

FERROVIA MONOFASE SISTEMA FINZI

per l'Esposizione di Milano 1906

Coloro che hanno seguito negli ultimi anni lo svolgimento di questo importante argomento, e delle discussioni che seguirono anche per parte di sostenitori di altri sistemi di trazione, ben sanno che la trazione monofase con motori a collettore, ormai praticata sopra una dozzina di linee in Europa ed in America, realizza i vantaggi di semplicità e di razionale adattamento che apparvero ai primi che ebbero fede in questo sistema, mentre i difetti che la teoria prevedeva per i motori, vengono a poco a poco diminuendo grazie allo studio che si fa di ogni singolo dettaglio costruttivo.

L'evoluzione dei motori monofasi per trazione, mostra da una parte una serie di miglioramenti portati all'originale motore in serie, che dal Finzi e dal Lamme venne impiegato nei primi esperimenti, dall'altra l'apparire del motore a repulsione sotto due forme diverse: quella iniziale del Thomson, e quella compensata del Latour-Eichberg.

Nel sistema in serie propriamente detto — il quale sembra assicurare la soluzione più semplice anche per unità di grande potenza (la Westinghouse ha costruito recentemente un motore monofase della potenza di 375 HP.) quando venga scelta una frequenza sufficientemente bassa (15-25 periodi) nel circuito di alimentazione — le modificazioni applicate nei motori Finzi ebbero per fine semplicemente di ottenere la completa neutralizzazione dell'azione magnetizzante d'indotto con un circuito spostato di 90° rispetto al circuito induttore.

Importa osservare da un lato, che anche il Lamme (Westinghouse) applicò nei suoi ultimi motori questa compensazione in serie in luogo dei poli saturati e dei corti circuiti che facevano oggetto delle prime costruzioni e pubblicazioni; dall'altro che questa compensazione in serie era già stata introdotta dal Dr. Finzi parecchi anni fa per macchine a corrente continua, dopo gli studi del Ryan e del Fischer-Hinnen; di fatto funziona ancora una dinamo Finzi tipo 1896 la quale realizza esattamente quella speciale costruzione di circuiti induttore e compensatore distribuiti, che riapparve due anni fa per opera del Déri.

I nostri lettori ricordano che fra le prime esperienze di trazione monofase sono da notare quelle compiute in Milano nel 1903 dal collega nostro Dr. Giorgio Finzi col concorso della Società Brioschi Finzi e della Società Edison sulla linea Milano-Musocco: esse cominciarono a dissipare, col loro risultato soddisfacente, i pregiudizii che si erano andati accumulando contro l'applicazione di motori a collettore colle correnti alternate per scopo di trazione: d'allora in poi anche in Italia il lavoro di perfezionamento non è cessato.

Ed oggi, grazie al coraggio dell'Unione Elettrotecnica Italiana, che seppe costruire ottimamente il materiale occorrente e non si peritò di assumere in proprio una ferrovia pel servizio dell'Esposizione,

abbiamo una applicazione veramente notevole di questo sistema del Finzi che segnerà un altro passo avanti della elettrotrazione.

Fin da quando sorse l'idea di fare un'Esposizione a Milano, si decise di dividerla in due parti e cioè: Parco e Piazza d'Armi, e di congiungerle con un mezzo di locomozione adatto e che nello stesso tempo fosse qualche cosa di attraente per i numerosi visitatori dell'Esposizione.

Data l'esistenza della stazione di smistamento, che rappresenta una specie di barriera tra il Parco e la Piazza d'Armi, s'impose la costruzione di una ferrovia elevata.

Il viadotto, le stazioni, la rimessa e l'armamento stradale furono studiati e progettati dal Comitato Esecutivo per l'Esposizione di Milano ed eseguiti dalla carpenteria Banfi e C.

Tutto il materiale elettrico della ferrovia propria-



Dott. Giorgio Finzi.

mente detta e cioè motori, trasformatori, controller, materiale per la linea di trolley ecc. fu calcolato, studiato e disegnato dal «Comitato per la Trazione Elettrica Dr. G. Finzi» ora disciolto per trasformarsi nella Società «Officine Elettro-Ferrovie». Esecutrice del materiale elettrico di cui sopra fu l'Unione Elettrotecnica Italiana, la quale inoltre ha studiato, disegnato ed eseguito l'impianto della centrale.

Singole parti e come verrà più sotto indicato, furono eseguite da Ditte diverse.

Tracciato. — Dalle nostre figure 6 e 7 appare in modo chiaro quale sia il tracciato della linea. Il suo percorso è a doppio binario, le stazioni invece sono a binario semplice, allo scopo di rendere più facile la divisione dei viaggiatori in salita e di quelli in discesa; però prevedendo il pericolo che può presentare il fatto di aversi un binario solo in stazione, si è pensato di applicare, parallelamente al binario unico, un binario sabbiato di sicurezza.

Dalla stazione del Parco si dirama il binario che conduce alla rimessa-vetture, situata nelle vicinanze della via Mario Pagano. La lunghezza complessiva della linea è di circa 1400 metri; la pendenza massima del 35 per mille si ha presso a poco alla stazione del Parco assieme ad una curva del raggio medio di 90 metri. Per tal modo la linea venne posta per lo studio della parte elettrica in condizioni



Fig. 2 (298). — Stazione al Parco.

difficilissime data la concomitanza delle condizioni seguenti:

1. pendenza massima del 35 per 1000;
2. curva di raggio medio di 90 metri;
3. periodo di avviamento;
4. distanza massima dalla Centrale e quindi massima caduta di potenziale sulla linea.

La forte pendenza del Parco fu imposta dal Comitato Esecutivo per ragioni di estetica e precisamente per non ostacolare la vista dell'Arco del Sempione; le forti curve furono invece richieste

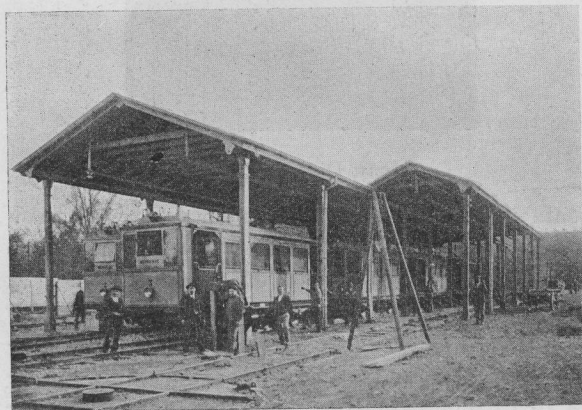


Fig. 4 (300). — Rimessa delle vetture.

dal non poter attraversare colla linea il viale principale del parco.

Malgrado tutte queste difficoltà l'ex Comitato Trazione, valentemente diretto dai colleghi Dr. G. Finzi ed ing. E. Tallero, ai quali oggi di cuore tributiamo una parola d'encomio, nel corso di un paio di mesi ultimava tutti i calcoli e disegni inerenti al materiale elettrico occorrente, e li passava alla Unione Elettrotecnica Italiana che ne aveva assunto in proprio l'esecuzione.

Viadotto. — Il viadotto è in parte di legno ed in parte di ferro, ed è precisamente di ferro sulla stazione di smistamento e sugli attraversamenti delle vie della città. Da metà della figura 7 appare in modo chiaro la sezione trasversale del viadotto in legno, insieme ai pali ed al materiale destinato a sostenere la linea di trolley e le lampade ad arco per l'illuminazione elettrica; l'altra metà

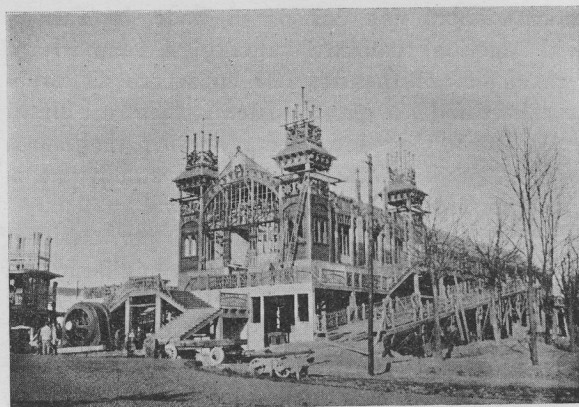


Fig. 3 (299). — Stazione piazza d'armi.

del disegno dà invece un'idea del viadotto di ferro, che in corrispondenza della stazione di smistamento è munito lateralmente di passerelle con apposite ed eleganti scale di accesso.

Le pile di questa parte sono di cemento armato.

Rotaie. — Le rotaie furono messe a disposizione del Comitato Esecutivo dalle Ferrovie dello Stato e appartengono al tipo II ex R. A. I., del peso di 27,6 Kg. per metro lineare. Dette rotaie furono collegate elettricamente fra loro, per il ritorno della corrente elettrica per mezzo di trecce di rame fles-

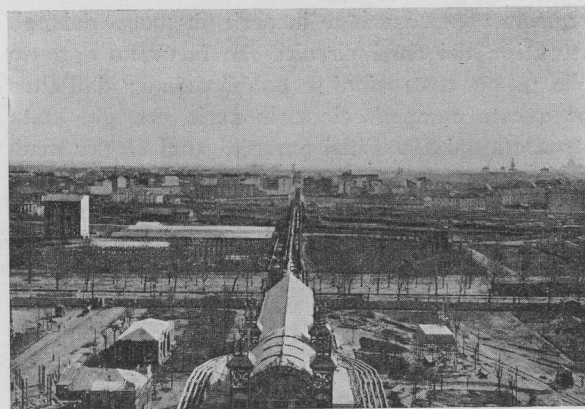


Fig. 5 (301). — Viadotto (vista generale).

sibili, saldate alle rotaie stesse in corrispondenza dei giunti, e della sezione di 70 mmq. ciascuna.

Centrale. — Nella Centrale è installato un alternatore speciale monofase a 2000 volt (tensione della linea), 15 periodi, 610 giri, con 4 poli, statore e canali aperti, induttore speciale per alte velocità, brevettato. Questo alternatore viene accoppiato con albero flangiato al motore trifase, tipo normale a 3600 volt, 42 periodi, 600 HP. Come riserva si è previsto un altro alternatore volano 2000 volt, 15

periodi, poli laminati ripartiti sulla corona del volano, canali aperti nell'indotto, accoppiato ad un motore a gas della Langen e Wolf, della potenza di 500 HP. Un gruppo con motore trifase asincrono 320 volt, 42 periodi, 6 poli e dinamo a tensione variabile da 110 a 160 serve oltre che per l'eccitazione, per la carica di una batteria di accumulatori Tudor che rappresenta una riserva per la eccitazione stessa.

Nella centrale si hanno due quadri ad alta tensione per la ferrovia costruiti dall'Unione Elettrotecnica, ed un quadro per la batteria costruito dalla Ditta Magrini.

Linea di trolley. — Dalla sezione trasversale del viadotto appare in modo chiaro il tipo normale di sospensione della linea di trolley. Questa linea è alla tensione di 2000 volt ed è costituita da due fili di rame duro elettrolitico di 50 mmq. di sezione sospesi in corrispondenza delle mezzarie dei due binari e coll'altezza massima sul piano del ferro di m. 5,50. Il filo di trolley è sostenuto nei rettifili da isolatori speciali, studiati dall'ex Comitato Trazione insieme alla Ditta Richard, che li ha forniti, e presentano la caratteristica di essere provvisti di una sospensione metallica elastica assai semplice ed elegante, che permette di fissare il gambo all'isolatore di porcellana senza ricorrere a mastici o materiali qualsiasi di riempimento. La costruzione di un isolatore a due braccia per rettifilo risulta in modo chiaro dalla figura 9; per curve invece si sono previsti isolatori figura 11 costituiti in modo analogo agli isolatori ordinari per linea di trolley. Allo scopo di avere un doppio isolamento della linea rispetto alla terra, si è trovato opportuno di applicare alla cime dei pali isolatori speciali a doppia campana (figura 8) di dimensioni relativamente piccole, quantunque molto resistenti meccanicamente. Nelle stazioni invece si è trovato opportuno, data la piccola altezza della linea, sul pavimento di accesso alle vetture, di studiare una disposizione che rendesse possibile di togliere i fili trasversali che avrebbero potuto esser facilmente toccati per mezzo di bastoni od altro con eventuale pericolo delle persone, e precisamente si applicò convenientemente il tipo di isolatore rappresentato dalla fig. 10. Anche i morsetti per la linea di trolley hanno dato ottime prove all'atto del montaggio per la loro praticità. Sia gli isolatori di linea, come quelli destinati al secondo isolamento, sono di dimensioni e di forme tali da assicurare per ciascuno l'isolamento contro una tensione alternativa efficace di 10,000 volf e questo allo scopo di potere, una volta terminata la Esposizione, continuare nell'esperienza del sistema di trazione monofase con tensioni gradatamente aumentanti per la linea da 2000 a 10,000 volf. La linea è protetta contro le scariche atmosferiche da due scaricatori, tipo ordinario a corna e per alta tensione. La linea essendo stata studiata per presa di corrente a rullo od archetto, si è previsto nella sospensione del filo di trolley nei rettifili un andamento a zig zag allo

scopo di ottenere una usura uguale ed uniforme del pezzo di presa.

Materiale Mobile. — Il materiale mobile si compone di quattro treni di servizio (figura 12) e di mezzo treno di riserva. Ogni treno è composto di

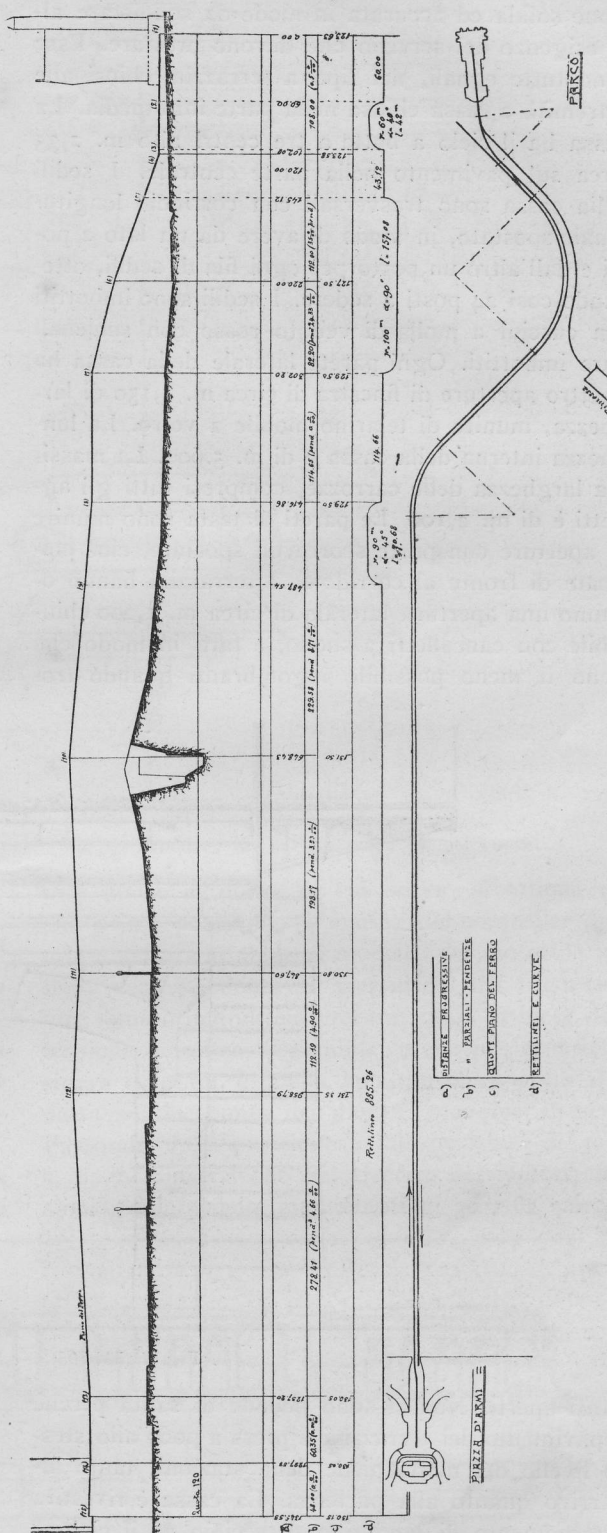


Fig. 6 (302-303). — Profilo longitudinale e planimetria.

quattro vetture ad assi radiali, ciascuna con due assi e con passo di quattro metri. La lunghezza di ogni vettura è di 10 metri e quindi quella del treno è di 40 metri. La capacità massima di ogni treno è di 250 persone, mentre il numero totale dei posti a sedere è di 96. Il peso di ogni vettura carica

di persone è di 14 tonnellate, epperò il peso del treno è di 56 tonnellate.

La velocità massima prevista è di Km. 35 all'ora circa.

Le carrozze, (figure 13, 14 e 16) sono di costruzione solida ed accurata in modo da soddisfare alle esigenze del servizio che devono prestare. Esse sono tutte eguali, del tipo a terrazzini chiusi alle estremità e cassa chiusa nella parte intermedia. La cassa ha il cielo a botte a tre centri alto m. 2,35 circa sul pavimento nella parte centrale. I sedili nella cassa sono trasversali con corridoio longitudinale spostato, in modo di avere da un lato 2 posti e dall'altro un posto per ogni fila di sedili, ottenendo così 24 posti a sedere. I sedili sono imbottiti con cuscini a molla di velluto rosso con schienali pure imbottiti. Ogni parete laterale della cassa ha quattro aperture di finestra di circa m. 1,150 di larghezza, munite di telarino mobile a vetro. La lunghezza interna della cassa è di m. 5.600. La massima larghezza delle carrozze, compresi tutti gli aggetti è di m. 2,100. Le pareti di testa sono munite di aperture con porte scorrevoli spostate, cioè collocate di fronte al corridoio. I terrazzini hanno ognuno una apertura laterale di circa m. 1,200 chiudibile con cancelletti a snodo, e fatti in modo che sieno il meno possibile ingombranti quando tro-

tali da potersi facilmente inscrivere in curve di m. 25 di raggio. Le ruote hanno un diametro di contatto di 838 m/m. Ogni carrozza oltre al freno ad aria, di cui sotto, è munita di freno ad otto ceppi compensati, agenti sulle ruote, manovrabili dalla cabina con catena, ingranaggi e volantino di bronzo.

Le vetture per la loro parte meccanica furono studiate ed eseguite assai bene dalle Officine Meccaniche di Milano.

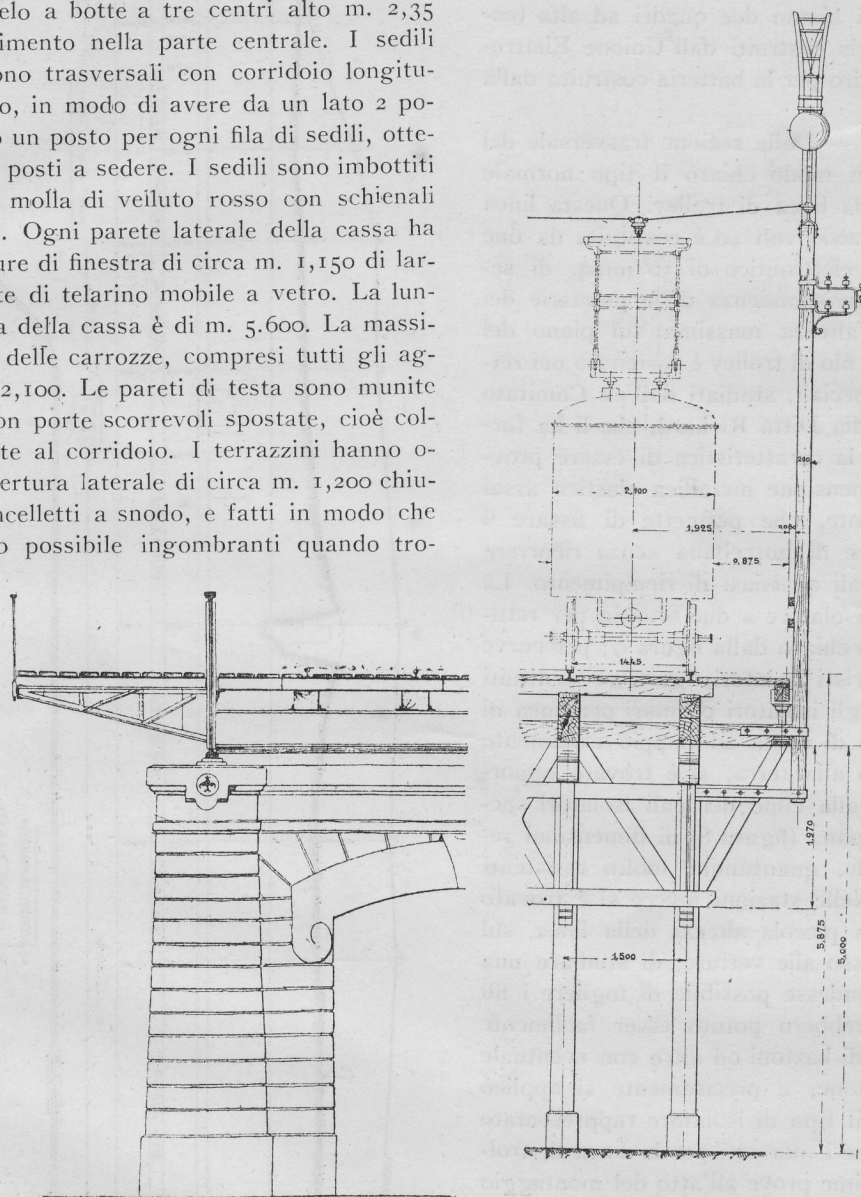


Fig. 7 (304-305). — Viadotto (sezioni).

vansi aperti. Non ci sono pedane di salita perchè il pavimento dei terrazzini è press'a poco allo stesso livello del marciapiede delle stazioni, tanto all'arrivo quanto alla partenza. La cassa è rivestita esternamente di lamierino di acciaio ed il cielo è coperto di tela olona di canape convenientemente spalmata ed inoltre di listelli di lamierino di rame messi a terra e destinati a stabilire un corto circuito e quindi lo scatto dell'automatico alla centrale, qualora per una ragione qualsiasi un filo ad alta tensione avesse a cadere sulla vettura.

Ogni vettura è munita di due assi liberi, cioè

Dalle figure 17 e 18 appare in modo chiaro la disposizione dei circuiti ad alta e bassa tensione dell'equipaggiamento elettrico d'un treno. La caratteristica più importante di questo sistema consiste nel comando semplice e diretto di estremità, ottenuto in modo elegante applicando il brevetto Finzi sulla divisione del trasformatore di corrente in due parti, di cui una viene montata sulla prima vettura, e l'altra sull'ultima delle vetture, ed il brevetto Finzi-Tallero relativo alla regolazione semplice e multipla. Interessante inoltre è la disposizione a Z della linea ad alta tensione sul tetto delle vetture.

Come appare dalla fig. 17, la corrente ad alta tensione, 2000 volt, 15 periodi, dopo essere passata attraverso una spirale di induzione destinata a creare una resistenza apparente contro le scariche atmosferiche ed obbligarle così a scari-

le vetture intermedie hanno ciascuna un solo motore; un treno resta quindi equipaggiato con 6 motori, i quali tre a tre sono inseriti in serie sul secondario del trasformatore.

Mediante la disposizione speciale del trasforma-

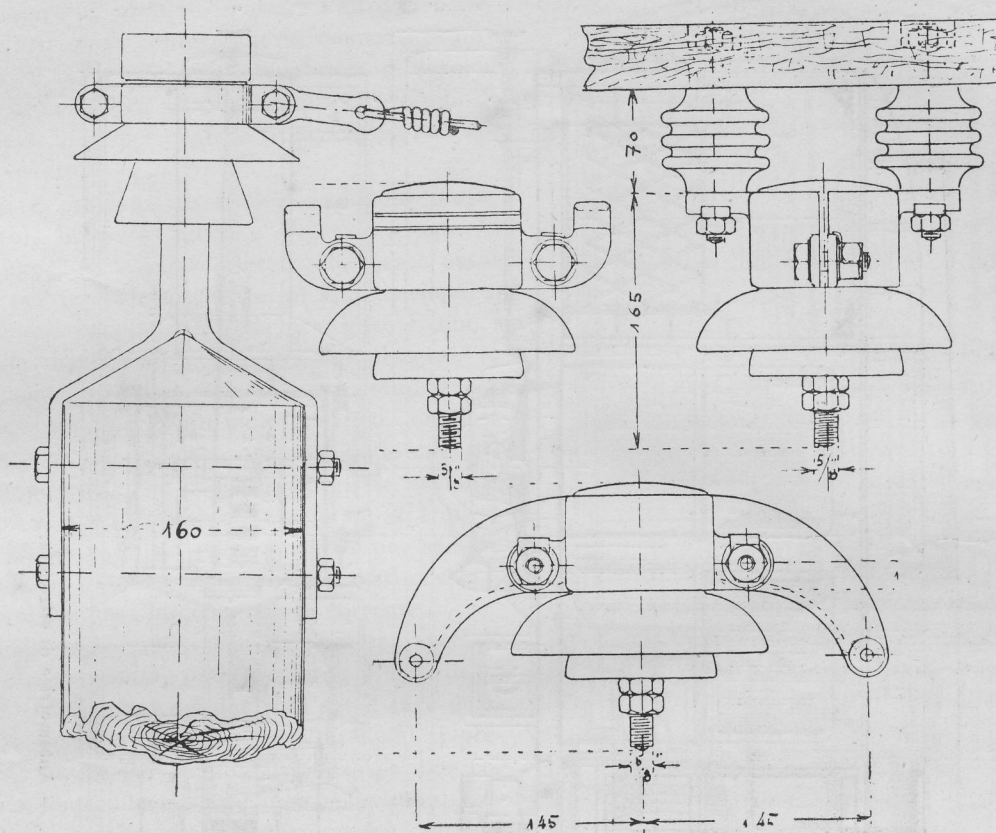


Fig. 8 a 11 (306-309). — Isolatori — Isolatore per palo; id. per rettilifilo; id. per stazione; id. per curve.

carsi attraverso il parafulmine, viene condotta al relay dell'interruttore principale che è contemporaneamente interruttore automatico e a mano, dal relay passa all'interruttore, dall'interruttore alla valvola di sicurezza per alta tensione, di qui al primario del trasformatore della prima vettura, indi di nuovo ad una delle tre linee situate sul tetto delle vetture, poi al primario del secondo trasformatore posto nell'ultima vettura e quindi a terra.

La terza linea ad alta tensione serve per la messa in parallelo del primario del primo trasformatore

tore diviso in due e di cui sopra, si ottiene che alla prima posizione di marcia del controller della prima vettura si abbia ai morsetti dei motori la tensione corrispondente al secondario del trasformatore situato nell'ultima vettura, ossia la metà della tensione massima disponibile, e che per esperienze sinora eseguite, è quella appunto che meglio si adatta per lo spunto dei motori monofasi in serie. Passando dalla posizione 1 alle posizioni 2, 3, 4, 5, 6, 7, s'inseriscono nel circuito dei motori, tensioni gradatamente aumentanti di 30 volt, portan-

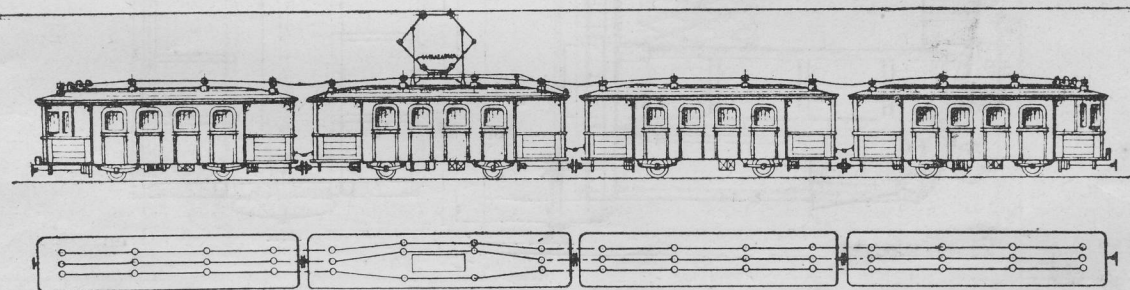


Fig. 12 (310-311). — Assieme del treno, con disposizione delle linee ad alta tensione sul tetto delle vetture.

rispetto ai due interruttori principali, e quindi al trolley. Le vetture di estremità sono equipaggiate ciascuna con due motori monofasi, sistema Finzi, (figure 21 a 26) tipo MF 25, capaci di sviluppare 30 HP. effettivi per ciascuno e per un'ora, mentre

do così la tensione dal valore minimo di 180 volt al massimo di 360.

Avendosi sul circuito secondario sempre tre motori in serie, ogni motore verrà quindi soggetto ad una tensione iniziale di 60 volt, che andrà au-

mentando in seguito di 10 in 10 volt fino a 120 volt. La disposizione è affatto simmetrica per il comando delle due testate del treno, e si capisce come si possa quindi facilmente, manovrando sul cilindro principale del controller, ottenere quelle ten-

nel complesso costituito dall'armatura e dalla compensazione in serie.

Illuminazione dei treni. — Dato il tipo di traffico a sbalzi, per l'illuminazione elettrica si è trovato conveniente di ricorrere ad una sorgente differen-

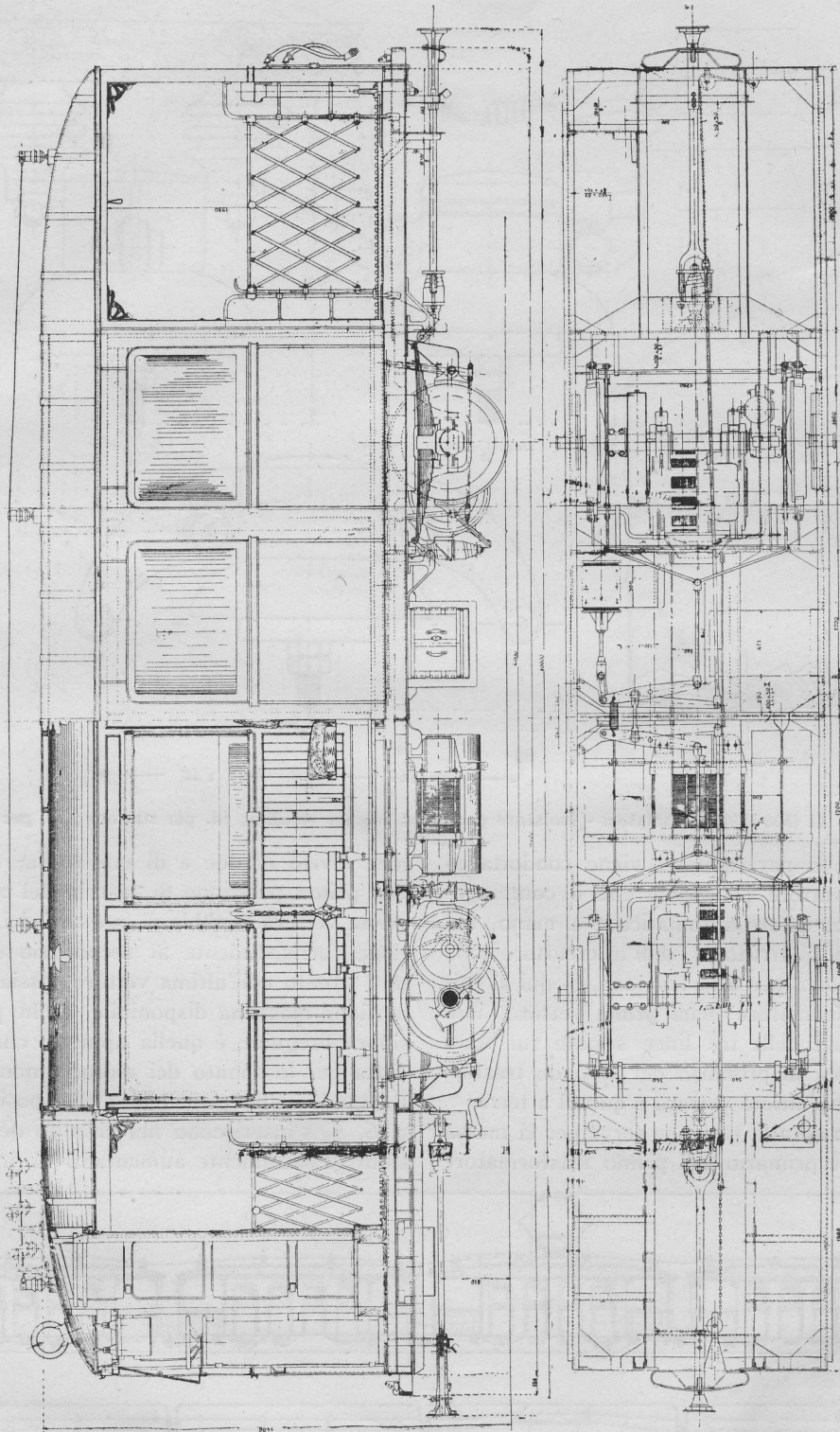


Fig. 13 (12-3133). — Automotrice di estremità.

sioni secondarie che meglio si adattano alle richieste fatte ai motori dalle condizioni speciali della linea.

Nel controller, e nel modo ordinario, esistono cilindri secondari per l'inversione di marcia che si ottiene nello stesso modo che per i motori in serie a corrente continua e cioè invertendo la corrente

te da quella della linea di trolley, e precisamente si adottarono le batterie Hensemberger in uso nelle Ferrovie dello Stato. Per impedire che si avessero delle differenze di potenziale nelle varie lampadine di una vettura, si trovò opportuno di applicare il sistema di distribuzione ad anello rappresentato nella fig. 15.

Trolley. — La presa della corrente viene fatta provvisoriamente per mezzo di archetti tipo Siemens di cui uno serve per la corsa d'andata e l'altro per la corsa di ritorno. Tale sistema presenta l'inconveniente che al termine di ogni corsa bisogna abbassare un archetto e alzare l'altro con perdita di tempo senza contare che in momenti di forte traffico il personale può dimenticare di fare le manovre di cui sopra ed esiste allora il pericolo di rottura della linea per cagione della marcia con archetto investito.

Però si è previsto un trolley a doppia presa, (figura 19), brevetto Finzi e Tallero, avente lo scopo d'impedire lo scintillamento che riesce assai dannoso per ferrovie elettriche ad alta tensione, e di funzionare egualmente bene per tutte e due i sensi della marcia. Come appare dal disegno, la disposizione romboidale del trolley fu studiata in modo che il sistema risulti molto elastico, allo scopo appunto di ottenere che anche quando uno dei rulli urtando contro la cuspidi che esiste in corrispondenza di punti di sospensione del filo di trolley, dovesse allontanarsi da esso, si abbia pur sempre l'altro rullo in contatto della linea, e resti così impedita ogni dannosa interruzione di corrente.

I rulli furono studiati con sospensione speciale a sfere alle estremità, onde renderne più facile la rotazione. L'esistenza dei due rulli per il caso di linee doppie (p. e. sistema trifase Valtellina) si presenta bene anche per le interruzioni di sezione costituite da materiale isolante, poichè evita al manovratore la noia di dover interrompere i circuiti ad alta tensione prima di passare sotto l'interruzione. Il trolley è sostenuto da robusti isolatori di porcellana, fissati a traverse in legno collegate alla loro volta al tetto della vettura.

Trasformatori dei treni. — Dalla figura 20 appare l'insieme del trasformatore monofase Finzi, della capacità di 40 KW. : è un ordinario trasformatore calcolato tenendo presente il modo di funzionamento del treno, allo scopo di ridurne le di-

starsi nell'interno del trasformatore, si sono previste, in corrispondenza delle estremità dei coper-

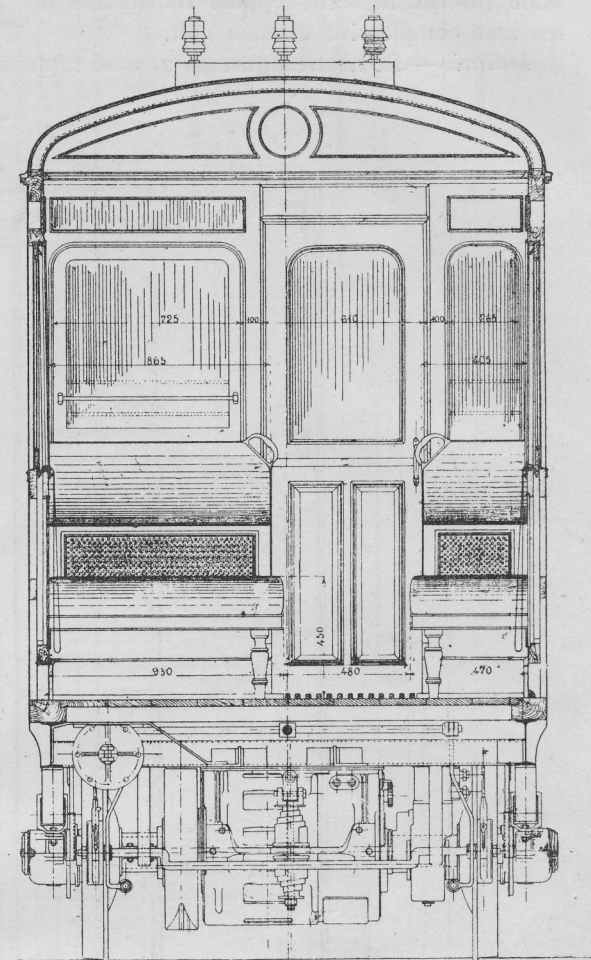


Fig. 14 (314).

Automotrice di estremità - Sezione trasversale.

chi, delle reti metalliche destinate a depurare l'aria.

Il peso di un trasformatore è di 800 kg. circa. Da uno dei coperchi escono i cavi della bassa tensione che vanno a collegarsi ai rispettivi tasti del

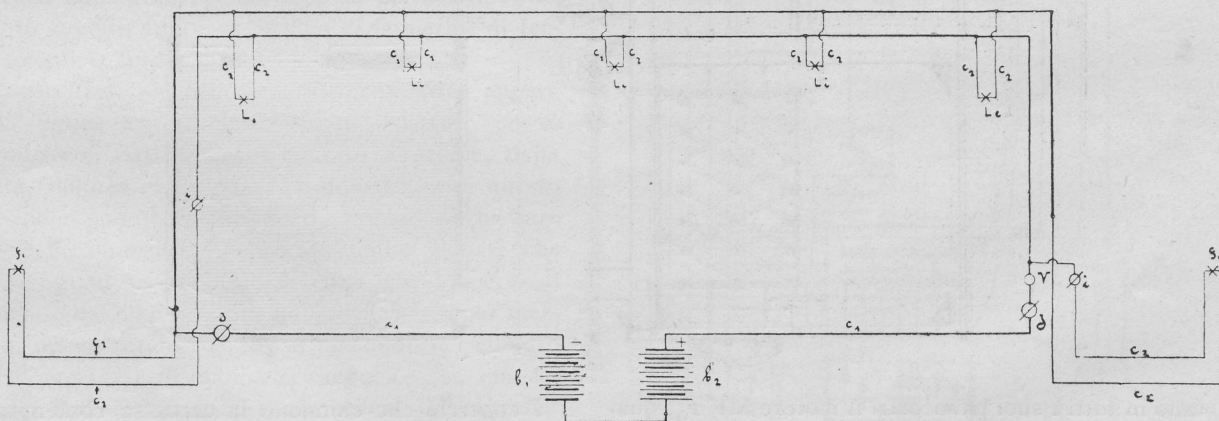


Fig. 15 (315). — Illuminazione di una vettura.

mensioni e quindi il peso ad un minimo. E' a ventilazione naturale ed è munito di coperchi provvisti di orecchie destinate a fissarlo all'intelaiatura della vettura. Per impedire che la polvere vada a depo-

controller, dall'altra estremità escono invece i cavi dell'alta tensione. Avendosi al primario una tensione di 1000 volt, si ha al secondario una tensione di circa 180 volt e le derivazioni sono fatte in modo

di avere le tensioni intermedie comprese fra zero e 180. I due primari dei trasformatori di un treno sono inseriti in serie, epperò funzionano per una tensione complessiva di 2000 volt.

Motori. — Le nostre figure da 21 a 26 rappresen-

di potenza e mantenendo un ottimo rendimento. La carcassa è di forma cilindrica ed è provvista di finestre in corrispondenza dei lamierini, allo scopo di ottenere una semplice ed efficace ventilazione naturale.

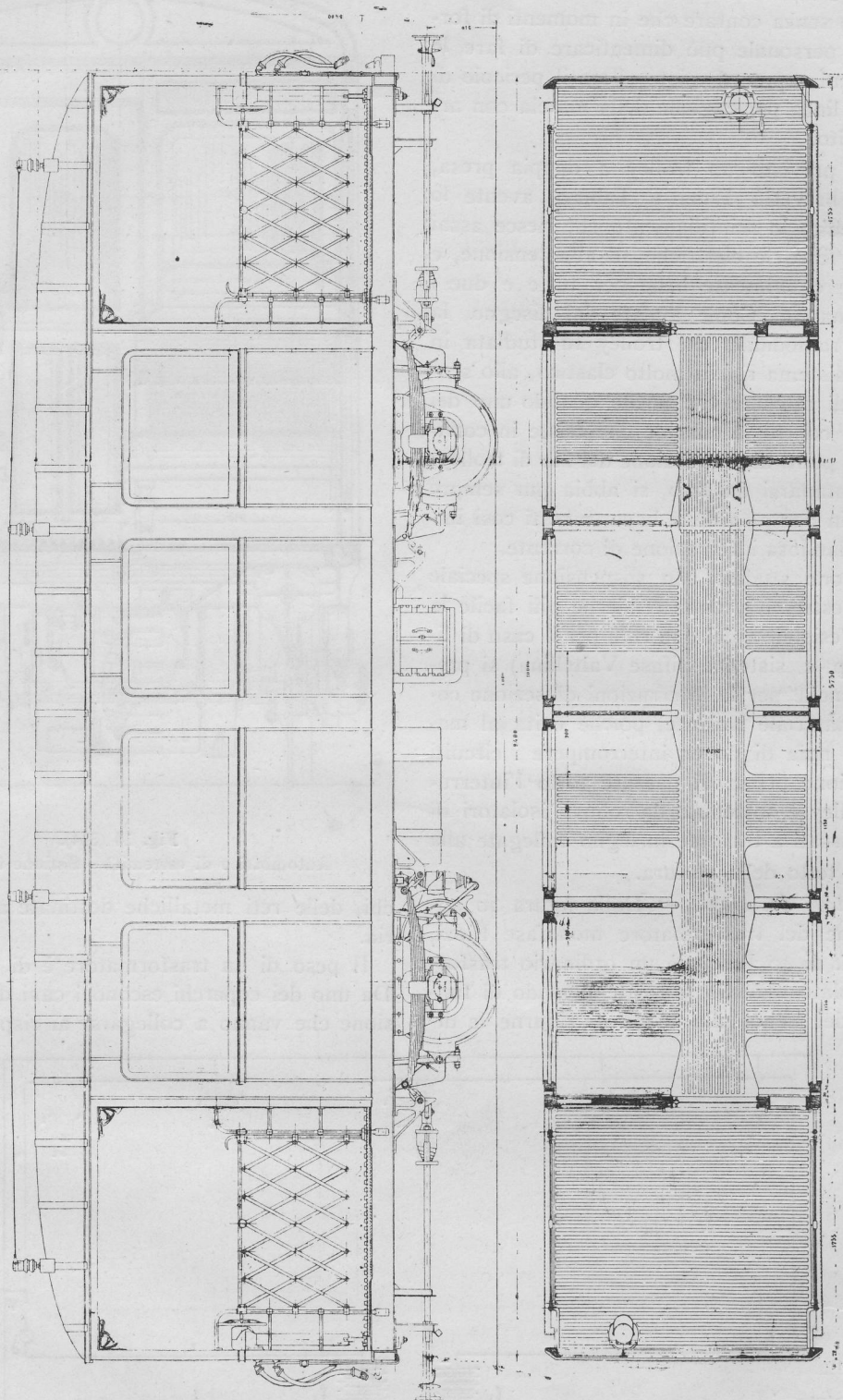


Fig. 16 (316-317). — Automotrice intermedia.

tano in tutti i suoi particolari il motore MF 25, quale fu applicato ai treni della ferrovia. E' un motore monofase sistema Finzi, tipo in serie, a poli, con poli spaccati e con compensazione destinata a generare un flusso ortogonale a quello prodotto dall'eccitazione e per tal modo ad annullare gli effetti di self-induzione all'indotto, aumentando il fattore

I coperchi che chiudono la carcassa contengono i supporti i quali sono di lunghezza relativamente grande e costruiti per la lubrificazione ad olio inferiormente ed a grasso superiormente. Inoltre al coperchio dalla parte del collettore è fissato un robusto anello da cui sporgono i porta-spazzole. Il numero dei porta-spazzole corrisponde a quello

dei poli e le tre spazzole di egual segno sono esternamente congiunte sull'anello e portano la corrente all'avvolgimento indotto parallelo, fornito di connessioni equipotenziali sulla faccia lontana dal collettore.

Ottimi sotto ogni rapporto possono venire considerati i porta-spazzole, (Fig. 26) brevetto Finzi Tallero, i quali per la loro costruzione semplice e poco ingombrante, raggiungono l'intento che si desidera per le macchine elettriche in genere, e per un motore di trazione in ispecie, e cioè di presentare una costruzione rigidissima anche per collettori assai lunghi e nello stesso tempo una larghezza minima, lasciando così scoperta la maggior parte del collettore. Questi porta-spazzole presentano inoltre il vantaggio di una facile e comoda revisione dei carboni, ciascuno dei quali viene premuto per mezzo di una molla a spirale cilindrica esterna al pezzo porta-spazzole.

L'indotto si compone di un albero di acciaio duro su cui si fissa con chiavella il pignone, di un manicotto di acciaio su cui vengono infilati i segmenti di lamiera formanti esternamente 65 canali per le sbarre dell'avvolgimento, del collettore a grande numero di lamelle congiunte senza resistenza alle dette sbarre. Precauzioni speciali furono prese contro la forza centrifuga tanto per il collettore quanto per l'avvolgimento, avendo a che fare con velocità periferiche sopra diametro relativamente piccolo. Il peso del motore senza ingranaggi è di circa 1000 Kg. Gli ingranaggi di acciaio furono previsti per un rapporto di trasmissione 14:71, passo diametrale 3, larghezza 100 m/m. circa.

Rocchetti di reazione. — Allo scopo di poter passare da una posizione alla successiva del controller, senza rompere un circuito, oppure senza chiudere in corto circuito la parte di avvolgimento secondario del trasformatore compresa tra due prese successive, si è trovato conveniente di applicare una resistenza apparente che resta appunto inserita in questi passaggi di posizioni del controller. La resistenza apparente è costituita da un filo di rame isolato avvolto sopra un nucleo di lamierini di ferro, aventi la forma di anello.

Controllers. — L'insieme del controller appare dalla figura 27. Il controller fu calcolato ed eseguito con dati dell'ex Comitato Trazione, dalla Ditta Glökner di Colonia. Le dimensioni di questo controller sono alquanto forti, avendo a che fare con delle intensità di corrente molto elevate che raggiungono un massimo di circa 700 ampère. Il comando del cilindro principale viene fatto per mezzo di un volantino, mentre il comando del cilindro per l'inversione di marcia si eseguisce con una leva del tipo ordinario per controller. Il controller fu studiato in modo tale che la carcassa e il cilindro d'inversione possano essere utilizzati anche per equipaggiamenti a corrente continua colla semplice sostituzione del cilindro principale. In vista di ciò i controllers furono provvisti di soffiamento elettro-magnetico, che però per l'esercizio a cor-

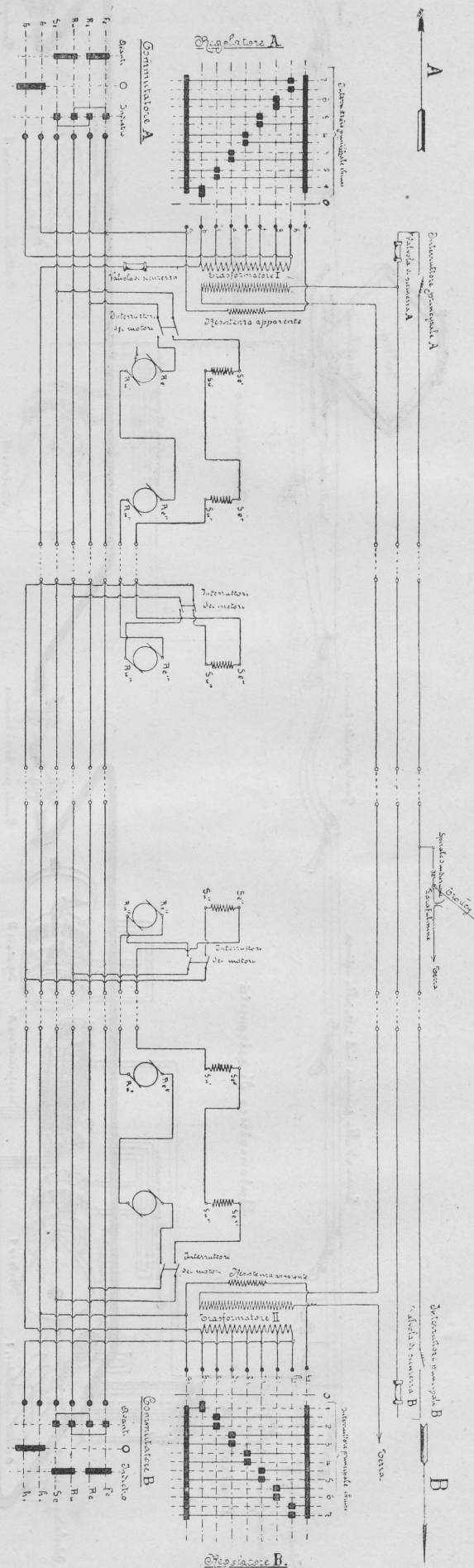


Fig. 17 (318). — Schema prospettico di un treno.

rente alternata non solo non è necessario, ma anzi in certi istanti dannoso e non viene adoperato.

Giunti per la bassa tensione. — Un dettaglio che

fu risolto in modo soddisfacente come è rappresentato chiaramente nella fig. 28. Ad ogni estremità di una vettura viene fissata una scatola speciale,

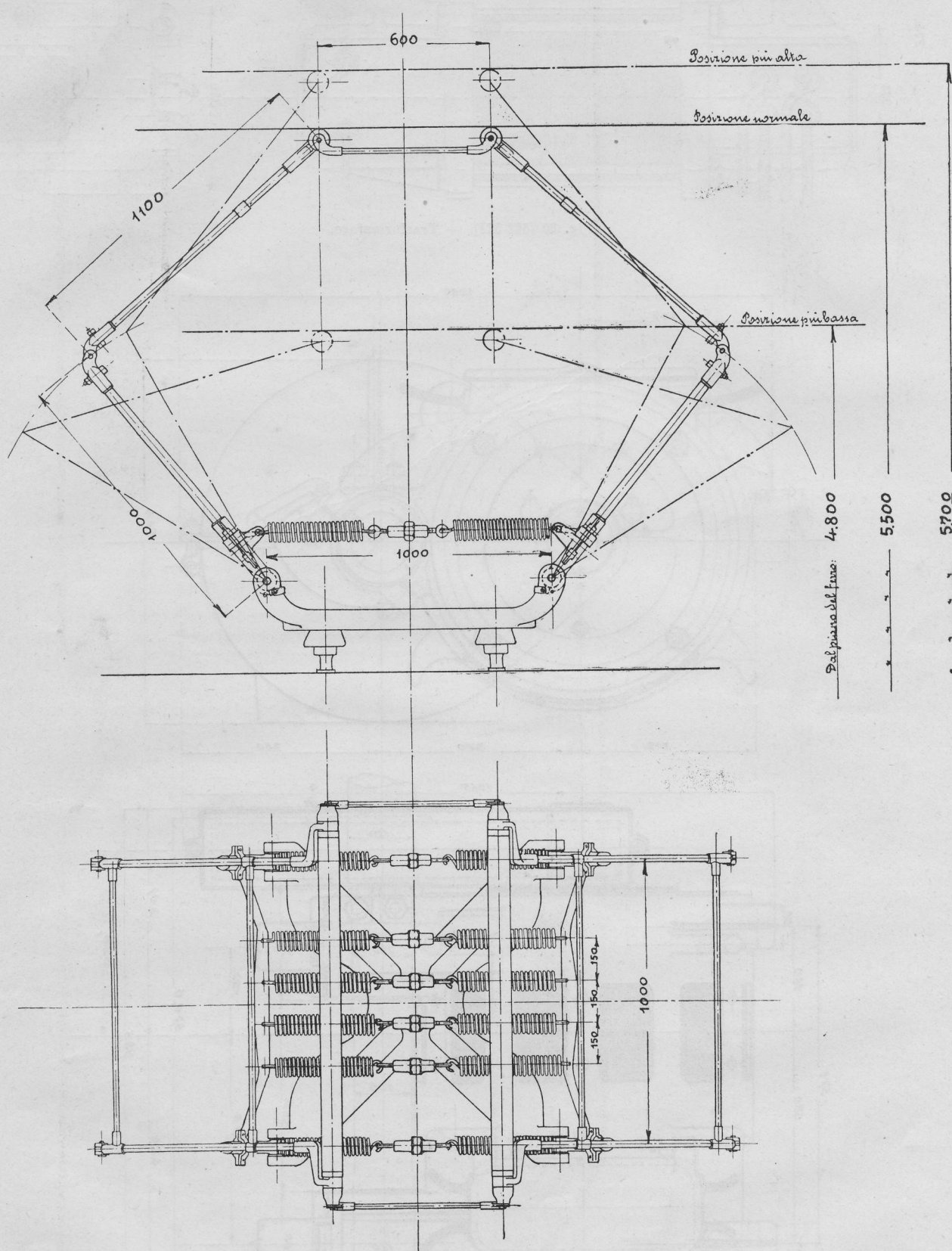
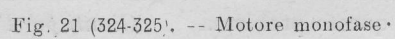
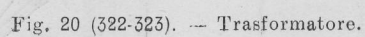


Fig. 19 (320-321). — Trolley.

presentava nel suo studio non piccole difficoltà, per quanto si tratti di apparecchi di secondaria importanza, si riferisce alla congiunzione dei cavi a bassa tensione tra vettura e vettura; questo problema

fu risolto in modo soddisfacente come è rappresentato chiaramente nella fig. 28. Ad ogni estremità di una vettura viene fissata una scatola speciale,

Giunti per l'alta tensione. — I giunti ad alta ten-



sione tra vettura e vettura, distribuiti nel modo rappresentato dalla figura 12, furono eseguiti in maniera da prevedere un eventuale facile distacco dalla parte situata verso la vettura munita di trolley; per tal guisa anche nel caso di un distacco di una qualsiasi vettura, questi cavi di congiunzione vengono a cadere tra vettura e vettura, ma non sono più sotto tensione essendo distaccati appunto dalla linea che si trova in diretta congiunzione col trolley.

Freni. — Ogni treno è munito di un freno continuo ad aria con compressori ad ingranaggi, forniti dalla « *Continental Bremsen-Gesellschaft* » già Böcker e Co. Ogni treno ha due compressori, montati ciascuno su uno degli assi delle vetture estreme, in corrispondenza al posto lasciato libero dal motore monofase MF 25 che fu costruito per lo scartamento di 1 metro, quantunque lo scartamento della linea sia il normale. Alle testate dei treni e in corrispondenza delle ruote furono applicate delle sabbie azionate ad aria compressa.

Apparecchi di segnalazione. — Dato il tracciato di cui si disse più sopra, il Comitato Esecutivo per l'Esposizione di Milano ha trovato conveniente e necessario per la sicurezza dell'esercizio di appli-

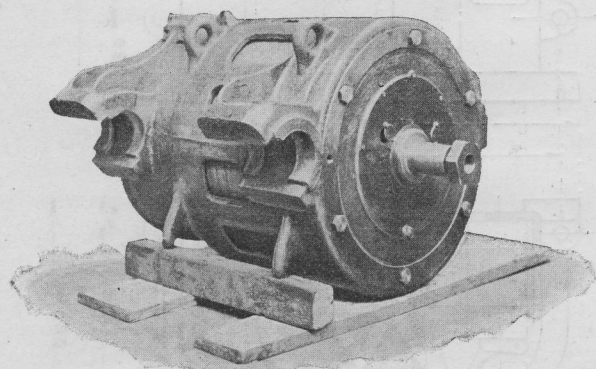


Fig. 22 (326). — Motore monofase MF 25 - Assieme.

care un sistema speciale per la segnalazione dei treni. In seguito all'esame di diverse proposte fu deciso di adottare quello brevettato della Ditta Gio. Servettaz di Savona.

Gli scambi e segnali delle 2 stazioni sono manovrati da apparecchi centrali a trasmissione meccanica di tipo normale in uso sulle Ferrovie Italiane.

La circolazione dei convogli viene regolata da segnali che dividono l'intero ciclo in 6 sezioni, le quali sono di lunghezze proporzionali alle velocità praticamente adottabili, e cioè la massima lunghezza per i tratti che possono essere percorsi a grande velocità e sezioni brevi laddove i treni dovranno rallentare precisamente come indicato dalla nostra figura 29.

La circolazione nelle sezioni brevi i cui segnali sono manovrati dallo stesso apparato centrale è regolata dal manovratore di cabina, il quale, dato il suo piccolo raggio d'azione, ha sempre sott'occhio la posizione che occupano i treni per rispetto ai segnali; è tuttavia controllato da alcuni collegamenti meccanici di sicurezza.

La circolazione invece sulla sezione di circa 1000 m., che può venir percorsa alla massima velocità, è regolata col sistema di blocco assoluto con corrispondenza telegrafica convenzionale. (Istrumenti di blocco, pedali e segnali slottati).

Senza entrare in dettagliata descrizione degli apparecchi destinati a realizzare il programma so-

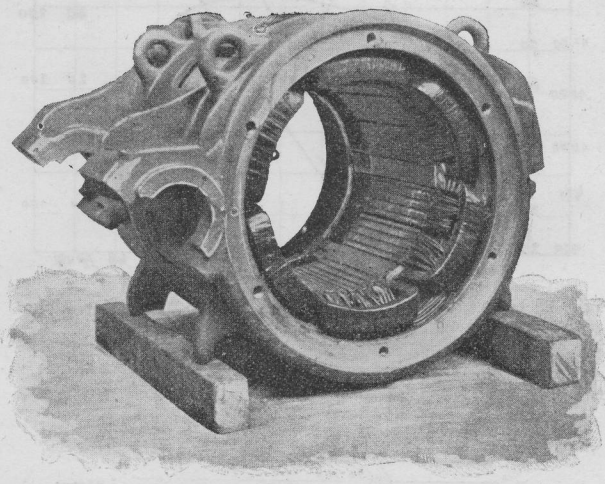


Fig. 23 (327). — Motore monofase MF 25 - Induttore.

vraesperto, poichè sono dei tipi in uso sulle Ferrovie dello Stato, se ne può facilmente comprendere la loro sistemazione e funzionamento, seguendo (coila scorta della figura 29) la marcia di un treno in partenza per es. dalla stazione di Piazza d'Armi diretto al Parco e ritorno a Piazza d'Armi.

Il posto di blocco Piazza d'Armi domanda la via libera al posto corrispondente del Parco, che la concede, permettendo a Piazza d'Armi di manovrare il suo segnale di partenza comandato dalla leva 6 la quale vuole lo scambio 3 in posizione normale.

Appena il treno ha oltrepassato lo scambio, Piazza d'Armi invia al Parco la segnalazione: « Transito ».

Il Parco toglierà il consenso dato precedentemente; ciò che farà chiudere il segnale 6, ed in di-

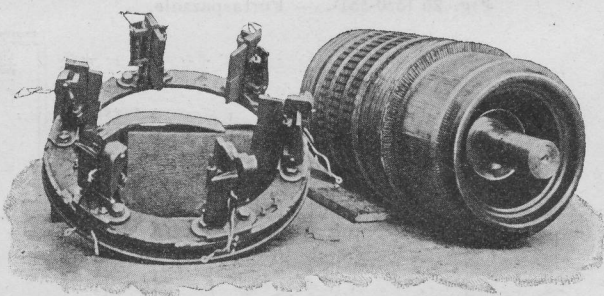


Fig. 24 (328).

Motore monofase MF 25 - Indotto e portaspazzole.

fetto sarà chiuso dall'azione del pedale d'occupazione, o dal posto di Piazza d'Armi stesso che dovrà rimettere normale la leva 6 per poter rovesciare lo scambio 3 volendo concedere l'ingresso in stazione al treno seguente quello partito.

Il segnale d'avviso 1 (Parco), sussidiato da avvisatore acustico, se chiuso, ordinerà al manovratore

Technical drawing of a mechanical device, likely a pump or motor, showing a side view and a top view.

Side View Dimensions:

- Top diameter: 400
- Total height: 110
- Main body height: 120
- Base height: 120
- Overall height: 960
- Overall width: 1200

Top View Dimensions:

- Base diameter: 630
- Central hub diameter: 580
- Base thickness: 45
- Central hub height: 215
- Total base diameter: 360
- Base width: 350

[illegible]

Technical drawing of a mechanical assembly, likely a pump or motor component, showing a side view. The drawing includes the following details:

- Dimensions:**
 - A horizontal dimension of 500 is indicated at the bottom left.
 - A vertical dimension of 987 is indicated on the left side, corresponding to the height of the main body.
- Labels:**
 - A label $L\ 50 \times 50$ with 9×9 below it is located in the upper right corner, pointing to a bracketed section of the top flange.
- Features:**
 - A central circular feature with a cross-hatched pattern, possibly a bearing or a seal.
 - A large, curved, flange-like structure on the right side.
 - A horizontal pipe or duct on the left side, connected to a circular component with four small circles (possibly bolts or ports).
 - Various dashed lines indicating hidden internal features or assembly boundaries.

Technical drawing of a mechanical assembly, likely a pipe connection. The drawing shows a cross-section of a pipe with a flange and a bolted connection. The dimensions are as follows:

- 50×50 and 9×9 : Dimensions of the flange and bolt head.
- 265: Dimension of the pipe diameter.
- 200: Dimension of the bolt length.

A small detail of a bolt head is shown in the upper right corner.

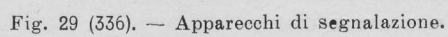


Fig. 29 (336). — Apparecchi di segnalazione.

di mettersi in grado di ubbidire al segnale 2 di fermata assoluta pure all'arresto; se a via libera scoprirà l'indicazione « adagio » destinata a rammentargli l'arresto regolamentare davanti al segnale 3 (Parco) onde rendere efficace il provvedimento del binario di sicurezza.

Il treno che ha occupata la sezione tra i segnali 2 e 3 avrà sbloccato la sezione precedente passando sul pedale di blocco e durante la sua fermata sarà protetto dal segnale 2 il quale non potrà esser messo a via libera finchè il treno stazionerà sul pedale d'occupazione.

Il segnale 3 permetterà l'ingresso nella stazione; ma appena transitato il treno sullo scambio, la leva 4 dovrà essere messa normale per poter manovrare il segnale 5, obbligando così il manovratore a disporre lo scambio per il binario morto appena un treno impegna la stazione; e siccome la leva 4 non potrà essere rimanovrata che dopo il passaggio del treno sul pedale *P. O. S. 6 e L. Sbo 4*, la cabina non potrà autorizzare altro ingresso in stazione fino che questa sarà occupata dal treno che noi seguiamo, la cui partenza dal Parco sarà regolata dal segnale di blocco 6 controllato dal posto di blocco di Piazza d'Armi.

I segnali 1 e 2 sono abbinati a mezzo di slot e pedale idroelettrico.

La circolazione dal Parco a Piazza d'Armi, è identica a quella sopra seguita.

Lo scambio della rimessa sarà assicurato con catenaccio a chiave; chiave da conservare in cabina o presso altro Agente.

Gli ultimi 3 treni della sera diretti in rimessa saranno ricevuti in stazione del Parco sbloccando artificialmente con speciale precauzione la leva 4.

Illuminazione del viadotto. — Tutto il viadotto viene illuminato stanzosamente per mezzo di 48 lampade ad arco fornite dalla Ditta Colombo e C. e divise in 6 serie di 8 lampade ciascuna su un circuito a corrente alternata 320 Volt, 42 periodi, di una corrente trifase fornita dalla Soc. Edison, per cura del Comitato Esecutivo.

L'impianto è simmetrico rispetto alle due stazioni di estremità: il filo neutro va da una stazione all'altra mentre i tre fili corrispondenti alle tre fasi si arrestano al di là dell'ottava lampada alimentata per collegarsi al filo neutro di cui sopra. Si capisce quindi facilmente come ogni sistema trifase situato da una parte del viadotto serva ad alimentare le 24 lampade della stessa parte.

Le lampade sono sostenute con elegante mensola dagli stessi pali di legno che servono per la linea di trolley: i fili di rame invece sono portati da appositi isolatori pure fissati a mensole collegate ai pali di cui sopra e sporgenti esternamente al viadotto.

Servizio telefonico. — Dato il forte movimento della linea e la necessità di far corrispondere il personale di servizio addetto alle due stazioni, alla centrale ed alla rimessa, si è previsto un impianto telefonico ordinario. Allo scopo di non avere distur-

bi dovuti all'induzione della linea ferroviaria, la linea telefonica è a circuito interamente metallico e costituita di 2 fili di bronzo fosforoso, sostenuti mediante isolatori di porcellana, modello ordinario, fissati esternamente alle stesse mensole che servono a portare gli isolatori delle linee per l'illuminazione elettrica.

Movimento dei treni. — Per quanto riguarda il movimento dei treni si era originariamente prevista la possibilità di effettuare treni ad intervalli di tre minuti circa, ammettendo che l'operazione di carico e scarico dei passeggeri importasse solo due minuti. Avendosi però quattro treni in servizio si avranno in generale due treni fermi alle stazioni e due in corsa in senso opposto sui due binari della linea, e non essendo possibile di mantenere in modo perfetto l'orario, in vista dello speciale funzionamento della ferrovia per quanto riguarda il movimento passeggeri, ed in vista anche del servizio di segnalazione di cui sopra, i treni dovranno necessariamente marciare con una velocità ridotta, e quindi la frequenza di essi si porterà ad un limite certamente superiore in quello fissato originariamente.

Il Comitato Esecutivo, in base a dati statistici, ha potuto stabilire che si possa fare assegnamento su un numero minimo d'ingressi di circa 3 milioni, per tutta la durata dell'Esposizione.

I visitatori dell'Esposizione per accedere ai treni dovranno passare attraverso ruote di controllo, pagando per ogni corsa L. 0,10.

Da quanto sopra abbiamo detto, colla scorta delle informazioni forniteci dai progettisti, i nostri lettori debbono aver tratto la convinzione che questa ferrovia, di proporzioni assai modeste, presenta però tali caratteristiche da prestarsi ad uno studio completo e sommamente istruttivo del modo di comportarsi del materiale di trazione a corrente alternata monofase.

Questa è la prima ferrovia del genere che funzioni in Italia, e siamo lieti che si debba la sua realizzazione agli studi perseveranti del dott. Finzi, alla coraggiosa iniziativa della Unione Elettrotecnica Italiana (che si è ancora una volta affermata una casa costruttrice di primo ordine), al buon volere del Comitato Esecutivo. Si tratta dunque di una vera vittoria italiana.

Se le ferrovie monofasi di Val Brembana e di Civita Castellana daranno buoni risultati, potremo esserne lieti come elettrotecnici, e in vista dei vantaggi economici che potrà trarne il nostro paese, tanto più che la Westinghouse (che le costruisce) è oggi strettamente alleata con le Officine Elettro-Ferrovie; ma il successo di questa ferrovia modello ci riuscirà sempre tanto più gradito, perchè realizzato grazie agli sforzi dell'ingegno, del lavoro e del capitale italiano.

Ing. E. FUMERO.