas-luce di carbon fossile;
- c) Danno anche una maggiore stabilità di colore, con minore inquinamento dell'aria;
- d) Una minore spesa pel ricambio di becchi e cilindri nei becchi Argand; minore spesa d'impianto per condotte, contatori, regolatori di pressione.

A questi pregi vanno contrapposti i seguenti inconvenienti:

- 1° Un facile affumicare per una eventuale trascuranza nella manutenzione;
- 2° Oscillazione e spegnimento di quelle fiamme dei becchi, le quali non vengono riparate convenientemente da forti correnti d'aria;
- 3° Una spesa addizionale nell'impiego come fiamme per richiamo d'aria. A tale uopo richieggonsi piccoli becchi Bunsen, sopra i quali vanno collocati ad una certa distanza dei coni di lamina di platino, onde colla incandescenza loro aumentino l'irradiazione locale.

In quanto alle fiamme a luce rinforzata con riscaldamento preventivo d'aria, non si hanno dati precisi; tuttavia da becchi con riscaldamento preliminare usati in Inghilterra e nel Belgio, impieganti gas Cannel ed aventi un potere illuminante circa 1,5 ad $1\frac{2}{3}$ volte il gas, si può desumere che, adottando aperture di becchi relativamente piccole, si possono conseguire vantaggi di utilizzazione paragonabili a quelli conseguibili dal gas di carbon fossile.

XVII. — ARRICCHIMENTO DI GAS DEBOLMENTE LUMINOSO MEDIANTE IDROCARBURI

Per taluni scopi non basta il colore giallognolo della fiamma ordinaria a gas-luce. Pel suo miglioramento si adopera un processo che può essere applicato anche al gas d'acqua: la cosiddetta illuminazione albocarbonica, la quale si ottiene facendo passare il gas-luce attraverso recipienti collocati in immediata vicinanza alla fiamma e ripieni

di naftalina solida. I vapori sviluppati dal calore della fiamma luminosa, o da fiamma speciale a gas, comunicansi al gas stesso (fig. 394).

Per tal modo con un grammo di naftalina si possono sostituire 13 a 14 litri di gas di carbon fossile, ed ottenere una fiamma di colore bianco-latte simile a quella dei gas grassi. Questa ha però il difetto di fare fumo facilmente e di avere qualità simili a quelle dei gas grassi.

In quei locali in cui si conservano delle stoffe di lana, pellicerie, ecc., l'odore di naftalina, che non si può mai completamente sopprimere, presenta il vantaggio di offrire il mezzo più sicuro di preservamento dalle tarme.

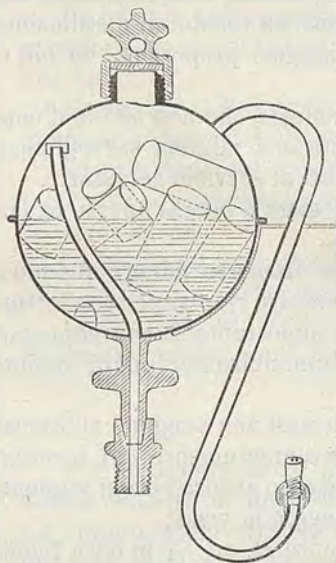


Fig. 394.

Apparecchio per la carburazione del gas.

XVIII. — COLORE DELLA LUCE DELLE FIAMME

Il colore della fiamma luminosa ha una certa importanza, sia pel suo impiego artistico che per l'utilizzazione del gas-luce, essendo collegata l'influenza sulla irradiazione calorifica, sui fenomeni di colore, sulla chiara apparizione di figure piane, come pure per l'influenza chimica sui pigmenti, ecc.

Secondo gli esperimenti di Elster e quelli più recenti di Helmholtz, si può riconoscere nei becchi di richiamo, qualunque ne sia la forma, un limite alla potenza luminosa (con gas comune di carbon fossile). Non appena siasi raggiunta la massima potenzialità luminosa con colore giallo-chiaro della fiamma si può, con maggior consumo di gas e d'aria, ottenere una fiamma di colore quasi bianco puro. Con ciò vengono a scemare tanto l'irradiazione luminosa come la calorifica di una percentuale minima. La tinta bianca della fiamma richiede adunque un certo consumo di energia calorifica. Il colore bianco della fiamma di gas-luce comune, ed altresì di gas grassi, è quello che meno pregiudica i colori naturali, e così pure la chiaroveggenza delle linee (nella lettura, ecc.); anche l'influenza chimica è minima (perfino con fiamma libera).

B. — PARTE SPECIALE

I. — GLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

a) Le lanterne.

Di essenziale importanza è nelle lanterne la disposizione per rendere regolare l'ammissione e lo scarico dell'aria, in modo che anche per forti correnti d'aria possa aver luogo un buon sviluppo del processo di combustione. A tal uopo l'apertura inferiore per l'ingresso dell'aria conviene sia possibilmente stretta; mentre quella superiore per lo scarico deve farsi relativamente ampia. Sovente vi si aggiunge un collo, una specie di camino, munito di una cuffia, il quale permette anche, con correnti d'aria opposte, la libera uscita dei prodotti della combustione. Finora gli apparecchi di ventilazione dei

fanali non sono così perfezionati da potere completamente evitare il tremolio della fiamma; delle particolarità nei dettagli offrono sotto questo rapporto dei risultati svariati; ed è bene, in caso di ordinazioni di lanterne da esporsi a violente correnti d'aria, di rivolgersi a costruttori provetti.

In generale le lanterne per luce ad incandescenza sono fabbricate con una fiamma di accensione, che è formata da un piccolo becco che riceve il gas da una diramazione particolare (fig. 395).

Le lanterne che devono dare molta luce sono costituite da un gruppo di 2, 3 o 5 becchi, come vedesi nella fig. 396.

b) Lampade e bracciali da parete.

Le lampade, e i bracciali, possono essere fisse oppure snodate.

Nei bracci snodati, per poter variare la distanza della fiamma dallo snodo da parete, si aggiunge un secondo od un terzo snodo. Per un maggiore sviluppo della lampada da parete aggiungesi al doppio o triplo movimento della fiamma anche un movimento in senso verticale. Lo stesso movimento ottiensi muovendo uno dei bracci a guisa di parallelogrammo con quattro snodi verticali.

Il movimento di una lampada nel senso orizzontale e verticale si può ottenere col sistema indicato nella fig. 397.

c) Lampade a sospensione.

Nella sospensione semplice queste lampade consistono in un tubo a sospensione rigida, dal quale diramano uno od anche due bracci orizzontali (lampade di sospensione semplice a due bracci). Applicando uno snodo cilindrico o sferico, le lampade possono essere disposte per un movimento in ogni piano verticale passante per la sbarra di sospensione. Se una installazione viene effettuata per poter muovere la fiamma in direzione verticale, si avrà la lampada a cassetto, nella quale si osserva una disposizione inerente alla necessaria tenuta fra il tubo rigido e quello mobile. Conformemente al modo con cui viene effettuata la tenuta si distinguono in condotture a sughero le più semplici, ma anche meno convenienti; condotture a premi-stoppa, le più usate, e condotture d'acqua, con chiusura mediante una colonna d'acqua. La chiusura idraulica richiede, in causa della evaporazione, un'accurata manutenzione, e venendo a mancare la tenuta per frizione, richiedesi l'impiego di contrappesi. Anche alle condotte a sughero o a premistoppa vengono applicati opportuni contrappesi (fig. 398).

d) Lampade portatili.

Le lampade portatili per essere collegate al condotto hanno d'uopo di un tubo flessibile, più o meno lungo, il quale è munito nel suo interno di un caucciù vulcanizzato,



Fig. 395.

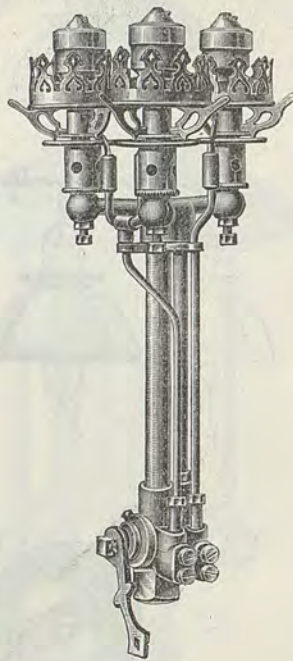


Fig. 396.

Fig. 395 e 396. — Disposizione per l'accensione delle lanterne.

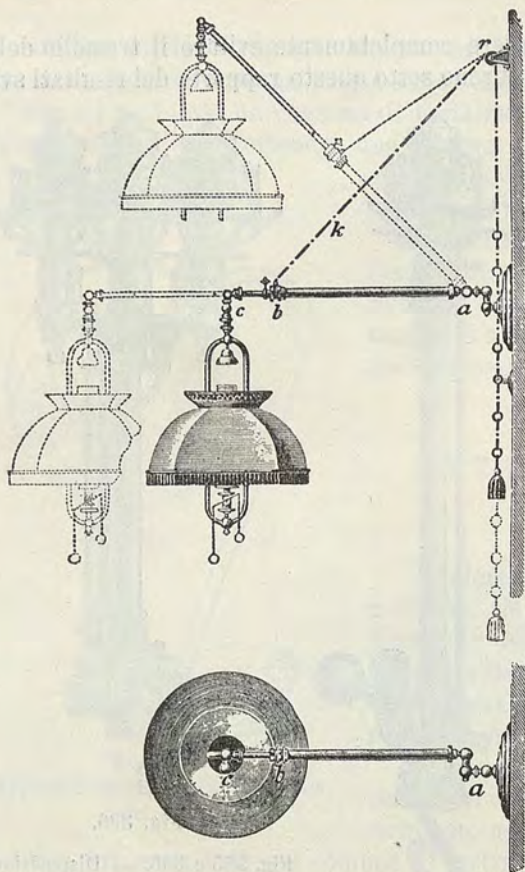


Fig. 397. — Braccio snodato (orizzontale e verticale).

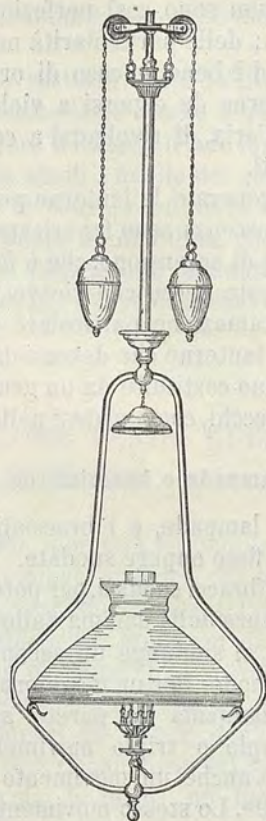


Fig. 398. — Lampada a sospensione.

con o senza aggiunta di lino, od anche con spirale di filo. Àlcuno di questi tipi di tubi è a perfetta tenuta di gas; vi sono però anche altri inconvenienti, quali la fragilità e il cattivo odore.

e) Candelabri, sostegni, mensole, lanterne.

Le lanterne stradali sono sostenute da *colonne vuote di ghisa*, con uno zoccolo fuso a parte a forma di canestro, alto da 0,60 ad 1 metro; hanno un'altezza di 2,90 a 3 metri sopra terra, e pesano comunemente da 150 a 250 chilogrammi. Il collegamento colle lanterne ha luogo per mezzo di un pezzo di ghisa speciale a scorrimento interno od esterno, a due o più bracci (supporti).

Le mensole sono quasi sempre fabbricate in ghisa, e precisamente sono di tale lunghezza che la fiamma disti dalla parete da m. 0,75 a m. 1,25. Le mensole vengono assicurate alle pareti col mezzo di arpioni o di placche (rosette); sugli spigoli le placche debbono essere foggiate a forma angolare. La lanterna viene applicata per mezzo di un pernio.

Le lanterne di esecuzione più comune sono nella loro ossatura in ferro fuso, ed alla loro ornamentazione serve anche lo zinco. Le misure più usate sono le seguenti: larghezza inferiore da 20 a 23 cm., larghezza superiore da 36 a 40 cm., ed altezza da 36 a 38 cm. (escluso il vertice).

Il tipo più semplice di lanterna è quello a 4 faccie (generalmente in uso per mensole), nelle quali le parti inferiore e superiore vengono congiunte da 4 bacchette ad angolo, qualche volta da due. Queste lanterne vengono fabbricate generalmente con

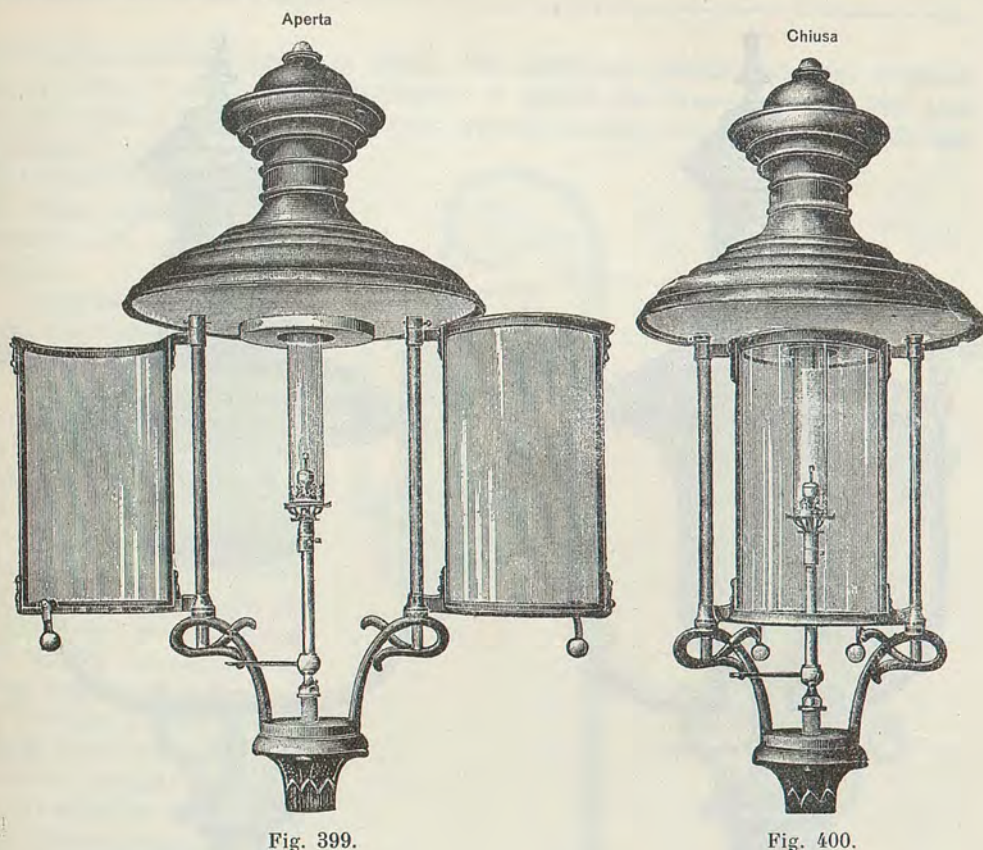


Fig. 399 e 400. — Lanterna stradale (tipo usato in Germania).

lamiera di ferro. Le lanterne a 4 lati presentano però un difetto, ed è quello che le bacchette angolari proiettano forti ombre, e che l'invetriata è alquanto malagevole. Vi sono poi le lanterne a 6 faccie, in cui le parti inferiore e superiore sono collegate da 2 sole bacchette; i lembi di due lati adiacenti, dove non esiste bacchetta angolare, si sovrappongono. L'interno della lanterna è accessibile per l'apertura di una o più porte a vetri dal suolo. Non essendo di alcuna utilità l'irradiazione della luce verso l'alto, il cielo della lanterna viene sovente munito di un riflettore.

Vi sono poi le lanterne stradali a faccie circolari, che sono quelle che meno proiettano ombre, come mostrano le fig. 399 a 403.

La fig. 404 mostra una lanterna stradale con un gruppo di fiamme e con riflettore.

Le lanterne da collocarsi nei giardini, nelle facciate, lungo porticati, ingressi, od in ambienti interni, vengono fabbricate in modi svariati, per esempio con vetriata cilindrica, sferica, ecc., con vetro bianco o fregiato, secondo le esigenze artistiche dell'edificio.

f) Bracci da parete, da sospensione e lampadari.

I bracci da parete, come sono usati comunemente, sono composti da tubi in ferro, oppure, più raramente, da tubi di ottone. Per figure artistiche, in cui vengono impiegati lo zinco, l'ottone, il rame, il bronzo, ecc., le lampade da parete sono generalmente montate come le fisse o come le lampade di sospensione, nella forma di lampadari e lire.

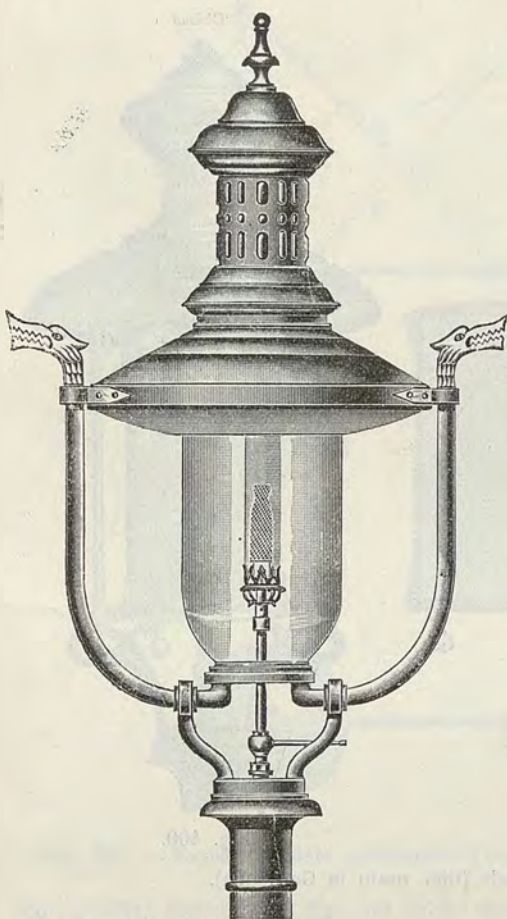


Fig. 401.

Lanterna stradale con fiamma diritta.

(Tipi usati dalla città di Colonia).

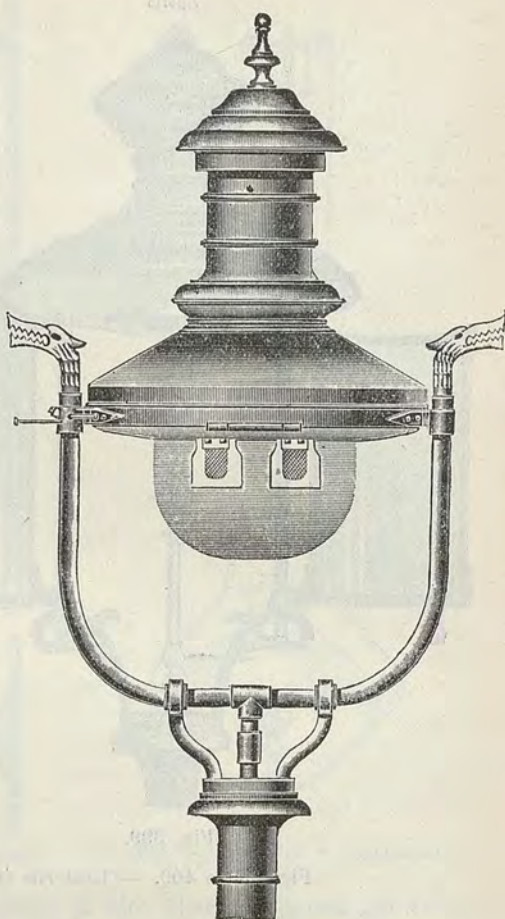


Fig. 402.

Lanterna stradale con fiamme rovesciate.

Nelle *lampade scorrevoli* si incontrano dei disegni assai ricchi. Queste lampade vengono sovente combinate con lampadari, per modo che servano di contrappeso alla lampada scorrevole, e quest'ultima armonizzi sempre col corpo del lampadario nelle differenti sue posizioni d'altezza.

Nelle lampade da *parete* si può facilmente applicare una disposizione, per ottenere eventualmente delle maggiori quantità di luce per una temporanea richiesta, ed un effetto più ricco dell'apparecchio di illuminazione. A tale scopo si possono impiegare i cosiddetti *bouquets* (fig. 405) che sono la riunione di 3 o più fiamme, le quali mediante un pernio vengono conficcate nella bocca di uscita del gas dal relativo braccio.

I lampadari vengono fabbricati a seconda del loro scopo e dei materiali come zinco, rame, bronzo dorato, o vetro.

I *lampadari di zinco* si fabbricano oggi pure in discreta quantità, essendo questi sensibilmente più economici di quelli di altri metalli. Tuttavia lo zinco lascia a desiderare, sia riguardo alla durata come per l'apparenza; per cui in questi ultimi tempi crebbe in favore la lega di zinco e rame, e specialmente il bronzo dorato. Questa lega, consistente in una parte di zinco con due di rame, ha conquistato quasi tutto il mercato. Il bronzo dorato è così qualificato non senza ragione, inquantochè appena

fuso ha una perfetta apparenza dorata. Per conservare questa apparenza, e quindi per garantire il metallo dalla ossidazione, si applica uno strato di vernice che dura un certo numero di anni. Se l'apparenza è sparita, in allora deve darsi al metallo una spalmatura di vernice per ricondurlo all'aspetto primitivo. Col mezzo galvanico si può ottenere un effetto anche migliore.

I lampadari di ottone o di rame sono meno frequenti dei lampadari di bronzo dorato.

I lampadari di ferro vengono adottati non solo per ambienti o locali il cui trattamento stilistico lo richiegga, ma anche laddove il corpo di illuminazione assume delle dimensioni straordinarie, e non debba costare di troppo. Recentemente è venuto in voga per piccoli lampadari l'impiego simultaneo di ferro, ottone, bronzo e zinco, dove il primo viene utilizzato generalmente ossidato in bruno, ovvero nichelato oppure bronzato galvanicamente.

L'impiego del ferro è raccomandabile specialmente per quegli apparecchi d'illuminazione i quali debbono essere situati all'aperto, in posizione esposta, tanto per la loro maggiore durata, quanto perchè il loro minor valore metallico li rende meno esposti al pericolo di venir rubati.

I lampadari di bronzo vero sono impiegati là dove non ha vi questione di prezzo, ed ove sono applicati in grande vicinanza all'occhio. Generalmente essi sono però poco in

uso. Il loro maggior costo sta meno nel maggior valore del metallo in cui sono costruiti che nella difficoltà della lavorazione. Il rincaro è per lo più dovuto al cesellamento. Talvolta si vendono pure lampadari fabbricati col titolo di bronzati; qui però non è il caso di esaminare se vi sia inganno sulla qualità o meno del metallo, potendo il prezzo venir giustificato dalla maggiore o minore lavorazione dello stesso.

I lampadari di vetro, chiamati anche lampadari di cristallo, vengono di preferenza impiegati per locali eleganti, arieggiati e decorati in oro. Essi danno un effetto ricco e vantaggioso in certi casi a cagione dei forti riflessi e per la rifrazione dei raggi;

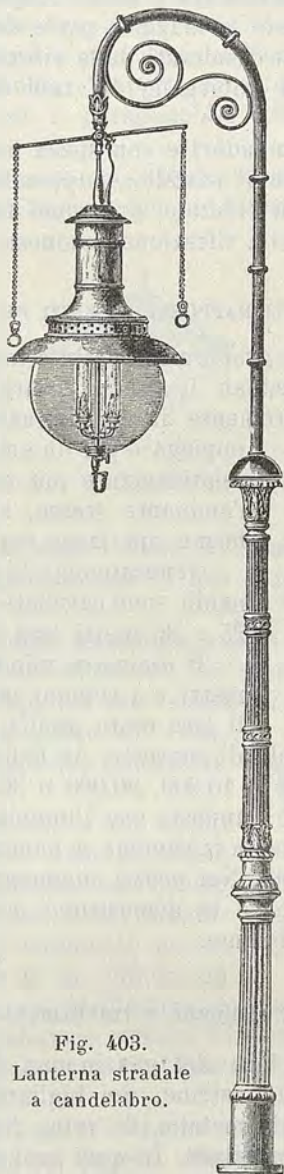


Fig. 403.
Lantern stradale
a candelabro.



Fig. 404. — Lantern stradale
con gruppo di fiamme e con
riflettore.



Fig. 405.

però costano circa il doppio dei corrispondenti lampadari in bronzo dorato. Il prezzo viene ancora aumentato qualora il vetro venga ricoperto di colori iridescenti, ciò che si fa mentre è allo stato incandescente con un ossido metallico che lo riveste di una patina colorata. L'iridescenza è molto originale per la luce di giorno, ma di sera l'effetto del lampadario la maggior parte delle volte non corrisponde al suo maggior costo, poichè le tinte risultanti dalla rifrazione la fanno quasi scomparire.

Per le condotte a gas si impiegano dei tubi di ottone che vengono introdotti nella massa vitrea.

Per ottenere con altri lampadari e con spesa moderata un effetto approssimato a quello che dà il lampadario di cristallo, si appendono agli apparecchi di illuminazione in metallo dei prismi di cristallo, o cordoni foggianti a faccette, ecc., in forme e figure adatte allo scopo della rifrazione luminosa.

PRINCIPALI RAPPORTI E PREZZI DEI LAMPADARI.

I lampadari eseguiti con proporzioni architettoniche sono rappresentabili nelle loro forme e dimensioni principali di altezza e larghezza estrema allo schema indicato nella fig. 406. Dipendentemente da considerazioni di ordine economico, volendo



Fig. 406.

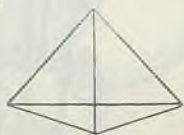


Fig. 407.

impiegare per un ambiente più grande un lampadario relativamente più economico, ma proporzionato all'ambiente stesso, allora bisognerà avvicinarsi alla forma più larga ma meno alta (fig. 407).

Generalmente le dimensioni degli ambienti illuminabili sono calcolate prendendo come unità di misura 25 a 35 metri cubi di spazio per ogni fiamma.

Il diametro minimo dei lampadari è di 50 centimetri, e i comuni vanno sino ad 1 metro di diametro. Il loro costo oscilla da 80 a 500 lire.

I lampadari per teatri, sale di concerto, da ballo e simili hanno diametri fino a 5 metri, ed il loro costo sale a 10.000, 20.000 e 30.000 lire.

Per tutti i lampadari si è supposta una illuminazione sferica o piana. Se invece di questa supponesi venga scelta la candela a fiamma, allora il prezzo indicato può ridursi di 3 o 4 lire per fiamma. Nei prezzi summenzionati sono comprese le sospensioni dei lampadari, come pure le disposizioni occorrenti per potere spegnere a piacimento una parte delle fiamme.

g) Riflettori, campane e trattamento delle fiamme.

Per poter concentrare la luce del gas in una determinata direzione, come è il caso nella illuminazione delle vetrine, dei bigliardi, dei tavoli, ecc., si fa uso di riflettori, i quali consistono di metallo, di vetro ricoperto d'argento, di lamiera di rame o ferro smaltato, di porcellana. In quei casi rari nei quali si vuol proiettare la luce in tutte le direzioni di un piano, si adoperano delle lenti sul tipo di quelle di *Fresnel*. Allo stesso scopo servono pure delle campane paraluce di vetro opalescente, le quali proiettano una grande quantità di luce sopra un tavolo, mentre nel resto dello ambiente rendono la luce uniforme ammorzandola. Esse danno luogo però ad un sensibile indebolimento nella luce.

Oltre lo scopo utilitario devesi considerare nelle predette installazioni anche il lato decorativo, ponderando sulla scelta degli apparecchi d'illuminazione, sul trattamento della fiamma, ossia se essa deve formarsi liberamente, oppure apparire in forma di candela, in una sfera o in una campana, ecc.

La *fiamma aperta* è, per quanto concerne il prezzo dell'apparecchio d'illuminazione, la più economica, come pure pel consumo di gas, ma è anche la più povera; quantunque la luce della fiamma è riflessa nel modo più brillante dalle eventuali dorature che trovansi nell'ambiente, e dai vetri e cristalli.

Nella cosiddetta *illuminazione a candele* vi è un becco tubolare, il quale è circondato da un cilindro avente la forma di una candela, formato da un vetro opalescente, e alla cui estremità arde la fiamma all'aperto. Questa illuminazione offre un effetto decorativo molto favorevole, ed è paragonabile alla illuminazione con fiamme all'aperto.

L'*illuminazione sferica* (od a campana) ottiene un effetto decorativo speciale, essa viene sempre adottata quando l'apparecchio di illuminazione può colpire l'occhio;



Fig. 408.



Fig. 409.



Fig. 410.

Fig. 408 a 410. — Cappelli sopra le fiamme.

l'effetto luminoso viene però alquanto ridotto. Trattandosi di ambienti molto alti e vasti, si effettua altresì una combinazione di una fiamma libera con una circondata da un cilindro.

Quando si vuole una luce molto tranquilla, adatta all'uso di lampade da lavoro, allora la fiamma deve essere circondata da un cilindro nel quale essa ottiene la necessaria stabilità; quindi si applica una specie di campana di vetro appannato. Una combinazione del sistema piatto col cilindrico non è facile, poichè il cilindro non può essere sufficientemente mascherato.

Nei lampadari è molte volte utile avere disposizioni atte a raccogliere il vetro eventualmente spezzatosi pel soverchio calore della fiamma. Queste disposizioni non possono applicarsi senza pregiudizio dell'effetto luminoso; ed è veramente necessario solo dove la fiamma arde in un cilindro od in una campana. Negli apparecchi di illuminazione a sospensione elevata, essendo difficilmente controllabili, si preferisce evitare l'impiego di cilindri e di campane; e ciò tanto più che un leggero tremolio della fiamma, quando non è troppo forte, può aumentare l'effetto decorativo.

Al di sopra delle fiamme del gas si sviluppa nel senso verticale una corrente di aria calda, che può danneggiare gli oggetti che si trovano in quella direzione. Per evitare ciò si applicano piccoli *cappelli* (fig. 408, 409 e 410) formati di materiale resistente alla fiamma (mica, porcellana, alluminio, ecc.).

Per impedire che la luce troppo forte colpisca l'occhio, si applica alla base della fiamma una *tazza* di vetro smerigliato, come alle figure 411 e 412.



Fig. 411.



Fig. 412.

Fig. 411 e 412. — Tazze smerigliate al basso delle fiamme.

II. — NUMERO DI FIAMME PER UN DATO SPAZIO

Il numero delle fiamme oscilla tra limiti abbastanza discosti in conformità all'uso ed alla decorazione dell'ambiente. Nella supposizione che le tinte delle pareti e del soffitto non siano oscure, una fiamma di 150 litri di consumo orario basta per ogni 30-40 metri cubi di spazio.

Per locali da feste ciò è insufficiente; bisogna calcolare una fiamma per uno spazio di 20-30 metri cubi, e distribuire le fiamme in modo conveniente sopra un lampadario, od un apparecchio aspiratore con becco solare nel centro del locale e con bracci da parete nel perimetro (luce centrale e luce perimetrale).

Se un locale avente un'altezza di 12 metri si discosta dalla forma quadrata in modo che la larghezza sia minore di $\frac{2}{3}$ della lunghezza, allora si raccomanda l'applicazione di più lampadari. I grandi ambienti dividonsi in spazi quadrati, destinando a ciascuno di essi quel numero di fiamme che si possono applicare ai lampadari ed ai bracci da parete. In generale si collocherà un lampadario nel mezzo dell'ambiente, oppure parecchi sull'asse principale del medesimo, e si procederà alla ripartizione degli ambienti da illuminare tanto più frequente quanto più il locale sarà basso.

L'estremità inferiore dei lampadari deve trovarsi almeno a 2 metri al di sopra del pavimento; nelle sale i lampadari si collocano più in alto, se l'ambiente ha un'altezza superiore a 10 metri, così che l'estremità inferiore si mantenga a circa $\frac{1}{3}$ dell'altezza al di sopra del pavimento. Al circolo delle fiamme di un lampadario si dà per diametro circa $\frac{1}{7}$ della larghezza dell'ambiente.

Come in tutti i bracci da parete o di sospensione, deve essere provveduto anche nei lampadari che il numero delle fiamme possa essere aumentato a piacimento, mediante l'applicazione di *bouquets*.

Le norme per una razionale disposizione di una illuminazione hanno d'uopo di un complemento dal lato decorativo, il quale verrà dato più avanti con speciali esempi.

III. — IMPIANTI SPECIALI DI ILLUMINAZIONE

a) Illuminazione di abitazioni, di studi, di piccoli locali da lavoro.

Il modo più semplice di illuminare un locale dal suo centro è col mezzo di bracci di sospensione, lampade di sospensione e lampadari. La disposizione centrale non è opportuna quando il locale, anzichè ad uso di comune abitazione, è destinato per

lavori od occupazioni che non permettono una facile trasposizione dei mobili. Si può ritenere come massima che la sorgente di luce artificiale debbasi collocare presso a poco là dove si trova quella della luce naturale (finestra).

Sarebbe irrazionale, sia rispetto al consumo di gas come per l'effetto luminoso, di alimentare molti o pochi ambienti da lavoro con un'unica sorgente luminosa.

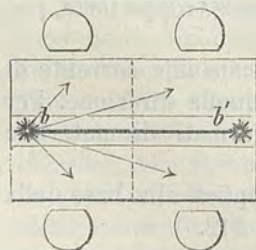


Fig. 413.

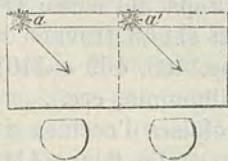


Fig. 414.

Ciò si renderebbe possibile per studi, uffici, ecc., in cui si usa di disporre le scrivanie su una o due file, ed allora si applicano le disposizioni di lumi rispettivamente della fig. 413 e della fig. 414. La disposizione della fig. 413 è alquanto difettosa,

ed è generalmente preferibile l'illuminazione superiore a quella laterale per doppie file di scrivanie.

Nei locali da lavoro dove il personale non è fisso al suo posto, ma può avere un movimento libero, come locali per imballaggio e per spedizioni, magazzini, ecc., è più favorevole una sorgente di luce comune generale, la quale illumini sufficientemente il locale in tutte le sue parti.

b) Illuminazione di vestiboli, scale, corridoi, cortili, strade.

La forte corrente d'aria a cui la fiamma di gas è esposta nella illuminazione di vestiboli, scale, corridoi, cortili e strade, rende necessario, per togliere il tremolio ed impedirne lo spegnimento, di circondarla con un vetro.

Nei *vestiboli* si adottano in parte lampade da parete, ed in parte lampade di sospensione; per *scale* quasi sempre bracci da parete, e per impianti più ricchi si usano i candelabri. Per scale a chiocciola con pozzo servono talvolta dei lampadari. Come norma da osservarsi nella illuminazione delle scale, onde ottenere il miglior effetto colla maggiore economia, deve si ritenere che ogni rampa della scala riceva luce diretta. Attesa la grande varietà nella costruzione delle scale, non è possibile stabilire regole generali. Si deve peraltro studiare con esperimenti e confronti di raggiungere il migliore effetto, tenendo presente che i tubi di condotta si possono, in generale, applicare più economicamente e facilmente lungo le pareti che sulle scale stesse, e che le sorgenti di luce devono essere a portata comoda dell'accenditore evitando l'uso di scale a mano, ecc. Per i più semplici impianti si applica una fiamma unica per ogni due piani; questa disposizione richiede qualche riflettore di luce.

L'illuminazione di *corridoi* presenta spesso delle difficoltà, non potendosi occupare la loro altezza e la loro larghezza, cogli apparecchi di illuminazione, che in una misura limitata.

In questi casi richiedesi una illuminazione indiretta, come dall'attigua scala, ecc. Le lampade di sospensione si potranno applicare solamente a corridoi adatti; ma, in generale, è da attenersi alle lampade da parete.

Nei *cortili* ordinari la posizione più favorevole per le lanterne è in quel punto in cui non vengono illuminate solamente quelle parti del cortile che più abbisognano di luce, ma possibilmente anche il passaggio aperto o le finestre delle scale. Se nel cortile trovansi scuderie o rimesse di carrozze, bisogna avere riguardo all'illuminazione delle medesime, così pure alla illuminazione delle latrine situate nel cortile. Sebbene negli impianti semplici la norma sia di applicare le lanterne sopra mensole, tuttavia la molteplicità delle esigenze, a cui deve si soddisfare nella illuminazione di cortili, indica di sovente come migliore l'applicazione della lanterna sopra una antenna; talvolta anche la massa di una fontana presenta un collocamento favorevole della lanterna stessa. Negli impianti di lusso, i diversi servizi non saranno generalmente da illuminarsi da una sorgente di luce unica; in questi casi si dovrà dunque ricorrere ad un certo numero di lampade.

Una buona *illuminazione stradale* richiede che le lanterne siano a distanze di 25 a 30 metri; non si dovrà mai oltrepassare i 40 metri. Stabilite tali distanze, le fiamme dovranno consumare almeno 150 litri all'ora. L'altezza della fiamma sopra il pavimento stradale deve essere da metri 2,30 a metri 3,60.

Nelle lanterne stradali (ed in genere per tutte le parti conduttrici esposte allo aperto) si deve aver molta considerazione al pericolo di congelamento dei prodotti della condensazione. Tutti i tubi di condotta debbono quindi avere una direzione tale che non sia possibile in alcun punto l'accumularsi di acqua. Per ciò è da evitare asso-

lutamente la posizione orizzontale dei tubi; questa norma ha poi speciale importanza per lanterne sopra mensole. Dove ciò non sia possibile, deve applicarsi un apparecchio di scarico nel punto più basso del tubo.

c) Illuminazione di stalle, latrine, ecc.

Questi ambienti hanno bisogno di una illuminazione più abbondante di quella che ordinariamente si usa, per giovare anche alla loro ventilazione. A questo scopo si applica alla sorgente luminosa un tubo che venga riscaldato dalla fiamma in modo da provocare una ventilazione nel locale.

Nel commercio non si hanno ancora dei tipi di apparecchi di illuminazione rispondenti allo scopo suaccennato.

Una forma di lampada ventilatrice molto semplice è quella contenuta nella disposizione della fig. 415 che corrisponde ad una lanterna stradale a 4 lati dimezzata. La fiamma arde dapprima essendo la parete S chiusa, nel frattempo l'aria si riscalda



Fig. 415.

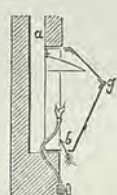


Fig. 416.



Fig. 417.

nel tubo *a*, quindi si può aprire la parete S e lasciarla pendere verticalmente in posizione di riposo; con ciò viene a smaltirsi un maggior volume di aria. Per applicazioni più semplici e dove non si teme che la fiamma sia all'aperto, la si lascia ardere davanti alla bocca del tubo di

aspirazione, che raccoglie i prodotti della combustione in una cappa (*k* in fig. 416). Con quest'ultima disposizione non si può sperare una illuminazione uniformemente tranquilla, poichè il tubo di scarico, non venendo riscaldato, non può fare il suo ufficio che irregolarmente, ciò che produce un forte tremolio nella fiamma.

Per singole latrine raccomandasi l'applicazione di una piccola fiamma sotto ad una specie di imbuto, da cui parte un tubo di lamiera del diametro di 4 a 5 centimetri, il quale con una pendenza opportuna conduce ad un prossimo fumaio od all'aperto (fig. 417). La combustione inizia nel tubo uno scarico d'aria molto efficace.

Gli esempi suesposti non possono servire che come indicazione sommaria, verificandosi in pratica condizioni così svariate, che si dovrà sempre provvedere ad ogni singolo caso in modo speciale.

d) Illuminazione di opifici.

Questi locali sono generalmente illuminati con fiamme aperte, utilizzate in lampade da parete o da sospensione, le quali vanno distribuite in modo da evitare grandi ombre.

In molti opifici non è possibile limitarsi a sorgenti di illuminazione fisse, oppure a bracci da parete mobili; per cui è necessario far uso di parecchie lampade portatili, e quindi sono da prevedersi delle numerose prese di gas in molti punti del locale.

e) Illuminazione di vetrine.

L'illuminazione delle vetrine deve disporsi in modo da impedire che la vetrina esterna si appanni in causa dell'effetto della bassa temperatura.

A questo scopo si hanno due mezzi: il prosciugamento artificiale dell'aria interna più calda dell'esterna, oppure il mantenimento delle due superficie del vetro ad una temperatura pressochè eguale.

Per ambedue i mezzi si presenta la soluzione di separare il vetro dell'interno del negozio mediante un secondo vetro, risultando in questo modo uno spazio di m. $0,75 \div 1,50$ di larghezza. Per mantenere in un grado di secchezza costante

l'aria contenuta in questo ambiente non bastano i mezzi conosciuti, tanto più che l'accesso dell'aria fresca non potrà evitarsi sia per l'imperfezione delle chiusure, sia per l'apertura della porta. Se nell'ambiente stesso vengono disposti gli apparecchi per l'illuminazione come il più delle volte avviene, allora l'aria contenuta assorbe una grande quantità di umidità dai prodotti della combustione. Allo scopo di preservare gli oggetti esposti si rende necessaria una abbondante ventilazione della vetrina, che viene combinata colla illuminazione della stessa. Il modo più comunemente usato per raggiungere più o meno bene questo scopo, si è quello di praticare

nella intelaiatura inferiore e superiore della vetrina esterna una apertura, il più delle volte una striscia continua bucherellata, larga 6 a 12 centimetri (*b* e *b* in fig. 418) che permetta l'entrata e l'uscita all'aria esterna.

Per essere certi che la parte inferiore della vetrina non abbia ad appannarsi pel gelo, alla base inferiore della medesima viene applicata una serie di fiamme (in *e* fig. 418) con aperture d'aria corrispondenti *f*. Ciò promuove anche il richiamo dell'aria esterna traverso *b* nella parte inferiore.

I lumi laterali (*e*), vantaggiosi per la illuminazione e la ventilazione, recano invece pregiudizio alla esposizione della merce nelle vetrine, e possono anche divenire pericolosi per incendio.

Ancorchè la vetrina sia illuminata col sistema ora indicato, e così venga evitato l'appannamento, pure può accadere che la disposizione non soddisfaccia il proprietario e ciò specialmente quando la vetrina è esposta ai venti del nord e dell'est. Le aperture per la ventilazione facilitano l'accesso della polvere dalla strada, in modo che in date circostanze bastano pochi colpi di vento per ricoprire di polvere tutti gli oggetti esposti nella vetrina. Si evita questo grave inconveniente ricorrendo l'apertura con garza fina; ma questo mezzo pregiudica la ventilazione, per cui i fori della ventilazione devono essere ingranditi.

Dove la disposizione e l'utilizzazione della vetrina lo permettano, si chiude completamente l'apertura inferiore, la quale è più esposta all'ingresso della polvere.

Secondo un'altra disposizione abbozzata nella fig. 419, manca completamente lo accesso d'aria alla parte inferiore della vetrina, mentre nella parte superiore è praticata un'apertura analoga su tutta la larghezza per circa $\frac{1}{8} \div \frac{1}{10}$ dell'altezza della vetrina.

Quest'apertura può essere chiusa da un disco *a* girevole in una cerniera *b*, mediante la corda *c* condotta per mezzo di un anello *d*. Dei piccoli contrappesi premono sufficientemente il disco nella chiusura. L'aria fredda entra seguendo la freccia *e* e discende lungo la vetrina. Per un volume relativamente grande di aria, una parte di essa perviene non riscaldata sino in fondo alla vetrina allontanandovi il pericolo di congelazione, purchè l'apertura *a* possieda una sufficiente ampiezza. L'aria riscaldata abbandona l'ambiente nella direzione della freccia *g*. Questo sistema presenta il van-



Fig. 418.

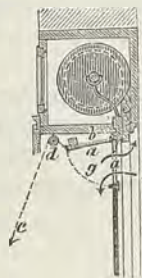


Fig. 419.

taggio di poter rimanere in tempo normale fuori di servizio, mentre può entrare prontamente in attività. Se per la temperatura esterna non è a temersi un appannamento della vetrina, il disco *a* viene aperto la sera parzialmente per lasciar sfuggire i prodotti della combustione del gas; l'accesso d'aria nel negozio si effettua per mezzo delle finestre interne che non sono mai a perfetta tenuta.

Quale sia fra i diversi sistemi descritti il preferibile, non si può dire; ciò dipende da circostanze speciali. Dove si teme la polvere è da preferirsi la disposizione della fig. 419; dove si vuol seguire la via più semplice, è raccomandabile la disposizione della fig. 418, la quale è la più usata.

Ai descritti sistemi di ventilazione si collega, come il più semplice e perfetto, il metodo cosiddetto di *illuminazione a sbarre* (fig. 420), dove è applicata una serie di lampade con becchi Argand sopra un tubo di gas, a circa $\frac{2}{3}$ di altezza dalla vetrina, ma non troppo vicino



Fig. 420. — Illuminazione a sbarre di una vetrina.

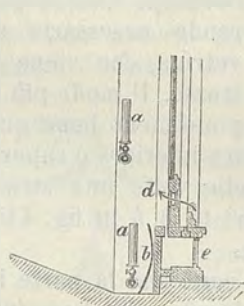


Fig. 421.

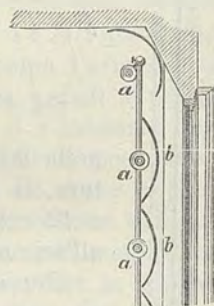


Fig. 422.

Fig. 421 e 422. — Illuminazioni nascoste.

alla vetrina stessa (ad una distanza di 60 mm. almeno). Avviene anche che la sbarra sia piegata o diramata secondo svariate figure; ciò però pregiudica facilmente il buon effetto della disposizione adottata.

Partendo da altri principii e mirando ad altri scopi, la illuminazione di vetrine si divide in illuminazione nascosta, chiamata *dalle quinte*, ed illuminazione dall'esterno. La prima viene scelta nei casi in cui abbiasi a desiderare una illuminazione *ad effetto* degli oggetti esposti, ad esempio, tappezzerie, tappeti, stoffe brillanti, insomma là dove vuolsi conseguire non una illuminazione parziale degli oggetti, ma un effetto di luce complessivo. Così tale sistema di illuminazione non si adotterà per illuminare oggetti di chincaglierie, biancherie, ecc.

Le fig. 421 e 422 rappresentano la illuminazione nascosta, dove *a a* sono lampade Argand, la cui luce viene proiettata per mezzo di riflettori *b e b* sugli oggetti esposti. Le lampade sono applicate nelle intelaiature sopra tutta l'altezza sovrapposte l'una all'altra a distanza di circa 55 centimetri, con qualche spostamento laterale affinchè i prodotti della combustione dell'una non abbiano a pregiudicare la buona combustione delle altre superiori. La ventilazione fatta con una sola apertura superiore incontrerebbe degli ostacoli, poichè l'aria fredda discendente verrebbe ad incontrarsi in una corrente di aria troppo calda. In questo caso l'accesso di aria fredda si deve fare traverso *d*, o, meglio (non venendo ridotta la luce della vetrina), da *e*. È evidente che l'impianto è complicato, ed ha i suoi inconvenienti. Siccome è svantaggioso e non aggradevole di far cominciare la vetrina a mm. 0,30 ÷ 0,40 di altezza dal piano stradale, mascherando la serie di lampade inferiore dietro tale parapetto, si usa nella maggior parte dei casi scendere coll'impianto sotto al livello stradale.

In qualche caso si è fatto ancora un passo più in là, abbassando il pavimento del locale di esposizione quasi fino a quello del sottosuolo, avendo con ciò la possibilità di esporre degli oggetti di straordinaria dimensione.

Anche l'*illuminazione dall'esterno* raggiunge lo scopo di nascondere allo spettatore la fonte luminosa, avendo il vantaggio di tenere completamente lontani dall'ambiente d'esposizione i prodotti della combustione. Ciò allontana non solo il pericolo di appannamento della vetrina, ma rende possibile l'esposizione di oggetti per i quali il contatto di prodotti della combustione riesce dannoso, come gli oggetti di oro e di argento.

Un sistema di illuminazione esterna è rappresentato dalla fig. 423. Si può invece applicare nella parte superiore della vetrina una lastra di vetro orizzontale, e in questo spazio collocare le lampade per l'illuminazione della vetrina. Le lampade sono poi munite di riflettori per proiettare la luce nella direzione voluta.

Agli accennati vantaggi della illuminazione esterna vanno contrapposti i seguenti inconvenienti: 1° che il numero delle lampade richieste è molto grande, e che la forza luminosa viene indebolita sia dalla grande distanza degli oggetti da illuminarsi, sia dal passaggio attraverso il vetro dei raggi luminosi (dando luogo ad una perdita del $6 \div 10 \%$); e non riesce quindi quasi possibile raggiungere una sufficiente illuminazione; 2° che l'effetto dell'impianto è di giorno poco gradevole. Per questi inconvenienti l'illuminazione dall'esterno delle vetrine è poco in uso.

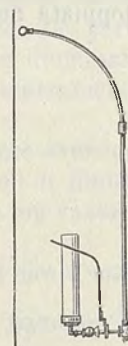


Fig. 423.
Illuminazione
esterna.

f) Illuminazione di sale e locali di riunione.

Per illuminare locali aventi ricche decorazioni, non basta aver risolto il problema di espandere una luce chiara e per quanto è possibile eguale in tutte le parti dell'ambiente, ma tanto la luce come gli apparecchi devono servire allo scopo decorativo dell'ambiente. Nell'illuminazione col gas bisogna evitare un eccesso di luce, perchè una grande quantità di luce trae seco un proporzionato sviluppo di calore, il quale disturba quando sieno trascurate le disposizioni per la relativa aereazione dell'ambiente in rapporto alla quantità di luce.

Per l'illuminazione di grandi spazi si possono adottare tre metodi: α) illuminazione con lampadari, coll'aiuto di bracci da parete; β) illuminazione a giorno; γ) illuminazione esterna.

α) Illuminazione con lampadari (illuminazione centrale).

È la più usata e la più antica per locali riccamente decorati (sale e locali da festa), e di fronte ad altri sistemi di illuminazione più recenti offre il vantaggio di una più razionale utilizzazione e distribuzione della quantità di luce. Inoltre può essere utilizzata assai più vantaggiosamente a scopo decorativo. Questi pregi assicurano al sistema d'illuminazione centrale un vasto campo, malgrado i vantaggi che, rispetto alla ventilazione, possono presentare altri sistemi. Ove sia fattibile non si deve trascurare di collocare superiormente ad un grande lampadario un camino, il quale asporti i prodotti della combustione e l'aria viziata. Questo camino deve essere abbastanza ampio, tanto più che la sua bocca di presa viene ristretta perchè mascherata necessariamente a scopo decorativo.

Per avere qualche norma sulla applicazione di lampadari, la quale si limiti però a determinare una distribuzione di luce uniforme, non toccando che incidentalmente le considerazioni di ordine decorativo, si riferisce quanto segue:

Una piccola sala quadrata di circa 9 metri di lato e 6 metri di altezza (parte destra della fig. 424), viene illuminata da un solo lampadario il quale distribuirà la luce nel modo più uniforme. Non è escluso però che non si possa venire in aiuto alla distribuzione di luce, con bracci da parete, i quali vengano distribuiti nell'ambiente in modo adatto e in relazione alla architettura del locale. Se la detta sala viene raddoppiata nella sua lunghezza, sarà il caso di applicare due lampadari sulla stessa

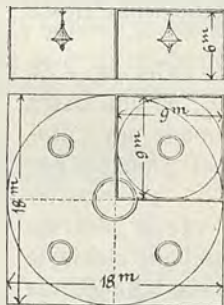


Fig. 424.

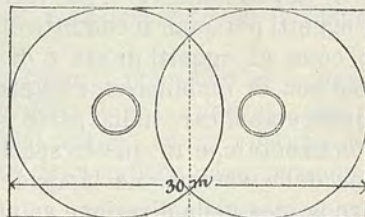


Fig. 426.

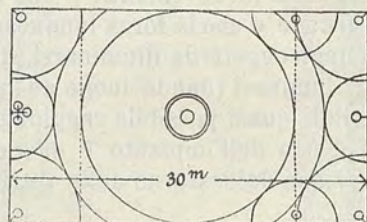


Fig. 427.

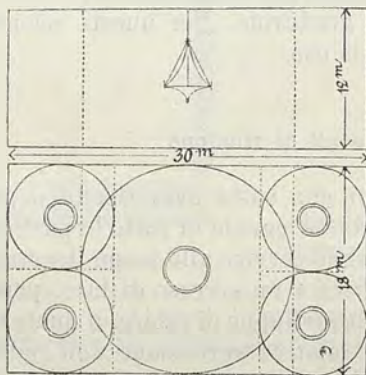


Fig. 425.

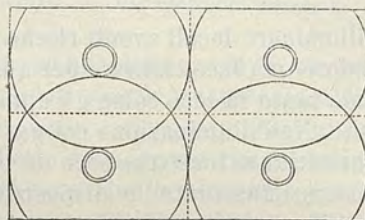


Fig. 428.

Fig. 424 a 428. — Vari sistemi di illuminazione di grandi locali.

superficie; raddoppiandosi lo spazio contemporaneamente in lunghezza e larghezza (riferendoci sempre alla figura di prima) allora sarà il caso di applicare 4 lampadari. Se lo spazio originario così ingrandito dovrà subire un aumento anche in altezza, allora non si otterrà una corrispondente e proporzionata distribuzione di luce anche ingrandendo i lampadari e moltiplicando il numero delle fiamme, finchè non si sarà raggiunta una altezza doppia, colla quale si ritornerà alle proporzioni stesse di spazio come quelle originarie da cui si era partiti. Per tale spazio raddoppiato in ogni direzione si avranno ancora quattro lampadari, ma ingranditi corrispondentemente all'ingrandimento dello spazio, nel modo migliore e conforme allo scopo.

Supponendo che uno spazio avente 18 metri di lato sia ingrandito in una direzione fino a 30 metri (fig. 425), il solo lampadario primitivo più non potrà bastare per tutto l'ambiente, perchè risulteranno dei punti poveri di luce, e sarà necessario ricorrere all'applicazione di bracci da parete.

Se l'altezza della sala aumentasse del doppio, converrà collocare su ciascuno dei quattro angoli un lampadario secondario, in modo che l'illuminazione della sala sia fatta con un grande lampadario centrale e con 4 lampadari secondari.

Nelle figure 426 e 428 vi sono altre soluzioni dell'illuminazione centrale delle sale col gas-luce. Nella fig. 427 viene considerato anche il caso dell'illuminazione centrale coll'aiuto dell'illuminazione perimetrale mediante il collocamento di candelabri alle pareti della sala.

Si dovrà sempre immaginare lo spazio da illuminarsi decomposto in *sfere luminose*, in cui una delle misure, l'altezza, è costante, e l'estensione della superficie sia in relazione al numero delle fiamme, quindi alla grandezza del lampadario. Le parti corrispondenti alla compenetrazione delle sfere saranno esuberantemente illuminate e gli spazi che rimangono fuori dai contatti delle sfere saranno invece scarsamente illuminati.

L'eccesso e la scarsezza di luce si possono rappresentare graficamente avendosi così un mezzo facile per raffrontare il valore pratico degli eventuali sistemi di illuminazione. Evidentemente la figura 425 contiene la soluzione praticamente più vantaggiosa, e la figura 428 la meno favorevole.

Nell'ipotesi di assumere una fiamma ogni 30 metri cubi di spazio, il locale sud-descritto richiederebbe per la sua illuminazione: $\frac{18 \times 30 \times 12}{30} = 216$ fiamme, le quali riferendosi alle differenti soluzioni andrebbero distribuite nel modo seguente:

Fig. 425: Lampadario centrale $\frac{216}{2} = 108$ fiamme, e per ciascuno dei 4 lampadari laterali $\frac{216 - 108}{4} = 27$ fiamme;

fig. 426: Ognuno dei 2 lampadari $\frac{216}{2} = 108$ fiamme;

fig. 427: Lampadario centrale $216 \times \frac{2}{3} = 144$ fiamme;

Bracci e candelabri $216 - 144 = 72$ fiamme;

fig. 428: Ognuno dei 4 lampadari $\frac{216}{4} = 54$ fiamme.

La determinazione del numero totale delle fiamme e la loro disposizione razionale in modo esclusivamente numerico, come si è fatto più sopra, è raramente ammissibile per ragioni architettoniche. Fortunatamente anche la natura della luce, la quale si riverbera grazie al riflesso del soffitto e delle pareti (così che si possono commettere gravi errori nella distribuzione della luce), giustifica le sensibili differenze dai risultati numerici, i quali devono essere considerati solo come indicazioni approssimative.

In prima linea sono da considerarsi quei punti di sospensione che sono in relazione coll'architettura del soffitto. Non sempre però la sospensione può essere applicata nel punto desiderato, perchè l'architettura delle pareti può prescrivere una determinata suddivisione del soffitto. Così la grandezza del lampadario deve essere in rapporto con quella dello spazio da illuminare, nonchè della sua configurazione architettonica. Una regola empirica assegna pel diametro del lampadario $\frac{1}{7} \div \frac{1}{6}$ del minimo diametro dello spazio. Questa massima può essere applicata con qualche sicurezza tanto negli ambienti piccoli come nei più grandi. Tuttavia sta sempre nel giusto criterio dell'architetto lo stabilire tanto la distribuzione dei lampadari quanto la proporzione degli stessi fra di loro. Questo studio dell'architetto ha molta importanza, specialmente in quei casi in cui l'ambiente ha una pianta irregolare, oppure è provvisto di gallerie, tribune, ecc., presenta dimensioni straordinarie.

L'altezza, a cui i lampadari devono venir sospesi, è altresì una questione di estetica; può tuttavia servire come norma generale (per considerazioni pratiche) il seguente riflesso: che il punto più basso di un lampadario deve trovarsi ad almeno 2 metri sopra il pavimento, e deve risultare circa ad $\frac{1}{3}$ dell'altezza del locale.

β) Illuminazione dall'alto.

In questo genere di illuminazione sono aboliti i lampadari, i bracci e i candelabri. I beccucci illuminanti escono immediatamente dalla condotta del gas.

Questo genere di illuminazione venne applicato per la prima volta ad ambienti chiusi, come nel Museo di Londra.

L'illuminazione dall'alto viene applicata quando non è possibile l'impianto di lampadari, in causa che gli oggetti esposti elevantisi di molto sul pavimento possono creare ostacoli alla applicazione dei medesimi. Questo genere di illuminazione a fiammelle libere s'usa pure per decorazione delle facciate nella ricorrenza di qualche festa.

Per l'illuminazione dall'alto le tubazioni del gas si adattano alla architettura, e portano i beccucci che sortono dai tubi lateralmente a distanze di 10 a 15 centimetri.

L'effetto della illuminazione dall'alto è gradevole ed è raccomandabile, benchè il consumo di gas risulti relativamente molto grande, in causa della grande distanza dalla fonte luminosa degli oggetti da illuminarsi.

L'illuminazione dall'alto fatta col gas non è però molto decorativa, onde non viene molto adottata per sale, teatri, e simili. La luce elettrica è molto più adatta alla illuminazione dall'alto, e in questi casi viene sempre preferita al gas.

γ) Illuminazione esterna.

L'illuminazione esterna di ambienti chiusi ha lo scopo di sottrarre i locali illuminati agli effetti del calore e dei prodotti della combustione forniti dalle sorgenti luminose. Le fiamme trovansi al difuori dell'ambiente sia sopra il coperto di vetro, sia dietro le vetriate laterali, e disposte come nella illuminazione dall'alto in gran numero sopra una corrispondente rete di tubi.

Questo genere di illuminazione richiede un consumo di gas straordinariamente grande, sia per la grande distanza dalla fonte luminosa, come pure per effetto della perdita di luce traverso le superficie vetrate. Non ostante il grande vantaggio inerente a questo genere di illuminazione di non inquinare l'aria, pure fino ad ora non ebbe grande diffusione, anzi dove esisteva fu in molti casi parzialmente soppresso. Anche sotto l'aspetto decorativo, esso è poco pregevole.

g) Illuminazione dei teatri.

Dopo l'introduzione della luce elettrica l'illuminazione a gas dei teatri ha perduto molta importanza.

L'illuminazione dei teatri è la più difficile per soddisfare nello stesso tempo l'estetica e i bisogni pratici. Generalmente si richiede l'illuminazione centrale, mediante un grande lampadario, unitamente a quella perimetrale mediante l'applicazione di candelabri appesi a fianco dei palchi. Altri osservano giustamente che il lampadario centrale disturba la visione degli spettatori situati nei palchi superiori e nelle gallerie, e quindi chiedono l'abolizione del medesimo, sostituendolo con un'illuminazione dall'alto unitamente a quella perimetrale.

Dovendosi asportare i prodotti dell'illuminazione a gas, lo studio dell'architetto riesce molto difficile nell'applicazione di questo sistema per illuminare un teatro. Per coloro che dovessero intraprendere un simile studio servono di modello gli impianti eseguiti nel Teatro di Corte di Monaco (Baviera) e nel Teatro dell'Opera di Vienna, che furono descritti con molti particolari dall'Ing. Schilling nel suo *Trattato sull'illuminazione del gas di carbon fossile*.

Molte fiamme a gas dei teatri sono usufruite allo scopo di ventilazione. Anche le fiamme della *ribalta* sono qualche volta utilizzate a questo scopo, eliminando anche con ciò il pericolo di incendio da cui sono minacciati gli artisti per questa serie di fiamme. Nell'Opera di Vienna questa soluzione si ottenne mediante l'applicazione di becchi di fiamme dirette all'ingiù, e i prodotti di combustione vengono aspirati inferiormente da un collettore unito ad un camino.

b) Sospensione dei lampadari.

La sospensione dei lampadari richiede cure speciali. Per *piccoli lampadari* il tubo a gas stesso serve per la sospensione mediante un giunto sferico, oppure una vite; pei lampadari *più pesanti* invece questo tubo non serve alla sospensione, ma accompagna l'organo di sospensione (tubo, barra o catena) lateralmente o dentro il medesimo. Se pel punto scelto per la sospensione non passa una travatura, a cui assicurare la sospensione mediante viti a legno munite di buone capocchie, con relativi ganci, devesi applicare un pancone della grossezza di circa 10 cm., assicurato mediante viti alla parte inferiore delle rispettive travi laterali. Questo lavoro non dovrebbe mai essere dimenticato prima di rivestire il soffitto. Per lampadari aventi più di 1 metro di diametro non basta una vite a legno od un gancio per l'attacco della sospensione, poichè la travatura è soggetta superiormente al lampadario ad un continuo essiccamento; ma si richiede un bollone a vite con dado ed una forte rosetta inferiore.

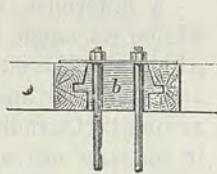


Fig. 429.

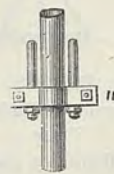


Fig. 430.

Nei lampadari più pesanti è indispensabile una precauzione ancora maggiore. In questi casi si applica al tubo di gas un collare di ferro a staffa (fig. 429 e 430), il quale è abbracciato da due aste di trazione di una sezione proporzionata attraversanti la travatura superiore e fissate ad essa per mezzo di madreviti; una forte guida in ferro può servire alle due madreviti di comune appoggio. Queste sbarre debbono, secondo i casi, venire prolungate fino all'armatura del tetto. Essendovi dei lampadari del peso di 25 quintali, è necessario tenerne conto eventualmente nella costruzione del soffitto e del tetto.

Nei teatri, circhi, ecc., i lampadari, onde riescano accessibili, si fanno a saliscendi mediante carrucole, taglie e verricelli. Il tubo di condotta del gas deve allora essere provveduto di snodi, o di un pezzo di cuoio, per poter seguire il movimento del lampadario. Il verricello dovrebbe essere costruito con speciale considerazione alla sicurezza, e quindi possedere un freno automatico di garanzia.

c) Illuminazione di un cantiere.

L'illuminazione di un cantiere si fa in diversi modi, a seconda del carattere del medesimo. Se si tratta di una illuminazione urgente e di breve durata si ricorre alla luce prodotta dal fuoco di legna bene essiccata. Varranno però assai meglio le torcie di pece, che si raccomandano pel loro buon servizio e pei loro speciali vantaggi.

Invece per lavori di una durata più prolungata, in posizioni riparate (per es., per lavori di finimento interno, lavori in miniere profonde, ecc.), si raccomanda l'impiego di lampade a petrolio in forma di torcie e lampade a gasolina.

Per cantieri all'aperto, dove non sia in questione l'illuminazione elettrica e si abbia a disposizione il gas, è conveniente impiantare una rete di tubi a gas tale che possano essere comodamente adoperate delle *torcie a gas*. Queste sono delle fiamme di gas aventi forma di uno spruzzatoio (fig. 431) e di un diametro da 4 ad 8 cm. con forellini della luce di una punta d'ago. La fiamma avente forma di torcia resiste ad un vento moderato. Ove la stessa debba essere riparata, si provvede con un parafiamma, il quale può anche servire da riflettore. La fiamma a torcia può anche venire fabbricata come una lampada, e cioè facendo uso di un sostegno mobile (fig. 432) a cui il gas viene condotto mediante un tubo di gomma come nelle comuni lampade a sostegno. Anche il sistema di tubi deve, per raggiungere la mobilità, essere munito di disposizioni flessibili.

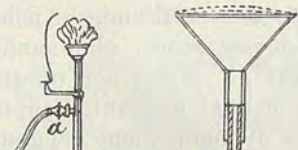


Fig. 431.
Torcia a gas.

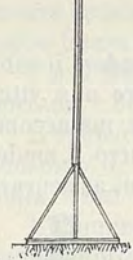


Fig. 432.
Sostegno mobile
per
fiamma a gas.

k) Lampade di ventilazione.

A differenza della luce elettrica, l'illuminazione col gas può essere adoperata anche per favorire la ventilazione degli ambienti abitati. Abbiamo già veduto come con una fiamma a gas può essere ventilata una stalla od una latrina. Ora accenneremo alla ventilazione di altri ambienti. Quando la luce elettrica non era ancora introdotta nei teatri, in questi si usava adoperare i cosiddetti *becchi solari*, che contemporaneamente all'illuminazione dall'alto avevano lo scopo di ventilare l'ambiente. Attualmente l'industria degli apparecchi pratici per ventilazione si è rivolta ad ambienti meno grandi ma più comuni, come sarebbero le stanze a fumare, le sale da ristorante, le piccole sale da riunioni, sale da ballo, ecc. Essa si adatta bene anche a stanze da lavoro se si costruiscono le campane in vetro brillante, e si applica superiormente un riflettore.

La figura 433 rappresenta una lampada per ventilazione, dove *a* significa un globo di vetro appannato, il quale racchiude un becco Argand, la cui fiamma viene accesa da un piccolo becco nella campana. Lo sviluppo del calore dalla fiamma riscalda l'interno di un tubo di lamiera *g* ed un camino di ventilazione *h*, il quale aspira l'aria dell'ambiente attraverso le aperture di una rosetta *f* del soffitto. Il camino *h* deve essere molto bene protetto contro il fuoco, poichè esso comunica al pavimento (che lo ricopre) una quantità di calore tale da produrre una sensibile contrazione nello stesso. Si può ovviare a questo inconveniente disponendo sopra al tubo una lastra di ardesia o di amianto.

La lampada di ventilazione di *Stromayer* è una lampada di sospensione Argand, con tubo di scarico sovrapposto, il quale è interno ad altro tubo più largo e fisso, ma che si può estrarre insieme alla lampada (fig. 434). L'apparecchio è sospeso ad una specie di canestro perforato nel soffitto. In ogni caso è conveniente di raddoppiare la lunghezza del tratto munito di guarnizione, onde porre questa fuori del pericolo dell'effetto calorifico immediato dei prodotti di combustione. Nella maggior parte dei casi converrà rinunciare al doppio tubo come camino, allo scopo di evitare un tremolio nella fiamma per l'aumento della corrente d'aria. Così non sarà necessario rialzare la lampada che per poco tempo e solo durante l'accensione per riscaldare la parte superiore; in questo caso serve egualmente una guarnitura semplice.

Nei becchi dell'illuminazione dall'alto lo scarico dell'aria è necessario per avere una buona combustione. Se non può essere eseguita una disposizione simile a quella della fig. 433, sarà opportuno di raccogliere lo scarico d'aria dell'ambiente in una

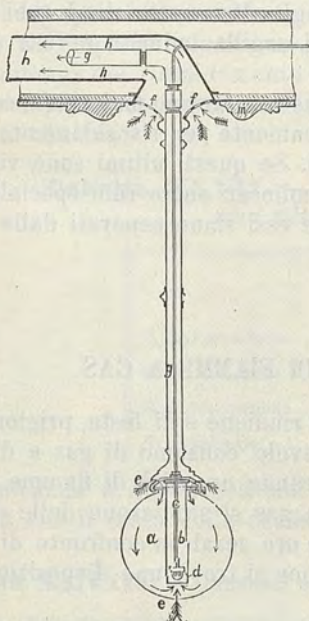


Fig. 433. — Lampada di ventilazione.

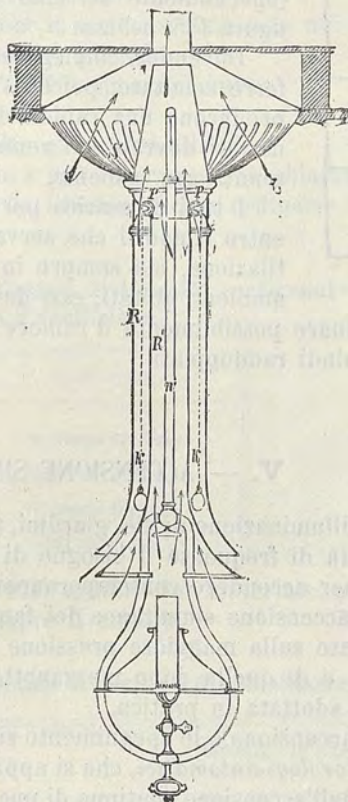


Fig. 434. — Lampada di ventilazione Stromayer.

conduttura sotto il soffitto, nella quale sbocca pure il camino del becco, e questo conduca ad un camino vicino, affinché l'aria viziata accumulata sotto il soffitto non possa venire aspirata nel becco.

Un altro tipo di lampada ventilatrice è quella di See-Wouters, dove la camera di ventilazione è in certo modo indipendente dalla lampada, e può disporsi nel soffitto stesso o fuori di esso.

IV. — COSTRUZIONE DEI CONDOTTI DI SCARICO

Secondo gli esperimenti fatti da *Lewes*, i prodotti della combustione del gas, provenienti anche dai più grandi becchi, quando sono mescolati con aria diminuiscono la loro temperatura in modo che si può senza timore introdurre i tubi di scarico anche nei soffitti di legno, riducendo la distanza dei becchi dalla superficie inferiore del soffitto, fino a 30 centimetri, come si usa in Inghilterra ed in Francia. In questi paesi si adoprano per tubi di scarico dei tubi di argilla smaltata.

Siccome i prodotti della combustione del gas nel loro passaggio internamente al soffitto facilmente si condensano, converrà dare ai tubi una leggera pendenza verso

la parete, ossia verso il camino ascendente; qui devesi applicare una capsula facilmente scaricabile (eventualmente con robinetto di scarico), sulla quale possa raccogliersi l'acqua di condensazione cadente dal camino. I tubi ascendenti (specialmente se sono metallici) devono essere costruiti secondo la figura 435, schizzo *a*, e non già secondo lo schizzo *b*.

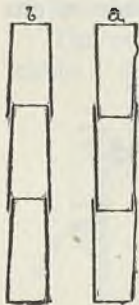


Fig. 435.

Dovendosi impiegare tubi metallici, conviene adoperare lamiere di ferro smaltato, poichè l'acido nitrico e l'ammoniaca, che si sviluppano, producono una rapida distruzione degli altri materiali. I tubi stretti murati dovrebbero venire rivestiti di argilla indurita e resa bene a tenuta con cemento.

I tubi di scarico per motrici a gas non devono mai venir collocati entro condotti che servano simultaneamente per riscaldamento e ventilazione, ma sempre in tubi speciali. Se questi ultimi sono vicini ad ambienti abitati, essi devono venire collocati entro tubi speciali liberi per attenuare possibilmente il rumore; a meno che essi siano separati dalla muratura e quindi raddoppiati.

V. — ACCENSIONE SIMULTANEA DI FIAMME A GAS

Nella illuminazione di vie, giardini, teatri, sale di riunione e di festa, prigioni, ecc., si presenta di frequente il bisogno di un considerevole consumo di gas e di mano d'opera per accendere contemporaneamente una grande quantità di fiamme.

Per l'accensione simultanea dei fanali pubblici a gas si studiarono delle disposizioni basate sulla maggiore pressione del gas nelle ore serali in confronto di quella di giorno e di quella dopo mezzanotte; ma finora non si trovò una disposizione che sia stata adottata in pratica.

Per l'accensione e lo spegnimento simultaneo di fanali a gas si adoperano qualche volta gli *orologi automatici*, che si applicano ad ogni fanale. Con questi orologi si ha, in causa dell'accensione continua di una fiammella, uno spreco di gas che corrisponde a circa $10 \div 15$ litri all'ora nel periodo di spegnimento. Il caricamento dell'orologio pel suo funzionamento si fa ogni 10 giorni. Gli orologi automatici corrispondono abbastanza bene allo scopo dell'accensione automatica e simultanea delle lampade a gas; ma per il loro costo elevato (circa 70 lire ciascuno) non furono ancora adottati nel servizio dell'illuminazione pubblica e privata.

Certamente l'industria del gas troverà il modo di costruire a prezzo conveniente gli orologi automatici, i quali potranno entrare nella pratica della illuminazione, ottenendo un'economia sul personale.

C. — IL GAS COME COMBUSTIBILE E IN PARTICOLARE PER USO DI CUCINA

I. — GENERALITÀ

In quei casi nei quali si ha già un impianto a gas per illuminazione oppure ad uso industriale, l'impiego del gas offrirà dei vantaggi per uso di cucina ed anche per uso di riscaldamento, quando non esistano già impianti speciali a riscaldamento continuo.

Fra i molteplici vantaggi del riscaldamento a gas sono da prendere in considerazione particolarmente i seguenti:

- a) Le spese di impianto per l'applicazione degli apparecchi non sono molto elevate, poichè le stufe a gas si vendono oggi a prezzi modici;
- b) Col riscaldamento a gas si può ottenere in qualsiasi momento nel più breve spazio di tempo un riscaldamento dell'ambiente a volontà;
- c) Col riscaldamento a gas è eliminata la diffusione del fumo;
- d) Le spese di esercizio sono minime;
- e) Gli impianti a gas non gravitano nelle costruzioni edilizie.

I vantaggi del riscaldamento e della cucina a gas emergono più chiaramente da esperimenti pratici, i quali nel confronto fra le diverse cucine ordinarie diedero i seguenti risultati:

Tabella XLVII. — Per 1 litro d'acqua di $10^{\circ} \div 15^{\circ}$ centigradi sino alla temperatura d'ebollizione.

| | CONSUMO |
|--------------------------------|------------------------|
| 1. Cucina a benzina | 20 grammi di benzina |
| 2. Cucina a spirito | 0,034 litri di spirito |
| 3. Cucina a petrolio | 30 grammi di petrolio |
| 4. Cucina a gas | 27 litri di gas |

Applicando a questi consumi i relativi prezzi unitari del materiale adoperato, risulterà che il costo della cucina a gas è sempre il minore.

Tabella XLVIII. — Consumi nei diversi impianti di cucina e di riscaldamento a gas.

| | CONSUMO DI GAS in litri |
|---|----------------------------|
| a) Per un'ora di lavoro con ferro a stirare a gas | 100-150 |
| b) Per una giornata di lavoro con ferro da stirare a gas | 1000-1500 |
| c) Per un'ora con un fornello a gas da cucina, di 255 litri, con piena produzione | 255 |
| d) Per un'ora intiera dello stesso fornello a gas, con produzione ridotta (mantenendo la temperatura d'ebollizione) | 80 |
| e) Per un litro d'acqua sino alla temperatura d'ebollizione | 27 |
| f) Per un bagno da $150 \div 180$ litri d'acqua di 10° a 28° R. | 500-620 |
| g) Riscaldamento di un locale per il volume di 100 metri cubi d'aria | 255-600 |

II. — BECCHI A GAS PER RISCALDAMENTO

a) Il *becco Bunsen* consta di un tubo nel quale viene immesso il gas, la cui bocca è acuminata (fig. 436), oppure di un tubo che sbocca in altro tubo il quale è perforato lateralmente al di sotto della tubulatura e permette l'accesso dell'aria, la quale viene aspirata dal gas in virtù della sua pressione (come alla fig. 437). Per speciali qualità di gas e calore dell'aria dell'ambiente preventivamente determinati, si può raggiungere una perfetta combustione del gas; senonchè appena si modifichi l'esatto rapporto del gas coll'aria, è necessaria una nuova regolazione in modo corrispondente. General-

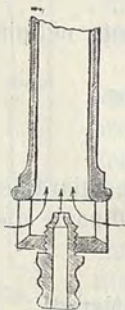


Fig. 436.



Fig. 437.



Fig. 438.



Fig. 439.

Fig. 436 a 439. — Becco Bunsen.

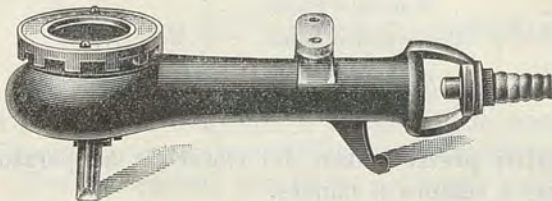


Fig. 440.



Fig. 442

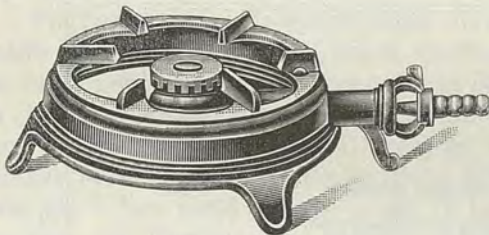


Fig. 441.



Fig. 443.

Fig. 440 a 443. — Becco Butzke.

mente questo avviene per mezzo di un anello nel quale trovansi le aperture per l'accesso dell'aria, che pel raddoppiamento dello stesso vengono ridotte e ricoperte. La bocca del becco è foggata a forma di cilindro unicamente per piccole fiamme, secondo le figure 436 e 437; oppure come nelle figure 438 e 439 a forma di inaffiatoio. Sotto quest'ultima forma il becco Bunsen non è adatto per laboratori.

b) La figura 440 mostra il *becco Butzke*, che è una derivazione di quello Bunsen. La figura 441 e la figura 442 rappresentano altre forme di detto becco per cucina. La figura 443 rappresenta il becco con 24 fori, che consuma da 2 ÷ 6,5 metri cubi di gas in un'ora.

c) Nel *becco di Schulze e Sackur* (fig. 444) i fori sono disposti in anelli o stelle, in modo che vi può accedere l'aria fresca. La regolazione dell'accesso di miscele di gas avviene mediante la vite R.

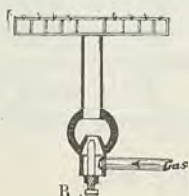


Fig. 444.

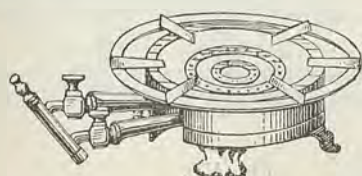


Fig. 445.

Fig. 444 e 445. — Becco Schulze e Sackur.

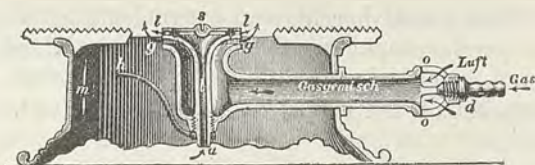


Fig. 448.



Fig. 449.



Fig. 450.

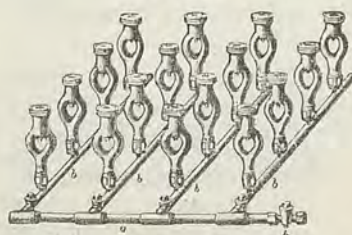


Fig. 451.

Fig. 448 a 451. — Becco Schaeffer e Walker.

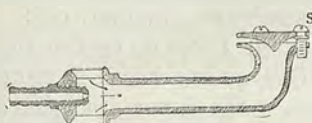


Fig. 446.

Fig. 446 e 447. Becco Wobbe.

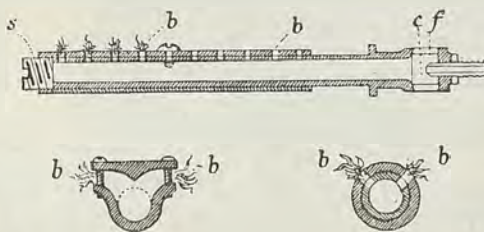


Fig. 447.

La figura 445 rappresenta lo stesso becco con 2 anelli separati, ciascuno dei quali può venire escluso mediante apposito robinetto, potendo così regolare il consumo.

Questi becchi possono altresì venire facilmente otturati, anche perchè i liquidi nel traboccare si riversano nei becchi. Questo non avviene col:

d) *Becco Wobbe* (fig. 446) in cui la bocca di uscita del gas esplosivo è coperta per mezzo d'un disco fisso ad una brida. Chiudendo od allentando la vite S si può regolare a volontà l'uscita della miscela di gas ed aria. Siccome l'aria necessaria alla combustione perfetta non ha accesso che esteriormente, così in date circostanze potrebbe sfuggire del gas non acceso quando il coperchio non sia applicato esattamente ed il becco stesso un poco inclinato. Come becco tubolare esso è rappresentato nella figura 447.

e) Il *becco Schaeffer e Walker* (fig. 448, raffigura un tipo orizzontale, e la fig. 449, un tipo verticale) è un perfezionamento di quello descritto in d). L'inconveniente in quest'ultimo rilevato è evitato colla introduzione dell'aria attraverso il centro del becco; essa entra in *a* e sorte in *l* sopra la fiamma. Nella figura 450 è rappresentato come becco doppio con doppio robinetto per una grande pentola; mentre nella fig. 451 come becco multiplo per riscaldamento di chiese, ecc.

Tutti questi becchi sono convenienti per il riscaldamento d'acqua, ecc., piuttosto che per la preparazione di cibi, poichè essi, ad eccezione dei becchi Schulze-Sackur, danno luogo ad una fiamma forte ed acuta, che colpisce la pentola di cucina specialmente nel suo bordo guastandone i cibi. Tale inconveniente viene evitato col:

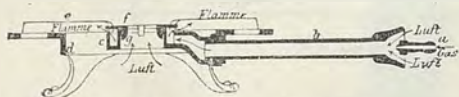


Fig. 452. — Becco Schmidt.

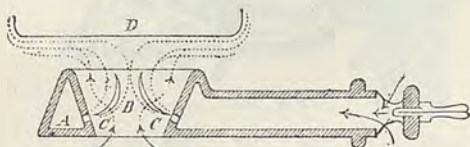


Fig. 453.

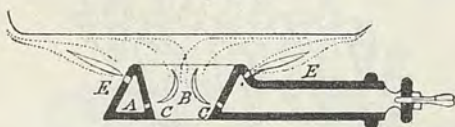


Fig. 454.

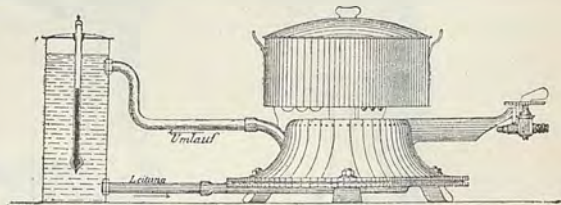


Fig. 455.

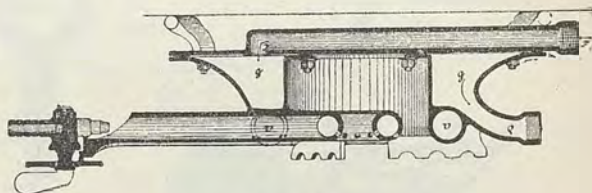


Fig. 456.

Fig. 453 a 456. — Becco da cucina.

f) *Becco Schmidt* (fig. 452). Per effetto della corrente d'aria interna disposta nello stesso, ha luogo però un raffreddamento nocivo del fondo della pentola. Tutti gli inconvenienti finora accennati sembrano eliminati col:

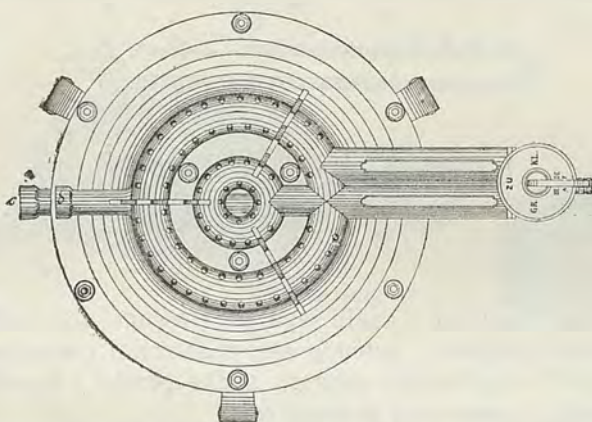


Fig. 457. — Becco Merz.

g) *Becco da cucina* (fig. 453).

Con questo becco si ritorna ancora alla forma di anelli con piccoli fori, evitando però la penetrazione di liquidi. Con pentole più grandi si preferisce la forma della fig. 454, avente anche una serie di forellini esterni, la cui fiamma acuta viene spostata dalla corrente interna per modo che essa più non colpisce il fondo della pentola.

In un terzo modello i due anelli di fiamme sono separati

da una parete intermedia, avente distinti accessi di gas, in guisa che col regolare il robinetto (similmente al becco, figure 455 e 456) ognuno dei due anelli, od entrambi riuniti, possono ardere ciascuno a fiamma grande o piccola. Una simile disposizione, in cui però i liquidi traboccanti possono facilmente pervenire nel becco, è data dal:

h) *Becco Merz* col riscaldamento preventivo dell'acqua (fig. 457). Questo riscaldamento preventivo non potrà superare i 70°; al becco si possono però applicare le disposizioni di robinetto or ora accennate.

i) *Becchi tubolari*. I becchi dianzi descritti sono foggianti a scopo di cucina nella forma rotonda, che è quella generalmente più indicata; mentre per stufe di camino e per fornelli d'arrosto è più conveniente un modello foggiato a linee rette. Questa

lacuna fu colmata semplicemente munendo di una tubulatura con un becco Bunsen un tubo chiuso, avente molti forellini vicini lungo una generatrice superiore o su due generatrici.

Nella figura 447 è visibile una forma perfezionata di questo tubo a becchi, la quale permette una registrazione esatta delle aperture di sortita *b, b*. Sul tubo perforato viene montato un secondo simile un poco più corto, ricambiabile mediante la vite *S*. La figura 447 a sinistra lo mostra in sezione trasversale, mentre la figura 447 a destra rappresenta la sezione di una disposizione simile secondo il sistema di becchi Wobbe. S'intende però che questa disposizione di becchi può venire applicata anche con altri sistemi di becchi.

III. — IMPIANTI PER CUCINARE, ARROSTIRE, ECC.

Per la cucina a gas vengono applicati dei becchi isolati muniti di nervature a stella per ricevere la pentola, oppure sono riuniti più becchi in un piatto, il quale può trovarsi anche in stufa chiusa.

a) Cucine con becchi aperti.

Siccome per il riscaldamento dei liquidi fino al bollore si richiede uno sviluppo di calore molto maggiore che non per l'ulteriore riscaldamento complementare (per es., per fare umidi), così devono scegliere dei becchi i quali con diverse aperture di robinetti permettano una combustione completa, lasciando riconoscere all'esterno la disposizione del robinetto.

La figura 458 mostra una disposizione a tre becchi, fra cui un becco tubolare centrale. Le nervature a stella permettono un facile spostamento della pentola. — Naturalmente queste installazioni servono pure per arrostitire in padelle aperte ed in pentole.



Fig. 458. — Cucina con becchi aperti.

b) Cucine con acqua e bagno a vapore.

Le installazioni per *cucine danesi* (fig. 459, 460), con bagno d'acqua e di vapore, constano di un becco aperto (rappresentato qui da parecchi becchi diramantisi da un tubo ad anello, che vengono però sovente rimpiazzati da uno dei becchi sopradescritti), il quale è pure adoperato come basamento ad un bagno d'acqua e rispettivamente anche generatore di vapore I. In questo viene collocata una marmitta per minestra II; superiormente una caldaia per stufato III, ecc.; questi recipienti sono muniti da un lato di tubi e di doppi fondi, traversando i quali il vapore, che si sviluppa nel generatore, ascende al doppio coperchio.

c) Arrostitimento con fiamme aperte.

Presso molti vale ancora il pregiudizio che la cucina a gaz comunichi ai cibi un odore cattivo. Ciò è possibile solamente quando il gas acceso non ha alcun sfogo; ed anche in questo caso con becchi cattivi o trascurati.

Le installazioni per lo spiedo o per arrostitimento, con fiamma aperta, vengono applicate isolatamente come apparecchi di complemento, potendo esse servire per arrostitire con fuoco di carbone di legna, ecc. La fig. 461 dà l'idea di una simile costruzione; *a* è un becco tubolare, la cui fiamma viene mantenuta bassa con una lamina *b* di riparo. La lamiera di ricoprimento *g* può venir collocata in diverse posizioni; il grasso che ne scorre può venire raccolto in un piatto *h*, posto inferiormente.

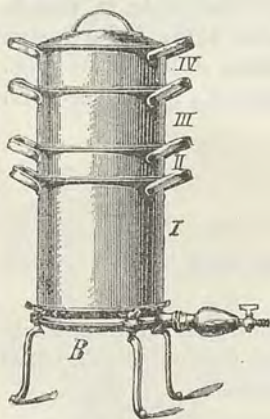


Fig. 459.

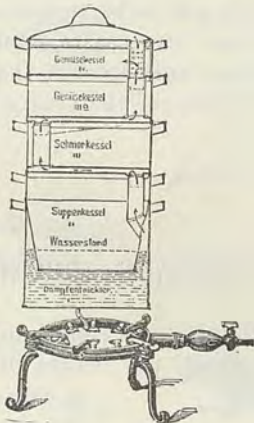


Fig. 460.

Fig. 459 e 460. — Cucine danesi.

contiene un tubo di lamiera chiusa, è disposto un becco tubolare. I gas di scarico lambiscono la caldaia d'acqua.

Il *fornello di Warsteiner* (fig. 465 e 466), costruito specialmente per gas d'acqua, ha, oltre il becco ad anello della piastra a tre fori sotto la stufa chiusa ermeticamente,

Le figure 462 e 463 mostrano installazioni consimili, di cui una per spiedo e l'altra per arrosto. Entrambe possono essere riunite insieme.

d) Fornelli per cucinare ed arrostitire.

Nei fornelli chiusi per cucinare ed arrostitire, i prodotti della combustione del gas devono essere scaricati.

Nel *fornello di Wobbe* (fig. 464) sono disposti su di una piastra tre becchi di Wobbe, e sotto il fornello per arrosto, la cui parte inferiore

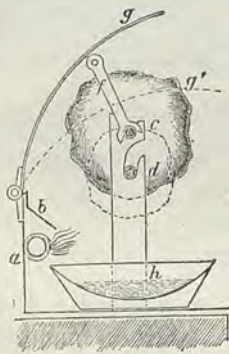


Fig. 461.

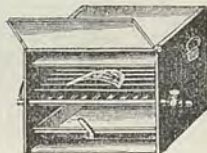


Fig. 462.

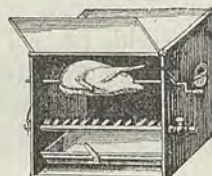


Fig. 463.

Fig. 461, 462 e 463. — Arrostitimento con fiamme aperte.

un becco tubolare, ed i gas circondano questi come la caldaia d'acqua. Avendo il gas d'acqua un cattivo odore è necessario che la stufa per arrosto si possa chiudere per separare i gas combusti dai cibi.

Il *fornello di Dessau* (fig. 467) è costruito tanto per cucinare come per arrostitire, sia pel collocamento diretto sopra il suolo, come per essere collocato su una tavola di legno, oppure sopra vecchi fornelli a mattoni già esistenti.

Per grandi cucine lo stesso fornello viene utilizzato quale fornello inferiore.

In questi fornelli non è disposta alcuna caldaia d'acqua, essendo più conveniente bollire l'acqua in caldaia separata.

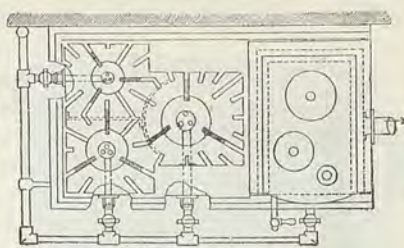
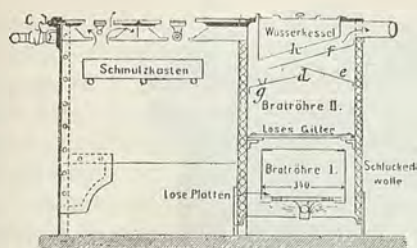


Fig. 464. — Fornello di Wobbe.

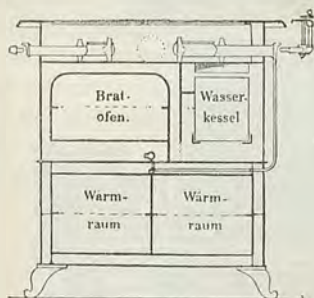


Fig. 465.

Fig. 465 e 466. — Fornello Warsteiner.

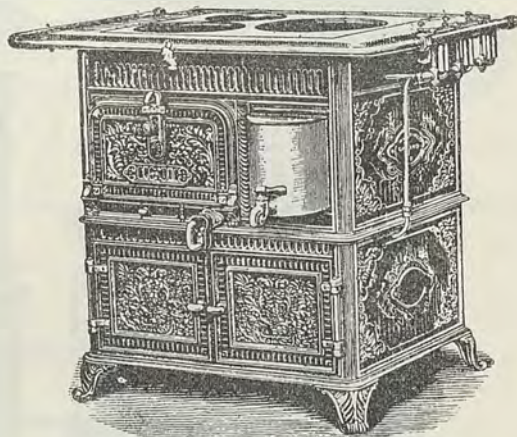


Fig. 466.

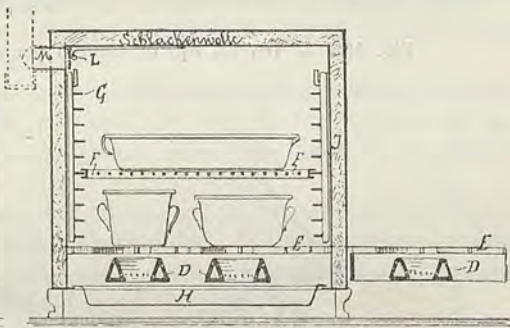
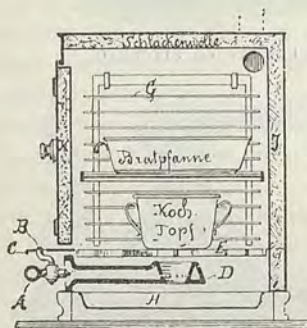


Fig. 467. — Fornello Dessau.

In quanto al consumo di gas occorrente per la cucina ed arrostitimento dei cibi, possono servire i seguenti dati, tolti dal *Trattato della fabbricazione del gas da carbon fossile* di Schilling:

1° Per bollire 1 litro d'acqua da 0° C. fino a 100° C. richieggonsi, con buoni apparecchi, 33 a 40 litri di gas, ed in apparecchi deficienti fino a 60 litri;

2° Per mantenere 1 litro d'acqua a 100° richiedonsi circa 20 litri di gas all'ora;

3° Per la preparazione di un bollito consistente nel 24 % di carne, 73 % d'acqua ed il 3 % di verdure, alla cui preparazione occorrono circa 30 minuti, e fino a che bolle l'acqua circa 3 ore, si richiedono per 1 kg. di peso (approssimativamente 1 litro) da 80 a 110 litri di gas;



Fig. 468. — Diversi tipi di fornelli per cucinare ed arrostitire.

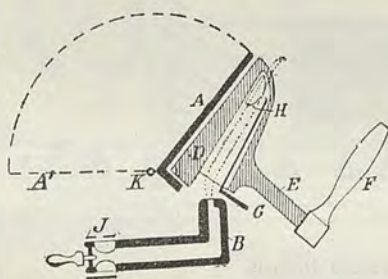


Fig. 469.



Fig. 470.

Fig. 469 e 470. — Ferro da stirare di Dessau.

4° Per la preparazione di un arrosto più voluminoso, che debba richiedere $1\frac{1}{2}$ a 2 ore di arrostitimento, si richiedono, per 1 kg. di carne, da 500 a 700 litri di gas; per bistecche o costolette, che si fanno in 10 a 15 minuti, occorrono per 1 kg. da 200 a 300 litri di gas.

e) Riscaldamento dei ferri da stirare a gas.

Il ferro da stirare di Dessau (fig. 469, 470), con manico fisso E ed impugnatura in legno F, viene collocato su una placca di supporto A, al di sopra del becco B, ed è trat-

tenuto da staffe laterali, per modo che la fiamma arde nell'interno del ferro da stirare, ed i prodotti di combustione possono scaricarsi da un'apertura H. La piastra A ripara dall'irradiazione e dal raffreddamento. Nel levare il ferro da stirare la valvola G chiude l'apertura d'uscita del gas. Secondo un tipo speciale, esiste presso *k* una cerniera, la quale permette di mantenere la piastra A orizzontalmente, per introdurre il ferro più comodamente. Con ciò viene completamente evitata la formazione di fuligine alla superficie dei ferri.

L'apparecchio viene fornito con disposizioni speciali per raccogliere il fumo nel caso di parecchi ferri, potendo anche con esse utilizzare i gas di scarico al riscaldamento preventivo dell'acqua.

La fig. 471 mostra come viene usato un ferro doppio da stirare: con esso la perdita di calore viene ridotta alle minime proporzioni. Il consumo di gas sta fra 120 e 180 litri per ora.

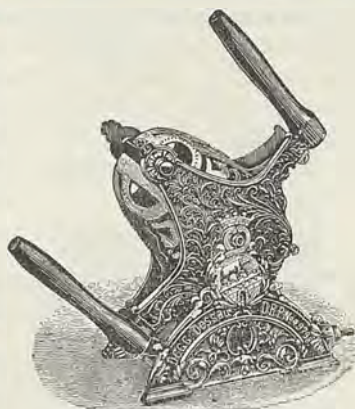


Fig. 471. — Ferro doppio da stirare.

IV. — RISCALDAMENTO DI AMBIENTI E STUFE A GAS PER BAGNO

a) Generalità.

Per riscaldare un ambiente uniformemente e rapidamente bastano i becchi di gas aperti per illuminazione, o becchi a gas con miscela d'aria.

Nella maggior parte dei casi è necessario scaricare i prodotti della combustione per evitare l'inquinamento dell'aria.

Se i gas di riscaldamento, dopo la loro utilizzazione, non vengono scaricati, allora l'ambiente si riscalda direttamente con essi. Ciò non dà luogo però ad una grande economia potendosi raggiungere, anche collo scarico dei prodotti di combustione, una utilizzazione pressochè eguale.

Solamente nei casi in cui speciali difficoltà si oppongono allo scarico (rapido riscaldamento di grandi ambienti) si può essere indotti a soprassedere ad installazioni speciali di scarico dei gas combusti; però queste disposizioni non possono venire omesse quando trattasi di gas d'acqua o di gas di grassi.

b) Stufe senza scarico dei prodotti di combustione.

Alcune disposizioni di queste stufe possono trovare la loro razionale applicazione là dove non è possibile un impianto di riscaldamento stabile con lo scarico dei prodotti di combustione. Questo è il caso di magazzini, di ambienti di riunione raramente occupati.

La *stufa semplice di Wobbe* (fig. 472) consiste in un involucro di lamiera forata, in cui trovasi un becco Wobbe con un corpo irradiante sovrapposto di argilla smaltata.

La *stufa a tamburo di Wobbe* (fig. 473) può essere costruita con o senza scaricatore dei gas. La parte superiore consiste in una serie di tamburi collegati fra di loro da un tubo centrale di scarico, e divisi nella metà della loro altezza da dischi di lamiera. Anche il vapore di acqua e l'acido carbonico possono qui risultare meno nocivi, essendo il

coperchio del tamburo superiore sciolto e potendo essere levato. Esso viene riempito di calce viva polverizzata, la quale deve giornalmente venire ricambiata.

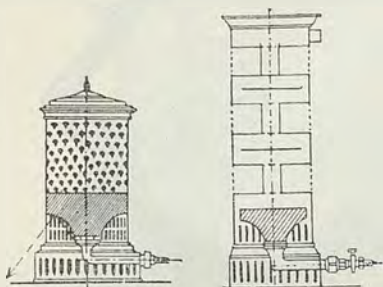


Fig. 472.
Stufa semplice
di Wobbe.

Fig. 473.
Stufa a tamburo
di Wobbe.

In luogo del becco Wobbe si può applicare anche qualsiasi altro becco a gas esplosivo, mentre i becchi per illuminazione non si possono applicare che sopprimendo il pezzo di irradiazione.

c) Stufe con scarico dei prodotti di combustione.

α) Stufe ad irradiazione.

Gli ambienti che vengono utilizzati solo in quelle stagioni in cui la temperatura è mite, oppure che vengono altrimenti dotati d'aria di riscaldamento, sono frequentemente muniti di stufe per irradiazione.

La *stufa di asbesto di Dessau* (fig. 474). Le fiamme a gas sortenti da un becco tubolare A rendono ardenti le fibre di asbesto B, assicurate ad una piastra.

I gas di scarico vengono espulsi in un camino oppure in una stufa a mattoni, quindi utilizzati a piacimento.

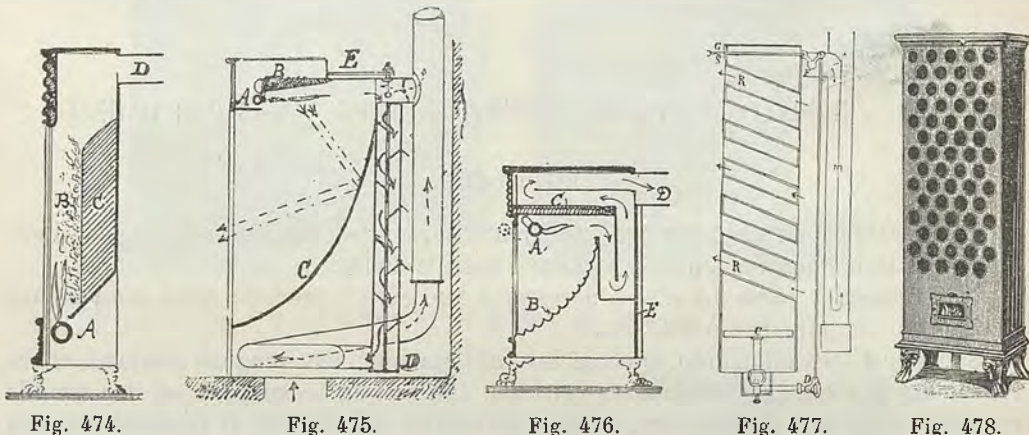


Fig. 474.

Fig. 475.

Fig. 476.

Fig. 477.

Fig. 478.

Fig. 474, Stufa di asbesto di Dessau. — Fig. 475, Stufa ad irradiazione di Wybauw.

Fig. 476, Stufa ad irradiazione di Dessau-Wybauw. — Fig. 477 e 478, Stufa di Kutscher.

Nell'applicazione di stufe a mattoni conviene condurre il tubo isolato fino al camino, applicando alla parte inferiore del medesimo una valvola raccoglitrice dei detriti, poichè altrimenti gli stessi causerebbero una rapida distruzione della stufa.

La *stufa ad irradiazione di Wybauw* (fig. 475) è fra tutte le stufe ad irradiazione la più conveniente, essendo concentrata tutta la irradiazione in prossimità del suolo. Da un becco tubolare A sortono parecchie fiamme di illuminazione sotto una lamiera B. L'irradiazione delle stesse colpisce una lamina C (di rame od ottone, ecc.). I gas di scarico traversano poi una cassa di lamiera divisa nel mezzo da un diaframma, ed in cui delle lingue di lamiera sottile lambiscono i gas fino a che gli stessi entrano nel tubo di scarico. I detriti possono venire scaricati in un raccoglitore presso D.

La *stufa ad irradiazione di Dessau-Wybauw* (fig. 476), è spiegata dall'annesso disegno.

β) Stufe con circolazione d'aria.

La *stufa di Kutscher* (fig. 477 e 478) ha un becco a crivello. La leva G apre il robinetto del becco D, chiudendo in parte con esso la valvola F. Allorchè la stufa è

riscaldata il robinetto viene interamente aperto, chiudendo la valvola F, per modo che i gas di riscaldamento dovranno attraversare il tubo munito di una parete *m* intermedia. Il movimento dell'aria, come pure l'utilizzazione della stessa sono efficaci; i tubi R, lambiti dai gas riscaldati, devono però venire frequentemente ripuliti dalla polvere. Gli inconvenienti indicati nel primitivo camino Wybauw non sono qui neppure esclusi.

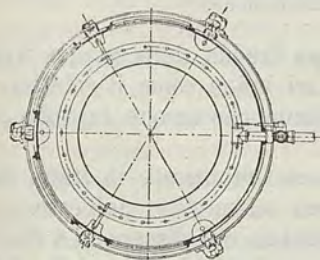
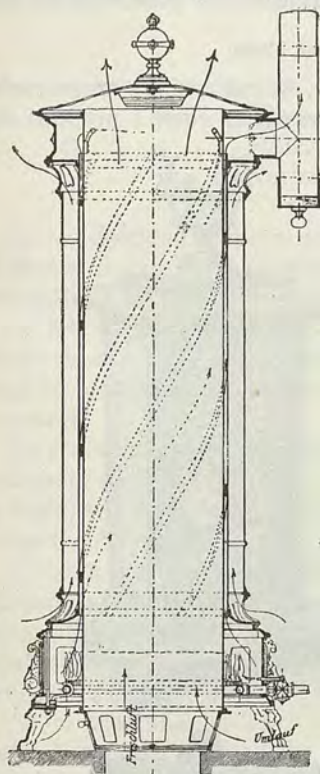


Fig. 479. — Stufa per scuole di Karlsruhe.

La stufa per scuole di Karlsruhe (fig. 479). I gas di riscaldamento sviluppati da una serie di becchi di illuminazione traversano in forma elicoidale uno strato cilindrico vuoto a doppia parete, scaricandosi poi nel tubo di scarico a circa 25°. Nello spazio anulare circoscritto da un involucro esterno, il quale interrompe la irradiazione, il cilindro di riscaldamento viene lambito dall'aria dell'ambiente, mentre nel cilindro interno circola dell'aria fresca e si riscalda preventivamente. L'accesso dell'aria fresca può essere chiuso da un otturatore

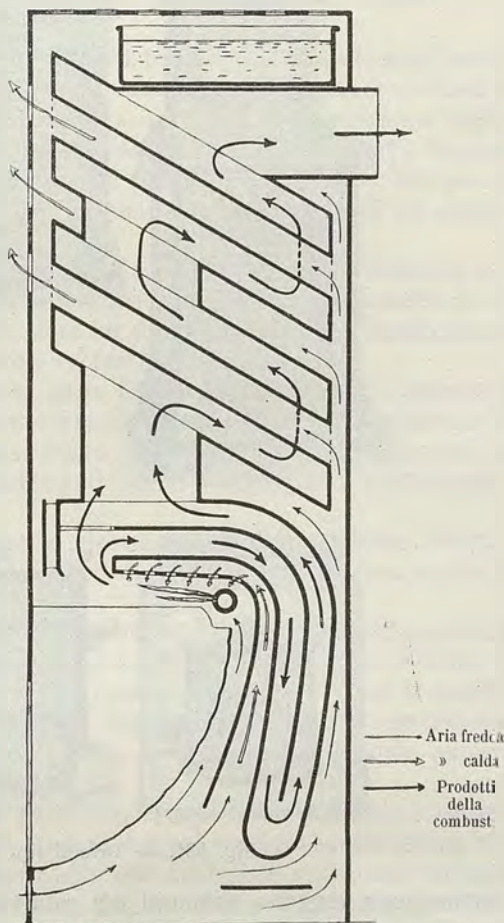


Fig. 480. — Stufa Siemens ad irradiazione e con circolazione d'aria.

girevole al piede della stufa, e mediante dei cassetti laterali può venir effettuato un riscaldamento periferico. La corona della stufa può essere chiusa da una bacinella di evaporazione, e le fessure al piede della stufa otturate con piastrelle di mica.

γ) Stufe ad irradiazione e con circolazione d'aria.

A questa categoria appartengono le stufe *Siemens*, la cui sezione trasversale è rappresentata dalla fig. 480. Dal disegno si vede chiaramente come i prodotti della



Fig. 481. — Diversi tipi di stufe ad irradiazione.

combustione vengono eliminati pel camino, come l'aria fredda della stanza venga riscaldata a contatto delle piccole camere di lamiera, ed infine come il riflettore di rame contribuisca ad irradiare il calore delle molte fiamme che escono dal tubo orizzontale del gas.

Stufe ad irradiazione e con circolazione d'aria vengono fabbricate in Italia dalla *Ditta R. Radaelli* di Milano. I suoi prodotti rivaleggiano coi migliori dell'estero per esattezza di esecuzione, pel buon materiale e per l'eleganza del disegno. La fig. 480 serve egualmente a spiegare il funzionamento delle stufe fabbricate dalla Ditta Radaelli.

d) Scaldabagni a gas.

Le stufe da bagno possiedono la stessa disposizione della maggior parte di quelle a riscaldamento con carbone, richiedendo assai più calore pel riscaldamento del locale che per quello dell'acqua del bagno.

Stufe costruite con altri principii dànno, finchè sono nuove, una massima utilizzazione del gas, ma non sono raccomandabili sotto altri aspetti.

Da esperienze su stufe da bagno risulta quanto appresso:

| | | Calorie per 1 m ³ di gas consumato |
|----|---|--|
| a) | Scaldabagno comuni con becchi Wobbe | 3600 |
| b) | » Houben » Aachener | 5000 |
| c) | » Stuttgart | 4600 |
| d) | » Karlsruhe | 4700 |

Lo *scaldabagno Houben* dovrebbe, stando ai dati precedenti, avere la preferenza, ma contro il suo impiego vengono però sollevate delle serie obiezioni. I prodotti di combustione del gas si spandono liberamente nell'aria del locale, e siccome un bagno di 160 litri d'acqua richiede 0,73 m³ di gas (con un riscaldamento da 10° a 32°) vengono sviluppati 475 litri di acido carbonico, sostanza che per la maggior parte dei piccoli locali da bagno può provocare l'asfissia, o per lo meno essere la causa di un grande malessere.

Lo *scaldabagno di Stuttgart* (fig. 482) ha una disposizione a contro-corrente, che consiste in un doppio involucro con calotta spruzzatrice, in cui l'acqua penetra da un condotto, ed ivi ascendendo viene poi a ricadere lungo un serpentino ed a raccogliersi presso il robinetto *d*, munito di termometro e robinetto spruzzatore.

Il becco *f*, a forma spirale, viene acceso dalla fiamma d'accensione *e*; tuttavia il robinetto principale di gas si apre solamente quando viene a introdursi la fiamma di accensione ed è aperto l'efflusso dell'acqua. Sopra la calotta spruzzatrice trovasi un riscaldatore di lavaggio *l*; l'acqua di trasudamento viene a raccogliersi nell'imbuto *h* e gocciola poi nel vaso *i*.

Se lo *scaldabagno* deve servire anche al riscaldamento dell'ambiente, allora i becchi *b* vengono accesi nella sporgenza inferiore, aprendo però in tal caso anche la ventola *a*.

Lo *scaldabagno da scuola di Karlsruhe* consiste in tubi inclinati formanti una doppia parete. Mentre i prodotti di combustione sviluppati dai grandi becchi di Bunsen sfuggono traverso i cilindri interni in direzione discendente verso il camino, l'acqua scorre traverso la fila esterna di tubi superiormente. Questa costruzione è opportuna specialmente dove si deve preparare rapidamente un grande numero di bagni, come in alberghi, scuole, ospedali, ecc.

Lo *scaldabagno di Dessau* (fig. 483) è pure disposto per riscaldamento a contro-corrente. Esso consiste in due involucri di lamiera, nel cui ristretto spazio intermedio l'acqua penetra dal di sotto presso *H*, traboccando dal medesimo sopra vasi raccoglitori *K*, i quali sono disposti a guisa di gradini nel cilindro interno e lasciano gocciolare l'acqua. Questa si raccoglie poi in una capacità conica, da cui passa finalmente ad una tubulatura con robinetto *M* di scarico. Una stella di fiamme di gas manda i suoi prodotti di combustione verso il cono suaccennato, e ascendono quindi tra i piatti gocciolanti sino al camino. Dei robinetti di sicurezza speciali con indicatori garantiscono contro l'accensione senza previa ammissione e riempimento dell'acqua; come pure contro l'aprirsi del robinetto a gas senza previa accensione della fiamma di accensione. Questi particolari sono disposti in modo assai evidente, e la loro descrizione ci condurrebbe troppo lungi.

Lo *scaldabagno della ditta Radaelli* di Milano è pure a contro-corrente. L'acqua discende passando da un disco in quello inferiore. Non si può accendere il gas se prima non esce l'acqua, onde evitare la bruciatura dei dischi. Lo *scaldabagno* di Radaelli dà un calore di circa 35 centig. all'acqua, con un consumo di gas di litri 2800

all'ora, alla pressione di 35 mm. ed un afflusso d'acqua di litri 8 al minuto primo, che permette di preparare il bagno in un quarto d'ora.

La ditta Radaelli fabbrica inoltre lo *scaldabagno* « *Cosmos* », che si applica ai muri. Esso è costruito in lastra di rame cilindrata. La serpentina interna è pure in

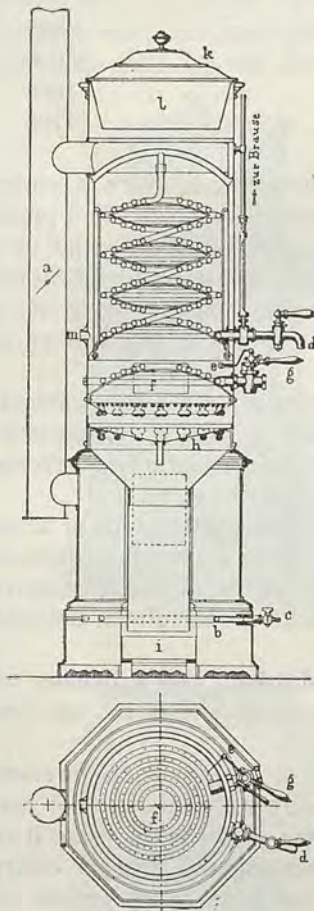


Fig. 482. — Scaldabagno di Stuttgart.

rame; il robinetto è automatico, e funziona sotto la pressione dell'acqua, spingendo la valvola del gas in modo che questo si accende. Il consumo del gas è di 2800 litri all'ora, e l'erogazione dell'acqua è di litri 8 al minuto primo. La temperatura dell'acqua è di circa 35 centigradi.

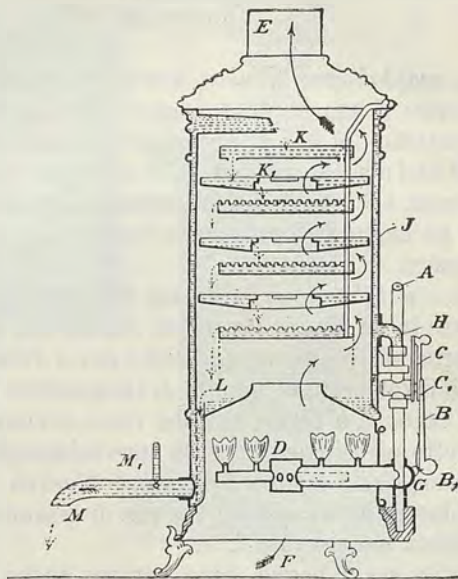


Fig. 483. — Scaldabagno di Dessau.

A, entrata del gas; B, leva del robinetto del gas; B₁, arresto; C, leva del robinetto dell'acqua; C₁, arresto id.; D, beccchi a gas; E, camino; F, entrata dell'aria; G, articolazione dei beccchi; H, entrata dell'acqua; I, doppio involucro di lamiera: K e K₁, bacinelle d'acqua; L, vasca raccogliitrice dell'acqua calda; M, scarico dell'acqua calda; M₁, termometro.

D. — APPARECCHI DI SICUREZZA PER IMPIANTI A GAS

Anche con una esecuzione la più accurata possono succedere talvolta delle interruzioni seguite da accidenti. I mezzi per ridurre questi ultimi ad una misura minima sono i seguenti:

1° *La prova giornaliera della perfetta tenuta dei condotti ed apparecchi*, che vien fatta coll'apparecchio rappresentato nella fig. 484. Essendo chiuso ermeticamente il

robinetto principale, come pure i due robinetti di circuito di fianco alla campana, la condotta sarà a perfetta tenuta se nei piccoli tubetti di vetro, introdotti per circa 2 mm. nella glicerina, non si formeranno molte bolle di gas. Se invece una bolla segue immediatamente un'altra, dando luogo ad una specie di ebollizione, ciò indicherà che il tubo non è a perfetta tenuta, oppure che vi è un robinetto od anche parecchi che non sono chiusi. I due robinetti di uscita e di entrata devono essere nuovamente chiusi subito dopo la prova. Questo apparecchio può essere facilmente collegato ad una suoneria elettrica, applicando un piccolo galleggiante nella campana, per modo che in seguito alla detta specie di ebollizione il galleggiante venga spinto contro un contatto.

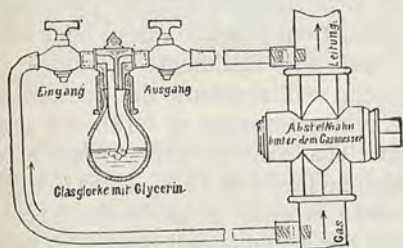


Fig. 484.

Eingang, entrata; *Ausgang*, uscita; *Glasglocke mit Glycerin*, campana con glicerina; *Leitung*, condotta; *Abstellhahn hinter dem Gasmesser*, robinetto d'arresto.

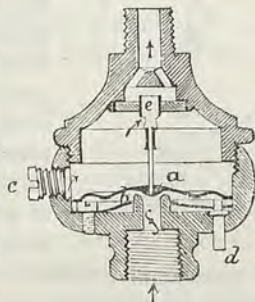


Fig. 485. —, Regolatore di fiamma di Jahn.

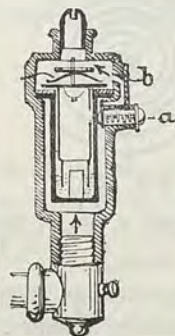


Fig. 486. — Becco a chiusura automatica di Birsch.

2° Se per inavvertenza viene chiuso il robinetto principale, oppure avviene, in causa di regolatori di pressione funzionanti malamente, una ripercussione nel condotto in modo da spegnere tutte o alcune delle lampade installate, questi inconvenienti possono essere eliminati col

a) *Regolatore di fiamma di Jahn* (fig. 485). Questo chiude il becco automaticamente quando viene chiuso il robinetto principale, anche nel caso che il robinetto del becco rimanesse aperto. Nel recipiente si muove, con sufficiente pressione di gas, il galleggiante ondulato *a*, all'insù od all'ingìù, permettendo il passaggio del gas solo dalla piccola apertura concessa dalla vite regolatrice di consumo *c*. Per una pressione di gas troppo grande ha luogo uno strozzamento traverso il piccolo pezzo cilindrico *e*, fissato entro *a*. Chiudendo il robinetto, il galleggiante si abbassa coprendo col suo cono otturatore l'orificio di entrata *f*. Essendo la superficie di pressione troppo debole per poter effettuare la sospensione del galleggiante colla sola pressione del gas, deve venire prima sollevata la punta *d*, affinché sia possibile il passaggio di gas; questa poi viene nuovamente abbassata dalla molla di ritegno *b*.

b) *Becco a chiusura automatica di Birsch* (fig. 486). Questo si chiude collo spegnimento della fiamma.

Nella valvola cilindrica con sede anulare, mantenuta abbassata dalla molla *c*, trovasi incastrato un secondo cilindro galleggiante, in cui è imprigionata dell'aria. Aprendo con una pressione sul bottone con molla a spirale *a* la via laterale *b*, il gas può giungere al becco e venire acceso. Col riscaldamento dell'aria imprigionata in *c*, questa si dilata e mantiene la valvola aperta fino a che l'aria collo spegnimento della fiamma si raffreddi, chiudendo quindi nuovamente il becco.

3° A mantenere la temperatura di un ambiente od anche di recipienti ad un grado determinato di temperatura serve il regolatore di temperatura di Böhm (fig. 487 e 488). In una capsula metallica trovasi racchiusa una molla sensibile al calore *F*, con un pernio girevole *A*, su cui è montato un indice *Z*. Col prolungarsi o col raccorciarsi della

molla l'estremità ripiegata in modo speciale preme sulla punta conduttrice di un cono otturatore V, il quale diminuisce il passaggio del gas allorchè la temperatura si eleva al di sopra di quella prefissa. Per l'alimentazione della fiamma di accensione serve un piccolo foro circolare U, la cui apertura di passaggio si regola con una vite. L'apparecchio viene applicato nella condotta immediatamente vicino alla stufa o recipiente inserito mediante prova con un comune termometro.

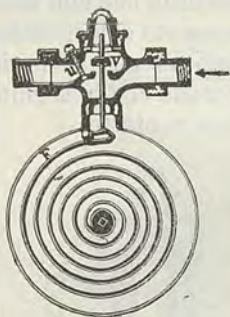


Fig. 487.

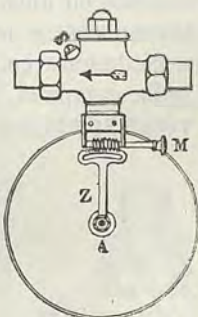


Fig. 488.

Fig. 487 e 488. — Regolatore di temperatura di Böhm.

4° *Garanzie contro le esplosioni nelle stufe.* Siccome le stufe a gas non debbono avere un forte tiraggio, affinché i prodotti della combustione possano essere bene utilizzati, così può facilmente avvenire il pericolo che coll'apertura del robinetto, senza previa accensione, si formi del gas mescolato con aria in proporzioni atte all'esplosione (dal 6 al 15 % d'aria). A ciò si provvede facendo in modo che il robinetto del becco non possa venire aperto

prima che una fiamma di accensione speciale della stufa sia accesa in precedenza delle altre fiamme. Una simile applicazione fu fatta dalla casa Siemens di Vienna nella fabbricazione delle sue stufe per camera.

Secondo un'altra costruzione il becco stesso deve venire estratto dalla stufa affinché sia possibile aprire il robinetto ed accendere le fiamme.

5° *Gli scaldabagni possono venire facilmente danneggiati* quando l'accensione viene effettuata prima che l'acqua riempi sufficientemente la stufa. In questo caso vengono abbruciate o riscaldate talmente le pareti delle stufe da produrre una repentina formazione di vapore allorchè l'acqua fredda viene introdotta successivamente. Nelle stufe da bagno si cerca di evitare questo inconveniente coll'apertura preventiva del robinetto d'acqua onde poter aprire quello del gas. Il tempo richiesto per effettuare queste rotazioni di robinetti basta per empire d'acqua la stufa nelle parti pericolose.

6° *Impedimento di spandere cattivo odore.* Il cattivo odore può essere prodotto da incompleta combustione, dallo spegnimento della fiamma, oppure dal riscaldamento dei tubi di caucciù.

Come sicure possono considerarsi quelle disposizioni di becchi nelle quali l'accesso d'aria nel tubo a miscela viene mantenuto alquanto inferiore a quello che sarebbe necessario al massimo sviluppo calorifico delle fiamme.

Questa disposizione dipende dalla trattazione tecnicamente accurata e coscienziosa delle singole parti, coll'esatta registrazione dell'accesso d'aria e di gas necessari alla combustione. I becchi devono quindi avere delle disposizioni a vite, le quali rendono possibile al tecnico una esatta applicazione dell'installazione.

E. — APPENDICE

APPLICAZIONI DEL GAS ACETILENE

Il gas illuminante prodotto dalla distillazione del carbon fossile è sempre a minor prezzo del gas acetilene, per cui quest'ultimo non può fare mai concorrenza ad una officina del gas comune. Il gas acetilene può essere applicato solo nelle città mancanti di un'officina del gas o di un impianto elettrico: serve quindi ad illuminare ville lontane dai centri, ospedali, stabilimenti industriali, e simili.

Brevemente riassumeremo i dati più importanti relativi alle installazioni di gas acetilene.

a) Becchi per gas acetilene.

Il gas acetilene puro si può bruciare in comuni beccucci a ventaglio, ma perchè non si abbia fumo occorre che il taglio sia sottilissimo. L'acetilene bruciato in becchi comuni Argand dà un insieme di lunghe fiammelle fumose, le quali non si uniscono insieme in un cilindro di fuoco, come succede per il gas di carbone. Ciò dipende probabilmente dalla poca diffusione dell'acetilene (1). Se il becco Argand viene fornito di tubo, le fiammelle perdono la loro luce, diventano a luce fredda, turchinicia. Bruciando acetilene in una comune lampada di Bunsen da laboratorio, con un foro d'uscita di 1 mm. di diametro, si ha una fiamma a luce fredda, quando il manicotto della lampada è aperto; quando è chiuso la fiamma è fumosa.



Fig. 489.

L'acetilene bruciato nei comuni fornelli a gas è fumosissimo.

Parte importantissima quindi per l'illuminazione acetilenica sono i nuovi becchi adatti a questo gas. Fra i primi becchi dobbiamo rammentare quelli del Lewes, del Bray, del Bullier.

Il becco del *Bray* (fig. 489) funziona bene per alcune centinaia di ore, ma poi, specialmente con acetilene ottenuto con apparecchi dove si produce forte riscaldamento, si copre sulla sua testa di carbone, e dà fiamma fumosa.

Il becco *Bullier* merita d'essere ricordato perchè con esso si tentò la soluzione di impedire la fumosità delle fiamme per mezzo di una corrente d'aria che agiva anche come attenuante l'alta temperatura. Un buon becco ad acetilene deve riscaldarsi quanto meno è possibile. Fondati su questo principio vennero nel 1895 i *becchi a fiamme coniugate* (fig. 490, 491, 492, 493, 494) di *Ragot*, *Riesener* e *Luchaire*. Sono costituiti da due tubi di efflusso per i quali esce un getto di gas. Si hanno così due getti che s'incontrano, dando una corrente che produce una fiamma piana. Becchi coniugati sono pure quelli di *Billwiller* e *Naphey*. Le direzioni secondo cui esce il gas sono fra loro normali. Ai forellini d'uscita si ha o una lamina di platino (*Billwiller*) forata, oppure una sporgenza lamellare di steatite forata, con tagli o fori per l'aereazione.

b) Condotture per acetilene.

Per le condotture dell'acetilene si usano gli stessi tubi come per il gas di carbone (ghisa, ferro e simili); ma si devono evitare quelli di ottone e di rame.

(1) Dott. CASTELLANI LUIGI, *L'acetilene*. Hoepli, Milano 1903.

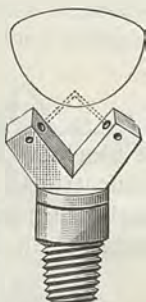


Fig. 490. — Becco a fiamme coniugate in steatite con richiamo d'aria (piccoli consumi).

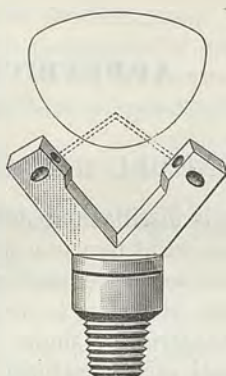


Fig. 491. — Becco a fiamme coniugate in steatite con richiamo d'aria (grandi consumi).

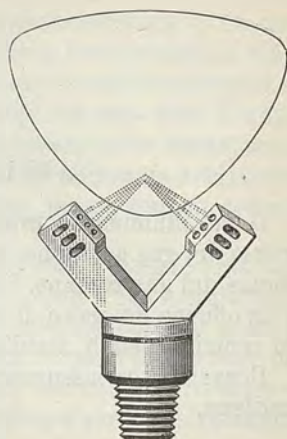


Fig. 492. — Becco composto a getti multipli e grandi fiamme.

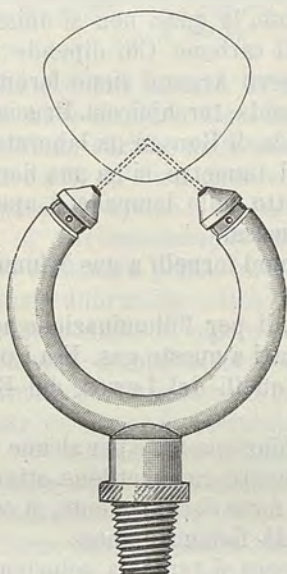


Fig. 493. — Becco coniugato ad arco con teste di steatite.

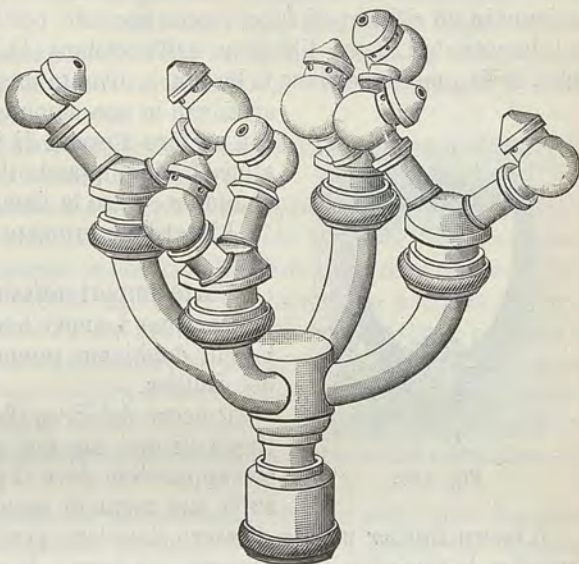


Fig. 494. — Becco a mazzo di becchi composti.

Per il calcolo dei diametri delle condotte si possono adoperare le tavole di *Monnier*; ma praticamente crediamo utile esporre, alla pagina seguente, la tabella contenente i diametri di condotte per acetilene (1).

Un altro modo di calcolare i diametri delle tubazioni per acetilene sarebbe quello di applicare la formola di *Morel*: $D = 1,155 \sqrt[5]{\frac{Q^2 L}{P_0 - P_1}}$, dove D è il diametro della condotta espresso in centimetri, Q la quantità di gas che deve passare ogni ora calcolata in metri cubi, e $(P_0 - P_1)$ la perdita di pressione in millimetri.

Una buona condotta di acetilene non deve perdere più di 20 litri di gas per chilometro.

(1) Ing. E. CAPELLE, *L'éclairage e le chauffage par l'acétylène*. Parigi 1902.

Tabella XLIX. — Diametri per condotte d'acetilene.

| LUNGHEZZA della condotta in metri | NUMERO MASSIMO dei becchi da 20 litri da alimentare | DIAMETRO INTERNO dei tubi da impiegare in millimetri |
|---|---|--|
| 10 | 6 | 8 |
| 20 | 15 | 10 |
| 60 | 30 | 13 |
| 100 | 50 | 16 |
| 150 | 70 | 20 |
| 200 | 100 | 25 |
| 250 | 150 | 27 |
| 300 | 250 | 30 |
| 350 | 450 | 35 |
| 400 | 800 | 40 |
| 500 | 1000 | 45 |
| 1000 | 1500 | 50 |
| 2000 | 2000 | 55 |

c) Apparecchi di produzione dell'acetilene.

Si è già detto che l'acetilene non può far concorrenza al gas di carbone, e che può servire solo o per uso industriale o per illuminare singoli edifici. Gli apparecchi, quindi, che servono per la produzione dell'acetilene, si possono dividere in due sezioni: quelli per *uso industriale*, col generatore esteriore; quelli per *uso domestico*, col generatore nell'interno stesso del gasometro.

Generalmente questi apparecchi contengono tutti un gasometro (col distributore dell'acqua), un bacino d'alimentazione dell'acqua, due o più generatori, un epuratore e un regolatore di pressione.

Nella fig. 495 è rappresentato un *apparecchio per uso industriale* (per grandi impianti, per es., per 200 lampade).

Il *gasometro A* contiene una certa quantità d'acqua che non ha lo scopo di quella del bacino d'alimentazione; essa rimane sempre nel gasometro e si sposta sotto l'effetto della pressione del gas. L'acqua del gasometro serve per immagazzinare il gas prodotto; mentre l'acqua del bacino soprastante serve esclusivamente alla produzione di quest'ultimo.

I gasometri sono di due specie: quelli a campana mobile e quelli fissi con spostamento d'acqua.

Nella fig. 496 è rappresentato il gasometro *a campana*, composto di due recipienti A e B (quest'ultimo mobile). Il vaso interno B ha il fondo in alto e la bocca in basso. A misura che il volume del gas aumenta, la campana B è spinta a salire. La pressione del gas si ottiene coi pesi posti sopra la campana B.

Nella fig. 497 è rappresentato invece il gasometro *a spostamento d'acqua*, il quale si compone di un solo cilindro fisso diviso in due scompartimenti *m* ed *m'* da un diafragma. I due scompartimenti comunicano fra loro mediante il tubo P, il quale permette all'acqua di passare da uno scompartimento all'altro. Prima si riempie d'acqua lo scompartimento inferiore; il gas colla sua pressione spinge poi l'acqua nello scompartimento superiore. La pressione esercitata sul gas è la colonna d'acqua H. Questo gasometro ha il vantaggio di non possedere nessun organo mobile, e nel medesimo è impossibile l'introduzione d'aria.

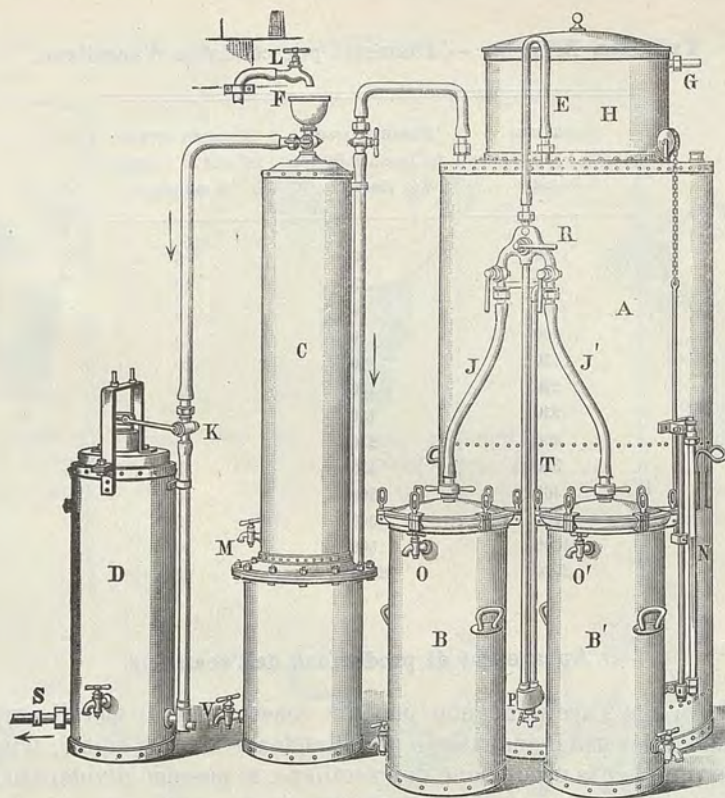


Fig. 495. — Apparecchio per gas acetilene per uso industriale.

A, gasometro; B, B', generatori contenenti il carburo di calcio; H, serbatoio di alimentazione contenente l'acqua destinata a produrre il gas; G, orifizio di presa d'acqua del serbatoio H; T, sifone; P, cassetta di espurgo del sifone; R, distributore; J, J', tubi di comunicazione fra il distributore e il generatore; E, tubo di comunicazione fra il sifone e il gasometro; N, indicatore di livello del gasometro; C, epuratore; F, imbuto per la lavatura dell'epuratore; M, robinetto di livello dell'epuratore; D, regolatore; S, uscita del gas ai beccchi.

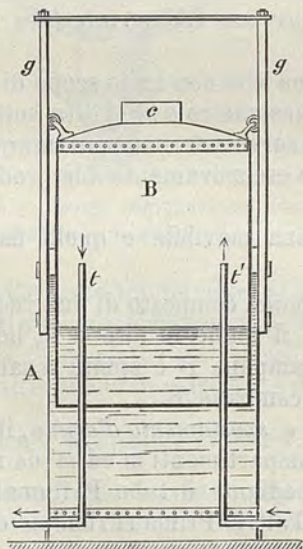


Fig. 496. — Gasometro a campana.

A, vasca; B, campana; c, serbatoio a piombi per caricare la campana B; g, guide; t', tubo di arrivo del gas; t, tubo di uscita del gas.

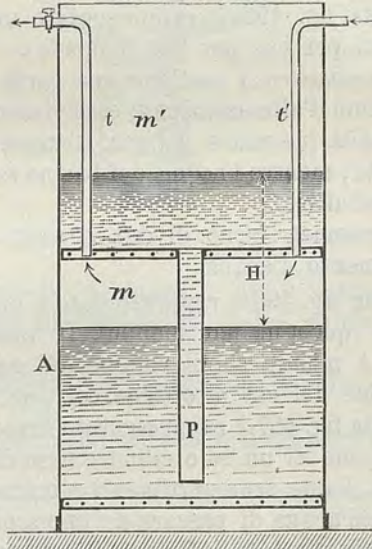


Fig. 497. — Gasometro a spostamento d'acqua.

A, gasometro; P, tubi tuffanti; m, m', compartimenti superiore ed inferiore; t, t', tubi di arrivo e di uscita del gas; H, altezza di colonna d'acqua formante la pressione.

Il *bacino d'alimentazione* (fig. 498, H), è provveduto di valvola automatica per la chiusura del tubo G d'arrivo dell'acqua; quando il bacino è colmo d'acqua, la manda nei due generatori del gas B, che contengono il *carburo di calcio* necessario per la produzione del gas acetilene. I due generatori possono essere separati dai gasometri,

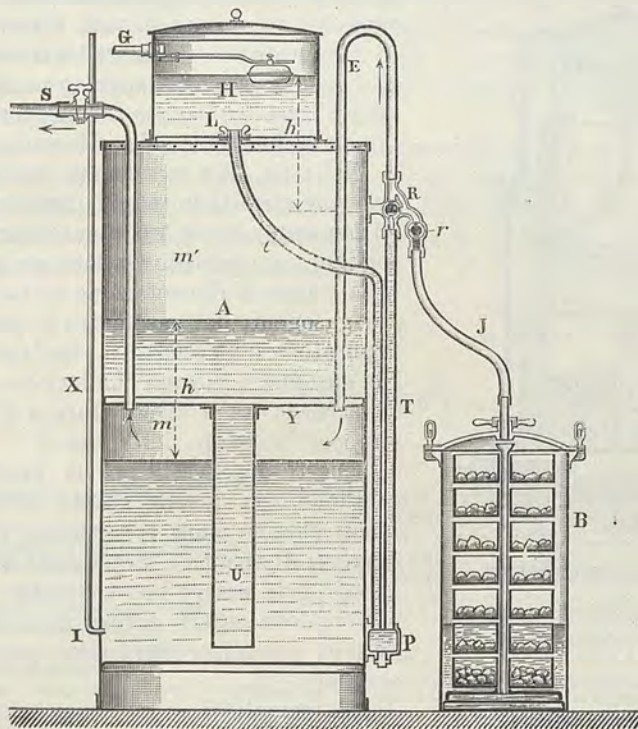


Fig. 498. — Apparecchio per gas acetilene come alla fig. 495. Sezione del gasometro e di uno dei generatori.

A, gasometro; Y, diaframma; U, tubo tuffante; P, cassetta di espurgo del sifone; H, bacino di alimentazione del sifone T; L, tubo di comunicazione fra il bacino H e il primo braccio del sifone T; R, schema teorico del distributore d'acqua del sifone; r, robinetto che serve ad isolare il generatore; E, tubo che fa comunicare il secondo braccio del sifone colla camera a gas del gasometro; B, generatore; S, presa del gas nel gasometro; X, tubo di sicurezza che permette di condurre all'interno ogni sopraproduzione di gas.

come si usa negli apparecchi industriali, mentre in quelli domestici i generatori sono situati entro lo stesso gasometro, come fossero due cassetti di un armadio (fig. 499). I generatori sono divisi in scompartimenti. L'acqua arriva al tubo J nello scompartimento inferiore, per passare poi negli altri superiori.

Per la produzione del gas acetilene nei generatori (gasogeni) gli apparecchi si distinguono in due categorie, a seconda che l'acqua viene condotta a contatto del carburo di calcio, oppure si fa cadere l'uno sull'altro (sia il carburo nell'acqua o l'acqua sul carburo). I primi si chiamano *apparecchi a contatto* e i secondi *apparecchi a caduta*.

I migliori gasogeni sono quelli *a contatto*, perchè evitano il pericolo della mescolanza dell'aria coll'acetilene, e precisamente quelli (come alla figura 498) dove l'acqua arriva in filetti proporzionati al consumo del gas.

L'*epuratore* C (fig. 495) composto di un cilindro empito da materie porose, ha lo scopo di lavare e raffreddare il gas e di asciugarlo prima di mandarlo nelle condotte.

Nell'*epuratore* l'acqua arriva per l'imbuto F. L'acqua contenuta nell'*epuratore* serve a trattenere l'ammoniaca e una parte dei corpi impuri dell'acetilene.

nella costruzione degli apparecchi per l'acetilene. Altro fenomeno è un forte riscaldamento, che produce del vapor d'acqua.

Il carburo di calcio deve essere conservato in recipienti completamente impermeabili e ben turati. In commercio viene dato dalle fabbriche in scatole cilindriche di latta ben chiuse, che contengono circa $50 \div 100$ chilogrammi. Se il carburo è a contatto con aria umida, si svolge acetilene che unendosi all'aria potrebbe formare miscele esplosive. Il carburo in scatole ben chiuse si deve depositare in locali asciutti, ben ventilati, al riparo da inondazioni, illuminati dall'esterno. In questi magazzini sarà proibito di fumare o di entrare con lumi accesi.

In Italia sono sorte diverse fabbriche di carburo di calcio; sono note la *Società italiana del carburo di calcio* di Roma col suo grandioso impianto elettrico alla Cascata delle Marmore (Terni); la *Fabbrica di carburo di calcio* di Darfo (Brescia); la *Società piemontese del carburo di calcio* di S. Marcel; la *Società dei forni elettrici* di Foligno; quella di Narni, di Orvieto ed altre minori.

BIBLIOGRAFIA

Pubblicazioni italiane.

- ARNALDI C., *Il nuovo gas acetilene*. 1896.
BACIGALUPPO L., *L'acetilene e le sue applicazioni*. 1896.
CASTELLANI L., *L'acetilene*. 1903.
Id., *L'incandescenza a gas*. 1901.
CORBINO O. M., *I sistemi di illuminazione*. 1902.
DE MARPILLERO R., *Il gas illuminante*.
HOSPITALIER E., *Il carburo di calcio e l'acetilene o gas elettrico* (Biblioteca dell'Elettricità). 1897.
PERSONALI F., *Gas-Luce* (Enciclopedia Arti e Industrie). Unione Tip.-Editrice Torinese.
STEINZA A., *L'acetilene*.
VEROLE P., *Illuminazione* (Enciclopedia Arti e Industrie). Unione Tip.-Editrice Torinese.

PERIODICI.

- Gas (II)*, *Rivista tecnica-industriale, commerciale*. Direttore V. CALZAVARA (mensile). Venezia.
L'Industria (settimanale). Milano.

Pubblicazioni francesi.

- Appareil BON pour la fabrication de l'acétylène. Portefeuille des machines*. 1896.
BORIAS E., *Traité théorique et pratique de la fabrication du gaz*. 1890.
CAPELLE E., *L'éclairage et le chauffage par l'acétylène*. 1902.
CLEGG SAMUEL, *Traité pratique de la fabrication du gaz* (trad. da SERVIER). Paris 1869.
COUDURIER, *Manuel des directeurs et contremaîtres des petites usines à gaz*.
BERTHELOT M., *Les carbures d'hydrogène*.
D'ARCOUNT, *De l'éclairage au gaz*. Paris 1845.
DEFAYS J. et H. PITTET, *Étude pratique sur les différents systèmes d'éclairage à gaz, acétylène, pétrole, alcool, électricité*. 1902.
DOMMER F., *L'incandescence par le gaz et le pétrole. L'acétylène et ses applications*. 1897.
DUMONT G. et HUBON E., *Historique, propriétés, fabrication, applications de l'acétylène*. 1896.
FRÉCHOU MARCEL, *Fabrication du gaz*. Paris 1908.
GALINE L. et SAINT-PAUL B., *Éclairage: huiles, alcools, gaz, électricité, photométrie*. 1904.
GASTINE G., *L'éclairage pratique à la campagne par l'acétylène*. 1897.

- GERMINET G., *Chauffage et éclairage par le gaz*. Paris 1876.
GIRARDVILLE P., *L'acétylène et ses applications*. 1889.
HUBERT P., *Album-annuaire de l'acétylène*. 1900.
HUGUENY CH., *Traité du chauffage au gaz* (Enciclop. RORET).
HURCOURT (R. d'), *De l'éclairage au gaz*. 1863.
KUCHLER, *Manuel de l'éclairage*. 1879.
KUHLMANN F., *De l'éclairage et du chauffage par le gaz au point de vue de l'hygiène*. Paris 1876.
LAFFONT M., *Le gaz d'eau au point de vue du combustible, de la force motrice, de l'éclairage et de l'hygiène*. Larousse, Paris 1889.
LEFÈVRE J., *Éclairage aux gaz, aux huiles, aux acides gras*.
Id., *Carbure de calcium et acétylène*. Paris 1898.
LÉVY A., *L'industrie du gaz*. 1889.
LEVY P., *L'éclairage à l'incandescence par le gaz*. 1906.
MAGNIER D., *Éclairage et chauffage au gaz* (Enciclopedia RORET). Paris 1866.
Id., *Tables techniques de l'industrie du gaz* (Enciclopedia RORET).
MAGNIER M. D., *Nouveau manuel complet de l'éclairage et du chauffage au gaz*. 1899.
MONNER D., *Aide-mémoire pour le calcul des conduites, de distribution du gaz de l'éclairage et de chauffage*. Paris 1876.
MONNIER B., *Calcul des conduites de distribution du gaz d'éclairage et de chauffage*.
MONNIER D., *Distribution du gaz*.
MOREL A., *Considérations nouvelles sur les appareils producteurs de gaz acétylène*. 1903.
Id., *L'acétylène. Théorie et applications*. Paris.
MONT-SERRAT et BRISAC, *Le gaz*. Baillières, Paris 1902.
MULLER, *Leçons sur la régulation du gaz*.
PACORET E., *Traité général et pratique des distributions et canalisations*. Libro III: *Gaz, acétylène*. 1903.
PECLET, *Traité de l'éclairage*.
PÉCHEUX H., *Les matières éclairantes*. 1905.
PELLETREAU G., *L'incandescence par le gaz*. 1903.
PELLISSIER G., *L'éclairage à l'acétylène*. Paris 1897.
PERRRET A., *L'industrie du gaz*. 1904.
PERRODIL C. D., *Le carbure de calcium et l'acétylène*. 1897.
PERNOUX J., *Manière de fabriquer soi-même les capuchons à incandescence par le gaz*.
PICTET B., *L'acétylène*.
PICTET R., *L'acétylène: son passé; son présent; son avenir*. 1896.

- ROBINE R., *Manuel pratique de l'éclairage au gaz acétylène*. 1905.
 SCHILLING E., *Traité sur la production et l'exploitation de la lumière au gaz de houille*. 1904.
 SOSPISIO H., *Gaz à l'eau carburé*. 1900.
 TRUCHOT P., *L'éclairage à incandescence par le gaz et les gazéifiés*. Paris 1899.
 VEBER A., *L'éclairage*. Dunod, Paris.

PERIODICI.

- Annuaire général de l'industrie de l'éclairage et de chauffage par le gaz*.
Avenir de l'acétylène (settimanale). Paris.
Constructeur des usines à gaz (mensile). Paris.
Éclairage (mensile). Paris.
Gaz (Le) (mensile). Paris.
Journal du gaz et de l'électricité (bimensile). Paris.
Journal de l'acétylène et des industries qui s'y attachent (settimanale). Paris.
Journal de l'éclairage au gaz, du service des eaux et de la salubrité publique (bimensile). Paris.
Moniteur de l'industrie du gaz et de l'électricité (bimensile). Paris.
Organ industriel de l'éclairage. Brüssel 1881.
Revue technique et industrielle de l'acétylène (bimensile). Paris.

Pubblicazioni tedesche.

- ANDÉ L. E., *Das Gasglühlicht u. die Herstellung d. Glühstrümpfe*. 1902.
 AHRENS F., *Das hängende Gasglühlicht*. 1907.
 ALTSCHUL M., SCHEEL K., VOGEL J. H., *Jahrbuch f. Acetylen und Carbid*. 1903.
 BERNAT D. u. SCHEEL K., *Vegweiser f. Acetylen-Techniker und Installateure*.
 BOLLEY, *Gasbeleuchtung* (Handbuch der chemischen Technologie, 2, 3). Vieweg, Braunschweig 1908.
 BOSSNER F., *Verwerthung der ausgebrauchten Gaseinigungsmassen*. 1902.
 CARO N., *Anleitung zur sicherheitstechnischen Prüfung u. Begutachtung von Acetylenanlagen*. 1902.
 CLAUS F., *Wassergas-Erzeugung*. 1900.
 COGLIEVINA D., *Theoretisch-praktisches Handbuch der Gasinstallation*. Wien 1889.
 EPHRAIM J., *Die Acetylen- und Calciumcarbidindustrie vom patentrechtlichen Standpunkt*. 1899.
 FENDERL E., *Hauptmomente der Acetylen- und Carbidindustrie*. 1900.
 FISCHER H., *Gasbeleuchtung* (Handbuch der Architektur). Darmstadt 1890.
 FRANKE G., *Ueber Versuche mit Acetylenbeleuchtung in Bergwerken*. 1901.
 FRENZEL P., *Das Gas u. seine moderne Anwendung*. 1902.
 FRÖLICH O. u. H. HERZFELD, *Stand und Zukunft der Acetylenbeleuchtung*. 1898.
 GEITEL M., *Das Wassergas u. seine Verwendung in der Technik*. 1900.
 GEISSLER O., *Wasser- u. Gasanlagen*. 1902.
 HOMANN D., *Die aichfähigen Gannesser-Konstruktionen*. 1894.
 HUGEN J. H. W., *Die Gasindustrie der Gegenwart*, ecc. Halle 1873.
 KNAPPICH J., *Herstellung, Aufbewahrung u. Verwendung von Acetylen- und Carbid*. 1902.
 KUCKUCK FR., *Der Gasrohrleger u. Gaseinrichter*. Monaco 1907.
 KUHN C., *Beitrag zur Geschichte der Acetylen-Industrie*. 1901.
 LIEBETANG F., *Handbuch der Calciumcarbid- und Acetylen-technik*. 1899.
 ID., *Hilfsbuch für Installationen von Acetylen-Beleuchtungsanlagen*. 1900.
 LÜDCKE A., *Praktisches Handbuch f. Kunst- Bac- und Maschinen-Schlössen*. Weimar 1878.
 LUDWIG A., *Taschenbuch f. den Acetylen-Techniker*.
 LUMMER O., *Die Ziele der Leuchttechnik*. 1903.

- LUX H., *Die wirtschaftliche Bedeutung der Gas- und Elektrizitätswerke in Deutschland*. 1898.
 MENDLIK A., *Die Gasbeleuchtung*. Budapest 1879.
 MEHLHAUSEN, *Ueber Künstliche Beleuchtung*. Berlin 1885.
 MÜLLER A., *Die Gasbeleuchtung im Hause*, ecc. Wien 1880.
 PANAJOTOVIC J. P., *Calciumcarbid u. Acetylen*. 1897.
 PERL E., *Die Beleuchtungstoffe u. deren Fabrikation*. 1900.
 PETERS F., *Fortschritte der angewandten Elektrochemie u. der Acetylen-Industrie im Jahre 1898, 1899*.
 PFEIFFER O., *Zur Bestimmung des spezifischen Gewichts von Leucytos*. 1903.
 ID., *Das Gas als Leucht- Heiz- u. Kraftstoff in seinem verschiedenen Arten*. 1896.
 REZEGH F., *Praktische Erläuterungen über Bau, Betrieb und Verwaltung der Kohlengasanstalten*. 1900.
 RIETSCHEL, *Anleitung zur richtigen Konstruktion, Ausstellung und Handhabung von Gasleuchtapparaten*. 1907.
 SCHAAR G. F., *Die Steinkohlengasbereitung*. Leipzig 1880.
 SCHAEFER A., *Einrichtung u. Betrieb eines Gaswerkes*. Oldenburg, München 1907.
 SCHAEFER F., *Die wirtschaftliche Bedeutung des Wassergases für die Industrie*. 1899.
 ID., *Das Gas in bürgerlichen Hause*. Monaco 1907.
 ID., *Die Angebliche Gefährlichkeit des Leuchtgases im Lichte statistischer Tatsachen*.
 ID., *Kein Haus ohne Gas!*
 SCHAEFER K., *Die Buchführung f. Gasanstalten*. Monaco 1907.
 SCHEEL KARL, *Das Acetylen*. Jänecke, Hannover 1907.
 SCHILLING E. u. AUCLAM G., *Schaars Kalender f. das Gas- und Wasserfach*.
 SCHILLING N. H., *Handbuch der Steinkohlengas-Bereitung*. München 1878.
 SCHMATOLLA E., *Die Gaserzeuger u. Gasfeuerungen*. 1908.
 SCHOLTZE J., *Ueber Acetylenbeleuchtungsanlagen*. 1901.
 STEGMANN H., *Gasfeuerung u. Gasöfen*. 1881.
 STROCHE H., *Das Wassergas*. 1896.
 STROTT G. R., *Ueber Leuchtmaterialien, deren Eigenschaften, Bestimmung der Lichtstärke, Leuchtkraft und des Leuchtwertes*, ecc. Holzminden 1880.
 THENIUS G., *Fabrikation der Leuchtgase*. 1891.
 TIEFBRUNK, *Die Gasbeleuchtung*. Stuttgart 1874.
 VOGEL J. H., *Das Acetylene*. 1900.

PERIODICI.

- Acetylen in Wissenschaft u. Industrie* (24 fasc.).
Beleuchtungswesen, das moderne (mensile). Wien.
Gas- u. Wasserfach-Techniker, der (24 fasc.). Wien.
Journal f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung (settimanale). München.
Kalender f. Gas- und Wasserfach-Techniker.
Zeitschrift f. Beleuchtungswesen (36 fasc.). Berlin.
Zeitschrift f. Calciumcarbid-Fabrikation und Acetylen-Beleuchtung (settim.). Berlin.
Zeitschrift f. das Gas- u. Wasserfach (24 fasc.). Wien.

Pubblicazioni inglesi.

- BANTING ROGERS J., *Artificial light*. Reading 1882.
 BLACK J., *Gas Fitting*. 1895.
 BRACKENBURY C. E., *Modern Methods of Saving Labour in Gasworks*. 1901.
 BUTTERFIELD W. J. A., *The Chemistry of Gas Manufacture*. 1898.
 DIBDIN W. J., *Public Lighting by Gas and Electricity*. 1902.
 DYE F., *Lighting by Acetylene*. 1902.
 GERHARD W. P., *The American Practice of Gas Piping and Gas Lighting in Building*. 1908.
 GRAFTON W., *Handbook of Practical Gas-Fitting*. 1901.
 GIBBS W. E., *Lighting by Acetylene*. 1898.
 HARTLEY F. W., *The gas*. 1879.
 HASLICK P. N., *Practical Gas Fitting, including Gas Manufacture*. 1900.
 HERRING W. R., *The Construction of Gasworks*. 1893.
 HILLS H. F., *Gas and Gas Fittings*. 1902.

HORNBY J., *Text-Book of Gas Manufacture for Students*. 1896.

HORNBY J., *The Gas Engineer's Laboratory Handbook*. 1902.

HUGUES S., *The construction of gas works and the manufacture and distribution of coal gas*. London 1880.

LEEDS F. H. and W. J. A. BUTTERFIELD, *Acetylene*. 1903.

LEWES V. B., *Acetylene*. 1900.

MERRIMAN O., *Gas-burners, old and new*. London 1884.

O'CONNOR H., *The Gas Engineer's Pocket-Book*. 1901.

THOMPSON G. F., *Acetylene Gas, its Nature, Properties, and Uses*. 1898.

THWAITE B. H., *Gaseous fuel, including water gas, its production and application*. Whittake, London 1889.

PERIODICI.

Acetylene Gas Journal (mensile). Chicago.

American Gas Light Journal (settim.). New York.

Gas and water review ill. (settim.). London.

Gas Engineer's Magazine (mensile). Birmingham.

Gas light (settim.). Ohio.

Gas World (settim.). London.

Journal of Acetylene Gas Lighting (mensile). London.

Journal of Gas Lighting, Water Supply, ecc. (settim.). London.

Modern light and heat (settim.). Boston.

Transactions of the Incorporated Institution of Gas Engineers (annuale). London.

Water and Gas Review (mensile). New York.



CAPITOLO XIV.

RISCALDAMENTO ED AEREAZIONE
DEI FABBRICATI

(Ing. MARIO FELICE DONGHI)

I. — GENERALITÀ

Chi studia la storia dell'architettura con particolare riguardo ai metodi di riscaldamento e ventilazione degli edifici, si rende chiaramente conto del fatto che in questo importante ramo di scienza applicata la evoluzione è stata lentissima.

Non si pretende qui di determinarne le cause, ma è certo che da appena trent'anni sono in commercio apparecchi veramente pratici, allo scopo di riscaldare ed aereare gli ambienti abitati, in base ai criteri suggeriti dall'igiene, e tenendo conto delle comodità della vita.

Nei tempi più remoti è probabile che l'uomo si servisse del fuoco ottenuto bruciando tronchi d'albero ammassati all'aperto o nelle anfrattuosità delle rocce, più allo scopo di cuocere gli alimenti e di allontanare gli animali feroci che per riscaldarsi. Dal focolare collocato in mezzo alla capanna si passò, nel medioevo, al focolare collocato contro la parete, e, in seguito, al caminetto primitivo. Per quanto successivamente modificati e perfezionati, i caminetti di qualunque forma consumavano molta legna e scaldavano poco; le ricerche dei fisici condussero alle stufe, le quali costituirono per lungo tempo, e rappresentano ancora oggi, l'apparecchio di riscaldamento più diffuso. I riscaldamenti ad aria calda, a vapore e ad acqua calda apparvero soltanto verso la metà del secolo XVIII; in compenso, da quell'epoca ad oggi i progressi sono stati rapidissimi e considerevoli: si hanno caminetti, stufe d'ogni genere, riscaldamenti a vapore e ad acqua calda, funzionanti in modo regolare, comodi, economici. Qualunque apparecchio di riscaldamento deve produrre, nel locale di abitazione, una temperatura costante entro certi limiti, superiore alla esterna allorchè questa, pure variando, sia minore di 8 ÷ 10 centigradi; e ciò, si intende, senza che vengano modificate le essenziali proprietà fisiche dell'aria nell'ambiente.

È noto che il processo vitale può paragonarsi a una vera e propria combustione, in quanto l'ossigeno dell'aria combinandosi con il carbonio e l'idrogeno dei tessuti svolge calore. Siccome la temperatura media del corpo umano si mantiene sensibilmente costante (37°,5 C.), si deduce che quella quantità di calore compensa, in via normale, le perdite dovute alla traspirazione. Queste perdite possono essere più o meno notevoli, dipendendo non solo dalle condizioni speciali di salute e di occupazione dell'individuo, ma dalla temperatura e pressione barometrica esterne, ecc. Se quel compenso non avviene si prova la sensazione del caldo o del freddo; occorre allora modificare artificialmente la intensità della traspirazione per ricondurla nei limiti naturali, d'estate coprendosi con vestiti leggeri, d'inverno con vestiti pesanti o riscaldando l'ambiente.

È da notare che le persone e gli apparecchi illuminanti che si trovano in un locale forniscono ad esso una certa quantità di calore, la quale si deve sottrarre da quella necessaria per sopperire alle perdite dovute alla trasmissione del calore attraverso alle pareti, al pavimento, al soffitto e alle aperture dell'ambiente: quindi la quantità oraria di calore che l'apparecchio riscaldante dovrà procurare andrà calcolata in base a questa differenza. Determinate le quantità di anidride carbonica e di vapore acqueo emesse da persone di varia età, di diverso sesso e di diversa costituzione fisica, noti il potere calorifico del carbonio e dell'idrogeno, risulta che in media una persona adulta svolge all'ora circa 100 calorie e un fanciullo 50 calorie.

Con la illuminazione artificiale, secondo le ricerche di Fischer, Peukert ed altri, vengono emesse le quantità di calore segnate nella tabella, riferite alla intensità di 100 candele normali. Nella prima colonna si riporta, per le lampade elettriche, la misura, in cavalli-vapore, della energia che è necessario di spendere per avere 100 candele normali di intensità luminosa, e per le altre sorgenti la corrispondente quantità di combustibile.

Tabella L. — Quantità di calorie emesse da varie sorgenti di luce.

| SISTEMA DI ILLUMINAZIONE | QUANTITÀ | CALORIE |
|---|------------------|---------------|
| Lampade ad arco | 0,09 ÷ 0,25 cav. | 57 ÷ 158 |
| » ad incandescenza con filamento di carbone | 0,46 ÷ 0,85 cav. | 430 ÷ 150 (1) |
| Gas — Becco a farfalla da 40 candele | 1,5 mc. | 7950 |
| » » Argand da 20 candele | 1 » | 5300 |
| » » Regen-Siemens orizzontale 136 candele | 0,5 » | 2650 |
| » » Regen-Siemens invertito 70 candele | 0,44 » | 2330 |
| » » Regen-Siemens invertito verticale 222 candele | 0,33 » | 1750 |
| » » a farfalla a tre fiamme 169 candele | 0,31 » | 1640 |
| » » Wenham, verticale da 144 candele | 0,38 » | 2010 |
| » » Auer da 50 candele | 0,20 » | 1200 |
| Petrolio da 25 candele | 0,30 Kg. | 3120 |
| » da 4 candele | 0,60 » | 6240 |
| Paraffina da 1 candela | 0,77 » | 7980 |
| Cera da 1 candela | 0,77 » | 7550 |
| Stearina da 1 candela | 0,92 » | 8400 |
| Sego da 1 candela | 1,00 » | 8800 |

(1) A seconda che le lampadine sono vecchie o nuove.

Ma con la respirazione cutanea e polmonare si versano nell'aria materie che ne alterano la purezza: un uomo adulto consuma 20 ÷ 25 litri di ossigeno all'ora, ed esala da 15 ÷ 20 litri di acido carbonico e 32 grammi di vapore d'acqua: così pure gli apparecchi di illuminazione contribuiscono ad impoverire l'aria di ossigeno e ad aumentare le proporzioni dell'acido carbonico e del vapore d'acqua; ed oltre a queste possono esservi molte altre cause di inquinamento dell'aria di un locale. È perciò necessario che l'aria dell'ambiente, oltre che essere riscaldata, venga ricambiata per mezzo di un opportuno sistema di aereazione, coordinato con l'apparecchio di riscaldamento, e capace, se ciò è possibile, di funzionare indipendentemente da quest'ultimo. Si consiglia di rinnovare l'aria delle stanze di abitazione almeno una volta all'ora; e di aereare le stanze da letto durante la notte. Oltre a questo l'aria deve esser mantenuta a un determinato stato igrometrico, cioè deve presentare quella conveniente tensione di vapore d'acqua senza della quale essa diviene troppo secca o troppo umida, a danno del buon funzionamento della traspirazione.

Ammissa una efficace ventilazione e un buono stato igrometrico dell'aria ambiente la temperatura richiesta nell'ambiente varia con le diverse destinazioni di esso. A meno di speciali disposizioni, secondo Hoepcke (1) si ritengono generalmente sufficienti: $14^{\circ} \div 15^{\circ}$ C. per camere da letto; $20^{\circ} \div 22^{\circ}$ per camere da ammalati, stanze da bagno, abitazioni di persone attempate; $20^{\circ} \div 25^{\circ}$ per ospedali e sanatori; $18^{\circ} \div 20^{\circ}$ per spogliatoi in stabilimenti di bagni; 20° per locali di bagni in vasca; $20^{\circ} \div 25^{\circ}$ per doccie; $8^{\circ} \div 12^{\circ}$ per chiese; $15^{\circ} \div 18^{\circ}$ per sale da ballo, aule scolastiche; $12^{\circ} \div 15^{\circ}$ per corridoi, passaggi, latrine, locali di esposizione, fabbriche, laboratori, palestre di ginnastica; $10^{\circ} \div 12^{\circ}$ per vetture tramviarie; $10^{\circ} \div 15^{\circ}$ per vetture ferroviarie; $0^{\circ} \div 7^{\circ}$ per serre fredde per lo svernamento di aranci, lauri, pesche; $7^{\circ} \div 15^{\circ}$ per serre temperate; $30^{\circ} \div 40^{\circ}$ per serre calde. Queste temperature si intendono misurate a circa m. 1,80 dal suolo; per ambienti di altezza non superiore ai 3 m. si può direttamente servirsi dei valori riportati per il calcolo delle perdite di calore.

Se l'altezza del locale è maggiore di 3 o 4 metri, occorre tener conto del fatto che presso il soffitto si verifica un sensibile aumento di temperatura, determinabile in modo approssimato con la formola $t'_i = t_i + 0,1 t_i (h - 3)$ in cui t_i è la temperatura del locale, h l'altezza di questo in metri, e t'_i la temperatura al soffitto. Si dovrà sostituire nei calcoli in luogo di t_i la temperatura media $\frac{t_i + t'_i}{2}$. Non sarà fuori proposito osservare che le dimensioni degli apparecchi di riscaldamento non possono essere stabilite in modo rigoroso: lo studio di essi si basa sui principi di fisica fondamentali, ma i coefficienti che affettano le formole dedotte da quei principi non rispondono sempre al caso considerato; vanno quindi soggetti a correzioni da parte del pratico e risultano variabili da un fabbricato all'altro.

Tenendo presenti questi concetti, dopo aver detto di tutti quei fatti generali che si riferiscono alla trasmissione del calore, in relazione coll'argomento in questione, e riferiti dei dati per il calcolo dei vari sistemi di riscaldamento, si accennerà ai diversi combustibili; si prenderanno quindi in esame i principali apparecchi che si usano in detti sistemi, notandone le particolarità costruttive e discutendone i vantaggi dai punti di vista igienico ed economico. Si comincerà dagli apparecchi per il *riscaldamento locale*, cioè quelli posti in ciascun locale o in locale prossimo ad esso e che lo riscaldano restando indipendenti dagli altri; poi si passerà agli apparecchi per i riscaldamenti così detti *centrali*, in cui un solo apparecchio è capace di scaldare un gruppo di locali o più gruppi, ed anche un intero fabbricato. Infine, in un ultimo capitolo, si tratterà della aereazione dei fabbricati.

II. — TRASMISSIONE DEL CALORE

a) Trasmissione del calore attraverso alle pareti di un ambiente riscaldato.

Lavoisier, in base al principio che nulla si perde e nulla si crea, ammetteva la esistenza di un fluido materiale, imponderabile ed incoercibile, detto calorico, il quale si trovava in quantità costante nell'universo; se quindi un corpo si scaldava, vale a dire riceveva una certa quantità di calorico, altri corpi si raffreddavano; quelli cioè dai quali il calorico si era spostato per passare nel primo. Questa teoria della emissione, che fu pure ammessa da Newton e da Laplace per i fenomeni luminosi, è oggi sostituita con l'ipotesi delle ondulazioni, dovuta a Huyghens, secondo la quale le molecole e gli atomi dei corpi caldi si muovono vibrando rapidamente in un mezzo estremamente

(1) *Tabellen und Formulare für Heizungs u. Lüftungsanlage*-Mittweide, 1909.

raro e perfettamente elastico che riempie tutto lo spazio (l'etere) al quale trasmettono questo moto vibratorio sotto forma di onde. Le sensazioni di calore e di luce sono dovute rispettivamente ad un eccitamento dei nervi tattili e della retina, prodotto da onde termiche di varia lunghezza. Anche due corpi a contatto sono capaci di modificare rispettivamente la rapidità delle loro vibrazioni molecolari (con o senza cambiamento delle posizioni relative delle molecole), cioè di trasmettersi calore per *conduzione*, fino a che sia raggiunto l'equilibrio; allora si dice che i due corpi hanno la stessa temperatura. Può avvenire che il calore si trasmetta per un vero e proprio spostamento di molecole, per *convezione*: ciò si verifica per i liquidi e per i gas, nei quali si nota un movimento del fluido dalle zone calde verso le fredde, in seguito alla minor densità delle parti in contatto con la sorgente di calore. Però il modo di trasmissione del calore, più interessante per l'argomento che qui si tratta, è senza dubbio quello che avviene per la accennata trasmissione a distanza del moto vibratorio molecolare (radiazione), come se il corpo caldo emettesse raggi calorifici propagantisi in linea retta in tutte le direzioni. Nello stesso modo che un corpo caldo è capace di cedere all'ambiente una certa quantità del calore che esso possiede, così è capace di assorbirne in misura corrispondente alla sua natura, e si dimostra che le molecole di ciascun corpo assorbono soltanto le radiazioni che sono atte ad emettere, e non altre. La quantità di calore che un corpo caldo trasmette all'ambiente che lo circonda è proporzionale alla differenza di temperatura tra la superficie del corpo e l'ambiente. Tale relazione, dovuta a Newton, vale per differenze di temperatura tra il corpo irradiante e l'atmosfera, che non eccedano i venti gradi centigradi circa. Secondo le ricerche di Stefan gli scambi di calore tra due corpi sarebbero proporzionali alle differenze delle quarte potenze delle loro rispettive temperature assolute.

Se in particolare il corpo che si considera è a faccie parallele, come, ad esempio, una parete od un muro di un locale di abitazione riscaldato, esso a sua volta si riscalda e trasmette all'esterno, in modo differente a seconda della sua natura e della sua grossezza, una parte del calore assorbito. In questo caso è possibile applicare la legge di Newton, e in base ad essa, e ammettendo che sia raggiunto lo stato di regime (cioè che siano eguali le quantità di calore che attraversano contemporaneamente i singoli strati del corpo, ritenuto omogeneo) il numero di calorie Q trasmesse in un'ora dal solido è dato dalla seguente:

$$Q = K S (T_1 - T_2). \quad (1)$$

Il numero K è detto coefficiente di trasmissione delle parete di superficie S separante i due fluidi che hanno le temperature T_1, T_2 . Se si ammette che i due fluidi (nel caso attuale, aria) separati dalla parete non siano dotati di movimento, il coefficiente K esprime il numero di calorie che in un'ora e per ogni metro quadrato di superficie si trasmettono attraverso ad un muro a faccie piane e parallele, quando la differenza tra i due ambienti (interno ed esterno) sia di un grado. Nel fenomeno si possono distinguere due trasmissioni di diversa natura: una trasmissione esterna, che si verifica dal primo ambiente alla faccia della parete, e una simile dall'altra faccia al secondo ambiente: e una trasmissione interna, attraverso alla parete. Se ne deduce che il coefficiente K deve dipendere dai valori di coefficienti inerenti alle due trasmissioni esterne, che avvengono per radiazione e convezione contemporaneamente e dal coefficiente di conduttività interna della sostanza, di cui la parete è costituita. Dunque il numero K non è un semplice coefficiente, ma funzione finora sconosciuta delle temperature T_1, T_2 . Nei calcoli pratici la si considera come costante; tutt'al più se occorresse aver riguardo alla influenza della temperatura sulla grandezza di K , si può supporre sviluppata in serie la funzione che rappresenta il coefficiente di trasmissione (Ferrini), ponendo:

$$K = \alpha + \beta \delta + \gamma + \text{ecc.}, \text{ dove } \delta = T_1 - T_2.$$

Nell'ipotesi delle facce piane è:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{g}{c}$$

dove k_1 k_2 sono i coefficienti di conduttività esterna per le due facce della parete o coefficienti di ammissione ed emissione (Ferrini), c il coefficiente di conduttività interna e g la grossezza della parete.

Se si verifica che la parete separi due fluidi in movimento la trasmissione attraverso alla parete viene modificata. Se i due fluidi sono in movimento nello stesso senso le temperature possono al limite diventare eguali, e il rendimento massimo è circa il 50 %. Se i due fluidi si muovono in senso contrario, il rendimento massimo si avvicina al 100 %, vale a dire può avvenire che uno dei fluidi sia completamente raffreddato e il secondo portato alla temperatura che aveva inizialmente il primo.

Quando un fluido è in movimento e l'altro è in riposo, la trasmissione, pure non avvenendo nelle proporzioni precedentemente accennate, è sempre più intensa di quella che si osserva quando i due fluidi sono in riposo.

Per questa ragione si consiglia di aumentare almeno del 10 % le perdite di calore calcolate per mezzo della (1) attraverso a pareti, finestre e porte, esposte a forti correnti d'aria od orientate verso il nord, nord-ovest od ovest; questo anche per evitare che i locali si riscaldino in modo eccessivo.

I valori medi della costante K , da applicarsi nei calcoli riguardanti le questioni tecniche, sono stati sperimentalmente determinati da Péclet, Ferrini, Schinz, Redtembacher, Rietschel, H. Fischer e Paul. Si riportano i dati di questi tre ultimi autori, distinguendoli con le iniziali R. F. P.

Tabella LI. — Valori di K in calorie per 1 m² di superficie, 1 ora e 1° di differenza di temperatura.

1. — Per pareti verticali di muratura.

| Groschezza delle pareti in metri (escluso l'intonaco) | Muratura di mattoni | | | Muratura di pietra arenaria | | |
|--|---------------------|------|------|-----------------------------|------|------|
| | R. | F. | P. | R. | F. | P. |
| 0,10 | — | — | 2,13 | — | — | 2,58 |
| 0,12 | 2,4 | 2,31 | — | — | — | — |
| 0,20 | — | — | 1,60 | — | — | 2,16 |
| 0,25 | 1,7 | 1,66 | — | — | — | — |
| 0,30 | — | — | 1,27 | 2,1 | 2,45 | 1,85 |
| 0,38 | 1,3 | — | — | — | — | — |
| 0,40 | — | 1,27 | 1,06 | 1,8 | 2,12 | 1,62 |
| 0,50 | — | — | 0,91 | 1,6 | 1,87 | 1,44 |
| 0,51 | 1,1 | 1,03 | — | — | — | — |
| 0,60 | — | — | 0,79 | 1,4 | 1,68 | 1,30 |
| 0,64 | 0,9 | 0,86 | — | — | — | — |
| 0,70 | — | — | 0,70 | 1,3 | 1,52 | 1,18 |
| 0,77 | 0,8 | 0,74 | — | — | — | — |
| 0,80 | — | — | 0,63 | 1,2 | 1,39 | 1,08 |
| 0,90 | 0,65 | — | 0,58 | 1,1 | 1,28 | 1,00 |
| 0,92 | — | 0,66 | — | — | — | — |
| 1,00 | — | — | 0,53 | 1,0 | 1,18 | 0,93 |
| 1,05 | 0,60 | 0,59 | — | — | — | — |
| 1,10 | — | — | — | 0,9 | — | — |
| 1,16 | 0,55 | — | — | — | — | — |
| 1,20 | — | — | — | 0,85 | — | — |

Segue **Tabella LI.**

Per parete di mattoni con intonaco interno di gesso di cm. 3 di grossezza (Rietschel):

| | | | | |
|--|------|------|------|------|
| Grossezza del muro senza intonaco in metri | 0,12 | 0,25 | 0,38 | 0,51 |
| K = | 2,2 | 1,5 | 1,2 | 1,0 |

Per muri di mattoni con rivestimento di legno interno:

| | | | | | | |
|-----------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Grossezza del muro in metri | 0,12 | 0,25 | 0,38 | 0,12 | 0,25 | 0,38 |
| » del rivestimento | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,015 | 0,015 | 0,015 |
| K = | 2,0 | 1,5 | 1,1 | 1,8 | 1,4 | 1,0 |

Per muri con rivestimento di legno interno ed esterno:

| | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|
| Grossezza del muro in metri | 0,12 | 0,25 | 0,38 | 0,12 | 0,25 | 0,38 | 0,12 | 0,25 | 0,38 |
| » totale del rivestimento | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| K = | 1,2 | 1,0 | 0,85 | 1,1 | 0,9 | 0,8 | 1,0 | 0,8 | 0,7 |

Per i muri di pietra calcare i valori di K, dati dalla precedente tabella per l'arenaria, devono essere aumentati del 10 %. Secondo Rietschel, tale aumento dovrebbe raggiungere il 20÷40 %, crescendo con la grossezza del muro. Per i muri di mattoni rivestiti con arenaria il valore di K indicato nella tabella per i muri di mattoni di grossezza eguale a quella totale deve esser aumentato del 15 %. Secondo Rietschel, K avrebbe i seguenti valori:

| Grossezza del rivestimento in m. | Grossezza del muro di mattoni in m. | K = | Grossezza del rivestimento in m. | Grossezza del muro di mattoni in m. | K = | Grossezza del rivestimento in m. | Grossezza del muro di mattoni in m. | K = |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----|----------------------------------|-------------------------------------|------|----------------------------------|-------------------------------------|------|
| 0,10 | 0,12 | 2,1 | 0,10 | 1,03 | 0,55 | 0,25 | 0,90 | 0,6 |
| 0,10 | 0,25 | 1,5 | 0,25 | 0,12 | 1,7 | 0,50 | 0,12 | 1,3 |
| 0,10 | 0,38 | 1,2 | 0,25 | 0,25 | 1,3 | 0,50 | 0,25 | 1,0 |
| 0,10 | 0,51 | 1,0 | 0,25 | 0,38 | 1,0 | 0,50 | 0,38 | 0,87 |
| 0,10 | 0,54 | 0,8 | 0,25 | 0,51 | 0,9 | 0,50 | 0,51 | 0,75 |
| 0,10 | 0,77 | 0,7 | 0,25 | 0,64 | 0,75 | 0,50 | 0,64 | 0,65 |
| 0,10 | 0,90 | 0,6 | 0,25 | 0,77 | 0,65 | 0,50 | 0,77 | 0,6 |

Per mattoni con strato d'aria (Rietschel):

| | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|
| Grossezza del muro senza strato d'aria e intonaco in m. | 0,24 | 0,37 | 0,50 | 0,63 | 0,76 | 0,89 | 1,02 |
| K = | 1,4 | 1,1 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,55 |

Per pareti di gesso:

| | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|
| Grossezza in metri | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 |
| K = | 3,7 | 3,4 | 3,2 | 3 |

Per pareti di cemento:

| | | | | | | |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Grossezza della parete in metri | 0,05 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,25 | 0,30 |
| K = | 3,4 | 2,7 | 2,3 | 2,0 | 1,7 | 1,5 |

Segue **Tabella LI.**

Per le murature miste di muro e legno Rietschel calcola il valore di K con la formola $K = mK_1 + nK_2$, dove K_1 e K_2 sono i coefficienti, corrispondenti a quella data grossezza, per il legno e la muratura, e m ed n le proporzioni, per m^2 di muro, del legno e della muratura.

I precedenti valori di Rietschel, Fischer e Paul valgono per muri d'ambito; per muri interni di mattoni Fischer dà al coefficiente K valori alquanto minori; per pareti in pietra della grossezza di m , 0,27, $K = 2,14$; per grossezza di 0,40, $K = 1,74$; per parete di legno semplice con intonaco, $K = 1,5$; per parete in legno doppio, $K = 0,9$.

Per pareti con divisioni in mattoni:

| Grossezza in metri | 0,12 | 0,25 | 0,38 | 0,51 | 0,64 | 0,77 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|
| $K =$ | 2,0 | 1,5 | 1,2 | 1,0 | 0,8 | 0,7 |

Per pareti alla Rabitz:

| Grossezza in metri | 0,04 | 0,06 | 0,08 | 0,10 |
|--------------------|------|------|------|------|
| $K =$ | 3,1 | 2,8 | 2,5 | 2,3 |

Per tramezzi di legno senza intonaco:

| Grossezza in metri | 0,01 | 0,015 | 0,02 | 0,025 |
|--------------------|------|-------|------|-------|
| $K =$ | 2,7 | 2,4 | 2,1 | 1,9 |

Per tramezzi di legno con intonaco da ambo i lati:

| Grossezza del legno in metri | 0,02 | 0,025 | 0,03 | 0,04 |
|------------------------------|------|-------|------|------|
| $K =$ | 1,3 | 1,2 | 1,15 | 1,0 |

Per pareti di sughero:

| Grossezza della parete in metri | 0,12 | 0,25 | 0,38 |
|---------------------------------|------|------|------|
| $K =$ | 1,52 | 0,92 | 0,66 |

Per pareti di gesso:

| Grossezza della parete in metri | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,10 |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $K =$ | 3,2 | 3,1 | 2,9 | 2,8 | 2,64 | 2,53 | 2,42 | 2,33 |

2. — Per finestre (Fischer, Paul).

| Finestre semplici | | Finestre doppie | |
|-------------------|------------|-----------------|------------|
| F | P | F | P |
| 5,0 | 2,6 ÷ 3,53 | 1,77 | 1,6 ÷ 2,26 |

Per finestre semplici di grandezza comune o per finestre grandi (vetrine) di vetro doppio (cristallo), Rietschel pone $K = 5$; per grandi finestre semplici di vetro comune $K \times 5,3$; per finestre doppie $K = 2,2$; per finestre a doppia lastra di vetro su unico telaio $K = 5 - 2,8 m$, ove m è il rapporto tra la superficie totale della finestra e quella del solo vetro.

Se si vuole tener conto del vento i valori devono venire aumentati fino quasi al doppio.

Segue **Tabella LI.****3. — Per porte.**

| Groschezza del legno in cm. | R | | F | |
|--------------------------------|----------------|---------|----------------|---------|
| | Abete o Larice | Quercia | Abete o Larice | Quercia |
| 2 | 2,2 | 3,0 | 2,24 | 2,92 |
| 3 | 1,8 | 2,5 | — | — |
| 4 | 1,5 | 2,2 | 1,50 | 2,20 |
| 5 | 1,3 | 2,0 | — | — |
| 6 | 1,1 | 1,8 | — | — |

I valori di Rietschel e Fischer valgono per porte esterne; per quelle interne di larice della groschezza di 2 e 3 cm. Fischer diminuisce K del 5 %; per quelle in quercia di 2 cm. di groschezza il valore di K diminuisce di circa il 7 %.

4. — Per soffitti e lucernari.

| | F | P |
|---|------|------|
| Soffitto semplice di tavole, senza intonaco | 0,50 | 0,48 |
| Volta con semplice tavolato | — | 0,72 |
| Lucernari con vetro semplice | 5,4 | 5,84 |
| » » » doppio | 2,60 | 2,44 |

Per lucernari, i quali siano provvisti di ferri da gocciolatoio, Paul prende il valore 8,24.

Per lucernari, secondo che sono esposti all'aria libera o sono in un ambiente chiuso, Rietschel pone: per vetri semplici, $K = 5,4$ e $3,6$; per vetri doppi, $K = 2,55$ e $2,1$.

5. — Per solai.

Rietschel calcola il valore di K a seconda dei sistemi di costruzione e delle dimensioni del solaio; per solai con travi alte m. 0,24 e larghe m. 0,20, distanti m. 0,9 da asse ad asse, egli pone:

per semplice rivestimento in legno larice di m. 0,052 con vernice ad olio, $K = 1,59$;

per solai con interposizione di carbone coke di m. 0,105 di groschezza, superiormente rivestiti in tavole di larice di m. 0,025 verniciate ad olio, al disotto intonacati, $K = 0,49$ se l'aria più fredda è al disopra; $K = 0,22$ se essa è al disotto.

Per solai massicci (vôla in laterizio della groschezza di 12 cm.) Rietschel pone:

con pavimento di mattoni, $K = 1,66$; con rivestimento in asfalto, $K = 1,58$; con terrazzo, $K = 1,60$; con linoleum, $K = 1,66$; con travetti di quercia collocati in asfalto, $K = 1,40$; con dormienti e semplice rivestimento di tavole di abete rosso oliate al disopra (l'aria più fredda è al disotto), $K = 0,33$; con dormienti, sovrastante orditura da intavolato e intavolato (parquet) (l'aria più fredda è al disotto), $K = 0,3$.

6. — Per tetti.

Rietschel pone: tetto di carta bituminosa con fodera di m. 0,025, $K = 2,13$; tetto di rame o di zinco con fodera di m. 0,025, $K = 2,13$; tetto di lavagna con fodera di m. 0,025, $K = 2,10$; con tetto di tegole, $K = 4,85$; con tetto di holzement, $K = 1,32$; con tetto di lamiera senza fodera, $K = 10,40$.

Rispetto alle perdite di calore dovute all'aereazione dei locali abitati, pei quali si è detto essere necessario un ricambio di aria, si osserva che le quantità di aria da rinnovarsi per ora e per persona, secondo il Morin (*Traité de la ventilation*), sono le seguenti:

| | |
|------------------------------------|------------------------|
| Per scuole di fanciulli | 12 ÷ 15 m ³ |
| » » di adulti | 25 ÷ 30 » |
| » caserme | 30 ÷ 40 » |
| » teatri | 40 ÷ 60 » |
| » prigionieri | 50 ÷ 60 » |
| » laboratori | 60 ÷ 100 » |
| » stanze per malati | 60 ÷ 70 » |
| » sale di chirurgia | 100 » |
| » ospedali di contagiosi | 150 » |

Quando non si abbiano notizie precise sulla destinazione di un ambiente, il quale sia aereato soltanto dalle comuni aperture di porte, si consiglia il rinnovamento orario completo, per gli ambienti di capacità inferiore ai 100 m³; per gli ambienti di capacità di 100 ÷ 200 m³, 100 m³ all'ora; per quelli di 200 ÷ 300, 150 m³ all'ora; fino ad ambienti della capacità di 600 m³, da 1/2 ÷ 1/3; per grandi locali da 1/4 ÷ 1/10.

Il numero di calorie A perdute per la ventilazione si determina con la formula

$$A = 0,307 V (t_i - t_e),$$

nella quale il coefficiente 0,307 è il numero di calorie necessarie per portare la temperatura di 1 metro cubo d'aria da 0° a 1°; V è il volume d'aria rinnovato per ora, espresso in metri cubi; t_i e t_e sono rispettivamente le temperature del locale riscaldato, e dell'esterno.

Premesse queste considerazioni intorno alle quantità di calore che si perdono per trasmissione attraverso alle pareti e per la ventilazione quando sia raggiunto lo stato di regime, la potenza dell'apparecchio scaldante, cioè il numero delle calorie che esso dovrà fornire all'ora, deve risultare dalla differenza fra il numero delle calorie disperse e quello delle calorie prodotte dal calore delle persone e dei lumi.

Le dimensioni da assegnare all'apparecchio riscaldante risulterebbero allora determinate. Convieni però di ripetere che la ipotesi sulla quale dette dimensioni verrebbero calcolate è quella di ammettere raggiunta senz'altro per l'ambiente la condizione di regime; ora questa ipotesi può ritenersi valida per il caso di riscaldamento continuo, ma non si può dire altrettanto se si tratta di un riscaldamento intermittente.

Nel primo caso il riscaldamento si fa senza interruzione per tutto il periodo di funzionamento dell'apparecchio: nel secondo caso può essere limitato ad alcune ore del giorno, tale che si alternino ad intervalli di tempo più o meno lunghi periodi di attività a periodi di riposo.

È intuitivo che se il riscaldamento è continuo il regime sarà ottenuto in tempo relativamente breve, e si manterrà in seguito pressochè inalterato, ma non è altrettanto evidente che sia possibile di arrivare a uno stato di regime paragonabile al primo, nel caso del riscaldamento discontinuo.

Può essere interessante di sapere in quanto tempo si potrà ottenere lo stato di regime per un muro di determinata grossezza g , del quale siano note la temperatura iniziale, il numero Q delle calorie fornite all'ora in modo continuo e i coefficienti K , k_1 , k_2 , c , avendo queste lettere i noti significati.

Le temperature t_1 , t_2 delle facce interna ed esterna della parete, a regime stabilito, potranno ricavarsi dalla equazione

$$Q = k_1 (T_1 - t_1) \quad Q = k_2 (t_2 - T_2) \quad (2)$$

nella quale T_1 , T_2 sono le temperature dell'aria a contatto delle due facce.

Se si forniscono all'ora e per m² di muro $K (T_1 - T_2)$ calorie, quelle cioè corrispondenti alle condizioni di regime, si ha

$$Q = K (T_1 - T_2) \quad (3)$$

e se n è il numero di ore necessario per ottenerlo, le calorie fornite per questo scopo saranno $n K (T_1 - T_2)$. Ma questo numero di calorie ha portato la temperatura delle facce rispettivamente ai gradi t_1 , t_2 , e quindi la massa di m³ di muro ridotta in massa di acqua m , in media alla temperatura $\frac{t_1 + t_2}{2}$.

Sussisterà perciò la equazione

$$n K (T_1 - T_2) = m \left(\frac{t_1 + t_2}{2} - T_2 \right)$$

dalla quale si ricava n , sostituendovi in luogo di $t_1 + t_2$ la espressione

$$t_1 + t_2 = T_1 + T_2 - K (T_1 - T_2) \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \right)$$

ottenuta tenendo conto della (2) e della (3).

Facendo le necessarie riduzioni risulta così

$$n = \frac{2K}{m} (1 - K) \left(\frac{1}{k_1} - \frac{1}{k_2} \right).$$

Si vede che questo numero d'ore aumenta con la grossezza del muro: e per dare un'idea di questo tempo si riportano dal Ferrini le indicazioni seguenti che egli deduce basandosi sopra dati del *Taschenbuch für Feuerungs Techniker* del dott. Fischer (Stoccarda 1898). Attribuendo al m^3 di muro la massa di 1600 Kg. e il valore 0,21 al suo calore specifico, cioè la massa in acqua di 326 Kg. a ciascun m^3 di muro, il regime si stabilisce in un giorno per un muro della grossezza di m. 0,25; in quasi due giorni per un muro di m. 0,38; in cinque giorni per un muro di m. 0,64 di grossezza.

Si è detto che per un riscaldamento intermittente non è possibile di raggiungere lo stato di regime costante; ciò sarà chiarito con le considerazioni seguenti. Si supponga che il riscaldamento di un locale di abitazione avvenga in modo che a dati intervalli di tempo si alternino i periodi di attività con quelli di riposo. Si prenda in esame il primo periodo di attività: dopo un certo tempo le pareti si scaldano e quando la loro faccia esterna ha raggiunto la temperatura dell'aria atmosferica, esse trasmettono calore all'esterno e si avviano verso il regime, ma, molto prima che il regime sia raggiunto, si sospenda l'invio di calore nel locale; al primo periodo di attività subentra il primo periodo di riposo, durante il quale, continuando la trasmissione all'esterno da parte delle pareti, queste si raffreddano, e in breve perdono calore anche verso l'interno. Se questo periodo si prolungasse il muro perderebbe tutto il calore assorbito, ma prima che ciò si verifichi, si inizi il secondo periodo di riscaldamento, per il quale si possono ripetere le considerazioni fatte per il primo, con la differenza che le pareti si trovano già, per effetto del riscaldamento precedente, a una temperatura superiore all'esterna, per cui alla fine di questo secondo periodo esse saranno a una temperatura più alta che non alla fine del primo periodo, ammesso che la durata di questo secondo periodo di attività sia presso a poco quella del primo. Se le intermittenze sono regolate così che questa condizione sia soddisfatta anche per i periodi di riposo, non è difficile di argomentare che a ogni alternazione nel funzionamento dell'apparecchio corrisponde e un valor massimo e un valor minimo della temperatura ambiente: che considerate parecchie alternazioni successive, i massimi e i minimi corrispondenti crescono in valore assoluto, così come cresce col tempo la temperatura media dei muri, e quindi aumenta la quantità di calore da essi trasmessa all'esterno, fino ad un momento, per il quale la quantità di calore trasmessa nel tempo di un periodo di riposo eguagli quella che essi ricevono nello stesso tempo di un periodo di attività. Si raggiunge allora uno stato termico speciale il quale assicura periodicamente una temperatura massima e una minima: la temperatura del locale diventa una funzione periodica del tempo.

Per calcolare le dimensioni da assegnarsi all'apparecchio riscaldante basterebbe scrivere un'equazione che rispecchiasse la verificata condizione di regime non costante ma periodico; vale a dire nelle 24 ore si ha un periodo di attività seguito da uno di riposo e la quantità di calore che l'apparecchio fornisce durante le n' ore di suo funzionamento è eguale a quella che il locale perde nelle $24 - n'$ ore di riposo. Ma anche in casi semplici e speciali l'equazione differenziale che risulta è difficilmente integrabile; val meglio dunque accontentarsi di una determinazione approssimata la quale conduca a dimensioni più che sufficienti dell'apparecchio.

Perciò, si osserva che durante le n' ore di attività dell'apparecchio stesso (fase di riscaldamento), non raggiungendosi il regime, la media temperatura del muro e quindi le trasmissioni orarie di calore tra la faccia esterna del muro e l'aria sono minori delle analoghe per il caso del riscaldamento continuo, e che durante le $24 - n'$ ore di riposo (fase di raffreddamento) la variazione di temperatura dei muri non può esser grande.

Quando anche il periodo di riposo fosse di quattordici ore (Galileo Ferraris) l'abbassamento della media temperatura dei muri supererebbe di poco $\frac{1}{10}$ della differenza fra la temperatura interna e la esterna. Segue da ciò che la media temperatura dei muri non diminuisce in modo sensibile e che quindi durante la fase di raffreddamento, con un errore in più, i muri trasmettano in un'ora la stessa quantità di calore che essi cedono durante il riscaldamento. Se T_1 è la media temperatura che si vuole avere nel locale, e T_2 l'esterna, e si ammette con un errore in più che la media temperatura delle pareti sia $\frac{T_1 + T_2}{2}$, quella quantità oraria di calore trasmessa si può calcolare come se il riscaldamento fosse continuo. Basterà perciò scrivere che il numero di calorie che l'apparecchio riscaldante dovrà fornire durante le n' ore di attività, è uguale alla somma algebrica delle calorie perdute durante le 24 ore (come se il riscaldamento fosse continuo) con quelle fornite dalle persone e dai lumi. Questa somma algebrica può eventualmente riuscire di segno negativo se il locale è destinato a riunioni di un grande numero di persone e se in esso esistono molti apparecchi di illuminazione. In questo caso si calcolerà l'apparecchio riscaldante per modo che esso deva portare in un determinato tempo il locale a temperatura conveniente, prima che entrino le persone, e durante la permanenza di queste si provvederà con una ventilazione energica e con raffreddamento artificiale. Sono tanto più necessarie queste determinazioni, quanto più importante è l'apparecchio che si considera: e si sconsiglia di ricorrere a regole empiriche, che determinano di solito la potenza degli apparecchi proporzionandola alla capacità degli ambienti da scaldare, per la ovvia ragione che il numero di calorie all'ora non dipende affatto dal volume d'aria racchiuso nell'ambiente, ma dalle particolari condizioni nelle quali si trova il volume d'aria stesso.

b) Trasmissione del calore attraverso alle pareti degli apparecchi di riscaldamento.

La trasmissione del calore attraverso a una superficie di riscaldamento non si può far rientrare nel caso, già considerato, della trasmissione attraverso i muri o ai vetri delle abitazioni; le differenze di temperatura tra il fluido scaldante e l'aria sono in generale molto maggiori ed i ragionamenti fatti per stabilire in qual modo variano, col variare di queste differenze, le quantità di calore trasmesso, non valgono più.

Si osserva che la trasmissione del calore attraverso una superficie di riscaldamento può avvenire secondo una delle tre condizioni seguenti:

1° Uno dei fluidi si muove lungo la parete fissa; l'altro è soggetto a sole correnti laterali, per modo che esso possiede, a contatto con la parete, in ogni punto la stessa temperatura (corrente semplice).

2° Entrambi i fluidi si muovono lungo la parete nella stessa direzione e nello stesso senso (correnti concordi).

3° Entrambi i fluidi si muovono nella stessa direzione, ma in senso opposto (corrente inversa).

Indicando con T_1, t_1 le temperature iniziali; con T_2, t_2 le temperature finali dei due fluidi; con K un coefficiente di trasmissione del calore; con S la misura della superficie;

con W la quantità di calore da trasmettersi all'ora, si può scrivere con sufficiente approssimazione la eguaglianza:

$$S = \frac{W}{K} \left\{ \frac{2}{T_1 + T_2 - t_1 - t_2} + \frac{2}{3} A \right\}.$$

Il valore di A è:

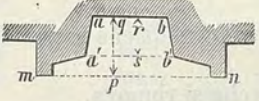
$$\begin{aligned} \text{per corrente semplice:} \quad T_1 \rightarrow T_2 \quad A_s &= \frac{(T_1 - T_2)^2}{(T_1 + T_2 - 2t_1)^3}, \\ \text{per correnti concordi:} \quad \begin{matrix} t_1 \rightarrow t_2 \\ T_1 \rightarrow T_2 \end{matrix} \quad A_c &= \frac{(T_1 - T_2 + t_2 - t_1)^2}{[T_1 + T_2 - (t_2 + t_1)]^3}, \\ \text{per correnti inverse:} \quad \begin{matrix} t_2 \leftarrow t_1 \\ T_1 \rightarrow T_2 \end{matrix} \quad A_i &= \frac{[T_1 - T_2 - (t_2 - t_1)]^2}{[T_1 + T_2 - (t_2 + t_1)]^3}. \end{aligned}$$

Dall'ispezione delle espressioni di A risulta che la trasmissione del calore avviene nel modo più favorevole quando le correnti sono inverse; il caso più sfavorevole si ha quando le correnti sono concordi; se la corrente è semplice la trasmissione avviene in misura intermedia.

Però nei casi pratici la soprascritta relazione, che lega l'area della superficie di riscaldamento con la quantità oraria di calore richiesta W , è di difficile applicazione, si crede quindi utile di esaminare separatamente ciascun tipo di apparecchio riscaldante e di dare, caso per caso, insieme con i particolari valori di K , dei dati sperimentali relativi alle quantità di calore trasmesse: ciò che basta per determinare le dimensioni dell'apparecchio.

Caminetti. — Se la sezione del caminetto è simile a quella del trapezio segnato nella tabella, si possono in pratica ritenere buone le dimensioni riportate in essa, a seconda della capacità delle camere, e che risultano dalle esperienze eseguite. Il coefficiente di rendimento per un caminetto si tiene fra 0,10 e 0,12 fino a 0,30 per i migliori camini.

Tabella LII. — Dati relativi ai caminetti ordinari.

| | CAPACITÀ DEI LOCALI | | |
|---|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| | 200 ÷ 250 m ³ | 100 ÷ 150 m ³ | 60 ÷ 80 m ³ |
| | m. | m. | m. |
|  | | | |
| m, n larghezza esterna dei pilastri | 1,75 ÷ 1,80 | 1,20 ÷ 1,50 | 1,10 ÷ 1,20 |
| q, p profondità totale | 0,50 ÷ 0,55 | 0,50 ÷ 0,52 | 0,35 |
| Larghezza del focolare { in avanti a', b' | 0,80 | 0,60 | 0,45 ÷ 0,50 |
| al fondo a, b | 0,70 | 0,50 | 0,40 |
| Profondità del focolare r, s | 0,40 | 0,32 | 0,30 |
| Altezza dell'apertura anteriore | 0,55 ÷ 0,60 | 0,50 ÷ 0,55 | 0,50 |

La gola del camino è una canna che ha la sezione orizzontale rettangolare delle dimensioni di m. 0,25 × 0,40 se piccola, e di 0,30 × 0,60 per i camini più grandi.

Stufe. — Il calcolo di questi apparecchi rientra in quello che serve a determinare la quantità di calore che si trasmette attraverso alle loro pareti metalliche o di terra cotta, tenendo conto che nell'interno dell'apparecchio i gas caldi sono in movimento.

Secondo Péclet i coefficienti di trasmissione che si riferiscono al caso sono i seguenti:

| | |
|--|-------|
| Per stufe di lamiera metallica | 4,32 |
| Per stufe di terra cotta | 4,64 |
| Per stufe di ghisa | 10,55 |

e ammettendo che nel focolare la temperatura sia di circa 1000° e quella dei gas combustibili di 200° ÷ 300°, si potrà ritenere che le superficie W riscaldanti dell'apparecchio siano in media a 600° ÷ 650°.

Riportiamo dal *Traité de Physique industrielle* del Ser i seguenti coefficienti di rendimento, per un tubo di stufa di lamiera di ferro, che si trovi in un locale nel quale la temperatura sia di 15°.

Tabella LIII. — Trasmissione del calore dai gas della combustione all'aria, attraverso le pareti di un tubo di stufa di lamiera di ferro.

| Superficie di trasmissione per chilogramma di carbone | Temperature dalle due parti della superficie | | Differenza di temperatura | Calore trasmesso per metro quadrato di superficie | Rendimento |
|---|--|----------------------|---------------------------|---|------------|
| | dei gas combustibili | dell'aria del locale | | | |
| 0 | 1000° | 15° | 985° | 12 500 | 0 |
| 0,5 | 262,4 | 15 | 247,4 | 6 667,9 | 0,667 |
| 0,8 | 123 | 15 | 108 | 4 955 | 0,793 |
| 1,0 | 77,1 | 15 | 62,1 | 4 171,5 | 0,834 |
| 1,4 | 35,6 | 15 | 20,6 | 3 113,7 | 0,872 |
| 1,8 | 21,8 | 15 | 6,8 | 2 456,6 | 0,884 |
| 2,0 | 18,9 | 15 | 3,9 | 2 217,3 | 0,887 |
| ∞ | 15 | 15 | 0 | 0 | 0,893 |

Adoperando una superficie totale di circa 0,8, si vede che si ottiene un buon rendimento (quasi l'80%), pure conservando ai gas della combustione una temperatura sufficiente per assicurare il tirante del camino.

Caloriferi ad aria calda. — Per il calcolo di questi apparecchi è necessario determinare:

1° Il calore ceduto dalle superficie riscaldanti all'aria fredda che arriva alla presa ed esce quindi calda dalle bocche a calore.

2° Il calore ceduto da quest'aria all'aria ambiente che si rinnova.

Se t^0 è la temperatura richiesta nell'ambiente, e Q il numero di calorie che l'aria calda alla temperatura T deve cedere per mantenerla a t^0 , il volume V di aria calda da introdursi si ricava dalla seguente:

$$Q = V \times 0,307 (T - t)$$

dalla quale:

$$V = \frac{Q}{0,307 (T - t)}$$

Il volume V è tanto minore quanto maggiore è la temperatura T : e siccome l'apparecchio è tanto più economico, quanto minore è la quantità d'aria da scaldare, sarà conveniente di dare a T un valore piuttosto grande. Ma per evitare di introdurre nel locale aria troppo secca, il valore di T non dovrà superare i 60 ÷ 70° C.

Determinato il volume V , si tratta di stabilire il numero di calorie Q' che il calorifero dovrà produrre, per portare alla temperatura T questo volume V di aria. Se θ è la temperatura esterna, sarà:

$$Q' = V (T - \theta)$$

e certamente $Q' > Q$ perchè l'aria presa all'esterno alla temperatura θ ritorna alla temperatura t , ed è $t > \theta$.

Si chiama rendimento del calorifero il rapporto $\frac{Q}{Q'}$, tra le calorie fornite dal calorifero e quelle impiegate effettivamente per il riscaldamento.

La determinazione di Q' si riconduce a quella di stabilire come si trasmette il calore attraverso alle pareti delle superficie riscaldanti, lambite da ambe le parti dai due fluidi (gas della combustione e aria che si riscalda) in movimento. Data la costituzione dei caloriferi ad aria calda, nei quali il fumo e i prodotti della combustione circolano ora in un senso, ora nell'altro, in serpentini di varia forma e posizione, le cui pareti sono a contatto con l'aria che arriva dall'esterno e che viene obbligata a muoversi in diverse direzioni, è, secondo il Debesson, per lo meno arrischiato di applicare a questo tipo di apparecchio coefficienti dedotti da esperienze di laboratorio, come quelle eseguite dal Ser, e delle quali si riportano i risultati nella tabella LIV. Da essa risulta che è una buona proporzione quella di 1 m^2 di superficie riscaldante per ogni Kg. di carbone combusto.

Tabella LIV. — Trasmissione del calore dai gas della combustione all'aria, attraverso alle superficie riscaldanti di un calorifero ad aria calda.

| Superficie di riscaldamento per Kg. di carbone bruciato | Temperature alle due facce della superficie | | Differenza di temperatura tra le due facce della superficie | Calore trasmesso per metro quadrato | Rendimento |
|--|--|--|--|--|------------|
| | Gas della combustione | Aria riscaldata al contatto della superficie | | | |
| I° CASO. — <i>I gas e l'aria circolano nello stesso senso.</i> | | | | | |
| 0 | 1000° | 0° | 1000° | 12 500 | 0 |
| 0,80 | 357,10 | 321,45 | 35,65 | 3 616,3 | 0,574 |
| 1,00 | 343,66 | 328,17 | 15,49 | 2 953,5 | 0,586 |
| 1,40 | 335,28 | 332,36 | 2,92 | 2 136,6 | 0,593 |
| 1,80 | 333,7 | 333,15 | 0,55 | 1 665,8 | 0,5949 |
| 2,00 | 333,49 | 333,25 | 0,24 | 1 499,6 | 0,595 |
| ∞ | 333,33 | 333,33 | 0 | 0 | 0,5952 |
| II° CASO. — <i>I gas e l'aria circolano in senso contrario.</i> | | | | | |
| 0 | 1000° | 0° | 1000° | 12 500 | 0 |
| 0,80 | 198,41 | 400,79 | 198,41 | 4 508,8 | 0,716 |
| 1,00 | 143,63 | 428,18 | 143,63 | 3 853,6 | 0,764 |
| 1,40 | 77,90 | 461,05 | 77,90 | 2 963,9 | 0,823 |
| 1,80 | 43,39 | 478,30 | 43,39 | 2 391,5 | 0,854 |
| 2,00 | 32,57 | 483,72 | 32,57 | 2 167,7 | 0,863 |
| ∞ | 0 | 500 | 0 | 0 | 0,892 |

Generalmente il rapporto tra la superficie di riscaldamento e la quantità di carbone è 1 per gli apparecchi piccoli e 1,5 per i grandi. La sezione dei condotti (in base a 0,50 m. di velocità al 1" dei gas) si tiene di m^2 0,03 per 100 m^3 di ambiente riscaldato.

Indicando con P la quantità in Kg. di carbone fossile da bruciare all'ora si ha approssimativamente:

$$P_1 = \frac{Q'}{3500 \div 4000};$$

se si adopera legna, il peso P_2 necessario è:

$$P_2 = \frac{Q'}{2000};$$

se carbone coke, il peso P_3 è dato da:

$$P_3 = \frac{Q'}{3000 \div 3500}.$$

La superficie della griglia è data dal numero $\frac{P}{40 \div 50}$ e la superficie di riscaldamento complessiva $S = P \div 2 P$.

La sezione del camino si tiene generalmente la quinta parte della superficie della griglia; la sezione delle prese d'aria si determina in modo che siano $2 \div 3$ decimetri quadrati per ogni 100 m^3 di locale riscaldato.

Riscaldamento ad acqua calda. — Il coefficiente di trasmissione del calore tra l'acqua e l'aria attraverso la superficie irradiante (liscia o con nervature) varia con le temperature dell'aria, dell'acqua, e con le rispettive velocità. Quando gli apparecchi (radiatori) sono situati nello stesso locale da riscaldare, possono essere adoperati i seguenti coefficienti (Ser).

Tabella LV. — Trasmissione dall'acqua all'aria attraverso le superficie di radiatori.

| Temperatura dell'acqua calda | RADIATORI LISCI | | RADIATORI AD ALETTE | |
|---------------------------------|-----------------|--|---------------------|--|
| | Coefficienti | Calore trasmesso per metro quadrato | Coefficienti | Calore trasmesso per metro quadrato |
| 50° | 9 | 315 | 4,5 ÷ 6 | 150 ÷ 210 |
| 55 | 9,25 | 370 | 4,0 ÷ 6,15 | 185 ÷ 245 |
| 60 | 9,50 | 425 | 4,75 ÷ 6,35 | 210 ÷ 280 |
| 65 | 9,75 | 485 | 4,80 ÷ 6,50 | 240 ÷ 320 |
| 70 | 10 | 550 | 5,0 ÷ 6,7 | 275 ÷ 365 |
| 75 | 10,25 | 615 | 5,1 ÷ 6,8 | 310 ÷ 410 |
| 80 | 10,50 | 680 | 5,25 ÷ 7,0 | 340 ÷ 450 |
| 85 | 10,75 | 750 | 5,35 ÷ 7,15 | 375 ÷ 500 |
| 90 | 11 | 825 | 5,5 ÷ 7,35 | 410 ÷ 550 |
| 95 | 11,25 | 900 | 5,65 ÷ 7,50 | 450 ÷ 600 |
| 100 | 11,50 | 975 | 5,75 ÷ 7,70 | 485 ÷ 650 |
| 110 | 12 | 1140 | 6 ÷ 8 | 570 ÷ 760 |
| 120 | 12,50 | 1310 | 6,25 ÷ 8,35 | 650 ÷ 870 |
| 150 | 14 | 1890 | 7 ÷ 9,35 | 945 ÷ 1260 |
| 180 | 15,50 | 2550 | 7,75 ÷ 10,35 | 1275 ÷ 1700 |

Qualche volta si dispongono i radiatori nell'interno di casse di muratura nelle quali entra l'aria fredda che si riscalda a contatto dei radiatori stessi, i quali funzionano così come le superficie riscaldanti dei caloriferi ad aria calda, con la differenza che il divario tra le due temperature è molto minore. L'acqua esce dalla serie di radiatori a circa 40° , l'aria arriva a $-10^\circ \div 0^\circ$ ed esce a $40^\circ \div 45^\circ$, per cui ha una temperatura media di -25° .

Si ammettono nella pratica i seguenti coefficienti:

Tabella LVI. — Trasmissione dall'acqua all'aria attraverso radiatori che funzionano come superficie riscaldanti di un calorifero ad aria calda.

| ACQUA CALDA | | | Temperatura media dell'aria tra l'entrata e l'uscita | RADIATORI AD ALETTE | |
|---------------------------|--------------------------|-------------------|--|---------------------|-------------------------------|
| Entra alla temperatura di | Esce alla temperatura di | Temperatura media | | Coefficienti | Rendimento per metro quadrato |
| 50° | 35° | 42° | 25° | 4,1 ÷ 5,45 | 70 ÷ 95 |
| 55 | 35 | 45 | 25 | 4,2 ÷ 5,6 | 85 ÷ 110 |
| 60 | 40 | 50 | 25 | 4,5 ÷ 6 | 110 ÷ 150 |
| 65 | 40 | 52 | 25 | 4,55 ÷ 6,1 | 120 ÷ 165 |
| 70 | 40 | 55 | 25 | 4,6 ÷ 6,15 | 140 ÷ 185 |
| 75 | 40 | 57 | 25 | 4,65 ÷ 6,20 | 150 ÷ 200 |
| 80 | 45 | 62 | 25 | 4,75 ÷ 6,30 | 180 ÷ 240 |
| 85 | 45 | 65 | 25 | 4,8 ÷ 6,5 | 190 ÷ 255 |
| 90 | 45 | 67 | 25 | 4,9 ÷ 6,6 | 205 ÷ 275 |
| 95 | 45 | 70 | 25 | 5 ÷ 6,7 | 275 ÷ 300 |
| 100 | 45 | 72 | 25 | 5,1 ÷ 6,8 | 240 ÷ 320 |
| 110 | 50 | 80 | 25 | 5,25 ÷ 6,7 | 290 ÷ 385 |
| 120 | 50 | 85 | 25 | 6,25 ÷ 8,35 | 375 ÷ 500 |

Negli ordinari riscaldamenti ad acqua calda a bassa pressione (termosifoni) l'acqua parte dalla caldaia a $80^{\circ} \div 85^{\circ}$ e rientra a 45° C.; applicando quindi il rendimento medio 230 calorie, la superficie di radiatori ad alette necessaria per fornire le Q' calorie richieste per riscaldare il volume d'aria V da 0° (temperatura esterna) a 45° , è data dalla $S = \frac{Q'}{230}$. Il volume e le calorie Q' si calcolano come per il caso del riscaldamento ad aria calda, come pure tutti gli altri elementi (sezione delle bocche di presa, dei condotti, ecc.).

Riscaldamento a vapore. — Il Ser dà come valore del coefficiente di trasmissione dal vapore all'aria il numero 11,44 calorie per la differenza di temperatura di 1 grado tra il vapore e l'aria. Questo valore è attendibile se si tratta di vapore a bassa pressione, e può elevarsi fino a 15 calorie per il vapore ad alta pressione. Se la radiazione avviene direttamente, valgono i seguenti coefficienti per locali a temperatura di $17^{\circ} \div 18^{\circ}$ C.

Tabella LVII. — Trasmissione dal vapore all'aria attraverso superficie di radiatori.

| VAPORE | | RADIATORI LISCI | | RADIATORI AD ALETTE | |
|---|---|-----------------|---|---------------------|-------------------------------|
| Pressione in Kg. per cm. quadr. sopra l'atmosfera | Temperatura approssimata corrispondente | Coefficienti | Trasmissione in calorie per m. quadrato | Coefficienti | Rendimento per metro quadrato |
| Kg. | | | | | |
| 0,100 | 102° | 11,44 | 960 | 5,7 ÷ 7,6 | 480 ÷ 640 |
| 0,150 | 104 | 11,50 | 990 | 5,75 ÷ 7,65 | 495 ÷ 660 |
| 0,200 | 105 | 11,75 | 1020 | 5,90 ÷ 7,85 | 510 ÷ 680 |
| 0,300 | 107 | 12 | 1070 | 6 ÷ 8 | 535 ÷ 710 |
| 0,400 | 109 | 12,25 | 1110 | 6,15 ÷ 8,15 | 555 ÷ 690 |
| 0,500 | 111 | 12,50 | 1160 | 6,25 ÷ 8,35 | 580 ÷ 770 |
| 1 | 120 | 13 | 1325 | 6,50 ÷ 8,65 | 665 ÷ 880 |
| 1,500 | 127 | 13,50 | 1470 | 6,75 ÷ 9 | 735 ÷ 980 |
| 2 | 133 | 14 | 1600 | 7 ÷ 9,35 | 800 ÷ 1065 |
| 2,500 | 138 | 14,5 | 1740 | 7,25 ÷ 9,65 | 870 ÷ 1080 |
| 3 | 143 | 15 | 1920 | 7,5 ÷ 10 | 960 ÷ 1320 |

Il Debesson consiglia di non superare 900 calorie per i radiatori lisci, 500 ÷ 600 per i radiatori ad alette.

In modo analogo a quello precedentemente accennato per il riscaldamento ad acqua calda, si costruiscono batterie a riscaldamento così detto indiretto, col vapore.

L'aria calda che esce dalle batterie può avere la temperatura di 60° per il vapore a bassa pressione, 65° ÷ 70° per il vapore ad alta pressione.

Se la temperatura esterna si suppone — 7°, la temperatura media dell'aria nella batteria è $\frac{60 + (-7)}{2} = 33,5$. In base al coefficiente 11,44 ÷ 15 per metro quadrato di radiatore liscio e per la differenza di 1° tra la temperatura del vapore e quella dell'aria, si stabilisce la tabella seguente.

Tabella LVIII. — Trasmissione indiretta del calore da vapore ad aria.

| VAPORE | | Temperatura media dell'aria nella batteria per $\theta = -7^\circ$ | RADIATORI LISCI | | RADIATORI AD ALETTE | |
|---|---|--|-----------------|---|---------------------|--|
| Pressione in Kg. per cm. quadr. sopra l'atmosfera | Temperatura corrispondente approssimata | | Coefficienti | Trasmissione in calorie per m. quadrato | Coefficienti | Trasmissione in calorie per metro quadrato |
| Kg. | | | | | | |
| 0,100 | 102* | 33,5 | 11,44 | 780 | 5,7 ÷ 7,6 | 390 ÷ 520 |
| 0,150 | 104 | 33,5 | 11,50 | 810 | 5,75 ÷ 7,65 | 405 ÷ 540 |
| 0,200 | 105 | 33,5 | 11,75 | 840 | 5,90 ÷ 7,85 | 420 ÷ 560 |
| 0,300 | 107 | 33,5 | 12 | 880 | 6 ÷ 8 | 440 ÷ 585 |
| 0,400 | 109 | 33,5 | 12,25 | 925 | 6,15 ÷ 8,15 | 465 ÷ 615 |
| 0,500 | 111 | 33,5 | 12,50 | 970 | 6,25 ÷ 8,35 | 485 ÷ 650 |
| 1 | 120 | 34 | 13 | 1120 | 6,5 ÷ 8,65 | 560 ÷ 750 |
| 1,500 | 127 | 35 | 13,5 | 1245 | 6,75 ÷ 9 | 625 ÷ 880 |
| 2 | 133 | 36 | 14 | 1360 | 7 ÷ 9,35 | 680 ÷ 910 |
| 2,500 | 138 | 37 | 14,50 | 1465 | 7,25 ÷ 9,65 | 735 ÷ 975 |
| 3 | 143 | 38 | 15 | 1575 | 7,50 ÷ 10 | 790 ÷ 1050 |

Riscaldamento misto a vapore e ad acqua. — Si riscalda l'acqua per mezzo del vapore. Il coefficiente di trasmissione attraverso le pareti di un serpentino può variare, per la stessa differenza di temperatura tra il vapore e l'acqua, nella proporzione di 1 a 10 secondo la velocità di circolazione dell'acqua. Si riportano alcuni dati, che risultarono all'ing. Debesson da sue esperienze (vedi Tabella a pagina seguente).

Secondo Thomas e Laurens, per acqua passante in un tubo di rame di 10 mm. di diametro, 1 mm. di grossezza, m. 0,314 di lunghezza, cioè una superficie trasmettente di m. 0,0986, immerso in un serbatoio contenente vapore a 100° si hanno, in corrispondenza delle velocità segnate, i seguenti valori del coefficiente di trasmissione.

Velocità dell'acqua al minuto secondo

Coefficiente di trasmissione

| | |
|---------|-------|
| m. 0,10 | 1,400 |
| > 0,20 | 2,230 |
| > 0,30 | 2,550 |
| > 0,40 | 2,710 |
| > 0,50 | 2,860 |
| > 0,60 | 3,020 |
| > 0,70 | 3,180 |
| > 0,80 | 3,330 |
| > 0,90 | 3,480 |
| > 1,00 | 3,640 |
| > 1,10 | 3,800 |

Tabella LIX. — Trasmissione di calore dal vapore all'acqua attraverso le pareti di un serpentino di ferro.**I° CASO.** — *Acqua in riposo in un serbatoio.*

Un metro quadrato di serpentino di ferro, posto in un serbatoio pieno d'acqua della capacità di 1 m³, può portare l'acqua dalla temperatura iniziale di 12° alle temperature indicate nella prima colonna.

| Con vapore alla pressione di Kg. 0,100 ÷ 0,200 per cm ² . | | | Con vapore alla pressione di Kg. 4 per cm ² . | | |
|---|-----------|--------------------|---|-----------|--------------------|
| 50° | | in 35 minuti primi | 50° | | in 33 minuti primi |
| 60 | | » 44 » » | 60 | | » 42 » » |
| 70 | | » 60 » » | 70 | | » 51 » » |
| 80 | | » 95 » » | 80 | | » 60 » » |
| 90 | | » 120 » » | 90 | | » 68 » » |
| 100 | | » » » » | 100 | | » 77 » » |

II° CASO. — *Acqua in circolazione continua.*

Un metro quadrato di serpentino di ferro, posto in un serbatoio pieno d'acqua di 1 m³ di capacità, pieno di vapore alla pressione di Kg. 0,100 ÷ 0,200 per cm², può fornire per ogni minuto primo:

| | | |
|------|-------------|---|
| 6 | litri a 80° | } essendo la temperatura iniziale di 12°. |
| 9 | » 75 | |
| 11 | » 70 | |
| 12,5 | » 65 | |
| 14,5 | » 60 | |
| 48 | » 50 | |

III. — COMBUSTIONE E APPARECCHI DI COMBUSTIONE**a) Combustibile, processo di combustione, potere calorifico.**

I combustibili maggiormente usati sono i solidi, cioè legna, carbone fossile, carbone dolce, carbone compresso, torba; i combustibili liquidi, come catrame e petrolio, vengono specialmente impiegati per il riscaldamento delle caldaie a vapore; frequentemente, in questi ultimi tempi, si usano i combustibili gassosi, come gas luce, gas d'acqua e simili. Ultimamente, e per alcuni impianti speciali di riscaldamento, si usa il carbone in polvere.

La combustione si definisce come la combinazione chimica degli elementi carbonio e idrogeno contenuti nei corpi che bruciano, con l'ossigeno dell'aria. La perfetta combustione porterebbe quindi ai composti, acido carbonico ed acqua: in una combustione imperfetta si producono anche ossido di carbonio e idrocarburi gassosi.

Non si inizia la combustione se non quando si sia raggiunta una temperatura di accensione, che per nessuno dei combustibili solidi nominati è inferiore ai 500° C.

La combustione perfetta richiede una quantità di aria tecnicamente determinabile, la quale può essere abbastanza intimamente mescolata coi combustibili liquidi e gassosi, così che quella quantità di aria è sufficiente perchè si abbia la combustione; mentre perchè avvenga la combustione con combustibili solidi, si richiede per lo meno una

quantità d'aria doppia di quella calcolata sufficiente, ciò che è però causa di un corrispondente aumento di temperatura nel focolare.

La combustione perfetta produce una certa quantità di calore la quale, riferita ad 1 Kg. di combustibile, prende il nome di *potere calorifico teorico* o *calore di combustione*; ed *effetto specifico di riscaldamento*, se riferita al volume 1 (ordinariamente un litro). La quantità di calore effettivamente ottenuta per mezzo della combustione è più o meno prossima al valore del potere calorifico del combustibile, secondo la bontà dell'apparecchio di combustione.

L'*effetto calorifico pirometrico*, o *temperatura di combustione*, è la temperatura che si verifica durante la combustione.

I valori medi delle grandezze menzionate, per i combustibili che trovano applicazione, sono dati dalla seguente tabella.

Tabella LX. — Dati relativi ai vari combustibili.

| COMBUSTIBILE | Peso di 1 cm ³ | Potere calorifico | Effetto calorifico piro- metrico | Quantità d'aria in cm ³ a 0° e 1 atm. per 1 Kg. di combustibile | | Temperatura dei gas della combustione per quantità d'aria | | Quantità dei gas della combustione per 1 atm. di 300° C. per quantità d'aria | | Quantità di calore trasportato col fumo per quantità d'aria norm. |
|---|------------------------------|----------------------|---|--|-------|--|-------|--|-------|---|
| | | | | teor. | norm. | teor. | norm. | teor. | norm. | |
| Legno asciutto (20 % di acqua) | Kg. 350 ÷ 900 | Calorie 2800 ÷ 3900 | C° 1600 | 3,5 | 7,0 | 1600° | 950° | 8,8 | 16,0 | 750 |
| Torba asciutta | 150 ÷ 1400 | 3000 ÷ 5000 | 2150 | 3,4 | 7,0 | 1700 | 1200 | 8,6 | 15,8 | 730 |
| Carbone di legna | 200 ÷ 300 | 7000 | 2100 | 7,8 | 15,0 | 2200 | 1100 | 17,0 | 33,0 | 1550 |
| Carbone di torba | 230 ÷ 380 | 6000 ÷ 6600 | — | 8,0 | 16,0 | — | — | — | 33,0 | 1500 |
| Carbone dolce asciutto | 1200 ÷ 1800 | 2000 ÷ 6000 | 2300 | 4,9 | 10,0 | — | — | 11,5 | 21,5 | 1000 |
| Carbone duro | 1250 ÷ 1350 | 6000 ÷ 7500 | 2300 | 8,0 | 16,0 | 2300 | 1200 | 18,0 | 35,0 | 1650 |
| Antracite | 1300 | 7500 ÷ 8000 | 2700 | 8,5 | 17,0 | 2700 | 1200 | 18,5 | 36,0 | 1700 |
| Koke | 1200 ÷ 1900 | 7000 ÷ 7800 | 2700 | 7,9 | 16,0 | 2200 | 1100 | 17,0 | 33,0 | 1500 |
| Carbone compresso | 1150 | 7000 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Petrolio greggio | 800 ÷ 1050 | 10000 ÷ 11000 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Catrame | 1200 | 8400 | — | 10,2 | 20,4 | — | — | — | — | — |
| Carbone del gas luce | 0,52 ÷ 0,65 | 10000 ÷ 11000 | — | 10,9 | 10,9 | 2600 | — | 25,0 | — | 1260 |
| Generatore del gas | 0,4 ÷ 0,65 | 600 ÷ 1000 | 1500 | 0,8 | 0,8 | 1900 | — | 3,1 | — | 150 |
| Gas d'acqua | 1,1 | 2900 | 2700 | 4,3 | 4,3 | 2800 | — | — | — | — |

Il calore specifico dell'aria è 0,237 e quello del fumo 0,25 a pressione normale. Il peso di 1 cm³ di fumo può essere espresso, secondo Fischer, dalla $\gamma = 1,25 - 0,0027 t$ e quello di 1 cm³ di aria per mezzo della $\gamma = 1,3 - 0,004 t$, essendo t la temperatura misurata.

b) Consumo di combustibile.

Il consumo annuo del combustibile occorrente per un impianto di riscaldamento si può determinare soltanto con approssimazione in base al consumo giornaliero, alle perdite dell'ambiente, e al tempo durante il quale il riscaldamento ha luogo. Si capisce come il consumo di combustibile dipenda da circostanze di natura molto varia, come per es. dalle condizioni atmosferiche locali e di temperatura, dall'abilità del fuochista, dalla bontà del combustibile, ecc. Perciò non si può ragionevolmente pretendere dal costruttore dell'impianto, nelle stipulazioni di contratto, una garanzia per un certo consumo di combustibile; si potrà invece richiedere una garanzia per quello che riguarda la buona utilizzazione del combustibile, la quale essenzialmente dipende dalla bontà

dell'apparecchio che fornisce il calore: che è il solo capace di avere un rendimento, cioè di esigere una quantità di combustibile più o meno grande per portare nel locale da riscaldare lo stesso numero di calorie. È inoltre giustificato di chiedere da chi fornisce il combustibile contrattualmente, che il combustibile stesso presenti sempre un determinato potere calorifico. Per grandi impianti sarebbe utile di fare a determinati intervalli di tempo una analisi chimica del combustibile in base alla quale dedurre il potere calorifico. Quando detto potere risultasse dal 3% al 5% inferiore a quello pattuito, ne seguirebbe una proporzionale diminuzione nel prezzo. Più chiaro ed esplicito mezzo è la determinazione del potere calorifico mediante l'analisi calorimetrica con la quale, provocata direttamente la perfetta combustione, è possibile una esatta misura del calore svolto nella combustione medesima.

c) Apparecchi di combustione.

L'apparecchio generatore del calore, detto fornello, è tanto più perfetto quanto più piccola è la quantità d'aria in eccesso sulla teorica, necessaria perchè la combustione sia completa; per ciò si richiede che l'aria introdotta abbia la massima possibilità di contatto col combustibile.

Il fornello per combustibili solidi è costituito di una capacità limitata da pareti verticali di muratura e chiusa superiormente pure in muratura, oppure dal fondo di un recipiente da scaldare. Questa capacità è divisa in due parti per mezzo di una griglia o graticola, sulla quale arde il combustibile; la parte superiore costituisce il focolare propriamente detto; la parte inferiore, il cineraio. Naturalmente il focolare dev'essere così disposto e costruito, che all'esterno si perda la minima quantità di calore.

I combustibili liquidi, quali sono il petrolio e il catrame, sono condotti al focolare trascinati da uno zampillo di vapore o di aria, per ardevi con la quantità di aria introdotta, in misura poco superiore a quella razionalmente richiesta.

Per i combustibili gassosi la miscela con l'aria avviene col mezzo di disposizioni speciali.

La superficie totale o complessiva della graticola risulta dalla somma delle superficie delle luci libere (superficie di graticola libera) con la somma delle superficie delle barre (superficie coperta).

La superficie totale della graticola si determina in base alla quantità di combustibile da ardersi all'ora; il rapporto tra la superficie libera e quella totale dipende dalla natura del combustibile. La seguente tabella riporta alcune di queste proporzioni:

Tabella LXI. — Dimensioni da assegnarsi alla graticola di un fornello per fuoco medio.

| Combustibile | Altezza dello strato cm. | 100 Kg. di combustibile da ardersi in un'ora | | Rapporto tra la superficie libera e la superficie totale |
|--------------------------------|-----------------------------|--|--|--|
| | | Intera superficie della griglia m ² | Capacità del focolaio m ³ | |
| Legno | 15 ÷ 20 | 0,5 ÷ 0,7 | 0,43 ÷ 0,5 | $\frac{1}{7} \div \frac{1}{5}$ |
| Torba | 15 ÷ 20 | 0,9 ÷ 1,5 | 0,65 ÷ 0,75 | $\frac{1}{7} \div \frac{1}{5}$ |
| Carbone fossile magro . . . | 10 ÷ 15 | 0,8 ÷ 1,7 | 0,25 ÷ 0,29 | $\frac{1}{4} \div \frac{1}{2}$ |
| Antracite | | | | |
| Grassi, carbone fossile arso . | 8 ÷ 10 | 0,9 ÷ 1,7 | 0,25 ÷ 0,29 | $\frac{1}{4} \div \frac{1}{2}$ |
| Lignite | 15 ÷ 25 | 0,8 ÷ 1,0 | 0,4 ÷ 0,5 | $\frac{1}{5} \div \frac{1}{3}$ |
| Coke | 15 ÷ 25 | 0,8 ÷ 1,5 | 0,53 ÷ 0,62 | $\frac{1}{3} \div \frac{1}{2}$ |

Le altezze di combustibile sono riferite al piano della graticola.

I vari e numerosi tipi di graticola si possono ridurre a quattro: 1° graticola piana; 2° graticola obliqua; 3° graticola a gradini ed a scala (per combustibile minuto, polveroso, quale segatura di legno, carbone minuto, polvere di carbone); 4° graticola a paniere.

Secondo che la graticola viene caricata con una piccola grossezza o con una notevole grossezza di combustibile, il focolare si chiama ordinario nel primo caso, e a riempimento nel secondo. In relazione con l'ampiezza della graticola i fornelli si distinguono in fornelli a fuoco lento, medio e vivo.

I primi sono caratterizzati da graticole ampie, e sottili strati di combustibile adatto: per questi, data una buona sorveglianza, la combustione può riuscire perfetta. Ma, quando la graticola non è molto grande, e quindi la combustione è piuttosto viva (fuoco medio e vivo), subito dopo una carica, una parte del combustibile distilla, impedendo all'aria alimentatrice di farsi strada attraverso allo strato, mentre dà luogo a sviluppo di gas facilmente condensabili i quali costituiscono, insieme con il pulviscolo di carbone trascinato, il fumo opaco. Il fumo visibile è dunque l'indice di una combustione imperfetta, la quale dipende generalmente da una scarsa alimentazione d'aria causata dalla stessa distillazione della carica introdotta; senza escludere che esso possa prodursi anche per altre cause, quali una temperatura troppo bassa del focolare, che non permetta la completa miscela dei gas sviluppati direttamente dal combustibile con l'ossigeno dell'aria di alimentazione, il modo con il quale il servizio viene condotto, il genere del combustibile, il clima.

Per ragioni facilmente comprensibili, si è cercato di ottenere la soppressione del fumo visibile; lo scopo si può raggiungere sia eliminando il fumo appena si è formato, o impedendo che esso si formi. Ci si deve proporre di raggiungere quest'ultimo scopo piuttosto che il primo, il quale può praticamente ottenersi in modo molto grossolano mediante raccoglitori del fumo, o con la combustione del medesimo; e si presenta spesso come l'unico applicabile ad un fornello già esistente, che produca fumo e che deva essere migliorato. D'altra parte si osserva che la combustione del fumo e della fuliggine non porta grandi vantaggi, atteso che la quantità di carbonio contenuto nel fumo e nella fuliggine è al massimo il 2 % di quella esistente nel combustibile arso.

Per impedire che il fumo si produca, si costruiscono strutture speciali di fornelli fumivori; ma i risultati non riescono quasi mai soddisfacenti, ed è sempre da preferirsi l'opera di un buon fuochista, applicata ad un ordinario fornello. L'assoluta fumivorità si può ottenere soltanto bruciando combustibili gassosi; impiegando combustibili solidi si può limitare la formazione del fumo bruciando specialmente i combustibili magri, antracite e coke. Dovendosi adoperare per fornelli domestici del carbone a fiamma, che si sgretola e si agglomera facilmente, si raccomanda di mescolarvi da $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{3}$ di buona lignite.

d) Camino.

Il condotto del fumo di un fornello deve essere abbastanza ampio, così da poter essere ripulito facilmente dalla cenere o dalla fuliggine; la velocità dei gas combusti non dovrebbe eccedere i 5 metri al minuto secondo e razionalmente dovrebbe essere di circa 3 metri.

Questo condotto sbocca generalmente in un piedestallo cavo, sul quale si erige una canna verticale di muratura o di lamiera di ferro che costituisce il camino, e la cui altezza non supera, nei casi ordinari, i 15 ÷ 16 metri. La sezione trasversale si tiene oggi costante, per quanto si sia ritenuta per diverso tempo come vantaggiosa la forma di camino convergente (base minore in alto).

Praticamente si proporziona la sezione trasversale del camino alla superficie totale della griglia; se si brucia carbone fossile, da $\frac{1}{4} \div \frac{1}{6}$; per lignite, da $\frac{1}{4} \div \frac{1}{7}$, a seconda viene forzato il fuoco.

Applicando l'equazione del movimento di un fluido in un condotto, si può arrivare a stabilire teoricamente l'altezza di un camino di data sezione, oppure l'area della sezione trasversale di un camino di data altezza. Ma questi risultati suppongono note le temperature dei gas in diversi punti del loro percorso, temperature difficilmente assegnabili e che rendono quindi soltanto probabili i risultati stessi. Per ciò si riportano le formole empiriche di Redtembacher e Darcet, che servono per calcolare la sezione di un camino convergente di data altezza, per il fornello di un generatore di vapore nel quale si consumi un dato numero di chilogrammi di litantrace all'ora.

Redtembacher ammette che il diametro D alla base del camino sia un venticinquesimo della sua altezza a ; che il diametro interno decresca, dalla base alla sommità, in ragione di 13 mm. per metro di altezza. Se n è il consumo orario di combustibile in quintali, l'area S della base del camino in metri quadrati è data dalla formola:

$$S = \frac{n}{0,42} \sqrt{a}.$$

Se s è l'area della bocca, d il suo diametro, D il diametro della base, si ha:

$$d = D - 0,013 a$$

ed essendo: $a = 25 D$

$$d = 0,675 D.$$

Ma:

$$s = S \left(\frac{d}{D} \right)^2$$

quindi:

$$s = 0,455625 S$$

e sostituendo per S la espressione: $S = \frac{n}{0,42} \sqrt{a}$, risulta:

$$s = 1,08 \frac{n}{\sqrt{a}}.$$

Darcet suppone che per un camino di 10 m. d'altezza l'area della bocca sia di un metro quadrato per un consumo orario di litantrace compreso fra 3 quintali e 3 quintali e $\frac{1}{3}$; ammette inoltre che la velocità di efflusso sia proporzionale alla radice quadrata dell'altezza. Con tali ipotesi risulta:

$$s = 1,0541 \frac{n}{\sqrt{a}}$$

risultato poco diverso da quello ottenuto applicando le formole di Redtembacher. Si intende che la sezione del camino si determina in base al consumo massimo; durante i periodi di minor lavoro si restringe opportunamente la sezione di passaggio dei gas con registri convenientemente disposti, o allo sbocco del camino, o nel condotto del fumo, o alla bocca del cineraio.

IV. — APPARECCHI PER IL RISCALDAMENTO LOCALE

Gli apparecchi per il riscaldamento locale sono caratterizzati dall'avere il fornello situato nell'ambiente da riscaldare; quindi la loro potenza è quella che basta per l'ambiente medesimo, o al più per uno contiguo. Si comprendono sotto questo nome i caminetti comuni, quelli alla Franklin e le stufe.

a) Caminetti.

Nella sua forma più semplice il caminetto comprende un focolare aperto verso l'ambiente da riscaldare, ed un condotto per il fumo, che nella prima parte inclinata del suo sviluppo, cioè presso il focolare, prende il nome di gola, raccordandosi ad angolo ottuso con l'altra parte verticale, la canna, che va al tetto, ove termina con una mitra di protezione, fissa o girevole.

La nicchia ricavata nello spessore del muro maestro è, verso l'ambiente, limitata da una cornice e da due piedritti; sulla soglia si posano gli alari per il sostegno dei ceppi o di una graticola a canestro, secondo che si adopera come combustibile legna o carbone coke e antracite.

Il caminetto è diffuso nel nostro paese, e può considerarsi come il più igienico degli apparecchi di riscaldamento, quando sia costruito bene e sorvegliato accuratamente. Però la semplicità del caminetto è soltanto formale; la sua costruzione non è facile, e disgraziatamente ha un rendimento molto basso, in quanto la parte utile del calore irradiato dal combustibile è soltanto quella diretta verso l'ambiente; la rimanente è asportata coi prodotti della combustione.

Il combustibile più adatto per un caminetto è la legna, perchè la fiamma che ne accompagna la combustione costituisce il principale pregio dell'apparecchio; ma è poco economico, perchè soltanto una piccola frazione del calore svolto ($\frac{1}{8} \div \frac{1}{16}$) serve per il riscaldamento.

Il coke ha invece un coefficiente di irradiazione più che doppio di quello della legna; sarebbe quindi da preferirsi, ma arde senza fiamma.

L'aspirazione prodotta da un camino che funziona bene è tale che in un'ora si ricambiano da 800 ÷ 1000 m³ d'aria; quanto basta per rinnovarla 5 o 6 volte in un ambiente di dimensioni ordinarie.

In causa di questa aspirazione, quando non si siano prese speciali disposizioni in proposito, avviene che l'aria fredda esterna è condotta al camino attraverso alle fessure delle porte e delle finestre, raffreddando quella calda dell'ambiente con la quale si mescola, e conducendola pure al camino, per il quale sfugge; si producono così delle vere correnti di aria fredda, che rasentano il pavimento, riuscendo sempre moleste.

È chiaro che in simili condizioni il camino non serve nè a riscaldare l'ambiente, nè ad aerarlo; si resero perciò necessarie numerose modificazioni al caminetto primitivo, intese ad eliminare, nei limiti del possibile, gli accennati inconvenienti e a migliorarne il funzionamento.

Per godere di una maggiore quantità di calore irradiato, Bronzac pensò di annessare al caminetto ordinario un focolare mobile (fig. 500-501). Gli alari e la legna, oppure la graticola e il carbone, si collocano sopra un carretto metallico, che viene spinto al fondo del caminetto al momento di accendere il fuoco; l'afflusso dell'aria di alimentazione è regolato da una paratoia.

Quando la canna si è riscaldata e si giudica il tirante sufficiente, si riporta il focolare verso l'ambiente, per il che si richiede un servizio speciale, che rende poco comodo

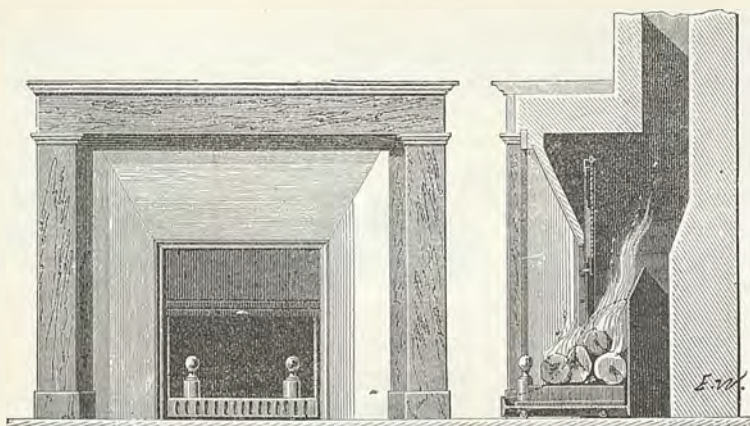


Fig. 500-501. — Caminetto con focolare mobile Bronzac.

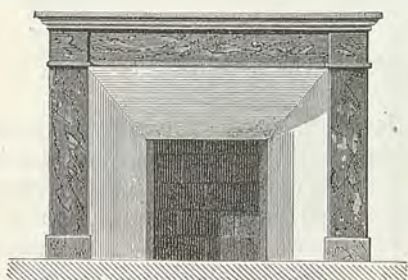


Fig. 502. — Elevazione.

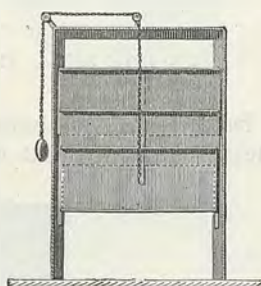


Fig. 504. — Saracinesca.

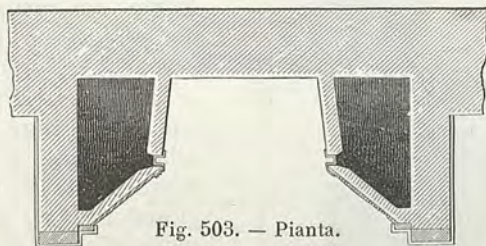


Fig. 503. — Pianta.

Fig. 502 a 504. — Caminetto alla Rumford con saracinesca.

l'uso dell'apparecchio. Si può aumentare il rendimento dell'apparecchio ricoprendone le pareti con lastre di metallo o di maiolica bianca liscia.

Un difetto che si riscontra spesso nei primi camini è quello di avere dimensioni eccessive alla bocca e alla canna: come conseguenza di ciò l'aspirazione di una grande quantità di aria fredda, che riesce dannosa per due ragioni: non serve utilmente alla combustione, passando al disopra del combustibile, e mantiene poco elevata la temperatura della canna rendendo difficile un efficace richiamo.

In vista di queste considerazioni, Rumford propose di costruire dei focolari poco profondi e con gola stretta (cm. 0,15, la minima ammissibile) e di inclinare a 45° le facce laterali.

Può essere inoltre utile di attivare, al momento della combustione, un forte richiamo d'aria: ciò si può fare adattando alla bocca del camino una saracinesca, composta di

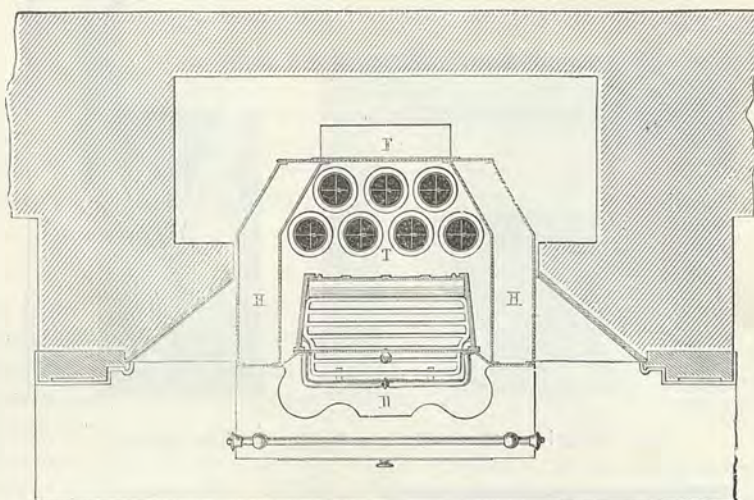


Fig. 505. — Caminetto Péclet (Sezione orizzontale).

una o più lastre scorrevoli entro guide, la quale si può abbassare in modo che tra la soglia del focolare ed il suo orlo inferiore resti una stretta apertura, sufficiente per dare la richiesta corrente di aria. Quando la combustione è giunta a buon punto, la saracinesca si alza (fig. 502-503-504).

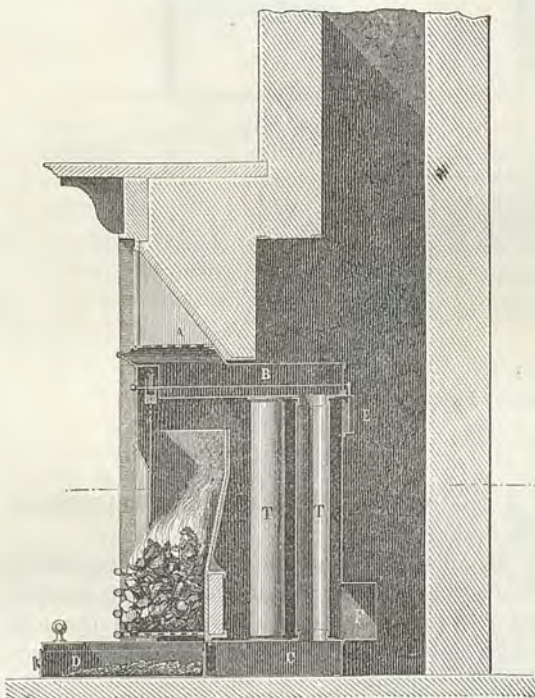


Fig. 506. — Caminetto Péclet (Sezione verticale).

I caminetti così modificati, se costituivano un notevole progresso in confronto dei camini primitivi, presentavano ancora l'inconveniente, già accennato, di produrre moleste correnti di aria fredda. Occorre, per evitare ciò, di prendere dall'esterno l'aria di alimentazione e introdurla nell'ambiente, in luogo di quella che si vuol ricambiare, ad una temperatura non molto diversa da quella dell'ambiente stesso.

Per ottenere questo scopo si può riscaldare l'aria esterna a contatto di tubi o casse che ricevano calore dai prodotti stessi della combustione: i camini che presentano questa analogia con la stufa si distinguono col nome di caminetti-stufa o caminetti ventilatori. Se ne descriveranno brevemente alcuni.

Caminetto Péclet (fig. 505-506). —

Dietro ad una cassa in ghisa che costituisce il focolare, sono collocati dei tubi 'T', che mettono in comunicazione la cassa 'C' di arrivo dell'aria fredda con la cassa superiore 'B', nella quale va l'aria riscaldata. L'aria esterna, circolando entro ai

tubi lambiti dai prodotti della combustione, si versa nell'ambiente per l'apertura A. La luce E si apre al principio della combustione per attivare il richiamo d'aria.

Caminetto Fondet (fig. 507, 508, 509). — Due scatole orizzontali E F sono congiunte per mezzo di una serie di tubi di ghisa inclinati verso l'ambiente; la inferiore F, per mezzo del canale A comunica con l'aria esterna la quale percorre i tubi lambiti esternamente dalla fiamma, e, riscaldata, si versa dalla scatola superiore nell'ambiente per le aperture laterali D.

La maggior parte degli attuali tipi di caminetti presenta, in modo perfezionato, questo sistema di ricuperazione del calore. Tali sono, per es., il *caminetto Cordier*, nel

Sezione della scatola F

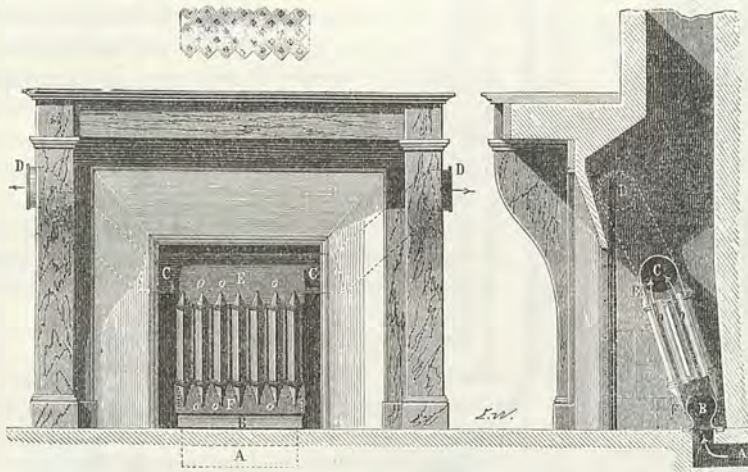


Fig. 507, 508, 509. — Caminetto Fondet.

A, condotto per l'aria esterna; F, scatola inferiore in comunicazione con l'aria esterna; E, scatola superiore di raccolta dell'aria calda; D D, bocche a calore.

quale è reso mobile l'insieme costituito dalla scatola superiore E e dai tubi di ghisa, con lo scopo di facilitare la pulitura del camino; il *caminetto Joly*, nel quale i tubi verticali sono sostituiti da nervature di ghisa, le quali utilizzano più semplicemente il calore del focolare.

Sono però da preferirsi quei caminetti ventilatori (tipo Douglas) nei quali l'aria si riscalda a contatto di superficie di corpi (casse o tubi), nel cui interno circolano i prodotti della combustione. Con ciò è meno facile che, per le inevitabili sconnessioni nei tubi, il fumo si mescoli con l'aria da riscaldarsi; perchè, ammessa una buona aspirazione del camino, la pressione nei tubi essendo minore che all'esterno, quando esistesse una comunicazione, l'aria si introdurrebbe nel tubo e sarebbe asportata col fumo; mentre, se l'aria circola nell'interno dei tubi, come nei caminetti Péclet e Fondet, c'è il pericolo che il fumo sia asportato con l'aria, e versato nell'ambiente.

Caminetto Douglas (fig. 510 a 514). — Il caminetto ventilatore Douglas è costituito da un focolare ordinario F, isolato dal muro; il fumo entra per la bocca svasata di un tubo di lamiera f, posto nell'interno della canna di muro e staccato dalla sua parete; sale scaldando per trasmissione l'aria che entra per l'apertura A, nell'intercapedine chiusa a livello del soffitto del locale da scaldare, ed esce nell'ambiente, attraversando una o più luci a.

Caminetto Bourdon. — Sullo stesso principio di condurre i gas della combustione attraverso più canali, lambiti esternamente dall'aria esterna, è costruito il caminetto di Bourdon di Parigi, premiato dalla Società *Unione del gas Belga* nel 1888 e visibile nelle fig. 515 e 516. Come combustibile si può adoperare antracite e coke.

I gas della combustione si formano dal fuoco sovrastante la graticola *a*, e salgono nei canali *c*, attraversando le aperture *b*; per mezzo delle aperture *d* discendono nel condotto *e* intermedio, e da quest'ultimo passano nel camino *f*.

L'aria della camera passa in parte sul combustibile, e in parte segue i condotti muniti di costole, ritornando riscaldata presso *g*. Per facilitare l'accensione si può manovrare la ventola *h*, con la quale si abbrevia il percorso dell'aria di alimentazione.

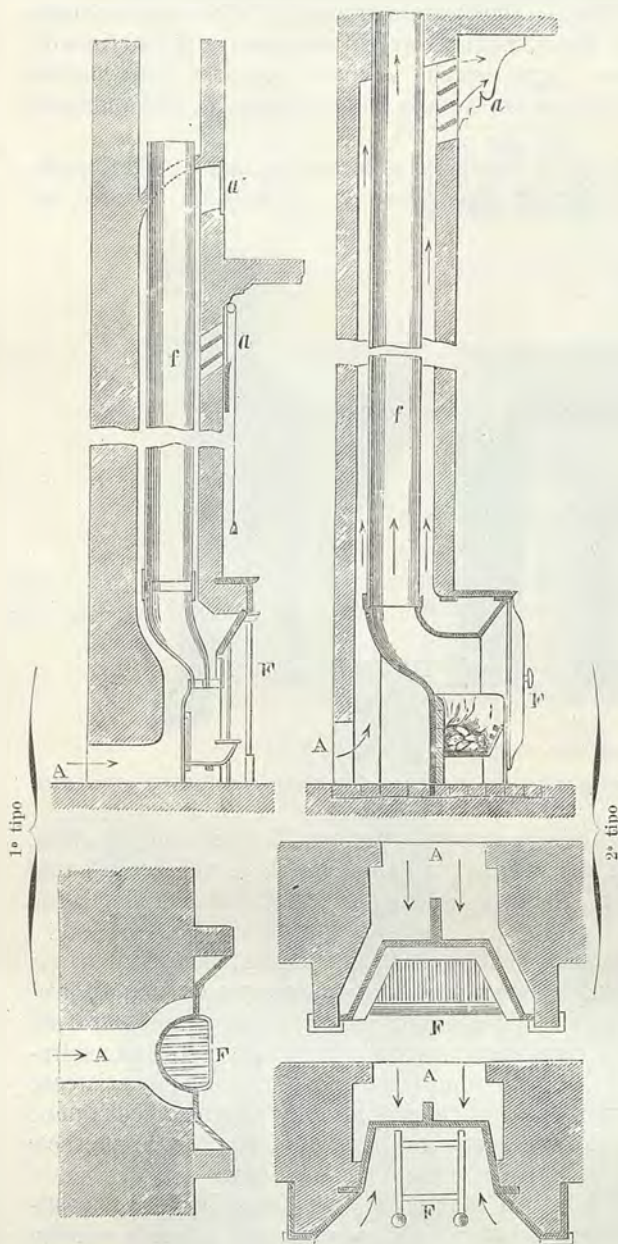


Fig. 510-511 (1° tipo); fig. 512-513-514 (2° tipo).
Caminetto Douglas Galton.

A, apertura per l'introduzione dell'aria esterna; F, focolare; f, tubo metallico del fumo; a, bocca a calore con persiana; a', bocca a calore per locale superiore.

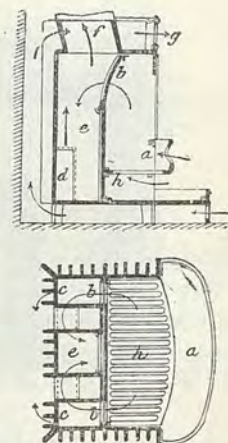


Fig. 515-516. — Caminetto Bourdon.

a, focolare; b, c, d, e, tragitto dei gas della combustione al camino f; h, ventola di regolazione; g, bocca a calore.

La predetta Società fece una esperienza, dalla quale risultò che, dato un servizio appropriato e attento, si può raggiungere l'effetto utile dell'82%.

Queste modificazioni al caminetto semplice permisero di ottenere nel tempo stesso un buon riscaldamento ed una efficace ventilazione dell'ambiente.

Il più grave difetto che può presentare un caminetto è quello di mandare fumo nel locale da riscaldare. Le cause possono essere diverse: per es., i condotti del fumo troppo stretti, una sezione

deficiente dei condotti per l'aria esterna nel solaio (spesso dovuta alla piccola grossezza di questi). Se la canna ha dimensioni sufficienti, ed è deficiente il condotto per l'aria esterna, questa viene richiamata attraverso alle fessure della porta e delle finestre, producendo l'inconveniente, già notato, di basse correnti d'aria fredda.

Analogo richiamo d'aria può farsi dall'interno verso l'esterno attraverso alle finestre, quando sul muro esterno batte il sole: in tal caso il camino è soggetto a questa aspirazione e il fumo è ricacciato verso l'interno. Ciò accade con certezza se il sole batte verticalmente o quasi sulla bocca del camino, e il vento soffia orizzontalmente o con angolo poco inclinato sull'orizzonte.

Il caminetto fuma anche se la canna non è abbastanza alta, oppure se la casa è circondata da case vicine che si elevano a parecchi metri sul livello del suo tetto. Si può impedire, in modo diverso, che un caminetto fumi, a seconda delle diverse cause alle quali il fumo è dovuto.

Se il caminetto è stato costruito male, con una apertura non proporzionata alla sezione della canna, con piccoli condotti per l'aria esterna o male collocati e raccordati, si consiglia di rifare il caminetto. Se il caminetto fuma per l'azione del sole o del vento, si ottengono spesso dei buoni risultati con l'impiego di mitre fisse o mobili, che hanno però durata molto limitata e manutenzione costosa. Se la casa non è abbastanza alta, oppure se è circondata da case più alte, si aggiungono alla torretta del camino dei pezzi di tubo in latta galvanizzata, tenuti a posto con collari e sostegni.

Caminetti a fuoco continuo.

Allo scopo di lasciar visibile la fiamma, e di creare apparecchi di maggiore potenza, impiegando in modo più razionale il combustibile, si costruiscono attualmente dei caminetti a fuoco continuo, muniti nella parte anteriore di focolare aperto, e lateralmente e posteriormente di un focolare chiuso. In questo modo si può accendere il solo caminetto anteriore, o far funzionare la seconda disposizione costituita di condotti, nei quali circolano i prodotti della combustione. Questi apparecchi hanno dunque la forma esterna del caminetto, e la disposizione interna di una stufa, nella quale il combustibile che arde nel focolare è reso visibile attraverso lastre trasparenti.

Caminetti universali Lönholdt Wille. — Con questo nome la Casa Emil Wille e C. di Berlino pone in commercio un apparecchio del tipo suaccennato, rappresentato in sezione dalla fig. 517. La immissione del combustibile (che può essere indifferentemente antracite o coke di gas in pezzi della grossezza di una nocciola) si fa aprendo il coperchio *a*; il canale di riempimento *b* viene lambito nella sua parte inferiore dall'aria della camera, che entra presso *c* al fine di evitare una possibile rapida distruzione della fiamma. Così riscaldata quest'aria perviene sul combustibile che arde sulla graticola, alla quale giunge nuova aria di alimentazione in quantità regolabile mediante la vite *e*.

I gas della combustione attraversano i tubi *g* muniti di raccoglitori della cenere, collocati lateralmente al focolare e giungono per i tubi *h* al camino *i*. Nell'atto della accensione occorre di poter condurre il fumo direttamente nel camino *i*: perciò, presso *k* è collocato un tubo munito di un registro, che si manovra col mezzo di un manubrio *l*, collegato alla ruota dentata *m*. Per scacciare la cenere, la parte inferiore della graticola può essere scossa mediante un manubrio *n*. L'aria della stanza entra presso lo zoccolo, passando per la valvola *o*, che ne regola la immissione; circola intorno ai condotti del fumo e ritorna riscaldata nella stanza attraverso la rete *p*.

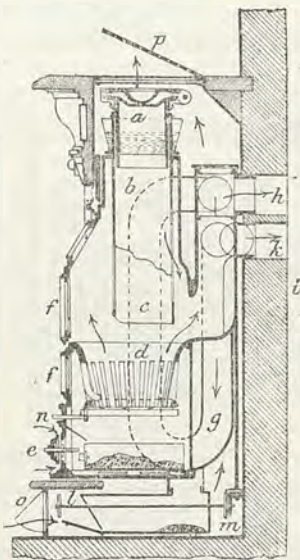


Fig. 517. — Caminetto universale Lönholdt Wille.

a, coperchio; *b*, condotto di riempimento; *d*, graticola; *e*, valvola regolatrice; *f*, sportelli; *g*, *h*, percorso del fumo; *i*, camino; *k*, registro manovrato con *m* e *l*; *n*, manubrio di scotimento della graticola; *o*, entrata aria del locale; *p*, bocca reticolare a calore.

Nella sezione rappresentata dalla fig. 517 il rivestimento del focolare è foggato a zig-zag allo scopo di ingrandirne la superficie riscaldante.

L'apparecchio viene costruito mobile, e può servire per ambienti della capacità massima di m³ 1200. L'alimentazione deve farsi ordinariamente una volta al giorno. Introducendo l'aria esterna è sempre possibile di accoppiare al riscaldamento un conveniente rinnovamento d'aria.

Caminetto di A. Heim (Döbling presso Vienna).— Questo apparecchio può essere utile per il riscaldamento di vasti ambienti.

Come risulta dalle fig. 518 e 519, esso presenta un focolare *c* a riempimento alimentato mediante il condotto *a*, munito di un coperchio a perfetta tenuta. Questo focolare

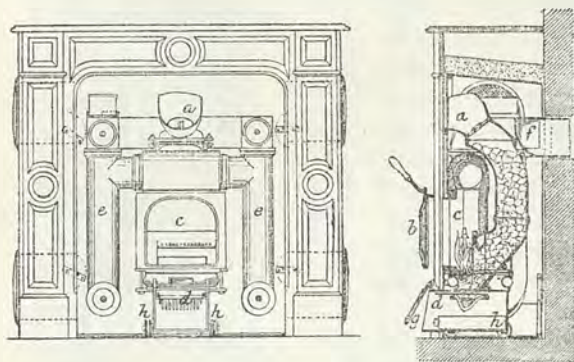


Fig. 518-519. — Caminetto di A. Heim.

a, condotto di alimentazione; *b*, piastra mobile; *c*, focolare; *d*, graticola mobile; *e*, condotti del fumo; *f*, camino; *g*, porta regolatrice dell'aria; *h*, rotelle.

è chiuso da una piastra *b* mobile costituita di lastre trasparenti, ed è rivestito di materiale refrattario; la graticola mobile *d* è formata a guisa di bacinella. I gas della combustione attraversano i tubi *e* applicati lateralmente.

L'aria della stanza passa alle superficie riscaldanti traverso le griglie applicate al disotto del rivestimento, e ritorna riscaldata attraversando le griglie superiori. Invece di questa circolazione di aria si può facilmente introdurre dell'aria esterna. La produzione di calore può essere regolata

mediante la porta *g*. L'intero corpo di ghisa riposa sopra rotelle *h*, le quali, scorrendo sopra le rotaie di una lamiera di base, permettono di portare in avanti l'apparecchio, e di potere così rimuovere la polvere accumulata nell'interno del camino.

Caminetti mobili.

Con lo scopo di limitare il grande afflusso d'aria che si verifica negli ordinari caminetti, senza mascherare la vista del fuoco, si sono creati degli apparecchi nei quali l'apertura è parzialmente chiusa con una sostanza traslucida (talco o mica); l'aria necessaria alla combustione passa per la porta del cineraio; così il suo afflusso può essere regolato. Di più l'involuppo stesso sporge, per contribuire al riscaldamento per trasmissione attraverso alle sue pareti. Questi apparecchi possono agevolmente collocarsi nel vano di un caminetto ordinario; sono numerosi e costruiti tutti sull'accennato principio, per cui differiscono per particolari di poca importanza. Si citano alcuni nomi: la *Salamandra* dell'Ing. Chaboche, la *Parigina*, la *Favorita*, ecc.

Nei piccoli appartamenti, che non hanno caminetto ricavato nel muro, si collocano qualche volta degli apparecchi a ruote, sul tipo degli antichi caminetti alla prussiana, e per i quali basta il collegamento del tubo del fumo con una canna da camino. Hanno la forma esterna di una cassa parallelepipedica; per la faccia superiore si eseguisce la carica; le pareti verticali laterali, e questa faccia, irradiano calore nel locale da riscaldare.

b) Stufe.

a) Generalità.

Le stufe consistono di un focolare chiuso entro un involuppo di muro o di metallo, collocato nell'ambiente da scaldare. Il calore si trasmette per radiazione attraverso al detto involuppo; i prodotti della combustione prima di versarsi all'esterno si fanno

circolare in tubi o condotti, in modo che sfuggano con la temperatura di circa un centinaio di gradi, la quale assicura il necessario richiamo di aria sul combustibile. Una buona stufa deve presentare una combustione possibilmente perfetta, e il mezzo di regolarla in rapporto al consumo di calore; la irradiazione calorifica mite, tale che assicuri all'ambiente un riscaldamento uniforme; un buon impiego dei prodotti della combustione e un sicuro scarico dei medesimi, per modo che sia impedito il loro riversarsi nel locale.

Inoltre il servizio deve essere semplice e sicuro e deve essere esclusa la possibilità che le superficie lambite dall'aria da riscaldarsi si rendano incandescenti.

Avendo riguardo alla frequenza dell'alimentazione con combustibile, le stufe si possono distinguere in stufe con focolari ordinari, e a riempimento. Col primo sistema viene introdotta nel focolare, a dati intervalli, una quantità di combustibile relativamente piccola e composta con blocchi di materiale piuttosto grosso, cattivo conduttore, richiedendosi un grande accumulo di calore. Nelle stufe a riempimento ha invece luogo una combustione lenta (a fuoco continuo). Per locali d'abitazione vengono molte volte preferite le stufe di terra cotta: la loro potenza accumulatrice di calore (più o meno grande, a seconda della grossezza della parete) rende meno sentito un cambiamento nella produzione calorifica e la temperatura moderata delle loro superficie di riscaldamento è piacevole. Presentano il difetto di richiedere un tempo relativamente lungo per raggiungere il regime; non sono quindi adatte per locali ad uso scuole, quando l'accensione si faccia al principio della lezione. Essendo di una capacità calorifica piccola, non si possono usare per ambienti vasti, a meno di costruire degli apparecchi molto grandi, o di dimensioni comuni e in grande numero.

Con le stufe di ferro si può conseguire una trasmissione di calore relativamente grande, con superficie di riscaldamento poco estese. Per impedire un eccessivo riscaldamento delle parti colpite dal fuoco, queste vengono rivestite con materiale refrattario: oppure si aumenta la superficie trasmettente foggando in modo adatto le superficie esterne (scanalature o nervature).

Le stufe di ferro soverchiamente riscaldate mandano una molesta irradiazione di calore: da questa ci si ripara antepoendo parafuochi di lamiera, costruiti a doppia parete, con spazio intermedio, attraversato dall'aria che sale. Più rispondente allo scopo è un rivestimento fisso delle stufe di ferro, il quale può essere costruito con qualsiasi materiale, di lamiera metallica, di ferro fuso o mattoni (fig. 520).

Si deve però badare che i rivestimenti siano abbastanza distanti dalla stufa, affinché l'aria che li lambisce non diventi troppo calda. Per poter meglio utilizzare il calore irradiato, i rivestimenti delle stufe vengono muniti anche di porte. Se si vuole ottenere rapidamente e per breve tempo la temperatura richiesta, le stufe a rivestimento non sono consigliabili.

Per conseguire una temperatura uniforme della superficie del rivestimento, questo ultimo viene costruito doppio (fig. 521, 522, 523), oppure fatto di argilla.

Le stufe con rivestimento nelle quali viene introdotta dell'aria fredda dall'esterno si chiamano stufe ventilatrici; e tale denominazione si dà anche a quelle stufe nelle quali l'aria da riscaldare viene condotta in canali speciali collocati nella stufa.

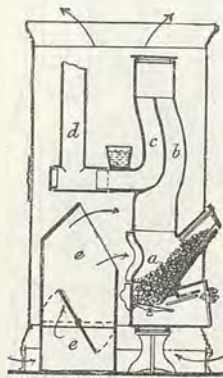


Fig. 520. — Stufa di ferro con rivestimento semplice.

a, tramoggia di caricamento; *b, c, d*, condotti di circolazione del fumo; *e*, presa d'aria con registro.

Raramente si effettua lo scarico dell'aria viziata dalle stufe: esempio di ciò si ha nel tipo di stufa della fig. 524. Si aspira l'aria dal locale utilizzando il tirante del camino, nel quale immette il tubo *b*. Perchè ciò avvenga, si aspetta che il combustibile nella stufa sia ridotto in cenere, e tutte le aperture della medesima siano chiuse ermeticamente. Allora il camino che è molto caldo e che non contiene più fumo, viene messo

in comunicazione col locale per mezzo di una valvola vicina al pavimento. Allo scopo di ottenere un riscaldamento più rapido, si consiglia di applicare una disposizione regolatrice che permetta di condurre l'aria della

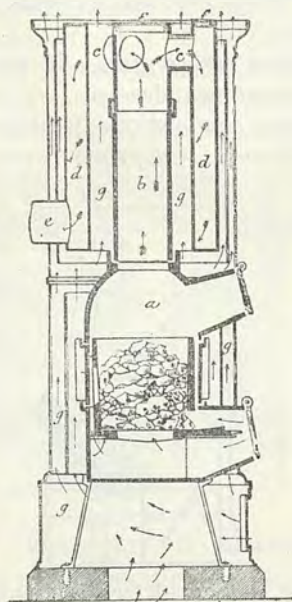


Fig. 521.

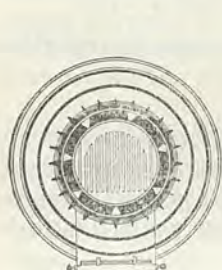


Fig. 522.



Fig. 523.

Fig. 521, 522, 523. — Stufa metallica con doppio rivestimento.

a, tramoggia di caricamento; *b*, condotto del fumo; *c*, bocche di uscita del fumo nei condotti *d* di circolazione; *e*, uscita del fumo nel camino; *g*, condotti dell'aria fredda circolante intorno a *b* e *d*, e uscente calda dalle bocche superiori *f*.

da riscaldarsi: dove l'accesso all'ambiente da parte del personale di servizio può dar luogo a molestia, l'alimentazione e il rimescolamento si fanno da un corridoio o vestibolo confinante. In alcuni casi, come, per esempio, trattandosi di celle di prigionieri, sarà necessario di collocare la stufa in una camera speciale di riscaldamento e condurre quindi l'aria da questa camera alle celle (fig. 525-526).

In generale non si consiglia il riscaldamento di più ambienti mediante un'unica stufa, richiedendosi per quest'ultima dimensioni troppo grandi per ottenere una temperatura conveniente.

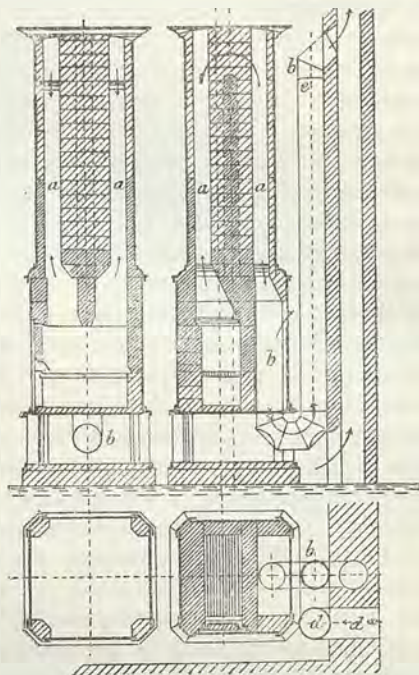


Fig. 524. — Stufa aspiratrice dell'aria viziata.
a, *b*, condotti del fumo.

camera, e in seguito l'aria fredda esterna, rispettivamente lungo il rivestimento della stufa e attraverso ai canali d'aria del medesimo; si ha con ciò un riscaldamento con circolazione d'aria o riscaldamento con rinnovamento d'aria.

L'alimentazione del focolare con il combustibile si fa generalmente nell'ambiente

Si può variare la quantità di calore fornita da una stufa, regolando opportunamente l'immissione dell'aria di alimentazione del fuoco. A questo scopo vengono applicati alla stufa degli apparecchi adatti, cioè porte, registri, valvole e ventole, tenendo presente che è da cercarsi la massima semplicità nel servizio. Parecchie stufe di recente costruzione richiedono, per essere regolate, una manovra di apparecchi, per la quale è necessaria un'attenzione speciale, che non si può pretendere dal personale generalmente adibito al servizio di tali stufe; ne seguono inevitabili inconvenienti e l'insufficiente risultato della stufa. È da preferirsi che la regolazione avvenga mediante un solo manubrio, per modo che le diverse posizioni dello stesso siano chiaramente designate.

Si è bensì tentato di fare in modo che anche per le stufe si proporzionasse automaticamente lo sviluppo del calore in relazione al quantitativo richiesto, ciò che si può ottenere attualmente con i sistemi a riscaldamento centrale; ma i risultati non si riconobbero pratici, perchè raggiunti con mezzi non abbastanza semplici e troppo costosi.

Se l'aria introdotta nel focolare dove arde il combustibile solido non è sufficiente, in seguito alla imperfetta combustione, si sviluppano dei gas i quali, combinandosi con l'aria introdotta successivamente, danno luogo ad una miscela esplosiva; e se l'esplosione si verifica, può avvenire la completa distruzione della stufa. Ciò però non è da temere quando il camino funzioni così da assorbire rapidamente e sicuramente detti gas. La combustione incompleta dà origine all'ossido di carbonio, il quale si forma con speciale facilità quando, a riscaldamento finito, si chiude il passaggio all'aria e il combustibile si spegne lentamente.

Se l'ossido di carbonio, in seguito a difetti del camino o alla chiusura del medesimo, penetra nell'ambiente, possono darsi casi di avvelenamento spesso mortali; ciò si può evitare, munendo la stufa di porte a perfetta tenuta. Però è sempre consigliabile di impiantare il camino in modo da rendere poco probabile l'inconveniente accennato: cioè aprendo il condotto in pareti calde e proteggendo lo sbocco dal vento e dalla pioggia. Quando le stufe fossero collocate in diversi piani, è buona pratica di non fare concorrere tutti i loro tubi in un solo camino.

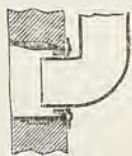


Fig. 527. — Disco metallico per chiusura ermetica fra tubo di stufa e camino.

In diversi sistemi di stufe si fa in modo che, al principio dell'accensione, i gas combusti passino direttamente dal focolare al camino, riscaldandolo; in seguito essi percorrono una via più lunga, cedendo il loro calore alle superficie riscaldanti.

Per impedire l'uscita del fumo o della fuliggine nella stanza, nel punto di innesto del tubo della stufa con il camino, si consiglia di murare nella parete una custodia di ferro fuso e di assicurarvi un disco da parete (fig. 527), nel quale passi esattamente il tubo della stufa. Questa disposizione presenta pure il vantaggio che, occorrendo, può adattarsi all'apertura un tubo di diverso diametro, senza richiedere un allargamento dell'apertura del muro.

È noto che anche le stufe danno luogo a un richiamo d'aria dall'ambiente verso il focolare, e a una conseguente immissione di aria fresca nell'ambiente attraverso alle

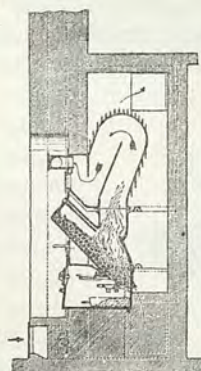


Fig. 525.

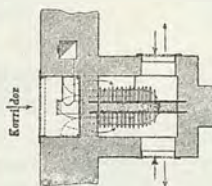


Fig. 526.

Fig. 525-526. — Stufa con alimentazione esterna ai locali da riscaldarsi.

Korridor, corridoio.

fessure delle porte e delle finestre. Questo richiamo d'aria si può ridurre piccolo, col mezzo di un cappello girevole di tipo Wolpert, applicato al camino (fig. 528). La estremità del camino e il cappello sono muniti di aperture di eguale grandezza, le quali si possono chiudere in tutto o in parte, girando il cappello. Siccome l'aria aspirata raffredda il fumo, diminuendo quindi il tirante del camino, il tirante stesso può essere regolato, entro certi limiti, mediante il cappello suddetto.

La grandezza della superficie di riscaldamento di una stufa si determina in base alla quantità di calore necessaria, calcolata con i dati già esposti. Generalmente però non ci si accontenta di questo solo criterio: o si ordina una stufa che si presume adatta

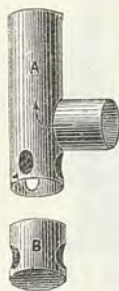


Fig. 528. — Cappello girevole.

anche in base al suo prezzo corrente, oppure si lascia al fabbricante, informato di alcuni dati sulla grandezza e capacità del locale, la scelta dell'apparecchio più conveniente. Nel primo caso la stufa ordinata sarà spesso troppo piccola, atteso che i dati del prezzo corrente riferiti all'effetto calorifico, cioè alla capacità del locale che la corrispondente stufa dovrà riscaldare, valgono soltanto per casi favorevoli (ambienti con buona orientazione e con una sola parete esterna). Il secondo sistema è migliore, ammesso che il fabbricante possieda dati completi, riguardanti la capacità del locale, la sua orientazione, il numero di finestre e di pareti fredde. Dovrà indicarsi se il pavimento sia pure freddo, e, in casi speciali, come siano costruite le pareti, quanto siano grosse, e la quantità d'aria che si vuole ricambiare all'ora.

Le stufe di mattoni si costruiscono con una superficie riscaldante che non supera circa 10 m²; le stufe a muro e le stufe di ferro a riempimento possono raggiungere 15 m² di superficie riscaldante; le stufe per officine (stufe Hohenzollern) hanno superficie riscaldante al massimo di circa 50 m². Un primo criterio per determinare la grandezza della superficie riscaldante occorrente per un locale si può ricavare dalla tabella seguente:

Tabella LXII. — Superficie riscaldante in m² riferiti a 10 m³ di locale.

| STUFE DI GHISA | Per riscaldamento | | A circolazione ed a rinnovamento d'aria |
|--|-------------------------|--------------------------------|---|
| | con circolazione d'aria | con rinnovamento d'aria fresca | |
| | m ² | m ² | m ² |
| Locali in posizione riparata con doppie finestre . . . | 1,2 ÷ 1,5 | 2,4 ÷ 3,00 | 5,0 ÷ 2,5 |
| Id. id. con finestre semplici . . . | 1,6 ÷ 2,0 | 3,2 ÷ 4,00 | 2,4 ÷ 2,9 |
| Locali in posizione non riparata con molte finestre doppie, oppure locale con pavimenti freddi . . . | 1,8 ÷ 2,2 | 3,6 ÷ 4,5 | 2,6 ÷ 3,2 |
| Id. id. con finestre semplici . . . | 2,4 ÷ 2,9 | 4,8 ÷ 5,8 | 3,2 ÷ 4,0 |

Per stufe di terra cotta questi valori vanno moltiplicati per 2,5. Dei due numeri il minore corrisponde a stufe più grandi (vedi anche la tabella LXIII).

Siccome le stufe di terra cotta si costruiscono in Germania in grandissimo numero con mattonelle di 21 cm. di larghezza × 24 cm. di altezza, la serie delle grandezze possibili è limitata. Si crede utile di riportare nella tabella LXIII le dimensioni di sedici tipi di stufa, che possono soddisfare abbastanza bene a tutte le richieste, perchè stufe più piccole hanno rendimento troppo basso, e troppo grandi riescono disagiati e scomode. La tabella distingue 3 casi:

CASO 1°. — Locale interno, con una sola parete fredda munita di finestre.

CASO 2°. — Locale interno, con due pareti fredde, o una parete fredda e suolo freddo.

CASO 3°. — Locale con tre pareti fredde; questo caso può presentarsi in una costruzione esterna o in un angolo libero, al disopra di un passaggio.

Non si è tenuto distinto il caso di soffitto freddo, essendo la perdita di calore attraverso il medesimo molto piccola in confronto delle altre, e per lo più compensata con l'aumento di calore attraverso il pavimento, quando questo si trova sopra un locale abitato. Così pure non si è considerato il caso di un locale in posizione completamente libera, perchè, in causa di altre circostanze aggravanti, è molto probabile che il riscaldamento con stufa di terra cotta non risulti sufficiente; si dovrà quindi provvedere ad un riscaldamento più efficace.

La tabella seguente non ha altro scopo che quello di dare un'idea della grandezza della stufa di terra cotta, che può esser adatta per un determinato locale; molti fattori possono influire a modificarne i risultati: per esempio, la posizione più o meno esposta ai venti, la grandezza e situazione reciproca di porte e finestre, la grossezza e natura delle pareti. Quale superficie di riscaldamento si è tenuto conto nella tabella soltanto di quella parte della stufa che sta al disopra della graticola o del focolare, perchè la parte che sta al disotto è quasi fredda.

Tabella LXIII. — Grandezze di superficie riscaldanti in relazione alle dimensioni della stufa e dell'ambiente riscaldato.

| 1 Stufa numero | 2 Dimensioni della stufa prendendo come unità il mattone (larghezza cm. 21, altezza cm. 24) | | | 3 Calcolo della superficie di riscaldamento della stufa | | 4 Volume riscaldato da 1 m ² di superficie riscaldante nel 1° caso | 5 Capacità dell'ambiente da riscaldare per il | | | 6 Esempio delle dimensioni degli ambienti riscaldati 1° caso | | | |
|-------------------|--|-----------------|--------|--|------|--|--|---|---|---|--------|------|----------------|
| | largh. | profon- dità | lungh. | | | | 1° CASO 1 parete libera | 2° CASO (-10 9/10) 2 pareti libere | 3° CASO (-25 9/10) 3 pareti libere | lungh. | largh. | alt. | |
| | | | | | | | | m ² | m ³ | | | | m ³ |
| 1 | 2 1/2 | 2 | 6 | 2 (0,53 + 0,42) | 1,50 | 2,98 | 10 | 30 | 27 | 23 | 4,5 | 3,5 | 2,0 |
| 2 | 2 1/2 | 2 | 8 | 2 (0,53 + 0,42) | 2,05 | 3,90 | 10 | 40 | 35 | 30 | 4,0 | 4,0 | 2,5 |
| 3 | 3 | 2 1/2 | 8 | 2 (0,63 + 0,53) | 2,05 | 4,76 | 11 | 55 | 50 | 45 | 5,5 | 4,0 | 2,5 |
| 4 | 3 | 2 1/2 | 9 | 2 (0,63 + 0,53) | 2,20 | 5,31 | 12 | 65 | 60 | 50 | 5,5 | 4,0 | 3,25 |
| 5 | 3 1/2 | 2 1/2 | 9 | 2 (0,73 + 0,53) | 2,20 | 5,77 | 15 | 90 | 80 | 65 | 5,6 | 5,0 | 3,25 |
| 6 | 3 1/2 | 2 1/2 | 10 | 2 (0,73 + 0,63) | 2,53 | 6,37 | 18 | 110 | 100 | 85 | 5,6 | 5,0 | 4,00 |
| 7 | 4 | 2 1/2 | 9 | 2 (0,83 + 0,53) | 2,20 | 6,23 | 18 | 110 | 100 | 85 | 6,4 | 5,5 | 3,25 |
| 8 | 4 | 2 1/2 | 10 | 2 (0,83 + 0,53) | 2,53 | 6,88 | 20 | 140 | 125 | 105 | 6,4 | 5,5 | 4,0 |
| 9 | 4 | 2 1/2 | 11 | 2 (0,83 + 0,53) | 2,77 | 7,53 | 22 | 165 | 150 | 125 | 6,4 | 5,5 | 4,5 |
| 10 | 4 1/2 | 2 1/2 | 9 | 2 (0,93 + 0,53) | 2,20 | 6,69 | 20 | 135 | 120 | 100 | 7,0 | 6,0 | 3,25 |
| 11 | 4 1/2 | 2 1/2 | 10 | 2 (0,93 + 0,53) | 2,53 | 7,39 | 22 | 165 | 150 | 125 | 7,0 | 6,0 | 4,0 |
| 12 | 4 1/2 | 2 1/2 | 11 | 2 (0,93 + 0,53) | 2,77 | 8,09 | 24 | 195 | 175 | 145 | 7,0 | 6,0 | 4,5 |
| 13 | 5 | 2 1/2 | 10 | 2 (1,04 + 0,53) | 2,53 | 7,94 | 24 | 190 | 170 | 140 | 8,0 | 6,0 | 4,0 |
| 14 | 5 | 2 1/2 | 11 | 2 (1,04 + 0,53) | 2,77 | 8,70 | 27 | 230 | 205 | 170 | 8,0 | 6,0 | 4,5 |
| 15 | 5 | 3 | 10 | 2 (1,04 + 0,53) | 2,53 | 8,45 | 27 | 225 | 200 | 170 | 9,7 | 6,0 | 4,0 |
| 16 | 5 | 3 | 11 | 2 (1,04 + 0,53) | 2,77 | 9,25 | 30 | 275 | 250 | 205 | 9,7 | 6,0 | 4,5 |

Per quanta cura si ponga nella costruzione di queste stufe e nella scelta del materiale, una stufa di terra cotta non resiste che pochi anni all'effetto deteriorante del calore, che si manifesta specialmente nelle pareti del focolare. Le stufe riscaldate a carbone fossile o a coke devono essere girate dopo dieci anni: con ciò va perduto lo sportello, premesso che non sia guasto, e le parti ornamentali visibili della stufa; questa perdita si calcola, per stufe ordinarie, al 12 % del costo della stufa stessa.

β) Stufe con focolare ordinario o a combustione viva.

Stufa metallica cilindrica. — Il tipo più semplice degli apparecchi con focolare ordinario, è rappresentato da questa stufa, nella quale però i gas della combustione

vengono troppo poco utilizzati, in causa della brevità del loro percorso; l'apparecchio non scalda che per radiazione. La parte intorno al focolare irradia violentemente mentre il combustibile arde; questo inconveniente si può evitare con la disposizione di uno speciale vaso con fondo a graticola (fig. 529). Il piccolo rendimento della stufa può essere migliorato alquanto ingrandendo la superficie riscaldante; cioè munendo la parete esterna della stufa di nervature o costole di ghisa, con le quali si formano numerosi canaletti verticali attraversati dall'aria che si dirige in alto.

Stufa metallica con circuito del fumo. — Con lo stesso scopo di ingrandire l'area di trasmissione, si costruiscono stufe che presentano un circuito del fumo a zig-zag od a piani, rappresentate nelle fig. 530-531. Sono fatte intieramente di ferro, o con zoccolo di muratura. Le brusche deviazioni alle quali è soggetta la corrente dei gas della

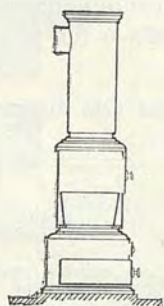


Fig. 529. — Stufa metallica cilindrica.

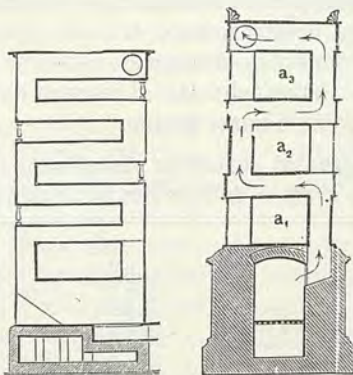


Fig. 530-531. — Stufe metalliche con circuito del fumo.

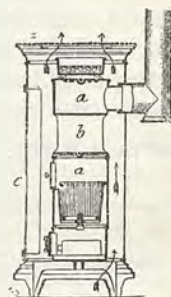


Fig. 532. — Stufa metallica con rivestimento.

a, *a*, focolare e condotto del fumo; *b*, passaggio dell'aria del locale; *c*, rivestimento.

combustione, è causa nella stessa di vivaci vortici, che concorrono alla mescolanza delle parti più fredde con le più calde della massa. Le aperture *a* vengono spesso munite di griglie, attraverso le quali può passare l'aria della camera; vengono pure adoperate per conservare il calore ai cibi caldi.

Per evitare la forte irradiazione di calore notata nelle stufe descritte, esse vengono munite di rivestimenti coibenti, come quello della fig. 532. In luogo del recipiente che costituisce il focolare delle stufe a colonna, è collocata una graticola a canestro,

per avere una sufficiente introduzione d'aria per la combustione del carbone fossile. L'aria della camera passa nello spazio compreso tra il rivestimento e la stufa, e attraversa il canale *b*, che può servire a scopo di cucina quando venga chiuso posteriormente e munito di porta nella parte anteriore.

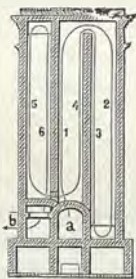


Fig. 533. — Stufa russa di terra cotta.

Stufe di terra cotta. — Le stufe di terra cotta con pareti massiccie accumulano molto calore, ma si scaldano meno prontamente delle metalliche; si citano tra queste le così dette *stufe russe* (fig. 533). In esse il focolare non possiede graticola perchè funzionano esclusivamente con legna. I gas combusti prima di immettersi nel camino attraversano una serie di canali in muratura, in direzione ascendente e discendente, lambendo le pareti con cui sono a contatto.

Nell'esempio della fig. 533 i gas combusti percorrono successivamente dei condotti nell'ordine indicato dal numero che contrassegna ciascuno di essi, e, nel senso indicato dalla freccia, passano dal focolare *a*, per mezzo del tubo *b*, al camino.

Compiuto il processo di combustione, la stufa si chiude con porta a perfetta tenuta.

La *stufa svedese* differisce dalla *stufa russa* soltanto per la sua forma cilindrica.

La *stufa di mattoni berlinese* rappresentata dalle fig. 534-539 contiene dei condotti verticali ed orizzontali che vengono attraversati dal fuoco nell'ordine segnato dal rispettivo numero. La fig. 534 riporta l'esempio di una *stufa* munita di tubo α con lo scopo di riscaldamento.

La forma primitiva della pianta di questa *stufa* è la rettangolare, ma frequentemente, per il suo migliore aspetto, si sceglie la forma pentagonale (fig. 538 e 539) la

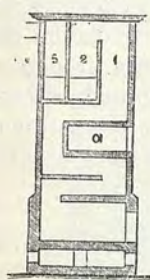


Fig. 534.

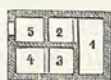
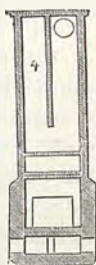


Fig. 535, 536, 537.

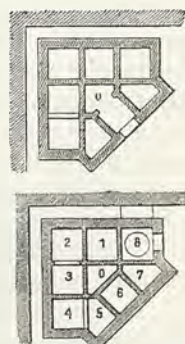


Fig. 538 e 539.

Fig. 534 a 539. — Stufa di mattoni berlinese.

quale però costa circa il 10% di più di quella rettangolare, per la medesima superficie di riscaldamento complessiva. Questa *stufa* ha otto condotti; il condotto 6 si trova al disopra del focolaio. Bruciando carbone fossile o lignite è necessaria una graticola,

che si può invece abolire se si brucia carbone di legna; inoltre il focolare deve essere isolato dalla parete di mattoni. Perciò lo si costruisce di materiale refrattario, o con una cassa di ferro fuso rivestita di materiale refrattario. La *stufa* rappresentata dalla

fig. 540 (H. Schomburg, Berlino) è interamente eseguita con materiale refrattario, compreso naturalmente il focolare.

I prodotti della combustione passano, dal focolare, in un canale disposto ad elica intorno ad un condotto centrale, dal quale esce calda nella camera l'aria che entra dallo zoccolo lambendo pure la parete esterna del fornello.

La parete interna della *stufa*, si può, con buon esito, proteggere dal consumo, isolandola dal focolare, e mettendo lo spazio intermedio in

comunicazione con l'aria dell'ambiente. Un esempio di questa disposizione si ha nella *stufa* delle fig. 541 e 542.

Un apparecchio noto e applicato di frequente in grandezze diverse è la *stufa* a focolare ordinario e ventilatrice rappresentata dalla fig. 524 (Born, Magdeburgo). Essa aspira per mezzo del camino l'aria viziata dell'ambiente nel modo già descritto alla pag. 286.

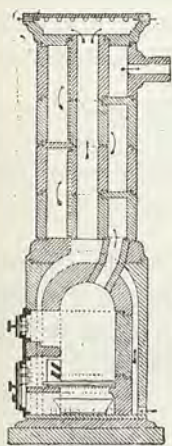


Fig. 540. — Stufa interamente eseguita con materiale refrattario.

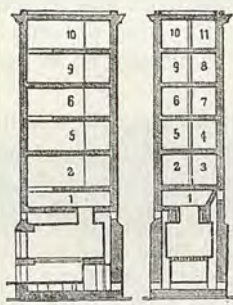


Fig. 541 e 542. — Stufa con focolare isolato dalla parete.

γ) Stufe con focolare a riempimento e a combustione lenta.

Le stufe a combustione viva hanno l'inconveniente principale di richiedere una grande frequenza della carica; quindi si cercò il modo di creare una combustione lenta, per sfruttare meglio il combustibile e spaziare le cariche.

Ma la combustione lenta, ottenuta regolando la immissione dell'aria di alimentazione, produce dell'ossido di carbonio il quale però può evacuarsi per il camino a misura che si genera, quando il camino funzioni regolarmente: cioè sia percorso da una colonna ascensionale calda di fumo, che tende a creare la depressione a ciò necessaria. Sotto questo punto di vista, le stufe mobili si trovano in peggiori condizioni delle fisse, perchè possono venire applicate a vari camini, e la colonna d'aria fredda che li riempie ostacola il cammino dei prodotti della combustione. È dunque da ritenersi che tutte le stufe a combustione lenta, senza eccezione, devono essere adoperate con grandi precauzioni, e per le ragioni dette, ognuna di esse dovrebbe esser provvista di un camino speciale eseguito con molta cura.

Si divideranno le stufe a combustione lenta in quattro categorie:

1° Stufe che contengono un magazzino per il combustibile, attraversato dai prodotti della combustione, nel loro percorso dal focolare al camino.

2° Stufe dotate di un magazzino per il combustibile, che alimenta la graticola senza essere attraversato dai prodotti della combustione, ma circondato dai medesimi.

3° Stufe dotate di un magazzino per il combustibile situato al di fuori del percorso dei gas caldi.

4° Si costruiscono anche stufe fumivore, nelle quali cioè i prodotti della combustione vengono bruciati per mezzo di un eccesso d'aria che incontrano appena usciti dal focolare.

Gli apparecchi appartenenti alla prima categoria sono i meno consigliabili, perchè l'acido carbonico che si produce nel focolare è certamente ridotto in ossido di carbonio, nel suo lungo contatto con il carbone, che si scalda lentamente fino a raggiungere un'alta temperatura.

Gli apparecchi della seconda categoria sono evidentemente meno pericolosi dei precedenti; siccome però il magazzino è portato ad alta temperatura, il carbone distilla trasformandosi in coke, e i gas che si sviluppano possono raccogliersi nella parte superiore, filtrando per le giunture, con la possibilità di scoppio quando si apra la porta per la carica.

Migliori sono gli apparecchi della terza categoria, che non possono presentare gli inconvenienti notati precedentemente; ma sono meno economici, perchè i prodotti della combustione compiono un breve percorso, sfuggono caldi al camino, ed essendo piccola la superficie riscaldante, il rendimento dell'apparecchio è poco elevato.

1) Apparecchi della 1ª categoria.

Stufa Meidinger. — È il tipo più semplice di stufa a riempimento (fig. 543). Consta di un cilindro senza graticola, munito esternamente di nervature e che presenta, immediatamente sopra il fondo, un gomito chiuso da una porta sollevabile e apribile lateralmente per regolare la immissione dell'aria di alimentazione. Nel coperchio del cilindro si trova la valvola per l'alimentazione della stufa. Il cilindro viene riempito, fino a livello dell'imboccatura del condotto del fumo, con antracite e coke della grossezza di nocciuole, ai quali si sovrappone della legna minutamente spaccata o altra materia facilmente infiammabile, avendo cura di chiudere il coperchio subito dopo l'accensione. Il combustibile arde dall'alto verso il basso e può essere quindi rinnovato per mantenere l'apparecchio costantemente in azione. Per mitigare la

trasmissione del calore, la stufa è circondata da due rivestimenti di lamiera *cc* e *dd* tra i quali sale l'aria della stanza e l'aria fresca presa dall'esterno.

Si sono costruite molte imitazioni della stufa di Meidinger, con varianti di poco conto. Sono però da ritenersi come perfezionati quei tipi di stufe Meidinger muniti di graticola piana che facilita lo scarico della cenere, e di un'apertura laterale per la rinnovazione del combustibile.

Stufa delle officine Kaiserslautern. — Le stufe costruite dalle officine Kaiserslautern sono rappresentate dalle figure 544 e 545, in prospetto e

Fig. 544. — Prospetto.



Fig. 543. — Stufa Meidinger.

c c, d d, rivestimenti di lamiera;
a, tramoggia; *i*, nervature.

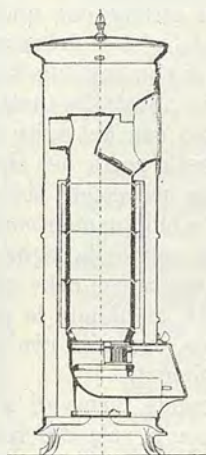


Fig. 546. — Stufa Vesta.

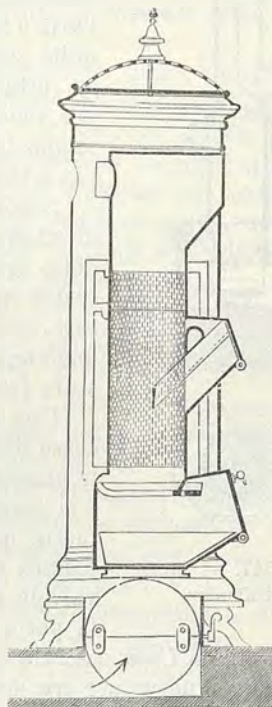


Fig. 545. — Sezione.

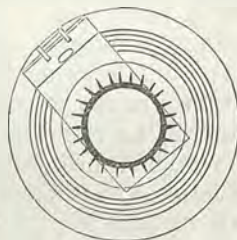


Fig. 544-545. — Stufa tipo Meidinger delle officine Kaiserslautern.

sezione. Anche questa stufa è rivestita con un involuppo di lamiera; e l'aria esterna o delle camere che entra nella parte inferiore sale riscaldandosi a contatto con le nervature ed esce nell'ambiente attraversando il coperchio traforato. La stufa è munita di graticola girevole e di graticola piana fissa.

Si osserva che se la quantità di aria che accede traverso le nervature è sufficiente, essa può far conseguire il vantaggio di impedire l'arroventamento, anche quando manchi il rivestimento interno di mattoni refrattari.

Stufa Vesta (Heim di Döbling) (fig. 546). — Il cilindro della stufa è composto da uno zoccolo con alcuni anelli, i quali vengono tenuti insieme da due sbarre di ferro fucinato applicate lateralmente.

L'apparecchio funziona a fuoco continuo, perchè l'anello superiore è munito di un condotto per il riempimento, e di tubi del fumo divergenti lateralmente. Se si richiede il riscaldamento per poche ore soltanto, lo spazio utilizzabile per il riempi-

mento può diminuirsi collocando più basso il condotto di riempimento; allora al disopra dello stesso si crea, con la sovrapposizione di uno o più anelli, uno spazio che i gas combustibili attraversano prima di giungere al camino. Nello zoccolo si trovano una

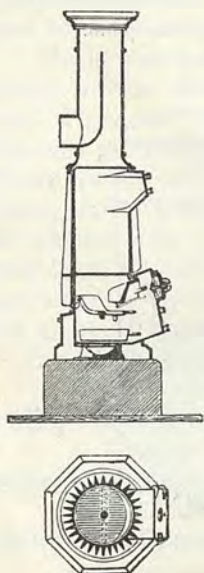


Fig. 547. — Stufa di Käußer.

graticola piana, una graticola verticale corta e la porta regolatrice. Per mezzo di un anello intercalato fra lo zoccolo e l'anello immediatamente superiore che costituisce il corpo della stufa, l'aria è forzata a riversarsi in maggiore quantità verso il centro della stufa; in tal modo si ottiene una combustione più uniforme su tutta la sezione. Per impedire la formazione di grosse scorie e per rendere meno facile un agglomeramento di cenere, si trova applicato, al disopra della graticola verticale, un manubrio il quale viene introdotto ogni due o tre ore nella stufa e tosto ritirato.

Stufa di Käußer (fig. 547). — Il combustibile è immesso direttamente nella parte inferiore della stufa, invece che in condotto speciale. Si ottiene che questa parte non diventi incandescente ingrandendo le aree di trasmissione del calore con nervature. Se lo strato di combustibile ha grossezza limitata può ardere, qualunque sia il combustibile adottato; per grossezze maggiori, la stufa funziona solo con antracite o coke.

Una valvola nella porta del cineraio serve per regolare l'accesso dell'aria. La accensione si fa nel seguente modo: Si estrae la piastra giacente obliquamente sulla graticola sopra delle guide e si accende su di essa della legna od un qualsiasi attizzatore del fuoco; quindi si carica con coke di gas o carbone, si rimette la piastra nella stufa, si chiude la porta del cineraio, e, aperta la valvola regolatrice, si carica con nuovo combustibile attraverso la porta a riempimento.

La stessa Casa costruisce una seconda forma di stufa, disposta come la stufa a colonna con nervature ora descritta, con la sola differenza che, immediatamente dopo la porta del cineraio, vi è applicata una seconda porta, per poter introdurre del combustibile in piccola altezza, quando occorra un riscaldamento di poche ore.

Queste stufe vengono circondate da un rivestimento di lamina aperto inferiormente; la stufa e il rivestimento vengono posti sopra uno zoccolo vuoto nel quale può penetrare l'aria esterna. Le stufe che servono per il riscaldamento di chiese e vestiboli, che funzionano cioè con circolazione d'aria, hanno l'intero rivestimento forato, per modo che l'aria può penetrare da tutte le parti contro le superficie di riscaldamento.

Stufa di Sturm (*E. Sturm, di Würzburg*) (fig. 548). — Questa stufa possiede un rivestimento parziale del focolare con pietre refrattarie. Si è cercato di assicurare una buona combustione introducendo nei carboni ardenti dell'aria fortemente riscaldata; per ciò nella parete del focolare sono ricavati degli stretti canali, muniti di aperture verso l'interno, l'aria passa in questi canali traversando il cinerario, si riscalda ed entra nel focolare.

Si osserva però che questa introduzione di aria calda, per essere efficace, dovrebbe potersi proporzionare alla entità della combustione, ciò che non si può ottenere perchè questa introduzione non è regolabile. Inoltre non essendo possibile di proteggere

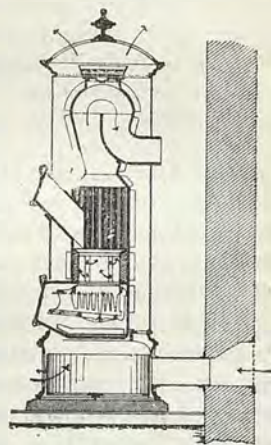


Fig. 548. — Stufa di Sturm.

i canaletti e le loro aperture dall'entrata della cenere, la utilità della disposizione viene diminuita di molto.

La stufa è munita di nervature e circondata da un rivestimento. Il focolare è costituito da una graticola a canestro, che riposa sopra guide e che può venire estratta per eliminare le scorie; il fondo della graticola può anche estrarsi indipendentemente. La combustione può regolarsi mediante opportuna registrazione laterale della porta del focolare e di quella del cinerario.

La stufa può essere a circolazione d'aria, o a rinnovamento d'aria (la fig. 548 presenta le due disposizioni) e viene alimentata con qualunque genere di combustibile.

Stufa igienica Wurtemberghese. — È noto con questo nome l'apparecchio delle fig. 521 a 523, con focolare di ghisa, il quale ha pressapoco la durata di un focolare rivestito con materiale refrattario; la sua rinnovazione non dà luogo a spesa molto maggiore di quella che si incontrerebbe per rifare il rivestimento.

Come nella stufa di Sturm, è prevista anche qui l'introduzione nei carboni ardenti di aria fortemente riscaldata. Il recipiente di ghisa è chiuso in basso da una graticola piana mobile. I gas combusti passano dal tubo intermedio *b*, attraversando tre tubi laterali *c*, nello spazio anulare *d*, e da questo al camino *e*. Per pulire il tamburo di riscaldamento *d* servono le aperture *f* che sono ordinariamente chiuse. La stufa presenta il doppio rivestimento e il riscaldamento si fa a circolazione e rinnovamento d'aria.

Stufa di Wurmbach (fig. 549 e 550). — Ha il focolare rivestito, e i gas della combustione passano al camino attraversando i tre condotti *a, b, c*. La stufa è a circolazione d'aria soltanto, ma si vede come sia possibile introdurre regolarmente dell'aria esterna così da poter collegare al riscaldamento un conveniente rinnovo-

mento dell'aria. La graticola è composta di due parti: una piastra superiore girevole, ed una inferiore fissa. Le due piastre hanno aperture con forma di cuore e di eguale grandezza e numero. D'ordinario le aperture della piastra inferiore restano in parte chiuse e lasciano quindi passare soltanto la cenere; girando la piastra superiore, si possono portare a coincidere completamente le aperture di questa piastra con quelle della inferiore; allora attraverso a queste possono passare anche le scorie.

La graticola girevole può esser mossa anche in senso trasversale. Wurmbach ha applicata una disposizione con la quale si rimedia all'inconveniente che, coll'aprire la portella regolatrice *d*, si spandano nella camera cenere o scorie minute. Per tale scopo sono applicati dei listelli di guida, che obbligano questi pezzettini a ricadere traverso un'apertura *e* nel cinerario.

Stufa Hohenzollern (fig. 551). — L'apparecchio possiede numerosi canali di introduzione d'aria da ogni parte. L'aria entra e sorte rapidamente, così che si ottiene un riscaldamento relativamente rapido di tutto l'ambiente.

Allo scopo di ingrandire la superficie riscaldante, il focolare presenta una sezione trasversale ondulata ed è per lo più rivestito di materiale refrattario. Quando si trattasse di riscaldare rapidamente gli strati d'aria inferiori (come, per es., per le officine),

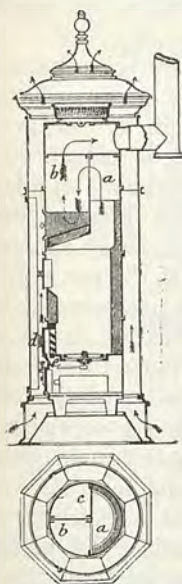


Fig. 549-550. — Stufa di Wurmbach.

a, b, c, condotti del fumo;
d, portella regolatrice; *e*,
apertura del cinerario.

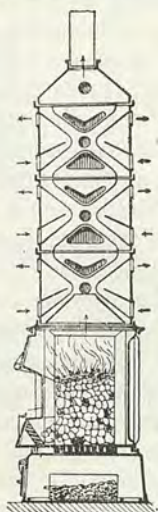


Fig. 551. — Stufa Hohenzollern.

il focolare viene costituito da un recipiente apposito munito di nervature esterne; allora il rivestimento inferiore della stufa è perforato per modo che l'aria può lambire queste nervature.

Stufa Schnell e Schneckenburger. — Questa stufa ventilatrice è composta di una parete scannellata *a* il cui interno è rivestito con un grosso strato di materiale refrattario *b* che racchiude il focolare del fornello (fig. 552 e 553). Attorno alla parete si applica un rivestimento *c* di lamiera. La forma scannellata della parete *a* produce tra questa parete e la guarnitura di materiale refrattario da una parte, e il rivestimento *c* di lamiera dall'altra, dei canali verticali *d* ed *e*.

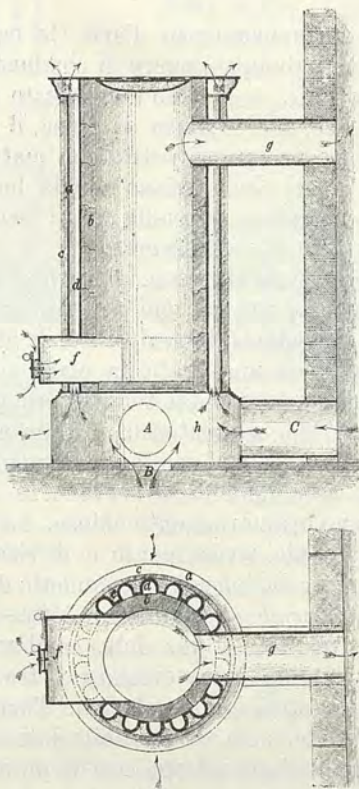


Fig. 552-553. — Stufa Schnell e Schneckenburger.

a, parete scannellata; *b*, strato di materiale refrattario; *c*, rivestimento di lamiera; *d*, condotti verticali di passaggio dell'aria calda; *e*, condotti verticali ripieni di sabbia; *f*, portella del focolare; *g*, condotto del fumo; *h*, zoccolo di ghisa; *A*, apertura nello zoccolo per il passaggio dell'aria della stanza; *B*, *C*, aperture per il passaggio dell'aria esterna.

La parte superiore della stufa è coperta nel centro con un doppio coperchio di ghisa che contiene pure della sabbia e che si leva per introdurre il combustibile. La parte circolare superiore intorno al coperchio, nella quale sboccano i canali *d*, è perforata e munita di un registro anulare col quale si può regolare od arrestare completamente la circolazione nei canali *d*.

Stufa Musgrave. — Mentre nei tipi di stufe finora descritti i condotti per prodotti della combustione, se esistono, sono disposti in tutto od in parte al disopra del focolare, nella stufa Musgrave, detta *irlandese*, questi condotti sono applicati posteriormente al focolare stesso (fig. 554 e 555). Perciò l'altezza della stufa diminuisce, in confronto della precedente; e ciò è razionale, in quanto cede maggior calore agli strati inferiori, che sono sempre i più freddi, ma a parità di superficie riscaldante richiede una maggior sezione orizzontale.

I canali *d* servono alla circolazione dell'aria nella stufa, cioè ad aspirare l'aria che sta presso il pavimento del locale, e che uscirà calda dall'orificio superiore. I canali *e* sono riempiti di sabbia o di altro materiale che immagazzini il calore per cederlo, anche dopo che il fuoco sia spento, all'aria circolante nei canali *d* e per radiazione all'esterno. Tutta la grossezza della parete complessa ora descritta è attraversata inferiormente dalla porta *f* del focolare e superiormente dal condotto del fumo *g*. L'apparecchio riposa sopra uno zoccolo di ghisa *h*, che può essere disposto diversamente, secondo che la stufa è a semplice circolazione d'aria, o ventilatrice, o a circolazione e ventilatrice. Nel primo caso lo zoccolo presenta delle aperture verso la stanza; nel secondo lo zoccolo ha parete chiusa, se l'aria esterna sbocca in *B* nel solaio, oppure è richiamata lateralmente per mezzo del condotto *C*.

Nell'ultimo caso lo zoccolo è munito di aperture *A* e viene messo in comunicazione con le aperture *B* o *C*. Perchè la ventilazione si produca, occorre naturalmente che l'aria viziata del locale abbia un'uscita.

Il magazzino per il combustibile è di ghisa, rivestito internamente di materiale refrattario, col quale si evita il riscaldamento troppo intenso del metallo. Ordinariamente la carica si fa dalla parte superiore. La combustione si produce inferiormente sopra una graticola orizzontale mobile, e dietro una graticola composta di due sbarre verticali. Una porta a ventola *c* posta sulla fronte, permette di regolare l'accesso dell'aria.

I prodotti della combustione attraversano verticalmente la massa del combustibile e ridiscendono per i condotti tubolari *a* costituenti l'apparecchio ricuperatore del

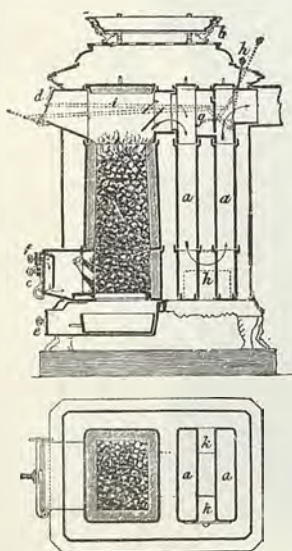


Fig. 554-555. — Stufa Musgrave (tipo quadro).

Fig. 556. — Stufa Musgrave (tipo rotondo).

a, k, condotti ricuperatori del calore; *b*, bocche a calore; *c, e, f*, portelle regolatrici; *d*, porta di riempimento; *g*, ventola pel fumo.

calore; quindi rimontano al camino. Una presa d'aria inferiore conduce l'aria esterna, o quella del locale aspirata sotto allo zoccolo, a lambire le pareti del focolare e quelle dei condotti ricuperatori, quindi sfugge superiormente.

Se si brucia del coke, la accensione può esser fatta anche dal basso. Per far ciò si introducono sulla graticola orizzontale attraverso la porta regolatrice *c* dei trucioli di legna o legna minutamente spaccata, e si accendono dopo di aver ricollocato a posto la graticola verticale. Quindi si introduce il coke per la porta di riempimento *d* aprendo la quale, si apre automaticamente la ventola *g* per il fumo; con ciò si facilita la combustione degli attizzatori sulla graticola. Per lo stesso scopo si aprono le porte *c* e *d* e dopo la chiusura di queste, la porta *e* del cinerario.

Il canale di riempimento ed i condotti tubolari sono muniti di coperchi levando i quali si possono pulire. Anche i brevi condotti *k* sono accessibili dalle porte situate nelle pareti laterali della stufa.

Le stufe Musgrave si costruiscono cilindriche con colonna di lamiera lucida o con cilindro di ghisa, semplice ed ornato; a base quadrata, smaltata ad uso maiolica, e decorata secondo un grande numero di modelli, o con manto, costituito con riquadri di ghisa traforati con cui si ottiene una trasmissione regolare di calore. Alcuni tipi sono ad alette onde aumentare la superficie di trasmissione.

Il miglior combustibile è il coke del gas spezzato, della grossezza di mm. 20 a 40; si possono usare anche i carboni fossili magri, misti con coke, per le stufe di piccole

dimensioni. I carboni comuni, la legna, la torba, le formelle possono essere ugualmente impiegati, con l'avvertenza di non riempire completamente la stufa.

Si costruiscono almeno cinquanta o sessanta tipi di apparecchi Musgrave per riscaldare locali in condizioni normali della capacità da 80 mc. a 3200. La fig. 556

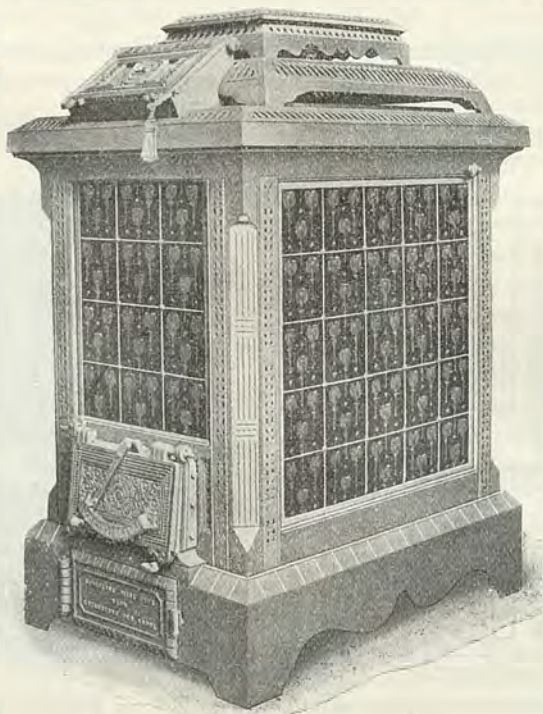


Fig. 557. — Stufa Musgrave (tipo quadro smaltato).

rappresenta un tipo di stufa Musgrave rotonda con cilindro di lamiera lucida, alta cm. 88, del diametro interno (allo zoccolo) di cm. 40, che può riscaldare circa 120 mc. La fig. 557 rappresenta un tipo di stufa Musgrave quadrata e smaltata uso maiolica, alta cm. 156, con lo zoccolo di cm. 80×111 interno, può scaldare circa 1200 mc. Questi dati sulla potenza calorifica si intendono calcolati per ambienti normalmente riscaldati. I tre tipi riprodotti sono della casa Esch e C., Mannheim.

2) Apparecchi della 2^a categoria.

Stufe americane. — Sono stufe a riempimento, dotate di una tramoggia per la carica, circondata dai gas caldi. Le figure 558 e 559 rappresentano il tipo originale « Detroit-Stowe-Works ». Il combustibile si introduce dopo aver levato o spostato lateralmente il coperchio *d*, attraverso l'imbuto *t* nella tramoggia o vaso di riempimento *f*, dal quale cade in una graticola a canestro *n*, chiusa al disotto da una seconda graticola conica *c* mobile, e da una terza griglia a crivello, orizzontale. Al disotto di questa trovasi il grande cinerario *v*; nello zoccolo *e* sono applicati i condotti di riscaldamento.

Il corpo della stufa, cilindrico, circonda nella parte superiore la tramoggia di caricamento; i gas che si sviluppano dal combustibile rientrano nel focolare passando per lo stretto spazio intermedio. Anteriormente, in *m* sono praticate delle aperture

chiuse con lastre di mica trasparenti, attraverso le quali si vede il fuoco. La parte superiore della stufa è circondata da un rivestimento *b*; dietro a questo circola l'aria che si riscalda a contatto della stufa. I gas combusti vengono condotti, per mezzo di un canale *c*, nello zoccolo e lo attraversano, distribuendo razionalmente il calore agli strati d'aria più bassi. Salgono quindi, attraverso un condotto disposto accanto a *c*, nel prolungamento del tubo per il fumo *g*.

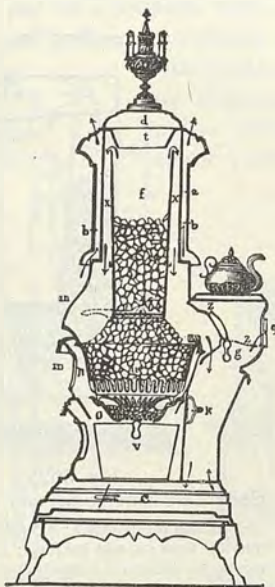


Fig. 558.



Fig. 559.

Fig. 558 e 559. — Stufe americane.

Fig. 558. — *b*, rivestimento; *c*, graticola conica; *d*, coperchio; *e*, condotti dei gas combusti, nello zoccolo; *f*, tramoggia; *g*, manubrio col quale si apre la ventola *z*; *m*, apertura per la introduzione dell'attizzatore; *n*, graticola a canestro; *q*, tubo per il fumo; *v*, cinerario; *s*, registro della porta del cinerario.

All'inizio del riscaldamento i gas combusti vengono condotti direttamente al camino, aprendo la ventola *z* col mezzo del manubrio *g*.

L'accensione si fa immettendo attraverso le aperture *m* sulla graticola a canestro della legna in pezzi minuti e del combustibile nel vaso *f*, infiammando quindi il materiale di accensione avendo cura di aprire il registro *s* della porta del cinerario. Quando il combustibile arde, si riempie la tramoggia e si riporta il registro *s* nella posizione di chiusura, così che i gas combusti attraversano lo zoccolo. Si regola la intensità della combustione rallentando il tirante del camino mediante un registro che si manovra con la trazione del bottone *z*, e contemporaneamente chiudendo più o meno il registro *s* della porta del cinerario. La cenere e le scorie si rimuovono e cadono nel cinerario o scuotendo la graticola conica o per mezzo di uno speciale utensile che si introduce in *n*.

Le fig. 560 e 561 rappresentano tipi di stufe americane messi in commercio da A. Benver ed E. Wille (Berlino).

Funzionano come la stufa americana prima descritta, con la differenza che presentano la possibilità di introduzione di aria esterna, e quindi di ventilazione dell'ambiente; si può mitigare la soverchia irradiazione calorifica con l'applicazione del rivestimento.

Però anche il servizio di queste stufe è abbastanza complicato, perciò i costruttori tentarono di perfezionare gli apparecchi specialmente con lo scopo di ottenere la regolazione nel modo più semplice possibile.

Così la ditta C. Riessner e C. ha brevettato uno speciale regolatore a sfera, che applica alle stufe americane a fuoco continuo di sua fabbricazione; la casa Junker e Ruh costruisce pure stufe americane munite di regolatore. Un tipo di stufa munito di un così detto regolatore di precisione è quello costruito dalle officine wurtemberghesi Hüttenamt Wasseralfingen (fig. 562). La porta a ventola della tramoggia di caricamento è collegata con una ventola *b* applicata al tubo del fumo, in modo che aprendo la

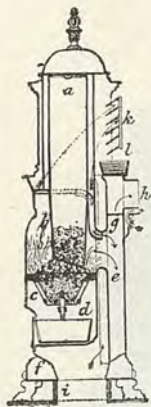


Fig. 560.

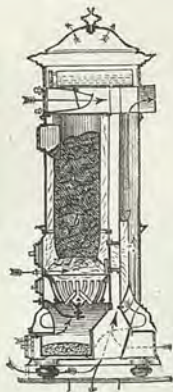


Fig. 561.

Fig. 560 e 561. — Stufe tipo americano.

a, tramoggia; *b*, focolare; *c*, graticola; *d*, cinerario; *g*, *e*, aperture di passaggio dei gas caldi; *h*, camino; *k*, bocca a calore; *l*, vaschetta con acqua.

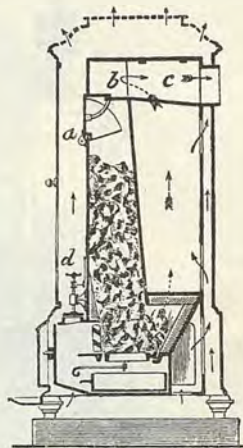


Fig. 562.

Stufa tipo americano con regolatore.

o, portella per la carica; *b*, ventola applicata al tubo del fumo; *c*, tubo del fumo; *d*, valvola a vite, regolatrice dell'aria di alimentazione.

prima si apre anche questa ultima, così che gli eventuali prodotti della combustione contenuti nella tramoggia possano sfuggire direttamente per il camino, senza entrare nella camera.

I prodotti della combustione salgono dal focolare per due condotti situati posteriormente alla tramoggia di caricamento, nel tubo del fumo *c*. L'aria esterna o quella della camera sono introdotte tra il corpo della stufa e il rivestimento, ed escono dalla parte perforata.

La intensità della combustione si regola col mezzo di una valvola a vite *d* (rosetta) che è collegata ad un indice, il quale si muove sopra un quadrante che porta segnati i gradi della intensità stessa.

Stufa francofortese (fig. 563 e 564) (*Officine Kaiserslautern*). — I prodotti della combustione si scaricano per il condotto *b* nella camera di riscaldamento cilindrica, dalla quale parte il condotto *d* del fumo. L'aria della camera o l'aria esterna traversano il vasto spazio *e* tra il rivestimento e il corpo della stufa uscendo dal coperchio. La regolazione si fa per mezzo della porta *f* con lastre di mica, dietro la quale si trova la graticola verticale *g* che trattiene il combustibile. Può entrare dell'aria alla graticola anche dalla valvola *h* e dalle aperture *i*: ciò per affrettare la combustione dei prodotti non ancora bruciati, sfuggenti dal carbone. La cenere e le scorie si rimuovono scuotendo la graticola *k* e ritirando brevemente la graticola piana *l*.

Stufa Hausleiter e Eisenbeis (*Norimberga*). — È una stufa di mattoni con focolare di ghisa (fig. 565). La tramoggia di caricamento *a* è accessibile lateralmente, perchè i prodotti della combustione passano attraverso ai condotti *b*. La intensità della combustione si regola con la registrazione della apertura *c* e aprendo nello stesso tempo la valvola *e* mediante il manubrio *d*, in modo che l'aria passa anche

nel condotto del fumo *b*, raffreddandolo. Le porte *f* sono munite di lastre di mica. L'aria della camera, o l'aria esterna arrivano per i condotti *g*, e rientrano nel locale attraverso la bocca a calore reticolata *h*. Lo scarico dell'aria viziata si fa per il canale *k* e il condotto *l*.

Stufa Besson (fig. 566). — La tramoggia di caricamento *E* alimenta il focolare *K*, situato inferiormente, ed è, insieme col focolare, spostata in avanti dall'asse dell'apparecchio, per cui i prodotti della combustione passano posteriormente per *D*, tra il focolare e un tramezzo verticale che prolunga la tramoggia. La combustione si fa su due graticole: la inferiore, orizzontale e mobile col mezzo di un manubrio esterno per scuoterla dalla cenere; l'altra *H*, molto inclinata, quasi verticale, posta sulla fronte. Tutto l'insieme è chiuso in un involuppo cilindrico, con zoccolo e cornice

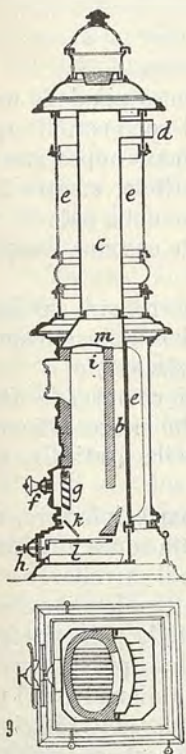


Fig. 563-564. — Stufa francofortese.

b, condotto dei gas combusti; *c*, camera di riscaldamento; *d*, condotto del fumo; *e*, spazio occupato dall'aria che si riscalda; *f*, portella regolatrice; *g*, graticola verticale; *h*, *i*, aperture di passaggio dell'aria alla graticola; *k*, *l*, graticole inclinata e orizzont.

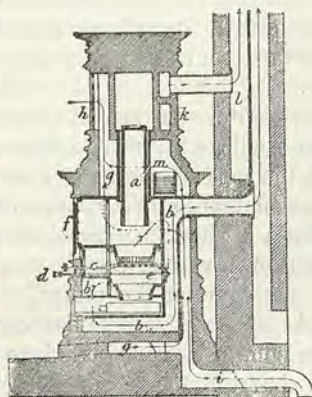


Fig. 565. — Stufa Hausleiter e Eisenbeis.

a, tramoggia; *b*, condotti per i gas combusti; *c*, portella regolatrice; *d*, manubrio per la manovra della valvola *e*; *f*, portella con lastra di mica; *g*, condotti per l'aria esterna o della camera; *h*, bocca a calore reticolata; *k*, *l*, condotti di scarico dell'aria viziata.

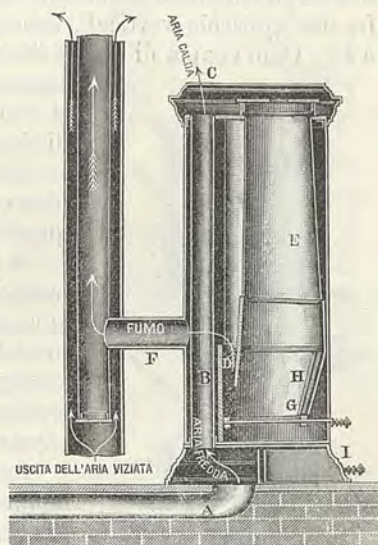


Fig. 566. — Stufa Besson.

A, aria fredda; *B*, tubi di circolazione; *C*, uscita aria calda; *D*, passaggio dei prodotti della combustione nella camera di calore; *E*, colonna di caricamento; *F*, uscita del fumo; *G*, focolare; *H*, griglia verticale del focolare; *I*, cinerario.

superiore il quale forma camera di riscaldamento, e dal quale parte il condotto del fumo *G*. Nella parte anteriore l'apparecchio funziona dunque per radiazione. Posteriormente la camera di riscaldamento è attraversata da un fascio di tubi verticali d'acciaio *B*, che partono dallo zoccolo, al quale arriva per *A* l'aria esterna, e sboccano sotto la cornice superiore in *C*, così da provocare un rapido movimento d'aria, la quale si scalda al contatto dei gas caldi nel suo percorso verticale.

Questo apparecchio fornisce un riscaldamento intenso ed utilizza in modo abbastanza completo il combustibile, fino a tanto che si conserva in buono stato. Quando cominci per l'uso a deteriorarsi, è a temersi la possibilità di comunicazione tra la camera di riscaldamento e il fascio tubolare, e la miscela dei prodotti della combustione con l'aria calda.

La fig. 566 rappresenta una speciale applicazione per la ventilazione delle scuole e degli ospedali. Il tubo del fumo, che è in comunicazione con il focolare e con l'esterno,

è rivestito con un tubo di diametro maggiore, aperto in alto ed in basso: in alto, all'esterno ed in basso nel locale da ventilare. L'aria contenuta nello spazio tra il tubo del fumo e il tubo di rivestimento, si scalda al contatto del condotto del fumo, si innalza e sfugge all'esterno richiamando dal basso l'aria viziata del locale. La quale viene sostituita dall'aria pura che, immessa nella stufa dall'esterno, si scalda passando attraverso ai tubi di circolazione, occupa rapidamente gli strati superiori del locale e spinge in basso gli strati meno caldi.

3) Apparecchi della 3^a categoria.

Stufa Cadé (fig. 567). — Il magazzino del combustibile occupa poco più della metà del corpo cilindrico e termina in basso a tramoggia. Da questa, il combustibile cade fra due graticole verticali, formate ognuna da cinque sbarre inclinate oppostamente a 45°. Ogni coppia di sbarre limita in larghezza lo strato di combustibile, mentre l'altezza dello strato dipende dalla posizione della pala P, che si può portare sopra una qualunque delle accennate coppie di sbarre.

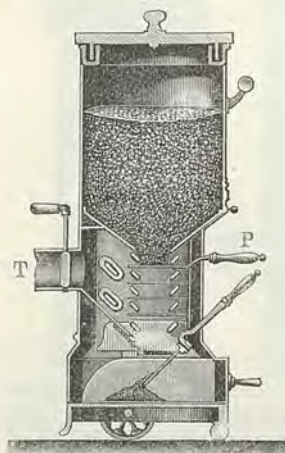


Fig. 567. — Stufa Cadé.

Al disopra del cinerario si trova un carrello, il cui fondo pieno può oscillare intorno ad un asse orizzontale, e disporsi quindi inclinato (come nella figura) od orizzontale.

Il funzionamento dell'apparecchio si comprende facilmente. Tolta la pala P e disposto il carrello orizzontalmente, la combustione avviene tra le sbarre della graticola, ed i prodotti sfuggono per il camino T.

Quando le ceneri, accumulate nella parte inferiore, rallentano la combustione, s'introduce la pala sopra una delle coppie di sbarre più alte, e si fa oscillare il carrello.

Le ceneri cadono nel cinerario: si rimette allora il carrello nella primitiva posizione, dopo aver levato la pala. Siccome lo spazio tra le sbarre delle due graticole è piccolo, brucia poco carbone, nonostante il considerevole diametro del magazzino, che contiene una riserva di combustibile sufficiente per circa ventiquattro ore di funzionamento. Questo apparecchio è costruito per bruciare antracite in pezzi della grossezza di una nocciuola. Il riscaldamento avviene per radiazione. La stufa è munita di ruote, cosicchè si può facilmente trasportare nel locale da riscaldarsi.

Stufe a pozzo di Käuffer (fig. 525-526) (vedi pag. 287). — È un tipo speciale di stufa a riempimento, che viene applicato frequentemente negli ospedali e nelle scuole; il focolare è al di fuori del percorso dei gas caldi. Come combustibili si possono adoperare carbone fossile magro, antracite, coke, lignite, torba; quando più il combustibile è magro e povero di gas, e tanto minore è il servizio che la stufa richiede. I carboni di scorie devono essere introdotti in strati sottili. I pezzi di combustibile scivolano lungo le pareti di una tramoggia di carica in forma di pozzo, e cadono sopra un lato della graticola, raccogliendosi all'estremità opposta. Nel punto *a* la combustione deve esser viva e costante, in modo da non venire soffocata dalle sue cariche successive; ciò si otterrà specialmente quando i gas non ancora combusti, che si sviluppano dagli strati di carbone più fitti, si incontreranno con le fiamme.

Questa azione sarà tanto più energica se contemporaneamente si introdurrà dell'aria per mezzo dei canali ricavati nello spessore della parete superiore del pozzo di riempimento.

I gas della combustione passano attraverso ai condotti *b c* e da questi al camino *d*. Per far cadere la cenere si scuote la graticola orizzontale, introducendo un utensile ad uncino nel foro praticato nella piastra della graticola stessa: ciò si fa essendo chiusa la porta del cinerario. La introduzione dell'aria si regola con la ventola a vite applicata alla porta del cinerario; per attizzare il fuoco nei piccoli apparecchi si può anche temporaneamente aprire questa porta. La stufa delle figure 525-526 presenta anche l'introduzione di aria dall'esterno, con lo scopo di ventilazione per mezzo del condotto *e* ed è circondata da un rivestimento rotondo od a spigoli; può esser anche parzialmente collocata in un vano praticato nella parete.

Un tipo singolare di stufa a pozzo è quello costruito dalla stessa casa Käuffer per il riscaldamento delle celle nelle prigioni, o di ambienti contigui. Generalmente però queste stufe vengono collocate in camere di riscaldamento di muratura, munite di porte di accesso, dalle quali l'aria calda passa direttamente, o per mezzo di brevi canali, negli ambienti.

Trattandosi di riscaldare le celle delle prigioni, è importante che il prigioniero non possa esercitare nessuna influenza sull'andamento della combustione. Serve a questo scopo la stufa a doppia cella, delle fig. 525 e 526. Per impedire che il suono passi da una cella all'altra si trova collocata, nel corpo della stufa, una parete doppia di separazione, il cui spazio intermedio è riempito di sabbia. La camera di riscaldamento porta inferiormente, e per ogni cella, una griglia per la quale l'aria calda entra; una griglia superiore per la uscita dell'aria e nel suolo la presa d'aria esterna.

Stufe di Keidel e C. (fig. 568). — Sono molto analoghe a quelle di Käuffer. Il pozzo per la carica è aperto in alto in *b* verso il primo condotto del fumo onde impedire che nel fare la carica il fumo si introduca nell'ambiente. Il combustibile si raccoglie sopra una graticola piana, la cui superficie utile si può ridurre col mezzo della piastra pensile. La graticola a canestro conduce dell'aria al fuoco, lateralmente. Per togliere le scorie, si porta la piastra pensile nella posizione orizzontale, con ciò la graticola a canestro diviene accessibile. Quest'ultima ha pure lo scopo di riparare le pareti della stufa dal contatto con il combustibile ardente. Le stufe di Keidel vengono costruite con rivestimenti di lamiera rotondi o piatti.

Stufe Kaiserslautern. — Anche le già citate Officine Kaiserslautern mettono in commercio varî tipi di stufa a pozzo. La fig. 569 rappresenta un tipo munito di graticola girevole scuotibile, e di una graticola piana fissa al disotto. Come nella stufa di Käuffer, sono ricavati nel pozzo di carica dei canaletti che conducono l'aria a mescolarsi con i gas che si sviluppano dal combustibile, onde facilitarne la accensione.

Però questi canali devono esser chiusi se si brucia del coke. Vi è inoltre ripetuta la disposizione che si è già notata nell'apparecchio di Keidel, per evitare che con l'aprirsi della porta di caricamento il fumo del pozzo penetri nell'ambiente. Il corpo della stufa, munito di nervature esterne, presenta superiormente un secondo condotto per il riempimento, adoperando il quale, l'apparecchio funziona come una

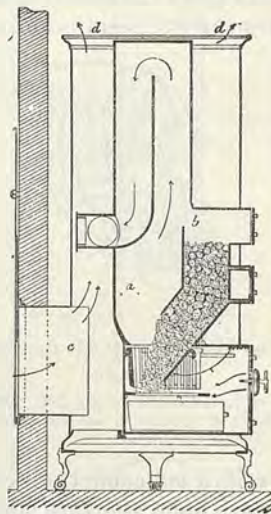


Fig. 568. — Stufa Keidel.
a, camera dei prodotti della combustione; *b*, pozzo per la carica; *c*, ingresso dell'aria esterna.



Fig. 569.
Stufa Kaiserslautern.

ordinaria stufa a riempimento del tipo Meidinger. In questo caso si dovrà impiegare soltanto combustibili in pezzi piuttosto grossi e che lascino dei vani: come la torba, il coke.

4) *Apparecchi della 4^a categoria.*

Apparecchio Hinstin (fig. 570). — Questo apparecchio è costruito per essere collocato in un caminetto di appartamento, ed ha per scopo di distillare il combustibile, di bruciarne il residuo sotto forma di coke, e i prodotti gassosi in un eccesso d'aria, che

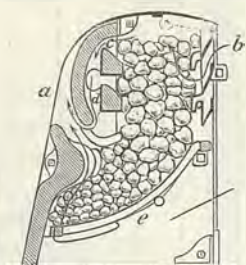


Fig. 570. — Graticola fumivora Hinstin.

a, c, d, condotti dai gas della combustione; *b*, apertura di accesso dell'aria; *e*, graticola inclinata.

Il coke brucia sulla graticola inclinata *e*, aperta al disotto, l'aria decorrente penetra tra gli spazi *b*, tra le sbarre inclinate disposte sulla fronte. Il combustibile nuovo, che s'introduce dall'alto, distilla per l'azione del calore del coke; gli idrocarburi, l'acido carbonico e l'ossido di carbonio, in miscela con l'aria, sfuggono e ridiscendono per i condotti *c* e *d*; arrivando nel condotto *a*, per il contatto con il coke incandescente, bruciano in modo quasi completo: per cui la quantità di ossido di carbonio che esce dal condotto *a* è molto piccola. Si osserva che i gas della combustione potrebbero sfuggire anche dalle aperture della graticola e per gli spazi *b*; ma il calore intenso che si verifica nel condotto *a* crea un vivo tirante, il quale ha per effetto di produrre in vicinanza delle aperture suddette una depressione tale che l'accennata possibilità è assai poco probabile.

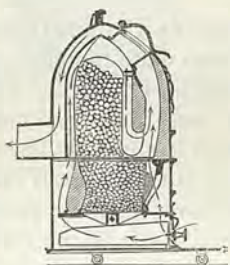


Fig. 571. — Caminetto mobile fumivoro.

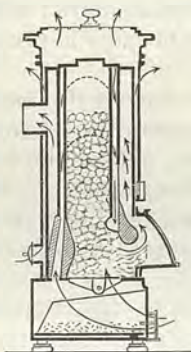


Fig. 572. — Stufa fumivora Hinstin.

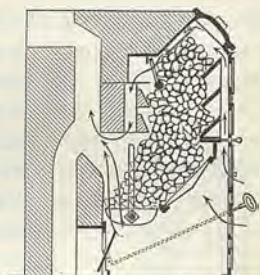


Fig. 573. — Focolare fumivoro.

Sullo stesso principio è basata la costruzione del *caminetto mobile d'appartamento* (fig. 571) e della *stufa Hinstin* (fig. 572). Le frecce disposte nelle figure mostrano chiaramente il percorso, nei condotti, dei gas della combustione, dei prodotti della distillazione e dell'aria che s'introduce per completare la combustione stessa.

Anche il *focolare fumivoro*, rappresentato nella figura 573 e destinato alle grandi stufe, o ai caloriferi, presenta, come si vede, la medesima disposizione della graticola Hinstin. La combustione può esser regolata variando l'apertura delle portelle sulla fronte, per le quali si fa la presa dell'aria, e con una ulteriore immissione d'aria nel condotto di scarico dei gas, regolabile con un manubrio pure disposto sulla fronte dell'apparecchio.

c) Caminetti alla Franklin.

I caminetti detti *alla Franklin*, o *frankline*, perchè derivanti da una semplificazione di un focolare inventato da Franklin verso il 1745, possono definirsi come stufe di cotto

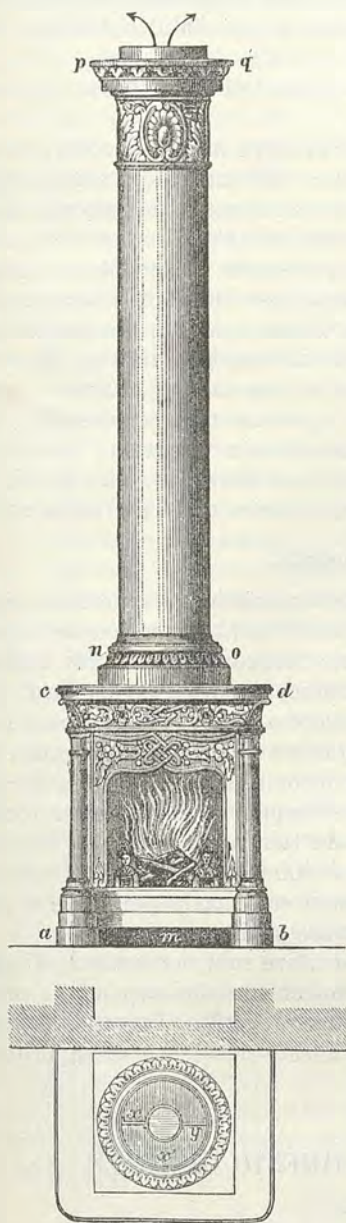


Fig. 574.

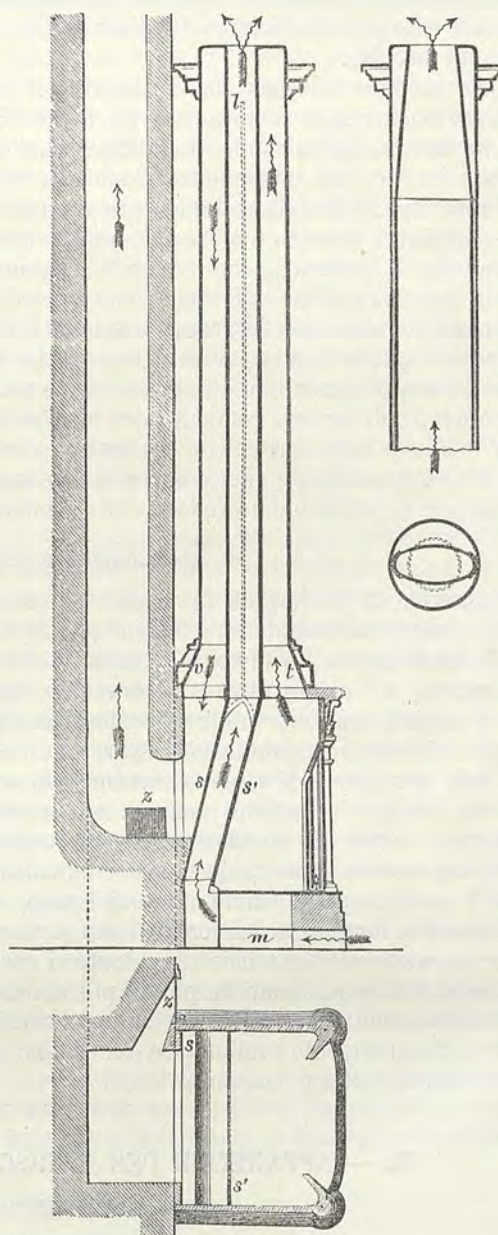


Fig. 575.

Fig. 574 e 575. — Franklina ventilatrice De-Benedictis.

a focolare aperto: sono cioè apparecchi che godono dei vantaggi propri e diversi del caminetto e della stufa. Precisamente hanno di comune col caminetto la proprietà di lasciare la fiamma visibile, e con la stufa la proprietà di scaldare l'ambiente per contatto

con la loro superficie. Si costruiscono frankline semplici, a circolazione e ventilatrici. Le prime sono costituite di una cassa generalmente parallelepipedica, con pareti metalliche o di cotto, nella faccia anteriore della quale si apre la porta del focolare. Dalla base superiore della cassa si eleva un tubo che guida il fumo al camino. Il riscaldamento del locale si fa per irradiazione del combustibile ardente e per contatto dell'aria con le pareti del focolare.

Come esempio di franklina ventilatrice si cita l'apparecchio dovuto al colonnello De Benedictis e rappresentato dalle fig. 574 e 575.

Si ha un fornello da caminetto ordinario, sul quale si eleva un tubo di cotto a sezione circolare che circonda un condotto di lamiera a sezione ellittica fortemente allungata, come apparisce dalla figura; il diametro maggiore è eguale a quello del tubo di cotto; il diametro minore è molto più piccolo, quindi la capacità del tubo di cotto resta divisa dal condotto di lamiera in due condotti, anteriore e posteriore. Il condotto di lamiera verso la sommità assume la forma di un tronco di cono a base circolare. Il fumo ascende per il condotto anteriore fin presso la sommità della colonna, ove trova la possibilità di passare nel canale posteriore per il vano che sta fra il condotto e il tubo. Da questo canale il fumo discende fino alla bocca che lo conduce ad una canna da camino.

Il condotto di lamiera comunica con una cassa *ss'* a sezione rettangolare e di ghisa, un po' inclinata sulla verticale, e che mette in un condotto *m* a cui arriva l'aria esterna o del locale. Quest'aria è energicamente richiamata nel condotto *l*, che si riscalda con la cassa perchè lambito dai prodotti della combustione, ed esce calda nell'ambiente.

d) Riscaldamento per condotti.

I gas combusti prodotti da una stufa vengono condotti al camino attraversando canali posti nel locale da riscaldarsi, o nel suo pavimento. La difficoltà di mantenere la tenuta della lunga condotta del fumo, la difficoltà dell'avviamento, come pure la non uniforme distribuzione del calore dovuta al graduale raffreddamento dei gas combusti dalla stufa al camino, costituiscono inconvenienti che indussero a non fare uso che raramente di questo sistema di riscaldamento abbastanza semplice ed economico. Il sistema è possibile solo per ambienti a piano terreno, con suolo incombustibile, chiese, serre, officine, ecc. Per piccoli impianti, come p. es. per serre, si dispone di una stufa con focolare immurato; i canali di riscaldamento sono costituiti da tubi a manicotto di ferro o di argilla, con sezione trasversale rotonda o quadrata, di 400-600 cm² di area. Onde agevolare il movimento del fumo, i canali hanno, verso il camino, la pendenza di 1:50, la complessiva lunghezza dei condotti non deve superare m. 40.

Per ingrandire la superficie riscaldante si possono usare tubi a nervature di ghisa.

I condotti sono sostenuti da piccoli pilastri di muro con semplici cuscinetti a rotelle, che permettono la dilatazione longitudinale verificantesi in seguito al riscaldamento.

Per il riscaldamento preliminare del camino sarà spesso necessario di applicare un focolare speciale di adescamento.

V. — APPARECCHI PER IL RISCALDAMENTO CENTRALE

a) Generalità.

Gli apparecchi per riscaldamento centrale posseggono il fornello situato fuori del vasto ambiente o del gruppo di ambienti da riscaldarsi. Esso distribuisce il calore per mezzo di un fluido caldo.

Appartengono a questa classe di apparecchi i caloriferi ad aria calda, i caloriferi a vapore e quelli ad acqua calda o termosifoni. In un medesimo apparecchio possono

esser combinati due di questi tre fluidi, veicoli di calore; in tal modo si origina una classe speciale di apparecchi, alla quale si dà il nome generico di caloriferi a sistema misto, ad aria e ad acqua, a vapore e ad acqua, ad aria e a vapore; si trova anche applicata la combinazione vapore-acqua-aria.

È ovvio che la distanza orizzontale dal fornello, a cui può arrivare con efficacia la sua azione, cioè il raggio d'azione del calorifero, varia col variare del fluido che si adopera come distributore del calore. Per i caloriferi ad aria calda questo raggio è piccolo in confronto dell'analogo per lo scaldamento a vapore; mentre per il primo caso si ritiene come massimo il raggio di m. 15, e in pratica si raggiungono appena m. 12, il raggio d'azione di un calorifero a vapore può essere di parecchie centinaia di metri. La grandezza di questo raggio dipende dalla pressione sotto la quale si lancia il vapore nei condotti di distribuzione, e naturalmente cresce col crescere di questa. Il raggio d'azione di un termosifone può essere al massimo di m. 50.

Se si tratta di riscaldare un complesso di ambienti di un vasto edificio, o corpi di fabbrica staccati (padiglioni di ospedali), si potrà provvedere o con un apparecchio dotato di un esteso raggio d'azione, e quindi con un solo fornello, oppure con diversi apparecchi di raggio minore, e quindi con parecchi fornelli, ciò che importa una maggiore spesa di esercizio.

Si terrà presente anche questa considerazione, insieme con le altre di varia natura che si verranno esponendo in seguito, quando si dovrà nella pratica scegliere i vari sistemi di riscaldamento centrale.

Si crede utile di accennare inoltre al fatto, che qualunque apparecchio per riscaldamento centrale importa sempre una considerevole spesa d'impianto; quindi è necessaria la massima cura nella costruzione preceduta da un diligente studio perchè la disposizione delle varie parti permetta all'impianto intiero di funzionare regolarmente, ciò che di rado si ottiene, per alcuni sistemi, se questa disposizione non viene studiata contemporaneamente al progetto dell'edificio a cui dovrà servire.

Vi sono, oltre a queste, alcune altre considerazioni generali, che valgono per uno qualunque dei sistemi di riscaldamento centrale precedentemente accennati. È necessario di condurre un eccesso di calore nei locali rivolti al nord o esposti a forti venti.

Per evitare gli inconvenienti del fumo, si deve sempre, dove è possibile, introdurre quelle disposizioni che permettono di bruciare completamente i gas della combustione.

Dopo che sia collocata a posto la caldaia e siano impiantate le camere di riscaldamento, è necessario che queste possano venir pulite comodamente.

Si devono inoltre prendere tutte le disposizioni, per poter osservare con esattezza le temperature dell'acqua e dell'aria calda, le pressioni dell'acqua o del vapore.

In caso di restauro o di miglioramenti, il calorifero propriamente detto o la caldaia dovranno potersi togliere facilmente dal proprio rivestimento e trasportarsi fuori dell'edificio.

I tubi della conduttura che non devono irradiare calore verranno ricoperti con materiali cattivi conduttori. Con ciò si eviteranno pure i danni che potrebbero derivare da una temperatura esterna molto bassa. Le unioni non si faranno mai nell'interno dei muri o del tetto.

b) Caloriferi ad aria calda.

α) Generalità.

Il calorifero ad aria calda consiste di una stufa situata in un sotterraneo per scaldare un gruppo di ambienti soprastanti; il corpo scaldante è circondato da pareti di muratura, le quali costituiscono uno stanzino separato, in un angolo del sotterraneo. L'aria da riscaldare affluisce al detto stanzino, per lambire, salendo, la superficie della stufa e si raccoglie scaldata in una capacità superiore (camera

di distribuzione), perchè da essa si diramano i canali che la porteranno agli ambienti.

Se l'aria da riscaldare è quella stessa degli ambienti, il riscaldamento è a semplice circolazione d'aria; se viene presa dall'esterno, il riscaldamento è a rinnovazione d'aria. La disposizione generale dei due sistemi risulta dalla fig. 576. Nel sistema a circolazione, l'aria degli ambienti A e B viene presa mediante una bocca *b*, situata subito sopra al pavimento, e condotta, per il ramo discendente *c*, alla stufa H dove si riscalda; ed è ricondotta nell'ambiente A per mezzo dei canali *a*. Nel sistema a rinnovazione d'aria, l'aria esterna viene condotta, per mezzo del canale *f*, nella stufa, dalla quale riscaldata, passa per i canali *a*, nei singoli locali. In questo caso lo stesso volume d'aria si scarica ordinariamente per mezzo delle bocche *b* in un camino *v* che sbocca sopra il tetto.

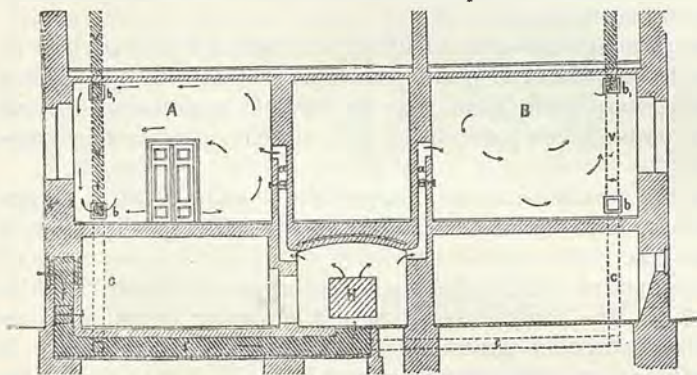


Fig. 576. — Riscaldamento a circolazione d'aria senza e con rinnovazione d'aria.

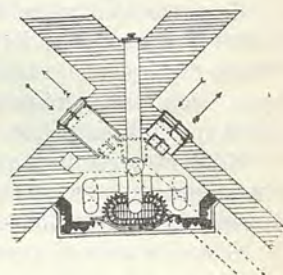


Fig. 577. — Stufa che riscalda tre locali.

Il riscaldamento con semplice circolazione d'aria non è possibile che per ambienti nei quali (proporzionalmente alla capacità loro) si fermano poche persone e per breve tempo, come per le chiese, per i magazzini.

Le scuole, le infermerie, i teatri e simili dovrebbero essere riscaldati sempre con aria rinnovata. Per le case di abitazione si consiglia di applicare un sistema che permetta di riscaldare a semplice circolazione o a ventilazione. Ciò per poter riscaldare certi ambienti che, o non vengono regolarmente riscaldati, o richiedono di essere riscaldati in breve tempo, o sono così male orientati che per temperature esterne molto basse sarebbe difficile e poco conveniente di iniziare il loro riscaldamento con aria rinnovata, salvo invece di attuare questo sistema quando già si sia raggiunta nell'ambiente la temperatura richiesta.

Per i vani di scala, per i vestiboli, per i corridoi si applicherà opportunamente il sistema di riscaldamento a semplice circolazione.

Per piccoli impianti, che devono riscaldare parecchi ambienti con una stufa posta nello stesso piano di questi (fig. 577), si usa per economia e semplicità il sistema a circolazione; però si dovrebbe sempre provvedere alla possibilità di condotta dell'aria esterna nella camera di riscaldamento.

Nel caso più generale, gli impianti di riscaldamento ad aria calda comprendono:

1° La presa d'aria, che conduce l'aria pura presa all'esterno o l'aria dell'ambiente, fino al calorifero.

2° Il calorifero propriamente detto, composto del focolare, delle superficie di riscaldamento, della camera di distribuzione e delle pareti di muratura che lo circondano.

3° I condotti del calore e le bocche a calore.

1° *Presa d'aria.* — Perchè l'aria calda sia distribuita nelle migliori condizioni igieniche è necessario che l'aria aspirata, e da scaldare, arrivi pura; perciò la presa dovrà farsi all'aperto, lontana da ogni centro di infezione e dalla polvere, e l'aria verrà guidata al calorifero mediante uno o più condotti così disposti, che nel percorso non possa perdere la sua purezza.

La posizione dell'apertura di presa dell'aria esterna ha una considerevole importanza per il buon funzionamento del calorifero; quella orizzontale è la migliore, aperta possibilmente al riparo dei venti dominanti nella località. Quando la griglia della presa d'aria è verticale la presa risulta generalmente cattiva, perchè se il vento soffia perpendicolarmente ad essa, l'aria percorre i condotti con velocità maggiore della prevista, e alle bocche arriva troppa aria e a bassa temperatura. Se invece il vento ha direzione parallela alla bocca di presa, forma come uno schermo davanti ad essa, e può anche dar luogo ad un'aspirazione, per la quale accade che le bocche di riscaldamento del piano terreno, e spesso anche quelle del primo piano, aspirano l'aria calda dell'ambiente invece di versarne.

Perciò, quando non si possa disporre orizzontalmente la griglia della presa d'aria, è in particolar modo necessario di ripararla dal vento.

Quando la presa d'aria potesse trovarsi sotto l'influenza del vento è utile di collocare, nel punto di immissione del condotto di presa nel calorifero, un registro che permetta di regolare l'accesso dell'aria stessa.

È anche molto importante di assicurarsi che l'aria esterna, prima di introdursi nel calorifero, sia priva assolutamente della polvere; ciò si può ottenere filtrandola col mezzo di un buon filtro ad aria.

Questo filtro si costruisce collocando nel condotto, orizzontalmente oppure verticalmente o a zig-zag, un tessuto di cotone, di lino o di lana inumidito, a maglie molto larghe ed in modo che, permettendo il passaggio dell'aria, trattenga il pulviscolo in essa sospeso.

Come già si è detto, in alcuni grandi edifici, nei quali le persone non sostano che breve tempo, nei quali cioè l'aria interna è sempre poco viziata, avuto riguardo anche al grande volume di essa, si dispone la presa a una estremità del locale, e le bocche a calore all'altra estremità. In questo caso le prese d'aria si chiamano anche bocche di richiamo. Quando sia possibile, converrà tenere le bocche a calore ad un livello superiore a quello delle prese d'aria; con ciò si favorisce la uscita dell'aria calda, creando una differenza di peso tra la colonna discendente fredda e la colonna ascendente calda.

2° *Calorifero propriamente detto.* — L'apparecchio generatore del calore in un calorifero ad aria calda si compone essenzialmente di due parti: il focolare, nel quale avviene la combustione, e le superficie di riscaldamento, nelle quali circolano i prodotti della combustione che trasmettono il loro calore, attraverso le pareti metalliche, all'aria che li circonda.

I focolari sono di diversi tipi, dipendendo la loro forma, oltre che dalla natura del combustibile, dalle particolarità speciali che ogni costruttore si prefigge di ottenere. Ordinariamente il focolare è di lamiera di ferro, a campana o cilindrico, rivestito internamente o non con materiale refrattario e munito esternamente o non di nervature. Così anche le superficie di riscaldamento sono quasi sempre costituite di cofani, tamburi o condotti di lamiera di ferro o di acciaio, orizzontali o verticali, con o senza nervature.

La disposizione verticale dei condotti è la migliore; ma è poco usata, sia perchè esige camini con un tirante molto energico, sia perchè più costosa.

Generalmente le superficie di riscaldamento sono cilindriche ed orizzontali; hanno l'inconveniente di richiedere una frequente pulitura perchè la fuliggine si deposita

nella parte inferiore. La pulitura si fa dall'esterno, per mezzo di apposite porte che sboccano sulle pareti di muratura che circondano il calorifero. Le unioni dei pezzi dei condotti che costituiscono le superficie di riscaldamento dovrebbero essere sempre fatte a briglia e bulloni, e con interposizione di una rotella di amianto.

Il tirante dei caloriferi ad aria calda si regola a mano col mezzo delle prese d'aria sulle porte del cineraio e del focolare, e di un registro a farfalla posto nel condotto del fumo.

Quando si accende un calorifero il camino è freddo, il tirante non avviene che molto lentamente e l'apparecchio fuma. Questo inconveniente si elimina creando un passaggio diretto dal focolare al camino col mezzo di un condotto secondario, che viene chiuso da un registro quando l'apparecchio riprende il funzionamento normale. Con

ciò si ottiene nel focolare un vivo fuoco, che scalda il camino prima di inviare i prodotti della combustione nei condotti di riscaldamento.

Per aumentare l'umidità dell'aria che uscirà calda dalle bocche a calore si mette nella camera di riscaldamento ed in posizione conveniente un serbatoio d'acqua, destinata ad evaporare. Questo serbatoio (saturatore) è alimentato di volta in volta, o meglio, per evitare il pericolo che il serbatoio rimanga vuoto, in modo continuo con un rubinetto a galleggiante.

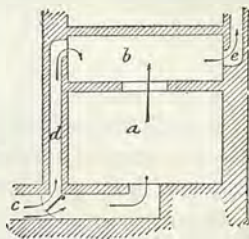


Fig. 579.

Si è già detto che l'insieme costituito dal focolare e dalle superficie riscaldanti è racchiuso lateralmente tra pareti di muratura di mattoni, le quali si elevano per un certo tratto al di sopra delle superficie di riscaldamento, e superiormente da un soffitto piano. Lo spazio compreso tra le superficie

e il soffitto si chiama camera di riscaldamento, o di distribuzione, perchè da questo l'aria calda viene diramata per i condotti alle bocche.

Le pareti di muratura si costruiscono con mattoni pieni ed hanno allora almeno m. 0,26 di grossezza, o con due fodere interna ed esterna rispettivamente di m. 0,13 e 0,06 di grossezza, con una intercapedine centrale. Il soffitto va costruito piano e, comunque sia fatto, con mattoni comuni o con mattoni vuoti di maggiori dimensioni, è bene ricoprirlo con uno strato di sabbia di 10 ÷ 15 cm. di altezza.

La miscela dell'aria calda con l'aria fredda si ottiene disponendo apposite camere di miscela, oppure col mezzo di canali di miscela, nel caso che si deva introdurre nei vari ambienti dell'aria a temperature diverse. La fig. 578 rappresenta la disposizione usata per un canale di miscela; la ventola di miscela *b* viene fatta funzionare seguendo le indicazioni di un termometro d'angolo, collegato con il canale *c*, per modo che l'introduzione dell'aria fresca dal canale distributore *e* o quella dell'aria calda dalla camera di riscaldamento *f* vengono regolate contemporaneamente.

Si ottiene in modo migliore la miscela quando l'aria fresca viene condotta dall'alto verso quella calda, come è indicato nella fig. 579. L'aria calda esce dalla camera di riscaldamento *a* ed entra nella camera di miscela *b* sovrastante, nella quale sboccano i canali d'aria fresca *d* diramati direttamente dal canale *c*, mentre i condotti dell'aria mescolata diretta agli ambienti hanno la bocca in *e*.

La miscela dell'aria calda con la fredda può ottenersi in vari modi; però il volume della miscela che si conduce agli ambienti deve sempre rimanere costante; e la rego-

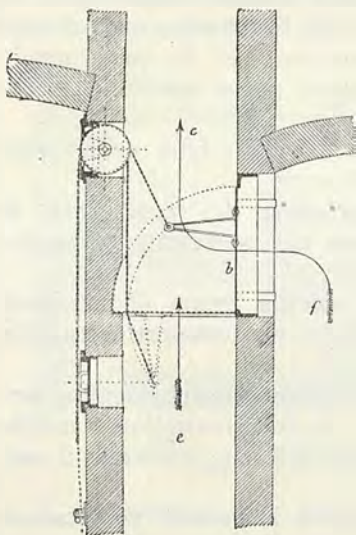


Fig. 578.

lazione delle quantità d'aria calda e fredda costituenti la miscela dovrà avvenire contemporaneamente. Il prof. Rietschel raccomanda di disporre, per le scuole, delle camere di miscela, le quali siano collegate in modo regolabile con la camera di riscaldamento e con i canali dell'aria atmosferica; alla camera di miscela fanno seguito i condotti di distribuzione, dai quali vengono diramati verticalmente i condotti di alimentazione per i singoli ambienti. Per potere addurre negli ambienti stessi l'aria calda a temperature diverse, si può disporre un secondo condotto parallelo a quello di distribuzione, collegato in modo regolabile con i canali verticali di alimentazione. Questo canale distributore deve poter condurre circa l'ottava parte del volume d'aria orario del corrispondente canale distributore dell'aria calda.

La ventola a miscela viene fatta funzionare dal fuochista e manovrata dall'ambiente a cui essa corrisponde. In quest'ultimo caso la manovra avviene mediante una trasmissione a catena *g* (fig. 580).

3° *Condotti del calore e bocche a calore.* — I condotti per i quali l'aria calda arriva alle bocche di riscaldamento partono superiormente al calorifero, o tutti da una parete alla stessa altezza o tutti dal soffitto; però la prima disposizione è migliore dal punto di vista della uniformità della distribuzione, perchè in tal caso tutti i condotti si trovano pressochè nelle identiche condizioni di aspirazione.

Ma i condotti che vanno ai piani superiori di una casa hanno per legge fisica la tendenza ad aspirare una maggior quantità di calore di quei condotti che vanno ai piani inferiori.

Per regolare questa aspirazione si collocano nei diversi condotti dei registri a farfalla, i quali, opportunamente manovrati, assicurano un richiamo d'aria pressochè della stessa intensità, in tutti i condotti. Per quanto questo sistema sia grossolano e non sempre dia risultati soddisfacenti, è però necessario di applicarlo per le ragioni dette.

I condotti che dal calorifero vanno alle bocche di riscaldamento del piano terreno, o ai condotti verticali che servono le bocche dei piani superiori, non devono superare la lunghezza di $8 \div 10$ m. per i caloriferi a combustione lenta, e $12 \div 15$ m. per quelli a combustione viva; devono avere direzione possibilmente rettilinea ed una pendenza ascendente dal calorifero verso le loro estremità di $3 \div 5$ cm. per metro.

I condotti si devono costruire con pareti lisce e grosse, a tenuta d'aria; che non presentino internamente resistenze al movimento di essa, e che si possa effettuare in essi una conveniente pulizia per lo meno una volta ogni anno; per ciò è necessario di praticare nel tubo dei fori d'accesso ed aperture speciali. I condotti di muratura senza intonaco sono costruiti con mattoni compressi, lisci e molto cotti ed a contatto nelle commessure, o con mattoni smaltati sulla faccia interna del condotto.

Possono anche usarsi tubi di argilla di sezione circolare o rettangolare, verniciati internamente; per condotti orizzontali si richiede un breve collegamento a manicotto; per condotti verticali basta la semplice sovrapposizione; la tenuta si ottiene con la malta.

Ultimamente F. E. Perle di Hagen ha messo in commercio dei condotti di cemento; sono pure in uso condotti di legno rivestiti di lamiera di zinco, o condotti di lamiera di zinco, avvolti da uno strato di sabbia o di paglia, o con pareti alla Rabitz.

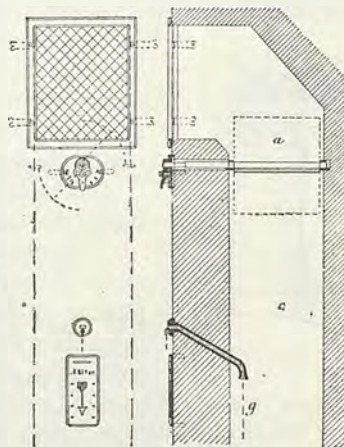


Fig. 580.

Il diametro minimo di un condotto, perchè possa venire pulito, è di cm. 25. I condotti vanno collocati, per quanto è possibile, presso o nelle pareti interne perchè meno fredde delle esterne.

I tubi del fumo devono essere separati dai condotti dell'aria da una parete di almeno 26 cm. di grossezza; come distanza tra due condotti dell'aria bastano cm. 12,5.

Le bocche a calore, poste all'estremo del canale di alimentazione, si aprono ad altezza diversa, nell'ambiente, variabile con la destinazione dell'ambiente stesso. Per locali d'abitazione la bocca si trova a m. $2 \div 2,20$ al di sopra del pavimento (fig. 577).

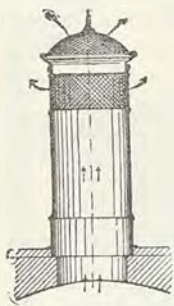


Fig. 581.

Per ambienti di maggiore altezza, quali, ad esempio, sale da teatro, di riunioni, il riscaldamento viene fatto dal pavimento o dai pilastri; alcune volte per mezzo di speciali cilindri che sporgono visibili nell'ambiente (fig. 581); quest'ultimo sistema è molto spesso applicato nelle sale degli ospedali.

Anche il funzionamento del condotto di alimentazione è regolato mediante una ventola od altro apparecchio simile.

Soltanto con la opportuna manovra di questo apparecchio è possibile di ovviare agli inconvenienti derivanti dalle varie diseguglianze nell'esercizio del riscaldamento, prodotte dalla esclusione o parziale o totale, per alcun tempo, di alcuni ambienti, e dalle variazioni nella richiesta di calore degli stessi. Perciò la costruzione di questo apparecchio, e più ancora il modo con il quale è usato, hanno grande influenza sul rendimento dell'impianto. Molte lagnanze sul funzionamento di riscaldamenti ad aria trovano la loro spiegazione nella cattiva regolazione delle ventole dei condotti di alimentazione, fatta da un personale il quale non possiede la competenza e l'esperienza necessarie per tale servizio.

Le bocche a calore devono avere una sezione tale che la velocità dell'aria, che nei condotti varia da m. $0,50 \div 1,50$, non superi all'uscita m. 0,50.

Una maggiore velocità all'uscita potrebbe essere sgradevole per le persone che si trovassero in vicinanza della bocca; nei casi in cui è possibile di restare al di sotto di questo limite, la velocità di m. $0,25 \div 0,30$ è da preferirsi.

Esistono diversi tipi di bocche a calore, da applicarsi al condotto di alimentazione sia orizzontalmente che verticalmente; differiscono essenzialmente nel sistema di chiusura; e sono tutte munite nell'interno di griglia a maglie od a sbarre, la quale impedisce il passaggio di corpi estranei. Queste griglie sono mobili, e possono essere levate per la pulitura.

β) Caloriferi metallici.

Caloriferi tipo Wolpert. — È il tipo più semplice di calorifero, costituito di un vasto involucro di ghisa con nervature esterne e nel quale si brucia del coke; la maggior parte del calore prodotto ed irradiato viene assorbito dalle pareti del calorifero.

I caloriferi di Gurney e Woodcock, costruiti e frequentemente usati in Inghilterra, sono dello stesso tipo.

Questi caloriferi hanno tutti il difetto che i gas della combustione, specialmente quando si faccia un forte fuoco, sfuggono per il camino ad alta temperatura.

Per rimediare a questo inconveniente, Wolpert ha collegato l'involucro irradiante a condotti tubolari, per modo che i prodotti della combustione sono obbligati a compiere un percorso più lungo prima di giungere al camino. Tale tipo porta il nome di calorifero tubolare; esso non può esser ripulito dall'esterno della camera di riscaldamento; ma ciò non presenta inconvenienti, perchè, bruciandosi del coke, è sufficiente una sola pulitura annuale.

Siccome il focolare è di ghisa, il calorifero non può essere utile per ottenere in breve tempo un forte riscaldamento, potendo con ciò essere pregiudicata la cassa di ghisa stessa.

Calorifero tipo Weibel. — Viene costruito da Carl Dürr e C. di Stoccarda. È costituito (fig. 582 e 583) da una piastra di base *i*, di quattro piastre *g* laterali, avvitate

Fig. 582. — Sezione verticale.

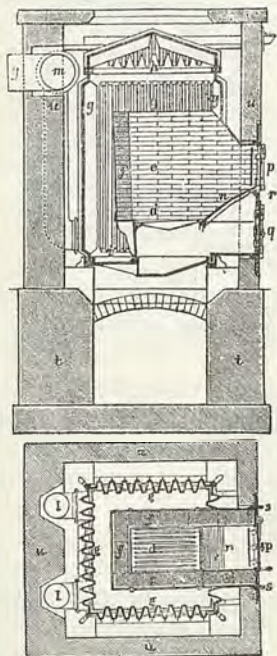


Fig. 583. — Pianta.

Fig. 582 e 583. — Calorifero tipo Weibel.

i, piastra di base; *g*, piastre laterali; *h*, coperchio; *f*, focolare murato; *l*, tubi di scarico del fumo; *p*, porta del focolare; *q*, porta del cinerario; *n*, *d*, graticola.

insieme mediante flange spianate, e di un coperchio *h*; tanto questo quanto le pareti laterali, sono ondulate per ottenere come sempre una maggiore superficie riscaldante.

Le fiamme riscaldano prima di tutto il coperchio; passano poi dietro al focolare murato *f*,

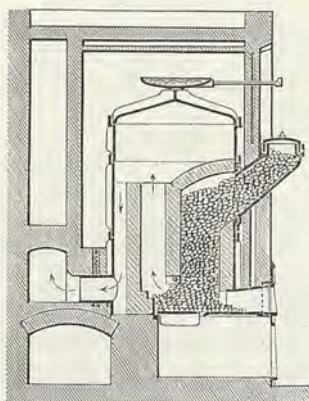


Fig. 584. — Calorifero Guzzi-Ravizza.

nei tubi *l*, e percorrendoli dall'alto verso il basso, arrivano al camino. La piastra anteriore è assicurata nelle pareti del calorifero mediante viti; essa contiene la porta *p* del focolare e la porta *q* del cinerario, le quali, insieme con il perno intermedio *v*, possono essere levate, onde permettere l'accesso nell'interno del calorifero per

le eventuali riparazioni alla muratura di pietra refrattaria del focolare o per il suo rinnovamento. Anche i sostegni *n* della graticola e la graticola *d* possono essere rimossi.

Il pezzo di tubo *y* e il tubo *m*, orizzontale, vengono puliti con una spazzola; la fuliggine cade sulla piastra di base, la quale viene pulita dai fori *s* aperti nella piastra anteriore e muniti di coperchio. La stufa è sostenuta nella camera di riscaldamento *u* per mezzo di quattro pilastri.

Siccome si deposita facilmente della polvere sul coperchio, questa polvere resa incandescente per un fuoco temporaneamente forte, può inquinare l'aria; a questo inconveniente si aggiunge l'altro che la camera di riscaldamento è stretta ed inaccessibile.

I caloriferi costruiti da Carl Elsaesser (Mannheim) sono dello stesso tipo.

Calorifero Guzzi-Ravizza (Milano). — Questo calorifero (fig. 584) è apparentemente derivato dal tipo Weibel, ma sostanzialmente ha tali qualità che gli danno carattere proprio e ben distinto. È costruito con anelli cilindrici sovrapposti muniti di nervature verticali; è ad alimentazione continua, con ermeticità nella chiusura della bocca di caricamento e di tutte le altre commessure. Esso rappresenta, sul calorifero di Weibel, un notevole perfezionamento dal punto di vista della economia

dell'esercizio, e anche dal lato igienico e pratico per la facilità con la quale può essere ripulito.

Calorifero F. Paul (Vienna). — Questo calorifero viene usato specialmente in Austria per riscaldamento di scuole. I prodotti della combustione passano attraverso (fig. 585 e 586) ad un determinato numero di tubi *a*, corrispondente alla superficie di

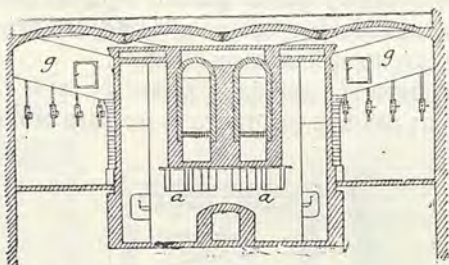


Fig. 585.

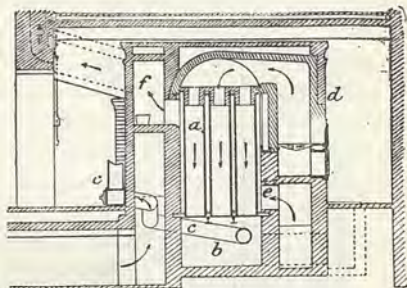


Fig. 586.

Fig. 585 e 586. — Calorifero Paul.

a, tubi; *b*, camera di shocco dei tubi *a*; *c*, condotti al camino; *e*, passaggio aria esterna; *f*, uscita aria calda.

riscaldamento necessaria; si riuniscono in un ambiente *b* per passare poi da questo al camino, col mezzo di un condotto *e*. L'aria compie il cammino inverso; lambisce dapprima la muratura *d*, poi, attraverso alle aperture *e*, circola intorno ai tubi *a* e giunge in alto, fra questi, ad un canale raccoglitore *f*, dal quale ultimo si staccano i canali *g* che conducono l'aria calda agli ambienti.

Il buon funzionamento del calorifero dipende essenzialmente dal modo con cui le singole parti sono eseguite.

La fig. 585 mostra la disposizione di due graticole unite; ma per temperature esterne moderate si accende il fuoco sopra una sola delle due.

Calorifero H. Kori (Berlino) (fig. 587, 588 e 589). — Anche in questo calorifero è applicato il principio di far percorrere alla corrente d'aria il cammino inverso di

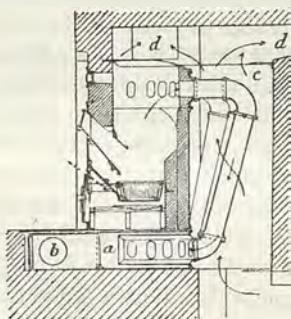


Fig. 587.

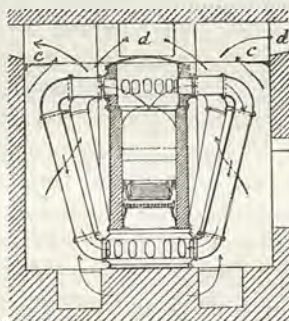


Fig. 588.

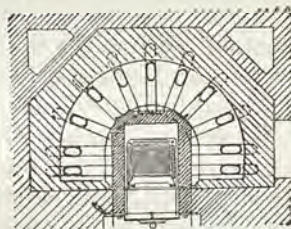


Fig. 589.

Fig. 587 a 589. — Calorifero Kori.

quello percorso dai prodotti della combustione, i quali passano attraverso condotti a sezione ovale, disposti radialmente nell'ambiente raccoglitore, percorrendolo dall'alto verso il basso, e sfuggendo dall'ambiente *a* nel tubo del fumo *b*. L'aria si muove in direzione opposta, ed urtando contro le lamiere *c*, avviene nella massa dell'aria un rimescolamento che ne rende più uniforme la temperatura, prima di avviarsi, per i canali *d*, agli ambienti.

Per la pulitura, l'operaio può entrare nel focolare, dopo tolta la graticola. La fuliggine cade nello spazio raccoglitore *a*, dal quale viene tolta attraverso una porta.

Per stufe con grande superficie riscaldante, Kori non dispone i tubi di riscaldamento verticali con posizione radiale verso il focolare, ma fa partire da quest'ultimo un canale distributore *m* di muratura, in direzione longitudinale rispetto alla camera di riscaldamento, dal quale i prodotti della combustione passano, per mezzo di parecchi tubi paralleli, nel canale raccoglitore del fumo. Il focolare è disposto trasversalmente o longitudinalmente rispetto alla camera di riscaldamento; i tubi di riscaldamento vengono disposti in file semplici o doppie.

Caloriferi E. Wille e C. (Berlino). — Sono a tubi di riscaldamento orizzontali; vengono impiegati per il riscaldamento di parecchie stanze adiacenti, e collocati eventualmente in uno speciale ambiente, oppure al disopra di un atrio (fig. 590).

Le fig. 591 e 592 mostrano il riscaldamento di tre ambienti; l'aria degli stessi viene condotta traverso i canali inferiori *b* e *d* nella camera di riscaldamento *a* ritornando per i condotti superiori agli ambienti. La stufa è a riempimento e la bocca del canale di riempimento è accessibile soltanto dopo aperta la porta *e* della camera di riscaldamento, mentre invece la valvola regolatrice dell'aria può esser manovrata anche quando questa

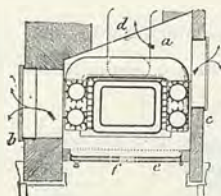


Fig. 590.

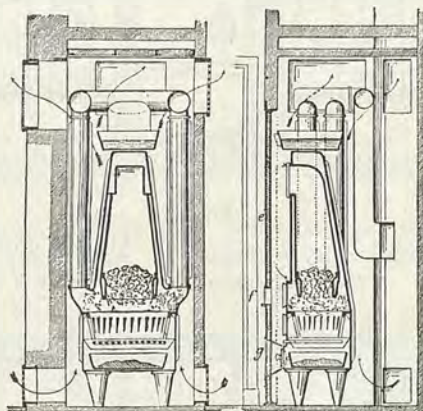


Fig. 591.

Fig. 592.

Fig. 590 a 592. — Calorifero Wille e C.

porta è chiusa. Si può sorvegliare l'andamento della combustione dalla apertura *f*, praticata nella porta *e*. I condotti dei gas combusti sono muniti di nervature, e sboccano nel condotto del fumo, che si stacca lateralmente. Circa il modo con cui viene utilizzato il calore prodotto, si osserva l'inconveniente che i gas combusti si muovono nella stessa direzione dell'aria; in oltre non è possibile una pulizia dei condotti tubolari. Tali inconvenienti vennero eliminati nel calorifero dello stesso tipo costruito da Heim (Vienna).

Calorifero C. Kelling (Berlino) (fig. 593 e 594). — È un calorifero nel quale si brucia della lignite. I gas della combustione passano da un focolare *A* (per mezzo di un condotto trasversale *E*), in alcuni condotti tubolari lisci *R*; attraverso i quali scendono a zig-zag, fino allo scarico *S* del fumo.

Caloriferi Kaiserslautern (a galleria). — Questi caloriferi hanno lo scopo di dare una superficie di riscaldamento relativamente grande, in confronto dello spazio da essi occupato. Sono perciò costituiti da vari condotti riuniti, alti e stretti, muniti di nervature. Le fig. 595 e 596 rappresentano la disposizione di uno di questi caloriferi, per bruciarvi carbone fossile, o coke, per il quale scopo è stabilito un condotto di riempimento.

I prodotti della combustione passano, dal focolare, attraverso condotti a nervature in numero variabile da due a sei; questi condotti possono essere facilmente puliti, introducendo per l'apposita portella *a* una spazzola; la fuliggine cade in un canale raccoglitore posteriore, il quale a sua volta viene vuotato da una porta laterale.

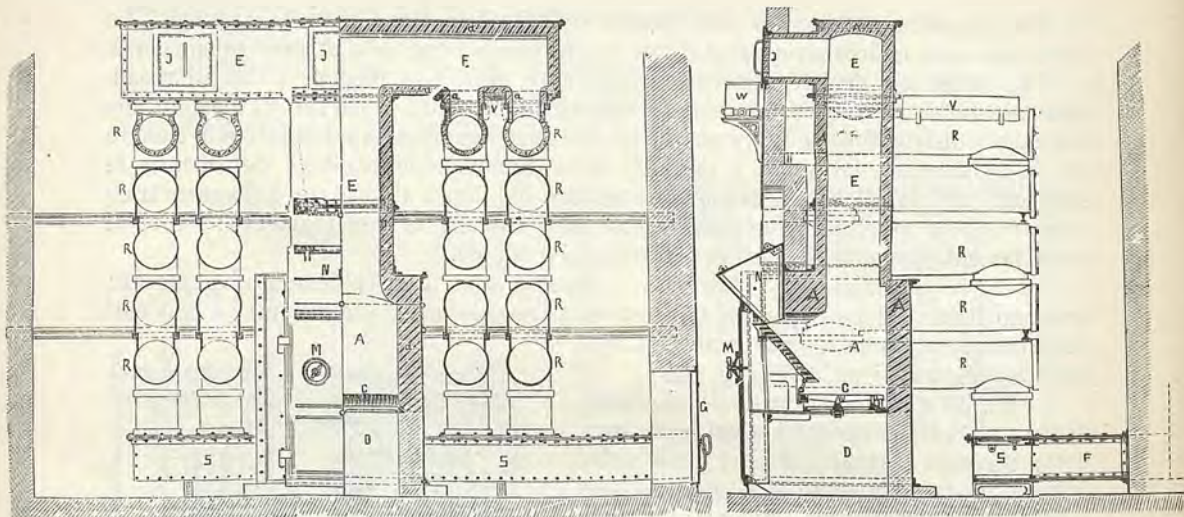


Fig. 593.

Fig. 594.

Fig. 593 e 594. — Calorifero Kelling.

A, focolare; E, condotto principale dei prodotti di combustione; R, condotti secondari del fumo; S, scarico del fumo.

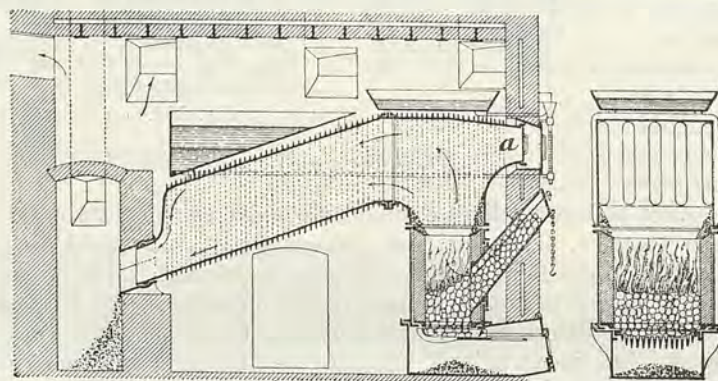


Fig. 595.

Fig. 596.

Fig. 595 e 596. — Calorifero Kaiserslautern.

Caloriferi Käuffer e C. (Magonza). — Sono caloriferi che hanno disposizione analoga (fig. 597 e 598) con la differenza che, mentre nei caloriferi Kaiserslautern i condotti di riscaldamento si staccano direttamente dal focolare, in questi invece partono ad angolo retto da un lungo canale che ha origine dal focolare stesso.

I gas della combustione passano dal focolare A nel canale B e da questo, nei condotti alti e stretti C, ai quali fa seguito lo scarico del fumo.

I condotti C sono internamente divisi, per prolungare la via ai gas combusti; e possono venire comodamente puliti attraverso apposite bocche, aperte in un corridoio speciale.

L'aria riscaldata riceve la umidità necessaria da un apparecchio ad evaporazione d'acqua E, ed esce dai condotti distributori F.

Caloriferi Körting (Hannover). — Un tipo molto ben costruito è rappresentato dalla fig. 599 e 600. Il focolare *a* è di muratura, il cielo e la parete posteriore sono rivestiti esteriormente di piastre di ghisa con nervature; il riempimento si fa dall'apposita tramoggia. I prodotti della combustione passano dal focolare, in un canale al quale sono assicurati numerosi tubi *b*, a sezione rettangolare ristretta.

Questi tubi, che si dicono anche elementi di riscaldamento a nervature, sono inferiormente collegati con due canali raccoglitori *c*. Le nervature dei condotti *b* sono oblique rispetto al loro asse verticale; formano quindi numerosi canali stretti attraverso ai quali deve passare l'aria introdotta da *e*.

Nell'apparecchio non vi sono superficie orizzontali, sulle quali possa depositarsi la polvere; perciò la pulizia, che si fa da speciali porte, si eseguisce facilmente

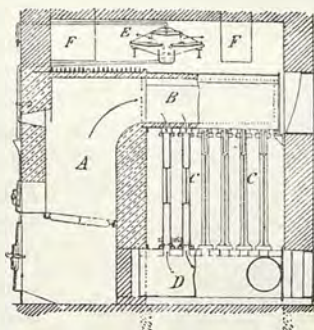


Fig. 597.

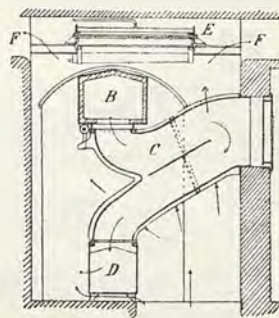


Fig. 598.

Fig. 597 e 598. — Calorifero Kärüffer.

A, focolaio; B, condotto principale del fumo; C, condotti secondari del fumo;
D, scarico del fumo.

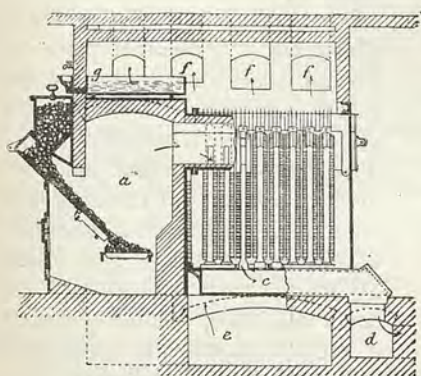


Fig. 599.

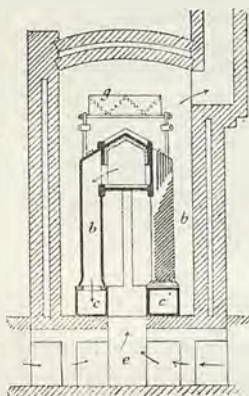


Fig. 600.

Fig. 599 e 600. — Calorifero Körting.

a, focolare; b, tubi a nervature; c, canali raccoglitori; g, bacinelle con acqua.

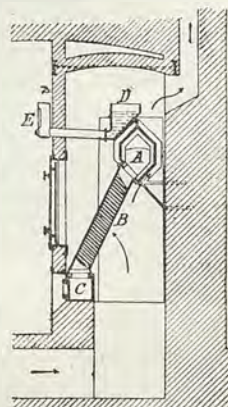


Fig. 601.

Calorifero Körting.

col mezzo di spazzole. Così i canali raccoglitori *c* ed i canali di distribuzione superiori sono muniti di porte per la pulizia. L'umidità all'aria riscaldata viene fornita dall'acqua contenuta nei recipienti *g*.

Per superficie riscaldanti della grandezza da $8 \div 24 \text{ m}^2$ gli stessi fratelli Körting hanno costruito il tipo di stufa rappresentato dalla fig. 601. Gli elementi B a nervature sono applicati da una sola parte del canale di distribuzione e inclinati sulla verticale per modo che, pure occupando poco spazio, la sezione trasversale inferiore di entrata dell'aria fredda è la più grande possibile. Il tubo raccoglitore C è munito di aperture laterali di pulizia, attraverso le quali gli elementi ed il tubo distributore esagonale A possono essere puliti dall'esterno.

Caloriferi Rietschel e Henneberg (Berlino). — Nei caloriferi finora menzionati il movimento dei gas della combustione ha luogo in senso verticale. Le fig. 602 e 603 rappresentano invece il calorifero tipo Rietschel, nel quale detto movimento avviene dall'alto verso il basso e con due cambiamenti di direzione. Il focolare è rivestito di lamiera; i condotti sono di ghisa con nervature.

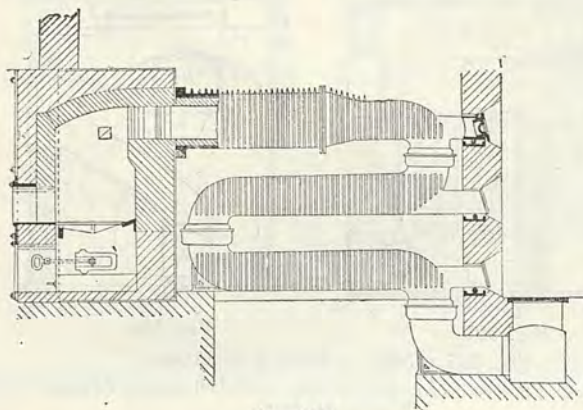


Fig. 602.

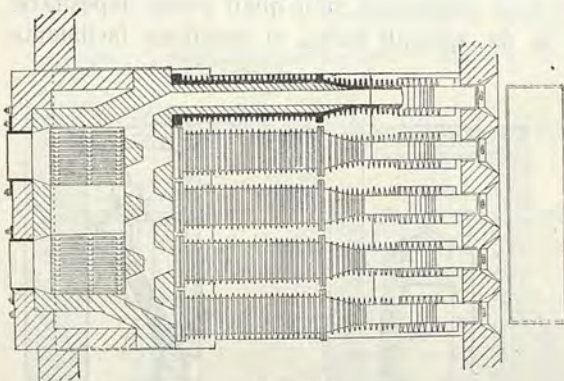


Fig. 603.

Fig. 602 e 603. — Calorifero Rietschel e Henneberg.

e cemento refrattario. La Ditta *Besana* (Comi) di Milano e *Corradini* di Torino adottarono il tipo *Kaiserslautern* già descritto, però alquanto modificato dal *Corradini*; la Ditta *Lehmann* invece adottò il tipo *Staib*, e la Ditta *Isabella* di Venezia cercò di migliorare i tipi più semplici per ottenere l'economia e le buone qualità dei caloriferi a giunti ermetici ed a grande superficie riscaldante. I caloriferi *Piazza* e *Zippermayr* (Milano) sono con focolare in muratura refrattaria e a tubi orizzontali ad alette di sezione ovale.

Del genere del calorifero *Porta* è quello *Piron*; il calorifero *Cerbeland* è invece a tubi cilindrici orizzontali a zig-zag: così il *Goudard*, il *Dewasme*, *Dinz*. I caloriferi *Grouvelle* e *Arquembourg* (Parigi), *Besson*, *Robin*, *De Surmont* (Lilla) sono invece a tubi verticali: il calorifero *Réveillac* è con tubi ad alette e i caloriferi *Hamelincourt* (Parigi), *Denz* (Châlons), *Geneste* e *Herscher* sono a tamburo verticale, mentre a tubi verticali e tamburo sono i tipi *Besson* e *Chaussonot* (Parigi).

Caloriferi Musgrave. — Tutte le disposizioni della stufa *Musgrave*, che si sono accennate trattando delle stufe, possono applicarsi ai caloriferi. Infatti i caloriferi *Musgrave* non sono che le stufe, poste in un conveniente inviluppo di muratura,

Caloriferi Porta, Buscaglione, Caligaris e Piacenza, De Franceschi, Piazza e Zippermayr, Isabella, Besana (Comi), Corradini, Lehmann. — Un'applicazione abbastanza estesa ricevettero i caloriferi della Ditta *Porta* di Torino a focolare centrale circondato da due corone di tubi circolari per il passaggio dei prodotti della combustione e dell'aria da riscaldarsi. La Ditta *Porta* migliorò tale tipo primitivo costruendone un altro a giunti ermetici. Lo stesso si dice dei caloriferi della antica Ditta *Buscaglione* di Torino, la quale fabbrica caloriferi con tubi orizzontali e verticali. La Ditta *Caligaris e Piacenza*, pure di Torino, ideò un calorifero (tipo *Pozzi*) con tubi orizzontali senza giunti fra le parti metalliche, così da evitare gli eventuali inconvenienti derivanti dal rilassamento nei giunti: la Ditta *De Franceschi* di Milano, adottò il tipo *Max-Maister* e un altro tipo suo proprio con elementi a costole e giunti a vite con guernizioni di amianto

e riscaldanti l'aria che circola intorno ad esse per contatto, invece di scaldare per irradiazione.

Disposizioni analoghe esistono per la maggior parte delle stufe precedentemente descritte; ma le loro particolarità non hanno interesse per il presente studio.

γ) Caloriferi di muratura.

I caloriferi ad aria calda con focolare metallico hanno i notevoli inconvenienti di scaldare l'aria a temperatura troppo elevata, ciò che porta alla decomposizione delle materie organiche eventualmente in essa contenute, e di produrre dannose infiltrazioni di acido carbonico ed ossido di carbonio, attraverso giunti difettosi, o a fessure del focolare e delle superficie riscaldanti.

Perciò i costruttori tentarono di mettere in commercio caloriferi completamente di muratura. Effettivamente questi apparecchi producono un calore molto più moderato e regolare; ma sono complicati e ingombranti, per cui oggi sono quasi totalmente abbandonati.

Se ne descriveranno brevemente alcuni.

Calorifero Jungfer (fig. 604 e 605). — È costituito intieramente di mattoni; il focolare *a* è a forma di imbuto. I gas combusti attraversano dei condotti *b*, prima di scaricarsi nel condotto del fumo. L'aria da riscaldare giunge lateralmente alla camera di riscaldamento, attraversando gli spazi ed i canali *c* ed esce per mezzo di canali sbocanti pure lateralmente. Il fuoco viene alimentato per alcune ore soltanto: trattandosi, per es., di scuole, soltanto durante la notte; si accumula con ciò bastante calore, il quale viene poi assorbito durante il giorno dall'aria passante.

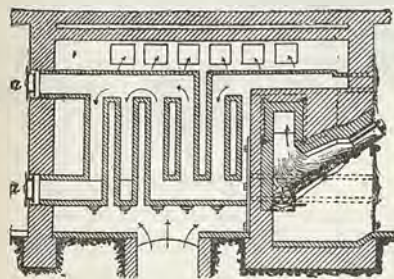


Fig. 606. — Calorifero Conzelmann.

la polvere di coke. Il focolare è di muratura e rivestito con materiale refrattario. Le piastre *A*, pure di materiale refrattario, leggermente incurvato, possono venir ricambiate.

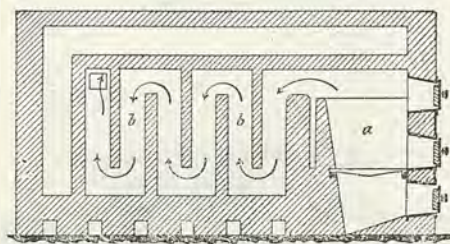


Fig. 604.

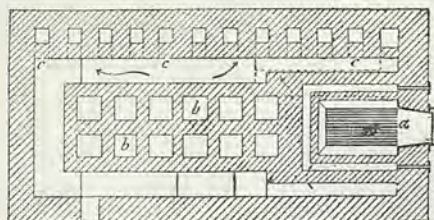


Fig. 605.

Fig. 604 e 605. — Calorifero Jungfer.

a, focolare; *b*, condotti del fumo; *c*, condotti aria da riscaldarsi.

Questo apparecchio è soggetto a frequenti riparazioni per fughe le quali si verificano specialmente nel focolare con lo screpolarsi della muratura; inoltre è impossibile di pulire i condotti dei gas combusti, i quali vengono pure insufficientemente utilizzati.

La camera di riscaldamento disegnata nella fig. 604 non sarebbe accessibile.

Calorifero Conzelmann (Norimberga) (fig. 606). — È composto di pezzi di pietra refrattaria di forma speciale; i condotti dei gas della combustione conducono detti gas dal focolare a riempimento, al tubo del fumo, con vari cambiamenti di direzione; possono venir ripuliti dalle aperture *a*.

Calorifero M. Perret (Parigi) (fig. 607-608). — Questo calorifero è costruito per poter bruciare

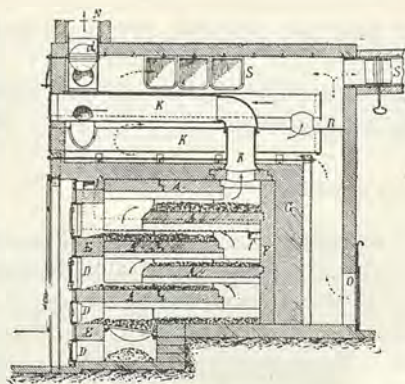


Fig. 607.

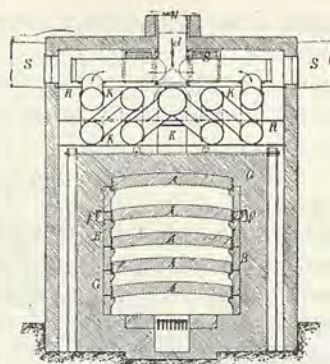


Fig. 608.

Fig. 607 e 608. — Calorifero Perret.

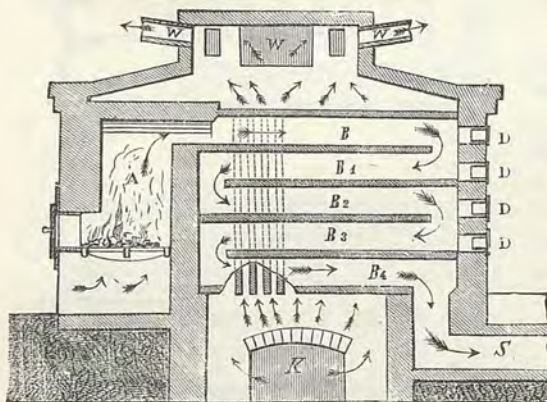


Fig. 609.

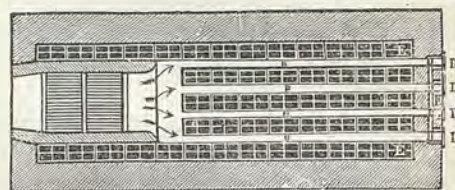


Fig. 610.

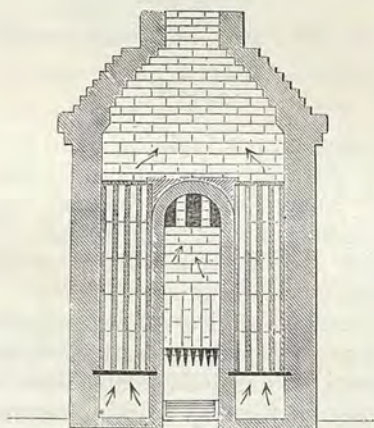


Fig. 611.

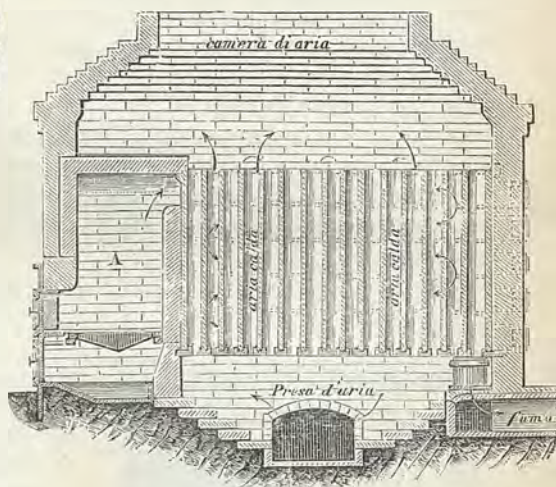


Fig. 612.

Fig. 609 a 612. — Calorifero Gaillard ed Halliot.

Sopra una piccola graticola si accendono pezzi di legno e di coke e la fiamma che si produce arroventa le piastre A; viene quindi immesso sulle dette piastre il combustibile minuto, attraverso le portelle D, e vi si conduce l'aria col mezzo di registri. Quando gli strati di combustibili ardono, si spegne il fuoco sulla graticola. I gas com-

busti attraversano i tubi di lamiera R collegati a zig-zag e sboccanti, per la pulitura, sulla muratura frontale; giungono poi al tubo del fumo N, nel quale si trova la ventola *d* regolatrice dello scarico.

L'aria da riscaldare passa dal registro O nella camera di riscaldamento lambendo la stufa ed i condotti dei gas combusti, e per i canali S va ai singoli ambienti.

In questo tipo la camera di riscaldamento è insufficiente.

Calorifero *Gaillard e Haillot* (fig. 609 a 612). — In questo calorifero le fiamme possono svolgersi liberamente, e i prodotti della combustione entrano in condotto orizzontale B (fig. 609, 610) dal quale si ripiegano in basso, percorrendo alternativamente

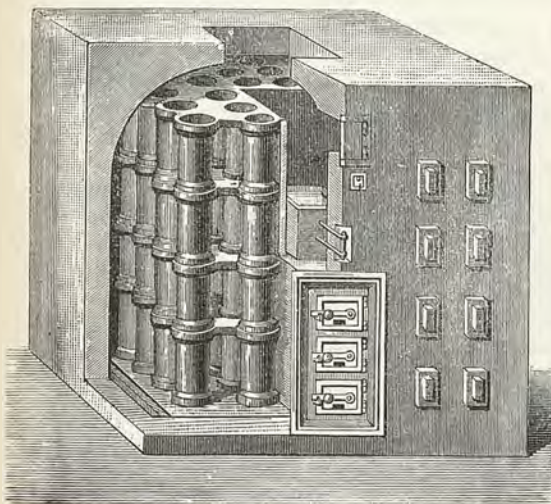


Fig. 613. — Calorifero Buscaglione.

da sinistra a destra e da destra a sinistra altri condotti orizzontali B₁, B₂, B₃, B₄ sotto-stanti, per immettersi poi nel canale di scarico S. Le bocche D servono per la pulitura dei condotti, le cui divisioni sono formate da pareti di mattoni vuoti refrattari. Tali vuoti formano tanti condotti verticali in cui passa l'aria fredda presa al disotto, aria che si riscalda ed esce poi dalle bocche W poste nella parte superiore del calorifero. I molti giunti a cui dà luogo questo calorifero non lo rendono esente da difetti, ai quali cercò di rimediare il *Buscaglione* col suo calorifero a tubi di terra refrattaria imboccantisi gli uni negli altri (fig. 613).

La Ditta *Geneste e Herscher* ricorre ad un sistema misto, cioè a tubi di lamiera ricoperti di mattoni refrattari, intorno ai quali circolano i gas caldi (fig. 614, 615).

Sono ancora qui da ricordare i caloriferi *Robin* (Parigi), *De Ruytter et Orval* (Bruxelles) a lastre traforate, *Ferrari* (Lilla) tutto in muratura, a condotti orizzontali, *Galli* a piani orizzontali sovrapposti, *Godillot* usato specialmente per bruciare certi combustibili speciali, come trucioli, segatura di legno, cascami di sostanze diverse, lignite, torba, ecc.

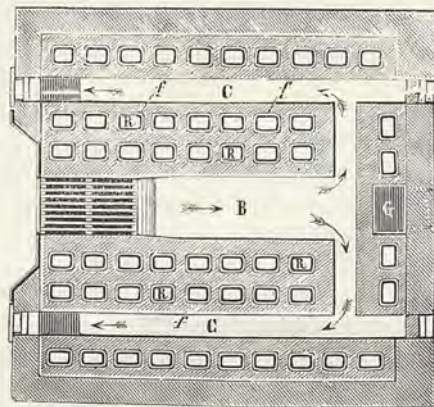
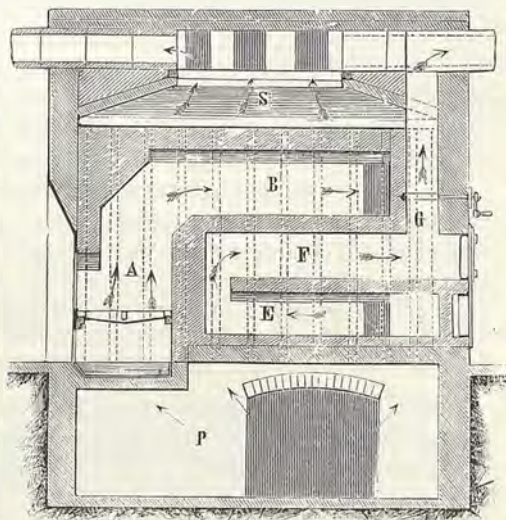


Fig. 614 e 615. — Calorifero Geneste e Herscher.

c) Riscaldamento a vapore a bassa pressione.

 α) Generalità.

Il riscaldamento a vapore a bassa pressione fu probabilmente introdotto in Germania dall'America, dove si svolsero le prime applicazioni. Le parti essenziali di un impianto di questo sistema sono: una caldaia dove l'acqua si trasforma in vapore ad una pressione effettiva inferiore a mezza atmosfera, e quindi ad una pressione assoluta che non eccede una atmosfera e mezza; un condotto di distribuzione principale, che porta il vapore negli apparecchi scaldanti dove si condensa abbandonando il suo calore latente di vaporizzazione; un condotto di ritorno, che riconduce alla caldaia, mediante dispositivi speciali, l'acqua di condensazione.

Si distinguono tra i riscaldamenti a vapore a bassa pressione i sistemi a ciclo chiuso, che funzionano con uno o due condotti per la distribuzione del vapore e per il ritorno dell'acqua di condensazione, dai sistemi a ciclo aperto, costituiti sempre di due condotti e di robinetti a doppia regolazione. La pressione del vapore varia per i sistemi a ciclo chiuso da $300 \div 500$ gr.; per i sistemi a ciclo aperto da $50 \div 300$ grammi.

 β) Sistema a ciclo chiuso o americano (1).

Sia C la caldaia (fig. 616) munita di valvola di sicurezza v , e sia tt' un condotto di grandi dimensioni, munito di un robinetto di chiusura s e di un robinetto d'aria r , e nel quale non siano possibili raffreddamento e condensazione del vapore.

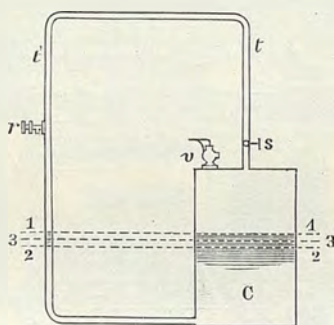


Fig. 616.

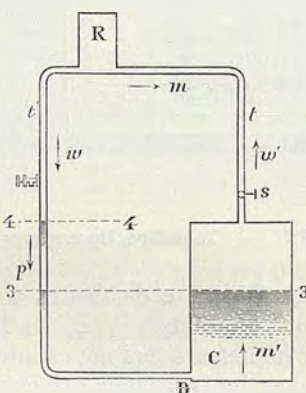


Fig. 617.

Se il fuoco è spento sotto la caldaia e i robinetti r , s sono aperti, il sistema è in equilibrio idrostatico e il livello dell'acqua è ad un medesimo piano orizzontale, rappresentato dalla linea 1,1. Se si chiude il robinetto s e si accende il fuoco, la pressione si stabilisce in caldaia e aumenta fino al limite permesso dalla valvola v ; mentre l'acqua in caldaia si abbassa al livello 2,2. Se si apre il robinetto s , il vapore circola nel tubo tt' scacciandone l'aria per r , che si chiude quando da questo comincia ad uscire il vapore.

Allora si stabilisce un nuovo stato di equilibrio, per l'acqua contenuta nella caldaia e nel tubo, secondo la retta 3-3 (un po' al disotto di 1-1 perchè una certa quantità di acqua è vaporizzata) e la circolazione del vapore cessa.

(1) Si riassume brevemente la trattazione tecnica fatta nel libro già citato: *Le chauffage des habitations*, dell'Ing. DEBESSON.

Se il tubo tt' è in comunicazione con un radiatore R (fig. 617) capace di condensare il vapore, si produce immediatamente nel condotto tt' un vuoto parziale, il quale produce un richiamo del vapore verso R; da ciò una circolazione nel tratto da s a R.

L'equilibrio precedente non sussiste più, e se la distanza da R ad s è più grande di quella che passa da R al livello 3, o se le resistenze sono più grandi in quel tratto che in questo, l'acqua si alzerà nel tubo t' fino al livello 4-4.

La velocità di circolazione del vapore è determinata dalla differenza delle pressioni esistenti nella caldaia C e nel radiatore R, diminuita delle resistenze al movimento incontrato dal vapore nel tratto da s a R. Perciò, esistendo la circolazione, si vede la quasi impossibilità di mantenere una eguale pressione nella caldaia, nel tubo e nel radiatore. Se per un determinato valore, abbastanza grande, di questa velocità ciò avvenisse, si stabilirebbe nuovamente il livello 3-3 dell'acqua in caldaia e nel condotto.

Perchè si presenti questo caso basta che si abbia:

$$\begin{aligned} m - w &= m' + p - w' \\ m - m' &= p + w + w' \end{aligned}$$

cioè:

essendo m il richiamo, che risulta dalla condensazione del vapore nel radiatore; m' il richiamo che risulta dalla vaporizzazione in caldaia; p la pressione della colonna d'acqua compresa tra i livelli 3-4; w, w' rispettivamente le resistenze dei tratti da s a R, e da R a D.

Perchè si abbia il livello orizzontale 3-3 deve essere $p = 0$ cioè $m - m' = w + w'$.

L'ufficio dei regolatori di pressione sarebbe appunto quello di produrre questo particolare stato di equilibrio; ma a ciò difficilmente essi arrivano e quindi i livelli dell'acqua nella caldaia e nel condotto sono generalmente diversi, e disposti come i livelli 3 3, 4 4, della figura. Se un radiatore è compreso nel tratto da 3 3 a 4 4, esso si riempie d'acqua e si presentano i noti inconvenienti di rumori e colpi, purtroppo caratteristici dei sistemi a ciclo chiuso. Per evitarli, almeno in parte, è necessario che il vapore abbia non meno di 500 grammi di pressione.

Applicando nel punto D una valvola di ritenuta, in modo che l'acqua della caldaia non può essere respinta nel tubo di ritorno, questo può, se il diametro ne è convenientemente stabilito, servire per ricondurre in caldaia l'acqua di condensazione. Perchè ciò avvenga, essendo la resistenza w' aumentata della resistenza della valvola, dovrà essere $p > (m - m') - (w + w')$, nel qual caso può dirsi che il peso della colonna p sia impiegato per vincere le resistenze opposte dal condotto al movimento del vapore. Quindi, tanto più grandi sono le resistenze, e tanto maggiore dovrà essere p , cioè l'altezza della colonna d'acqua il cui peso è p . In questo sistema è dunque necessario di ridurre al minimo le resistenze al movimento; ciò che si ottiene con tubi di diametro relativamente grande. A questo primo difetto del sistema si aggiunge quello che la pressione del vapore esiste in tutte le sue parti; e quindi se il sistema è a condotta distinta per il vapore e per l'acqua, chiudendo il robinetto del vapore che alimenta un radiatore, l'acqua del ritorno penetra nel radiatore stesso, perchè la pressione del vapore è più grande di quella atmosferica. Si è perciò obbligati di collocare un secondo robinetto di chiusura della condotta dell'acqua di condensazione; per escludere un radiatore dal riscaldamento si chiude prima la condotta dell'acqua di ritorno e poi la condotta del vapore. Questa manovra, se il sistema è a ciclo chiuso con un solo condotto per la distribuzione del vapore e per il ritorno dell'acqua di condensazione, si semplifica perchè basta chiudere un unico robinetto. È inoltre evidente che sia in un caso, sia nell'altro sono escluse per i robinetti le posizioni intermedie di semi-apertura, e quindi è esclusa la possibilità di regolare il riscaldamento; perchè una posizione intermedia del robinetto avrebbe per conseguenza una riduzione di pressione nel radiatore, e questo si riempirebbe parzialmente d'acqua.

Le accennate disposizioni richiedono ancora che ogni radiatore sia munito di un robinetto d'aria automatico. Infatti quando l'apparecchio è isolato dal circuito, il vapore che esso contiene continua a condensarsi e tende a produrre il vuoto; per cui, se non si lasciasse entrare l'aria, la pressione atmosferica esterna tenderebbe a guastare le giunzioni dell'apparecchio. Questi robinetti, che si chiudono quando il vapore entra e si aprono quando esso si condensa, se evitano quest'ultimo inconveniente, presentano il difetto, specialmente quando funzionano da un certo tempo, di lasciar passare gocce di acqua condensata.

Questo sistema è applicabile per case d'abitazione e ad edifici di non grande importanza; i costruttori hanno cercato con dispositivi speciali di evitare anche i possibili inconvenienti dovuti alla presenza della caldaia in una casa d'abitazione; perciò, oltre esser piccola, come si è visto, la pressione di funzionamento, è pure limitato il volume d'acqua in caldaia.

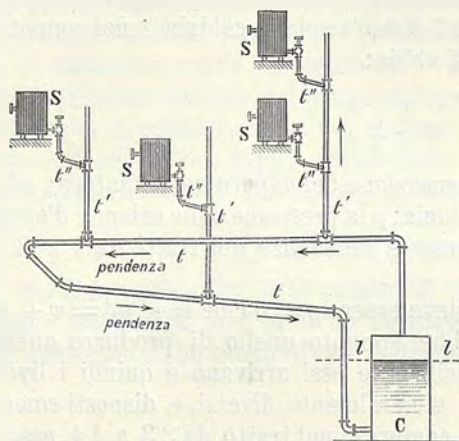


Fig. 618. — Schema di impianto di riscaldamento a vapore a bassa pressione a ciclo chiuso a condotto unico.

1° Sistema a ciclo chiuso a condotto unico.

Il sistema di distribuzione a ciclo chiuso, con un unico condotto per la distribuzione e per il ritorno, è rappresentato schematicamente nella fig. 618. In esso si distinguono le seguenti parti: una caldaia C, nella quale il livello dell'acqua è rappresentato dalla linea $l-l$; un condotto t , di grande diametro, che si eleva verticalmente al disopra della caldaia fino al solaio del sottoterraneo; circola con la pendenza di $2 \div 3$ cm. per m. e ritorna in caldaia al disotto del livello dell'acqua; le colonne verticali t' , che partendo dal condotto principale si elevano ai diversi piani; e i raccordi t'' da queste ai robinetti dei radiatori S, muniti ciascuno di un robinetto per l'entrata del vapore e di un robinetto purgatore d'aria. Il buon funzionamento del sistema dipende dalla scelta conveniente delle pendenze e dal grande diametro dei condotti.

Si può far variare la potenza calorifica delle superficie riscaldanti soltanto variando la pressione in caldaia, ciò che è possibile entro limiti molto ristretti; e si è visto perchè non possano servire a questo scopo i robinetti di entrata del vapore.

La tabella (1) a pag. seguente dà le dimensioni delle tubature generalmente usate in questo sistema.

Questa tabella è calcolata nella ipotesi che nei tubi di ritorno l'acqua salga a 150 mm. al disopra del livello dell'acqua in caldaia.

Se l'altezza del sottoterraneo è tale da permettere che quest'altezza aumenti, le dimensioni dei tubi possono essere diminuite, vale a dire coi medesimi diametri si può alimentare una superficie maggiore di radiatori.

Così, per esempio, se la differenza può arrivare a 300 mm., la superficie di radiazione alimentata dagli stessi tubi può aumentare nel rapporto da $1 \div 1,15$; se la differenza può essere di 450 mm., la superficie di radiazione può aumentare nel rapporto da $1 \div 1,25$, ecc.

(1) Estr. dal libro: *Heating and ventilating Buildings* del Prof. ROLLA C. CARPENTER. New-York.

Tabella LXIV. — Dimensioni dei condotti di vapore per il sistema a ciclo chiuso, a condotto unico.Pressione: 350 gr.; velocità di propagazione del vapore: $8 \div 9$ m. per min. secondo.

| Superficie di radiazione in metri quadr. | Lunghezza in metri delle tubazioni che alimentano le superficie di radiazione | | | | | | | | | Superficie di radiazione in metri quadr. | Lunghezza in metri delle tubazioni che alimentano le superficie di radiazione | | | | | | | | |
|---|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|--|-------|-------|-------|-------|----|-----|-----|-----|
| | 6 | 12 | 25 | 30 | 60 | 90 | 120 | 180 | 300 | | 6 | 12 | 25 | 30 | 60 | 90 | 120 | 180 | 300 |
| | Dimensioni dei tubi commerciali corrispondenti, in pollici inglesi | | | | | | | | | | Dimensioni dei tubi commerciali corrispondenti, in pollici inglesi | | | | | | | | |
| 1,85 | 1 | 1 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/2 | 1 1/2 | 335 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 1/2 | 5 | 5 | 6 | 7 |
| 3,70 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/2 | 1 1/2 | 370 | 4 | 4 | 4 | 4 1/2 | 4 1/2 | 5 | 5 | 6 | 7 |
| 5,50 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/2 | 2 | 560 | 4 1/2 | 4 1/2 | 4 1/2 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 8 |
| 20 | 1 1/4 | 1 1/2 | 1 1/2 | 1 1/2 | 1 1/2 | 1 1/2 | 1 1/2 | 2 | 2 1/2 | 750 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 9 |
| 40 | 1 1/2 | 1 1/2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 1/2 | 3 | 1100 | 5 1/2 | 5 1/2 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 10 |
| 55 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 1/2 | 2 1/2 | 3 | 3 1/2 | 1500 | 5 1/2 | 5 1/2 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 11 |
| 75 | 2 | 2 | 2 1/2 | 2 1/2 | 2 1/2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1800 | 6 | 6 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 | 10 | 12 |
| 90 | 2 | 2 1/2 | 2 1/2 | 3 | 3 | 3 | 3 1/2 | 3 1/2 | 4 | 2200 | 6 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 10 | 11 | 12 |
| 110 | 2 1/2 | 2 1/2 | 3 | 3 | 3 1/2 | 3 1/2 | 3 1/2 | 4 | 4 1/2 | 2600 | 7 | 7 | 7 | 8 | 9 | 9 | 10 | 12 | 14 |
| 150 | 2 1/2 | 3 | 3 1/2 | 3 1/2 | 3 1/2 | 3 1/2 | 4 | 4 | 5 | 3000 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 | 10 | 11 | 12 | 14 |
| 185 | 3 | 3 1/2 | 3 1/2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 1/2 | 6 | 3350 | 8 | 8 | 8 | 9 | 10 | 11 | 11 | 12 | 14 |
| 260 | 3 1/2 | 3 1/2 | 4 | 4 | 4 | 4 1/2 | 4 1/2 | 5 | 6 | 3700 | 9 | 9 | 9 | 10 | 11 | 11 | 12 | 14 | 16 |

Si osserva ancora che le lunghezze segnate nella tabella non sono misurate metricamente; ma rappresentano le vere lunghezze, aumentate di lunghezze fittizie calcolate variamente, per tener conto delle maggiori resistenze dovute ai raccordi, ai robinetti, ecc.

Per esempio, un gomito a squadra corrisponde ad un aumento di lunghezza eguale a 40 volte il diametro del tubo; un robinetto a squadra corrisponde ad un aumento di lunghezza eguale a 60 volte il diametro del tubo, ecc.

2° Sistema a ciclo chiuso con due condotti.

La fig. 619 rappresenta schematicamente un impianto di riscaldamento a vapore a bassa pressione, nel quale il tubo di ritorno dell'acqua di condensazione è distinto dal tubo di distribuzione del vapore.

Questo condotto pende verso la caldaia, ma può essere rialzato in certi punti, nei quali allora si pone un tubo purgatore, che separa l'acqua condensata dal vapore, e si raccorda con il tubo di ritorno dell'acqua stessa. Analogo purgatore si pone all'estremo inferiore di ogni colonna verticale. Il condotto di ritorno dell'acqua di condensazione deve essere collocato ad un livello più basso del livello dell'acqua in caldaia.

Questo fatto può in certi casi costituire una seria difficoltà; ma si può superarla, o col mezzo di sifoni, o creando un livello d'acqua artificiale. Quest'ultimo caso può presentarsi, per esempio, quando manchi in parte il sotterraneo: in questo caso è necessario rialzarsi almeno di tanto quanto è la perdita di carico sotto cui funziona il sistema.

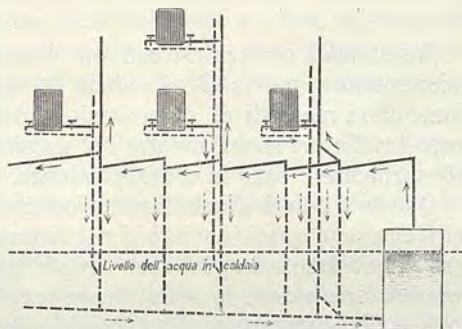


Fig. 619. — Schema di impianto di riscaldamento a vapore a bassa pressione a ciclo chiuso con due condotti.

Le dimensioni dei condotti da usarsi in questo sistema sono riportate dalla seguente tabella di C. Carpenter.

Tabella LXV. — Dimensioni dei condotti del vapore con il sistema di distribuzione a ciclo chiuso, con due tubulature.

| Diametro dei condotti in pollici inglesi | | Superficie di radiatori, che possono essere alimentati alle distanze: | | | | | | | | | |
|---|---------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| vapore | ritorno | m. 30 | m. 60 | m. 90 | m. 120 | m. 150 | m. 180 | m. 210 | m. 240 | m. 270 | m. 300 |
| | | m ² | m ² | m ² | m ² | m ² | m ² | m ² | m ² | m ² | m ² |
| 1 | 1 | 3,5 | 2,6 | 2 | 1,75 | 1,60 | 1,4 | 1,35 | 1,30 | 1,25 | 1,20 |
| 1 1/4 | 1 | 7 | 5 | 4 | 3,5 | 3,20 | 2,8 | 2,75 | 2,45 | 2,35 | 2,20 |
| 1 1/2 | 1 1/4 | 11,5 | 8 | 6,5 | 5,75 | 5,20 | 4,6 | 4,25 | 4 | 3,90 | 3,75 |
| 2 | 1 1/2 | 25 | 18 | 15 | 12,50 | 12,30 | 10 | 9,25 | 8,75 | 8,50 | 8 |
| 2 1/2 | 2 | 50 | 35 | 30 | 25 | 22,50 | 20 | 18,50 | 17,50 | 17 | 16 |
| 3 | 2 1/2 | 85 | 60 | 50 | 40 | 36 | 34 | 32 | 30 | 29 | 28 |
| 3 1/2 | 2 1/2 | 125 | 90 | 75 | 60 | 54 | 50 | 46 | 44 | 42 | 40 |
| 4 | 3 | 185 | 130 | 110 | 90 | 82 | 74 | 65 | 62 | 61 | 60 |
| 4 1/2 | 3 | 260 | 190 | 150 | 130 | 125 | 115 | 100 | 90 | 87 | 85 |
| 5 | 3 1/2 | 360 | 260 | 210 | 180 | 160 | 144 | 135 | 125 | 120 | 115 |
| 6 | 3 1/2 | 550 | 390 | 325 | 275 | 250 | 220 | 200 | 190 | 184 | 180 |
| 7 | 4 | 850 | 600 | 510 | 425 | 380 | 340 | 310 | 300 | 285 | 275 |
| 8 | 4 1/2 | 1200 | 850 | 720 | 600 | 540 | 480 | 440 | 420 | 400 | 380 |
| 9 | 4 1/2 | 1700 | 1200 | 1000 | 850 | 765 | 680 | 620 | 600 | 570 | 540 |
| 10 | 5 | 2200 | 1600 | 1300 | 1100 | 990 | 880 | 800 | 770 | 750 | 725 |
| 12 | 6 | 3600 | 2600 | 2100 | 1800 | 1620 | 1440 | 1300 | 1250 | 1200 | 1150 |
| 14 | 7 | 5300 | 3750 | 3100 | 2650 | 2385 | 2100 | 1900 | 1850 | 1750 | 1700 |
| 16 | 8 | 7500 | 5300 | 4500 | 3750 | 3375 | 3000 | 2750 | 2625 | 2500 | 2400 |

Il sistema a ciclo chiuso con due condotti ha il vantaggio, in confronto di quello con unico condotto per la distribuzione del vapore e per il ritorno dell'acqua di condensazione, che i raccordi di alimentazione dei radiatori presentano una piccola pendenza verso i radiatori stessi, mentre nel sistema con unico condotto (vedi fig. 618) si staccano inferiormente e sono in contropendenza.

Questo modo di alimentazione costituisce infatti la causa principale dei rumori o colpi che sono quasi inevitabili nel sistema con condotto unico, per quanto si studino convenientemente le pendenze e si dia grande diametro ai tubi, in causa della contemporanea circolazione in senso inverso dell'acqua e del vapore. Impiegando infatti condotti di distribuzione di diametro inferiore a 33 mm., è probabile che si formino, per capillarità, delle sottili colonne d'acqua nei tubi, le quali, essendo di troppo piccolo diametro per essere divise dalla corrente di vapore, possono impedire al vapore stesso di arrivare regolarmente alle superficie di riscaldamento, producendo così gli inconvenienti accennati.

Il grande diametro necessario ai condotti rende più difficile di nasconderli, e, per le forti pendenze da darsi al condotto di distribuzione nel caso di condotto unico, il sistema diviene di difficile applicazione per impianti di qualche importanza.

Si è già notato inoltre che si può far variare la potenza calorifica delle superficie di riscaldamento soltanto facendo variare la pressione in caldaia.

Il sistema a ciclo chiuso presenta dunque parecchi inconvenienti, o, almeno, delle notevoli difficoltà di impianto.

γ) Sistema a ciclo aperto.

Si consideri una caldaia a vapore C (fig. 620) comunicante con l'aria mediante il condotto tt' . Se si accende il fuoco sotto la caldaia, l'acqua si eleva nel condotto t dal livello 1-1 al livello 2-2, tale che la differenza tra i due livelli corrisponda alla pressione di vapore P.

Il vapore circola nel tubo t con velocità proporzionale a detta pressione, diminuita delle resistenze r , e sfugge per t' nell'aria.

Se il tubo t alimenta un radiatore R (fig. 621) e si suppone che il rubinetto s lasci passare, al massimo, la quantità di vapore che questo radiatore può condensare, si verificano nel sistema le pressioni seguenti: la pressione P in caldaia, la quale innalza al livello 2-2 l'acqua nel tubo di ritorno; la pressione $P - r$ in corrispondenza del rubinetto s , essendo r le resistenze nel tratto dalla caldaia ad s , ed infine una pressione $P' < P - r$ nel radiatore, perchè non tutto il vapore della caldaia passa per s ; oltre a ciò P' è un po' minore della pressione atmosferica che esiste nel tubo di ritorno t' .

Si stabilisce così, per effetto di queste pressioni ordinate, una rapida circolazione del vapore dalla caldaia al radiatore. Se il rubinetto s è ben regolato, nel tubo t' in comunicazione con l'atmosfera non arriva, per gravità, che l'acqua condensata dal radiatore; e, per la stessa causa, quest'acqua ritorna in caldaia a misura che procede la vaporizzazione in caldaia.

Il sistema a ciclo aperto presenta, su quello a ciclo chiuso, il notevole vantaggio di richiedere condotti di piccolo diametro, perchè il sistema funziona senza pressione nel ritorno, e basta che la pressione P in caldaia sia maggiore delle resistenze r nel tratto dalla caldaia al radiatore.

Siccome i condotti principali di distribuzione possono essere facilmente nascosti, si calcolano di grande diametro, basandosi sulla velocità di $15 \div 25$ metri per minuto secondo. Invece i tubi di raccordo coi radiatori possono essere di piccolo diametro, potendo regolare opportunamente la immissione del vapore nel radiatore col rubinetto s , all'apertura massima del quale corrisponde il massimo di potenza riscaldante del radiatore, mentre se l'apertura è minore, il vapore non riempie che una parte del volume del radiatore, e la potenza calorifica di quest'ultimo diminuisce. Questo solo rubinetto s sul condotto di distribuzione è sufficiente, perchè nel condotto di ritorno l'acqua di condensazione, essendo alla pressione atmosferica, non può far ritorno al radiatore quando il rubinetto s è chiuso.

I purgatori d'aria non sono più necessari, perchè quando il vapore arriva nel serbatoio, cioè il rubinetto s è aperto, caccia dinanzi a sé l'aria che, per il tubo di ritorno, esce nell'atmosfera. Quando poi il rubinetto è chiuso, si produce nel radiatore un vuoto parziale che richiama l'aria dal tubo di ritorno. Se il rubinetto s è parzialmente aperto, si ha nel radiatore una pressione di poco superiore alla atmosferica, ed esso è pieno di vapore; ma se questa tende a diminuire, una certa quantità d'aria ritorna

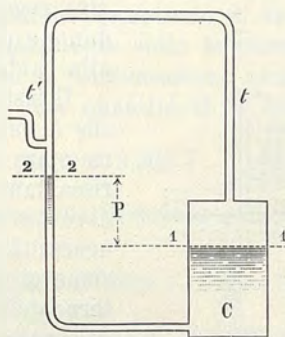


Fig. 620.

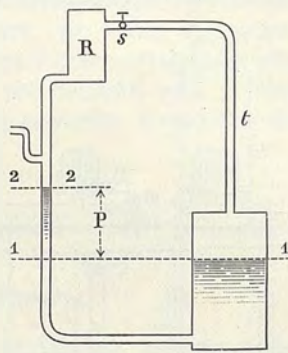


Fig. 621.

nel radiatore abbassando la pressione sino alla atmosferica e la sua potenza calorifica diminuisce.

Se le pendenze sono opportune, il radiatore chiuso si vuota completamente dell'acqua di condensazione, perciò non si verificano i rumori dovuti all'urto del vapore con l'acqua all'inizio del funzionamento.

Una delle difficoltà nell'applicazione di questo sistema è la regolazione del rubinetto s , perchè, se è possibile fissare la pressione in caldaia, è impossibile di determinare con precisione la pressione del vapore in arrivo al radiatore, dipendendo questa dalla valutazione delle resistenze incontrate nel condotto, la quale non si può fare che in modo approssimato. Inoltre la regolazione è fatta per una pressione massima; se questa viene superata, passa troppo vapore nei radiatori più vicini alla caldaia, e allora una parte di questo passa nel condotto di ritorno e urta con rumore contro l'acqua di condensazione, producendo gli stessi inconvenienti che si verificherebbero per una cattiva regolazione del rubinetto s ; occorre dunque un buon regolatore di pressione alla caldaia.

Il sistema presenta inoltre il difetto che il vapore impiega un certo tempo a riempire il volume dei radiatori, che si riscaldano quindi lentamente, e di richiedere un alto locale sotterraneo, per la necessità di collocare un vaso di espansione al disotto del livello del tubo di ritorno dell'acqua condensata, e al disopra del livello dell'acqua in caldaia, ad un'altezza corrispondente alla pressione di funzionamento.

Nonostante questi difetti, i tecnici sono concordi nell'asserire che, impiegando una caldaia a funzionamento continuo, con buon regolatore di pressione e adatti rubinetti regolabili ai radiatori, il sistema è il migliore tra quelli a vapore a bassa pressione, ed uno dei migliori sistemi di riscaldamento attualmente in uso.

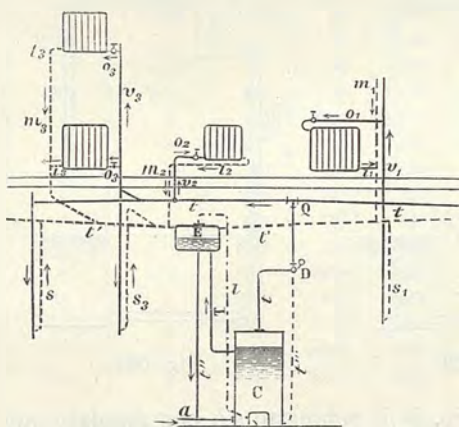
Fig. 622. — Schema d'impianto di riscaldamento a vapore a bassa pressione a ciclo aperto.

Lo schema che riassume la particolarità del sistema è quello rappresentato dalla fig. 622. Come nella fig. 619, i tubi di ritorno dell'acqua di condensazione sono punteggiati. Lo schema è di per sé stesso chiaro. Dalla caldaia C , a funzionamento continuo e munita degli accessori ordinari, si staccano due tubi, dei quali uno, il *tubo di sicurezza* T , si raccorda a pochi centimetri al disotto del livello normale dell'acqua in caldaia, l'altro t'' si raccorda al basso, ed è il tubo che raccoglie l'acqua di condensazione; generalmente a questo si fa l'attacco del tubo a per l'alimentazione d'acqua.

Entrambi i tubi sboccano nel vaso di espansione E , posto, come si è visto, ad una altezza dal livello dell'acqua in caldaia, corrispondente alla pressione di funzionamento. In questo serbatoio immette il condotto t' di ritorno, ed esso è in comunicazione con l'aria mediante il condotto l .

Il vapore entra nel condotto di distribuzione t , attraversa l'apparecchio D , che lo essicca, rimandando l'acqua separata in caldaia per il tubo t''' , e si eleva fino al punto Q , dal quale si dirama in varie direzioni con pendenza di 1 a 2 mm. per m. ed alimenta le colonne verticali $v_1 v_2 v_3$. Da queste si staccano i tratti $o_1 o_2 o_3$, che vanno ai rubinetti dei radiatori, con una pendenza verso questi di 1 a 2 mm. per metro.

I raccordi $l_1 l_2 l_3$ di ritorno pendono, con 2-3 mm. per m., verso le colonne verticali di ritorno $m_1 m_2 m_3$, le quali scendono, senza gomiti o contropendenze, ai tubi



di ritorno t' , che immettono, con pendenza di 2 o 3 mm. per m. nel serbatoio E. I condotti principali $t t$ si raccordano nel punto più basso con un sifone o , i cui rami hanno lunghezza corrispondente almeno alla pressione massima P .

In questo modo il vapore e l'acqua di condensazione circolano sempre nello stesso senso. Altri sifoni, come $s_1 s_3$, dovranno collocarsi nei punti rialzati e al disotto delle colonne verticali, le sole parti del sistema nelle quali il vapore e l'acqua di condensazione circolino in senso inverso.

Si riporta dal libro dell'ing. Debesson la tabella LXVI (v. pag. 330), calcolata per una velocità di circolazione di 15 m. per secondo, una pressione di vapore di 100 gr. e una perdita di carico di 0,0007 per metro. A questa pressione la temperatura del vapore è di 102° , il suo peso per m. cubo di Kg. 0,6284; la quantità di calorie cedute per condensazione è $606,5 + (0,305 \times 102) = 637,65$, delle quali 537 sono utilizzate per il riscaldamento e 100 ritornano in caldaia con l'acqua di condensazione. Si ricorda, infatti, che le esperienze di Regnault permettono di asserire che 1 Kg. di vapore, immesso nella superficie di riscaldamento sotto la pressione P , che corrisponde alla temperatura T , e la di cui acqua di condensazione entra nei condotti alla temperatura di 100° , mette in libertà una quantità Q di calore espressa in calorie dal numero

$$Q = 606,5 + 0,305 T - 100.$$

Se il vapore è condensato, cioè alla pressione atmosferica $T = 100^\circ$, la quantità di calore emesso è

$$Q = 606,5 + (0,305 \times 100) - 100 = 537 \text{ calorie.}$$

Le superficie di radiazione sono stabilite in base al rendimento indicato nella tabella a pag. 271, per il vapore alla pressione di 100 grammi:

| | |
|--|----------------------------------|
| Trasmissione per metro quadrato . . . | 960 calorie |
| Vapore condensato per metro quadrato . . | $960 : 537 = \text{Kg. } 1,587.$ |

I condotti di ritorno potrebbero avere piccolo diametro, essendo il volume dell'acqua di condensazione molto minore di quello del vapore, ma essi si tengono generalmente soltanto uno o due numeri più piccoli dei condotti di distribuzione, dovendo circolare con l'acqua anche l'aria.

8) Apparecchi impiegati nel riscaldamento a bassa pressione.

Si è precedentemente accennato alle differenze di principio che passano tra i due sistemi di riscaldamento a bassa pressione a ciclo chiuso e il sistema a ciclo aperto; i due primi, come si fece osservare, presentano difetti piuttosto gravi in confronto del terzo.

Ognuno di tali sistemi comprende:

1° La caldaia, o generatore del vapore, nella quale le calorie del carbone sono trasmesse all'acqua che le immagazzina sotto forma di calore latente contenuto nel suo vapore.

2° Le condutture, che trasportano il vapore dalla caldaia alla superficie riscaldante e che riconducono alla caldaia l'acqua proveniente dalla condensazione del vapore.

3° I rubinetti, che regolano l'entrata nei radiatori del vapore proveniente dalle condutture.

4° I radiatori, o superficie riscaldanti, nei quali il vapore si condensa, che trasmettono, sotto forma di calore sensibile, per radiazione e convezione, le calorie contenute dal vapore stesso sotto forma di calore latente.

Tabella LXVI. -- Dimensioni dei condotti e delle superficie riscaldanti per il caso di riscaldamento a bassa pressione, a ciclo aperto.

| Dimensioni dei condotti in poll. inglesi | | Superficie dei radiatori lisci in metri quadrati alimentati alle distanze seguenti dalla caldaia, in metri | | | | | | | | | | |
|--|---------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Vapore | Ritorno | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 120 | 150 |
| 1/4 | 1/4 | 0,95 | 0,90 | 0,80 | 0,70 | 0,50 | — | — | — | — | — | — |
| 3/8 | 3/8 | 1,45 | 1,40 | 1,35 | 1,30 | 1,25 | 1,20 | 1,10 | 1,00 | — | — | — |
| 1/2 | 3/8 | 2,50 | 2,40 | 2,30 | 2,20 | 2,10 | 2,00 | 1,90 | 1,70 | 1,50 | 1,30 | 1,00 |
| 3/4 | 1/2 | 5,35 | 5,25 | 5,15 | 5,05 | 4,95 | 4,85 | 4,75 | 4,50 | 4,25 | 4,00 | 3,75 |
| 1 | 1/2 | 10,00 | 9,80 | 9,60 | 9,40 | 9,20 | 9,00 | 8,80 | 8,40 | 8,00 | 7,80 | 7,20 |
| 1 1/4 | 3/4 | 16,15 | 15,95 | 15,75 | 15,55 | 15,35 | 15,15 | 14,95 | 14,65 | 14,35 | 14,00 | 13,40 |
| 1 1/2 | 3/4 | 23,75 | 23,50 | 23,25 | 23,00 | 22,75 | 22,50 | 22,25 | 21,75 | 21,25 | 20,75 | 20,00 |
| 2 | 1 | 37,10 | 36,80 | 36,50 | 36,20 | 35,90 | 35,60 | 35,30 | 34,70 | 34,10 | 33,80 | 32,90 |
| 2 1/4 | 1 1/4 | 53,45 | 53,10 | 52,75 | 52,40 | 52,00 | 51,70 | 51,35 | 50,65 | 49,00 | 48,25 | 47,20 |
| 2 1/2 | 1 1/4 | 64,65 | 64,25 | 63,85 | 63,45 | 63,00 | 62,65 | 62,25 | 61,45 | 60,65 | 59,85 | 58,65 |
| 2 3/4 | 1 1/2 | 76,95 | 76,50 | 76,00 | 75,50 | 75,00 | 74,50 | 74,00 | 73,00 | 72,00 | 71,00 | 69,50 |
| 3 | 2 | 100,00 | 99,50 | 99,00 | 98,50 | 98,00 | 97,50 | 97,00 | 96,00 | 95,00 | 94,00 | 92,50 |
| 3 1/2 | 2 | 120,00 | 119,25 | 118,50 | 117,75 | 117,00 | 116,25 | 115,50 | 114,00 | 112,50 | 111,00 | 108,75 |
| 4 | 2 | 155,00 | 154,20 | 153,40 | 152,60 | 151,80 | 151,00 | 150,20 | 148,60 | 147,00 | 145,40 | 143,00 |
| 4 1/2 | 2 1/4 | 186,00 | 185,10 | 184,20 | 183,30 | 182,40 | 181,50 | 180,60 | 178,80 | 177,20 | 175,40 | 173,00 |
| 5 | 2 1/2 | 230,00 | 229,00 | 228,00 | 227,00 | 226,00 | 225,00 | 224,00 | 222,00 | 220,00 | 218,00 | 215,00 |
| 5 1/2 | 2 3/4 | 270,00 | 268,90 | 267,80 | 266,70 | 265,60 | 264,50 | 263,40 | 261,20 | 259,00 | 256,80 | 253,50 |
| 6 | 3 | 334,00 | 332,80 | 331,60 | 330,40 | 329,20 | 328,00 | 326,80 | 324,40 | 322,00 | 319,60 | 316,00 |
| 7 | 3 | 454,00 | 452,70 | 451,40 | 450,10 | 448,80 | 447,50 | 446,20 | 444,60 | 442,00 | 439,40 | 435,50 |
| 8 | 3 1/2 | 594,00 | 592,60 | 591,20 | 589,80 | 588,40 | 587,00 | 585,60 | 583,80 | 581,40 | 579,00 | 575,40 |
| 9 | 4 | 751,00 | 749,50 | 748,00 | 746,50 | 745,00 | 743,50 | 742,00 | 739,00 | 736,00 | 733,00 | 728,50 |

Osservazioni. — 1°. Le cifre esposte nella colonna « Superficie dei radiatori alimentati, ecc. » sono approssimate in eccesso; è dunque prudente di attenersi a valori minori. — 2°. Nella superficie di radiatori è compresa la superficie dei condotti di distribuzione se questi non sono avvolti in un calorifugo. — 3°. La lunghezza dei condotti è misurata dalla caldaia al radiatore, comprendendo anche quella dei condotti di maggiore diametro dei segnati, che, a partire dalla caldaia, li precedono. — 4°. La lunghezza dei condotti è quella effettiva, misurata seguendo le parti rette del condotto, aumentata della lunghezza fittizia dovuta a gomiti, risvolte, ecc. — 5°. La superficie di radiatori ad alette alimentata è maggiore di quella dei radiatori lisci sul rapporto inverso dei rispettivi poteri irradianti. — 6°. La grandezza delle superficie alimentate va diminuita di $\frac{1}{10}$ se la distribuzione di vapore è discendente.

1° Caldaie.

Il presente studio non permette che si descrivano tutte le caldaie impiegate nel riscaldamento a vapore a bassa pressione; esse sono troppo numerose. Perciò si indicheranno soltanto alcuni tipi caratteristici.

Queste caldaie hanno acquistato in questi ultimi tempi molta importanza, perchè esenti dall'obbligo della sorveglianza regolamentare e quindi anche dall'obbligo del fuochista patentato e delle periodiche visite del perito, purchè soddisfacciano alle condizioni che figurano nella concessione dichiarata nel decreto ministeriale 30 settembre 1908.

L'art. 1° di questo decreto è il seguente:

ART. 1. — Oltre le caldaie indicate nel Decreto Ministeriale 1° febbraio 1908, n. 2398, ed alle condizioni determinate dal Decreto medesimo, sono esonerate dalla vigilanza, prescritta dal regolamento approvato con R. Decreto 17 agosto 1907, n. 646, le caldaie a vapore destinate al riscaldamento di locali d'abitazione nelle quali il tubo d'aria libera, che le mette in comunicazione con l'atmosfera, abbia l'altezza non superiore a 3 m. sul livello normale dell'acqua in caldaia. Il detto tubo dovrà essere disposto in guisa che tale altezza corrisponda anche ad una pressione effettiva di 300 grammi per centimetro quadrato.

Mentre dal punto di vista tecnico non si è ancora bene d'accordo nello stabilire il limite per il quale un impianto può dirsi a bassa pressione, praticamente in Italia è dunque fissato che il valore di detto limite sia $\frac{3}{10}$ di atmosfera; in Francia, in Germania, nella Svizzera ed in Austria, tale limite raggiunge $\frac{1}{2}$ atmosfera.

Si ritiene non possano considerarsi come impianti a bassa pressione quelli la cui pressione di funzionamento sia compresa tra $\frac{5}{10}$ e 1 atmosfera, perchè a questa pressione il vapore presenta già velocità e temperatura che si discostano troppo da quelle caratteristiche della bassa pressione.

Dopo la concessione del decreto ministeriale citato, appare ancora più importante il problema della regolazione della combustione. Il buon funzionamento di una caldaia a vapore a bassa pressione dipende essenzialmente dal mantenere, per quanto è possibile, costante la pressione del vapore. D'altra parte la produzione del vapore deve seguire rapidamente le variazioni nella richiesta di calore, senza che sia perciò necessario di aumentare o di diminuire notevolmente la pressione del vapore stesso. Perciò si sono introdotti gli apparecchi *regolatori automatici della combustione*. Questi apparecchi, dei quali si dirà in seguito, impiegano la variazione di pressione del vapore richiesta per aumentare o diminuire l'attività della combustione, cioè l'accesso dell'aria al combustibile.

Inoltre le migliori caldaie a bassa pressione sono con focolare a tramoggia di riempimento e costruite di acciaio o ghisa.

Si è molto discusso e si discute sui difetti e sui vantaggi rispettivi delle caldaie di ghisa e delle caldaie di acciaio. In America vengono quasi esclusivamente usate le caldaie di ghisa. Esistono molte grandiose fonderie che fabbricano enormi quantità di caldaie di ghisa, di prezzo, perciò, molto inferiore a quelle di acciaio.

D'altra parte le caldaie di ghisa sono fragilissime e basta una dimenticanza nell'alimentazione, o un radiatore che si riempie d'acqua a detrimento della caldaia, od un ritorno che non avviene regolarmente, per determinare la rottura della caldaia di ghisa, irrimediabilmente perduta, mentre una caldaia d'acciaio è, nella maggior parte dei casi, riparabile.

Un grande vantaggio delle caldaie di ghisa è quello che, essendo composte di anelli od elementi da sovrapporsi sul posto, possono facilmente introdursi e montarsi là dove il collocare una caldaia di acciaio in un pezzo solo sarebbe di grave difficoltà. La disposizione ad anelli si presta anche per aumentare o diminuire la superficie riscaldante della caldaia, aggiungendo o togliendo uno o più anelli od elementi.

L'opinione sostenuta da pratici autorevoli è la seguente: le migliori caldaie di riscaldamento sono quelle di acciaio saldato, di costruzione analoga a quella delle caldaie industriali; e quando le circostanze obblighino a far uso di caldaie di ghisa ad elementi, si consiglia di scegliere un tipo nel quale tutte le parti esposte al fuoco abbiano internamente circolazione d'acqua.

Ciò premesso, si descrivono brevemente alcuni tipi di caldaie a bassa pressione.

Caldaia di Titel e Wolde. — È rappresentata dalla fig. 623; è del tipo delle caldaie orizzontali con galleria di riempimento e tubo a fiamma; è una forma da raccomandarsi pei sotterranei di poca altezza. La caldaia è munita del tubo distributore *a*, dello scarico di vapore *b* e del condotto *s* di ritorno.

Caldaia Koerting. — I fratelli Koerting (Körtingsdorf) costruiscono la caldaia orizzontale rappresentata dalla fig. 624. Si compone di un focolare di ghisa e di un corpo cilindrico orizzontale di lamiera d'acciaio, ha una superficie riscaldante di $m^2 18 \div 54$, è rivestita di muratura e serve per grandi impianti.

Il focolare è costituito di elementi vuoti, verticali o orizzontali, formanti graticola e magazzino di combustibile. Termina superiormente in una tramoggia che contiene una riserva di combustibile per funzionamento normale da otto a dodici ore. Il focolare

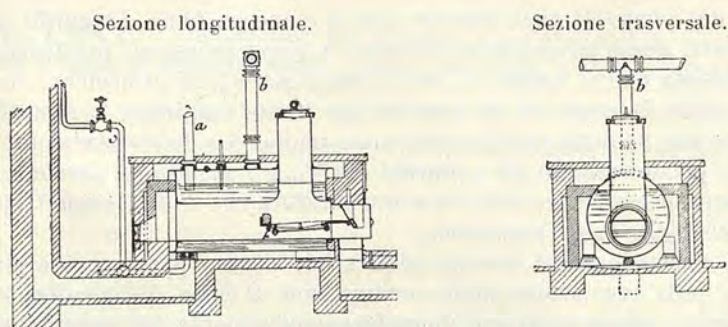


Fig. 623. — Caldaia Titel e Wolde.

a, tubo distributore; *b*, tubo di scarico del vapore; *s*, tubo di ritorno.

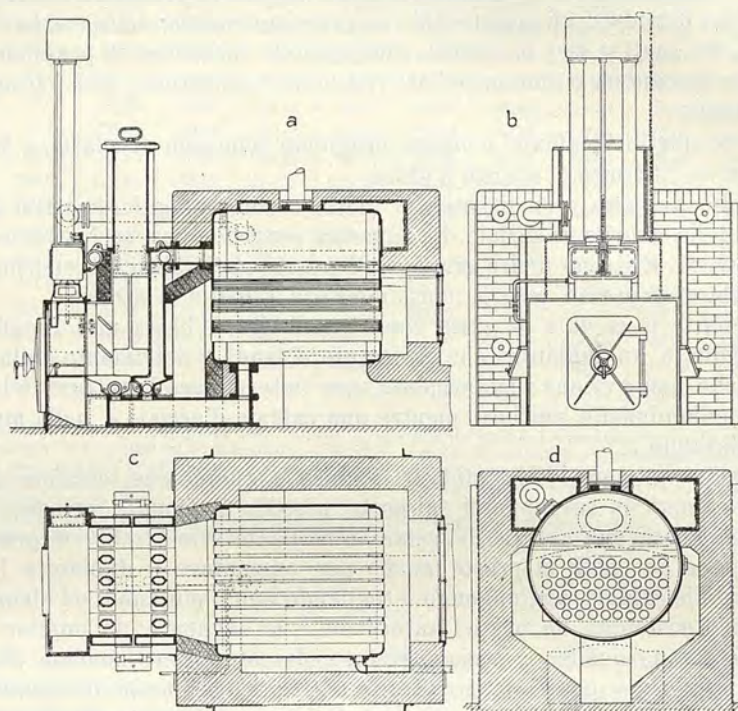


Fig. 624. — Caldaia Koerting.

a, sezione longitudinale; *b*, prospetto; *c*, pianta; *d*, sezione trasversale.

lare è unito alla caldaia per mezzo di un largo collettore, il quale stabilisce una comunicazione diretta tra le parti inferiori del corpo tubolare e gli elementi del focolare. In tal modo l'acqua si riscalda dapprima attraversando il corpo tubolare e penetra quindi negli elementi del focolare (i quali, essendo in contatto col combustibile, hanno temperatura molto elevata) producendosi così una circolazione regolare.

I prodotti della combustione passano nei tubi e vanno al camino lambendo le pareti del corpo cilindrico.

La costruzione di questa caldaia, per quanto complicata e ingombrante, assicura alla caldaia stessa un buon rendimento. Il focolare, essendo pieno d'acqua, è meno facilmente soggetto a consumo; è però esposto al pericolo, del resto poco probabile,

di una momentanea mancanza d'acqua; nel qual caso, essendo di ghisa, sarebbe inevitabile una rottura.

Caldaia verticale Bechem e Post (Hagen) (fig. 625). — La tramoggia di riempimento è centrale. La muratura *f* circonda la caldaia *a* in modo da contenere un condotto *g*, attraverso il quale i gas combusti possono passare dal tubo del fuoco *c* nel condotto *h*.

Dalla caldaia, munita di tubo di vetro *p*, indicatore di livello, partono: il tubo *s*, il quale serve allo scarico del vapore e nel tempo stesso al ritorno dell'acqua di condensazione, il tubo verticale *o* ed il tubo *r* conducente ad un serbatoio di alimentazione.

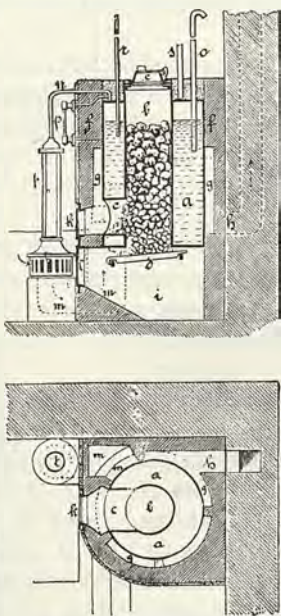


Fig. 625. — Caldaia verticale Bechem e Post.

a, caldaia; *g*, vano intorno alla caldaia; *f*, muratura; *c*, passaggio dei gas della combustione in *g*; *h*, camino; *p*, indicatore di livello; *s*, scarico del vapore e ritorno dell'acqua condensata; *r*, tubo del serbatoio di alimentazione; *k*, porta del focolare; *l*, porta del cinerario; *t*, regolatore di pressione (vedi fig. 629); *m*, canale d'aria alla graticola.

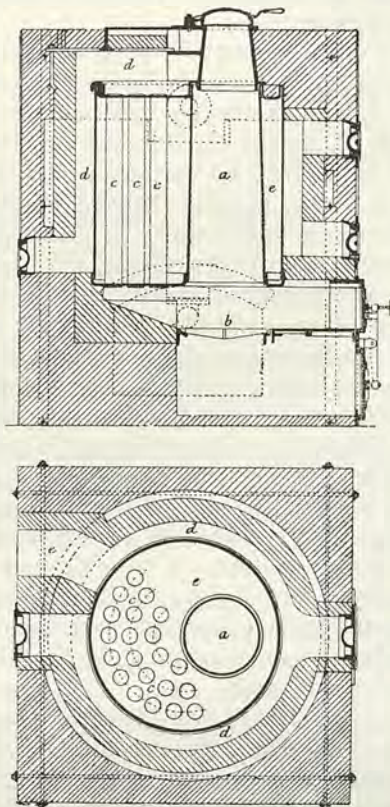


Fig. 626. — Caldaia Rietschel e Henneberg.

a, tramoggia; *b*, graticola; *c*, tubi a fuoco; *d*, vano intorno alla caldaia; *e*, camino.

Appena il livello d'acqua in caldaia scende al disotto dell'imbocco del serbatoio, il vapore che entra nel tubo *o* mette in azione un fischio d'allarme. La porta *k* del focolare e la porta *l* del cinerario sono accoppiate in guisa che quest'ultima non può essere aperta se non è aperta l'altra, e ciò per impedire che col solo aprire della porta *l* per levare la cenere la combustione venga troppo attivata e la caldaia si riscaldi eccessivamente. La porta *k* del focolare può venire aperta da sola, quando si debba rallentare rapidamente la produzione del vapore o si voglia spegnere il fuoco. Questa semplice precauzione, nei riguardi della sicurezza del funzionamento, è da tenersi presente, perchè la pratica insegna che, in mancanza di un fuochista patentato (come si vide, non obbligatorio per le caldaie a bassa pressione), anche le prescrizioni più chiare vengono spesso fraintese dal personale inesperto addetto al servizio.

Caldaia Rietschel e Henneberg (Berlino) (fig. 626). Allo scopo di accrescere la superficie riscaldante della caldaia verticale, vi si applicano dei tubi a fuoco *c*, il numero dei quali dipende dall'area della superficie riscaldante richiesta.

La copertura superiore di ghisa viene semplicemente estesa allo spazio occupato dai tubi, la parte rimanente viene coperta con la muratura.

Altre caldaie orizzontali tubolari sono costruite dalla casa Sulzer (Winterthur, Svizzera). Hanno superficie riscaldanti di $m^2 14 \div 40$, focolare interno, magazzino di combustione centrale, tubi orizzontali, aumentati di alcuni tubi Field posteriormente al focolare, e ritorno di fiamma attorno al cilindro, tra questo e l'involuppo di muratura.

Caldaie orizzontali tubolari, simili per tipo a quelle Koerting, sono pure costruite in Germania dalle officine Kaiserslautern.

Caldaie cilindriche verticali, con involuppo di muratura, sono costruite in Inghilterra dalla casa Hartley and Sugden (Halifax), e su questo tipo in Francia sono le caldaie Garnier e Courtaud, Leroy et C., Nessi Frères, Chappée et fils (Mans).

In Italia, la ditta Balconi (Sesto S. Giovanni) si è dedicata con successo alla costruzione delle caldaie di ghisa ad elementi sovrapposti, specialmente adatte per riscaldamento a termosifone, del quale si tratterà in seguito.

In commercio si trovano molti tipi di caldaie, generalmente vendute a prezzo mite. È da tener presente che la caldaia costituisce la parte più importante di un impianto di riscaldamento e che, per alcune di esse, la ragione economica può aver fatto trascurare parecchi particolari interessanti, i quali costituiscono il pregio delle caldaie che vanno sotto il nome di note case costruttrici.

Per verificare la regolarità di funzionamento di una caldaia è necessario che questa possieda un manometro molto sensibile ed un livello d'acqua. Le valvole di sicurezza non sono imposte quando la caldaia è in comunicazione con l'atmosfera per mezzo di un tubo di sicurezza o di un serbatoio di espansione. È bene che la caldaia possieda un fischio d'allarme o un indicatore elettrico per segnalare un eccesso di pressione o una deficienza d'acqua. L'alimentazione si fa automaticamente col ritorno dell'acqua condensata; la piccola quantità d'acqua che giornalmente si perde si sostituisce prendendola da un rubinetto della distribuzione d'acqua. Gli alimentatori automatici non sono consigliabili.

Una caldaia di riscaldamento deve essere infine munita di un accessorio della massima importanza, cioè, come già si è accennato, di un *regolatore di pressione* molto sensibile, allo scopo di proporzionare la intensità della combustione alla quantità di vapore condensata nei radiatori. In generale il regolatore agisce sulla quantità d'aria che entra sotto la graticola; se arriva meno aria, la combustione diminuisce. Ma questa chiusura generalmente non basta; è necessario che il regolatore agisca nel tempo stesso sul tirante del camino, senza però chiudere completamente la sezione di passaggio dei gas.

I tipi di regolatori sono numerosi, ma si possono riunire in due categorie: regolatori a membrana elastica e regolatori a tubo manometrico, ad acqua od a mercurio.

La fig. 627 rappresenta schematicamente la disposizione di un regolatore a membrana. La membrana elastica, di caoutchouc o di metallo ricotto, viene serrata tra due calotte emisferiche, e la pressione della caldaia agisce su di essa per mezzo di un sifone d'acqua. Le deformazioni della membrana si trasmettono, per mezzo di una asta verticale, alla leva orizzontale articolata su di un asse e munita di contrappeso scorrevole.

A questa leva sono attaccate le due catene che agiscono sull'apparecchio di regolazione all'ingresso dell'aria sotto il focolare, e su quello del camino. Spostando il

contrappeso lungo l'asta della leva, si può facilmente determinare lo sforzo sotto il quale la leva si innalzerà e quindi la pressione per la quale la caldaia è regolata.

Questo regolatore ha il vantaggio di essere molto semplice; la membrana può durare qualche anno, costa poco ed è facilmente sostituibile; inoltre, se il caoutchouc è di buona qualità e la leva è ben equilibrata, con articolazioni a coltello e cuscinetti di bronzo, il regolatore riesce abbastanza sensibile.

Tra i regolatori ad acqua si cita, più per il suo interesse storico che per la bontà dell'apparecchio, il regolatore Kauffer e C. (Magonza) (fig. 628). Si utilizza direttamente l'acqua della caldaia innalzata dal vapore nel tubo indicatore verticale *a*. Con l'alzarsi

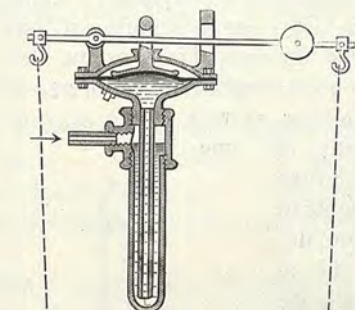


Fig. 627. — Regolatore di pressione a membrana.

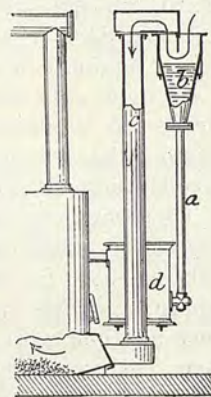


Fig. 628. — Regolatore ad acqua Kauffer e C.

del livello dell'acqua nel recipiente *b*, munito di parete divisoria, diminuisce sempre più la sezione di passaggio dell'aria al tubo *c*, che sbocca sotto la graticola, e la ostruisce per la pressione massima consentita; allora la combustione si arresta.

Questo regolatore ha il vantaggio di non possedere parti mobili, ma presenta, tra altri, il difetto di esigere in caldaia un livello d'acqua costante, ciò che è impossibile di ottenere e che, d'altra parte, non è neppur necessario per il buon funzionamento dell'impianto.

I regolatori a mercurio sono applicati nella maggior parte delle caldaie di fabbrica tedesca, e sono generalmente composti di una campana o asta mobile, la cui parte inferiore pesca in un bagno di mercurio, formante chiusura, mentre la parete superiore si solleva ed agisce sopra una leva nello stesso modo che si è descritto per i regolatori a membrana.

Il regolatore Bechem e Post è rappresentato nella fig. 629. L'ingresso dell'aria alla graticola è regolato dal *piatto a ventola* *f*, il quale è fissato al tubo *a* assicurato alla molla *e*. Il tubo *a* è in parte ripieno di mercurio *h*, nel quale pesca il tubo fisso *b*, interno al tubo *a* ed in comunicazione col generatore di vapore. Se il consumo di calore diminuisce e quindi la

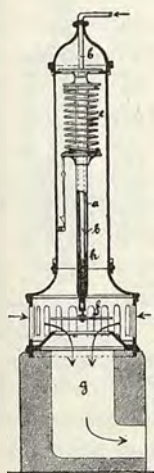


Fig. 629. — Regolatore Bechem e Post.

pressione tende ad aumentare in seguito alla meno rapida evaporazione nei corpi riscaldanti, il vapore nel tubo *b* spinge verso il basso il tubo *a* e con esso il piatto *f*, il quale, discendendo, restringe l'accesso dell'aria al canale *g* e quindi alla graticola (fig. 629).

In conseguenza di questa ridotta introduzione d'aria, il fuoco si allenta e lo sviluppo di vapore scema in relazione al diminuito consumo di calore. Se invece il consumo di calore aumenta, cioè nei radiatori la evaporazione avviene più rapidamente, la pressione nel condotto di vapore *b* diminuisce; la molla *e* è quindi in grado di alzare il piatto *f*. Per tal modo entra alla graticola una maggior quantità di aria, la combustione viene attivata e la pressione del vapore aumenta come richiede l'aumentato consumo.

Anche i regolatori Koerting sono a mercurio. Uno dei primi tipi della casa si compone (fig. 630) di un recipiente *b* ripieno di mercurio, il quale, per mezzo d'un tubo *a*, è in comunicazione col vapore. Questo spinge il mercurio nel tubo *c* in modo che si solleva contemporaneamente il galleggiante *d*. Questo galleggiante comanda, per mezzo dell'asta verticale *e*, le valvole *f-g*, che regolano l'immissione dell'aria sotto la graticola. Se la pressione aumenta e sorpassa il limite fissato, regolato dai contrappesi *n*, aggiunti in numero più o meno grande sull'asta di sostegno *e*, le valvole *f-g* chiudono l'immissione dell'aria sotto la graticola. Contemporaneamente un gancio fissato all'asta *e* solleva un'altra valvola *k* che apre un altro ingresso all'aria nel tubo del fumo.

Un secondo tipo di regolatore Koerting è quello rappresentato dalla fig. 631. La pressione del vapore fa salire l'acqua che si trova nel tubo *a*. Il galleggiante pieno *b* subisce perciò una spinta dal basso verso l'alto, in modo che il peso *c* può chiudere i due piatti *d-d* che chiudono le aperture al focolare. La pressione del vapore che si desidera viene ottenuta con lo spostamento del peso *c*. Il galleggiante *e*, in caso di mancanza d'acqua in caldaia, agirà in modo da impedire egualmente che arrivi aria al focolare. L'apparecchio è munito di un manometro *f*.

È possibile di regolare l'apparecchio per una determinata pressione, variando la posizione del contrappeso mobile sopra la leva orizzontale.

Per i regolatori a membrana gli inconvenienti derivano dall'esistenza delle articolazioni, ai quali però è possibile di rimediare, ma è impossibile di togliere i difetti dovuti al liquido nei regolatori ad acqua ed a mercurio. Per i primi è necessario mantenere, con un dispositivo speciale, il volume d'acqua costante e verificarlo di frequente; il mercurio si ossida superficialmente, si copre di polvere e occorre rinnovarlo.

Oltre i descritti, esistono molti altri tipi di regolatori, nè si pretende di aver accennato ai migliori: soltanto si è voluto dare esempio del principio sul quale essi si basano, che, per ogni categoria, è il medesimo, per cui i diversi apparecchi differiscono solo per alcuni particolari.

È tanto più probabile il buon funzionamento di un regolatore, quanto più la sua costruzione è semplice e pratica, anche perchè deve essere osservato e capito dal personale addetto al servizio delle caldaie, che generalmente non è, nè occorre sia, come quello destinato a condurre macchine di grande precisione.

Separatori d'acqua e di vapore. — Quando la pressione in caldaia aumenta rapidamente, il vapore si lancia con violenza per il condotto di distribuzione e trascina

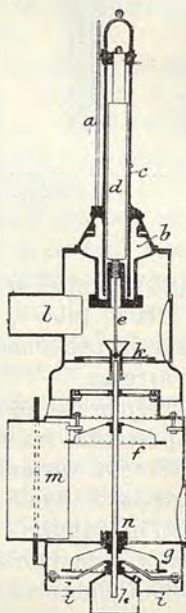


Fig. 630. — Regolatore Koerting.

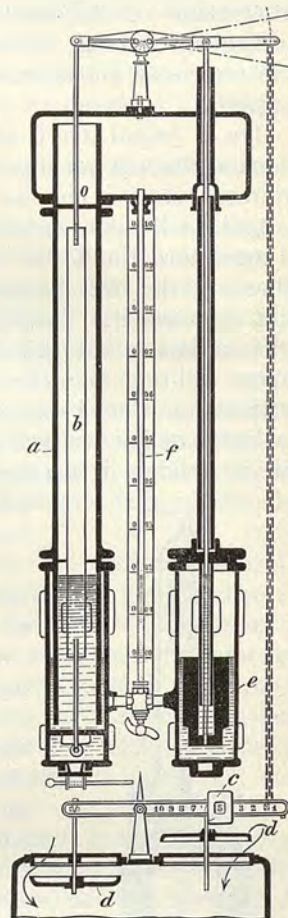


Fig. 631. — Regolatore di pressione Koerting.

con sè una grande quantità di acqua, che i sifoni comunicanti con il condotto di ritorno non riescono a ricondurre che in parte in caldaia; perciò il vapore circola difficilmente e l'impianto funziona male. Per rimediare all'inconveniente, si obbliga il vapore ad attraversare un *separatore* prima di arrivare al tubo di distribuzione. Questi separatori sono tutti basati sul principio di obbligare il vapore misto ad acqua a cambiare bruscamente e varie volte di direzione, in un grande spazio, al basso del quale si raccoglie l'acqua; verso l'alto il vapore purgato imbocca il condotto che alimenta i radiatori.

2° Conduitture.

L'aumento del prezzo del rame ha soppresso quasi completamente l'uso delle condutture di rame, e, d'altra parte, i perfezionamenti ottenuti nella fabbricazione dei tubi di ferro ne hanno reso comune l'impiego. È però necessario di assicurarsi sulla qualità dei tubi forniti, i quali dovranno essere grossi e saldati per sovrapposizione e non per ravvicinamento.

I raccordi si fanno di ghisa a impanatura conica, la giunzione si ottiene semplicemente chiudendo il tubo nel raccordo, dopo di aver passato nei filetti di vite un po' di minio diluito. Un miglior raccordo si ottiene chiudendo una filettatura un po' conica in un'impanatura cilindrica: con questo sistema si possono adoperare dei raccordi di ghisa malleabili, con il vantaggio di un giunto meno massiccio e di ottenere la giunzione con una stretta leggera.

Quando il diametro interno dei tubi è superiore ai 4 pollici (circa 100 mm.), l'uso dei raccordi diventa scomodo e si preferisce giuntare i tubi di ferro o di acciaio dolce Martin-Siemens, o adoperare tubi d'acciaio senza saldatura e unirli col mezzo di briglie. Tra le due briglie si interpone una guarnitura, preferibilmente di rotelle di foglie di piombo o d'amianto della grossezza di 3 o 4 mm., queste ultime coperte di piombaggine o di un grasso speciale: oppure la medesima rotella di piombo o d'amianto posta tra due lamine di rame rosso molto sottili, con lo scopo di impedirne il consumo. Quest'ultimo giunto è perfetto, economico ed è noto sotto il nome di giunto metalloplastico.

La giunzione che offre i migliori requisiti è senza dubbio quella che può ottenersi con la saldatura ossidrica od acetilenica; infatti, oltre la grande facilità e rapidità di esecuzione sul posto, questa saldatura rende quasi impossibili le fughe e riesce economica.

I tubi di ghisa non vengono quasi mai adoperati per il riscaldamento a vapore a bassa pressione, perchè costosi, pesanti e di breve lunghezza. Così pure i tubi di rame, come si disse in principio, non vengono mai adoperati in grandi diametri, per l'alto prezzo del metallo e per la difficoltà del lavoro di montatura. Soltanto in qualche caso, per impianti di lusso, possono essere adoperati i tubi di piccolo diametro.

Se i condotti non devono contemporaneamente servire come corpi riscaldanti, è importante di rendere minime le perdite di calore attraverso le pareti dei tubi stessi. Non è possibile praticamente di ottenere un calorifugo perfetto, che cioè impedisca assolutamente le perdite in questione, perchè tutti i corpi sono, in grado diverso, conduttori del calore; ma si possono ottenere dei buoni calorifughi, con i quali, cioè, si possono ridurre le perdite al 5 o 6 %, il che equivale ad una economia non indifferente.

I mezzi isolanti messi in commercio sono numerosi, ma differiscono sensibilmente per la loro qualità e durata; perciò è necessario, specialmente trattandosi di grandi impianti, di farne una scelta accurata e domandare garanzie positive. Un buon calorifugo deve essere di facile applicazione e facilmente levabile e riparabile; naturalmente incombustibile, leggero e durevole. Non deve assorbire facilmente l'umidità,

nè marcire o mandare odore riscaldandosi; non deve nè screpolarsi nè staccarsi in seguito alle variazioni di lunghezza del condotto. Per i tubi di riscaldamento a bassa pressione basta un rivestimento con cuscinetti speciali costituiti di ritagli di sughero mescolati a terra fossile, racchiusi in un involuppo di tela juta; si applicano direttamente sui tubi con filo di ferro.

Anche l'asbesto è un buon isolante, ma di prezzo elevato.

3° Rubinetti.

È necessario che la quantità di vapore introdotta nei radiatori sia tale da potervi essere intieramente condensata: da ciò l'importanza che hanno i rubinetti posti all'ingresso dei radiatori per regolare l'entrata del vapore stesso.

I rubinetti in uso negli impianti di riscaldamento a bassa pressione e a ciclo chiuso, a condotto unico o a due condotti sono semplici valvole, composte di una animella mobile posta all'estremità di un'asta a vite, la quale chiude più o meno la sede del rubinetto.

Questo tipo di rubinetto non permette la regolazione necessaria per il sistema a ciclo aperto. Esistono perciò in commercio vari modelli di questi rubinetti. È essenziale di esigere che la regolazione possa farsi con piccole variazioni di apertura e non di mezzo in mezzo giro, come alcuni rubinetti a quadrante di fabbrica tedesca; e che il movimento dell'organo regolatore sia indipendente dal movimento dell'organo di chiusura. Le particolarità costruttive hanno secondaria importanza, quando queste condizioni si trovino soddisfatte; perciò non si crede necessario farne cenno anche per la natura di questo studio; soltanto si consiglia, prima di impiegare questo accessorio, di esaminarlo attentamente e di farsene spiegare il funzionamento.

4° Superficie di radiazione.

Le superficie di radiazione poste nei locali da riscaldare, e che trasmettono il loro calore direttamente per radiazione e convezione, vanno distinte da quelle che riscaldano, al loro contatto, l'aria presa dall'esterno, e la inviano quindi nel locale.

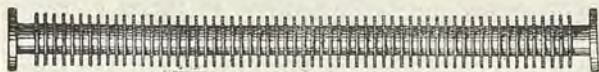


Fig. 632. — Superficie di radiazione ad alette.

Può darsi ancora il caso misto di apparecchi che, pur riscaldando per radiazione, ricevano aria dall'esterno, la quale si scalda a contatto di parte della loro superficie prima di essere inviata nel locale.

Qualunque sia il caso, la superficie di radiazione è sempre ad alette o liscia. La superficie ad alette è rappresentata, nella sua forma più comune, da un tubo di ghisa con alette circolari o quadrate (fig. 632).

Le stufe o radiatori ad alette sono costituite dalla riunione di diversi elementi ad alette verticali, od inclinate (fig. 633-635, 636-637). Questi ultimi hanno il vantaggio di creare delle correnti d'aria oblique, e di evitare in parte su di essi il deposito di polvere che costituisce, dal punto di vista igienico, un grave difetto delle superficie ad alette in genere. Il rendimento è al massimo di 500 o 600 calorie per metro quadrato di superficie, corrispondente a Kg. $1,0 \div 1,2$ di vapore condensato per metro quadrato. Per il riscaldamento di serre o di edifici industriali, i radiatori tubolari ad alette possono essere molto convenienti, per il loro basso prezzo e per la estesa superficie riscaldante.

Le superficie di radiazione di ghisa lisce, o radiatori, sono importate dall'America. Sono così conosciute ormai, che sarebbe superfluo descriverle a lungo. Sono composte

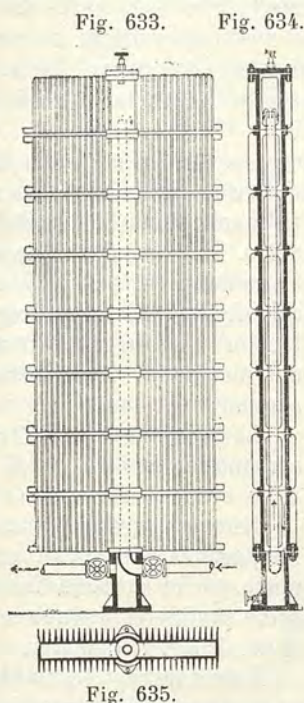


Fig. 633 a 635. — Radiatore ad alette verticali.

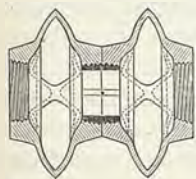


Fig. 639. — Giunzione degli elementi.



Fig. 640. — Elemento a doppia colonna.

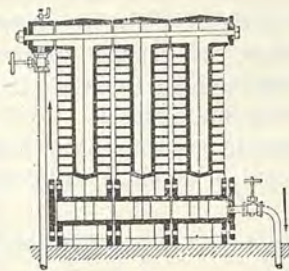


Fig. 636.



Fig. 637.

Fig. 636 e 637. — Radiatore ad alette inclinate.

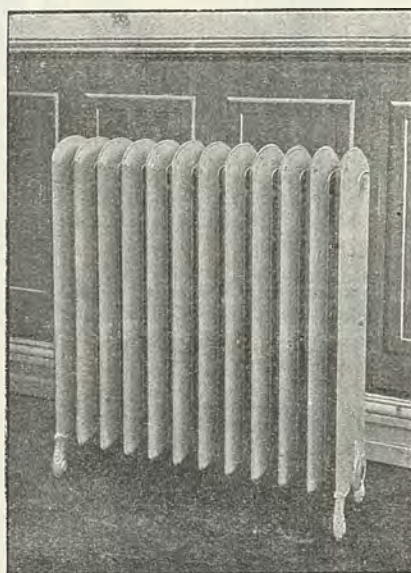


Fig. 638. — Radiatore con elementi lisci.

di vari elementi riuniti in modo da formare la superficie richiesta (fig. 638). La unione è generalmente fatta in linea retta (fig. 639), ma si fanno anche unioni curve.

Gli elementi possono essere composti di una sola colonna vuota (semplici), o composti di due colonne (doppi) (fig. 640), o di tre colonne (tripli).

I radiatori sono lisci, od ornati; condensano circa 2 Kg. di vapore per metro quadrato di superficie riscaldante. Essendo il loro prezzo di poco superiore a quello dei radiatori ad alette, e igienicamente molto migliori, è prevedibile che finiranno per sostituirsi completamente a questi ultimi.

L'industria nazionale (Ditta Balconi Luigi, Milano; Società Nazionale dei Radiatori, Brescia; Koerting, ed altre) produce radiatori di fusione, lavorazione e montatura paragonabili a quelli delle migliori Case estere.

Per quanto sia perfezionata la costruzione dei radiatori, anche dal punto di vista estetico, è però certo che, soprattutto quando si tratta di locali decorati con grande ricchezza, sarebbe preferibile che il radiatore fosse nascosto. Ma il sistema di racchiudere i radiatori in speciali involucri, o in vani delle pareti, non è consigliabile.

Si è cercato di approfittare della presenza del caminetto, che tanta parte può avere nella decorazione della sala. Se il caminetto non si vuole accendere, si colloca il radiatore nel focolare; esso scalda, o per radiazione diretta, o con presa d'aria, e può restare visibile, come può anche essere facilmente nascosto da una lastra di ferro o di rame posta anteriormente e forata.

Alcune ingegnose disposizioni si sono studiate per poter anche accendere il caminetto. Sono tutte basate sul principio di collocare apparecchi riscaldanti, di forma adatta,

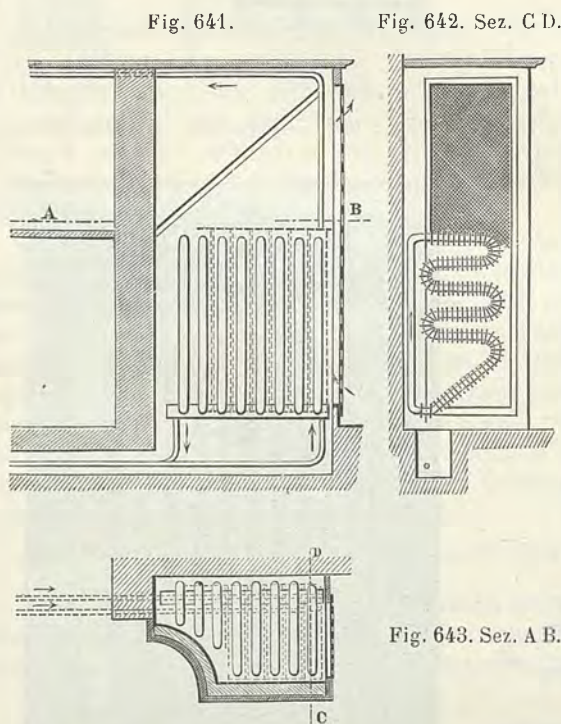


Fig. 641 a 643. — Disposizione di Grouvelle e Arquembourg per collocare un radiatore nel fianco di un caminetto.

Questa contropressione può prodursi o con un liquido (acqua) o meglio con l'aria. In questo caso la contropressione varia con la pressione barometrica, la quale può quindi influire sulla quantità di vapore che penetra nel radiatore. Per evitare che, per aumentata pressione, penetri nel radiatore tanto vapore da non poter essere tutto condensato, per modo che una parte si spingerebbe nel condotto dell'acqua di condensazione, si munisce il radiatore di speciale rubinetto di scarico, che impedisce al vapore di entrare nel detto condotto, lasciando passare l'aria.

Per quanto buona sia la regolazione, i radiatori raggiungono sempre temperature elevate, ciò che è causa di vari inconvenienti. L'aria che lambisce le superficie radianti si muove intorno ad esse con sensibile velocità, producendo correnti spiacevoli. La polvere depositata sui radiatori brucia producendo odori sgradevoli, i quali viziano l'aria. Per evitare questi inconvenienti sarebbe necessario poter regolare la temperatura dei radiatori in modo che essa non superasse gli 80° C. Tale regolazione si ottiene difficilmente sia introducendo il vapore dall'alto, sia dal basso. Se si vuol mantenere la stufa

nel fianco o nei fianchi del caminetto. La forma più opportuna è quella di batterie di tubi a piccole alette, del tipo automobile. Il calore esce da griglie incastrate nel marmo di rivestimento del camino.

Le figure 641-642-643 rappresentano la disposizione di Grouvelle e Arquembourg.

Esistono pure radiatori aventi l'apparenza esterna di un caminetto, e che possono funzionare come caminetti, quando si prendano alcune precauzioni.

Riassumendo, si può dire che, se nessuna delle disposizioni esistenti soddisfa completamente, esse sono tuttavia da incoraggiarsi quali apprezzabili tentativi per la soppressione dei radiatori, la cui vista guasta molte volte l'effetto di una decorazione artistica dell'ambiente.

L'emissione del calore può essere regolata coi rubinetti, mediante i quali si crea una contropressione per quanto possibile costante, che il vapore deve vincere nell'entrare nel radiatore.

a temperatura inferiore, e si chiude perciò convenientemente la valvola d'entrata, nel primo caso il vapore non basta a riempire la stufa e ne riempie soltanto la parte superiore, mentre la inferiore rimane fredda; nel secondo caso il vapore, tendendo a risalire, occupa completamente soltanto quegli elementi che sono vicini alla valvola, mentre gli elementi successivi restano pieni d'aria e quindi freddi. Si ha dunque sempre una irregolare distribuzione del calore. Per rimediarvi, la Casa Koerting ha introdotto il sistema a rivoluzione d'aria (fig. 644-645).

In questo sistema il vapore, invece di entrare da una apertura laterale della stufa, viene condotto entro un tubo disposto nella parte bassa della stufa stessa. Questo tubo porta in corrispondenza dei singoli elementi altrettanti beccucci, dai quali il vapore viene immesso nella stufa. Uscendo però con una certa velocità da questa specie di ugello il vapore trascina con sé l'aria circostante, agendo come iniettore, e la spinge nella colonna centrale del

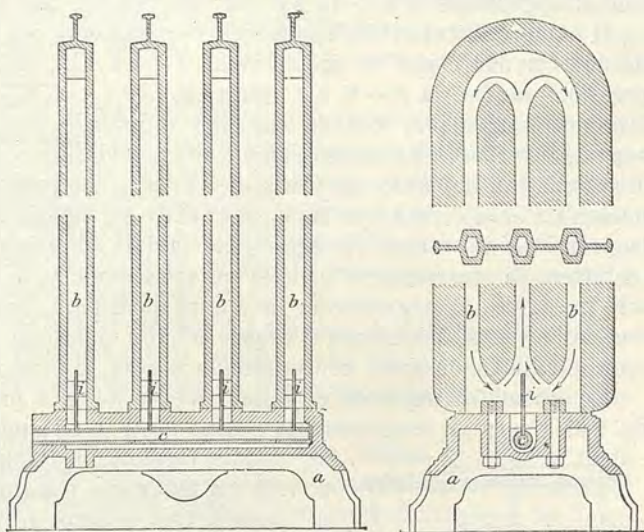


Fig. 644.

Fig. 645.

Fig. 644 e 645. — Radiatore della Casa Koerting
(sistema a rivoluzione d'aria).

radiatore. Il miscuglio vapore-aria, raffreddandosi a contatto delle pareti del radiatore, ridiscende lungo le colonne laterali, e, giunto in vicinanza del getto di vapore, viene nuovamente aspirato e spinto in alto; si ottiene così una circolazione continua. In queste condizioni il riscaldamento a vapore a bassa pressione si regola come e più rapidamente di un riscaldamento a termosifone, variando cioè la pressione in caldaia e con le valvole regolatrici a ogni stufa. Per edifici di considerevole estensione, presenta sul riscaldamento a termosifone i vantaggi di minor costo di impianto e di manutenzione.

d) Riscaldamento a vapore ad alta pressione.

α) Generalità.

Il riscaldamento a vapore ad alta pressione (superiore alle due atmosfere effettive) è specialmente usato per il riscaldamento di stabilimenti industriali, quando si possa per questo scopo far servire lo stesso generatore produttore la forza motrice o la luce dell'officina. Non è quasi mai conveniente di prendere un generatore di vapore ad alta pressione soltanto per il riscaldamento, se non nel caso che l'importanza dell'impianto sia tale, da giustificare la presenza permanente del macchinista, e che si tratti di trasportare il calore a grande distanza.

In questo caso l'impianto diventa specialmente interessante, se ad esso viene aggiunta una stazione centrale di luce elettrica, perchè, mentre il massimo consumo di calore ha luogo per un edificio nelle prime ore del giorno, il massimo consumo di luce si ha quando la richiesta di calore diminuisce, cioè nelle ultime ore del pomeriggio. Combinando i due

impianti, si può arrivare a dare alla caldaia, che li serve entrambi, un funzionamento regolare, e a diminuirne notevolmente le perdite che si verificherebbero per il diverso consumo di calore nelle diverse ore del giorno se la caldaia producesse vapore per il solo uso del riscaldamento.

Raramente però si adopera il vapore alla stessa pressione che ha nel generatore, cioè alla pressione di $8 \div 12$ Kg. per cm^2 , comune per le caldaie multitubolari.

Il numero di calorie utilizzate nel riscaldamento per chilogrammo di vapore varia da $543,1 \div 564,7$ per le pressioni da $1 \div 12$ Kg., cioè nel rapporto $1 : 1,04$. Per le pressioni medie, da $3 \div 6$ Kg. varia da $550,1 \div 556,5$, cioè nel rapporto $1 : 1,0116$. Da questi numeri si deduce che, per differenze anche grandi nella pressione del vapore, il valore della trasmissione varia pochissimo; non è quindi mai conveniente di stabilire un impianto con pressione elevata, che presenta inoltre pericoli e difficoltà notevoli. Per ciò, quando si ha da riscaldare un edificio solo, si riduce immediatamente la pressione del vapore all'uscita della caldaia col mezzo di uno speciale apparecchio (riduttore di pressione); si ha così un riscaldamento a media pressione, del quale si dirà in seguito. Quando si vuol riscaldare da una officina centrale diversi edifici distanti uno dall'altro, si fa arrivare il vapore ad alta pressione fino ad un punto centrale di ciascun edificio, da dove, con pressione ridotta, si invia nei corpi riscaldanti.

Lo schema di impianto di riscaldamento ad alta pressione è rappresentato nella fig. 646. I corpi di riscaldamento B sono posti negli ambienti stessi; razionalmente si va col condotto distributore dalla caldaia al tetto, per la via più breve, e stabilendo la diramazione con tubi conducenti ai corpi di riscaldamento.

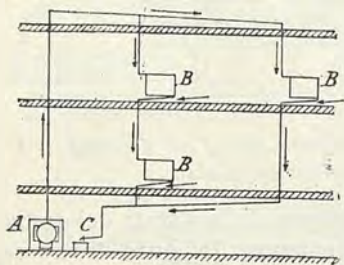


Fig. 646. — Schema di impianto di riscaldamento a vapore ad alta pressione.

A, caldaia; B, corpi di riscaldamento;
C, serbatoio dell'acqua condensata.

L'acqua di scarico si dirige, per mezzo di sottili tubi discendenti, in un serbatoio raccoglitore C situato nel sotterraneo, e dal quale passa in caldaia col mezzo di una pompa, o di altro apparecchio alimentatore. L'acqua e il vapore devono, possibilmente, percorrere il condotto nello stesso senso, onde evitare le perdite di vapore risultanti dal contatto del vapore con l'acqua corrente in senso opposto, e per evitare depositi nel condotto stesso. I condotti distributori disposti nella direzione orizzontale devono avere una pendenza di almeno $1 : 300$; i condotti ascendenti verticali de-

vono venire scaricati dell'acqua alla base. Se per la lunghezza di un condotto non fosse possibile di dare a tutto il tratto la pendenza necessaria, esso verrà collocato come nella fig. 647 e nei punti più bassi verrà munito di rubinetti di scarico o di scaricatori automatici di acqua e vapore. Il condotto raccoglitore dell'acqua di condensazione deve pure avere la pendenza $1 : 50$ nella camera delle caldaie.

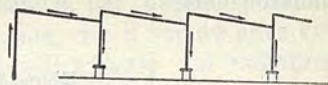


Fig. 647.

Riassumendo, l'impianto di riscaldamento con vapore ad alta pressione comprende:

- 1° La caldaia;
- 2° Un rubinetto di presa del vapore e dei rubinetti alle diramazioni;
- 3° I condotti di distribuzione;
- 4° Le superficie riscaldanti;
- 5° Gli scaricatori automatici dell'acqua condensata;
- 6° Le condutture dell'acqua di condensazione, che entra in caldaia col mezzo di un apparecchio alimentatore.

1° Caldaie.

Nel sistema di riscaldamento a vapore ad alta pressione, il vapore è quasi sempre, come si disse, fornito da una batteria di caldaie che serve già per forza motrice o per altri usi speciali; non si ritiene quindi opportuno di farne una particolare descrizione, anche perchè queste caldaie non vengono quasi mai costruite dalle Case esecutrici dell'impianto e si rinvia per ciò ai testi speciali. Naturalmente queste caldaie sono soggette alla sorveglianza regolamentare ed alle conseguenti visite periodiche, nonché all'obbligo del fuochista patentato.

Si è già accennato al fatto che il consumo di vapore per riscaldamento varia molto nelle diverse ore del giorno e per la diversa temperatura esterna. Per mettere la caldaia in condizioni di poter seguire queste variazioni, essa deve contenere una grande quantità d'acqua. Si ha un funzionamento economico quando i gas caldi arrivano al camino con una temperatura non troppo alta, e quando si accelera la circolazione dell'acqua con una conveniente costruzione delle superficie riscaldanti, o col mezzo di speciali apparecchi, onde aumentare il potere di vaporizzazione.

Il vapore dovrà essere secco, prima di entrare nel condotto di distribuzione e moderatamente surriscaldato; in considerazione delle perdite, della dilatazione dei condotti, e della solidità dei rubinetti di bronzo o di ottone, la temperatura massima non supererà i 200°.

Trattandosi di impianti importanti è raccomandabile una caldaia di riserva, onde avere la possibilità di fare riparazioni urgenti alla caldaia normalmente funzionante senza sospendere il riscaldamento. Può essere inoltre opportuno di disporre, in luogo di una sola caldaia molto grande, due o tre caldaie di minori dimensioni, onde poter provvedere al riscaldamento con tempo mite col mezzo di una o due di queste.

Nello stabilire la superficie riscaldante della caldaia è consigliabile di aumentare in lieve misura quella risultante dai calcoli, affinchè, durante l'esercizio ordinario, il riscaldamento della caldaia non riesca eccessivo.

2° Rubinetto di presa del vapore.

I rubinetti possono essere di bronzo ad alta resistenza o di acciaio. Hanno costruzione speciale molto robusta, con premistoppa, e quasi sempre con giunti a briglia (fig. 648).

3° Condotti di distribuzione del vapore.

Le condutture possono essere di rame o di acciaio senza saldature. Per l'elevato costo del rame, vengono generalmente usate le condutture di acciaio, che si rendono necessarie per le pressioni molto elevate, corrispondenti a temperature superiori ai 200°, alle quali le condutture di rame non resistono. I tubi di acciaio si

trovano in commercio di dimensioni interne variabili da 10-300 mm. e di grossezza da 2-6 mm.

Le giunzioni si fanno a briglia, interponendo nei giunti dei dischetti metallici o metalloplastici, cioè composti di uno strato di amianto chiuso tra due laminette di rame incrudito molto sottili (fig. 649).

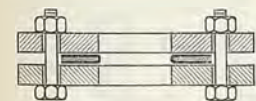


Fig. 649. — Giunzione metalloplastica.

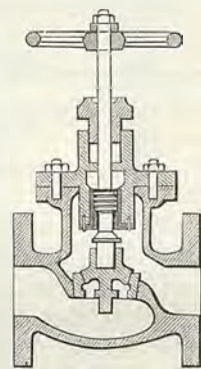


Fig. 648. — Rubinetto di presa del vapore.

L'allungamento dei condotti di rame o di acciaio, per la distribuzione del vapore, dovuto alla elevata temperatura di questo, è notevole. Per una variazione di temperatura da 0° a 100°, un metro di tubo di rame si allunga di mm. 1,717, e un metro di tubo di acciaio si allunga di mm. 1,16. Per seguire questa sensibile dilatazione occorre inter-

calare in determinati punti dei *compensatori*. Come tali vengono adoperati tubi di rame in forma di S, o di corno da caccia, o di disco (fig. 650-651-652); oppure, quando non si abbia a disposizione lo spazio che questi apparecchi richiedono, si ricorre ai *giunti di dilatazione*.

Ha fatto buona prova nei condotti di vapore stradali di New-York il giunto (fig. 653) nel quale l'allungamento dei condotti A viene compensato dalle piastre di acciaio

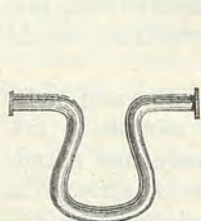


Fig. 650.

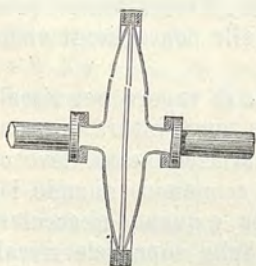


Fig. 652.

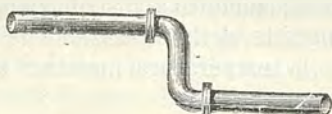


Fig. 651.

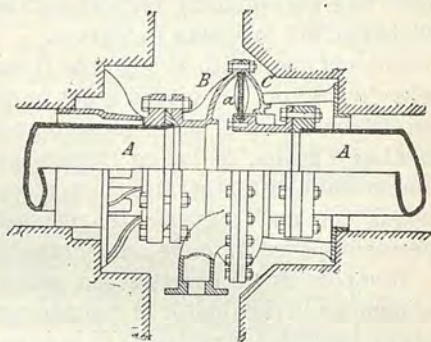


Fig. 653.

Fig. 650 a 653. — Compensatori metallici.

ondulate *a*. Le piastre vengono assicurate col loro orlo in custodie B, C, rigidamente fissate. Le sottili piastre di acciaio vengono sorrette da piastre di ghisa in forma di segmento mobili e irrigidite da nervature.

Frequentemente vengono intercalate nei tubi, quali compensatori, delle scatole a stoppa (fig. 654); affinchè la dilatazione non venga intralciata da ossidazioni, il pezzo di tubo *b* e gli anelli applicati in *a* devono essere di ottone.

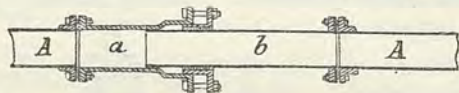


Fig. 654.

Per condutture di grande lunghezza, è consigliabile di collocare un apparecchio

che permetta la dilatazione alle due estremità, e di fissare il tubo nel suo punto di mezzo. Per condutture corte basta fissare una estremità e mettere l'apparecchio di dilatazione all'altra.

È necessario che le sospensioni e i supporti siano fatti in modo da permettere che la dilatazione avvenga liberamente, per esempio a rotelle (fig. 655-656-657).

In causa della elevata temperatura delle condutture devesi badare al pericolo di incendio, specialmente quando la conduttura passi in prossimità di parti di legno.

Se la conduttura non serve contemporaneamente come corpo di riscaldamento, si dovrà procedere ad isolarla rivestendola con involucri adatti, per i quali si rimanda a quanto si è esposto trattando del riscaldamento a vapore a bassa pressione.

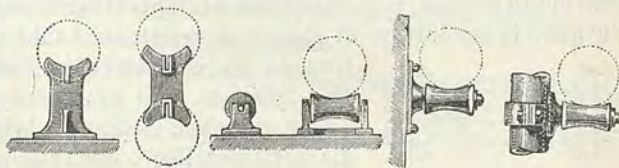


Fig. 655-657. — Supporti per condutture.

In particolare, per le condutture di vapore ad alta pressione, si consigliano i calorifughi a base di cascami di seta. Si fascia il tubo con lamiera metallica, nella quale si

sono aperti dei fori e risvoltati gli orli, in modo da formare uno strato d'aria isolante. Su questo si avvolgono i cascami di seta, che si serrano infine in una fasciatura di seta o di tela juta. Questi involucri calorifughi sono efficaci, ma costosi; permettono però di fare una sensibile economia nell'esercizio del riscaldamento, per quanto non sia possibile di pretendere che si possa con essi evitare ogni perdita; soltanto il calorifugo, atteso il suo basso coefficiente di conducibilità, si lascia attraversare dal calore molto lentamente.

4^o Superficie riscaldanti.

Con pressioni elevate le superficie riscaldanti vanno eseguite con grandissima cura specialmente nelle giunzioni, e questo è uno dei difetti del sistema, che, come si disse in principio, è quasi esclusivamente usato per il riscaldamento di officine, dove, se si verificano delle fughe di vapore, si dà a queste minore importanza e possono essere immediatamente riparate dagli operai stessi dell'officina. Le figure 658-659 rappresentano appunto un modo di collocare i radiatori addossati alle colonne interne di officine, magazzini e simili. Le forme e disposizioni dei radiatori sono del resto quelle già descritte per il riscaldamento a vapore a bassa pressione.

La difficoltà di regolazione del calore trasmesso dai radiatori è la principale ragione per la quale il riscaldamento a vapore ad alta pressione non riesce raccomandabile per riscaldamento diretto di locali di abitazione. La regolazione con un rubinetto all'ingresso del vapore nella stufa non è possibile. Risulta grandemente imprecisa; essa richiede inoltre, nel condotto dell'acqua di condensazione, una valvola di ritenuta, che impedisca all'acqua di rigurgitare dal condotto o da altre stufe ad esso collegate, fino a tanto che la pressione nel radiatore non ha raggiunto un certo valore.

Queste valvole di ritenuta danno luogo a colpi durante il passaggio dell'acqua di condensazione; non sono di effetto sicuro e perciò non consigliabili.

Si è tentato di regolare la emissione di calore mettendo fuori circuito una parte della superficie riscaldante, mediante parziale riempimento della stufa con acqua di condensazione. Si riporta la disposizione a tal uopo studiata da Crusius (Officine Kaiserslautern) (fig. 660-662). I corpi di riscaldamento a nervature sono divisi mediante pareti colate, in due camere A, B, munite ciascuna di una valvola *c* e *d* per lo scarico dell'acqua di condensazione.

Venendo aperte le due valvole, tutto il corpo di riscaldamento si riempie di vapore per mezzo del condotto *a*, e funziona irradiando la massima quantità di calore.

Se viene aperta soltanto la valvola *c*, l'acqua di condensazione rigurgita, dopo due o tre ore, nello spazio B, e viene mantenuta calda dal vapore che attraversa lo spazio A; la stufa riscalda meno, ed il calore, immagazzinato nella massa d'acqua, serve a mantenere per qualche tempo la irradiazione di calore, anche dopo la chiusura delle valvole applicate al tubo *a* di ingresso del vapore.

Si è anche studiato un sistema di regolazione mediante rivestimento isolante, il quale si apre completamente, o parzialmente, secondo il bisogno.

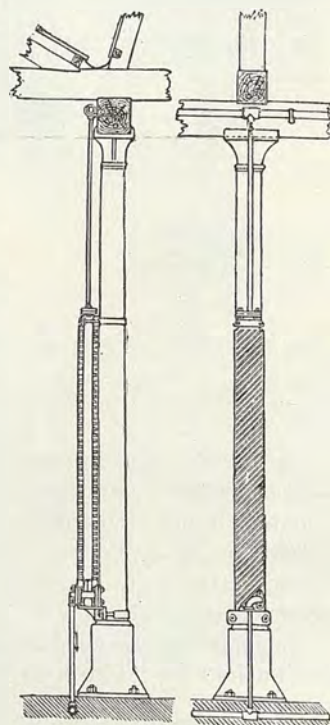


Fig. 658.

Fig. 659.

Disposizione di radiatore addossato ad una colonna.

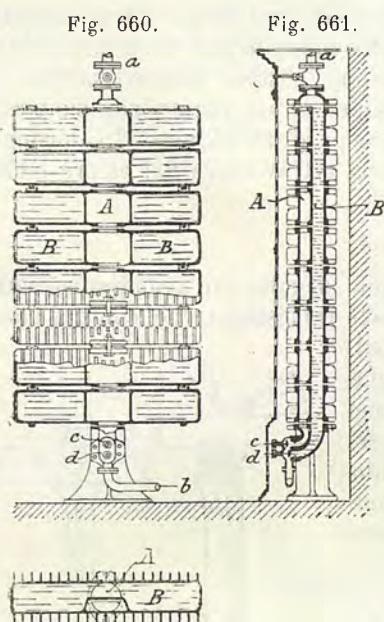


Fig. 662.

Fig. 660 a 662. — Stufa di Crusius.

A, B, camere; a, condotto del vapore; b, condotto di scarico; c, d, valvole.

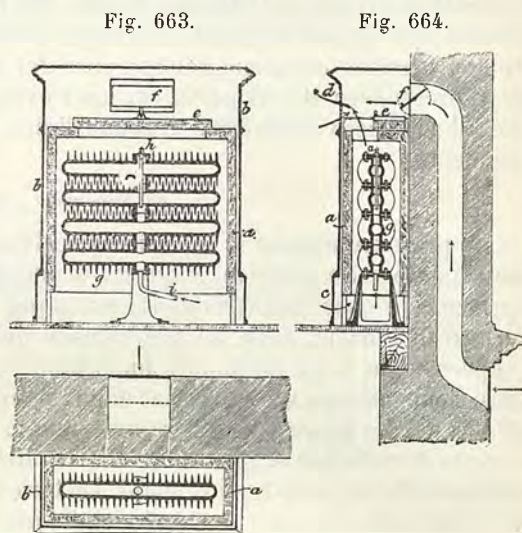


Fig. 665.

Fig. 663 a 665. — Stufa di Bechem e Post.

a, rivestimento coibente; b, cassa esterna; c, ingresso dell'aria delle camere; d, griglia; e, registro; f, ventola; g, radiatore ad alette; h, valvola automatica per l'aria; i, condotto di scarico.

Le fig. 663-665 rappresentano la disposizione adottata da Bechem e Post (Hagen).

Il rivestimento *a* è costituito di materia puramente fibrosa, rivestito di uno strato di materiale incombustibile e impermeabile, e circondato di una cassa ornata esterna, di metallo o di legno, con coperture munite di griglia. L'aria della camera entra da *c* ed esce attraverso la griglia *d* quando viene aperto il registro *e*, pure costruito di materiale coibente.

Le figure mostrano anche una condotta di aria fresca regolabile con la ventola *f*. La distribuzione del calore della stufa *g* dipende esclusivamente dalla posizione del registro *e*. Dal punto di vista igienico questi rivestimenti non sono consigliabili per la difficile pulitura dalla polvere del corpo di riscaldamento.

Concludendo si osserva che la regolazione del calore emesso dalle superficie riscaldanti, nel caso di vapore ad alta pressione, non si è ancora ottenuta in modo soddisfacente, e se si vuole poter variare la temperatura di un locale entro certi limiti, il mezzo più sicuro è quello di adoperare un certo numero di corpi di riscaldamento che si mettono fuori circuito in caso di bisogno. Si osserva per ultimo che, per quanto gli elementi dei radiatori migliori ad alette siano provati a 12 e fino a 15 Kg., è prudente, quando si possa, sostituire ai radiatori ad alette, dei tubi lisci di acciaio senza saldature, o di lamiera di acciaio saldata a fuoco o chiodata.

5° Scaricatori automatici dell'acqua condensata.

Vengono posti all'uscita dell'apparecchio riscaldante, per separare l'acqua depositata dal vapore. Hanno costruzioni diverse; quasi tutti posseggono una valvola, che lascia uscire l'acqua di condensazione, venendo aperta o dal peso dell'acqua, o per effetto della minore temperatura di questa in confronto di quella del vapore. Nel primo caso l'acqua

esce ad intermittenze, ogni volta che se ne è raccolta in quantità sufficiente; nel secondo il deflusso dell'acqua è continuo.

Gli scaricatori dell'acqua condensata del primo sistema vengono muniti di galleggiante chiuso od aperto, il quale agisce direttamente sulla valvola di uscita, o mediante una trasmissione a leva.

Le fig. 666-667-668 ne mostrano alcuni tipi.

La fig. 666 rappresenta lo scaricatore di Püschel. Il galleggiante A agisce col mezzo di una doppia trasmissione a leva, sopra una valvola sferica *a*; sull'inizio l'aria può venire espulsa aprendo la valvola a vite *b*; lo scarico si fa dal rubinetto *c*.

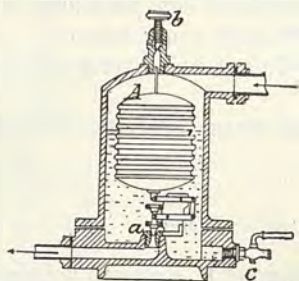


Fig. 666. — Scaricatore automatico di Püschel, dell'acqua condensata.

A, galleggiante; *a*, valvola sferica; *b*, valvola a vite; *c*, rubinetto di scarico.

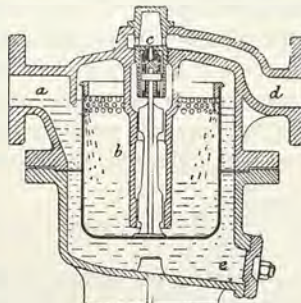


Fig. 667. — Scaricatore a galleggiante.

a, ingresso dell'acqua condensata; *b*, galleggiante vuoto; *c*, valvola; *d*, scarico; *e*, coperchio.

La fig. 667 mostra un secondo tipo di scaricatore a galleggiante, nel quale dal tubo *a* l'acqua passa attraverso ai fori superiori di un galleggiante vuoto *b*, che apre direttamente la valvola *c* verso lo scarico *d*. Il recipiente si vuota aprendo il coperchio *e*.

La fig. 668 rappresenta uno scaricatore (di Keidel), la cui azione è basata sulla differenza di temperatura tra l'acqua di condensazione e il vapore.

Il tubo di mezzo *b* è di ottone e chiude l'uscita quando l'apparecchio è riempito di vapore; quando il recipiente si riempie d'acqua, il tubo, per la diminuita temperatura, si accorcia, staccandosi con l'estremità rinforzata dalla custodia a vite, per modo che la pressione del vapore spinge l'acqua nel condotto di scarico.

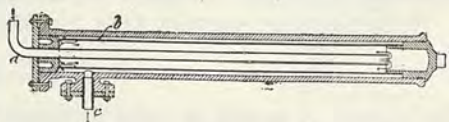


Fig. 668. — Scaricatore di Keidel.

Altri scaricatori sono in commercio, ma tutti presentano, in diverso grado, qualche difetto.

Gli scaricatori a galleggiante, che sono i più antichi, possono ancora essere considerati come i migliori e i più sicuri, specialmente per alte pressioni, ma occupano troppo spazio, e per questo trovano poca applicazione.

6° Conduitture di ritorno dell'acqua di condensazione.

Se l'acqua di condensazione ritorna senza pressione in una vasca dove essa viene raccolta e da questa pompata in caldaia, si usano tubi di ferro, come per la bassa pressione. Se invece l'acqua si fa risalire in un serbatoio elevato, è preferibile di usare tubi di acciaio. I tubi di ferro, che restano pieni dell'acqua di condensazione quando il riscaldamento non funziona, vanno soggetti alla ruggine. Occorre inoltre escludere il rame dalle giunzioni, onde evitare la formazione della catena di corpi conduttori eterogenei (ferro, acqua, rame) e le azioni elettriche conseguenti capaci di produrre una rapida distruzione della conduttura.

e) Riscaldamento a vapore a media pressione.

 α) Generalità.

Si ritiene che un impianto possa chiamarsi a media pressione quando funzioni con vapore a pressione non superiore alle 2 atmosfere.

Le caldaie di questi impianti sono ancora soggette alla vigilanza regolamentare, alle conseguenti visite periodiche e all'obbligo del fuochista patentato.

In questa categoria si comprendono anche gli impianti con pressione in caldaia notevolmente superiore a quella di funzionamento, ottenuta con riduttore di pressione collocato, come si disse, immediatamente dopo la caldaia, o nei diversi edifici ai quali arriva il vapore alla pressione del generatore.

La disposizione e le parti dell'impianto sono quelle stesse descritte per l'alta pressione, con l'aggiunta del *riduttore*.

1° Valvole di riduzione o riduttori di pressione.

Se si considera un volume V di vapore, alla pressione P , e questo volume diventa bruscamente $V_1 > V$, la pressione del vapore diventa $P_1 < P$.

Per far questo basta fare in modo che il vapore alla pressione P , che arriva da

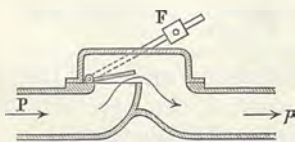


Fig. 669.

una condotta di sezione S , attraversi un foro di sezione $s < S$, munita di valvola, trattenuta questa valvola nella sua posizione da un organo addizionale, contrappeso, molla, pressione di un liquido o di un gas, sopra una membrana, ecc. È chiaro che in questa condizione il vapore passa dilatato al di là della valvola, con la pressione $p < P$. Se si esamina l'equilibrio di questa valvola si vede che essa sop-

porta sulla faccia inferiore la pressione P , e sulla superiore la pressione p , ed una pressione F dovuta all'organo addizionale, p. e. contrappeso.

Nella posizione segnata dalla fig. 669 è:

$$P > p + F$$

e la valvola è aperta in virtù di questa disequaglianza.

Se il volume V tende a diminuire, la pressione p tende ad aumentare, e l'espressione di equilibrio diviene:

$$P = p + F$$

cioè la valvola tende a chiudersi, ed effettivamente si chiuderà e resterà chiusa se $P < p + F$.

In pratica questa valvola viene sostituita generalmente da un sistema a stantuffo, come quello indicato nella fig. 670. La pressione del vapore che arriva agisce al di sotto del pistone, ed il contrappeso al di sopra; le diverse posizioni di equilibrio del sistema determinano le diverse pressioni del vapore dilatato. Questo apparecchio deve essere eseguito e mantenuto con molta cura, ma dà buoni risultati.

La fig. 671 rappresenta il regolatore americano Foster.

L'asta t , che porta due valvole per regolare il passaggio del vapore, dall'alta pressione nel condotto A , alla pressione ridotta nel condotto B , è solidale con una membrana flessibile. Questa membrana è soggetta, inferiormente, all'azione della pressione ridotta, per mezzo del piccolo foro d , e superiormente, all'azione della molla m , la cui tensione si regola con il dado a vite h .

Quando la pressione in B tende ad aumentare, la membrana *f* si solleva e solleva quindi anche l'asta *t*, che, per mezzo delle due leve inclinate, preme sulla molla. Regolando opportunamente la tensione di questa molla, si può mantenere la pressione richiesta. In caso di guasto alla membrana, si chiude il foro *d* col rubinetto *r*; si svita il dado *h*, e tenendo con la mano l'asta *t*, si ricambia la membrana stessa.

Il prezzo di questo apparecchio non è molto elevato, ma l'apparecchio stesso non è molto preciso e richiede sempre una attenta vigilanza.

Quando si tratti di diversi edifici scaldati da una officina centrale, quali, p. e., padiglioni di ospedale, ai quali arriva il vapore ad alta pressione, è molto importante di potere col mezzo di un solo apparecchio (servo-regolatore), all'officina, comandare ciascuno dei riduttori situati nei singoli padiglioni.

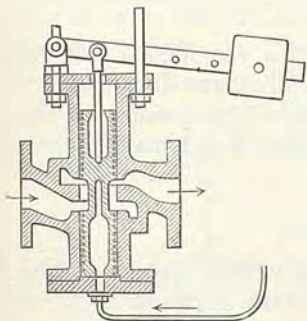


Fig. 670. — Regolatore a stantuffo.

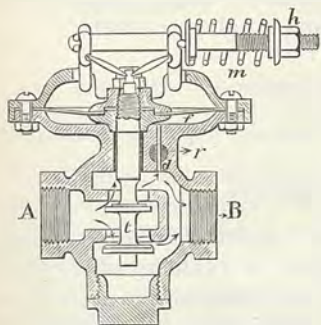


Fig. 671. — Regolatore sist. Foster.

A, condotto del vapore; B, id. id. a pressione ridotta; *t*, asta; *f*, membrana flessibile; *m*, molla; *h*, dado; *r*, rubinetto.

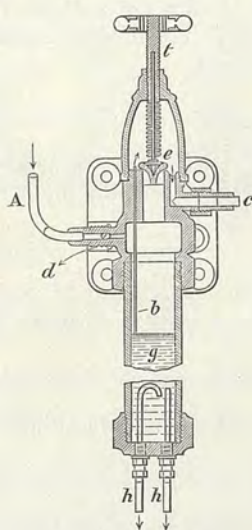


Fig. 672. — Servo-regolatore.

A, condotto del vapore; *d*, foro di passaggio; *g*, vasca; *b*, piccolo tubo; *c*, condotta; *e*, valvola; *t*, asta; *h*, *h*, condotti capillari.

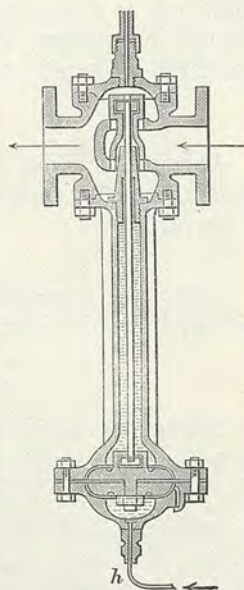


Fig. 673. — Riduttore Grouvelle e Arquembourg.

La fig. 672 rappresenta il servo-regolatore e la fig. 673 il riduttore di Grouvelle e Arquembourg.

Il primo è situato nell'officina, e sorvegliato dal meccanico. Il vapore ad alta pressione, che proviene dalla caldaia per il tubo A, passa per uno stretto orificio *d*, in un vano *g*, la cui parte inferiore è piena d'acqua. Il vapore esce da questa camera dal tubo *b*, di diametro più piccolo di quello dell'orificio *d*, per modo che, alla superficie dell'acqua nel vano esiste una certa pressione inferiore a quella della caldaia, (perchè l'apertura *b* è più stretta della *d*). L'eccesso di vapore esce per il tubo *c*. Il vapore può anche uscire dal vano *g*, per la valvola *e*, solidale con una molla comandata dall'asta *t*; regolando opportunamente la tensione di questa molla, si può avere in *g* quella pressione (inferiore a quella della caldaia) che si desidera e che può essere indicata da un manometro.

La trasmissione di questa pressione ai singoli riduttori di pressione è fatta idraulicamente col mezzo dei tubi capillari *h*.

Questi riduttori sono costituiti così (fig. 673):

L'asta del pistone è solidale con una membrana flessibile, al di sotto della quale è stabilita la stessa pressione del vano *g* (fig. 672) col mezzo dell'acqua che arriva dal tubo *h*. Lo stato di equilibrio che si stabilisce tra la pressione del vapore al disopra della membrana e la pressione sottostante dell'acqua regola l'apertura del riduttore.

In luogo del *servo-regolatore* si può trasmettere al riduttore la pressione voluta anche col mezzo di una piccola pompa ad aria compressa, la quale agisce sull'aria o sull'acqua dei tubi *h*. Si ritiene però che questo sistema di regolazione sia meno buono dell'antico sistema ad acqua descritto.

2° Rubinetti.

Possono utilmente servire anche dei semplici rubinetti a valvola, ma sono consigliabili i rubinetti ad apertura regolabile indipendente dall'organo di chiusura come quelli per la bassa pressione, e che permettono di regolare l'immissione del vapore in tutte le posizioni di apertura, intermedie tra la massima e la minima, ciò che non può farsi con i rubinetti ordinari.

3° Condotti di distribuzione del vapore.

Per pressioni da 2 fino a 4 atmosfere si possono impiegare, invece dei tubi di acciaio, che sono sempre i migliori, dei tubi di ferro rinforzato, e con raccordi solidi e provati.

4° Superficie riscaldanti.

Le superficie riscaldanti sono costituite da comuni radiatori, come i già descritti nel capitolo del *riscaldamento a vapore a bassa pressione* o nel precedente.

5° Scaricatori automatici dell'acqua condensata.

Anche per questi apparecchi si rimanda all'analogo titolo del capitolo precedente.

6° Condotti di ritorno dell'acqua di condensazione.

Questi condotti sono di ferro, come quelli descritti per il vapore a bassa pressione. Come già si disse, quest'acqua si rimanda a rialimentare la caldaia, ed è molto adatta per questo scopo, essendo distillata e quindi non incrostante.

Se si riduce la pressione della caldaia col mezzo di uno o due riduttori, in modo da avere un impianto funzionante al massimo con mezza atmosfera, il riscaldamento diventa a bassa pressione e per esso vale quanto già si disse in proposito. In tal caso l'acqua di condensazione può ritornare in caldaia per il proprio peso idraulico senza bisogno di apparecchi alimentatori.

f) Riscaldamento con vapore di scappamento.

Nelle officine dotate di motori importanti si è visto essere conveniente di adoperare parte del vapore da essi generato per il riscaldamento delle officine stesse. Ma se si tratta di un motore di 25 ÷ 30 HP, per il quale non riesce conveniente il funzionamento con condensatore, può essere utile di utilizzare per lo scopo suddetto il vapore di scappamento.

Infatti per ogni cavallo-vapore occorrono da 12 ÷ 20 kg. di vapore, e ogni kg. di vapore contiene ancora 520 ÷ 540 calorie.

Ammessa una contropressione al motore di 200 ÷ 500 gr. sufficiente per vincere le resistenze dei condotti di distribuzione, e studiato un mezzo per fare la presa del

vapore dal tubo di scappamento, la disposizione delle condutture di distribuzione del vapore e tutti gli apparecchi conseguenti (rubinetti, radiatori, ecc.) è quella stessa di un impianto a vapore a pressione ridotta o a bassa pressione.

Per inviare il vapore di scappamento nel condotto principale di distribuzione sono in uso diversi sistemi.

Il più semplice è quello che consiste nel collocare sul tubo di scappamento una valvola equilibrata all'esterno con un contrappeso mobile sopra una leva (fig. 674), e staccando prima di questa valvola una diramazione munita di rubinetto per il riscaldamento.

D'estate, essendo chiuso il rubinetto sulla diramazione, si toglie il contrappeso o si alza la leva; per tal modo la valvola resta aperta e il vapore di scappamento sfugge all'esterno.

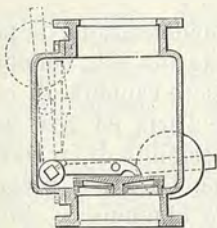


Fig. 674. — Con valvola contrappesata.

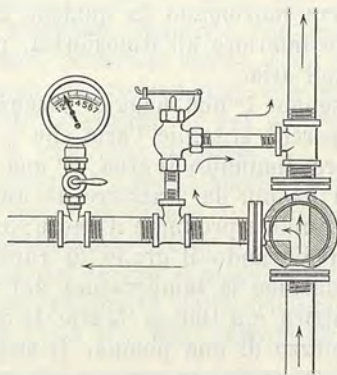


Fig. 675. — Con rubinetto a tre vie.

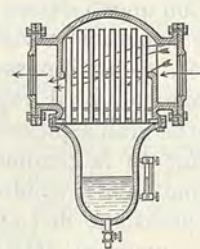


Fig. 676. — Separatore d'olio.

Fig. 674 e 675. — Sistema di presa del vapore di scappamento per riscaldamento.

D'inverno, essendo aperto il rubinetto sulla diramazione, si sposta il contrappeso sulla leva in modo che il vapore di scappamento è obbligato a entrare sulla diramazione fino ad un limite di contropressione, determinato dalla posizione del contrappeso sulla leva stessa.

Questa disposizione è semplice e sicura e non richiede che di essere verificata frequentemente per evitare che la valvola si inchiodi sulla sua sede.

Un altro modo per fare la presa può essere quello indicato dalla fig. 675. Si colloca sul tubo di scappamento un rubinetto a tre vie, che d'inverno apre completamente lo scappamento sulla diramazione ai radiatori, e d'estate sull'esterno.

È prudente aggiungere in questo caso un manometro che indica il valore della contropressione e una valvola di sicurezza (regolata sul massimo valore della contropressione stessa), il cui tubo di uscita imbocca il tubo di scappamento al disopra del rubinetto a tre vie.

Se il vapore di scappamento che è disponibile non basta per il riscaldamento, la quantità che manca può essere facilmente aggiunta con vapore preso dal generatore e ridotto a pressione equivalente a quella dello scappamento.

Il vapore di scappamento che esce dal cilindro di un motore contiene sempre una certa quantità di olio e di grasso, che trascinata nelle condutture e nei rubinetti può dar luogo a inconvenienti.

Per separare il vapore da queste materie dannose si costruiscono apparecchi noti col nome di separatori d'olio, simili ai separatori d'acqua e di vapore di cui si disse nel capitolo del *riscaldamento a vapore a bassa pressione*.

La fig. 676 ne rappresenta un tipo tubolare. Il vapore è obbligato a percorrere una serie di tubi: le piccole gocce d'olio e d'acqua si depositano al contatto delle pareti di questi tubi e colano nella parte bassa dell'apparecchio.

Vi sono altri sistemi di separatori, ma trattandosi di particolari relativi ad argomento che riguarda più il riscaldamento di edifici industriali che il riscaldamento di abitazioni, non si ritiene necessario di descriverli.

g) **Riscaldamento a vapore con pressione eguale o inferiore alla pressione atmosferica.**

Nei sistemi di riscaldamento a vapore che si sono descritti, il vapore è sempre a pressione superiore alla pressione atmosferica.

In America e in Inghilterra funzionano da qualche anno dei sistemi di riscaldamento a vapore con pressione inferiore all'atmosferica, producendo nell'impianto un certo grado di rarefazione dell'aria.

Con questi sistemi si ottengono: 1° una maggior potenza di condensazione da parte delle superficie riscaldanti (perchè si toglie l'aria che è un ostacolo alla condensazione), e quindi possono essere diminuite di area; 2° una maggiore rapidità di circolazione, perchè il vapore non ha più da scacciare davanti a sè l'aria, ed anzi viene favorito dall'aspirazione che tende a produrre il vuoto; 3° la possibilità di far variare facilmente la temperatura modificando il grado di rarefazione. Così, per esempio, aumentando il grado di rarefazione la temperatura del vapore diminuisce; mentre alla pressione di 1 atm. il vapore è a 100°, a $\frac{1}{2}$ atm. la temperatura è 81° circa, ecc.

Il vuoto si ottiene col mezzo di una pompa. Il sistema è dunque composto di un condotto di distribuzione del vapore raccordato alle superficie riscaldanti, e di un condotto di ritorno dell'acqua di condensazione, che mette alla pompa, la quale rispinge l'acqua in un serbatoio.

Ogni radiatore, o superficie riscaldante, è munito di rubinetto d'arresto del vapore. Chiuso questo rubinetto, si mette in funzione la pompa e si produce il vuoto corrispondente alla temperatura voluta: quindi, aperti i rubinetti, la pompa funziona come

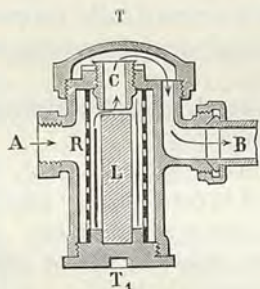


Fig. 677. — Valvola termostatica di Webster.

R, B. condotti del vapore; C, passaggio; L, cilindro di materiale dilatibile; R, cilindro con parete forata; T, T₁, coperchio e fondo.

pompa ad acqua. Con questa disposizione però il vapore passerebbe nel condotto di ritorno dell'acqua condensata, e il grado di vuoto in un determinato punto sarebbe tanto minore quanto maggiore è la distanza del punto considerato dalla pompa. Perciò bisogna provvedere ogni radiatore di un purgatore e di regolatori del grado di rarefazione. Occorre inoltre un filtro dinanzi alla pompa, per fermare le impurità contenute nel vapore (specialmente se si tratta di vapore di scappamento), e uno o più indicatori del grado di rarefazione.

Un tipo di purgatore americano molto in uso è rappresentato dalla fig. 677 ed è noto col nome di *valvola termostatica di Webster*.

Si compone di una scatola di bronzo, nella quale immettono le condutture A, B d'ingresso e di uscita, e il passaggio C. Il coperchio T e il fondo T₁ montati a vite, permettono la visita della valvola; il cilindro R a piccoli fori arresta le impurità. Il cilindro L è di materia dilatibile; freddo, lascia passare l'aria e l'acqua di condensazione, ma si dilata e chiude il passaggio C appena arriva il vapore.

Tutti gli altri tipi di purgatori americani o inglesi sono basati sullo stesso principio, e non differiscono tra loro che per la disposizione della valvola termostatica.

Per ottenere il grado di rarefazione voluta si adopera un apparecchio (fig. 678), molto simile a un regolatore di pressione a membrana equilibrata da un contrappeso.

Questo apparecchio viene disposto sulla condotta di ritorno, e l'acqua attraversa due fori sovrapposti, la cui apertura è comandata da un'asta, solidale ad una membrana posta in una lente. Questa membrana risente da una parte l'effetto della rarefazione ed un contrappeso mobile sopra un'asta equilibra l'apertura della doppia valvola. Sull'altra faccia della membrana agisce (per mezzo dell'acqua che si trova nella parte inferiore della lente) la pressione del vapore. Se il vuoto non è quello richiesto, la membrana si deforma, in un senso o nell'altro, aumentando o diminuendo i passaggi, fino a che l'equilibrio si stabilisce.

Per ciò che riguarda le accennate impurità che può contenere il vapore (olio, grassi, particelle solide, ecc.) si trattengono prima della pompa rispettivamente con un separatore d'olio, e con un filtro costituito di una serie di reti metalliche a maglie sempre più strette, disposte in una cassa di ghisa.

Questo sistema di riscaldamento è specialmente applicabile quando si tratti di un importante impianto, nel quale il vapore di scappamento di una macchina a vapore sia trasportato a grande distanza. L'ing. Debesson cita un esempio esistente in Inghilterra della utilizzazione del vapore di scappamento di una centrale elettrica, in una rete di condotti per riscaldamento dello sviluppo di circa 10 Km., essendo l'edificio più lontano riscaldato a più di 2 Km. dall'officina generatrice.

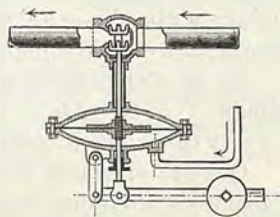


Fig. 678.

b) Riscaldamento ad acqua calda a bassa pressione.

α) Generalità.

Quando si ha in un recipiente un certo volume di acqua, a temperatura più elevata di quella dell'atmosfera che lo circonda, le particelle liquide vicine alle pareti cedono, per trasmissione attraverso alle pareti stesse, una parte del loro calore.

E siccome l'acqua aumenta di densità se la sua temperatura diminuisce (nei limiti da 4° a 100° C. la densità varia da 1,00029 a 0,958634), ogni particella liquida che perde una parte del suo calore, divenuta più pesante delle vicine, tende a cadere sul fondo del recipiente, mentre le particelle più calde della parte centrale si elevano. Si stabiliscono così nell'interno della massa liquida, e fino a tanto che la temperatura di questa massa è superiore a quella dell'atmosfera esterna, dei movimenti nei sensi indicati dalle frecce (fig. 679).



Fig. 679.

Se al disotto del recipiente, e nella parte centrale, collochiamo una sorgente di calore, i movimenti predetti si accelerano e questa accelerazione è tanto più grande, quanto più la temperatura del liquido si eleva.

Ad un certo punto, si formano delle bollicine di vapore, che rapidamente salgono alla superficie, trascinando il liquido; così si giunge alla ebollizione, quando la temperatura della massa è di 100°.

La circolazione in una massa liquida, contenuta in un recipiente di forma qualunque, è dunque dovuta al calore e alla gravità.

Consideriamo un sistema tubolare ABCDEF, composto di un recipiente A, di due tratti verticali (ascendente e discendente) e di due tratti orizzontali (fig. 680).

Se la parte inferiore A si riscalda, osserveremo, in ciascun tratto, delle correnti ascendenti (freccie rettilinee) e delle correnti discendenti (freccie ondulate). Soltanto

nella colonna discendente queste frecce hanno tutte lo stesso senso, in tutti gli altri tratti le correnti discendenti (dovute alla gravità, in seguito al raffreddamento per la trasmissione attraverso le pareti) ostacolano il movimento ascendente che acquista la massa per effetto del calore.

Questa teoria, dell'ingegnere inglese Thomas Tregold, e che spiega bene molti fatti relativi al sistema di riscaldamento a termosifone, ammette dunque che la circolazione è dovuta alla diversa densità del liquido, che si eleva in seguito alla differenza tra le temperature delle colonne liquide ascendente e discendente, che fanno capo alla caldaia.

La fig. 681 rappresenta schematicamente la più semplice disposizione di un termosifone; C è la caldaia; $a b c d$ la tubazione dell'acqua calda che alimenta la stufa S; $e f g$ la tubazione di ritorno dell'acqua in caldaia.

Quando si scalda l'acqua in caldaia, siccome tutto il sistema è pieno d'acqua, e l'acqua riscaldandosi aumenta di volume, è necessario mettere un punto qualunque del

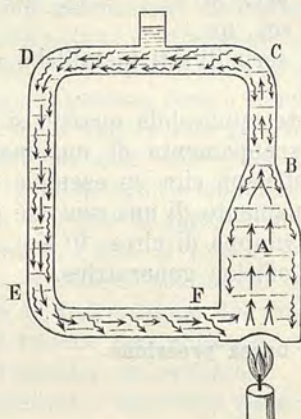


Fig. 680.

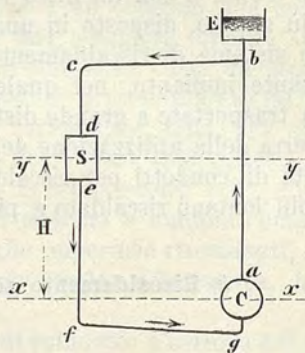


Fig. 681.

sistema in comunicazione con un serbatoio E, detto *vaso di espansione*, disposto al disopra del punto più alto della tubazione, nel quale l'acqua sale, durante il riscaldamento.

Supponendo tutte le tubazioni perfettamente isolate, in modo che siano da considerare soltanto le trasmissioni di calore dal fornello all'acqua della caldaia, e dalla stufa all'ambiente, la forza motrice F in Kg. per m^2 , ossia in mm. di colonna d'acqua o carico per ogni m^2 di sezione di tubo, che produce la circolazione, è dato dalla

$$F = 1000 \cdot H (\delta - \delta_1)$$

essendo H il dislivello tra i livelli medi xx yy della caldaia e della stufa; δ δ_1 rispettivamente le densità dell'acqua nei tratti discendente e ascendente (peso in Kg. di 1 litro).

Se la velocità della circolazione è v ; se la tubazione ha diametro costante ed indichiamo con R la somma delle resistenze che si oppongono al movimento (attrito, cambiamenti di direzione), si avrà:

$$v = \sqrt{\frac{2 g F}{1000 \delta_m (1 + R)}} = \sqrt{\frac{2 g H (\delta - \delta_1)}{\delta_m (1 + R)}}$$

essendo δ_m la densità media del fluido circolante, che si può ritenere la media delle densità δ δ_1 ; cioè:

$$\delta_m = \frac{\delta + \delta_1}{2}$$

Sostituendo nella espressione di v si ricava :

$$v = 6,26 \sqrt{\frac{H}{1 + R} \frac{\delta - \delta_1}{\delta + \delta_1}}$$

La velocità di circolazione cresce dunque proporzionalmente alla radice quadrata del dislivello tra la caldaia e i radiatori, perciò la convenienza di collocare la caldaia nel punto dell'impianto più basso possibile. Risulta dalla equazione della velocità che, in un impianto di termosifone a più piani, le stufe dei piani superiori si trovano in condizioni di funzionamento molto migliori di quelle dei piani inferiori, che hanno minor dislivello rispetto alla caldaia. Ed infine che per $H = 0$, cioè quando la caldaia si trova allo stesso livello delle stufe, si avrebbe $v = 0$, cioè la circolazione, e quindi il riscaldamento, non avverrebbero.

Questo risultato teorico non ha conferma pratica perchè, sotto certe condizioni (tubi di grande diametro e limitato raggio d'azione), funzionano anche impianti che hanno la caldaia allo stesso piano delle stufe. Questa circolazione è dovuta al fenomeno secondario, al quale si è accennato, della trasmissione di parte del calore dell'acqua attraverso le pareti della tubazione di andata fra la caldaia e le stufe.

Questo fenomeno non si è considerato nella analisi generale del funzionamento del sistema, perchè, per impianti importanti, la sua influenza è trascurabile, in confronto di quella dovuta al dislivello tra la caldaia e le stufe.

Tale raffreddamento è anzi da evitare in impianti estesi, rappresentando una perdita di calore inutile e che si evita avvolgendoli in opportuno calorifugo. Questo involucro isolante ha anche lo scopo di impedire il congelamento dell'acqua nei tubi, quando l'impianto rimanesse inattivo; a questo fine è opportuno di sciogliere nell'acqua del sistema del cloruro di calcio, così da ottenere una soluzione da 1,15 a 1,20 di densità, che non si congela neanche a -12°C . Tale soluzione si mantiene poi anche durante il periodo di attività, non portando nessun disturbo al funzionamento.

Nei termosifoni a bassa pressione, l'acqua non si porta a temperatura superiore ai 100°C .; il vaso di espansione è aperto, e se la temperatura fosse superiore ai 100° , l'acqua dell'impianto sfuggirebbe, sotto forma di vapore, nell'atmosfera. Praticamente anzi la temperatura dell'acqua in caldaia resta inferiore ai 90° e i corpi riscaldanti si calcolano in modo che in essi il fluido abbia temperatura di circa 70° . Perciò l'acqua non può cedere che da $20 \div 30$ calorie al massimo per chilogrammo; occorre quindi far circolare una grande massa d'acqua, e cioè sezioni grandi per i tubi di distribuzione, e stufe di grande superficie e capacità. Queste grandi sezioni sono necessarie anche perchè essendo piccola la differenza tra le temperature dell'acqua nei condotti di distribuzione e di ritorno, riescono pure piccole le differenze di densità $\delta - \delta_1$ e la forza F motrice che ne è funzione.

Da tutto questo risulta che il raggio d'azione di questo sistema è forzatamente limitato. È impossibile darne il limite pratico, perchè esso varia col dislivello tra la caldaia e le stufe; ma, a meno di casi speciali, può ritenersi al massimo di 100 metri, per impianti in buonissime condizioni di installazione.

I sistemi di distribuzione dell'acqua calda ai radiatori e l'allacciamento al vaso di espansione dipendono principalmente dalla posizione del vaso di espansione, che può essere collegato alla tubazione di andata, o a quella di ritorno.

Nel primo caso (vedi fig. 682) pur creandosi nella tubazione ab una rapida corrente ascendente, si osserva che se questa tubazione è molto lunga e presenta resistenze o contropendenze e non ha sezione sufficiente, la circolazione può subire una interruzione tale che la tensione in caldaia vinca il peso della colonna d'acqua di altezza ab e il vapore sfugga con rumori e proiezioni di acqua bollente dal vaso di espansione.

Se la colonna ab è corta, può aversi una perdita di calore, dovuta alle bolle di vapore che si sviluppano dalla caldaia e sfuggono dal vaso di espansione, non avendo il tempo di condensarsi durante il breve percorso del tubo ab .

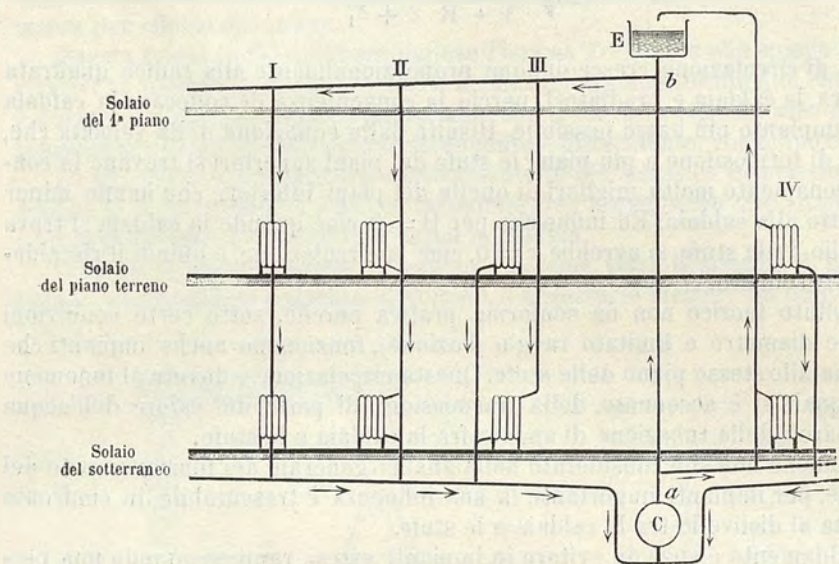


Fig. 682. — Schema di distribuzione con vaso di espansione allacciato alla tubazione di andata.

Nel secondo caso (vedi fig. 683) questi inconvenienti non possono più verificarsi; ma, per contro, l'acqua contenuta nel vaso di espansione, e che si trova allora alla temperatura ambiente, potrebbe d'inverno gelare, se non si provvedesse a opportuno rivestimento coibente.

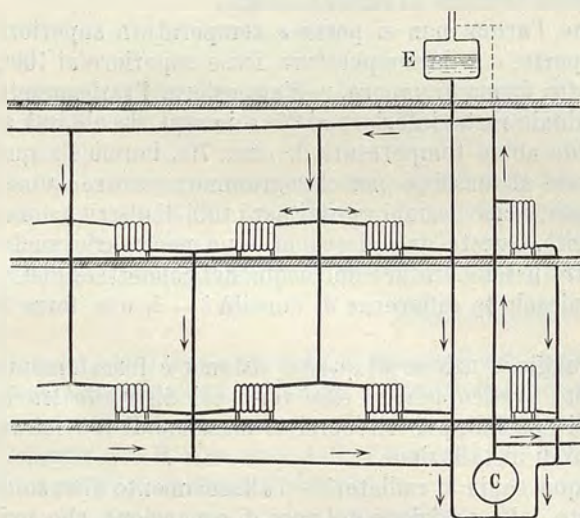


Fig. 683. — Schema di distribuzione con vaso di espansione allacciato alla tubazione di ritorno.

Inoltre si dovrà munire la condotta di andata, nel suo punto più alto, di un tubo in comunicazione libera con l'atmosfera, e che raggiunga una altezza maggiore di quella del vaso di espansione. Ciò per evitare il pericolo che elevandosi la temperatura della caldaia oltre i 100°C ., ed essendo tutte le stufe escluse dalla tubazione, il vapore che così si forma possa rispingere l'acqua della caldaia nel vaso di espansione.

Per ciò che riguarda la distribuzione dell'acqua alle singole stufe, si riporta nella parte sinistra delle figure 682 e 683 lo

schema della distribuzione dall'alto, nella parte destra quella dal basso.

Nel primo caso la condotta di andata si porta direttamente dal generatore alla soffitta dell'edificio; da questa si staccano una o più tubazioni principali con leggera

pendenza, dalle quali si partono le secondarie verticali che alimentano le stufe, e si collegano con la conduttura di ritorno, collocata in basso, e che mette alla caldaia.

Nel secondo caso le condutture di andata e ritorno sono collocate nel sotterraneo, e i tubi che alimentano le stufe, o di raccolta, si staccano e arrivano rispettivamente ad essi, in corrispondenza dei soprastanti locali.

Questo secondo sistema ha il vantaggio di presentare più facile la sorveglianza delle tubazioni, ma è meno logico del primo, specialmente se il raggio di azione è relativamente grande.

Nel caso di distribuzione dall'alto, tutta l'aria contenuta nel sistema sfugge per il vaso d'espansione; nel caso di distribuzione dal basso può restare una certa quantità di aria immagazzinata nei radiatori più elevati e nelle tubazioni relative.

L'espulsione di quest'aria può farsi a mezzo di opportune valvole o robinetti; ma il sistema migliore è di collegare i punti più alti del sistema, ciascuno con un tubo che mette in un condotto in diretta comunicazione con l'aria esterna, ad un'altezza superiore a quella del vaso di espansione. Questa *condotta d'aria* è rappresentata punteggiata nelle figure 682, 683.

La fig. 682 mostra infine i vari sistemi di attacco delle stufe ai condotti principali di distribuzione e ritorno di acqua calda.

Le colonne I e II rappresentano il sistema di *attacco ad un tubo*; le colonne III e IV il sistema a due tubi.

Nel primo caso, siccome tutta l'acqua della colonna discendente deve attraversare ciascun radiatore, non è possibile regolarne indipendentemente la emissione di calore.

Questa disposizione è usata soltanto per i locali nei quali si desidera che la temperatura in vicinanza del soffitto sia superiore a quella in prossimità del pavimento, per ottenere una conveniente ventilazione (cucine, latrine, ecc.).

La colonna II presenta uno schema che permette di regolare indipendentemente ogni stufa, ma la temperatura dell'acqua in una di queste dipende da quella della precedente; il sistema si applica solo dove la esclusione di una delle stufe non sia frequente.

Nel sistema a due tubi (colonne III e IV), ogni radiatore è indipendente da tutti gli altri, dal punto di vista della regolazione e della immissione, nel senso che nessuno di essi riceve acqua che sia passata per altri.

Questo sistema è perciò quello più comunemente in uso. La fig. 683 indica un sistema di allacciamento che si adotta quando si vogliano disporre le stufe in prossimità delle finestre; l'alimentazione può farsi dal basso o dall'alto e i tratti in senso orizzontale avranno la pendenza di almeno 1 cm. per metro.

β) Apparecchi per il riscaldamento ad acqua calda a bassa pressione.

Un impianto di riscaldamento ad acqua calda a bassa pressione comprende:

- 1° La caldaia ed accessori;
- 2° I corpi scaldanti;
- 3° Il vaso di espansione;
- 4° Le condutture.

1° Caldaie.

Come per il riscaldamento a vapore, le caldaie possono essere di ghisa o di ferro. Le caldaie di ghisa sono generalmente costituite di *elementi* delle stesse dimensioni, dilatabili tutti esattamente nello stesso modo, facilmente ricambiabili. Queste caldaie hanno dato buoni risultati, dal punto di vista del rendimento; non hanno bisogno di alcun inviluppo di muratura, e sono resistenti, per quanto la ghisa sia per la sua natura meno adatta del ferro a sopportare le tensioni provocate da pressioni interne.

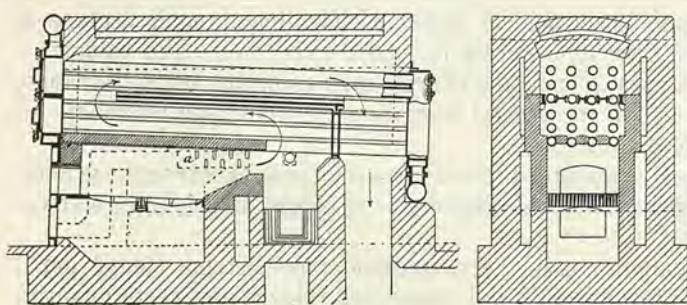


Fig. 684.

Fig. 685.

Fig. 684 e 685. — Caldaia a tubi d'acqua.

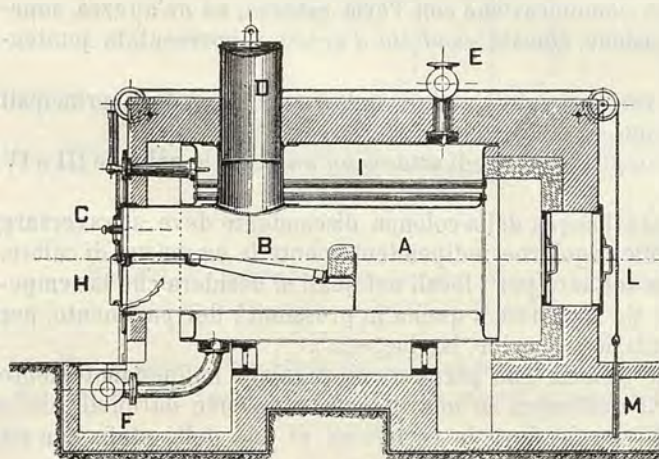


Fig. 686.

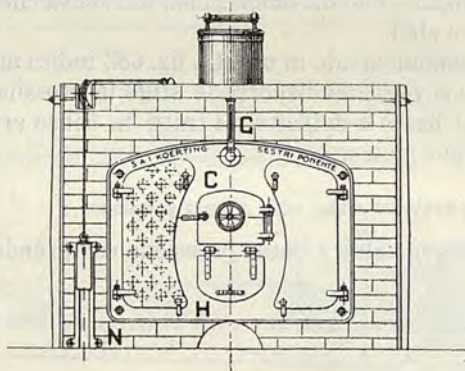


Fig. 687.

Fig. 686 e 687. — Caldaia Cornovaglia con tubi di ritorno di fiamma.

A, caldaia; B, griglia; C, porta per focolaio; D, tramoggia per combustibile; E, tubo di ritorno; G, termometro per acqua calda; H, porta per ceneraio; I, tubi di ritorno di fiamma; L, porta di pulizia; M, serranda da fumo; N, contrappeso per detta.

Per piccole superficie riscaldanti si descrivono: le « *Lilliput* » della Casa Koerting, del tipo *minima*, e le caldaie *Rova* della Casa Strebel.

Le caldaie possono distinguersi, anche a seconda del loro funzionamento, in caldaie con pronto o lento riscaldamento; e per servizio continuo.

Le caldaie in cui l'acqua si scalda rapidamente sono in generale quelle che contengono poca acqua, cioè le caldaie tubolari a tubi d'acqua (fig. 684 e 685). Queste caldaie sono convenienti soltanto nel caso di riscaldamenti intermittenti, nei quali si esige sia molto rapidamente raggiunta la temperatura di regime. Naturalmente, allorquando si spegne la caldaia, l'acqua altrettanto rapidamente si raffredda.

Le caldaie con lento riscaldamento sono quelle capaci di un grande volume d'acqua, quali le caldaie Cornovaglia, con o senza tubi di ritorno di fiamma (fig. 686 e 687). Sono le migliori per grandi impianti di termosifone.

Accoppiata ad una caldaia di piccola capacità, si può realizzare un rapido riscaldamento e nel tempo stesso un lento raffreddamento. Basta per ciò, far in modo che, verificatasi per opera della caldaia piccola la messa in regime, la si escluda dal sistema, continuando il riscaldamento con la caldaia a grande capacità.

Le caldaie per servizio continuo sono in commercio di varia forma e dimensioni, in relazione alla superficie riscaldante richiesta.

Caldaia « Lilliput » (fig. 688). — È costituita di un doppio cilindro di ghisa a focolaio interno; l'acqua da riscaldarsi circola nel vano formato dai due cilindri. I gas della combustione si raccolgono nella cupola superiore e, attraverso la serranda, sfuggono nel camino. La caldaia è munita di griglia mobile mediante leva esterna, termometro e rubinetto di scarico.

Caldaia Rova (fig. 689). — Consiste di un corpo di ghisa leggermente conico (fig. 690) posto sullo zoccolo (fig. 691) e diviso verticalmente in due parti. I cavi d'acqua di queste due parti sono uniti mediante tre *nippels* (anelli di acciaio biconici, ciascuno dei quali entra, a tenuta, per metà nel cavo che appartiene a una parte, e per l'altra metà in quello che appartiene all'altra).

Le due parti sono tenute unite mediante quattro tiranti.

La griglia è in due pezzi, e può quindi togliersi senza smontare la caldaia. La metà anteriore del corpo della caldaia contiene in alto la porta per il caricamento del combustibile, nella parte inferiore la porta per la pulitura del fuoco, e nello zoccolo la porta del ceneraio, munita di serranda regolatrice.

I gas della combustione si raffreddano, prima di uscire dal camino, al contatto di una (nei tipi piccoli) o di due linguette riempite d'acqua (fig. 692 e 693) e con grande superficie.

Il gomito per il fumo è munito di serranda, nella quale è praticato un piccolo foro, allo scopo di evitare la pericolosa completa chiusura della uscita dei gas.

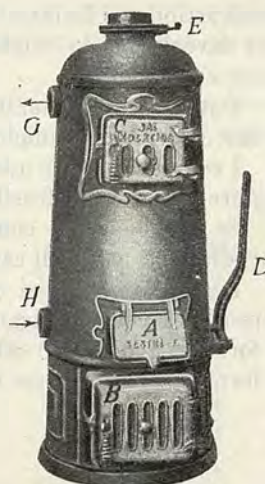


Fig. 688.

Caldaia tipo « Lilliput »
per termosifone.

A, portina per focolaio; B, portina per ceneraio; C, portina per caricamento combustibile; D, leva per scuotere la griglia; E, serranda da fumo; F, fornello scaldacqua; G, uscita acqua calda; H, entrata acqua di ritorno.

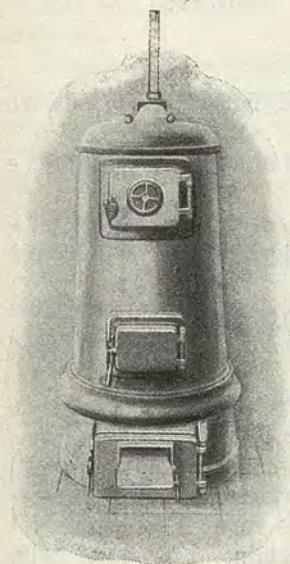


Fig. 689.

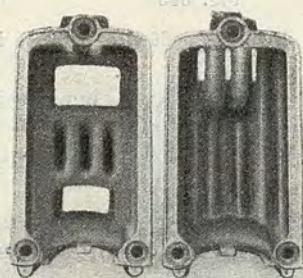


Fig. 690.



Fig. 691.

Fig. 689 a 693. — Caldaia Rova.

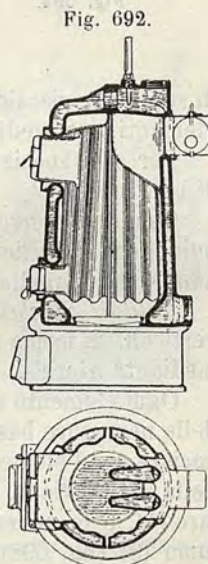


Fig. 692.

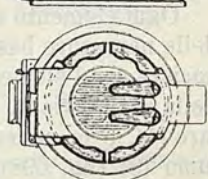


Fig. 693.

Le pareti interne del focolare sono ondulate, onde ottenere la maggiore possibile superficie riscaldante. Con ciò si ha il vantaggio che, anche con la caldaia riempita di

combustibile, si formano alle pareti dei condotti naturali per l'aria della combustione, che favoriscono la combustione stessa vicino alle pareti raffreddate dall'acqua, cioè dove è più efficace.

Dato il relativamente piccolo contenuto d'acqua, l'impianto funziona rapidamente, e il focolare molto ampio permette di ottenere fuoco continuo.

I combustibili più adatti sono il coke o l'antracite, o, in mancanza, mattonelle di lignite o di carboni fossili.

Se si impiega un combustibile grasso (a fiamma lunga), si dovrà aprire apposita farfalla della porta di caricamento, onde lasciar entrare aria nel focolare.

Le caldaie *Rova* si costruiscono di tre grandezze. La più piccola, della quale si riproducono schematicamente le dimensioni (fig. 694) ha superficie riscaldante di m.² 0,6 e fornisce fino a 7200 calorie; la più grande (fig. 695) ha superficie riscaldante di m.² 1,1 e fornisce fino a calorie 13.200. Quest'ultimo tipo può essere ingrandito fino a m.² 3,1

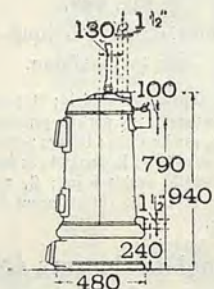


Fig. 694.

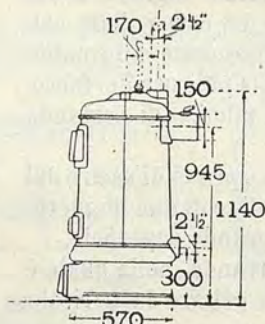


Fig. 695.

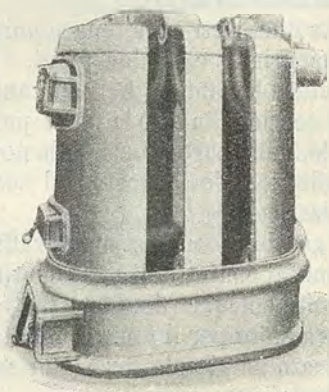


Fig. 696.

Fig. 694 a 696. — Caldaie *Rova*.

di superficie riscaldante, intercalando degli elementi intermedi (fig. 696); con quattro elementi intermedi si raggiungono 37.200 calorie.

Per casi speciali, il corpo della caldaia viene rivestito di un mantello isolante, e di una cupola.

Quando occorre un generatore capace di fornire un numero maggiore di calorie, e quindi con superficie riscaldanti più notevoli, una delle migliori caldaie, e delle più adoperate, è quella ad elementi *Strebel* (fig. 697 a 701).

Caldaie Strebel. — Le caldaie si compongono di un certo numero di elementi cavi verticali, di forma ovale, contenenti acqua (fig. 697), riuniti fra loro in alto ed in basso mediante *nippels*.

Ogni elemento contiene un canale d'acqua (3), sulle pareti esterne del quale vi sono delle nervature basse e robuste formanti un sol pezzo con esse e che, venendo a combaciare con l'elemento successivo, formano dei canali (2), nei quali passano i prodotti della combustione. Le nervature interne sono interrotte superiormente verso il focolare (1), e le nervature esterne sono interrotte inferiormente verso il collettore del fumo (8) (fig. 698), il quale trovasi in comunicazione col camino. I prodotti della combustione percorrono questi canali dall'alto verso il basso, in senso contrario al movimento dell'acqua.

L'interruzione superiore (15) delle nervature esterne permette una facile pulitura, dall'esterno, dei canali del fumo. Questa apertura, durante il funzionamento normale delle caldaie, è munita di doppia chiusura.

Il primo elemento contiene la porta (11) per il caricamento e la porta (12) per lo scarico della cenere; al di sopra e al di sotto vi sono gli attacchi necessari per le tubazioni, formanti pure un sol pezzo con gli elementi.

Gli elementi vengono posati su di una base di ferro la quale ha aperture laterali, delle quali una serve per la comunicazione col condotto del fumo, l'altra, situata dalla parte opposta, serve per la pulitura.

Dal fatto che ogni elemento di caldaia comprende tutti gli accessori essenziali, segue che si può aumentare o diminuire il numero degli elementi, senza che il rendimento della caldaia vari.

La graticola di ogni elemento viene mantenuta fredda per mezzo di circolazione interna d'acqua; con ciò si evita la fusione delle sostanze eterogenee nel combustibile, e la graticola funziona come superficie riscaldante.

Internamente alla caldaia i gas circolano in senso inverso all'acqua che sale; perciò le cedono molta parte del loro calore, così che, durante un funzionamento normale, la temperatura dei gas all'uscita della caldaia è solo di $30^{\circ}\text{--}40^{\circ}\text{C}$. superiore a quella dell'acqua, e la loro composizione chimica è molto favorevole, priva cioè di ossido di carbonio.

Queste caldaie bruciano preferibilmente il coke, l'antracite od altri combustibili magri, con i quali esse raggiungono il massimo rendimento; ma può utilizzarsi ogni altra qualità di combustibile, anche con fiamma lunga (legna, carbone fossile, torba, ecc.); nel quale caso però la camera di combustione non può essere riempita che per metà circa, affinché le fiamme abbiano spazio sufficiente a svilupparsi.

Si riportano le dimensioni della serie I (fig. 702), costruita dalle Officine Strebel, con elementi in numero da $4 \div 7$, e con superficie riscaldanti di $\text{m}^2 2,4 \div 4,8$; della serie II (fig. 703), che con $6 \div 12$ elementi ha superficie riscaldanti di $\text{m}^2 5 \div 11$; e finalmente le dimensioni della serie III (fig. 704), che con $9 \div 12$ elementi ha superficie riscaldanti di $\text{m}^2 12,5 \div 17$.

Le calorìe corrispondenti sono: per la serie I, $24.000 \div 47.000$; per la serie II, $50.000 \div 110.000$; per la serie III, $125.000 \div 170.000$.

Caldaia Récord (Koerting) (fig. 705 a 708). — È usata per impianti di media grandezza ($\text{m}^2 3 \div 18$ di superficie riscaldante), ed è composta di due file parallele di

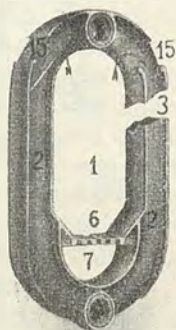


Fig. 697.



Fig. 698.

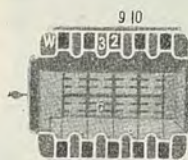


Fig. 699.



Fig. 700.

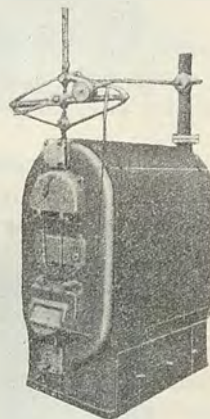


Fig. 701.

Fig. 697 a 701. — Caldaia Strebel.

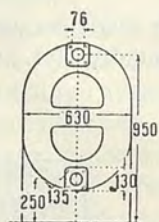


Fig. 702.

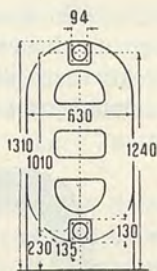


Fig. 703.

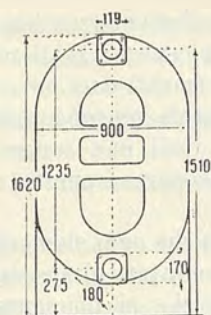


Fig. 704.

Fig. 702 a 704. — Caldaie Stiebel.

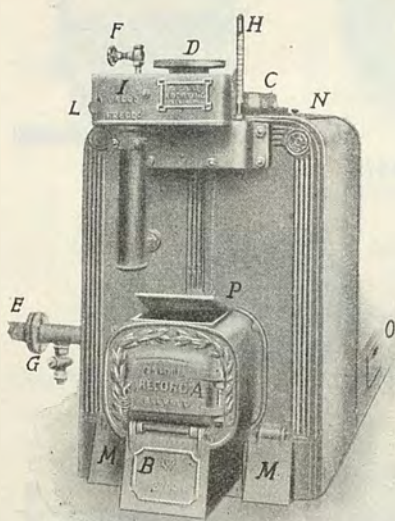


Fig. 705. — Vista frontale.

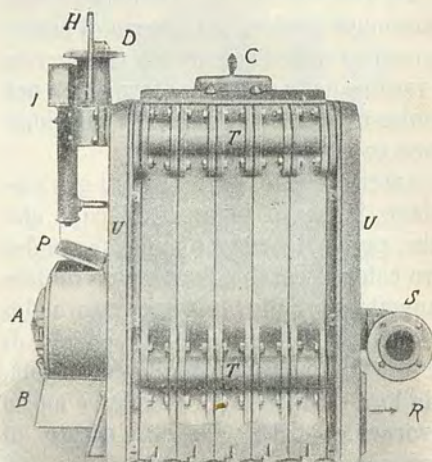


Fig. 706. — Vista laterale senza il rivestimento.

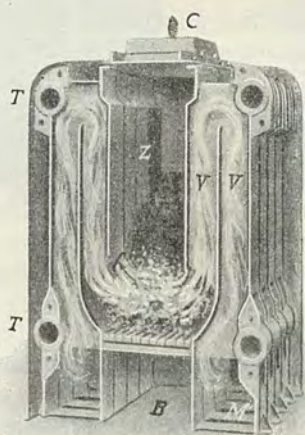


Fig. 707. — Sezione trasversale.

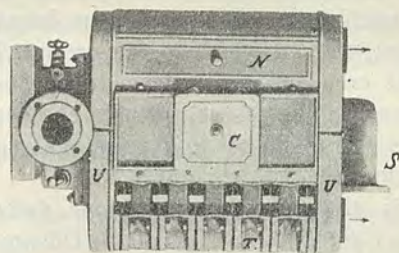


Fig. 708. — Pianta.

Fig. 705 a 708. — Caldaia tipo «Récord» per termosifone.

A, porta per il focolaio; B, porta per il cinerai; C, porta caricamento tramoggia; D, tubo uscita acqua calda; E, tubo acqua di ritorno; F, rubinetto per alimentazione; G, rubinetto per scarico acqua; H, termometro; I, regolatore automatico; L, vite per variare la temperatura dell'acqua; M, collettori gas della combustione; N, O, sportelli di pulizia; P, sportello del regolatore per entrata dell'aria al fuoco; R, condotto dei gas della combustione al camino; S, entrata acqua di ritorno; T, elementi di mezzo; U, elementi di testa; V, condotti gas della combustione; Z, tramoggia combustibile.

elementi verticali di ghisa pieni di acqua e comunicanti tra loro in basso ed in alto. Tra gli elementi delle due file resta un vano (chiuso alle estremità con gli elementi estremi di ogni fila all'uopo allargati) che costituisce la camera di combustione con caricamento dall'alto, e contiene il focolare con griglia e il cineraio.

Tra un elemento e l'altro trovano posto i condotti verticali per i gas della combustione, che percorrono dapprima, in ascesa, il condotto interno, scendono per il condotto esterno, e si raccolgono in basso in un terzo condotto orizzontale, formato, per ogni lato, dai sostegni degli elementi e comunicante col camino.

Questa caldaia ha su altre il vantaggio che i gas della combustione, appena sviluppati, seguono il percorso nel condotto ascendente interno, senza doversi cercare un passaggio attraverso il combustibile della camera di riscaldamento, la quale serve esclusivamente come riserva di combustibile, e può essere caricata più o meno senza che ciò influisca sulla composizione e sullo svolgersi dei gas della combustione.

L'acqua da riscaldarsi entra in basso nei due elementi posteriori, si distribuisce in tutti gli altri, percorrendoli dal basso verso l'alto, e arriva agli elementi anteriori, ai quali sono applicati il termometro e i tubi di presa.

Caldaie Balconi. — Queste caldaie per riscaldamento a termosifone sono composte di una serie di elementi in ghisa cavi, congiunti fra loro col mezzo di *nippels* biconici, per modo che la connessione tra gli elementi stessi si effettua rapidamente ed assicura una tenuta perfetta, essendo le dilatazioni uniformi in tutte le parti della caldaia.

L'elemento di fronte è munito di una portina pel caricamento del combustibile, di una portina per il focolare e di una per il cineraio. La pulitura dei condotti del fumo si fa attraverso fori chiusi da placchette facilmente rimovibili.

La griglia, fusa in un sol pezzo cogli elementi ed avente circolazione d'acqua, è pratica e di facile pulizia.

Il caricamento del combustibile si fa a mezzo di una bocchetta posta sulla fronte della caldaia, che immette nella tramoggia interna formata dai singoli elementi uniti fra loro.

A metà circa di detta tramoggia si aprono le bocchette dei condotti del fumo: quindi la combustione avviene dalla griglia al livello di queste aperture, bruciando il carbone posto superiormente a misura che si consuma quello aderente alla griglia. Il combustibile più indicato per queste caldaie è il coke.

Il rendimento di queste caldaie è notevole, perchè la superficie esposta al fuoco, oltre che essere grande, è convenientemente usata: nel senso che tutte le parti esposte al fuoco hanno internamente circolazione d'acqua, compresa, come si disse, la griglia.

La fiamma sviluppata dalla combustione compie l'intero percorso in senso ascendente e discendente, abbandonando lungo le pareti lambite la massima parte del suo calore.

Ogni metro quadrato di superficie riscaldata rende $12.000 \div 16.000$ calorie-ora.

Le fig. 709 a 715 rappresentano la caldaia Balconi del tipo R-B, adatta per medi impianti di riscaldamento. Di essa si costruiscono modelli la cui superficie riscaldata è $m^2 3,60 \div 10,80$, con un rendimento approssimativo di $43.200 \div 129.600$ calorie-ora.

Per grandi impianti, la caldaia ad elementi scomponibili del tipo R-A della stessa Ditta Balconi ha superficie riscaldata di $m^2 9,30 \div 21,30$, con un rendimento approssimativo di $111.600 \div 255.600$ calorie-ora.

Finalmente, per piccoli impianti, può essere conveniente la caldaia ad elementi scomponibili tipo R-C, con superficie riscaldata di $m^2 3,60 \div 6,60$ e rendimento approssimativo di $30.000 \div 66.000$ calorie-ora.

Gli accessori di tutte le caldaie descritte sono quelli stessi accennati per le caldaie a vapore a bassa pressione, ad eccezione di quelli che non avrebbero ragione di esistere per una caldaia ad acqua calda, e cioè valvole di sicurezza, manometri, ecc.

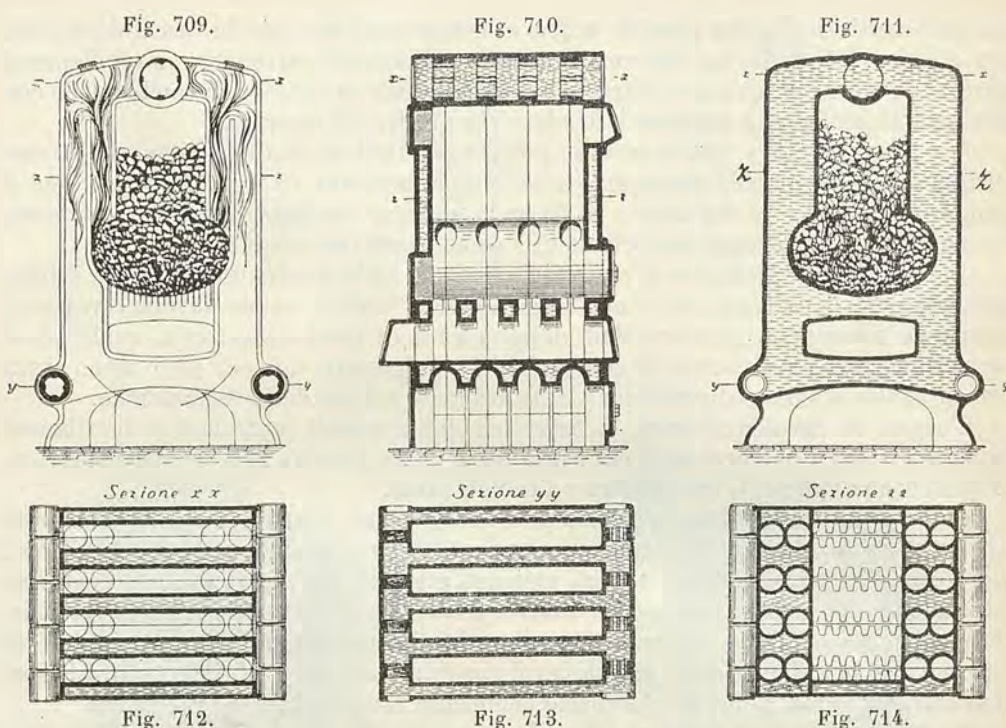


Fig. 709 a 714. — Caldaie Balconi.

Così anche le caldaie ad acqua calda sono munite, come quelle a vapore a bassa pressione, di un regolatore automatico della combustione.

Questo regolatore proporziona la intensità della combustione alla temperatura dell'acqua che circola nel sistema.

La fig. 716 rappresenta schematicamente il regolatore di Angrick, basato sul principio che tubi della stessa lunghezza, di metalli con diverso coefficiente di dilatazione termico, si allungano e si accorciano diversamente. Il tubo tt' , di ottone, riceve dall'alto l'acqua della caldaia, e, nel punto t , è rigidamente fissato ad un manicotto, al quale è articolato un tondino di ferro ff' .

Nel punto q è articolata una leva $f'p'$, e l'estremità p' è unita a snodo con un secondo tondino di ferro $p'p$, il cui estremo superiore p è tagliato a coltello. Al tubo tt' è pure fissato un terzo manicotto u , nel quale ha il fulcro la leva $p'v$, a bracci sensibilmente diseguali.

Questa leva appoggia sull'estremo p a coltello del tondino $p'p$ e porta appeso, con una catena di lunghezza regolabile, il coperchio che regola l'entrata dell'aria che alimenta la combustione.

Se la temperatura dell'acqua in caldaia diminuisce, il tubo tt' , fisso superiormente, si accorcia, e il punto q della leva $f'qp'$ si innalza, si innalzano quindi i punti $p'p$, e

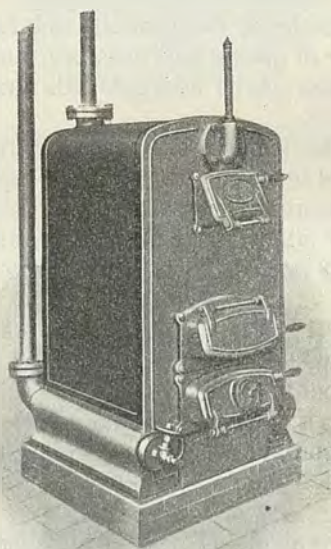


Fig. 715. — Caldaia Balconi.

quindi ruota di un certo angolo la leva sv , rialzando il coperchio che apre l'ammissione dell'aria al cineraio della caldaia. Quando invece l'acqua in caldaia si riscalda, gli spostamenti accennati si verificano nel senso opposto e l'ammissione dell'aria al cineraio della caldaia si chiude.

In pratica, gli allungamenti del tubo tt' non sono sensibili, se non si dà ad esso una lunghezza notevole; per quanto si possano moltiplicare con opportuni rapporti tra i bracci delle due leve $f't'p'$ ed sv . Un maggior valore della moltiplicazione può ottenersi col regolatore brevettato da Giston, basato sull'identico principio; ma questi regolatori presentano sempre l'inconveniente di non funzionare quando siano rimaste aperte le portine del focolare o del cineraio, o quando al sistema venga a mancare l'acqua necessaria. I regolatori a membrana, del tipo già descritto per il vapore a bassa pressione, hanno possibilità di logoramento della membrana stessa ed i liquidi usati, dilatabili a date temperature, producono vapori che facilmente si svolgono. In ogni modo il regolatore dovrà agire sempre sul registro del cineraio, e possibilmente su quello prima del camino, e mai soltanto su quest'ultimo.

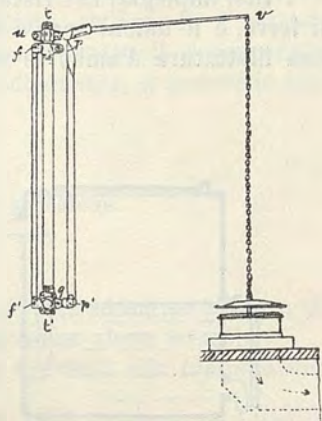


Fig. 716. — Regolatore di Angrick.

2° Superficie riscaldanti.

Le superficie riscaldanti sono identiche a quelle già descritte per il vapore a bassa pressione; con la differenza per i radiatori che, mentre gli elementi di un radiatore per riscaldamento a vapore comunicano col mezzo di un solo tubo collocato inferiormente, nel caso di un radiatore nel quale circoli acqua calda, è necessario che gli elementi siano collegati anche nella loro parte superiore.

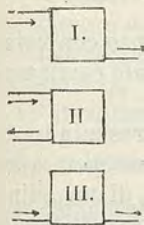


Fig. 717.

La figura 717 indica schematicamente tre disposizioni per l'entrata e l'uscita dell'acqua, che non presentano differenze sensibili nei riguardi del funzionamento; la disposizione I è forse la migliore, la III è la meno usata.

La regolazione si fa di solito con una valvola a sede o a semplice regolazione, e negli impianti più completi con una valvola a doppia regolazione, composta cioè di due organi dei quali uno funziona come una valvola a semplice sede, e l'altro è un rubinetto col quale si può variare la quantità d'acqua che può entrare nella stufa, quando la prima valvola sia completamente aperta.

3° Vaso di espansione.

Se il vaso di espansione è inserito nella condotta di andata, la disposizione è quella della figura 718. Il volume d'acqua contenuto, tenendo conto della differenza di livello tra il tubo di troppo pieno e lo sbocco del tubo di spia o di quello di allacciamento alla condotta di distribuzione, deve essere 1,5 ÷ 2 volte quello, di cui aumenta il totale volume d'acqua dell'impianto, per effetto della differenza di temperatura dell'acqua all'inizio del riscaldamento e a regime.

La fig. 719 rappresenta il vaso di espansione allacciato alla condotta di ritorno dell'acqua in caldaia, e nel caso che l'alimentazione delle stufe sia fatta dal basso. È ad alimentazione automatica mediante il rubinetto a galleggiante A.

4° Conduitture.

I tubi impiegati nel riscaldamento ad acqua calda a bassa e media pressione sono di ferro, e le unioni sono a manicotto o a flangia; in generale le unioni a manicotto (con filettatura d'ambo le parti nel medesimo verso) si usano sino a un diametro

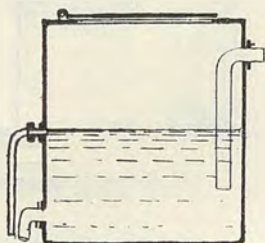


Fig. 718.

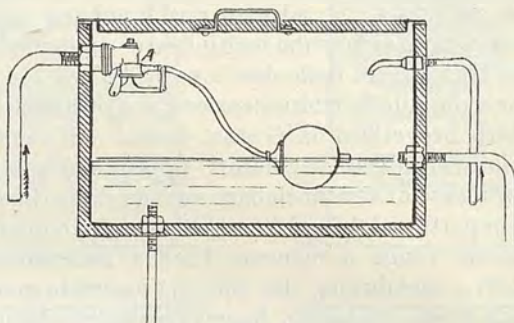


Fig. 719.

interno di mm. 65 ($2\frac{1}{2}$ pollici), quelle a flangia da 57 a 192 mm. e sono più economiche. Le conduitture orizzontali hanno pendenza di almeno cm. 0,5 per m. Onde evitare la formazione di *tasche* o *tappi d'aria* nei punti di massima altezza relativa (per es. nei sifoni), è necessario introdurre un rubinetto di scarico. Infine i cambiamenti di sezione, i raccordi devono essere così studiati, da rendere più facile possibile la circolazione.

i) Riscaldamento ad acqua calda a media pressione.

Generalità.

È un riscaldamento a bassa pressione il cui vaso di espansione è chiuso con valvola regolabile, gravata di un carico che varia da $1 \div 2$ Kg. per cm^2 , al quale corrisponde rispettivamente una temperatura massima dell'acqua di $121^\circ \div 134^\circ$.

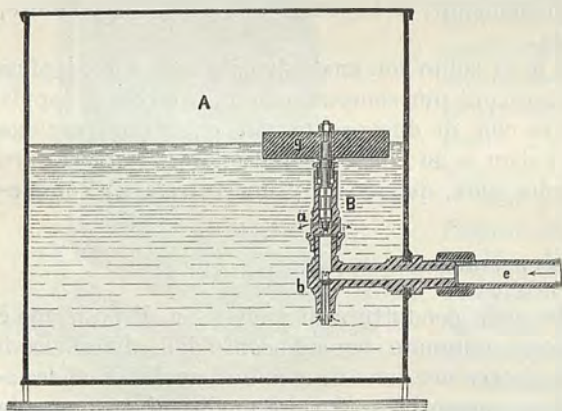


Fig. 720.

La figura 720 rappresenta un tipo di vaso di espansione per questo sistema. È composto di un cilindro verticale collocato verso il fondo di una vasca piena d'acqua, nel quale sbocca il tubo *e* che proviene dalla caldaia. Il cilindro possiede superiormente una valvola conica *a* che si apre verso l'alto, e un'altra, pure conica *b*, in basso. La prima funzione per effetto della pressione conseguente alla dilatazione dell'acqua dell'impianto. Appena sopra la sua sede ordinaria, il tubo che avvolge il gambo di detta valvola presenta una serie di piccoli fori, attraverso i quali l'acqua che si dilata può uscire

in parte, per mescolarsi alla esterna. Ad equilibrare la pressione dell'acqua, il gambo sopporta un conveniente carico variabile di pesi *g* od è collegato ad una molla a spirale.

Quando il riscaldamento non funziona, e quindi la pressione dell'acqua nella vasca supera quella interna del cilindro, per la mancanza d'acqua in esso, la valvola inferiore si apre e l'acqua della vasca entra a riempire il cilindro stesso. L'alimentazione alle stufe viene generalmente fatta dall'alto, collegando il vaso di espansione col punto più alto della condotta di andata. Durante il riempimento iniziale dell'impianto, ed in quelli successivi ad ogni raffreddamento, si provvede allo sfogo dell'aria col mezzo di scaricatori automatici.

1) Riscaldamento ad acqua calda ad alta pressione.

a) Generalità.

Nei sistemi di riscaldamento ad acqua calda fino ad ora descritti il vaso di espansione è aperto nell'atmosfera, e l'acqua può dilatarsi senza alcun ostacolo.

La densità massima dell'acqua è 1.000.000 a 4°; ed è 0,958634 alla temperatura di 100°. Quindi un metro cubo d'acqua a 4° diviene a 100° $\frac{1}{0,958634} = 1,04315$, cioè l'aumento di volume è di litri 43,15 per metro cubo, ossia $\frac{1}{23}$.

Se il vaso d'espansione si chiude, la dilatazione avviene, ma l'aria contenuta nel vaso di espansione, al disopra del livello d'acqua, diminuisce di volume; la sua pressione aumenta. Per valutare più esattamente questo fatto, supponiamo che un vaso di espansione completamente chiuso (fig. 721) abbia tale capacità, che al disopra della linea *aa* (livello dell'acqua a 4°) il suo volume sia $\frac{1}{23}$ di quello dell'acqua contenuta nell'impianto. A 70°, il volume d'acqua giunto in *bb* occuperà una metà del volume al disopra delle linee *aa*, e quindi la pressione dell'aria rimanente sarà di 2 atmosfere; a 85° il livello sarà in *cc*, essendo il volume d'aria rimanente $\frac{1}{4}$ del primitivo, e la pressione di 4 atmosfere; verso 93°-94° il volume è ridotto ad $\frac{1}{8}$ e la pressione è di 8 atmosfere; a 99° il volume è ridotto a $\frac{1}{22}$ e la pressione è di 22 atmosfere, ecc.

Se la temperatura continuasse ad elevarsi, la pressione continuerebbe ad aumentare, senz'altro limite che quello della resistenza delle pareti del vaso. Nel 1845 l'ingegnere inglese A. M. Perkins prese un brevetto per un sistema di riscaldamento basato su questo principio, e fece numerosissimi impianti, specialmente in Inghilterra. Tuttavia, gli inconvenienti, talvolta gravi, che si verificarono e l'introduzione di altri sistemi meno pericolosi ne limitarono in seguito l'applicazione.

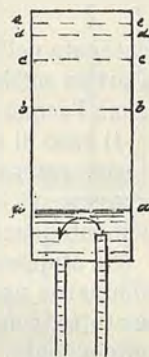


Fig. 721.

β) Termosifone Perkins.

Il sistema di riscaldamento ad acqua calda ad alta pressione Perkins si compone di un circuito chiuso di tubi di ferro con grossezza, diametro e qualità identici, in parte dritti, in parte a serpentino (fig. 722). La lunghezza complessiva del circuito non supera generalmente i m. 200; la tubazione ha diametro interno di 15 mm. o 23 mm. ed esterno rispettivamente di 27 e 33 mm.; tale cioè da resistere ad una pressione interna di 100 atmosfere, per quanto le massime pressioni di funzionamento non varino che da 15 ÷ 20 atmosfere.

La caldaia è costituita dal serpentino inferiore A, di lunghezza $\frac{1}{8} \div \frac{1}{5}$ della totale, collocato in un involucro di muratura, ed investito direttamente dalla fiamma di un fornello ad alimentazione continua. Gli altri serpentini H costituiscono le stufe, e sono pure rivestiti con involucri di lamiera.

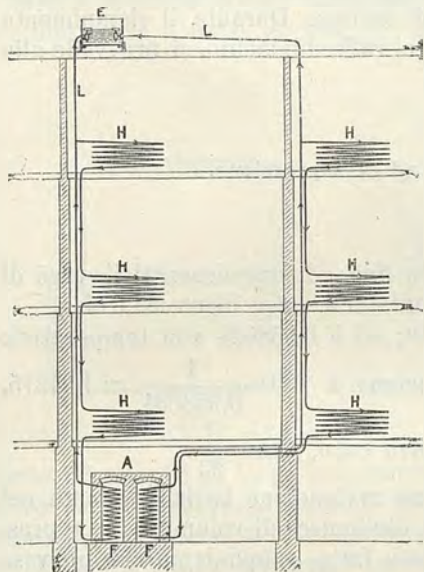


Fig. 722.

Il vaso di espansione originario del termosifone Perkins si compone di una o più bottiglie di ferro del diametro interno di $60 \div 100$ mm., la cui estremità inferiore si raccorda alla tubazione con un pezzo a T e manicotto di ferro; e l'estremità libera è chiusa da un tappo a vite.

Il riempimento deve essere fatto con grande attenzione, onde evitare che resti chiusa dell'aria nel sistema, la quale impedisce momentaneamente la circolazione, fino a tanto che la pressione abbia raggiunto un tale valore da ricacciare l'aria nel vaso di espansione, producendo rumori e colpi violenti. Tale riempimento si fa dal basso col mezzo di pompa, e svitando i tappi *b c*, fino a che l'acqua ne esce da *c* (fig. 723). Quindi, tolta la pompa, si avvitano i tappi e il sistema è pronto per funzionare. L'aria che sarà rimasta nel vaso di espansione, al disopra del livello di *c*, si aggiunge a quella

contenuta nell'acqua di riempimento, e sarà necessario immettere ogni giorno, durante la prima settimana di funzionamento, un po' d'acqua nel tubo *c*, con l'avvertenza che prima l'acqua del sistema sia raffreddata.

Il vaso di espansione ha la capacità di circa $\frac{1}{4}$ di quella del sistema, e se il sistema è così esteso, che le dimensioni del vaso riuscissero eccessive, si compone il vaso di espansione con parecchi elementi identici.

Le stufe sono allacciate in serie, e perciò se si vuol eliminarne una dal servizio, è necessario interromperlo per tutte, come pure non è possibile alcuna regolazione indipendente.

Dato il piccolo diametro dei tubi, è molto facile che, durante l'inverno e nei periodi di inattività, l'acqua dell'impianto possa gelare, perciò è consigliabile di vuotarlo preventivamente.

m) Riscaldamento ad acqua calda a circolazione accelerata.

a) Generalità.

Nel sistema di riscaldamento ad acqua calda a bassa pressione, la velocità di circolazione, essendo determinata dalla differenza di densità dell'acqua calda e dell'acqua fredda, è sempre molto piccola, tenuto conto anche delle resistenze e perdite di carico delle condutture. Da ciò la necessità di condutture di grande sezione, ingombranti e costose; inoltre, il grande volume d'acqua che circola rende molto lento il raggiungimento del regime, o l'arresto del funzionamento.

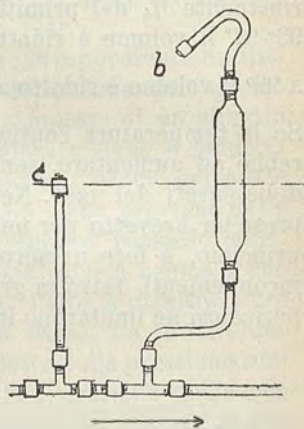


Fig. 723.

È chiaro che, diminuendo i diametri delle condutture, l'impianto diviene meno ingombrante, più economico e di rapido avviamento od arresto. Per ottenere questo scopo, senza elevare la temperatura dell'acqua, cioè senza ricorrere alle alte pressioni, basta aumentare la velocità di circolazione dell'acqua stessa.

I sistemi atti a raggiungere questo scopo si raggruppano in 4 categorie, e cioè:

- 1) Sistemi basati sulla diminuzione di densità dell'acqua circolante, ottenuta variamente (a emulsione);
- 2) Sistemi per pulsione, a mezzo di organi speciali automatici;
- 3) Sistemi basati sulla diminuzione di pressione ottenuta automaticamente in un organo del circuito;
- 4) Sistemi a circolazione meccanica col mezzo di pompa.

1) Sistemi a emulsione.

Il principio di questo sistema è il seguente:

Consideriamo una caldaia a vapore C, la quale riscaldi l'acqua del serbatoio S (fig. 724), col mezzo di un tubo di alimentazione t ed un tubo di ritorno dell'acqua condensata t' . Il serbatoio S comunichi a sua volta con un vaso di espansione E, per mezzo del condotto T di alimentazione. Al tubo di ritorno T' sono allacciati i radiatori R. Lo schema è quello di un impianto d'acqua calda a bassa pressione, in cui il movimento dell'acqua è prodotto dalla differenza di altezza dei due serbatoi.

Se si ammette che nel punto Q il condotto ascendente T presenti un rigonfiamento, e si collega tale punto col generatore di vapore C, si osserverà che, appena la pressione del vapore sarà maggiore di quella che corrisponde all'altezza della colonna d'acqua sovrastante al punto Q, il vapore attraverserà la colonna liquida, dapprima condensandosi, e quindi mescolandosi ad essa formando un'emulsione. La miscela acqua-vapore essendo più leggera dell'acqua pura, ne segue che l'equilibrio idrostatico risulta più instabile, e la circolazione si accelera, proporzionalmente alla differenza di densità della colonna emulsionata.

Il vapore che sale nel recipiente Q tende ad accumularsi nella parte superiore, e per eliminarlo occorre condensarlo nel recipiente stesso, o in un altro P, che circonda il tubo di ritorno dell'acqua al serbatoio S.

Il fenomeno dell'emulsione fu applicato per la prima volta da Reck, ingegnere di Copenhagen.

Sistema Reck. — Organo essenziale del sistema Reck è l'apparecchio emulsore C, detto generalmente *circolatore* (fig. 725), ed applicato alla parte superiore della conduttura ascendente dell'acqua calda di un impianto di riscaldamento a bassa pressione. Esso comunica con un generatore qualunque di vapore, ed ha lo scopo di mescolare questo vapore con l'acqua in modo da formare l'emulsione con densità molto piccola. Per effetto di questa diminuita densità si verifica un aumento nella differenza del carico a favore della colonna d'acqua condensata, e viene quindi considerevolmente aumentata la velocità di circolazione. Questo aumento è tanto più sensibile quanto

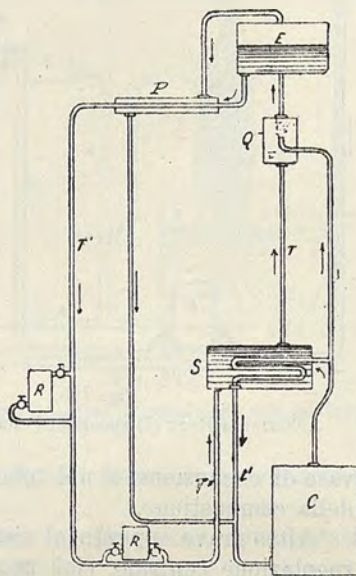


Fig. 724.

più alta è la colonna di liquido emulsionata e quanto più piccola è la densità della miscela. Questi due fattori dipendono dalla posizione dell'apparecchio circolatore e dalla quantità di vapore che determina l'emulsione.

Lo schema dell'impianto è rappresentato dalla fig. 725.

Un generatore di vapore a bassa pressione G, munito di regolatore automatico di pressione e di combustione, fornisce le calorie necessarie all'impianto e nel tempo stesso

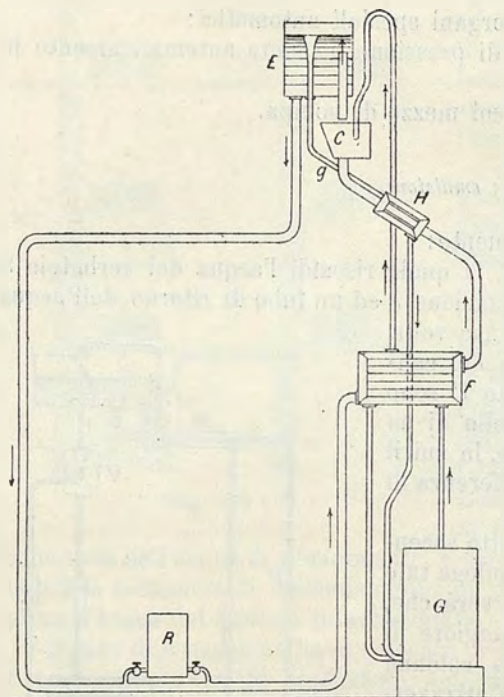


Fig. 725.

Sistema Reck (Disposizione schematica).

il vapore che deve accelerare la circolazione dell'acqua. L'acqua di circolazione si riscalda a contatto di un fascio di tubi nei quali circola il vapore a bassa pressione, che costituiscono il *riscaldatore* F. Dal riscaldatore quest'acqua sale al circolatore, ove si mescola col vapore proveniente da una conduttura speciale dal riscaldatore. Così emulsionata, l'acqua sale al vaso di espansione chiuso, nel quale il vapore si libera raccogliendosi nella parte superiore, e l'acqua entra nel condotto di distribuzione ai corpi scaldanti, e da questi, per il condotto, nuovamente al riscaldatore. Il vapore in eccesso, l'aria e l'acqua prodotta dalla sua speciale condensazione ridiscendono per mezzo del tubo di troppo pieno g alla caldaia, passando prima per il *condensatore* H.

In questo apparecchio il vapore si condensa a contatto del condotto ascendente dell'acqua calda, e, per il buon funzionamento dell'impianto, è necessario che detto vapore si condensi completamente. Ciò si ottiene in generale usufruendo della pressione del vapore nel

vaso di espansione o nel tubo di ritorno in caldaia, per il comando del regolatore della combustione.

Altro grave appunto al sistema Reck primitivo è quello che non è possibile una regolazione centrale, cioè non è possibile abbassare la temperatura dell'acqua del sistema al disotto di 100°; in caso diverso tutto il vapore inviato al circolatore vi si condenserebbe e l'emulsione non avrebbe luogo. Per rimediare a questo inconveniente si potrebbe pensare a dispositivi che permettessero di mettere il circolatore fuori circuito, e quindi farlo entrare in azione soltanto quando si richiedesse un riscaldamento più energico. Però in tal caso le condutture dovrebbero essere calcolate come per termosifone ordinario, ed i vantaggi del sistema Reck sarebbero minimi.

Lo stesso Reck ha brevettato una disposizione in cui il riscaldatore è soppresso e l'acqua di ritorno dalle stufe è riscaldata soltanto dall'introduzione di vapore nel circolatore. L'eccesso di vapore si condensa in un condensatore a miscela per contatto diretto dell'acqua raffreddata di ritorno dalle stufe. Per il leggero vuoto che in teoria si può supporre di ottenere in detto condensatore, la temperatura necessaria dell'acqua, perchè avvenga l'emulsione nel circolatore, dovrebbe essere alquanto inferiore ai 100°.

Ma ciò difficilmente si verifica, ed ancora Reck ha studiato, per raggiungere una buona regolazione, di collocare sulle varie condutture di diramazione dispositivi che permettano di regolare la miscela dell'acqua riscaldata di arrivo dal vaso di espan-

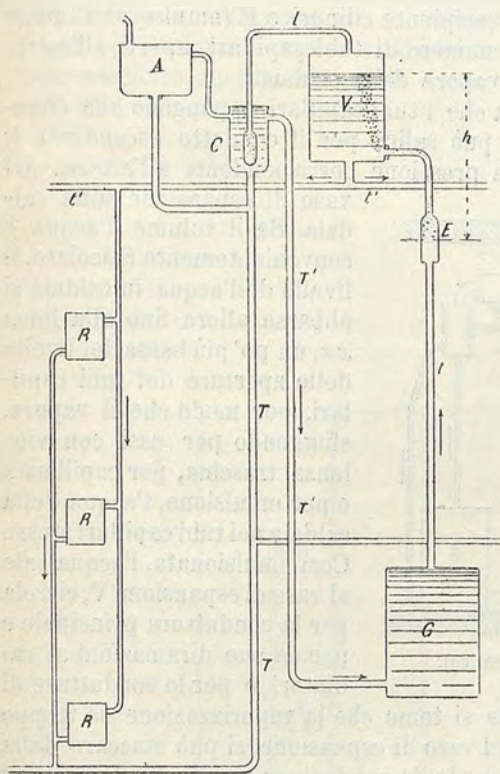


Fig. 726.

Sistema Brückner (Disposizione schematica).

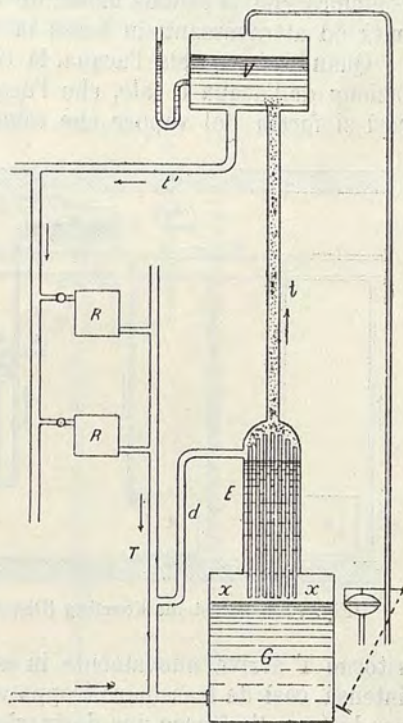


Fig. 727.

Sistema Koerting (Disposizione schematica).

sione con quella esistente nelle diramazioni. In tal caso lo schema di distribuzione è ancora quello del primitivo brevetto Reck (fig. 725).

La Ditta Hamelle ha modificato il sistema Reck con un dispositivo semplificato che si adatta specialmente a piccoli appartamenti.

Sistema Brückner. — Questo costruttore austriaco ha studiato un sistema (fig. 726) che presenta molti punti di contatto col sistema Reck.

In luogo di una caldaia a vapore vi è una caldaia ad acqua calda G; il vapore necessario per l'emulsione è ottenuto in uno speciale apparecchio E (emulsore), inserito nella conduttura ascendente al vaso di espansione V. Allorchè l'acqua riscaldata, che sale dalla caldaia per il tubo t al vaso di espansione, attraverso all'emulsore, raggiunge la temperatura di vaporizzazione corrispondente alla pressione che esiste nell'emulsore, si determina uno svolgimento di vapore che emulsiona la colonna d'acqua sovrastante fino al vaso di espansione. Perchè il sistema funzioni, la temperatura dell'acqua in caldaia deve superare i 100° , e ciò proporzionalmente all'altezza h della colonna emulsionata.

Come nel sistema Reck, dal vaso di espansione si stacca il tubo t' , che porta l'acqua calda alle stufe; il vapore in eccesso passa per il tubo l al condensatore C, dove è raffreddato dall'acqua di ritorno per il tubo T dei radiatori, e l'acqua di

condensazione ridiscende pure in caldaia per il tubo T'. Il recipiente aperto A, in comunicazione col condensatore, permette l'espansione libera dell'acqua del sistema.

Sistema Koerting. — Il principio del sistema è il seguente. Una caldaia d'acqua calda G (fig. 727) porta superiormente un recipiente cilindrico E (emulsore), il quale comunica con la caldaia mediante un certo numero di tubi capillari, aperti all'estremità ed attraversanti in basso la zona di vapore della caldaia.

Quando si riscalda l'acqua, la resistenza che i tubi capillari oppongono alla circolazione dell'acqua è tale, che l'acqua non può salire per il condotto ascendente t ; così si forma del vapore che raggiunge la pressione corrispondente all'altezza del

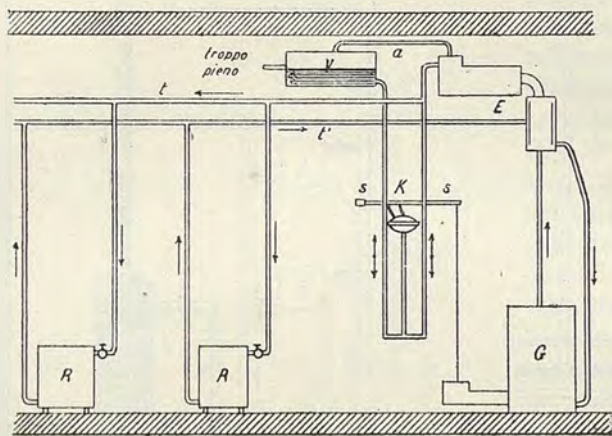


Fig. 728. — Sistema Koerting (Disposizione pratica).

vaso di espansione sulla caldaia. Se il volume d'acqua è convenientemente calcolato, il livello dell'acqua in caldaia si abbassa allora fino alla linea xx , un po' più bassa del livello delle aperture dei tubi capillari, per modo che il vapore, sfuggendo per essi con violenza, trascina, per capillarità e per emulsione, l'acqua della caldaia nei tubi capillari stessi. Così emulsionata, l'acqua sale al vaso di espansione V, circola per la condotta principale e per le sue diramazioni ai radiatori, e per le condutture di

ritorno T arriva nuovamente in caldaia. Se si teme che la vaporizzazione sia troppo intensa, così da trascinare troppo vapore nel vaso di espansione, si può staccare dalla condotta di ritorno una derivazione d in modo da condensare una parte del vapore nel condotto di ascesa.

In pratica la disposizione schematica si modifica generalmente secondo la fig. 728. Le condutture di alimentazione t e di ritorno t' sono applicate orizzontalmente, onde evitare le porte; l'emulsore E, disposto in parte verticalmente ed in parte orizzontalmente, è circondato da un condensatore nel quale passa l'acqua raffreddata del tubo di ritorno. Il sifone ss mette in comunicazione l'emulsore col vaso di espansione e su di esso è applicato il regolatore K. Il vapore in eccesso che si fosse condensato passa per il tubo a al disopra del livello dell'acqua nel vaso di espansione, e concorre con le manovre del regolatore K a diminuire la formazione di vapore.

Sistema « Aero Circuit ». — La caldaia (fig. 729), o riscaldatore P, per acqua calda, è collegata al generatore di vapore G; il vapore ascendente per il tubo t mette in azione l'iniettore I, che comunica con l'aria della parte superiore del vaso di espansione V col tubo g . Nel circolatore C giunge una miscela di aria e vapore, che agisce sull'acqua che sale per il tubo T diminuendone la densità e quindi accelerandone il movimento.

L'acqua calda che arriva al vaso di espansione è diramata alle stufe per il condotto c , dopo che l'eccesso di vapore in esso contenuto si è condensato; tutta l'aria aspirata dall'iniettore è rimasta nel vaso di espansione, di dove nuovamente viene aspirata.

Il ciclo per l'acqua si chiude attraverso il condotto di ritorno c' al riscaldatore. Il vaso di espansione comunica direttamente con l'atmosfera, perchè in comunicazione

mediante i tubi v s col recipiente A , aperto superiormente all'atmosfera e comunicante inferiormente con la caldaia; per questi tubi entrano in A rispettivamente il vapore in eccesso e l'acqua di condensazione.

È pure stabilita una valvola automatica Q a dilatazione dell'aria sul tubo a aperto all'esterno e comunicante con la tubazione t di vapore.

La regolazione si ottiene variando la temperatura dell'acqua uscente dal riscaldatore, mediante un regolatore che comunica col condotto di ritorno c' , e col quale si

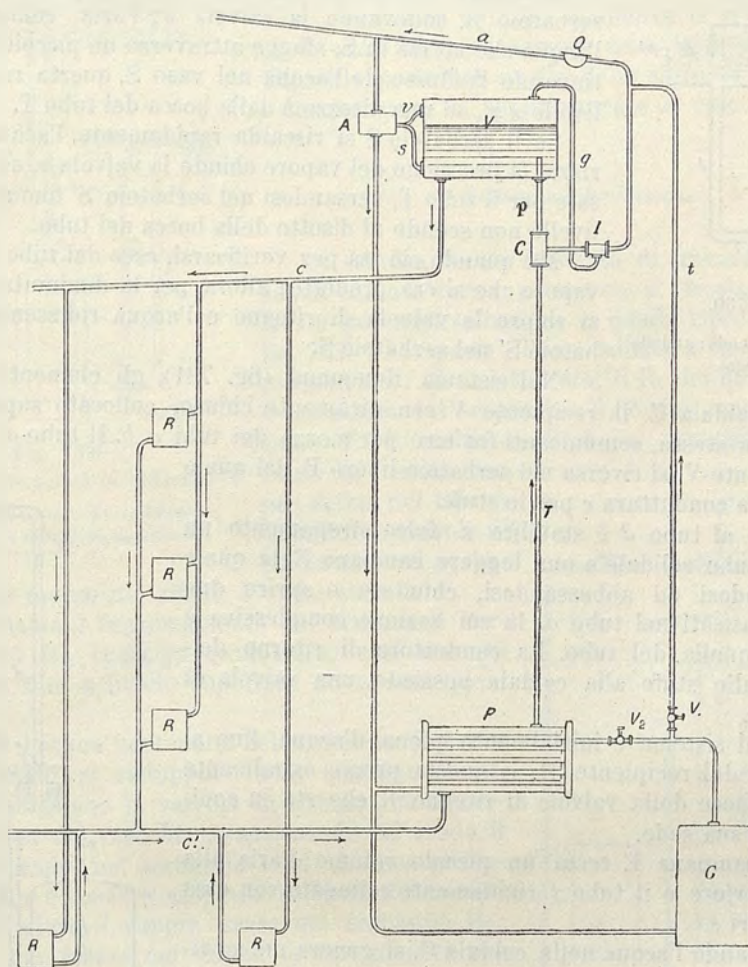


Fig. 729. — Sistema « Aero Circuit » (Schema).

manovra automaticamente la valvola v_2 che comanda l'introduzione di vapore al riscaldatore.

Fino a tanto che la temperatura dell'acqua si mantiene elevata si ha nel circolatore C l'emulsione di una certa parte del vapore che fa agire l'iniettore, ed entra quindi nel circolatore misto ad aria; se, agendo sulla valvola v_2 , si abbassa la temperatura dell'acqua, mentre tutto il vapore che arriva dall'iniettore si condenserà nel tubo p , l'aria si emulsionerà egualmente bene con l'acqua, attivando come nel primo caso la circolazione.

2) Sistemi per pulsione.

Questi sistemi sono basati sul principio seguente:

Si abbia un sistema di due serbatoi (fig. 730) SS' dei quali uno è chiuso, e l'altro aperto nell'atmosfera, comunicanti fra loro con i tubi T (che entra nel serbatoio S' fino ad una certa distanza dal fondo) e t , munito di una valvola di ritegno v .

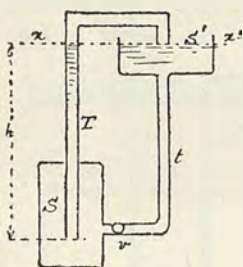


Fig. 730.

SS' serbatoi; T, t tubi; v valvola di ritegno.

Versando dell'acqua nel serbatoio S' , questa passa nel serbatoio S , sollevando la valvola v ; l'aria, compressa dall'acqua che arriva in S , sfugge attraverso un piccolo foro. Continuando l'afflusso dell'acqua nel vaso S , questa raggiunge il livello $x x'$, ad una altezza h dalla bocca del tubo T .

Se il serbatoio S si riscalda rapidamente, l'acqua si vaporizza, la pressione del vapore chiude la valvola v , ed il liquido sale per il tubo T , versandosi nel serbatoio S' fino a che il suo livello non scende al disotto della bocca del tubo.

Ma quando ciò sta per verificarsi, esce dal tubo T anche il vapore che si era prodotto; allora, per la diminuita pressione, si riapre la valvola di ritegno e l'acqua ridiscende dal serbatoio S' nel serbatoio S .

Nel sistema Rouquaud (fig. 731), gli elementi principali sono: la caldaia C , il recipiente V ermeticamente chiuso, collocato superiormente alla caldaia stessa, comunicanti fra loro per mezzo dei tubi a, b . Il tubo d , che pesca nel recipiente V , si riversa nel serbatoio libero B dal quale si dirama la conduttura c per le stufe.

Intorno al tubo d è stabilito a dolce sfregamento un tronco di tubo solidale a una leggera campana E , la quale può, alzandosi od abbassandosi, chiudere o aprire due fori ee praticati nel tubo d , la cui sezione complessiva è uguale a quella del tubo. La conduttura di ritorno dell'acqua dalle stufe alla caldaia possiede una valvola di ritenuta R .

Tutto il sistema è inizialmente pieno d'acqua, fino al livello xx del recipiente B ; e questa preme egualmente sulle due facce della valvola di ritegno R che sta in equilibrio sulla sua sede.

Nella campana E resta un piccolo volume d'aria alla parte superiore e il tubo f rigidamente collegato con essa chiude i fori ee .

Riscaldando l'acqua nella caldaia C , si genera un movimento dell'acqua stessa dalla caldaia al vaso V ; e, non appena questo riscaldamento è tale da produrre uno sviluppo di vapore, questo si raccoglie alla parte superiore del vaso V , esercitando una pressione sull'acqua sottostante, che salirà per il tubo d versandosi nel recipiente B . Nello stesso tempo la campana E si abbassa, e con essa il tubo f il quale lascia scoperti i fori ee dai quali il vapore esce nell'atmosfera.

Essendosi stabilita anche nel vaso V la pressione atmosferica, come nel vaso B (a livello più alto), si aprirà la valvola di ritegno R , e l'acqua calda cadrà, per il proprio peso, attraverso le stufe, e tornerà in caldaia e nel vaso V risollevando la campana.

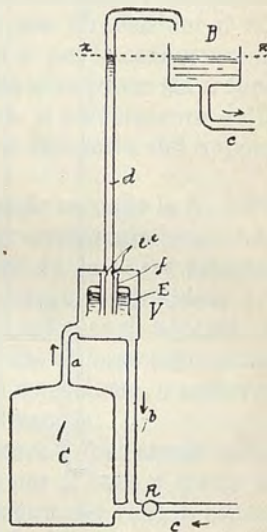


Fig. 731.

Sistema Rouquaud primitivo.

C caldaia; V recipiente chiuso; B serbatoio aperto; E campana; ee fori; R valvola di ritegno.

Per evitare la perdita di vapore che si libera nell'aria ad ogni pulsione, Rouquaud studiò di far condensare il vapore, che arriva al vaso B chiuso (fig. 732), nel serpentino s_1 immerso nel vaso K_1 nel quale esiste una circolazione di acqua indipendente. Da questo serpentino il vapore condensato passa, per il tubo g , alla cassetta s_2 immersa nel recipiente K_2 munito di troppo pieno, al quale arriva l'acqua di ritorno delle stufe per il tubo m e dal recipiente K_2 in quello K_3 , da dove, per mezzo del tubo n , rientra in caldaia.

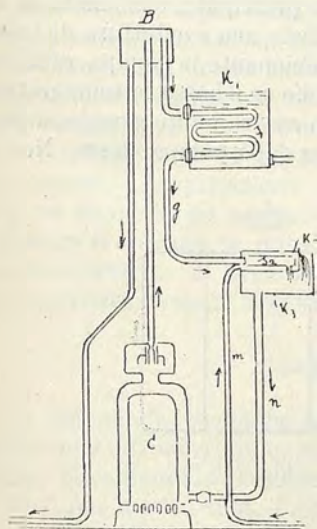


Fig. 732.

Sistema Rouquaud modificato.

B vaso chiuso; C caldaia; K_1 condensatore;
 s_1 serpentino; s_2 cassetta; K_2 K_3 recipienti.

toio R_1 per mezzo del sifone s e del tubo c .

Esaminiamo il funzionamento del sistema: i serbatoi R ed R_1 , tutta la conduttura, e il vaso di espansione fino a livello superiore ad m sono pieni d'acqua.

Quando l'acqua contenuta nel serbatoio R è abbastanza calda, si sviluppano delle bollicine di vapore che sollevano la valvola di ritenuta K e scacciano l'acqua del vaso di espansione. In tal modo il livello dell'acqua nel serbatoio R si abbassa gradatamente, fino a lasciare scoperta la bocca del tubo c . Da questo allora il vapore passa nel serbatoio R_1 ; e quindi, per mezzo del sifone s , nuovamente nel serbatoio R . Nel quale allora si produce immediatamente il vuoto, per la conseguente condensazione del vapore che ancora contiene; ed in virtù di questo, l'acqua della conduttura e dei radiatori viene aspirata, attraverso il serbatoio R_1 , nel serbatoio R . È da osservare che non è possibile che l'acqua si innalzi nel tubo h ed invada il vaso di espansione V , perchè in questo la pressione (atmosferica) è superiore, e quindi la valvola R è chiusa. Quando il recipiente R è pieno dell'acqua di ritorno, si ripetono gli stessi fenomeni di sviluppo di vapore, condensazione e formazione del vuoto: quindi, l'aspirazione più o meno energica.

Il sistema descritto, della ditta Nessi, fu leggermente modificato da Leroy e C.

3) Sistemi ad aspirazione.

Lo schema di un impianto di riscaldamento ad acqua calda a bassa pressione, a circolazione accelerata per aspirazione, si è quello riprodotto nella fig. 733. È composto di una caldaia a vapore a bassa pressione C ; di due serbatoi R R_1 dei quali il primo è riscaldato dal serpentino S , e dal vaso di espansione V . Il serbatoio R è in comunicazione col vaso di espansione per mezzo del tubo h (munito di valvola di ritenuta) e col serba-

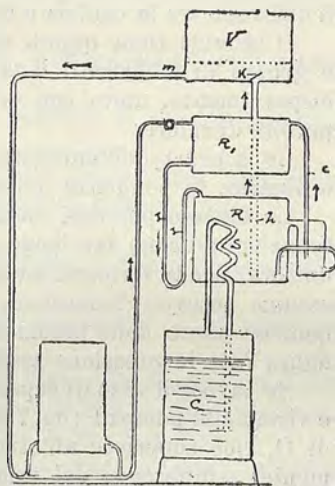


Fig. 733.

Sistema ad aspirazione.

C caldaia; R R_1 serbatoi; S serpentino;
 V vaso di espansione; s sifone.

4) Sistemi a circolazione meccanica col mezzo di pompa.

Per accelerare la circolazione di un termosifone ordinario, si può ricorrere ad una pompa (a stantuffo o centrifuga) disposta sulla condotta principale, e azionata da un motore qualunque, per esempio elettrico. Però, se si possiede una condotta di acqua in pressione, basterebbe allo scopo una piccola turbina azionante la pompa rotativa, disposta sulla condotta di ritorno. Con tale sistema, anche se è bassa la temperatura dell'acqua circolante, il raggio d'azione dell'impianto può essere molto grande, dipendendo dalla potenza del motore che comanda la pompa, e dalla pompa stessa. Non vi

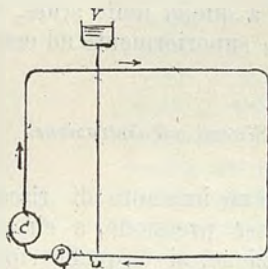


Fig. 734.

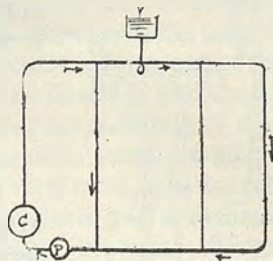


Fig. 735.

C caldaia; V vaso di espansione; P pompa.

è neppure limite teorico alla velocità (in pratica non conviene eccedere m. 2 al 1") da assegnare all'acqua nelle tubazioni, che possono così essere ridotte di diametro. Infine il dislivello tra la caldaia e le stufe può anche essere negativo.

Il sistema viene quindi utilmente impiegato per riscaldare fabbricati molto vasti, o gruppi di fabbricati; il piccolo diametro delle tubazioni, e quindi il loro piccolo disperdimento, unito con la velocità notevole di circolazione, rende poi minime le perdite di calore.

Lo schema dell'impianto non presenta variazioni su quello di un termosifone ordinario; le pendenze delle condotte orizzontali possono essere quelle comuni.

Le diverse possibili posizioni del punto di attacco del vaso di espansione nelle tubazioni possono dar luogo a varie distribuzioni di pressioni nei varî tronchi di condotta. Senza fermarci ad analizzare il fatto, diciamo soltanto che quando l'impianto assume notevoli dimensioni, e la velocità dell'acqua è grande, può avvenire che in qualche punto delle tubazioni (essendo il vaso di espansione V collocato come nella figura 734) la pressione assoluta sia minore dell'atmosferica, il che è da evitarsi.

Se invece il vaso di espansione si allaccia nel punto O sulla condotta di ritorno, e vicino alla pompa P (fig. 735), in tutti i punti si avrà una pressione superiore a quella di O, cioè superiore all'atmosferica; e la pompa funzionerà certamente come premente, a differenza del primo caso, nel quale poteva anche lavorare come aspirante e premente.

La disposizione della fig. 735 è la più conveniente per il funzionamento della pompa; però, trattandosi di impianti molto estesi, sarà da esaminare con cura come variano le pressioni nelle tubazioni, perchè non superino i limiti di sicurezza.

Si è detto che la pompa può essere di qualsiasi tipo; le centrifughe, quando non sia richiesto un carico elevato, direttamente accoppiate ad un motore elettrico, sono generalmente preferite.

Negli impianti di una certa importanza, invece di una sola pompa, se ne collocano due, in derivazione sulla condotta di ritorno, delle quali una serve come riserva nel caso di eventuali riparazioni o pulitura dell'altra.

n) Riscaldamenti misti.

I diversi fluidi, aria, acqua, vapore possono essere simultaneamente utilizzati con le combinazioni acqua calda e aria calda, aria calda e vapore, acqua calda e vapore. Basta perciò che la caldaia sia così costruita da generare nel tempo stesso i due fluidi. La combinazione acqua calda e vapore è la più adatta. In questo sistema, che è in fatto un sistema ad acqua calda, il vapore si utilizza per riscaldare l'acqua del sistema in un riscaldatore (tubolare od a serpentino), che sostituisce la caldaia del termosifone. Si è visto che parecchi dei sistemi di termosifoni a circolazione accelerata usano dei riscaldatori. L'applicazione del sistema può risultare opportuna quando si voglia fare un impianto ad acqua calda, servendosi di vapore che si abbia a disposizione; o quando si abbiano da riscaldare ad acqua calda diversi padiglioni isolati e si voglia una sola centrale di produzione del calore. In tal caso la centrale è a vapore e da essa il vapore passa ai singoli riscaldatori situati nei vari padiglioni.

Riscaldamento ad aria calda per pulsione.

Il sistema di riscaldamento di grandi locali, di ospedali, musei, teatri, ecc., consistente nell'introdurre in questi locali aria aspirata dall'esterno col mezzo di un ventilatore, riscaldandola preventivamente, non è nuovo; ed ha origine, si può dire, verso il 1887, per merito di M. d'Anthonay, che lo chiamò *aero-calorifero*.

Il teatro di Montpellier, le grandi sale del museo del Louvre (più di 200.000 metri cubi), l'Eden Théâtre, la Borsa del Commercio a Parigi, ecc. furono successivamente riscaldati con buonissimi risultati.

Lo schema dell'impianto è il seguente:

1) Un ventilatore centrifugo, aspirante e premente, comandato da un motore qualunque;

2) Un calorifero, con focolare a carbone, od una batteria di riscaldamento a vapore o ad acqua calda;

3) Un apparecchio umidificatore, per restituire all'aria, dopo il suo passaggio attraverso al calorifero, la umidità conveniente alla sua nuova temperatura;

4) Le canalizzazioni.

È generalmente preferito come sistema di riscaldamento una batteria di superficie riscaldanti a vapore.

Diamo lo schema (fig. 736) dell'impianto eseguito dal sig. Leroy in un albergo di Parigi.

La batteria a vapore B è alimentata, da una parte, per mezzo del vapore generato dalla caldaia A (attraverso al riduttore di pressione E), e dall'altra, dal vapore di scappamento del motore a vapore O, purificato attraverso il separatore d'olio F.

Il ventilatore C, comandato con trasmissione a cinghia dal motore O, aspira l'aria esterna dal giardino per mezzo della presa d'aria H e del condotto I e la spinge sulla batteria B per il canale J, e alle condutture di distribuzione per il canale K, secondo la posizione del registro L, col quale si può proporzionare la quantità d'aria che passa per la batteria, per far variare comunque la temperatura dell'aria stessa. Durante l'estate, per esempio, il registro L è completamente chiuso. L'aria calda, o tiepida, o fredda viene distribuita alle bocche di calore N per mezzo del condotto M.

L'acqua di condensazione della batteria è rimandata alla caldaia dalla pompa alimentatrice D.

Questo sistema di riscaldamento, ad aria calda con ventilazione, è igienicamente il migliore, ma può dare luogo anch'esso a inconvenienti.

Se il ricambio d'aria è eccessivo, ed è prescritta la temperatura d'entrata dell'aria calda, ciò può esser causa di una maggiore spesa inutile; se invece il ricambio d'aria è prescritto (come ad esempio nelle scuole) in ciascun ambiente, in corrispondenza del suo fabbisogno di calore, richiede una temperatura determinata; siccome invece l'apparecchio centrale di riscaldamento porta tutta l'aria ad una stessa temperatura, sarà necessario provvedere per ogni ambiente uno speciale dispositivo, che permetta di mescolare all'aria calda aria non riscaldata, variando opportunamente il miscuglio.

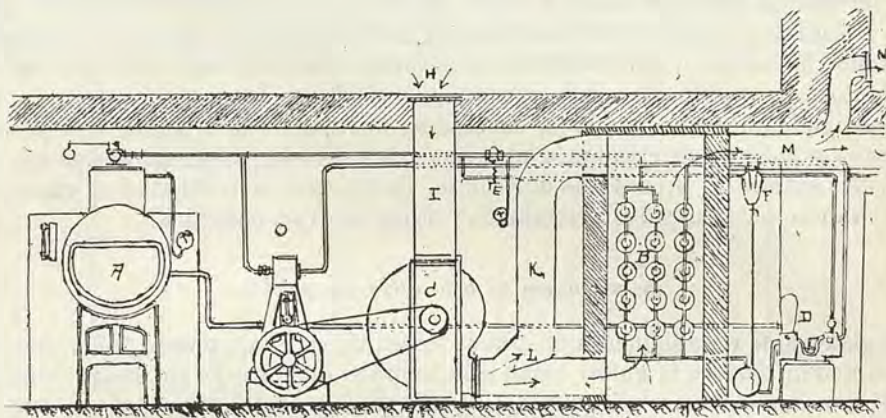


Fig. 736. — Schema di impianto di riscaldamento ad aria calda per pulsione.

A caldaia; B batteria a vapore; E riduttore di pressione; O motore a vapore; F separatore d'olio; C ventilatore; H presa d'aria; L registro; N bocche di calore; D pompa alimentatrice della caldaia.

Si può anche provvedere ciascun ambiente di uno speciale corpo scaldante, il quale sia investito dall'aria di riscaldamento e ventilazione.

Per quanto a questo sistema siano state mosse critiche, in alcuni casi si impone; specialmente per tutti gli ambienti frequentati da grande numero di persone, nei quali si deve provvedere, prima dell'arrivo delle persone, al riscaldamento e poi alla ventilazione.

Ciò avviene nelle sale di riunione, nei teatri, ecc.

Il nuovo teatro Malibran a Venezia è riscaldato e ventilato con questo sistema.

VI. — AEREAZIONE

a) Generalità.

1) Natura dell'aria. — Cause e determinazione dell'inquinamento.

L'atmosfera è composta di ossigeno (in media $20,61 \pm 21 \%$), di azoto (in media $78,3 \%$), quantità variabili di acido carbonico ($0,3 \%$ in campagna e $0,4 \%$ in città), tracce di azoto ammoniacale, acido nitrico e nitrati, e, qualche volta, acido solforico, ossido di carbonio, idrocarburi, ecc.

Quest'aria può negli ambienti chiusi inquinarsi per cause diverse, fra le quali si notano le emissioni di anidride carbonica e vapor acqueo prodotte dalle persone e dai lumi in quantità variabile a seconda dell'età, dello stato di riposo o di lavoro e del genere di lavoro, per le persone, e a seconda del combustibile, della costruzione e consumo delle lampade, per i lumi. Oltre a questi due elementi, le persone e i lumi emettono prodotti organici, gas, vapori mescolati e pulviscolo.

Dette produzioni orarie medie di anidride carbonica e di vapor acqueo dovute alle persone e ai lumi sono, secondo le esperienze di Pettenkofer, Scharling ed altri (*):

| | Sviluppo orario di CO ² m ³ | Sviluppo orario di H ² O gr. |
|---|--|--|
| <i>Persone.</i> | | |
| Operaio robusto al lavoro | 0,036 | 130 |
| » » in riposo | 0,023 | 60 |
| Adulti in media (uomini e donne) | 0,020 | 60 |
| Giovani » » » | 0,016 | 40 |
| Bambini | 0,010 | 20 |
| <i>Lumi.</i> | | |
| Candela | 0,015 | 10 ÷ 12 |
| Lampada a petrolio della intensità luminosa di 10 candele . . . | 0,056 ÷ 0,061 | 35 ÷ 40 |
| » ad olio della intensità luminosa di 4 candele | 0,031 | 26 |
| Gas illuminante, fiamma a ventaglio di 10 candele | 0,090 | 130 |
| » » » piatta di 10 candele | 0,086 | — |
| » » » Argand di 15 candele | 0,100 | 150 |

Sulle condizioni igieniche dell'aria influisce notevolmente il vapor acqueo che essa contiene. Un metro cubo d'aria può, ad una data temperatura, contenere una quantità determinata di acqua sotto forma di vapore, la quale costituisce la umidità massima. La quantità di vapor acqueo effettivamente esistente si chiama *umidità assoluta*, ed il rapporto dei due valori percentuali tra questa e la massima si chiama *umidità relativa*. L'umidità relativa dell'aria può variare molto, dal 40 al 95 %; oltre i 30° di temperatura, un metro cubo di aria atmosferica può contenere 30 e più grammi di vapor acqueo. L'umidità relativa più opportuna varia dal 30 ÷ 60 % secondo la temperatura. La eccessiva umidità sembra aumentare le temperature basse ed alte, rendendo più difficile la eliminazione dell'acqua per la respirazione cutanea. In aria tranquilla, alla temperatura di 18° ÷ 20°, si ritiene opportuna la umidità relativa del 30 ÷ 40 %; nei locali non converrà superare i valori di 50 ÷ 60 %.

Il quantitativo di anidride carbonica e le sue piccole variazioni non hanno influenza sulla salute, specialmente se si mantiene artificialmente la percentuale di ossigeno: nell'aria con 30 % di anidride carbonica l'uomo perde i sensi e muore.

In un ambiente chiuso abitato, contemporaneamente all'aumento di percentuale di anidride carbonica, diminuisce l'ossigeno, e sono prodotte, dalle persone e dai lumi, le emanazioni dannose di cui si è parlato. La misura dell'inquinamento si può dedurre dal contenuto di anidride carbonica, e perciò in Germania si usa calcolare la ventilazione in base a questo dato.

2) Quantità d'aria necessaria alla aereazione.

Mediante l'aereazione l'aria dell'ambiente deve esser mantenuta pura; il ricambio d'aria deve quindi esser proporzionato all'inquinamento. Non è possibile tener conto però che di due cause, lo svolgimento di anidride carbonica, che il Pettenkofer ritiene

(*) IZAR, *Moderni sistemi di riscaldamento e ventilazione*, pag. 7.

proporzionale alla produzione dei gas mefitici, e lo svolgimento del calore, dovuti alle persone ed ai lumi. Per eliminare completamente lo sviluppo della polvere, si richiederebbe una velocità d'aria che importerebbe un'aspirazione molesta; perciò la polvere è opportuno raccoglierla, per quanto possibile, nel luogo d'origine, in modo che non possa disperdersi per l'ambiente.

Il calcolo del volume d'aria occorrente può esser fatto in base al criterio che la temperatura del locale, in seguito allo sviluppo di calore degli uomini e dei lumi, non sorpassi un certo limite.

Il tenore di acido carbonico di un'aria pura non deve elevarsi oltre una o due parti su mille. Se indichiamo con K lo sviluppo di acido carbonico di una persona o di una fiamma in m^3 , il consumo d'aria L per ora in m^3 , se si indica con a il tenore di acido carbonico dell'aria esterna da introdursi, e con i il tenore massimo ammissibile dell'aria interna, entrambi presi per mille, è

$$L = \frac{K \cdot 1000}{i - a}.$$

Per $i = 1$, $a = 0,4$, $K = 0,01$, $L = 16,7$.

Questo nella ipotesi che l'aria introdotta si mescoli uniformemente con l'aria della stanza, ciò che in realtà non si verifica.

Perciò si osserverà che il tenore di acido carbonico risulterà maggiore negli strati superiori che negli inferiori; inoltre lo stato di regime non raggiungendosi che dopo un certo tempo, il tenore di acido carbonico prima della utilizzazione dell'ambiente sarà minore del previsto, e non salirà che a poco a poco. Se si volesse tener conto di queste condizioni, il calcolo si complicherebbe senza risultati pratici notevoli, considerato anche che la formola dedotta è approssimata in eccesso.

Indicando con W la quantità di calore oraria ceduta dalle persone e dai lumi, si dovrà avere

$$L = \frac{W (1 + 0,003665 t_o)}{0,306 (t_i - t_e)}$$

essendo t_i t_e le temperature dell'aria interna ed esterna.

La scelta di t_e permette di mantenere il ricambio d'aria nei limiti che sono praticamente conseguibili, senza che si verifichi un'aspirazione troppo molesta. D'estate invece la temperatura t_e , necessariamente bassa, potrà ottenersi mediante refrigeramento.

I calcoli qui sopra accennati sono specialmente da eseguirsi quando si tratti di ambienti popolati, tanto più quando siano provvisti di sistemi di illuminazione che sviluppino gas mefitici. Siccome in quest'ultimo caso il ricambio d'aria potrebbe diventare molto notevole, è consigliabile di provvedere per i gas combusti uno scarico diretto.

Può farsi il calcolo del volume d'aria occorrente, anche in base alla produzione di anidride carbonica ed alla produzione di vapor acqueo; ma di questi tre metodi soltanto i primi due hanno valor pratico; il terzo metodo può servire per verifica a quegli impianti di ventilazione che devono funzionare in estate, e per avere, d'inverno, l'eventuale quantitativo di acqua, da aggiungere all'aria, prima della sua immissione nell'ambiente. Il calcolo del ricambio d'aria in base ad un limite di temperatura determinato si applica di preferenza a quegli ambienti (teatri, sale per concerti, conferenze) illuminati artificialmente e nei quali si adunano molte persone, di sera; il calcolo in base alla proporzione di anidride carbonica è più adatto per quegli ambienti (scuole, ospedali, tribunali) per i quali, mentre si deve rivolgere particolare attenzione alle condizioni di salubrità dell'aria, non è da temere un riscaldamento eccessivo dell'aria stessa.

In pratica, non essendo possibile, per la maggior parte degli ambienti, di avere e sopporre costante il numero e la qualità delle persone che soggiornano negli ambienti stessi, è necessario basarsi su coefficienti variabili con la natura dei locali e la durata del soggiorno, assegnando la ventilazione in base alla capacità dell'ambiente, rinnovandone l'aria un certo numero di volte all'ora.

Per gli ospedali, secondo Pettenkofer, il contenuto in CO_2 dell'aria non deve superare il 0,7 ‰; per gli altri ambienti di cui si conosce il numero delle persone che abitualmente vi soggiornano, il valore di V minore corrisponde ad una proporzione massima in CO_2 dell'1,5 ‰, ed il maggiore, in una proporzione massima di 1 ‰.

| | Volume orario dell'aria di ventilazione in m ³ |
|--|--|
| 1) Ospedali. Per ogni adulto | 75 |
| Per ogni adulto in tempo di epidemia | 150 |
| » » bambino | 35 |
| 2) Scuole. Per ogni giovane di età superiore agli anni 10 . . | 15÷25 |
| Per ogni bambino di età inferiore agli anni 10 | 10÷17 |
| 3) Ambienti di soggiorno per adulti ad un numero fisso di persone. Per adulto | 20÷35 |
| 4) Ambienti di soggiorno per adulti quando non si conosce il numero delle persone | 1÷2 volte la capacità dell'ambiente |
| 5) Scale, corridoi, passaggi molto frequentati | 3÷4 id. id. |
| 6) Scale, corridoi, passaggi poco frequentati | 0,5÷1 id. id. |
| 7) Cucine e latrine | 3÷5 id. id. |

3) *Ricambio dell'aria. — Aereazione naturale ed artificiale. — Mezzi per creare il movimento dell'aria. — Misura della pressione e della velocità dell'aria.*

Il ricambio d'aria in un ambiente avviene in parte per la permeabilità delle pareti, per la imperfetta tenuta delle chiusure, ecc. e in parte per la differenza di temperatura fra l'interno e l'esterno, la quale crea un movimento dell'aria leggera e calda della stanza, verso l'alto, spinta dall'aria esterna più fredda, e quindi più pesante, che entra dal basso. Esiste così, in un edificio riscaldato all'inverno, una corrente d'aria che lo percorre dal basso verso l'alto; e dall'alto al basso, quando l'edificio sia più freddo dell'aria esterna.

Questo ricambio d'aria tra i singoli piani non è desiderabile, e generalmente viene impedito dalla tenuta dei solai. La ventilazione naturale dipende dunque dalla permeabilità dei materiali di costruzione, dalla pressione dell'aria esterna, dalle condizioni di temperatura; è quindi molto indeterminata, inoltre non regolabile, e può perciò riuscire anche molesta.

Non si deve generalmente contare sopra questo sistema di ricambio; e per ambienti nei quali si sia disposta una ventilazione artificiale, che dovrà funzionare con sicurezza, la ventilazione naturale deve essere impedita, per quanto è possibile, dalla tenuta delle pareti.

In alcuni casi (magazzini, stalle) si può approfittare della ventilazione naturale collocando nelle pareti delle pietre provviste di canali, attraverso i quali l'aria passa dall'esterno all'interno. In modo analogo agiscono le griglie di ventilazione, che vengono applicate alle finestre e simili. In Francia si applicano sovente delle lastre di vetro le quali, secondo un sistema indicato da Appert di Parigi, sono provviste di molti piccoli fori conici.

Il metodo più semplice per un locale è quello di aprire le finestre o parte di esse, costruendone parti mobili, sportelli a ribalta superiori, o registri a farfalla di vetro, con l'avvertenza che tali parti, data la loro altezza dal suolo, devono essere egualmente di facile manovra e applicazione, a perfetta tenuta e tali che, quando sono aperte, non entri nel locale l'acqua di pioggia.



Fig. 737.

Per un edificio si provvede invece con la costruzione di speciali canali di introduzione e di scarico, ed in questo caso il movimento dell'aria può esser creato, o per la pressione del vento (*), o per aspirazione, o per forza motrice speciale.

Quando in un canale verticale od inclinato, l'aria che lo circonda è più fredda di quella che il canale contiene, quest'ultima viene spinta in alto e si crea l'aspirazione.

Sia t_k la temperatura dell'aria nel canale, t_a quella dell'aria esterna; sulla sezione trasversale inferiore f del canale a (fig. 737) gravita il peso della colonna d'aria esterna di altezza h

$$f \cdot h (1.3 - 0.004 t_a)$$

mentre, dal basso verso l'alto, preme sulla stessa sezione la colonna d'aria interna col peso

$$f \cdot h (1.3 - 0.004 t_k).$$

La misura dell'aspirazione, o del tirante, in Kg. è quindi la differenza fra i due pesi

$$(1) \quad A = 0.004 \cdot f \cdot h (t_k - t_a).$$

Il tirante deve superare le resistenze di attrito, o di altro genere, che si oppongono al movimento dell'aria nel canale, e deve inoltre fornire all'aria una determinata velocità v .

Secondo Fischer devesi prendere

$$(2) \quad A = f \left\{ 0.012 l \cdot \frac{u}{f} + r \right\} \left\{ 1.3 - 0.004 t_k \right\} \frac{v^2}{2g}$$

dove l è la lunghezza del canale, u il perimetro della sezione trasversale, ed r la somma delle resistenze che si oppongono al movimento.

Il maggior fattore di r è l'attrito; in un canale di lunghezza l , di perimetro u e di sezione f si calcola per l'attrito una resistenza $\varphi \frac{l \cdot u}{f}$, dove $\varphi = 0.006$ per canali in muratura.

Secondo Rietschel questo valore è inferiore al vero, ed egli trova

$$\varphi = 0.0065 + \frac{0.0604}{u - 48}$$

dove u è espresso in cm. Per i valori di r in altri casi, e per le influenze che su di esso hanno i gomiti, la natura del canale, ecc., si rimanda ai trattati speciali.

Dalla formula (1) che esprime il tirante risulta che esso è funzione dell'altezza, della sezione del canale e delle differenze di temperatura tra l'aria interna e l'esterna;

(*) La pressione del vento può venire utilizzata col mezzo di speciali disposizioni all'intorno dei canali, ma nessun calcolo è possibile in questo caso, dipendendo il movimento dell'aria dalla velocità del vento, essenzialmente variabile da un momento all'altro, in modo che le singole disposizioni funzionano, in base a dati ricavati dall'esperienza, solamente per determinate direzioni e velocità di vento e disposizioni di canali.

per aumentarne il valore, quando esso risultasse tale da non assicurare un valore di v ricavato dalla (2) eguale o maggiore di quello necessario perchè il ricambio si effettui nella misura voluta, non resta che aumentare la differenza $t_k - t_a$; e siccome t_a è dato, occorre aumentare t_k riscaldando l'aria del canale. Ciò nell'ipotesi che non sia possibile o pratico ingrandire od innalzare il camino. In generale tanto la soluzione di riscaldare l'aria, quanto quella di innalzare il camino, importano, o una spesa di esercizio sproporzionata allo scopo, od una forte spesa di impianto; conviene in tali casi abbandonare questo sistema per la ventilazione con forza motrice o meccanica. La installazione dei camini di richiamo può essere conveniente soltanto nel caso che si possa utilizzare, per il riscaldamento dell'aria del camino, il ricupero di calore di qualche apparecchio di combustione già esistente, o quando non vi sia alcuna sorgente di energia di uso pratico e comodo. L'unica obiezione che può farsi al sistema di ventilazione meccanica (cioè col mezzo di ventilatori) è infatti quella di avere a disposizione l'energia necessaria per farli azionare. Attualmente però l'energia elettrica è così estesamente distribuita, che anche questa, che poteva essere una difficoltà per i tempi passati, non lo è più oggi.

Il calcolo di un impianto di ventilazione meccanica con ventilatore può farsi con sufficiente precisione nel modo seguente:

Quando una determinata quantità di aria L deve percorrere un canale di sezione trasversale f con la velocità v , l'aria stessa deve avere una pressione p espressa in Kg. per m^2 di sezione trasversale, oppure in millimetri di colonna d'acqua

$$p = \gamma \frac{v^2}{2g} (1 + R)$$

dove γ è il peso di 1 cm^3 di aria in Kg. ($\gamma = 1,3 - 0,004 t$, se t è la temperatura dell'aria stessa); si può quindi porre $\gamma = 1,3$ quando l'impianto deva funzionare anche all'inverso con aria fredda; R è la somma dei coefficienti che misurano le varie resistenze.

Si ottiene poi la sezione trasversale f del canale, $f = \frac{L}{v}$, quando si prenda $v = 0,5 \div 1,5$ metri od al massimo 2 metri.

Quando l'impianto di ventilazione richiede, come avviene ordinariamente, una rete di canali di diramazione con l'origine al ventilatore, indicando con indici (1), (2), ecc., questi canali, si determinerà per il canale (1), che sarà il più importante, dalla quantità d'aria conosciuta L_1 e dalla velocità v_1 , la sezione f_1 .

Dalla lunghezza e forma di questo canale si determinerà il coefficiente R_1 .

Per il canale (2) più vicino, e che si dirama dal primo, si dovrà verificare l'egualianza delle pressioni nel punto di congiunzione, perciò si dovrà avere

$$v_2 = v_1 \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$$

Se il canale (2) per la sua forma e lunghezza oppone resistenze minori del primo, si prenderà v_2 un po' maggiore di v_1 ; in caso contrario, alquanto minore.

Dalla quantità di aria L_2 che deve attraversare il secondo canale dipende la sua sezione trasversale f_2 , poichè si ha $v_2 f_2 = L_2$; con ciò può esser calcolato R_2 , e con la formola sopra scritta, v_2 . Se questo valore calcolato di v_2 non è abbastanza vicino a quello prima supposto, si ricalcola R_2 con un valore più approssimato di v_2 . Questo calcolo dovrà esser eseguito per tutti i canali, partendo sempre dalla ipotesi, per quelli che ne alimentano due o parecchi altri, che la somma dei prodotti delle singole velocità, per le sezioni trasversali dei canali diramati, è eguale al prodotto della sezione trasversale per la velocità nel canale principale.

La pressione p che dovrà fornire il ventilatore non è la somma delle pressioni che si avranno nei singoli canali

$$p_1 = \gamma \frac{v_1^2}{2g} (1 + R_1); \quad p_2 = \gamma \frac{v_2^2}{2g} (1 + R_2), \text{ ecc.,}$$

ma si dovranno addizionare soltanto quelle pressioni che risultano in un condotto dal ventilatore al più prossimo sbocco. Il lavoro N necessario a produrre questa pressione, e che il ventilatore dovrà fare, è espresso in cavalli-vapore

$$N = \frac{Lp}{75}$$

nella quale L è la quantità d'aria sunnominata.

Il lavoro del ventilatore può esprimersi anche come somma dei lavori necessari nei singoli canali, cioè

$$N = \frac{1}{75} (L_1 p_1 + L_2 p_2 + L_3 p_3 + \dots).$$

Per impianti di ventilazione, che devano aspirare l'aria mediante un ventilatore e dei canali diramati, vale lo stesso calcolo, con l'avvertenza che le pressioni p sono in questo caso delle depressioni, cioè hanno valore minore della pressione atmosferica.

4) *Misurazione della velocità e della pressione d'aria in movimento.*

La velocità dell'aria viene misurata col mezzo di istrumenti nei quali una piccola ruota con palette oblique, girevole con grande facilità, viene mantenuta nella corrente d'aria; la velocità è proporzionale al numero di giri della ruota. Oppure la corrente d'aria esercita, sopra una superficie, la pressione che viene indicata con appositi mezzi. Con istrumenti basati sul primo principio, si rileva la velocità media entro un tempo determinato; con i secondi si ha l'indicazione della velocità per ogni istante, e la velocità media si ottiene con numerose letture le quali si susseguano rapidamente.

I misuratori di velocità rotativi si chiamano anche anemometri dinamici.

R. Fuess costruisce degli anemometri rotativi nei quali, dopo messo in movimento l'orologio e collocato lo strumento, il quadrante, dopo $\frac{3}{4}$ di minuto dall'inizio del moto, entra in comunicazione automaticamente con la ruota a palette, e riprende il movimento dopo un minuto. Altri istrumenti avvertono con la chiusura di un circuito di corrente nel quale è inserito un campanello elettrico, che suona, per es., ad ogni 100 giri.

I misuratori di velocità statici, basati sulla misurazione della pressione, permettono di dedurre da questa la velocità perchè la pressione dell'aria sopra una superficie cresce col quadrato della velocità ed in grado semplice con la densità dell'aria.

Volpert ha ideato uno strumento sul quale una leggera rotella a palette viene frenata, mediante una molla, nella rotazione prodotta dalla corrente d'aria; questa molla viene quindi tesa dalla pressione d'aria agente sulla palette della ruota, muovendo così un indicatore, il quale mostra direttamente, sopra una scala fissa, la velocità.

In altri istrumenti viene disposta nella corrente d'aria una lastra munita di leva; la pressione dell'aria sulla lastra, spostando la leva, fa agire un indicatore che segna la velocità.

R. Fuess costruisce uno strumento analogo, nel quale è introdotta una disposizione che permette di eliminare le oscillazioni risultanti dalla variabilità delle correnti d'aria, che impediscono la lettura.

Il manometro differenziale di Recknagel consiste in un recipiente A (fig. 738), riempito del liquido che si sceglie per eseguire la misura (petrolio, alcool). Detto recipiente viene collocato in piano orizzontale mediante tre viti. Nel recipiente è assicurato un tubetto girevole diviso in millimetri, che viene collocato obliquamente. Se

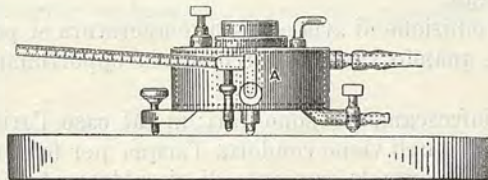


Fig. 738. — Manometro differenziale di Recknagel.

si collega il recipiente, mediante un tubo di gomma, al canale sul quale si vuol fare l'esperimento, la pressione provoca un'alzata del liquido nel tubo misuratore, in base alla graduazione del quale si può stabilire la pressione nel canale, e le sue variazioni, anche piccole.

5) I vari sistemi di aereazione e la disposizione dei canali.

I mezzi ai quali si è accennato per creare il richiamo d'aria possono agire per pressione, o per aspirazione, e la ventilazione conseguente diviene per pulsione, o per aspirazione, quando non si trovi conveniente di abbinare i due sistemi, nel qual caso però il costo dell'impianto si eleva notevolmente.

In generale si fa uso soltanto di uno dei due sistemi e precisamente: la ventilazione per pulsione è più adatta quando si abbia facilità di ottenere canali di scarico di poca lunghezza; quella per aspirazione, quando invece sia breve la via per la introduzione dell'aria.

La ventilazione per pressione si applica specialmente ad impianti estesi (ospedali, scuole) e raramente per abitazioni; fornisce maggior sicurezza di ricambio d'aria che non la ventilazione per aspirazione. Nell'impianto di una ventilazione a pressione, i locali nei quali avviene un maggiore inquinamento dell'aria, come per esempio, latrine, stanze per fumare, stanze per servitù, alcune infermerie e simili, si devono provvedere di una minore quantità d'aria, affinchè in essi esista sempre una pressione minore che negli altri locali, e quindi non sia possibile un passaggio d'aria dai suddetti locali negli attigui. Per la stessa ragione, la ventilazione per aspirazione deve esercitarsi specialmente sui locali sunnominati; e nel caso che venissero impiegati i due sistemi riuniti, tali locali non devono ricevere che la ventilazione per aspirazione.

L'introduzione e lo scarico dell'aria devono esser disposti, per ogni locale da ventilarsi, in modo che la rinnovazione dell'aria nell'intero locale (o, per lo meno, in quella parte del medesimo che serve al soggiorno di persone) sia uniforme e costante, e senza che si riscontrino delle correnti d'aria. Da ricerche di Wolffhügel è stabilito che già la velocità d'aria di m. 0,16 viene risentita dal nostro corpo; perciò la velocità dell'aria deve essere sempre piccola, e tanto più piccola quanto più fredda è l'aria. Se la temperatura dell'aria che si scarica non si scosta che di poco da quella ambiente, la velocità di entrata dell'aria può essere al massimo m. 0,4 al 1'', se la massa d'aria può colpire le persone.

Si può far entrare dell'aria calda con velocità di m. 2÷2,5 quando la massa d'aria sia diretta al soffitto e possa liberamente distendersi su di esso. Nell'inverno, la temperatura dell'aria pura da introdursi, dovrà essere sensibilmente più elevata di

quella della camera, se, come di solito, quest'ultima dev'essere riscaldata contemporaneamente. Quando l'apparecchio scaldante sia collocato nel locale, l'aria viene condotta all'apparecchio stesso con la temperatura di $8^{\circ}\div 10^{\circ}$, in modo che essa si riscalda ulteriormente in questi, o si mescola all'aria della stanza prendendo insieme la temperatura richiesta.

D'estate, con l'introduzione di aria a bassa temperatura si potrà ottenere di rinfrescare l'aria ambiente, quando tutto il percorso sia opportunamente riparato (canali nelle cantine).

Gli impianti di rinfrescamento sono rari; in tal caso l'aria fredda si fa passare lungo i tubi attraverso i quali viene condotta l'acqua per fontane o di acquedotti; ed anche lungo i tubi dell'eventuale impianto di riscaldamento. Un raffreddamento più notevole può ottenersi adoperando, invece dell'acqua, una soluzione di cloruro di calcio, rinfrescata da una macchina refrigerante. Se vi è disponibile dell'aria compressa, e la si fa sortire nell'aria pura, può ottenersi una trasmissione di calore dall'aria pura alla prima. Anche gli spruzzatori d'acqua per l'inumidimento o la purificazione dell'aria, oppure gli apparecchi di lavatura, possono essere utili per ottenere un certo raffreddamento.

Se la temperatura dell'aria da introdursi è maggiore di quella dell'aria ambiente (riscaldamento con ventilazione), le bocche di introduzione devono essere almeno a m. $2\div 2,5$ dal pavimento, e munite di lamine di guida o di valvole regolatrici, in modo che l'aria calda si diriga verso il soffitto. Allora l'aria calda sale, si distende lungo la superficie del soffitto, ridiscendendo quindi lentamente. Lo scarico invece sarà disposto prossimo al pavimento; avendo cura che le correnti d'aria dirette allo scarico e radenti il pavimento, non siano troppo violente, e non incontrino ostacoli nel loro movimento. Le aperture di introduzione e di scarico dovranno essere preferibilmente applicate in pareti opposte; se il ricambio d'aria è notevole, le aperture di scarico dovranno essere parecchie, onde diminuire all'aria la velocità di uscita.

Quando invece l'aria da introdursi è più fredda di quella ambiente, l'introduzione può avvenire anche presso il soffitto, col mezzo di numerose aperture, o attraverso le pareti perforate lateralmente; purchè si raggiunga lo scopo di una buona suddivisione.

Anche lo scarico deve avvenire attraverso il maggior numero di aperture, distribuite anche in pianta; utilizzando nei teatri, sale di riunione e simili, le superficie libere sotto le sedie, e perforando i gradini degli anfiteatri; e nelle infermerie, lo spazio sotto i letti.

Nelle abitazioni, nelle scuole, i canali di scarico sono provvisti di due bocche aperte, una immediatamente al disopra del pavimento, l'altra al disotto del soffitto; quella inferiore viene destinata alla ventilazione invernale; quella di sopra alla estiva. Ciò però non è del tutto esatto, poichè d'estate le due aperture non presentano differenze nei riguardi dello scarico, non risultando variazioni notevoli tra le temperature al pavimento e al soffitto.

Tuttavia la bocca superiore sarà opportuna per ottenere, nell'estate come nell'inverno, uno scarico diretto ed immediato dell'aria calda che si raccoglie presso il soffitto, quando si verifichi un surriscaldamento dell'ambiente, o quando, con una forte illuminazione a gas o simili, si dovessero scaricare i prodotti della combustione; questa regolazione può esser fatta direttamente dal personale che si trova nel locale.

Il calcolo di un impianto di aereazione si fa tenendo conto delle più sfavorevoli condizioni esterne; dove però si verificassero spesso delle influenze casuali (vento, pioggia, ecc.), non è possibile tenerne conto. Per ciò si deve studiare l'impianto in modo da poter, dopo costruito, regolare sui singoli canali l'introduzione dell'aria in modo che essi forniscano, per le condizioni medie più probabili, le quantità d'aria

volute; intercalando in ogni canale valvole e registri, regolabili secondo le indicazioni di un anemometro. La regolazione ulteriore delle aperture di ingresso e di uscita avviene il più delle volte agli sbocchi dei canali nei locali, e nelle scuole è opportuno di affidare queste manovre allo stesso fuochista o ad altro personale adatto. Se si tratta del fuochista, affinché questi non deva abbandonare il suo posto sotterraneo, gli apparecchi di regolazione vengono allora applicati nei canali stessi.

b) Impianti di aereazione.

a) Presa, purificazione, riscaldamento preventivo ed umidificazione dell'aria.

Presa, purificazione, riscaldamento. — La presa dell'aria esterna deve esser collocata nel punto che, date le condizioni locali, si presenta nelle circostanze migliori per assicurare all'aria il massimo grado di purezza.

In vicinanza del terreno si trova, in generale, maggior quantità di polvere che non negli strati d'aria superiori, ed oltre a ciò vi è la possibilità di emanazioni inquinanti provenienti dal suolo; al disopra del tetto, i camini bassi o scaricanti molto fumo e gli scarichi degli impianti idraulici possono pure essere causa di inquinamenti.

Spesso l'aria esterna viene condotta direttamente ad ogni singolo ambiente per mezzo di un canale a forma di Z e praticato nel muro perimetrale esterno. Il ricambio d'aria allora è molto variabile con la direzione del vento; la polvere dell'aria esterna penetra direttamente negli ambienti, o si deposita nei canali di muratura difficili a pulirsi; d'altra parte non sarebbe razionale per essi l'uso di filtri, che ostacolerebbero il passaggio all'aria e sarebbero anch'essi di non facile pulizia. Qualche volta l'aria si prende per ogni ambiente dai corridoi e dai vani delle scale; ciò è ammissibile soltanto quando queste ultime vengono poco utilizzate, ed in ogni caso le scale devono avere diretta comunicazione con l'aria esterna. Ciò non si potrà mai fare per gli ospedali, potendo una tale presa servire alla trasmissione di contagi.

I canali di presa aperti sui corridoi sono anche veicoli del suono, ed in qualche caso questo può dar luogo ad inconvenienti.

La presa unica deve disporsi più distante possibile dalle vie frequentate, in un punto ombreggiato e riparato dalla polvere, ad esempio giardini o cortili tenuti con molta pulizia. La presa deve aver luogo da un'altezza di m. $0,5 \div 2,00$ sul livello del terreno, ed a questo scopo si erige generalmente una galleria od una piccola forra munita di vetri a griglie.

Per eliminare l'influenza del vento nella sua direzione, è bene disporre una presa ai singoli lati opposti dell'edificio, collegando ciascuna presa, per mezzo di un canale, ad una camera d'aria centrale dalla quale parte la rete di canalizzazione. Quando, per la presa d'aria, vengano utilizzate aperture di luce alle cantine, tali aperture dovranno essere efficacemente riparate dalle immondizie e dalle infiltrazioni d'acqua.

Le prese situate al disopra del tetto verranno protette dal pericolo di depositi di fuliggine, e dalla pioggia, dalla neve e dal vento.

È da evitare la presa d'aria dal sotto-tetto, anche se questo sia in comunicazione con l'aria esterna per mezzo di aperture situate su lati opposti.

Nelle città, l'aria relativamente più pura si trova verso la metà dell'altezza dell'edificio; questa sarebbe perciò l'altezza più conveniente per la presa dell'aria.

Quando l'aria viene presa, per ogni ambiente, direttamente dall'esterno, la presa avviene col mezzo di cassette di accesso, di tubi a registro, o di ventole che ne regolano l'introduzione (fig. 739 a 742).

La ventola applicata come nella fig. 739 è munita di pareti laterali e può esser estratta e collocata, come in figura, in modo da condurre l'aria entrante verso il soffitto; allo stesso scopo si prestano la cassa da parete (fig. 740) e la condotta di aria munita di lamine di guida *a* (fig. 741), la quale ultima può esser rivestita per modo da dirigere l'aria entrante anche verso il basso.

La fig. 742 rappresenta una disposizione per introduzione d'aria, molto semplice; la cassetta di lamiera *a*, venendo estratta più o meno, regola l'introduzione stessa, e se l'apertura si rivolge verso il basso o lateralmente, l'aria entrante può venir condotta anche in dette direzioni.

La depurazione dell'aria dalla polvere si ottiene nel modo più semplice facendo passare l'aria attraverso grandi camere nelle quali, muovendosi lentamente, deposita almeno la polvere più grossa.

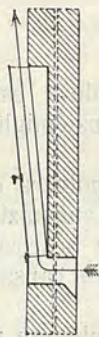


Fig. 739.

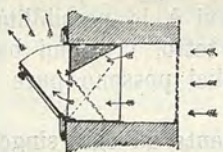


Fig. 740.

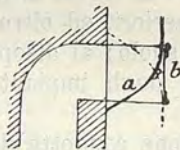


Fig. 741.

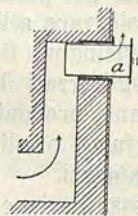


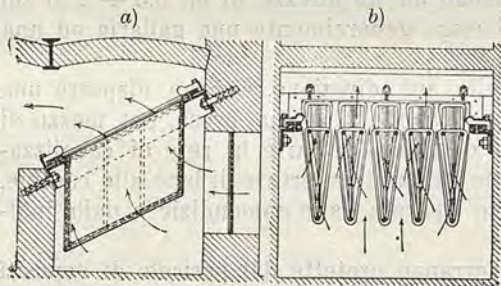
Fig. 742.

Per evitare l'introduzione di animalucci, foglie, erbaggi, polveri grosse, ecc., la presa va riparata con griglia a maglie strette (lamiera stirata, o rete metallica). La polvere più fina deve esser trattenuta o da una rete metallica molto più fitta, o con filtri a tessuto.

L'efficacia di questi mezzi cresce col diminuire delle dimensioni delle maglie di passaggio; ma con ciò cresce anche la resistenza che tali mezzi oppongono al passaggio stesso, e perciò il tessuto non deve essere che relativamente fitto. Si adoperano in generale tessuti di lana e di cotone, i quali vengono tesi lisci sopra un telaio, oppure a zig-zag sopra bacchette, per aumentare la grandezza della superficie filtrante.

Le fig. 743 *a, b* rappresentano un filtro costituito di tasche di tela abbastanza grandi. La resistenza al passaggio dell'aria in questi filtri è dipendente dalla grossezza del tessuto, ed è quasi proporzionale, per un determinato tessuto di una data grossezza, secondo un numero sperimentale α (espresso in millimetri di colonna d'acqua) alla quantità d'aria in centimetri cubi passante all'ora attraverso una superficie di filtro di 1 m².

Secondo le esperienze di Rösicke, è $\alpha = 0,001$ per tessuto molle; 0,002 per panno fine; 0,005 col filtro della fig. 743 (Möller).

Fig. 743, *a, b*. — Filtro d'aria.

Se l'impianto di ventilazione è fatto col movimento d'aria ottenuto dalla semplice differenza di temperatura, la resistenza del filtro non deve superare i 0,5 mm. di colonna d'acqua; se l'impianto funziona col mezzo di ventilatori a pressione, si superano facilmente anche resistenze di 4 mm. e quindi la velocità dell'aria attraverso il filtro può venir aumentata notevolmente.

I filtri devono essere ripuliti a regolari intervalli di tempo, perchè con lo sporcarsi la resistenza cresce sensibilmente. Non è consigliabile di inumidire il tessuto

del filtro per lavare l'aria ed inumidirla; tali filtri marciscono facilmente inquinando poi l'aria che li attraversa e col freddo possono congelarsi. Così pure non è da raccomandarsi il sistema di purificazione attraverso veli d'acqua, i quali, per dare buoni risultati, devono essere costituiti da strati d'acqua abbastanza grossi, tali cioè da presentare una grande resistenza, che richiede consumo di energia del ventilatore, anche senza tener conto del fatto che la saturazione assunta dall'aria con questo metodo è spesso molesta.

Coi ventilatori azionati dall'acqua sotto pressione può conseguirsi, per quanto incompletamente, la purificazione dell'aria.

Nell'inverno si consiglia di riscaldare a $8^{\circ} \div 10^{\circ}$ almeno l'aria nella camera dalla quale partono i vari condotti di distribuzione, onde non raffreddare eccessivamente gli ambienti sotterranei e poter utilizzare detti condotti anche per la collocazione

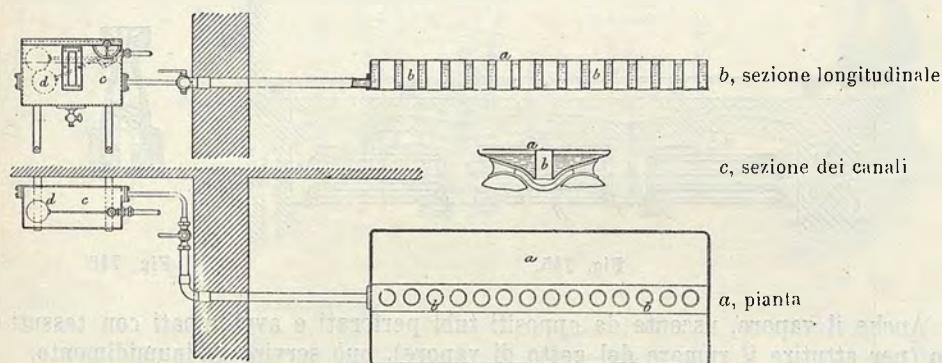


Fig. 744, a-c.

dei tubi di vapore e di acqua per il riscaldamento, senza il pericolo di congelazione. Detto riscaldamento preventivo si fa in camere speciali.

Inumidimento dell'aria. — Se, per esempio, viene introdotta dell'aria alla temperatura di 0° , e con l'umidità relativa del 70 % (un metro cubo di questa aria contiene 3,4 grammi di acqua), col riscaldamento fino a 20° l'umidità si ridurrebbe al 20 %, e desiderandosi il 50 % è necessario introdurre per ogni metro cubo d'aria 5,1 grammi di vapore d'acqua.

Il sistema più sicuro per ottenere questo scopo è di riscaldare preventivamente l'aria fino ad una determinata temperatura (per es. 8°) e quindi saturarla d'acqua, in modo che, con l'ulteriore riscaldamento, acquisti il grado di umidità voluto.

Data la necessità di un doppio riscaldamento, che porta a una discreta spesa, questo procedimento non può trovare applicazione che in grandi impianti.

Può aggiungersi acqua all'aria mediante evaporazione o vaporizzazione d'acqua. Nel primo caso si collocano dei vasi piatti nelle camere di riscaldamento, o nei canali, o nelle camere. Con ciò però l'aumento della temperatura dell'aria porta ad una maggiore evaporazione e quindi ad una maggior umidità introdotta nell'aria, indipendentemente dal grado di umidità dell'aria esterna.

Si può eliminare in parte questo inconveniente costruendo i recipienti con sezione trasversale crescente verso l'alto, e regolando opportunamente l'accesso dell'aria al recipiente, basandosi sulla temperatura esterna.

Le fig. 744 a, b, c rappresentano una disposizione (Kelling, Dresda) intesa a questo scopo. Essa consiste di una valvola galleggiante c registrabile (secondo le indicazioni di un indice della temperatura esterna), che regola l'accesso dell'aria al recipiente a. L'aria da inumidirsi passa attraverso i numerosi canali b.

Nella fig. 745 è indicata una disposizione (Fischer e Stiel, Essen) a piani di evaporazione sovrapposti; l'acqua viene condotta ai piani superiori mediante tubi *a*, e da questi coi tubi a circolazione passa ai piani sottostanti. L'apparecchio viene collocato sotto il soffitto della camera di riscaldamento B, ed isolato dalla camera stessa; l'aria vien condotta ad esso in quantità regolabile mediante ventole. I piani di evaporazione possono essere inclinati uno sull'altro, in modo che l'acqua passi dai superiori agli inferiori per piccoli salti successivi, e l'aria sia obbligata ad attraversare questi sottili veli d'acqua.

Maggiori risultati si hanno polverizzando l'acqua in pressione attraverso polverizzatori del tipo segnato nella fig. 746, nei quali l'acqua è obbligata ad assumere un rapido movimento di rotazione che la riduce quasi a polvere, presso il piccolo foro d'uscita.

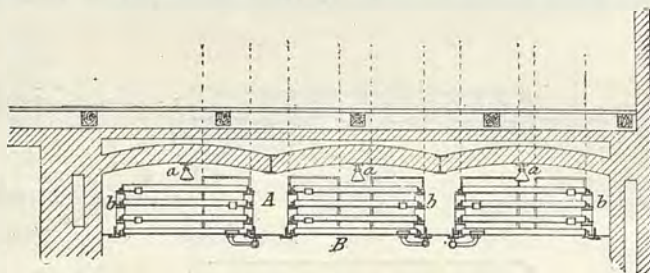


Fig. 745.

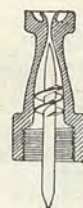


Fig. 746.

Anche il vapore, uscente da appositi tubi perforati e avviluppati con tessuti di filo (per attutire il rumore del getto di vapore), può servire all'inumidimento.

In ogni caso il grado di umidità necessario ad un'aria di determinata temperatura può esser fissato soltanto mediante osservazioni igrometriche e con la conoscenza delle leggi con le quali varia l'evaporazione in funzione della temperatura stessa.

β) Disposizioni per l'introduzione e lo scarico dell'aria.

Per l'introduzione diretta dell'aria esterna e lo scarico dell'aria viziata dagli ambienti si collocano delle speciali mitre allo sbocco dei canali di introduzione o di scarico, con le quali si fa assegnamento sull'azione del vento, comunque spiri. A questo scopo le mitre possono essere in parte mobili, o fisse, costruite in modo speciale; le prime hanno generalmente l'inconveniente di sporcarsi con molta facilità e, data la loro posizione non comodamente accessibile, possono non funzionare con danno dell'aspirazione.

Tutte le mitre, senza distinzione, hanno il difetto di agire con tanta maggior efficacia quanto più forte è la corrente d'aria, e quindi quanto maggiore è la stessa ventilazione naturale tanto meno necessario diventa l'intervento della mitra.

Vi sono in commercio moltissimi tipi di mitre, ma bisogna andare molto cauti nella scelta del tipo più conveniente (1).

La fig. 747 rappresenta la mitra Wolpert, la 748 il tipo Brüning, la 749 il tipo Born, le fig. 750 e 751 due tipi proposti da Kori e la fig. 752 il tipo Käuffer e C.

Un tipo che più s'avvicina alle comuni torrette da camino è quello inglese di Boyle e C., rappresentato in prospettiva e pianta dalle figure 753-754.

L'Huber propone il sistema della fig. 755: la mitra è costituita da un tronco di piramide ottagonale *c* sulle cui faccie oblique l'aria scorre incanalandosi tra le pareti *b*,

(1) Nel vol. I, parte 1^a, pag. 107 e seg. si sono già indicati parecchi tipi di mitre fisse e mobili.

e colpendo poi il coperchio *d* crea una forte aspirazione che agevola l'uscita del fumo dal condotto *a*.

Altri tipi di cappelli di aereazione sono quelli di John, tanto fissi come girevoli.

La fig. 756 rappresenta un apparecchio che viene applicato alle carrozze ferroviarie; la corrente d'aria che lo attraversa aspira l'aria viziata delle carrozze dalla parte di *a* e questa aspirazione può venir regolata mediante il registro girevole *b*.

Le mitre girevoli sono generalmente munite nel ramo orizzontale (fig. 757) di una banderuola di latta, che le rivolge nella direzione del vento, opponendovi l'apertura

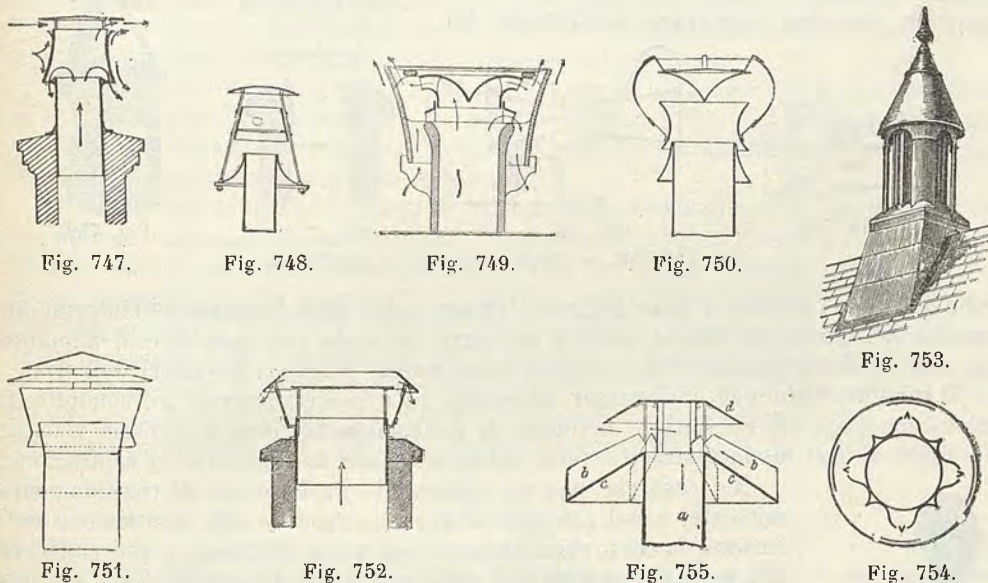


Fig. 747 a 755. — Mitre ventilatrici.

svasata dell'imbuto retrostante, coassiale al detto ramo. La rarefazione prodotta dalla corrente che sfugge dalla bocca dell'imbuto aiuta l'aspirazione dell'aria viziata.

Colle mitre ventilatrici si può introdurre l'aria fresca invece di aspirare quella viziata o il fumo: in tal caso sono munite di aperture, attraverso alle quali viene raccolta aria in movimento; allora speciali superficie dirigono quest'aria verso il basso, così che si stabilisce nell'interno del canale una sovrappressione che determina nell'interno dello stesso un movimento d'aria discendente, e quindi l'introduzione dell'aria fresca negli ambienti. La fig. 758 rappresenta una mitra costruita su questo principio da Käuffer, e la fig. 759, una mitra Boyle, nella quale è provvisto allo scarico delle acque piovane mediante un condotto che circonda la mitra. Lo stesso avviene col tipo John rappresentato nella figura 760; in esso la parte inferiore è munita di una specie di cortina orizzontale con scoli obliqui, i quali deviano la pioggia e lasciano entrare solamente l'aria.

Per la ventilazione di gallerie sotterranee di miniere si usano mitre fisse, le quali devono contemporaneamente introdurre aria pura ed eliminare l'aria viziata. Le fig. 761-762 rappresentano due di questi apparecchi, nei quali la zona superiore determina nel condotto centrale un'aspirazione, e la inferiore ha lo scopo di introdurre l'aria esterna. Il tubo discendente ha sezione trasversale minore del tubo di aspirazione, affinchè l'effetto dell'aspirazione superi la contropressione dovuta all'aria introdotta, così che nella miniera la pressione dell'aria è minore di quella esterna.

La ventilazione con aspirazione artificiale si ottiene riscaldando l'aria viziata alla uscita. Se si tratta di ventilazione di ambienti singoli, il condotto di scarico può venir riscaldato con una fiamma a gas (fig. 763) protetta da una lastra di vetro.

Se invece l'aria viziata proviene da un intero edificio e viene scaricata in un camino unico, i sistemi per riscaldare l'aria nell'interno di questi sono vari.

Il gas illuminante a scopo di riscaldamento è raramente usato in causa del suo prezzo elevato. Se esiste un impianto di riscaldamento, si può utilizzare il calore dei gas della combustione, con una opportuna costruzione del

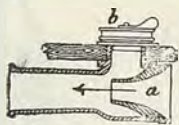


Fig. 756.

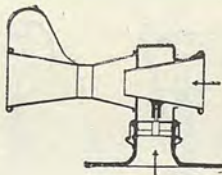


Fig. 757.

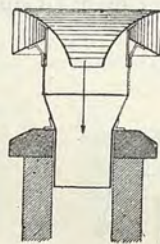


Fig. 758.



Fig. 759.

Fig. 756-759. — Mitre aspiratrici e insufflatrici.

tubo del fumo (di ghisa o ferro fucinato). Questo tubo viene immesso nell'interno del camino di aspirazione, fino al disopra del tetto, in modo che esso sbocchi alquanto più alto del detto camino. I due condotti sono muniti di ripari deviatori dell'aria.

Il tubo del fumo può anche esser interrotto, ad una certa altezza, nel condotto di aspirazione, così da permettere in questo la mescolanza del fumo e dell'aria viziata; od anche si può lasciar entrare il fumo subito all'inizio del condotto di aspirazione.

Nel caso che non sia utilizzabile un impianto di riscaldamento esistente, o nel caso che si deva provvedere alla ventilazione nell'estate, in cui il riscaldamento non viene effettuato, si può collocare alla base del camino una stufa così detta *di avviamento*, i cui gas



Fig. 760.
Mitra aspiratrice
girevole
di tipo John.

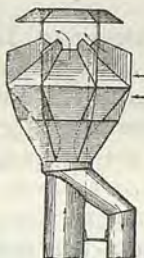


Fig. 761.

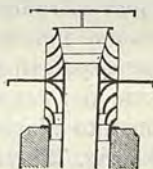


Fig. 762.

Fig. 760-762.

Mitre aspiratrici e insufflatrici.

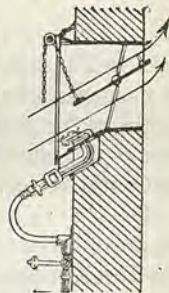


Fig. 763.
Aspirazione
con fiamma a gas.

combusti vengono o introdotti direttamente nel condotto di aspirazione, o, con un tubo, portati fino sopra al tetto o ad una certa altezza.

Il sistema più razionale tra gli accennati è quello che prevede il riscaldamento dell'aria viziata da scaricare, alla base del camino, o mediante lo stesso fumo entrante, o col mezzo di speciali superficie di riscaldamento.

Il pericolo di un ritorno del fumo negli ambienti da ventilarsi può essere evitato coprendo il camino comune per lo scarico del fumo e dell'aria viziata con una mitra che ne impedisca il ritorno. In ogni caso si ottiene maggior sicurezza riscaldando

l'aria di scarico col mezzo di un corpo di riscaldamento speciale, attraverso il quale passano i gas combustibili che si scaricano poi in un camino di muratura.

Si può riscaldare l'aria viziata anche con radiatori in cui circoli vapore od acqua calda.

Sull'utilizzazione del calore delle fiamme di gas luce si dice nel capitolo della illuminazione a gas.

La ventilazione col mezzo dei ventilatori è possibile in diversi modi. Sono comunemente usati due tipi di ventilatori: elicoidali e centrifughi; i primi agiscono direttamente sull'aria del condotto con le pale fissate radialmente all'albero, in modo da funzionare, a seconda del verso di rotazione della ventola, come prementi o aspiranti; i secondi, invece, imprimono all'aria tra due palette consecutive, trascinate in rotazione, e per mezzo della forza centrifuga, una velocità con la quale vengono superate le resistenze che si oppongono al movimento.

I ventilatori elicoidali sono molto adatti per lo spostamento di grandi volumi d'aria sotto piccole pressioni, che si aggirano intorno a $0,5 \div 2 \div 3$ mm. di colonna d'acqua; per tale fatto, e per la loro semplicità di costruzione, sono quasi sempre usati per impianti non molto importanti.

I ventilatori centrifughi invece possono fornire pressioni molto maggiori; con essi si possono raggiungere con comodità i 100 mm. di colonna d'acqua, ed in via eccezionale anche i 500 mm.; sono perciò indicati per quegli impianti nei quali l'aria deva assumere grande velocità e percorrere lunghi canali. Anche il rendimento di tali apparecchi è superiore a quello dei ventilatori elicoidali; può ritenersi, come valor massimo, 0,70, e medio, per un ventilatore di buona fabbrica, 0,40.

Indicando con V in m^3 il volume d'aria fornito al 1" dal ventilatore, con p il carico in mm. di colonna d'acqua (Kg. per m^2) ed essendo η il rendimento del ventilatore, l'energia occorrente al 1" per fare azionare l'apparecchio sarà, in cavalli vapore

$$N = \frac{V \cdot p}{75 \cdot \eta}.$$

Si è già detto che per ventilatori elicoidali $\eta = 0,20 \div 0,30$, e per ventilatori centrifughi $\eta = 0,40 \div 0,50$ e 0,70 come massimo.

Il carico raggiungibile può esprimersi in funzione della velocità v_c della ruota alla periferia esterna (espressa in metri al 1") con la relazione

$$p = \frac{K \cdot \gamma}{2g} \cdot v_c^2,$$

nella quale K è un coefficiente che varia da $0,1 \div 0,2$ per ventilatori elicoidali, e $0,3 \div 0,6$ per ventilatori centrifughi; γ è il peso di $1 m^3$ di aria, espresso in Kg., g l'accelerazione della gravità in metri al 1" (9,808).

D'altra parte il carico p viene calcolato, in base alle considerazioni precedenti, per assicurare la ventilazione agli ambienti o all'edificio in questione, in funzione della velocità dell'aria dei canali, della loro resistenza complessiva, ecc. (vedi pag. 383); perciò, dati p e K , si ricaverà dalla precedente

$$v_c^2 = \frac{p}{\frac{K \cdot \gamma}{2g}},$$

e da questa il numero n dei giri del ventilatore, essendo d il diametro della ruota espresso in metri, o viceversa

$$n = \frac{60 \cdot v}{d \cdot \pi} \quad d = \frac{60 \cdot v}{n \cdot \pi}.$$

E sempre opportuno, per quanto si possano verificare i calcoli in base ai quali le Ditte costruttrici forniscono questi apparecchi, di domandare alle Ditte stesse una garanzia sulla quantità d'aria che sarà effettivamente fornita dall'impianto durante l'esercizio.

La forma più comune di un ventilatore elicoidale è quella indicata nella fig. 764. Le pale, identiche, fissate radialmente all'albero col loro piano egualmente inclinato

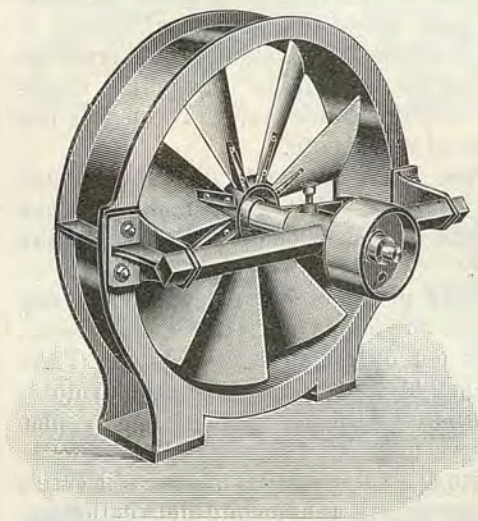


Fig. 764. — Ventilatore elicoidale Schiele con comando a cinghia.

sull'albero stesso, hanno forma di settori di superficie elicoidali, così che la ruota, girando, funziona come una vite di cui l'aria compresa tra le pale costituisce la madrevite; e siccome la ruota non può spostarsi nel senso del suo asse in un determinato verso, l'aria è obbligata a spostarsi nel verso opposto. Segue da ciò che si crea, nell'interno del tamburo cilindrico che circonda la ruota, un vuoto relativo, sempre riempito di nuova aria, con l'effetto di produrre una corrente d'aria continua attraverso il tamburo stesso.

Il diametro della ruota varia, secondo la portata, da m. 0,30 ÷ 3,00, ed anche più; la velocità periferica, a seconda della pressione che si vuol raggiungere, può variare da 15 ÷ 40 m. al minuto secondo, però si consiglia di non oltrepassare i 25 m. al 1". Le pale dei ventilatori moderni, costruite in lamiera di acciaio, fissate in un mozzo di ghisa, sono o piane, o curvate simmetrica-

mente secondo eliche inclinate di 45°; il loro numero varia a seconda dei tipi, del diametro della ventola e della portata.

I ventilatori elicoidali assumono forme diverse, in dipendenza dei mezzi con i quali sono azionati; le fig. 764 e 765 rappresentano forme rispettivamente per comando a cinghia ed elettrico.

Il collocamento dei ventilatori e la posizione dell'albero della ruota devono essere così sicuri, da rendere impossibile anche un minimo spostamento della ruota, le cui palette urterebbero contro il tamburo rovinandolo. Il ventilatore deve marciare senza rumore ed essere sostenuto da lunghi supporti con lubrificazione continua.

La fig. 766 *a, b* rappresenta una disposizione praticata in varî grandi impianti. L'aria aspirata viene introdotta poco a poco, attraverso il cono di ghisa *a*, nell'anello fisso *b* nel quale sono assicurate 12 palette di guida, curve. La ruota *d* gira calettata sull'albero *c*, possiede 12 palette acuminate o inclinate rispetto all'asse, che spingono l'aria verso il cono *e*, dal quale l'aria passa con moderata velocità nel canale.

Nel cono stesso e nel corpo cuneiforme *a* posteriore sono praticate delle aperture per mezzo delle quali si può giungere ai supporti, oltre a ciò vengono praticate in *a* delle fessure per il passaggio delle cinghie di trasmissione.

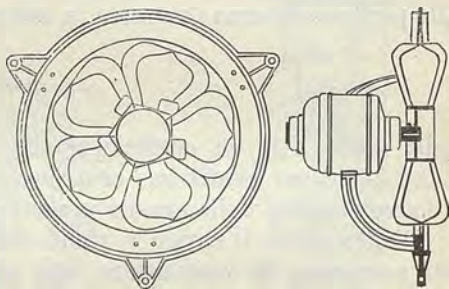


Fig. 765. — Ventilatore elicoidale con motore elettrico.

La fig. 767 rappresenta un tipo di ventilatore (di Blackman) che viene collocato davanti all'apertura di aspirazione; le palette arcuate raccolgono l'aria su tutta la parete anteriore della ruota e la spingono avanti parallelamente all'asse. Con diametri variabili da m. $0,35 \div 1,83$ tale ventilatore può fornire da $0,7 \div 30 \text{ m}^3$ al 1".

La forma più comune di ventilatore centrifugo è rappresentata nella fig. 768 *a, b* (G. Schiele e C). L'aria viene aspirata nell'asse e lanciata in un canale aderente alla lamina di custodia in forma di spirale. Ventilatori di questo tipo, costruiti con diametri variabili da m. $0,3 \div 1$ forniscono $\text{m}^3 0,5 \div 6,7$ di aria al 1".

Nel ventilatore di Pelzer (fig. 769) le palette ricurve terminano con superficie radiali in modo che l'aria viene immessa in una cassa a forma di spirale e lanciata verso il canale aderente.

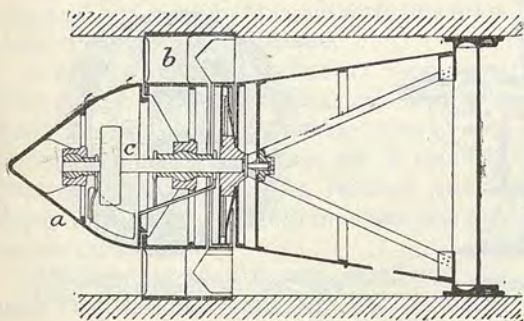


Fig. 766 *a, b*. — Ventilatore conico.

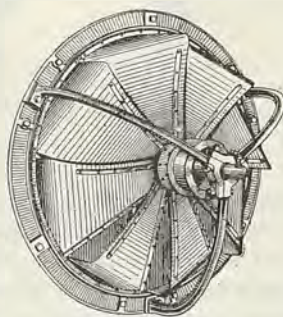


Fig. 767. — Ventilatore Blackman.

Questi tipi di apparecchi ventilatori, che hanno diametri variabili da m. $0,5 \div 4$, forniscono, in dipendenza della pressione desiderata p , quantità di aria variabili di $\text{m}^3 0,16 \div 50$ al minuto secondo.

Il movimento di un ventilatore può aver luogo col mezzo di una macchina motrice di qualunque natura. Le macchine a vapore a grande velocità, le turbine, gli elettro-motori, i motori ad

aria vengono collegati direttamente all'asse del ventilatore.

I motori a gas hanno il vantaggio, in confronto delle motrici a vapore, che durante l'estate, quando la ventilazione si effettua senza il riscaldamento, non è necessario di far funzionare la caldaia.

Oggi il movimento col mezzo di forza elettrica è il più comune, perchè costruttivamente risulta sempre molto facile di collegare l'elettromotore colla ruota del ventilatore stesso.

Il ventilatore del tipo figura 770, che viene collocato alla estremità di un condotto d'aria, è mosso col mezzo di una girandola a vento, la cui ruota è collegata all'albero della ruota a palette del ventilatore.

Meritano speciale esame quei piccoli ventilatori, collegati con un motore ad acqua, in modo che lo stesso motore azionato mediante una condotta d'acqua trascina con sè la ruota del ventilatore. Questi ventilatori possono agire per aspirazione dal-

l'esterno o dall'interno di un locale; però quando hanno palette oblique o curve sono poco efficaci.

Una buona disposizione è quella indicata dalla figura 771; alla ruota a palette del ventilatore è collegata una seconda ruota mossa da un getto d'acqua a spruzzo.

La condotta d'acqua termina in due tubi *a* *d*, i quali, con l'opportuna manovra di un rubinetto, dirigono il getto d'acqua nella direzione necessaria per ottenere la rotazione in un senso, o nell'opposto, e quindi l'aspirazione dall'esterno, o dall'interno.

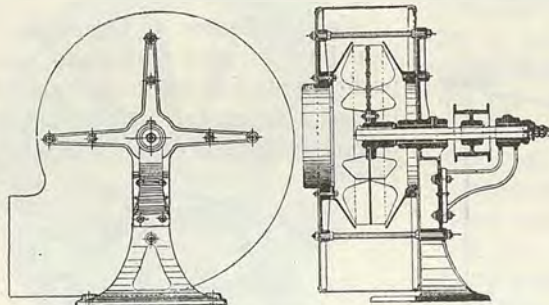


Fig. 768 a, b. — Ventilatore centrifugo.

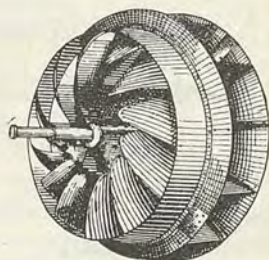


Fig. 769. — Ventilatore Pelzer.

La figura 772 *a*, *b* rappresenta il tipo del ventilatore « Cosmos » (Schäffer e Walcker, Berlino), nel quale l'acqua usata per il movimento, proveniente dalla condotta B col mezzo del tubo *b*, colpisce le palette *a* di una turbina, che costituisce la corona esterna della ruota a palette A.

Quando si volesse aspirare l'aria esterna ed inumidirla, è possibile, con una ventola collocata nel tubo *e*, impedire in varia misura lo scarico all'acqua, in modo che ne



Fig. 770.



Fig. 771. — Ventilatore idraulico.

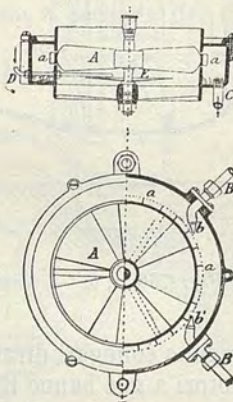


Fig. 772 a, b. — Ventilatore idraulico.

giunga un poco, attraverso il tubetto D, al disco E e venga dispersa da questo. Questo apparecchio viene collocato in un canale di muratura, o in una custodia di lamiera, in comunicazione con l'esterno.

Per far servire l'apparecchio alla aspirazione nei due sensi si dirama dal condotto B un condotto B', al quale si applica il tubo *b*, da cui l'acqua esce in direzione opposta a quella del tubo *b*, così che anche il ventilatore ruota in senso opposto.

Tutti questi apparecchi vengono costruiti per fornire 200÷500 m³ all'ora: se però si tratta di ottenere un lavoro intenso ed efficace, la pressione dell'acqua non può essere inferiore alle sei atmosfere, e ciò generalmente non accade.

La figura 773 rappresenta un ventilatore che viene adoperato e collocato come il « Cosmos ». Questo apparecchio è il « Aerophor » (Seiler e Schwarz, Berlino). La ruota motrice *b* è qui sovrapposta a quella ventilatrice *d*, e, a seconda della grandezza del ventilatore, viene alimentata da uno o più tubi conduttori d'acqua *a*; l'acqua si scarica attraverso il tubetto *c*.

Con la disposizione segnata nella figura 773 il ventilatore aspira dall'interno, cioè scarica l'aria viziata, la quale, attraverso una griglia *e*, viene condotta all'esterno dal canale *f* regolabile mediante ventola.

Questo apparecchio può fornire 5000 m³ d'aria all'ora, quando funzioni sotto una pressione d'acqua di 4 atmosfere.

I ventilatori a getto d'acqua sono assai poco adatti per la ventilazione, perchè è molto piccolo il loro effetto utile; sono inoltre di funzionamento rumoroso, ed il contatto diretto dell'acqua con l'aria fornisce questa di una umidità che soltanto in alcuni casi può essere tollerata.

Attualmente sono in uso ventilatori nei quali l'aspirazione è ottenuta col mezzo di uno spruzzatore costituito di piccoli fori dai quali esce l'acqua sotto pressione. Nella figura 774 è indicata la disposizione per far funzionare due spruzzatori *a*, *b* separatamente, così da ottenere l'aspirazione nei due sensi opposti.

L'acqua che si raccoglie al disotto viene scaricata, e non può essere nuovamente utilizzata come potabile, avendo assorbito della polvere dall'aria; questo fatto costituisce uno dei principali vantaggi di tali apparecchi, che ideati e costruiti da Lutzner (Berlino) possono fornire da 175 ÷ 9000 m³ d'aria all'ora, sotto una pressione d'acqua di 3 ÷ 4 atmosfere.

Tutti questi ventilatori a getto d'acqua richiedono, per l'esercizio, dell'acqua molto pulita, essendo assai facilmente ostruibili i piccoli fori attraverso ai quali passano i getti.

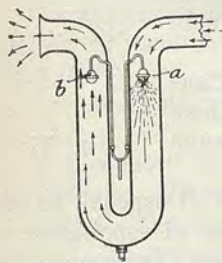


Fig. 774.

alla quale il ventilatore entra in funzione. Per aumentare l'efficacia dell'apparecchio il canale è fatto, nel punto *d*, ad imbuto.

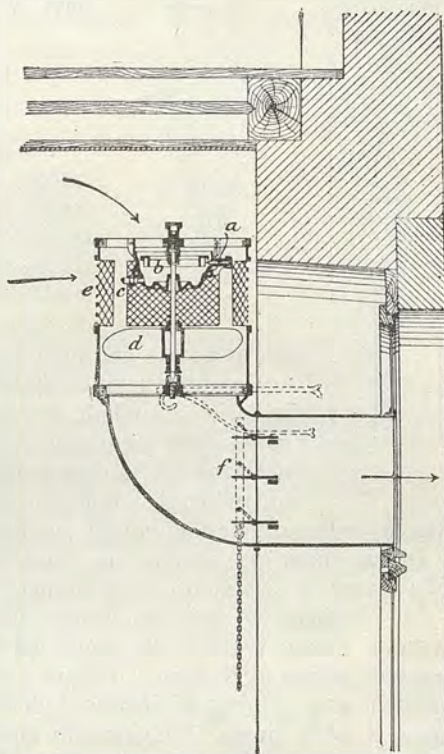


Fig. 773. — Ventilatore idraulico.

I ventilatori a getto d'aria richiedono una pressione d'aria tale che, dovendo essere prodotta unicamente per questo scopo, non ne rende possibile l'applicazione in casi isolati. Quando nelle città la distribuzione d'aria compressa si estendesse, i ventilatori a getto d'aria, dato il loro semplice funzionamento, acquisterebbero maggiore importanza.

Un tipo di tali ventilatori è quello di Green, in uso spesso per ventilazione di navi (fig. 775). Questo apparecchio possiede una valvola *a*, collegata ad una molla *b*. L'aria compressa che entra da *c* spinge in alto la valvola, così che sôrte dalla fessura circolare che viene a prodursi. La molla *b*, regola l'apertura della valvola, e quindi la pressione dell'aria

I ventilatori a getto di vapore sono adatti soltanto per l'aspirazione dall'interno, cioè per lo scarico dell'aria viziata, perchè il vapore, che si mescola all'aria, impedisce che questa possa introdursi come aria fresca.

La fig. 776 rappresenta uno di questi ventilatori eseguito da Koerting. Il vapore introdotto per *a* sfugge attraverso parecchi tubi *b*, aspirando nello stesso tempo da ciascuno di essi l'aria. Sono di funzionamento rumoroso e quindi adatti soltanto per locali di fabbriche, navi, miniere, o per attivare il tirante di camini.

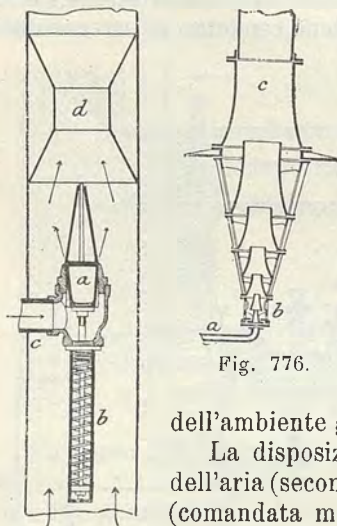


Fig. 776.

γ) Canali di aspirazione dell'aria esterna o di scarico dell'aria viziata, regolazione del ricambio d'aria.

Se un ambiente viene riscaldato con apparecchio interno all'ambiente stesso, e la ventilazione non sia tenuta separata dal riscaldamento, l'aria per la ventilazione viene condotta, fredda, o preventivamente riscaldata, a lambire la superficie di riscaldamento, riscaldandosi ulteriormente, od anche introdotta al disopra di quest'ultima, dove si mescola con l'aria

dell'ambiente già riscaldata, prima di entrare nel locale.

La disposizione segnata nella figura 777 per ottenere la miscela dell'aria (secondo E. Relling, Berlino) permette, col mezzo della valvola *a* (comandata mediante catena fissa ad un bottone e spostabile perpendicolarmente in una scanalatura della parete anteriore *b*), di regolare l'introduzione dell'aria della camera con l'aria calda rinnovata; la miscela, nelle proporzioni volute, rientra nella camera attraverso l'apertura *d*.

In tal modo si ottiene un buon equilibrio tra la temperatura della stanza al pavimento e al soffitto.

La eliminazione dell'aria viziata dai singoli ambienti si compie col mezzo di canne verticali sboccanti nel sottotetto (proibito dal regolamento di polizia di Berlino); o sopra il tetto; oppure riunendo i singoli canali in una galleria di scarico collocata nel sottotetto, o nel sotterraneo, e nella quale il necessario movimento dell'aria si ottiene in modo sicuro riscaldandola, od aspirandola con un ventilatore; una di queste due disposizioni è indispensabile se la galleria è collocata nel sotterraneo.

La ventilazione verso i corridoi può aver luogo soltanto quando i corridoi stessi siano riscaldati e ventilati con efficacia col mezzo di canne speciali, o da scale a giorno, munite quindi di opportuni camini di richiamo riparati.

In alcune grandi sale, per es. nell'Ippodromo di Parigi, nel Canterbury Music Hall di Londra, la ventilazione per l'estate si ottiene spostando in parte lateralmente la tettoia, così che resta libera sulla sala una grande apertura.

Nello stesso modo avviene spesso la ventilazione dei padiglioni di ospedali ad un solo piano, o dei piani superiori di ospedali a più piani e delle sale di esposizione e dei laboratori, costruendo delle coperture in parte a persiane, le quali evidentemente non possono servire durante l'inverno.

Con la disposizione segnata nella figura 778 (C. Scharowsky, Berlino) lo scarico dell'aria si può regolare, alzando od abbassando, mediante l'asta *b*, la calotta *a*, situata al disopra della tettoia.

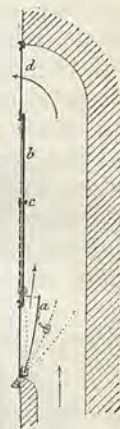


Fig. 777.

I condotti che attraversano i sotterranei devono essere protetti contro l'acqua, essere accessibili o per lo meno ispezionabili.

Di solito il canale principale di introduzione d'aria viene utilizzato come corridoio per il fuochista; naturalmente ciò è possibile soltanto quando l'aria sia stata preriscaldata e non possieda più di 3 m. di velocità, nel qual caso le porte che il fuochista apre per entrare od uscire dal canale saranno chiudibili automaticamente. È bene che il condotto sia illuminabile con luce solare.

Quando si tratta di canali di scarico d'aria, orizzontali, ai quali si applicano camini aspiratori, è opportuno che detti canali siano situati quanto più basso è possibile, in modo che l'aspirazione dei camini sia relativamente massima.

I canali per l'introduzione e lo scarico dell'aria dai locali si dispongono soltanto sulle pareti intermedie e divisorie. In generale si deve fare in modo che le lunghezze dei canali siano le minori possibili, ed evitare nei canali principali i gomiti molto acuti.

I canali per l'introduzione e l'espulsione dell'aria non devono essere collocati a contatto, poichè attraverso alle pareti permeabili può avvenire un passaggio d'aria dal canale per l'introduzione (nel quale l'aria è sotto pressione) all'altro, e verificarsi un arresto nel movimento dell'aria stessa.

Se la variazione di temperatura tra le due correnti d'aria è notevole, la interruzione può verificarsi anche in seguito alla trasmissione del calore, quando la parete divisoria tra i due canali sia una lamina sottile di zinco; ciò avviene spesso nella ventilazione delle sale, dove si collocano nei pilastri i canali d'aria dei due sistemi paralleli uno all'altro.

Quando la ventilazione sia fatta riscaldando l'aria in camere di riscaldamento e l'aria sia mossa unicamente per effetto di aspirazione, la ventilazione deve essere quanto più è possibile uniforme, per qualunque condizione esterna dell'atmosfera (vento o calma). Questo potrà ottenersi dando allo sbocco dei canali di scarico d'aria nel sottotetto una tale direzione, che, a seconda della direzione del canale di introduzione nel sottotetto, sia favorito lo scarico per gli ambienti colpiti dal vento.

Le velocità dell'aria nei canali variano da 1-2 metri.

La quantità d'aria da introdursi negli ambienti allo scopo di ventilarli o riscaldarli si regola mediante registri o valvole. Questi apparecchi devono essere facilmente manovrabili ed i loro perni girano perciò entro cuscinetti di bronzo. Le loro parti devono essere di facile ispezione e scomponibili; a questo scopo le viti di collegamento e le madreviti saranno preferibilmente di bronzo. Le posizioni intermedie di apertura devono essere fissate in modo sicuro e semplice; le posizioni estreme saranno indicate sulla intelaiatura, colle parole « aperto » o « chiuso ».

La condizione che determina l'apertura massima è che la sezione corrispondente sia per lo meno eguale a quella del canale susseguente, e preferibilmente un poco maggiore.

Alcune forme caratteristiche di tali apparecchi sono rappresentate dalle figure 779 a 781.

Per condotti orizzontali e dinanzi agli sbocchi dei canali vengono disposti dei registri (fig. 779 *a, b*) muniti di contrappesi, o con spostamento orizzontale.

La fig. 780 *a, b* mostra un semplice registro costituito di un perno *C* con impugnatura *D*, che regola nel tempo stesso le aperture del canale *A* dell'aria fredda e del canale *B* dell'aria calda.

Di più facile applicazione, per piccoli spostamenti, sono i registri a piccole aperture ravvicinate *a*, mobili sopra una lastra munita di aperture identicamente disposte (fig. 781).

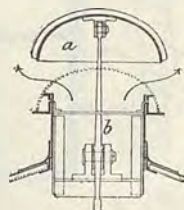


Fig. 778.

Basato sullo stesso principio, ma con movimento di rotazione, è il registro a farfalla (fig. 782 *a, b*). Le bacchette sono alquanto più larghe delle scanalature, in modo che le ricoprono completamente. Tali registri (fig. 781 e 782) risultano sempre relativamente grandi, e quindi non facilmente maneggiabili.

Vengono pure adoperate delle semplici ventole (fig. 783): la ventola di ghisa *a* è collegata e tenuta a posto da una catena *d*; il peso ne provoca l'apertura. Le

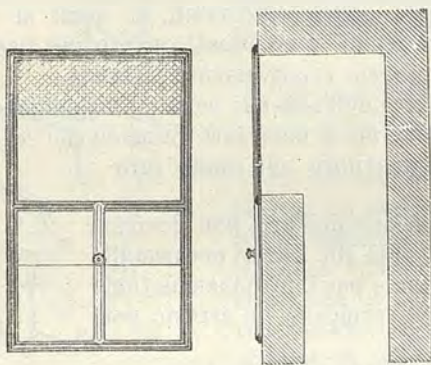
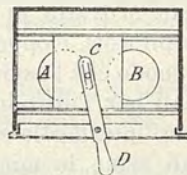
Fig. 779 *a, b*.

Fig. 780.

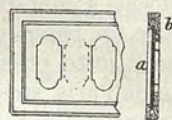


Fig. 781.

diverse parti sono facilmente accessibili, dopo aver levata la griglia *c* di ghisa, la quale viene sospesa all'intelaiatura mediante semplici ganci *b*.

Altro tipo di ventola che si chiude per il proprio peso ed è manovrata da una catena o da una corda è quello della fig. 784 (Schäffer e Walker, Berlino).

Le ventole doppie si manovrano anche con una maniglia girevole, la quale aziona

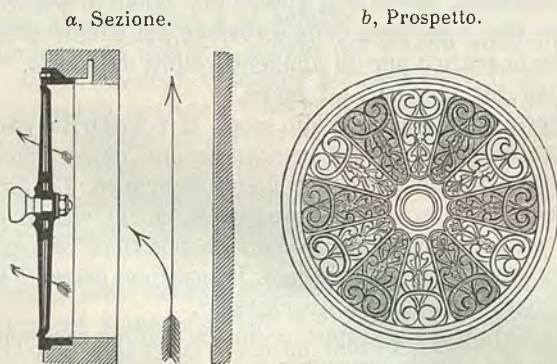
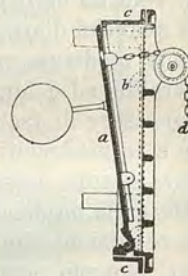
Fig. 782 *a, b*. — Registro a farfalla.

Fig. 783.

una piccola ruota dentata posta sopra il suo asse; questa ruota imbecca in altre due, accoppiate rispettivamente all'una e all'altra ventola, in modo che il movimento della prima ruota ha per conseguenza la contemporanea apertura delle due ventole.

Sono di uso frequente i registri a persiana, consistenti in strisce di lamiera girevoli intorno a perni laterali, e mosse mediante leve, maniglie, catene o sbarre.

Le figure 785 e 786 mostrano tali registri (Geiseler, Berlino). I telai sono sporgenti e muniti lateralmente e nell'interno di sottili sporgenze contro le quali si appoggiano le ventole nella posizione di chiusura. Le palette di lamiera, quando raggiungano dimensioni un po' grandi, vengono irrigidite da piccoli ferri a L o T.

Le striscie di lamiera vengono imperniate eccentriche, in modo che uno dei due movimenti (di chiusura o di apertura) avvenga per il maggior peso della parte più larga; l'altro movimento si ottiene mediante catena.

La figura 787 indica una ventola a persiana le cui palette sono azionate mediante una sbarra *a*.

Le ventole inferiori di scarico devono essere talvolta così disposte, che siano chiudibili soltanto parzialmente; questo si ottiene colla griglia indicata nella fig. 788 *a, b* (Käuffer e C., Maggonza); la persiana *a* è limitata alla parte superiore, ed è manovrabile colla maniglia *c*; l'apertura *b* è sempre libera.

La ventola rappresentata nella figura 789 *a, b* (Hannoverschen Zentralheizungs-usw. Bauanstalt., Hainholz) è pure munita di palette verticali, il cui movimento si ottiene mediante una sbarra orizzontale *a* parzialmente dentata, che imbocca nei segmenti dentati *b* assicurati nella intelaiatura della ventola; secondo che la catena *c* viene tirata in un senso o nell'altro, la ventola si apre o si chiude.

Le ventole a farfalla (fig. 790 *a, b*) sono facilmente manovrabili, per mezzo di maniglia, o di una corda o catena, la quale si aggancia a metà della ventola. Per ottenere una

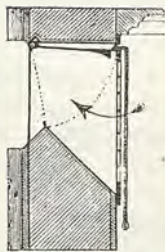


Fig. 784.

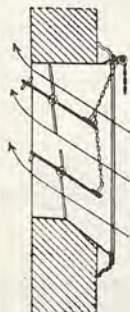


Fig. 785.

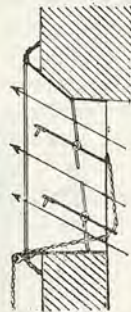
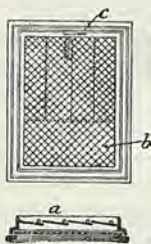
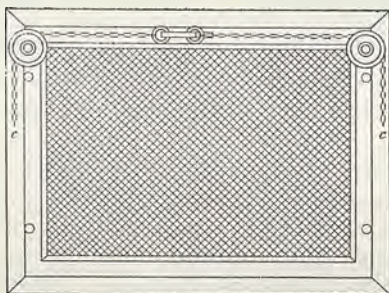


Fig. 786.



Fig. 787.

Fig. 788 *a, b*.Fig. 789 *a, b*.

perfetta tenuta e per diminuire il rumore che i bordi della ventola produrrebbero battendo, si ricoprono gli stessi ed i bordi del telaio con feltro. Una valvola, che si presta per la regolazione di canali di introduzione e scarico d'aria, è rappresentata nella figura 791.

Il piano della valvola è verticale ed il manubrio a vite, girando entro la madre-vite fissa, apre o chiude la valvola.

Disposizioni di regolazione speciale sono fornite dalle cosiddette ventole di ricambio, che servono a condurre ad una camera di riscaldamento, o ad una stufa, aria fresca o quella dell'ambiente. Una piastra (od un registro) comanda due aperture in modo che l'una si apra quando l'altra viene chiusa.

Anche due ventole a farfalla collocate sullo stesso asse servono allo scopo, ove esse vengano accoppiate.

Una ingegnosa disposizione (H. Fischer) è quella indicata nella figura 792; sono due ventole *a*, *b* collegate fra loro, e una di esse viene mossa per mezzo di una

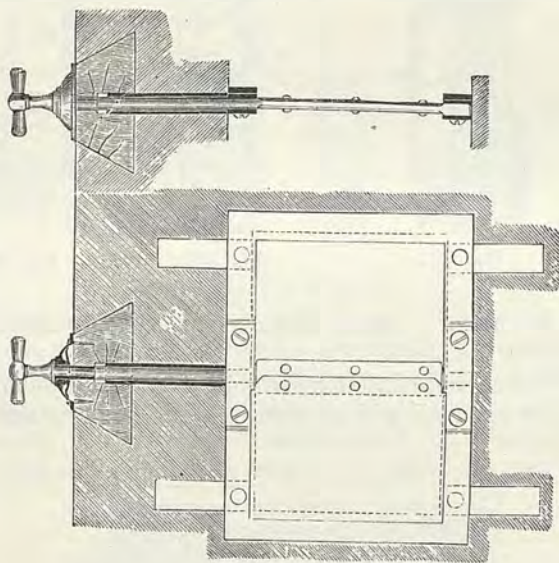


Fig. 790, a, b.

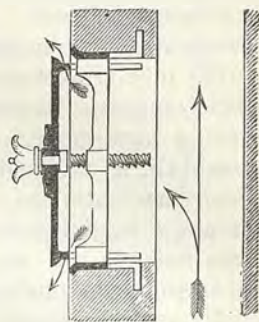


Fig. 791.

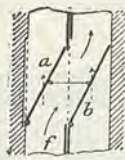


Fig. 792.

maniglia. Nella posizione indicata dalla figura l'aria della camera passa al canale *f* uscente al disopra del pavimento, attraverso un condotto, nel corpo di riscaldamento. Se le ventole sono girate così da acquistare la posizione segnata punteggiata in figura, le due ventole vengono a separare due canali paralleli verticali, dei quali uno costituisce il canale di scarico dell'aria viziata della camera e l'altro immette dall'esterno aria pura all'apparecchio riscaldante.

Il comando di questi apparecchi di regolazione avviene di solito direttamente nei locali, dove essi sono collocati. Ma negli impianti importanti di ventilazione avviene che sia opportuno di manovrare gli apparecchi stessi da una posizione unica; ciò si ottiene con l'uso dei mezzi di trasmissione vari (tensione diretta, acqua, aria in pressione, elettricità), integrati con l'uso del telefono, allo scopo di poter controllare l'esecuzione della manovra.

Per tutte le varie disposizioni di regolazione prese in esame, è da osservarsi quanto segue: le ventole ed i registri costruiti di lamiera per esser bene regolabili devono essere piani e robusti, di circa 2 millimetri di grossezza, affinché non si incurvino; se le dimensioni sono notevoli, è necessario rinforzarli negli spigoli. I telai devono essere di ghisa o ferro piatto o ad L e provvisti delle zanche o viti necessarie per essere fissati alle murature.

Le parti mobili devono potersi con comodità svitare dal telaio fisso alla muratura, e così il telaio può esser fissato ad anteposte graticole, tali da potersi staccare senza

danneggiare l'intonaco o i rivestimenti delle pareti. Per le stanze è consigliabile di collocare i telai alla parete, tappezzare anche l'apertura, poi ritagliare la tappezzeria ed avvitare il telaio, munito al caso di liste decorative: in tal modo si ottiene una congiunzione perfetta della tappezzeria col telaio, e si evitano i possibili distacchi, ecc.

Quando la regolazione avviene col mezzo di rotelle a catena, si dovranno collocare opportune staffe o supporti che impediscano la caduta della catena dalla corona delle rotelle stesse, in luogo delle quali possono esser pure applicate delle guide fuse e curvate.

Dinanzi agli imbocchi dei canali di introduzione e di scarico dell'aria si dispongono spesso delle graticole metalliche o di ghisa perforata, allo scopo di riparare i canali dalle immondizie, e per ragioni estetiche. La loro sezione trasversale libera deve essere per lo meno eguale a quella del canale successivo; da ciò risulta che la superficie complessiva della graticola, se è di lamiera o ghisa perforata, deve essere per lo meno doppia della sezione trasversale del canale.

Una razionale costruzione delle ventole e delle graticole, che permetta di regolare accuratamente il passaggio dell'aria, influenzandolo d'altra parte il meno possibile, è di grande importanza per i risultati pratici di un impianto di riscaldamento e ventilazione. Ciò nonostante, le costruzioni irrazionali si trovano abbastanza di frequente, anche perchè spesso la posizione di questi apparecchi è così subordinata alle considerazioni estetiche degli ambienti, che il loro scopo viene ad essere più o meno gravemente pregiudicato.

8) Impianti di riscaldamento e di ventilazione combinati.

Il rinnovamento d'aria necessario viene collegato col riscaldamento, per modo che l'aria fresca da introdursi sia riscaldata in speciali camere, alla temperatura corrispondente al quantitativo di calore necessario, oppure, introducendo l'aria fresca nei rispettivi ambienti, dove, a contatto delle superficie di riscaldamento, acquista la temperatura voluta. Se invece il quantitativo di calore viene direttamente ottenuto mediante distribuzione di calore dalle stufe o dai corpi di riscaldamento collocati negli ambienti stessi, l'aria fresca introdotta allo scopo del ricambio viene riscaldata alla temperatura dell'ambiente.

Questa disposizione ha sulla precedente il vantaggio che il fuochista può con maggior esattezza regolare, per i singoli scopi, i due singoli impianti e che la ventilazione può raggiungere quel qualunque valore che si ritiene necessario, ed in qualunque stagione, ciò che è sovente di grande importanza per le scuole e per gli ospedali. Oltre a ciò, nelle giornate fredde può non esser richiesta per la ventilazione tutta la quantità d'aria che sarebbe richiesta dal quantitativo di calore dell'ambiente, ed anche questo fatto rappresenta un vantaggio in confronto del primo sistema. D'altra parte, dalla separazione dei due impianti risulta un aumento delle disposizioni regolatrici, ed il più delle volte anche un aumento nelle spese d'impianto e di esercizio, perciò per ogni singolo caso si dovrà esaminare quale dei due sistemi, per le condizioni speciali in cui verrebbe ad applicarsi, risulta più conveniente.

La regolazione, se si tratta di grandi impianti, dovrà essere più che possibile centralizzata ed affidata al fuochista od alla persona che sia competente, la quale dovrà seguire le norme che per la regolazione il costruttore avrà stabilito in uno speciale regolamento di servizio, ed agire in conformità alle indicazioni dei termometri, igrometri ed anemometri opportunamente disposti negli ambienti.

I termometri a mercurio servono per indicazioni fino a 250°; fino a 350° segnano i termometri a vapori d'azoto; le temperature più elevate vengono misurate col mezzo di pirometri, di forma diversa.

Le indicazioni degli ordinari termometri a mercurio sono per lo più molto incerte; perciò devono essere utilizzati, per tutti i casi nei quali occorra maggiore esattezza, i termometri a precisione. La lettura delle temperature può venir fatta dal fuochista senza dover entrare nell'ambiente, applicando il termometro leggibile da due parti in un vano praticato nel muro che divide il locale dal corridoio attiguo, e chiuso verso il corridoio da un diaframma di vetro, e verso l'interno con un diaframma che non chiude completamente l'apertura del vano; oppure il termometro può esser protetto verso il corridoio da un tubo di vetro, e verso l'ambiente da una cassetina di lamiera perforata.

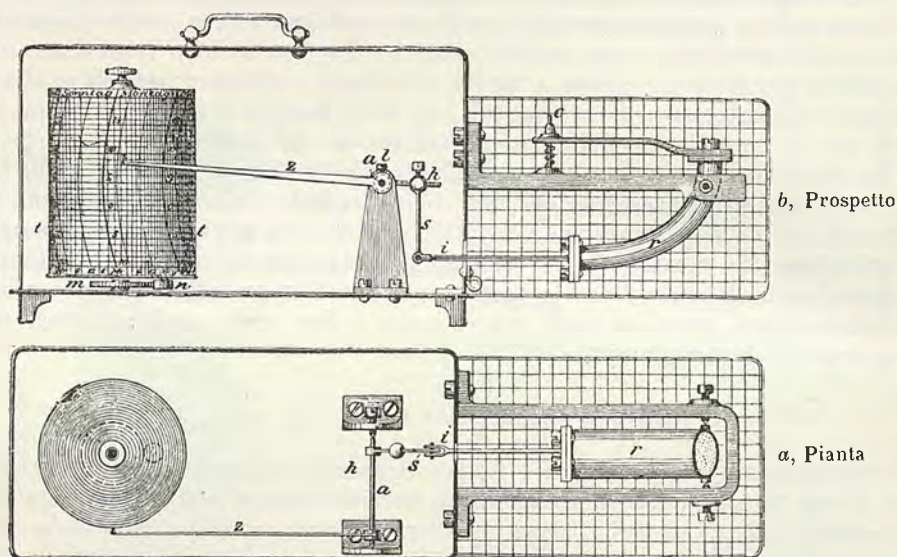


Fig. 793 a, b.

È da evitare che di fronte a detti vani siano aperte delle porte, potendo la corrente d'aria dal corridoio verso l'ambiente, o viceversa, influenzare l'indicazione del termometro. Se il fuochista deve curare la regolazione dell'impianto dal sotterraneo, per conoscere le temperature in ogni ambiente egli può, o tirare a sè il termometro, facendolo discendere per un apposito tubo col mezzo di una sottile corda che passa in alto e in basso su rotelle, od eseguire la lettura per mezzo di uno specchio (ciò che è meno sicuro), oppure usare termometri avvisatori, i quali indicano per mezzo di una suoneria elettrica le diverse temperature.

Ciò si ottiene collegando uno dei poli di una pila alla lancetta di un termometro a quadrante, aggiungendo dei contatti mobili in comunicazione con l'altro polo e ponendo detti contatti sulle graduazioni della scala che si vuole siano segnate; così ad esempio le temperature massima o minima, o alcune intermedie. Quando la lancetta tocca uno di questi contatti, si chiude il circuito e il campanello avvisatore suona.

Quando interessa invece di conoscere soltanto la temperatura massima o minima, si fa uso dei termometri a mercurio e ad alcool. Sono in sostanza due termometri, fissati orizzontalmente sopra una lastra di vetro, di cui uno contiene del mercurio e l'altro dell'alcool; la colonna di mercurio spinge dinanzi a sè un cilindretto di acciaio che si ferma al punto del massimo avanzamento, cioè alla massima temperatura raggiunta; l'alcol invece trascina, ritirandosi, un cilindretto di vetro, che però rimane nella sua posizione, se la colonna d'alcool risale intorno ad essa; perciò questo secondo indice segna la minima temperatura raggiunta.

Si accennerà per ultimo ad un apparecchio che è di molta utilità per il controllo di impianti di riscaldamento; è un termometro che registra graficamente le variazioni di temperatura, costruito da Richard Frères (Parigi). Consiste di un tubo chiuso ricurvo r , di lamina di platino, contenente una piccola quantità di alcool (fig. 793). Questo tubo è assicurato ad una estremità da una staffa; l'altra trasmette il suo movimento (verificantesi con la dilatazione o condensazione del vapore d'alcool) per mezzo delle sbarre i ed s ad una leva h , fissata sopra l'asse a dell'indice z . L'indice segna una linea sopra una striscia di carta, la quale viene avviluppata intorno ad un cilindro f , divisa in sette scompartimenti. La striscia è rigata per segnare, in corrispondenza delle ore, i gradi di temperatura. Il tamburo fa un giro completo, mediante un movimento di orologeria, una volta alla settimana.

Per mezzo della vite c e spostando il punto d'attacco della sbarra s sulla leva h l'istrumento può venire registrato esattamente. L'intero apparecchio è chiuso in una custodia a vetri; il tubo metallico è protetto soltanto da un reticolato metallico onde permettere all'aria il libero accesso.

APPENDICE

Scelta del genere d'impianto. — Come si è visto, il riscaldamento in un edificio può essere singolo per ogni locale, o per gruppi di locali, mediante caminetti e stufe, sia a carbone, a gas od anche elettriche, oppure esteso all'intero edificio o a gran parte di esso mediante sistemi centrali ad aria calda, ad acqua calda, a vapore, e misti. Così si è visto che al riscaldamento si può abbinare la aereazione dei locali in qualunque dei sistemi suddetti. I criterî per l'adozione di un riscaldamento localizzato o centrale, combinato o non coll'aereazione, sono di tale natura e di solito così evidenti che non può nascere dubbio sulla scelta, la quale non sarà difficile tenendo presente quanto si è esposto. Anche non difficile riesce la scelta fra i sistemi a caminetti e a stufe: meno facile invece è quella fra i vari sistemi di impianti centrali, poichè qui entrano in giuoco molti elementi non sempre apprezzabili nel loro giusto valore. L'elemento *raggio d'azione*, ad esempio, che farebbe scartare per un grande edificio un sistema ad aria calda in causa del suo piccolo raggio d'azione, potrebbe non influire quando non vi fossero difficoltà o pericolo a impiantare parecchi focolari, così da poter suddividere l'impianto in tanti impianti parziali, potendosi con questo realizzare anche il vantaggio di farli funzionare anche isolatamente solo quando necessari. Questo criterio non si potrebbe, per es., seguire per il riscaldamento di un teatro, ove i pericoli d'incendio devono essere ridotti al minimo e quindi i focolari al numero minore possibile, cioè a uno, il quale anzi solitamente si prescrive che sia esterno al teatro stesso. Un criterio importantissimo, si può dire precipuo, è quello relativo alla intermittenza o alla continuità del riscaldamento, con subordinato criterio circa la durata della intermittenza, e ciò nei riguardi della spesa di esercizio. Così, ad esempio, se si tratta di un riscaldamento continuo sarà da preferire un impianto ad acqua calda; se intermittente, uno a vapore, specie se i periodi di riposo sono lunghi. Altri criterî sono quelli delle spese d'impianto e di estetica, poichè in certi edifici o locali, ove il lato artistico è predominante, riesce molto difficile di poter collocare convenientemente, senza danno dell'estetica, tubazioni, radiatori, ecc., ancorchè si ricorra a mascheramenti non sempre efficaci e che possono dar luogo a inconvenienti, qualche volta gravi, durante l'esercizio. Anche meno facile diventa la scelta quando il riscaldamento è combinato coll'aereazione, e soprattutto allorchè questa deve assumere un carattere energico, senza però procurare molestia alle persone. Non ultimo è il criterio relativo

al consumo di combustibile, sul quale non vi sono ancora dati decisi, specialmente perchè esso dipende da troppe circostanze molto variabili. La forma e la disposizione del fabbricato, l'ampiezza dei suoi locali, il grado di ampiezza delle superficie di disperdimento del calore, quali, ad esempio, le invetrate, i lucernari, ecc., influiscono pure sulla scelta del sistema. Per esempio, se si tratta di un ospedale a padiglioni che siano sempre contemporaneamente attivi, converrà un riscaldamento centrale a vapore ad alta pressione con valvole di riduzione della pressione per ogni padiglione, così da ottenere per essi un riscaldamento a bassa pressione: se invece si tratta di un ospedale a padiglioni non sempre attivi e con lunghi periodi di inattività, riuscirà più conveniente un riscaldamento centrale per tutti i padiglioni sempre attivi, e localizzato per gli altri. È poi da ricordare che mentre per un riscaldamento ad acqua calda (termosifone) la quantità per la messa in regime è, ad esempio, 1, ed il tempo di raffreddamento 1, per uno a vapore a bassa pressione (a evaporazione d'acqua) si hanno rispettivamente 0,5 e 0,5: così, mentre per il primo vi ha pericolo di gelo (però raro), per il secondo tale pericolo non esiste; e viceversa, se per il primo sono esclusi i pericoli dovuti alla ruggine, esistono invece per il secondo. Si rammenta pure che se con dispositivi semplici da un punto centrale si può regolare l'effetto calorifico di un impianto a termosifone, invece per uno a vapore tale regolarità diventa difficile e quasi impossibile. Se poi si volesse far servire un impianto a vapore a bassa pressione per riscaldamento continuo, è da tener presente che consumerebbe dal 25 al 30 % di combustibile in più di un impianto a termosifone.

Considerate quindi le difficoltà che si presentano per la miglior scelta di un impianto di riscaldamento, difficoltà che solo una lunga pratica e una completa conoscenza dei vari sistemi possono dirimere, non però totalmente, poichè, come si è detto, non si hanno ancora dati assoluti e ancora si è nel periodo degli studi e delle osservazioni, l'architetto, che deve progettare un fabbricato, farà bene per l'impianto di riscaldamento di rivolgersi a un tecnico specialista della materia, soprattutto quando l'edificio è di una certa importanza ed analogamente anche l'impianto di riscaldamento diventa importante. Allo stesso tecnico specialista potrà affidarsi l'incarico del collaudo.

Studio dell'impianto. — Di solito lo studio di un impianto di riscaldamento, con o senza ventilazione, vien fatto da costruttori specialisti, posti in concorrenza: ad essi, se l'impianto supera almeno i 3000 m³, si domanda la presentazione di un progetto completo ed esatto, con annesso preventivo di spesa. Quando l'architetto ricorre a un tecnico specialista per la scelta dell'impianto, è inutile domandare alle Ditte costruttrici progetti molto particolareggiati; basta procurarsi da esse lo schema dell'impianto e il preventivo approssimato. In generale (a meno che si tratti di sistemi speciali richiesti da determinati motivi) si lascia libero ai concorrenti di proporre il sistema più opportuno: l'architetto fornirà tutti i disegni del fabbricato sui quali le Ditte segneranno lo schema d'impianto colla indicazione delle tubazioni, dei radiatori, del grado di temperatura per ogni locale, della entità del ricambio d'aria, delle bocche di presa d'aria fredda e di aspirazione dell'aria viziata, colle relative dimensioni e velocità dell'aria, ecc.

Perchè le Ditte possano eseguire un progetto attendibile e quanto più è possibile preciso anche nei particolari, si dovrà fornire ad esse dati sufficienti ed esatti per il calcolo della quantità di calore necessario; precisare, se occorre, la posizione del camino, e quella dei radiatori quando la posizione di essi sia determinata da ragioni di estetica o di altra natura inerenti alla disposizione del locale e del suo arredamento. Risultando così i progetti compilati su dati uniformi, più facile riuscirà il confronto che dovrà poi fare di essi l'architetto o il tecnico specialista, e sicuri saranno i criteri di scelta della Ditta, col vantaggio di evitare proteste od eventuali ragioni di liti da parte delle Ditte scartate.

Può avvenire che nell'esame di confronto si rivelino nelle proposte delle Ditte concetti razionali differenti, ma tutti ugualmente bene utilizzabili: allora potrà convenire alla stazione appaltante l'acquisto dei progetti stessi (qualora i progetti non siano stati fatti senza impegno e senza diritto alla restituzione), accordando un compenso variabile fra l'1 e il 2 % sull'importo preventivato.

Nel capitolato di oneri per la esecuzione dell'impianto si dovranno dare le prescrizioni inerenti alla potenzialità della caldaia, al tipo di essa, alla qualità dei materiali da impiegarsi per le tubazioni, ecc., alla forma dei radiatori, al modo di inumidimento dell'aria, alle prove di collaudo, al tempo di esecuzione, al grado di temperatura per ciascun locale o per gruppi di locali, al volume d'aria da ricambiarsi, ecc., e nel progetto esecutivo dovranno apparire, senza possibilità di equivoci, la disposizione dei condotti tubolari e dei canali d'aria, il numero e la posizione delle caldaie, delle stufe o dei corpi riscaldanti, le disposizioni per la pulizia e l'inumidimento ecc., nonché gli eventuali strumenti di verifica: il tutto segnato su piante in iscala non inferiore a 1:100, sulle quali sarà pure indicato il camino.

Per tutte queste indicazioni si adottano comunemente dei segni e delle tinte convenzionali, e cioè:

| | |
|--|---|
| Canali d'introduzione per aria calda rinnovata, e camere di riscaldamento per il riscaldamento ad aria con | <i>rosso</i> |
| Canali per aria fredda | <i>verde oliva (meglio azzurro cobalto)</i> |
| Canali per aria calda e fredda | <i>giallo</i> |
| Canali di scarico per l'aria inquinata . . | <i>azzurro cobalto (meglio verde oliva)</i> |
| Condotti per l'acqua calda o bollente . | <i>rosso cinabro</i> |
| Tubi di ritorno, corpi di riscaldamento, serpentini, caldaie ad acqua calda . . | <i>azzurro di Prussia</i> |
| Tubi di vapore | <i>giallo arancio</i> |
| Tubi di condensazione, corpi di riscaldamento e caldaie a vapore | <i>verde prato.</i> |

I disegni degli apparecchi speciali, dei collegamenti, delle disposizioni di dilatazione delle valvole, dei rubinetti, dei ventilatori, dei registri, delle graticole, dei filtri, delle disposizioni per l'inumidimento, si chiederanno in una scala che sia almeno $\frac{1}{10}$ del vero, permettendo al concorrente di rendere più semplice la comprensione di detti oggetti mediante stampe, fotografie od altro.

Finalmente il concorrente deve unire un chiaro ed esatto calcolo della superficie riscaldante delle caldaie, delle stufe o corpi di riscaldamento, delle sezioni trasversali dei tubi, canali, camini, della disposizione di filtri, ecc., riassumendo i dati in una relazione esplicativa breve e chiara, nella quale saranno ancora indicati la qualità ed il numero e le mansioni del personale necessario al servizio dell'impianto, ed il costo (calcolato), al quale il concorrente intenderebbe di assumere l'intero lavoro (comprese le opere murarie, mano d'opera in aiuto ai montatori, ecc.), per dare l'impianto funzionante.

È buona pratica di autorizzare gli autori dei progetti completi a descriverli e chiarirli verbalmente all'architetto o alle persone competenti chiamate dall'architetto.

Esecuzione dell'impianto. — La convenienza di avere sott'occhio un progetto esecutivo completo e particolareggiato non riflette soltanto la possibilità di verificare se nella esecuzione materiale la Ditta si attiene scrupolosamente al convenuto, ma quella di lasciare nei muri, nei solai, nei soffitti, i fori, gli incavi e simili, nei quali dovranno passare tubi, oppure le canne di presa d'aria, di aereazione, ecc., e ciò

con notevole vantaggio economico e di tempo. Una particolare attenzione si richiede dall'architetto nello studio della posizione delle tubazioni, sia apparenti, sia nascoste nei muri, entro canne o da cornici, onde evitare il deplorabile effetto a cui danno luogo le tubazioni di acqua calda o di vapore nei locali, specialmente se i locali sono alquanto decorati. Bisogna ricordare anche gli effetti dovuti alla dilatazione del metallo, e quindi far in modo che negli attraversamenti di muri intonacati i tubi siano isolati, affinchè l'intonaco non si stacchi e cada: provvedere a isolare bene le tubazioni quando esse passano dietro o attraverso opere di legname, e così via. In tal caso il legname può essere vantaggiosamente sostituito da lastre di *Eternit*, sulle quali si possono poi applicare cornici, decorazioni e simili. In luogo dell'*Eternit* serve pur bene l'amianto. Tanto più necessaria si mostra la convenienza di lasciare in costruzione i fori e le canne per tubazioni e simili quando si usa il calcestruzzo armato per solai, ecc.

Collaudo. — Ultimato l'impianto, si procede al collaudo, il quale consiste in prove di *funzionamento* e di *rendimento*. Pei riscaldamenti a vapore e ad acqua si assoggettano le caldaie, i condotti ed i corpi di riscaldamento ad una prova a freddo sotto le pressioni seguenti:

| | | | |
|---|-----|-----------|--------------|
| per riscaldamento ad acqua calda a bassa pressione: | 4 | atmosfera | |
| » » » » a media pressione: | 20 | | » |
| » » » » ad alta pressione: | 100 | | » |
| » » a vapore ad alta pressione . . . | 10 | | » |
| » » » a bassa pressione . . . | 5 | | » (caldaia). |

La prova della pressione è da ripetersi fino a tanto che il manometro, durante 20' dopo fermata la pompa, non indichi una diminuzione di pressione.

Le prove di funzionamento e di rendimento si eseguono con un esercizio sperimentale forzato di almeno tre giorni consecutivi, in una stagione che sia delle più sfavorevoli per l'impianto, tanto per il riscaldamento, come per la ventilazione; osservando come si comportano in questo periodo le varie parti dell'impianto, e se vi si ottengono, per ogni ambiente, la temperatura ed il ricambio d'aria prescritti.

I difetti che si manifestassero devono essere immediatamente eliminati dal costruttore e sarà il caso di ripetere la prova, le quante volte i detti difetti fossero stati di sensibile influenza sull'esercizio di prova. Se l'impianto soddisfa completamente a tutte le condizioni stabilite, può aver luogo il collaudo, eseguito dalla stessa Direzione dei lavori, o da persona competente all'uopo delegata. Il costruttore deve rilasciare alla stazione appaltante l'esatto disegno, con allegate descrizioni, regolamenti di esercizio, ecc., dell'impianto eseguito. Queste prove devono dimostrare il perfetto funzionamento di tutto l'impianto e che ogni sua parte è tale che nel funzionamento normale di regime, anche colla temperatura esterna ribassata a quella fissata come minima, il rendimento dell'impianto stesso è quello previsto. Qualora nelle prove la temperatura esterna non scendesse alla minima stabilita, si dovranno raggiungere all'interno temperature superiori di 1° a quelle previste per ogni 3° di minor freddo. Verificandosi invece una temperatura inferiore a quella prevista, le temperature interne garantite dovranno venir diminuite di 1° ogni 2° di maggior freddo.

Oltre a queste prove si può domandare quella relativa al consumo di combustibile, il quale difficilmente viene garantito dalle Ditte costruttrici, e ciò per ragioni abbastanza ovvie. Ad ogni modo le Ditte di solito accennano al consumo approssimativo per il funzionamento normale, onde si verificherà se tale consumo, entro certi limiti di tolleranza, che si possono fissare in capitolato, corrisponde a quello preventivato.

Spese d'impianto e di esercizio. — L'entità della spesa d'impianto e di esercizio dipende da tali circostanze, che in generale non è possibile dire nulla; il sistema migliore è, come si disse, di fare una licitazione privata tra alcune Ditte serie ed affidarsi a quella che, offrendo tutte le garanzie per la buona riuscita dell'impianto, fa le condizioni economiche più convenienti.

Circa le spese di impianto, si può soltanto osservare che i sistemi ad acqua calda e a vapore sono più costosi dei sistemi ad aria calda o a stufe isolate.

Le spese di esercizio possono scindersi in: *a)* spese per le riparazioni e sostituzioni di parti guaste; *b)* spese per il combustibile.

La spesa *a)* è più piccola per gli impianti ad aria ed acqua calda, e a vapore a bassa pressione, in confronto dell'analogia per stufe isolate; le quali ultime, se collegate con una buona ventilazione, consumano più combustibile di qualsiasi riscaldamento centrale.

Più economici nell'esercizio sono i riscaldamenti ad acqua calda ed a vapore a bassa pressione; seguono i riscaldamenti ad aria calda, ad acqua e vapore ad alta pressione, e quelli ad aria calda con riscaldamento indiretto, cioè con batterie ad acqua calda od a vapore che riscaldano l'aria inviata nei locali a mezzo di condotti per quanto più è possibile verticali.



BIBLIOGRAFIA

Il problema del riscaldamento e dell'aereazione degli edifici ha assunto da non molti anni una grandissima importanza ed ha quindi occupato scienziati, scrittori e costruttori, i quali esposero pubblicamente i risultati dei loro studi e delle loro esperienze, in articoli di giornali tecnici, in riviste, in memorie, opuscoli e trattati. È evidente quindi come la bibliografia di tale argomento abbia oggi assunto così vaste proporzioni in ogni paese, da essere arduo, se non impossibile, esporla per esteso, tanto più quando si tenga conto delle discussioni, delle controversie e delle critiche sorte intorno ai vari sistemi. Si ricorderanno perciò qui appresso soltanto quelle pubblicazioni che possono maggiormente interessare gli studiosi, sia che abbiano da eseguire un impianto, sia che vogliano farsi un concetto della evoluzione seguita dai vari sistemi di riscaldamento. Nei trattati di costruzione, come ad esempio il BREYMANN, il SACCHI, il GOTTGEBREU, il CLOQUET, il CAVEGLIA, il NONNIS-MARZANO, l'*Handbuch der Architektur*, il FORMENTI, ecc., si trovano istruzioni in proposito; come pure nei giornali tecnici, quali ad esempio il *Monitore tecnico* e la *Rivista di Ingegneria Sanitaria* (per limitarsi solo agli italiani) nei quali si danno notizie tanto sui diversi sistemi di impianti e sul loro modo di esecuzione, quanto sui mezzi di collaudo, ecc.

Pubblicazioni italiane.

- ALLEN JOHN R., *Influenza della vernice sul rendimento dei radiatori* (Memoria letta al Congresso degli ingegneri americani, luglio 1909). Vedi *Rivista d'Ingegneria Sanitaria*, 1909.
 BIANCHI F., *Riscaldamento moderno*. Milano, Tip. Sociale.
 BLANCARNOUX P., *Teoria e pratica del riscaldamento a vapore nelle industrie e nelle abitazioni private*. Parigi 1909.
 BORDONI U., *Un procedimento per il calcolo approssimativo rapido della tubazione dei termosifoni a gravità*. 1914.
 FAHRRI E. F., *Sulla ventilazione naturale usata negli ospedali, e specialmente sul sistema del dott. Dohm*. 1870.
 FERRINI R., *Riscaldamento e ventilazione degli ambienti abitati*. Milano, Hoepli, 1886.
 Id., *Tecnologia del calore*. Milano, Hoepli, 1903.
 GERRA U., *Cognizioni pratiche sui principali sistemi di riscaldamento centrale*. Milano, U. Marucelli e C.
 GRASSI G., *Corso di fisica applicata (calore, riscaldamento, ventilazione)*. Napoli 1890.
 IZAR A., *Moderni sistemi di riscaldamento e ventilazione*. Milano, Hoepli, 1912.
 MASIERO E., *Riscaldamento e ventilazione*. Milano, Sonzogno, 1904.
 MAZZOLA F., *Ventilazione*. Torino, Unione Tip.-Editrice (*Enciclopedia Arti e Industrie*).
 MORRA P. P., *Riscaldamento dei locali di abitazione*. Torino, Unione Tip.-Editrice (*Encicl. Arti e Industrie*).
 PARINNI G., *Il riscaldamento e la ventilazione nell'Economia domestica e nell'Industria*. Milano, Hoepli, 1913.
 PIANA V., *I riscaldamenti centrali ad acqua ed a vapore*. 1913.
 RUMOR C. e STROHMENGER H., *Manuale teorico-pratico di riscaldamento, ventilazione e impianti sanitari*. Milano, Hoepli, 1911.
 SCHWANECKE H., *Ventilatori ed aspiratori*. Vol. 135 della *Biblioteca tecnica*, Hannover, M. Jänecke, 1909.
 TILLY H., *Gli impianti di riscaldamento centrale*. Berlino-Stoccarda, Grub, 1909.

Pubblicazioni francesi.

- AUCAMUS E., *Fumisterie, chauffage et ventilation*. Paris 1898.
 AUGLAIR et LAEDLEIN, *Manière de mesurer les pertes de chaleur des enveloppes calorifuges*. 1906.
 BERTHIER A., *Le chauffage économique des appartements par l'eau chaude*. Paris, Desforges, 1910.

- BLANCARNOUX P., *Théorie et pratique du chauffage par la vapeur industriel et domestique*. 1909.
 BOSC E., *Traité complet théorique et pratique du chauffage et de la ventilation des habitations particulières et des édifices publics*. Paris 1875.
 CASTAREDE-LABARTHE P., *Du chauffage et de la ventilation des habitations privées*. Paris 1869.
 CLOQUET L., *Traité d'Architecture* (tome troisième, Hygiène, Chauffage, Ventilation). Paris et Liège, Baudry, 1898.
 DEBESSON G., *Le chauffage des habitations*. Paris, Dunod et Pinat, 1908.
 Id., *Le chauffage et la ventilation des bâtiments industriels* (*Bibliothèque de « La Technique moderne »*). Paris.
 DELACROIX F., *Chauffage mixte par la vapeur et l'eau chaude à basse pression*, 1901.
 DENFER J., *Fumisterie, chauffage et ventilation*. 1895.
 DENY E., *Chauffage et ventilation rationnelle des écoles, habitations, etc.* Paris 1882.
 Id., *Étude sur le rafraîchissement des salles, en été*.
 E. M., *Agenda aide-mémoire de l'ingénieur sanitaire (Chauffage et ventilation)*. 1911.
 FERRAND E., *Du chauffage moderne par les poêles mobiles et divers à combustion lente sommairement comparé aux autres modes de chauffage*. Lyon 1889.
 FLAVITSKY M. J., *Notices sur un procédé de chauffage et de ventilation*. Paris, Lacroix.
 GALLARD E., *Applications hygiéniques des différents procédés de chauffage et de ventilation*. Paris 1869.
 GENESTE, *De la ventilation dans les pays chauds au moyen d'air refroidi*. Paris 1873.
 GRAFFIGNY (DE) H., *Les nouveaux systèmes de chauffage*. 1901.
 GRAHL (DE) G., *Le fonctionnement économique du chauffage central* (traduit de l'allemand par Schubert). Paris, Dunod et Pinat, 1914.
 GROUVELLE CH., *Description des appareils de chauffage et de ventilation de l'hôpital militaire de Vincennes*. Paris, Lacroix.
 JOLY CH., *Traité pratique du chauffage et de ventilation et de la distribution des eaux dans les habitations particulières*. Paris, Baudry, 1873.
 KNAPEN A., *Nouvelle méthode d'aération, dite « aération différentielle »*. 1912.
 LABALÉTHIER, *Traité de chauffage et d'éclairage domestiques*. Paris, Garnier.
 LEFÈVRE J., *Le chauffage*. Paris, Baillière, 1893.

- LEYDER J., *Recherches sur la ventilation naturelle et la ventilation artificielle par le prof. Max Märker*. Paris 1873.
- MAERKEN, *Recherches sur la ventilation naturelle*. Bruxelles 1873.
- MARX P., *Le chauffage central*. 1907.
- MATHIEU E., *Notes sur le chauffage des bdtiments*. 1911.
- ID., *Instructions sur l'établissement et l'entretien des installations de chauffage central et ventilation du Ministère des travaux publics de Prusse* (20 avril 1909). 1911.
- MORIN A., *Salubrité des habitations*. Paris 1874.
- ID., *Études sur la ventilation*. Paris, Hachette, 1863.
- ID., *Manuel pratique du chauffage et de la ventilation*. Paris, Hachette, 1863.
- PÉCLET E., *Nouveaux documents relatifs au chauffage et à la ventilation des établissements publics, etc.* Paris 1843.
- ID., *Traité de la chaleur considérée dans ses applications*. Paris 1861.
- PÉRISSE, *Le chauffage des habitations par calorifères*. 1905.
- PIARRON DE MONTDÉSIR, *Ventilation par l'air comprimé*. Paris, Lacroix, 1867.
- PICARD P., *Traité pratique du chauffage et de la ventilation*. Paris, Baudry et C., 1897.
- PLANAT P., *Cours de construction civile, 1^e partie, Chauffage et ventilation des lieux habités*. Paris 1880.
- PODEVYN P. A., *Manuel pratique de chauffage central*, 1913.
- PREINSLER L., *Manuel pratique de chauffage central, systèmes modernes (vapeur, basse pression, eau chaude)*. 1912.
- RATEAU A., *Ventilateurs centrifuges à haute pression*. 1907.
- RIETSCHEL H., *Traité théorique et pratique de chauffage et de ventilation* (traduit de l'allemand par L. Lasson). Paris et Liège, Béranger éd., 1911, 2 volumi.
- ID., *Ventilation et chauffage des écoles*. Berlin 1886.
- RITT E., *Théorie pratique de la détermination des diamètres des conduites pour chauffage à vapeur ou à eau chaude*. 1911.
- ROMAIN A., *Nouveau manuel complet du chauffage et de la ventilation*. Paris 1884.
- SUFFET J., *Ventilation par refroidissement. Étude sur la ventilation des salles de réunion, et particulièrement des salles d'écoles, des casernes, des hôpitaux, etc.* Paris 1822.
- TRICAUD, *Ventilation des casernes bétonnées*. 1907.
- TRONQUOX C., *Un chapitre sur le chauffage et la ventilation*. Paris 1871.
- VALÉRIUS H., *Les applications de la chaleur, avec un exposé des meilleurs systèmes de chauffage et de ventilation*. Brüssel 1880.
- VALLIN M., *Chauffage et ventilation par les calorifères à air chaud*. Annecy 1869.
- WAZON A., *Chauffage et ventilation des édifices publics et privés*. Paris 1879.
- Pubblicazioni tedesche.**
- AHRENDTS, *Die Ventilation der bewohnten Räume*. 1885.
- ID., *Die Ventilation und Zentralheizungen der Wohnhäuser*. Leipzig, Karl Scholze, 1886.
- ALTBERG O., *Der Feuerungsanlagen für d. Haus*. Weimar, Voigt, 1889.
- ARTHMAN F., *Allgemeine Bemerkungen über Ventilation und die verschiedenen auf die Güte des Luft-Einfluss, nehmenden Verhältnisse*. Prag 1860.
- BEIESTEN W., *Die Installation d. Warmwasseranlagen*. 1911.
- BENDER O., *Feuerungswesen*. Hannover, Max Jänecke, 1907.
- DEGEN, *Praktisches Handbuch f. Einrichtungen der Ventilation u. Heizung in öffentl. u. Zivilgebäuden*. 1878.
- DENY ED., *Die rationelle Heizung und Lüftung*. 1886.
- DIETERICH G., *Tabellen zur Ermittlung der stündlichen Wärmeverluste*. 1913.
- FANDERLIK F., *Elemente der Lüftung und Heizung*. 1887.
- FISCHER F., *Feuerungsanlagen für häusliche und gewerbliche Zwecke*. 1889.
- ID., *Taschenbuch f. Feuerungstechniker*. 4. Aufl., 1901.
- FRAUENFELDER-HIGGINSON J., « Fresh Air » (Frische Luft), *System Hall u. Kay*. 1902.
- GRÖBER, *Der Wärmeübergang v. strömender Luft an Rohrwandungen, etc.* 1913.
- GROVE D., *Ausführung von Heizungs- und Lüftungs-Anlagen*. 1895.
- HAASE, *Die Lüftung-Anlagen*. 1893.
- ID., *Die Heizungsanlagen*. 1894.
- HAASECKE E., *Die Schulheizung*. 1893.
- HARTMANN K., *Heizung und Lüftung der Arbeitsräume. Handbuch der praktischen Gewerbe-Hygiene*. 1894.
- HEIGELIN C. M., *Handbuch der Heizung*. Stuttgart 1827.
- JÜPTNER v. JONSTORFF H., *Untersuchung von Feuerungsanlagen*. 1891.
- KADSHEL G., VELICH F., IRABA A., *Lüftung und Heizung der Schulen*. 1901.
- KRAFT M., *Die Lüftung der Werkstätten. Handbuch der Hygiene von WEYL*. 1895.
- KRIEHL O., *Hydrostatische Messinstrumente*. 1897.
- ID., *Altrömische Heizungen*. 1901.
- KRIEGER, *Werth und Ventilation-Dienst*. Strassburg 1899.
- ID., *Der Werth der Ventilation*. 1879.
- LANG C., *Ueber natürliche Ventilation und die Porosität der Baumaterialien*. 1877.
- LUNGE, *Zur Frage der Ventilation*. 1899.
- MARNITZ, *Die Zentral-Dampfheizung und maschinellen Einrichtungen der Rhein, Provinzial-Irrenanstalten*. 1879.
- MARTINI H., *Ventilation-Heizung mit Central-Selbstregulierung*. Chemnitz 1885.
- MEHL W., *Darlegung der Grundsätze zur Erwärmung geschlossener Räume*. 1903.
- ID., *Ueber hemmende Einflüsse in der Entwicklung der Heizungs- u. Lüftungstechnik unter Beachtung hygienischer Grundsätze*. 1902.
- MEIDINGER, *Gasheizung im Vergleich zu anderen Einzelheizsystemen*. 1894.
- ID., *Die Heizung von Wohnräumen*. 1897.
- MEISSNER P. I., *Die Heizung mit erwärmter Luft*. Wien 1826.
- MENZEL u. GEORG, *Handbuch d. Feuerungsanlagen f. häusliche, technische u. gewerbliche Zwecke*. 1876.
- MORLOK G., *Die Heizung durch Zimmeröfen*. Stuttgart 1870.
- MUNDE C., *Zimmerluft, Heizung und Ventilation, etc.* Leipzig 1877.
- NAUMANN A., *Technisch-thermochemische Berechnung zur Heizung*. 1893.
- OEHNCKE T., *Mitteilungen über die Luft in Versammlungssälen*. 1901.
- PAUL F., *Lehrbuch der Heiz- und Lüftungstechnik*. 1885.
- PETTENKOFER, *Ueber den Luftwechsel in Wohngebäude*. München 1859.
- PUSCHMANN G., *Die Grundzüge d. techn. Wärmelehre*. 1914.
- RECKNAGEL G., *Lüftung des Hauses. Handbuch der Hygiene, von PETTENKOFER*. 1894.
- RIETSCHEL H., *Theorie und Praxis der Bestimmung der Rohrweiten von Warmwasserheizungen*. 1897.
- ID., *Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungs-Anlagen*. 1902.
- ROBRADÉ, *Die Heizungs-Anlagen*. 1897.
- SCHAEFER J., *Die Wärme- u. Kraftversorgung deutscher Städte durch Leuchtgas*. 1901.
- SCHINZ C., *Die Heizung u. Ventilation in Fabrikgebäuden, etc.* Stuttgart 1861.
- SCHMIDT, *Heizung und Ventilation. Handbuch der Hygiene von WEYL*. 1896.
- ID., *Zuglüftung*. 1898.
- SCHOLTZ A., *Heizungs- Lüftungs- Wasserversorgungs- und Beleuchtungs-Anlagen (incl. Breymann's Baukonstruktionslehre. Band IV)*.
- ID., *Handbuch der Feuerungs- und Ventilations-Anlagen*. Karlsruhe 1881.
- SCHRAMM B., *Taschenbuch für Heizungs-Monteurs*. 1898.
- SCHWARTZE TH., *Katechismus der Heizung, Beleuchtung und Ventilation*. 1827.
- SEILLER H. (von), *Die Zentralheizung*. 1903.
- STAEBE C. I., *Preisschrift über die zweckmässigsten Ventilationssysteme: nebst Anmerkungen und Anhang von Dr. A. Wolpert*. 1878.

- TINBECK J., *Theorie der Heisswasserheizung*. Stuttgart 1887.
 ULM K., *Populäre Mittheilungen über Heizung und Ventilation*, etc. Bern 1883.
 WIEPRECHT, *Berechnung der Rohre und Kanäle f. Heizungs-Anlagen*, 1900.
 ID., *Entwerfen und Berechnen von Heizungs- und Lüftungs-Anlagen*, 1901.
 WOLPERT A., *Theorie und Praxis der Ventilation und Heizung*. 1904.

PERIODICI.

- Zeitschrift f. Heizungs- Lüftung- und Wasserverleitungs-technik*. Halle (bimensile).
Zeitschrift f. Lüftung u. Heizungs. Berlino (bimensile).

Pubblicazioni inglesi.

- BALDWIN W. J., *Hot water heating and fitting, or warming buildings by hot water etc.* London 1892.
 BERNAU W., *The history of the art of warming and ventilating rooms and buildings*. London 1845.
 BILLINGS I. S., *The principles of ventilation and heating, etc.* London 1893.
 BIRD P. H., *On the ventilation of rooms, house-drains, soil-pipes and sewers*. London 1879.
 BURN R. S., *Practical handbook of the ventilation of public, private and agricultural buildings*. London 1849.
 BUTLER W. F., *Ventilation of buildings*. London 1873.
 CARPENTER R. C., *Heating and Ventilation-Buildings*. 1902.
 CONSTANTINE I., *Practical ventilation and warming*. Manchester 1881.
 DYE F., *Hot water fitting and steam cooking apparatus*. London, Spon, 1889.
 ID., *Practical treatise upon Steam Heating*. 1901.
 EDWARDS F., *The ventilations of dwelling houses*. London 1880.
 FAWKES F. A., *Hot water heating on the low pressure system, etc.* London 1882.
 GIFFARD B. T., *Central station heating*. 1912.
 GOUGE HENRY, *New system of ventilation*. New York 1870.

- GREENE, *The Elements of Heating and Ventilation*. 1913.
 HODGETTS E. A. B., *Legend fuel for mechanical and industrial purpose*. London, Spon, 1879.
 HOOD CH., *On warming buildings and on ventilations*. London 1846.
 ID., *A practical treatise on warming buildings by hot water, steam and hot air, on ventilation, etc.* London 1897.
 INMAN W. S., *Principles on ventilations, warming, and the transmission of sound*. London 1836.
 KINEALY I. H., *Formulas and Tables for Heating*. 1899.
 LAWLER I. I. e HAUCHETT G. T., *Practical Hot Water Heating*, 1900.
 ID., *Practical Hot Water Heating, Steam and Gas Fitting*. 1895.
 LEEDS W., *Lectures on ventilations: being a course delivered in the Franklin Institute of Philadelphia during the winter of 1866-67*. New York 1868.
 MEIER K., *Mechanics of heating and ventilation*. 1912.
 MILLS E. J. and ROWAN I. I., *Fuel and its application*. Philadelphia, Blakiston, 1889.
 MONROE W. S., *Steam Heating and Ventilation*, 1902.
 RAYNES, *Heating Systems*. 1913.
 REID D. B., *Illustrations of the theory and practice of ventilation*. London 1844.
 RITCHIE C. E., *A treatise on ventilation natural and artificial*. London 1862.
 RUTTER H., *Ventilation and warming of buildings*. New York 1863.
 SNOW W. G., *Furnace Heating. Practical and Comprehensive Treatise on Warming Buildings with Hot Air*. 1901.
 THOMAS J. W., *The Ventilation, Heating and Management of Churches and Public-Buildings*. 1903.
 TREDGOLD TH., *Principles of warming and ventilating public buildings*. London 1836.
 ID., *Treatise on warming and ventilating*. London 1842.
 WITWELL S., *On warming and ventilating houses and buildings, etc.* London 1834.

PERIODICI.

- Heating and Ventilation*. New York (mensile).

CAPITOLO XV. ELEVATORI

(Ing. F. A. FERRERI).

I. — GENERALITÀ

Elevatore in genere è un apparecchio che serve al trasporto quasi sempre verticale di oggetti animati o inanimati; a seconda che l'elevatore serve a trasportare persone, pesi, vivande, ecc., si chiama ascensore, montacarichi, montavivande, ecc. Il *Lift* inglese sarebbe propriamente un elevatore in cui la forza di trazione è applicata superiormente, ma nel linguaggio comune indica genericamente un elevatore esclusivamente adoperato al trasporto di persone, cioè a dire un ascensore. In quanto segue si userà la parola *elevatore* nel senso sopra definito, e cioè quando non importerà distinguere se l'apparecchio è piuttosto un ascensore, o un montacarichi, o un monta vivande, ecc.

Negli elevatori si ha come caratteristica, e a differenza degli altri apparecchi di sollevamento (gru, verricelli, ecc.), un piano orizzontale su cui vengono collocati i pesi da sollevare e su cui viene ad agire, coll'interposizione di uno o più organi cinematici di diversa natura, la potenza.

Questa può essere fornita o dalla forza dell'uomo, o dall'acqua in pressione, o da un motore sia a vapore che elettrico o a gas. Si hanno in conseguenza:

- 1° Elevatori a braccia;
- 2° Elevatori idraulici;
- 3° Elevatori a vapore;
- 4° Elevatori elettrici;
- 5° Elevatori a gas.

Un'ultima categoria è quella degli elevatori a trasmissione, e cioè di quegli elevatori che non hanno una motrice propria a disposizione, ma si impiantano là dove c'è un albero di trasmissione azionante altri macchinari e di cui si approfitta per dar moto anche all'elevatore.

Il piano orizzontale, su cui stanno i pesi da sollevare e che caratterizza gli elevatori, porta, lungo il perimetro, negli apparecchi più modesti, come sarebbero piccoli montacarichi e simili, una ringhiera, o una chiusura di rete metallica o d'altro materiale, fissa su tutti i lati, ad eccezione di quello per cui si accede a detto piano (fig. 794); negli ascensori, invece, la chiusura perimetrale acquista maggiore importanza, sino a costituire, con l'aggiunta di una copertura superiore, un vero gabinetto arredato, ove le esigenze del servizio lo richiedano, con ogni eleganza. Il nome generico che si dà a questa parte dell'apparecchio è quello di *gabbia*, ed è con esso che si conviene di indicarlo in seguito, in genere; riservando la denominazione di

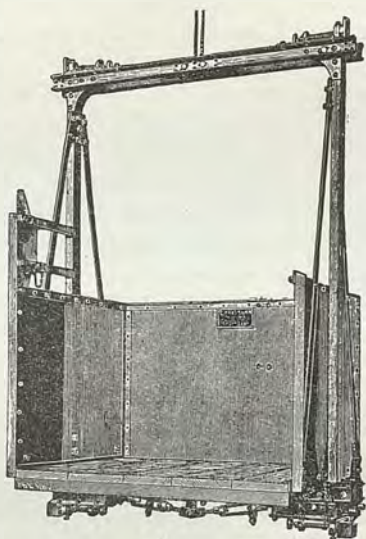


Fig. 794. — Montacarichi
della Ditta C. Haushahn di Stuttgart.

cabina alla gabbia degli ascensori, e di *piattaforma*, o *piano mobile*, o *cassa volante* alla gabbia dei montacarichi, montavivande, ecc.

Negli elevatori oltrechè la gabbia e il motore (che può essere anche rappresentato dalla forza dell'uomo) si distingue una terza parte, e cioè il *pozzo*, che è il vano entro cui scorre la gabbia. Tanto il vocabolo *pozzo* come quello di *gabbia* sono termini propri agli elevatori delle miniere, ed estesi per consuetudine ad ogni genere di ascensori, montacarichi, ecc.

Prima di passare a descrivere particolareggiatamente i diversi tipi sopra enumerati si riassumono i criteri generali e i concetti di massima, relativi a ubicazione, forme della gabbia, struttura del pozzo, che l'architetto deve aver presenti nello studiare l'impianto di un elevatore e nel curarne l'esecuzione.

a) *Ubicazione*. — Gli ascensori si dispongono quasi sempre internamente all'edificio. Non mancano però esempi di ascensori esterni, come mostra la fig. 795, che rappresenta un ascensore elettrico esterno, costruito dalle officine meccaniche Stigler di Milano per il palazzo del Principe di Sirignano a Napoli.

Quando l'ascensore è interno all'edificio, si procura per quanto è possibile di sistemarlo in vicinanza immediata della scala, in modo che chi deve usufruirne possa trovarlo facilmente e non abbia ad attraversare altri locali prima di giungere ad esso. Delle insegne chiaramente leggibili e delle tabelle agli accessi possono essere utili per indicare la sua posizione. Sotto il punto di vista della praticità la sua posizione più naturale sarebbe nell'anima della scala, o in una incassatura lungo un muro perimetrale della medesima, ma per ragioni di sicurezza è spesso preferibile riservargli un locale affatto indipendente. Infatti l'ascensore in diretta comunicazione col vano della scala oltrechè costituire un certo pericolo per chi la percorre — pericolo a cui si ovvia cingendo le rampe e tutte le comunicazioni tra scala e vano riservato all'ascensore con uno schermo di rete metallica, alta almeno m. 1,70 e con maglie non superiori ai 10 mm. — ha l'inconveniente di essere facilmente accessibile anche agli estranei che fanno uso della scala e non conoscono il funzionamento dell'ascensore.

Questo inconveniente non sussiste finchè si tratta di ascensori per alberghi o per simili edifici pubblici, in cui si ha sempre una persona pratica del maneggio a custodia dell'apparecchio, ma ha invece un certo valore nelle case di abitazione privata, in cui manca uno speciale sorvegliante e gli inquilini si servono da loro stessi dell'ascensore.

Assegnando all'ascensore un locale affatto indipendente, senza comunicazione con la scala, si va incontro a qualche difficoltà per illuminare il pozzo, ma si eliminano tutti gli inconvenienti suesposti, e per di più si evita un altro pericolo tutt'altro che lieve, e cioè che in caso d'incendio il pozzo, lungo cui il fuoco sale rapidissimamente, possa riempire il vano della scala di fumo e di fiamme, rendendola impraticabile. È questa una considerazione su cui si ritornerà parlando delle disposizioni generali di sicurezza, ma fin d'ora è bene osservare che quando l'ascensore non ha sede propria, ma è posto in un vano comunicante con la scala, è importantissimo assicurare a tutti i piani una seconda scala, affatto isolata, che possa essere praticabile quando la prima sia inutilizzata.

Trattandosi di montacarichi si devono soddisfare tutt'altre esigenze, e si usa spesso addossarli a un muro di facciata, per non occupare dello spazio interno e per semplificare le operazioni di carico e scarico.

Quando sono interni all'edificio, la loro posizione è fissata dalla ubicazione dei locali da loro serviti e dallo scopo a cui sono destinati. È naturale sistemarli in posizione tale che siano accessibili da tutti i locali interessati, magari al centro di essi, se si tratta di grandi magazzini; la loro posizione poi è subordinata ad un'altra considerazione, e cioè ai successivi trasbordi che le merci devono subire, poichè in certi casi i materiali in arrivo sono immagazzinati nelle cantine, mentre che altrove sono direttamente

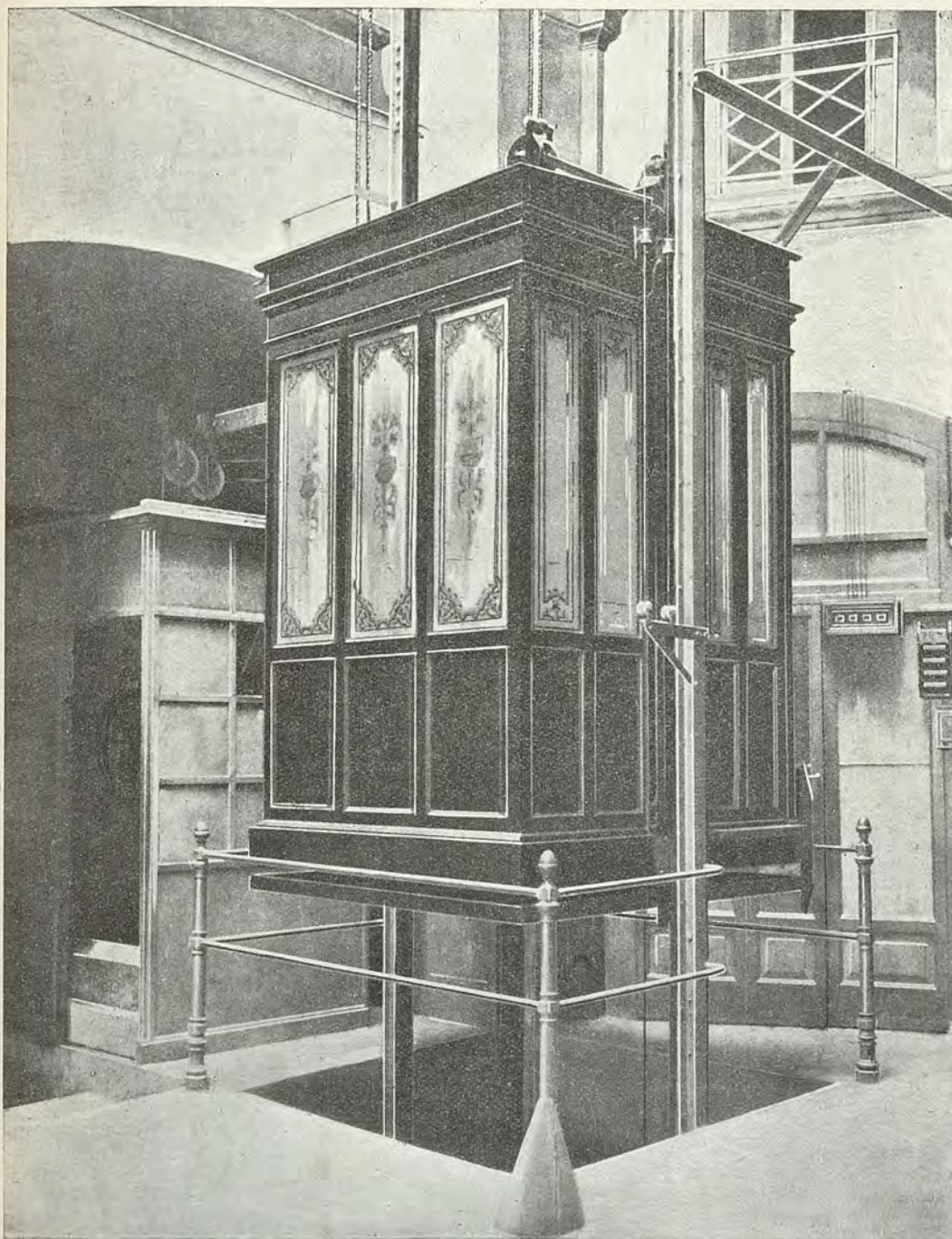


Fig. 795. — Ascensore scorrente a cielo scoperto, con cabina atta a resistere alle intemperie.

avviati ai piani superiori e da questi ripartono senza passare nei locali sotterranei. I montabagagli che trovano impiego nei grandi alberghi, ecc., mentre non devono essere troppo in vista e non devono intralciare il movimento del vestibolo o di altro

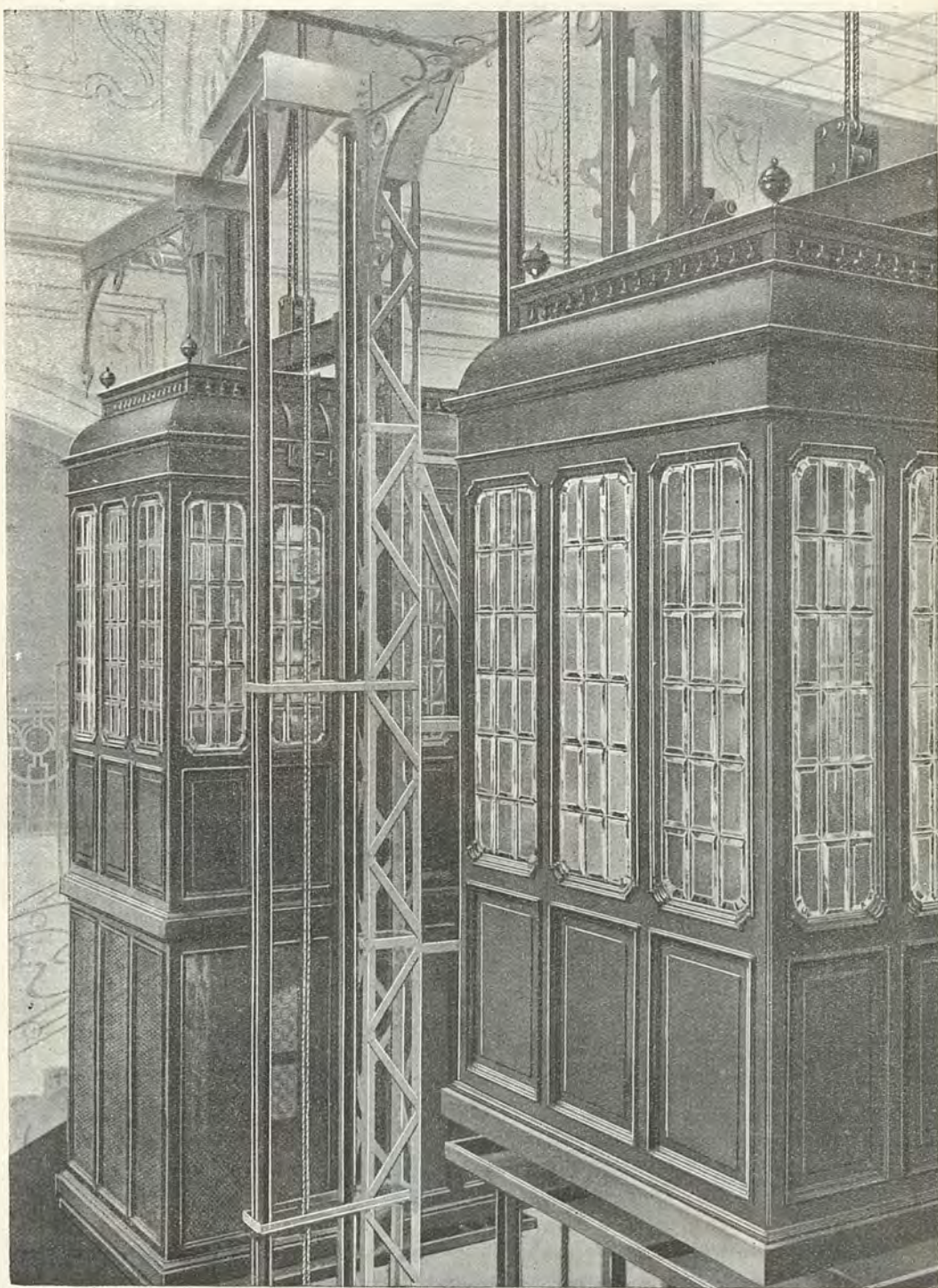


Fig. 796. — Ascensore elettrico con cabina munita di sottostante portabagagli.
(Grands Magasins Esders & Scheefhals di Pietroburgo)

passaggio, è però bene non siano discosti dall'ascensore, a meno che non si voglia, come fa vedere la fig. 796, metterli sotto allo stesso.

Dovendosi sistemare un elevatore in edifici già esistenti, non è sempre possibile trovargli un'area che corrisponda alle norme sopra esposte senza andare incontro a gravi difficoltà. Bisogna allora impiantarli là dove coi minori lavori di adattamento si consegue il massimo effetto utile; i piccoli elevatori (montavivande, ecc.) si costruiscono con pozzo aperto (vedi *Pozzo*), praticando dei fori nei soffitti dei singoli piani e adoperando i ritri di guida della gabbia come montanti del pozzo; gli ascensori si fanno passare fra le balconate nei cortili, e i montacarichi si addossano ad un muro esterno dell'edificio.

b) *Gabbia*. — La sua forma è per lo più quadrata o rettangolare, e si adatta allo scopo dell'elevatore e all'entità dei pesi da sollevare.

Così per i montacarichi in cui non devono prender posto persone, la gabbia è una semplice piattaforma, contornata o non da una ringhiera di 1 m. circa di altezza. Sui lati dai quali avviene il carico e lo scarico, la ringhiera può mancare del tutto; è però buona regola anche da questi lati chiudere la piattaforma con un cancelletto mobile; se invece essa può servire a contenere anche persone, ha le pareti più alte, affinché chi vi si trova non possa sporgersi da nessuna parte, ed è pure chiusa superiormente onde evitare disgrazie nel caso che qualche oggetto cadesse dall'alto. Le pareti in basso per circa 1 m. sono di lamiera, e superiormente fino al soffitto di rete metallica o di lamiera forata, per permettere l'illuminazione interna della cabina.

Per gli ascensori, la cabina, che una volta era di legno, si fa ora quasi sempre metallica; per impianti sontuosi la si foggia in ferro artisticamente battuto, con ornati di bronzo, specchi, cristalli, vetrofanie, sedili imbottiti, illuminazione elettrica alle pareti o nel soffitto (v. fig. 797).

Le dimensioni di una cabina di ascensore dipendono dal numero delle persone che sono trasportate contemporaneamente, e devono esser tali da assicurare una certa comodità al passeggero per non provocare lagnanze giustificatissime, ancorchè sia breve la permanenza che si fa nella cabina stessa. Per una persona occorre almeno una superficie di m² 0,5, e, potendo, sarà meglio aumentarla fino a m² 0,7. Se il viaggiatore dev'essere accompagnato dal manovratore, l'area della gabbia non potrà discendere sotto a 1 m².

Per 2 a 3 persone occorre un'area di 1,60 × 1,00; per 4 a 5 persone 1,80 × 1,20 almeno; per un numero maggiore si arriva anche a 3,5 ÷ 4 m².

L'altezza della cabina varia da m. 2,2 ÷ 2,5.

Le porte di accesso devono avere una larghezza minima di m. 0,60; quelle corrispondenti nelle pareti del pozzo devono essere di circa 10 cm. più larghe. Anche queste sono fornite dal costruttore dell'elevatore, poichè sono in stretta relazione con tutto l'impianto.

Non sono consigliabili per le cabine porte a due battenti, poichè se si aprono verso l'interno riducono lo spazio libero, e se si aprono verso l'esterno possono esser causa di disgrazie, per poco che non siano debitamente chiuse. Si preferiscono quindi porte scorrevoli o pieghevoli, che possono, come si usa in America, essere di rete metallica.

L'illuminazione della cabina si può fare a petrolio, a gas o a luce elettrica. Se si usa il petrolio bisogna aver cura di smaltire i prodotti della combustione; volendo adoperare il gas o la luce elettrica, si dispone nel pozzo, a metà altezza della corsa dell'ascensore, rispettivamente un rubinetto con un tubo di gomma, o un attacco con un conduttore flessibile; la lunghezza del tubo o del conduttore che fanno capo alla gabbia dev'essere un po' superiore alla mezza corsa della gabbia.

La velocità è regolata da speciali prescrizioni: però, se si vuole che l'ascensore non perda il suo pregio di fare risparmiare tempo, non deve essere inferiore a

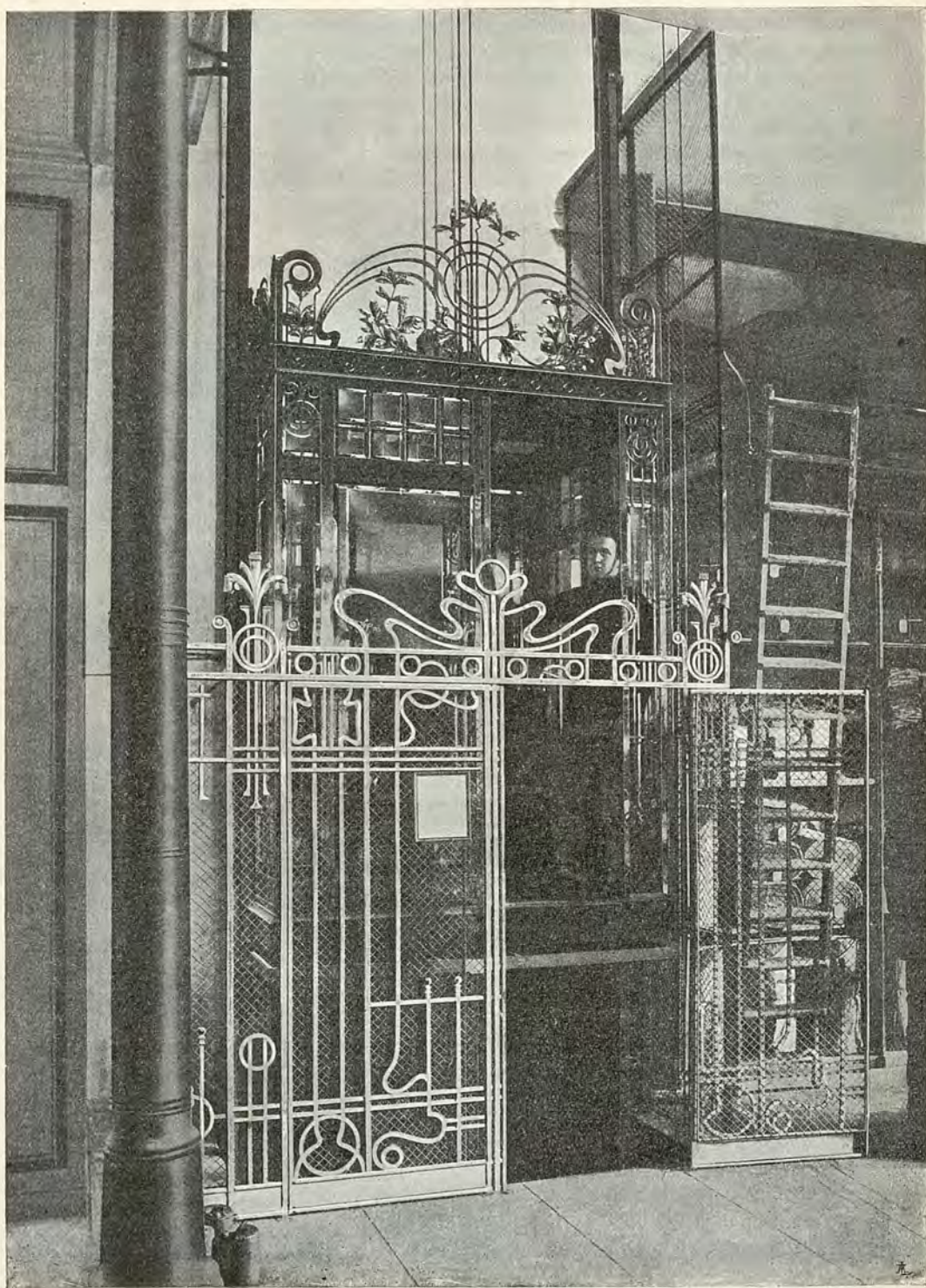


Fig. 797. — Cabina in lamiera di ottone lucidato, con cristalli molati, ecc., eseguita su disegni dell'Arch. O. Marmoreck di Vienna per i Magazzini Filippo Haas e Figli di Vienna.

m. $0,3 \div 0,4$ al secondo, e non è nemmeno prudente che sia superiore a 1 m. se la gabbia deve fermarsi ad ogni piano. Velocità superiori fino a m. 2 al secondo convengono solo quando si tratti di percorrere grandi distanze senza fermate intermedie.

Nei montacarichi l'orditura della gabbia e le sue dimensioni sono proporzionate ai pesi da sollevare. Se si devono trasportare grandi pesi si forma un'intelaiatura parallelepipedica di ferri sagomati e piatti; sulla faccia orizzontale inferiore viene assicurata la piattaforma di tavoloni di legno. Se invece il peso utile non supera i 200 Kg. circa, si limita la gabbia a una piattaforma di legno, con uno schienale dello stesso materiale, collegato con qualche ferro alla piattaforma e munito di una staffa di ferro incurvata verso l'asse del pozzo, a mezzo della quale si effettua la sospensione.

Per i montavivande basta una piccola cassa di legno, per lo più tramezzata orizzontalmente da più piani, rimovibili quando le dimensioni delle portate eccedono la normale.

La velocità dei montacarichi è in generale minore di quella degli ascensori, ma è opportuno non ridurla troppo, tanto più che si è riscontrato che le spese di esercizio sono press'a poco le stesse, qualunque sia la velocità che si vuol dare alla gabbia.

A parità di carico si deve, volendo ottenere un movimento più celere, fornire una macchina più potente, ciò che si riduce ad un aumento nella spesa d'impianto, ma il funzionamento costa pressochè sempre lo stesso, sia il moto più rapido o più lento.

In conseguenza degli svariatisimi esercizi cui oggidì gli elevatori sono destinati, la gabbia può allontanarsi dai tipi di uso più comune a cui dianzi si è accennato, sia per dimensioni sia per arredamento. Così negli ospedali la cabina che serve al trasporto degli ammalati deve, per poter contenere un letto, essere di dimensioni alquanto maggiori delle usuali, e costruita in modo che se ne possa agevolmente effettuare la lavatura, la disinfezione, la ventilazione.

La figura 798 rappresenta appunto una di tali cabine, costruita dalla Ditta Stigler per il Policlinico Umberto I in Roma.

Quando la gabbia si trova perfettamente isolata in un vestibolo, in un cortile, ecc., conviene foggiarla come una semplice piattaforma in modo che possa essere portata esattamente a livello del suolo, come è indicato nelle fig. 799-801.

La fig. 799 rappresenta un impianto della Ditta Pichatzek di Berlino funzionante nella cappella dell'ospedale di Friedhof, destinato al trasporto dei cadaveri dalla cella mortuaria alla cappella. In questa la chiusura corrispondente al vano occupato dalla piattaforma è formata di due battenti che si aprono per di sotto quando il feretro sale, e così non scompaiono gli ornamenti ed i fiori depositi sopra di esso.

Le figure 800 e 801 rappresentano due elevatori idraulici ad azione diretta, rispettivamente delle Ditte Carlo Flohr di Berlino e S. G. Schelter e Giescke di Lipsia. La bocca del pozzo, quando non è occupata dalla gabbia, è chiusa da imposte che si aprono e chiudono automaticamente. Quando la bocca del pozzo si apre a cielo scoperto e non vi ha una copertura che la ripari dalle intemperie, si dovranno fare i battenti a chiusura ermetica.

La gabbia, ad eccezione che negli elevatori idraulici ad azione diretta, del tipo delle due ultime figure, è sempre sospesa ad una fune metallica, o di canapa, o di cuoio, o ad una catena articolata. È bene, quando essa è sospesa per un punto solo, che questo stia sulla verticale baricentrica della gabbia, e si usa spesso, per evitare strappi noiosi e pericolosi, di interporre tra l'organo di sospensione e la gabbia una molla a balestra. Questa ha altresì lo scopo di far agire, quando si spezzi l'organo di sospensione, una morsa di arresto o un congegno analogo che impedisca alla gabbia di precipitare, come si dirà trattando degli apparecchi di sicurezza.

Qualunque sia il materiale costituente l'organo di sospensione, esso va sempre soggetto ad allungamenti, epperò è buona regola provvederlo di apparecchi tenditori.

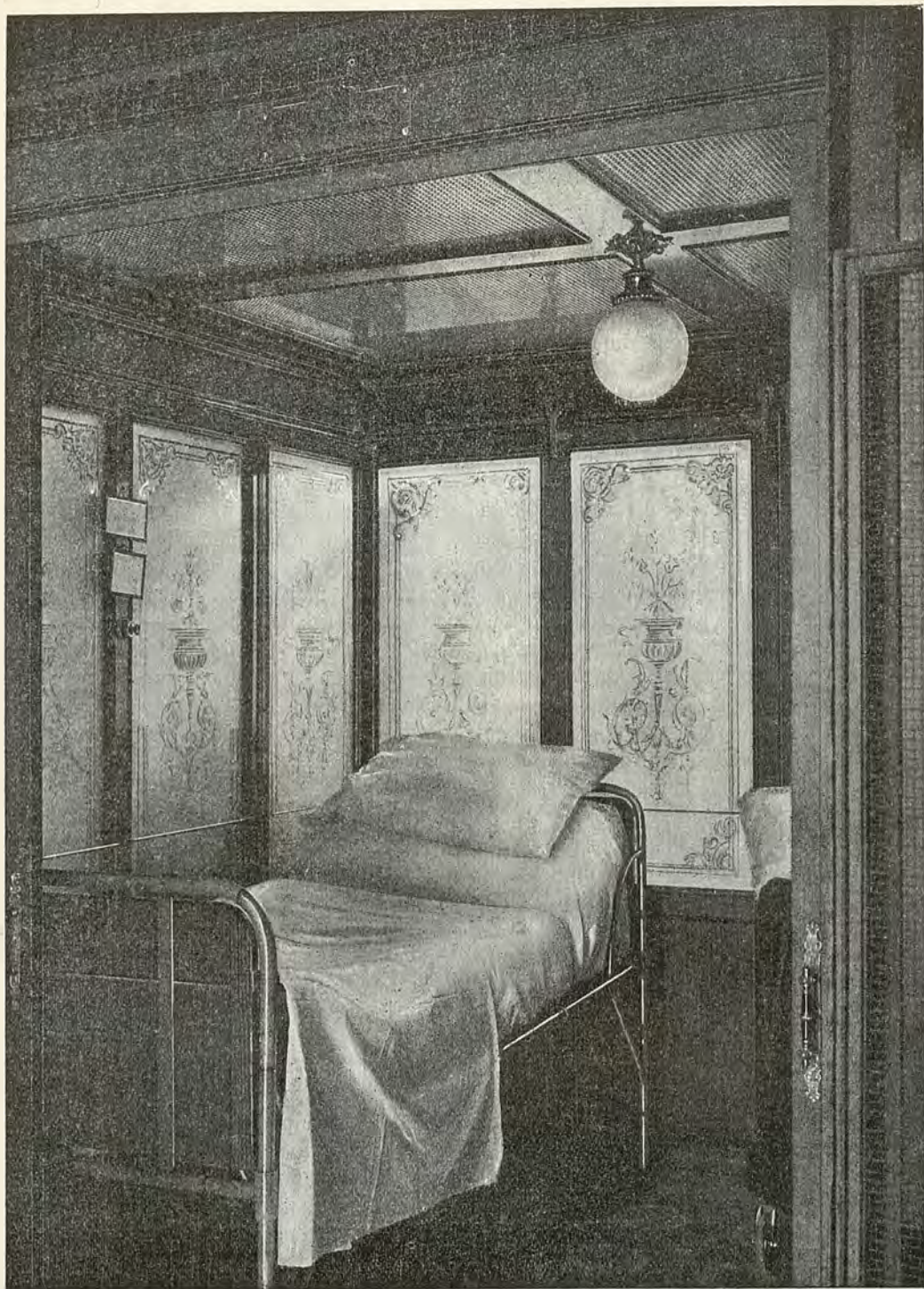


Fig. 798. — Montaammalati del Policlinico Umberto I in Roma.

Modernamente, grazie alla buona qualità dei fili di acciaio del commercio, si preferisce sospendere la gabbia ed il contrappeso a funi di acciaio finemente ritorte, che hanno il merito, in confronto alle catene, di essere più flessibili, e quindi di lavorare

con uniformità e senza scosse; inoltre si può con una facile ispezione riconoscere, anche molto prima che sia raggiunto il limite di rottura, se vi è qualche pericolo, ciò che non si può nelle catene, le quali si spezzano improvvisamente.

Per ridurre il consumo della forza motrice si usa bilanciare il peso della gabbia con un contrappeso scorrevole contro apposite guide, oppure entro una custodia di legno o di lamiera, oppure ancora entro una scanalatura praticata nel muro. Di solito il contrappeso non equilibra soltanto la gabbia ma è costruito un poco superiore di peso,

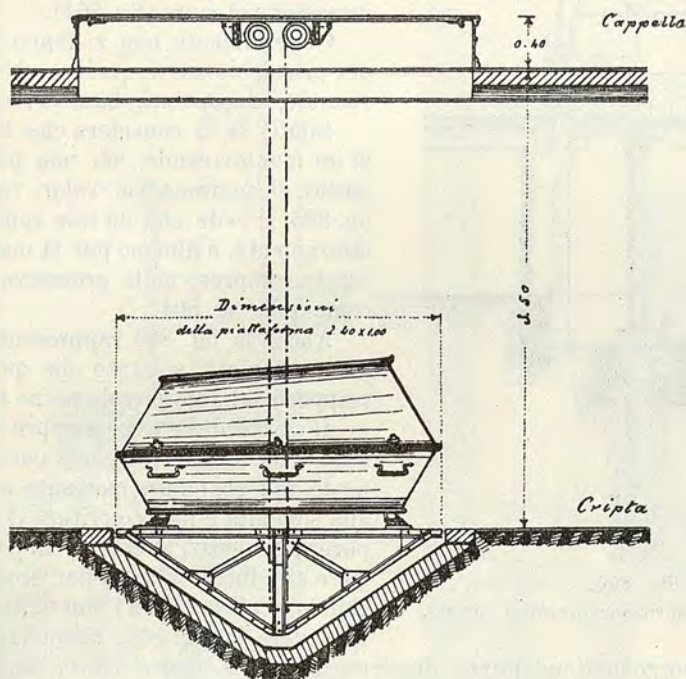


Fig. 799. — Elevatori per feretri nell'ospedale di Friedhof.

fino a raggiungere come limite massimo, consigliato dalla pratica, la metà del carico utile normale, aumentato delle resistenze passive: con tale cautela si ha il vantaggio che la macchina motrice deve fornire lo stesso lavoro sia per sollevare il carico normale, che per far discendere a vuoto la gabbia; ed è questo appunto il modo secondo cui più comunemente devono funzionare gli elevatori.

Se il contrappeso risulta piuttosto grande, conviene scomporlo in diversi pezzi in modo da poter regolare il suo peso in conformità del carico utile.

Per elevatori di grande portata e con motori di una certa potenza, il contrappeso non ha più che un'importanza limitata, e il sopprimerlo rappresenta spesso una semplificazione vantaggiosa nel meccanismo.

Se si hanno due elevatori vicini, si può in casi speciali, sebbene in via generale non sia consigliabile, servirsi della gabbia dell'uno come contrappeso dell'altro.

Il pozzo riservato al contrappeso ha naturalmente la stessa lunghezza di quello percorso dalla gabbia, ed è chiuso solidamente all'estremità superiore per evitare che il contrappeso ne balzi fuori. Ad evitare il rumore che potrebbe provenire dallo sfregamento del contrappeso contro le pareti del pozzo, lo si avvolge con fasciature o anelli di cuoio.

c) *Pozzo*. — Il pozzo è chiuso (fig. 802) quando è composto di una canna completamente in muratura, in cui non sono praticate che le porte di ciascun piano, oppure è aperto (fig. 803 a, b, c) quando essendo del tutto isolato (fig. 803 a), o addossato alla faccia interna od esterna di un muro (fig. 803 b), ovvero ancora internato in un angolo rientrante (fig. 803 c) si richiedono uno o più montanti rilegati o sbatacchiati ai muri oppure fra loro, per circoscrivere lo spazio che la gabbia percorre nella

salita e nella discesa. Tra i due tipi stanno i pozzi formati come una nicchia più o meno incassata nel muro (fig. 804).

Generalmente non si fanno pozzi aperti per piccoli elevatori, quali sarebbero i montavivande, -documenti, -biancheria, ecc.

Infatti se si considera che le dimensioni di un montavivande, per non parlare che di questi, si aggirano sui valori riportati dalla fig. 805, si vede che un tale apparecchio può interamente, o almeno per la massima parte, essere compreso nella grossezza di un muro, come nella fig. 804.

Anche la fig. 806 rappresenta il pozzo di un montapiatti, soltanto che qui per il contrappeso si ha un piccolo pozzo speciale B.

Il pozzo dev'essere sempre bene illuminato, ciò che si ottiene nei pozzi chiusi, nel modo più semplice, mediante un lucernario alla sommità e una coloritura in bianco delle pareti. Nei pozzi aperti, in cui per non rinunciare alla luce e altresì per economia non si chiudono gli spazi tra i montanti, basta, come fa vedere la fig. 807, circondare di pareti

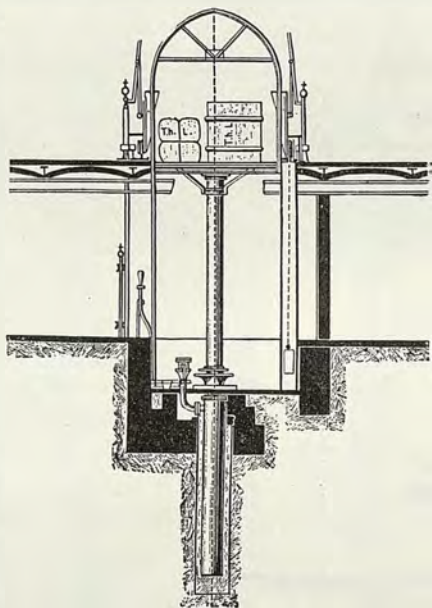


Fig. 800.

Montacarichi ad azione idraulica diretta.

il fondo del pozzo per un'altezza di circa 2 m. La figura citata rappresenta un montacarichi elettrico della Ditta I. e C. Schelter e Giescke di Lipsia, adoperato per servizio di merci, con accompagnamento di un manovratore, fra cantina, cortile e piani superiori. Il pozzo è protetto superiormente da una copertura di lamiera ondulata; il tamburo dell'elevatore col motore elettrico è situato in una speciale camera di lamiera nel cortile presso il pozzo.

Se il pozzo aperto attraversa diversi piani, è soltanto necessario recingere con una ringhiera di riparo i vani praticati nei pavimenti. Altre volte si preferisce chiudere tali vani con sportelli che normalmente stanno chiusi e si aprono automaticamente al passaggio della gabbia: si ha così il vantaggio di poter circolare anche sul vano del pozzo e di offrire un arresto alla gabbia in caso di caduta.

Per gli ascensori che vanno sistemati nelle gabbie di scala, la distanza netta fra le rampe misurata secondo la minor dimensione dev'essere almeno di m. 1,75, onde trovino posto, oltre la cabina, le sue guide, gli apparecchi di sicurezza ed il contrappeso. A quest'ultimo si può però con notevole vantaggio estetico trovar posto in un altro qualsiasi locale fuori di vista e lontano dal vano della scala, dove vien guidata la fune mediante una o più puleggie di rinvio opportunamente disposte in sommità del pozzo.

Si può anche adottare un altro sistema, a cui si ricorre volentieri altresì per pozzi aperti e col quale si nascondono oltre al contrappeso anche le funi o le catene portanti la gabbia, le cui dimensioni relativamente esigue sono spesso, per molti, origine di diffidenza e di ripugnanza a servirsi dell'ascensore.

A questo scopo il pozzo è formato da quattro colonne cave di ghisa: due di queste diagonalmente opposte hanno per tutta la loro lunghezza una fessura coi labbri provvisti di una guernizione di bronzo, nella fessura passa una lama fissata solidamente alla cabina e portante l'organo di guida che scorre contro la superficie interna della colonna. A questi organi di guida si attaccano le catene o le funi che salgono lungo le colonne sino ad avvolgersi su una puleggia di sommità e poi ridiscendono nelle altre due colonne portando i contrappesi.

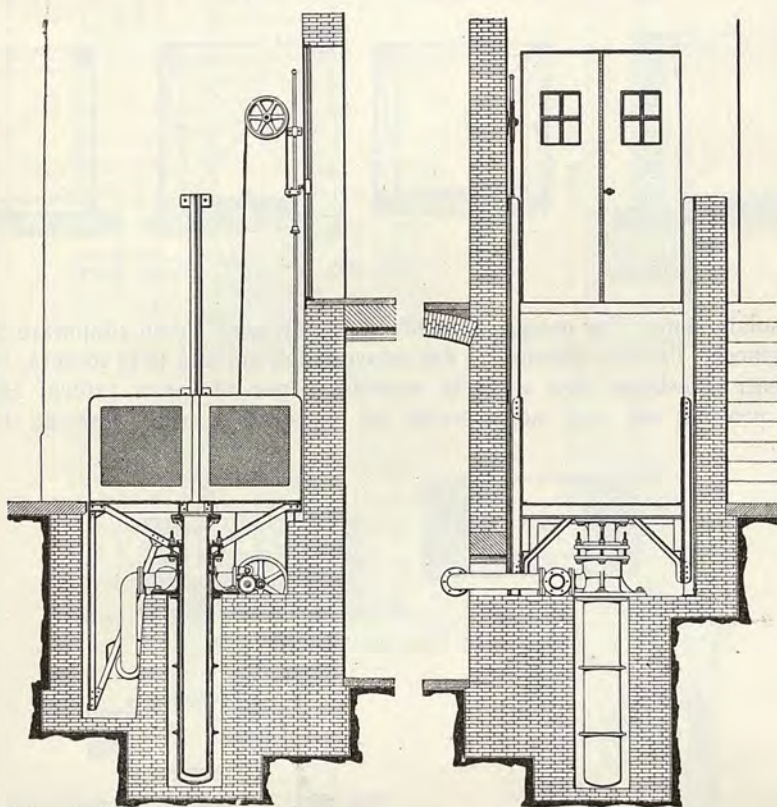


Fig. 801. — Montacarichi ad azione idraulica diretta.

Il sistema ora descritto dei quattro montanti cavi di ghisa, se è collocato in una gabbia di scala, può servire a portare le rampe stesse: se ne avvantaggia la rigidità dell'insieme e la costruzione riesce svelta ed elegante.

Volendo, le quattro colonne cave si possono anche ridurre a due, poichè è sempre facile collegarle solidamente all'intelaiatura della scala; per pozzi esterni all'edificio la semplificazione invece non è praticata che quando si possono garantire degli attacchi robustissimi al muro. Piuttosto fu sperimentata e con buon successo in pozzi interni completamente aperti attraversanti più piani. La fig. 808 rappresenta appunto una di tali strutture. I montanti sono ancora colonne cave di ghisa, risultanti di più tronchi riuniti insieme e rilegati superiormente da un architrave. Da questo parte la fune di sospensione *a*, che scende sotto ad una puleggia attaccata al cielo della gabbia e poi risale fino all'architrave, dove passa su una o più puleggie di rinvio che la guidano giù per uno dei due montanti al macchinario motore. Una seconda fune *b* di sicurezza, fissata alla gabbia, sale come la *a* fino all'architrave ed è avviata mediante qualche

puleggia al contrappeso, scorrevole entro l'altro montante. Generalmente una delle pulegge su cui passa la *b* è una così detta puleggia di sicurezza (v. VII, pag. 514) foggiate in modo da moderare la velocità di discesa della gabbia in caso di incidenti.

Per facilitare e regolare il movimento della gabbia lungo tutto il pozzo, si usano due o quattro guide di ferri profilati a \perp , Γ , \subset , oppure di legno; ovvero, meglio di tutto, di ferri sagomati, con sopra avvitate striscie di legno duro ben piallato; condizione essenziale perchè le guide adempiano bene al loro scopo è che siano ben dritte

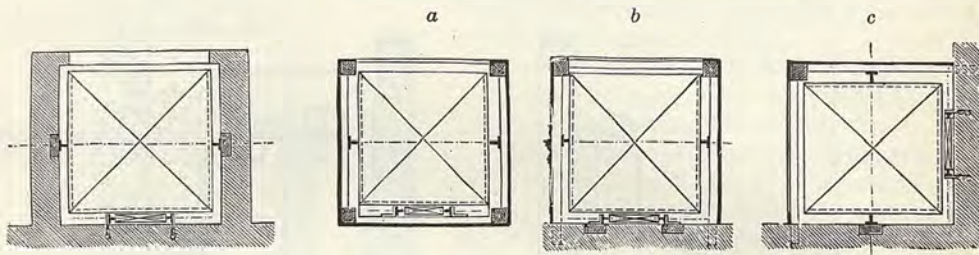


Fig. 802. — Pozzo chiuso.

Fig. 803, a, b, c. — Pozzi aperti.

e fissate solidamente. Per questo le guide di legno sono meno adoperate che quelle di ferro, giacchè l'azione alternativa del calore e dell'umidità le fa torcere. Per elevatori collocati all'esterno esse sono da escludere; per elevatori interni agli edifici, purchè si proceda con cura nella scelta dei materiali e nell'esecuzione del lavoro,

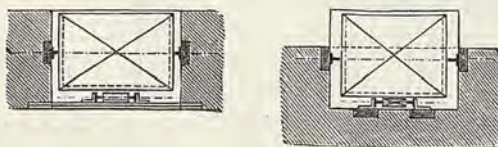


Fig. 804. — Pozzi incassati nel muro.

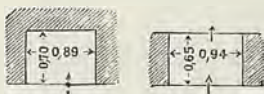


Fig. 805.
Pozzi per montavivande.

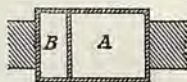


Fig. 806. — Pozzo per montavivande
con assito perimetrale di chiusura.

possono essere ammesse. Il legno migliore sarebbe il legno di guaiaco, ma si possono usare anche altre essenze.

Come si è detto, se si vuole un movimento dolce e senza scosse della gabbia le guide devono essere assicurate solidamente alle pareti formanti il pozzo o, in mancanza di queste, ai montanti di esso; giacchè, pur essendo la gabbia sospesa e sostenuta in modo esattamente centrato, si verificano in essa per l'ineguale ripartizione dei carichi degli sforzi laterali che producono una sollecitazione più forte su una guida che su un'altra.

Quando il pozzo è aperto e la tratta fra piano e piano è piuttosto alta, le guide se sono applicate ai montanti risultano solamente fissate nel solaio superiore ed inferiore (fig. 809) e riescono troppo poco rigide; per evitare quindi oscillazioni pericolose alla gabbia si rinforzano con qualche artificio, come quello rappresentato nella fig. 810. Siccome però l'estetica non se ne avvantaggia, è preferibile abbondare nella sezione e ridurre i punti di attacco ai soli solai attraversati dal pozzo.

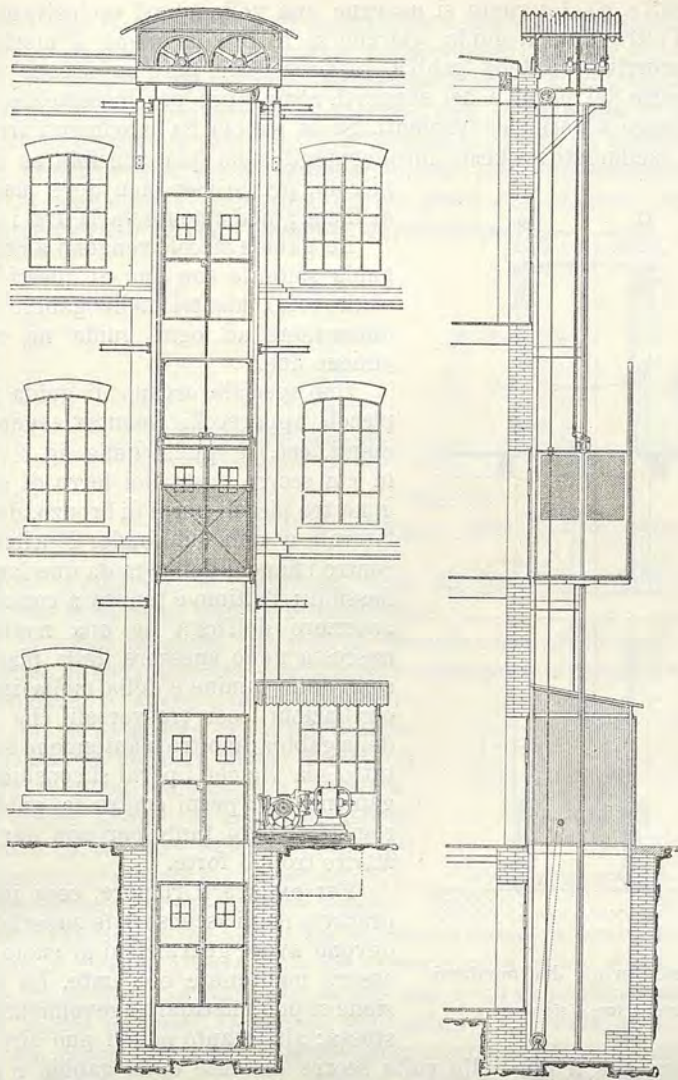


Fig. 807. — Pozzo aperto senza chiusure perimetrali.

Non solo per inesattezze di montaggio, o per incurvamento del legno, o per spostamento delle pareti d'ambito, le guide possono dar luogo ad inconvenienti nel movimento, ma anche per la disposizione dissimmetrica con cui sono collocate; la fig. 811 *a, b, c* rappresenta qualcuna delle disposizioni più usuali. Quella della fig. 811 *a* è sempre la migliore; quasi altrettanto buona è quella della fig. 811 *b* mentre quella della fig. 811 *c* è pericolosa. Tra le varie specie di guide si possono ricordare ancora quelle costituite da ferri tondi o da funi metalliche, che rendono il movimento più silenzioso ma danno luogo ad irregolarità, perchè poco rigide e inoltre coll'uso si allungano.

La gabbia nel suo movimento viene a contatto colle guide a mezzo di ruote (fig. 812), oppure di organi rigidi (fig. 813 *a, b, c, d*) di ghisa, o di ferri sagomati, che in certi apparecchi abbracciano le guide (fig. 813 *a, b*) e in altri si incastrano

in esse (fig. 813 *c, d*). Le ruote si usavano una volta quasi esclusivamente, ma ora si preferisce l'altro tipo di guida, giacchè se le rotelle hanno il merito di rendere più dolce lo scorrimento della gabbia, rappresentano però un organo delicato, e in seguito al logorio dei perni e dei sopporti, come pure per inesattezze di montaggio possono dar luogo a seri inconvenienti. Se la gabbia ha movimenti irregolari, esse si deformano facilmente; questi inconvenienti sono più sensibili se il diametro è

piccolo, perciò esso non deve mai essere sotto ai 5 cm.; mediamente varia tra i 5 ed i 15 cm.

Le gabbie piccole vengono a contatto di ogni guida soltanto con uno di questi organi (fisso o girevole), mentre nelle gabbie di una certa dimensione ad ogni guida ne corrispondono almeno due.

Uno speciale organo di guida per gabbie di piccoli apparecchi (montavivande, montadocumenti, ecc.) è quello della fig. 814. Nella gola in cui scorre l'asta del ferro di guida *a* sporgono tre piccoli perni di bronzo, due sulle faccie laterali e uno sul fondo. I primi sono tenuti contro i fianchi dell'asta da due lame *b* d'acciaio flessibili; l'ultimo è tenuto a contatto del bordo anteriore dell'asta da una molla a spirale *c* nascosta nello spessore della piastra. Le pressioni delle lamine e della molla impediscono le oscillazioni così trasversali che longitudinali della gabbia; inoltre mantengono sempre il contatto via via che i perni si consumano. Lo sfregamento dei perni contro la guida deve esser registrato ogni tanto per non dar luogo ad un attrito troppo forte.

Per evitare il rumore, cosa importante soprattutto negli ascensori, le superficie di contatto devono avere guarnizioni di cuoio o di legno ed essere mantenute ben unte. La loro lubrificazione si può effettuare agevolmente dalla gabbia stessa; altrettanto non si può dire per le guide

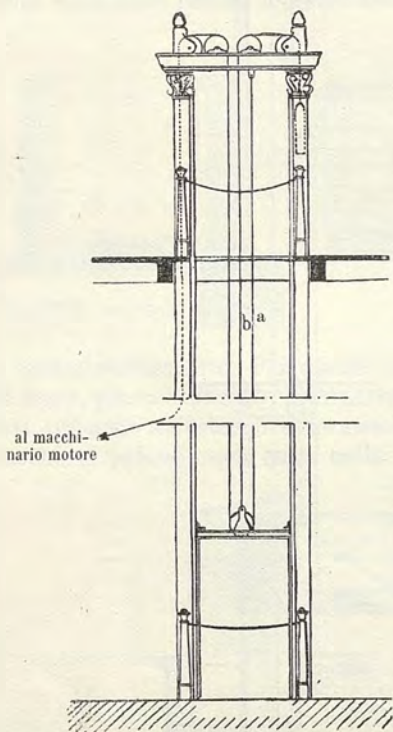
Fig. 808. — Pozzo aperto a due montanti.

a, fune portante; *b*, fune di sicurezza.

del contrappeso, che il più delle volte scorre distante dalla gabbia e in un piccolo pozzo difficilmente o punto praticabile. Si sopperisce allora con un lubrificatore automatico; la casa Pichatzek di Berlino, già citata, usa un serbatoio con annessi oliatori fissato al contrappeso. Durante il movimento gli oliatori scorrono rasente le guide, e bastano due o tre corse per ottenere una lubrificazione sufficiente e uniforme.

Nel pozzo, ad ogni piano, si aprono una o più porte per dare accesso ai locali.

Tutte le porte di accesso al pozzo devono essere, nell'interesse di un movimento sicuro e rapido, costruite eguali in tutti i piani; se speciali circostanze non vi si oppongono è bene disporle tutte sul medesimo lato del pozzo. Si ha così il vantaggio della semplicità nella struttura del telaio della gabbia e nella disposizione delle guide. Per ascensori in grandi case di commercio dove si deve sbrigare un movimento intenso si dispongono due porte per piano, di cui l'una serve per l'uscita della gente che lascia la cabina, e l'altra per l'accesso di chi vi prende posto. In questo caso le porticine è bene siano di rimpetto e devono poi essere sempre a scorrimento o pieghevoli.



d) *Scelta del tipo di elevatore.* — In seguito, nella descrizione delle singole specie di ascensori, sono esposti i difetti ed i pregi di ciascuno di essi, ma sin d'ora si possono esporre i criteri generali che devono guidare nella scelta di un tipo piuttosto che di un altro. Intanto occorre sia fissata la portata, cioè il peso che si deve sollevare, l'altezza di sollevamento, il carattere dell'impianto, cioè se di ascensore, oppure di montacarichi, oppure misto, cioè di montacarichi con l'accompagnamento di almeno una persona per la manovra. È opportuno altresì avere una nozione approssimata del numero di corse giornaliere che l'elevatore dovrà compiere.

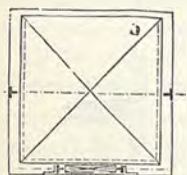


Fig. 809. — Pozzo aperto senza montanti.

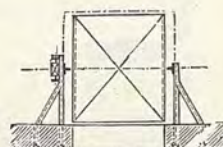
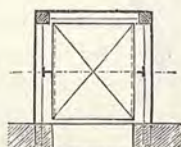
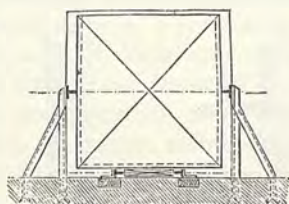


Fig. 810.

Sistemi di consolidamento delle guide nei pozzi aperti.

A queste si aggiungano le condizioni locali che possono render più conveniente l'impiego di una certa forza motrice o di un'altra.

È anche da tener presente che per un elevatore che abbia scopi esclusivamente industriali, come un montacarichi, è importante conseguire la maggiore economia nella spesa di impianto, e ancor più di esercizio, mentre che per un ascensore la considerazione economica passa in seconda linea. Infatti un ascensore rappresenta sempre una eleganza, oltrechè un mezzo igienico di trasporto per le persone d'età a cui il salire le scale affatica gli organi respiratori, e pertanto le considerazioni di indole economica hanno un valore molto relativo.

Anche dove l'ascensore ha carattere, anzichè di lusso, di speculazione, come nelle case da pigione di grande altezza nelle città americane o inglesi, è sempre consigliabile non lesinare nelle spese di impianto, poichè esse sono abbondantemente compensate dal maggior valore che esso conferisce agli ultimi piani della casa. Inoltre, siccome l'ascensore non elimina la scala, si potrà sempre, volendo far economia nelle spese di esercizio, escludere dall'ascensore i ragazzi e la servitù, riservando loro la scala.

Quando non è necessaria una grande velocità di sollevamento, gli elevatori a braccia possono rendere buoni servizi, non solo per piccoli pesi, com'è il caso dei montavivande, ecc., ma anche per montacarichi di portata sino a qualche centinaio di chilogrammi. Invece ascensori a braccia non si impiantano mai o ben raramente e solo per uso esclusivo di un'unica persona, e per altezze limitate fra piano e piano.

Per salite brevi (ad un dipresso fino a 6 metri) e grandi pesi, e ove al piano d'arrivo si desideri evitare carrucole, funi, ecc., come sarebbe il caso di piattaforme di sollevamento nelle stazioni ferroviarie, negli uffici postali, nei palcoscenici, od anche semplicemente di montavivande direttamente visibili dalla camera da pranzo, si ricorre volentieri anche tutt'oggi all'elevatore idraulico ad azione diretta.

Per grandi portate e lavoro continuato l'elevatore a vapore è molto appropriato. Si capisce che i requisiti della grande portata e del lavoro continuo sono caratteristici più di un montacarichi che di un ascensore, ed è appunto per trasporto di merci che questi elevatori hanno avuto la maggior diffusione, soprattutto nei grandi magazzini

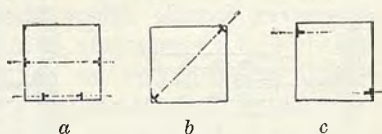


Fig. 811 a, b, c.

Disposizioni delle guide della gabbia.

inglesi ed americani. Se il lavoro non è continuo, si viene ad avere per la natura stessa del motore uno spreco di forza, a meno che non si possa impiegare il vapore prodotto nel generatore, mentre l'elevatore è inoperoso, ad azionare altre macchine. Gli elevatori a vapore hanno incontrato più favore all'estero che non da noi, anche in conseguenza delle restrizioni imposte dalle disposizioni di legge relativamente all'impianto delle caldaie.

Tale difficoltà non esiste per i motori a gas, che possono esser impiantati in prossimità od in mezzo a luoghi abitati senza speciali cautele. Data inoltre la relativa

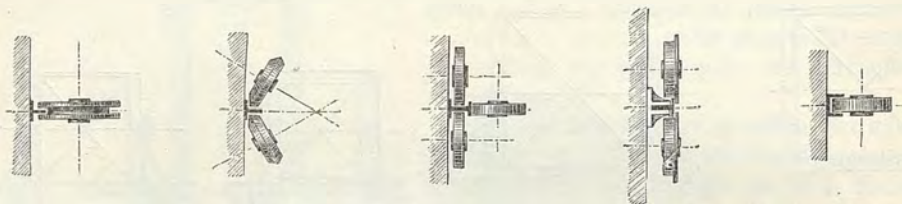


Fig. 812. — Rotelle di guida della gabbia.

prontezza (1 minuto primo o meno) che richiedono per la messa in marcia, si può limitarne il funzionamento all'istante in cui è necessario compiere il trasporto senza tenerli continuamente in azione, finchè si tratti di un montacarichi; se però devono muovere un ascensore la durata dell'avviamento risulta ancora troppo lunga, e si

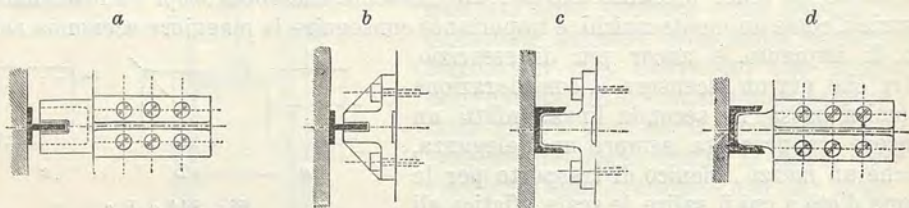


Fig. 813. — Organi fissi di guida.

ricadrebbe nell'inconveniente segnalato per quelli a vapore, vale a dire di dover mantenere il motore in azione continua, togliendo e stabilendo di volta in volta il collegamento tra di esso ed il meccanismo dell'ascensore con qualche disposizione semplice e di pronto effetto.

Questo inconveniente invece è eliminato negli elevatori elettrici. In essi l'installazione è semplice ed è sempre possibile il collegamento ad una rete esistente, il costo di esercizio è basso e la messa in azione sollecita, sicchè la spesa di energia si limita al tempo di funzionamento effettivo. La scala svariata secondo cui si trovano in commercio i motori elettrici permette di adoperarli tanto per forti carichi che per pesi di qualche chilogramma, ond'è che servono ugualmente bene per ascensori, per montacarichi, montavivande, montadocumenti, ecc.

Altrettanto si può dire degli elevatori idraulici, usati tanto per piccole che per grandi portate. Fino a che l'elettricità non era entrata nel campo industriale sembravano aver risolto il problema del sollevamento nel modo più soddisfacente. Attualmente si preferiscono gli elettrici perchè a parità di altri vantaggi sono più semplici nell'impianto e meno costosi nell'esercizio.

Gli elevatori a trasmissione sono usati specialmente quando sia possibile il collegamento ad un albero di trasmissione già sistemato, e in movimento continuo per azionare altri macchinari; in questo caso essi rappresentano un'economia indiscutibile su tutti gli altri elevatori con motore proprio.

Quanto a sicurezza non vi è motivo di preferire uno piuttosto che un altro genere di forza motrice, poichè in impianti accurati hanno fatto tutti del pari buona prova.

e) *Manovra e apparecchi di segnalazione.* — Ad eccezione degli elevatori a mano, in cui l'operaio stesso che opera il sollevamento della gabbia è in grado di arrestarla all'altezza voluta, e ad eccezione degli elevatori elettrici più moderni, in cui si usano i bottoni di pressione, la manovra negli altri tipi di elevatori è per lo più fatta mediante una fune od un'asta di comando, che pende lungo tutto il pozzo attraversante la gabbia e mette capo all'organo distributore della macchina motrice, sicchè chi sta nella gabbia può da qualsiasi posizione iniziare il movimento di ascesa o di discesa, e arrestarlo.

Le fermate all'estremità di corsa sono sempre automatiche, il che si ottiene, per impianti di piccola e media potenza, con nottolini, molle o leve che scattano all'urto che dà la cassa mobile appena raggiunge le posizioni estreme. Questi apparecchi, se la gabbia è molto pesante e quindi capace di acquistare una forza viva rilevante, non resisterebbero al cozzo e si romperebbero; perciò nei grandi impianti si ricorre ad altre disposizioni che arrestino il motore quando esso ha compiuto quel certo numero di giriche corrisponde all'intera corsa.

Anche le fermate ai singoli piani si preferisce avvengano automaticamente, senza cioè che la persona che comanda il movimento della gabbia debba compiere nessuna manovra per arrestarla, quand'essa è giunta all'altezza voluta, giacchè avverrebbe

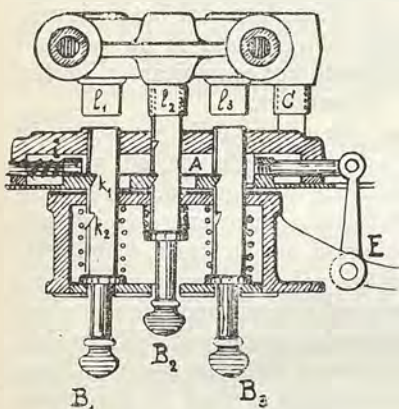


Fig. 815. — Apparecchio automatico per l'arresto della cabina ai diversi piani.

A, piastra per trattenere i pinoli B sporgenti dalla gabbia; B₁, B₂, B₃, arresti relativi ai singoli piani; C, arresto per l'estremità di corsa.

terminano con un bottone che serve a spingerli in fuori, poichè naturalmente tenderebbero a stare in dentro verso l'interno della gabbia, spintivi da una molla a spirale. Inoltre essi passano a traverso una piastra A in cui sono praticati dei fori di sezione uguale a quella dei cavicchi, ma con un labbro del foro tagliato ad unghia per penetrare in certi incavi come k_1 e k_2 . La molla i spinge costantemente A verso destra.

Il funzionamento è il seguente: supposta la gabbia al fondo del pozzo e che una persona voglia giungere al secondo piano, spinge B₂: sotto questa pressione A cede,

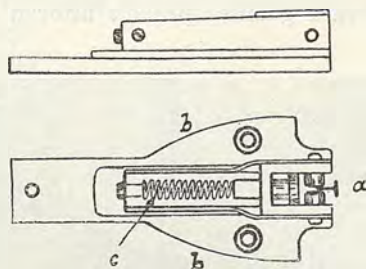


Fig. 814. — Organo di guida per gabbia di piccoli elevatori.

quasi sempre, se si adottasse un tale sistema di arresto, che per un anticipo o un ritardo nella manovra il pavimento della gabbia verrebbe a fermarsi un po' al disotto o un po' al disopra del piano a cui si vuol pervenire. Per conseguire questi arresti basta provvedere la gabbia di una scatola di manovra come quella rappresentata nella fig. 815. Si ha cioè su una parete della cabina una scatola con tanti bottoni a molla quanti sono i piani (ogni bottone col numero del corrispondente piano). La fune di comando che attraversa la gabbia porta, ad altezze di poco inferiori ai pavimenti dei singoli piani, dei piccoli risalti l_1 , l_2 , l_3 , C. Sulla stessa verticale di questi e su di un piano orizzontale nella scatola di manovra si hanno 4 cavicchi B₁, B₂, B₃, C; quest'ultimo fisso e sempre pronto ad appoggiarsi contro l'asta di comando, per impedire che la gabbia oltrepassi l'estremità superiore della corsa. Gli altri cavicchi B₁, B₂, B₃

e lascia che il cavicchio di B_2 esca all'infuori della cabina, ma rioccupa la sua posizione spinta dalla molla i , tostochè cessa la pressione su B_2 , e s'incastra nel secondo incavo k_2 mantenendo il catenacciolo nella sua posizione sporgente all'infuori. Spinto B_2 il viaggiatore dà uno strappo in un senso determinato alla corda di comando: il distributore viene aperto e la salita incomincia.

Un po' prima di toccare il secondo piano, il catenacciolo trova il risalto corrispondente nell'asta di manovra, vi si appoggia contro, e porta il distributore nella posizione che corrisponde all'arresto.

Apprendosi la porta per uscire dalla cabina, la porta stessa mette in azione una leva a gomito, girevole attorno al punto E. Questa leva spinge per un momento A verso sinistra, e allora B_2 rimane libero, e riprende la sua posizione verso l'interno.

Il viaggiatore uscito dalla cabina si trova a portata di mano un tirante comunicante con la corda di comando: tirando questo la gabbia ritorna al suo punto di partenza.

È poi opportuno, quando l'elevatore deve essere guidato da un manovratore, che questi abbia sott'occhio nella gabbia un quadro di segnalazione, a cui mettono capo i campanelli di chiamata dei singoli piani per potere, a risparmio di tempo e di forza motrice, sapere mentre è in marcia a che piano è richiesto per andar a prendere persone o merci o bagaglio. Se l'elevatore muove senza manovratore ma è comandato dal basso, invece dei campanelli di chiamata si ha ad ogni piano un portavoce per comunicare gli ordini al personale di manovra.

Viceversa può essere utile conoscere da un piano qualunque quale sia ad un dato istante la posizione della gabbia. Una disposizione semplicissima per ottenere ciò, eguale a quella adoperata per lo stesso scopo nelle miniere, consiste nel collegare al meccanismo dell'ascensore un meccanismo che riproduca in scala più piccola i movimenti della gabbia. Un indice scorrevole dietro un vetro graduato

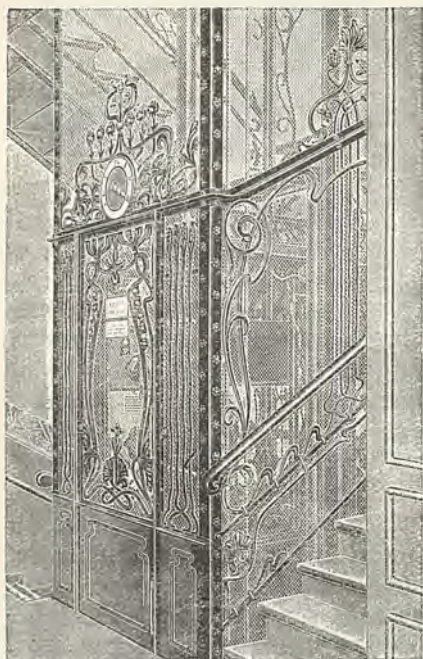


Fig. 816. — Ascensore per vano di scala con indicatore a quadrante della posizione della cabina.

rappresenta la gabbia, e la graduazione del vetro corrisponde ai piani. In altri elevatori lo stesso indicatore è foggiato a quadrante come un orologio: di questo tipo è quello di cui è fornito l'elevatore della fig. 816.

A portata del manovratore dev'esservi un campanello di allarme pel caso di incidenti, che risponda in un locale esterno al pozzo e richiami l'attenzione.

f) Apparecchi e disposizioni di sicurezza. — Le disposizioni e gli apparecchi di sicurezza si riferiscono tanto alla gabbia, affinchè in caso di rottura degli organi che la portano o per altro qualsiasi accidente non abbia a precipitare, ma rimanga immobilizzata oppure discenda regolarmente; quanto al pozzo, affinchè non derivino danni alle persone, per deficienza nella chiusura delle comunicazioni che intercedono fra esso e l'edificio. Delle prime, che consistono in congegni meccanici più o meno complicati, si parlerà via via che se ne presenterà l'occasione nel descrivere i singoli apparecchi, e in fine e più particolareggiatamente in apposito capitolo; delle seconde

è preferibile far cenno subito perchè rientrano in quei criteri generali che è opportuno aver presenti nel progetto dell'elevatore. Intanto si osservi che un pozzo chiuso alto quanto l'edificio, e di sezione sempre relativamente ristretta, in caso d'incendio funziona come una canna da camino e molto rapidamente propaga l'incendio dal basso all'alto, tanto più se vi ha in esso una corrente di aria ascendente dovuta alla presenza di porte, o di altri vani praticativi a scopo di illuminazione e di ventilazione.

Pertanto si devono assolutamente proscrivere, quando già non siano vietate per legge, le pareti interamente (o anche solo rivestite) di legno, e si devono usare nella costruzione esclusivamente materiali incombustibili (muratura, cemento armato, ecc.). Pure incombustibili devono essere la copertura del pozzo (un lucernario è sempre consigliabile anche per risolvere il problema della illuminazione) e le porte che da esso danno accesso ai vari piani (si adottano in generale porte interamente di lamiera, oppure di legno con fodera di lamiera). Per lo stesso motivo sul pozzo non si aprono finestre, e si ha cura di costruire affatto indipendente da esso una scala, giacchè questa in caso di incendio rimane praticabile per molto maggior tempo.

Per evitare disgrazie alle persone che dagli accessi al pozzo potrebbero precipitare in esso, sarebbe utile mettere dei cartelli con scritte ben chiare che avvertano del pericolo; inoltre ricavare immediatamente prima delle porte un piccolo camerino; ed è poi indispensabile provvedere le porte o i cancelletti di un qualche congegno che risulti costantemente chiuso e si apra soltanto quando davanti ad essi è giunta la gabbia.

Il tipo di apparecchio che soddisfa in modo semplice e sicuro a queste esigenze è quello rappresentato nella fig. 817.

Esso consiste in una serratura da sistemare sotto la soglia di ciascuna porta, composta di un nottolino *o* e di una leva ad angolo *g*. Il nottolino è normalmente tenuto infisso in una cavità *p*, praticata nella traversa inferiore della porta, per effetto della pressione di una molla *o'*. La leva *g* si appoggia col braccio orizzontale contro la coda del nottolino, e col braccio verticale sul gambo *r* che sporge verso il pozzo con una testa, contro cui viene a premere un risalto *s* solidale all'intelaiatura inferiore della gabbia. Il funzionamento dell'apparecchio è ovvio: la gabbia giunta davanti alla porta spinge col risalto *s* la leva angolare *g*, e questa, rotando, abbassa il nottolino sino a farlo uscire dall'incavo in cui è impegnato; per tal modo la porta si apre.

Si può, in caso di necessità, aprire la porta anche senza che di fronte vi sia la gabbia. A questo scopo il nottolino è munito di un prolungamento *o₂* rivolto verso l'interno dell'edificio. Una persona pratica del servizio può a mezzo di esso aprire la porta, e quando la richiude il nottolino torna da sè al suo posto, assicurando la chiusura.

Gli elevatori che si costruiscono oggi hanno il meccanismo motore così collegato colle serrature di sicurezza di tutte le porte di accesso al pozzo, che la gabbia non può muoversi se esse non sono tutte chiuse; perchè una si possa aprire occorre anche qui che la gabbia venga a disimpegnare il meccanismo che la tiene chiusa.

Se la gabbia è sempre accompagnata da un conduttore si può anche rinunciare a tali precauzioni, affidando a lui le chiavi d'accesso ai singoli piani. Il pericolo nasce

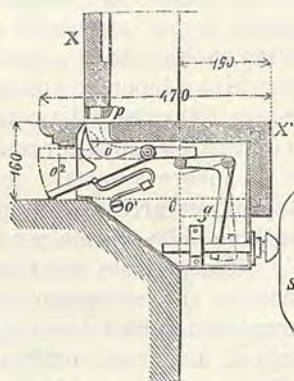


Fig. 817. — Chiusura di sicurezza delle porte di accesso al pozzo.

o, nottolino di chiusura; *o'*, molla di pressione sul nottolino; *p*, incavo nel fondo della porta in cui si impegna il nottolino; *g*, leva per lo scatto del nottolino; *r*, asta di comando della leva *g*.

quando gli accessi all'elevatore sono a portata di estranei, come succede per quelli stabiliti entro il vano della scala o in immediata vicinanza: questi sono i più pericolosi.

Altre precauzioni contro i pericoli cui vanno incontro le persone che si servono di un ascensore nell'entrare o nell'uscire dalla gabbia non si possono stabilire; rimane invece da accennare a quelle cautele che si debbono avere per evitare un sovraccarico della gabbia, una rottura degli organi di sostegno o delle tubazioni dell'acqua in pressione se si tratta di elevatori idraulici ad azione diretta, una continuazione del movimento della gabbia oltre le due posizioni estreme in alto o in basso.

Ad impedire un sovraccarico della gabbia dovrebbe già provvedere la sua stessa ampiezza e la sua forma: ma ad ogni modo sarà sempre bene render noto con cartelli ben visibili l'entità del carico ammissibile, che non deve essere superato.

Ad evitare la rottura di catene, funi, cinghie e simili, si devono sottoporre tutti questi organi a regolare sorveglianza, tenere, nel progettarli, un coefficiente di sicurezza molto alto ($\frac{1}{20}$ per elevatori che trasportano persone; $\frac{1}{10} \div \frac{1}{12}$ per i montacarichi) e adoperare puleggie sempre assai grandi (il diametro della puleggia dovrebbe essere 100 volte il diametro della fune se di canapa e 1200 volte se di acciaio).

Negli elevatori idraulici ad azione diretta, dove mancano organi di sospensione, si ha invece a temere una rottura delle tubazioni e dei cilindri in seguito ad un improvviso arresto o sospensione di marcia: si innestano perciò nella rete di distribuzione delle valvole per i colpi di ariete.

Altro pericolo caratteristico di questa specie di impianti è lo scoppio del cilindro motore: si riempie perciò lo spazio anulare tra esso e la camicia di rivestimento del pozzo con sabbia ben pigiata e si chiude la bocca del pozzo con un coperchio munito solo di un piccolo orifizio: cosicchè scoppiando il cilindro l'acqua che ne sfugge deve attraversare la sabbia e non può uscire che lentamente dalla piccola apertura praticata nel coperchio.

Finalmente ad eliminare il pericolo che la gabbia superi nella sua corsa la posizione più alta o che al termine inferiore venga ad urtare sul fondo, si usano, a seconda della potenzialità dell'impianto, molle, respingenti e simili che senza scosse ammorzano il movimento della gabbia, o leve che ad immediata precedenza delle posizioni finali disinnestano il macchinario dell'elevatore dall'albero motore. Per gli elevatori idraulici ad azione diretta questi arresti non hanno più ragion d'essere, poichè quivi la corsa della gabbia è esattamente limitata dalla corsa dello stantuffo.

Come riepilogo di tutte le avvertenze che si devono avere nell'impianto ed esercizio di un elevatore si riportano i paragrafi più importanti di una circolare pubblicata il 27 marzo 1893 dal Prefetto di Berlino, relativamente all'impianto ed esercizio di elevatori nella città e provincia.

Agli effetti di questa circolare, gli elevatori sono divisi in quattro categorie, e cioè:

- a) piccoli elevatori non praticabili, di 100 Kg. al massimo di portata e di sezione inferiore a 0,70 m² (per vivande, documenti e movimento di piccoli prodotti industriali);
- b) montacarichi;
- c) montacarichi con servizio di persone;
- d) ascensori.

1° *Disposizione del pozzo.* — Gli elevatori interni agli edifici debbono di regola esser chiusi da pareti piene, interrotte soltanto dalle porte e dai vani necessari per illuminazione. Internamente al pozzo possono esser collocati accanto alle guide e al vano percorso dalla gabbia ferri per salire, guide fisse, od anche piccole scale, unicamente però a scopo di ispezione o di riparazione. I pozzi devono esser coperti superiormente di materiale incombustibile, oppure, se aperti, prolungati di almeno m. 0,20 oltre il coperto: in questo caso devono esser provvisti sopra il tetto di appa-recchi per l'aereazione. Negli elevatori situati nei vani di scala si può sostituire il

pozzo a parete piena recingendo il vano percorso dall'elevatore con una rete metallica a maglie di 1 cm. al massimo di larghezza, e così pure devono essere rivestite tutte le parti dell'elevatore, per modo che alle persone non ne possano derivare pericoli. Gli elevatori collocati in pozzi di luce, circoscritti da muri, se non risultano già recinti dalle pareti del pozzo di luce, devono venir come sopra protetti da rete metallica.

Nei piccoli elevatori (lettera *a*) che collegano solo 3 piani, e negli altri ascensori (lettere *b*, *c*, *d*) i quali collegano soltanto 2 piani, uno immediatamente soprastante all'altro, si può prescindere dal pozzo a parete piena, purchè il motore impiegato non presenti pericoli d'incendio.

Ai montavivande che nelle case private collegano 2 soli piani non si applica nessuna delle precedenti limitazioni.

Gli elevatori addossati esternamente ad un muro perimetrale di un edificio devono alla loro estremità inferiore essere circondati da una rete di almeno m. 1,80 di altezza, e con maglie di larghezza non superiore al centimetro. Guide, copertura e le altre parti collegate con l'edificio devono essere di materiale incombustibile.

I vani per illuminare il pozzo devono essere praticati solo nei muri esterni o nelle pareti di un pozzo di luce e devono essere muniti di finestre che non si possano aprire da chi non è autorizzato.

Le aperture che immettono nel pozzo saranno provviste di chiusure incombustibili (p. es. di legno rivestito dalle due parti di lamiera). Queste chiusure come le porte di accesso alla gabbia non devono aprirsi verso questa, e devono essere riconoscibili a mezzo dell'iscrizione ben chiara: « *Montacarichi* », oppure « *Ascensore* ».

2° *Gabbia*. — Le gabbie dei montacarichi (lettera *b*), che non abbiano un pozzo chiuso, devono essere recinte con una parete, o con una rete metallica, in maniera che il carico non possa cadere.

Nei montacarichi con accompagnamento di persone (lettera *c*) e negli ascensori (lettera *d*) la gabbia deve per tutto il perimetro esser chiusa da pareti a rete metallica di maglie non superiori ai 10 mm. e superiormente riparata in modo sufficiente a preservare le persone che vi si trovano dalla caduta di qualsiasi oggetto.

La porta della gabbia non si deve aprire all'infuori. Questa porta può mancare nei montacarichi, purchè il vano di accesso sia fronteggiato da una parete del pozzo, chiusa, senza sporgenze od irregolarità, e distante non più di 4 cm. dalla gabbia.

I montacarichi con o senza accompagnamento di persone devono essere provvisti di un indice che permetta di riconoscere da ogni piano la posizione della gabbia. Alle posizioni estreme della corsa deve trovarsi un apparecchio capace di arrestare automaticamente la gabbia tostochè essa vi sia pervenuta.

In tutti gli elevatori, esclusi i montavivande, si devono avere disposizioni tali che non consentano l'entrata e l'uscita dalla gabbia, nè il carico e lo scarico delle merci, se non quando la gabbia è ferma.

3° *Velocità*. — Nei montacarichi ad uso anche di persone e negli ascensori la velocità non deve superare m. 1,5 al minuto secondo, e vi deve essere un apparecchio che la riduca quando oltrepassa questo valore limite.

4° *Portata*. — Per ogni elevatore si deve far nota la portata. Nei montacarichi, presso ogni porta di accesso alla gabbia, dev'essere scritto chiaramente qual è il carico ammissibile. Così pei montacarichi con accompagnamento di persone, per i quali nel carico ammissibile sono incluse le persone da trasportare.

Negli ascensori si deve esporre chiaramente ad ogni porta di accesso alla gabbia e nella gabbia stessa il numero delle persone che si possono trasportare contemporaneamente oltre al conduttore.

5° *Sospensione o supporto della gabbia*. — Gli elevatori che non sono azionati da uno stantuffo portante direttamente la gabbia devono esser provvisti di efficaci

apparecchi di arresto e la loro azione si deve collaudare sotto il massimo carico e la massima velocità consentita della gabbia che scende, previo scioglimento della medesima dalle corde e dagli organi analoghi. In questo caso la gabbia dopo 25 cm. al massimo di discesa deve essere immobilizzata.

Le gabbie provviste dei così detti freni regolatori di velocità non possono avere una velocità di discesa superiore a m. 1,5 al minuto secondo.

Negli elevatori meccanici mossi con cinghie la gabbia deve poter fermarsi o discendere con velocità non superiore alla massima permessa se le cinghie durante la marcia subiscono degli scorrimenti.

Lo stesso dicasi per gli elevatori idraulici ad azione indiretta (con interposizione di una taglia) per il caso che la fune (o la catena o i cordoni e simili) si rompa immediatamente presso il cilindro, cosicchè la gabbia nella sua discesa si tiri appresso tutta la fune.

Negli elevatori mossi da uno stantuffo portante, il collegamento fra stantuffo e gabbia dev'essere sufficientemente solido ed accurato, per modo che la gabbia non possa venire staccata dallo stantuffo per opera dei contrappesi. Nella condotta inoltre si deve inserire presso al cilindro un apparecchio che impedisca che per una rottura dei tubi la gabbia discenda con una velocità superiore a quella consentita. Si sperimenta l'efficacia di questo apparecchio con una prova speciale, consistente nel porre la gabbia a pieno carico nella sua posizione più alta e nell'aprire poi d'improvviso e del tutto lo scarico.

Nei montacarichi le funi (catene, cordoni, ecc.) da cui pende la gabbia devono poter portare il massimo carico consentito con un coefficiente di sicurezza eguale a cinque.

Nei montacarichi con accompagnamento di persone e negli ascensori la gabbia deve esser sospesa ad almeno 2 corde (catene, cordoni, ecc.) di cui ciascuna deve essere sufficiente a portare il massimo carico ammissibile, con un coefficiente di sicurezza uguale a dieci.

6° *Contrappesi*. — Tutti i contrappesi devono disporsi in modo che nè vengano sbalzati fuori, nè per casuali cadute possano venirne danneggiate le persone o la gabbia.

7° *Esercizio*. — Gli ascensori ed i montacarichi per servizio di persone devono venir adoperati solo con l'accompagnamento o la sorveglianza di un manovratore. I manovratori devono essere in grado di dimostrare la pratica necessaria, e stendere in un apposito libretto di controllo la dichiarazione scritta che assumono il servizio dell'elevatore « sotto loro responsabilità ».

Da speciali ispettori devono farsi revisioni biennali ai montacarichi, ed annuali agli ascensori e montacarichi anche per servizio di persone, per stabilire se l'impianto ancora soddisfa, o meno, a tutte le prescrizioni. Il risultato di queste revisioni dev'essere registrato nel libretto di controllo; e si dovrà provvedere subito, se occorrono riparazioni. In caso di pericolo immediato si disporrà per la pronta cessazione dell'esercizio.

In seguito, e cioè nel 1901, fu emanato a cura del Ministero di industria e commercio germanico un regolamento sull'impianto e l'esercizio degli elevatori, poi ampliato con Decreto ministeriale del 20 aprile 1903. Esso, salvo qualche modificazione o qualche aggiunta, suggerite dall'esperienza, ripete press'a poco le norme precedentemente esposte, ed ha valore più perchè viene a sanzionare, dopo circa un decennio di prova, le disposizioni già ricordate, che non per le varianti che vi apporta.

Sostanzialmente la legge conserva ancora le stesse distinzioni; esclude però gli elevatori da miniera, e gli apparecchi che si usano per abbassare ed innalzare il palcoscenico dei teatri.

Quanto al pozzo, conferma la necessità di una chiusura perimetrale, a parete piena ed incombustibile se interno all'edificio, mentre non la richiede se è a ridosso di un

muro frontale, o se è impiantato in un vano di scala o in un pozzo di luce. Sono tollerati pozzi interni ad edifici anche senza pareti incombustibili, per elevatori che collegano solo due piani sovrapposti, purchè superiormente muniti di uno sportello di sicurezza contro al fuoco, e per piccoli impianti (v. lettera a) di area non superiore ai m² 0,70.

La larghezza delle maglie della rete metallica che in certi casi serve a circoscrivere il pozzo può arrivare sino a 2 centimetri.

Quanto alla gabbia, appena la sua corsa supera i 2 m. di altezza, deve esser provvista o di un apparecchio capace di immobilizzarla, oppure di un congegno che le permetta di scendere con una velocità da fissarsi in precedenza. Questi sistemi di arresto devono esser situati in modo da non venir ostacolati nella loro azione nè dal carico nè da movimenti imprevisti.

Negli elevatori idraulici ad azione diretta questi apparecchi non sono necessari; si deve però poter agire direttamente sullo scarico dell'acqua dal cilindro in modo da trattenere la gabbia in caso di guasti.

L'arresto alle estremità di corsa dev'essere assicurato da apposito apparecchio, a meno che non si tratti di elevatori a mano, per cui basta foggare la canna del pozzo in modo che offra essa stessa una resistenza all'eccessivo prolungarsi della corsa.

Le gabbie ed i ripiani di accesso alle medesime, in ascensori o in montacarichi con servizio di persone, devono sempre essere illuminati a luce naturale o artificiale.

Per le finestre che servono a dar luce e per le porte che servono ad accedere ai singoli piani non vi è nulla da aggiungere a quanto è già stato detto.

g) *Norme per l'impianto.* — Già fin dallo studio di massima del progetto sarebbe utile consultare il costruttore, affine di conoscere con precisione lo spazio che si deve assegnare alla gabbia col contrappeso, le guide e gli apparecchi di sicurezza.

Con una prova fatta a tempo si evitano molte difficoltà, che più tardi, all'atto dell'esecuzione, non si possono poi risolvere.

Anche la forza motrice che si vuole impiegare dev'essere fissata fin dal principio, poichè, a seconda di quella che si usa, varia lo spazio necessario all'impianto e tutta la disposizione complessiva.

Per la buona riuscita dell'impianto, così dal lato del funzionamento come dell'economia dell'esercizio, è meglio ricorrere a Ditte di provata esperienza, poichè le economie che si conseguono con una lavorazione poco scrupolosa del materiale si scontano poi con le perturbazioni del servizio e cogli accidenti.

Le Case costruttrici rimettono in generale a chi chiede loro offerte per qualche fornitura un questionario in cui si vengono a determinare le principali caratteristiche che l'impianto deve avere.

I dati che l'architetto deve fissare quando si rivolge alle Ditte specialiste sono i seguenti:

Uso dell'elevatore (se ascensore, montacarichi semplice o con accompagnamento di manovratore).

Portata massima, conduttore compreso (il peso d'una persona è valutato mediamente in 75 Kg.).

Superficie e altezza della gabbia, e speciali esigenze a cui deve soddisfare.

Altezza complessiva della corsa, numero dei piani, altezza fra piano e piano, altezza disponibile fra l'ultimo piano da servire e il sottotetto.

Velocità di movimento dell'apparecchio (spesso si lascia la sua determinazione all'arbitrio del costruttore).

Ubicazione dell'elevatore (nella gabbia della scala, in un pozzo speciale, ecc.).

Dimensioni approssimative del pozzo, modo secondo cui è, o sarà, costruito.

Numero e costruzione delle porte di accesso al pozzo, modo di illuminazione e parete in cui si devono aprire le finestre.

Specie della forza motrice.

Eventuali prescrizioni locali di polizia edilizia in argomento.

Oltre a questi dati, che sono generici, si dovrà specificare, a seconda della specie di forza motrice che si desidera, quanto segue:

Per elevatori elettrici:

Se si dispone di corrente continua o alternata.

Qual'è la tensione della corrente, e per correnti alternate quale ne è la frequenza.

Com'è fornita la corrente (se da una grande centrale, o da un proprio impianto, o da una batteria di accumulatori), e quindi rispettivamente le speciali condizioni di fornitura, o la potenza dell'impianto (in Kw.), o la potenza della batteria (in ore-ampère), o la massima intensità della corrente di scarica (in ampère).

Dove si trova lo spazio per sistemare il macchinario dell'elevatore.

Per elevatori a trasmissione:

Posizione dell'albero motore principale rispetto al pozzo.

Lavoro disponibile (in HP) sull'albero principale, diametro e numero dei giri.

Per elevatori idraulici:

Pressione dell'acqua nelle condotte, oppure

Altezza a cui può essere collocato il serbatoio, computata a partire dal piano più basso servito dall'elevatore.

Per maggiore chiarezza è bene, quando si può, completare questi dati con un disegno da cui risulti la posizione dell'impianto, in relazione con gli altri locali.

Per la posa del macchinario si prepara una buona gettata di fondazione su cui appoggiarlo, o un robusto telaio a cui sospenderlo, in modo da evitare anche i minimi cedimenti o abbassamenti.

Sui particolari costruttivi del macchinario non si può entrare senza esorbitare dai limiti della trattazione presente; si ricorda in proposito che ruote, viti perpetue, sopporti, ecc., devono essere del miglior materiale e lavorati il più esattamente possibile. Le viti perpetue di acciaio, tagliate dal pieno, tornite, temprate e rettifiche; le ruote elicoidali di bronzo fosforoso esattamente fresate. L'ingranaggio elicoidale deve essere incamerato a chiusura di polvere in bagno d'olio. Il tamburo su cui si avvolge la fune che porta la gabbia deve avere alla superficie dei solchi a spira continua, allo scopo di guidare la fune quando si avvolge o si svolge. Mancando questi il tamburo può esser fatto più leggero, ma si verificano strappi e irregolarità nel movimento della fune, che si logora anche maggiormente.

II. — ELEVATORI A BRACCIA

a) *Montacarichi.* — Non si prestano che in casi eccezionali per sollevamento di persone, ma il loro uso è invece esteso per sollevare oltrechè oggetti minuti anche carichi di una certa entità negli edifici in cui non sia possibile o non convenga procurarsi una forza meccanica. La portata massima per cui sono adoperati con vantaggio è di 500 Kg. Per carichi fino a 250 Kg. è sufficiente la forza di un uomo, per pesi da 250 ÷ 500 Kg. occorrono da 1 a 2 uomini. Per carichi maggiori difficilmente sono usati, perchè la velocità scende a valori che non sono più pratici (meno di 0,10 m. al min. secondo).

In questa categoria rientrano quasi sempre gli elevatori per vivande, biancherie, pacchi, libri, documenti, ecc., sebbene certe volte si trovi conveniente di fornire di motore idraulico od elettrico anche questi modesti apparecchi.

Quando devono portare stampati, documenti e simili, per servizio di Banche, Case commerciali, ecc., la gabbia è addirittura formata in forma di borsa o di busta, di lamiera o di cuoio. Si risparmia allora il contrappeso, e lo si sostituisce con una seconda borsa o busta che sale, mentre la prima scende, e viceversa. In questi elevatori il contrappeso ha importanza speciale, poichè permette di risparmiare forza manuale, e perciò per poco che superino portate di 10 o 15 Kg. è buona regola fornirlo. La disposizione più semplice consiste allora nell'inserire gabbia e contrappeso in una fune continua, avvolta tanto in alto che in basso su una carrucola (fig. 818), colla quale disposizione, quando l'elevatore collega più piani, si ha il vantaggio che da ogni piano può esser messo in moto.

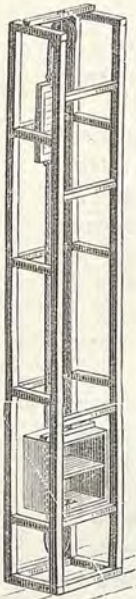


Fig. 818. — Montavivande a mano a fune continua.

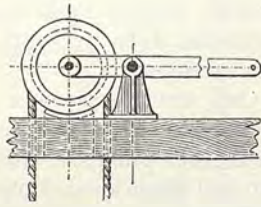


Fig. 819.
Freno per elevatore a mano di piccola portata.

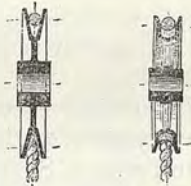


Fig. 820. — Puleggie a gola speciale per la fune di manovra degli elevatori a mano.

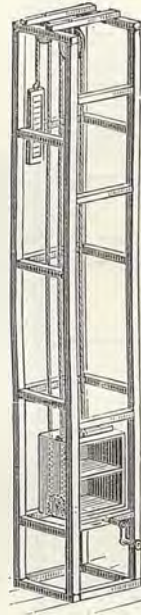


Fig. 821. — Montacarichi a mano di piccola portata con comando a manovella.

Se l'altezza è rilevante può avvenire che la gabbia acquisti durante il suo movimento una velocità eccessiva, tale da compromettere gli apparecchi per l'arresto automatico, che si devono mettere all'estremità di corsa. E quindi opportuno imperniare, come fa vedere la fig. 819, la carrucola superiore su un braccio di leva, il quale normalmente tiene abbassata la carrucola contro un freno a scarpa, sicchè ne viene impedito il movimento, e la allontana dal freno, permettendole di girare solo quando si tira una fune. Lasciando andare quest'ultima il movimento si arresta.

Siccome poi la fune che porta gabbia e contrappeso potrebbe con l'uso allentarsi e scarrucolare, si adottano carrucole con la gola a cuneo, oppure con risalti trasversali, o con guernizioni in caoutchouc (fig. 820).

L'apparecchio della fig. 818, per la sua semplicità e pei rudimentali apparecchi regolatori di cui dispone, non serve che per piccoli pesi (10÷15 Kg.): dimensioni della gabbia circa $0,80 \times 0,60$; però il principio a cui si informa di una fune continua, alla quale è applicata direttamente la forza motrice, è quello che si trova ripetuto pressochè in tutti i montacarichi, anche di forte portata.

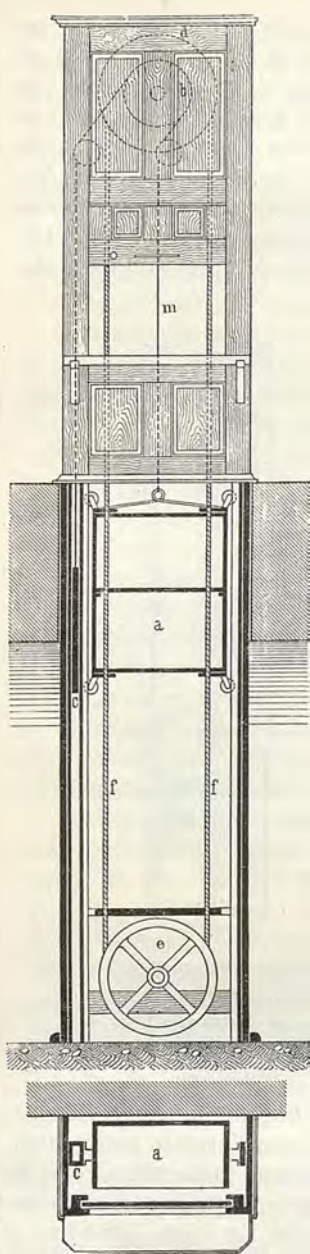


Fig. 822.
Montavivande a fune continua
per pesi di $20 \div 25$ Kg.

m, fune aperta portante gabbia e contrappeso; *a*, gabbia; *b*, puleggia della fune portante; *c*, contrappeso; *d*, *e*, puleggie della fune di manovra; *f*, fune continua di manovra.

strisciamento della fune, a meno di profilare a risalti la gola di detta puleggia, come si fa per le catene. Con questo espediente si assicurerebbe l'attrito sufficiente tra

In altri tipi invece la potenza è applicata ad una manovella o ad un arganello, come si vede nella fig. 821. Anche questa rappresenta un montacarichi per piccoli pesi ($20 \div 25$ Kg.), però, con le opportune correzioni e l'aggiunta di apparecchi di sicurezza, può servire per pesi di qualche centinaio di chilogrammi. Nell'apparecchio rappresentato in questa figura, su una puleggia mossa da una manovella passa una fune aperta. Ciascuno dei due capi della fune sale ad accavallarsi sopra una propria carrucola, e ne ridiscende portando uno il contrappeso, l'altro la gabbia. Col muovere in avanti o indietro la manovella la gabbia si alza od abbassa, giacchè l'attrito sulla mezza circonferenza della puleggia basta a trascinare la fune.

Con questa seconda disposizione, a differenza di quanto succede nell'altra, il meccanismo può esser messo in moto soltanto dal piano a cui si trova la manovella.

Tanto l'uno quanto l'altro dei tipi fondamentali sopra descritti può venire modificato in svariati modi a volontà del costruttore, e secondo lo scopo e l'entità dei carichi da sollevare.

Così il tipo a fune continua può prendere la forma della fig. 822, che rappresenta un montavivande per carichi da Kg. $20 \div 25$.

Sulla puleggia *b* passa la corda *m* che ad un'estremità porta la gabbia *a* e all'altra il contrappeso *c*. Sullo stesso albero che porta la *b* è fissata una puleggia *d*, di diametro maggiore, sulla quale si avvolge la fune continua *f*, che in basso passa sotto un'altra puleggia *e*. La sospensione della gabbia può per maggior sicurezza essere duplicata, adoperando 2 corde e 2 contrappesi.

La gabbia scorre fra due guide di legno, e il peso del contrappeso supera quello della gabbia di 5 o 10 Kg. (cioè circa $\frac{1}{3}$ del peso utile). All'estremità superiore vi è un mobile in legno che nasconde la puleggia e che ha una porta (meglio se scorrevole) da cui si ritirano i piatti.

Per evitare le due piccole puleggie di rinvio della fig. 822, che guidano i due rami della fune aperta *m* portante gabbia e contrappeso, si può disporre il tutto come nella fig. 823. Qui manca anche la puleggia inferiore *e* della fig. 822, e questo è un inconveniente, perchè con la sola puleggia di sommità è difficile evitare uno

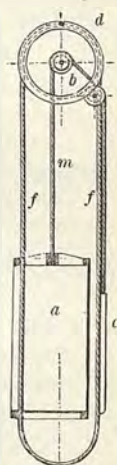


Fig. 823.
Montacarichi
a fune continua
per piccolipesi.

m, fune aperta portante gabbia e contrappeso; *a*, gabbia; *b*, puleggia della fune portante; *c*, contrappeso; *d*, puleggia della fune di manovra; *e*, fune continua di manovra.

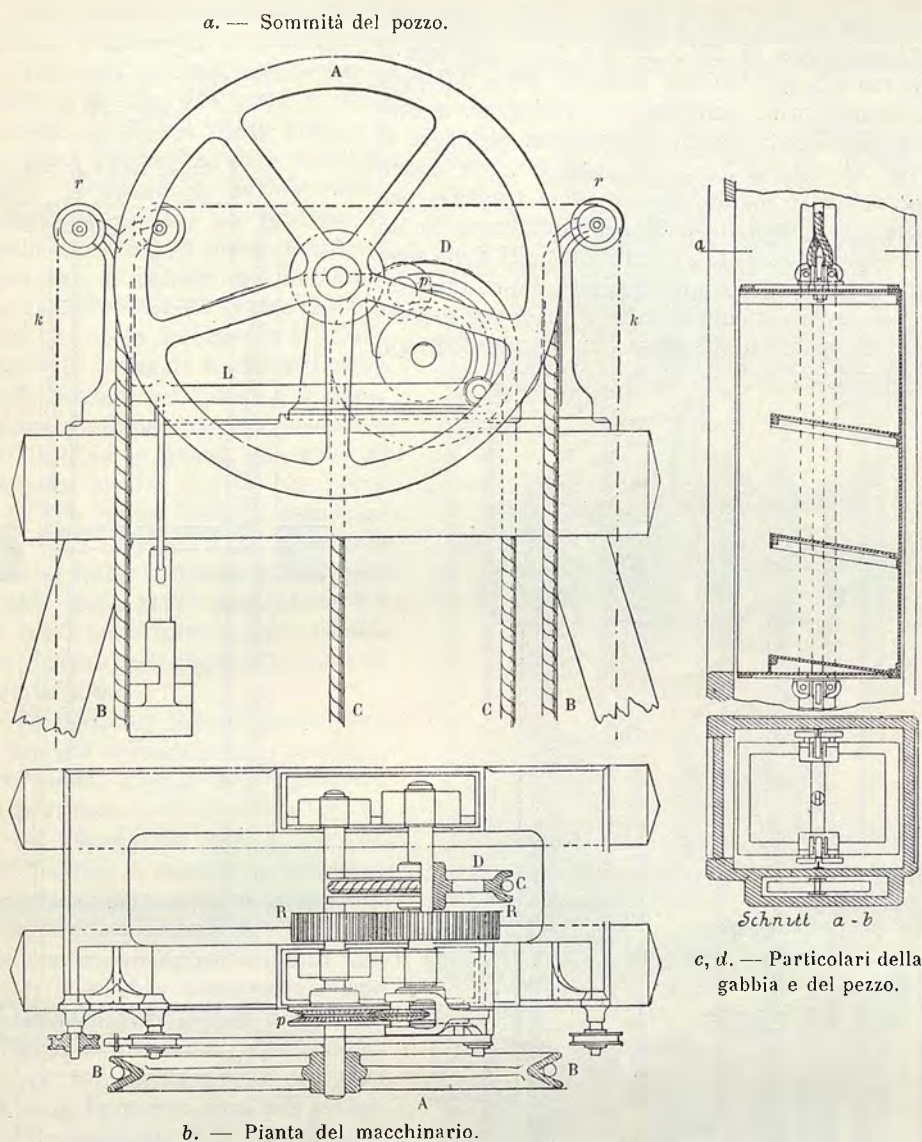


Fig. 824 a, b, c, d. — Montadocumenti a mano negli Uffici municipali di Berlino.

A, puleggia della fune continua di manovra; BB, fune di manovra; CC, fune portante; D, puleggia della fune portante; L, leva del freno; RR, ingranaggio; *kk*, catena di comando del freno; *pp*, puleggie di frizione per l'arresto; *rr*, rulli di guida della *kk*.

puleggia e fune, ma si verrebbe ad avere un notevole logorìo di quest'ultima. Invece le due puleggie superiore ed inferiore assicurano il necessario attrito, con un consumo molto minore della fune.

Un esempio di elevatore a mano, il cui meccanismo è relativamente complicato per le particolarità della posizione e del servizio, viene offerto dall'elevatore per le carte d'ufficio nel palazzo municipale di Berlino (fig. 824 a, b, c, d).

Pel movimento del medesimo serve una puleggia a gola cuneiforme A di 70 cm. di diametro, il cui movimento per mezzo di una coppia di ruote dentate RR viene

trasmesso ad un albero motore, con un rapporto di trasmissione di $21 \div 39$. La fune continua di manovra BB pel limitato diametro della puleggia a gola cuneiforme, onde ottenere l'aderenza necessaria, viene fatta passare sopra una puleggia di rinvio collocata al fondo del pozzo e viene inoltre provvista di un tenditore automatico. Qualche cosa in più del peso della gabbia è equilibrato da un contrappeso attaccato all'altra estremità della fune portante CC; anche questa passa sopra una puleggia a gola cuneiforme D, alla quale per ristrettezza di spazio fu assegnato un diametro di soli centimetri 28.

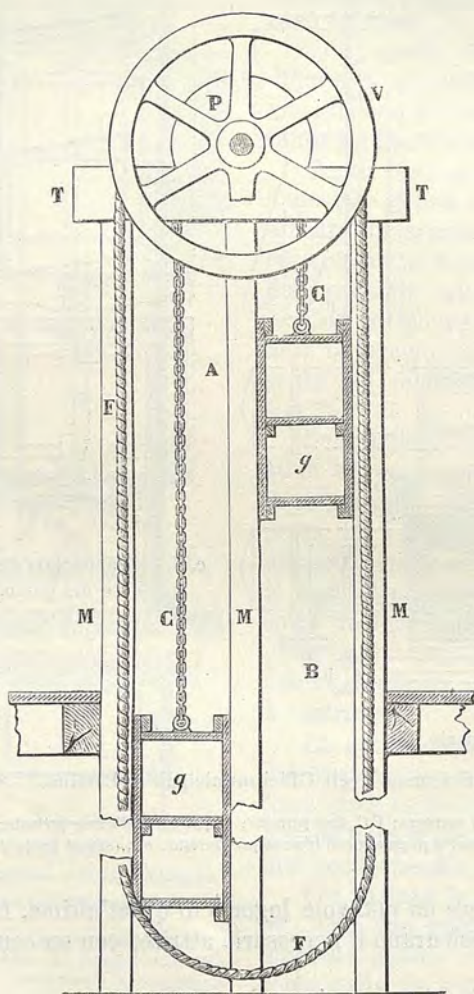


Fig. 825. — Montavivande di Holt and Willetts.

A, B, pozzi accostati; M, M, montanti in legno dei pozzi; C, catena portante le due gabbie; P, puleggia della catena portante (diametro eguale all'interasse dei due pozzi); V, puleggia della fune di manovra; F, fune continua di manovra.

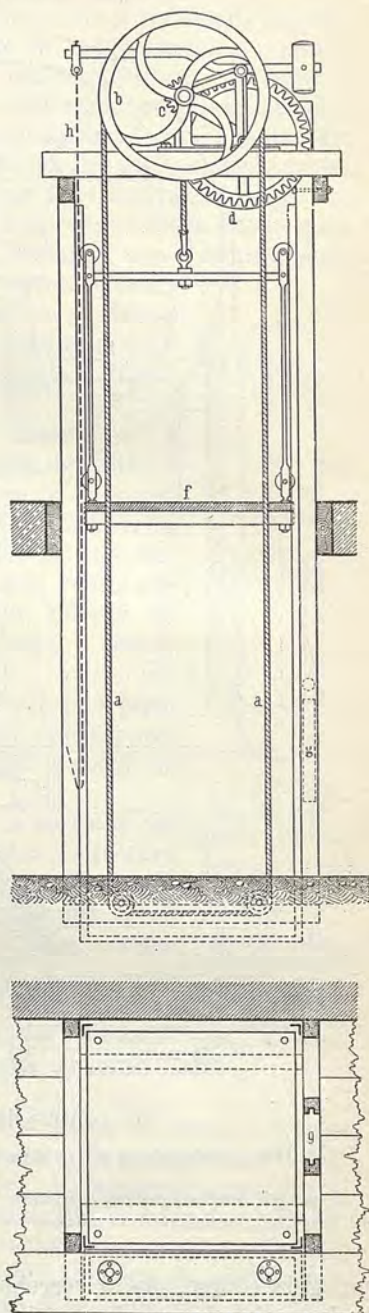


Fig. 826. — Montacarichi di portata di 500 Kg.

a, a, fune continua di manovra; b, puleggia della fune di manovra; c, d, rocchetto e ruota di trasmissione; f, gabbia; g, contrappeso; h, fune di comando del freno.

Uno speciale meccanismo serve a tenere ferma la gabbia in ogni posizione di arresto. Consiste di tre puleggie *p* a gola cuneiforme, delle quali due sono fissate una per ciascuno sui due assi, motore e di trasmissione, mentre la terza è imperniata su una leva *L* (fig. 824 *a*, *b*) e nello stato di riposo del piano mobile è insinuata contro le altre due. In questa posizione la funzione delle tre puleggie, come meccanismo di trasmissione fra gli alberi, motore e ricevitore, è di annullare lo sforzo che tenderebbe a far rotare l'albero della *D*, come facilmente si rileva seguendo i singoli movimenti delle ruote dentate e di quelle a frizione. Questo continuo arresto richiede che per mettere la gabbia in grado di muoversi si alzi la leva che porta la piccola ruota a frizione, distaccandola dalle altre due e mantenendola così per tutta la durata della corsa. A tale scopo serve una catena *kk* che corre lungo tutto il pozzo, ed alla quale sono uniti appositi tiranti ai diversi piani.

Poichè questi tiranti sono disposti ai due lati dell'ascensore, la catena deve essere doppia; nella fig. 824 *a* se ne vedono i rulli di guida *rr*.

La disposizione delle figure 822 e 823 a fune di manovra continua *f*, distinta dalla corda *m* che porta ascensore e contrappeso, è poi di prammatica quando si tratti di elevatori a gabbie accoppiate, come quello della fig. 825, il cui funzionamento non richiede spiegazioni; oppure nei montacarichi per pesi rilevanti. In questo caso per comodità di maneggio si dà alla fune la grossezza di $2,5 \div 3,5$ cm. ed il diametro della puleggia, sia a causa della grossezza della fune, sia per ottenere una maggiore velocità, è assai grande: da 1 a 2 m. La fig. 826 rappresenta un montacarichi di portata fino a 500 Kg. di questo tipo.

Alla puleggia inferiore *e* della fig. 822 sono sostituite due piccole puleggie sotto cui passa la fune continua di manovra *a*, che sale lungo il pozzo e va ad avvolgersi sulla grande puleggia *b*. L'albero di questa porta calettato un rocchetto *c* che ingrana con una ruota dentata *d*, sull'asse della quale si trova il tamburo su cui passa la corda, portante ad un capo la gabbia, all'altro il contrappeso.

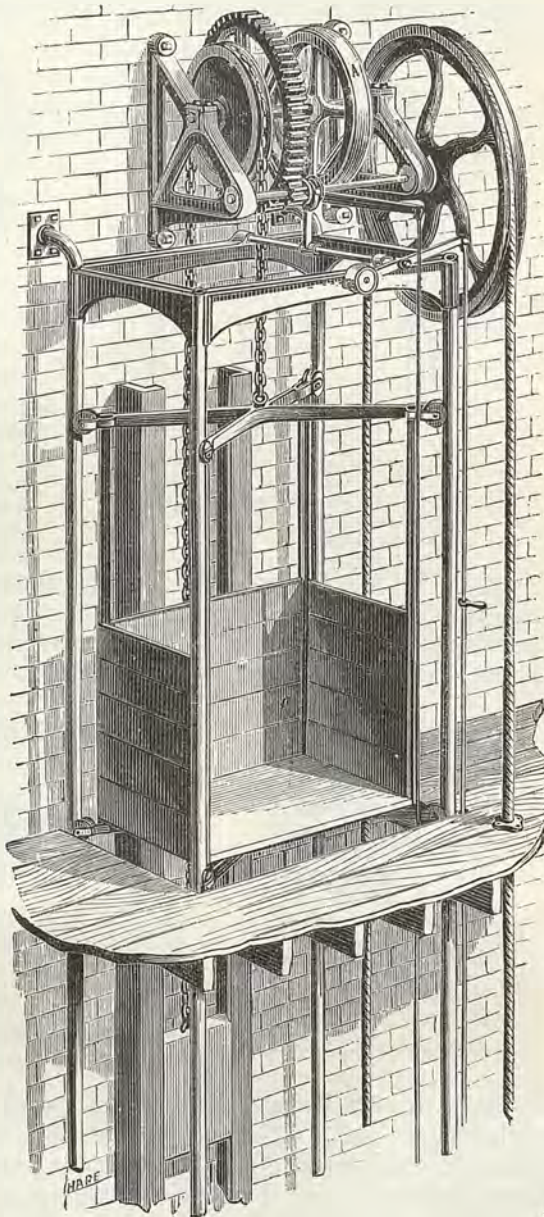


Fig. 827. — Montacarichi a mano di Appleby.

Di più si ha per regolare la discesa un freno comandabile con una catenella *h*, pendente lungo il pozzo. Il freno può avere anche altre forme, come nelle fig. 827 e 828, che rappresentano due montacarichi di tipo affatto analogo, quanto a meccanismo motore, costruiti rispettivamente dalle Ditte Appleby e Tangyes.

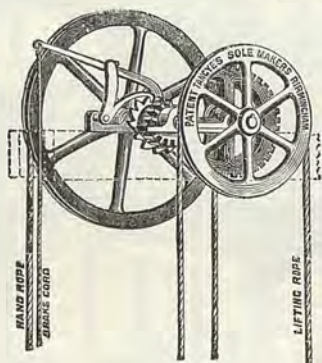


Fig. 828.

Montacarichi a mano di Tangyes.

Hand rope, fune di manovra; *Lifting rope*, fune portante; *Brake cord*, fune di comando del nottolino d'arresto.

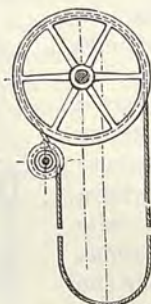


Fig. 829.

Grande puleggia e carrucola di rinvio per la fune di manovra nei montacarichi di grande portata.

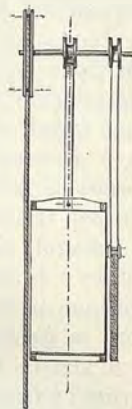
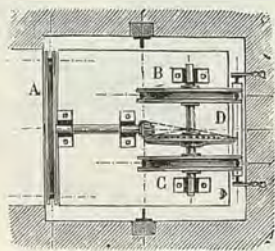


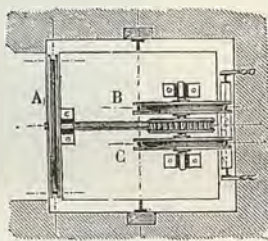
Fig. 830.

Variante di montacarichi a fune continua.

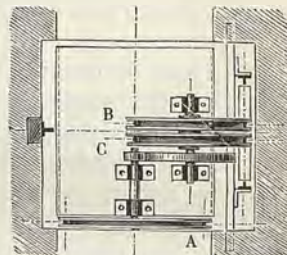
Nella fig. 827 il freno è un semplice freno a nastro, applicato alla puleggia A, calettata sull'albero della ruota dentata, e così disposto da essere sempre applicato, salvo quando l'uomo addetto alla manovra dell'apparecchio vuole metterlo fuori di azione, tirando a tale scopo una cordicella pendente lungo tutto il pozzo.



a



b



c

Fig. 831 a, b, c. — Trasmissione dalla puleggia A alle puleggie B e C della gabbia e del contrappeso D.

Nella fig. 828 il freno è costituito da un nottolino, che è sempre impegnato nella ruota a denti di forza per l'arresto, calettata sopra l'albero della grande puleggia. Per permettere la discesa della gabbia basta tirare una funicella (*brake cord*) pendente lungo il pozzo ed attaccata al capo di una leva che alza o fa cadere il nottolino.

Quando si tratta di grandi portate (500 Kg. o più), com'è il caso degli ultimi esempi riportati, la grande puleggia viene ad avere un diametro superiore all'ampiezza della gabbia. Si aggiunge allora (fig. 829) una puleggia di guida, a mezzo della quale il tratto di fune discendente è avviato dentro al pozzo.

Un'altra variante del tipo a fune continua consiste nel calettare, come fa vedere la fig. 830, sull'asse della grande puleggia mossa dalla fune di manovra due brevi

tamburi, sopra uno dei quali si avviluppa la fune o la cinghia che porta la gabbia, mentre sull'altro, e in direzione opposta, si avvolge la fune o la cinghia del contrappeso.

Per trasmettere il movimento della fune continua, oltre agli ingranaggi di rocchetto e ruota, già visti in qualcuno dei tipi precedenti, si possono usare ingranaggi conici, oppure con vite perpetua e ruota elicoidale (fig. 831 *a, b, c*) dipendentemente dalla posizione e dal numero degli accessi che il pozzo presenta, poichè da questi dipende la posizione da darsi al contrappeso. Così, se l'accesso è da un solo lato, il contrappeso si adatta bene sulla faccia opposta, mentre se si hanno due accessi, uno di fronte all'altro, esso deve stare di fianco, come è rappresentato nella fig. 830. Se la fune continua deve essere manovrabile tanto dagli accessi del pozzo quanto dalla gabbia, e se i primi stanno da una parte sola, la puleggia sarà sul davanti ed il contrappeso dalla parte posteriore: è quindi possibile una trasmissione o con ruote coniche (fig. 831 *a*) o con ruote elicoidali (fig. 831 *b*).

Le ruote elicoidali però non si adoprano volentieri, perchè con esse la velocità risulta troppo piccola. Volendo, si può usare anche qui una trasmissione con ruote cilindriche; in tal caso però il contrappeso viene a stare da una parte (fig. 831 *c*).

Anche il tipo fondamentale a manovella, di cui la fig. 821 (pag. 437) offre un esempio semplicissimo, può essere variato, sia sostituendo alla puleggia della detta figura due brevi tamburi su cui si avvolgono in direzioni opposte i due tratti di fune che mettono capo al gabbia ed al contrappeso, oppure due gabbie, di cui una fa da contrappeso all'altra (fig. 832), sia ricorrendo, ove l'entità del carico lo richieda, ad un verricello con trasmissione ad ingranaggio (fig. 833 e 834).

Nella fig. 833 il verricello è portato su cavalletti, nella 834 invece è fissabile al muro: nella prima di queste l'ingranaggio è doppio, il secondo ingranaggio si può però togliere di mezzo quando si vogliano sollevare rapidamente piccoli pesi; nella seconda l'ingranaggio è semplice.

Una disposizione un poco diversa della manovella motrice è quella che si ha nel montavivande Chedeville, rappresentato schematicamente nella fig. 835. Qui la corda *D* che si attacca al soffitto della gabbia e che porta inserito il contrappeso *E*, dopo esser passata sulla puleggia *B*, posta in alto del pozzo, scende fin sotto la piccola puleggia *c*, e da questa va al verricello, mosso direttamente dalla manovella.

La puleggia inferiore *c* deve stare costantemente nel piano determinato dai due tratti di fune *D*, uno dei quali, e cioè il tratto *m*, ha una inclinazione variabile a

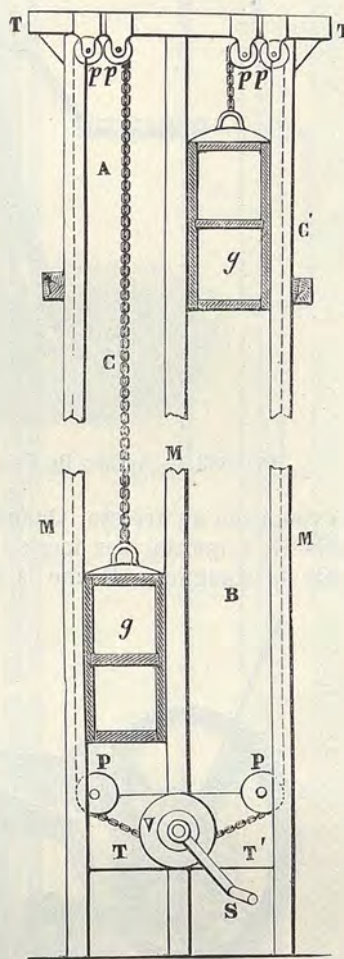


Fig. 832. — Montavivande della Casa Holt and Willetts di Cradley Heath.

A, B, pozzi accostati; M, M, montanti di legno dei pozzi; C, C, catene portanti le due gabbie; P, p, puleggie e rulli di rinvio; V, tamburo della manovella; S, manovella di comando.

seconda del grado di avvolgimento, perciò è montata su una staffa girevole così da potersi orientare nella posizione necessaria.

Per assicurare l'arresto del movimento quando la gabbia è giunta al fondo del pozzo si trova, calettata sullo stesso asse del verricello, tra la manovella e il tamburo,

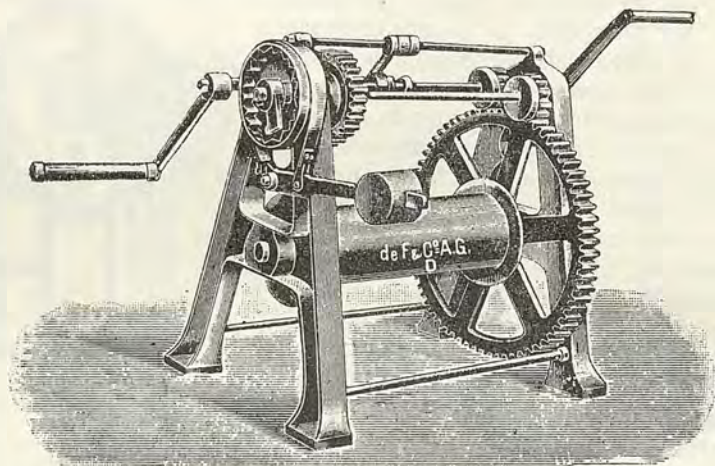


Fig. 833. — Argano De Fries & Co. di Düsseldorf, con freno con ruota e nottolino.

una ruota con un arresto. Quando la gabbia giunge al fondo della corsa, preme l'asticciola G, e questa, per mezzo di un ingranaggio interno, fa avanzare orizzontalmente la stanghetta H che fa impegnare l'arresto entro la ruota. Dopo di che, se si deve di nuovo far funzionare il meccanismo, si deve ritirare la stanghetta H, che a sua volta disingrana l'arresto.

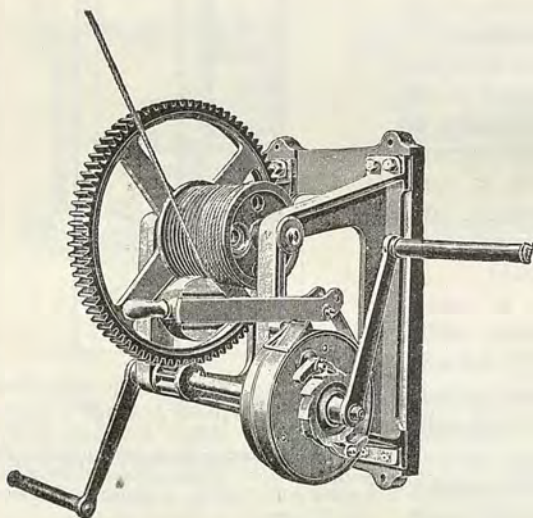


Fig. 834. — Argano E. Becker di Berlino, con freno a pressione di carico e regolatore di velocità.

Quando l'entità del carico incomincia a raggiungere i 100 Kg. la manovella trasmette il movimento al tamburo con l'interposizione di un ingranaggio.

La fig. 836 rappresenta appunto un elevatore così costituito, impiegato nel forte di Exilles per sollevare i proiettili dal piano delle riserve al piano della batteria.

La gabbia P, ridotta ad una semplice piattaforma, collegata a mezzo di 4 lunghe chiavarde C a 2 traverse superiori disposte secondo le due diagonali, è guidata fra i quattro ritti di legno formanti il pozzo da quattro coppie di rotelle r.

L'asse della manovella M passa dentro al tamburo cavo V su cui si avvolge la fune, e a mezzo del rocchetto V_1 e della ruota R_1 muove l'albero A parallelo al tamburo. Questo albero a mezzo di rocchetto e di ruota come la R_1 solidale al tamburo mette in rotazione il medesimo. Per moderare il movimento vi ha un freno a

nastro Z di cui L è la leva; e per l'arresto vi ha una ruota a denti di forza con nottolino.

Per impedire la caduta della gabbia quando la fune si rompesse, la gabbia è collegata alla fune a mezzo dell'apparecchio di sicurezza S.

Esso consta delle due traverse già ricordate disposte secondo le due diagonali di un rettangolo e congiunte solo secondo due lati opposti, il tutto guidato da rotelle come la piattaforma P. Nel punto di incrocio delle due traverse si ha un foro attraverso al quale passa un'asticciuola che in alto porta la carrucola mobile N, sotto cui passa la fune che fa muovere l'apparecchio, ed in basso si attacca sul mezzo di una lamina piegata a molla. Quattro catene attaccate da una parte alla carrucola N e dall'altra al fondo dell'asticciuola sono unite nel mezzo a quattro leve imperniate sull'intelaiatura e penetranti coll'estremità entro a cavità praticate nei ritti del castello. Il funzionamento è il seguente: quando la piattaforma si solleva per la trazione che la fune esercita, la molla si comprime, l'asticciuola scorre verso l'alto e le catene fanno rotare le leve suddette intorno ai loro perni in modo da permettere alle loro estremità di scorrere liberamente contro ai ritti del pozzo. Se la fune si rompe la molla si distende, tira in giù l'asticciuola e con questa le catene; le catene portano allora le leve in una posizione orizzontale e in questa rimangono perchè vi sono trattenute da appositi talloni di arresto. Le loro estremità si appoggiano sulla parte piana degli incavi praticati nei ritti, fissando la gabbia nella posizione in cui si trovava all'atto della rottura della fune.

Per portate maggiori l'ingranaggio motore si complica, ma il principio rimane sempre quello. La fig. 837 rappresenta un montacarichi per portate fino a Kg. 1000.

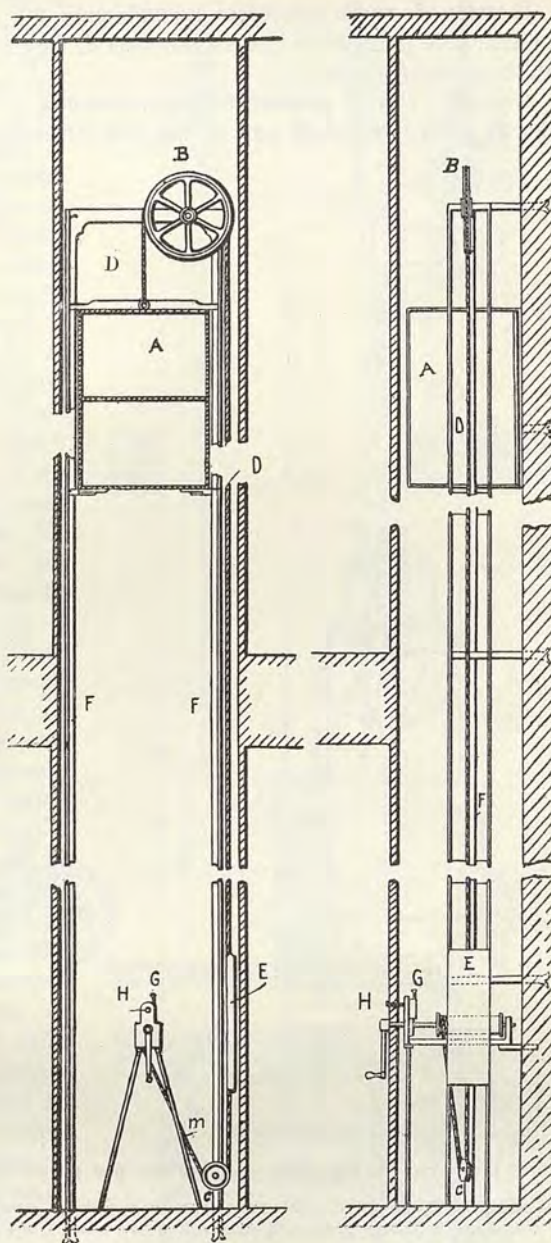


Fig. 835. — Montavivande Chedeville.

A, cassa volante; B, puleggia di sommità; C, puleggia di rinvio; D, fune portante; E, contrappeso; F, guide; G, H, congegno per l'arresto automatico all'estremità inferiore di corsa.

Il treno di ruote, piuttosto ingombrante ma robusto, muove l'albero *a*, sul quale si hanno due puleggie *b b*; e su ciascuna di esse si avvolge una delle funi che portano gabbia e contrappeso.

Due altri tipi di montacarichi a manovella, o, per dir meglio, ad argano, che meritano di essere ricordati per la speciale forma della gabbia e per le particolarità del-

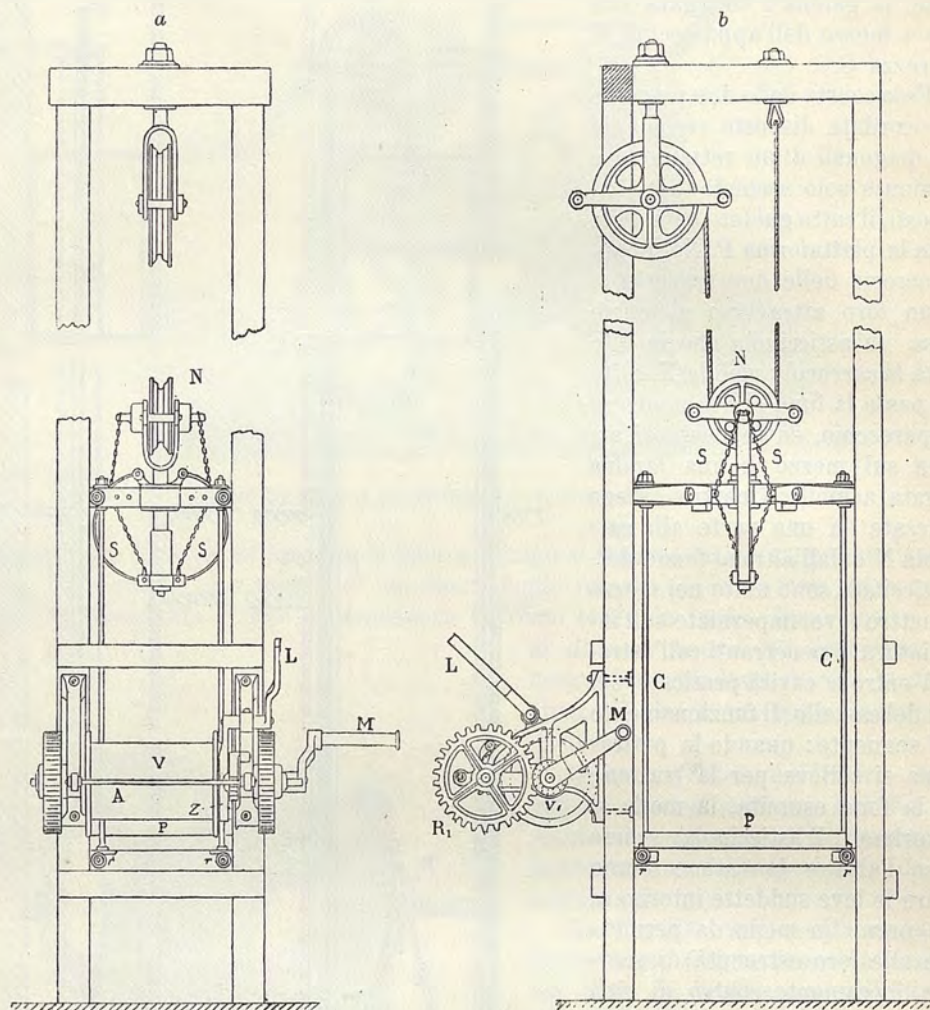


Fig. 836. — Elevatore per proiettili nel forte di Exilles.

P, piano mobile; C, chiavarda di collegamento; *r*, rotelle di guida; M, manovella di comando; V, tamburo della fune; V₁, rocchetto; R₁, ruota dentata dell'albero; A, albero di sostegno; Z, freno a nastro; L, leva del freno; S, apparecchio di sicurezza; N, carrucola mobile.

l'impianto, sono quelli descritti nell'*Enciclopedia delle Arti e Industrie*, pag. 798 e segg. Da questa sono riportate illustrazioni e spiegazioni.

Il primo tipo è rappresentato nella fig. 838, ed è adoperato specialmente in Inghilterra per trasportare merci, come barili, sacchi, ecc., dalla strada pubblica nelle cantine o locali sotterranei, e viceversa. Queste cantine evidentemente devono essere costruite in modo speciale sì da poter ricevere l'installazione di tale apparecchio e permetterne il comodo funzionamento. Il modo più ordinario di disporre tale costruzione è chiaramente rappresentato dalla figura. Esternamente al locale proprio della cantina si ha, sotto la strada pubblica, una camera destinata a ricevere i quattro

montanti, i quali si addentrano sotto il suolo della cantina di una quantità eguale all'altezza della gabbia, in modo da permettere a quest'ultima di portare la sua piattaforma superiore a livello del pavimento, ciò che agevola grandemente il carico e lo scarico delle merci. Questa disposizione è richiesta dalla speciale costruzione della gabbia che porta il meccanismo pel suo movimento inferiormente. e tale costruzione è imposta dal trovarsi il montacarichi sotto il suolo pubblico e dal non potersi quindi superiormente al pozzo erigere alcuna costruzione. Bisogna però, evidentemente, al disopra dell'apparecchio, costruire una botola robusta e facilmente apribile quando si hanno da ricevere merci. Appena al disotto di questa botola si ha l'intelaiatura superiore del pozzo, a cui è solidamente fissato, sul fianco anteriore, il capo di una catena in ferro la quale discende verticalmente e passa sotto due piccole puleggie portate dall'intelaiatura sostenente la gabbia su due faccie opposte, quindi risale e va ad avvolgersi sopra una terza puleggia portata dall'intelaiatura superiore del pozzo, e finalmente discende e va ad avvolgersi sopra il tamburo di un arganello che si trova nella stessa camera del pozzo, di fianco ai montanti, e viene ordinariamente manovrato a mano da un uomo che si trova nel locale stesso della cantina. Per far discendere i carichi ordinariamente basta che quest'uomo agisca sopra un freno a nastro, come è rappresentato nella figura; quando si vuol far risalire la gabbia, piena o vuota, si mette in movimento la manovella del volante, che con opportuno meccanismo di ruote dentate trasmette il moto al tamburo dell'arganello. Il locale del montacarichi deve essere sufficientemente ampio in modo da permettere di visitare comodamente e riparare, quando occorra, l'edificio e l'arganello. L'accesso vi è dato da una seconda apertura laterale a quella attraverso a cui si ricevono le merci, situata su un fianco del pozzo.

Il montacarichi illustrato dalla figura ha un'altezza di 3 metri e mezzo circa, ed una portata massima di 5 quintali; il suo costo complessivo, esclusa la messa in opera, ma compreso il meccanismo motore, supera di poco le lire mille.

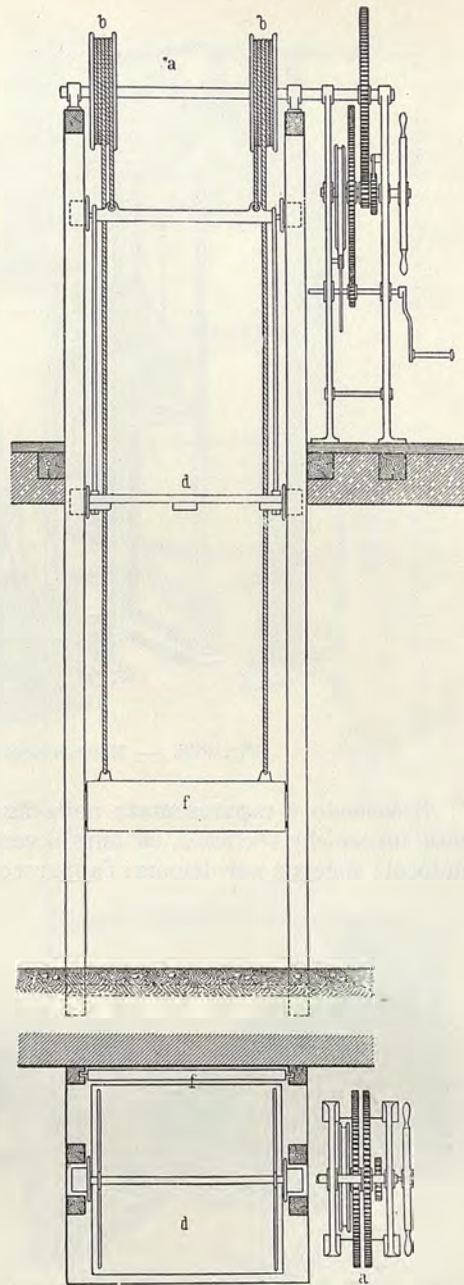


Fig. 837.

Montacarichi per pesi fino a 1000 Kg.

a, albero principale; b, b, puleggie delle funi portanti gabbia e contrappeso; d, gabbia; f, contrappeso.

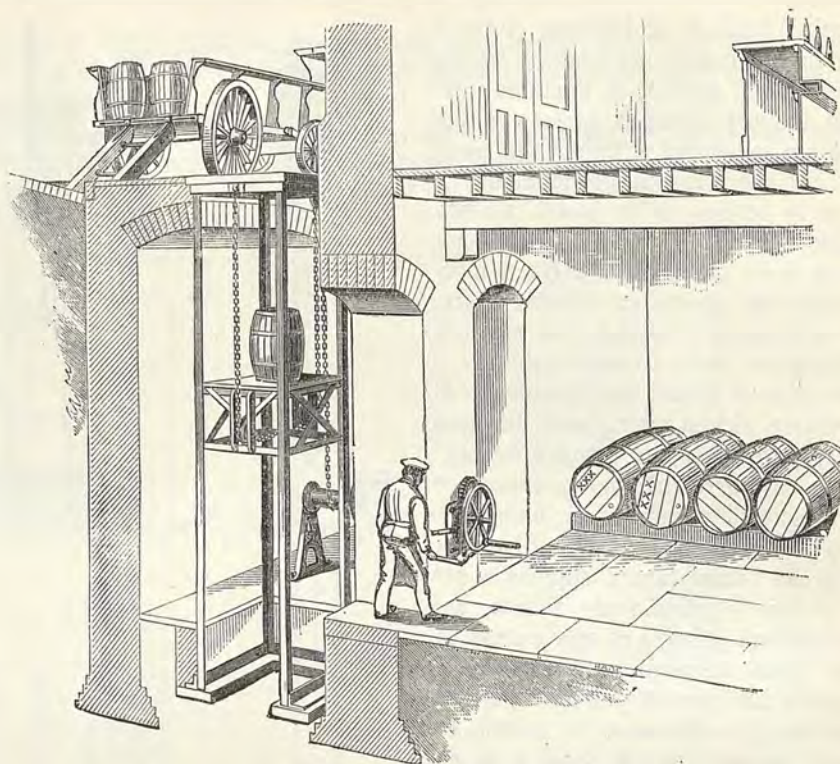


Fig. 838. — Montacarichi a mano Appleby per cantine.

Il secondo è rappresentato nella fig. 839, ed è pure usato per cantine, ma è inclinato, invece che verticale, ed offre il vantaggio di non richiedere più la costruzione di un locale speciale per disporvi l'apparecchio. Ordinariamente l'installazione si fa sulla

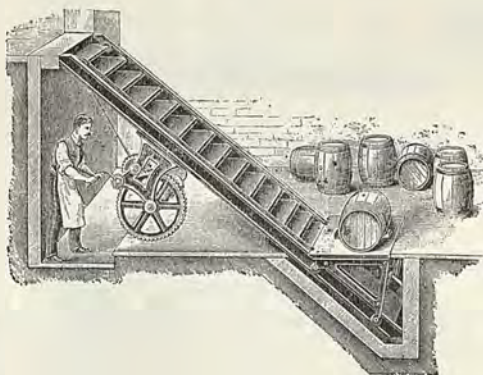


Fig. 839. — Montacarichi a mano inclinato per cantine (Carlo Flohr di Berlino).

scala stessa che dà accesso alla cantina; basta disporre sui due fianchi di questa due robusti ferri a **I**, su cui scorre, mediante opportune rotelle, la piattaforma tirata da una catena che va ad avvolgersi sopra una carrucola disposta in alto, contro la parete della cantina e immediatamente al disotto della finestra che dà nella via, e quindi ridiscende ad avvolgersi sul tamburo dell'arganello, disposto sotto la scala stessa. Questa catena di trazione, dopo essersi avvolta su due carrucole disposte nel pozzo inferiore, va ordinariamente ad attaccarsi alla gabbia in uno dei punti inferiori della sua intelaiatura, che in

questo caso ha la forma speciale di un prisma triangolare, in modo da permettere alla piattaforma di venire alquanto sopra il livello del suolo pubblico, per agevolare lo scarico delle merci. Alla base della scala bisogna costruire un piccolo pozzo entro cui si addentrano i due ferri a **I**, per ricevere la gabbia in modo che questa possa portare la sua piattaforma esattamente a livello del suolo della cantina. Questo pozzo

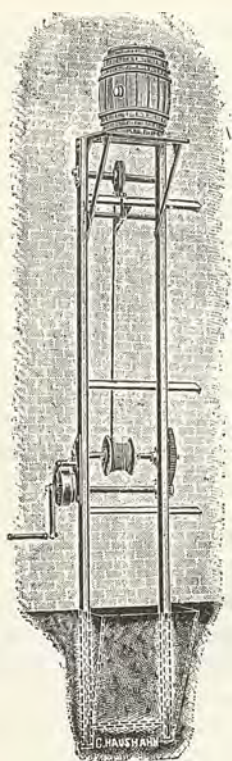


Fig. 840. — Montacarichi a mano verticale per cantine (C. Haushahn, Stuttgart).

ordinariamente è chiuso da una *botola* che nasconde e ripara la gabbia, e si apre solo quando si ha da mettere in azione il montacarichi. Si vede quindi che questo montacarichi non occupa, si può dire, nessuno spazio, e non richiede di costruzioni speciali che il pozzo inferiore; è quindi molto conveniente. Il suo prezzo è press'a poco eguale a quello del precedente.

Analogo a quest'ultimo per la struttura del carrello, sebbene il movimento avvenga in senso verticale, è quello della fig. 840 della Ditta Austran di Stuttgart, che trova impiego nei *restaurants* e nei caffè, per sollevare la birra dalla cantina al locale dove la si consuma.

b) *Ascensori*. — Non si usano ascensori mossi a braccia, o molto raramente. Quei pochi che si costruiscono sono sempre del tipo a fune continua, e disposti in modo che detta fune passi dentro la gabbia, sicchè chi vi sta dentro possa tirarsi su da sè. Servono solo per altezze limitate ed è

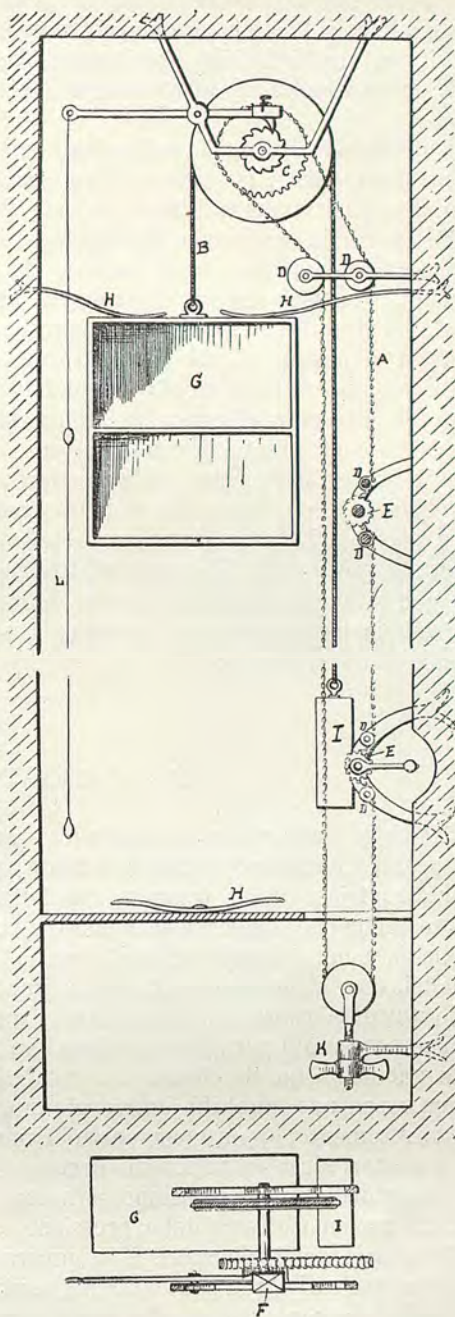


Fig. 841. — Montacarichi a mano comandabile da ogni piano a mezzo di manovella.

A, catena Vaucanson di manovra; B, fune portante gabbia e contrappeso; C, ruota dentata della catena Vaucanson; D, D, D, puleggie di rinvio della catena; E, ruota di comando a cui si innesta la manovella; F, nottolino d'arresto; G, cassa volante; H, molle per fermare la gabbia alle estremità di corsa; I, contrappeso; K, tenditore della catena; L, fune di comando del nottolino.

anche consigliabile che siano di uso personale, cioè servano sempre alla stessa persona, giacchè allora si può mettere un contrappeso che equilibri con sufficiente approssimazione il peso dell'individuo per il quale l'ascensore è destinato, sicchè per innalzarsi non si dovrà vincere che le resistenze di attrito.

Confrontando i due sistemi a fune continua e a manovella si riconosce anzitutto che in questi ultimi la potenza è applicabile con continuità assai maggiore che nei primi. Per contro hanno l'inconveniente che non si possono manovrare che dal piano a cui si trova la manovella. Veramente a questo inconveniente si può riparare ricorrendo a qualche artificio, come quello della fig. 841, che rappresenta ancora un montavivande. In essa si usa per la manovra una catena Vaucanson, che a ogni piano è guidata da due piccoli perni D D a ingranare nelle ruote dentate E. Le ruote E sono mosse da manovelle e sono fissate a sopporti murati o avvitati alle pareti del pozzo.

Nei montacarichi è meglio regolabile il movimento ed è sempre possibile fermare alle estremità di corsa la gabbia, mentre che in quelli a fune continua, per poco che il contrappeso prevalga sul peso da sollevare, la velocità diventa eccessiva, la corda sfugge dalle mani della persona incaricata della manovra, e la gabbia non più regolata va ad urtare con violenza contro l'arresto, all'estremità di corsa.

La potenzialità e le dimensioni degli elevatori a mano non devono mai essere progettate più grandi di quanto effettivamente occorre, giacchè altrimenti le trasmissioni non si adattano più ai carichi abituali e in causa del peso dei macchinari e della gabbia nascono troppe resistenze passive, che assorbono gran parte della forza manuale di cui si dispone.

III. — ELEVATORI IDRAULICI

L'impiego della pressione idraulica negli elevatori offre il vantaggio che questi sono pronti a funzionare istantaneamente, che quando sono inattivi non si ha consumo di forza motrice, che la trasmissione della pressione idraulica si effettua senza difficoltà, e infine che il meccanismo motore, conservando la caratteristica di una grande semplicità, non richiede pel suo governo pressochè nessuna sorveglianza. Cautele speciali invece si devono usare per evitare il congelamento dell'acqua nei condotti. Perciò tutte le tubazioni devono avere una pendenza sufficiente a vuotar del tutto l'impianto durante i periodi di inazione che nell'inverno si avessero a verificare.

La gabbia in questi elevatori è innalzata per l'azione esercitata da una colonna d'acqua sopra uno stantuffo scorrevole in un cilindro. Secondo che la gabbia è collegata direttamente, oppure per mezzo di funi, catene e simili allo stantuffo, si hanno:

elevatori idraulici ad azione diretta, ed

elevatori idraulici ad azione indiretta.

L'utilizzazione diretta della pressione, che si ha nelle condotte d'acqua pubbliche per l'esercizio degli elevatori, è in generale vietata, perchè si producono con ciò dei colpi di ariete sull'acqua contenuta nella rete delle tubazioni.

Escluso l'attacco diretto alle condutture pubbliche sono necessari: un serbatoio in cui l'acqua affluisca per battente proprio, o perchè spintavi da una pompa; oppure un accumulatore accoppiato con una pompa.

Il serbatoio dev'essere collocato in posizione protetta dal gelo, e il più alto possibile, sia per limitare il consumo dell'acqua e l'ampiezza del cilindro, sia per mantenere pressochè costante la pressione; la sua capacità dev'essere da 3 a 5 volte quella del cilindro. L'afflusso dell'acqua in esso è regolato da una valvola a galleggiante.

L'accumulatore (fig. 842 *a* e *b*), che deve servire ad immagazzinare del lavoro motore, mentre l'elevatore è fermo, per fornirlo quando si mette in moto, può essere di due tipi: uno con stantuffo mobile e cilindro fisso (fig. 842 *a*), l'altro differenziale (fig. 842 *b*) con stantuffo fisso a due diametri e cilindro mobile. L'acqua viene spinta in esso sotto pressione da una pompa premente mossa da una motrice a vapore o a gas. La portata della pompa deve esser calcolata in modo che lavorando continuamente accumuli e renda disponibile la quantità d'acqua sufficiente al funzionamento dell'elevatore.

L'accumulatore della fig. 842 *a* consta essenzialmente di un cilindro cavo di ghisa D fissato verticalmente per mezzo di una larga base sopra ad un solido letto di muratura o di calcestruzzo. Il cilindro è chiuso in basso ed aperto superiormente, ed in esso scorre, attraverso ad una guarnitura superiore facente l'ufficio di scatola a stoppa, uno stantuffo tuffante A. Lo stantuffo termina con un piatto a cui si collega la massa pesante P che deve essere sollevata.

Il cilindro è in comunicazione alla sua base per mezzo del tubo B colla pompa premente, e per mezzo del tubo B₁ con l'elevatore. Aprendo un rubinetto la massa pesante discende spingendo l'acqua che per B₁ esce con pressione costante.

L'accumulatore stesso deve poter regolare la velocità della motrice che aziona la pompa di alimentazione, e far sì che essa acceleri quando la massa pesante si abbassa (ciò che avviene quando l'acqua che esce dall'accumulatore è in volume maggiore di quella che la pompa vi introduce), e che rallenti quando la massa pesante si solleva; deve inoltre poter arrestare la motrice quando, non uscendo acqua dall'accumulatore, la cassa deve restare immobile alla sua massima altezza.

Per ottenere una tale regolazione della pompa, si collega la valvola a farfalla della sua motrice (che ordinariamente è comandata dal regolatore a forza centrifuga) ad una catena *i* (fig. 842 *a*), che discende verticalmente accanto alla cassa dell'accumulatore e termina con un contrappeso *h*.

Sollevandosi la cassa, quando essa è giunta ad una certa altezza, il contrappeso è sollevato da un risalto I, solidale all'estremità inferiore della cassa, la valvola farfalla riduce l'ingresso del vapore nella motrice e questa rallenta; invece, quando la cassa si abbassa, il contrappeso *h* rimane abbandonato e determina la totale apertura al vapore.

Indicando con

D il diametro dello stantuffo,

P il peso della massa gravante su di esso,

H l'altezza a cui è stato sollevato il medesimo,

si ha che la pressione unitaria con cui l'acqua può agire sull'elevatore (sviluppando un lavoro uguale a quello accumulato, cioè $= PH$), è:

$$p = \frac{P}{\frac{1}{4} \pi D^2}.$$

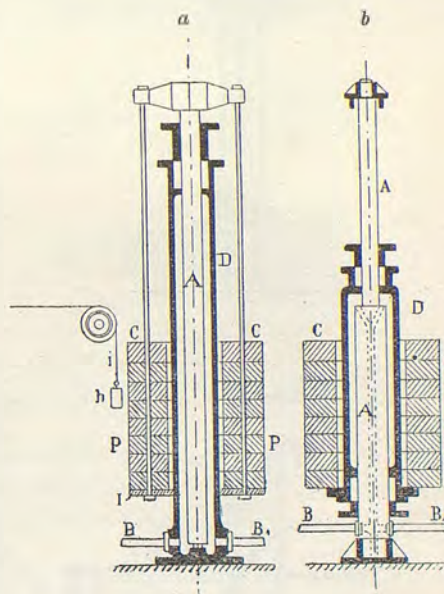


Fig. 842. — Accumulatori idraulici.

A, stantuffo; C, cassa anulare ripiena di materiali pesanti; D, cilindro; B, condotta di afflusso; B₁, condotta di scarico.

L'accumulatore della fig. 842 *b* serve quando si vogliono raggiungere pressioni molto elevate, senza ricorrere a casse eccessivamente pesanti, e come tale è impiegato solo là dove si vogliono azionare molti elevatori con un solo accumulatore, nel qual caso la pressione dell'acqua è spinta fino a 70 atmosfere.

Esso consta di due cilindri sovrapposti, di diametri però differenti, lungo i quali scorre il cilindro D, munito di guerniture alle due estremità e portante la cassa pesante C. L'acqua in pressione arriva entro il cilindro pel tubo B che ripiegandosi verticalmente attraversa lo stantuffo A secondo l'asse, e si scarica pel tubo B₁.

Indicando con

D e *d* il diametro dei due tratti di stantuffo,

P il peso da sollevare,

H l'altezza di sollevamento,

si ha che il lavoro disponibile è ancora PH, ma che la pressione sull'acqua [che si esercita solamente sulla corona circolare $\frac{1}{4} \pi (D^2 - d^2)$] è:

$$p = \frac{P}{\frac{1}{4} \pi (D^2 - d^2)}$$

Il vantaggio che presenta questo accumulatore è quindi tanto maggiore quanto più *d* è prossimo a D.

Qualunque sia il modo con cui si procura l'acqua in pressione, è di speciale importanza che essa sia limpida: l'acqua torbida, soprattutto per la presenza di granelli di sabbia, guasta le guernizioni e l'apparato distributore. Per tale motivo si evita l'impiego di acqua depurata con filtri di sabbia.

Per immettere l'acqua nel cilindro si inserisce nella tubazione proveniente dal serbatoio o dall'accumulatore una valvola, o una saracinesca, o un rubinetto, aperti i quali l'acqua entra nel cilindro e ne spinge fuori lo stantuffo che solleva la gabbia. Per la discesa si chiude la valvola detta e se ne apre una seconda che mette in comunicazione il cilindro col tubo di scarica; allora il peso stesso dello stantuffo che discende caccia via l'acqua.

Invece di due valvole si ha in generale un solo cassetto simile a quello delle macchine a vapore che opera la distribuzione dell'acqua, potendo: 1° stabilire l'introduzione dell'acqua mentre l'efflusso è chiuso (salita); 2° aprire l'efflusso otturando l'afflusso (discesa); 3° chiudere contemporaneamente efflusso ed afflusso (arresto).

La fig. 843 rappresenta appunto una tale distribuzione: l'acqua arriva dal tubo M e può per il tubo E entrare nel cilindro oppure scaricarsi per il tubo I, a seconda della posizione assunta dal cassetto H, che è comandato dal volantino O. Se il cassetto lascia aperta (come in figura) la comunicazione fra la camera G, in cui arriva l'acqua, ed il tubo E l'elevatore sale; se è abbassato totalmente fa comunicare E per le luci *k* ed *l* con I, e l'elevatore discende; se invece è portato in una posizione intermedia fra le due, in modo da coprire la luce *k*, l'elevatore non si muove.

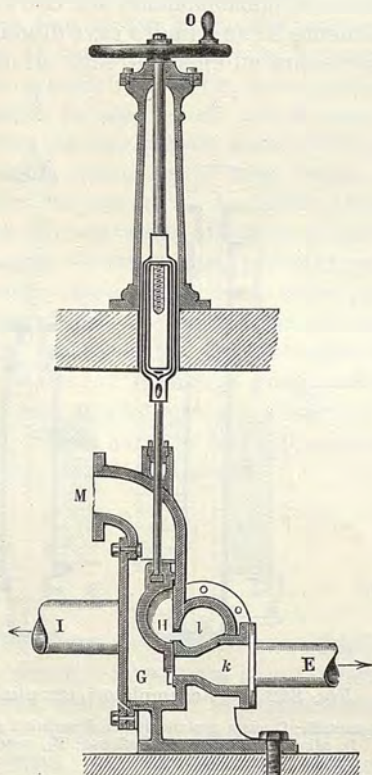


Fig. 843. — Cassetto di distribuzione per elevatori idraulici.

M, tubo di arrivo; I, tubo di scarico; E, tubo di introduzione nel cilindro dell'elevatore; O, volantino di comando.

Un altro distributore è quello indicato nella fig 844, che rappresenta l'apparecchio in posizione tale da permettere la salita dell'elevatore. In questo caso l'acqua passa per il condotto continuo adb dalla tubazione d'arrivo al cilindro; per scaricarla nel condotto d'efflusso si fa rotare il rubinetto sino a stabilire a mezzo di e la comunicazione fra b ed l . Con ciò l'elevatore discende.

Per mantenerlo fermo basta che il distributore sia girato in modo da avere orizzontali i condotti d ed e : in tale posizione essi si appoggiano contro la parte piena p del distributore, e risultano chiuse tutte le comunicazioni del tubo b , tanto con la condotta di afflusso a , quanto con quella di efflusso l .

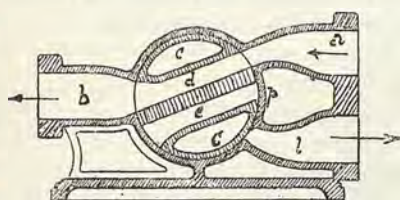


Fig. 844.

Distributore rotativo.

c, c , parte mobile; a , tubazione d'arrivo; b , tubazione al cilindro dell'elevatore; l , tubazione di scarico.

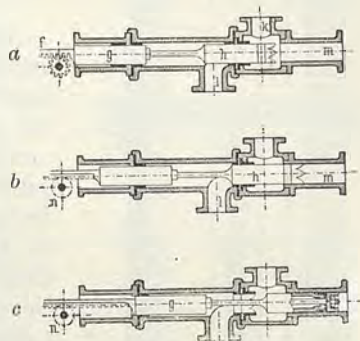


Fig. 845 a, b, c.

Cassetto distributore americano.

gh , stantuffo distributore; l , tubazione d'arrivo; k , tubazione d'introduzione nel cilindro dell'elevatore; m , tubazione di scarico; f , dentiera di comando dello stantuffo gh .

Come la figura indica, tutti i condotti sono profilati in modo che non si hanno gomiti, nè strozzature, nè angoli morti dove si depositino le impurità; mancano del tutto le guarniture in cuoio, e i cambiamenti di sezione sono studiati in modo da assicurare una messa in moto e un arresto dolce.

Degno di nota è ancora un tipo di distributore usato specialmente in America e rappresentato nella fig. 845 a, b, c . Alle estremità dello stantuffo gh , che regola la distribuzione, sono praticati degli intagli per impedire che il movimento dell'acqua subisca un cambiamento troppo rapido. Il suo funzionamento è il seguente: Dalla cabina si tira una fune che sul fondo del pozzo passa sotto una puleggia; essa mette in azione l'asta dentata f ; per l l'acqua arriva; per k passa nel cilindro di pressione, e per m si scarica.

a) Elevatori idraulici ad azione diretta.

$\alphaElevatori-ascensori. — Ridotti alle parti essenziali si compongono (fig. 846) di un cilindro di ghisa C collocato verticalmente in un pozzo sopra un suolo resistente, in cui scorre uno stantuffo tuffante S che porta superiormente la gabbia G . La corsa dello stantuffo deve essere uguale a quella che la gabbia deve compiere, e quindi l'altezza del cilindro deve essere uguale a queste.$

Il principio su cui si fondano è noto:

Se con P si indica quella parte del carico da sollevare che non è equilibrata da contrappesi e con h l'altezza massima a cui il carico deve sollevarsi (eguale alla corsa dello stantuffo), con S la sezione trasversale dello stantuffo e con γ il peso specifico dell'acqua, con H la massima altezza della colonna d'acqua premente, si ha che per l'equilibrio, quando il peso P è giunto alla sua posizione più alta (fig. 847), dev'essere:

$$P = (H - h) \gamma S \quad (1)$$

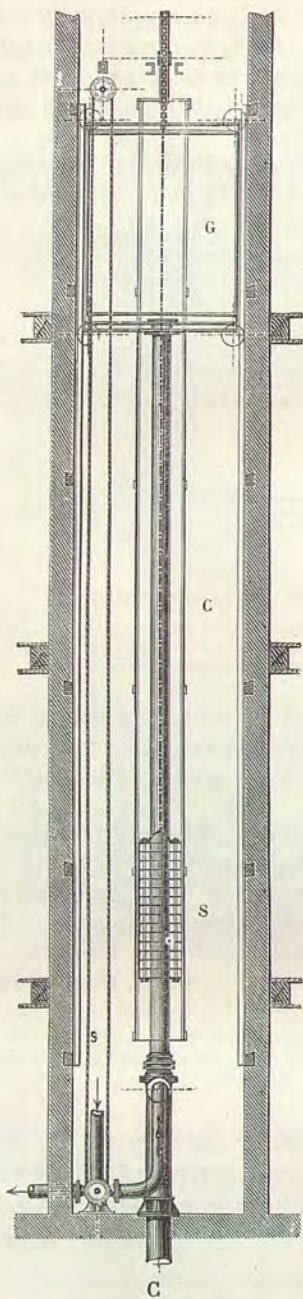


Fig. 846. — Elevatore idraulico ad azione diretta.

C, cilindro; G, gabbia; S, stantuffo tuffante.

da cui

$$Ph = (H - h) \gamma Sh;$$

ma Sh è la quantità d'acqua necessaria per una corsa che si indicherà con Q , dunque:

$$Q = \frac{Ph}{(H - h) \gamma}; \quad (2)$$

Dalla (1) si vede che il carico sollevabile è tanto maggiore, quanto più grande è l'altezza del serbatoio (H) rispetto alla corsa dello stantuffo (h); dalla (2) si vede che per ridurre il consumo dell'acqua (Q) conviene ancora che la differenza $H - h$ sia grande, cioè che il serbatoio sia molto più alto della massima altezza a cui deve salire la gabbia. Un'altra è la ragione per cui è bene mettere il serbatoio più in alto che sia possibile. Se infatti nella (1) si fa crescere h (cioè che equivale a considerare la gabbia che si solleva), diminuisce il peso P che può essere sollevato. Finché H è grande rispetto ad h , la variazione della differenza $H - h$ è poco sensibile, ma se invece h ha un valore

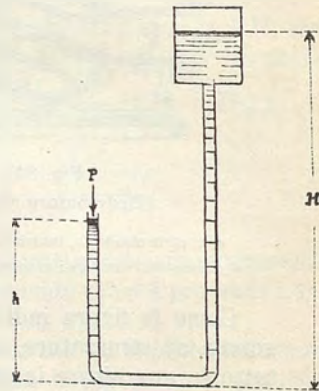


Fig. 847.

prossimo ad H , allora si verifica nella forza motrice una riduzione abbastanza sensibile di grado in grado che la gabbia sale, e l'effetto utile dell'impianto risulta scarso.

Gli elevatori di questo tipo hanno il merito di una marcia molto dolce e perciò sono tra i meglio indicati per uso di ascensori e montavivande, ma hanno il grande inconveniente di richiedere un cilindro lungo quanto la corsa della gabbia, sicché se l'elevatore parte dal piano terreno si dovrà scavare un pozzo profondo quanta è l'altezza dei piani serviti.

Ora questo scavo offre talvolta, per la natura geologica del terreno, delle difficoltà che si risolvono in una spesa ingentissima; per di più può compromettere — se lo si deve eseguire quando l'edificio è già compiuto — la solidità delle fondazioni stesse.

Da quanto precede consegue che l'elevatore idraulico ad azione diretta è meglio adoprare solo per corse brevi (fra piano e piano), e che quando deve servire più piani si deve procedere allo scavo del pozzo, in cui affondare il cilindro, contemporaneamente alle fondazioni. L'apparecchio distributore che apre e chiude l'accesso dell'acqua però non occorre sia affondato fino al piede del cilindro, ma sta sempre alla parte superiore del medesimo,

giacchè tra la superficie esterna dello stantuffo e la parete interna del cilindro rimane un giuoco di $2,5 \div 4$ cm. e lo stantuffo è a tenuta perfetta solo nella scatola a stoppa.

Un secondo inconveniente è che, in seguito al giuoco che esiste tra cilindro e stantuffo, questo si trova tutto circondato dall'acqua e va soggetto, pel principio d'Archimede, ad una spinta che diminuisce di mano in mano che lo stantuffo uscendo dal cilindro riduce il volume di acqua da esso spostato. Data la grande mole che hanno questi stantuffi, la riduzione della spinta idrostatica non è senza valore, e richiede speciali disposizioni per compensarla.

Volendo qui richiamare qualcuna delle principali disposizioni escogitate per eliminare gli inconvenienti su esposti, proprii di un tal genere di elevatori, si comincerà col descrivere quegli apparecchi che tendono ad evitare lo scavo del pozzo profondo, e in seguito si passerà a ricordare gli artifizi usati dai costruttori per compensare la riduzione della forza ascensionale.

Un primo espediente a cui si può ricorrere per non affondare il cilindro motore è quello rappresentato nella figura 848; con esso però si viene a ridurre l'altezza della colonna premente di una quantità eguale alla corsa dello stantuffo.

Questo dovrà essere più pesante possibile ed all'occorrenza esser sopraccaricato per garantire il suo abbassamento durante la salita del carico. Gli elevatori così costituiti, sebbene per la presenza di un organo flessibile che congiunge la gabbia allo stantuffo motore ricordino gli elevatori idraulici ad azione indiretta, di cui si dirà in seguito, pur tuttavia sono da ritenere come veri elevatori ad azione diretta giacchè manca in essi quella che si vedrà esser caratteristica essenziale del secondo tipo e cioè una taglia, che amplificando convenientemente il

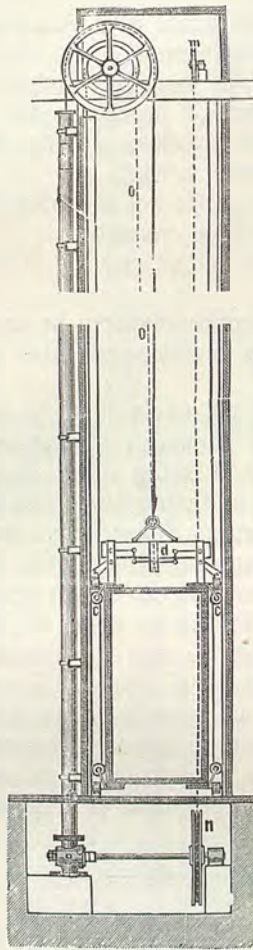


Fig. 848. — Elevatore idraulico ad azione diretta con cilindro motore di altezza ridotta.

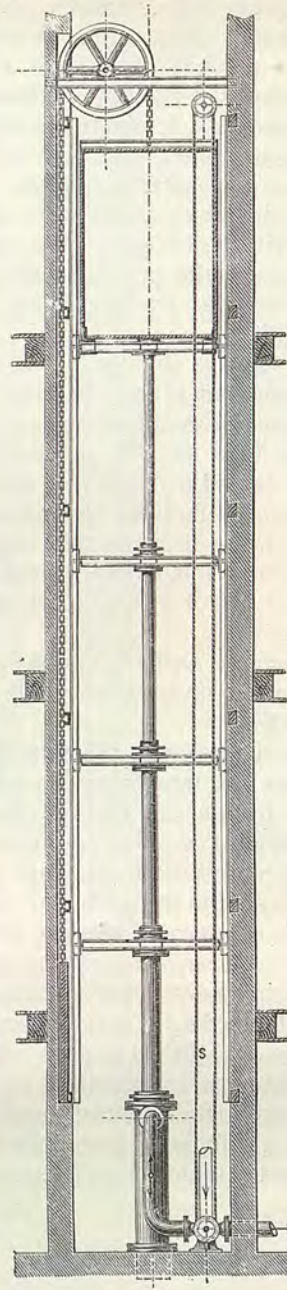


Fig. 849. — Elevatore idraulico ad azione diretta con stantuffo a telescopio per ridurre l'altezza del cilindro motore.

movimento dello stantuffo permetta a questo di percorrere un breve tratto mentre la gabbia compie tutta intera la sua corsa.

Un secondo espediente è quello rappresentato nella fig. 849, e consiste nel sostituire allo stantuffo tuffante di cui fino ad ora si è parlato un così detto « stantuffo a telescopio ». Il cilindro risulta allora di poca altezza, e lo stantuffo si compone di un certo numero (da 3 a 5) di cilindri aperti in basso e di diverso diametro, in modo che uno può entrare nell'altro.

Si dovranno avere tante scatole a stoppa quante sono le parti dello stantuffo, e, per evitare che questo sia sollecitato da sforzi flettenti e che le scatole a stoppa risentano delle pressioni laterali, le singole parti dello stantuffo hanno alla parte superiore una traversa (o una testa a croce) scorrevole nelle stesse guide che servono alla gabbia.

Si capisce che con queste disposizioni, se si elimina l'inconveniente dello scavo profondo, non si sopprime l'altro inconveniente della continua diminuzione della forza ascensionale man mano che lo stantuffo esce dal cilindro. Infatti per gli impianti come quello della fig. 848, il funzionamento è precisamente come nel tipo fondamentale della fig. 846, e per gli elevatori a telescopio (fig. 849) si verifica sempre una riduzione della forza ascensionale, se si pensa:

1° che il primo tubo appena uscito del tutto tira dietro a sé il secondo, e poi il terzo, ecc., aumentando sempre più il peso morto;

2° che il dislivello tra il pelo del serbatoio e la base superiore del telescopio diminuisce.

Pertanto anche in questi è importante disporre un apparecchio compensatore, che assicuri la invariabilità della forza motrice dall'inizio al termine della corsa dello stantuffo.

La disposizione più semplice e più ovvia è quella rappresentata nella fig. 850, e consiste nel fare le catene kk che portano i contrappesi g e g così pesanti, che la parte di esse che via via durante la salita dello stantuffo viene a cospirare col contrappeso equilibri per l'appunto la diminuzione della forza ascensionale.

(Il contrappeso è sempre opportuno. È necessario che esso pesi un po' meno della gabbia e dello stantuffo, per permettere la discesa della gabbia a vuoto).

Per calcolare il peso che deve avere la catena per ottenere questo effetto compensatore si consideri il sistema in equilibrio a metà corsa, cioè con lo stantuffo di area S per metà emerso e per metà immerso. Se esso sale di h , lasciando occupare dall'acqua un volume Sh , la spinta ascensionale si riduce del peso corrispondente al detto volume, cioè di γSh , dove i simboli hanno il valore definito a pag. 453.

Contemporaneamente i due tratti di catena k che vanno alla gabbia e al contrappeso risentono rispettivamente una diminuzione e un aumento di peso uguale a ph , se con p si indica il peso della catena per unità di lunghezza.

Per l'equilibrio dovrà essere:

$$\gamma Sh - ph = ph,$$

da cui

$$p = \frac{\gamma S}{2},$$

cioè: il peso della catena per unità di lunghezza dovrà essere uguale a quello di metà del volume d'acqua spostato, e il contrappeso dovrà equilibrare il peso della gabbia più il peso dello stantuffo, diminuito del valore della spinta idrostatica che si esercita sul medesimo quando è per metà immerso.

Un particolare di grande importanza, di cui la fig. 850 porge opportunità di parlare e al quale è essenziale porre la maggiore attenzione, è l'attacco delle catene kk .

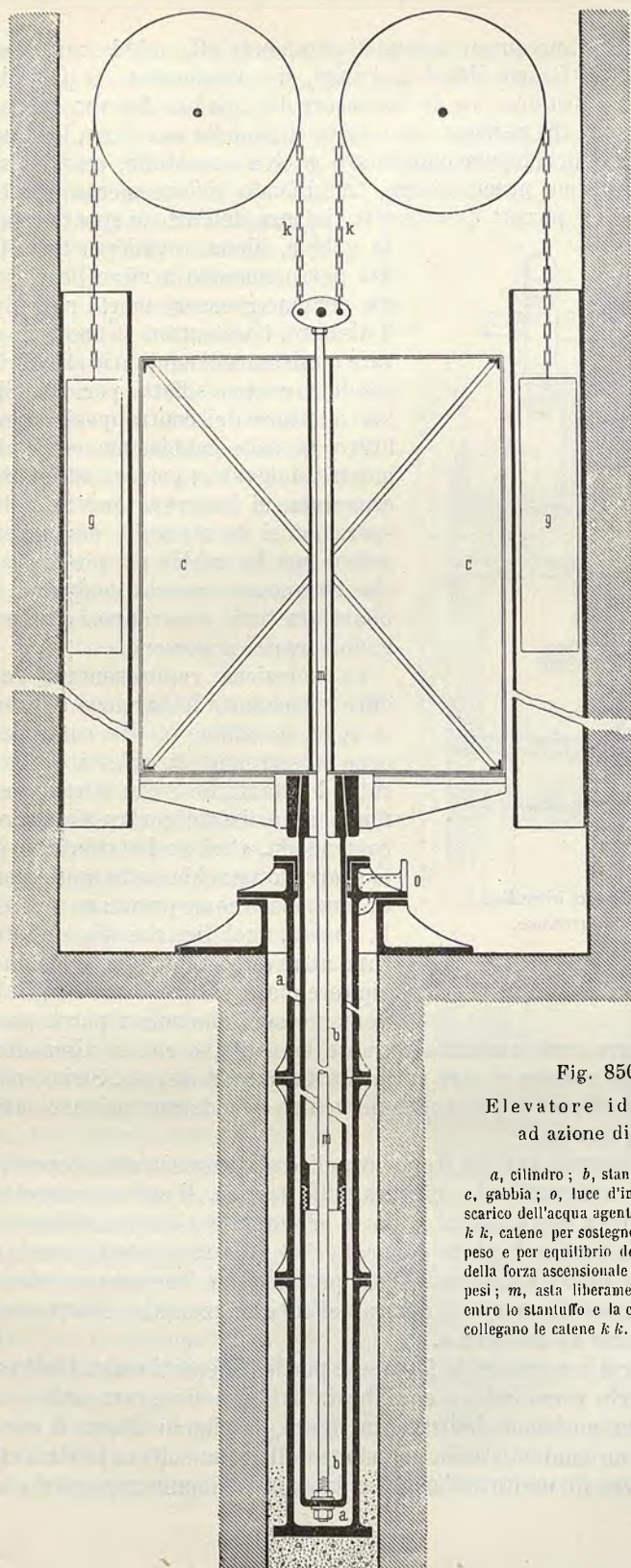


Fig. 850.

Elevatore idraulico
ad azione diretta.

a, cilindro; *b*, stantuffo tuffante;
c, gabbia; *o*, luce d'immissione e di
scarico dell'acqua agente nel cilindro;
k k, catene per sostegno del contrap-
peso e per equilibrio della variazione
della forza ascensionale; *g g*, contrap-
pesi; *m*, asta liberamente scorrevole
entro lo stantuffo e la cabina, a cui si
collegano le catene *k k*.

Una volta si attaccavano queste catene direttamente alla gabbia, ma, dopo il disastro avvenuto nel 1878 al Grand Hôtel di Parigi, si è riconosciuto il pericolo a cui si va incontro con questo sistema. In un ascensore del tipo ora descritto si rompe, mentre la gabbia che portava tre persone era a metà circa della sua corsa, lo stantuffo. I contrappesi, che erano calcolati per equilibrare gabbia e stantuffo, trovandosi alleggeriti del peso di quest'ultimo precipitarono, trascinando violentemente in alto la gabbia, fino alla sommità del pozzo: quivi per la violenza dell'urto si spezzarono le catene, e

la gabbia, libera, rovinò per tutta la profondità del pozzo venendo a sfraccellarsi sul fondo. Le tre persone rimasero morte sul colpo. Successo il disastro, i costruttori si preoccuparono di trovare un sistema di equilibrio che offrisse garanzia assoluta contro siffatti pericoli. Si incominciò per adottare dei contrappesi capaci di equilibrare la sola gabbia, ma con tale soluzione, mentre si doveva ricorrere ad una forza motrice esagerata, si incorreva ancora nel rischio che spezzandosi lo stantuffo non al suo punto di unione con la gabbia ma più in basso, la parte che rimaneva a questa congiunta non essendo bilanciata dai contrappesi trascinasse seco gabbia, carico e persone.

La soluzione rappresentata dalla fig. 850 offre invece tutte le garanzie desiderabili. Come si vede, le catene *kk* dei contrappesi si attaccano all'estremità di un'asta *m* che passa lungo tutto lo stantuffo *b* che è cavo, ne traversa il fondo, ed è fissata contro a questo con dado e controdado. Così se lo stantuffo si rompesse, la sbarra lo terrebbe tutto unito, permettendogli di funzionare come prima; se invece si rompesse la sbarra, vuol dire che sfuggirebbe dallo stantuffo attraverso la gabbia, e i contrappesi precipiterebbero senza recare danni. Unico inconveniente sarà che non si potrà proseguire se la

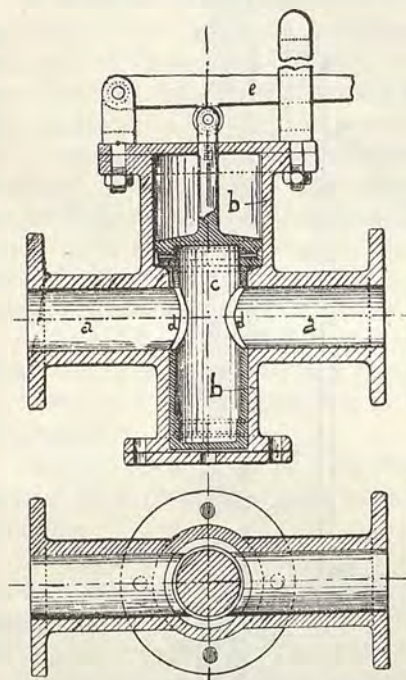


Fig. 851. — Freno idraulico di sicurezza Heurtebise.

a, tubo orizzontale; *b*, tubo verticale a due diametri; *c*, stantuffo cavo; *d*, apertura nello stantuffo; *e*, leva di equilibrio.

rottura della sbarra sarà avvenuta durante la salita, o che si discenderà un po' più velocemente se tale rottura si sarà verificata durante la discesa. Stringendo però prontamente le luci di efflusso si può anche pervenire a moderare più che sufficientemente questa velocità di discesa.

L'Heurtebise costruì anzi un freno idraulico di sicurezza allo scopo di rendere più pronta e del tutto automatica la chiusura dello scarico. Il suo apparecchio (fig. 851) si compone di un tubo a croce, di cui la parte orizzontale *aa* serve all'immissione e allo scarico dell'acqua, mentre la parte verticale *bb* è alesata a due diametri per contenere lo stantuffo cavo *c* forato trasversalmente, per modo da lasciare una comunicazione tra il ramo *a* di sinistra e il ramo *a* di destra del tubo orizzontale, e sovraccaricato da un peso agente a mezzo di una leva *e*.

Finchè la marcia è normale, la forza che per le differenti sezioni dello stantuffo tenderebbe a sollevarlo verso l'alto è equilibrata dal peso che grava sulla leva, e lo stantuffo rimane nella posizione indicata in figura, lasciando libero il corso dell'acqua lungo *aa*. Invece un aumento nella pressione dell'acqua solleva lo stantuffo *c*, e questo allora chiude la via di uscita all'acqua e la gabbia rimane appoggiata sulla colonna

liquida racchiusa nel cilindro. Si capisce che l'effetto è tanto più pronto quanto più violento è lo sbalzo di pressione dell'acqua, cioè appunto quanto più grave è la perturbazione nell'andamento della gabbia.

Evidentemente, nel caso in cui la sbarra che traversa lo stantuffo si rompa, il cilindro dell'elevatore viene sollecitato da una pressione molto superiore alla normale, poichè sulla colonna d'acqua ch'esso contiene vengono così a gravare il complesso della gabbia, quello dello stantuffo e il carico utile, senza che lo alleggeriscano i contrappesi: si deve perciò abbondare nello stabilire la grossezza di detto cilindro.

L'attacco dei contrappesi con precauzioni come quelle ora descritte è indispensabile se lo stantuffo è di ghisa; se invece è di ferro o di acciaio si può anche ammettere che le catene dei contrappesi vengano ad attaccarsi direttamente alla gabbia. Questa deve, più che in ogni altra specie di elevatori, essere scrupolosamente guidata, perchè, data la grande sproporzione tra lunghezza e diametro dello stantuffo, una piccola eccentricità del carico può produrre sforzi pericolosi.

Ritornando ai compensatori, ricorderemo fra i tanti che ebbero applicazione più o meno estesa il *compensatore Edoux* (fig. 852), nel quale il contrappeso si muove in un cilindro distinto, di uguale profondità di quello in cui si muove lo stantuffo motore, oppure (come variante se il contrappeso ha forma anulare) nello stesso cilindro che serve allo stantuffo motore, nello spazio anulare che si lascia tra stantuffo e cilindro.

Rimane così assicurata la lubrificazione continua degli assi delle puleggie e delle altre parti soggette a sfregamento che sono contenute nella cassa sormontante il cilindro, ma si ha l'inconveniente che le catene risultano difficilmente ispezionabili: esse si possono rompere senza che si abbia avuto agio di verificarne lo stato, e allora lasciano sfuggire il contrappeso; lo stantuffo con la cabina, non più equilibrato, viene a esercitare sulla colonna d'acqua, a cui si trova per intero raccomandato, una pressione che può fendere il cilindro, e se la fuga dell'acqua è notevole tutto precipiterà. Inoltre aumenta la spesa, perchè il pozzo deve essere spinto più profondo di un'altezza uguale a quella della cassa contenente le puleggie e per di più deve essere doppio, o, se il contrappeso è anulare, di diametro più grande.

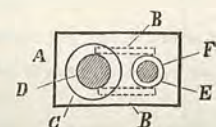
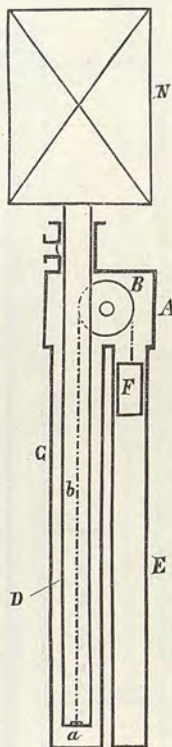


Fig. 852. — Ascensore idraulico ad azione diretta ed a contrappeso inferiore sistema Edoux.

A, cassa sormontante i cilindri C ed E; B B, puleggie per le catene; C, cilindro per lo stantuffo; D, stantuffo tuffante; E, cilindro per il contrappeso; F, contrappeso; a a, orecchioni dello stantuffo D d'attacco delle catene del contrappeso; b b, catene portanti il contrappeso.

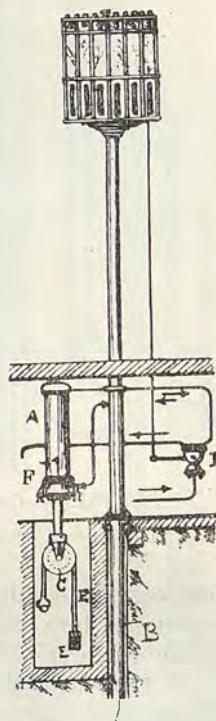


Fig. 853. Compensatore Geslin.

A, cilindro compensatore; B, cilindro motore; C, puleggia portata dallo stelo dello stantuffo compensatore; D, distributore; E E, catena e contrappeso; F, stantuffo compensatore.

Nel compensatore *Geslin* (fig. 853), l'acqua prima di venire ad agire sullo stantuffo contenuto nel cilindro motore B passa in un cilindro A, entro al quale si muove uno stantuffo ordinario F al cui gambo è attaccata una puleggia mobile. Sulla puleggia passa una fune o una catena, fissa all'estremità C e portante un contrappeso D all'altro estremo. Pel sollevamento dello stantuffo motore lo stantuffo F deve discendere, con lui

discende la puleggia, e quindi si allunga il tratto di catena che va al contrappeso D; aumenta dunque la compressione che F esercita sull'acqua, e pertanto è compensata la diminuzione della forza ascendente dello stantuffo.

Il compensatore *Roux e Combaluzier* (figura 854) si compone di un cilindro di lunghezza circa $\frac{1}{5}$ di quella del pozzo, in cui scorre uno stantuffo P, il cui stelo è sostituito da un nastro d'ottone; il cilindro in basso comunica col distributore e in alto col cilindro motore. Il nastro d'ottone di P è attaccato ad una puleggia compresa pur essa nel compensatore e si avvolge su questa. La puleggia è cassetata su un albero che esce al di fuori e porta un tamburo tronco-conico, con sopra segnata una scanalatura elicoidale che serve a guidare un cavo attaccato per un capo alla base maggiore del tronco di cono e portante appeso all'altro estremo un peso. La

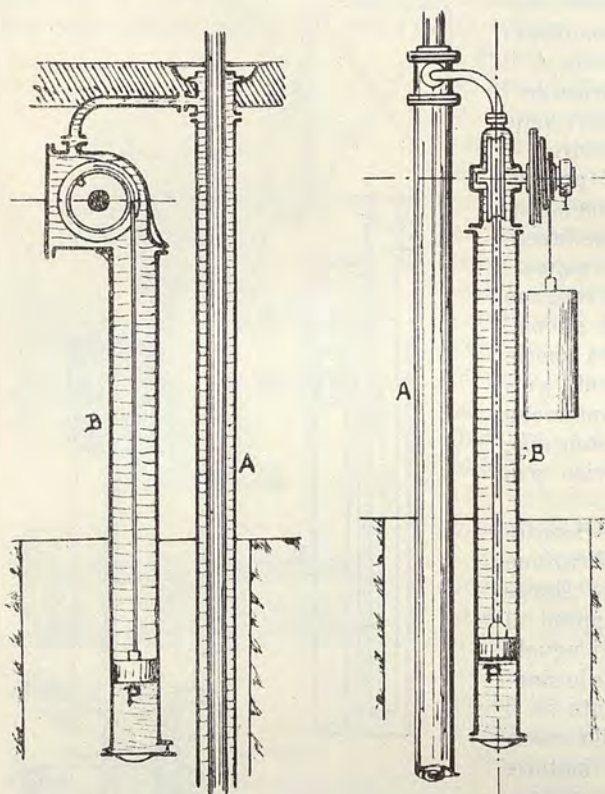


Fig. 854. — Compensatore Roux e Combaluzier.

A, cilindro motore; B, cilindro compensatore; P, stantuffo con stelo flessibile.

compensazione della spinta motrice è prodotta dalla variazione di lunghezza del braccio di leva del contrappeso che durante il movimento si avvicina o si allontana dall'albero.

Si supponga la gabbia in basso: lo stantuffo P è al fondo del cilindro B; il cavo che porta il contrappeso è completamente avvolto sul tamburo e si trova tangente alla base minore; la sua azione è minima ed equilibra il peso della gabbia e dello stantuffo immerso, meno un centinaio di Kg. necessari per la discesa a vuoto; si supponga ora di esercitare sotto P una pressione sufficiente a sollevare il carico ed a produrre la salita: allora lo stantuffo motore incomincerà ad uscire dall'acqua, cioè (come si dice volgarmente) ad aumentare di peso, ma contemporaneamente il braccio di leva del contrappeso aumenta ed esercita sul cavo di ottone una trazione proporzionale.

Per discendere si fa comunicare il fondo di B con lo scarico: l'acqua sfugge ed il peso della gabbia (aumentato o non dal sovraccarico) scaccia l'acqua dal cilindro A nel compensatore. Contemporaneamente il cavo del contrappeso si avvolge nuovamente sul suo tamburo sino a divenire di nuovo tangente alla base minore, e il consumo

d'acqua è sempre solo quello che corrisponde al movimento dello stantuffo motore. Siccome un po' d'acqua si perde, sia perchè uscendo dai premi-stoppa lo stantuffo ne porta seco, sia perchè qualche fuga vi è sempre, vi si ripara molto semplicemente con un rubinetto azionato dalla stessa gabbia; quando sta per terminare la corsa, essa automaticamente lo apre, e allora si ha sempre lo stesso volume d'acqua nel compensatore.

Il compensatore particolare degli elevatori a telescopio Samain è quello rappresentato nella fig. 855. Consiste in tubo ad U rovesciato, nel cui ramo di sinistra si muove uno stantuffo P e un contrappeso Q, e nel cui ramo di destra si sposta un contrappeso più piccolo (che in figura si vede in alto del ramo destro). Una catena passante sopra una puleggia di sommità collega il tutto.

Aperto il distributore, l'acqua in pressione arriva nel ramo di destra in K, risale attorno al piccolo contrappeso e viene ad agire sullo stantuffo P. Questo a mezzo dell'acqua contenuta nella tubazione E esercita la pressione sullo stantuffo motore e fa salire la cabina. All'inizio della salita l'acqua è quasi tutta nel compensatore; man mano invece che lo stantuffo si sviluppa, essa ne esce e va a riempire il cilindro motore F ed è appunto il peso di tale colonna liquida che si tratta di equilibrare col compensatore. A ciò serve la catena: infatti il contrappeso Q è già capace di equilibrare il peso della gabbia (salvo quella piccola prevalenza necessaria per la discesa): alla catena rimane quindi solamente il compito di aumentare il peso che grava di sopra a P durante la salita, e di diminuirlo durante la discesa.

Altri compensatori più complicati, oltre che annullare quell'aumento di peso morto che si verifica con l'emergere dello stantuffo, hanno per iscopo di equilibrare il peso proprio della gabbia e dello stantuffo senza far uso di contrappesi a catena, che costituiscono appunto il lato debole di tali elevatori. La fig. 856 a, b, c riproduce un impianto fornito di un apparecchio di questo genere, progettato dall'ing. Cramer, di Berlino, ed eseguito dalla « Berlin Anhaltische Maschinenbau Actiengesellschaft », nello stabile N. 93 della Friedrichstrasse di proprietà dello Zentral Hôtel.

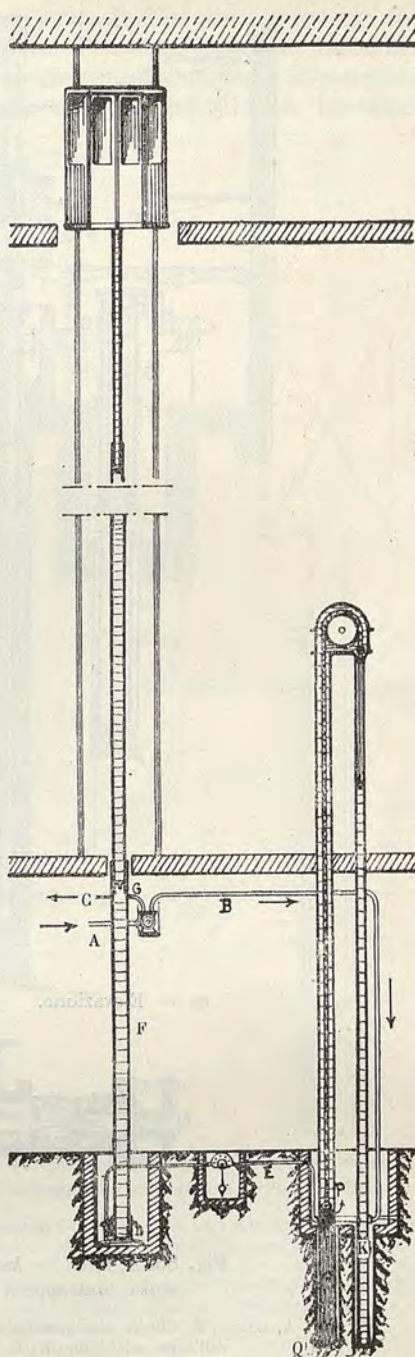


Fig. 855. — Compensatore Samain per elevatori a telescopio.

A, condotta di arrivo; B, condotta al compensatore; C, condotta di scarico; E, tubo di comunicazione fra il compensatore e il cilindro motore; F, cilindro motore; G, distributore; P, stantuffo; Q, contrappeso equivalente al peso morto.

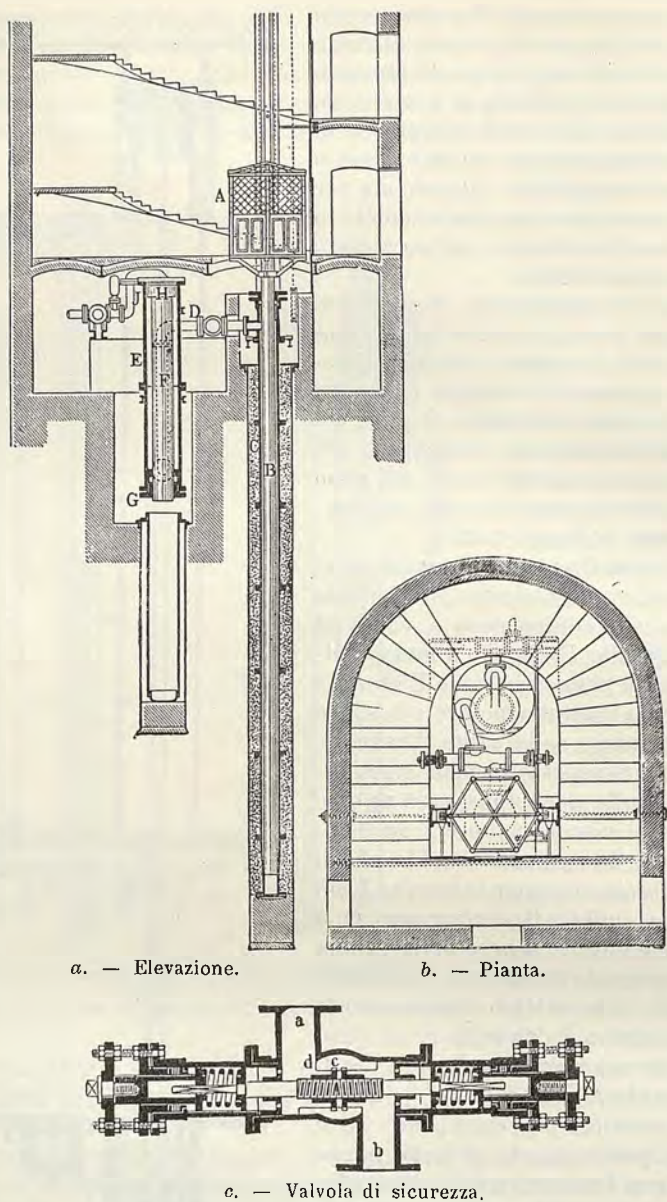


Fig. 856 a, b, c. — Ascensore idraulico ad azione diretta senza contrappeso e con compensatore idraulico.

A, cabina; B, cilindro dello stantuffo motore; E, cilindro del compensatore; J, tubo di immissione dell'acqua nel cilindro E; D, tubo di comunicazione dei cilindri B ed E.

L'altezza della corsa, a partire dal pavimento del piano terreno, è di m. 16,50, il carico utile (5 persone) 300 Kg., il peso della cabina 300 Kg., quello dello stantuffo, delle guarnizioni, ecc., 550 Kg. L'acqua in pressione è derivata da un serbatoio collocato a 20 m. sul livello del piano terreno, la velocità è di circa m. 0,3 al min. sec., la gabbia di forma esagonale è guidata nella sua corsa lungo due spigoli (v. pianta,

fig. 856 b). Lo stantuffo è un tubo cilindrico, cavo, di ferro, di diametro esterno cm. 12,5 e spessore mm. 10, con l'estremità inferiore aperta. Per compensare la variazione della forza ascensiva, e per equilibrare il peso morto senza ricorrere a contrappesi, serve il cilindro E, comunicante col cilindro motore a mezzo del tubo D. Lo spazio anulare nel cilindro E ha una capacità uguale al volume generato dal sollevamento dell'asta che porta la gabbia. Per far alzare questa si introduce, a mezzo del tubo J, dell'acqua in pressione nel cilindro del compensatore: lo stantuffo scorrevole in esso si abbassa liberamente in un tubo affondato nel suolo, mentre lo stantuffo principale si va innalzando. Corrispondentemente alla diminuzione della forza ascensiva di esso cresce la pressione dell'acqua contenuta nel cilindro F, e quindi anche sotto l'asta motrice. Viceversa quando la gabbia discende, l'acqua che gravita sullo stantuffo ora ascendente del cilindro compensatore diminuisce e si scarica.

Per una corsa completa occorrono 550 litri d'acqua.

Nel caso di una rottura entra in azione una valvola regolatrice (fig. 856 c) la cui funzione è di impedire che la gabbia acquisti una velocità di discesa troppo grande. Questa valvola è inserita nel tubo D che mette in comunicazione il cilindro compensatore e quello motore e consta di due dischi infilati su di uno stelo a vite. Se l'acqua viene da una parte ad aumentare improvvisamente di velocità, stelo e dischi sono messi in movimento e questi ultimi stringono la sezione di efflusso in corrispondenza dello sbocco d (Vedi *Deutsche Banzeitung*, 1884, p. 236).

Pure dalla stessa « Berlin Anhaltische Maschinenbau Act. » fu applicato un tipo più perfezionato di compensatore. La descrizione e la fig. 857 che lo rappresenta sono tolte da un articolo dell'ing. Mazzola sulle macchine da sollevare e trasportare pesi, dell'*Enciclopedia* già citata.

« Nella figura a è lo stantuffo tuffante che porta superiormente la gabbia b dell'ascensore, e si muove entro al cilindro idraulico c munito di guarnizione d. Il compensatore consta di due cilindri e ed f, uniti rigidamente, nei quali scorrono i due stantuffi g ed h collegati fra di loro mediante la traversa o. La tenuta dello stantuffo g

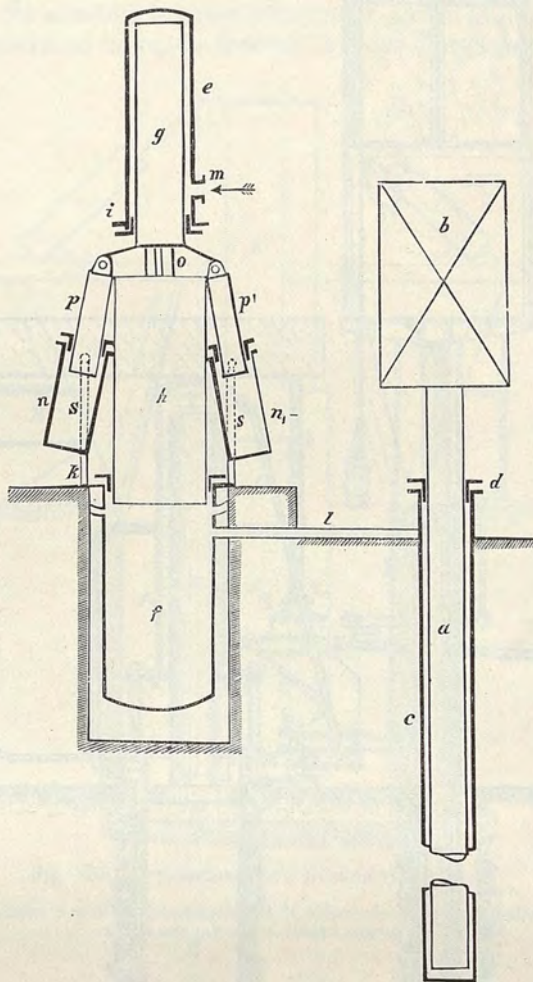


Fig. 857. — Ascensore idraulico ad azione diretta senza contrappeso e con compensatore idraulico.

a, stantuffo tuffante; b, cabina; c, cilindro principale; d, guarnizione del cilindro c; e, f, cilindro a due diametri del compensatore; g, h, stantuffo a due diametri del compensatore; i, k, scatole a stoppa; l, tubo di collegamento tra il cilindro principale ed il compensatore; m, introduzione dell'acqua; n, n₁, cilindri oscillanti; o, traversa di attacco degli stantuffi p, p'; p, p', stantuffi compensatori.

è assicurata mediante la scatola a stoppa *i*, e quella dello stantuffo *h* mediante la scatola a stoppa *k*; i cilindri *c* ed *f* comunicano tra loro per mezzo del tubo orizzontale *l*. La discesa quindi dello stantuffo *a* determina il

movimento ascensionale degli stantuffi *g* ed *h*, e viceversa. Tra i cilindri *f* e *c* si sposta sempre la stessa acqua.

“ Il doppio stantuffo *g h* ha peso sufficiente per controbilanciare quello dello stantuffo *a* e della gabbia *b*. Nel cilindro *e* entra, per l'apertura *m*, l'acqua ad una pressione capace di sollevare il carico; quest'acqua si rinnova ad ogni corsa. Essendo costante la pressione dell'acqua nel cilindro *e* quando lo stantuffo *a* occupa la posizione più bassa, deve esservi un eccesso di forza ascensionale in confronto di quella che agisce quando lo stantuffo è all'estremità superiore della corsa. Questo eccesso, come già accennammo, dipende dalla spinta all'insù di *a*, e per la corsa intera di questo è uguale al peso della colonna d'acqua la cui altezza eguaglia l'intera corsa della gabbia. Quest'eccesso variabile di forza ascensionale produce necessariamente un movimento della gabbia non uniforme e che andrebbe man mano rallentandosi senza l'intervento del compensatore. Ed ecco in che modo agisce quest'ultimo. Alla traversa *o*, collegante gli stantuffi *g* e *h*, sono articolati due piccoli stantuffi *p* e *p*₁ scorrevoli entro a due cilindri oscillanti *n* e *n*₁. Questi cilindri, imperniati sulla intelaiatura dell'apparecchio, comunicano col cilindro *f* mediante piccoli tubi *s s*. Per la posizione più bassa di *a*, cioè quando l'eccesso di pressione

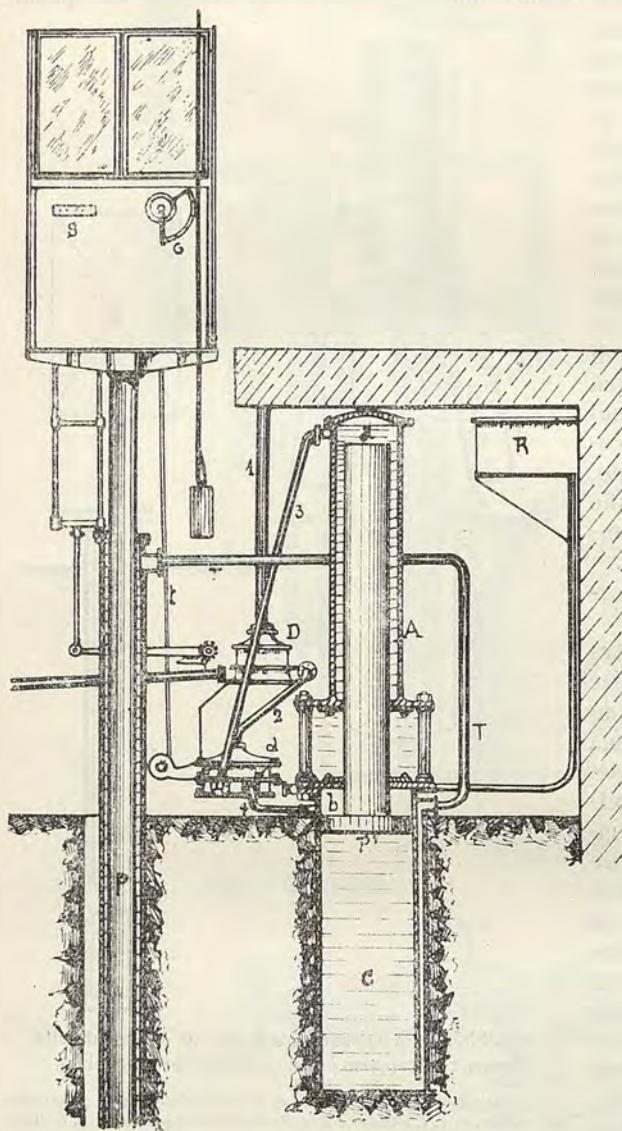


Fig. 858. — « Dépenseur Joly » per proporzionare il consumo dell'acqua motrice al peso da sollevare.

D, d, distributori principale e secondario; *G*, quadrante graduato; *P, P'*, stantuffi motore e del dépenseur; *S*, tastiera dei bottoni per i diversi piani; *T*, tubo di comunicazione fra dépenseur e cilindro motore.

è massimo, deve essere fatta agire sotto agli stantuffi *p* e *p*₁, attraverso *l*, una pressione d'acqua che corrisponda ad un aumento di resistenza alla discesa degli stantuffi *g* ed *h*.

“ Tale resistenza, per la posizione media, cioè per la posizione orizzontale degli stantuffi *p* e *p*₁, si annulla, mentre per la posizione più alta dello stantuffo *a*, quando i

cilindri n ed n_1 si sono capovolti, diventa negativa e trasformasi invece in un aumento di forza utilizzabile per produrre il movimento ascensionale di a . È evidente adunque che mediante tale disposizione si può, in primo luogo, utilizzare per una metà la spinta all'insù dello stantuffo, ed in secondo luogo si può, dando agli stantuffi p e p_1 dimensioni convenientemente calcolate, rendere uniforme il movimento ascensionale della gabbia n .

Come la grande profondità del pozzo aumenta le spese d'impianto, così il grande consumo di acqua richiesto da questi elevatori ne rende notevoli le spese di esercizio. Questo difetto è strettamente collegato col loro principio informatore, giacchè nel calcolo delle dimensioni dello stantuffo si deve naturalmente prendere come base il massimo carico, e la dimensione che ne risulta, sebbene relativa ad un caso particolare, rimane costante sia che l'elevatore lavori a vuoto o a pieno carico.

Per migliorare il rendimento medio che per tale ragione sarebbe molto limitato, il sig. Carlo Joly propose d'inserire tra il distributore ed il cilindro motore un apparecchio da lui chiamato « Dépenseur », che ha lo scopo di regolare il consumo dell'acqua in ragione dell'entità del carico o il numero delle persone da sollevare.

Questo apparecchio si compone (fig. 858) di due cilindri di diametro differente sovrapposti uno all'altro ed affacciati colle estremità aperte, connessi fra loro a mezzo di quattro robuste traverse. Uno stantuffo perfettamente alesato P' si muove nel cilindro inferiore: il suo gambo costituisce lo stantuffo tuffante del cilindro superiore.

L'acqua contenuta in C , in un tubo T e nel cilindro dello stantuffo portante la gabbia rilega al « dépenseur » questo stantuffo e gli trasmette una pressione diversa a seconda che si immette l'acqua nel solo cilindro piccolo, oppure nel solo cilindro grande, oppure in tutti e due insieme.

Nel 1° caso l'acqua in pressione viene ad agire sull'estremità a dello stantuffo piccolo, la cui area è calcolata in modo che la gabbia può vincere le resistenze di attrito e sollevare una sola persona. Nel 2° caso l'acqua viene a premere sulla superficie superiore di b , e la superficie anulare è di area tale da poter portare oltre che il carico precedente (attrito e una persona) il peso di due persone.

Nel 3° caso l'acqua che si trova compressa tra P' e il fondo del cilindro C viene, per la sovrapposizione delle due pressioni prima dette, ad essere sottoposta a una pressione per cui può sollevare 4 persone e vincere due volte le resistenze di attrito, cioè press'a poco capace di sollevare cinque persone vincendo le dette resistenze.

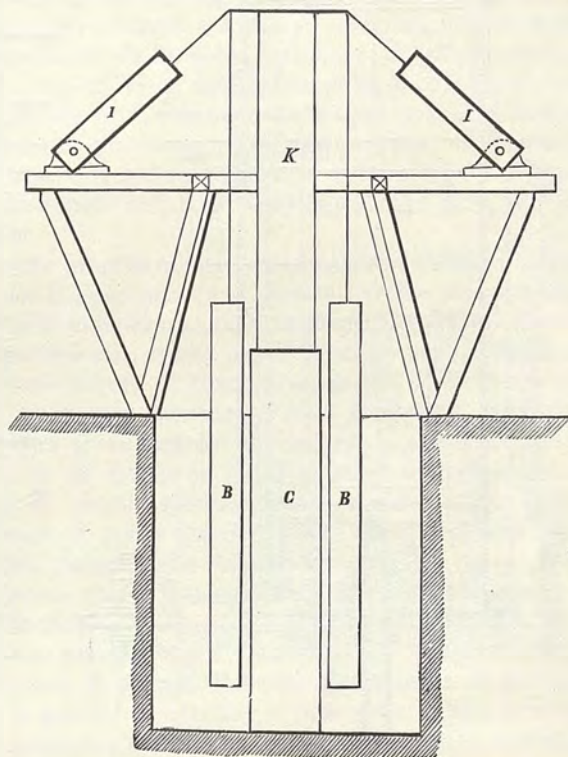


Fig. 859. — Compensatore sistema Heurtebise.

C, cilindro centrale del compensatore; B, B, cilindri motori del compensatore; K, stantuffo tuffante; I, cilindri oscillanti.

Combinazioni più complicate di questa (per più di 1, 3, 5 persone) non si usano perchè inutili. Un piccolo quadrante nella cabina con su indicato il numero delle persone da 1 a 5 ed una manovella che si pone sull'indicazione corrispondente al numero di persone che prendono posto nella gabbia bastano mediante un giuoco di leve a indirizzare l'acqua nell'uno o nell'altro oppure in tutti e due i cilindri non appena si apra, sempre stando nella gabbia, il distributore.

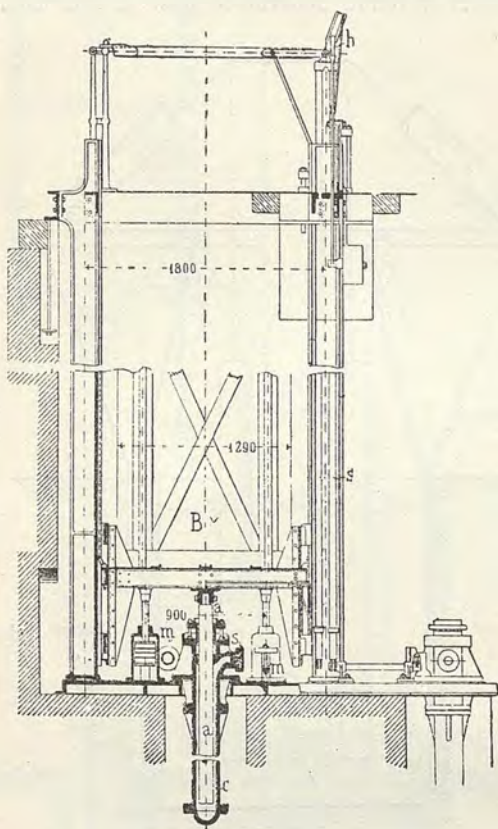


Fig. 860 a.

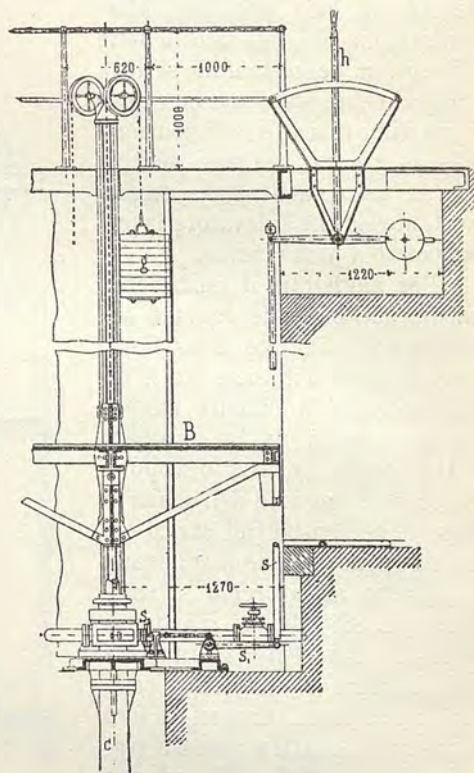


Fig. 860 b.

Fig. 860 a, b. — Montacarichi della stazione ferroviaria Anhalt (Berlino).

a, stantuffo tuffante; *B*, piattaforma mobile; *C* cilindro; *g*, contrappeso; *h*, leva di comando; *m*, repulsori per l'arresto all'estremità inferiore della corsa; *s*, asta articolata alla leva *h* per comando del distributore; *S*, distributore.

A complemento del «dépenseur» si ha ancora un piccolo serbatoio *R* che ha lo scopo di colmare il vuoto che si verrebbe a formare al disopra di *P* quando l'acqua è immessa nel solo cilindro superiore. Scendendo la gabbia e risalendo lo stantuffo *P*, l'acqua è ricacciata nel serbatoio *R*: tutto ciò a mezzo di valvole, automaticamente.

Come si vede l'apparecchio è molto semplice e può esser applicato anche ad elevatori esistenti in cui si voglia limitare il consumo dell'acqua.

Anche a questo proposito la serie degli apparecchi escogitati è estesissima: p. es. basta immaginare sostituito lo stantuffo *g* della fig. 857 con parecchi piccoli stantuffi di $<$ diametro e di $=$ corsa, di cui un numero variabile è messo dal distributore in comunicazione colla condotta di arrivo dell'acqua in pressione, per aver riunito in un solo apparecchio compensatore e «dépenseur».

Un altro apparecchio che pure sopprimendo i contrappesi riunisce la funzione di compensatore e «dépenseur» è quello Heurtebise, rappresentato nella fig. 859.

Il « dépenseur » è rappresentato dai cilindri motori B che sono alimentati in maggiore o minor numero dall'acqua in pressione, a seconda del carico da sollevare. All'inizio della salita gli stantuffi scorrevoli in essi hanno i gambi disposti come in figura: durante la salita essi fanno scorrere all'inghiù lo stantuffo K nel cilindro C: K comprime l'acqua contenuta in C, e l'acqua compressa passa da C ed è condotta ad agire sullo stantuffo portante la gabbia.

Il compensatore è costituito, oltre che dal grande cilindro C e dallo stantuffo K già citati, dai cilindri oscillanti I, in comunicazione continua con la condotta d'acqua in pressione, entro ai quali scorrono degli stantuffi col gambo articolato all'estremità superiore di K. Durante la salita della gabbia lo stantuffo tuffante K scende entro il cilindro C, e l'azione degli stantuffi I, che all'inizio della salita della gabbia (posizione della figura) tende ad opporsi alla discesa di K, decresce via via che essi si inclinano, sino ad annullarsi quando sono orizzontali, per poi riprendere a crescere, ma in senso contrario, cioè cospirante col peso di K, oltrepassata questa posizione. Sicchè la compressione che K esercita sull'acqua contenuta in C cresce con l'innalzarsi della gabbia, cioè col ridursi della spinta idrostatica.

β) *Montacarichi*. — L'inconveniente proprio al sistema ad azione diretta di consumare un'uguale quantità d'acqua, sia il peso grande o piccolo, riveste una speciale gravità quando si tratta di montacarichi, inquantochè un montacarichi economico deve essere capace di sollevare pesi superiori alla media usuale, senza però richiedere lungo il funzionamento normale alcuno spreco di forza. Per di più la dolcezza del movimento non ha nei montacarichi alcuna importanza, perciò si preferisce, salvo casi speciali, ricorrere per azionarli ad altra forza motrice che non sia la pressione idraulica. I casi speciali sopra accennati in cui invece la forza idraulica è preferita sono quelli in cui si hanno ad innalzare da piccole altezze grandi carichi, senza avere ingombro di puleggie, funi, macchinari al piano d'arrivo, come sarebbe il caso delle piattaforme che portano ai marciapiedi rialzati delle stazioni ferroviarie.

La fig. 860 *a, b* rappresenta appunto una di tali piattaforme, costruita insieme a tre altre per la stazione Anhalt-Berlino dalle Officine « Gute Hoffnung » di Oberhausen: *a* è lo stantuffo tuffante, B la gabbia scorrevole fra ritti in ghisa di sezione a T, contro i quali scorre anche il contrappeso. L'altezza di corsa è solamente di m. 4,04, il carico utile di 1650 kg. (comprese le perdite di attrito), il peso della gabbia è bilanciato da un contrappeso. L'acqua in pressione esce da un accumulatore, ed è condotta ad agire sullo stantuffo motore, di diametro 10 cm., con una pressione di 2,2 kg. al cm². Cosicchè la forza ascensionale risulta di

$$\text{kg. } \frac{3,14}{4} 1000 \times 2,2 = 1727 \text{ kg.}$$

Il consumo d'acqua per ogni corsa è di 37 litri, compresa una perdita del 5 %.

Per evitare un urto troppo violento della gabbia all'estremità inferiore della corsa, si hanno dei repulsori *m* in cautchou; *h* è la leva di manovra, che per mezzo dell'asta *s* trasmette il suo movimento al cassetto di distribuzione. Alla gabbia è annessa una forcilla che alle estremità di corsa, tanto in alto che in basso, chiude automaticamente l'introduzione dell'acqua.

b) Elevatori idraulici ad azione indiretta.

In questi si ha uno stantuffo scorrevole entro un cilindro, più o meno lungo, orizzontale, verticale, o inclinato, su cui viene ad agire l'acqua in pressione; il moto rettilineo dello stantuffo è poi trasformato nel moto rotativo della puleggia su cui si avvolge la fune o la catena portante la gabbia, come si è visto negli elevatori a mano.

Il modo con cui avviene la trasformazione del moto rettilineo in rotatorio è differente nei vari tipi, e sotto questo punto di vista non è possibile alcuna classificazione. Piuttosto si possono distinguere due grandi categorie, a seconda che raccolgono tutta l'acqua di cui hanno bisogno per una corsa in un unico riempimento del cilindro, oppure sono messi in moto da una comune macchina a colonna d'acqua.

Nei primi il meccanismo motore è composto di un cilindro e di uno stantuffo, la cui corsa è minore di quella della gabbia (nel rapporto da $\frac{1}{2}$ fino a $\frac{1}{8}$); per operare questa riduzione si possono usare due taglie T_1 e T_2 (fig. 861), fissate l'una all'estremità del cilindro, l'altra all'estremità dello stantuffo. Le due taglie hanno ciascuna un certo numero n di puleggie, su cui si avvolge una catena o una fune, nel modo con

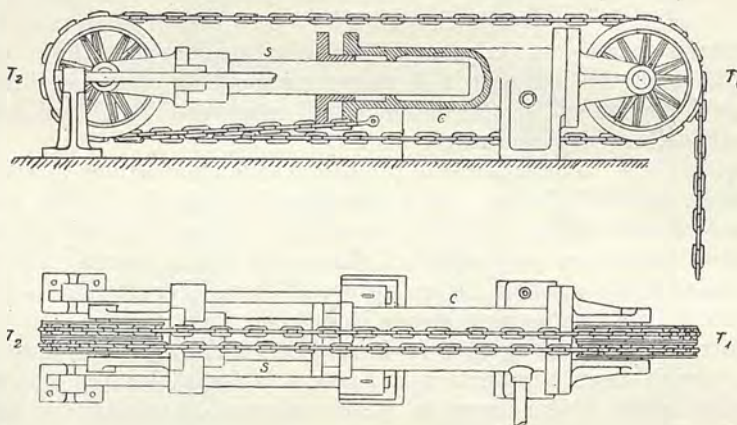


Fig. 861. — Elevatori idraulici ad azione indiretta.

Schema della trasmissione del movimento.

cui si armano gli ordinari paranchi. Quando l'acqua in pressione viene fatta entrare nel cilindro per mezzo del tubo t , lo stantuffo uscendo fa allontanare le due taglie, e allora il capo libero della fune o della catena si muove con una velocità che è $2n$ volte quella dello stantuffo (doppia se ogni taglia è composta di una sola carrucola, quadrupla se ogni taglia è composta di due carrucole, e così via).

Nello stesso rapporto, secondo cui è ridotta la corsa dello stantuffo, ne viene aumentato il diametro. Cosicchè mentre negli elevatori ad azione diretta si hanno cilindri lunghi e stretti, in questi si usano i cilindri corti e grossi. È indifferente se per produrre il movimento di ascesa della gabbia lo stantuffo si muove verso l'alto o verso il basso: il tutto si riduce a intercalare una puleggia di rinvio.

Così l'innalzamento della gabbia è prodotto nella fig. 862 dalla corsa ascendente dello stantuffo, mentre nelle fig. 863 e 865 da quella discendente. Delle due disposizioni è migliore la seconda, poichè con essa il peso dello stantuffo e del suo gambo contribuiscono a equilibrare, almeno parzialmente, la gabbia. Quando poi questa discende, dovrà sollevare lo stantuffo e la carrucola mobile: per questo il più delle volte non si mette contrappeso.

Come stantuffo si può usare uno stantuffo tuffante, ed allora per lo più si dispone alla base del cilindro una taglia fissa, mentre quella mobile viene collocata all'estremità superiore dello stantuffo. Per far discendere la fune si dispone in alto del pozzo una puleggia di rinvio. La disposizione ora descritta è quella rappresentata nella fig. 862.

Se invece si usa uno stantuffo a disco, allora l'introduzione e l'efflusso dell'acqua ha luogo ordinariamente all'estremità superiore del cilindro, e al disotto dello stan-

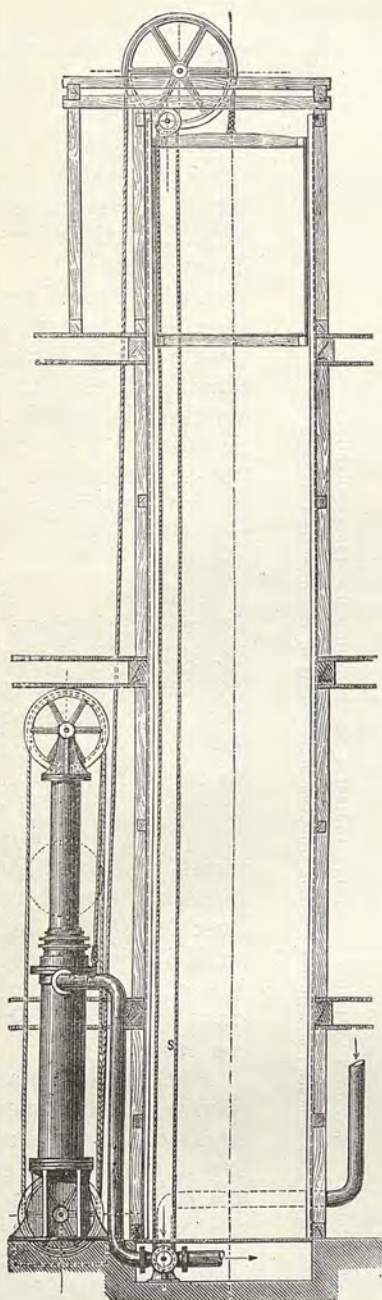


Fig. 862. — Ascensore idraulico ad azione indiretta con stantuffo tuffante e taglia fissa collegata al cilindro.

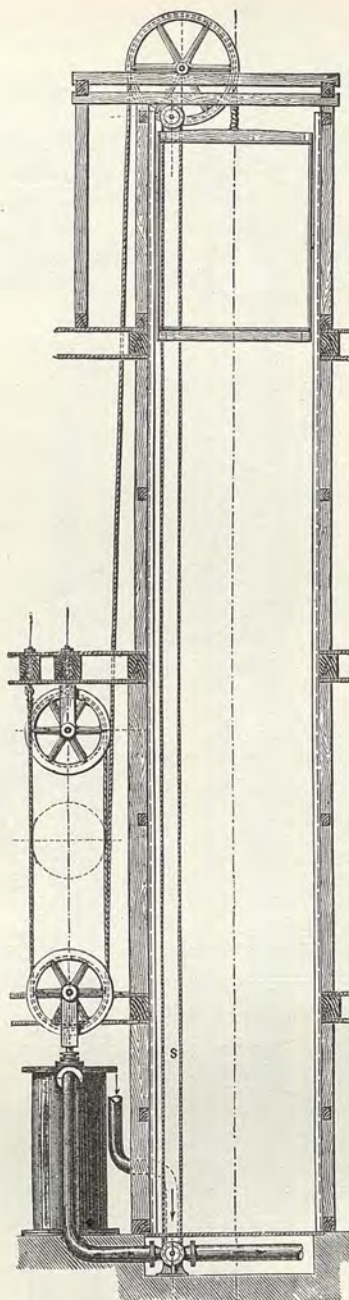


Fig. 863. — Ascensore idraulico ad azione indiretta con stantuffo a disco e taglia fissa assicurata all'impalcatura del solaio.

tuffo giunge soltanto l'acqua che sfugge tra lo stesso e il cilindro. La taglia fissa è attaccata all'impalcatura del solaio, quella mobile è ancora unita con l'estremità dello stelo dello stantuffo. Anche qui è necessaria una puleggia di rinvio, per il capo della fune che va alla cassa mobile. Questa disposizione è riportata nella fig. 863.

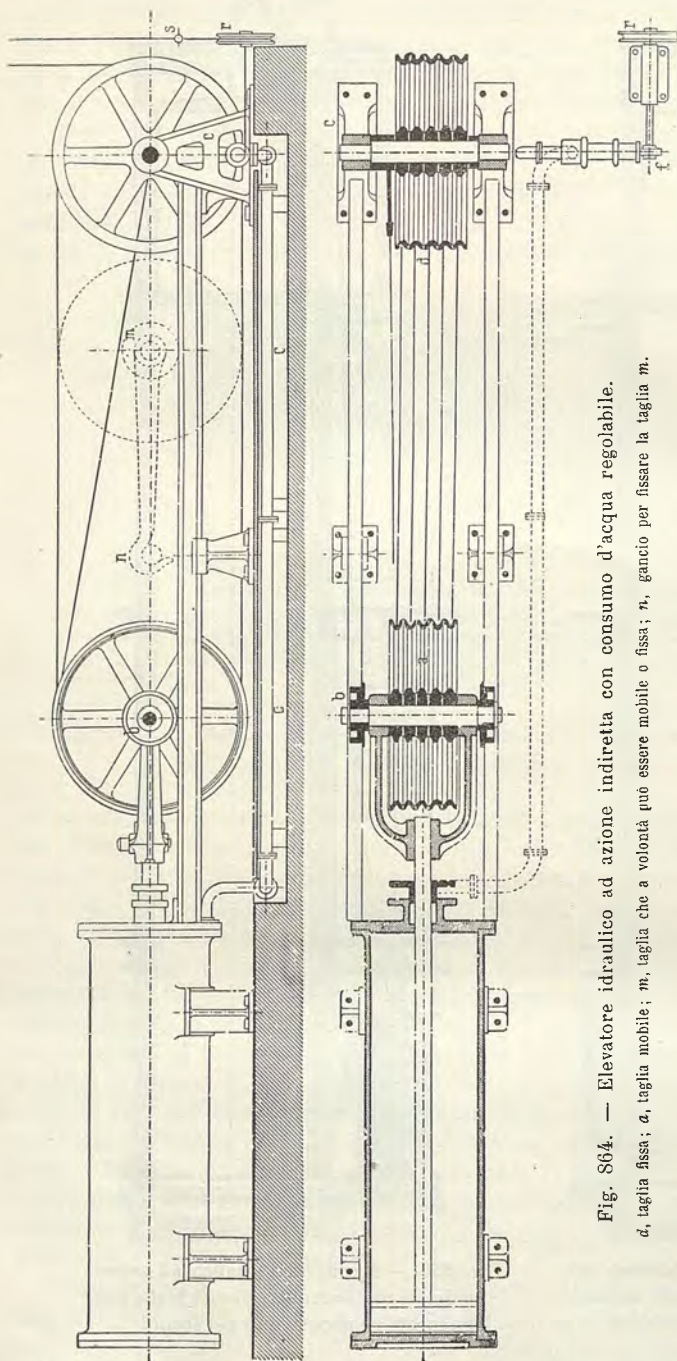


Fig. 864. — Elevatore idraulico ad azione indiretta con consumo d'acqua regolabile.

a, taglia fissa; b, taglia mobile; c, taglia che a volontà può essere mobile o fissa; d, gancio per fissare la taglia m.

Tanto in questa, come nella figura precedente, si vede come a mezzo della fune S, corrente lungo tutto il pozzo e passante a traverso alla gabbia, si possa, stando in essa, in ogni momento invertire o arrestare il movimento.

Anche in questi elevatori succede che la forza ascensionale varia durante la corsa, e altresì per questi è necessario, quando si sia riconosciuto a seconda del tipo se l'incremento è positivo o negativo, ricorrere a qualche apparecchio compensatore.

Così, per es., se si considerano gli impianti delle fig. 863 e 865, si riconosce facilmente che l'incremento della forza ascensionale è positivo, cioè che esso cresce col sollevarsi della gabbia, giacchè di grado in grado che questa si innalza, ovvero si abbassa, viene ad aumentare: 1° l'altezza della colonna d'acqua premente su di esso; 2° la lunghezza dei tratti di catena cospiranti con esso.

Per annullare o almeno ridurre questo aumento di forza motrice, si può appendere al disotto della gabbia una catena che viene trascinata da questa nel suo sollevamento. A questo sistema di compensazione molto rudimentale e inesatto se ne possono sostituire altri più complicati e più precisi, come quelli descritti a proposito degli

elevatori ad azione diretta, e altresì conviene disporre il cilindro motore orizzontale (com'è indicato nella fig. 861), per mantenere costante l'altezza della colonna premente.

Si hanno poi ancora degli apparecchi analoghi al Dépenseur Joly prima descritto, che tendono a proporzionare il consumo dell'acqua al carico effettivo. Senza entrare in dettagli che non hanno valore per l'architettura, perchè esorbitano dal suo campo, si vuole però accennare a una disposizione che colla massima semplicità permette di stabilire una tal quale corrispondenza tra lo sforzo che si deve esercitare e il carico da innalzare.

Basta a questo scopo (fig. 864) ripartire le carrucole della taglia mobile in 2 gruppi. Nella figura la taglia fissa a 5 carrucole è la *d*, la taglia mobile *a* è stata divisa in 2 gruppi, uno *a* di tre puleggie, e l'altro *m* (punteggiato) di due puleggie.

Il gruppo *m* può essere unito al gruppo *a* mediante l'uncino *n*, e allora la taglia si comporta come se avesse in tutto 10 ruote, ma può anche, se si tratta di sollevare un carico forte, essere reso indipendente dal gruppo *a*, e allora le due taglie si comportano come se complessivamente avessero solo 6 ruote: la velocità del sollevamento diminuisce, e la portata aumenta.

Tra gli elevatori idraulici ad azione indiretta ha avuto speciale diffusione il tipo costruito dalla ditta Otis Brother's di New York, di cui la figura 865 riproduce un esemplare.

Esso ha soltanto una puleggia mobile, il rapporto di riduzione fra la corsa della gabbia e dello stantuffo è perciò uguale a $\frac{1}{2}$.

Per maggior sicurezza lo stantuffo ha 2 gambi che portano la staffa, in cui sono infissi i perni della puleggia *p*. Sempre per ragioni di sicurezza, la fune è composta di quattro funi indipendenti, ciascuna delle quali entra in una apposita gola della puleggia.

Siccome l'altezza del cilindro è uguale a metà dell'altezza di corsa ne consegue che quando s'introduce l'acqua al disopra di esso per farlo discendere, e in conseguenza sollevare la gabbia, la forza motrice va crescendo con continuità, fino a diventare, quando lo stantuffo raggiunge il fondo del cilindro, doppia di quella che si aveva all'inizio della sua discesa.

Perciò si fa in modo che il cilindro sia sempre pieno tanto sopra quanto sotto allo stantuffo; quando la gabbia deve discendere, il distributore è in posizione tale che le faccie superiore ed inferiore dello stantuffo risultano soggette alla pres-

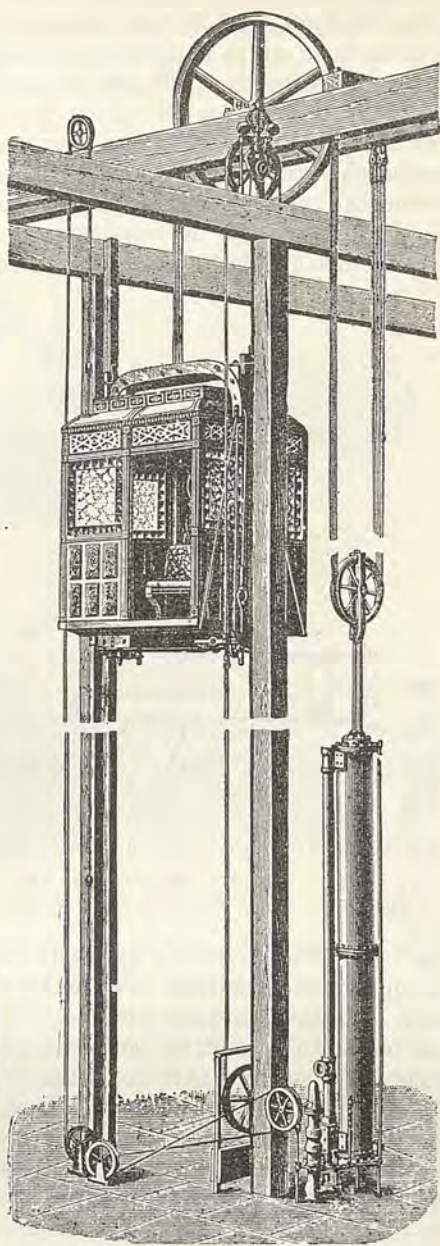


Fig. 865.

Elevatore idraulico ad azione indiretta della Ditta Otis Brother's (New-York).

sione d'acqua, ed è il peso della gabbia che fa sollevare lo stantuffo; quando la gabbia deve salire il distributore mette il fondo del cilindro in comunicazione col tubo di scarico mentre lascia la parte superiore di esso ancora in comunicazione con la condotta dell'acqua: allora lo stantuffo discende, ma la contropressione che si ha al disotto di esso cresce man mano che questo si abbassa, cioè di mano in mano che cresce la compressione sulla faccia superiore: sicchè si ha una compensazione che mantiene pressochè costante il valore della forza motrice.

La trasmissione del movimento dello stantuffo può avvenire per altra via che per quella fino qui detta delle taglie, e cioè a mezzo di rocchetti a dentiera. Il sistema

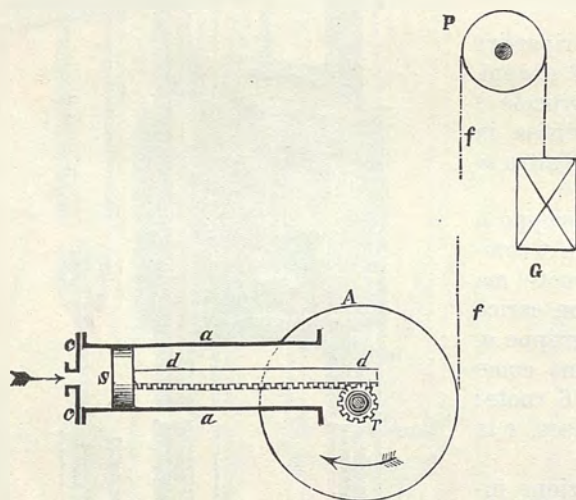


Fig. 866. — Ascensore idraulico ad azione indiretta Stigler.

a, cilindro; *s*, stantuffo; *d*, *d*, aste dentate; *r*, rocchetto; *A*, tamburo della fune portante; *f*, fune portante; *G*, cabina; *P*, puleggia di sommità.

è più semplice, presenta minor resistenza di attrito e minor logorio delle funi, che non sono più condotte ad avvolgersi sulle puleggie di una taglia di diametro sempre relativamente piccolo, ma che devono solamente passare sulle due puleggie *A* e *P* (fig. 866), a cui si possono dare diametri così grandi come si vuole. Anche in considerazione della spesa di esercizio la trasmissione suddetta risulta conveniente, poichè le minori resistenze d'attrito offerte dalle funi consentono un risparmio di forza motrice.

La fig. 866 rappresenta il tipo Stigler; in esso si ha: un cilindro orizzontale inclinato o verticale secondo le esigenze del locale ove va collocato, aperto da una parte e chiuso dall'altra mediante

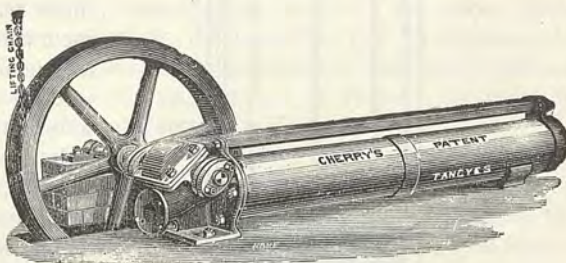
un coperchio *c* al quale è applicato l'apparecchio distributore dell'acqua. Nel cilindro si muove uno stantuffo *s* a tenuta ermetica unito mediante attacco mobile a due aste dentate *d*, le quali escono dall'estremità aperta del cilindro ed imboccano con un rocchetto *r* calettato sopra un albero, che porta sul suo prolungamento un gran tamburo *A* su cui si avvolge la fune *ff*, alla quale è raccomandata la gabbia *G*.

Aprendo l'introduzione dell'acqua, questa entra nel cilindro e spinge avanti lo stantuffo e con esso le aste dentate con velocità uniforme e regolabile mediante l'apparecchio di manovra. Il movimento rettilineo delle aste dentate viene trasformato in movimento rotatorio per mezzo del rocchetto che imbocca con entrambe: la rotazione dell'albero e quindi del tamburo produce l'avvolgimento della fune su quest'ultimo.

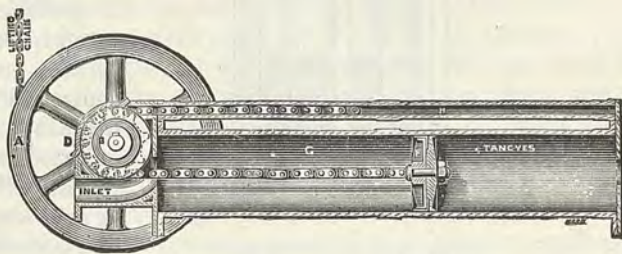
Il rapporto fra il diametro del rocchetto e quello del tamburo è stabilito in modo che mentre lo stantuffo compie l'intera sua corsa, la fune si avvolge sul tamburo di una lunghezza uguale alla salita che deve percorrere la cabina. Arrivato lo stantuffo al fine della sua corsa, il distributore si chiude automaticamente e la cabina rimane sospesa all'estremità della corsa, trattenutavi dalla colonna d'acqua che riempie il cilindro. Per produrre la discesa, a mezzo del distributore si apre la scarica: il peso della gabbia allora fa ruotare il tamburo in senso opposto a quello di prima: il rocchetto spinge indietro la dentiera e con esso lo stantuffo, il quale si appoggia costantemente contro l'acqua che impedisce l'acceleramento della discesa.

Un altro modo molto semplice e diretto per trasformare il moto rettilineo dello stantuffo nel moto di rotazione del tamburo o della puleggia è quello adottato nell'elevatore Cherry, costruito dalla casa Tangyes, di cui la fig. 867 *a, b* rappresenta vista esterna e sezione.

Entro al cilindro orizzontale G scorre uno stantuffo F, a cui è attaccata una catena di Gall, la quale va ad avvolgersi sopra una piccola ruota dentata B calettata direttamente sull'albero portante il tamburo, destinato a ricevere la fune, oppure la puleggia, come nel caso della figura 867 *a*, su cui si avvolge la catena del carico (*lifting chain*). Questo albero esce dalla scatola piena d'acqua in cui gira, passando attraverso a due premistoppa, rappresentati nella figura 867 *a*. Detta scatola è poi ricoperta e chiusa ermeticamente da un coperchio D. Inferiormente si ha il tubo d'ingresso dell'acqua, a cui si applica una valvola regolatrice del movimento, che può venir comandata nel solito modo da chi sta nella gabbia. Sopra il cilindro idraulico G è disposto un piccolo tubo H in cui scorre il capo libero della catena di Gall, che viene da esso guidato.



a. — Vista esterna.



b. — Sezione longitudinale.

Fig. 867 *a, b.* — Elevatore idraulico ad azione indiretta Cherry della Casa Tangyes (Birmingham).

Analogo a questo è l'elevatore ideato da Roux, Cambaluzier e Lepape in previsione di un'applicazione alla Torre Eiffel (fig. 868).

La gabbia è inserita in un circuito senza fine composto di due parti distinte: quella in cui viene a impegnarsi la puleggia inferiore R è piuttosto una catena formata di tanti elementi articolati; l'altra che si accavalca semplicemente sulla puleggia di sommità è un'ordinaria fune metallica. La parte formata a maglie si attacca da una parte alla travatura portante il pavimento della gabbia, e dall'altra è unita al cavo metallico M che sale fino a passare sopra alla puleggia di sommità e ne ridiscende per terminare al centro del ciclo della gabbia.

L'acqua in pressione arriva passando a traverso il distributore D nel fondo del cilindro C, che può essere orizzontale o verticale a seconda delle esigenze locali, e agisce sullo stantuffo, il cui gambo è fornito di dentiera che ingrana col rocchetto P calettato sullo stesso albero che porta la R. Il rocchetto fa girare l'albero e la ruota R che, con gli speciali risalti che armanno la sua corona, s'impegna negli elementi di quella parte del circuito continuo che è a maglia, e trascina in su la gabbia. Per l'ascesa la rotazione di R avviene nel senso delle lancette dell'orologio e il tratto B è teso.

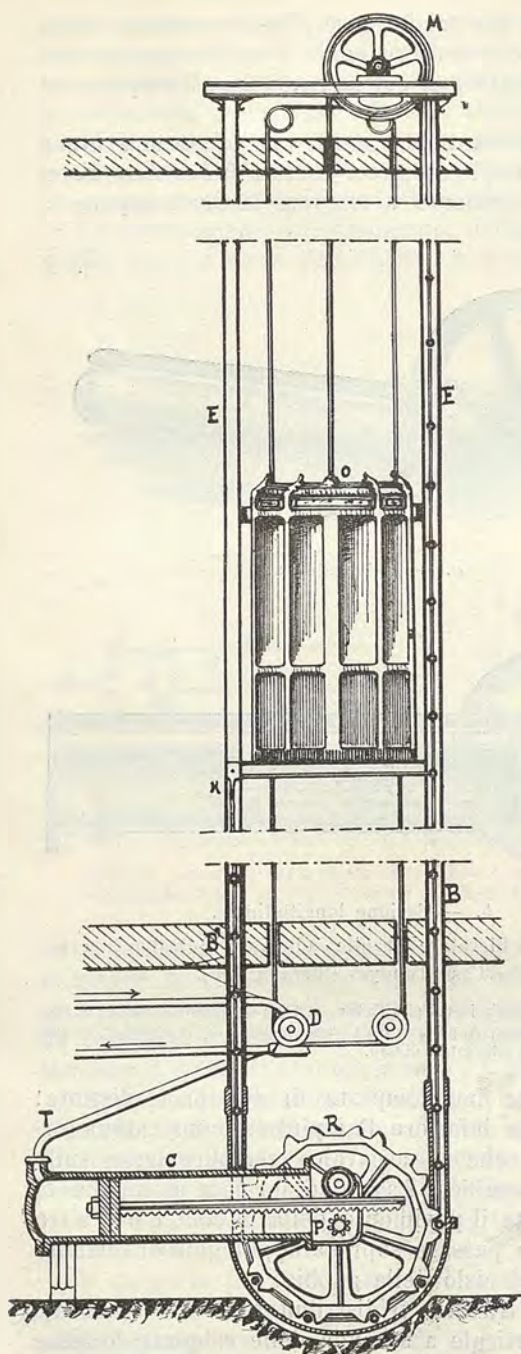


Fig. 868. — Elevatore idraulico ad azione indiretta.

C, cilindro motore; D, distributore; P, R, rocchetto e ruota motrice; E, colonne cave di guida per la cabina e per la catena.

senza scosse. Hanno invece l'inconveniente di ricorrere alle funi, alle catene e ad organi analoghi, che rendono più probabili i danni.

Se si mette C in comunicazione col condotto di scarico, allora la cabina discederà per proprio peso: per evitare che rompendosi il cavo di sospensione essa venga a precipitare, i progettisti fanno muovere tutto il circuito senza fine in un involucro rigido, costituito da 2 colonne cave alte quanto la corsa della gabbia e unite fra loro in basso da un ferro a U incurvato in modo da seguire a distanza di pochi centimetri il profilo della metà inferiore della R. Il diametro della colonna-guaina ora detta è un po' maggiore della massima dimensione trasversale delle maglie per permettere alla catena di scorrere lungo ad essa, durante il funzionamento normale, senza attrito. Se il cavo metallico di sospensione si rompesse o solamente presentasse un improvviso allungamento, allora la cabina precipiterà di qualche centimetro, ma le maglie inclinandosi verranno subito a contatto della colonna-guaina e vi si appoggeranno contro. Allora la ruota R, che per effetto dell'acqua che continua ad agire ha seguito il suo movimento, non tenderà più il tratto B, bensì spingerà il tratto B' e la cabina continuerà a salire senza che il viaggiatore si accorga dell'accidente. Naturalmente le maglie devono esser così robuste da poter portare tutto il peso: succederà solamente che a causa dello sfregamento si avranno grandi perdite di attrito, sicchè se l'ascensore lavorando per trazione porta 3 persone, lavorando per compressione ne porterà solamente 2, ma l'incolumità delle persone sarà assicurata.

La dentiera ed il rocchetto devono avere denti robustissimi, perchè su di loro si riporta tutto lo sforzo, e perciò non si fanno di ghisa ma di ferro.

Confrontati con gli elevatori ad azione diretta, prima descritti, quelli ad azione indiretta di cui si è parlato fin qui hanno il vantaggio di un impianto più semplice e più economico, pur conservando la caratteristica del movimento uniforme e

Difetto comune ai due tipi è quello di non permettere una facile regolazione del consumo d'acqua, in ragione del carico diverso da una volta all'altra. Da ciò deriva un altro inconveniente per entrambi i tipi: e cioè l'impossibilità di stabilire un arresto automatico ai diversi piani, e ciò perchè dal momento che non è facile proporzionare al carico da trasportare l'immissione dell'acqua, succede che la velocità di sollevamento risulta diversa da un funzionamento all'altro: sicchè un arresto automatico che agisse sul distributore fermerebbe la gabbia una volta un po' troppo presto, un'altra un po' troppo tardi.

Il rendimento varia dal 50 al 70 %, essendo gli elevatori ad azione diretta quelli che più si avvicinano al limite superiore. In compenso però la presenza delle puleggie o delle taglie in quelli ad azione indiretta se riduce il rendimento permette d'aumentare la velocità di sollevamento, che può variare, a volontà, da metri 0,50 a 1.5 al minuto secondo, mentre negli altri non supera mai i m. 0,30.

Rimane a parlare degli elevatori mossi da *macchine a colonna d'acqua*: in questi il motore idraulico pone in rotazione un albero, il cui movimento è trasmesso in un modo qualsiasi alla puleggia o al tamburo, su cui si avvolge o si svolge la fune o la catena che porta appesa la gabbia.

Nel motore idraulico si trasforma il movimento alternativo degli stantuffi (in generale due) in rotatorio, mediante delle manovelle.

Le manovelle, e così pure i cilindri in cui arriva l'acqua, sono due per evitare i punti morti; per la stessa ragione le manovelle sono a 90° una rispetto all'altra. Può succedere però, causa l'assoluta inelasticità del fluido motore, che nell'atto in cui si mette in funzione l'elevatore una delle due manovelle si trovi nel suo punto morto, sicchè l'altra sola debba avviare il meccanismo, e siccome il lavoro da compiere è sempre lo stesso, così all'inizio come durante la corsa, ne viene di conseguenza che ognuna delle manovelle deve compiere da sola tutto lo sforzo e la macchina deve essere molto più robusta di quanto occorrerebbe per il suo lavoro normale.

Altro inconveniente è la difficoltà che si incontra quando si vuole, senza complicare la disposizione dei tubi di introduzione e di scarico, conseguire l'inversione del movimento per far discendere la gabbia: di solito vi si rinuncia, e si lascia che la discesa si compia liberamente col semplice aiuto del freno comandabile dall'interno della gabbia.

La fig. 869 *a, b, c, d* fa vedere invece uno dei tipi più moderni e più perfezionati di macchina a doppio effetto, cioè con disposizioni studiate in modo che l'azione dell'acqua in pressione può esercitarsi tanto in un senso che nell'altro. La fig. *a* rappresenta l'insieme dell'impianto, le fig. *b, c, d* rispettivamente i particolari della cabina della macchina motrice e degli organi di distribuzione. Dette figure e la descrizione che segue sono riportate dall'*Handbuch der Architektur*, Parte terza, Stuttgart 1898.

In questa l'inversione del movimento e la distribuzione del fluido motore avvengono perfettamente come nelle macchine a vapore.

Il macchinario si compone (v. fig. 869 *c*) di due cilindri *aa*, in cui scorrono gli stantuffi, che trasmettono il moto, a mezzo delle manovelle e di una vite perpetua, alla ruota elicoidale *b*, che porta, calettata sul suo asse una ruota dentata *c*, attorno a cui si avvolge la catena di Gall *dd* che va alla gabbia. La catena è continua (fig. 869 *a*), cioè con un capo si attacca all'estremità superiore della gabbia, e coll'altro all'estremità inferiore. Inserito in essa è il contrappeso *g*, capace di equilibrare in parte il carico utile.

Scopo della disposizione descritta è che la gabbia per scendere debba anche essere mossa dalla macchina, e non trascinata dal proprio peso: la macchina deve perciò esser capace di muoversi tanto in un senso che nell'altro; il senso di rotazione viene comandato da una leva che alza ed abbassa un glifo a cui sono collegati gli eccentrici *hh* che azionano il cassetto di distribuzione (fig. 869 *c*).

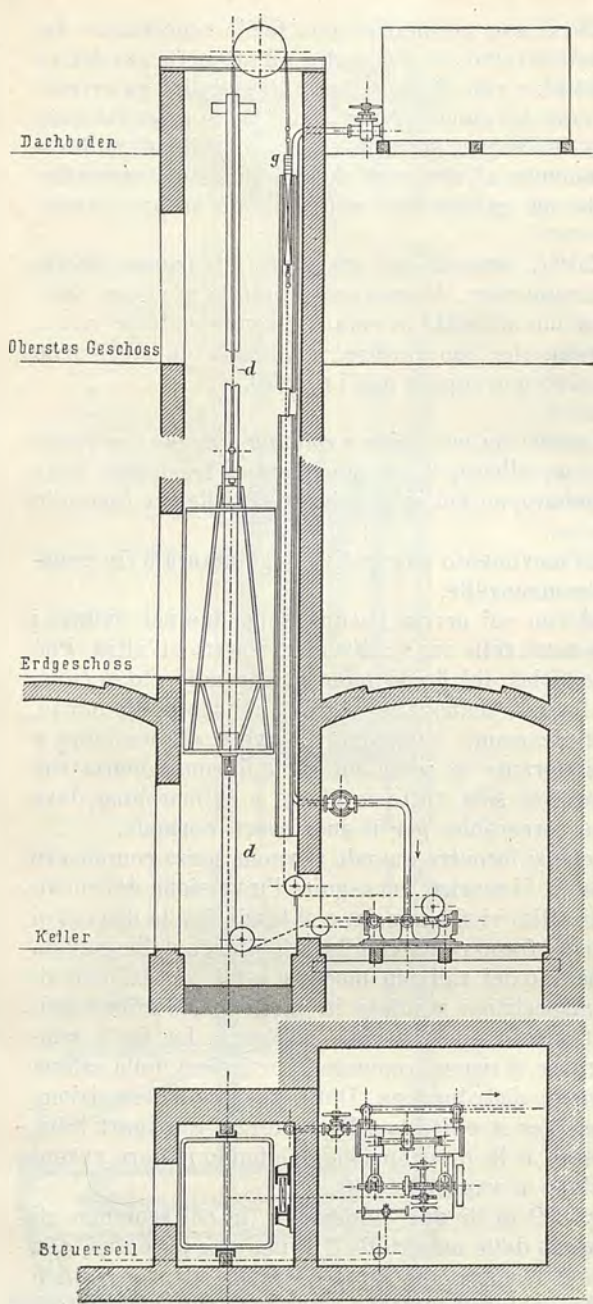


Fig. 869 a. — Ascensore idraulico con macchinario a colonna d'acqua.

Schema di tutto l'impianto (Scala $\frac{1}{100}$).

d d, catena continua di Gall; *g*, contrappeso.

Per muovere la leva serve la fune di manovra *n* (fig. 869 *d*), che in basso si avvolge sulla puleggia *m* e fa rotare questa, e l'albero *l* che la porta in un senso oppure nell'altro, secondo che è tirata in su, o in giù.

L'albero *l*, a mezzo del tirante *o*, è collegato col vero albero di distribuzione *k* (fig. 869 *c*), che è quello che fa andare leve, glifo, ecc. Contemporaneamente al cassetto di distribuzione si apre (o si chiude) un piccolo cilindro *p*, il cui stantuffo ottura o libera la luce d'immissione, e con ciò pone in moto la macchina.

Per l'arresto automatico ai piani voluti servono due pollici *r r* (figura 869 *b*), sporgenti dalla parte della gabbia, e che a mezzo d'un manubrio si possono avvicinare, o allontanare. La giusta posizione a cui devono essere portati è regolata da un settore graduato, con tanti numeri quanti sono i piani. Per salire a un dato piano si deve portare il manubrio sul numero corrispondente. Alla corda di manovra, sono in ogni piano assicurati dei risalti *q*, la cui larghezza corrisponde alle distanze che si possono dare ai pollici *r r*. Quando la gabbia giunga al piano segnato, i due pollici *r r* affermano la presa *q*, tirano in alto la fune di manovra, e questa fa rotare l'albero *l* in senso contrario a quello corrispondente alla messa in moto, per modo che il cilindro *p* chiude la luce d'immissione e arresta la gabbia.

Per ottenere il movimento uniforme della gabbia, e della macchina, e più ancora per regolare il consumo dell'acqua alle singole entità del carico da innalzare, si ha ancora un regolatore a forza centrifuga *R*, collegato all'albero di distribuzione *K*: quando la macchina per un carico piccolo tende ad accelerare, le palle

del regolatore si alzano e portano il glifo press'a poco nella posizione che corrisponde a una velocità media, tanto per il movimento in un senso che nell'altro della motrice.

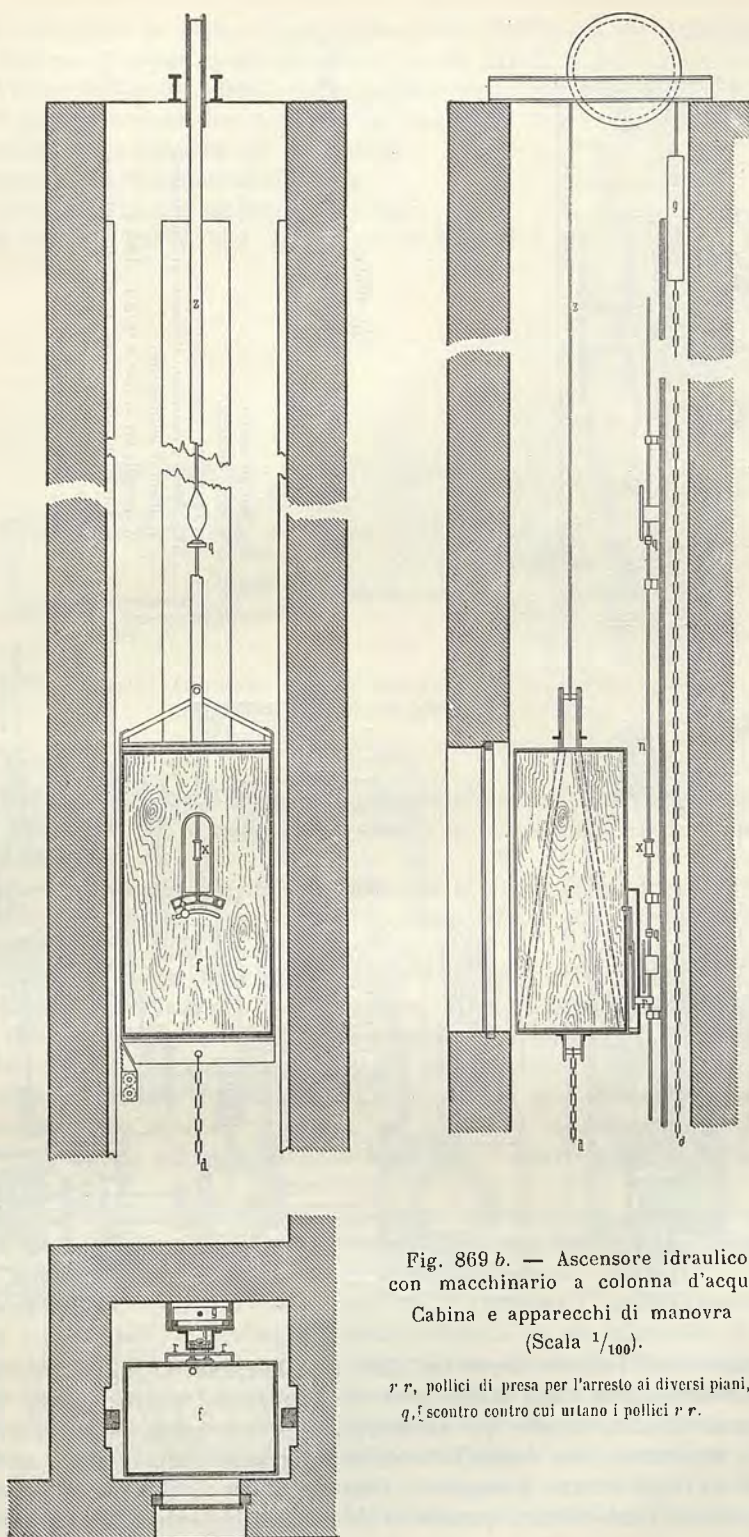


Fig. 869 b. — Ascensore idraulico
con macchinario a colonna d'acqua.

Cabina e apparecchi di manovra
(Scala $\frac{1}{100}$).

r r, pollici di presa per l'arresto ai diversi piani,
q, q' scontro contro cui urtano i pollici *r r*.

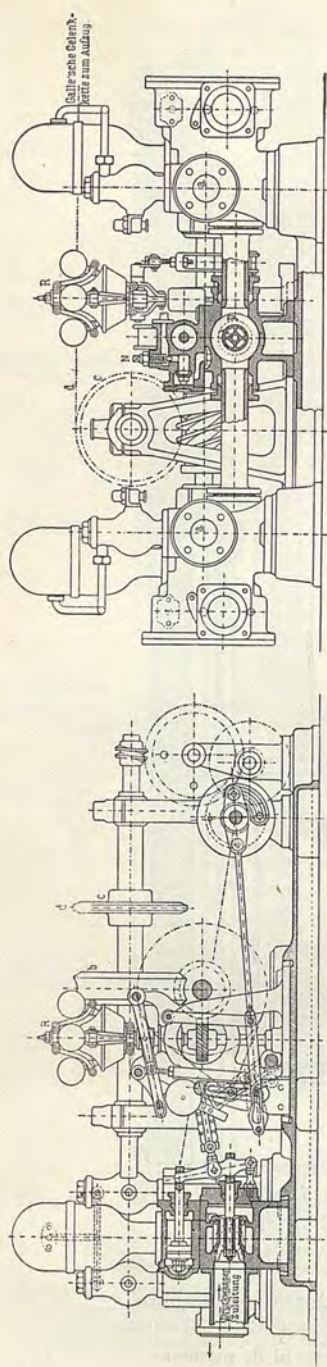
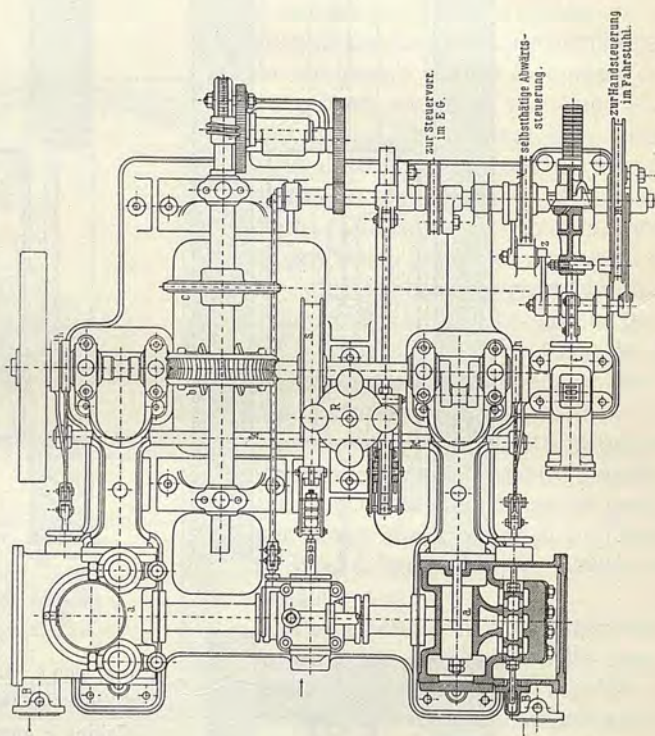


Fig. 869 c.

Ascensore idraulico con macchinario a colonna d'acqua.
Macchine motrici (Scala $\frac{1}{80}$).

a a, stantuffi motori,
b, ruota elicoidale,
c, ruota per la catena portante *d d*,
h h, eccentrici comandanti il cassetto di distribuzione,
k, albero di distribuzione,
m, puleggia per la fune *n* della fig. 1084 *d*.
p, valvola che apre e chiude la luce di immissione,
s, freno,
R, regolatore a forza centrifuga.



Per la marcia all'indietro serve un altro piccolo cilindro *t* (fig. 869 *d*), il cui funzionamento è comandato dalle stesse porte di accesso del pozzo: queste per ragioni di sicurezza si chiudono anche qui automaticamente: a questo scopo serve un contrappeso *w*, attaccato a una funicella metallica (fig. 869 *c* e *d*), la quale scende lungo il pozzo e si avvolge su una puleggia *v*, fissa all'albero *l*. Quando si apre la porta il contrappeso *w* viene alzato, quando si abbandona la porta esso contrappeso la fa

richiudere e fa girare la ruota *v*, apre la luce del cilindro *t* il cui stantuffo mette in rotazione l'albero *l*, e per mezzo di questo e del tirante *o* muove anche l'albero *k*, che porta l'apparecchio distributore nella posizione corrispondente alla marcia indietro. Con ciò la gabbia scende fino al piano terreno, dove trova un arresto automatico uguale a quello che si adopera agli altri piani.

Come apparecchi di sicurezza si hanno:

arresti automatici alle estremità di corsa;

morse sotto la gabbia per il caso che la catena di sospensione si rompa;

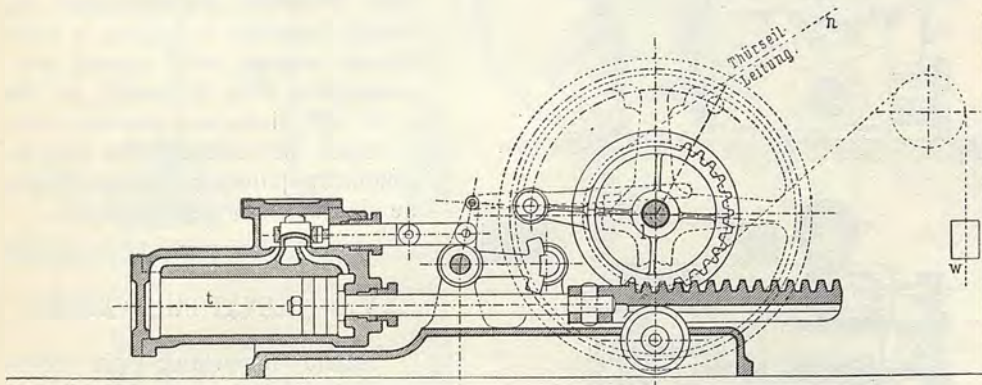


Fig. 869 d. — Ascensore idraulico con macchinario a colonna d'acqua particolare della distribuzione (Scala $\frac{1}{20}$).

n, fune che va alle porte; *w*, contrappeso; *t*, comando della marcia indietro.

un freno *s* così collegato con lo stantuffo del piccolo cilindro *p*, che viene posto in azione nello stesso modo e nello stesso tempo in cui si ottura, com'è stato detto, la luce di immissione.

Per elevatori a funzionamento intermittente si presta bene il motore Schmidt, rappresentato nella fig. 870, mediante due proiezioni e una sezione verticale per l'asse del cilindro.

Lo stantuffo del cilindro oscillante agisce direttamente sull'albero motore, e lo stesso movimento del cilindro fa da distributore all'acqua in pressione. A questo scopo il cilindro *C* nella sua parte inferiore ha un'appendice convessa *I*, in cui sono scavati due condotti *m*, *n* che portano l'acqua alle due estremità del cilindro.

L'appendice *I*, quando il cilindro oscilla intorno ai suoi orecchioni *O*, si muove contro una superficie concava praticata nel sopporto; questa superficie presenta 3 aperture: *a*, *b*, *c*, la prima comunicante col tubo *T* d'arrivo dell'acqua, le altre due col tubo di scarico *T'*.

Nel cilindro *C* scorre uno stantuffo a doppio effetto il cui gambo si articola ad una manovella a gomito *M* dell'albero motore *A* portato dal sostegno della macchina mediante i 2 sopporti *S*: sull'albero è calettato un volante *V*.

Gli orecchioni del cilindro sono portati da 2 traverse *t*, unite anteriormente a cerniera in *c* ai sopporti *S* e collegate posteriormente da un calastrello *K*; questo è attraversato da un foro in cui passa il fusto di una chiavarda *D* unita inferiormente al sostegno fisso e serrata superiormente da un dado; girando quest'ultimo si può spingere il cilindro contro il sostegno quanto occorre perchè la pressione che esso esercita sulla superficie cilindrica di contatto sia eguale alla pressione che tenderebbe a sollevare il cilindro stesso: per tal modo sulla superficie di contatto si ha un piccolissimo attrito. Di più per la disposizione ora descritta è sempre facile visi-

tare gli organi di distribuzione e provvedere alla loro riparazione. Un serbatoio Q posto a lato della macchina serve a mantenere costante la pressione dell'acqua.

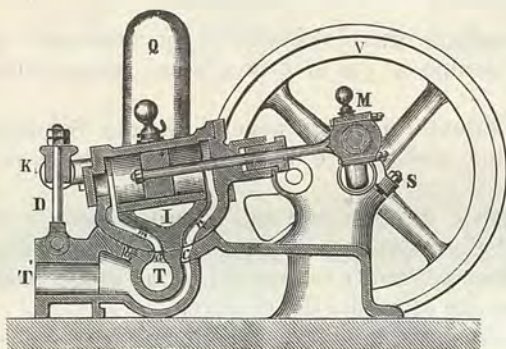
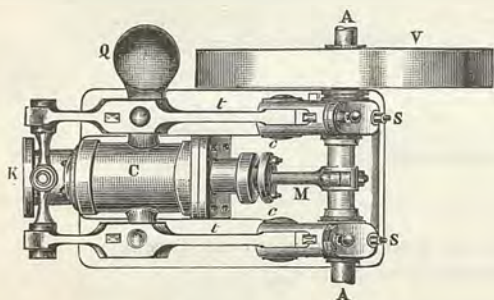
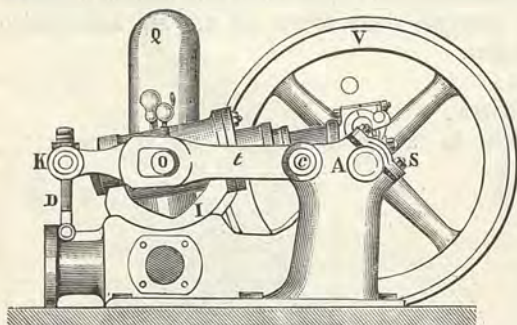


Fig. 870.

Motore Schmidt a colonna d'acqua e cilindro oscillante.

C, cilindro oscillante; I, appendice terminale del cilindro; m, n, condotti che portano l'acqua alle due estremità del cilindro; M, manovella a gomito; A, albero motore; S, supporto dell'albero A; V, volante; O, orecchioni del cilindro; t, traverse in cui sono imperniati gli orecchioni O; T, tubazione di arrivo dell'acqua; T', tubazione di scarico dell'acqua; a, b, c, condotti incavati nella superficie cilindrica sede dell'appendice I; K, D, traversa e chiavarda per pressare il cilindro contro al sostegno fisso in modo corrispondente alla pressione dell'acqua; Q, serbatoio per mantenere costante la pressione dell'acqua.

del pozzo, su cui passa la fune o la catena H, che partendo dal tamburo G, messo in rotazione dai due piccoli cilindri A della macchina a vapore, va ad attaccarsi alla gabbia.

K, K' è una fune continua che si accavalca sulla piccola puleggia R, disposta alla sommità del pozzo, passa per tutta l'altezza di questo attraverso la gabbia, e giunta

La Casa Schmidt di Zurigo fabbrica tali motori in una scala di oltre 20 numeri (da stantuffi di 4 cm. di diametro e 6 di corsa, a stantuffi di 30 cm. di diametro per 37 di corsa), con rendimento di circa il 75 %. Essi richiedono per sviluppare un cavallo effettivo in un'ora, e colle altezze abituali della colonna premente (dai 15 ÷ 25 metri), dai 24 ai 13 cm³ di acqua e possono venir collegati direttamente alla rete da condutture pubbliche purchè l'acqua ne sia sufficientemente limpida.

IV. — ELEVATORI A VAPORE

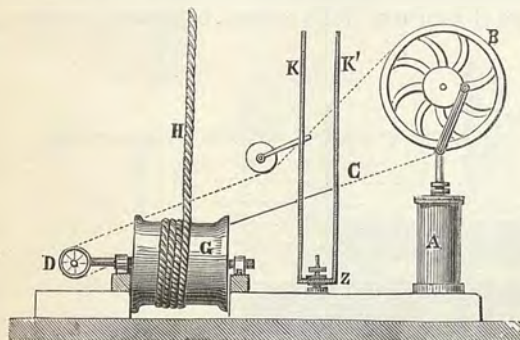
Hanno importanza più come montacarichi che come ascensori, e principalmente per quei montacarichi in cui si richiede un lavoro continuo e si hanno grandi pesi da sollevare. Tale il caso delle miniere, dove trovano impiego frequente. Da noi sono poco usati anche perchè le limitazioni imposte per legge sull'impianto delle caldaie non consentono l'uso corrente di questi nelle case di abitazione. In Inghilterra e più nell'America del Nord essi hanno invece un grande sviluppo.

L'apparecchio motore in linea generale è del tipo di quello descritto alle pagine 475-479, fig. 869 a, b, c, d, poichè in esso si potrebbe in luogo dell'acqua in pressione condurre il vapore prodotto da un generatore qualsiasi, senza che vi fosse nulla da cambiare a quanto riguarda il funzionamento dell'impianto.

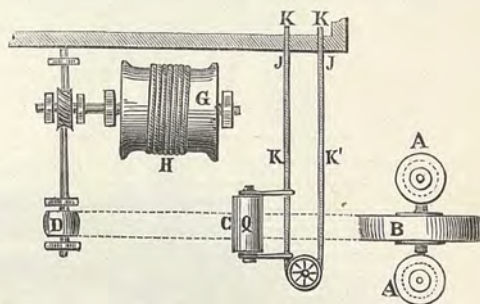
Come disposizione più semplice, e quando non ingeneri uno spreco di forza motrice, si ha (v. fig. 871 a, b, c, d, e) una puleggia alla sommità

al fondo si ripiega attorno alle JJ e va alla carrucola orizzontale Z, che regola l'introduzione del vapore nei cilindri.

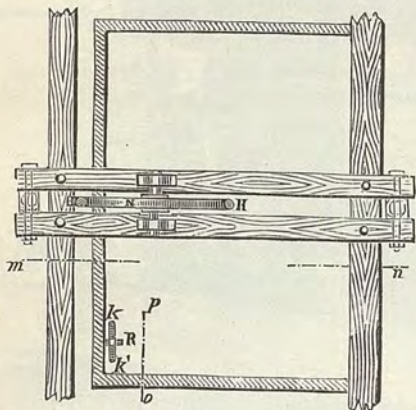
Così chi è nella gabbia può, in qualsiasi posizione si trovi, comandare l'andamento della macchina. La trasmissione del movimento dai cilindri AA al tamburo G avviene a mezzo di biella e manovella che pongono in rotazione la puleggia-volante B.



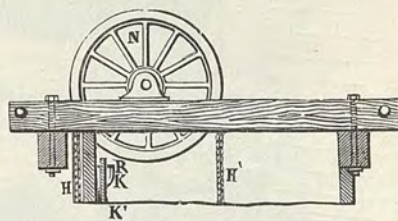
a. — Elevazione dell'apparecchio motore.



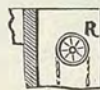
b. — Pianta dell'apparecchio motore.



c. — Pianta della sommità del pozzo.



d. — Sezione secondo m n.



e. — Sezione secondo o p.

Fig. 871 a, b, c, d, e. — Montacarichi a vapore americano.

A, A, cilindri motori; B, puleggia volante; D, puleggia motrice della vite perpetua; G, tamburo; H, H', fune portante; N, puleggia di sommità; K, K', fune di comando; R, J, J, Z, puleggie di rinvio della fune di comando; Q, peso tenditore del cingolo.

Da questa, un cingolo mantenuto in tensione dal peso Q va ad avvolgersi sulla puleggia D, e questa finalmente mediante una vite senza fine e una ruota elicoidale fa girare il tamburo G.

La macchina motrice può avere altre forme, come ad es., quella della figura 872. In questa il tamburo può, a seconda dell'entità del carico da sollevare, esser mosso direttamente dagli stantuffi su cui viene ad agire il vapore, oppure mediante l'interposizione di un ingranaggio. Il suo funzionamento è il seguente:

Il tamburo su cui si avvolge la catena, che è un cilindro cavo di ghisa a superficie liscia e terminato da flangie alle due estremità, è montato folle sopra il suo albero, ma porta, fusa insieme alla sua estremità di destra, una piccola ruota dentata la quale imbocca con un rocchetto fuso sul prolungamento di un secondo cilindro cavo di ghisa disposto superiormente, infilato in modo folle sopra un asse parallelo all'asse del tamburo e che termina, all'altra estremità di sinistra, in una ruota den-

tata di dimensioni eguali alla precedente. Quest'ultima ruota dentata riceve il suo movimento da un rocchetto calettato sopra l'albero del tamburo accanto al medesimo, albero che viene messo in movimento di rotazione da due manovelle a disco calettate alle sue estremità ed imperniate entro alle teste dei gambi-bielle degli stantuffi di due cilindri a vapore oscillanti in un piano normale all'asse del tamburo.

In altri motori analoghi e destinati allo stesso scopo non esiste tutto il sistema d'ingranaggio precedentemente descritto, ed il tamburo della catena è calettato sopra

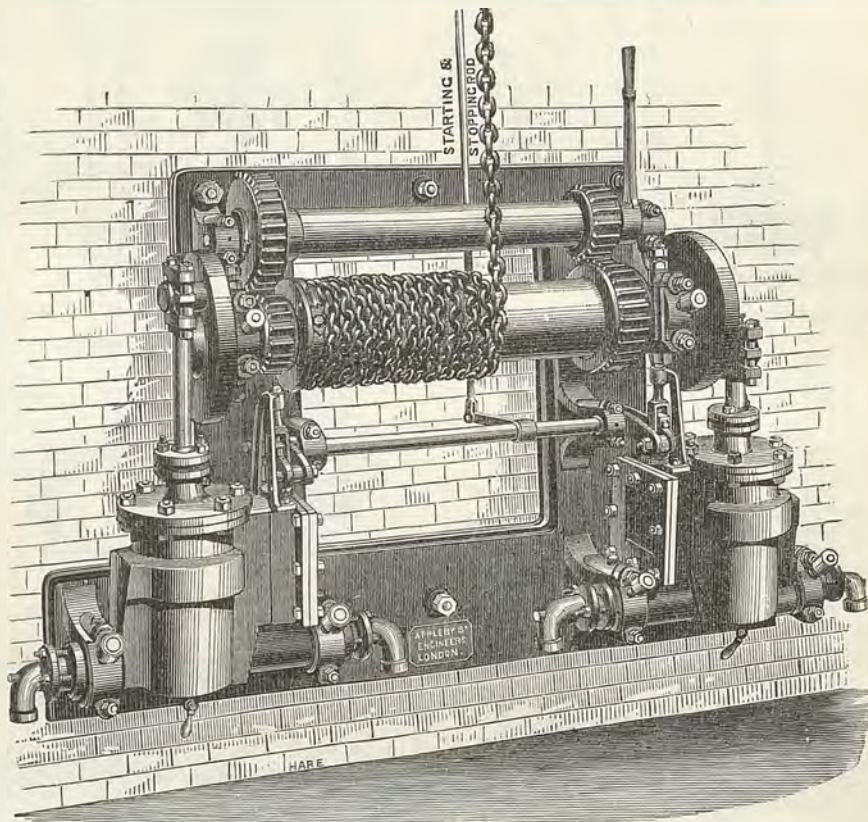
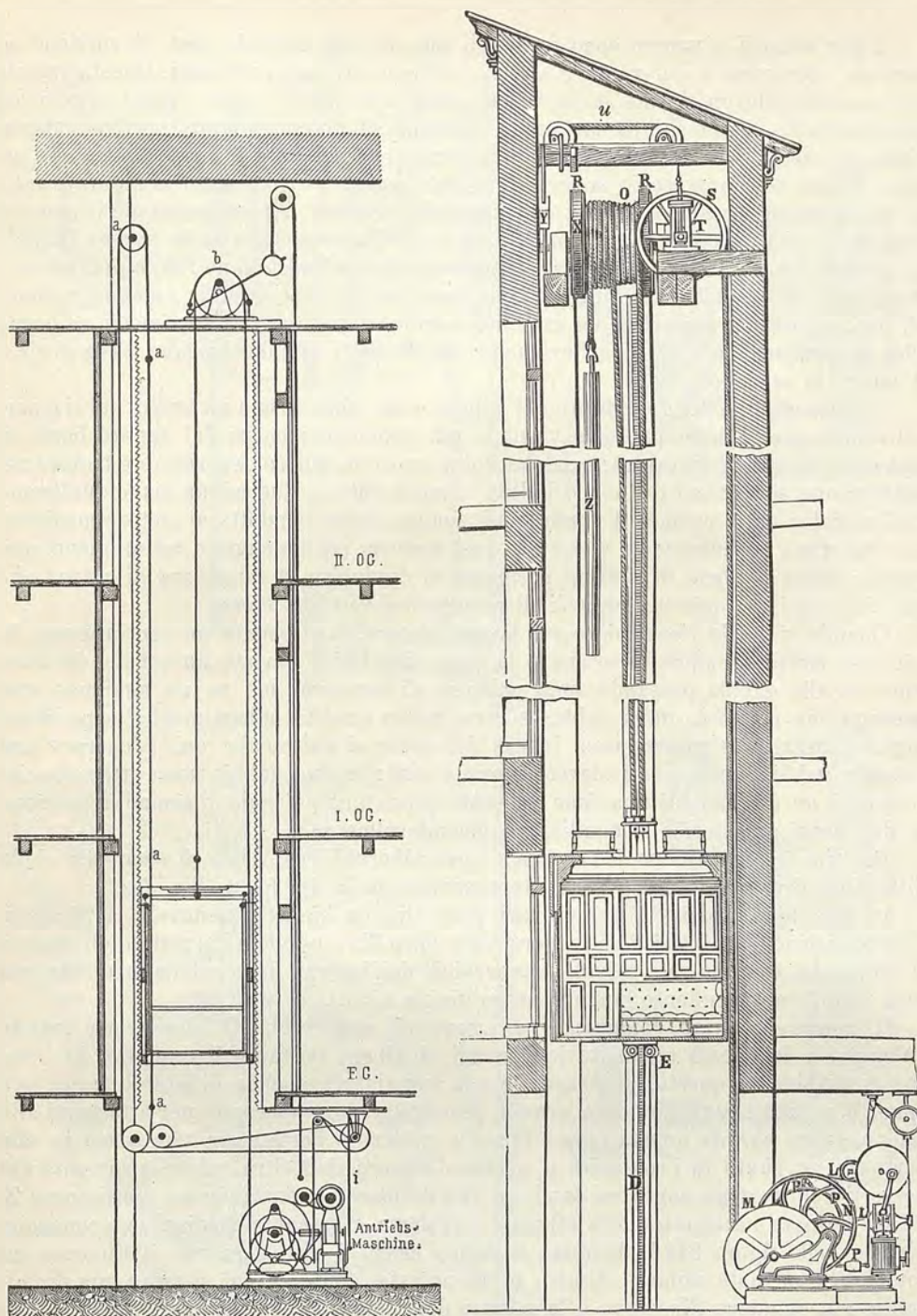


Fig. 872. — Macchina a vapore per ascensori o montacarichi, di Appleby (Londra).

un albero che riceve direttamente il moto, per mezzo di manovelle e bielle, da due cilindri verticali fissi. Il sistema d'ingranaggio però rende la macchina più potente; e del resto esso è costruito in modo che si può a volontà mettere fuori d'azione, quando occorra sollevare pesi di minore importanza e più speditamente. Perciò l'asse del cilindro cavo superiore è montato entro a due sopporti colle bronzine eccentriche ai perni; dimodochè facendo fare un mezzo giro a detto asse, questo si allontana dal tamburo e l'ingranaggio è tolto.

Bisogna però allora, naturalmente, calettare il tamburo sul suo albero.

Una buona disposizione sarebbe, specialmente quando la macchina deve camminare a grande velocità, fare il tamburo scanalato per facilitare l'avvolgimento della catena; ma, come già si osservò, ciò importerebbe un peso ed una spesa maggiore, e d'altronde questo apparecchio risponde abbastanza bene all'uso a cui viene generalmente destinato.



a. — Schema dell'impianto.

b. — Sezione verticale.

Fig. 873 a, b. — Ascensore per alberghi della Ditta Otis Brother's di New-York.

a a, fune di manovra; *q*, arresto per le estremità di corsa; P, freno a nastro; L, cinghia di trasmissione del movimento; N, apparecchio di arresto per le estremità di corsa; D, guida; E, rotelle di guida della gabbia; O, tamburo-puleggia per la fune del contrappeso; Z, contrappeso; S, puleggia della fune portante; R, R', freni del tamburo O; T, intelaiatura di sostegno della puleggia S; U, F, fune e leva per comando del freno R; X, ruota di frizione del freno R.

I due cilindri a vapore sono forniti di una valvola centrale per l'inversione di marcia, attraverso a cui passa il vapore prima di arrivare ai cilindri. Questa valvola è comandata da un tirante in ferro che passa attraverso a tutti i piani serviti dal montacarichi, dimodochè da un punto qualunque si può manovrare la valvola stessa. Quando questa è nella sua posizione centrale, resta chiuso l'ingresso del vapore nei due cilindri e l'apparecchio si ferma; tirando con un piccolo sforzo in alto il tirante, il montacarichi prende a salire; abbassandolo discende. Aprendo poi più o meno la valvola si può regolare benissimo la velocità dell'ascensione o della discesa. Quando la valvola è completamente aperta, supponendo che i cilindri diano 100 colpi al minuto, e che sia tolto il sistema d'ingranaggio, cioè che il tamburo faccia un egual numero di giri, siccome il diametro del tamburo è ordinariamente di 20 centimetri, ne segue che si avrà una velocità di sollevamento di 63 metri al minuto primo, ossia di circa 1 metro al secondo.

La disposizione del generatore del vapore e del meccanismo motore di cui si è parlato può essere qualunque; ove vi siano più apparecchi mossi dal vapore basta in generale un solo generatore; qualche volta invece di tenere generatore e motore nel sotterraneo si portano o l'uno o l'altro o anche tutti e due ad un piano qualunque dell'edifizio: dalla caldaia il vapore può sempre esser condotto al motore mediante un'opportuna tubazione; ed il motore così sospeso od appoggiato ad un piano qualunque sopra il piano di cantina permette di diminuire la lunghezza di catena che va alla gabbia, e quindi i pericoli di rottura della catena stessa.

Quando si vuole risparmiare sul lavoro motore, si ricorre a un contrappeso. In tal caso rimane sempre la catena o la fune di cui si è parlato fin qui che dal tamburo va alla gabbia passando sulla puleggia di sommità; ma se ne aggiunge una seconda che partendo dalla gabbia si avvolge su un'altra puleggia, ed al capo libero porta attaccato un contrappeso. Invece del quale si può anche qui adoperare una seconda gabbia, come negli elevatori prima visti: le due gabbie sono attaccate ciascuna ad un estremo di una fune passante sopra una puleggia di sommità, scorrono in due pezzi accostati e si equilibrano vicendevolmente.

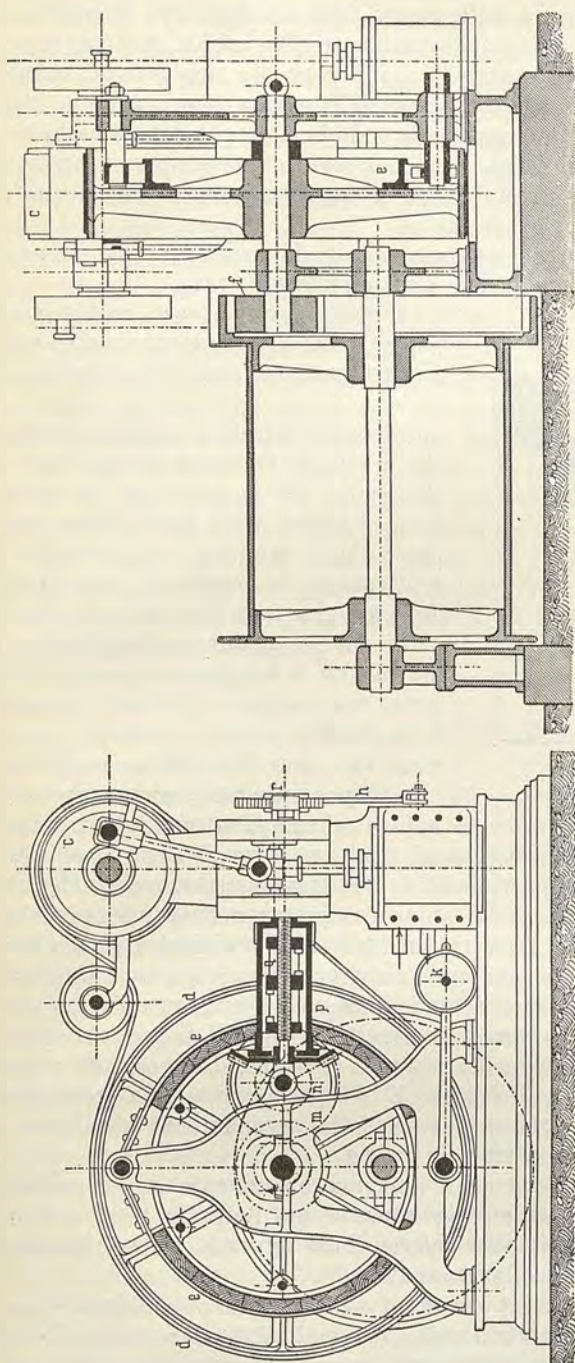
Del tipo a contrappeso è l'ascensore per alberghi, così detto di sicurezza, della ditta Otis Brothers di New York rappresentato nella fig. 873 *a, b, c, d, e*.

La macchina motrice è a 2 cilindri verticali, con bielle e manovelle a 90 gradi. L'introduzione e la scarica del vapore come pure l'inversione e l'arresto della marcia si ottengono con una sola valvola manovrabile dall'interno della cabina mediante una fune metallica *a* pendente lungo il pozzo (figura 873 *a*).

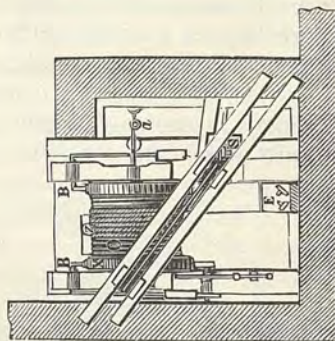
Il movimento vien comunicato a mezzo di una cinghia *L* alla prima grande puleggia, e da questa mediante ingranaggi all'albero portante il tamburo. La fune che si avvolge su questo, guidatavi da una scanalatura a elica di piccolo passo, sale lungo il pozzo, si avvolge sulla grande puleggia *S* e ne discende per attaccarsi alla cabina. Oltre che da questa prima fune la cabina è portata da una seconda che parte da un punto in prossimità a quello d'attacco dell'altra, sale alla sommità del pozzo, ivi si avvolge sopra un tamburo *O* e ne discende portando un contrappeso *Z*.

La fermata automatica alle estremità di corsa è ottenuta mediante un congegno visibile nella figura 873 *b* chiamato il ferma moto, il quale, quando il tamburo ha compiuto quel dato numero di giri, porta un'asta a vite su cui si trova una prominenza *q* a chiudere l'ingresso e la scarica dei cilindri e ferma la macchina, che non può rimettersi in moto se non in direzione opposta, avendo la valvola invertito il vapore.

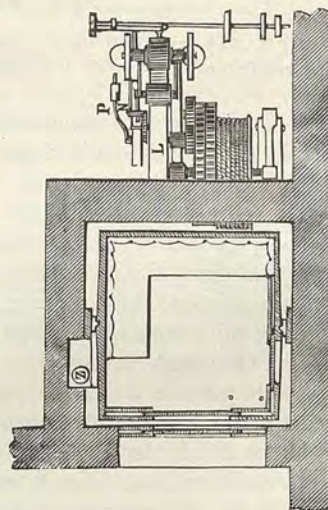
Come primo apparecchio di sicurezza si ha un freno a nastro *P*, collegato colla motrice in modo che entra in funzione solo quando questa si ferma e cessa di funzionare quando questa torna ad avviarsi.



c. — Motrici.



e. — Sommità del pozzo.



d. — Pianta del veicolo e della motrice.

Fig. 873 c, d, e. — Ascensore per alberghi della Ditta Otis Brother's di New-York.

Oltre a questo vi è tutta una serie di apparecchi di sicurezza indipendenti l'uno dall'altro, che dovrebbero ovviare a tutti gli incidenti che possono verificarsi nel funzionamento. L'impianto risulta in conseguenza alquanto complicato, ed è perciò discutibile se il perfezionamento che vorrebbe presentare non viene, dalla molteplicità degli apparecchi stessi, in parte sminuito.

Per prevenire una rottura del tratto della prima fune compreso fra la gabbia e la puleggia S, la detta fune non si attacca direttamente alla gabbia, ma coll'interposizione di una molla a balestra *a*. A questa molla è connessa una leva ad angolo che porta due robuste ganasce situate sui due fianchi della cabina, cosicchè se la fune si rompe la molla non più gravata dal peso della gabbia si stende repentinamente, fa rotare la leva e spinge all'infuori le ganasce. Per tale movimento esse vengono a impigliarsi nei denti di 2 dentiere verticali di ferro battuto che corrono lungo tutto il pezzo, assicurate alle guide, e sostengono la gabbia.

La forma a uncino dei denti e delle ganasce è tale da assicurare un imbocco immediato al minimo contatto, e da impedire ogni ulteriore discesa.

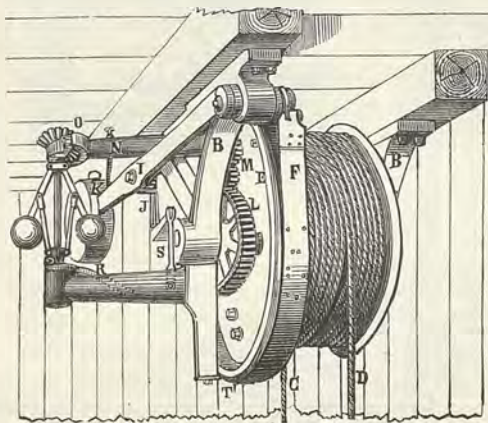


Fig. 874. — Tamburo di sicurezza con regolatore di velocità a forza centrifuga.

I denti devono esser robustissimi poichè 2 soli di essi devono poter sopportare tutto il peso del veicolo col carico.

Siccome potrebbe ancora avvenire che la velocità crescesse troppo, oppure che, senza che la gabbia se ne risentisse, il tratto della prima fune compreso tra il tamburo e la puleggia S si allentasse, si hanno sul tamburo O della seconda fune due freni a nastro R ed R', che per qualunque irregolarità di movimento o nel funzionamento della prima fune entrano in azione, fermano il tamburo e quindi la gabbia, che rimane raccomandata alla seconda fune.

Più precisamente per trattenere la gabbia nel caso di rottura nella trasmissione o nel tratto di fune principale prossimo al tamburo, serve il freno R, ed ecco come: la grande puleggia S ha i sopporti fissati in una traversa scorrevole nell'intelaiatura T (fig. 873 *b*), e finchè il peso della cabina è supportato dalla prima fune la puleggia è trattenuta, come fa vedere la figura sul fondo dell'intelaiatura T; ma se il peso della gabbia cessa per qualunque ragione di gravitare sulla S, questa è sollevata all'insù dal peso Y che esercita a mezzo della fune *u* uno sforzo contrario a quello esercitato dal peso della cabina, e sollevandosi permette al peso Y di premere sopra una leva a lui sottostante. Questa a sua volta metterà in azione il freno R che prima era tenuto lontano dalla grossa ruota di frizione X. Allora il ramo della prima fune che va alla gabbia trovando questa già sostenuta dalla seconda fune si allenta e permette alle ganasce di sicurezza di entrare in azione.

Il freno R' di destra serve precisamente a impedire un aumento eccessivo della velocità della cabina. Esso è mosso da un regolatore di cui nella fig. 873 *e* si vede appena l'asta di comando, e i cui dettagli risultano dalla figura 874 che riproduce l'apparecchio in questione di un altro elevatore Otis (1).

Il nastro F del freno R' superiormente è snodato coll'estremità di una leva imperniata in un punto I situato a due terzi circa della sua lunghezza e caricata all'altra estremità di un contrappeso K. Questa leva porta, verso l'interno ed in corrispondenza del suo fulcro I, una piccola ruota dentata, la quale imbocca con un settore dentato J che forma il braccio verticale di una seconda leva ad angolo imperniata nel

(1) *Enciclopedia delle Arti e Industrie*, Vol. V, p. 1^a (Torino, Unione Tip.-Editrice).

suo vertice e snodata all'estremità dell'altro braccio, orizzontale, con una sbarretta verticale S, la quale a sua volta ha l'estremità inferiore unita a snodo coll'estremità di un'ultima leva imperniata in un punto R ed avente l'altra sua estremità foggiate a forcella, con cui circonda il collare del regolatore a forza centrifuga.

È evidente che, accelerandosi il regolatore, per mezzo del sistema di leve ora descritto il settore dentato I riceverà un movimento di rotazione in avanti (cioè verso l'osservatore) che farà rotare la piccola ruota dentata in I e quindi la leva KI in modo da abbassare il peso K. Il freno verrà allora ad applicarsi, ed impedirà una accelerazione troppo grande del tamburo superiore. Il movimento di questo tamburo viene trasmesso al regolatore per mezzo di due ruote a sperone L ed M, di cui la L è calettata sullo stesso albero del tamburo e la M sopra un secondo alberetto, il quale attraversa un piccolo tubo N portato dallo stesso sopporto B ed ha all'altra estremità calettato un piccolo rocchetto conico che dà movimento ad un secondo rocchetto O calettato sull'asse del regolatore. Accelerandosi dunque il movimento di rotazione del tamburo si accelera anche quello del regolatore, ed il freno viene applicato.

Il funzionamento di questo ascensore è assai dolce perchè la trasmissione avviene a mezzo della cinghia L; le fermate poi sono dolcissime perchè rimane sempre nel cilindro come un cuscino di vapore contro cui si smorza gradatamente l'urto.

Per evitare anche le minime scosse nel funzionamento qualche volta si sopprimono gl'ingranaggi e si caletta il tamburo della fune portante direttamente sull'asse della prima grande puleggia. Crescono però i pericoli di disgrazie per scarruolamenti e strisciamenti del cingolo.

V. — ELEVATORI ELETTRICI

Si chiamano d'ordinario e per brevità elevatori elettrici anche quelli a cui il movimento è dato da una cinghia messa in rotazione a mezzo di un motore elettrico. In questo caso però la denominazione di elevatore elettrico è impropria, e l'impianto rientra piuttosto nel novero dei soliti elevatori a trasmissione del § VI, giacchè la presenza dell'elettro-motore non conferisce al macchinario alcuna caratteristica che lo distingua da quelli azionati da motrici a gas, a vapore, ecc.

Tali elevatori, che si potrebbero chiamare elettrici ad azione indiretta, sono di prezzo notevolmente più basso degli elevatori elettrici propriamente detti, e perciò rivolgendosi alle case costruttrici è importante definire bene la specie di elevatore elettrico, che si desidera, a scanso di equivoci o sorprese.

Elevatori elettrici propriamente detti sono invece quelli in cui il movimento è trasmesso dal motore al macchinario senza interposizione di cinghia, ma a mezzo di un collegamento immediato, ottenuto accoppiando con un giunto elastico i due alberi dell'elettro-motore e della vite perpetua che comanda il tamburo (v. fig. 875).

Il grande vantaggio di questa disposizione consiste in ciò: che tostochè cessa di muoversi la gabbia, contemporaneamente a mezzo di un apposito interruttore l'elettro-motore viene disinserito, sicchè il consumo di corrente è strettamente subordinato all'effettivo funzionamento dell'elevatore.

La corrente può essere anche in questi motori accoppiati direttamente tanto continua quanto trifase, con tensione di 110, 220, 440 volts; derivata da una centrale particolare, oppure dalla rete di distribuzione cittadina.

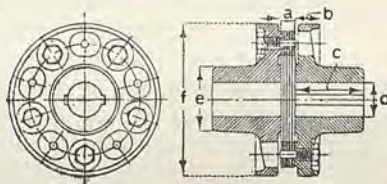


Fig. 875. — Giunto elastico
(per rotazioni invertibili).

Si preferisce la corrente trifase o continua alla monofase, perchè i motori a corrente continua o trifase, a differenza dei monofasi, possono essere avviati a pieno carico o anche sopraccaricati, e corrispondono quindi pienamente alle esigenze inerenti alla messa in moto dell'elevatore, durante la quale oltre al carico utile si deve mettere in movimento anche il peso morto, che è in proporzione considerevole, e che induce di conseguenza forti resistenze di attrito.

Gli elevatori elettrici di questo tipo sono usati pressochè esclusivamente come ascensori, molto di rado come montacarichi, e solo quando sia prescritto l'accompagnamento di un manovratore.

Sono pure provvisti, come tutti gli altri elevatori, di freni, degli apparecchi paracadute e degli altri meccanismi per la sicurezza, di cui si dirà in seguito. Per ridurre la potenza del motore si usano pure per essi dei contrappesi capaci di equilibrare oltre al peso morto anche la metà del carico utile, e in conseguenza con piccoli motori si raggiungono notevoli velocità, variabili da metri $0,80 \div 1,20$ al minuto secondo per gli ascensori in cui la portata non supera mai i 600 Kg. (pari a 8 persone); minore nei montacarichi, e approssimativamente in ragione di:

| | | |
|------|--|---------|
| 0,60 | al minuto secondo fino a che la portata non supera i | 600 Kg. |
| 0,40 | » | » |
| 0,30 | » | » |
| 0,20 | per portate superiori. | |

Aumentando la potenza del motore si può aumentare anche la velocità: il limite massimo a cui questa può essere spinta è però spesso stabilito tassativamente dalle norme di polizia edilizia.

Il macchinario può essere collocato sia all'estremità inferiore del pozzo in un locale sufficientemente spazioso e asciutto del sottosuolo o del piano terreno, sia in alto sopra al soffitto dell'ultimo piano, la quale ultima disposizione, se presenta il vantaggio di eliminare il deterioramento della conduttura per effetto dell'umidità che nei piani inferiori è sempre più o meno pericolosa, ha però l'inconveniente:

1° di rendere più gravosa e quindi meno vigile la sorveglianza;

2° di favorire la trasmissione del rumore;

3° di non rappresentare mai un appoggio assolutamente stabile.

Le spese di esercizio sono assai limitate e sempre inferiori a quelle degli elevatori idraulici di eguale potenza. Per esempio, per un impianto di costruzione e rendimento normale, con la gabbia e mezzo il carico utile equilibrato da contrappesi, se si indica con:

Q la portata ($= 600$ Kg.),

v la velocità ($= 0,35$ al minuto secondo),

η il rendimento complessivo ($=$ circa $0,30$),

la potenza necessaria è:

$$\frac{\frac{1}{2} Q v}{75 \eta} = \frac{Q v}{45} = 5 \text{ HP.} \quad (1)$$

Se l'altezza della corsa è 14 metri, la gabbia per compierla impiegherà:

$$\frac{14}{0,35} = 40''$$

e consumerà:

$$\frac{40}{3600} \cdot 5 \cdot \frac{735,5}{1000} = \text{circa } 0,04 \text{ kw-ora.}$$

Supposto il prezzo del kw-ora pari a L. 0,25, la spesa di corrente per tutta la corsa sarà di:

$$0,25 \times 0,04 = \text{L. } 0,01.$$

Colla formola (1) si può anche, data la potenza del motore e la portata, determinare la velocità di sollevamento. Coi dati precedenti si troverebbe:

$$v = \frac{5 \times 45}{600} = \simeq 0,35 \text{ al minuto secondo.}$$

Nota la velocità v , si calcolerà il diametro che deve avere il tamburo da accoppiare al motore, perchè compiendo il numero di giri dati dal motore trascini la fune colla velocità trovata v . Per semplificare il calcolo le Case costruttrici usano delle tabelle in cui, per una serie di diametri del tamburo, è dato lo spazio s di cui si sposta, mentre il tamburo compie un giro intero, il capo libero di una fune avvolta su di esso. Cosicchè se n è il numero di giri che il motore e quindi il tamburo dà in un minuto primo, si ha che il capo libero della fune per ogni giro del motore si sposta di:

$$s = \frac{60 \times v}{n}$$

e allora basta cercare sulla tabella il diametro del tamburo cui corrisponde uno spazio del valore s sopra calcolato.

Il piccolo consumo di energia rende sempre possibile senza speciali dispositivi la presa da una rete pubblica di distribuzione, oppure da una piccola centrale per forza e luce. È però prudente se i generatori di corrente sono di piccola potenzialità, esclusivamente destinati ad alimentare una rete di illuminazione, di adoperare una batteria per non recare perturbazioni nell'esercizio.

Il rendimento di un elevatore dipende dalla grandezza e dal peso della gabbia, dalle resistenze di attrito degli organi meccanici e delle funi, dalle perdite per sfregamento contro le guide della gabbia e del contrappeso. Tutto sommato si può ritenere come rendimento meccanico complessivo per elevatori a trasmissione elicoidali circa il $40 \div 50\%$ e per elevatori con ruote cilindriche il $65 \div 75\%$.

Schematicamente il macchinario di questi ascensori è quello della figura 876. Si distinguono in esso:

1° *Il motore elettrico* (A). — Si è già accennato brevemente quali siano i tipi preferiti. A complemento di quanto fu detto si aggiunga che, se si tratta di corrente continua, si usano esclusivamente motori eccitati in derivazione. Questi motori si incamminano anche sotto carico e fanno sempre approssimativamente lo stesso numero di giri, sia che funzionino a pieno carico che a vuoto, proporzionando il consumo di corrente al carico. Queste loro proprietà li rendono i motori ideali per elevatori, giacchè, in primo luogo, si può esser sicuri che i limiti massimi di velocità non vengono mai superati, e in secondo luogo si ha un funzionamento economico per qualunque intensità di carico.

Raramente si usano motori in serie, causa la variabilità del numero di giri a seconda del carico e causa altresì le speciali cautele che la loro regolazione richiede. Per queste ragioni tali motori non sono impiegati che nelle gru, per le quali il loro forte momento di chiusura costituisce un pregio notevole.

I motori per elevatori che devono funzionare con corrente alternata hanno ad un dipresso le stesse caratteristiche dei motori in derivazione, e cioè numero di giri costante e forte momento di chiusura. I motori trifasi sono i più usati, raramente si deve ricorrere a quelli bifasi. In generale sono con anelli collettori; per piccola potenza fino a 3 o 4 cavalli con indotto chiuso in corto circuito. Quanto ai monofasi sono

sempre a collettore. Essi iniziano il loro movimento come motori a repulsione, con forte momento di avviamento, e, tostochè hanno raggiunto il numero normale di giri, vengono invertiti automaticamente da un interruttore centrifugo, cosicchè continuano il loro movimento come motori a induzione. Il loro numero di giri si mantiene poi per qualunque carico pressochè costante.

Questi motori si incamminano, in generale, a vuoto, e solo dopo avere raggiunto il numero completo di giri li si accoppiano all'argano. Non mancano i tipi capaci di

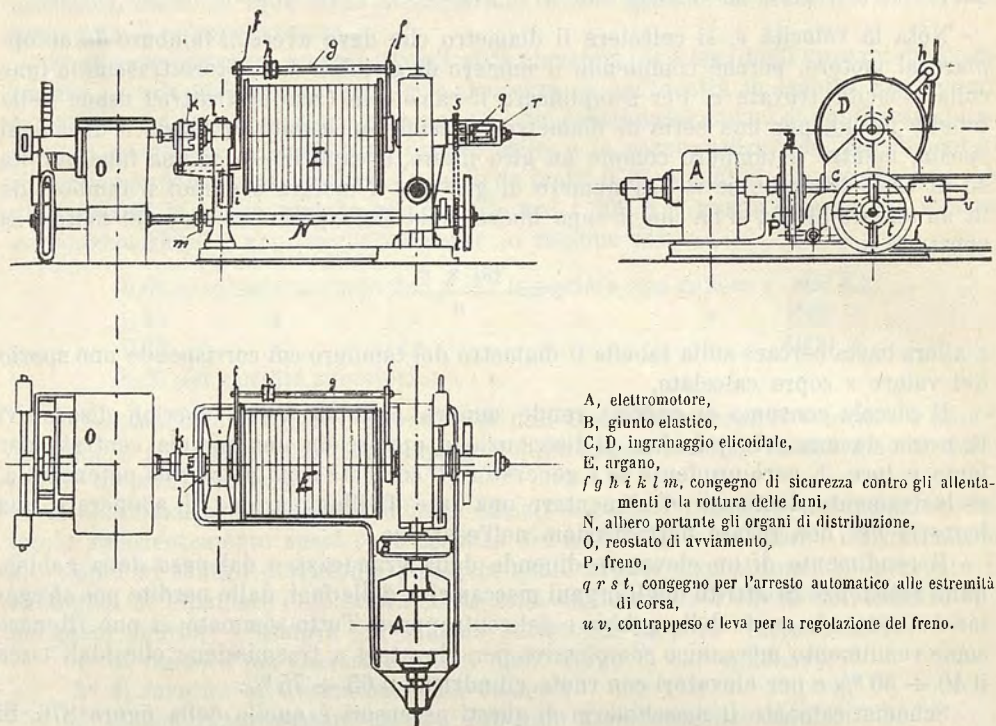


Fig. 876. — Macchinario per elevatori elettrici.

avviarsi sotto carico, ma non sono molto sicuri e avviene talvolta che solo per piccoli sovraccarichi il motore rimanga fermo.

A seconda poi che sono destinati a funzionare in locali ben riparati dalla polvere, oppure in locali esposti alla medesima, si usano aperti o chiusi. Generalmente sono aperti, poichè vengono sistemati in diretta prossimità dell'argano, e questo è sempre posto in un locale appartato e inaccessibile agli estranei.

2° L'argano (E). — Sulla superficie del tamburo sono ricavate in generale delle scanalature a elica che guidano le funi che si avvolgono o si svolgono. Le funi sono abitualmente parecchie, e cioè: una per il contrappeso e due per la cabina. Le due funi per la cabina sono prescritte tassativamente dal regolamento prussiano ogniqualvolta si tratti di elevatori che non sono semplici montacarichi, ma che, in qualche tempo o in qualche circostanza, possono portare persone.

L'uso della catena in luogo delle funi incontra sempre poco favore, perchè queste si avvolgono in modo meno regolare e a strapponi.

La trasmissione del movimento dal motore all'argano avviene mediante un ingranaggio e un giunto elastico (B) del tipo rappresentato nella fig. 875, o di tipo analogo. L'ingranaggio è nella quasi totalità dei casi elicoidale (C e D della fig. 876), e

ciò perchè non dà urti nè rumori e riduce con la maggior semplicità desiderabile il gran numero dei giri dati dal motore. Riguardo al passo da darsi alla vite perpetua c'è chi preferisce a scapito del rendimento, ma a vantaggio della sicurezza, dare una inclinazione minima, tale, cioè, che, mancando la corrente, la gabbia non possa far girare all'indietro l'ingranaggio; c'è chi invece preferisce conseguire un rendimento maggiore, e quindi dà alla vite un'inclinazione tale che la gabbia possa venirsene giù per virtù propria: ben inteso però che l'inclinazione dovrà esser calcolata in modo che la gabbia, discendendo, non riesca a superare il limite di velocità che le prescrizioni locali di polizia edilizia stabiliscono.

Il motore in questi tipi non entra in funzione durante la discesa che come freno, a meno che non si voglia — ciò che però è rarissimo — farlo funzionare come dinamo e adoperarlo per alimentare la rete.

Praticamente si è riconosciuto preferibile il primo sistema: ciò vuol dire che anche per la discesa occorre far funzionare il motore, il quale, per rimanere nei tipi di piccola potenza, dovrà anche qui sviluppare la stessa forza sia in salita che in discesa.

3° *Il freno (P).* — Deve servire sia ad effettuare durante il funzionamento normale l'arresto della gabbia all'altezza desiderata, possibilmente senza scosse, sia ad interrompere, in caso d'incidenti, una caduta.

L'arresto graduale che si desidera raggiungere durante il funzionamento normale è tutt'altro che di facile conseguimento e dipende da molti diversi fattori.

Così, se si tratta di motori a corrente continua eccitati in derivazione, oppure di motori a corrente alternata, una prima difficoltà nasce dal fatto che il motore si ferma quando la corrente scende al disotto di un certo valore, sicchè non si può far decrescere la corrente fino a rallentare e poi arrestare il moto della gabbia, ma bisogna che questa, dal momento in cui il motore cessa di funzionare, sia arrestata unicamente per virtù del freno.

Ora il freno non può assorbire tutta la forza viva rappresentata dalla gabbia in moto, senza urti e senza dar luogo a piccole irregolarità. Per persuadersene basta ricordare che la forza viva è proporzionata alla massa in movimento e al quadrato della velocità. Ora, la velocità per i motori suddetti è sempre press'a poco la stessa e quindi si potrebbe determinare questa una volta per tutte, nota che sia la resistenza di attrito, dell'ingranaggio elicoidale e dei singoli organi, e quindi calcolare con sufficiente esattezza il freno e la durata per cui deve essere applicato, per ottenere con esattezza la fermata al piano voluto. Ma, sventuratamente, oltre tutte queste quantità entra in calcolo anche la massa, e questa varia di volta in volta dal funzionamento a vuoto al funzionamento a pieno carico, sicchè qualsiasi calcolo verrebbe a mancare di fondamento.

I freni possono essere di due tipi: elettrico e meccanico. Il freno elettrico (fig. 877) è costituito da un elettro-calamita NN, che si magnetizza quando si dà la corrente al motore. In queste condizioni i nuclei NN attirano l'ancora A, il nastro del freno che avvolge la puleggia P risulta allentato e permette la rotazione; quando si interrompe la corrente al motore viene interrotta anche la corrente che va all'elettro-calamita, questa lascia ricadere l'ancora e questa, caduta, stringe il freno e impedisce ogni movimento.

Malgrado si sia cercato di mitigare l'azione di questo freno interponendo un cuscino di aria o di liquido, pur tuttavia esso lascia assai a desiderare quanto a dol-

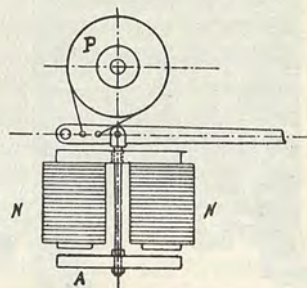


Fig. 877.

Freno elettromagnetico.

A, ancora,
NN, elettrocalamita,
P, puleggia del freno.

cezza di funzionamento, specie per alte velocità, e tutto l'impianto risente scosse poco gradevoli. Si dà perciò spesso la preferenza al freno meccanico, del quale si può meglio regolare la graduale applicazione. Si viene con ciò a perdere la garanzia offerta dal freno elettrico di avere la gabbia arrestata dal freno per un'interruzione momentanea di corrente, ma se si osserva che a questi incidenti provvedono già e l'attrito proprio dell'ingranaggio elicoidale e gli apparecchi di sicurezza di cui va fornita la cabina, si può adoperare con piena fiducia il freno meccanico in luogo di quello elettrico.

Per graduare il freno, che si compone di una leva portante da una parte la scarpa del freno e dall'altra un contrappeso, si può fare, come si usava anticamente, questo ultimo composto di diversi pezzi, oppure, come fa vedere la fig. 876, lettere *u* e *v*, si varia la lunghezza del braccio di leva *v*. Nei tipi moderni il contrappeso è sostituito da molle di cui si può regolare a volontà la tensione a mezzo di viti.

Molte volte si utilizza come disco, sul cui contorno applicare il nastro, lo stesso giunto elastico interposto fra elettro-motore e ingranaggio elicoidale.

4° Il *reostato di avviamento* (O). — Serve a dare gradatamente la corrente al motore, e anche, in certi motori, a invertire il senso di rotazione, poichè, come si è detto, il motore entra in azione così in salita che in discesa.

Il reostato può essere inserito o nel circuito della corrente dell'indotto, o nella rete che serve all'eccitamento del campo. La prima di queste disposizioni è quella che si trova sempre nei motori a corrente continua, ed è altresì la più consigliabile per motori a corrente alternata.

Man mano che il motore si avvicina a compiere il suo numero normale di giri, le resistenze inserite all'atto dell'avviamento vengono gradualmente e automaticamente escluse. La velocità con cui si seguono questi procedimenti di introduzione e di eliminazione delle resistenze è regolata da apparecchi meccanici o elettrici posti presso l'avviatore. Per ottenere una messa in marcia dolce il tempo necessario all'avvia-

mento deve essere naturalmente assai breve, e così pure è assai breve quello che si impiega per conseguire un arresto senza scosse, dal momento che prima d'interrompere la corrente saranno state inserite tutte le medesime resistenze.

L'avviatore è tanto migliore quanto più insensibilmente compie l'inserzione graduale delle successive resistenze. Queste constano abitualmente di un certo numero di spirali di filo di ferro da inserirsi una dopo l'altra. Le resistenze fluide non si usano mai nella costruzione di ascensori. Il variare della resistenza, che avviene sempre più o meno a scatti, ha per effetto la produzione di scintille e il logoramento dell'apparecchio. Perciò gli apparecchi più perfezionati sono appunto originati dalla preoccupazione di evitare scintille. Approssimativamente ritornano tutti al tipo della fig. 878, che rappresenta quello della casa Siemens-Schuckert. L'albero di distribuzione comanda in un modo qualunque, che può variare da caso a caso e che non ha importanza, un'asta verticale, che, messa in movimento, prende a discendere per proprio peso o per virtù di qualunque meccanismo, con velocità facilmente regolabile. L'asta

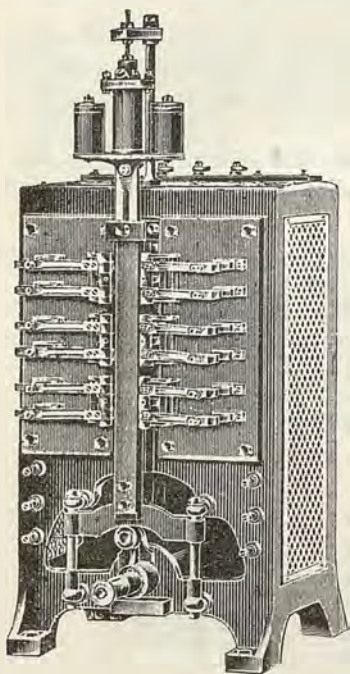


Fig. 878. — Reostato d'avviamento
Siemens-Schuckert.

porta vitata una spazzola con un certo numero di contatti, a cui corrispondono altrettanti contatti fissi nel fianco della cassa e ai quali fanno capo le spirali resistenti. La spazzola scivola su questi e stabilisce o apre contatti fino a inserire o escludere tutta la resistenza.

Un tipo affatto particolare per elevatori e col quale si è ottenuto di eliminare l'inconveniente già lamentato è il reostato a grafite.

Consta di un recipiente ripieno di polvere di grafite, in cui si immerge lentamente un contatto, sino a raggiungerne un altro fissato nel fondo del recipiente. Di grado in grado che la parte mobile si avvicina a quella fissa scema la resistenza fino a che si consegue il contatto metallico.

L'apparecchio ha il merito di servire per corrente a qualsiasi tensione da 110 a 500 volts, e inoltre di non soffrire per innalzamenti di temperatura, sicchè si possono ammettere forti correnti di chiusura per la produzione di energici momenti di rotazione nel motore, senza che si verifichino danni. Sui reostati a liquido ha il merito di non richiedere alcuna manutenzione per sopperire alle evaporazioni, ecc.

Per motori a corrente alternata servono gli stessi apparecchi ora descritti, purchè muniti di un commutatore; oltre ai tipi citati la serie è molto estesa.

5° *Gli apparecchi diversi di regolazione e sicurezza:*

a) per arrestare automaticamente il motore e inserire un freno nel caso di allentamento o di rottura di una fune. È un apparecchio molto semplice (fig. 876), che si compone di due leve *f* infilate sull'albero del tamburo, in prossimità dei perni. Il braccio corto della leva termina con un contrappeso *i*, il braccio lungo è forato all'estremità e nell'occhio passa un'asta *g* su cui è infilata e girevole la ruota *h*. Scopo del contrappeso *i* è di tenere la ruota *h* premuta contro la fune portante, per modo che la puleggia segue col suo movimento gli avvolgimenti o gli svolgimenti della fune.

Ma se la fune si allenta la puleggia è trascinata colla fune e imprime alle leve un movimento rotatorio che fa scattare un nottolino per arrestare il motore. Questo per il motore; per inserire il freno si ha poi sul prolungamento dell'asse del tamburo un innesto a denti, che il contrappeso *i* fa imboccare con una ruota *l*. Il movimento di questa è trasmesso a mezzo di catena sulla ruota *m* che sta calettata sull'albero di distribuzione *N* e lo mette in movimento, e questo, o direttamente o a mezzo dell'interposizione di un ingranaggio, sospende la corrente che è data dall'avviatore *O* e applica il freno *P*;

b) per l'arresto automatico della gabbia agli estremi della corsa e per la fermata ai singoli piani. Per essere sicuri che anche in caso di distrazione del manovratore o di funzionamento irregolare degli organi che comandano il movimento l'organo si arresti da sè, quando la gabbia è giunta al punto più alto o più basso della corsa, si ha un congegno che automaticamente interrompe la corrente e ad un tempo mette in azione il freno. Il congegno si compone di una madrevite *q* (fig. 876) infilata sul prolungamento opportunamente filettato dell'albero dell'organo e provvista di due risalti che si impegnano dentro una scanalatura praticata lungo il manicotto *r*. Il detto manicotto è folle sull'albero dell'organo e termina con una puleggia *s*. La madrevite viene posta in movimento dall'organo e riproduce, in scala ridotta, il movimento della gabbia. Nelle due sue posizioni estreme che verrebbero a corrispondere alla posizione più alta e più bassa della gabbia trova due scontri che le impediscono ogni ulteriore traslazione. Allora essa viene trascinata in rotazione e a sua volta costringe il manicotto e la puleggia *s* a prender parte alla rotazione dell'albero. La rotazione della *s* viene trasmessa all'albero di distribuzione *N* per mezzo di una catena articolata e di una seconda puleggia *t*. L'attrito proprio dell'albero *N* che normalmente basta ad impedirgli di esser trascinato in rotazione, ora che su di esso viene a esser trasportata la forza motrice, è vinto e l'albero ruota. Di qui segue l'interruzione del motore e l'applicazione del freno, come già s'è visto.

Per rendere la fermata ai singoli piani indipendente dall'opera del manovratore, che potrebbe anche non esservi, si usano congegni molto simili a quelli prima descritti per le estremità di essa.

In qualche caso la madre vite di cui si è parlato è portata col relativo manicotto dal prolungamento dell'albero del tamburo. Essa viene con un dispositivo qualunque, del tipo di quello già descritto, trascinata in rotazione quando l'argano abbia rotato di tanto da aver portato la cabina a quel certo piano a cui era prestabilito fermarsi. La madre vite, rotando, interrompe poi la corrente, come precedentemente si disse.

In generale però non è questa la disposizione preferita. Si usa invece raccogliere in un unico congegno i dispositivi atti a produrre le fermate volute. A questo scopo si ha presso l'argano uno speciale tamburo che ha tante sporgenze o scanalature quanti sono i piani. La manovra del conduttore, che all'atto della messa in moto sposta una manovella o preme un bottone per determinare il piano a cui fermarsi, ha per effetto di porre in grado di funzionare al momento opportuno quel certo risalto o intaglio che corrisponde al piano voluto e che arresta la madre vite, obbligandola a partecipare alla rotazione dell'argano e a compiere l'interruzione della corrente;

c) per ridurre la velocità. Sono quegli apparecchi che in elevatori rapidi (da 0,7 a 1,50 metri al secondo e più, fino ai massimi concessi per legge) servono a ridurre la velocità, prima che venga applicato il freno. A questo scopo servono delle resistenze che si inseriscono nel circuito dell'indotto. Si può così stabilire una nuova resistenza con velocità ridotta, dimodochè il freno viene a essere in grado di arrestare prontamente il movimento non appena tolta la corrente.

Siccome però questo sistema richiede disposizioni complicate, importa una perdita considerevole di energia che viene trasformata in calore e presenta qualche pericolo per il riscaldamento a cui sono esposte le resistenze se rimangono un po' a lungo inserite, si preferisce quasi sempre inserire le resistenze che devono ridurre la velocità nel circuito del magnete.

Con ciò viene indebolito il campo magnetico e conseguentemente il motore corre più svelto; ha però un momento di chiusura minore. Per contro, mettendo in corto circuito le resistenze inserite si induce il numero di giri e si aumenta la potenza.

Sicchè nell'avviamento per vincere grandi resistenze e prima dell'arresto per ridurre il numero di giri si chiuderanno queste resistenze in corto circuito mentre le si lasceranno inserite durante il funzionamento normale, quando la velocità è maggiore e sono minori le perdite interne. Anche così però si vengono ad avere, sebbene attenuati, gli inconvenienti della complicazione dell'impianto e delle perdite di energia.

Un altro tipo ancora di questi apparecchi è quello in cui si usa come freno elettrico automatico l'indotto dei motori a corrente continua e alternata dopo che sono stati distaccati dalla rete. Le particolarità del funzionamento variano a seconda che si tratti di motori a corrente continua in serie o in derivazione, oppure di motori a corrente alternata, ma di queste sarebbe troppo lungo voler dare notizia particolareggiata.

Premesso tutto ciò, e avanti di iniziare l'esame dei particolari, primi fra i quali dovranno essere accennati quelli relativi al comando per la messa in moto e per l'arresto, che negli elevatori elettrici è affatto speciale, si è riportato nella fig. 879 lo schema di un impianto completo in ogni parte, ad eccezione che negli organi di comando, che per semplicità si sono supposti ancora costituiti da una fune continua funzionante nel modo comune alle altre specie di elevatori.

La gabbia pende dalla fune portante L_1 , che partendo dal tamburo W dell'argano sale guidata da opportune girelle di rinvio fino alla puleggia di sommità. Una seconda fune L_2 porta il contrappeso G. La messa in moto e l'arresto del motore elet-

Con una trazione esercitata sulla fune di comando SS si porta verso destra oppure verso sinistra la manovella Sk che inserisce o toglie delle resistenze. Appena si sposta la manovella, viene anzitutto percorso dalla corrente il freno a magnete BrM ; la guancia del freno si alza e contemporaneamente è percorso dalla corrente la eccitazione del motore; mediante i commutatori u_1 ed u_2 è stabilito il contatto per il movimento verso destra o verso sinistra dell'indotto ed è lasciata libero movimento alla leva Z , che tende naturalmente a discendere, ma è sostenuta alla sua estremità inferiore dalla manovella Sk e non può muoversi finchè questa non venga spostata (a mezzo della SS) dalla posizione che ha in figura. La velocità con cui la Z discende e discendendo chiude successivamente i contatti k_1, k_2, k_3 del circuito dell'indotto dipende dal regolatore H , che varia di tipo a seconda dei costruttori.

Ne segue così il progressivo avviarsi del motore in modo affatto automatico e senza l'intervento del manovratore. Per sospendere il movimento si trattiene la fune di comando, e per tal modo il reostato di avviamento viene ad assumere la posizione corrispondente all'arresto e il motore cessa di funzionare insieme con l'elevatore. Press'a poco uguali sono gli organi di comando e quelli accessori, se invece di corrente continua si ha corrente alternata.

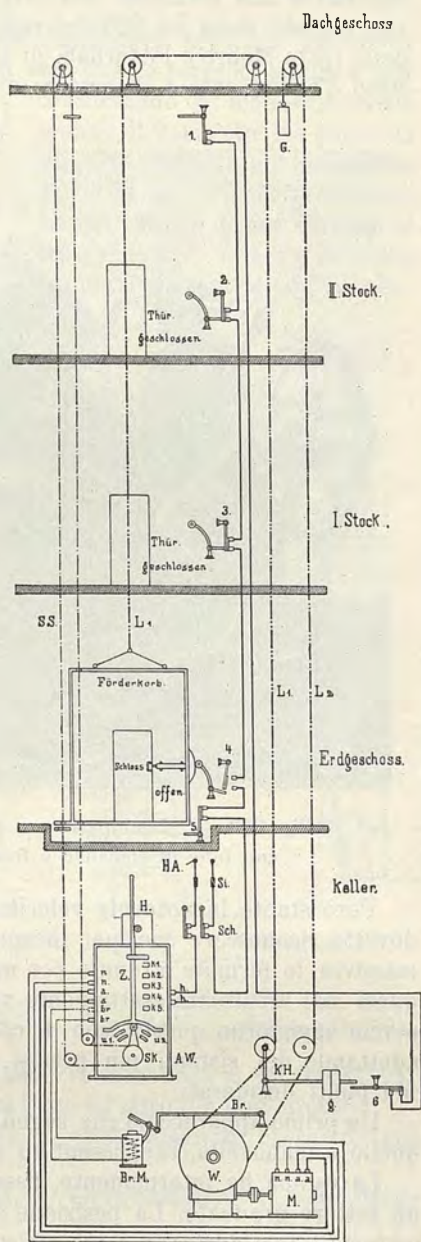


Fig. 879. — Schema d'impianto di elevatore elettrico con fune di comando e freno elettromagnetico.

Come si è detto, invece che elettrico il freno può essere meccanico, cioè tale che se ne ottiene il sollevamento e l'applicazione con lo stesso movimento che serve a imprimere una rotazione alla leva di presa della corrente, ed appunto di questo tipo è quello della fig. 880 che rappresenta il macchinario per un elevatore elettrico della Ditta Mohr e Federhaff, di Mannheim. Sul davanti della figura si vedono il reostato d'avviamento e il motore: dietro a questo il tamburo. La presa della corrente

è a fianco del sopporto del tamburo. Uno strappo alla fune di comando si trasmette prima di tutto alla leva di presa della corrente; poi, a mezzo della catena e ruota su cui questa si avvolge, al reostato di avviamento e, finalmente, alla manovella che comanda il movimento della guancia del freno che viene per tal modo serrato meccanicamente.

Altri costruttori lasciano da parte il freno, o gli attribuiscono una funzione affatto secondaria, e per assicurare l'arresto dell'elevatore fanno dipendere l'accoppiamento fra tamburo e motore da un elettromagnete. Di questo tipo è il macchinario della « Berliner Anhaltische Maschinenbau-Aktienges. » rappresentato nella fig. 881.

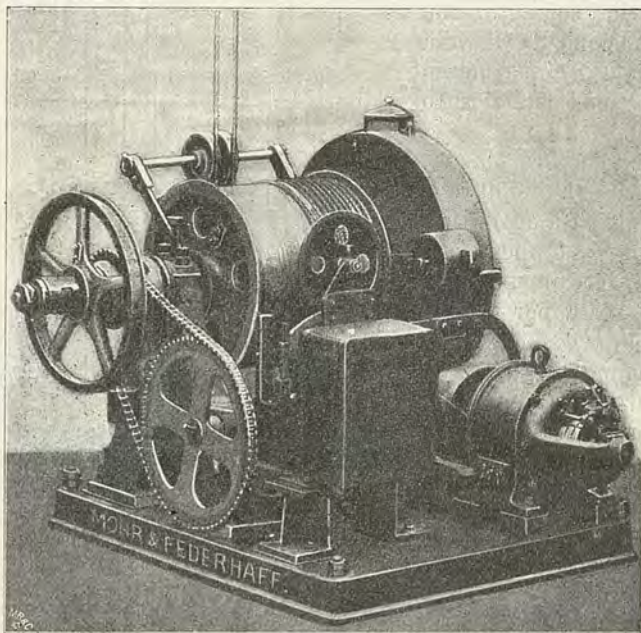


Fig. 880. — Macchinario per elevatore elettrico con fune di comando e freno meccanico.

Però stante la notevole velocità da cui sono animati gli apparecchi moderni si dovette riconoscere che, per inesperienza o per disattenzione di chi è addetto alla manovra, le fermate ottenute con una fune o un'asta di manovra non si effettuavano quasi mai all'altezza esattamente voluta, ma un po' al disopra o un po' al disotto, e perciò oggigiorno questo tipo di comando è pressochè abbandonato e si son venuti adottando dei sistemi più precisi, coi quali garantire l'arresto esatto della cabina nei punti desiderati.

Un primo apparecchio che segnò un miglioramento sul comando a fune continua è quello a manovella, rappresentato schematicamente nella fig. 882.

La cabina ha internamente, fissa a una parete, una manovella m mobile contro un settore graduato. La posizione media corrisponde allo stato di riposo, la posizione estrema verso destra o verso sinistra, alla salita o alla discesa rispettivamente. Il perno della manovella si prolunga fuori della cabina e porta esternamente ad essa, calettata, una ruota r , che per mezzo della catena articolata c trasmette a una leva l mobile intorno al suo punto medio il movimento che si fa compiere alla manovella. La leva l in conseguenza si alza o si abbassa e, direttamente o con l'interposizione di qualche ingranaggio, fa muovere gli organi che presiedono al funzionamento del macchinario. Per rendere indipendente dal movimento della gabbia questo apparecchio di manovra, le corde della leva l passano sotto a due puleggie p e da

queste risalgono verso l'alto sino ad abbracciare le p' appese con sospensione elastica e da cui ridiscendono per attaccarsi al cielo della gabbia, così questa può comunque muoversi, senza turbare menomamente la manovra.

Il comando che si trattava di perfezionare non funzionava però con precisione assoluta, e allora sorse l'idea di far cooperare alla manovra la corrente elettrica, pur conservando la manovella come organo di comando. Ne derivò la manovra elettrica con manovella, di cui la fig. 883 dà lo schema. Lungo tutto il pozzo corrono le tre condutture 1, 2, 3 e la cabina in qualunque posizione è colle-

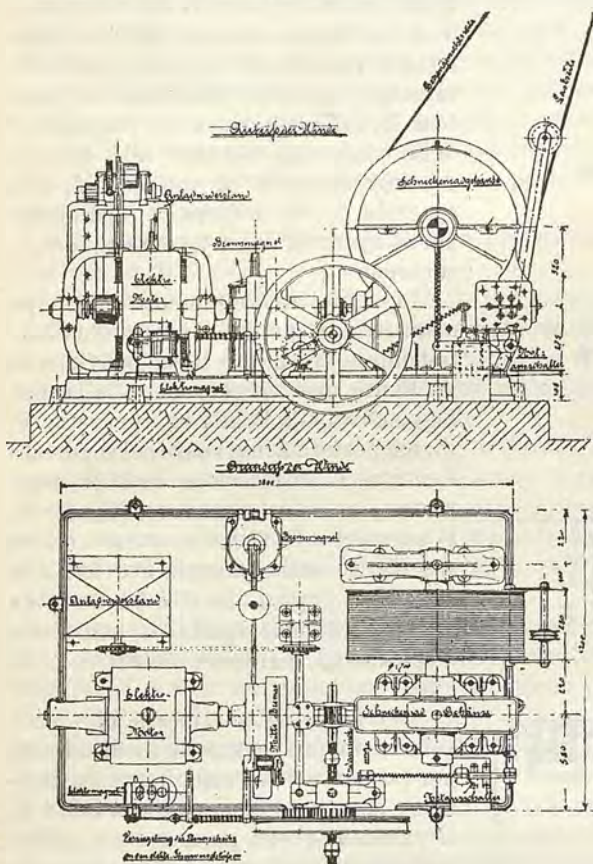


Fig. 881. — Schema d'impianto di elevatore elettrico con fune di comando ed accoppiamento elettromagnetico.

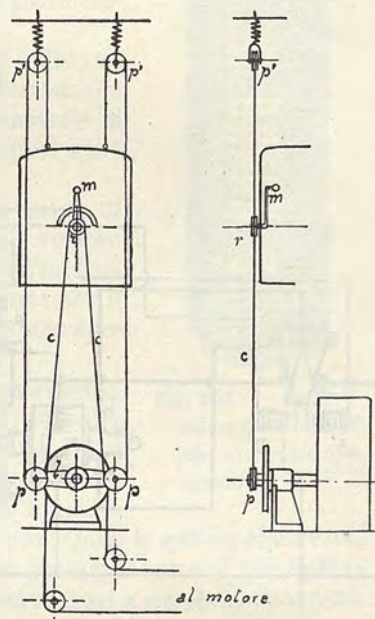


Fig. 882. Comando meccanico a manovella.

gata ad esse mediante gli attacchi I, II, III. Portando la manovella m sul contatto D oppure sul contatto S, si chiudono rispettivamente l'uno o l'altro dei due circuiti:

conduttore positivo, *relais* D', 3, III, D, m , II, 2, elettromagnete E, conduttore negativo; oppure:

conduttore positivo, *relais* S', 1, I, S, m , II, 2, elettromagnete E, conduttore negativo,

che stabiliscono la corrente ausiliaria in modo da produrre la discesa o la salita.

La corrente motrice propriamente detta si stabilisce in un senso oppure nell'altro, e coerentemente viene manovrato il reostato di avviamento. Per esempio, nel caso che la m sia portata su D e quindi sia stabilito il primo dei circuiti ausiliari sopra enumerati, il *relais* D' attira l'invertitore della corrente induttrice nella posizione segnata a tratto continuo, contemporaneamente l'elettromagnete E attira l'ancora A e porta la vite V che vi è unita ad ingranare col segmento dentato O della leva del reostato di avviamento.

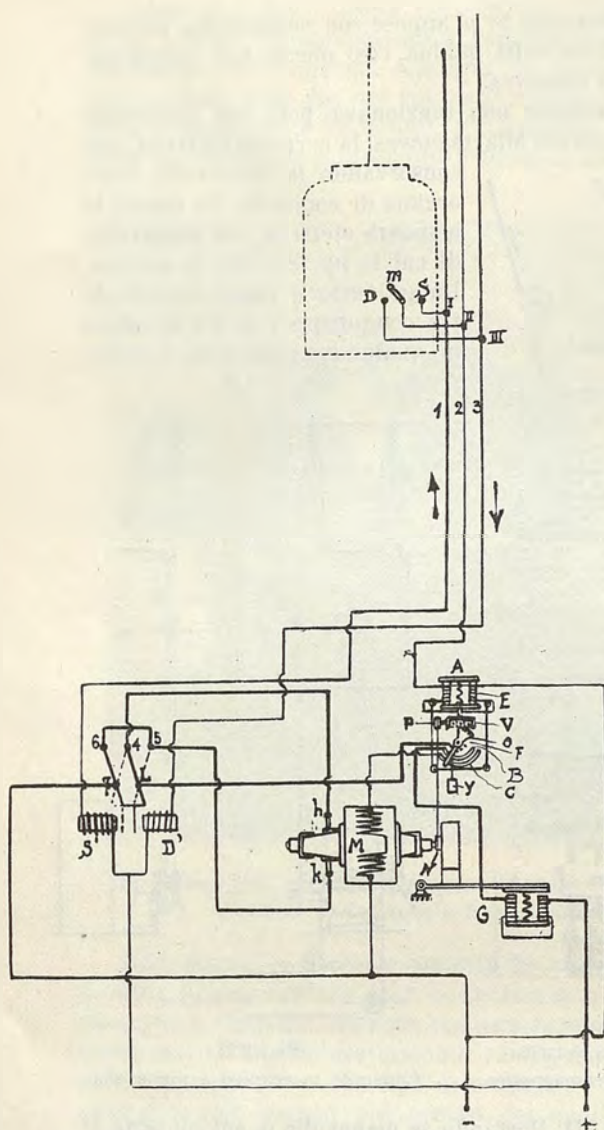


Fig. 883. — Comando elettrico a manovella.

Schema delle linee.

- 1, 2, 3, linee lungo il pozzo,
I, II, III, contatti mobili lungo le linee 1, 2, 3,
m, manovella di comando,
D, bottone per la discesa,
S, bottone per la salita,
D'S', relais nel circuito ausiliario, che stabiliscono la corrente principale nel senso della discesa o della salita,
L, 4, 6, 7, interruttore automatico della corrente principale.

riporta rapidamente la leva nella sua posizione iniziale sotto il reostato, prima che l'interruttore principale abbia interrotto la corrente, e in questa posizione il segmento dentato rimane trattenuto.

Variando la grandezza del peso y si varia la velocità di questo ultimo accoppiamento.

La corrente motrice segnata a tratto marcato, per la posizione che si è detto avere assunto l'invertitore, è chiusa, e cioè: parte del conduttore positivo passa per l'elettrocalamita G e fa alzare il freno, va al contatto B del reostato e di qui si dirama da una parte al contatto C verso la derivazione per l'eccitamento del campo magnetico del motore M, dall'altra passa per i contatti F delle spire del reostato alla leva L dell'invertitore e di qui, per 4, alla spazzola h del motore, e finalmente per la spazzola k ed i contatti 5, 6, 7, si chiude.

In seguito all'eccitamento del campo magnetico, il motore si incammina lentamente e trasmette il suo movimento mediante una cinghia che dalla puleggia N va alla P, alla vite perpetua V, dianzi portata a ingranare nel segmento dentato, e disinserisce così le resistenze; quando tutte siano disinserite, il segmento O viene a urtare con un suo risalto nella puleggia P e ferma la vite. Non appena la P è liberata da quel risalto viene spinta da una molla a spirale ad ingranare di nuovo colla vite.

Per l'arresto si riporta la manovella m in una posizione media. Resta per tal modo interrotto il circuito ausiliario che passa per i magneti D' ed E. Il primo di questi permette così all'interruttore principale di obbedire alla tensione di una molla che tende a riportarlo in una posizione media per cui viene aperto il circuito principale e quindi lasciato ricadere il freno.

Il magnete E, per conto suo, permette alla vite V di obbedire alla tensione di una molla che era stata compressa dall'ancora e di sollevarsi liberando la leva del commutatore, sicchè il peso y , che era stato sollevato durante le disinserizioni della resistenza,

Per la salita si deve portare la manovella sul bottone S. Con ciò il *relais* S' chiude il circuito della corrente induttrice, che però percorre l'indotto in senso inverso a quello precedente e quindi inverte il senso di rotazione del motore.

Salvo questo, il funzionamento è identico al precedente.

Per ottenere la fermata automatica alle estremità di corsa basta fare le guide 1 e 3 una in alto e l'altra in basso più corte della 2, sicchè, se anche la manovella *m* resta dimenticata ai bottoni S e D, si apre automaticamente quel circuito, che potrebbe esser causa di disgrazie se continuasse a sussistere, mentre rimane sempre la possibilità di chiudere il circuito opposto per far retrocedere la gabbia.

Chè se invece la manovella è esterna, si ottiene la fermata automatica disponendo in alto e in basso del pozzo un organo a superficie inclinata, da cui la manovella che vi urta contro è guidata ad assumere la posizione media corrispondente all'arresto.

Gli altri dispositivi di sicurezza non presentano qui particolarità degne di nota.

La manovra elettrica, di cui il tipo ora descritto offre un primo saggio assai semplice, si è poi via via venuta perfezionando e arricchendo di speciali sistemi di sicurezza: alle manovelle si sono sostituiti i bottoni e ormai tutti i tipi di elevatori sono provvisti di manovra di questo genere.

Tale sistema di comando automatico è ottenuto a mezzo di tanti bottoni quanti sono i piani, e ciascuno portante il numero di un piano, riuniti su di un'unica tavoletta fissata nell'interno della cabina, oppure all'esterno della medesima, a seconda che il movimento sia comandato da chi sta nella cabina o da uno speciale incaricato al di fuori.

Salvo particolari che differiscono da costruttore a costruttore, l'impianto si compone, oltrechè della tastiera suddetta di cui nella figura 884 è dato un esemplare, di un bottone per piano posto in vicinanza della porta di accesso nel pozzo, premendo il quale la gabbia, qualunque posizione occupi, è messa in moto e richiamata davanti alla porta cui corrisponde il bottone premuto. Quivi la gabbia si arresta, previa una conveniente riduzione della sua velocità. Chi preme il bottone per richiamare la gabbia a sè non può naturalmente sapere se essa si trovi a un piano superiore o inferiore, ma ciò non ha importanza, poichè alla pressione del bottone viene automaticamente determinato il senso in cui deve incamminarsi la gabbia.

La manovra per chi, entrato nella gabbia, vuol farsi trasportare ad un piano qualsiasi è così ridotta alla massima semplicità. La persona, entrata nella cabina e chiuso il cancelletto o la porta d'ingresso, non ha che da premere il bottone corrispondente al piano voluto e tutte le manovre sino all'arresto si susseguono automaticamente.

Il bottone della tastiera, contraddistinto con la scritta « alt », serve a interrompere la corsa della gabbia prima che sia giunta al suo compimento. Per rimetterla in moto si dovrà ripetere la manovra iniziale, cioè premere sul bottone corrispondente al piano (lo stesso o un altro) a cui si vuole accedere.

Per nessun'altra ragione la corsa, una volta iniziata, può venire turbata, essendo tutti i collegamenti tra bottoni interni ed esterni alla cabina così disposti che una pressione su un bottone qualsiasi fatta durante la corsa della gabbia rimane senza effetto.

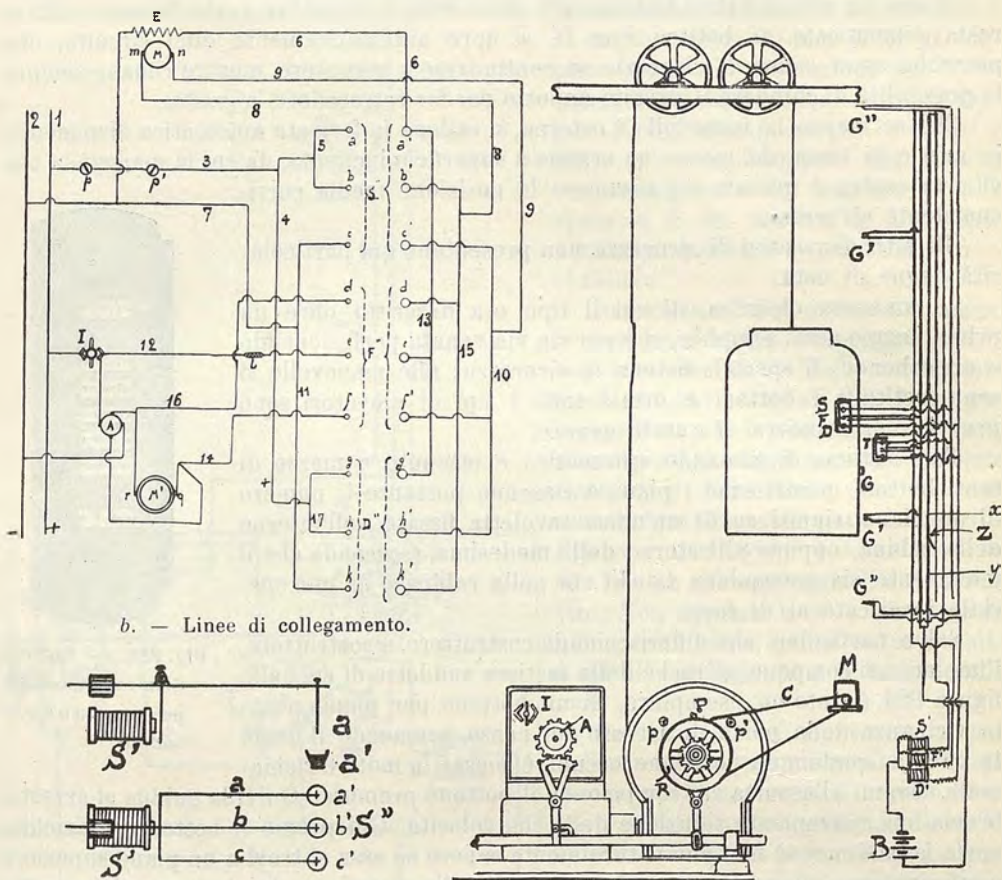
Anche qui, per premunirsi da eventuali disgrazie, si dispongono le cose in modo che la messa in moto dell'elevatore è impossibile finchè qualcuna delle porte d'accesso al pozzo è aperta, poichè rimangono aperti contatti speciali annessi a ogni porta e che mantengono aperto il circuito.



Fig. 884. — Tastiera Siemens-Schuckert per comando a bottoni.

Nelle case da pigione in cui vi sono molti inquilini la tastiera di comando è spesso fuori della cabina e sistemata nei locali del custode della casa, il quale può, senza muoversi, dirigere il movimento.

Così pure nei montacarichi che devono trasportare esclusivamente merci senza l'accompagnamento di conduttore, il comando è disposto esternamente al pozzo.



c. — Interruttore a mercurio a tre vie.

a. — Schema complessivo dell'impianto.

Fig. 885 a, b, c. — Comando a bottoni.

A completare l'apparecchio, la tastiera che sta nella cabina ha ancora un bottone per il campanello d'allarme, ed i bottoni isolati che si hanno ai singoli piani possono essere muniti di una segnalazione di linea occupata.

Il collegamento degli apparecchi della cabina con quelli del locale macchine è ottenuto a mezzo di un cavo flessibile lungo almeno $\frac{h}{2} + 2$ metri, dove h è l'altezza totale della corsa, terminato da due attacchi, o raccordi, di cui uno solidale alla gabbia e l'altro in fino a metà altezza, su una parete del pozzo.

Schematicamente un comando a bottoni come quello ora descritto con fermata ai piani e con manovra subordinata alla chiusura delle porte si può ridurre al tipo della fig. 885.

Premendo ciascun bottone si chiude un circuito, alimentato da una batteria B, e nel quale è compreso un *relais* speciale, che serve, mediante interruttori a mercurio,

a inserire o disinserire un motore ausiliario invertibile M , alimentato da una corrente L , direttamente derivata dalla rete principale. Il movimento del motore M viene trasmesso a mezzo della catena C , della ruota R e di successivi ingranaggi al freno, all'avviatore A e all'interruttore I , che è collegato meccanicamente ad A e deve interrompere la corrente induttrice senza scintille.

Dei bottoni che si trovano nella cabina e che per semplicità si suppongono solo in numero di 3, quello contrassegnato con la lettera S serve per la salita, il D per la discesa e l' F per la fermata.

Ai 3 bottoni corrispondono i 3 elettromagneti S' , F' , D' , che quando sono percorsi dalla corrente chiudono rispettivamente i 3 interruttori a mercurio a 3 vie S'' , F'' , D'' , di cui a parte è rappresentato il tipo.

Volendo salire si preme il bottone S : la corrente della batteria B magnetizza S' e chiude l'interruttore S'' : si stabiliscono i tre contatti $a-a'$, $b-b'$, $c-c'$ e si apre alla corrente ausiliaria la seguente duplice via:

dal conduttore positivo 1 per 3, 4, 5, $a-a'$, 6 all'avvolgimento induttore E sempre eccitato nello stesso senso del motore ausiliario M , e di qui per 7 al conduttore negativo 2; oppure,

dal conduttore positivo 1 per 3, 4, 5, $b-b'$, 8 all'indotto del motore ausiliario in cui entra per la spazzola m ed esce per la spazzola n , e di qui, per 9, 10, $c-c'$, 11, 7, al conduttore negativo 2.

Con ciò il motore ausiliario si mette in moto e porta in posizione di chiusura così il commutatore A come l'interruttore I della corrente induttrice. Una volta esclusa ogni resistenza, il piulo P della ruota R urta in un interruttore p inserito nella conduttura 3 e interrompe la duplice corrente derivata al motore ausiliario di cui si è detto sopra, sicchè tutta la corrente va al motore principale M' , che è quello che pone in moto l'elevatore.

Volendo arrestare la salita si preme il bottone F e si viene così a chiudere la corrente della batteria che va ad eccitare l'elettromagnete F' . Questo fa abbassare il relativo interruttore a mercurio F'' e stabilisce i contatti $d-d'$, $e-e'$, $f-f'$: si apre così alla corrente ausiliaria la seguente via:

dal conduttore positivo 1 per 12 (la conduttura 3 è sempre interrotta) I , $e-e'$, 13, 6 agli avvolgimenti E , e di qui per la solita via al conduttore negativo. I poli del motore ausiliario risulterebbero così eccitati come prima, ma quello che varia è il senso della corrente che percorre l'indotto di M , infatti, essendosi chiusi oltre a $e-e'$ anche i contatti $d-d'$, $f-f'$, si ha una corrente che

partendo dalla spazzola q del motore principale M' per 14, $f-f'$, 10, 9 va alla spazzola n dell'indotto, da questo esce per la spazzola m e poi per 8, 15, $d-d'$, 16 va alla spazzola r del motore principale.

Il rotore del motore ausiliario M dovrà muoversi in direzione inversa a quella secondo cui prima si muoveva, e quindi riporta il commutatore principale A e la resistenza in posizione di fermata ed apre l'interruttore I . Aperto questo viene a cessare la corrente induttrice e quindi finisce per arrestarsi il motore ausiliario, non prima però di aver riportato tutti gli organi nella posizione iniziale. Infatti, durante l'inversione del suo movimento, anche la ruota R che girava in senso inverso è venuta a urtare col suo piulo P contro una seconda prominenza p e chiude di nuovo la conduttura 3, sicchè l'intero apparato di manovra si trova nelle identiche condizioni in cui era prima che si premesse il bottone F .

Identiche manovre, però invertite di direzione, si ripetono per la discesa. Questa si inizia premendo il bottone D . Si chiude per virtù dell'elettro-calamita D' l'interruttore D'' e con esso i contatti $g-g'$, $h-h'$, $k-k'$. Ne viene aperta alla corrente ausiliaria la seguente duplice via:

dal conduttore positivo 1 per 3, p , p' , 4, 17, $g-g'$, 13, 6 all'avvolgimento E e di qui per 7 al conduttore negativo 2; oppure,

dal conduttore positivo 1 per 3, p , p' , 4, 17, $h-h'$, 10, 9 all'indotto, in cui entra per la spazzola n ed esce per la spazzola m , di qui per 8, 15, $k'-k$, 11, 7 al conduttore negativo 2.

Poichè ora la corrente percorre l'indotto del motore ausiliario in senso contrario a quello secondo cui lo attraversava quando veniva premuto il bottone S, la leva del commutatore viene girata dalla parte da cui chiude la corrente capace di far muovere il motore principale nel senso della discesa.

Dopo chiuso l'interruttore I ed eliminate tutte le resistenze, il piuolo P, a mezzo dell'interruttore p' , esclude dal circuito il motore ausiliario e permette a tutta la corrente di andare ad alimentare il motore principale.

Per arrestare la discesa si preme ancora il bottone F che chiude l'interruttore triplo F''. I poli del motore ausiliario risultano perciò di nuovo eccitati da una corrente che si stacca dal filo positivo 1 e per 12, I, $e-e'$, 13, 6 va ad E e ne ritorna per 7.

L'indotto dello stesso motore risulta contemporaneamente percorso da una corrente che, partendo dalla spazzola r del motore principale, per 16, $d-d'$, 15, 8 va alla spazzola m , esce dalla n , e per 9, 10, $f'-f$, 14 fa capo alla spazzola q . Ne risulta una rotazione inversa rispetto a quella relativa a una pressione del bottone D, e quindi tutti gli organi di distribuzione vengono riportati nella posizione media e viene chiusa la linea 3.

In L si ha un magnete ausiliario che mantiene chiuso l'interruttore F'' per tutta la durata del movimento del motore M senza che si debba continuare a premere il bottone F. Per la fermata automatica ai diversi piani serve una prominente G applicata alla gabbia, che, urtando contro un contatto G' situato nel

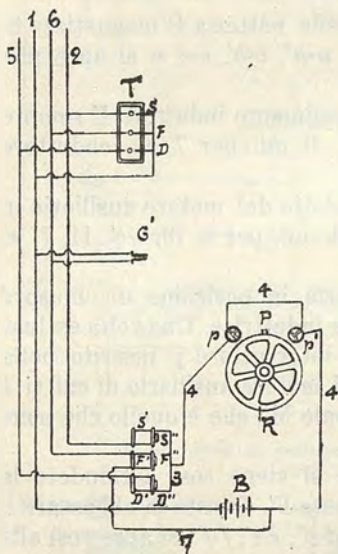


Fig. 886. — Comando a bottoni con tastiera esterna alla cabina.

pozzo in prossimità di ogni piano, chiude precisamente come farebbe il bottone F la corrente della batteria B, che serve a magnetizzare l'elettro-calamita F'.

Per evitare che quando la gabbia è fermata alla estremità di corsa si possa per sbaglio metterla di nuovo in movimento nel senso testè cessato, alla gabbia stessa è congiunto un altro piuolo che serve a tener aperti i due contatti G'' che altrimenti sarebbero chiusi, e che essendo inseriti nel circuito della batteria B che va ai magneti S' e D' annullano l'effetto di una qualsiasi pressione che si venisse a effettuare sui bottoni S e D.

Per impossibilitare la messa in moto della gabbia finchè si hanno porte aperte lungo il pozzo, basta inserire nella linea x e y , che è comune ai circuiti delle elettro-calamite S' e D', un interruttore con molla Z.

La stessa manovra può anche esser compiuta, invece che dall'interno della gabbia, dall'esterno, se si dispone ad ogni piano una tastiera T coi noti bottoni S, F, D; i collegamenti si presentano come nella fig. 886.

Premendo il bottone S si chiude il circuito 1, S, 2, S', 3, 4, p , 4, p' , 4, alimentato dalla batteria B e l'elettro-magnete S' chiude l'interruttore a tre vie S'', precisamente come già s'è visto.

Premendo invece il bottone D, si chiude il circuito 1, D, 5, D', 3, 4, p , 4, p' , 4, pure alimentato dalle pile B, e l'elettro-magnete D' chiude l'interruttore a 3 vie D'',

secondo il noto sistema. Finalmente il bottone F chiude il circuito 1, F, 6, F', 7 e produce la fermata.

Il comando a bottoni ora descritto non si adatta, perchè relativamente delicato, agli elevatori di grande potenza usati in magazzini, ecc.

Per questi si adotta qualche cosa che sta tra la specie di comando su esposta, e quello antico a fune o asta continua: esso consiste in una leva di commutazione situata nella cabina e a mezzo della quale vengono azionati gli apparecchi per la messa in moto. Il collegamento fra essi e il commutatore della cabina è ottenuto ancora a mezzo di un cavo flessibile come nei tipi a bottoni di pressione.

Mancano invece i *relais* di piano, le tastiere di bottoni sia nella cabina che alle porte del pozzo. Naturalmente la cabina deve sempre essere accompagnata da un manovratore, al quale tocca altresì aprire il circuito quando vuole arrestarsi.

Dipende dalla sua abilità effettuare l'arresto all'altezza voluta, giacchè un congegno per la fermata automatica non è usato che per le estremità di corsa. Per ridurre la velocità prima della fermata valgono disposizioni analoghe a quelle già descritte; la leva di commutazione che è collocata all'interno della cabina mette in giuoco, o no, tali apparecchi, a seconda che è posta in corrispondenza di uno o dell'altro di due indici corrispondenti al « lento », oppure al « rapido » movimento.

Gli apparecchi di sicurezza di cui gli elevatori moderni sono forniti sono in parte elettrici e in parte meccanici. A parte quelli propri della gabbia di cui è riportato qualche esempio nel § VII e sulla cui assoluta sicurezza è di capitale importanza assicurarsi bene, si hanno ancora:

— per evitare uno sforzo esagerato del motore, in seguito a un sovraccarico o a un intoppo verificatosi nella gabbia, le valvole di fusione S_1 (fig. 879), oltre alle quali si può sempre richiedere sia fornito un interruttore automatico a massima che scatta se la corrente è troppo forte, interrompe il circuito e ferma il tutto;

— per impedire che la gabbia oltrepassi l'estremità di corsa, due arresti indipendenti l'uno dall'altro (prescritti dalla polizia edilizia di Berlino e delle provincie prussiane). Questi consistono (v. fig. 879) in un collare fissato alla fune di comando contro cui la gabbia viene ad urtare quando raggiunge la posizione estrema. Per effetto dell'urto la fune si tende e porta il reostato e il freno in posizione corrispondente alla fermata. Lo stesso risultato si potrebbe raggiungere con un'asta filettata a vite, con madrevite: nelle due posizioni estreme la madrevite farà girare all'indietro la leva di presa della corrente portandolo nella posizione d'arresto.

Per il caso che l'uno o l'altro dei tipi d'arresto meccanico ora su descritti non riuscisse a funzionare, si ha ancora un secondo arresto indipendente, costituito da un contatto (num. 1 e 5, fig. 879) che la gabbia stessa chiude prima di sorpassare le posizioni pericolose. Aperto il circuito, al motore viene a mancare la corrente, e il magnete lascia cadere la scarpa del freno che arresta prontamente la gabbia;

— per tutelare l'incolumità delle persone che fanno uso dell'elevatore, le porte d'accesso al pozzo automaticamente apribili solo quando la gabbia le fronteggia. Il sistema di chiusura, che non si apre finchè la gabbia non sia venuta a fermarsi nella giusta posizione davanti ad esse, deve essere di due specie indipendenti, è cioè magnetica e meccanica. Alla prima serve un contatto che solo la gabbia è in grado di aprire (o chiudere). Alla seconda, che deve esser capace di funzionare anche quando il macchinario è in riposo e senza corrente, provvedono dei catenaccioli che vengono a cadere solo sotto la pressione di una molla fissata alla parete esterna della gabbia, come quelli descritti a pag. 431, fig. 817.

Un altro tipo di chiusura soddisfacente ai medesimi requisiti è quello della Ditta Carlo Flohr di Berlino, rappresentato nella fig. 887. Si compone di una spranghetta r collocata verso l'angolo superiore del bordo della porta e terminata

all'estremo con un uncino n ripiegato a squadra all'ingiù. Questo finchè la porta è chiusa viene ad appoggiare contro un risalto h applicato alla porta: quando la gabbia arriva all'altezza della porta spinge la spranghetta r a mezzo del cuneo g fino a disimpegnare la sua estremità n dal risalto h e permette il movimento della porta. Appena il cuneo g abbandona la spranghetta questa è riportata nella posizione iniziale da una molla.

Ogni porta è inoltre provvista di una serratura che si può aprire dall'esterno solo con una chiave speciale. Finchè la serratura è aperta e quindi la porta non offre garanzia di sicurezza la marcia dell'elevatore deve — come già si sa — esser resa

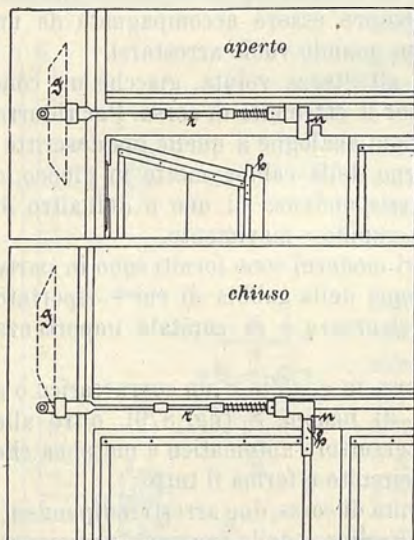


Fig. 887. — Chiusura meccanica di sicurezza per la porta del pozzo.

r , spranghetta scorrevole orizzontalmente,
 n , uncino fisso alla r ,
 h , risalto solidale colla porta in cui si impegna n ,
 g , scontro azionato dalla cabina e che fa scorrere la r .

impossibile. Un modo molto semplice e già usato negli elevatori idraulici e a trasmissione è quello di collegare alla serratura un congegno che renda inamovibile la fune SS; ma negli elevatori elettrici, soprattutto se la manovra è a bottoni di pressione, si preferisce ricorrere ancora a un interruttore (n. 2, 3, 4, fig. 879) che interrompa il circuito. Un'altra chiusura elettro-magnetica è presentata nella fig. 881. Sulla stessa piastra di fondazione del tamburo è fissato un elettro-magnete che viene a essere percorso da corrente quando contemporaneamente all'apertura d'una porta di accesso al pozzo si viene a chiudere un contatto; l'ancora dell'elettro-magnete spinge allora una stanghetta in un intaglio corrispondente dell'organo di presa della corrente e lo mantiene fisso, fino a che la chiusura della porta e l'apertura del contatto non determina l'interruzione della corrente che lo percorreva;

— per evitare che arrestandosi la discesa della gabbia per un intoppo qualunque la fune possa egualmente svolgersi dal tamburo, sicchè, superato l'ostacolo momentaneo, la

gabbia abbia a precipitare, un altro apparecchio sul tipo di quello rappresentato nella fig. 879. In questa si vede che la fune di trazione L_1 che porta la cabina si appoggia su una puleggia raccomandata alla leva angolare KH. Se la corda si viene ad allentare, la puleggia permette una rotazione alla leva angolare ora diritta, che ha il braccio orizzontale caricato del peso g : per effetto della rotazione la leva KH chiude il contatto 6 e toglie la corrente a tutti gli apparecchi.

Anche nelle fig. 880 e 881 vedonsi i telai con le puleggie aventi lo stesso scopo.

Si può dire che oggidì gli elevatori elettrici sono i più usati e che hanno soppiantato tutti gli altri. Il loro pregio principale sta soprattutto nel motore che occupa poco spazio, è di piccolo peso e non richiede pel servizio un personale speciale. Anche la conduttura per fornire l'energia al motore presenta analoghi vantaggi: non è ingombrante nè pesante, quindi si può applicare senza ricorrere ad artifici costruttivi, inoltre non richiede manutenzione speciale, perchè con opportuni isolanti si può sempre renderla insensibile alle variazioni di temperatura, di stagione e all'umidità.

A questi pregi esclusivamente costruttivi e che permettono la più grande libertà nello stabilire la posizione dell'impianto si aggiungono quelli meccanici. Il motore marcia e si arresta dolcemente e senza scosse, ruota con ugual facilità in avanti e

all'indietro, e il numero dei giri che esso dà è sempre lo stesso, qualunque sia il carico, a meno che si voglia di proposito farlo variare, ciò che è pure possibile senza speciali difficoltà. Invece l'energia assorbita dalla rete si regola automaticamente, secondo il carico, a differenza di quanto avviene per gli elevatori idraulici, che consumano indifferentemente sempre la stessa quantità di acqua, sia che lavorino a vuoto o a pieno carico.

Sugli elevatori a trasmissione hanno la superiorità di non consumare energia che durante il funzionamento, mentre che in quelli allo stato di riposo si spende lavoro per vincere la resistenza degli ingranaggi.

Unico inconveniente di qualche importanza è la facilità relativamente grande con cui può improvvisamente interrompersi la corrente. In previsione di che il macchinario deve essere costruito in modo che si possa spingere a mano la gabbia fino al piano più prossimo per liberare le persone che vi si trovassero: disposizione questa che del resto dovrebbe trovarsi in tutti gli ascensori che non sono ad azione diretta.

VI. — ELEVATORI CON MOTORI A GAS, PNEUMATICI E A TRASMISSIONE

a) Elevatori con motori a gas.

Il motore a gas impiegato per azionare un ascensore ha il difetto capitale di richiedere a differenza del motore a vapore e idraulico un tempo per la messa in azione che è press'a poco uguale se non superiore a quello che occorre a salire ai piani stessi. Pertanto è limitato al servizio dei montacarichi.

Limitato a questo caso si differenzia dai motori a vapore ed idraulici, in quanto che la macchina motrice e tutto il complesso degli organi di trasmissione non formano più come nei tipi precedenti un tutto unico; ma il motore è affatto separato dal restante meccanismo e l'impianto si presenta (v. fig. 888) come negli elevatori a trasmissione, di cui si dirà in seguito, col motore in moto continuo e col macchinario elevatore comandato a mezzo di cinghie. Si noti ancora che in questo caso la cinghia incrociata è indispensabile, movendosi la macchina solo in un senso. Da quanto precede si conchiude che il motore a gas deve solo essere usato dove si ha un lavoro continuo: se non si è sicuri di questo, il motore risulta tutt'altro che economico, giacchè il consumo di gas non decresce per nulla durante il lavoro a vuoto.

Per altri motivi ancora sono poco consigliabili: intanto se si tratta di piccoli pesi, lo spazio occupato dal motore risulta, in proporzione, eccessivo; inoltre le cinghie che sono in continuo movimento si logorano presto e richiedono una sorveglianza attiva, affinchè non avvenga che abbiano a rompersi mentre l'elevatore è in moto.

Per evitare che in questo caso la gabbia precipiti, si preferisce adottare in luogo degli ingranaggi cilindrici un ingranaggio elicoidale; dando alla vite perpetua una inclinazione sufficientemente piccola, si può ottenere che essa sostenga il peso in caso di guasti. Oltre a ciò naturalmente occorrono i soliti apparecchi di sicurezza per arrestare la gabbia o moderarne la caduta in caso di accidente non dovuto al motore. Per l'arresto automatico all'estremità di corsa, serve un apparecchio simile a quello descritto a pag. 484 a proposito dell'ascensore a vapore Otis per alberghi.

b) Elevatori pneumatici.

Come ascensori non hanno mai avuto applicazione di molta importanza; come montacarichi invece sono qualche volta usati negli alti forni, nelle officine e nelle miniere.

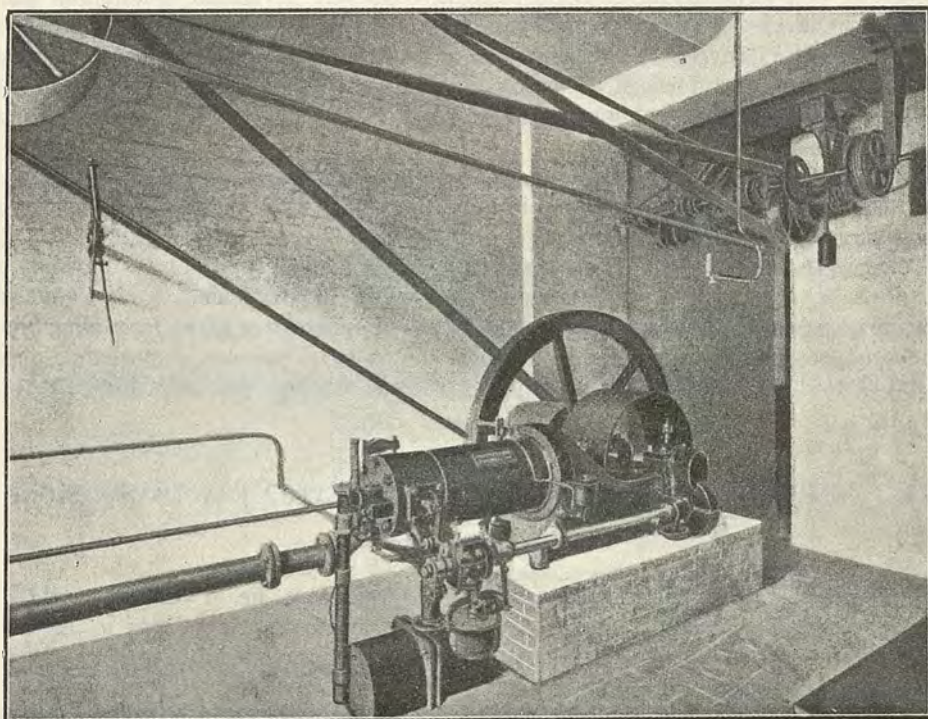


Fig. 888. — Elevatore con motore a gas.

Il principio su cui si fondano è di ottenere il vuoto al disopra dello stantuffo portante la gabbia; si produce così il sollevamento del carico; la sua discesa si ottiene lasciando entrare poco a poco l'aria nel cilindro in cui si muove lo stantuffo: questo allora discende per proprio peso.

c) Elevatori a trasmissione.

Così si chiamano in genere quando non sono azionati da una macchina propria, ma ricevono la forza da un albero di trasmissione comunque mosso. Così definita, la categoria degli elevatori a trasmissione non comprende soltanto quelli che s'impianzano là dove, esistendo già una trasmissione principale azionante altre macchine, si trova più vantaggioso servirsi di questa piuttosto che istituire una speciale sorgente di forza; ma anche quelli che pur avendo a disposizione una speciale propria sorgente di forza, in generale un motore a gas od elettrico, non ricevono la forza direttamente da lui, ma mediante l'interposizione di un albero com'è il caso della fig. 889.

La trasmissione del movimento dall'albero motore A alla 1^a puleggia del macchinario dell'elevatore avviene a mezzo di cinghie, generalmente due: una aperta B e una incrociata C. La cinghia incrociata si risparmia quando si può permettere che la discesa avvenga per effetto del peso proprio, senza la cooperazione del macchinario; oppure quando sia possibile invertire il senso di rotazione dell'albero, come sarebbe il caso in cui l'albero che serve a dar moto esclusivamente all'elevatore fosse mosso da un elettro-motore a corrente continua o trifase: in tutti gli altri casi (albero di trasmissione azionante altri macchinari, oppure albero proprio mosso da motori a gas o da motori elettrici a corrente monofase) occorrono le 2 cinghie.

Quando la discesa avviene per effetto del solo peso proprio, il freno (a nastro) deve essere di effetto pronto e sicuro, per regolare o arrestare la discesa della gabbia che vien giù abbandonata a sè stessa. Si dovrà, a scanso di disgrazia, esigere un freno (ciò che del resto è abituale nei macchinari moderni) così combinato col disinnesto della cinghia, che sia capace di entrare in azione tostochè la cinghia di comando è fatta passare sulla puleggia folle. I così detti « freni a pressione di carico » entrano in azione tanto quando si disinnesta la cinghia, come quando si produca in essa una rottura.

Un tipo di elevatori che si distingue per la speciale semplicità è quello rappresentato nella fig. 890, ed è usato nei mulini, ma può applicarsi dovunque occorra un funzionamento solo transitorio.

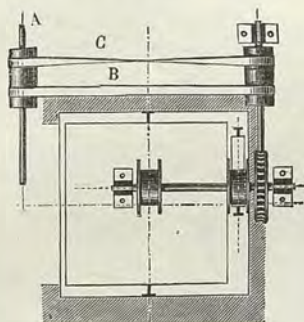


Fig. 889. — Elevatore a trasmissione con cinghia diretta e incrociata.

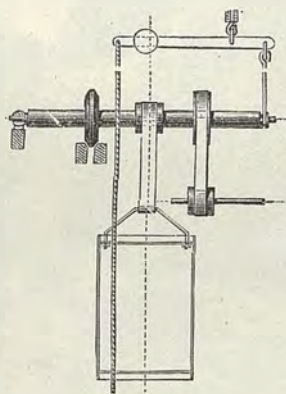


Fig. 890. — Elevatore a trasmissione per piccole portate.

L'albero principale è quello più basso, e mediante una cinghia esso trasmette il suo movimento ad un contr'albero di cui un'estremità è fissa, mentre l'altra è imperniata all'estremità di una leva.

Finchè non si esercita alcuna trazione sulla fune che pende dall'altro capo della leva, la cinghia rimane allentata e l'elevatore non funziona: per metterlo in azione si deve tirare la fune; allora il contr'albero si alza, mette in tensione la cinghia e prende a rotare. Lasciando andare la fune entra in azione un freno costituito da un disco a corona conica, fissato sul contr'albero, a cui corrispondono due guance di legno che vengono a contatto con esso. Come si vede, il meccanismo è di maneggio semplice e comodo: però si richiede per la condotta dell'elevatore molta pratica, specialmente se il contr'albero gira con velocità.

Un freno affatto simile è quello che si trova in elevatori per i documenti d'ufficio nel Palazzo municipale di Berlino, descritto a pag. 439.

Quando occorre avere le 2 cinghie, aperta e incrociata, si usa in generale fissare all'albero motore una puleggia a cerchione molto largo, a cui corrispondono nel macchinario dell'elevatore 3 puleggie accostate, di cui le 2 esterne folle. Finchè l'elevatore è fermo, la cinghia aperta sta su una delle puleggie folle, e la incrociata sull'altra.

Quando poi lo si vuol mettere in moto, basta, a mezzo della forcilla sposta-cinghie, portare l'una o l'altra delle 2 cinghie sulla puleggia fissa, e allora l'elevatore sale o discende. Si può anche qui comandare la forcilla sposta-cinghie a mezzo di una fune o di un'asta continua, corrente lungo tutto il pozzo.

La fig. 891 rappresenta il macchinario motore di un elevatore per persone e carichi della Ditta F. Piechatzeck di Berlino.

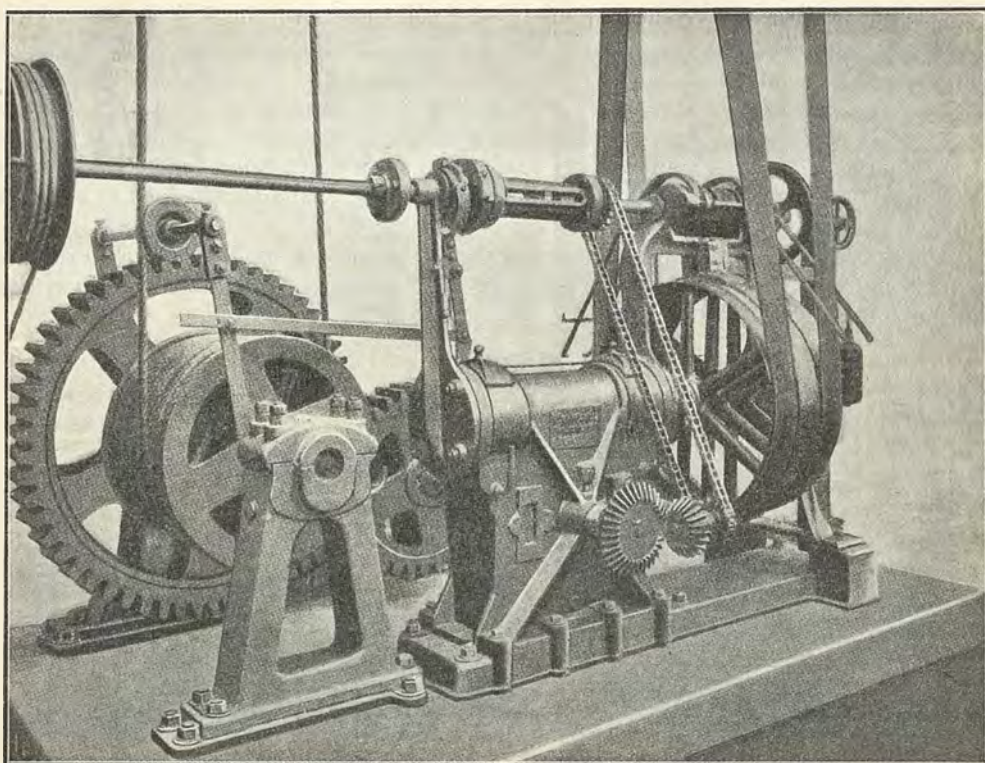


Fig. 891. — Macchinario di un elevatore a trasmissione di grande portata per pesi e persone.

Il movimento trasmesso a mezzo delle cinghie dell'albero di trasmissione principale viene trasportato a mezzo di ingranaggi al grande tamburo, che si vede sulla sinistra della figura. Per risparmio di forza motrice, si è disposto le cose in modo da equilibrare il peso proprio della gabbia e metà del carico utile.

Il meccanismo dell'elevatore può, a seconda delle esigenze locali, essere appoggiato, oppure sospeso; sistemato in fondo al pozzo, oppure in sommità, giacchè guidare a mezzo di pulegge la fune dal tamburo al pozzo non presenta, in generale, alcuna speciale difficoltà.

La trasmissione, se nella gabbia devono prendere posto persone, è con vite perpetua; se invece si tratta di semplici montacarichi, è con ruote cilindriche o coniche.

La fig. 892 *a, b* rappresenta il macchinario di un elevatore della « Berliner Anhaltische Maschinenbau-Actienges. », con trasmissione del tamburo a vite perpetua, e sopporti pendenti per esser sospesi al soffitto di qualunque piano senza occupare spazio dell'impiantito.

Nella figura si vede la cassa di ghisa chiusa *a* in cui si muove l'ingranaggio elicoidale *b*, che pone in rotazione il tamburo *c*; unito alla cassa *a* è il telaio *d*, che porta gli altri organi motori e distributori del macchinario. Il sopporto *e* che sostiene il tamburo si unisce per assicurare una maggiore rigidità dell'insieme, a mezzo delle aste *f, f*, alla cassa *a*. Calettate sull'asse della vite perpetua, vi sono le 3 pulegge *g, g, g₁* di cui le esterne folli, e fissa la media. Sulla parte anteriore del telaio stanno le forcelle spostacinghie *h* e *h₁*, che a mezzo del manicotto girevole *i* possono a volontà trasportare sulla puleggia *g₁* l'una o l'altra delle cinghie, che si avvolgono sopra le pulegge folli *g, g*.

Il manicotto *i* è messo in movimento coll'interposizione di un ingranaggio della ruota *k*, a cui si collega direttamente l'organo di comando (asta o fune).

Gli arresti all'estremità di corsa si effettuano direttamente sull'albero motore della vite perpetua. A questo scopo detto albero mette in movimento, mediante un piccolo ingranaggio *o*, un'asticciuola lavorata a vite *l*, perfettamente registrabile, la quale quando l'albero ha compiuto un certo numero di giri viene ad agire, a mezzo del segmento dentato *n*, sulla puleggia *k* e la fa muovere, come se fosse azionata dalla fune di comando. In questo modo resta impossibile sorpassare le estremità di corsa.

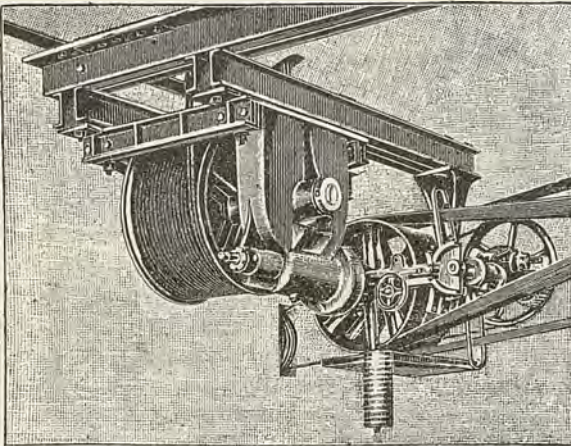
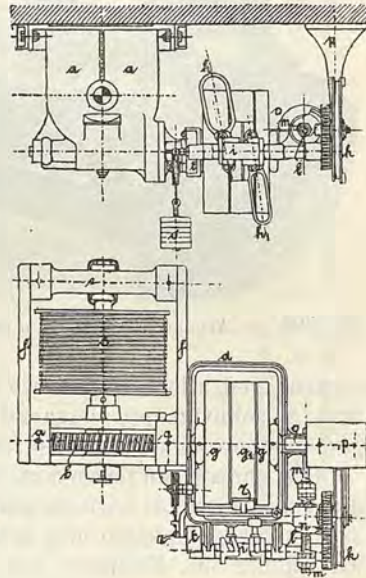
Fig. 892 *a*.Fig. 892 *b*.

Fig. 892 *a* e *b*. — Elevatore a trasmissione con macchinario sospeso.

a, cassa di protezione dell'ingranaggio; *b*, ingranaggio elicoidale; *c*, tamburo;
g, *g*, puleggie folli; *g*₁, puleggia fissa.

Per evitare le vibrazioni il telaio *d* è fissato al margine estremo in uno speciale supporto *p*.

Per portare l'argano istantaneamente alla quiete quando la cinghia è portata sulla puleggia folle, al telaio *d* è ancora unito uno speciale freno automatico a leva *r*, equilibrato dal peso *s*. Questo vien mosso da un risalto *t*, ricavato sullo stesso asse del manicotto *i*, e quando il tamburo si ferma, è portato contro la puleggia fissa *g*₁.

Invece durante la marcia, la leva del freno è alzata, cosicchè l'albero della vite e la puleggia possono girare liberamente.

La cassa *a* dell'ingranaggio è provvista di cuscinetti a sfere, di esecuzione accuratissima per sostenere la pressione assiale della vite ed è sempre riempita d'olio: con tale automatico e con efficace lubrificazione si ottengono marcia silenziosa e logorio limitato.

Sono usati: in magazzini, depositi, opifici, mulini, fabbriche di birra, per innalzare balle, sacchi, casse, barili; cioè di preferenza dove si può utilizzare un albero di trasmissione esistente.

Purchè questo sia in buona posizione, questi elevatori riescono così nell'impianto, come nell'esercizio, più economici di tutti gli altri.

Il rendimento per apparecchio con ingranaggio elicoidale è circa del 40 ÷ 50 %; per ingranaggi a ruote dentate è del 65 ÷ 75 %, comprese tutte le perdite nell'albero e nelle guide.

La velocità usuale varia da $0,20 \div 0,30$ metri al secondo; raramente si superano i 30 cm. finchè si tratta di sollevare solamente pesi.

Qualche volta succede che volendo utilizzare un albero di trasmissione esistente, non si può per difficoltà di spazio, o per il numero di giri che esso dà, accoppiargli direttamente l'elevatore; si interpone allora un contr'albero, la cui distanza però dall'albero del macchinario dell'elevatore non dovrà essere inferiore ai 3 metri.

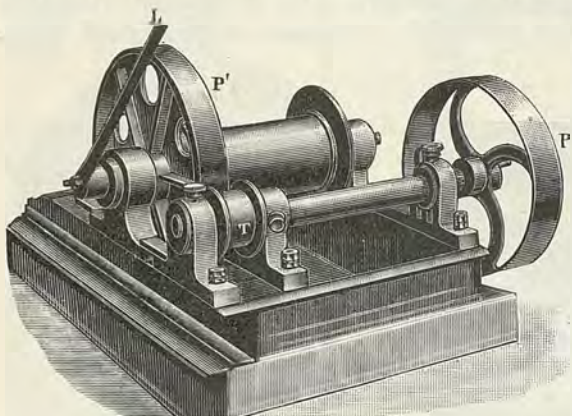


Fig. 893. — Argano a frizione con comando a trasmissione.

Esclusivamente per piccoli montacarichi fino a $300 \div 400$ Kg.) servono bene gli argani a frizione, coi quali si consegue un movimento assai rapido. La fig. 893 rappresenta il tipo più semplice. P è la puleggia fissa, su cui si avvolge la cinghia motrice; sullo stesso suo albero si ha il tamburo a frizione T; parallelo a quest'albero, ma imperniato eccentricamente sui propri supporti, vi è un secondo albero, portante il tamburo, su cui si avvolge la fune che va alla gabbia, e la puleggia di frizione P'. Mediante la leva L si può pressare P'

contro T ed allora si produce il sollevamento del peso; lasciando invece libera la leva, il sollevamento cessa ed il peso discende; per frenarlo basta esercitare sulla leva una pressione in senso contrario alla precedente.

Per portate più importanti, invece della ruota e del tamburo di frizione si usano due ruote a gole di frizione esattamente tornite e il freno è a ceppo: così disposto da esser sempre applicato alla grande ruota di frizione, corrispondente alla puleggia P' della figura 893. Mediante una lieve trazione alla fune di comando esso viene allontanato e permette la discesa del carico; lasciando la corda, si interrompe immediatamente la discesa.

VII. — APPARECCHI DI SICUREZZA

Il maggior pericolo che presenta il funzionamento d'un elevatore sta nella eventuale rottura delle funi o delle catene che portano la gabbia. Sotto questo punto di vista nessun tipo è più sicuro dell'altro: fatta eccezione degli idraulici ad azione diretta in cui la gabbia è direttamente unita allo stantuffo. Per ovviare alle funeste conseguenze cui una rottura degli organi di sospensione può dar luogo, sono indispensabili gli apparecchi di sicurezza di cui si è già detto precedentemente ogniqualvolta lo studio delle particolarità dell'impianto ne offriva l'opportunità, riservando a questo capitolo il compito di presentare una rassegna per quanto più possibile completa dei diversi tipi immaginati.

Due sono le categorie fondamentali in cui tutti questi congegni rientrano, e cioè il tipo « moderatore di velocità » e il tipo « a sospensione ». Il modo di funzionare dell'uno è radicalmente diverso da quello dell'altro: gli apparecchi a sospensione sono così formati che, appena avviene una rottura dalle parti portanti, fanno scattare un sistema di leve e tengono ferma la gabbia in quella posizione che occupava quando si è verificato l'incidente. I moderatori di velocità invece non arrestano la

gabbia ma le permettono di effettuare la discesa con una velocità (mai superiore a 1 m. per 1") che assicuri l'incolumità alle persone o ai pesi che vi si trovano dentro.

a) *Apparecchi di sospensione.* Per assicurare lo scatto del sistema di leve, che costituisce la parte fondamentale di questi apparecchi, si usa interporre tra la gabbia e la fune una molla, o un altro congegno elastico, che durante il funzionamento normale è compresso ma che si distende e fa giuocare le leve appena sulla fune portante viene a cessare la trazione corrispondente al peso della cabina; oppure si approfitta delle differenti tensioni che si vengono ad avere non appena nasca qualche irregolarità nelle diverse funi portanti che vanno ad attaccarsi alla cabina.

Qualunque sia il modo con cui si fa giuocare il sistema di leve, succede sempre che esso, scattando, spinge in fuori organi opportunamente foggianti che effettuano l'arresto della cabina. Il modo secondo cui si provvede all'arresto è sempre uno dei tre seguenti: o si piazzano presso le guide e lungo tutto il pozzo delle robuste dentiere di ghisa, e allora gli organi d'arresto si impigliano nei denti di queste sopportando la gabbia; o si usano guide di legno, e allora gli organi di arresto sono forniti di punte o fatti come un coltello, e si impiantano nel legno stesso delle guide; o si rinuncia all'incastro degli organi d'arresto, e allora li si foggiano a cuneo, al momento del pericolo essi sono spinti contro le guide e agiscono per attrito.

Di quest'ultimo tipo possono anche essere i moderatori di velo-

cità: l'attrito tra cunei e guida allora non ferma più la gabbia, ma ne rallenta notevolmente la discesa. Purchè sia pronta la loro entrata in azione e siano esuberantemente proporzionati possono tutti compiere soddisfacentemente il loro ufficio; sono però da preferire quelli che nel loro funzionamento non deformano le guide, e cioè che agiscono piuttosto sulle due faccie laterali di queste, che non sulla faccia interna.

La figura 894 rappresenta l'arresto a molla funzionante a mezzo di dentiere sistema Stigler: rompendosi la fune di sospensione f , i tiranti aa sono abbassati dalla molla in tensione m , e fanno rotare le due leve angolari bb intorno ai perni cc fissati alla cabina; per la rotazione di queste, le aste tt discendono e imprime uno spostamento alle leve angolari dd girevoli intorno ai punti fissi ee , per modo che il braccio verticale di queste leve assume una posizione inclinata e si incastra fra un dente e l'altro della dentiera.

Dell'arresto a molla funzionante a mezzo di coltelli (sistema Borgsmüller) fu già dato un esempio a pag. 444 e segg. a proposito di un elevatore per proiettili esistente nel forte di Exilles. Più efficace di questo e soprattutto preferibile perchè agisce sui

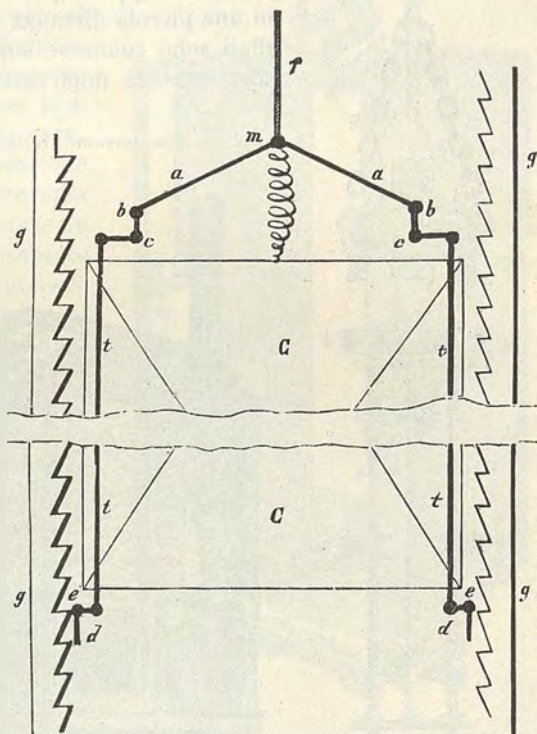


Fig. 894. — Apparecchio di sicurezza sistema Stigler.

f , fune di sospensione; m , molla azionante il giuoco di leve; aa , bb , t , t , giuoco di leve; gg , dentiere; dd , leve angolari che s'incastrano nelle dentiere.

fianchi anzichè sulla fronte delle guide è il paracadute White e Grant rappresentato nella fig. 895. Il suo funzionamento avviene nel modo seguente.

Quattro piccole rotelle A, con una parte della loro corona intagliata a denti acuti, sono montate eccentricamente sulle due estremità di due alberi paralleli BB, comprendendo fra di loro le due guide in legno LL della gabbia dell'ascensore. Queste rotelle eccentriche sono mantenute nella posizione rappresentata dalla parte superiore della figura, cioè ad una piccola distanza dalle guide LL dalle catene KK, le quali sono connesse superiormente colla fune di trazione ed inferiormente, dopo essere passate sulle carrucole RR calettate

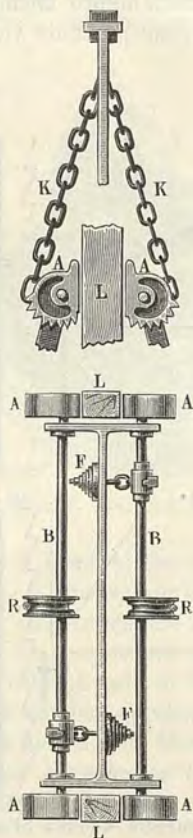
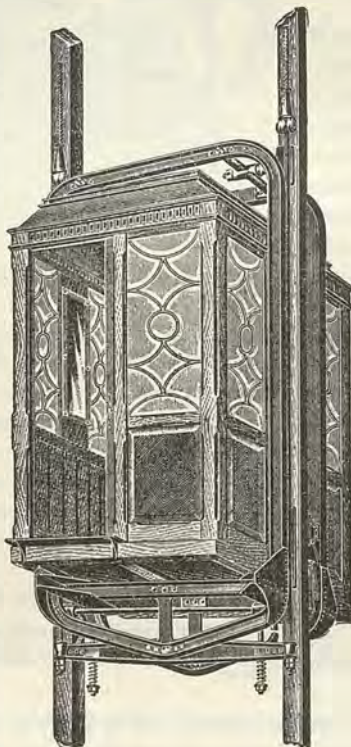


Fig. 895. — Apparecchio di sicurezza White e Grant.

A, rotelle d'arresto con corona parzialmente dentata; LL, guide; FF, KK, molle e catene azionanti le rotelle A.

a. — Sospensione della gabbia. b. — Particolare dell'apparecchio di arresto.



b, guide.
f, leva di comando dei cunei di arresto.
h, cunei di arresto.

Fig. 896 a e b. — Apparecchio di sicurezza Unruh & Liebig.

esse pure eccentricamente sugli alberi BB, colla gabbia. Due molle ad elica conica, FF, portate dall'intelaiatura del veicolo, tendono a far rotare ciascuno degli alberi BB in modo da avvicinare i denti delle rotelle A verso le guide LL; ma la loro azione è neutralizzata dalle catene KK, tese sotto il peso del veicolo. Quando, per una rottura delle funi di trazione, o anche semplicemente per il loro rilassarsi, la tensione delle catene KK viene a cessare, allora le molle FF sono libere d'agire e fanno rotare gli alberi BB mandando i denti delle rotelle A ad incastrarsi nelle guide LL, lateralmente ad esse. La gabbia allora, sopportata da queste quattro rotelle, si ferma; le guide LL non restano soggette a nessun sforzo che tenda a deformarle.

La fig. 896 rappresenta un apparecchio della casa Unruh e Liebig di Lipsia, funzionante mediante cunei, in cui però il comando di detti cunei non è più ottenuto dallo

scatto di una molla nè di alcun sistema elastico, ma bensì dalla diversità di tensione che si produce nelle due funi portanti, tostochè una di queste si rompe o si allenta.

La cabina è collocata in un doppio telaio in ferro, il quale è imperniato sull'asse di rotazione di una traversa oscillante come un giogo di bilancia. Fissi al telaio sono gli organi di guida e gli apparecchi di arresto; attaccate all'estremità della traversa, che porta l'impiantito della cabina e quindi tutto il peso, sono due funi portanti di cui ciascuna per sè sola può sostenere il carico completo. Nell'impianto riprodotto in figura le due funi corrono proprio presso le guide, però più spesso le si conducono a mezzo di pulegge di rinvio verso il centro del pozzo. Questa doppia sospensione oltre che rappresentare una maggior sicurezza è precisamente quella che serve a mettere in azione l'apparecchio di sicurezza rappresentato dettagliatamente nella figura 896 *b*, ed ecco come: finchè l'esercizio avviene in condizioni normali le due corde conservano la stessa lunghezza e quindi mantengono la traversa orizzontale; ma se una di esse si rompe o si allenta, la traversa si dispone inclinata, fa giocare una leva *f* e pressa contemporaneamente contro le guide *b* i cunei di legno *h*, che normalmente sono a mezzo di un organo *i* foggiato a coda di rondine tenuti lontani dalle guide. Per il caso eccezionale, e da escludere assolutamente, che le due funi portanti si avessero a rompere contemporaneamente, entra in azione la molla a spirale *k*.

Anche nei grandi montacarichi si può conservare una disposizione analoga. La fig. 897 rappresenta appunto un montacarichi della Ditta E. Herm di Chemnitz in cui l'apparecchio di sicurezza è ancora azionato da uno squilibrio di tensione delle due funi portanti. Soltanto che qui il comando ai cunei di arresto fissati all'impiantito della gabbia vien trasmesso per mezzo d'un ingranaggio e di una leva.

Pure sullo stesso principio è fondato l'apparecchio di sicurezza degli elevatori Otis descritti a pag. 471. Le 4 funi portanti, ciascuna delle quali è abbastanza robusta da portare tutto il carico, dopo esser passate sulla puleggia di sommità discendono ad attaccarsi a 4 staffe, di cui due sono rappresentate nella fig. 898. Il gambo di ciascuna staffa è trattenuto da un dado sopra un bilancere trasversale che si vede nella parte inferiore della figura, il quale cadendo pel proprio peso gira attorno al suo fulcro quando una delle due corde venga a rompersi. In questo movimento il bilancere agisce sopra una leva ad angolo, la quale viene a spingere un cuneo disposto per la guida e la traversa, dimodochè la fermata avviene in virtù dell'attrito di tale cuneo. Inoltre, per maggior sicurezza, il dislocamento dei cunei di arresto si fa dipendere ancora da un regolatore a forza centrifuga, che quando la velocità supera un certo limite stringe la sua fune motrice e produce con ciò una rotazione nel sistema di leve dei cunei di arresto.

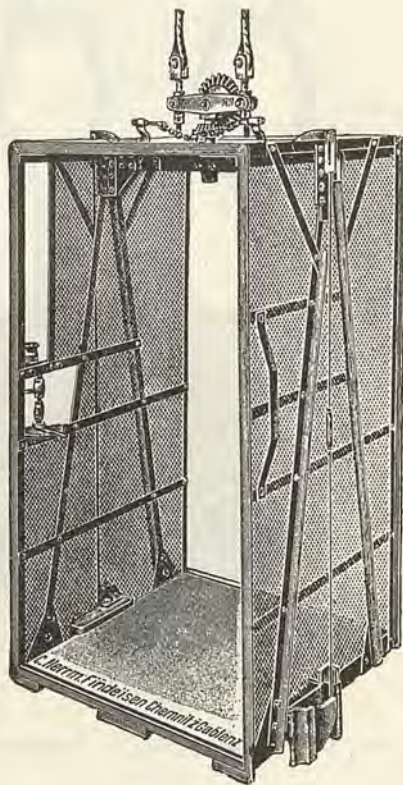


Fig. 897. — Apparecchio di sicurezza per montacarichi della Ditta C. Herm di Chemnitz.

Siccome però non è un piccolo inconveniente che in seguito all'azione di tali arresti la gabbia rimanga sospesa nel pozzo, non potendosi poi farla discendere nè

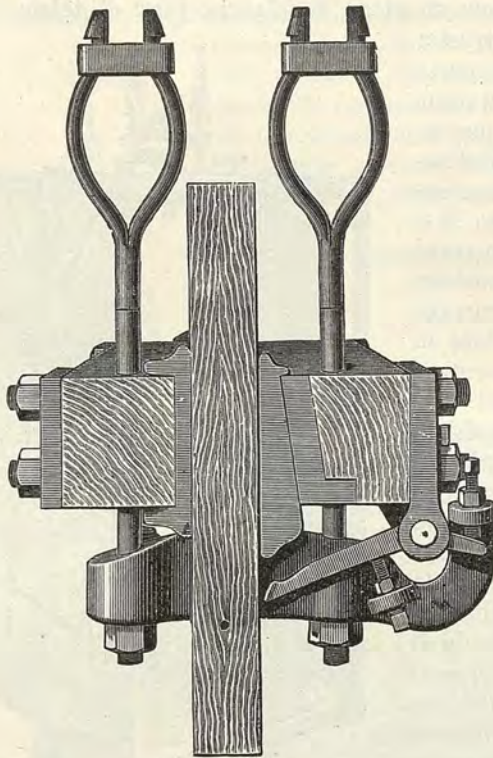


Fig. 898. — Apparecchio di sicurezza sistema Otis.

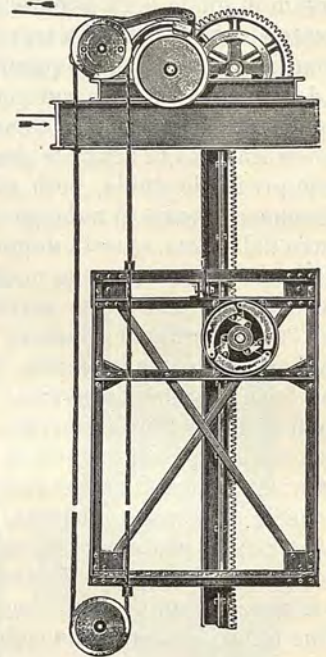


Fig. 899. — Installazione di un moderatore di velocità sistema Becker.

liberare le persone in essa imprigionate che con molte difficoltà, oggidì si preferiscono gli *apparecchi moderatori*.

b) *Apparecchi moderatori*. Tipo di questi è l'apparecchio a forza centrifuga Becker, che si applica direttamente alla gabbia come fa vedere la fig. 899. In detto freno (fig. 900) si hanno dei ceppi di legno oscillanti, che quando viene superata una certa velocità premono contro l'albero del freno e rallentano il movimento della gabbia discendente lungo la guida.

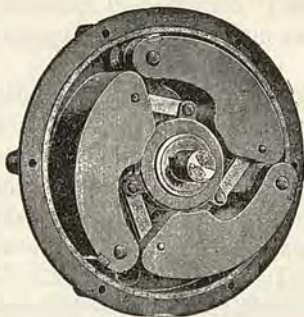


Fig. 900.

Moderatore di velocità Becker.

Un altro esempio è dato dalla fig. 901 *a, b, c*. La puleggia di sicurezza ivi rappresentata, in elevazione e con due sezioni normali, si compone:

di una puleggia a largo cerchione A; detto cerchione internamente porta ricavata per una certa larghezza una ruota dentata B, e per la rimanente larghezza C ha la superficie semplicemente tornita. La puleggia è infilata folle sull'albero O dell'apparecchio e porta ancora intagliata esternamente una ruota a denti di forza D contro cui si appoggia l'arresto E per impedirne la rotazione nel senso della freccia 2;

del disco F, che da una parte porta solidale un rocchetto G e dall'altra è unito al regolatore di velocità propriamente detto H, mediante una caviglia I.

Anche il disco F è folle sull'albero O; del regolatore H, che si compone di una molla anulare K guernita all'esterno di un rivestimento di cuoio L, entro a cui stanno dei segmenti circolari di ghisa o di piombo M, M, M.....;

del disco N calettato sull'albero O dell'apparecchio e portante i rocchetti P P che ingranano col rocchetto G.

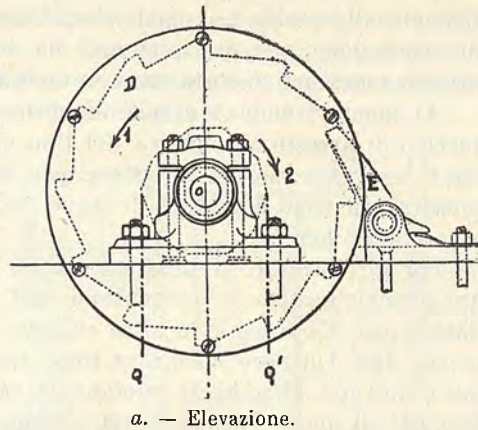
Il modo di funzionare è il seguente.

La fune Q Q' che porta gabbia e contrappeso è fatta passare nella puleggia a gola cuneiforme R solidale all'albero O, cosicchè, muovendosi la gabbia, la fune pone in rotazione il detto albero. Supposto che la gabbia che sta sospesa al ramo Q' sia in discesa, l'albero ruoterà secondo la freccia 2 e trascinerà nello stesso senso il disco N e i rocchetti P P. Questi non potendo svilupparsi sulla lanterna B, poichè come si è detto il dente E impedisce la sua rotazione nel senso delle lancette dell'orologio (corrispondente alla discesa), devono rotare sui loro perni, e quindi fanno girare il rocchetto G sempre secondo la freccia 2 con una velocità che è funzione del rapporto corrente fra esso e la B.

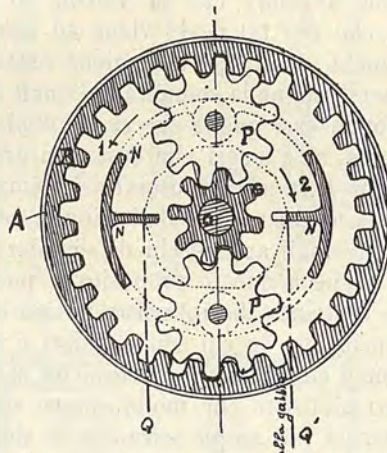
Il rocchetto, a sua volta, a mezzo del disco F pone in rotazione il regolatore H, le cui masse M, M..... per effetto della forza centrifuga si allontanano, fanno dilatare la molla K e sviluppano una resistenza di attrito fra le guerniture L e la parte C del cerchione della A. Se la gabbia accelera troppo, l'attrito cresce in modo da assorbire l'eccesso di lavoro prodotto dalla massa cadente e mantiene la velocità entro i limiti consentiti fino alla fine della corsa.

Durante la salita della gabbia la rotazione dell'albero O, del disco N, dei rocchetti P P e della puleggia A avviene secondo la freccia 1; la rotazione del rocchetto G, del disco F e del regolatore H avviene nel senso della freccia 2 e l'attrito tra le superfici L e C rotanti in senso contrario previene ogni accelerazione pericolosa.

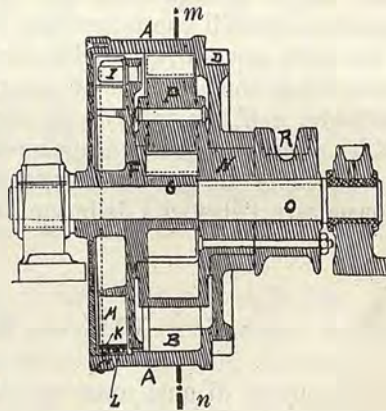
Anche questa puleggia, come il moderatore Becker, può essere applicata diret-



a. — Elevazione.



b. — Sezione m n.



c. — Sezione longitudinale.

Fig. 901 a, b, c. — Puleggia di sicurezza.

A, puleggia a larga corona; B, ruota dentata; C, superficie di attrito; D, E, arresto della puleggia A; F, G, disco e rocchetto per trasmettere il movimento dall'albero al regolatore; H, K, L, M, parti costituenti il regolatore; N, P, disco e rocchetto di trasmissione; Q, Q', fune portante; R, puleggia della fune portante.

tamente alla gabbia per modo che, abbandonata a sè stessa e senza altri apparecchi di sospensione, non precipita mai ma discende fino al fine della sua corsa e ivi si arresta senza urti di sorta come se fosse trattenuta dall'alto.

Ai montavivande e ai piccoli elevatori non si applica in genere nessun apparecchio di arresto automatico del tipo ora descritto; a meno che il committente ne faccia espressa richiesta. Bastano per essi gli arresti alle estremità di corsa e i freni a nastro che sono a portata di mano della persona che regola il funzionamento del macchinario motore.

Per gli elevatori idraulici ad azione diretta si può anche far a meno di questi apparecchi: bastano le precauzioni nell'impianto e nelle tubazioni che furono ricordate a pag. 455 e seg. e le altre relative all'attacco della catena cui si è accennato a pag. 458. Un pericolo invece tutto speciale di questi apparecchi è che si introduca dell'aria allorchè si vuotano le tubazioni dell'acqua in pressione. Quando si immette di nuovo l'acqua, l'aria è compressa fortemente, e se allora si apre il distributore può avvenire che la valvola di questo non possa regolare l'introduzione dell'aria, che per tal modo viene ad agire sullo stantuffo con troppa violenza. Per evitare anche questa perturbazione basta inserire fra distributore e cilindro un serbatoio metallico, nella sommità del quale arriva l'acqua proveniente dal distributore e dal cui fondo esce quella che va al cilindro. Così, se anche pel distributore passa aria in pressione, si è sicuri che essa non arriva fino al cilindro, ma si limita a spingere l'acqua contenuta nel serbatoio: nel movimento di ritorno poi l'acqua riempie il serbatoio e ne scaccia attraverso il distributore e per la condotta di scarico l'aria insinuatavisi.

La serie degli apparecchi di sicurezza escogitati dagli inventori sarebbe interminabile e anche a questo proposito si potrebbero citare le prescrizioni legali vigenti in alcuni Stati per disciplinarne il tipo e il funzionamento. Ma siccome dal più al meno il principio su cui sono fondati è sempre press'a poco lo stesso e le varianti si riducono a modificazioni meccaniche, si è limitata la rassegna ai tipi caratteristici.

Si noti piuttosto che molto spesso succede che anche quegli apparecchi che sembrano dare la più ampia garanzia di sicurezza, all'atto pratico sono venuti a mancare: o scattavano troppo tardi o non agivano affatto avendoli resi inetti ad agire il lungo disuso. Infatti, mentre tutte le parti del macchinario sono continuamente in funzione e quindi continuamente sorvegliate, l'apparecchio di sicurezza è collaudato una volta tanto all'atto del montaggio e poi abbandonato a sè, e può irruginirsi e guastarsi senza che alcuno se ne accorga.

Pertanto, nell'impianto di un elevatore, chi ha la soprintendenza del lavoro dovrebbe sempre esigere un apparecchio di sicurezza che facilmente possa essere fatto funzionare durante la marcia stessa della cabina per verificarne l'idoneità e per conservare l'elasticità delle sue parti.

VIII. — ELEVATORI SPECIALI

Senza parlare di quei numerosi tipi di elevatori speciali che l'industria richiede pel sollevamento di materiali o di merci determinate (elevatori per cantieri, per alti forni, per silos, ecc.), di alcuni dei quali è già stato detto in altra parte del Manuale (vedi Vol. I), rimangono da passare in rassegna quegli apparecchi che avendo qualche prossima relazione con l'edilizia possono formare oggetto di studio per l'architetto.

a) *Elevatori Paternoster*. — Sono ascensori a movimento continuo, usati per sbrigare il succedersi frequente di persone in grandi case commerciali, esposizioni, accessi alle stazioni e simili.

La gabbia non ha più un movimento alternato di ascesa e discesa, ma descrive un ciclo completo sempre nello stesso senso; il motore non ha più da compiere un lavoro intermittente e può perciò essere indifferentemente a gas, a vapore o elettrico; inoltre non si richiede più alcun servizio speciale per la manovra.

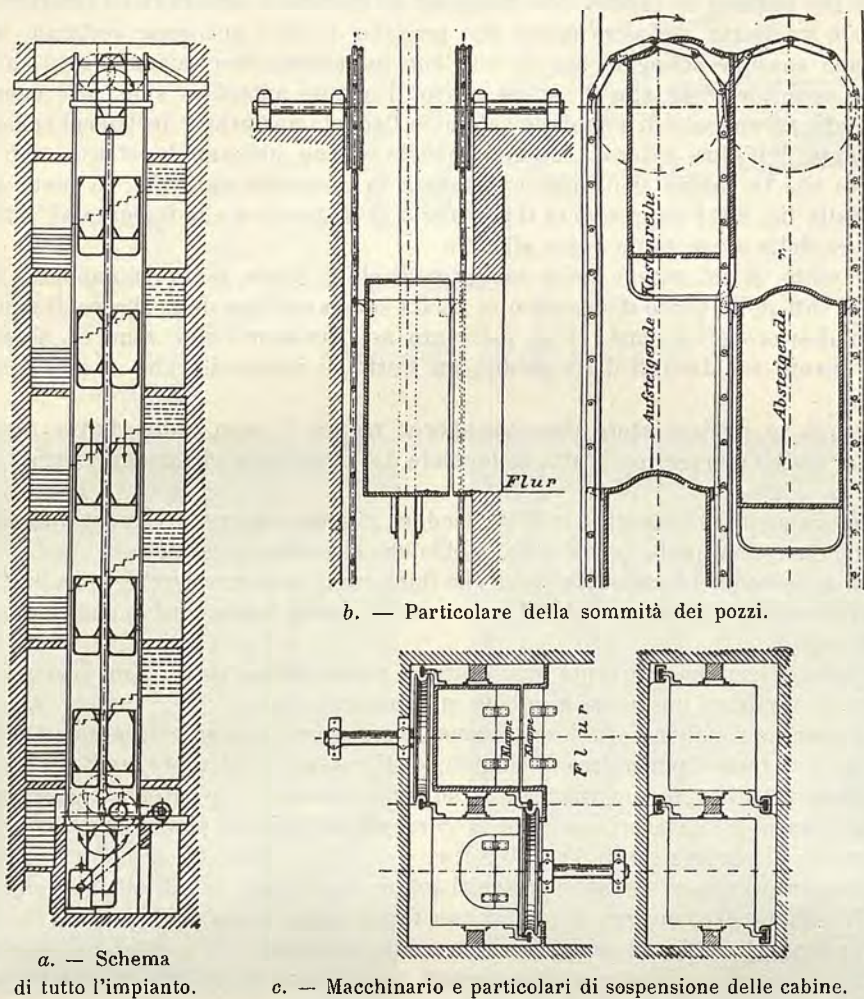


Fig. 902 a, b, c. — Elevatore tipo Paternoster.

La fig. 902 a, b, c rappresenta uno di questi elevatori costruito dalla Ditta Wimmel & Landgraf di Amburgo. La a è una veduta schematica dell'insieme, le altre due figure rappresentano dettagliatamente l'elevazione di una parte del circuito e il complesso del macchinario motore.

L'impianto si compone di un certo numero di cabine appese a uguali intervalli a due catene continue di Gall, e scorrenti in due pozzi accoppiati con velocità di circa 0,25 al minuto secondo, sicchè impiegano circa 12 secondi a percorrere l'altezza corrispondente a un piano.

Ogni cabina è aperta anteriormente ed è capace di contenere due persone. L'entrata e l'uscita ha luogo senza interrompere il moto, per evitare un'attesa troppo lunga ai passeggeri. In conseguenza bisogna che la velocità sia molto ridotta per non

obbligare a esercizi di acrobatismo i viaggiatori: se succede a qualcuno ciò non di meno di non scendere al tempo giusto non avrà che da continuare a rimanere nella cabina e procedere per le cantine e per il pozzo di ascesa sino a ritrovarsi al piano desiderato.

Per far passare le cabine, che giungono all'estremità superiore ed inferiore della corsa, da un pozzo nell'altro senza che perdano la loro posizione verticale fu studiato uno speciale collegamento di esse con le catene. Precisamente ogni cabina è sospesa superiormente alle 2 catene, e cioè l'angolo anteriore sinistro è congiunto colla metà ascendente di una delle catene, e l'angolo posteriore destro col ramo pure ascendente dell'altra catena: supposto che le catene abbiano la stessa velocità, è evidente che le cabine si devono conservare in posizione verticale: la metà di una parte della fig. 902 *b* rappresenta il passaggio di una cabina che è giunta all'estremità superiore della corsa da un pozzo all'altro.

Per aiuto di chi accede nella cabina e di chi la lascia, tanto nei fianchi di questa come ai lati delle porte d'entrata o di uscita sono applicate delle sbarre di appoggio. Per un'ulteriore protezione, vi ha poi tanto nel pavimento del vano di accesso al pozzo quanto sul davanti della gabbia un tratto di impiantito che si può ribaltare all'insù.

Con ciò se il viaggiatore che sale sporge troppo il capo prima d'aver raggiunto la porta d'uscita urterà col tratto sollevabile del pavimento, che cederà senza recargli danno.

Analogamente chi aspettando di discendere si sporge inavvertitamente, viene investito solamente da quella parte della gabbia che si solleva a cerniera.

Non occorrono chiusure alle porte che immettono al pozzo perchè le cabine si succedono a così brevi intervalli che il vano risulta quasi ininterrottamente coperto da una di esse.

Un'asta di comando corrente lungo tutto il pozzo permette in caso di incidenti di mettere da qualsiasi posizione le cabine in o fuori movimento.

Il motore qui collocato nel sotterraneo è a vapore, ma può essere anche a gas, a benzina od elettrico; per mezzo di cinghie, o di catene, o di ruote dentate, mette in movimento i 2 alberi w e w_1 (fig. 902 *c*), su cui si avvolgono le catene.

Per il caso di elevatori azionati da corrente elettrica si può ritenere che il consumo medio di energia sia di $0,8 \div 0,9$ Kw.

Il numero di questi elevatori costruiti solo in Amburgo è già di oltre 50; malgrado tutte le misure di sicurezza di cui vanno forniti sono applicabili solo dove devono essere adoperati dalle stesse persone le quali acquistano la pratica di servirsene; dove hanno accesso gli estranei, le vigenti prescrizioni di polizia edilizia ne vietano tassativamente l'introduzione.

b) Trasportatori continui e scale mobili. — Servono come i precedenti a sfollare le scale troppo frequentate e ad aumentarne la potenzialità.

I trasportatori continui (*tapis roulants*) sono dei nastri di larghezza variabile da un minimo di 0,75, che scorrono su dei rulli di sostegno e ai 2 estremi si avvolgono su due tamburi. La fig. 903 *a, b, c* riproduce appunto lo schema e l'insieme delle due testate di uno di tali apparecchi della Ditta Unruh e Liebig di Lipsia. I rulli per la parte che sale sono molto vicini uno all'altro per evitare che nella corsia mobile si formino tra un rullo e l'altro delle rientranze.

Il tamburo superiore è quello motore: il movimento gli è fornito da un motorino elettrico o da una trasmissione, ecc., ed esso trascina il nastro con una velocità di m. 0,50 al minuto secondo, per pendenza di circa 30°. Alle posizioni estreme il nastro scompare nel pavimento attraverso una stretta fessura praticata in esso senza labbra o risalti che potrebbero fare inciampare. Il corrimano deve muoversi con la stessa

velocità del tappeto. Questo, quando si tratta di collegare più piani, è bene non sia continuo ma diviso in tanti tratti quanti sono i piani; si evita così alle persone la fatica di dover stare per molto tempo sul tappeto e rende facile il passaggio fra il tappeto e il pavimento dei piani intermedi.

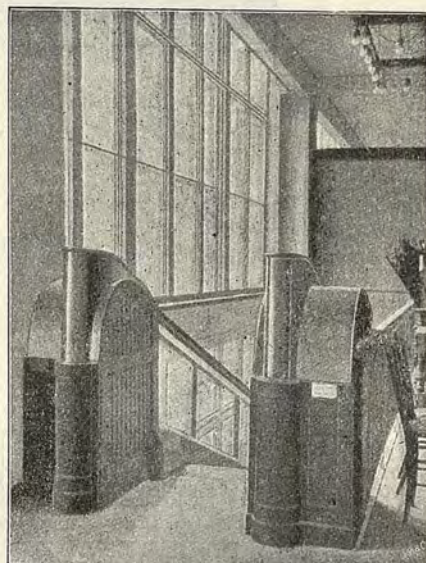
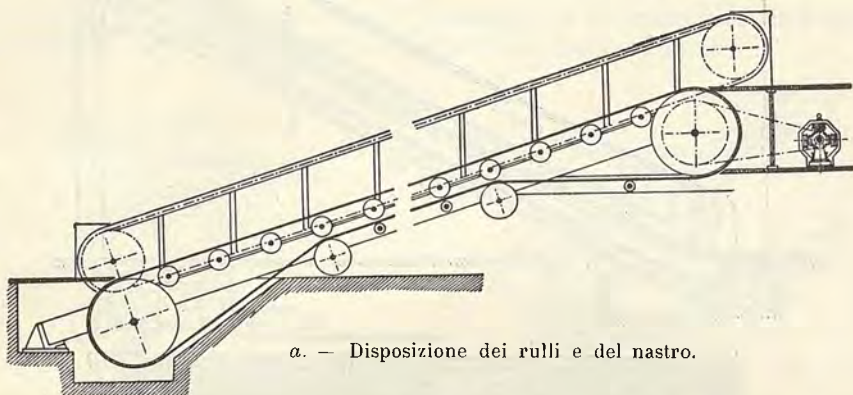


Fig. 903 a, b, c. — Trasportatore continuo per scale.

Si può calcolare che per metro lineare trovino posto su questi tappeti da due o tre persone, cosicchè in un minuto primo se ne possono innalzare da 60 a 90.

Per un'altezza di piano variabile tra i 5 e i 6 metri, e se il sovraccarico è esteso a tutta la tratta, si richiede uno sforzo di circa 7 HP; per la corsa a vuoto bastano 3 HP.

Questi trasportatori sostituiscono vantaggiosamente le scale per superare i dislivelli corrispondenti a piani di notevole altezza; possono essere messi in moto ed arrestati senza nessuna difficoltà, e anche quando sono fermi rimangono praticabili poichè la ruvida superficie del tappeto e la piccola inclinazione permettono di andare e venire facilmente.

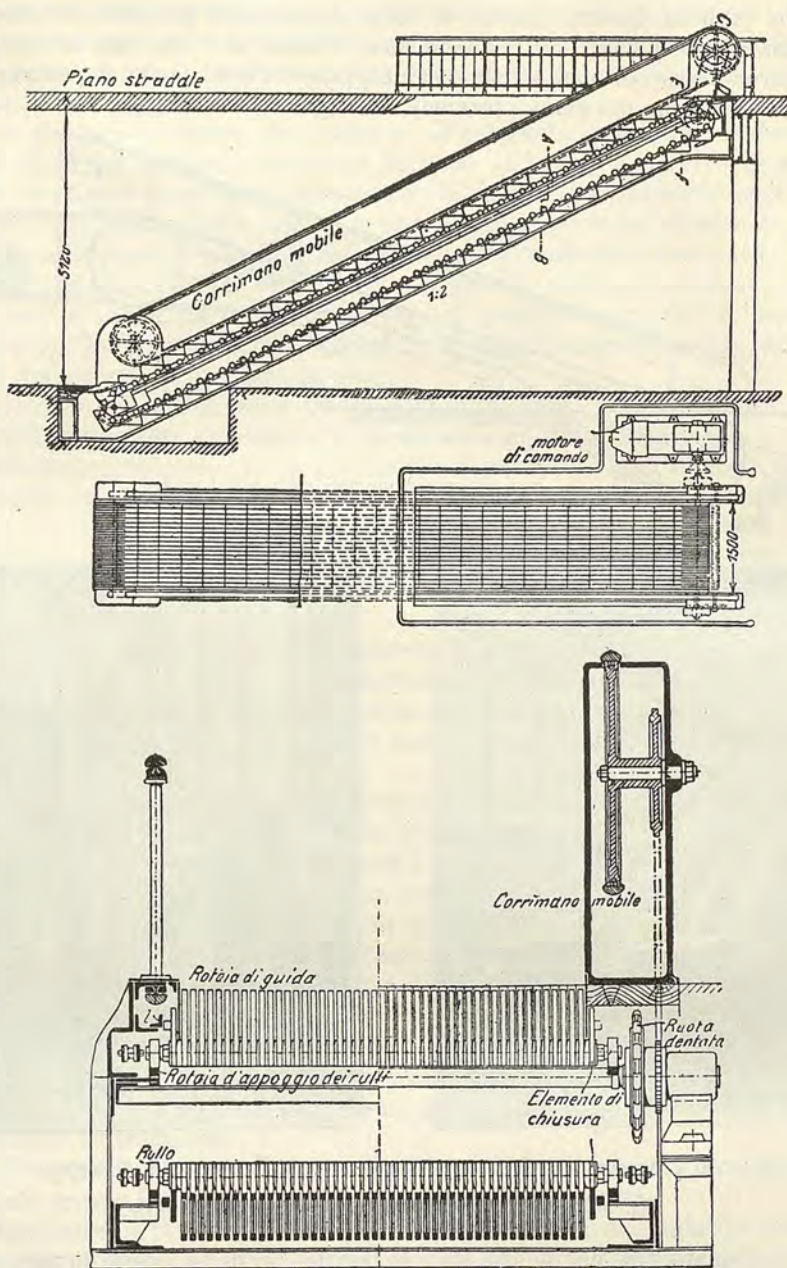


Fig. 904 a e b. — Schema dell'impianto.

Fig. 904 a, b, c, d, e, f, g. — Ascensore inclinato a gradinata tipo Hocquart nella stazione sotterranea del Quai d'Orsay delle Ferrovie Metropolitane di Parigi.

All'esposizione mondiale di Parigi del 1900 furono molto adoperati e ve ne sono in funzione nei magazzini Wertheim di Berlino e Polich di Lipsia.

Le scale mobili ripetono perfezionato il principio dei trasportatori precedentemente descritti. Una guida snodata portante dei gradini scorre obliquamente nel senso lon-

gitudinale della rampa, e alle estremità corrispondenti ai ripiani di partenza e di arrivo si avvolge e si svolge su due rulli, di cui uno od entrambi ricevono il movimento da un macchinario sottostante.

Si viene così a sommare la traslazione della scala col movimento che su di essa compiono come su di qualunque altra i passeggeri: e la potenzialità dell'impianto risulta pressochè raddoppiato rispetto a quello di una scala ordinaria.

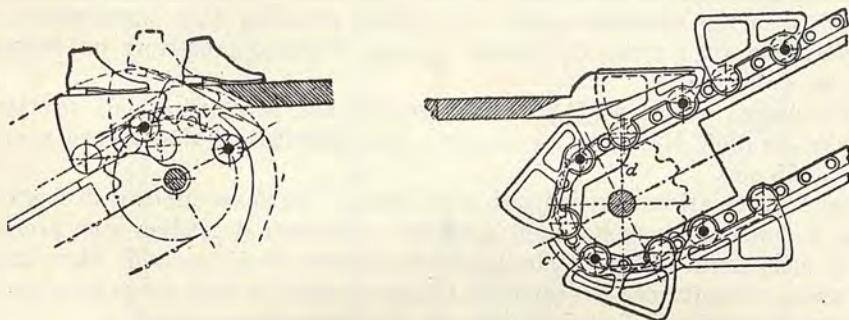


Fig. 904 c e d. — Dettaglio delle estremità superiore e inferiore.

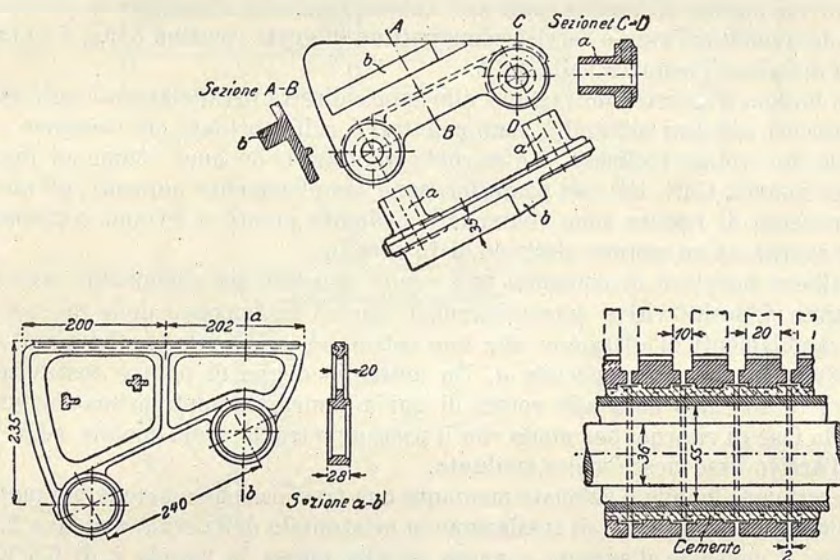


Fig. 904 e, f e g. — Particolare dei gradini.

Fig. 904 a, b, c, d, e, f, g. — Ascensore inclinato a gradinata tipo Hocquart nella stazione sotterranea del Quai d'Orsay delle Ferrovie Metropolitane di Parigi.

La fig. 904 a, b, c, d, e, f, g rappresenta appunto una scala mobile o ascensore inclinato a gradinata sistema Hocquart, impiantato nella stazione sotterranea del Quai d'Orsay delle Ferrovie Metropolitane di Parigi, che trovava circa 5 metri sotto il piano stradale. La descrizione dell'impianto e le fig. 904 a.....g che la illustrano sono riportate dal giornale *Il Politecnico*, anno LVII, pag. 121 e seguenti:

« La stazione era servita da quattro scale comuni; epperò l'aumentare continuo del movimento passeggeri in questo punto della linea, specialmente coi treni in arrivo, rese necessario l'impianto di un ascensore inclinato a gradini o scala mobile, tipo Hocquart.

« Questa costruzione, rappresentata schematicamente nelle figure *a* e *b*, ha una larghezza di m. 1,5 e comprende 27 gradini costituiti ognuno da 50 elementi o barrette in ghisa di 20 mm. di spessore, 235 mm. di altezza e 402 mm. di lunghezza (fig. *c*) portanti inferiormente e fusi in un sol pezzo due bussole ad anello, entro le quali vengono montati due assi in ferro paralleli tra loro; lungo questi vengono ad allinearsi tutti gli elementi in ghisa costituenti un gradino. Tra anello ed anello di due elementi successivi si ha un giuoco di 2 mm., mentre questo è portato a 10 mm. tra i bordi piani; la superficie piana dei gradini presenta delle scanalature a coda di rondine nelle quali viene compresso a guisa di strato protettore un impasto di cemento e *carborundum*.

« Gli elementi costituenti il piano dei gradini non sono imperniati direttamente sui due assi paralleli di 35 mm. di spessore, ma bensì su un albero cavo avente un diametro di 55 mm.

« Come è schematicamente indicato nella figura *d*, gli spazi circolari di 2 mm. compresi tra le bussole ad anello degli elementi costituenti il gradino sono protetti da un anello in lamiera, mentre l'interspazio tra il tubo di 55 mm. di diametro e le bussole viene riempito con del cemento. Quando questo ha fatto presa vengono introdotti gli assi ai quali sono fissati gli elementi di testa di ciascun gradino.

« Questi ultimi hanno una forma speciale (fig. *f, g*) in modo da essere solidali per effetto di un nasello d'arresto cogli assi tubolari onde far dipendere la posizione del gradino da quella dell'asse e servire come pattino di guida (pattino *b*, fig. *f, g*) lungo la rotaia di direzione *l* segnata nella fig. *b*.

« Dei bulloni d'arresto contrastano alle spinte dirette parallelamente agli assi portanti anteriori, alle cui estremità sono calettati i rulli portanti, che vengono a scorrere sulle due rotaie inclinate, e due ruote dentate, nelle quali vanno ad ingranare le catene motrici Gall. Gli assi posteriori sono semplicemente portanti; gli alberi dei due ingranaggi di testata sono comandati mediante giunto a frizione e trasmissione a vite perpetua da un motore elettrico di 15 cavalli.

« L'albero inferiore di comando può venire spostato parallelamente a sè stesso, manovrando apposite viti e determinando la messa in tensione delle catene motrici Gall. I cambiamenti di direzione alle due estremità della scala si effettuano secondo due superfici a curvatura speciale *a*. Un dettaglio degno di nota è costituito dalla curvatura di sovrizzo data alle rotaie di guida immediatamente prima che venga ad iniziarsi la fase di ritorno, per modo che il passaggio tra la scala mobile ed il pianerottolo d'arrivo fisso riesce molto facilitato.

« Il corrimano mobile è azionato mediante una trasmissione a catena nel modo indicato nella fig. *b*. La velocità di traslazione in orizzontale della scala è di 20 a 22 metri al minuto; il consumo d'energia a vuoto ed alla messa in marcia è di 6,5 Kw. che si riducono a funzionamento normale a 5-6 cavalli. La potenzialità di trasporto supera del 79 % quella di una delle scale fisse esistenti della larghezza di metri 1,80, e pertanto con una scala mobile di ugual larghezza la superiore potenzialità di trasporto sarebbe del 114 % ».

c) Montacarichi distributori. — Sono usati negli edifici a molti piani, nelle Case commerciali, per innalzare e distribuire automaticamente ai diversi piani lettere, documenti, libri e altri piccoli oggetti.

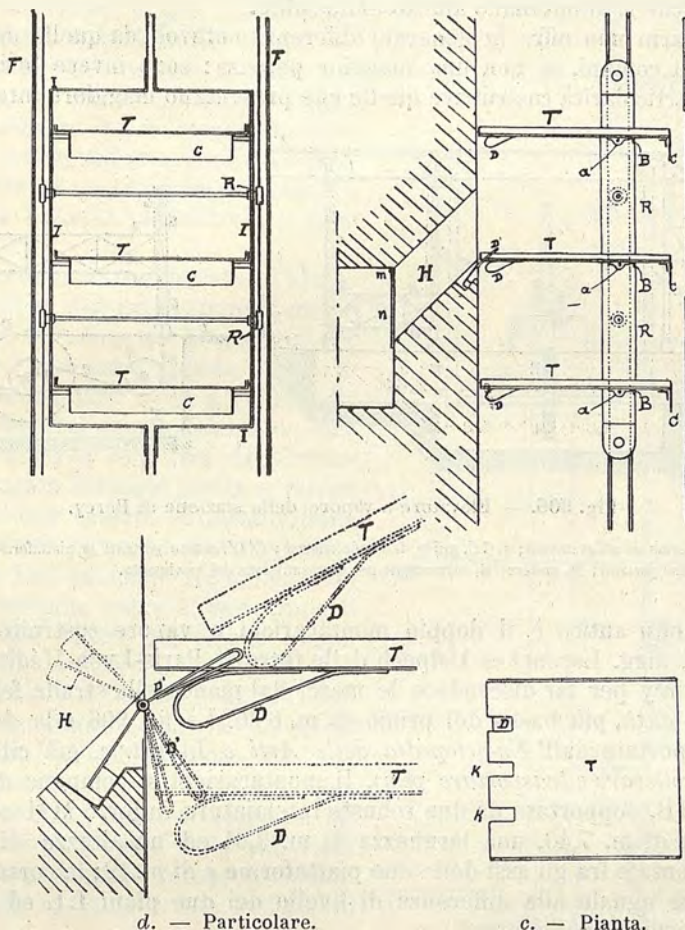
La fig. 905 *a, b, c, d* rappresenta uno dei tipi più semplici che può esser mosso a mano o a pressione d'acqua: *a*) è il prospetto; *b*) una sezione verticale; *c*) la pianta; *d*) un particolare. Il montacarichi si compone di tante tavolette T quanti sono i piani, numerate ciascuna col numero corrispondente ad un piano, e girevoli intorno all'asse *a*; a questo scopo esse portano posteriormente un contrappeso C il cui ufficio è di riportare le tavolette in posizione orizzontale. In questa posizione che è quella rappre-

sentata nelle figure *a*) e *b*) esse posano sulle traverse B impiantate a uguali intervalli nell'intelaiatura portante I.

La parte anteriore di ogni tavoletta fig. *c*) presenta tanti intagli K quanti sono i piani da servire. Uno solo di tali incavi per ogni tavoletta è armato di un risalto a molla D (fig. *d*), la cui funzione sarà spiegata in seguito.

a. — Prospetto.

b. — Sezione.



d. — Particolare.

c. — Pianta.

Fig. 905 *a, b, c, d.* — Montacarichi distributori per corrispondenza, documenti, ecc.

T, tavoletta ribaltabile intorno agli assi *a*; C, contrappeso della tavoletta; I I, intelaiatura portante; B, traversa di appoggio delle tavolette quando sono orizzontali.

L'intelaiatura portante I I è guidata a mezzo di rulli R R su ferri profilati serventi di guida FF, fissati sulle pareti del pozzo per tutta la sua altezza.

La cassetta ricevitrice d'ogni piano comunica col pozzo del montacarichi a mezzo di un condotto obbliquo H sulla fronte del quale è fissato un piuolo D' (fig. *b* e *d*), che per effetto del suo contrappeso tende sempre ad alzarsi. Ad ogni piano questo piuolo è in posizione diversa, per modo da passare liberamente negli intagli *k* delle tavolette che non corrispondono al suo piano, ma da venire a incontrare il dito D della tavoletta che gli corrisponde. Allora la tavoletta s'inclina prendendo successivamente le posizioni indicate dalla figura *d*) e, inclinandosi, versa nel condotto H gli oggetti

che porta. Questi scivolano al fondo, fanno rotare lo sportello mn intorno al fulcro m , e cadono nella cassetta ricevitrice. Non è difficile disporre un contatto elettrico, che si chiude quando lo sportello mn ruota per dar passaggio a qualche oggetto e fa suonare un campanello elettrico di richiamo.

d) *Elevatori di grande potenza o grande corsa per servizio pubblico.* — La serie di questi apparecchi è svariatissima, poichè si tratta quasi sempre di impianti, che per soddisfare a particolari esigenze locali devono a queste adattarsi, e assumere di conseguenza forme che si allontanano affatto dalle solite.

Il macchinario non offre in generale differenze notevoli da quello degli ascensori o montacarichi comuni, se non una maggior potenza: sono invece le caratteristiche esterne e le particolarità costruttive quelle che presentano maggiore interesse.

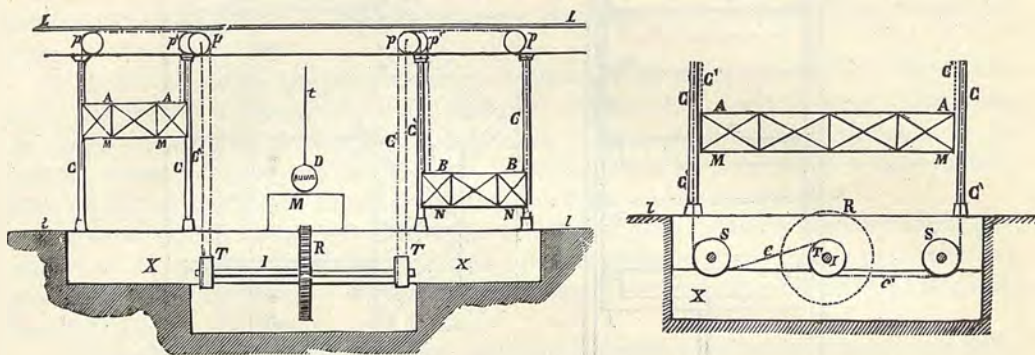


Fig. 906. — Elevatore a vapore della stazione di Bercy.

A A, B B, piattaforme di sollevamento; C C C, guide delle piattaforme; C' C', catene portanti le piattaforme; I, albero motore; T T, tamburi delle catene portanti; M, motore; R, ingranaggio per la trasmissione del movimento.

Un tipo molto antico è il doppio montacarichi a vapore costruito nel 1860 su progetto degli ingg. Leconte e Delpèch delle ferrovie Paris-Lyon-Méditerranée nella stazione di Bercy per far discendere le merci dal piano della strada ferrata al piano stradale della città, più basso del primo di m. 6,30. La fig. 906 e la descrizione che segue sono riportate dall' *Enciclopedia delle Arti e Industrie*, già citata (articolo: *Macchine da sollevare e trasportare pesi*). Il montacarichi si compone di due piattaforme A A e B B, sopportate da due robuste intelaiature in ferro M M ed N N, aventi una lunghezza di m. 7,40, una larghezza di m. 3,94 ed un'altezza di m. 1,05. La distanza orizzontale fra gli assi delle due piattaforme è di m. 12; la corsa di entrambe di m. 6,30, cioè uguale alla differenza di livello dei due piani L L ed l l fra cui si deve fare il trasporto delle merci.

Ogni piattaforma scorre fra quattro mezze colonne cave C, in ghisa, entro alle quali discendono delle catene C, C' attaccate ai quattro angoli dell'intelaiatura. Queste catene vanno ad accavalcarsi sopra puleggie p disposte alla sommità delle colonne, e quindi discendono e vanno ad unirsi, due a due, ad una catena più robusta, la quale, dopo esser passata sotto una puleggia di rinvio S, disposta in una cavità X X praticata sotto il piano inferiore del montacarichi, va ad avvolgersi sopra un tamburo T, calettato sull'estremità di un albero I, situato a metà lunghezza del pozzo, coll'asse parallelo alla sua dimensione minima.

Questo tamburo riceve le due robuste catene, di cui evidentemente una deve avvolgersi in un senso e l'altra in senso opposto (come è indicato dalla fig. 906), affinchè, essendo dirette per versi contrari, esse si avvolgano o si svolgano simultaneamente per una data rotazione del tamburo.

L'albero I, su cui è calettato il tamburo destinato a dare il movimento ad una delle piattaforme, è collocato, come già si disse, a metà lunghezza dei due pozzi, ed è compreso, precisamente, fra i due pozzi stessi. All'altra estremità di questo albero è calettato un secondo tamburo simile al precedente, sul quale si avvolgono le due catene della seconda piattaforma nello stesso modo, ma inversamente alle precedenti, in guisa che quando le catene del tamburo di destra si avvolgono producendo il sollevamento della piattaforma corrispondente, quelle del tamburo di sinistra se ne svolgono per lasciare discendere la seconda piattaforma, e viceversa.

Il movimento viene comunicato all'albero dei tamburi da un motore a vapore M installato sul piano inferiore, fra lo spazio libero compreso fra i due pozzi. Questo motore si compone di due cilindri simili a quelli delle locomotive, disposti orizzontalmente l'uno a fianco dell'altro e colle luci di introduzione e di scarico disposte faccia a faccia, in modo che i due cassetti di distribuzione possano muoversi entro ad una medesima scatola. A m. 2,92 dal fondo dei cilindri, sul davanti, si appoggia, entro a due sopporti portati dall'intelaiatura dei cilindri stessi, un albero a due gomiti che ricevono il movimento dalle bielle articolate ai gambi degli stantuffi. Questo albero porta alle sue estremità due volanti, ed internamente, fra i due gomiti, due rocchetti imboccanti con due grandi ruote dentate, calettate sopra un albero intermedio, il quale sulla sua metà porta calettato un robusto rocchetto comandante la grande ruota R fissata sull'albero dei tamburi.

L'inversione di marcia è ottenuta, come nelle locomotive, per mezzo di due settori Stephenson, collegati ad una sbarra che viene manovrata dal macchinista.

Per la sicurezza del funzionamento e per ovviare alle eventuali disattenzioni degli uomini addetti alla manovra, gli autori idearono un ingegnosissimo meccanismo automotore disposto in alto, al disopra della macchina motrice, il quale è in comunicazione con un tirante *t* che comanda un disco disposto sull'intelaiatura della macchina e che porta scritto sopra una sua faccia, in grossi caratteri, la parola: *marchez* (avanti). Questo stesso meccanismo fa inoltre funzionare contemporaneamente un fischio di allarme disposto alla sommità della colonna d'arrivo del vapore, per prevenire il mac-

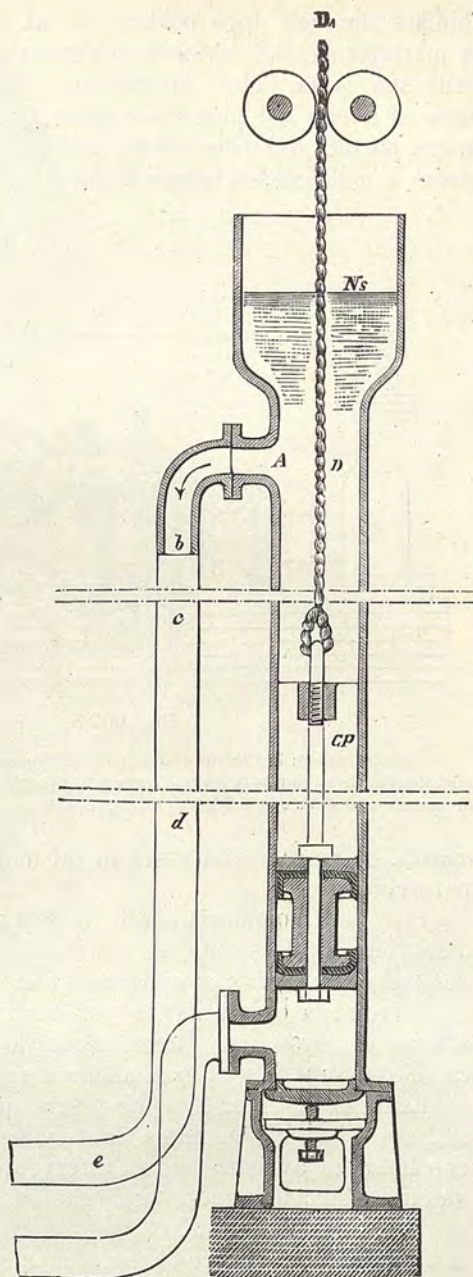


Fig. 907 a. — Elevatore idraulico Samain
(vedi leggenda della fig. 907 b).

chinista che egli deve portare la sua attenzione sopra il disco indicatore. Quando la piattaforma, che discende col carro carico di merci, è presso l'estremità inferiore della sua corsa, l'altra piattaforma, che sale con un carro vuoto, si trova pure prossima al livello del piano superiore. Quest'ultima incontra allora un'opportuna sporgenza portata dal meccanismo automotore, il quale mette in azione il fischietto d'allarme e nello stesso tempo fa fare un mezzo giro al disco per cui sparisce la parola

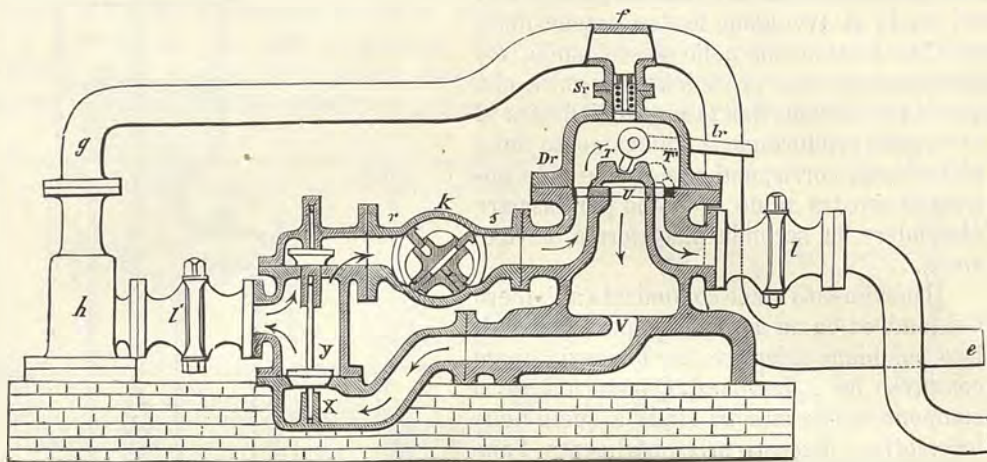


Fig. 907 b. — Elevatore idraulico Samain.

A, cilindro motore; P, stantuffo motore; CP, contrappeso gravante lo stantuffo P; D D₁, fune portante la gabbia; *b c d e f g h i k l*, tubo comunicante col cilindro A per cui l'acqua passa da sopra a sotto lo stantuffo P; K, pompa; T, cassetto di distribuzione; L_r, leva di comando del distributore; U V X *h g f e d c b*, condotto per cui l'acqua passa da sotto a sopra lo stantuffo P.

avanti. Il macchinista resta in tal modo avvertito ed arresta il movimento dell'apparecchio.

Tali sono, sommariamente, le disposizioni di questo montacarichi a vapore; rimaniamo chi ne volesse una più minuta descrizione alla conosciutissima opera: *Publication des machines, outils et appareils, ecc.*, par Armengaud ainé, vol. XIII, anno 1861.

Talvolta la caratteristica per cui l'elevatore esce dal tipo comune è la grande altezza di corsa, e a questo riguardo merita di essere citato l'ascensore Samain, capace di superare altezze anche maggiori di 300 m. (fig. 907 a e b).

La forza motrice, che può essere qualunque, viene ad agire sulla pompa rotativa segnata in *k*, e ponendola in movimento produce la discesa della gabbia, mentre che la salita avviene senza l'intervento della pompa, ma per effetto della sola prevalenza del contrappeso sulla gabbia.

Il funzionamento infatti è ottenuto come negli elevatori idraulici ad azione indiretta, a mezzo dell'acqua che occupa sempre tutto il cilindro motore e tutta la tubazione *b c d e f g h i k l* (fig. 907 a e b) innestata ad esso in due punti prossimi alle sue estremità più alta e più bassa.

Nel cilindro A scorre uno stantuffo a tenuta ermetica, caricato di un contrappeso, e congiunto alla gabbia a mezzo della fune D D₁, che si accavalca su una puleggia di sommità.

Se la gabbia deve salire, basta mediante una fune o un'asta di comando facenti capo alla leva *l_r* portare il cassetto di distribuzione, indicato nella fig. b con la lettera T, nella posizione punteggiata T'; allora, per effetto del maggior peso dello stantuffo e dei suoi accessori che discendono, l'acqua è cacciata fuori dal cilindro motore e, per il cammino *u v x y i h g f*, va a finire nella parte superiore del cilindro A.

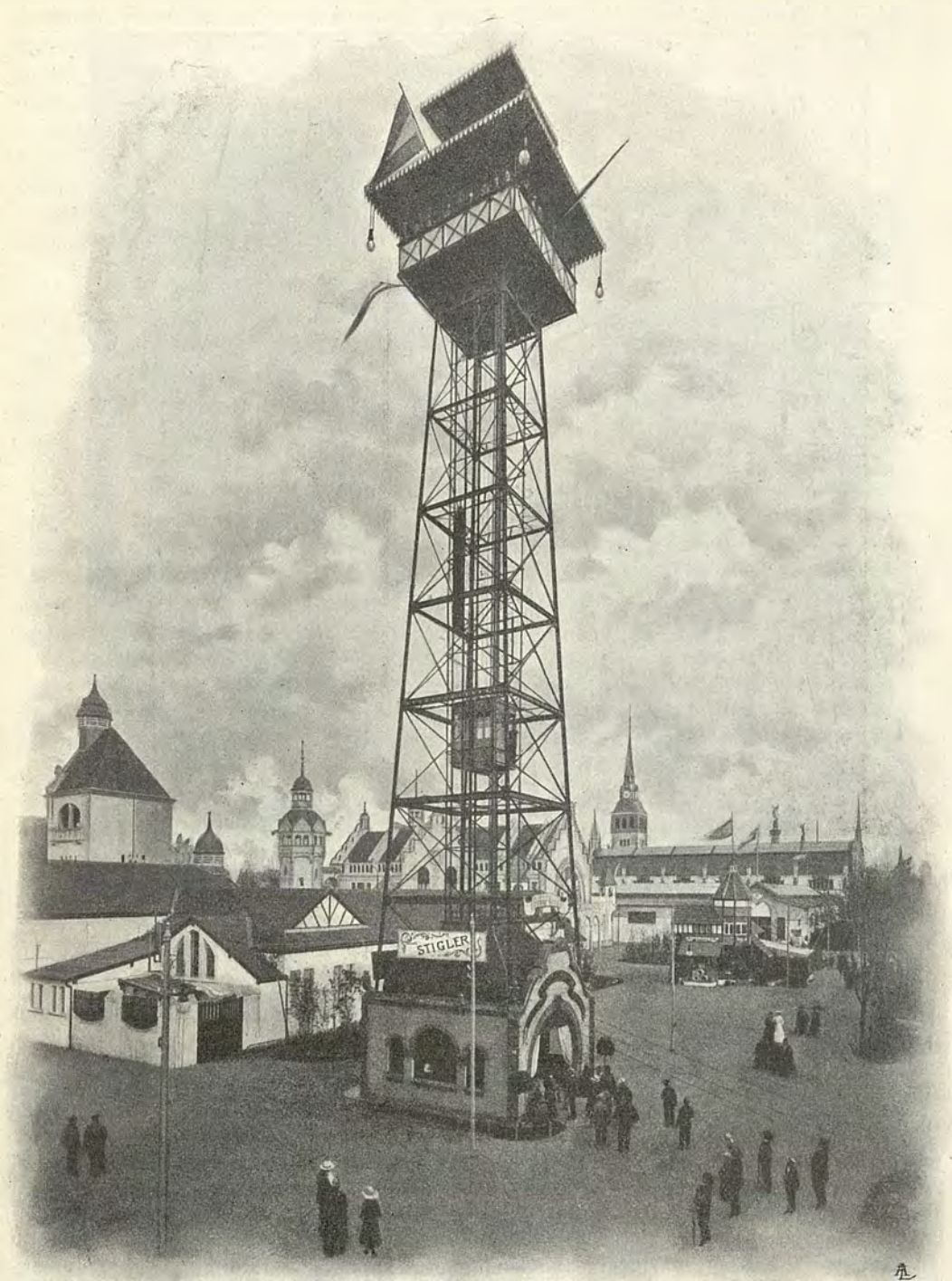


Fig. 908. — Torre in ferro con elevatore Stigler (Esposizione di Düsseldorf 1902).

Se la gabbia deve invece discendere si porta il distributore nella posizione T e si pone in movimento la pompa *k*, la quale succhia l'acqua che sta nel cilindro A

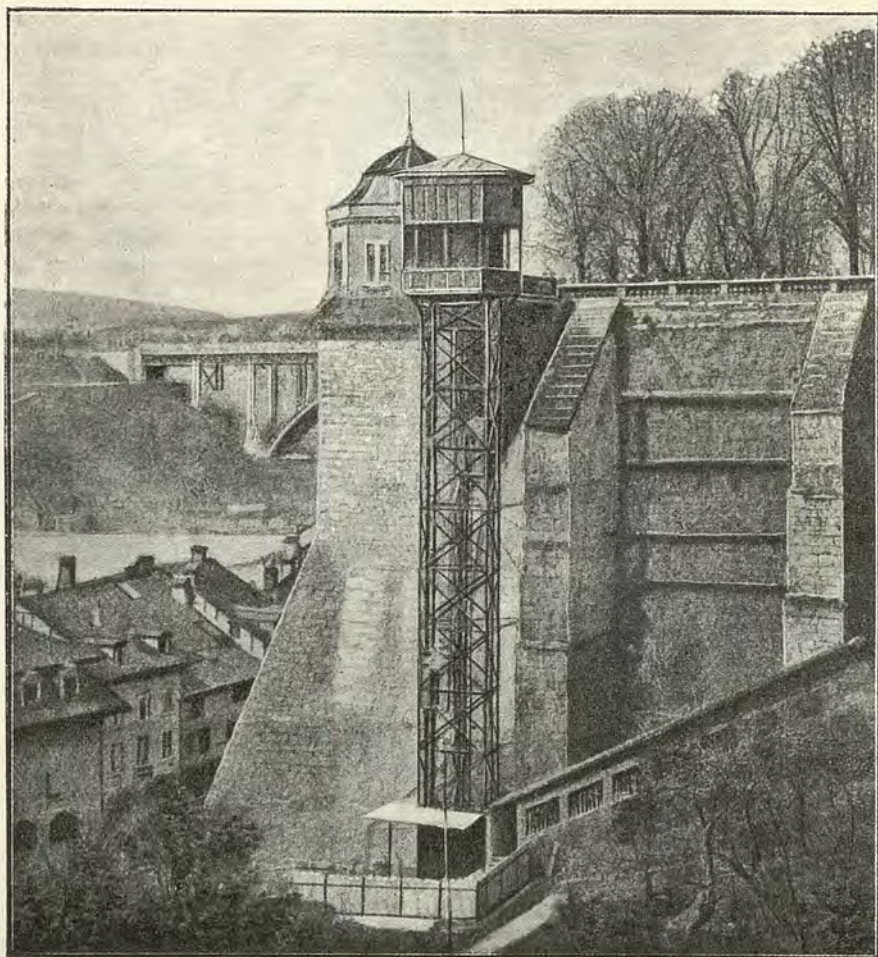


Fig. 909. — Ascensore per servizio pubblico, costruito per la città di Berna dalla Società Siemens-Halske.

al disopra dello stantuffo e, per il cammino $bcdefgh$, la spinge sotto lo stantuffo e la fa salire.

Il lavoro della pompa, in grazia della costante comunicazione che esiste tra il cilindro A e la tubazione $bc.....kl$, è ridotto a quello solo necessario a sollevare il piccolo peso di cui lo stantuffo e i suoi accessori superano la gabbia carica, l'acqua che compie il ciclo è sempre la stessa, e se i diametri del cilindro A e della tubazione $bc.....kl$ fossero uguali, dovrebbe anche mantenersi costante il livello Ns dello specchio d'acqua che occupa la parte superiore del cilindro A, foggiate a forma di imbuto. Siccome però il cilindro è di diametro maggiore della tubazione, questo livello va soggetto a qualche variazione a seconda del rapporto variabile, durante il funzionamento dell'apparecchio, tra la parte di tubazione e la parte del cilindro che sono ripiene d'acqua, donde l'utilità della forma campanulata dell'estremità superiore del cilindro A per rendere meno sensibile le variazioni di livello.

Qualche volta l'elevatore deve sorgere in posizione del tutto isolata per costituire un osservatorio da cui dominare una certa distesa. In questo caso si costruisce una torre metallica a traliccio, ancorata in un blocco di calcestruzzo, e nell'interno di essa

si ricava il pozzo per la corsa della gabbia. Esempio di tali costruzioni lo porge la figura 908, che riproduce la Torre in ferro dell'Esposizione di Düsseldorf del 1902, in cui un ascensore elettrico Stigler trasportava 12 persone a un'altezza di 35 metri in circa 30 secondi.

Dello stesso tipo è l'elevatore rappresentato nella fig. 909, che venne costruito nel 1897 a Berna dalla Società Siemens e Halske. Ciascuna delle due cabine costituenti l'elevatore può contenere 6 persone, e la velocità con cui alternativamente salgono e discendono entro l'incastellatura formante il pozzo è di 0,8 al minuto secondo.

Un motore a corrente continua della potenza di 14 cavalli effettivi mette in moto per mezzo di un semplice ingranaggio elicoidale il tamburo su cui si avvolgono le funi metalliche che portano ai due estremi le due cabine. Tutti i meccanismi sono collocati in alto della torre.

Altre volte in paesaggi alpini l'elevatore deve servire a offrire ai viaggiatori un comodo mezzo di accesso al punto di vista meglio situato della montagna, e perciò è possibile, ed anche consigliabile per la sicurezza, rilegare di tratto in tratto l'incastellatura verticale alla parete rocciosa che si vuol superare.

Così è costruito l'ascensore elettrico del Burgenstock fabbricato dalle officine meccaniche « Arsag » Seebach, Zurigo, con altezza di corsa di 160 metri, rappresentato dalla figura 910. I rilegamenti a cui si è accennato, oltrechè costituire dei solidi punti di appoggio per la torre verticale, offrono anche un allacciamento economico e razionale colla montagna e favoriscono l'uso dell'elevatore per superare le distanze parziali fra i vari ripiani in essa intagliati.

Analogo nella forma, sebbene più modesto nelle proporzioni, è l'elevatore costruito nel 1890 a Salisburgo sul Mönchsberg dalla Ditta Siemens e Halske (fig. 911 *a, b*).

La torre dell'elevatore è alta 60 m. e la cabina la percorre con velocità di 0,5 minuti al secondo. L'elevatore è doppio, cioè composto di 2 cabine, capaci ciascuna di 12 persone, e collegate fra loro mediante 6 funi di acciaio e di cui una fa da contrappeso all'altra.

Le funi si avvolgono su altrettante puleggie azionate mediante trasmissione a cinghia, vite perpetua e ruote dentate da un motore a corrente continua di 15 cavalli.

La figura 911 *b* rappresenta la stazione di arrivo.

Simile è l'elevatore del Pincio a Roma.

E la serie degli esempi potrebbe ancora continuare poichè sopra tutto nel campo industriale si trovano molti elevatori di tipo affatto speciale riservati al sollevamento di corpi di determinata natura, per i quali la meccanica ha trovato soluzioni

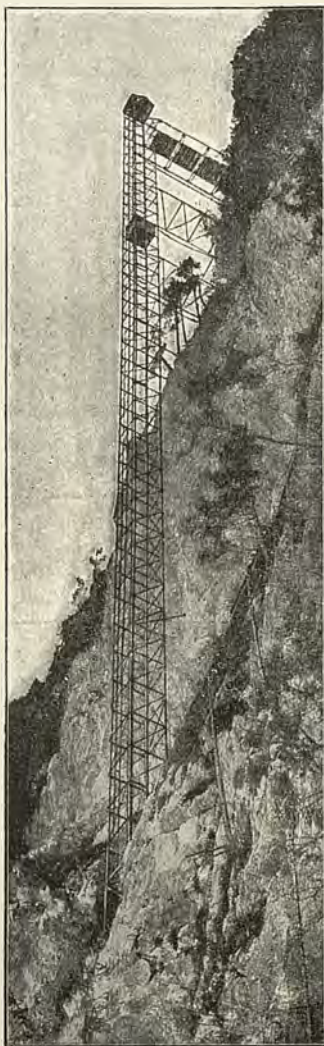


Fig. 910. — Elevatore sul Burgenstock (Soc. An. « Arsag », Zurigo).

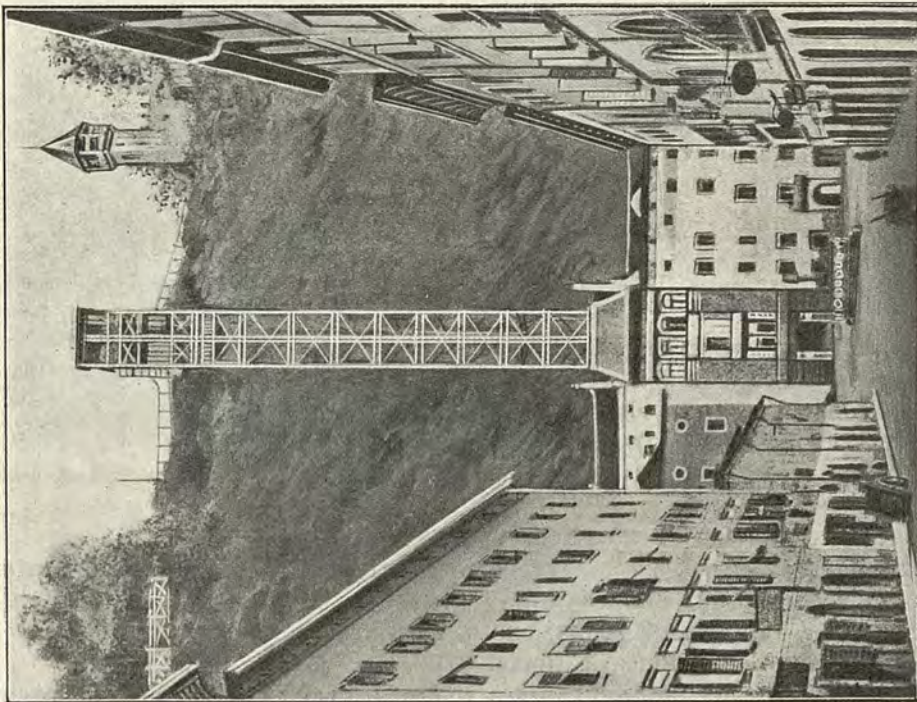


Fig. 911 a. — Stazione di arrivo.

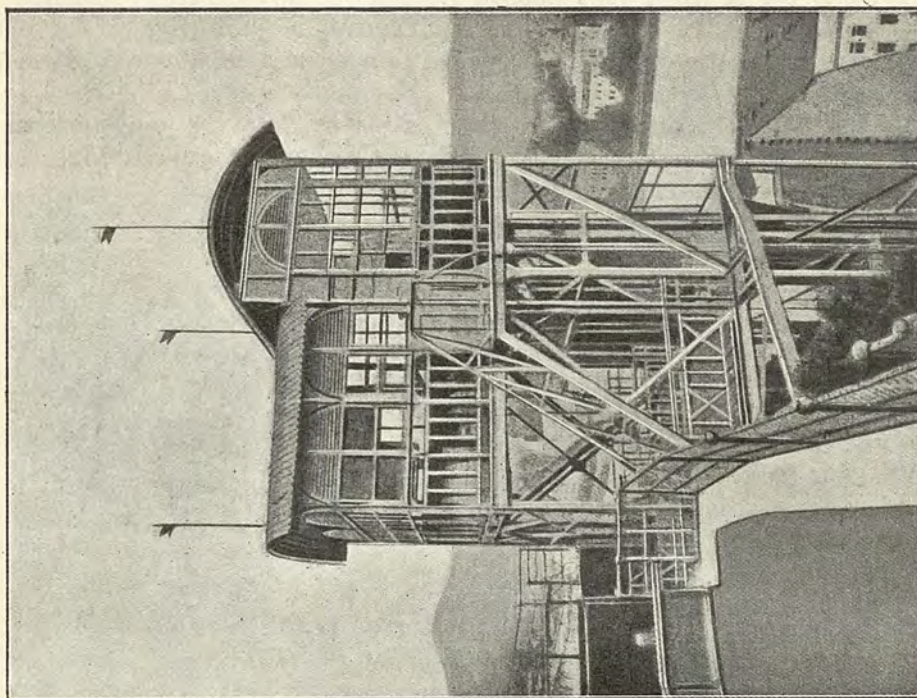


Fig. 911 b. — Elevazione.

Fig. 911 a e b. — Elevatore sul Mönchsberg a Salisburgo della Soc. Siemens e Halske.

geniali e svariatissime; ma di tali macchinari particolari l'architetto non ha che in casi eccezionali da occuparsi e però non sarebbe possibile, senza esorbitare dai limiti del presente trattato, procedere a una descrizione sufficientemente diffusa di essi. Così dicasi, ad esempio, degli elevatori che furono impiantati nella ferrovia Metropolitana di Parigi. Quelli della linea 4^a, per citarne qualcuno, hanno la cabina completamente metallica, con una superficie utile di circa m² 6,2, che può funzionare alla velocità di 1 m. al minuto secondo, con un carico di 2500 Kg., corrispondente a 30 persone circa. Essi sono azionati da una corrente continua di 550-600 volt e sono muniti di limitatore di velocità, di interruttori automatici di sicurezza e di cuscinetti smorzatori degli urti tanto in basso quanto in alto.

BIBLIOGRAFIA

Sull'argomento degli ascensori sono certamente in maggior numero gli articoli sparsi nelle enciclopedie, nelle riviste tecniche, ecc., che non le pubblicazioni speciali. Qui sotto segue un elenco di queste e l'accenno alle prime.

Pubblicazioni italiane, francesi, ecc.

Il Politecnico.

Ascenseurs, nella *Encyclopédie de l'Architecture et de la Construction* di PLANAT.

Les ascenseurs hydrauliques (L. VIENNOT), nell'*Encyclopédie d'Architecture*, 1891-92, pag. 461.

La Construction moderne, annate 1^a, 3^a, 7^a, 16^a.

La Semaine des constructeurs, annate 1^a, 2^a, 3^a, 5^a, 8^a, 9^a, 17^a.

Le Génie Civil, vol. XXI e XXIX.

Nouvelles Annales de la Construction, anni 1874, 1876, 1877, 1878, 1879, 1886, 1896, 1899, 1903, 1911.

Portefeuille économique des machines, anni 1876, 1877, 1878, 1879, 1880, 1881, 1882, 1884, 1885, 1887, 1888, 1890, 1891, 1893, 1894, 1895, 1896, 1897, 1902, 1903, 1905, 1907, 1908.

Publications industrielles, vol. XXVII.

Revue Industrielle, anno 1886.

American Architect, vol. XIV, XV, XLVI.

Architecture and building, vol. XXIV.

Builder, vol. XL.

Building news, vol. I, II, IV, VI, VII, XVII.

Engineer, vol. XXXIII, LIII, LIV, LIX, LXXVII, LXXVIII, LXXIX, LXXX, LXXXI.

Iron, vol. XX.

Scientific American, vol. XLIII, XLIV, LXII.

Techniker, anno 1881.

Annalen f. Gwbe- und Bauw., vol. XXXI, XXXIV.

Architect, anno 1897.

Baugwks. Zeitung, anni 1873, 1880, 1882, 1884, 1892, 1896.

Centralbl. d. Bauw., anni 1883, 1884, 1886, 1887.

Deutsche Bautechnische Taschen-Bibliothek, anno 1887.

Deutsche Bauz., anni 1874, 1884, 1887, 1893, 1903.

Deutsche Baugwksbl., anni 1882, 1884, 1898.

Elektrotechn. Zeitschr., anno 1880.

Gwbbl. für Hessen, anno 1880.

Haarmann's Zeitschr. für Bauhdw., anno 1871.

Journal für Gasb. und Wass., anni 1883, 1895.

Maschinenbau, anni 1879, 1880, 1882, 1884.

Maschin. Constr., anno 1880.

Polyt. Journ., vol. CCXXXVII.

Prakt. Masch. Constr., annata 22^a; anni 1893, 1894, 1896, 1897.

Rohrleger, anno 1878.

Romberg's Zeitschr. f. prakt. Bauk., anni 1858, 1879, 1881.

Samml. v. Zeitschr. f. d. « Hütte », anno 1867.

Schweiz. Bauz., vol. XII.

Uhland's Ind. Rundschau, anno 1888.

Uhland's Techn. Rundschau, anno 1887, annata 3^a, 1893, annata 8^a, 1896.

Wochschr. d. Oest. Ing. und Arch. Ver., anni 1881, 1882, 1883, 1887.

Zeitschr. d. Oest. Ing. und Arch. Ver., anno 1897.

Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing., anni 1877, 1878, 1879, 1893.

Zeitschr. f. Bauw., anni 1879, 1881.

Pubblicazioni italiane.

BORGATTI E. e P. LANINO, Nuovi tipi di apparecchi di scaricamento nei porti. 1898.

MAZZOLA F., Macchine per sollevare e trasportare pesi (Enciclopedia delle Arti e Industrie). Unione Tip.-Editrice, Torino.

STULPNAGEL P., Elevatori ed impianti di trasporti (Vocabolario tecnico in 6 lingue).

Pubblicazioni francesi.

ANSALONI, Note sur les ascenseurs de la tour de 300 mètres. Paris, Chaix, 1889.

ARMENGAUD J. E., Album d'appareils de levage. 1890.

BERTHOT P., Traité de l'élévation des eaux, ecc. ecc. Ascenseurs. Paris 1893.

CHRÉTIEN, Appareils de levage.

DUMONT G. et G. BAIGNÈRES, Les ascenseurs hydrauliques, à air comprimé, à gaz, électriques. Paris 1897.

GRAFFIGNY H. DE, Les nouveaux ascenseurs. 1900.

LANBERT T., Escaliers et ascenseurs. 1898.

MÉGY et IGERT, Appareils de levage, ponts roulants, ascenseurs et appareils employés en travaux publics. 1889.

- PACORET E., *Traité théorique et pratique des appareils de levage et de manutention*. 1903.
 ID., *Les appareils de levage, de transport et de manutention mécaniques dans les usines*, ecc. 1912.
 PIERRE L., *Étude sur les transporteurs aériens*. 1909.
 ROUSSELET L., *Appareils de levage*. Paris.
 ZIZMANN P. (traduit par G. PLANCQ), *Calcul, construction et commande des appareils de levage*. 1904.

Pubblicazioni inglesi.

- APPLEBY'S, *Handbooks of Machinery. Hoisting Machinery. Winding Engines*, ecc. ecc. London.
 BAUER A. and PELHAM-BOLTON, *Elevator Shaft Construction*. 1913.
 COLVER J., *Hydraulic, Steam, and Stand Power Lifting and Pressing Machinery*. 1892.
 HONNER J., *Elementary Treatise on Hoisting Machinery*. 1903.
 MARKS E. C. R., *Notes on the Construction of Cranes and Lifting Machinery*. 1899.
 TOWNE H. R., *Treatise on Crane*.

Pubblicazioni tedesche.

- AGTHE A., *Der Elevator des Rigaschen Hafens*. 1895.
 BETHMANN H., *Die Hebezeuge*. 1902. Vieweg, Braunschweig (traduzione francese del 1914).
 BRESLAUER E., *Kraft- u. Hebemaschinen*. 1899.

- DREYER G., *Skizzen u. Tabellen über Hebezeuge*. 1903.
 ERNST A., *Die Hebezeuge*, ecc. Berlin 1883.
 GENZMER A., *Die elektrischen Druckknopfsteuerungen für Aufzüge*. Hannover 1905.
 HERZOG S., *Elektrisch betriebene Krane u. Aufzüge*. Zürich 1905.
 KÖPCKE C. u. G. WELKNER, *Die Steuerfreie Niederlage zu Harburg und deren hydraulische Krane und Aufzüge*. Hannover 1860.
 MICHELFELDER C., *Grundzüge moderner Aufzugsanlagen*. Leipzig.
 NIETHAMMER F., *Generatoren, Motoren u. Steuerapparate für elektrisch betriebene Hebe- u. Transportmaschinen*. 1900.
 OTTO J., *Die Aufzug-Maschinen*. Schollze, Leipzig.
 POHLHAUSEN A., *Berechnung, Konstruktion u. Ausführung der wichtigsten Hachenzüge Winden, Aufzüge u. Krane*. 1903.
 RIEDLER, *Personen- und Lastenaufzüge und Fördermaschinen in Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia*. Wien.
 RIEDLER A., *Neuere Schiffs-Hebewerke*. 1897.
 SCHWEHM P., *Elektrisch betriebene Aufzüge*. 1901.
 SPECHT K., *Die gebräuchlichsten Bauarten der Personen- u. Lasten-Aufzüge*. Berlin 1891.
 VOLLMER H., *Anleitung zur Bedienung u. Instandhaltung von Aufzügen jeglicher Art*. 1902.
 WALKER E. J., *Elektrische Aufzüge zur Personen- u. Warenbeförderung*. 1901.
 WIEDE, *Skizzenbuch für den Ingenieur und Maschinenbauer*, Berlin, Jahrg. 1870.

INDICE

CAPITOLO XII. — Compendio di Elettrotecnica.

(Ing. ELVIO SOLEMI).

Da pagina 1 a 170; figure da 1 a 301.

| | | | | | |
|--|-------------|---|--|--|--|
| I. — Leggi fondamentali dell'elettricità e del magnetismo . . . | Pag. | | | | |
| a) Corrente elettrica » | » | | | | |
| Tabella I. Resistenza di alcuni conduttori » | | 2 | | | |
| b) Collegamento delle resistenze . . » | » | | | | |
| c) Legge di Ohm » | 3 | | | | |
| d) Lavoro e potenza » | » | | | | |
| e) Magnetismo ed elettromagnetismo » | 4 | | | | |
| f) Induzione elettromagnetica. . . » | 5 | | | | |
| II. — Produzione della corrente elettrica | 6 | | | | |
| A) USO DELLA ENERGIA CHIMICA . . . » | » | | | | |
| a) Elementi galvanici - Pila Leclanché » | » | | | | |
| Pila Bunsen - Pila Grenet - Pila Daniell » | 7 | | | | |
| Pila italiana - Pila tedesca - Pila a secco - Batterie di pile . . . » | 8 | | | | |
| b) Accumulatori elettrici - Tipo Planté » | 9 | | | | |
| Tipi Faure, Garassino, Pollak, Pescetto, Electric Power Storage et C., Tudor, ecc. » | 10 | | | | |
| Tabella II. Peso e dimensioni di accumulatori (sistema Tudor) . . » | 14 | | | | |
| B) MACCHINE DINAMOELETTICHE . . . » | » | | | | |
| a) Macchine a corrente alternata monofase. » | » | | | | |
| b) Macchine a corrente alternata polifase » | 17 | | | | |
| c) Dinamo a corrente continua . . » | 21 | | | | |
| Armatura ad anello - Armatura a tamburo » | 22 | | | | |
| Eccitazione delle dinamo - Eccitazione in serie » | 23 | | | | |
| Eccitazione in derivazione - Eccitazione composta - Costruzione delle dinamo » | 24 | | | | |
| Regolazione di tensione - Reostati » | 25 | | | | |
| Potenza - Rendimento » | 26 | | | | |
| Tabella III. Potenza - Potenza assorbita - Rendimento di macchine a corrente continua . . » | 27 | | | | |
| d) Trasformatori di corrente alternata | 28 | | | | |
| Tipo a nucleo - Tipo a mantello » | 29 | | | | |
| e) Gruppi convertitori - Convertitori rotanti » | 31 | | | | |
| III. — Illuminazione e riscaldamento » | 32 | | | | |
| A) ILLUMINAZIONE ELETTRICA » | » | | | | |
| a) Luce ad incandescenza » | » | | | | |
| Tabella IV. Consumo di energia di lampade a incandescenza . . . » | 34 | | | | |
| Tabella V. Diminuzione delle intensità luminose delle lampade . . » | » | | | | |
| Apparecchi » | 36 | | | | |
| b) Lampade ad arco » | 37 | | | | |
| Tabella VI. Lampade ad arco differenziali per corrente continua » | 39 | | | | |
| Tabella VII. Lampade ad arco differenziali per corrente alternata » | » | | | | |
| Tabella VIII. Intensità luminose per lampade ad arco a corrente continua » | » | | | | |
| Tabella IX. Intensità luminose per lampade ad arco a corrente alternata » | » | | | | |
| Regolatori » | » | | | | |

| | | | |
|---|---------|---|---------|
| Regolatori in serie - Regolatori in derivazione - Regolatore differenziale | Pag. 40 | b) Distribuzione indiretta - Sistema ad accumulatori - Sistema a trasformatori | Pag. 79 |
| Apparecchi per lampade ad arco » | 43 | Sistema a convertitori | 80 |
| Inserzione delle lampade ad arco » | 45 | c) Calcolo delle condutture | » |
| c) Lampada a vapori di mercurio | 46 | Tabella XV. Intensità massime di regime recentemente determinate | 81 |
| La luce Moore | 48 | 1° Corrente continua - Esempi | » |
| d) Illuminazione degli ambienti | » | 2° Corrente alternata monofase - Esempi | 82-83 |
| Tabella X. Calcolo delle lampade a luce riflessa | 49 | 3° Corrente trifase - esempi | 83-84 |
| e) Dati pratici per la illuminazione | 51 | B) APPARECCHI ED ACCESSORI RELATIVI ALLA DISTRIBUZIONE | 84 |
| Tabella XI. Consumo di energia per m ² di area illuminata con illuminazione ad arco | 52 | a) Valvole | » |
| f) Paragone fra la luce elettrica e le altre qualità di luce | 53 | Tabella XVI. Intensità di corrente per la fusione delle valvole | 85 |
| B) RISCALDAMENTO | 54 | Tabella XVII. Lastrine fusibili Siemens-Halske | » |
| Tabella XII. Caloriferi e radiatori elettrici « Electra » | 57 | b) Interruttori | 87 |
| IV. — Applicazioni elettromeccaniche » | 58 | a) Interruttori a bassa tensione per piccola intensità di corrente » | » |
| A) MOTORI ELETTRICI | » | β) Interruttori a bassa tensione, per media e grande intensità di corrente | 88 |
| a) Motori a corrente continua | » | γ) Interruttori ad alta tensione » | 89 |
| Motore a eccitazione in serie | 59 | c) Commutatori - Prese di corrente » | 90-91 |
| Motore a eccitazione in derivazione » | 60 | d) Apparecchi di misura | 91 |
| Motore a eccitazione composta - Senso di rotazione | 61 | α) Amperimetri | » |
| b) Motori a corrente alternata - Motori sincroni | » | β) Voltimetri | 92 |
| Motori asincroni - Motori con rotore in corto circuito | 62 | γ) Wattimetri | 93 |
| Motori con rotore ad anelli | 63 | δ) Contatori | » |
| Regolazione delle velocità - Senso di rotazione. | 64 | e) Scaricafulmini | 95 |
| B) IMPIANTO ED ESERCIZIO DEI MOTORI ELETTRICI | » | Tabella XVIII. Distanze esplosive per scaricafulmini a corna collocati nell'interno | » |
| Rendimento | 65 | Tabella XIX. Distanze esplosive per scaricafulmini a corna collocati nell'esterno. | » |
| Tabella XIII. Rendimento di motori elettrici di varia potenza | » | f) Linee e materiale relativo - Condotture aeree | 96 |
| Tabella XIV. Watt assorbiti dai motori elettrici | » | Giunzioni dei fili | 98 |
| Prescrizioni di sicurezza | 66 | Pali e mensole | 99 |
| C) APPLICAZIONE DEI MOTORI ELETTRICI. | » | g) Conduttori isolati e cavi | 101 |
| D) VANTAGGI DELLA TRASMISSIONE ELETTRICA DELL'ENERGIA MECCANICA | 72 | h) Installazioni nei teatri. | 105 |
| V. — Distribuzione della corrente elettrica | 75 | VI. Progetto ed esercizio di impianti elettrici. | 110 |
| A) SISTEMI DI DISTRIBUZIONE | » | a) Disegni degli impianti | » |
| a) Distribuzione diretta - Collegamento in serie | » | b) Norme per l'installazione di impianti elettrici fino alla tensione di 600 volt secondo le istruzioni delle Associazioni industriali di Italia, per prevenire gli infortuni | |
| Collegamento in parallelo - Corrente continua | 76 | | |
| Corrente alternata | 78 | | |

| | |
|---|----------|
| del lavoro - Disposizioni generali riguardanti la sicurezza delle persone | Pag. 111 |
| a) Negli stabilimenti, ecc. | » » |
| b) Nelle sale delle macchine, ecc. | » » |
| c) Nelle cabine di trasformazione, ecc. | » » |
| d) Nelle installazioni, ecc. | » » |
| e) Nei locali molto umidi | 112 |
| f) Piani isolanti | » » |
| g) Messa a terra | » » |
| A) MACCHINE E TRASFORMATORE | » » |
| B) ACCUMULATORI | » » |
| C) QUADRI DI DISTRIBUZIONE | 113 |
| D) LINEE - <i>Caratteristiche dei conduttori</i> | |
| - Resistenza specifica elettrica | » » |
| - Condizioni di resistenza meccanica - Dimensioni minime | 114 |
| <i>Caratteristiche del materiale per la posa in opera</i> - Isolatori, tubi, listelli di legno: a) Isolatori - b) Tubi - c) Listelli di legno - d) Arpioncini | 114-115 |
| <i>Installazione delle linee</i> - Condizioni generali - Accessibilità, protezione - Connessioni, giunzioni, saldature - Attraversamento di muri e soffitti | 115 |
| Tabella XX. Condizioni particolari e modi di impiego dei conduttori e del materiale di posa | 116 |
| <i>Linee esterne ed aeree</i> | 117 |
| <i>Linee sotterranee</i> - <i>Linee di terra</i> - <i>Linee nell'interno degli edifici</i> - Conduttori isolati | 118 |
| Conduttori nudi - Cordoncini | 119 |
| <i>Isolatori, tubi, listelli di legno</i> | 120 |
| C) IMPIANTI DERIVATI - Tavola I | 120-121 |
| D) IMPIANTI AUTONOMI | 121 |
| a) Schemi di impianti | » » |
| b) Scelta della natura della corrente | 125 |
| c) Scelta della macchina motrice: a) Motori idraulici, turbine, turbine ad azione sistema Girard | 126 |
| Tabella XXI. Peso approssimativo delle turbine Girard | 127 |
| Turbine a reazione | » » |
| Tabella XXII. Turbina « Invincibile » con ruota tipo americano | 128 |
| Tabella XXIII. Turbine « tipo Pelton » | » » |
| Misura della portata di un canale | 129 |
| Tabella XXIV. Portata degli stramazzi di un metro di larghezza | » » |
| 3) Motrici termiche | Pag. 130 |
| Tabella XXV. Motrici a vapore | » » |
| Tabella XXVI. Locomobili a vapore | 131 |
| Tabella XXVII. Turbodinamo sistema Brown, Boveri, Parson | » » |
| Tabella XXVIII. Peso e prezzo dei turbogeneratori | » » |
| γ) Caldaie | 132 |
| Tabella XXIX. Caldaie Cornovaglia a tubi di fiamma | 133 |
| Tabella XXX. Caldaie a tubo di acqua | » » |
| δ) Motori a gas | » » |
| Tabella XXXI. Motori a gas-luce | » » |
| Tabella XXXII. Motori a gas povero con generatore ad aspirazione | 134 |
| ε) Motori termici Diesel | 135 |
| Tabella XXXIII. Motori termici Diesel | » » |
| ξ) Motori a benzina | » » |
| Tabella XXXIV. Motori a benzina | » » |
| Spese di esercizio | 136 |
| η) Generatori elettrici | 137 |
| Tabella XXXV. Generatori a corrente continua, tipo O. S. | » » |
| Tabella XXXVI. Generatori trifasi (tipo A. T.) | 138 |
| θ) Motori elettrici | 139 |
| Tabella XXXVII. Motori asincroni trifasi senza anelli di contatto | » » |
| Tabella XXXVIII. Motori asincroni trifasi con anelli di contatto | 140 |
| Tabella XXXIX. Motori a corrente continua | 141 |
| Tabella XL. Batteria di accumulatori | 142 |
| VII. — Impianti interni di telegrafia e telefonia | » » |
| a) Impianti di segnalazione - Tasti e pulsanti | » » |
| Suonerie a corrente continua | 144 |
| Suonerie a corrente alternata - Relais | 146 |
| Quadri indicatori - Schemi di circuiti | 147 |
| Segnalatori o avvisatori e segnali di allarme | 150 |
| Congegni di apertura delle porte | 152 |
| b) Impianti telefonici - Apparecchi telefonici | 153 |
| Centralini | 158 |
| Commutatori di linee - Impianti speciali | 159 |
| Telefoni automatici - Condutture | 161 |
| Cabine telefoniche | 163 |
| BIBLIOGRAFIA | 164 |

CAPITOLO XIII. — Impianti a gas per luce e riscaldamento.

(Ing. P. BRESADOLA).

Da pagina 171 a 255; figure 302 a 499.

| | | |
|---|-----------------|--|
| A. — Parte generale | Pag. 171 | XV. Luce ad incandescenza del gas Pag. 207 |
| I. Le leggi fondamentali dell'illuminazione » » | | a) Becchi Auer con luce a incandescenza » » |
| II. Unità del potere illuminante (unità fotometriche) » | 172 | b) Lampada Lukas » 208 |
| III. Apparatì fotometrici » » | | c) La luce Millenio » » |
| IV. Chiarezza (Intensità di illuminazione) » | 173 | XVI. Particolari della illuminazione con gas grassi » 209 |
| V. Distribuzione della luce » » | | XVII. Arricchimento di gas debolmente luminoso mediante idrocarburi » » |
| VI. Colore della luce » 174 | | XVIII. Colore della luce delle fiamme » 210 |
| VII. Riflessione ed assorbimento della luce » » | | |
| VIII. Effetto utile delle sorgenti di luce » 175 | | B. — Parte speciale » » |
| IX. Principali qualità dei gas comunemente usati nell'illuminazione e nel riscaldamento - Gas-luce, gas d'acqua, gas acetilene . . . » | 176 | I. Gli apparecchi di illuminazione . . » » |
| X. Processi della combustione . . » 180 | | a) Le lanterne » » |
| XI. Tubazioni ed accessori . . . » 182 | | b) Lampade e bracciali da parete » 211 |
| Tabella XLI. Diametri delle condutture per gas » 183 | | c) Lampade a sospensione . . . » » |
| Tabella XLII. Dimensioni dei tubi di ferro per condutture di gas » 184 | | d) Lampade portatili » » |
| Tabella XLIII. Peso dei tubi di ferro » » | | e) Candelabri, sostegni, mensole, lanterne » 212 |
| XII. Misuratori del gas » 190 | | f) Bracci da parete, da sospensione e lampadari » 213 |
| Tabella XLIV. Dati sui contatori » 192 | | Principali rapporti e prezzi dei lampadari » 216 |
| Tabella XLV. Dati sui contatori » 193 | | g) Riflettori, campane e trattamento delle fiamme » » |
| XIII. Regolatori di pressione . . . » » | | II. Numero di fiamme per un dato spazio » 218 |
| a) Regolatori di pressione umidi . » 194 | | III. Impianti speciali d'illuminazione » » |
| b) Regolatori di pressione asciutti » 195 | | a) Illuminazione di abitazioni, di studi, di piccoli locali da lavoro . . » » |
| c) I regolatori di fiamma (reometri) » » | | b) Illuminazione di vestiboli, scale, corridoi, cortili e simili . . . » 219 |
| XIV. Becchi d'illuminazione . . . » 197 | | c) Illuminazione di stalle, latrine » 220 |
| a) Becchi aperti » » | | d) Illuminazione di opifici . . . » » |
| b) Becchi rotondi » 199 | | e) Illuminazione di vetrine . . . » » |
| c) Becchi piatti con riscaldamento di aria - α) Becchi piatti con fiamma diritta - β) Becchi piatti con fiamma orizzontale » 201 | | f) Illuminazione di sale e locali di riunione » 223 |
| d) Becchi rotondi con riscaldamento d'aria e fiamma verticale a forma di tulipano » 202 | | α) Illuminazione con lampadari (centrale) » » |
| e) Becchi rotondi con fiamma rovesciata - α) Becchi rotondi con fiamma rovesciata all'interno - β) Becchi rotondi con fiamma rovesciata verso l'esterno . . . » 203 | | β) Illuminazione dall'alto . . » 226 |
| Tabella XLVI. » 205 | | γ) Illuminazione esterna . . » » |
| | | g) Illuminazione dei teatri . . . » » |
| | | h) Sospensione dei lampadari . . » 227 |
| | | i) Illuminazione di un cantiere . . » » |
| | | k) Lampade di ventilazione . . . » 228 |
| | | IV. Costruzione dei condotti di scarico » 229 |
| | | V. Accensione simultanea di fiamme a gas » 230 |

C. — Il gas come combustibile e in particolare per uso di cucina Pag. 230

| | |
|--|-----|
| I. Generalità » | » |
| Tabella XLVII. Consumo di gas per 1 litro d'acqua di 10° ÷ 15° cent. sino all'ebollizione » | 231 |
| Tabella XLVIII. Consumi nei diversi impianti di cucina e di riscaldamento a gas » | » |
| II. Becchi a gas per riscaldamento » | » |
| III. Impianti per cucinare, arrostiti, ecc. » | 235 |
| a) Cucina con becchi aperti » | » |
| b) Cucina con acqua e bagno a vapore » | » |
| c) Arrostitimento con fiamme aperte » | » |
| d) Fornelli per cucinare ed arrostiti » | 236 |
| e) Riscaldamento dei ferri da stirare » | 238 |
| IV. Riscaldamento di ambienti e stufe a gas per bagno » | » |
| a) Generalità » | » |
| b) Stufe senza scarico dei prodotti della combustione » | 239 |

| | |
|--|-----|
| c) Stufe con scarico dei prodotti di combustione - α) Stufe ad irradiazione - β) Stufe con circolazione d'aria » | 240 |
| d) Scaldabagni a gas » | 242 |

D. — Apparecchi di sicurezza per impianti a gas » 244**E. — Appendice. Applicazione del gas acetilene** » 247

| | |
|---|-----|
| a) Becchi per gas acetilene » | » |
| b) Condutture per acetilene » | » |
| Tabella XLIX. Diametri per condotte di acetilene » | 249 |
| c) Apparecchi di produzione dell'acetilene » | » |
| d) Carburante di calcio » | 252 |
| BIBLIOGRAFIA » | 253 |

CAPITOLO XIV. — Riscaldamento ed aereazione dei fabbricati.

(Ing. MARIO FELICE DONGHI).

Da pagina 256 a 442; figure 500 a 793.

I. — Generalità Pag. 256

| | |
|--|-----|
| Tabella L. Quantità di calorie emesse da varie sorgenti di luce . . . » | 257 |
|--|-----|

II. — Trasmissione del calore » 258

| | |
|---|---|
| a) Trasmissione del calore attraverso alle pareti di un ambiente riscaldato » | » |
|---|---|

| | |
|---|-----|
| Tabella LI. Valori di K in calorie per 1 m ² di superficie, 1 ora e 1° di differenza di temperatura » | 260 |
|---|-----|

1. Per pareti verticali di muratura - 2. Per finestre - 3. Per porte - 4. Per soffitti e lucernari - 5. Per solai - 6. Per tetti.

| | |
|---|-----|
| b) Trasmissione di calore attraverso alle pareti degli apparecchi di riscaldamento. » | 266 |
| Caminetti » | 267 |

| | |
|---|---|
| Tabella LII. Dati relativi ai caminetti ordinari - Stufe » | » |
|---|---|

| | |
|--|--|
| Tabella LIII. Trasmissione di calore dai gas della combustione all'aria attraverso le pareti di | |
|--|--|

| | |
|--|-----|
| un tubo di stufa di lamiera di ferro » | 268 |
|--|-----|

| | |
|--------------------------------------|---|
| Caloriferi ad aria calda » | » |
|--------------------------------------|---|

| | |
|---|-----|
| Tabella LIV. Trasmissione del calore dai gas della combustione all'aria, attraverso alle superficie riscaldanti di un calorifero ad aria calda » | 269 |
|---|-----|

| | |
|--|-----|
| Tabella LV. Trasmissione dall'acqua all'aria attraverso le superficie di radiatori. » | 270 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| Tabella LVI. Trasmissione dall'acqua all'aria attraverso radiatori che funzionano come superficie riscaldanti di un calorifero ad aria calda » | 271 |
|---|-----|

| | |
|------------------------------------|---|
| Riscaldamento a vapore » | » |
|------------------------------------|---|

| | |
|--|---|
| Tabella LVII. Trasmissione dal vapore all'aria attraverso superficie di radiatori » | » |
|--|---|

| | |
|---|-----|
| Tabella LVIII. Trasmissione indiretta del calore da vapore ad aria » | 272 |
|---|-----|

| | |
|---|---|
| Riscaldamento misto a vapore e ad acqua » | » |
|---|---|

| | |
|--|-----|
| Tabella LIX. Trasmissione di calore dal vapore all'acqua attraverso le pareti di un serpentino di ferro » | 273 |
|--|-----|

III. Combustione e apparecchi di combustione Pag. 273

- a) Combustibile, processo di combustione, potere calorifico . . . »
Tabella LX. Dati relativi ai vari combustibili » 274
- b) Consumo di combustibili »
- c) Apparecchi di combustione » 275
Tabella LXI. Dimensioni da assegnarsi alla graticola di un fornello per fuoco medio »
- d) Camino » 276

IV. — Apparecchi per il riscaldamento locale » 278

- a) Caminetti - Caminetti a fuoco continuo - Caminetti mobili . . . »
- b) Stufe » 284
 α) Generalità »
Tabella LXII. Superficie riscaldante in m² riferiti a 10 m² di locale » 288
Tabella LXIII. Grandezze di superficie riscaldanti in relazione colle dimensioni della stufa e dell'ambiente riscaldato » 289
- β) Stufe con focolare ordinario o a combustione viva - Stufa metallica cilindrica - Stufa metallica con circuito del fumo - Stufe di terra cotta »
- γ) Stufe con focolare a riempimento o a combustione lenta » 293
 1° Apparecchi della 1^a categoria »
 Stufa Meidinger - Stufa delle officine di Kaiserslautern - Stufa Vesta - Stufa Käuffer - Stufa di Sturm - Stufa igienica Württembergese - Stufa Hohenzollern - Stufa Schnell e Schoreckenburger - Stufa Musgrave.
 2° Apparecchi della seconda categoria » 298
 Stufe americane - Stufa francofortese - Stufa Hausleiter e Eisenbeis - Stufa Besson.
 3° Apparecchi della terza categoria » 302
 Stufa Cadé - Stufa a pozzo di Käuffer - Stufa Keidel e C. - Stufe Kaiserslautern.
 4° Apparecchi della quarta categoria » 304
 Apparecchio Hinstin.
- e) Caminetti alla Franklin » 305
- d) Riscaldamento per condotti . . . » 306

V. — Apparecchi per il riscaldamento centrale. Pag. 306

- a) Generalità » »
- b) Caloriferi ad aria calda » 307
 α) Generalità » »
 β) Caloriferi metallici » 312
 Caloriferi tipo Wolpert - Caloriferi tipo Weibel - Caloriferi Guzzi-Ravizza - Caloriferi F. Paul - Caloriferi H. Kori - Caloriferi E. Wille e C. - Caloriferi C. Kelling - Caloriferi Kaiserslautern - Caloriferi Käuffer e C. - Caloriferi Körting - Caloriferi Rietschel e Henneberg - Caloriferi Porta, Buscaglione, Calligaris e Piacenza, De Franceschi, Piazza e Zippermayr, Isabella, Besana, Corradini, Lehmann - Caloriferi Musgrave.
- γ) Caloriferi di muratura » 319
 Calorifero Jungfer - Calorifero Conzelmann - Calorifero M. Perret - Calorifero Gaillard e Haillet - Caloriferi Geneste e Herscher - Caloriferi Ferrari, Robin, Galli, Godillot, ecc.
- e) Riscaldamento a vapore a bassa pressione » 322
 α) Generalità » »
 β) Sistema a ciclo chiuso o americano » »
 1° Sistema a ciclo chiuso a condotto unico » 324
Tabella LXIV. Dimensioni dei condotti di vapore per il sistema a ciclo chiuso a condotto unico . . » 325
 2° Sistema a ciclo chiuso con due condotti » »
Tabella LXV. Dimensioni dei condotti del vapore con il sistema a ciclo chiuso con due tubature » 326
- γ) Sistema a ciclo aperto » 327
- δ) Apparecchi impiegati nel riscaldamento a bassa pressione . . . » 329
Tabella LXVI. Dimensioni dei condotti e delle superficie riscaldanti per il caso di riscaldamento a bassa pressione a ciclo aperto . . . » 330
 1° Caldaie » »
 Caldaia di Tibel e Wolde - Caldaia Körting - Caldaia verticale Bechem e Post - Caldaia Rietschel e Henneberg - Regolatori di pressione - Separatori d'acqua e di vapore.
 2° Condutture » 337
 3° Rubinetti » 338
 4° Superficie di radiazione - Radiatori » »

| | | | |
|--|----------|---|------------|
| d) Riscaldamento a vapore ad alta pressione - Generalità | Pag. 341 | α) Generalità | Pag. 367 |
| 1° Caldaie | 343 | β) Termosifone Perkins | » |
| 2° Robinetto di presa del vapore » | » | m) Riscaldamento ad acqua calda a circolazione accelerata - Generalità » | 368 |
| 3° Condotto di distribuzione del vapore | » | 1° Sistemi ad emulsione | 369 |
| 4° Superficie riscaldanti | 345 | 2° Sistemi per pulsione | 373 |
| 5° Scaricatori automatici dell'acqua condensata | 346 | 3° Sistemi ad aspirazione | 375 |
| 6° Condutture di ritorno dell'acqua di condensazione | 347 | 4° Sistemi a circolazione meccanica col mezzo di pompa | 376 |
| e) Riscaldamento a vapore a media pressione - Generalità | 348 | n) Riscaldamenti misti - Riscaldamento ad aria calda per pulsione | 377 |
| 1° Valvole di riduzione o riduttori di pressione | » | VI. — Aereazione | 378 |
| 2° Robinetti | 350 | α) Generalità | » |
| 3° Condotti di distribuzione del vapore | » | 1° Natura dell'aria - Cause e determinazione dell'inquinamento » | » |
| 4° Superficie riscaldanti | » | 2° Quantità d'aria necessaria alla aereazione | 379 |
| 5° Scaricatori automatici dell'acqua condensata | » | 3° Ricambio dell'aria - Aereazione naturale e artificiale - Mezzi per creare il movimento dell'aria - Misura della pressione e della velocità dell'aria | 381 |
| 6° Condotti di ritorno dell'acqua di condensazione | » | 4° Misurazione della velocità e della pressione d'aria in movimento | 384 |
| f) Riscaldamento con vapore di scappamento | » | 5° I vari sistemi di aereazione e la disposizione dei canali | 385 |
| g) Riscaldamento a vapore con pressione uguale o inferiore alla pressione atmosferica | 352 | b) Impianti di aereazione | 387 |
| h) Riscaldamento ad acqua calda a bassa pressione | 353 | α) Presa, purificazione, riscaldamento preventivo e umidificazione dell'aria | » |
| α) Generalità | » | β) Disposizioni per l'introduzione e lo scarico dell'aria | 390 |
| β) Apparecchi per il riscaldamento ad acqua calda a bassa pressione » | 357 | γ) Canali d'aspirazione dell'aria esterna o di scarico dell'aria viziata, regolazione del ricambio d'aria | 398 |
| 1° Caldaie | » | δ) Impianti di riscaldamento e ventilazione combinati | 403 |
| Caldaie Cornovaglia - Caldaia « Lilliput » - Caldaia Rova - Caldaia Strebel - Caldaia Récord - Caldaia Balconi | » | APPENDICE | 405 |
| 2° Superficie riscaldanti | 365 | Scelta del genere d'impianto - Studio di impianto, spese dell'impianto e di esercizio | 410 |
| 3° Vaso di espansione | » | BIBLIOGRAFIA | 410 |
| 4° Condutture | 366 | | |
| i) Riscaldamento ad acqua calda a media pressione | » | | |
| l) Riscaldamento ad acqua calda ad alta pressione | 367 | | |

CAPITOLO XV. — Elevatori.

(Ing. F. A. FERRERI).

Da pagina 413 a 532; figura 794 a 911.

I. — Generalità Pag. 413

- a) Ubicazione - b) Gabbia - c) Pozzo -
d) Scelta del tipo di elevatore -
e) Manovra e apparecchi di segnalazione - f) Apparecchi e disposi-

zioni di sicurezza - g) Norme per l'impianto.

II. — Elevatori a braccia Pag. 436

- a) Montacarichi »
b) Ascensori 449

| | | | | | |
|--|-------------|-----|---|-------------|-----|
| III. — Elevatori idraulici . . . | <i>Pag.</i> | 450 | VI. — Elevatori con motore a gas, pneumatici e a trasmissione | <i>Pag.</i> | 505 |
| <i>a)</i> Elevatori idraulici ad azione di- retta » | | 453 | <i>a)</i> Elevatori con motori a gas . . . » | | » |
| <i>α)</i> Elevatori, ascensori » | | » | <i>b)</i> Elevatori pneumatici » | | » |
| <i>β)</i> Montacarichi » | | 467 | <i>c)</i> Elevatori a trasmissione . . . » | | 506 |
| <i>b)</i> Elevatori idraulici ad azione indi- retta » | | » | VII. — Apparecchi di sicurezza . . . | | 510 |
| IV. — Elevatori a vapore | | 480 | <i>a)</i> Apparecchi di sospensione . . . » | | » |
| V. — Elevatori elettrici | | 487 | <i>b)</i> Apparecchi moderatori » | | 514 |
| 1° Motore elettrico - 2° Argano - 3° Freno - 4° Reostato di avvia- mento - 5° Apparecchi diversi di regolazione e di sicurezza. | | | VIII. — Elevatori speciali | | 516 |
| | | | <i>a)</i> Elevatori Paternoster » | | » |
| | | | <i>b)</i> Trasportatori continui e scale mobili » | | 518 |
| | | | <i>c)</i> Montacarichi distributori . . . » | | 522 |
| | | | <i>d)</i> Elevatori di grande potenza o grande corsa per servizio pubblico . . » | | 524 |
| | | | BIBLIOGRAFIA | | 531 |



