

G. 5

*All' onore e collega.
Estratti fedeli
Tegani Luigi*

DISSERTAZIONE E TESI

PRESENTATE

ALLA COMMISSIONE ESAMINATRICE

della Regia Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri in Torino

DA

TEGANI LUIGI

da **REGGIO** (Emilia)

PER OTTENERE IL DIPLOMA

DI

INGEGNERE LAUREATO

—
1869
—

TORINO

TIPOGRAFIA C. FAVALA E COMP.

A' MIEI DILETTI GENITORI
QUESTO PRIMO FRUTTO
DELLE TANTE LORO CURE E SACRIFICII
E DELLE MIE FATICHE
A VOI CHE MI AMATE
IN TRIBUTO D'AFFETTO E DI RICONOSCENZA
DEDICO ED OFFRO

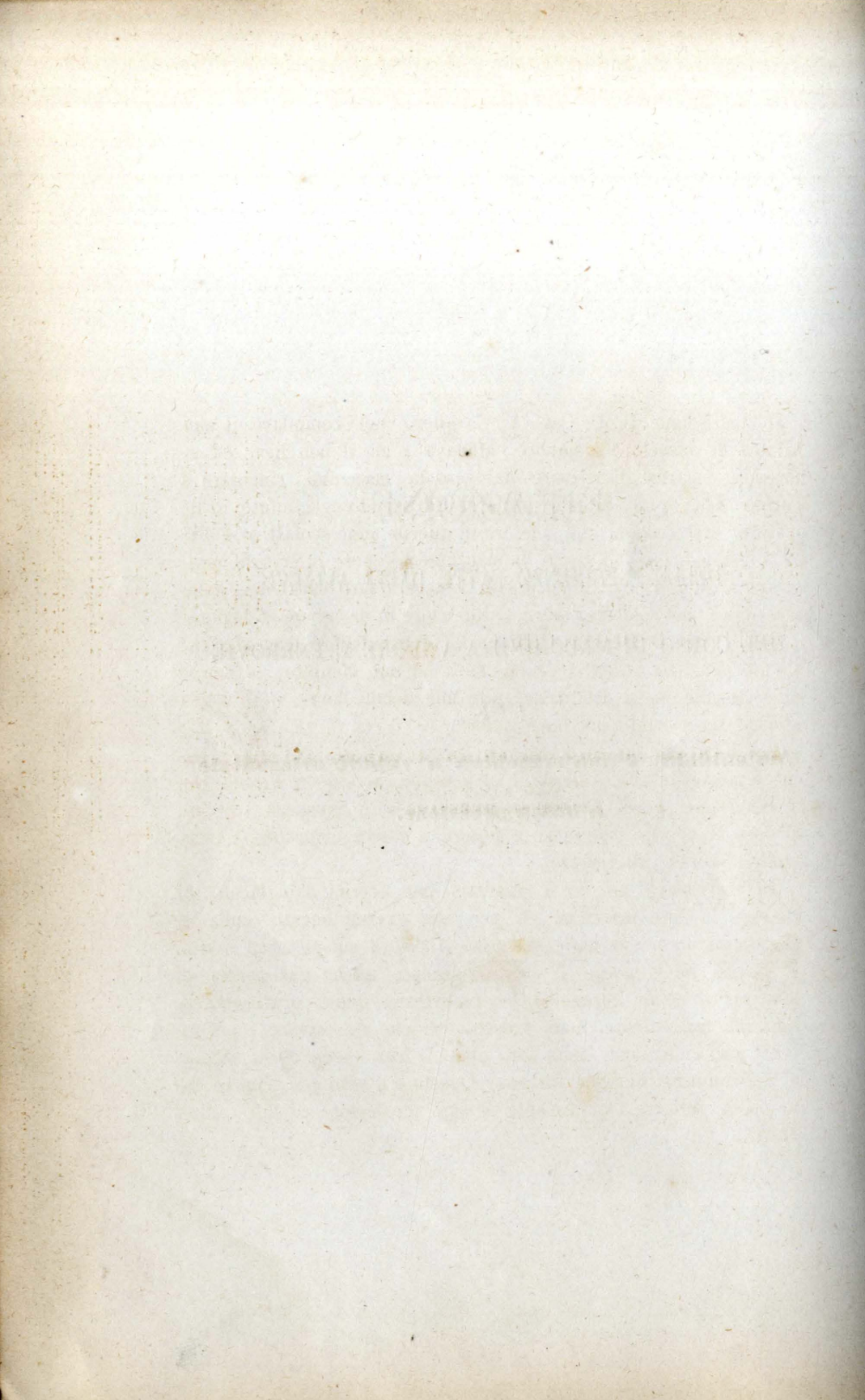
RELAZIONE

DELLE ESPERIENZE FATTE DAGLI ALLIEVI

DEL CORSO DI MACCHINE A VAPORE E FERROVIE

SOPRA

**Una caldaia ed una macchina a vapore orizzontale
a bassa pressione.**



Il chiarissimo Prof. Cav. A. Cavallero nel compilare il suo Atlante di macchine a vapore, affidava a me il non lieve ed onorevole incarico di rilevare dal vero la macchina, singolare a Torino, della quale intendo parlare. Ed avendo egli voluto, nelle pratiche esercitazioni che si fecero in questo anno scolastico 1868-69 a compimento del corso di macchine a vapore e ferrovie, procurare a' suoi Allievi il piacere di vederla e fare su di essa delle esperienze, mi conferiva pure l'alto onore di darne una relazione.

Ora il mio desiderio è stato quello di soddisfare il meglio che mi era possibile, entro ristretti limiti, al mio compito; se non vi sono riuscito, lo si attribuisca alle mie deboli forze, e si voglia almeno tener conto del buon volere.

Per altro non posso cominciare senza rendere vive grazie anche a nome de' miei compagni, ai gentilissimi signori Favale, che ci lasciarono piena libertà di visitare la loro tipografia, di fare in essa le nostre esperienze e posero a nostra disposizione tutto quanto potesse interessarci.

In particolare poi, io li ringrazio per avermi dato facoltà di rilevare la loro macchina, e per non avermi negato nulla di quanto mi occorreva onde riuscisse il lavoro completo ed esatto. E poichè mi si porge il destro, unisco anche una parola di lode per il nobile coraggio che dimostrano questi bravissimi industriali nell'attivare, nelle presenti critiche circostanze, i più recenti perfezionamenti della loro arte. Il loro esempio sia efficace e li ricompensi benigna fortuna! Questo è il voto più sincero che io possa formare, unitamente al sig. Professore ed agli allievi tutti.

I.

Cenni sulle macchine a vapore orizzontali.

La macchina a vapore, ardita conquista dell'uomo, per mezzo della quale egli, assoggettandosi una parte delle sterminate forze della natura, centuplica e rivolge al fine più conveniente le proprie, dovette, come ogni altra invenzione, passare per tutti i gradi dei successivi miglioramenti, prima di giungere allo stato di relativa perfezione in cui ora la troviamo. Tesori di scienza e di sapere furono spesi da una numerosa coorte di eletti ingegni, intorno a ciascuna delle parti di cui si compone perchè, abbandonando la primitiva rozzezza potessero, riunite, formare quel tutto armonico e meraviglioso, che fa di essa il più mirabile ritrovato dell'epoca nostra.

Salomon de Caos, il Marchese di Worcester, Papin, Savery, Desagulier, Newcomen, Ragley, Watt, segnarono i gradi di perfezionamento delle macchine a vapore, ed oggi giorno sono divenute di una tale importanza, in tutti i rami delle industrie, che non vi ha, per così dire, stabilimento nel quale esse non siano applicate, o suscettibili di applicarsi. I servizi immensi che esse rendono in un gran numero di fabbriche, le fanno riguardare sempre più necessarie, e così da 20 anni il loro numero si è accresciuto prodigiosamente.

Le macchine a cilindro orizzontale sono state per molto tempo trascurate dai costruttori, perchè si credeva che esse esponessero il cilindro ad una pronta deteriorazione, a cagione dell'attrito inuguale che si sviluppa fra lo stantuffo e la superficie interna del cilindro, ma in seguito essendosi ben ponderato questo inconveniente, che dapprima fu creduto gravissimo, si è visto non essere tanto sensibile per far rinunciare assolutamente a questo sistema, che racchiude in sè molte buone qualità. Infatti il poco

spazio che esse occupano, la facilità che esse offrono al macchinista di poterne visitare i diversi pezzi, in ogni istante, e massime il loro prezzo poco elevato, sono tali condizioni che le fanno molto ricercate.

È appunto su uno di tali motori, applicato a dar movimento a tutte le macchine tipografiche del già citato stabilimento, che si fecero gli esperimenti che fra poco riferirò. E mi faccio un dovere di osservare che esso, per il suo modo di funzionare, per la sua semplicità e nello stesso tempo per la sua eleganza e modesto prezzo, va distinto da tutti gli altri fatti sul medesimo tipo e fa onore ai signori Escher Wyss e Comp. di Zurigo che lo costrussero.

II.

Descrizione della macchina e della caldaia che l'alimenta.

Quando l'egregio Professore mi volle incaricare del rilievo di questa macchina, accettai con molto piacere perchè mi si porgeva l'occasione di fare un esercizio che dovrebbe essere imposto in tutte le Scuole di Applicazione, come di grandissimo vantaggio; ma non fu lieve la fatica che vi dovetti spendere, essendo essa in un ambiente ristretto, ed agendo quasi tutto il giorno; ragione questa per la quale, volendo rilevare il cassetto, dovetti lavorare anche di notte, perchè non lo potevo ottenere senza smontarlo. Credetti poi avrei abbastanza soddisfatto al mio compito prendendo, le proiezioni verticale ed orizzontale della macchina; il prospetto dell'eccentrico della distribuzione, visto dalla parte del volante, ed il fianco visto dalla parte del cilindro; il prospetto del cassetto visto dalla parte del volante, con e senza i coperchii, ed una sezione orizzontale, fatta con un piano passante per l'asse del cilindro. E questo è quanto ho rappresentato, rispettivamente, nelle figure della Tavola 1^a.

1° *Della macchina.* — Sarebbe un'offesa al Professore se io intendessi di descrivere questa macchina meglio di quello che egli fece colla sua leggenda nella sesta dispensa del suo atlante; onde io, come atta al mio scopo, qui la riporto fedelmente, e se si osservano le figure della prima tavola, si veda in

- A* massiccio in pietra da taglio sul quale, per mezzo di chiavarde *a, a'*, trovasi saldamente fissato il sostegno in ferro fuso, *B*, della macchina;
- C* cilindro motore circondato lateralmente da un doppio involucro d'ovatta e di doghe in legno per impedire il disperdimento del calore;
- D* stantuffo motore;
- E* suo gambo terminato da una traversa a squadro, le cui estremità scorrono nelle guide orizzontali *O, O'*;
- F* tirante motore;
- G* manovella motrice;
- I* albero motore il quale, per una estremità, è appoggiato al muro *H*;
- K* volante;
- J* ed *L* puleggie di trasmissione del movimento, rispettivamente, all'albero maestro della stamperia e ad una tromba ad acqua la quale alimenta un'ampia vasca situata all'ultimo piano del fabbricato ed il serbatoio in cui pesca il tubo aspirante della tromba d'alimentazione della caldaia annessa alla macchina;
- M* pendolo conico che regola l'apertura di una valvola a farfalla applicata al tubo d'arrivo *N* del vapore, dalla caldaia nella cassetta di distribuzione *W*. La piccola fantina, da cui è sostenuto questo pendolo, trovasi fermata con viti sulle guide *O, O'*;
- P* tromba di alimentazione della caldaia. È questa tromba a lunga corsa, cioè direttamente mossa

- dallo stantuffo motore D , essendo il gambo i dello stantuffo di essa unito alla traversa h ;
- Q valvola di sicurezza la quale ha per oggetto di impedire lo scoppio di qualcuno dei tubi della tromba P , quando si arresta l'alimentazione della caldaia. Allora la pressione interna della tromba non tarda a vincere la resistenza della molla a rotelle di cacciù, d , sovrapposte alla valvola in discorso, per cui questa rimane aperta e l'acqua può avere uno sfogo pel tubo n il quale la riconduce nel serbatoio alimentatore;
- R ed S tubi di scarica del vapore proveniente dal cilindro, l'uno nell'atmosfera e l'altro in un calorifero a vapore, dal quale sono riscaldati tutti gli ambienti della tipografia. Questi tubi trovansi innestati sulla camera Γ , ove mette capo il tubo Z , comunicante colla capacità Ω in cui si raccoglie il vapore che ha terminato d'agire nelle due camere del cilindro. Nella detta camera Γ poi contengono due valvole coniche accoppiate in senso inverso sul medesimo gambo, cosicchè aprendone una si chiude l'altra, epperchè a volontà si può far scaricare il vapore all'aria libera ovvero nel calorifero;
- T eccentrico circolare calettato sull'albero motore I e che comanda il meccanismo di distribuzione del vapore;
- U asta articolata la quale unisce col settore od arco di espansione V il gambo comune delle due valvole di distribuzione a cassetto γ e γ' . Nel settore V è continuamente impegnato il fessoio p , ossia l'estremità della breve sbarra solidaria al settore dell'eccentrico T ;
- X manubrio-volante per mezzo del quale, facendo girare nel verso conveniente la vite q annessa al fessoio p entro una chiocciola fissa col sostegno Y del settore, si allontana più o meno il fessoio dal-

- l'asse r di sospensione di quest'ultimo, e quindi insieme all'ampiezza angolare delle sue oscillazioni, si cangiano, la corsa delle valvole γ e γ' ed il grado d'espansione del vapore;
- b, b' cuscinetti dell'albero motore I ;
- c e d cingoli senza fine applicati alle puleggie di trasmissione I ed L ;
- e ruote d'angolo le quali ricevono il movimento dall'albero I , per mezzo di un altro cingolo senza capi, f , e lo comunicano al regolatore M ;
- g contrappeso dello stesso regolatore. Esso può trasportarsi lungo il braccio di leva, cui trovasi applicato, e fissarvisi mediante la vite di pressione ε ;
- k ed j tubi premente ed aspirante della tromba P ;
- l tubo innestato sul tubo premente k , il quale va ad immettere nella camera della valvola di sicurezza Q ;
- m asticciuola fermata al sostegno B e che porta la valvola medesima;
- o manubrio-volante con cui vengono mosse le due valvole a vite contenute nella camera Γ ;
- s, s' tubi scaricatori a chiave del cilindro C ;
- t e t' ed u tubi analoghi della cassetta di distribuzione W e della camera Γ ;
- v vaso dell'olio, a doppia chiave, del cilindro motore. Chiusa la chiave inferiore ed aperta la superiore si riempie d'olio il vaso; dopo di che chiudesi invece la seconda chiave e si apre la più bassa;
- w, x, z bracci di leva ed y tirante, i quali trasmettono il movimento del regolatore M alla valvola del tubo d'arrivo del vapore;
- α, α' ed α_1, α'_1 luci, rispettivamente, d'introduzione del vapore nel cilindro e di scarica;
- $\beta, e \beta'$ luci per cui il vapore dalla cavità interna delle valvole γ e γ' passa nella capacità Ω d'onde si diparte il tubo scaricatore Z .

Aggiungerò come possa venire il moto trasportato dallo stan-

tuffo motore a tutte le macchine dello stabilimento. Supponiamo il riposo: per iniziare il movimento, il macchinista stabilisce la comunicazione fra la caldaia ed il cassetto, e spinge a rotare da dritta a sinistra, il volante; allora l'asta U dell'eccentrico fa scorrere sulla loro sede le valvole γ e γ' : la γ smaschera la luce α , per cui nel cilindro entra il vapore, a premere la faccia anteriore dello stantuffo D ; intanto le valvole camminano in senso inverso, onde la luce α torna a chiudersi, mentre si apre la α' , per la quale entrando nuovo vapore va a premere l'opposta faccia, venendo per tal modo quello che si trovava dietro la prima, cacciato per la luce α , nella capacità γ , per l'apertura β nella camera Ω , e dopo esser passato pel canale Z , per il tubo R od S nell'atmosfera o nel calorifero. Questa evoluzione continua a ripetersi ed il moto rettilineo alterno concepito dallo stantuffo D si comunica al suo gambo E , da questo al gambo i dello stantuffo della pompa per mezzo della traversa h , al tirante F , ed alla manovella G , all'albero I e quindi alle puleggie L ed J , cangiandosi in circolare continuo. Da quest'ultima poi, mediante larga correggia viene comunicato ad un albero maestro che si trova nella stamperia, cui è applicata una coppia di puleggie, una fissa e l'altra folle, in corrispondenza di ogni macchina tipografica, le quali perciò si potranno, a seconda del bisogno, arrestare o mettere in azione.

Ed a questo proposito osservo con piacere che tali macchine, in numero di cinque o sei, meritano tutte di essere vedute, ma in special modo lo merita una, a doppio effetto, la quale, per la sua complicazione, per la sua finezza, per il suo modo di funzionare celere e preciso, vi sorprende e vi fa dire: non par vero si debba giungere a tanto.

2° *Dimensioni principali.* — Forza nominale della macchina cavalli-vapore 10; diametro dello stantuffo motore m. 0,235; corsa dello stantuffo m. 0,60; grossezza della parete laterale del cilindro motore m. 0,022; grossezza dei suoi fondi o coperchi m. 0,020; diametro medio del volante m. 2,260; peso del medesimo kgr. 1062; larghezza comune delle sei luci della distribuzione m. 0,025; corsa massima delle due valvole di distribuzione m. 0,085; corsa minima m. 0,060; diametro dello stantuffo della

tromba d'alimentazione m. 0,029; sua corsa uguale a quella dello stantuffo motore.

3° *Della caldaia.* — Affinchè in caso d'avarie non si dovessero sospendere i lavori della stamperia, si sono applicate due caldaie del tutto simili, a focolare esterno, ad un solo bollitore, e con un tubo di riscaldamento.

Il vapore che si svolge, viene raccolto prima nello spazio sovrastante all'acqua, poi in una camera di presa, dalla quale, mediante apposita valvola e tubi adduttori, viene condotto al motore.

Il focolare consta di due serie di sbarre di graticola disposte l'una sul prolungamento dell'altra, in modo da formare un piano inclinato. Ogni sbarra di graticola è posta su due sostegni di ferro, e sono mantenute a giusta distanza le une dalle altre da sporgenze che si pongono a contatto.

Ognuna delle caldaie è poi munita di due valvole di sicurezza a leva; di un indicatore del livello a galleggiante; con fischietto d'allarme; di un manometro, e di un indicatore del livello a tubo di cristallo, posto sul davanti di essa.

4° *Dimensioni principali.* — Diametro dei corpi principali della caldaia m. 0,915; diametro dei bollitori m. 0,405; diametro del tubo di riscaldamento m. 0,254; lunghezza di questo m. 3,050; lunghezza dei corpi principali e bollitori m. 3,500.

La tensione normale del vapore nella caldaia è di 4 atmosfere assolute.

III.

Esperienze dinamometriche.

1° *Indicatore delle pressioni di Watt.* — Scopo finale delle esperienze istituite sulla macchina della quale ho parlato, era di determinare il lavoro utile sullo stantuffo, ed a ciò ci siamo serviti dell'indicatore delle pressioni di Watt.

Questo strumento si applica ad uno dei fondi del cilindro motore, ed il vapore entrando nell'apparecchio agisce su un piccolo stantuffo fisso ad una molla spirale: i raccorciamenti di questa

saranno proporzionali alle pressioni del vapore, per cui unendo un matitoio allo stantuffo esso potrà segnare sopra un foglio di carta, moventesi con ragione equabile delle velocità collo stantuffo della macchina, una curva le cui ordinate saranno proporzionali alle pressioni che ha il vapore nel cilindro a ciascun punto della corsa. Il foglio di carta è perciò avvolto sopra un tamburo verticale, girevole attorno al suo asse, mediante una cordicella che lo fa girare in un senso quando si compie la corsa diretta, ed una molla d'orologio che lo fa rotare in senso opposto quando si compie la corsa retrograda.

Il cilindro di cui consta l'apparecchio può, mediante chiavette, porsi in comunicazione ora coll'atmosfera, ora coll'interno del cilindro. Aprendo la prima, chiudendo la seconda, ed avvicinando il matitoio al tamburo posto in movimento si segnerà una retta orizzontale che dicesi della pressione atmosferica.

2° *Coefficiente dello strumento.* — È poi ancora necessario per servirsi di questo strumento conoscerne il coefficiente, vale a dire, il numero di atmosfere di cui la pressione interna deve superare la esterna, perchè la molla si raccorci di un centimetro. Questo coefficiente deve esser noto *a priori* per ogni molla che si adopera.

3° *Modo di porlo in opera.* — Ecco ora il modo nel quale ce ne siamo serviti e le avvertenze che si ebbero nel suo uso. Tolta la chiavetta *s* che serve a scaricare il vapore che va condensandosi nel cilindro, si sostituì con un tubo d'ottone ripiegato verticalmente. Sul medesimo si avvitò l'indicatore, avvertendo di chiudere le unioni perfettamente con mastice di minio. Il movimento del tamburo si ottenne fissando ad una delle appendici, che servono di guida al gambo dello stantuffo motore, un tirante di ferro, che coll'altra sua estremità andava ad unirsi a snodo con una sbarra sospesa superiormente a guisa di pendolo. Il movimento angolare di questa sbarra, riusciva proporzionale al movimento rettilineo dello stantuffo, per cui attaccando la cordicella ad un punto della sbarra assai vicino al fulero, si ottenne che essa, passando su puleggie di rimando, trasmettesse al tamburo il movimento voluto.

Le avvertenze usate nell'ottenere i diagrammi furono:

1° Ungere di tanto in tanto l'interno del cilindro dell'indicatore, onde il movimento dello stantuffo si facesse a dolce sfregamento e senza soffrire alterazione per parte dell'attrito.

2° Aprire di tratto in tratto una terza chiavetta per scaricare il vapore condensatosi nell'apparecchio.

3° Non avvicinare il matitoio alla carta prima che il movimento del tamburo fosse ben regolare.

4° Fare che la matita non passasse più di due volte sul contorno del diagramma, ond'esso riuscisse ben segnato ma non confuso.

4° *Contatore dei giri.* — Ottenuto il diagramma, vedremo in seguito il modo di determinare i vari elementi che si cercano; volendo però esprimere il lavoro della macchina in cavalli-vapore, era necessario procurarsi il numero dei giri fatti dall'albero del volante in un minuto primo. Per ciò ci servimmo di un contatore meccanico dei giri.

5° *Quadratura dei diagrammi.* — La quadratura di un'area data può ottenersi in più modi: noi ci attenemmo alla formola di Sympson.

Nella tavola seconda ho rappresentato due dei diagrammi che si sono ricavati, e per calcolarne uno si dica l la lunghezza della corsa del diagramma in centimetri; si divida questa corsa in un numero $2n$ qualunque di parti uguali, di lunghezza h . Per ciascuno dei punti di divisione si conducano le ordinate del diagramma e siano $y, y_1, y_2, \dots, y_{2n}, y_{2n+1}$ le lunghezze pure in centimetri, delle parti di ordinate comprese fra le due curve rappresentanti la corsa diretta e la retrograda dello stantuffo. Diciamo A l'area del diagramma, che risulterà espressa in centimetri quadrati, e dalla formola di Sympson, si avrà

$$A = \frac{1}{3} h [(y + y_{2n+1}) + 4(y_1 + y_3 + \dots + y_{2n-1}) + 2(y_2 + y_4 + \dots + y_{2n})]$$

6° *Ordinata media.* — Nel caso che si considera si avrà l'ordinata media, dividendo l'area del diagramma per la corsa del medesimo, cioè detta y_m questa ordinata, sarà

$$y_m = \frac{A}{l}$$

7° *Pressione media.* — Siccome il coefficiente dell'indicatore si ha in atmosfere, volendo la pressione media utile in chilogrammi, si riduca prima detto coefficiente in chilogrammi e poi si moltiplichi per l'ordinata media: il prodotto sarà la pressione media cercata, riferita all'unità di superficie. Detto γ questo coefficiente, p_m la pressione media, sarà

$$p_m = \gamma y_m$$

8° *Lavoro sullo stantuffo motore.* — Essendo la macchina a doppio effetto, il lavoro esercitato sullo stantuffo in una corsa completa, cioè in un giro dell'albero del volante, lo otterremo moltiplicando la pressione media utile pel doppio del volume generato dallo stantuffo motore nella corsa semplice, ed essendo D il diametro del medesimo, l la sua corsa, n il numero dei giri del volante al minuto primo detto L questo lavoro, espresso in chilogrammi, sarà

$$L = 2 \frac{\pi D^2}{4} l p_m \frac{n}{60}$$

e dividendo per 75 onde averlo espresso in cavalli-vapore, detto allora F , sarà

$$F = 2 \frac{\pi D^2}{4} l \frac{p_m}{75} \cdot \frac{n}{60}$$

Se non che in pratica, avuto riguardo all'inerzia della molla, alle fughe, al peso delle parti mobili dell'indicatore, suolsi moltiplicare il lavoro indicato, così trovato per $9/8$, ed allora diventa, detto λ ,

$$\lambda = \frac{9}{8} \left(2 \frac{\pi D^2}{4} l \frac{p_m}{75} \cdot \frac{n}{60} \right)$$

9° *Lavoro utile sull'albero del volante.* — Volendosi finalmente il lavoro utile sull'albero del volante, basterà moltiplicare il lavoro λ pel coefficiente di rendimento del meccanismo che ritienisi

di $8/10$, cosicchè detto M , sarà

$$M = \frac{8}{10} \left\{ \frac{9}{8} \left(2 \frac{\Pi D^2}{4} l \frac{p_m}{75} - \frac{n}{60} \right) \right\}.$$

10° Modo con cui si eseguirono le esperienze. — Affinchè gli esperimenti riuscissero veramente vantaggiosi, l'egregio Professore volle che ognuno degli Allievi ricavasse un diagramma e perciò, al principio del tempo fissatogli leggeva il numero dei giri segnati dal contatore, a metà circa si ricavava il diagramma, ed alla fine rileggeva il numero dei giri sul contatore. Applicando poi il procedimento indicato, veniva a determinare i dati necessari per calcolare il lavoro sullo stantuffo motore, che quindi consegnava a me, ed io ne presento alcuni nel Quadro seguente, N. 1.

11. Discussione dei diagrammi. — Prima però conviene fare qualche osservazione sui diagrammi ricavati. La macchina è ad espansione variabile e senza condensazione; ma siccome la distribuzione non può essere pienamente regolare nè l'indicatore uno strumento perfetto, così la forma dei diagrammi, si scosta alquanto dalla teorica. Si vedrà dalla fig.^a 1^a della Tavola II che, 1° Il diagramma non ha più linee di pressione costante e di volume costante, come pure punti angolosi 2° Siccome verso la fine del periodo d'introduzione la pressione del vapore va diminuendo, e la curva successiva d'espansione è assintotica rispetto all'asse dei volumi, così i due periodi di ammissione e di espansione restano separati da un punto C di flesso. 3° La parte del contorno riferentesi alla corsa diretta contiene tre periodi BC d'introduzione, CD di espansione, DE di anticipazione all'emissione; l'altra parte relativa alla corsa retrograda comprende anche tre periodi, EF di scarica, FA di compressione e AB di anticipazione all'introduzione.

Le irregolarità che dipendono dall'indicatore sono particolarmente prodotte dall'attrito che incontra il suo stantuffo, dalle vibrazioni continue della molla c , infine dalle fughe inevitabile di vapore.

Nella seconda figura presento il diagramma preparato per venir calcolato mediante la formola di Sympson.

Ecco ora i risultati finali ottenuti coll'osservazione diretta, ed applicando le regole sovraesposte :

QUADRO N. 1.

Macchina orizzontale di 10 cavalli.

Coefficiente dell'indicatore = $\frac{1}{2}$ di atmosfera = 5167 Kg.

N. d'ordine	N. dei giri del volante per 1°	Area del diagramma in cent. q.	Corsa del dia- gramma in cent.	Differenza fra le Ordinate medie in cent.	Pressione media utile in chilog.	LAVORO	
						Utile sullo stantuffo in chilog.	Utile sullo stantuffo in cav. vap.
1	54,00	16,844	9,40	1,792	9259,264	400,500	5,340
2	52,00	15,690	9,40	1,670	8628,890	385,175	5,135
3	48,00	14,120	9,25	1,530	7905,510	327,350	4,362
4	52,00	15,090	9,35	1,590	8215,530	332,250	4,430
5	52,00	12,435	9,35	1,438	7430,146	401,850	5,358
6	59,00	15,307	9,50	1,850	9558,820	416,700	5,556
7	53,00	16,532	9,32	1,758	9083,586	392,500	5,260
8	54,00	16,044	9,40	1,660	8577,220	401,475	5,353
9	51,00	15,160	9,50	1,600	8267,200	387,000	5,160
10	48,00	15,510	9,40	1,650	8525,550	354,750	4,730
11	50,00	15,400	9,00	1,435	7414,645	363,750	4,850
12	53,00	15,380	9,40	1,630	8422,950	290,750	5,210
13	57,00	14,530	9,40	1,550	9558,850	369,750	4,930
14	47,00	15,390	9,00	1,710	8835,370	360,000	4,800
15	51,00	12,393	8,80	1,410	7285,470	321,450	4,286
16	48,00	16,782	9,40	1,785	9223,095	383,100	5,108
17	54,00	14,340	9,40	1,485	7672,995	366,000	4,880
18	51,00	15,546	9,20	1,280	6613,460	315,000	4,200
19	49,00	13,733	9,40	1,460	7543,820	318,000	4,240
20	53,00	17,130	9,50	1,575	8138,025	362,310	4,830
21	52,00	13,420	9,36	1,420	7337,140	402,750	5,370
22	54,00	17,828	9,50	1,870	9662,290	442,500	5,900
23	53,00	16,980	9,30	1,450	7492,150	324,750	4,330
24	52,00	13,800	8,45	1,590	8215,530	324,000	4,320
25	47,00	15,430	9,30	1,658	8566,886	315,000	4,200

N. B. Il volume generato dallo stantuffo nella sua corsa semplice, essendo $D = 0,235$, $l = 0,60$ sarà $V = 0^m,02592$.

Se si osservano i risultati dell'ultima colonna, si vedrà che il lavoro utile sullo stantuffo ha variato continuamente, benchè fra ristretti limiti; e ciò perchè nella stamperia ora lavorano due macchine, ora una, ora tre, ecc.; e perchè qualche volta si sarà aperta troppo e qualche volta poco la chiavetta del vapore. Prendendo una media, si troverà che esso è espresso da cav. vap. 4,886. Moltiplicando questo per $\frac{9}{8}$, avremo il lavoro, tenuto calcolo dell'inerzia della molla dell'indicatore, delle fughe ed altro, e sarà 5,496. E moltiplicando per $\frac{8}{10}$ avremo che cav. vap. 4,397 rappresenteranno il lavoro utile sull'albero del volante.

IV.

Esperienze sulla caldaia.

Temperatura dei gaz caldi nel focolare e nel camino. —

Trattandosi di conoscere le qualità di un combustibile, il mezzo più diretto si è di determinare il suo potere di vaporizzazione. A questo metodo si ricorre appunto, determinando cioè:

- 1° Il tempo ed il combustibile necessari per portare il vapore nella caldaia ad una data pressione;
- 2° La temperatura dei gaz caldi nel focolare;
- 3° La temperatura dei gaz caldi nel camino;
- 4° Il peso di combustibile consumato in un determinato tempo;
- 5° Il peso d'acqua vaporizzata nello stesso tempo.

Ecco come si riuscì ad ottenere questi dati:

1° *Tempo e combustibile per la messa in pressione.* — Il macchinista registrò l'ora in cui, fatto il caricamento del forno ed alimentata la caldaia al giusto livello, accese il fuoco. Il combustibile della carica era esattamente pesato. Giunta la pressione della caldaia, indicata dal manometro, ad un punto determinato, si registrò l'ora.

2° *Temperatura dei gaz caldi nel focolare.* — Il mezzo più semplice e più comunemente impiegato per determinare la temperatura dei gaz caldi in un focolare, è quello di lasciarvi per

un tempo abbastanza lungo una lastra di ghisa o di ferro, e quindi determinarne la temperatura, conoscendo la quantità di calore da essa ceduto ad un dato peso di acqua.

Sia P il peso della lastra di ferro;

c il calore specifico del ferro $= 0,114$;

T la temperatura della lastra uguale a quella cercata;

p il peso dell'acqua in cui venne gettata la lastra;

t' la temperatura iniziale dell'acqua;

t'' la sua temperatura finale, ambedue determinate con termometro a mercurio.

Trascurando la quantità di calore ceduta al recipiente che contiene l'acqua, vi dovrà essere uguaglianza fra la quantità di calore perduta dal ferro e quella acquistata dall'acqua; perciò:

$$Pc(T - t'') = p(t'' - t')$$

dalla quale si ricava:

$$T = t'' + \frac{p(t'' - t')}{Pc}$$

3° *Temperatura dei gaz caldi nel camino.* — Essa venne determinata in una sezione prossima al registro. Per ciò si sospesero all'altezza della medesima due catenelle di ferro, a cui si saldarono cinque sferette di differenti metalli. Cominciando dal basso le sfere erano così disposte:

1° Stagno	fusibile a	230°
2° Bismuto	»	256°
3° Piombo	»	334°
4° Zinco	»	360°
5° Antimonio	»	432°

Se non che, per maggiore esattezza, una catenella si dispose

collo stagno in basso, l'altra rovesciata, cioè coll'antimonio in basso.

Lasciando per parecchie ore le catenelle nel camino, si osservò alla fine dell'esperienza quali delle sfere erano fuse; si ritenne per la temperatura voluta il valor medio fra le due temperature di fusione dell'ultima sfera fusa e della prima rimasta.

4° *Peso di combustibile bruciato.* — Questo peso si ebbe livellando al principio dell'esperienza il combustibile sulla graticola, poi pesando successivamente ogni carica, e procurando di finire l'esperienza in un punto in cui l'altezza del combustibile sulla graticola fosse uguale a quella che si aveva in principio.

5° *Acqua vaporizzata.* — Per determinare l'acqua vaporizzata, nello stesso tempo si osservò il livello della caldaia al principio dell'esperienza. L'acqua d'alimentazione si prendeva da un tino di capacità nota, e ad ogni alimentazione si registrarono le varie altezze dell'acqua.

Il recipiente dal quale si deriva l'acqua è un tino di forma rettangolare, di sezione 1^m^q, di altezza 0,^m85.

6° *Potere vaporizzatorio.* — Ottenute per tal modo queste diverse quantità, è chiaro che il potere vaporizzatorio cercato sarà il peso d'acqua diviso per il peso di combustibile impiegato. Detto μ questo potere, Q il peso d'acqua, P il peso di combustibile, sarà:

$$\mu = \frac{Q}{P}$$

Visto così il modo di ottenere quanto si cercava, riassumo nel Quadro 2° seguente i risultati delle due esperienze che si fecero.

QUADRO N° 2.

Esperienze sulla caldaia e sul combustibile.

INDICAZIONE DEI RISULTATI	1 ^a Esper.	2 ^a Esper.
Tempo necessario per la messa in pressione ore	1,10'	1,0'
Combustibile bruciato chilogr.	36	37
Pressione ottenuta atmosf.	1,50	1,75
Temperatura iniziale dell'acqua in cui si gettò la lastra centig.	16 ⁰ ,8	17°
Temperatura finale »	52,6	54°
Peso d'acqua impiegato chilogr.	30	30
Peso della lastra »	7,95	7,95
Temperatura dei gaz caldi nel focolare centig.	1160	1180
Sferette fuse dalle catenelle collocate presso il registro N°	3	4
Temperatura corrispondente dei gaz caldi nel camino centig.	347	396
Durata dell'esperienza sul potere va- porizzatorio ore	1,30	1,40
Combustibile bruciato chilogr.	36	37
Acqua vaporizzata »	228	220
Potere vaporizzatorio pratico . . .	6,33	5,94
Pressione media nella caldaia . . . atmosf.	1,30	1,30
Temperatura dell'acqua d'alimenta- zione centig.	24°	25°

Non essendosi fatte che due esperienze, non si può gran che inferire, dal precedente quadro, sulla convenienza del combustibile impiegato, che è un misto di litantrace di Neuchâtel e di Scozia, e costa a Torino L. 48 la tonnellata. È però certo che rende buonissimo servizio, ed essenzialmente il suo costo è abbastanza piccolo per renderlo utile.

Della sufficiente approssimazione dei risultati ottenuti in queste esperienze, ne è garanzia l'egregio Professore che le dirigeva. Solo è a desiderarsi che l'utilissima istituzione di simili esercitazioni vada viemmaggiormente ampliandosi, essendo uno dei più potenti mezzi d'istruzione pratica per coloro che si dedicano all'ardua carriera dell'ingegnere.

Esprimendo un tale voto, chiudo queste poche pagine. La mia fatica avrà un adeguato compenso se esse verranno accolte con indulgenza non solo dalla Commissione esaminatrice, alla quale le presento, ma anche da chi avrà la bontà di leggerle.

TEGANI LUIGI.

TESI LIBERE

DAL CORSO DI MACCHINE A VAPORE E FERROVIE

Equazione generale relativa all'efflusso dei liquidi e dei gaz —
Caso in cui il volume del fluido si conserva costante.

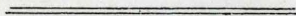
DAL CORSO DI MECCANICA ED IDRAULICA PRATICA

Attrito che ha luogo nella ralle.

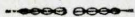
**DAL CORSO DI COSTRUZIONI CIVILI,
IDRAULICHE E STRADALI**



Resistenza delle murature al rovesciamento.



DAL CORSO DI GEOMETRIA PRATICA



Calcolo degli sterri e riporti — Metodo delle sezioni ragguagliate.

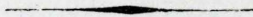


Fig 1 - Scala di $1/20$

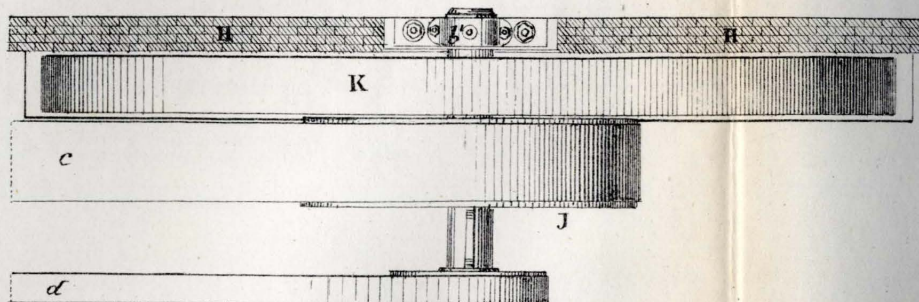
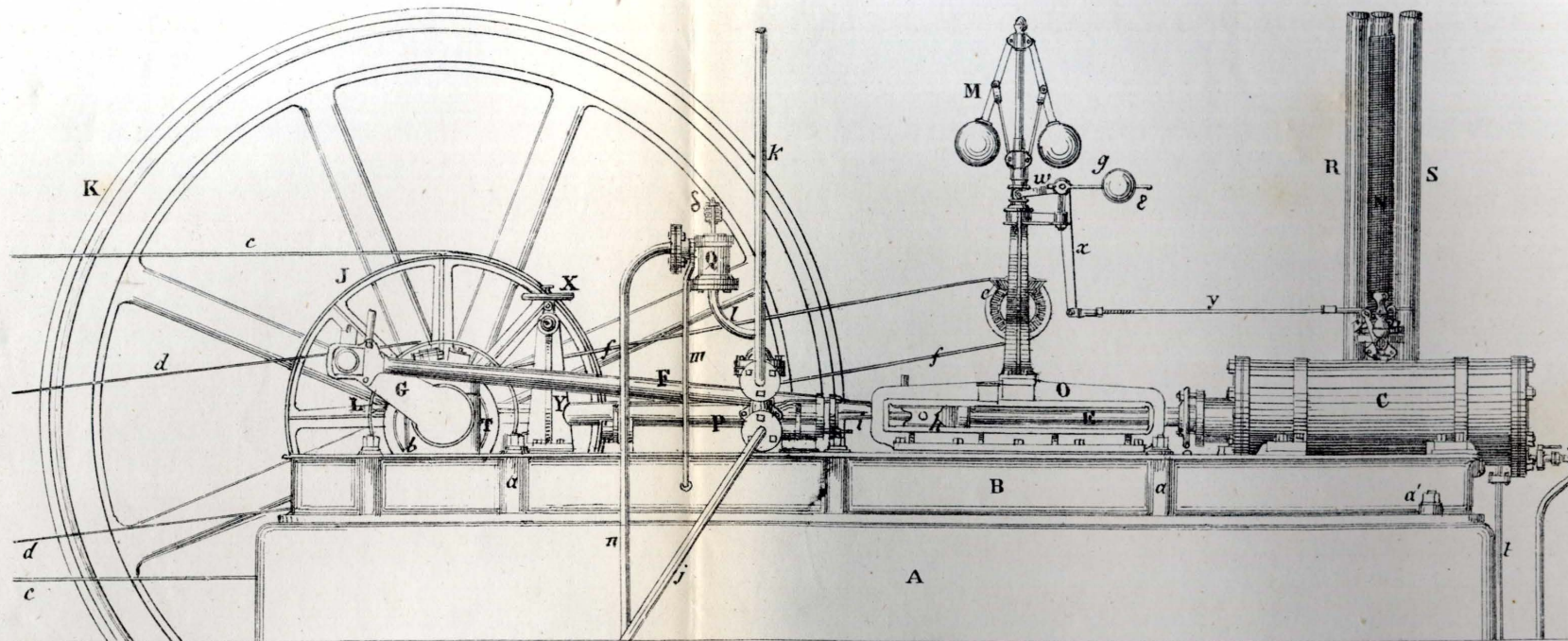


Fig. 2 - Scala di $1/20$

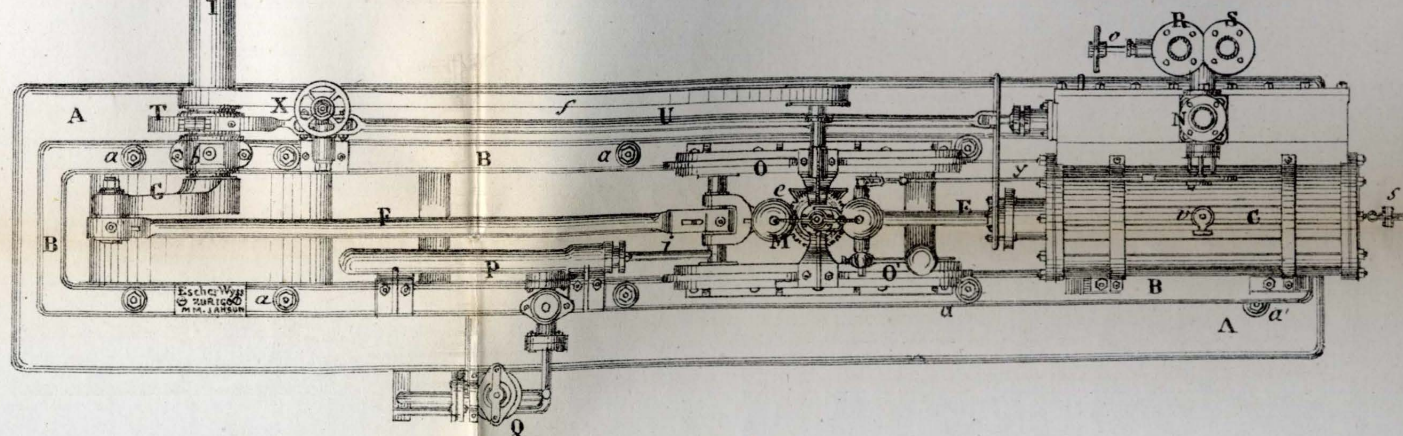


Fig. 4 

Scala di 0,075 per 1"

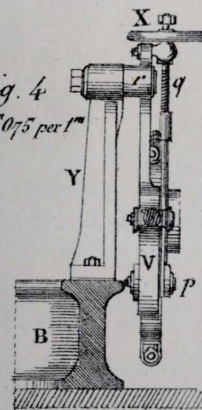


Fig. 3 - Scala di 0,^m075 per 1.^m

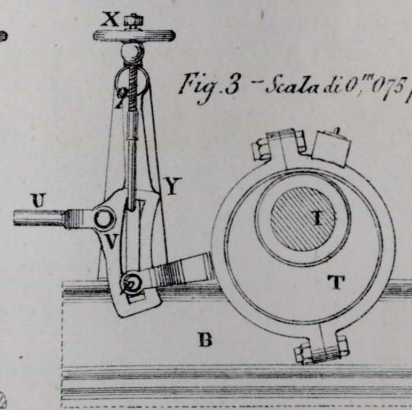


Fig. 5 - Scala di 0,^m075 per 1^m

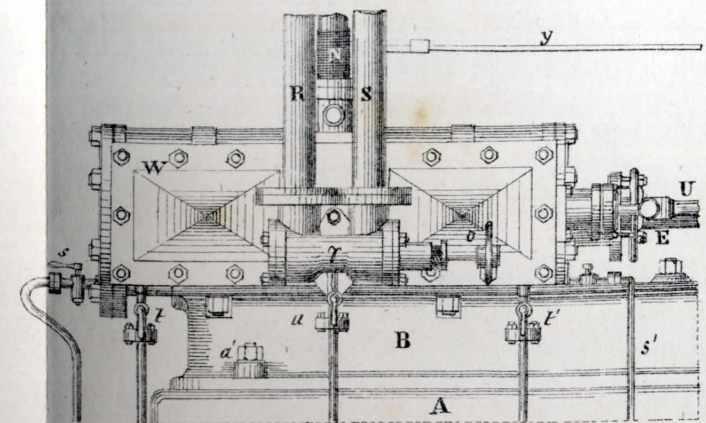


Fig. 6. -- Scala di 0,^m 075 per 1^m

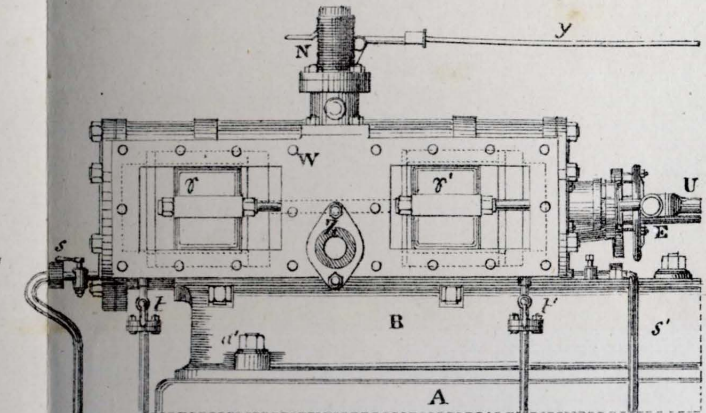


Fig. 7 - Scala di $0,075$ per 1^m

