

GLI IMPIANTI

DELLA SOCIETÀ PER LE STRADE FERRATE DEL MEDITERRANEO

PER UN ESPERIMENTO

DI TRAZIONE ELETTRICA AD ACCUMULATORI

SULLA LINEA MILANO-MONZA

Lettura fatta dal Socio Ing. FILIPPO SANTORO nell'Adunanza del 4 Febbraio 1899

(Veggansi le Tavole I-IV).

Gli impianti recentemente eseguiti dalla Società per le Strade Ferrate del Mediterraneo per un esperimento di trazione elettrica ad accumulatori sulla linea Milano-Monza (*), comprendono:

- 1° le carrozze automotrici;
- 2° l'officina di produzione della corrente di carica degli accumulatori;
- 3° la tettoia di deposito e di revisione delle suddette carrozze.

In vista dell'importanza dell'esperimento di questo sistema di trazione, che, fra i primi del genere, si effettua in modo veramente completo sulle grandi ferrovie, ho creduto di fare cosa utile, ora che le prime prove vennero già iniziate con esito del tutto soddisfacente, di darvi, egregi Colleghi, questa sera un cenno descrittivo sugli impianti sovraccennati.

Le carrozze automotrici elettriche, fatte costruire per il surriferito esperimento, sono del così detto tipo americano, col telaio e cassa poggianti sopra due carrelli girevoli a due assi con l'interposizione di una doppia sospensione elastica; munite di due terrazzini coperti d'estremità per l'accesso all'interno.

La cassa misura complessivamente una lunghezza di metri 17,800, un'altezza di m. 2,500 ed una larghezza, in corrispondenza della parte mediana, di

metri 2,850 e di metri 2,150 in corrispondenza dei terrazzini.

Essa è suddivisa mediante pareti trasversali nelle seguenti parti:

1° in due compartimenti di prima classe, di cui uno a sedici posti a fumare e l'altro ad otto posti a non fumare;

2° in due compartimenti di seconda classe, di cui uno a 24 posti a fumare e l'altro a 16 posti a non fumare;

3° in due terrazzini coperti di estremità, ciascuno suddiviso in due distinte parti, di cui l'una costituente la cabina del manovratore o *Wattman* e l'altra riservata per i viaggiatori in piedi.

In complesso ciascuna carrozza è capace di circa 90 viaggiatori, di cui 64 a sedere.

Tutte queste parti sono fra loro intercomunicanti mediante corridoio centrale e porte praticate nelle pareti divisorie trasversali; e l'accesso all'interno dei compartimenti si fa, come si disse, dai terrazzini di estremità.

L'addobbo interno per i compartimenti di prima classe è in velluto verde e per quelli di seconda in *pegamoïd* rosso marrone; tutte le pareti interne sono rivestite di pannelli in legno verniciati e le pareti divisorie delle cabine del *Wattman* dai compartimenti per i viaggiatori in piedi è a vetri, perchè non si resti privati lungo il percorso del panorama che si presenta sulla linea.

Ogni compartimento semplice di 8 viaggiatori è munito sopra ciascun fianco di due grandi finestre a telai mobili, tutte provviste di tende scorrevoli.

Le carrozze, sia internamente che esternamente, sono illuminate a luce elettrica, e precisamente

(*) Il servizio di trazione elettrica viene eseguito sugli stessi binari percorsi dai treni ordinari a vapore della linea principale Milano-Chiasso, con partenze da Milano stazione Centrale R. M. e da Monza. I binari non vennero punto modificati in causa di questo servizio elettrico.

all'interno con 2 lampade da 10 candele per ogni scomparto semplice da 8 posti, con una lampada da 16 candele per ciascuna delle parti del terrazzino riservata ai viaggiatori in piedi e con una lampada da 16 candele per ogni posto del *Wattman*; quest'ultima è munita di campane opalizzate alla parte anteriore, e ciò allo scopo che il *Wattman* venga illuminato con luce diffusa per poter più facilmente scorgere la linea.

L'illuminazione esterna è fatta con 5 lampade da 25 candele ciascuna e cioè 2 sulla parete anteriore nel senso della direzione del movimento e 3 sulla parete posteriore; dette lampade sono collocate nei fanali di segnalamento esterni prescritti dal regolamento sulla circolazione dei convogli e collocati sulle due testate esterne della carrozza.

Allo scopo di evitare contatti mobili pel funzionamento dei detti fanali, si credette opportuno di applicare a ciascuna testata della carrozza 5 fanali fissi, di cui 2 laterali inferiori, che, a norma del regolamento sopra citato, devono costituire i fanali di segnalamento anteriori del convoglio, e 2 laterali superiori ed uno centrale inferiore costituenti i segnalamenti di coda; appositi commutatori, collocati nelle cabine del *Wattman* servono ad inserire nel circuito principale d'illuminazione i due primi, oppure i due secondi ed il terzo, secondo che la testata corrispondente costituisce avantreno ovvero coda del convoglio.

Una specialità di questi fanali si è che essi sono muniti di lampade ad incandescenza a due filamenti collegati in serie fra loro; uno di essi funziona ordinariamente e l'altro è solo di riserva; l'inserzione in circuito di quest'ultimo in caso di guasto al primo avviene automaticamente in grazia di apposito commutatore automatico inserito nel circuito di alimentazione.

La cassa della carrozza col telaio poggia, come si disse, su due carrelli girevoli muniti di doppia sospensione elastica, costituita da due gruppi di quattro molle doppie a balestra portanti la *ralla* del perno del carrello, le quali alla loro volta vengono a gravitare sugli assi con l'intermediario di altre 4 molle semplici a balestra.

Per le prime si ha un'inflessione sotto carico di 130 mm. circa, per le seconde un'inflessione di 150 mm., cosicchè si ha un'inflessione complessiva del sistema elastico di circa 280 mm.

Ciascun carrello è munito di 2 assi, di cui l'esterno è destinato ad essere mosso dall'elettromotore e costituisce quindi l'asse motore; l'altro è portante.

Il frenamento della carrozza si fa solo sugli assi portanti e può ottenersi a mano mediante l'ordinario freno a vite, o anche mediante l'apparecchio ad aria compressa sistema Westinghouse.

L'applicazione del freno ad aria compressa a queste carrozze è piuttosto complessa, rappresenta in piccolo il freno che si ha in un treno completa trainato in doppia trazione. Inoltre, a tutti gli apparecchi occorrenti per una tale applicazione venne aggiunto uno speciale serbatoio ad aria compressa pel funzionamento dei fischi di segnalamento.

Pertanto, questa applicazione consta:

1° di una pompa dell'ordinario tipo Westinghouse azionata da motore elettrico;

2° di un serbatoio principale, di un serbatoio secondario e di un cilindro a freno con tripla valvola;

3° di due rubinetti del macchinista a scarica uguagliatrice, collocati nelle due cabine del manovratore in modo che il frenamento possa effettuarsi a volontà dall'una o dall'altra estremità della carrozza.

A questi apparecchi venne, come sopra fu accennato, aggiunto un apposito serbatoio pel funzionamento dei rubinetti del fischio collocati alle due estremità.

Tanto questo serbatoio che quello principale del freno sono direttamente alimentati dal compressore elettrico, ed entrambi sono muniti di una valvola di ritegno nell'intento che la depressione che si produce in uno di essi non abbia a farsi sentire nell'altro.

Una particolarità da notare si è che il motore del compressore viene inserito nel circuito d'alimentazione mediante un inseritore automatico, che entra in funzionamento allorchè si verifica tanto nel serbatoio principale che in quello del fischio una depressione al disotto di un limite prestabilito; in questo modo gli apparecchi del freno, nonchè i rubinetti del fischio di segnalamento sono sempre pronti a funzionare.

Il motore azionante la pompa è a corrente continua fornita dalla stessa batteria di accumulatori impiegata per gli elettromotori per trazione; esso è un motore con eccitazione in serie, dovendo funzionare con una notevole variazione di carico dal principio alla fine della compressione dell'aria.

L'equipaggiamento elettrico pel trainamento della carrozza è costituito, oltrechè dalla batteria di accumulatori, da due elettromotori a semplice riduzione di velocità azionanti gli assi estremi dei due carrelli mediante un'unica coppia di ruote dentate; di due *controllers*, od apparecchi di regolazione della velocità, ciascuno collocato in ognuna delle cabine del *Wattman*, nonchè dei quadri di distribuzione che vi sono annessi.

I motori, come si disse, sono a semplice riduzione di velocità, e ciascuno di essi aziona l'asse esterno del corrispondente carrello mediante in-

granaggio cilindrico col rapporto di velocità di 61/20; detti motori sono tetrapolari con eccitazione in serie e con le quattro bobine del campo collegate in parallelo fra loro; essi da un lato sono appoggiati ad una traversa fissa al telaio del carrello e dall'altro poggiano sullo stesso asse motore della carrozza; entrambi questi appoggi sono fatti con l'interposizione di un doppio sistema di molle a spira, uno dei quali, nel funzionamento del motore, viene ad agire per compressione, e l'altro per trazione, e ciò si verifica nel movimento in entrambi i sensi del motore.

I detti motori, oltre ad essere muniti di un'apposita portina per la visita del collettore, possono aprirsi completamente per la verifica dell'armatura e delle bobine del campo senza bisogno di toglierli d'opera; per ciò la parte fissa dei detti motori costituente l'induttore è suddivisa in due, collegate fra loro a cerniera laterale ed assicurate con bolloni. Allentando questi ultimi, la parte inferiore gira rispetto alla superiore e l'armatura viene così completamente scoperta.

Uno speciale arganello a vite, fissato alla parte superiore dell'induttore e collegato all'inferiore mediante fune metallica, serve ad effettuare con facilità la manovra di apertura e di chiusura di quest'ultima parte.

I *controllers* od apparecchi di regolazione della velocità sono, come sopra accennai, due per ogni carrozza, ciascuno collocato in una delle cabine del manovratore.

Detti *controllers* sono essenzialmente costituiti da due cilindri a commutazione multipla, entrambi manovrabili con una distinta manovella.

Il primo di essi serve pel collegamento degli elettromotori e batterie fra loro; l'altro a stabilire i circuiti ed inserire le resistenze sia per effettuare gli incamminamenti colla necessaria progressività nella velocità, sia per far variare quest'ultima durante la marcia della carrozza.

Il primo di detti cilindri, oltre alla posizione di fermo, può avere quattro posizioni distinte di cui tre servono per la marcia in avanti ed una per quella a ritroso (V. Tav. III).

Con queste quattro posizioni differenti della prima manovella, si effettua:

I. il collegamento dei motori in serie, con tutta la batteria degli accumulatori anche in serie;

II. il collegamento dei motori in parallelo con tutta la batteria in serie;

III. il collegamento dei motori in parallelo con due mezze batterie collegate fra loro in parallelo;

IV. posizione dall'altra parte di quella di fermo, la quale serve per la marcia a ritroso.

Notiamo qui che la prima posizione serve per gli incamminamenti e per le velocità ridotte, soprattutto da conservarsi sui binari di stazione; la

seconda serve per le velocità in piena linea; la terza va considerata come una posizione anormale, dovendo essa servire solo nell'eventualità che vi sia avaria in una metà delle batterie. Allora i motori funzionano a metà voltaggio, precisamente come si verifica colla prima posizione della manovella.

Nella quarta posizione si realizza il collegamento dei motori in serie con la batteria in serie, come colla prima posizione.

Per ciascuna delle surriferite posizioni del detto cilindro, che chiamerò *cilindro principale*, si possono effettuare diverse posizioni del secondo cilindro, e precisamente:

1° per la I e IV posizione si possono realizzare 5 posizioni differenti dal secondo cilindro;

2° per la II e III posizione del primo cilindro possono effettuarsi 13 posizioni differenti del secondo.

Le prime cinque posizioni inseriscono in serie sul circuito principale delle resistenze man mano decrescenti fino ad annullarle completamente nella posizione 5.

Nelle posizioni da 6 a 13 s'inseriscono delle resistenze man mano decrescenti in derivazione sul campo magnetico dei motori, resistenza che diventa molto piccola nella posizione 13, ma non si annulla completamente.

In questo modo si possono avere per le sole posizioni normali e per la marcia avanti della carrozza diciotto velocità differenti e per quella a ritroso cinque velocità.

Per la posizione anormale III si possono avere 13 velocità differenti, e questa è la differenza sostanziale che passa fra questa posizione e quelle I e IV del cilindro principale, mentre in tutti tre i motori lavorano a metà voltaggio.

Dei due cilindri di commutazione, solo il secondo è munito di soffiatore magnetico, occorre quindi, tutte le volte che si manovra il primo cilindro, interrompere la corrente nel secondo, il che si fa portando quest'ultimo nella posizione di fermo. Del resto, i due cilindri sono collegati in modo che qualunque movimento nel primo non è possibile senza prima portare a zero il secondo.

Ogni cabina del frenatore è munita di due quadri di manovra, di cui quello a sinistra contiene:

1° un interruttore principale della corrente;

2° un interruttore doppio per ciascun motore;

3° due valvole fusibili per ciascun motore, collegate rispettivamente sopra ciascuna parte dell'interruttore doppio, in modo che una funzioni normalmente e l'altra costituisca riserva;

4° due interruttori con valvole fusibili relative; l'uno per l'illuminazione interna e l'altro per l'esterna della carrozza;

5° un interruttore pel circuito che alimenta il motore del compressore Westinghouse.

Il quadro a destra, oltrechè l'ampermetro nel circuito principale ed il voltmetro sui poli della batteria, contiene anche i tre commutatori con le relative valvole fusibili per la commutazione delle lampade collocate nei fanali di segnalamento, nonchè quattro morsetti pel collegamento di un ampermetro e di un wattmetro registratore.

Le carrozze furono messe quindi in condizioni di poter servire ad importanti esperienze nel campo della trazione.

A questo scopo furono già acquistati due amperometri registratori, sistema Richard-Frères di Parigi, pel rilievo dei diagrammi degli ampère forniti dalla batteria nel percorso della carrozza.

Le batterie d'accumulatori, applicate nelle dette carrozze, sono due: una, che è la più importante, è quella destinata a fornire corrente agli elettromotori per trazione, e da questa viene alimentato anche il motorino azionante la pompa del Westinghouse; l'altra è destinata per alimentare i circuiti dell'illuminazione.

Per questa illuminazione si ricorse all'impiego di una batteria distinta, allo scopo di non esporri a continue variazioni nell'intensità luminosa, ciò che non sarebbe stato possibile evitare, derivando la corrente dalla batteria principale della carrozza.

L'illuminazione è fatta con lampade a 23 volt; quindi la batteria impiegata è costituita da due serie di dodici elementi ciascuna, collegate fra loro in parallelo e inserite nel circuito principale di alimentazione.

Questa batteria, contrariamente a quella impiegata a scopo di trazione, è del cosiddetto tipo trasportabile, e viene giornalmente ricaricata, servendosi dell'apposita officina installata presso la stazione di Milano per la carica degli accumulatori dell'illuminazione elettrica delle carrozze ordinarie.

L'ubicazione della suddetta batteria è in una delle cabine del *Wattman*, e precisamente dalla parte opposta a quella ove trovasi il compressore Westinghouse; la sua capacità d'accumulazione è sufficiente per alimentare durante cinque ore l'illuminazione completa della carrozza.

La batteria principale è costituita da due serie di 65 elementi, che possono essere collegate, come dissi più sopra, nei *controllers*, in serie od in parallelo fra loro. Nel primo caso, che è quello che normalmente si verifica, si produce una corrente di scarica alla tensione media di $230 \div 220$ volt.

Questa batteria, come si disse, è destinata alla alimentazione, oltrechè degli elettromotori per trazione, anche di quello azionante la pompa del Westinghouse.

Per l'alimentazione di quest'ultima si credette opportuno ricorrere al sistema d'impiegare una

metà della batteria pel viaggio d'andata, e l'altra metà pel viaggio di ritorno, allo scopo di poter avere in fine corsa pressochè ugualmente scariche le due parti della batteria.

Per realizzare ciò si è progettata l'applicazione in una delle due cabine di un apposito commutatore, manovrando il quale si può a volontà inserire il motore nell'una o nell'altra metà della intera batteria.

La capacità di accumulazione dell'intera batteria è tale, che possono effettuarsi due corse doppie, andata e ritorno, fra Milano e Monza, con una sola ricarica; in altri termini, essendo il percorso dell'intera linea Milano-Monza di 13 chilometri, si può dire che con la batteria impiegata si possono effettuare 50 chilometri circa di percorso complessivo.

Questa batteria è collocata inferiormente al telaio della carrozza in apposite casse longitudinali fissate al telaio stesso (V. Tav. I e II).

Nella costruzione di dette casse si ricorse all'impiego di due lunghi ferri d'angolo, sostenuti al telaio di tratto in tratto da tanti tiranti distanziati fra loro dallo spazio necessario per contenere una delle casse di raggruppamento dei diversi elementi, e ciò allo scopo di alleggerire tutto il sistema, pur conservando la voluta resistenza.

Ciascuna di queste casse di raggruppamento contiene cinque elementi collegati in serie fra loro, ed il collegamento è fatto mediante pezzi di congiunzione in piombo, saldati ai reofori di ciascun elemento; i due poli estremi di questa serie sono collocati sulla parte anteriore della parete della cassa e finiscono con morsetti a vite di bronzo a doppio dado.

Allorchè queste casse di raggruppamento sono disposte nelle casse longitudinali fissate al telaio della carrozza, si costituisce una serie completa di tutti gli elementi della batteria mediante l'impiego di tratti di conduttori flessibili isolati, i quali, con le loro estremità, vanno a fissarsi ai morsetti a vite di due casse di raggruppamento consecutive.

Per facilitare l'introduzione e l'estrazione di dette casse di raggruppamento da quelle di contegno, furono applicati in queste ultime appositi sistemi di scorrimento, sui quali vengono a spostarsi le casse di raggruppamento. Tali sistemi di scorrimento sono costituiti da una serie di rulli, i quali possono girare intorno al loro asse, e possono nel contempo spostarsi parallelamente a sè stessi; in tal modo la resistenza d'attrito viene evidentemente di molto ridotta, ed è possibile quindi effettuare con grande facilità lo spostamento e la manovra delle casse piuttosto pesanti di raggruppamento degli elementi.

Il sistema, all'atto pratico, ha dato soddisfacenti risultati, e si è potuto constatare che per mettere

o togliere d'opera l'intera batteria, allorchè la carrozza trovasi nella tettoia di revisione, di cui parlerò in appresso, importa un periodo di tempo non superiore alle due o tre ore.

Per assicurare la ventilazione nelle casse di contegno, durante la carica delle batterie, la quale si effettua senza togliere queste dalla carrozza, le casse stesse vennero messe in comunicazione fra loro ad entrambe le estremità con due tubi muniti di un apposito bocchettone a vite, da cui si fa l'aspirazione dei gas, sviluppantisi durante la carica degli accumulatori.

Del modo con cui si effettua tale aspirazione, all'atto pratico, dirò in seguito, allorchè parlerò della tettoia di revisione.

Durante la scarica degli accumulatori, e cioè nella marcia della carrozza, l'aspirazione dei gas viene sufficientemente assicurata da quattro ventilatori conosciuti sotto il nome di *aspiratori Torpedo*, applicati sul tetto della carrozza ed in comunicazione mediante tubi di piombo con le casse sottostanti.

Da quanto sopra si è detto si capisce, come col sistema adottato sia facile effettuare un'ispezione continua ai diversi elementi della batteria, e ciò col semplice uso di un voltmetro tascabile, graduato al massimo fino a 15 volt.

Se da questa verifica risulta che non si ha il richiesto voltaggio in qualcuna delle casse di raggruppamento, il che fa supporre l'esistenza di qualche avaria, allora si può effettuare subito il ricambio. A questo pregio del sistema, che ha una grande importanza pratica, specie quando le carrozze devono essere assoggettate ad un servizio oneroso e quasi continuo, bisogna aggiungere i seguenti vantaggi:

1° quello di evitare che i gas, producentisi durante la reazione chimica degli accumulatori, abbiano a penetrare anche in minima parte nell'interno delle carrozze;

2° quello di eliminare l'inconveniente di spandimenti d'acido nell'operazione di verifica o di ricambio degli elementi, e quindi di poter conservare sempre la necessaria nettezza, non solo all'interno, ma anche all'esterno della carrozza.

Per mettere in maggior evidenza questo punto importante del sistema, credo qui opportuno ricordare come, allo scopo di evitare il cattivo odore nell'interno delle carrozze, nonché la facilità d'imbrattamento dell'interno stesso in caso di verifica e ricambio delle batterie, come anche allo scopo di facilitare la manovra delle medesime in caso di revisione e riparazione, è stata preoccupazione dei tecnici di eliminare da questo sistema di trazione gli accumulatori dall'interno delle carrozze, e, come nei tentativi fatti finora sotto questo punto di vista, non si raggiunsero i risultati desiderati. Ricorderò in proposito, come in alcune carrozze

tramviarie si tentò, ma senza risultato, d'applicare gli accumulatori inferiormente alle carrozze stesse; in altre invece, pur conservando l'ubicazione degli accumulatori sotto i sedili, si cercò di separare dall'interno delle carrozze l'ambiente destinato a contenere gli accumulatori col chiudere ermeticamente i detti ambienti e col praticare sulle pareti esterne della carrozza apposite portine per l'estrazione delle batterie; questo sistema però non raggiunse il vantaggio di una facilità di manovra delle batterie in caso di verifica o ricambio delle medesime.

Nelle grandi ferrovie un esempio importante di trazione elettrica con accumulatori lo troviamo sulle linee prussiane del Palatinato e precisamente su quella da Ludwigshafen a Neustadt di 29 chilometri circa di percorso.

Nelle quattro carrozze, che ora si hanno in circolazione sopra quella linea pel servizio locale, e che sono carrozze di III classe dell'ordinario tipo a compartimenti separati, gli accumulatori sono piazzati sotto i sedili dei passeggeri all'istesso modo adottato dalla Società degli accumulatori Tudor nei tramvai a sistema misto di Hannover e di altre città estere e, per parlare dell'Italia, nelle carrozze di alcune linee tramviarie di Torino ed ultimamente di Roma.

Invece nelle carrozze, state recentemente costrutte, delle Ferrovie dello Stato Belga e che furono messe solo da poco tempo in servizio, vennero riservati per l'ubicazione degli accumulatori appositi compartimenti in vicinanza delle cabine del *Wattman*, compartimenti che vennero suddivisi in due piani per poter meglio utilizzare lo spazio e mettervi la massima quantità di accumulatori. Con ciò, mentre si eliminò l'inconveniente di avere gli accumulatori nei compartimenti dei viaggiatori, mi sembra che non venne sufficientemente risolto il problema di una facile e sollecita manovra degli accumulatori stessi in caso di revisione od in caso di ricambio delle casse per avarie riscontrate negli elementi, o per spandimento d'acido; il sistema tuttavia segna un miglioramento dal punto di vista dell'ubicazione degli accumulatori, ma certamente esso presenterà dal lato della manovra degli accumulatori una certa difficoltà ed una certa lentezza nell'operazione, mentre da questi punti di vista il sistema adottato dalle Ferrovie del Mediterraneo si è dimostrato all'atto pratico molto adatto allo scopo.

Per finire dirò, in merito a quanto si riferisce all'elemento degli accumulatori impiegati, che esso è costituito da 11 placche positive, 10 placche intere negative intermedie e due mezze placche negative d'estremità, e tutte hanno la dimensione di 178 X 340 mm.

Le positive appartengono alla categoria di quelle derivate dall'originario tipo Planté, le negative

sono a posta del tipo Faure e la superficie attiva delle prime è circa otto volte la loro superficie libera esteriore.

Considerato l'elemento dal punto di vista meccanico, dirò che tutte le placche negative costituiscono un tutto solo, essendo collegate fra loro superiormente ed inferiormente da intelaiatura in lamine di piombo, col mezzo delle quali l'elemento viene a poggiare sulle pareti interne delle casse di raggruppamento; l'insieme delle placche positive è sospeso sul gruppo delle negative coll'intermediario di bastoncini in ebonite; tutte le placche poi sono tenute a distanza fissa fra loro mediante l'impiego di tubetti di vetro e forcelle in ebonite. L'insieme presenta molta compattezza, e difficile riesce qualsiasi spostamento nella posizione delle placche, anche per scosse forti che si facciano subire alle casse di raggruppamento.

Così, o signori, ho ultimata la descrizione sommaria delle carrozze automotrici, darò ora un cenno sull'impianto di produzione della corrente di carica degli accumulatori, nonché su quello della tettoia di deposito e di revisione delle carrozze (V. Tavole III e IV).

La corrente di carica degli accumulatori ad una tensione variabile da 300 ÷ 350 volt, viene prodotta da un ordinario trasformatore rotante o rad-drizzatore di corrente costituito da un motore a corrente alternata trifasica e da una dinamo a corrente continua accoppiata direttamente al motore mediante giunto elastico.

Pel funzionamento di detto trasformatore è utilizzata la corrente trifasica a 3600 volt, fornita dalla Società Italiana Edison di elettricità sedente in Milano, la quale corrente viene condotta al locale destinato alla trasformazione mediante canapo sotto piombo interrato ad una profondità di circa m. 1,20 al disotto del piano delle rotaie.

La corrente primaria, dopo avere attraversata una doppia serie di valvole fusibili, e cioè quelle piazzate dalla Società fornitrice dell'energia, nonché quelle facenti parte dell'impianto della Mediterranea, viene direttamente immessa attraverso un interruttore a contatti multipli nelle spirali della parte fissa dell'elettromotore trifasico sopra accennato. Queste spirali sono collegate in modo fra loro da costituire un sistema trifasico a concatenamento chiuso.

La messa in marcia del motore si effettua inserendo nei circuiti della parte mobile, i quali in questo caso sono due, spostati fra loro a 90°, come un ordinario sistema bifasico, delle resistenze immerse nell'olio.

La dinamo, che è accoppiata al detto motore, è eccitata in derivazione con un collettore molto

ampio munito di sei serie di spazzole raccogliatrici della corrente.

Il quadro di distribuzione contiene:

1. un ampermetro da 0 ÷ 20 ampère per la corrente primaria ad alta tensione;
2. un ampermetro da 0 ÷ 300 ampère ed un voltmetro da 200-400 volt per la corrente continua di carica;
3. un indicatore della direzione della corrente continua;
4. un interruttore a mano per la corrente ad alta tensione, disposto in modo speciale come è detto più sotto;
5. un altro interruttore a mano ed uno automatico a minimo per la corrente continua di carica;
6. un reostato di regolazione della corrente di carica;
7. le valvole fusibili per la corrente di carica.

Al voltmetro è annesso un piccolo commutatore in modo che l'istrumento può inserirsi, oltre che sui poli della dinamo, anche su quelli della batteria di accumulatori sotto carica, e così regolarsi in qual momento si debba iniziare l'operazione di carica.

In detto quadro si curò di mettere in condizioni del tutto inaccessibili le parti attraversate da correnti ad alta tensione; così l'ampermetro, oltre ad essere collocato nella parte più alta del quadro, è protetto da doppia guaina metallica ricoperta a vetri; inoltre l'interruttore della corrente primaria è collocato al disopra del quadro in modo del tutto inaccessibile al personale di servizio e la sua manovra si fa dal basso mediante apposita leva e tirante isolante.

Annesso al detto impianto vi è un piccolo trasformatore statico trifasico per abbassare la tensione a 100 volt, occorrente pel funzionamento dell'illuminazione, sia del detto locale, che di quella della tettoia di revisione, nonché per attivare un motorino elettrico azionante un ventilatore collocato nella detta tettoia, e del cui uso parlerò in seguito.

La corrente continua prodotta viene trasportata con una linea aerea alla tettoia di revisione ove trovansi gli apparecchi occorrenti per effettuare la carica degli accumulatori (V. Tav. IV).

Questa tettoia è suddivisa in due parti; nella prima si ha il binario di deposito della carrozza, e si può quindi chiamare la rimessa della carrozza; l'altra parte invece è adibita ad uso di effettiva revisione ed eventuale riparazione degli accumulatori, per cui la indicherò col nome di camera di revisione.

Nella prima di queste parti, e proprio in corrispondenza del binario di deposito, si trova una lunga fossa della profondità di m. 1,20, occorrente per visitare, oltrechè tutti gli organi meccanici della carrozza, anche l'interno degli elettromotori

e di tutti gli altri apparecchi elettrici collocati inferiormente alla carrozza stessa.

Lateralmente e da entrambe le parti del binario di deposito sono disposti due binari a scartamento ridotto, di 750 mm., i quali si prolungano anche attraverso la camera di revisione. Uno speciale carrello, appositamente studiato, scorre su questi binari e serve per togliere o mettere in opera nella carrozza le diverse casse di raggruppamento degli elementi costituenti la batteria di accumulatori.

Stante le variazioni d'altezza che subisce la carrozza per effetto della sua sospensione elastica, man mano che si tolgono o si mettono in opera le suddette casse di raggruppamento, il carrello venne studiato in modo che il suo piano possa essere facilmente portato a diverse altezze, il che si effettua colla manovra di viti di correzione che agiscono sui cuscinetti degli assi di detto carrello. Detto carrello è inoltre munito di apposito argano per facilitare la manovra di introduzione e di estrazione delle casse di raggruppamento degli elementi da quelle di contegno fisse al telaio della carrozza.

Mediante questo carrello le casse di raggruppamento possono facilmente essere trasportate dalla camera di revisione alla rimessa e viceversa; si può quindi con questo mezzo caricare o scaricare la carrozza dei suoi accumulatori, sia interamente che parzialmente, cioè soltanto di quelli che si rinvenissero avariati e ciò con una manovra semplice e poco faticosa per la quale bastano due o tre uomini.

A questo scopo, nelle camere di revisione si hanno da entrambe le parti tante banchine di deposito alla stessa altezza media delle casse di contegno degli accumulatori nelle carrozze, e provviste degli stessi sistemi di scorrimento applicati alle carrozze, sulle quali banchine possono collocarsi le casse di raggruppamento sotto esame, come quelle di riserva completamente pronte a poter entrare in funzionamento.

Oltre alle banchine di deposito si hanno nel mezzo della camera due banchine, che chiamerò di lavoro, ove si effettua la revisione degli accumulatori avariati ed il montaggio di quelli di riserva.

Perciò intorno a questi banchi si può circolare liberamente; dippiù, allo scopo di poter facilmente manovrare gli elementi degli accumulatori, piuttosto pesanti, si ha una piccola gru scorrevole a taglia differenziale, mediante la quale si eseguono con la massima facilità tutte le manovre occorrenti.

Annessa alla tettoia di revisione si ha la così detta colonna di carica degli accumulatori, ove mettono capo, oltrechè i conduttori di trasporto della corrente di carica, anche quelli per il funzionamento dell'illuminazione del locale, nonché del motorino elettrico trifasico azionante il ventilatore.

Questa colonna di carica contiene (V. Tav. III):

1° il raccordo per la presa della corrente di carica con un voltmetro ed un ampermetro per la medesima;

2° un interruttore e due valvole fusibili per la corrente di carica;

3° un interruttore con valvola fusibile per l'illuminazione;

4° un interruttore con valvola fusibile per il motorino trifasico azionante il ventilatore.

Questo ventilatore serve da esaustore dei gas che si producono durante la carica degli accumulatori, e perciò la condotta aspirante viene collegata mediante due tubi mobili in gomma alle due bocche di uscita di cui sono munite le casse di contegno degli accumulatori.

Oltre a ciò, questa colonna di carica è collegata alle stazioni generatrici con un altro circuito in cui sono inserite due sonerie elettriche, delle quali una è collocata nella tettoia di revisione, l'altra nell'impianto di produzione della corrente di carica. Un *relais* serve a stabilire, allorché la batteria d'accumulatori ha raggiunto la voluta tensione di carica, un circuito fra due sonerie alimentato da alcune pile a secco, per avvisare tanto il personale addetto alla sorveglianza della tettoia di deposito, che quello della stazione di produzione della corrente di carica, che detta carica è già ultimata; le sonerie possono essere anche comandate a mano, permettendo così al personale che sorveglia la carica degli accumulatori di dare a quello dell'officina di produzione della corrente gli avvisi della messa in marcia o dell'arresto delle macchine.

La carica dell'energia elettrica col sistema adottato si effettua senza togliere gli accumulatori dalle carrozze; e l'operazione di togliere d'opera gli accumulatori si fa soltanto a scopo di revisione; cioè quando da una misura del voltaggio di una cassa di raggruppamento si ha ragione di presupporre un'avaria in qualcuno degli elementi, o quando occorresse togliere le casse di raggruppamento degli elementi per la revisione periodica o per l'aggiunta dell'acido; si può dire quindi, che effettuatasi la prima volta la messa in opera di tutte le batterie nelle carrozze, queste restano normalmente al loro posto.

Tenute presenti queste disposizioni applicate per l'effettuazione della verifica e revisione, nonché della carica e scarica degli accumulatori, in correlazione con lo studio delle carrozze, si può dire che il sistema adottato presenta i seguenti vantaggi:

1° una grande celerità nel ricambio delle batterie eventualmente avariate, e la possibilità di poter levare in tempo relativamente breve, cioè in due o tre ore coll'impiego di soli due o tre uomini, tutta la batteria, per il rialzo o la visita delle parti meccaniche della cassa;

2° lo spostamento delle casse di raggruppamento avviene sempre in piani orizzontali, per cui il fondo loro che sostiene tutto il peso delle placche resta sempre appoggiato in diversi punti e quindi è difficilmente soggetto ad avarie;

3° la possibilità di poter quasi a vista d'occhio verificare se non vi sia difetto in qualche elemento della batteria.

Ho creduto opportuno d'insistere su questo punto, perchè è ciò che costituisce la parte più importante del sistema adottato dalla Mediterranea, e ne determina, per così dire, la sua specialità.

Parlando delle carrozze automotrici ho accennato al sistema impiegato nelle carrozze in servizio sulla linea Ludwigshafen-Neustadt, nonchè a quelle recentemente messe in servizio sulle ferrovie dello Stato belga.

Ho creduto limitare l'accenno solamente a questi due esempi, perchè sono quelli che hanno ricevuto, specialmente il primo, la sanzione della pratica da qualche tempo; aggiungerò in proposito che, a quanto mi risulta, studi si stanno facendo in questo genere di trazione presso le ferrovie ungheresi dello Stato e presso quelle francesi della Compagnia del Nord, nonchè, per citar un esempio che ci riguarda più da vicino, anche le ferrovie italiane dell'Adriatico studiano delle carrozze automotrici ad accumulatori, che saranno messe in servizio sulla Bologna-San Felice. Ora, stando ai primi due esempi, i cui sistemi adottati sono di già conosciuti, abbiamo visto che l'ubicazione degli accumulatori nella carrozza fu fatta con criteri differenti; quindi il sistema adottato dalla Mediterranea fa la prima volta la sua apparizione nella pratica, e non esito ad affermare che per la sua semplicità e per i vantaggi che realizza è destinato ad avere ulteriore applicazione in questo genere di trazione.

**

Prima di lasciarvi, o signori, mi corre l'obbligo di far notare che, mentre il progetto generale di tutti gli impianti venne eseguito dalla Società delle Strade Ferrate del Mediterraneo, in particolare lo studio degli apparecchi elettrici, tanto delle carrozze automotrici che delle officine centrali di produzione della corrente, venne fatto dalla ditta Schuckert di Norimberga; quello degli accumulatori e casse di raggruppamento dalla ditta Giovanni Henseberger di Monza, e le carrozze furono costruite dalla ditta Grondona, Comi e C., e tutt'e tre con la loro intelligente ed attiva cooperazione, contribuirono molto al risultato tecnico dell'esperimento, che fu del tutto soddisfacente.

Ho completato così la disamina dal lato puramente descrittivo degli impianti eseguiti dalla Mediterranea. In un'altra lettura, che mi riservo far

in appresso, esporrò i dati relativi ai detti impianti, nonchè il procedimento di calcolo seguito nello studio del progetto, e quello, che è certo più importante, di risultati delle esperienze che si faranno sulle dette carrozze con gli apparecchi registratori; farò seguire in ultimo, per esaurire l'argomento, alcune considerazioni mie personali dal punto di vista economico sull'applicazione di questo sistema di trazione pel servizio viaggiatori sulle linee secondarie di traffico limitato.

Intanto, a titolo di notizia preliminare, credo opportuno di dare qui, con alcuni dati principali sui pesi delle diverse parti delle carrozze automotrici, notizia sul consumo approssimativo d'energia che si ebbe a verificare in questi primi tempi per lo spostamento delle carrozze stesse, alla velocità prescritta di 40 km. all'ora.

Il peso complessivo delle carrozze, senza il sovraccarico, è di kg. 58,000, approssimativamente così distribuito:

Carrozza propriamente detta . . .	kg. 34,000
Motori per trazione, <i>controllers</i> , cavi ed accessori, nonchè compressore elettrico per freno Westinghouse . . .	» 5,500
Batteria accumulatori per trazione . . .	» 18,000
» » per luce . . .	» 500
Totale kg. 58,000	

Il peso di ciascun elemento della batteria per trazione è di kg. 105; si ha così un peso complessivo di placche di:

$$105 \times 130 = \text{kg. } 13,650.$$

Tutto il resto del peso delle batterie è dovuto al rivestimento di piombo per ogni cella delle casse di raggruppamento, al peso di queste ultime, nonchè a quello dell'acido.

La corrente media di scarica pel trascinarsi della carrozza nel viaggio di andata Milano-Monza è di $280 \div 300$ ampère, con una tensione media, a circuito chiuso della batteria di $230 \div 220$ volt.

Nel viaggio di ritorno Monza-Milano, la corrente media di scarica è di $230 \div 250$ ampère, con la stessa tensione della batteria; e per un buon terzo del percorso, il viaggio si effettua senza consumo di corrente.

Negli avviamenti si ha una erogazione fino a $350 \div 450$ ampère, ma solo per pochi istanti.

La batteria, allorchè è carica completamente, segna una tensione a circuito aperto di $275 \div 280$ volt, ed in queste condizioni i due viaggi di andata e ritorno Milano-Monza, prescritti per ogni carica della batteria, s'effettuano coll'abbassamento della tensione complessiva della batteria fino a 260 volt circa a circuito aperto, cioè ad una tensione per elemento di 2 volt circa; ciò fa supporre che

la batteria d'accumulatori possiede, allo stato attuale, una capacità assai maggiore di quella strettamente necessaria, e quindi potrebbesi con una sola carica effettuare con la medesima un più lungo percorso.

Difatti, negli esperimenti eseguiti di tre corse complete Milano-Monza, con una sola carica, non che in quello del viaggio di andata e ritorno sulla

linea Milano-Pavia, del percorso di circa $2 \times 36 = 72$ chilometri, si verificò un abbassamento di tensione tale da far ritenere che la batteria conteneva ancora accumulata energia sufficiente per effettuare almeno un quarto viaggio Milano-Monza.

Ing. F. SANTORO.

Verbale dell'adunanza del 17 Marzo 1899

ORDINE DEL GIORNO:

1. *Votazione per l'ammissione di Soci.*
2. *Votazione per l'inserzione negli Atti della Memoria del socio FILIPPO SANTORO sugli impianti eseguiti dalla Società per le Strade Ferrate del Mediterraneo per un esperimento di trazione elettrica ad accumulatori sulla linea Milano-Monza.*
3. *Proposte del Comitato relative a due concorsi a premi da bandirsi in seno alla Società sui due temi dell'acqua potabile e dei cementi semplici e armati applicati alle costruzioni.*

Presidenza VICARJ.

Sono presenti i Soci :

Bertola	Montù C.
Boella	Morra
Cappa	Nicolello
Casetta	Nuvoli
Castelnuovo	Penati
Cornetti	Porcheddu
Daviso	Quagliotti
Ferria	Reycend
Francesetti	Salomone
Giovara	Sbarbaro
Guidi	Silvano
Jorio	Soldati Roberto
Losio	Tedeschi
Masino	Thierbach
Maternini	Vicarj
Scusano l'assenza Frescot ed Arnò.	

Letto ed approvato il verbale della seduta precedente, il *Presidente* commemora brevemente il compianto socio Camillo Riccio, annunciando all'Assemblea che prossimamente il socio Caselli farà dell'illustre estinto una più ampia commemorazione.

Si passa in seguito alla votazione per l'ammissione dei nuovi Soci :

Di Belgioioso conte ing. *Ariberto*, presentato dai soci Fadda e Thierbach;

Gramegna cav. ing. *Alberto*, presentato dal socio Fadda;

Rocca ing. *Alfredo*, presentato dai soci Vicarj e Caselli;

Tessari ing. *Antonio*, presentato dai soci Lombardi e Montù.

Riescono eletti all'unanimità.

Il *Presidente* consegna in seguito al socio ing. Bertola la medaglia d'oro assegnata dalla Società all'ariete-pompa Audoli e Bertola. L'ing. Bertola ringrazia commosso. Essendo assente l'ing. Arno, si stabilisce di fargli tenere a casa la medaglia d'oro assegnata dalla Società al trasformatore di fase Ferraris-Arnò.

Messa in votazione la proposta di cui al N. 2 dell'ordine del giorno è approvata per acclamazione.

Passando al N. 3 dell'ordine del giorno, il *Presidente* comunica la proposta del Comitato di bandire in seno alla Società, con premio di L. 500 caduno, due concorsi per le migliori monografie sui due temi proposti dai prof. Guidi e Reycend.

Approvata in massima dall'Assemblea la proposta di tali concorsi, il *Presidente* riferisce che essi si formulerebbero nei termini seguenti:

« La Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino bandisce due concorsi, con premio di lire 500 caduno, fra gli Ingegneri che all'epoca della chiusura dei medesimi apparterranno alla Società, in qualità di Soci effettivi da non meno di un semestre, esclusi i membri del Comitato direttivo. I concorsi riguardano due monografie rispettivamente sui due temi seguenti :

« 1° Studi e proposte concrete onde provvedere d'acqua potabile, nel miglior modo ed al più presto possibile, la città di Torino;

« 2° Del cemento. Sue proprietà come materiale da costruzione, e metodi per valutarle. Sue applicazioni nelle costruzioni, sia che vi entri in unione soltanto a conglomeranti, sia che venga associato al ferro nei così detti *cementi armati*. Studio critico comparativo fra le teorie statiche recentemente emesse sui medesimi ».

Aperta la discussione sull'argomento, *Losio* fa formale proposta all'Assemblea di togliere l'esclusione dei membri del Comitato dal prender parte ai concorsi.

Messa in votazione la proposta *Losio*, è approvata.

Losio propone in seguito che si fissi per i due concorsi la scadenza al 31 dicembre 1899.