La locomotiva F.S. E 656

“caimano”

La storia, l’aspetto tecnico completo, tutte le macchine di prima serie

Di Bornicchia Andrea

Non basterebbe un intero libro per spiegare, quanto è stata importante per le Ferrovie dello Stato, la locomotiva E 656. Bella, potente, versatile, e soprattutto affidabile;. vedere un "caimano" chiedere "riserva" è un evento dall'eccezionale rarità. Qualsiasi treno, dal più leggero, al più impegnativo è stato portato a destinazione anche tra mille difficoltà. Amata da chi ha havuto la fortuna di condurla, apprezzata dal personale d'officina e dai coordinatori di trazione, ha avuto sempre un ruolo di "primadonna". Impossibile dimenticare il suo imponente rombo, mentre "scarica" tutto lo sforzo di trazione sul binario. Sempre protagonista del nostro obbiettivo fotografico, in ogni parte della nostra penisola, ha stupendamente riempito le pagine più belle dell'album della storia delle nostre ferrovie. Questa mia opera, vuole essere un fiero e lusinghiero contributo, a una delle macchine più belle create dall'ingegno umano che purtroppo stanno vivendo un prematuro accantonamento……

La storia

Nei primissimi anni 70, le ferrovie dello stato, si trovarono a fronteggiare, un costante aumento di traffico, dovuto ad un rinnovato interesse per il vettore ferroviario. Queste condizioni di costante sviluppo trovarono l'azienda, spesso per colpe non proprie, impreparata. La crisi infrastrutturale, la carenza di mezzi di trazione, di carrozze e carri, crearono spesso notevoli disagi all'esercizio provocando notevoli lamentele da parte dell'utenza in continua crescita. L'ottanta per cento del parco trazione, era stato progettato e costruito negli anni precedenti o immediatamente seguenti alla seconda guerra mondiale (E 626, E 326, E 428, E 636, ed E424) e le moderne unità (E 645, E 646, E 444) non superavano le 300 unità. La potenza delle macchine era modesta e solo le unità E 645, E 646, E 444, erano in grado di sviluppare potenze superiori ai 3500 - 4000 Kw. Altro fattore importante, fù l'aumento del traffico merci internazionale sulle principali direttrici, con treni spesso da 1000 – 1200 tonnellate fronteggiati dalle instancabili ma inadeguate E636, spesso usate in doppia e tripla trazione! La soluzione ottimale sarebbe stata di assegnare tali servizi alle E 645, ma erano impegnate insieme alle E646, a trainare treni a lunga percorrenza e a forte composizione, sostituendo le attempate E 428. Dato che i guai non vengono mai da soli, c'era il problema dei pendolari e non parliamo poi delle linee liguri e piemontesi ancora attrezzate con il "bifilare trifase". L'orientamento del Servizio Materiale e Trazione era quello di adibire l'intero gruppo di E646 alla trazione dei treni reversibili navetta; alle E 645 ed E 636, toccarono i servizi viaggiatori e merci sulle difficili linee di valico, mentre le restanti E636 vennero destinate, insieme alle E626, al traffico merci e viaggiatori sulle linee pianeggianti, lasciando i servizi meno impegnativi alle E 424 ed E 428, ormai relegate a servizi secondari. Infine alle E444 dovevano essere affidati i rapidi e gli espressi a medio tonnellaggio (400 – 600 tonnellate). Restavano i treni espressi a forte composizione (800 – 900 tonnellate). Fu prioritario progettare in tempi brevi, una nuova locomotiva di elevata potenza, da assegnare alla trazione di tali treni e, le caratteristiche del progetto, non dovevano scostarsi troppo dalle E646……cominciava a prendere forma la locomotiva E656!

Un progetto tutto nuovo con soluzioni tradizionali

Il compito delle nuove locomotive, era quello di trainare treni espressi, con peso da frenare di circa 800 – 900 tonnellate, impostati a 120 – 140 Km/h sulle principali direttrici, con possibilità di impiegarli in testa a treni merci rapidi composti da moderni carri atti a viaggiare a 120 Km/h. Bisognava fare in fretta, anche perché cominciavano ad entrare in servizio le nuove carrozze unificate (UIC-X) che permettevano di comporre treni omogenei, atti ai 160 Km/h. Scartata l'ipotesi di una macchina ad azionamento elettronico a frazionatore (Chopper) in quanto l'esperienza maturata, non ne permetteva ancora una commessa di serie; senza però rinunciarne al progetto per un imminente futuro. La scelta cadde su una locomotiva a sei assi ad avviamento reostatico. Tale scelta fu dettata dall'esperienza di esercizio dei precedenti gruppi di locomotive che ottimamente si adattano alla conformazione orografica Italiana fatta da livellette, curve e controcurve dove conta un'ottima inscrivibilità in curva, e un'ottima ripartizione dello sforzo di trazione; giornalmente oltre 700 locomotive a cassa articolata a 6 assi percorrevano la rete F.S. con piena soddisfazione dei tecnici per la bontà di progetto! Per contro, tale schema meccanico, mal si adatta alle alte velocità in quanto e fonte di pericolosi moti di serpeggio che se dovessero assumere carattere ciclico, possono portare a gravi conseguenze. Il problema comunque non sussisteva in quanto la

velocità massima di progetto non doveva superare i 160 Km/h. Ritornando alle nostre locomotive, non ci si limitò ad una riedizione delle locomotive E646, ma venne ritenuto opportuno usare gli stessi carrelli, motori, apparecchiature, apportando i perfezionamenti e le necessarie modifiche che l'esercizio, quotidiano avrebbe suggerito senza trascurare i notevoli passi della tecnica costruttiva del materiale ferroviario; insomma quello che negli anni 90 si farà con le E 444 (trasformandole in R), a quell'epoca, lo si fece con le nuove locomotive, partendo però, da un nuovo progetto che come vedremo, verrà sviluppato in ben 6 serie di macchine! (ufficialmente le Ferrovie dello stato suddividono le E 656 in 3 serie di macchine).

Le locomotive costruite

Serie FS	Serie	Locomotive	Dettagli
I	1	E.656.001 - 104	2 motoalternatori
	2	E.656.201 - 251	Telaio irrobustito; 1 convertitore da 180 kVA 450 V 60 Hz CA
	3	E.656.252 - 307	Telaio irrobustito; 2 motoalternatori
	4	E.656.159 - 200	Telaio irrobustito; fanali maggiorati; 1 convertitore da 180 kVA 450 V 60 Hz CA, riadattato per l'interoperabilità su linee francesi (1,5 kV CC)
II	5	E.656.401 - 550	Telaio irrobustito; fanali maggiorati; 2 convertitori ARSA da 120 kVA; sabbiere ridotte; vetri anteriori modificati con cornice in gomma al posto del telaio in alluminio
III	6	E.656.551 - 608	Telaio e cabina irrobustiti; fanali maggiorati; 2 convertitori ARSA da 120 kVA; sabbiere ridotte ai soli assi anteriori; vetri anteriori modificati con cornice in gomma; respingenti piani con piatti rettangolari carrelli con ammortizzatori antiserpeggio; asole specifiche per sollevamento in officina con cavalletti elettrici; centralina elettronica ridondata a microprocessore "Delfina" e sistema di telecomando a 78 poli con supporto per doppia trazione con una unità della stessa serie.

Serie FS	Serie	Anni di costr.	Costruttori
I	1	1975 - 1979	Casaralta - Asgen, Sofer - Italtrafo, Sofer - Asgen, OMC - Asgen, Tibb, Reggiane - Marelli, Reggiane - Ansaldo
	2	1978 - 1980	Sofer - Italtrafo, OMC - Ansaldo, Italtrafo, Casaralta - Ansaldo
	3	1977 - 1980	OMC - Italtrafo, Ansaldo, Casaralta - Ansaldo, Tibb
	4	1981 - 1983	OMC - Retam, OMC - Lucana, Sofer - Italtrafo, Off. Casertane
II	5	1984 - 1987	Casaralta – Retam elettrofin, Casertane - Lucana, Casertane - Ansaldo, Sofer - Ansaldo, Reggiane - Ansaldo, Reggiane - Marelli
III	6	1988 - 1989	Casaralta - Marelli, Casaralta - Mater, Sofer - Ansaldo, Casertane - Ansaldo, Casertane - Lucana

OMC: Officine meccaniche Calabresi (Reggio Calabria) SOFER: Società Officine FERrroviarie (Pozzuoli) ASGEN Ansaldo San Giorgio compagnia GENerale (Genova Sampierdarena)) T.I.B.B. Tecnomasio Italiano Brown Boveri (Milano)

Le E 656 dalla 001 alla 104…… dalla 252 alla 307

Queste locomotive sono in grado di erogare una potenza nominale di 4800 Kw a regime uniorario, e di 4200 Kw a regime continuativo. Il regime uniorario è la capacità della locomotiva di essere sovraccaricata per un tempo di circa un'ora; dopo tale limite di tempo non è più garantita l'integrità dei motori di trazione a causa dei surriscaldamenti. Il regime continuativo invece non pone limiti di tempo in quanto la corrente assorbita è tale da permettere un esercizio continuo, con regolare ventilazione, pressocchè illimitato. La maggior potenza rispetto alle locomotive E 646, può essere valutata intorno all 8% circa; lo scopo di queste locomotive è quello di sviluppare gli stessi sforzi di trazione delle E 646, ma a velocità più elevate. Il rapporto di trasmissione 28/61 consente di utilizzare la piena potenza continuativa in un campo che va da 103 a 130 Km/h, nella combinazione motori di "super parallelo"; per confronto una E 646, con rapporto 25/64, poteva utilizzare la piena potenza continuativa in un campo di velocità compreso tra i 93 e i 118 Km/h. Risulta notevole il guadagno in termini di prestazioni della nuova locomotiva. Su una rampa del 12 per mille, una E 656 riesce tranquillamente a spuntare treni di massa prossima alle 1000 tonnellate e a tirare fino a 150 Km/h treni di 800 – 900 tonnellate (16/17 carrozze). La E 656 è un ottima macchina universale, perché può essere usata tranquilamente per espressi a forte composizione e anche per i merci speciali; in quest'ultimo caso è particolarmente indicata perché la sua potenza di regime, può essere utilizzata intorno ai 100 Km/h nella combinazione di PARALLELO con i motori che lavorano a campo induttore pieno. Quindi impostare un treno merci a tale velocità con questa locomotiva risulta economico e vantaggioso. Vediamola in dettaglio.

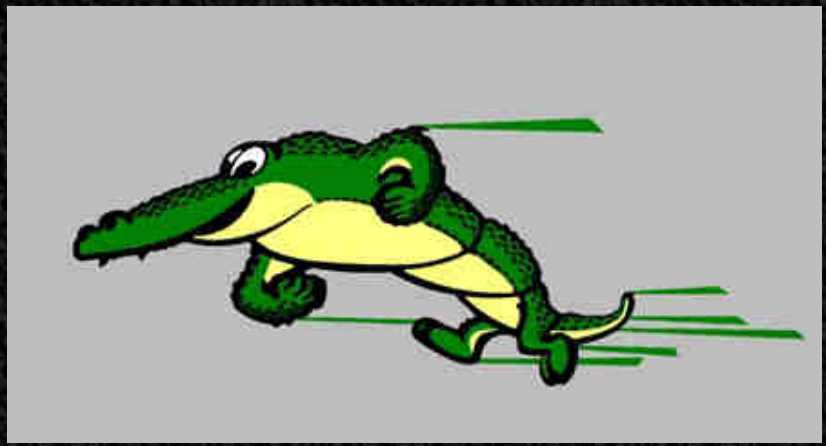
La numerazione, la livrea e……un nome

La numerazione di gruppo segue i normali canoni F.S., già adottati per gli altri gruppi di locomotive e precisamente:

E 656 significa; locomotiva Elettrica con 6 assi motori, costruita su una filosofia di progetto che vede inquadrate locomotive dotate dello stesso schema meccanico di distribuzione della potenza e cioè motori di trazione a corrente continua, sospesi sull'asse, mediante cuscinetti di supporto tali da formare rodiggio (Bo) per carrello (Bo Bo Bo). Il primo progetto fù la E 626, (il numero 2 sta ad indicare il sistema bipolare +/- della corrente continua) seguita dall'E 636, poi dall'E 645/646 giungendo al quarto progetto della nostra locomotiva, che per progressione, assume il numero 5; Infine 6 è il numero dei motori di trazione. Anche se gli indotti dei motori sono 12, per le ferrovie dello stato, un motore con due indotti collegati in serie, è considerato ai fini dell'immatricolazione, come un motore singolo quindi il 6, è corretto.

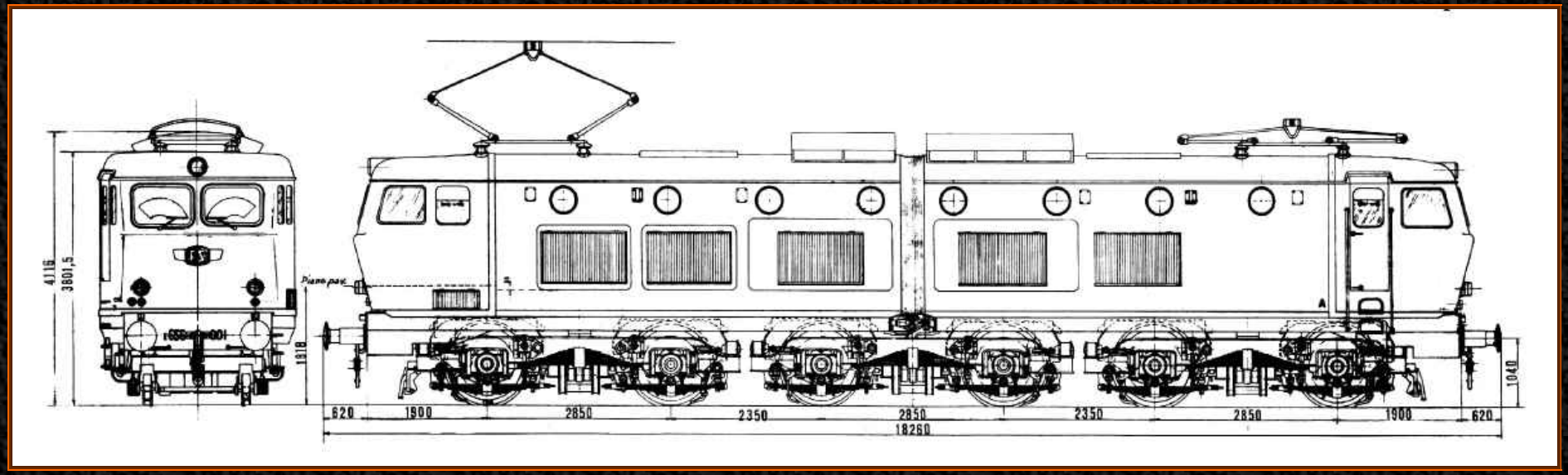
La colorazione della E 656 ha come dominante il "grigio perla" per la cassa e l'imperiale; la parte del telaio fino al di sotto delle griglie di ventilazione; la parte che comprende i finestrini laterali e frontali, e le custodie dei respingenti, sono in "blu d'oriente"; i panconi frontali sono in "rosso segnale"; tale colorazione, va ad estendersi leggermente sopra al filo della fanaleria e lateralmente alle cabine. Sul frontale sfoggia il fregio F.S. a "televisore" contornato da una stupenda ala in "giallo taxi". Tutto il rodiggio e in colore nero.

Attraverso un concorso interno al mensile "voci della rotaia" tale locomotiva, venne battezzata con il simpatico nome di "caimano". Sul fianco della cabina, sotto al finestrino del 1° macchinista, è stato messo un adesivo con una caricatura dell'animale.



Parte meccanica

la cassa delle locomotive dalla 001 alla 104

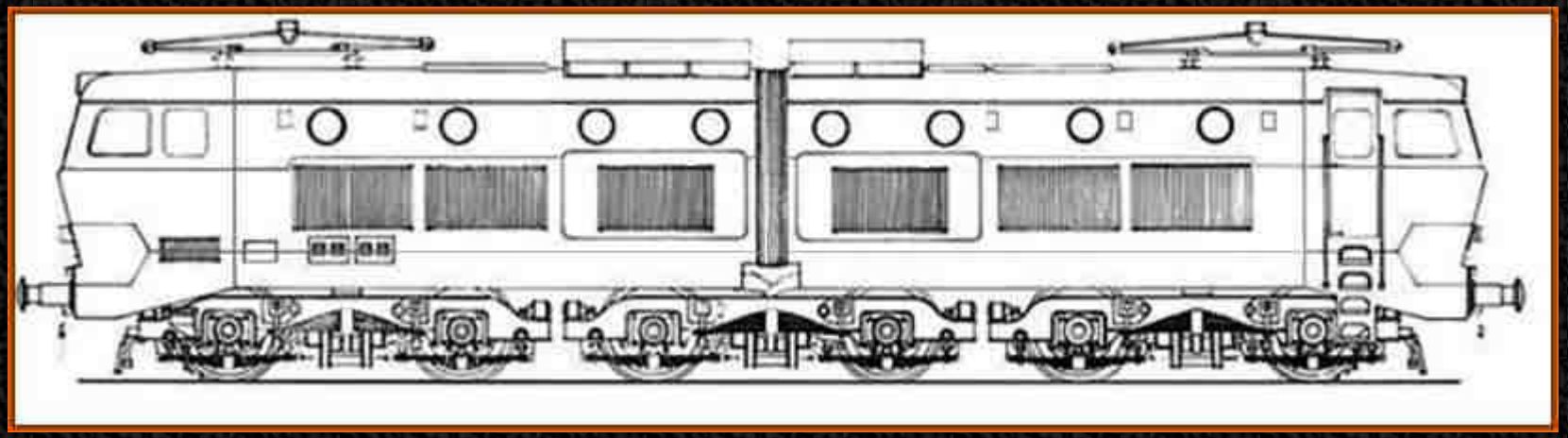


Progetto della locomotive E656 001 – 104 con fregio non definitivo

Il progetto originale prevedeva la cassa come le locomotive E 646, tranne che per le prese d'aria ad orecchio che dovevano essere sostituite da ampie griglie a V contrapposte e relativo elemento filtrante, al fine di aumentare la portata di ventilazione della cabina alta tensione. Mentre il progetto proseguiva, venne posta particolare attenzione all'ambiente di lavoro del personale di macchina e all'isolamento termoacustico; venne così modificato il profilo delle cabine senza allungare il telaio, con un piacevole compromesso tra estetica e comodità. Oltre alle cabine di guida, come gia detto, è stata attuata una diversa disposizione dell'equipaggiamento elettrico all'interno della cabina A.T., rispetto alle E 646 e precisamente: il reostato di avviamento è stato installato tutto all'interno di due cassoni ventilati forzatamente da 7 motoventilatori azionati da motori asincroni trifasi, e sistemato nella parte centrale della locomotiva. Per poterne verificare l'integrità e il funzionamento, i due cassoni sono provvisti di oblò, lato corridoio, e di portelli apribili in cabina A.T; I due motoalternatori, necessari a produrre l'energia trifase per alimentare le utenze ausiliarie, sono installati nella parte centrale della cabina A.T., sul lato esterno in modo da poterne effettuare lo smontaggio, dagli appositi portelli esterni; I 4 motoventilatori dei motori di trazione, 2 per ventilare i motori 1 – 2 e 11 – 12 e due per ventilare i motori 3 – 4 – 5 – 6 e 7 – 8 – 9 – 10, sono stati montati in corrispondenza dei motori da ventilare, lato corridoio; I due motocompressori, azionati da motori asincroni trifasi, sono sistemati sulla semicassa posteriore, lato parete esterna. Anche questi apparecchi possono essere smontati dall'esterno attraverso i 2 portelli. ; I 4 motoventilatori dei motori di trazione, e i 7

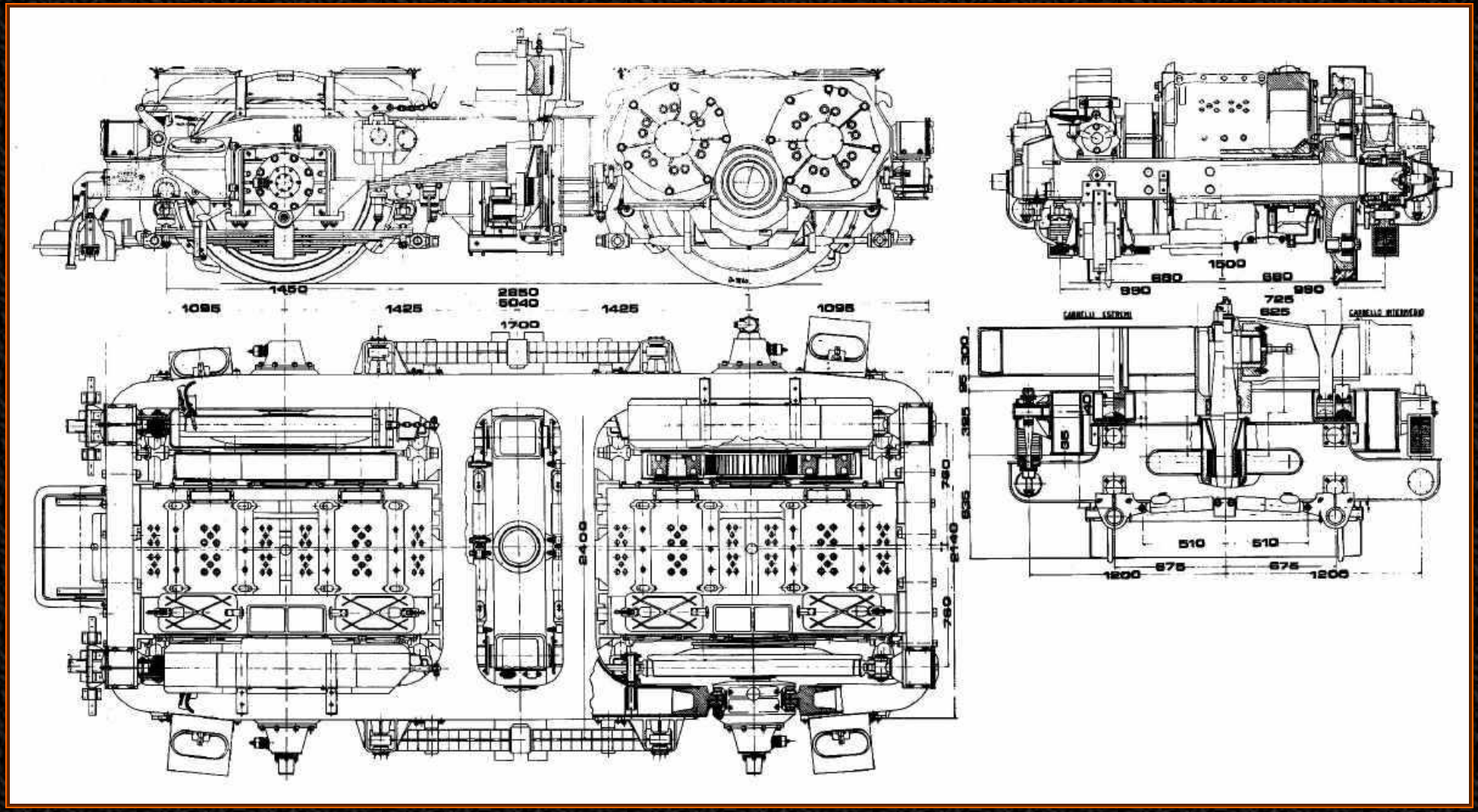
motoventilatori del reostato, aspirano l’aria dalla cabina A.T. e dal corridoio per cui, l’ingresso dell’aria avviene attraverso delle ampie griglie laterali ad alette verticali a V contrapposte e dotate all’interno di elementi filtranti. Le griglie sono 6 lato corridoio e 5 lato cabina A.T. Quattro delle griglie poste nella parete della cabina A.T. sono montate sugli sportelli amovibili dove si accede ai motoalternatori e i due motocompressori. In corrispondenza delle cabine di guida, esistono altre due griglie di minori dimensioni, necessarie per l’aspirazione della ventilazione delle cabine. I finestrini laterali della cabina ad alta tensione e del corridoio sono 8 e 6 rispettivamentei; quelli lato A.T. sono tutti di forma circolare, quelli lato corridoio sono quattro di forma circolare e due di dimensioni più ampie a forma ovale, per migliorare la visibilità e garantire al personale di macchina una eventuale via di fuga in caso di incidenti. In ogni cabina di guida esistono 6 finestrini, due frontali muniti di cristalli resistenti agli urti (20 mm di spessore in 3 strati di materiale trasparente), e provvisti di scaldavetri incorporati con resistenza a lamina d’oro; gli altri 4 sono due a due laterali di cui due con vetro scorrevole a “ghigliottina”. La cabina e le semicasse sono fissate al telaio mediante chiodatura, coperta a scopo estetico, da un coprigiunto.Particolare cura è stata posta nella realizzazione delle cabine di manovra, in modo da realizzare un complesso più confortevole possibile; a questo scopo le pareti interne sono state ricoperte con uno spesso strato di materiale isolante termoacustico ed è stato creato un apposito impianto di riscaldamento ad aria soffiata, regolato automaticamente da un termostato. L’accesso alle cabine, avviene tramite le consuete porte a battente con serrtatura triangolare. L’lluminazione di tutto il complesso avviene tramite lampade ad incandescenza, oltre che tramite le ampie finestrature.Ogni semicassa poggia sulla trave oscillante del carrello esterno e su quella del carrello centrale tramite dei pattini laterali a bagno di olio, aventi lo scopo di frenare i moti di serpeggio dei carrelli. Lo sforzo di trazione e di frenatura, viene trasmesso attraverso un perno verticale collegato alla cassa e allogiato nella trave oscillante del carrello in un apposito supporto reggispinta. Il collegamento meccanico tra le due semicasse è ottenuto per mezzo di due travi in acciaio fuso, rigidamente fissate alle testate esterne dei due semitelai, la trave collegata al semitelaio anteriore, porta due grossi rebbi, tra i quali trova alloggiamento la mensola centrale facente parte della trave collegata al semitelaio posteriore. Le due travi sono collegate tra di loro per mezzo di un perno orizzontale che collega la mensola centrale con i due rebbi. Quest’ultima porta le sedi del perno di collegamento con la trave oscillante del carrello centrale. Naturalmente tutti i collegamenti vengono realizzati con cuscinetti lubrificati e snodi sferici. Sulle travi di testata, sono fissati gli organi di trazione e repulsione. Tutto il telaio è predisposto per ricevere l’aggancio automatico unificato. Per quanto riguarda la fanaleria, la locomotiva è dotata di due fari di tipo automobilistico, e di un terzo faro centrale alto di profondita impiegato per la marcia a vista e in tutti quei casi di scarsa visibilità. Completano i gruppi ottici due piccoli fanalini rossi posti sotto ai proiettori principali, per le segnalazioni di coda e di marcia sul binario illegale, e un fanalino delle stesse dimensioni ma a luce verde per le segnalazioni riguardanti i treni straordinari (non più usato).Sull’imperiale, trovano posto: due sfogatoi per l’espulsione dell’aria di ventilazione del reostato di cui è possibile parzializzarne l’apertura con apposite portelle mobili. Il comando di tali portelle, è situato in corridoio sul ricasco dell’imperiale presso lo snodo centrale; due file di grigliati che fungono da praticabili, alcuni dei quali posizionati sopra a dei portelli apribili per la normale manutenzione d’officina; I supporti per il cavo alta tensione dei pantografi; i pantografi stessi e sul ricasco dell’imperiale si trovano anche gli appigli per le scalette di ispezione. Quasi tutte le unità del gruppo, allo stato attuale, sono state equipaggiate con l’impianto di climatizzazione delle cabine, riconoscibili dai due cassoncini di lamiera posti a protezione del compressore e del condensatore, posizionati in posizione paracentrale sull’imperiale e degli “ammortizzatori antiserpeggio” che teoricamente permettono di innalzare la velocità massima a 160 Km/h, ma le F.S. usano tali smorzatori per innalzare gli intervalli di tornitura delle cerchiature e dei bordini, in quanto tali apparecchi innalzano il valore della velocità critica del carrello riducendo i moti di serpeggio. Vennero autorizzate a viaggiare a 160 Km/h, per un breve periodo, solo le unità che vanno dalla 551 alla 608 e solo sulla Direttissima Firenze Roma.

la cassa delle locomotive dalla 252 alla 307



La struttura del telaio, pur rimanendo sostanzialmente uguale alle macchine precedenti, e stato ridisegnato e razionalizzato nei vari elementi. In particolare è stato rivisto il disegno nella zona di collegamento delle due semicasse, rendendo le travi di estrmità più robuste. Il collegamento fra le stesse è stato semplificato mediante l'introduzione di un elemento in gomma che non ha bisogno di lubrificazione. ***Lo sferilastic*** è composto da due parti simmetriche calettate a forza su un perno; il complesso poi viene forzato nell'alloggiamento di una trave collegata ad una semicassa e il collegamento fra le due semicasse si ottiene infilando la parte libera del perno nella trave facente parte dell'altra semicassa. Ovviamente lo sferilastic assolve la funzione di trasmissione delle forze di trazione e di frenatura fra le due semicasse e il carrello centrale. Per quanto riguarda le cabine di guida il loro collegamento alla struttura, avviene mediante saldature, quindi sono spariti i coprigiunti delle chiodature che contraddistinguono le macchine della prima serie. Sulla fiancata lato cabina A.T. sono stati ingranditi i due portelloni in prossimità dello snodo centrale in virtù dell'applicazione del convertitore statico che andremo a descrivere a breve. Sempre sotto le cabine di guida, è cambiata la forma dello "scalino" del telaio e sono comparse due asole ad uso di officina. Tutte le altre parti e sistemi che fanno parte della meccanica, sono identiche alle macchine dalla 001 alla 104.

Il carrello tipo “UM 1250”



Progetto definitivo del carrello delle E 656

Il carrello è chiamato “UM 1250” e non ha subito variazioni di rilievo rispetto al tipo “IM 1250” montato sulle locomotive E 645 – E 646 da cui deriva. Come si può vedere dal disegno precedente; i particolari modificati e migliorati sono i seguenti:

- sono stati introdotti degli spessori elastici nella battuta tra la boccola e il parasala per ridurre gli urti nella marcia in curva e in rettilineo a velocità elevata.

- sono stati applicati 4 ammortizzatori smorzatori per carrello tra la trave oscillante e il telaio del carrello stesso per ridurne i reciproci movimenti

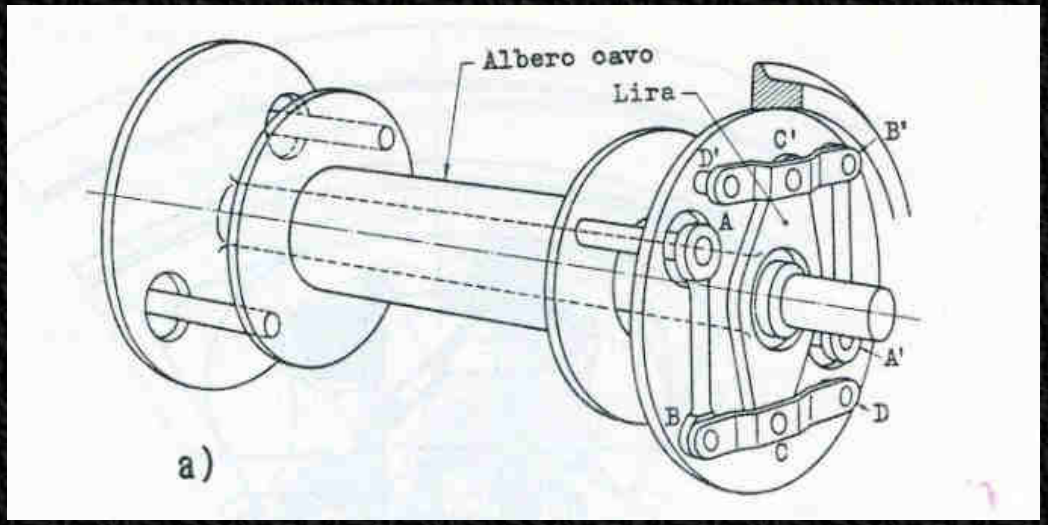
- eliminate le biellette di trazione e realizzato il collegamento longitudinale tra carrello e trave oscillante con guide verticali

- Introduzione dei pendini al posto delle staffe di collegamento delle balestre della sospensione secondaria (cassa - carrello).

- riduzione del perno di collegamento tra il sottoboccola e la staffa della balestra della sospensione primaria, con irrobustimento dei relativi occhioni

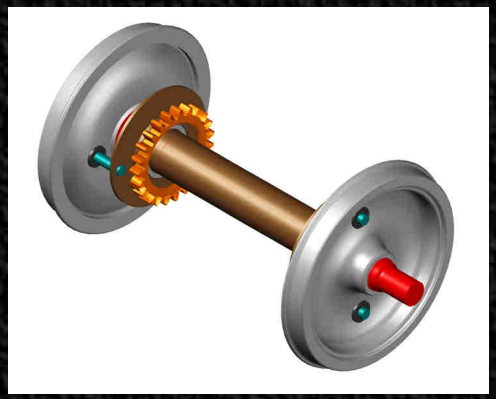
- Eliminazione delle pompe “Friedmann” esterne al carrello (e in cabina di guida) e modificata la lubrificazione dei vari organi meccanici, con un sistema capillarizzato e centralizzato del tipo “Willy – Vogel”. Mentre la lubrificazione del bordino, si realizza mediante il normale impianto “De Limon”, in opera anche su altre locomotive

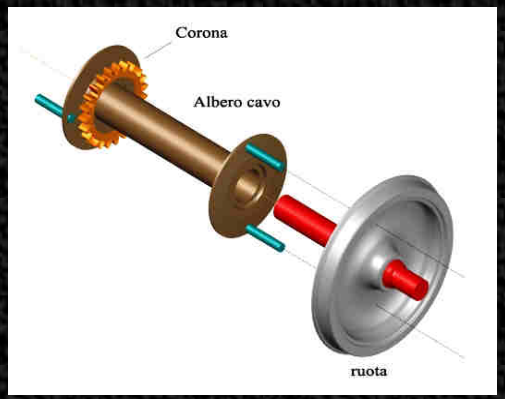
la trasmissione del movimento



La trasmissione del movimento, e del tipo ad “anello danzante” che ha fatto la sua prima apparizione nel prototipo E 434 068 nel 1956. Ormai collaudatissima e molto affidabile è andata ad equipaggiare oltre alle E 656 ovviamente, le E 645, E 646, E 444, E 447, opportunamente rivista anche le E 632, E 633, e le locomotive diesel D 343, D 345, D 443, D445…..vediamola insieme come è fatta e come funziona. La trasmissione del movimento dal motore elettrico alle ruote avviene per mezzo di un pignone calettato sull’albero del motore e da una corona calettata sull’albero cavo. Il pignone calettato sull’albero motore, ha 28 denti in acciaio al cromo/molibdeno cementato, temprato e trattato ad induzione mentre la corona dell’albero cavo, ha 61 denti dello stesso materiale del pignone; il rapporto di trasmissione pertanto è il 28/61 che consente alla locomotiva, una velocità massima teorica d’esercizio di 150 Km/h. Dato che i motori sono solidali al telaio del carrello e quindi oscillano con esso, mentre la sala è costretta a seguire i movimenti del binario e quindi oscilla per proprio conto, è stato necessario interporre tra i due ingranaggi della trasmissione ed il centro ruota un mezzo elastico capace di assorbire questi movimenti. Lo scopo è stato raggiunto facendo trasmettere il moto, attraverso un albero in acciaio cavo e tamponi di gomma vincolati ai centri delle ruote. L’albero cavo, è collegato ai centri delle ruote attraverso dei tasselli in gomma che assorbono gli spostamenti della sala, rispetto al carrello. Nel dettaglio, il complesso è costituito da due bielle e due bilancieri. L’albero cavo è provvisto di due perni di acciaio per ciascun lato che attraverso due fori praticati sul centro ruota trasmettono la forza alle due bielle, le quali a loro volta attraverso i due bilanceri, trasmettono il moto ai perni fissi che sono calettati sul degli speciali alloggiamenti nel centro ruota. I due bilanceri sono collegati tra di loro attraverso una speciale biella che serve ad equilibrare le forze di trazione trasmesse da ciascun bilanciere; tale biella prende il nome di “lira”. Per conferire a tutto il sistema la necessaria elasticità, tutte le articolazioni sono munite di “silent bloc”. A seconda del senso di marcia, le bielle sono sollecitate a trazione o a compressione e il montaggio del sistema e tale che la forza di trazione sulle ruote di una stessa sala, viene applicata da un lato a trazione e dall’altro a compressione. Tornando all’albero cavo abbiamo detto che è un tubo di acciaio speciale sul quale, alle due estremità, sono saldati il mozzo porta corona e la flangia porta perni. Esso ruota all’esterno della sala su due cuscinetti a strisciamento, sostenuti dai supporti ricavati sulla carcassa del motore. La lubrificazione di tali cuscinetti avviene attraverso un sistema denominato “willy Vogel” che verrà descritto in seguito. Le ruote al diametro di 1250 mm (da qui la sigla del carrello), hanno la cerchiatura riportata e sono in acciaio fuso e laminato a caldo e hanno la forma concava a scodella, per permettere l’alloggiamento delle bielle della trasmissione del moto ed hanno le sedi per i perni e i tamponi di gomma sopra descritti. Nello schema raffigurato abbiamo:

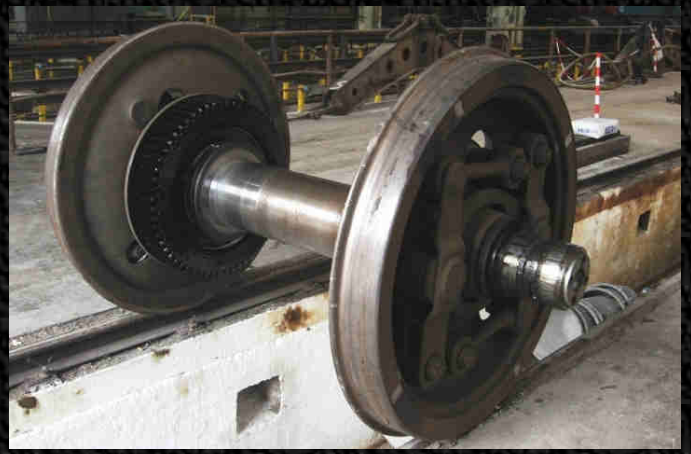
A, A’ : Perni dell’albero cavo …… che trasmettono la forza alle bielle
B, B’ : Bielle trasmettitrici dello sforzo…… hanno il compito di trasmettere lo sforzo ai bilancieri
C, C’ : bilanciere …….. collega le bielle al perno fisso del centro ruota
D, D’ : Perni fissi alloggiati nel centro ruota …… trasmettono lo sforzo di trazione alle ruote
Lira : …… equilibra le forze trasmesse dai bilancieri





Questi due disegni ricavati da una modellazione 3D, ci mostrano il principio di strutturazione di un sistema di trasmissione come quello descritto sopra descritto. Sono stati omessi, per migliore comprensione, tutti i cinematismi di leve all'interno del centro ruota. Questo sistema ovviamente con le necessarie migliorie, verrà ripreso sulle locomotive E 402.

Albero cavo di una E 656; sulla sx si vede il "mozzo portacorona"



Sala montata completa di albero cavo e trasmissione

Cuscinetti delle boccole

Le boccole portanti esterne sono a tenuta stagna del tipo TR.370 a doppia fila di rulli cilindrici; sono stati progettati e forniti da RIV. Ai lati del coperchio delle boccole sono fissate le "masse radiali" a spazzoline di grafite per rendere equipotenziale la terra del circuito di trazione, su tutte e 12 le ruote.

L’impianto pneumatico

I compressori

L’impianto pneumatico necessario al comando delle apparecchiature elettropneumatiche (contattori, combinatori, invertitori, ecc), e del freno automatico continuo e “moderabile” e tutte le utenze pneumatiche, ha origine da i due motocompressori ***Westinghouse tipo W 242*** (foto) sono dei compressori a 4 cilindri (2 di alta e 2 di bassa pressione) a doppio stadio di compressione e sono capaci di aspirare 4000 litri di aria al minuto (2000 Litri ciascuno). Prima di essere compressa, l’aria dopo aver attraversato il filtro, passa anche attraverso un anticongelatore. Essi sono posizionati nella semicassa posteriore sul lato esterno e possono essere smontati dagli appositi portelli filtro apribili (sono i primi due della semicassa B a sx). Sono azionati da 2 motori asincroni trifasi da 17 Kw ciascuno. Il comando dei compressori, se i due interruttori sul banco di manovra MC1 MC2 sono inseriti, avviene automaticamente attraverso un regolatore di pressione (del tipo Stotz Kontakt W.D.M.) che disinserisce i due apparecchi quando la

pressione nei serbatoi principali raggiunge i 7,5 Bar. Il comando può avvenire anche direttamente tramite l’interruttore sul banco ***CD*** in questo caso il regolatore di pressione non interviene e la sicurezza è garantita da un’apposita valvola tarata a 10 Bar. I motori a 17 Kw dei compressori, sono comandati da 2 teleruttori ***TMC1 TMC2*** inseriti sulla rete trifase a 450 Volt 60 Hz, il consenso di chiusura di questi teleruttori avviene tramite 2 relè compressori ***Rrc1 e Rrc2***. Unitamente alla chiusura dei relè compressori, avviene anche l’eccitazione (dopo circa 4 secondi) delle elettrovalvole di decompressione ***Evdc1 Evdc2*** che hanno la funzione di far partire i compressori a vuoto e non sotto carico. I motori a 17 Kw, sono protetti dagli stotz a media tensione ***IMC1 IMC2*** posti in corridoio sul quadro utenze trifasi MT. Il normale funzionamento dei compressori, è segnalato sul banco da un’apposita spia di colore verde MC. In caso di arresto di uno dei due apparecchi, si accende la spia rossa MCg e si adottano i rimedi del caso (eventuale sostituzione o bloccaggio dei relè di comando). Solo in caso di scatto dello stotz a media tensione, a parte il normale tentativo di riarmo, non va più fatta alcuna operazione (probabile massa sul motore trifase, grippaggio del compressore o guasto allo stotz). L’esercizio della locomotiva con un compressore escluso è una cosa abbastanza delicata in quanto numerose sfrenature con frequenti ricariche della condotta, può portare ad un surriscaldamento per sovraccarico, ad una conseguente rottura delle valvole o ad un possibile grippaggio dei pistoni, con la conseguente richiesta di riserva. Anche eventuali perdite di aria vanno possibilmente eliminate. Onde evitare possibili avarie a questi importanti apparecchi, come vedremo più avanti, è stato inserito un pressostato olio, che fa aprire i teleruttori ***TMC1 TMC2*** se la pressione non ha raggiunto il regime entro 4 secondi dall’avviamento. Il collegamento meccanico tra il motore di comando e il compressore, avviene mediante un giunto elastico a torsione.

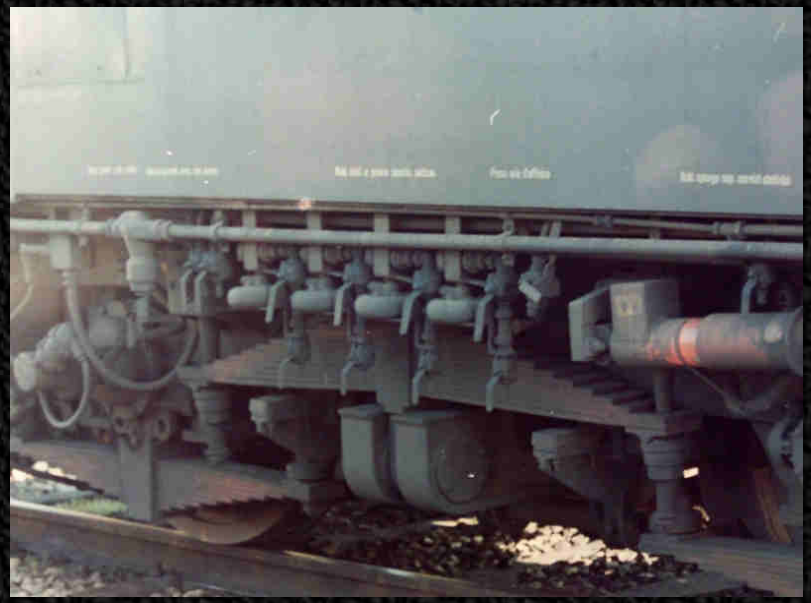
Le condotte pneumatiche

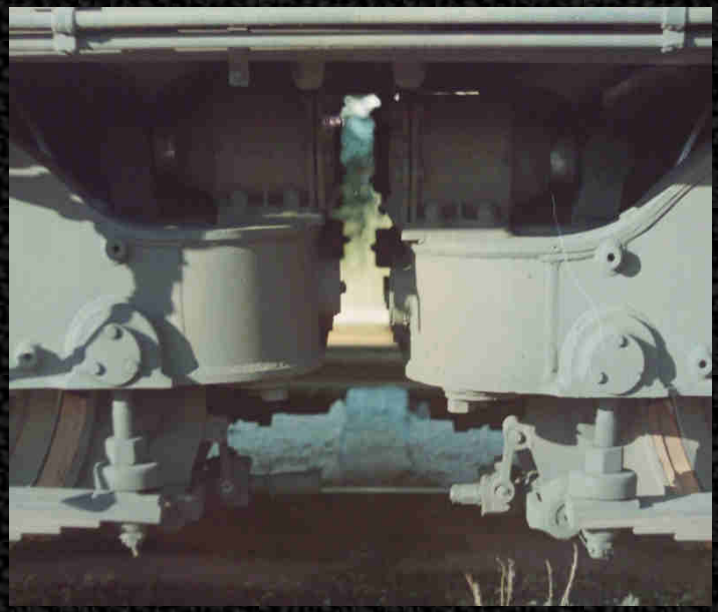
Subito dopo i compressori la condotta pneumatica prosegue attraverso un condensatore di umidità doppio ed un separatore dell'olio. Quest'ultimo ha lo scopo di togliere eventuali trafilamenti di lubrificante dovuti a cattiva tenuta delle fasce elastiche dei pistoni del compressore. Il circuito prosegue con una lunga serpentina di raffreddamento, posizionata sull'imperiale della semicassa posteriore, che ha lo scopo di raffreddare l'aria surriscaldata per effetto della compressione. All'uscita della serpentina di raffreddamento (siamo di nuovo in cabina A.T.) abbiamo una valvola di ritenuta da un pollice, una valvola di sicurezza tarata a 10 Atm, il regolatore di pressione (del tipo ***Stotz Kontakt W.D.M***.), un altro separatore d'olio, e l'apparecchiatira di deumidificazione (tipo ***GEL***). Proseguendo giungiamo ad uno dei due serbatoi principali avente una capacità di 300 Litri, collegato in parallelo al secondo serbatoio principale avente una capacità di 220 litri. Direttamente dal serbatoio da 300 Litri, attraverso un tubo da ½ pollice, si diparte la condotta dei comandi pneumatici (trombe, fischi, tergicristalli, lavavetri, eiettori lanciasabbia, cilindri di innalzamento dei pantografi, De Limon, willy vogel), e la condotta principale che termina sugli accoppiatori flessibili di testa (gialli) e va ad alimentare le utenze del materiale rimorchiato; sempre sulla stessa condotta attraverso un rubinetto a 3 vie, è inserito il compressorino di primo alzamento dei pantografi collegato ad un serbatoio da 20 Litri, ad una valvola di sicurezza (8 Atm) e ad un manometro. L'alimentazione dei cilindri di innalzamento dei pantografi, avviene tramite il rubinetto di sicurezza "ragno" che impedisce pneumaticamente la manovra, quando viene prelevata la chiave per entrare in cabina A.T. Sempre dalla condotta dei comandi pneumatici, attraverso la valvola C6A tarata a 5,5 Atm e il separatore di condensa , si diparte la condotta da 1 pollice destinata all'alimentazione dei servizi elettrici (I.R., elettrovalvole, C.IN, C.I.C.) questa condotta ha un manometro posizionato sopra il finestrino del macchinista, sulla sinistra, che ne permette di controllare la pressione. Tutti gli apparecchi elettrici che utilizzano la condotta dei servizi elettrici, sono collegati ad essa attraverso dei tubi in gomma "cannette". Derivata dalla condotta dei comandi pneumatici attraverso una valvola di ritenuta, abbiamo un'altra coppia di serbatoi perfettamente identici ai precedenti da 300 e 220 Litri, ma destinati ad alimentare tutto l'impianto di frenatura. Da questi serbatoi infatti, tramite un tubo da 1 pollice, ha origine la condotta di alimentazione del freno che va ad alimentare i 2 rubinetti del freno (foto) "continuo" (Oerlikon FV4a) e quelli del freno "moderabile" (tipo RA.M) necessario a frenare la sola locomotiva; viene anche chiamato freno "diretto". Tutto l'impianto pneumatico, e dotato di scaricatori automatici della condensa, situati sotto il telaio sul fianco della locomotiva proprio sotto ai compressori

l'impianto di frenatura

Dai due rubinetti Oerlikon ha origine la condotta generale del freno, che va ad alimentare il distributore tipo Westinghouse U1. Il distributore ha un serbatoio ausiliario alimentato dalla condotta del freno attraverso una valvola (C6A) alimentata a 4 Atm.. Attraverso una conduttura da ½ pollice il distributore alimenta 3 trasformatori di pressione (uno per carrello) che possono alimentare i cilindri freno ad una pressione massima di 4 Atm quando è in atto la frenatura automatica continua. Tali trasformatori possono essere esclusi in caso di guasto; in questa situazione l'azione frenante del carrello interessato è annullata. Tali trasformatori hanno in dotazione l'elettrovalvola che permette la frenatura ad alta velocità a doppio stadio di pressione; infatti quando la locomotiva, raggiunge i 60 Km/h in cabina si accende la spia gialla di intervento (FAV). Ogni carrello, ha in dotazione 4 cilindri freno (uno per ruota) quindi l'azione frenante è ripartita su 12 cilindri freno. Tali cilindri possono venire esclusi a coppie, in caso di guasto con gli appositi rubinetti di isolamento. La timoneria del freno è costituita dalla staffa di collegamento degli zoccoli porta ceppi (interna alla ruota), dalle due leve di comando imperniate sulla trave del telaio del carrello; quella esterna porta l'occhio per il collegamento con il perno del cilindro freno e dell'asta di comando del freno a mano. La timoneria ha un particolare dispositivo che mantiene tutto il quadrilatero di frenatura sempre regolato, anche quando l'usura dei ceppi

fa aumentare notevolmente il gioco al complesso. Tale dispositivo che non è altro che una sorta di rocchetto a vite senza fine, si trova sull'articolazione della staffe che collegano i portazoccoli con le leve di comando collegate al cilindro freno, esterne al carrello. I cilindri freno possono venire alimentati a 6 Atm solo con il freno moderabile e in caso di emergenza. In caso di frenatura ad alta velocità dove l'attrito necessario alla decelerazione è molto elevato, oppure in caso di frenature prolungate in discesa, sopra ai cilindri freno verso la mezzeria della ruota, sono posizionate le lamiere "parascintille" che hanno il compito di impedire che le particelle di ghisa incandescenti sprigionatesi dai ceppi, colpiscano il sottocassa. Tali lamiere ovviamente non fanno parte dell'impianto di frenatura, ma degli accessori di cui è dotato il carrello. La sabbiatura necessaria ad aumentare l'aderenza in caso di necessità, un tempo era assicurata da 12 sabbiere; visto la grande versatilità della locomotiva, che praticamente non conosce lo slittamento, sono state eliminate quasi completamente tranne che sugli assi anteriori dei carrelli di estremità che sono quelli più soggetti ad essere scaricati dalla coppia di cabraggio, quindi più soggetti a slittare. L'intervento delle sabbiere, oltre che direttamente con l'apposito pulsante situato nelle cabine di guida, può avvenire automaticamente tramite il relè RaVII pilotato dal dispositivo antislittante "Parizzi", che verrà descritto più avanti. Il "peso frenato" della locomotiva aveva un valore di 100 tonnellate (ora ridotto a 75). La condotta generale, termina anch'essa sugli accoppiatori di testata (rossi) e sempre su tale condotta, è inserita l'apparecchiatura pneumatica della ripetizione dei segnali che realizza lo scarico rapido in caso di "assenza di codice" non autorizzata o per mancato Riconoscimento e Prericonoscimento dei codici restrittivi; tale apparecchiatura, può essere intercettata con l'apposito rubinetto. Questo sistema oggi, è parte integrante dell'apparecchiatura S.C.M.T.





Nella foto in alto sono visibili i "cilindri freno", e all'esterno dei portaceppi, si possono notare i dispositivi di recupero delgioco dovuto all'usura. Nella foto a fianco invece si vedono chiaramente gli scaricatori automatici della condensa, e sottodi essi, i rubinetti di spurgo manuali; sull'asse anteriore è possibile vedere il generatore necessario al funzionamentodel tachigrafo "Hasler & Bern.

Impianti speciali

L'impianto di lubrificazione e ingrassaggio

Su queste locomotive, esistono 2 circuiti di lubrificazione e ingrassaggio e precisamente: l'impianto di ingrassagio dei bordini del primo asse senso marcia e portastriscianti dei pantografi denominato (de Limon); impianto di lubrificazione dei cuscinetti di appoggio sull'albero cavo dei motori di trazione e sulle locomotive dalla 001 alla 052, anche dello snodo centrale, denominato (Willy – Vogel).

Vediamo nello specifico come funzionano i due impianti.

l'impianto De Limon; E 656 001-009, 032-056, 061-065, 072-104, 201-307.

Una centralina elettronica, in base ad un segnale tachimetrico, invia a intervalli regolari il lubrificante (grasso), contenuto nell'apposito serbatoio, ai vari organi; il segnale tachimetrico proviene da un generatore calettato sulla boccola. Tramite un apposito selettore di distanza, è possibile aumentare o diminuire lo spazio tra un lancio di lubrificante e un altro in base alla tortuosità della line che si percorre.Il dispositivo è provvisto di pulsante di prova e fusibile di protezione. L'elettrovalvola dell'ungibordo, si trova sotto le cabine di guida e puo essere isolata, con l'apposito rubinetto in caso di guasto, mentre le elettrovalvole che inviano il grasso agli striscianti si trovano sotto la cassa, nei pressi dello snodo centrale. Il rabbocco del grasso viene effettuato dallo sportellino situato sulla semicassa anteriore, nei pressi dell'articolazione centrale

l'impianto Willy Vogel (resto del gruppo)

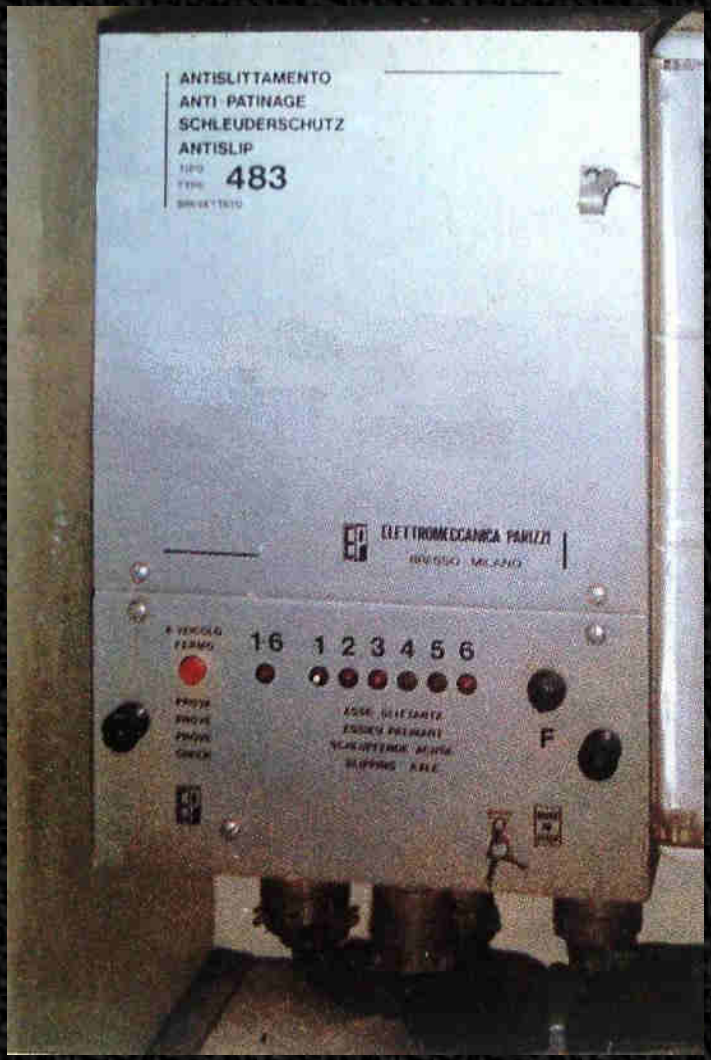
Si compone di un dispositivo elettronico (ubicato all'estremità del corridoio, lato cabina posteriore) comprendente anche un interruttore automatico, due pulsanti (uno per la prova delle lampade e l'altro per la prova di funzionamento del circuito) e 3 lampade spia di cui una per l'indicazione della presenza della pressione nel circuito di lubrificazione delle boccole degliassi cavi (gialla); una per l'indicazione della pressione nel circuito di lubrificazione dello snodocentrale (gialla) e la terza (rossa) per l'indicazione del livello dell'olio nel serbatoio livello basso).Completa l'apparecchiatura un serbatoio per l'olio, la pompa e i dispositivi per l'azionamentoa spazio di cui uno determina la lubrificazione dei cuscinetti degli assi cavi ogni 1.000 m circa,e l'altro la lubrificazione dello snodo centrale ogni 12.000 m circa. Sulle locomotive che vanno dalla 001 alla 052, tale impianto lubrifica anche le parti dello snodo centrale.

Sistema Antislittante ***"PARIZZI"***

L'A.S. realizzato dall'Elettromeccanica Parizzi è costituito da una centralina di rilevamento ed elaborazione segnali ubicata in cab. 1. Detto dispositivo è collegato ai GEU (Generatori Elettrici Unificati) calettati su ogni asse; la tensione generata dai suddetti GEU serve corne segnale di rilevarnento giri anorrnali delle ruote. Pertanto quando le sei tensioni, messe a confronto con continuità durante la rnarcia dalla centralina, sono identiche (o quasi), il positivo del relè Ra VII è a tensione zero per cui rirnane aperto. L'A.S. viene inserito con la chiusura dello Stotz Antislittante posto in cab. 1. Detta chiusura è segnalata dall'accensione della Lamp. spia verde posta a destra delle sei lampadine di segnalazione slittamento in ogni cabina di guida. La provadell'A.S. si può fare eseguendo la prova a vuoto del circuito di comando e quindi premendo ilpulsante rosso sulla centralina Parizzi (in cabina 1) solo a veicolo fermo. Durante l'avanzamento dell'avviatore. se l'A.S. funziona dovrà avvenire:

- La retrocessione dell'avviatore, che cesserà quando si rilascia il pulsante.
- L'attivazione delle sabbiere senso marcia. (relè RaVII)
- L'attivazione dell'avvisatore acustico.
- L'accensione delle Lamp. Spia .1 ÷ 6. sulla centralina.

Il pulsante esistente sulla destra delle sei lampade di segnalazione slittamento nelle cabine di guida (nel quale è incorporata la lampada (verde) serve per verificare l'efficienza delle lampade stesse. Sono avvenuti diversi casi di segnalazione di slittamento simulato dell'A.S. in seguito a penetrazione di acqua o neve nei GEU od in seguito ad altra avaria. In tal caso per proseguire il servizio occorre aprire lo Stotz Antislittante e stare attenti a rilevare nel modo tradizionale eventuali veri slittamenti degli assi, per disinserire prontamente la locomotiva.



Particolare della centralina dell'antislittante Tipo 483
della Parizzi elettromeccanica

Impianto di condizionamento

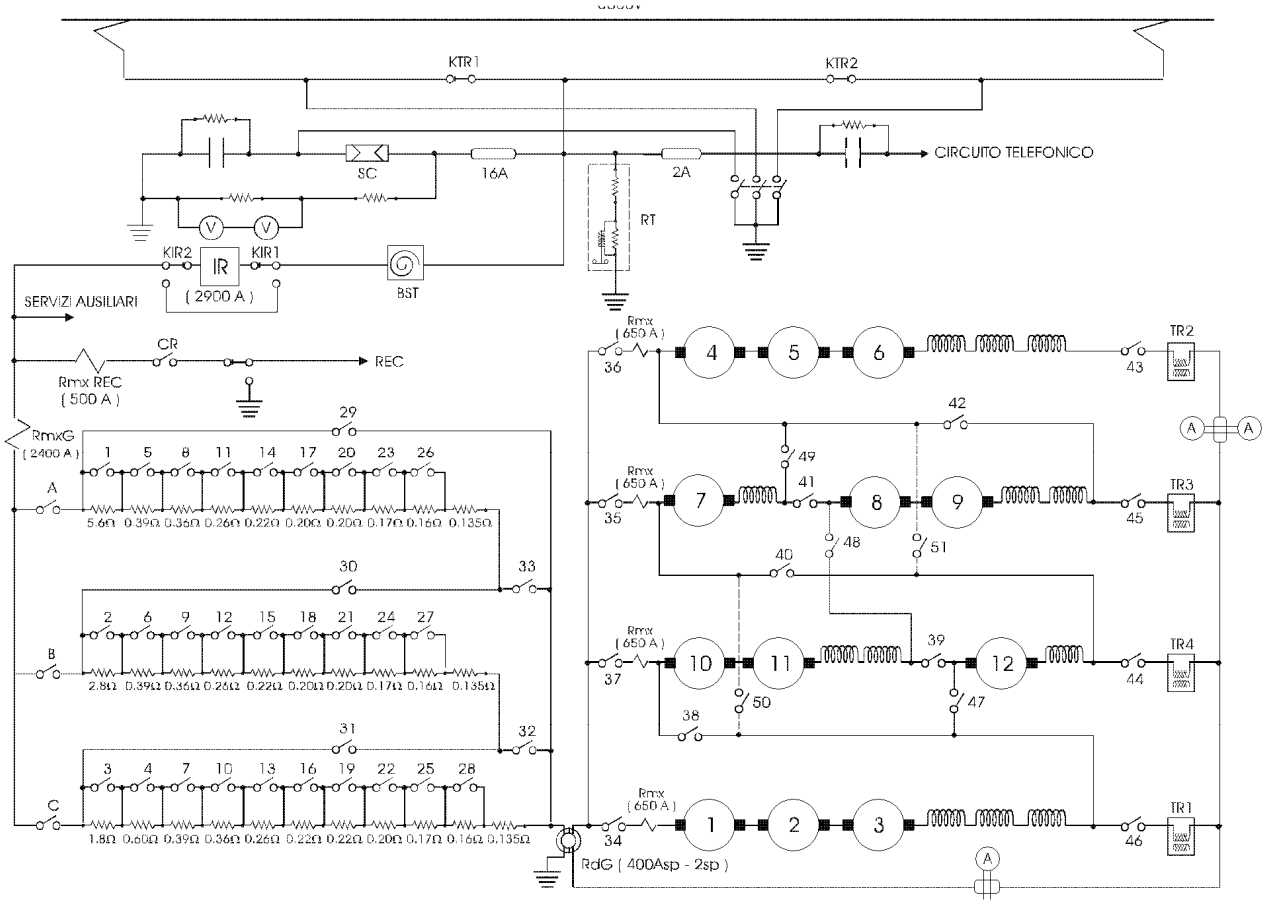
L'impianto dell'aria condizionata sulle E 656 è stato fonito dalla FER . L'impianto si divide in 3 apparecchi principali; il gruppo compressore, il gruppo di condensazione ed infine il gruppo evaporatore (generatore del freddo) completo di valvola di espansione. Ritengo interessante spiegare il ciclo frigorifero per cui vediamolo insieme. Il fluido frigorigeno usato è del tipo R 134 A in quanto il gas freon usato fino a pochi anni fà, per legge è stato bandito in quanto ritenuto responsabile, come tutti i "clorofluorocarburi" della perforazione dello strato di ozono terrestre. Il compressore del tipo ermetico, aspira il vapore del refrigerante dall'evaporatore, lo comprime surriscaldandolo e lo manda al condensatore. Poichè la temperatura del vapore risulta di molto superiore a quella dell'ambiente in cui si trova il condensatore, il calore viene fatto dissipare con un ventilatore attraverso le serpentine del condensatore stesso; ne consegue un abbassamento di temperatura del vapore che condensandosi si raccoglie, allo stato liquido, nell'apposito serbatoio di raccolta. Da questo serbatoio il liquido giunge alla "valvola di espansione" o “valvola termostatica” aumentando di volume e, essendo temperatura e pressione costanti evapora. Il calore necessario all'evaporazione del liquido viene ceduto all'aria che lambisce la serpentina dell'evaporatore e che, cedendo calore, abbassa la propria temperatura e si raffredda. L'aria raffreddata viene poi distribuita nella cabina di guida dal ventilatore dell'evaporatore. Tutto l'impianto è gestito da un termostato situato in cabina che regola la la temperatura. I 2 compressori del tipo ermetico, sono situati sull’imperiale subito dopo gli sfogatoi in posizione paracentrale insieme al gruppo condensatore mentre, l'unita evaporante ovviamente, si trova nelle cabine di guida insieme alla sonda di temperatura ed al termostato di controllo. I due impianti sono completamente indipendenti.

Particolare del gruppo compressore condensatore sulla semicassa A
di un locomotore E 656 (modellino)

13
656 250

Parte elettrica

Il circuito di trazione

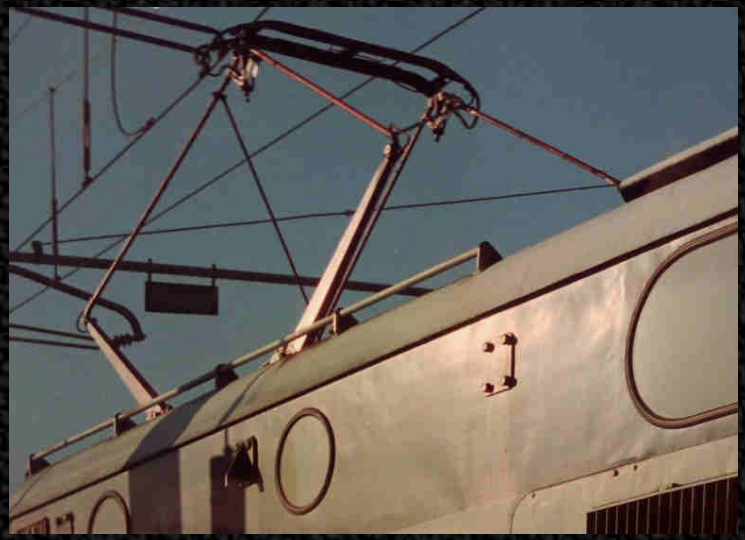


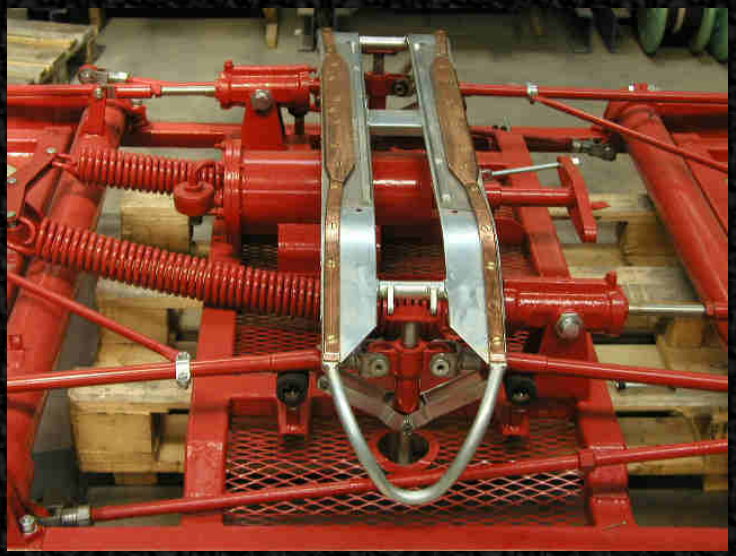
Le apparecchiature elettriche percorse dalla corrente di trazione in ordine, sono le seguenti:

- 2 archetti a pantografo tipo 52 F.S.
- 2 sezionatori a “coltello” per l’eventuale esclusione dal circuito del pantografo guasto (KTR 1 e KTR 2)
- 2 sezionatori di messa a terra
- 2 sezionatori di “terra” del circuito telefonico ad onde convogliate
- 1 resistenza addizionale per i voltmetri di linea, da banco
- 1 relè di tensione tarato a 1800 Volt (RTN)
- 1 scaricatore di sovratensioni a condensatore e resistenza di scarica
- 1 bobina di “sbarramento” del telefono treno terra ad onde convogliate
- 1 interruttore extrarapido C.G.E. tipo IRA 3020 P, tarato a 2500 ampere, e relativi sezionatori di esclusione (KIR 1 e KIR 2)
- Quadro di derivazione per l’alimentazione dei servizi ausiliari e circuito del R.E.C.
- Relè di massima corrente del R.E.C. con relativo contattore di inserzione, sezionatore di “terra” e accoppiatori di testata
- 1 relè di massima corrente generale tarato a 2400 ampere (RMXG)
- Reostato di avviamento con relativi contattori di esclusione e inserzione
- Spira di ingresso del relè differenziale generale tarato a 400 ampere/spire (RDG)
- 4 rele di massima corrente per ramo motori tarati a 650 ampere (RMX 4,5,6,) (RMX 7,8,9) (RMX 10,11,12) (RMX 1,2,3)
- 6 motori di trazione doppi tipo 82 – 400 e relativi contattori di combinazione
- 2 combinatori invertitori di marcia (C.IN. A) (C.IN. B)
- 2 combinatori per l’indebolimento di campo a esclusione di spire (C.I.C. A) (C.I.C. B)
- 4 trasduttori di corrente a magnetoresistenza, per il pilotaggio del relè di accelerazione elettronico (R.A.E.)
- 2 Shunt per gli amperometri di ramo e totale, da banco
- Spira di uscita del relè differenziale generale tarato a 400 ampere/spire (RDG)
- Binario

Vediamo insieme la funzione di questi apparecchi elettrici:

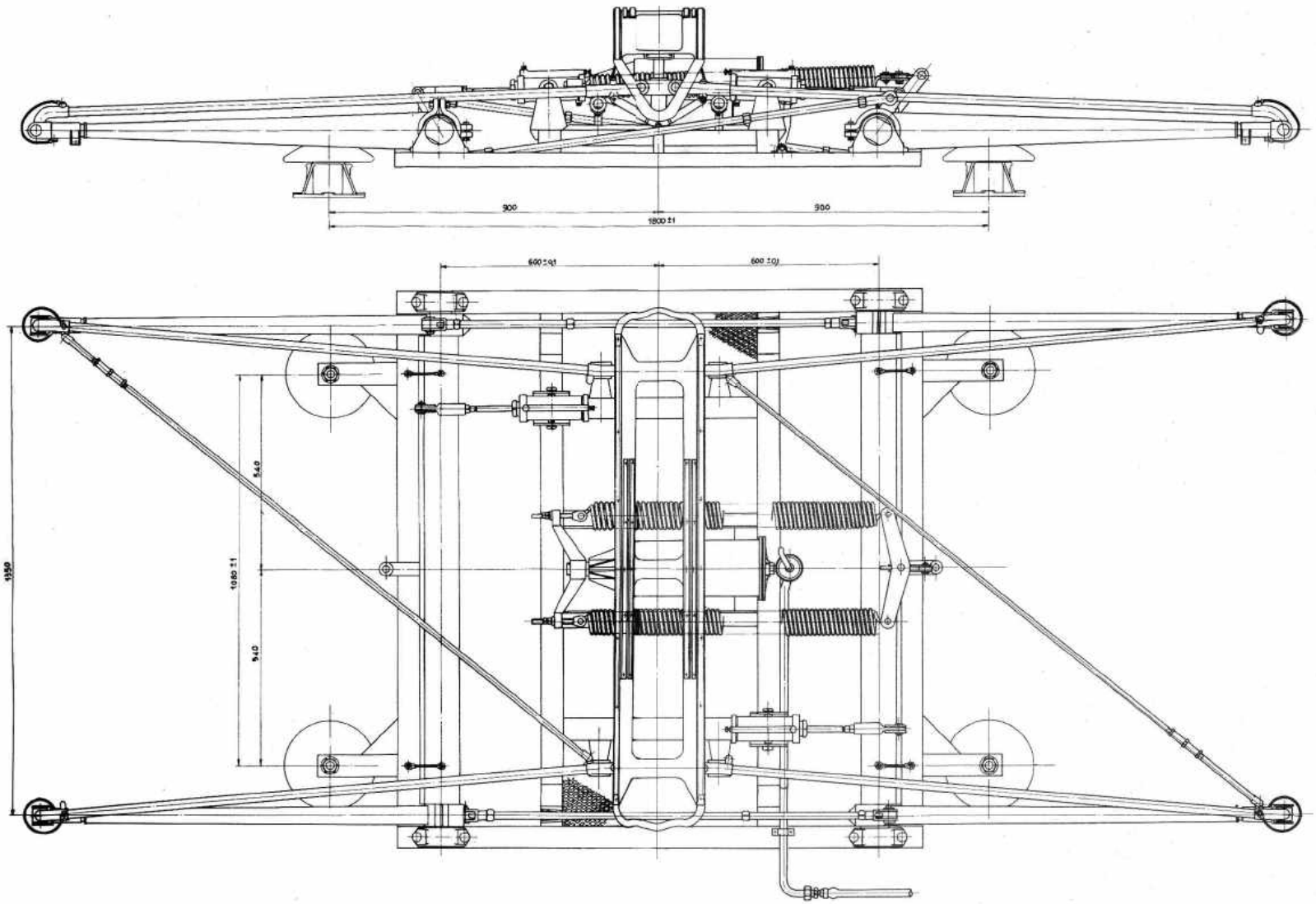
Il pantografo tipo 52; non ha bisogno di nessuna descrizione; conosciutissimo e collaudatissimo ha equipaggiato una generazione di rotabili veloci e non. Il suo livello di affidabilità, dopo le normali modifiche di aggiornamento meccanico, ha raggiunto la piena maturità. Inizialmente l'archetto portastrisciante, aveva la forma arcuata; successivamente per renderlo meno soggetto alle spinte aerodinamiche, venne equipaggiato con l'archetto piano. Tale modifica ha interessato l'intero parco trazione F.S. Il pantografo è un organo della locomotiva importantissimo. La sua geometria deve essere perfetta, altrimenti la derivazione della corrente di trazione dalla linea, può non essere ottimale specialmente alle velocità più alte dove le sollecitazioni meccaniche ed aerodinamiche, amplificherebbero eventuali difetti. Quindi è buona norma, quando si prende in consegna la macchina in deposito, controllare la perfetta integrita dei pantografi. Anche in caso di perdita di aria dal circuito pneumatico, è consigliabile o cambiare pantografo, o locomotiva perché la non perfetta alimentazione del cilindro di innalzamento, puo provocare dei distacchi con conseguenti sfiammate ed aperture dell'I.R. per scatto del relè differenziale e possono avvenire delle scariche spinterometriche sui motori; oltre ovviamente ad un usura anomala del portastrisciante. La manovra di innalzamento avviene elettropneumaticamente; chiudendo uno degli interruttori sul banco T1 o T2 o entrambi, avviene l'eccitazione dell'elettrovalvola relativa al pantografo che si vuole sollevare e la bobina del relè trolley (RTR) che si chiude per terra diretta. Il cilindro pneumatico di innalzamento viene alimentato e attraverso la tiranteria regolabile, tira le molle che a loro volta alzano il pantografo. Durante la manovra di abbassamento una valvola di scarico rapido provvede a disalimentare il cilindro e, appositi smorzatori, permettono al pantografo di abbassarsi sensa subire danni. Nelle foto qui sotto, possiamo vedere il pantografo 52 F.S. in officina

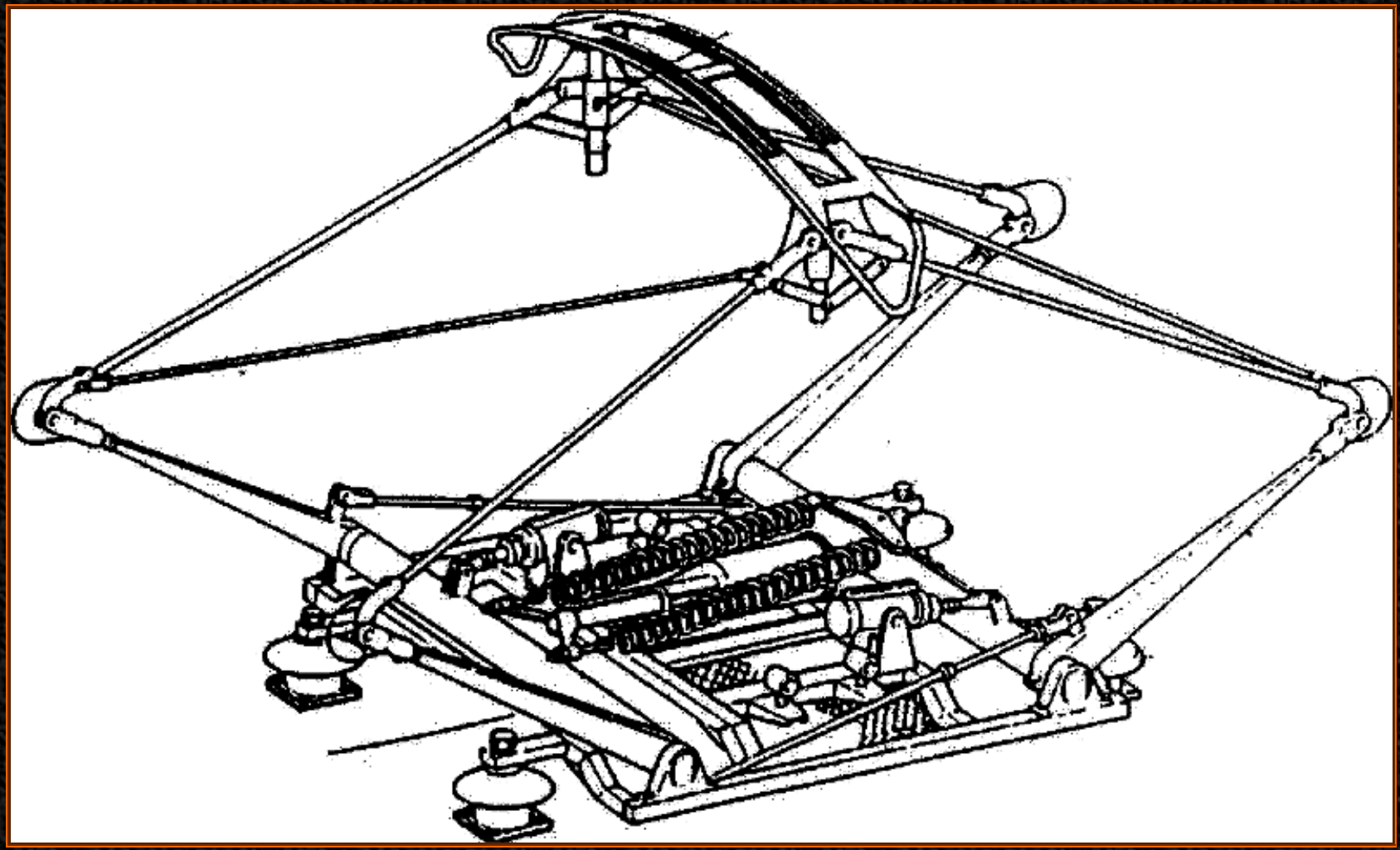




INSIEME DELL'ARCHETTO A PANTOGRAFO TIPO 52 F.S.

Vista longitudinale e pianta

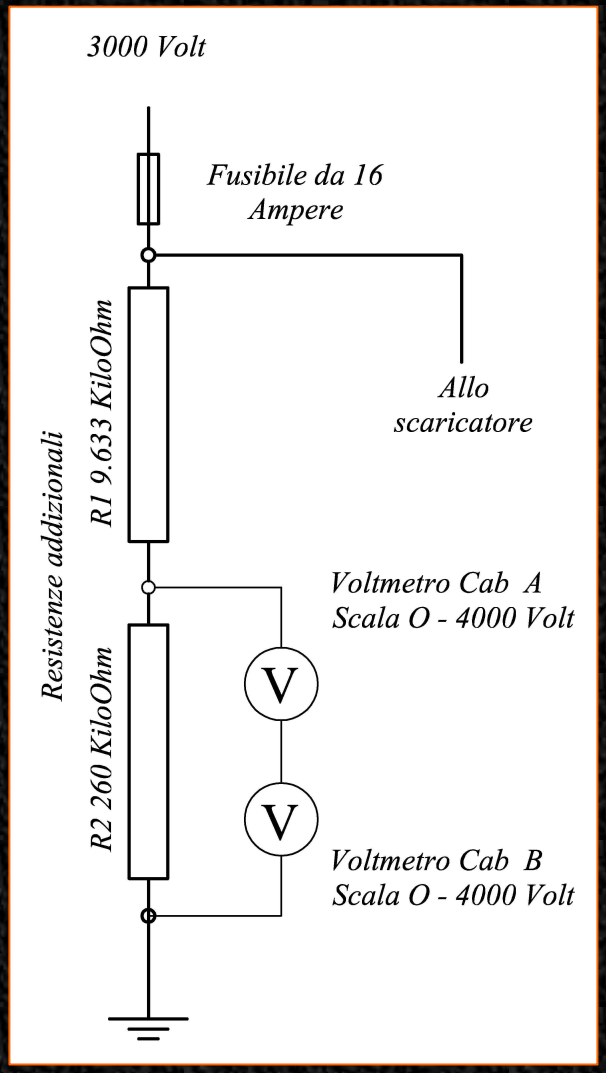




I sezionatori KTR 1 e KTR 2; sono installati in cabina alta tensione su un apposito supporto di bachelite, sopra al quadro di esclusione dell'I.R. Si manovrano con un apposito "fioretto" e permettono di isolare dal circuito ad alta tensione, il pantografo a cui fanno riferimento, in caso di necessità.

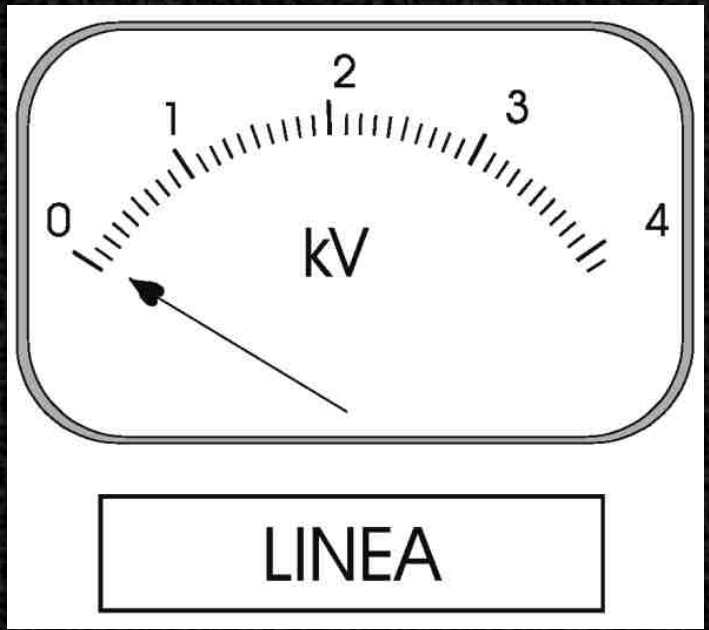
Sezionatori di messa a terra; sono installati vicino alla porta di accesso, all'interno, della cabina A.T.; sono collegati e vincolati meccanicamente, con la serratura di blocco della porta di accesso alla cabina alta tensione. La loro manovra di apertura, mette a "terra" l'intero circuito della locomotiva, e permette l'ingresso in cabina A.T. Sono collegati meccanicamente anche con i sezionatori del circuito del telefono "terra treno"e dello scaricatore di sovratensione; questo si è reso necessario per la presenza dei condensatori che come è noto, rimangono carichi anche aprendo il circuito. La loro messa a terra scongiura il personale di macchina da eventuali contatti con le parti ancora con elevato potenziale elettrico. Per entrare in cabina alta tensione occorre togliere la chiave di abilitazione dal banco quindi inserirla nel rubinetto di sicurezza (ragno), ruotarla, chiudere il rubinetto e svincolare la chiave di accesso. Una volta inserita nella serratura della porta di accesso in cabina A.T. ruotarla ed abbassare la leva del sezionatore (lunga); la porta si apre da sola. L'altra leva (corta) di messa a terra, è quella del R.E.C. La sua manovra serve a svincolare la "chiave a bracciale"per permettere al personale di manovra l'accoppiamento della condotta A.T. in tutta sicurezza. Per mettere a terra ed estrarre la chiave a bracciale, è necessario però aver tolto dal banco la "chiave a bandiera" . Quest'ultima è la chiave che permette al macchinista di alimentare la condotta elettrica.

Quadro escluditore I.R. e Pantografi; è possibile vedere sopra KTR 1 e KTR 2; sotto KIR 1 e KIR. Sulla sinistra, si riconoscono i sezionatori a lame per l'ingresso in cabina A.T.



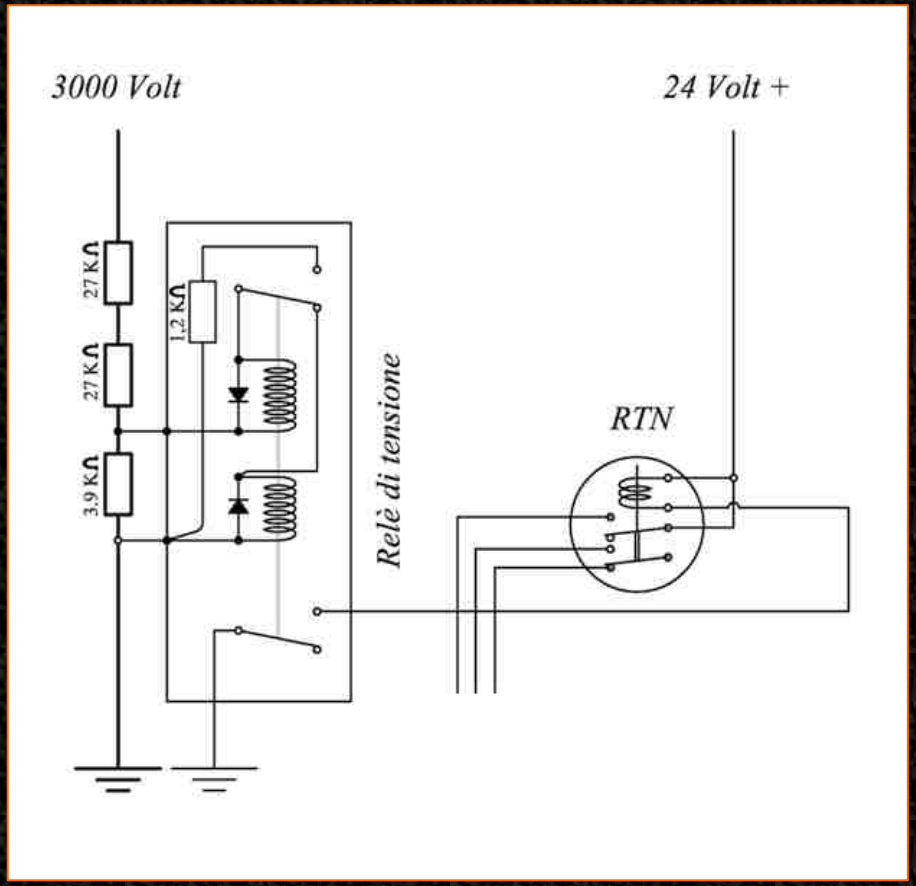
Schema di insersione dei voltmetri per la lettura sul banco della tensione di linea

Resistenza addizionale per i Kilovoltmetri di linea, da banco; lo strumento di misura della tensione, prende il nome di "voltmetro". Gli strumenti misuratori di tensione, affinché possano misurare questa grandezza elettrica, vanno inseriti in derivazione (parallelo) sul circuito; in questo modo essi vengono sottoposti a tutta la tensione da misurare. Fisicamente il voltmetro non è altro che un amperometro con in serie una resistenza elevatissima. Questo è necessario affinché nello strumento non avvenga nessun passaggio di corrente che altererebbe la misura. Quando le tensioni in gioco sono elevate, come nel nostro caso, il voltmetro deve essere inserito tramite delle resistenze supplementari; tali resistenze sono dette "addizionali" e provocano una caduta di tensione tale da permettere la misura e contemporaneamente, evitano la distruzione dello strumento, Sulla locomotiva E 656 le resistenze addizionali sono due; una da 9,633 Kiloohm situata a valle del fusibile da 16 Ampere, e l'altra da 260 Kiloohm posta in serie alla precedente e in parallelo ai voltmetri. I voltmetri hanno la scala di misura da 0 fino a 4000 Volt ed hanno la classe di precisione di 1,5 che contraddistingue gli strumenti da quadro dove la precisione assoluta non è richiesta.

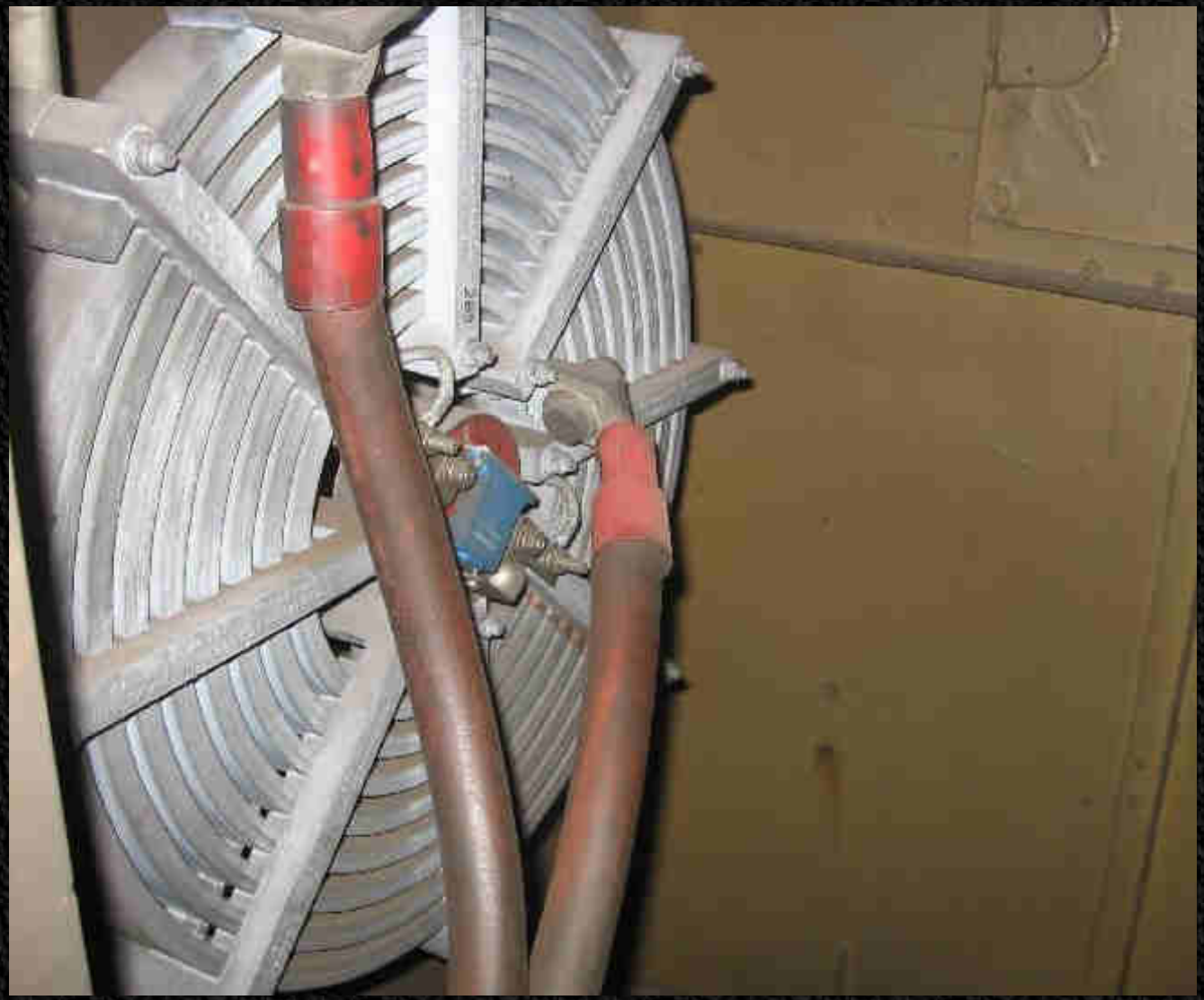


Schema del voltmetro sul banco di comando

Relè di tensione (RT) A.T.; si trova in cabina alta tensione ed è tarato a 1800 Volt. Serve a proteggere tutta la locomotiva, da improvvisi ritorni di tensione (picchi), in caso di abbassamento o di annullamento della tensione di linea. E' costituito da una resistenza molto elevata (resistenza di caduta), con in parallelo ad essa un solenoide che comanda l'equipaggio mobile del relè. La caduta di tensione sulla resistenza è calibrata in modo che quando la tensione di linea, supera i 1800 Volt, ai capi del solenoide si genera una forza magnetomotrice in grado di chiudere i contatti in bassa tensione. Da chiuso, i suoi contatti danno la terra alla bobina del relè (RTN Bassa Tensione) provocandone la chiusura. (schema a fianco) In caso di abbassamento della tensione sotto i 1800 Volt, l'apertura di RT provoca la disalimentazione di RTN provocando la disinserzione della locomotiva con "successione di scatto". (Verrà descritta in seguito). Nello schema sopra possiamo notare che appena il relè riconosce una tensione superiore a 1800 Volt, da terra diretta alla bobina di RTN (B.T.) che si autoblocca, consentendo la continuità del circuito di blocco verso l'RTR (relè trolley non raffigurato). Nelle locomotive con sistema bitensione 3000/1500 per il servizio nella stazione Francese di Modane il relè di tensione è modificato per funzionare sotto i 1500 Volt. Sul quadro del "bipolare"c'èun selettore che permette di selezionare tale tensione. Un campanello avvisa in caso di errato posizionamento del selettore.

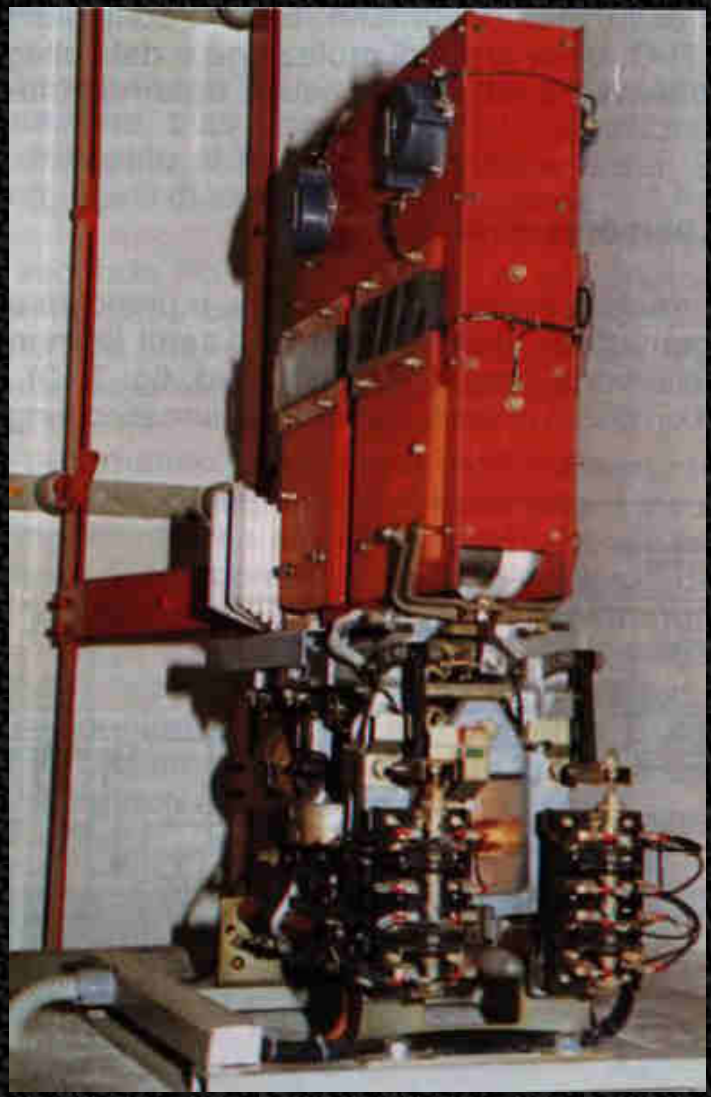


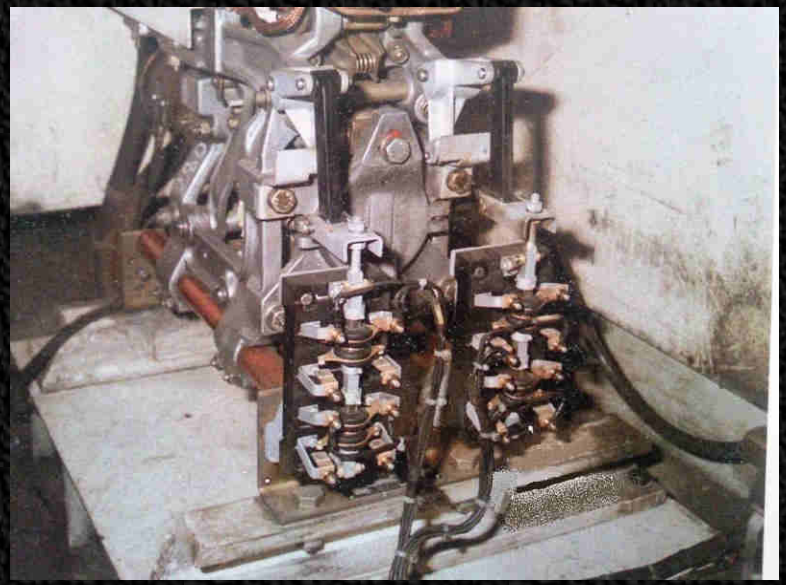
Scaricatore di sovratensioni a condensatore, spinterometro e resistenza di scarica; serve a proteggere la locomotiva, dalle sovratensioni atmosferiche che possono colpire la linea di contatto o dai fenomeni transitori; la sua efficacia è ritenuta valida fino a valori di tensione di circa 7000 Volt. Lo spinterometro è costituito da una coppia di elettrodi metallici separati da aria, con in serie una resistenza non lineare costituita ad esempio da dischi contigui di carburo di silicio o resorbite. Quando allo scaricatore è applicata la tensione nominale la sua impedenza è prevalentemente costituita dalla reattanza capacitiva della serie degli spinterometri, che è molto elevata rispetto al valore della resistenza in serie. Ai capi della serie degli spinterometri si localizza pertanto la maggior parte della tensione. Se quest'ultima supera il massimo valore ammesso come sovratensione sopportabile dall'apparecchiatura protetta, gli spinterometri scaricano. La scarica in essi determina un cortocircuito ai capi della loro serie e tutta la tensione risulta ora applicata alla resistenza non lineare. Questa ha una caratteristica tale che la sua resistenza decresce al crescere dell'intensità di corrente per cui la tensione ai capi dello scaricatore, quindi dell'apparecchiatura da esso protetta, può essere limitata ad un valore massimo stabilito. Quando cessa la sovratensione, ai capi della resistenza non lineare torna la tensione nominale, ed il valore elevato della resistenza facilita l'estinzione dell'arco elettrico nello spinterometro. Sulla locomotiva E 656 a valle dello spinterometro, è inserito un condensatore da 4 microfarad a bagno di olio con in parallelo una resistenza di scarica da 100.000 Ohm e 4 Watt di potenza.



Bobina di “sbarramento” del telefono treno terra ad onde convogliate; si trova immediatamente a monte dell’I.R., è costituita da una spirale in piattina di rame zincato (foto), avvolta in aria, e collegata elettricamente in serie al circuito di trazione. Il telefono treno terra T.T.T. venne applicato sui mezzi a trazione elettrica, per permettere al personale di macchina di comunicare con il personale dirigente delle linee. Il suo funzionamento si basa sul principio delle “onde convogliate”; tale sistema consiste nell’immettere un segnale di una certa frequenza, sulla linea di contatto e di fare in modo che tale segnale giunga con lo stesso valore iniziale a bordo del rotabile. Per realizzare ciò, la stazione di immissione sulla linea del segnale ad “onde convogliate”, e il mezzo di trazione ricevente, devono essere dotati con delle apposite “bobine di sbarramento”. Questo trova spiegazione nel fatto che; esendo le onde convogliate, un segnale con una certa frequenza, quindi un segnale a grandezza alternata variabile, questi tipi di segnali quando attraversano un’induttanza, trovano una resistenza molto elevata che ne sbarra il passaggio; tale impedenza si chiama “reattanza induttiva”. La corrente continua di trazione invece, essendo una grandezza costante nel tempo, non ha frequenza quindi non trova fenomeni di reattanza induttiva; di conseguenza trova un libero passaggio in quanto la sua resistenza è molto bassa e non provoca cadute di tensioni rilevanti. L’impianto ad onde convogliate di bordo, necessita anche dei particolari accoppiatori capacitivi che hanno lo scopo di permettere il funzionamento del sistema, in presenza dell’elevata tensione di linea.

Interruttore extrarapido C.G.E. tipo IRA 3020 P; è l'importante apparecchio che serve a proteggere la locomotiva dalle sovracorrenti (foto a fianco). La sua apertura può avvenire per intervento delle protezioni di cui la locomotiva è dotata, oppure direttamente per comando da parte del macchinista. Inoltre può "scattare" anche se la corrente che lo attraversa, supera il valore di taratura di 2500 Ampere. La chiusura dell'interruttore avviene pneumaticamente, e a chiusura avvenuta, un'apposita bobina (bobina di ritenuta) mantiene chiuso elettromagneticamente il braccio che porta il contatto mobile contro quello che porta il contatto fisso. In serie alla bobina di ritenuta sono collegati tutti i contatti ausiliari delle protezioni della macchina in modo tale da provocare lo scatto se una di queste protezioni viene a mancare (RMX, RDG, ecc.). Lo spegnimento dell'arco elettrico che si forma all'apertura dei contatti, avviene "magneticamente" attraverso una "bobina di soffio", dove l'arco viene spinto dall'azione magnetica della bobina, raffreddato ed estinto attraverso il "caminetto spegniarco" di cui l'interruttore è dotato. In caso di inefficienza, l'interruttore può essere escluso attraverso i 2 sezionatori KIR 1 e KIR 2 in questo caso però non è più possibile erogare il R.E.C. Come vedremo più avanti, sulle macchine equipaggiate con i 2 convertitori statici, non è possibile escludere l'IR. L'interruttore è dotato di particolari contatti ausiliari di blocco (piattellini) necessari a vincolare elettricamente l'interruttore contro eventuali manovre incompatibili dal circuito di comando e blocco. Sul banco di guida la garanzia dell'avvenuta chiusura dell'I.R. è garantita dall'accensione dell'apposita spia verde.

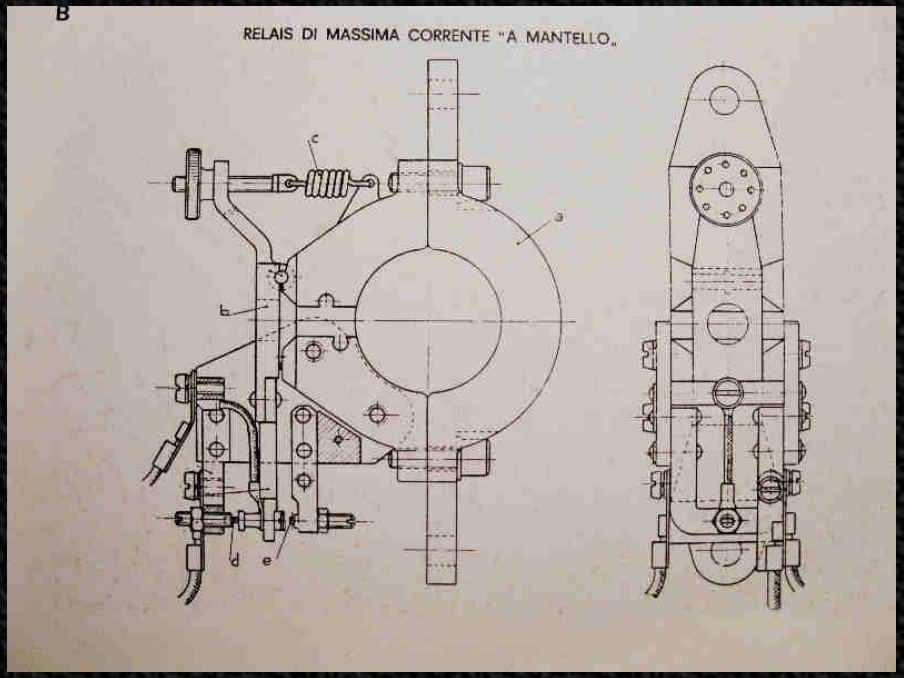




Particolare dei blocchi elettrici

Esclusione dell'interruttore Rapido; in caso di ripetuti scatti anomali, mancata chiusura e malfunzionamenti in generale, l'IR può essere escluso dal circuito attraverso la manovra dei coltelli escluditori, posti sul quadro installato in cabina Alta Tensione, visto in precedenza. Per realizzare l'esclusione bisogna ruotare, tramite l'apposita leva, il tamburo dell'escluditore dalla posizione di "IR INCLUSO" a quella di "IR ESCLUSO". Tale tamburo oltre a modificare il circuito di comando e blocco, è collegato meccanicamente ad un settore che sblocca il movimento ai coltelli Alta Tensione; a questo punto con l'apposito "fioretto" isolante, è possibile manovrare le lame dei coltelli. Fatta questa operazione, si completa l'esclusione dell'interruttore. Con l'interrurrore rapido escluso non è più possibile erogare l'alimentazione alla condotta ad alta tensione delle carrozze (R.E.C.); inoltre la protezione della locomotiva è assicurata dal relè RTZ , che disinserisce la locomotiva con "successione di scatto" (vedi pag 69-70) e dal relè di massima corrente generale RMXg

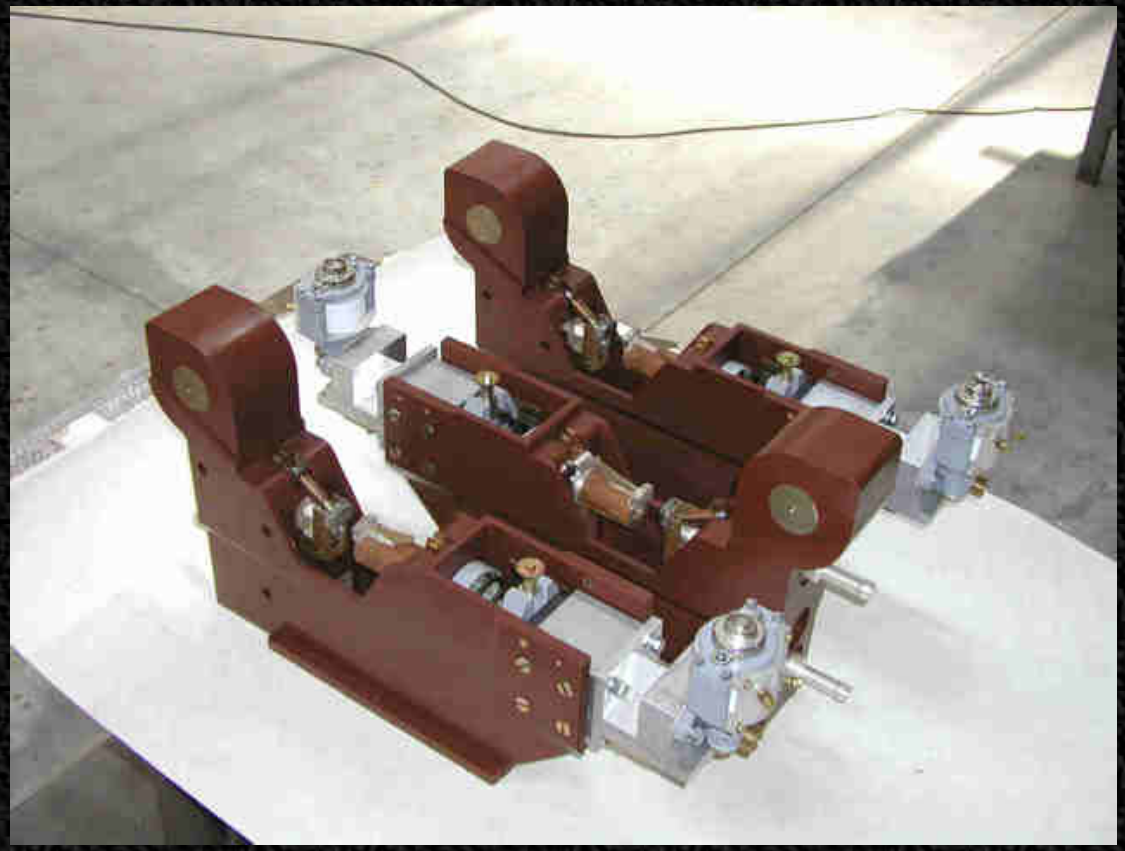
Relè di massima corrente del R.E.C.; serve a proteggere il circuito del Riscaldamento Elettrico delle Carrozze, da sovraccarichi e cortocircuiti; il suo intervento provoca lo scatto dell'I.R. Tutti i relè di massima corrente installati a bordo della E 656, sono del tipo "a mantello" (schema a fianco) e sono costituiti da un nucleo magnetico di forma circolare con un foro passante (mantello), di un'ancoretta mobile regolabile, e da 2 contatti di comando; il funzionamento è il seguente: il cavo del circuito da proteggere, passa attraverso il mantello e in normali condizioni di funzionamento, il suo flusso magnetico non causa particolari fenomeni. Non appena la corrente assume valori elevati il mantello viene concatenato da un flusso magnetico elevato, e tale flusso genera una forza tale, da attrarre l'ancoretta mobile che provoca l'apertura dei contatti di comando facendo intervenire le protezioni (apertura dell'I.R.) con la segnalazione RMX REC rossa sul banco. La sua taratura è di 500 Ampere.



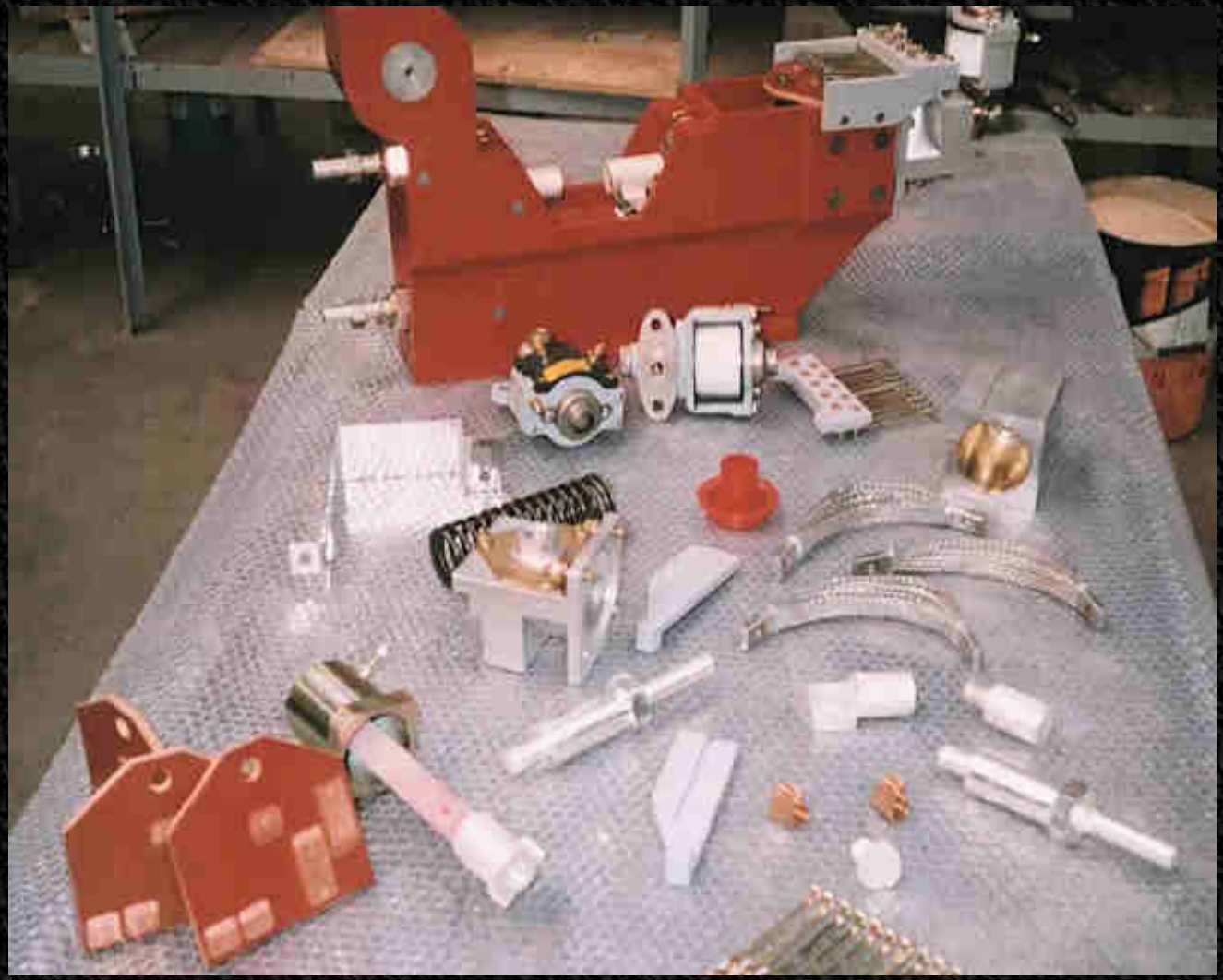
Relè di massima corrente generale (RMXg); è situato subito dopo l'interruttore rapido e prima del reostato; serve a proteggere il circuito della locomotiva da assorbimenti superiori a 2400 ampere, dovuti a scariche e masse sul reostato e circuiti connessi. La sua apertura, provoca lo scatto dell'I.R. e la segnalazione RMXg rossa sul banco. Il funzionamento, è come descritto precedentemente. La sua funzione è determinante per la protezione della locomotiva in caso di esclusione dell'interruttore rapido.

Reostato di avviamento; è costituito da ventuno pacchi di resistenze in ghisa speciale all'alluminio del tipo GF 2, come sulle E 646 ed E 444. La sua resistenza complessiva è di 17,115 Ohm e viene escluso in 31 posizioni dall'avviatore automatico. È inserito da 3 contattori "di linea" A, B, C, (tipo GL 800). L'importanza del reostato è fondamentele nelle locomotive "tradizionali"; il motivo va ricercato sul tipo di motore che si adottava nella trazione ferroviaria in italia e cioè a corrente continua con l'eccitazione in "serie". Tale motore ha una caratteristica cioè quella di assorbire una corrente elevatissima nella fase di spunto. Per regolare la forte coppia di spunto e rendere gli avviamenti più dolci possibili, viene inserito in serie ai motori il reostato. Il reostato provoca, per la legge di Ohm una caduta di tensione molto elevata e sempre per la legge di Ohm la corrente nel circuito assume dei valori compatibili per effettuare gli avviamenti. Infatti sulle E 656 la resistenza complessiva delle resistenze del reostato è di 17,115 Ohm quindi con una tensione di 3000 volt se applichiamo la legge di Ohm avremo: I = V/R; I = 3000/17,115 + 1,284 (la resistenza interna totale dei motori) = 163 Ampere. La caduta di tensione totale sul reostato tutto incluso invece è; Vr = V- (RxI) = 3000-(17,115 x 163) = 211 Volt Questi sono i valori di tensione e di corrente, (teorici) sul reostato, nell'istante dell'entrata in trazione della locomotiva; più avanti vedremo che in realtà i valori sono leggermente diversi. Il reostato è stato suddiviso in 2 parti; sulla semicassa A è stato suddiviso in 4 file verticali, mentre sulla semicassa B in 3 file verticali. Entrambi i gruppi di resistenze sono rinchiusi entro due cassoni in lamiera, con sportelli apribili, e sottoposti a ventilazione forzata tramite 4 ventilatori elicoidali della Ercole Marelli, sulla semicassa A; 3 ventilatori dello stesso tipo dei precedenti invece sulla semicassa B. Quindi abbiamo un totale di 7 motoventilatori con motori asincroni trifasi ognuno con una potenza di 17 Kw e fattore di potenza di 0,8 alimentati dalla rete trifase ausiliaria che vedremo più avanti. Nel corridoio, attraverso 4 oblò protetti da vetri termici, è possibile vedere lo stato delle resistenze in caso di necessità. Lo smaltimento del calore avviene con espulsione dall'alto attraverso i 2 sfogatoi asimmetrici posti sull'imperiale. Nelle foto qui sotto, possiamo vedere: a sinistra, la resistenza "capoponte" da 5.6 Ohm, esclusa dal contattore 1, a destra invece i vari elementi intermedi.

Contattori elettropneumatici tipo GR 800; Il contattore, in elettrotecnica, è un interruttore per alte potenze (detto anche teleruttore in quanto la sua manovra è indiretta, tramite un circuito a bassa tensione). Sulle locomotive E 656, questi apparecchi, sono stati stati sostituiti in virtù delle maggiori correnti in gioco, rispetto alle E 646. Per i contattori del reostato ne sono stati impiegati 24 di tipo GR 800 (foto); questo apparecchio è in grado di "tagliare" correnti nominali di 800 Ampere e ha la possibilità di interrompere fino a 1000 Ampere in circuiti resistivi (fino a 3,5 Ohm). Ha il "soffio" dell'arco elettrico di tipo naturale ed è azionato pneumaticamente da un'elettrovalvola; vediamo come: Fisicamente è costituito da un robusto supporto in materiale isolante, sulla cui parte posteriore, sono allogiati il morsetto del contatto fisso, e in basso il morsetto del contatto mobile. Sulla parte anteriore, il supporto, porta un'appendice dove si trova un castelletto fatto a cilindro e, all'interno di questo cilindro, può scorrere uno stantuffo foggiato a "bicchiere", collegato meccanicamente e isolato con il perno del contatto mobile. All'interno di questo bicchiere si trova una robustissima molla in acciaio. Sulla testa del cilindro, è montata un elettrovalvola del tipo L, a "immissione" corredata di una valvola di scarico rapido. Al centro del supporto isolante, si trova il vano dove è fissato il contatto fisso e dove scorre longitudinalmente, il contatto mobile; sopra lo spazio d'aria dei contatti, si trova il "caminetto spegniarco che porta ai suoi lati, 2 corni di rame posizionati a pochi millimetri, sopra ai contatti. Il funzionamento è il seguente: Appena viene alimentata l'elettrovalvola, viene immessa l'aria nel cilindro; di conseguenza il bicchiere, che porta il contatto mobile, comprime la molla e fa accostare il contatto mobile contro quello fisso con una pressione di circa 70 Kg. Appena viene diseccitata l'elettrovalvola, la valvola di scarico rapido, scarica tutta l'aria nel cilindro (rumore caratteristico, come uno starnuto) e la molla rilasciandosi, fa allontanare violentemente i contatti; l'arco che si forma, viene "adescato" sui corni del caminetto e viene strappato, raffreddato e allungato verso l'alto. Il bicchiere del contatto mobile, nella sua corsa, trascina anche una piastra di bachelite con applicate delle placchette di rame, su cui strisciano delle spazzoline a cui sono collegati i circuiti di comando e blocco; è la "ciabatta portablocchi". Il suo scopo è quello di realizzare i necessari vincoli elettrici, affinchè, le sequenze di trazione, avvengano nell'ordine voluto. Tali "ciabatte" sono state sostituite con altre più robuste, in quanto sono state causa di avarie, nei primi mesi di esercizio. Ogni ciabatta porta 3 blocchi normalmente aperti, e 2 blocchi normalmente chiusi. La sigla (bl.1 ch.4) significa che il blocco, è il 4° chiuso, del contattore 1. Altro esempio (bl 17 ap 5) significa: blocco 5 aperto, del contattore 17



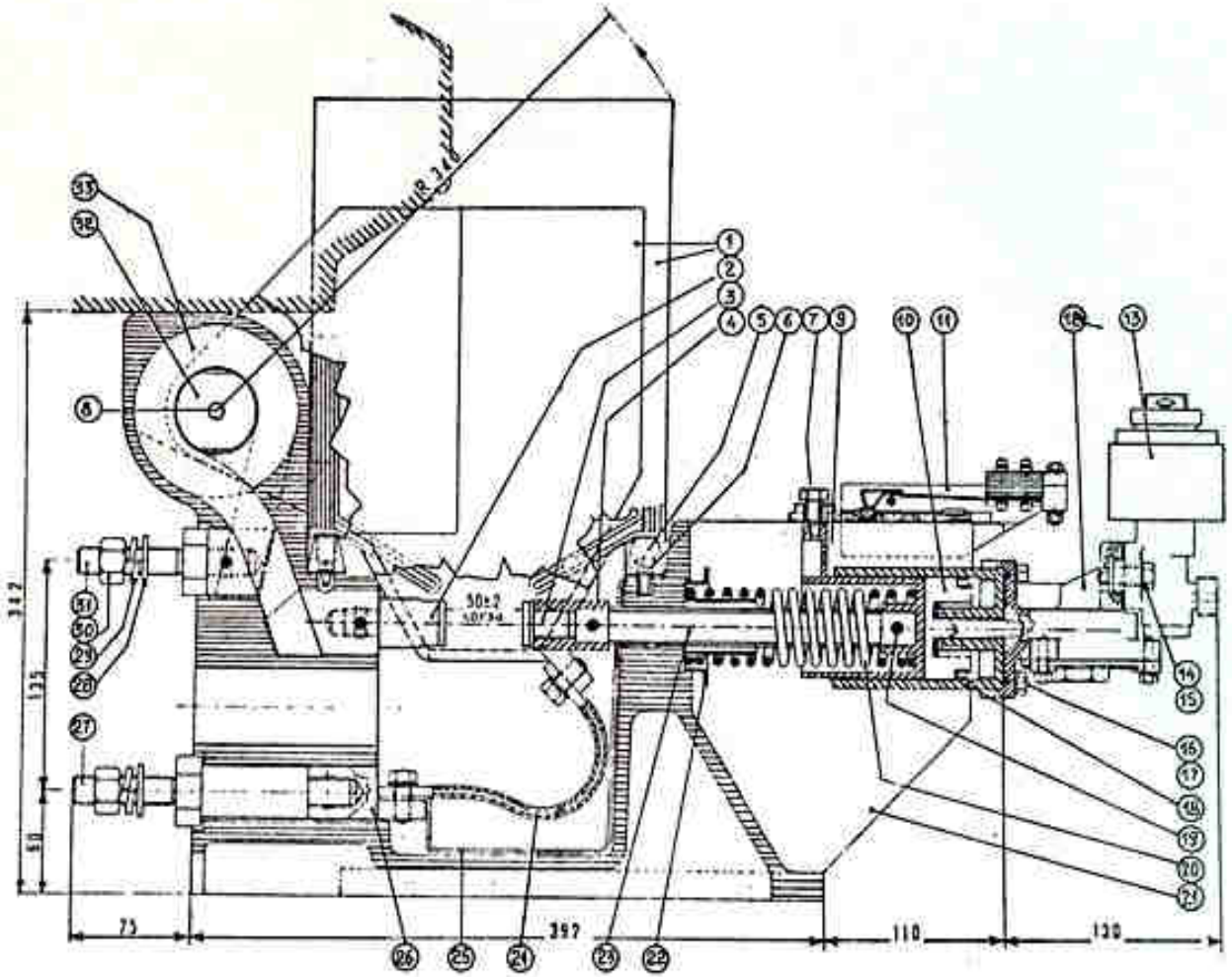
Contattori elettropneumatici tipo GL 800; sono 29 e sono molto simili ai GR 800, ma possono interrompere correnti fino a 1200 Ampere in circuiti fortemente induttivi, con una tensione di 3600 Volt e hanno il caminetto spegniarco di maggiori dimensioni, e una “bobina di soffio” supplementare per lo spegnimento magnetico dell’arco elettrico. La bobina di soffio, non è altro che un magnete collegato in serie al contatto fisso; il suo principio fisico si basa sul concetto espresso dal fisico Laplace dove un conduttore percorso da corrente e immerso in un campo magnetico, è sottoposto ad una forza; che dipende dal campo magnetico, dalla lunghezza del conduttore e dalla corrente. L’arco elettrico non è altro che uno sviluppo intenso di elettroni in aria che quando viene a trovarsi nel campo magnetico della bobina di soffio, viene spinto verso le celle del caminetto dove viene estinto. Vengono usati come contattori di combinazione e di linea (sono GL 800, anche i contattori del reostato 1,2,3,29,30,31,32,33; i contattori 1,2,3, sono “capoponte” ed escludono resistenze di elevato valore Ohmico, i 29,30,31,32,33 invece escludono completamente tutto il reostato e sono attraversati dalla corrente di trazione totale) (vedi lo schema del circuito di trazione)



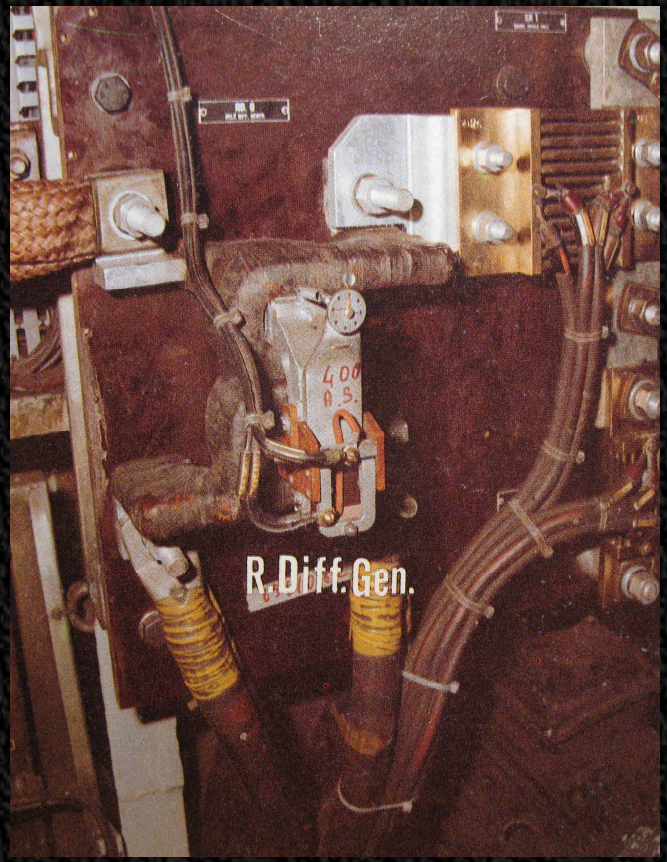
Parti smontate del contattore GL 800; in basso a SX si notano le “ciabatte porta blocchi”

NOMENCLATURA

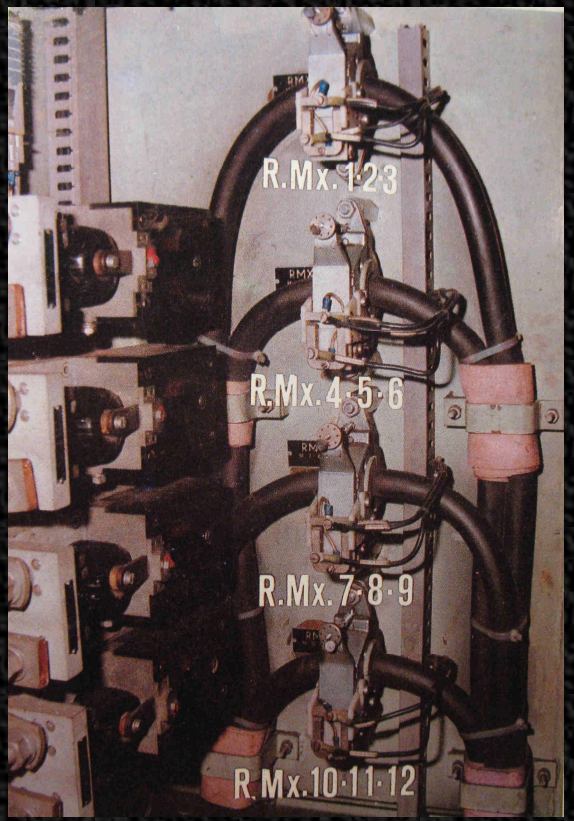
1 - Caminetto con espans. polare
2 - Contatto fisso
3 - Contatto mobile
4 - Portacontatto mobile
5 - Pinza
6-7-8-14-16 - Vite
9 - Bicchiere
10 - Stantuffo
11 - Contatti di blocco
12 - Valvola a scarico rapido
13 - Elettrovalvola tipo L
15-17-29 - Rosetta elastica
18 - Cilindro
19 - Spina elastica 6 × 30
20 - Molla
21 - Corpo
22 - Bicchiere isolante
23 - Asta isolante
24 - Connessione flessibile
25 - Connessione rigida
26 - Boccola
27 - Attacco a vite infer.
28 - Rosetta piana
30 - Dado M 16
31 - attacco a vite super.
32 - Nucleo
33 - Bobina di soffio



Schema del contattore GL 800



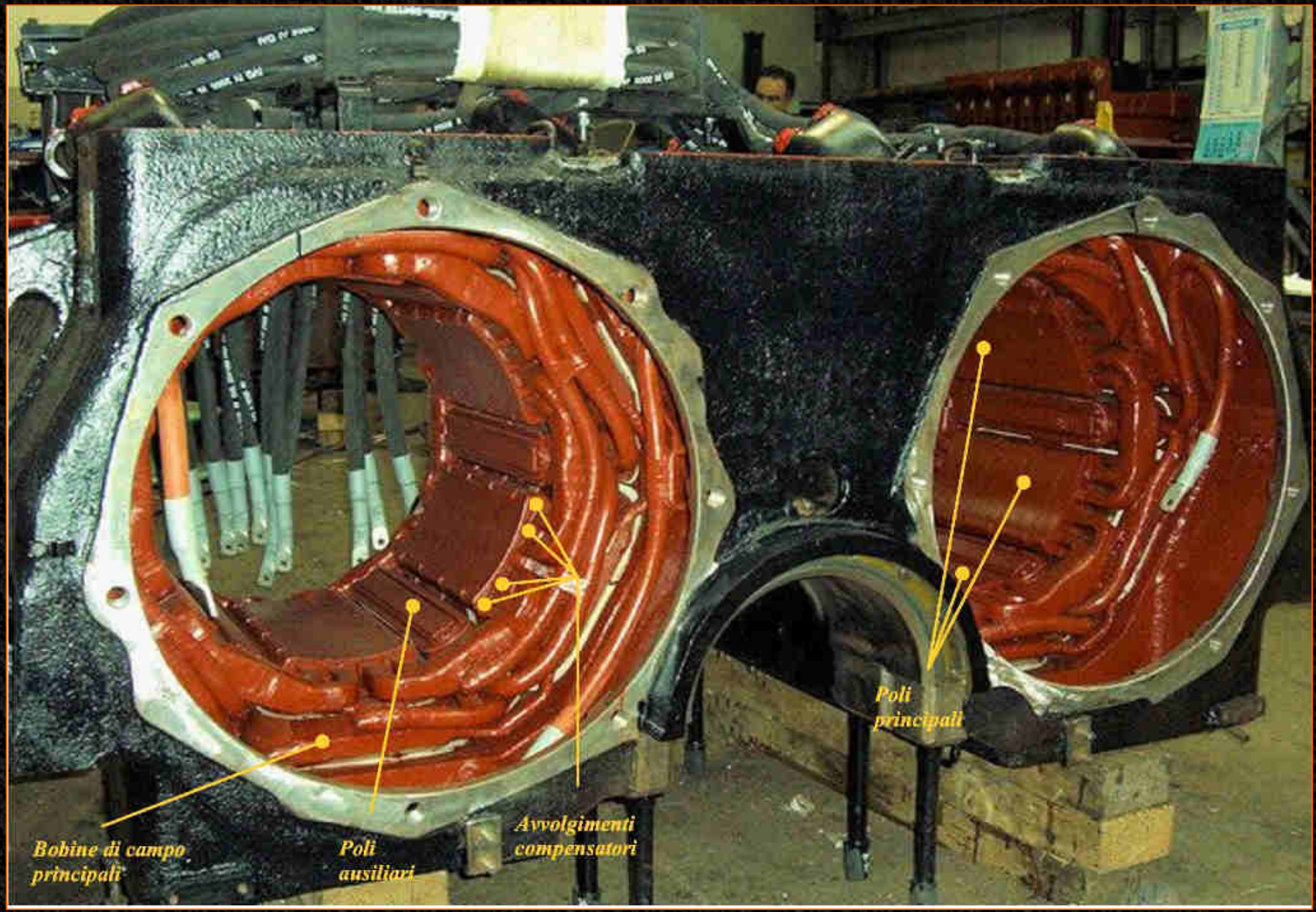
Relè differenziale generale; si trova immediatamente a valle del reostato e subito prima dei ponti motori. Il suo compito è quello di comandare lo scatto dell'I.R. in caso di "massa" ad uno o più motori e ai circuiti a loro connessi. E' sempre del tipo a mantello, ma il principio di funzionamento su cui si basa, è sullo "squilibrio di flusso"; nel mantello del relè viene fatta passare la spira d'ingresso e quella di uscita (foto a fianco) del circuito totale dei motori e in condizioni normali di funzionamento il flusso magnetico prodotto dalle due spire è identico ed essendo messe una in entrata e quell'altra in uscita, la forza magnetomotrice dei due flussi, si annulla. In caso di una "massa" sul circuito dei motori, la spira in uscita, sarà percorsa da una corrente minore e come conseguenza sarà minore anche il suo flusso magetico; non essendo più bilanciati i due flussi magnetici, la differenza delle due forze magnetomotrici provoca l'attrazione dell'ancoretta mobile con i contatti di comando, provocando lo scatto dell'I.R. e la segnalazione rossa sul banco RDG. Il suo valore di taratura è di 400 Ampere/spire, e interviene con una corrente di "guasto" di 200 Ampere. Ciò significa che se si dovesse manifestare una massa, con una derivazione di corrente per esempio di 180 Ampere, il relè non scatta.

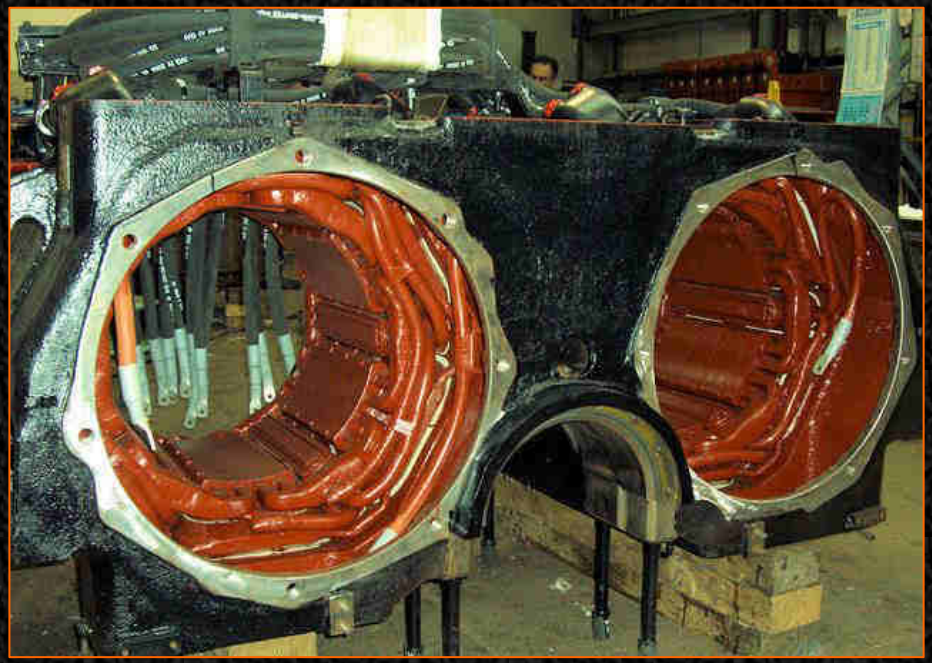


Rele di massima corrente di ramo; sono 4 sempre di tipo a mantello (foto a destra) e servono a proteggere i rami motori da assorbimenti di corrente superiori a 650 ampere. Nel circuito, sono così inseriti: (RMX 4,5,6,) (RMX 7,8,9) (RMX 10,11,12) (RMX 1,2,3). Il loro intervento, provoca lo scatto dell'I.R. con la segnalazione ROSSA sul banco, relativa alla terna di motori interessata.. Un assorbimento superiore a 650 Ampere, può avvenire per incontrollata esclusione del reostato dovuta ad un guasto al circuito dell'avviatore automatico oppure per una sovratensione esterna sulla linea di contatto. Sulla sinistra della figura, possiamo notare i 4 trasduttori di corrente, che servono per il pilotaggio del relè di accelerazione elettronico, per il comando dell'avviatore automatico; tale sistema verrà descritto più avanti.

Il motore 82 – 400 F.S.

Il motore 82-400 è un motore a corrente continua doppio, o gemellare; cioè la carcassa, contiene due indotti e relativi campi, collegati elettricamente in serie. La carcassa è in acciaio fuso a struttura poligonale compatta e non lamellare, che porta al centro la sede dell'appoggio del complesso sull'albero cavo. L'indotto o armatura è formato da un pacco lamellare di lamierini magnetici di ferro dolce, montato su una "lanterna" calettata su un albero di acciaio. Quest'ultimo e sorretto da due cuscinetti situati sugli "scudi" avvitati alla carcassa. Ha 6 poli principali laminati e sagomati per accogliere le bobine di eccitazione (tipo in serie ad matasse embricate), 6 poli ausiliari e sulla testa della "scarpa polare" ha le sedi per gli avvolgimenti compensatori della reazione di indotto (94%) che ne permettono il regolare funzionamento, fino al massimo grado di indebolimento di campo. Sono protetti dal relè differenziale generale, e dai 4 relè di massima corrente di ramo. Le bobine degli avvolgimenti di eccitazione, sono divise in 3 sezioni di 9 - 7 – 4 spire di piattina di rame che, venendo alternativamente escluse, permettono percentuali di indebolimento di campo del 20 – 35 – 45 – 55 – 65%. L'indebolimento del campo magnetico induttore avviene con il sistema ad esclusione di spire, mediante un apposito combinatore elettropneumatico. Sia l'armatura che il campo sono isolati in classe F. La sua corrente oraria è di 400 Ampere, quella continuativa è di 350, e quella di avviamento massima è di 550 Ampere. Ha una potenza complessiva continuativa di 350 Kw e pùò essere alimentato ad una tensione massima di 1000 Volt

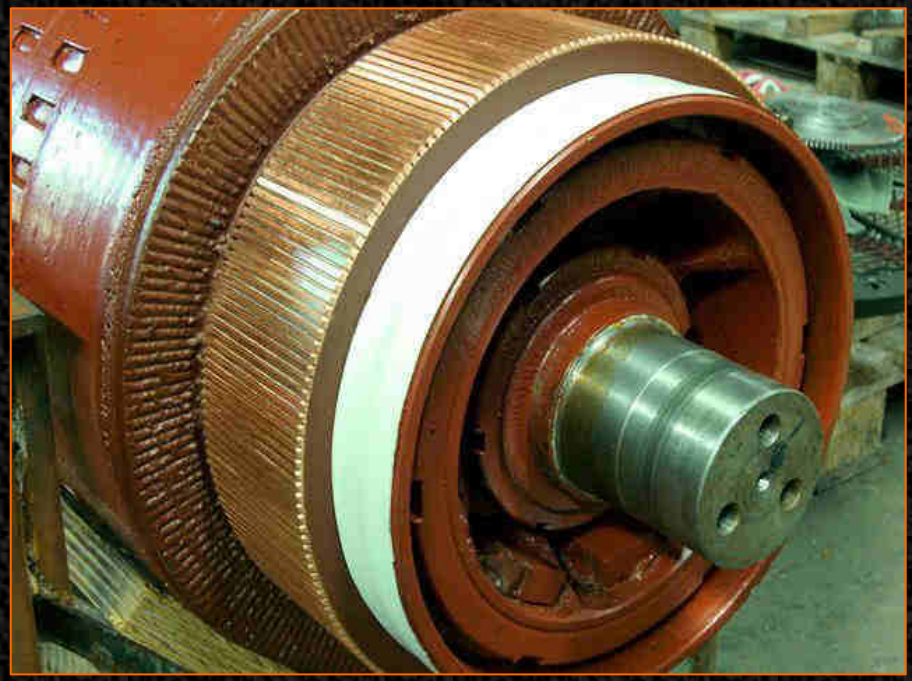

Bobine di campo principali
Poli ausiliari
Avvolgimenti compensatori
Poli principali



Motore 82-400 appena revisionato in fase di montaggio

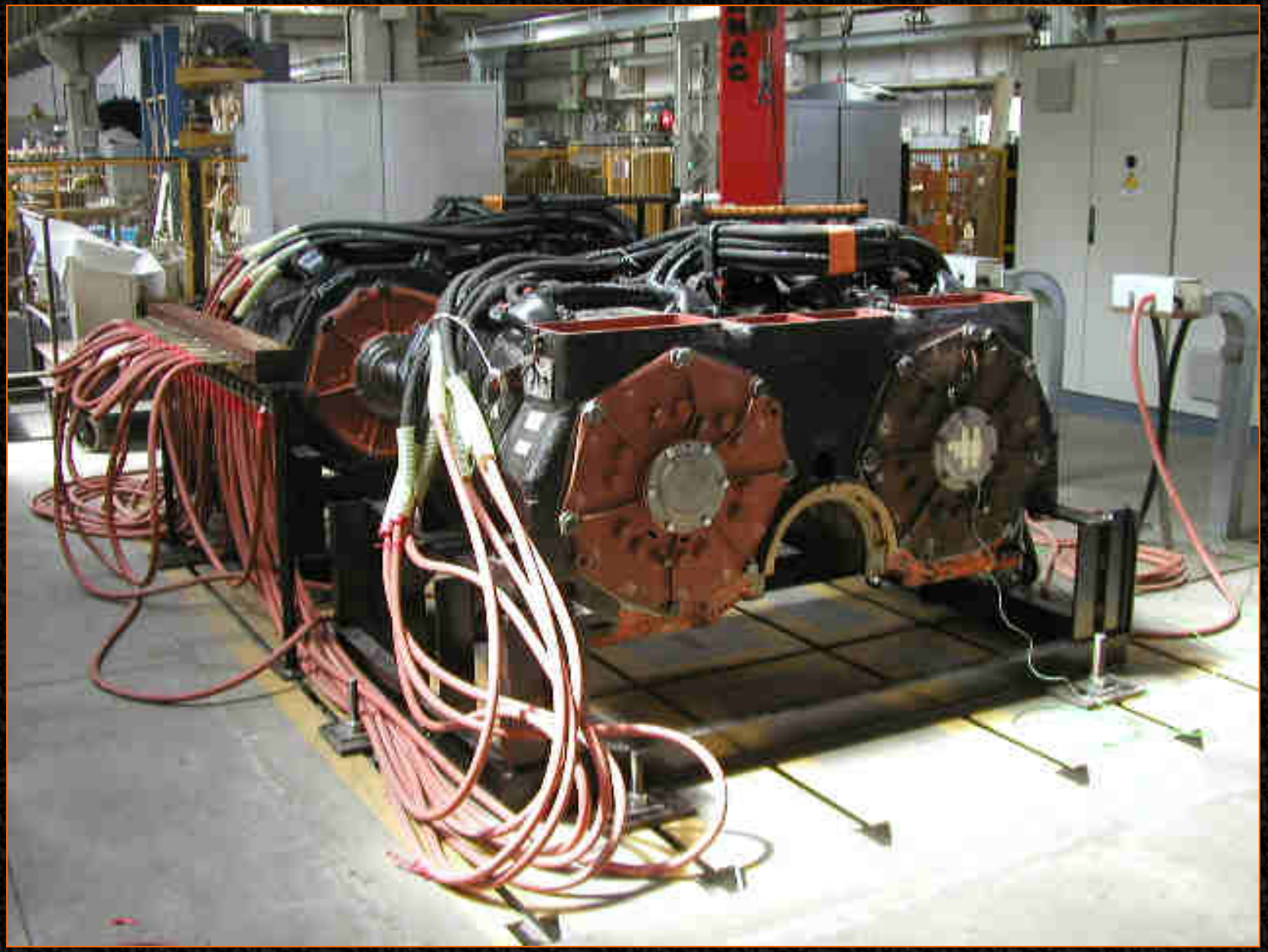
Particolare delle bobine degli avvolgimenti “compensatori”

Armatura completa di ventola per l’autoventilazione



Armatura e collettore del motore 82 – 400

Motore 82-400 a montaggio completato, pronto per le prove



Motori 82-400 al banco per le prove elettriche.

Breve parentesi teorica

La legge di ohm, applicata alla locomotiva E 656

Calcolo del valore di corrente all'atto della chiusura del contattore A (inserzione in trazione con tutto il reostato incluso)

Prima di proseguire oltre, facciamo una breve parentesi teorica, necessaria per capire alcuni aspetti riferiti ai valori di tensione, corrente e resistenza elettrica. Sappiamo che l'alimentazione della locomotiva è di 3000 Volt ma nella pratica quotidiana, al pantografo, tale valore è di 3400 Volt, quindi prenderemo per buono quest'ultimo; la resistenza totale del reostato è di 17,115 Ohm; la resistenza interna del motore elettrico è di 0,107 Ohm quindi la resistenza interna totale sarà 0,107 x 12 = 1,284 Ohm. Abbiamo dati sufficienti per calcolare la corrente che attraversa il circuito di trazione, all'atto dell'inserzione in trazione cioè con tutto il reostato inserito. Per fare questo applichiamo la legge di Ohm; tale legge ci dice che: applicando una differenza di potenziale o tensione, che chiameremo V, ad un circuito questo verrà attraversato da una certa intensità di corrente, che chiameremo I, che avrà un certo valore che dipenderà dalla resistenza elettrica del circuito stesso, che chiameremo R. Avendo a disposizione tali grandezze fisiche e prendendo come riferimento, quello appena detto, possiamo già enunciare la legge in termini matematici e precisamente; V = RxI (Volt) di conseguenza il valore della corrente I sarà dato dal rapporto tra la tensione e la resistenza quindi; I = V/R (Ampere); di conseguenza la resistenza sarà data dal rapporto tra la tensione e la corrente cioè; R = V/I (Ohm). Il prodotto R x I, prende il nome di "caduta di tensione" ed è un importante fenomeno che ci permette di avere verie differenze di potenziale nel circuito a seconda della resistenza dello stesso. Ritornando al nostro E 656, calcoliamo la corrente all'atto dell'inserzione in trazione con tutto il reostato inserito; abbiamo V = 3400 Volt, R = 17,115 Ohm quindi I = 3400 /17,115, ma a tale valore, dobbiamo aggiungere la resistenza interna totale dei 12 motori Quindi in finale avremo 3400/ (17,115 + 1,284) = 184 Ampere. Se non ci fosse il rostato avremo invece I = V/ Ri (solo la resistenza dei motori) = 3400/1,284 = 2647 Ampere!!!

Calcolo della caduta di tensione sul reostato con tutte le resistenze incluse

Adesso calcoliamo la caduta di tensione sul reostato; abbiamo 3400Volt di linea, abbiamo anche la corrente totale quindi Vr = 17,115 x 184 = 3149 Volt. Come possiamo notare anche se la tensione di linea è di 3400 volt, ai capi del reostato avremo 3149 Volt con una caduta di 251 Volt dovuta alla resistenza del reostato.

Calcolo della tensione sul ramo motori e sui mosetti del motore con tutto il reostato incluso

Adesso andremo a calcolare la tensione di ogni singolo motore a reostato incluso. La tensione di ogni singolo motore nella combinazione di SERIE, a reostato incluso è data dalla differenza tra la caduta sul reostato diviso il numero dei motori quindi; 3149/12 = 262 Volt verso terra, e ad ogni singolo motore è dato dalla differenza tra la tensione applicata e la caduta di tensione sul motore, dovuto alla sua resistenza interna, per l'intensità di corrente d Dato che siamo in SERIE avtremo quindi Vm = V- (Ri x I) = 262- (0,107 x 184 = 262- 19,688 = 242,312, ai morsetti di ogni motore

Combinazione motori SERIE PARALLELO; calcolo delle relative tensioni

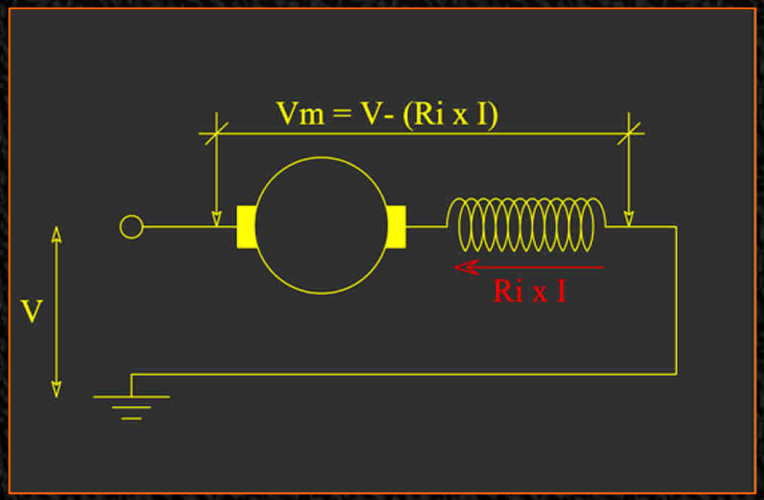
Con il passagio in SERIE PARALLELO, avviene il raddoppio della tensione di alimentazione dei motori, infatti l'accelerazione che tale collegamento, imprime alla locomotiva è notevole; vediamo insieme. Questa volta calcoleremo le tensioni prendendo come riferimento la reale corrente che percorre il circuito appena effettuata la transizione e con l'esclusione del reostato terminata, con un treno abbastanza pesante; circa 500 Ampere. In SERIE PARALLELO abbiamo 2 rami con 6 motori in serie ciascuno quindi la tensione di ramo sarà 3400/6 = 566 Volt verso terra, di conseguenza, la tensione ai morsetti di ogni motore sarà; Vm = V- (Ri x I) = 566 – (0,107 x 500) = 512,5 ai morsetti di ogni motore

Combinazione motori PARALLELO; calcolo delle relative tensioni

Con il passagio in PARALLELO abbiamo 3 rami con 4 motori in serie ciascuno, quindi sempre prendendo come riferimento la corrente che abbiamo appena escluso il reostato, nel ramo motori abbiamo; 3400/ 4 = 850 Volt verso terra, procedendo come ormai sappiamo, avremo; Vm = V- (Ri x I) = 850 – (0.107 x 500) = 796,5 Volt ai morsetti di ogni motore

Combinazione motori SUPER PARALLELO; calcolo delle relative tensioni

In questa combinazione motori, la locomotiva sviluppa la massima potenza, in quanto i rami motori e i motori stessi, vengono alimentati alla massima tensione possibile; infatti abbiamo 4 rami con 3 motori in serie ciascuno quindi 3400/3 = 1113 Volt verso terra da cui Vm = V- (Ri x I) = 1113- (0.107 x 500) = 1109,5 Volt ai morsetti di ogni motore



In questi calcoli ovviamente, non ho preso in considerazione la forza controelettromotrice con la normale diminuzione di corremte. Tutto ciò è servito solo a capire come lavorano le tensioni nei vari rami e nelle relative combinazioni motori. Per concludere possiamo dire che la somma delle cadute di tensione nel ramo motori, ci da la caduta totale e di conseguensa la tensione applicata come ci dice lo schema appresso.

Nello schema qui a fianco, possiamo vedere quali sono i valori delle grandezze elettriche; con V è indicata la tensione del motore verso terra; con Vm è indicata la tensione del motore ai suoi morsetti, che è data dal valore della tensione totale, meno la caduta di tensione provocata dalla resistenza interna degli avvolgimenti di indotto e di campo (Ri x I), meno la forza controelettromotrice che si genera durante la rotazione del motore (non presa in considerazione negli esempi La resistenza interna del motore, è calcolata dal costruttore e siccome la resistenza elettrica, varia con la temperatura, tale valore viene preso in considerazione a 20°.

Coppia e velocità

In relazione al carico (corrente assorbita) le grandezze caratteristiche che definiscono il comportamento di un motore, sono due; La coppia motrice (C) e il numero di giri (n). La coppia è proporzionale alla corrente assorbita e al flusso di eccitazione. Il numero dei giri invece è proporzionale alla tensione di alimentazione e inversamente proporzionale all'eccitazione. Queste due cose sono molto importanti perché ci fanno capire le grandi possibilità che si hanno per variare la velocità del motore cioè il numero di giri; variando la tensione e il campo di eccitazione

La forza controelettromotrice f.c.e.m.

A causa della legge dell'induzione elettromagnetica quando un conduttore in movimento taglia delle linee di flusso magnetico, esso diventa sede ti una "tensione indotta" (*E*). Premesso questo facciamo delle considerazioni; è vero che il motore elettrico a causa della forza che si genera nelle spire dell'armatura è sottoposto ad una coppia che causa la sua rotazione, ma è anche vero che mentre ruota, i conduttori delle matasse di armatura tagliano le linee del campo magnetico dell'avvolgimento di eccitazione; quindi sempre per la legge dell'induzione elettromagnetica, in queste spire si viene a generare una tensione, e dato che la tensione indotta, ha valore opposto alla causa che l'ha generata, tale tensione prende nome di forza controelettromotrice (-*E*). La forza controelettromotrice fa nascere nel motore una corrente di segno opposto a quella di trazione che, secondo la legge di Ohm, produce una caduta di tensione (R*i* x I) sulla resistenza interna degli avvolgimenti del motore, quindi se vogliamo calcolare la tensione a cui è sottoposto un motore, ad un determinato numero di giri, dobbiamo tenere conto della f.c.e.m. perchè più il motore ruota veloce, più diventa alta la f.c.e.m. e come conseguenza diretta, avremo una diminuzione della coppia motrice a causa della diminuzione della corrente assorbita e quindi del flusso magnetico di eccitazione; facciamo un esempio pratico: Immaginiamo di salire su un E 656. Dopo aver ricevuto l'ordine di partenza andiamo in trazione; In questa situazione il motore essendo fermo, per sua caratteristica tenderebbe ad assorbire una corrente elevatissima con una fortissima coppia ed un flusso magnetico molto elevato, ma la presenza del reostato (è questo il suo scopo) sempre per la legge di Ohm limita la corrente iniziale permettendo l'avviamento del motore. L'amperometro motori in questa situazione segna una corrente I = V/R. Ora l'avviatore automatico comincia ad escludere le resistenze del reostato facendo assumere l'andamento della coppia motrice e della corrente, il classico andamento a "dente di sega" dovuto alle puntate di corrente che l'esclusione delle resistenze provoca. A reostato escluso notiamo che man mano che il treno acquista velocità, la corrente assorbita diminuisce; di conseguenza diminuisce anche la coppia e il flusso quale conseguenza della corrente. Questo fenomeno è dovuto alla f.c.e.m. che con la sua corrente, che aumenta mano mano va ad opporsi alla corrente di trazione ed alla tensione di alimentazione. Ora se il motore continuasse ad accelerare, la f.c.e.m. raggiungerebbe il valore della tensione di alimentazione che come sappiamo, nella combinazione di SERIE, è 3400/12 = 283 Volt verso massa a reostato escluso; a questo punto la corrente diventerebbe 0 e la coppia si annullerebbe, ma a causa degli attriti, del peso e della forza resistente in generale, questa situazione non è possibile. Una volta che la coppia motrice ha raggiunto lo stesso valore della coppia resistente, si dice che il motore è in "equilibrio elettrodinamico" e termina l'accelerazione quindi fisicamente avremo che la tensione di alimentazione è data dalla differenza trà la stessa tensione di alimentazione, la forza controelettromotrice e la caduta di tensione sulla resistenza interna; V = V – (Ri x I) –f.c.e.m. Adesso se vogliamo raggiungere velocità più alte ci sono due modi; o cambiamo la tensione di alimentazione o variamo il flusso magnetico……andiamo a vedere.

Le combinazioni motori con tutti i motori inclusi

Abbiamo detto che se vogliamo variare la velocità del motore, bisogna agire sulla tensione di alimentazione o sull'eccitazione. La tensione di alimentazione si varia collegando in più rami i motori in modo che la tensione non vada a ripartirsi su tutti i motori di un singolo ramo, ma in più rami con meno motori e siccome il motore 82-400 non può essere alimentato a più di 1000 Volt viene suddiviso in terne di motori in serie in modo tale che ogni terna sia alimentata, in SUPERPARALLELO, a 3400/3 = 1133 Volt. In totale abbiamo 4 combinazioni motori cosi ripartite:

SERIE; serie di 12 motori, alimentati (a reostato escluso) a 283 Volt (3400/12), con 5 gradini di indebolimento di campo.

SERIE PARALLELO; di due rami, con 6 motori in serie ciascuno alimentati (a reostato escluso) a 566 volt (3400/6), con 5 gradini di indebolimento di campo.

PARALLELO; parallelo di 3 rami, con 4 motori in serie ciascuno alimentati (a reostato escluso) a 850 Volt (3400/4), con 3 gradi di shunt di campo.

SUPER PARALLELO; parallelo di 4 rami, con 3 motori in serie ciascuno alimentati (a reostato escluso) a 1113 Volt (3400/3), con 3 gradi di shunt di campo.

Le combinazioni motori con una terna di motori esclusa

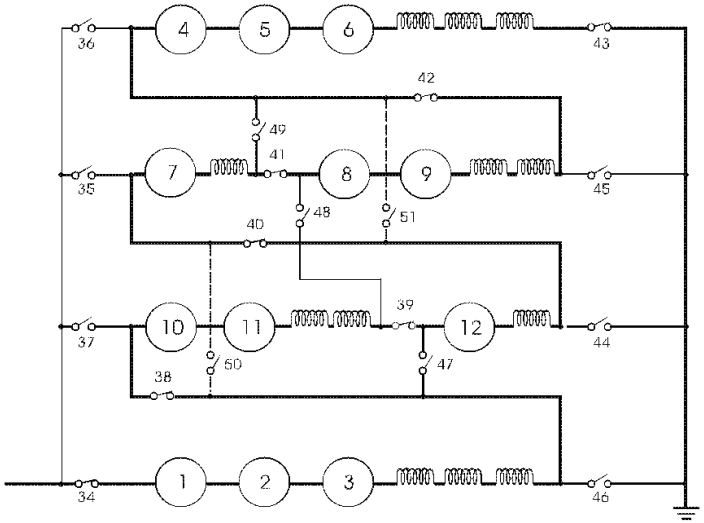
In caso di guasto ad un motore, è possibile esluderlo insieme alla coppia di motori che formano la terna; in questo caso avremo:

SERIE; serie di 9 motori, alimentati (a reostato escluso) a 377 Volt (3400/9), con 5 gradini di indebolimento di campo.

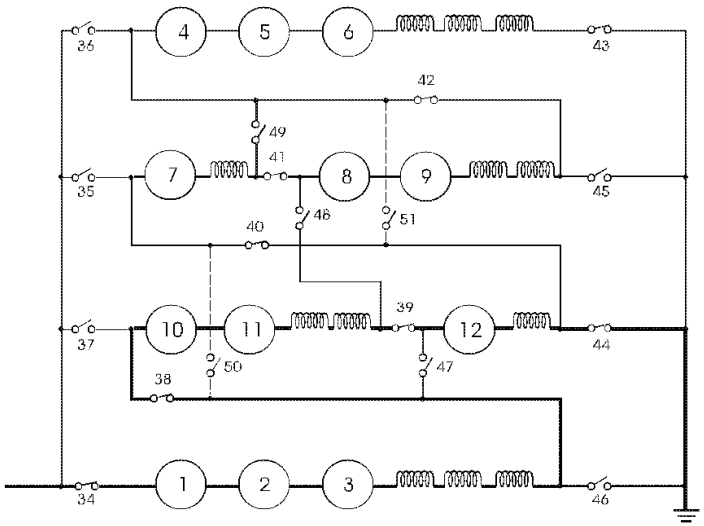
SERIE PARALLELO; di due rami, con 3 motori in serie ciascuno alimentati (a reostato escluso) a 1113 volt (3400/3), con 5 gradini di indebolimento di campo.

PARALLELO; parallelo di 3 rami, con 3 motori in serie ciascuno alimentati (a reostato escluso) a 1113 Volt (3400/3), con 3 gradi di shunt di campo.

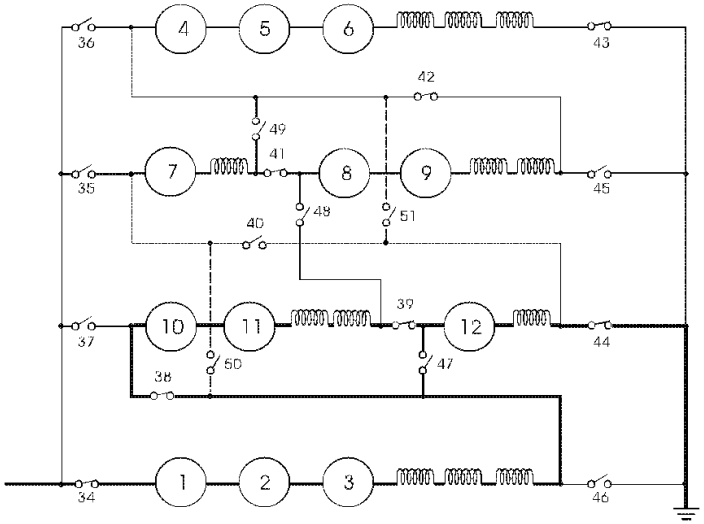
Le sequenze del circuito che permettono le combinazioni motori avvengono tramite un combinatore elettropneumatico (C.E.M.) che verrà descritto più avanti; questo apparecchio apre e chiude, secondo un ordine prestabilito, i contattori di combinazione configurando il circuito secondo le necessità di condotta; tali configurazioni, si chiamano TRANSIZIONI. Sono "dirette" quando si effettua il passaggio da SERIE a SERIE PARALLELO, da SERIE PARALLELO a PARALLELO, da PARALLELO a SUPER PARALLELO. Le sequenze a scendere invece si chiamano "inverse"; vediamole insieme.



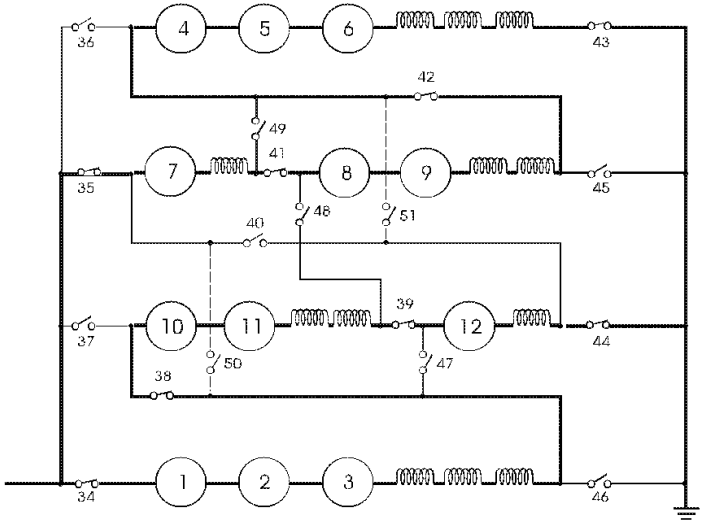
SERIE



1° FASE CHIUSURA CONTATTORE 44

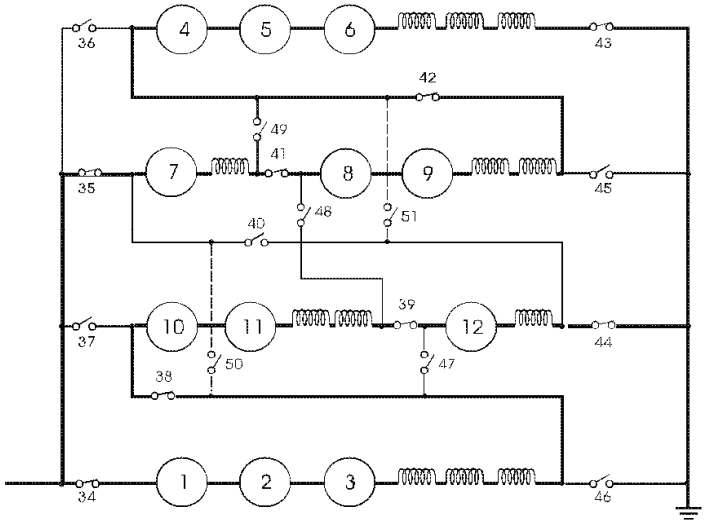


2° FASE APERTURA CONTATTORE 40

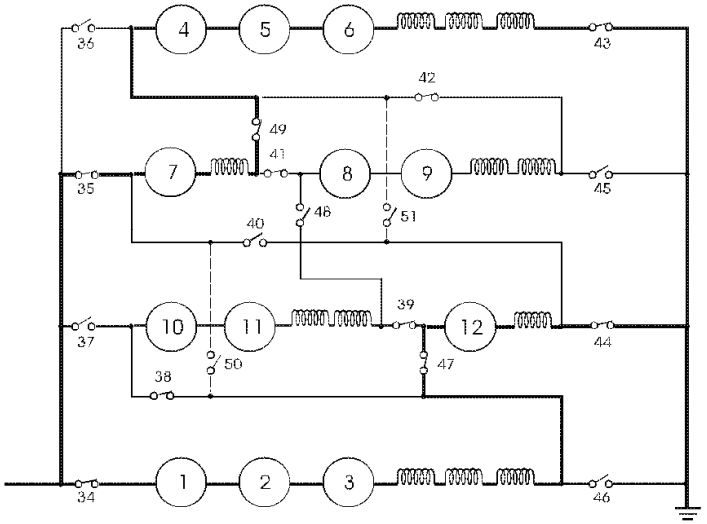


3°FASE CHIUSURA CONTATTORE 35 SERIE PARELLELO

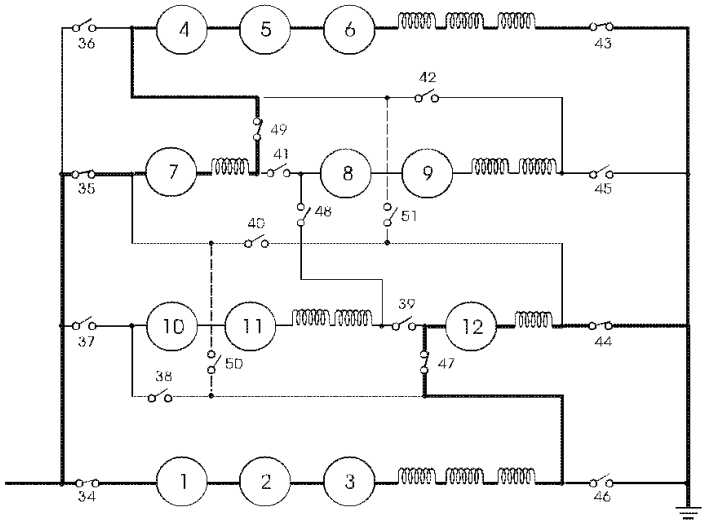
CIRCUITO TRANSIZIONE S - SP



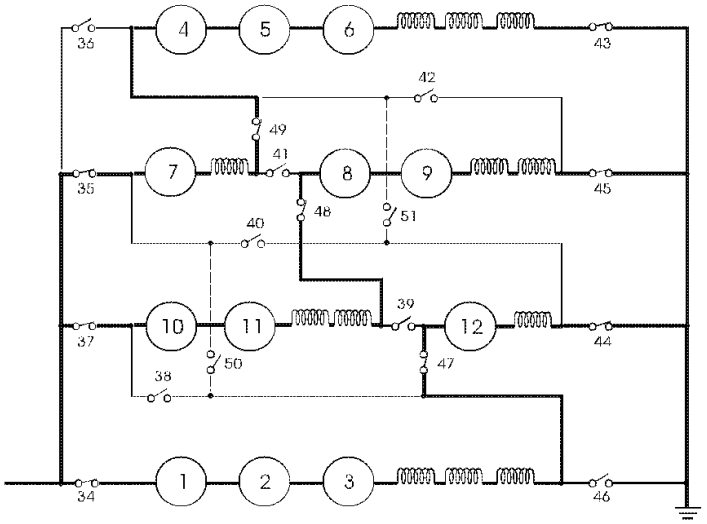
SERIE PARALLELO



1° FASE CHIUSURA CONTATTORE 47 - 49

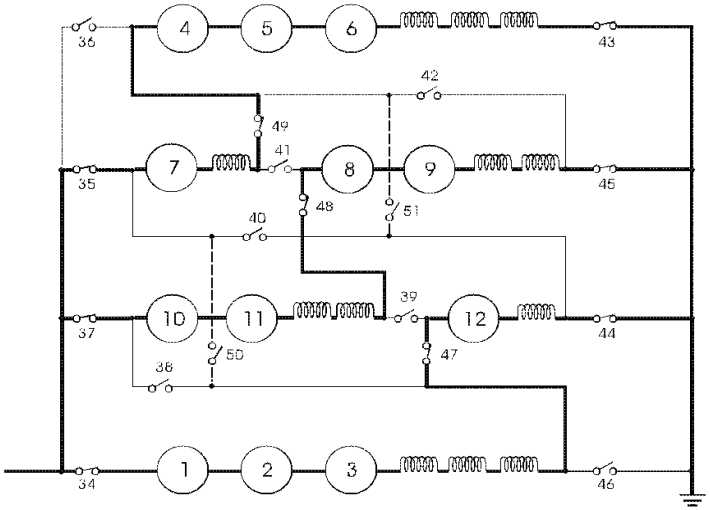


2° FASE APERTURA CONTATTORE 38-39-41-42

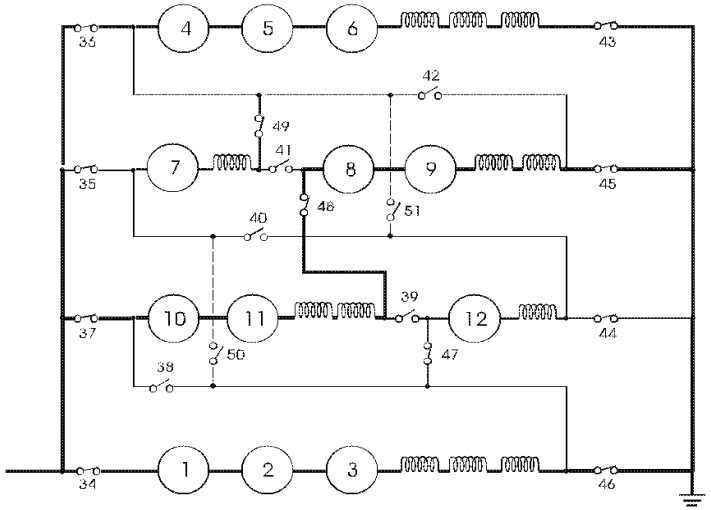


PARALLELO CHIUSURA CONTATTORI 37 - 45 - 48

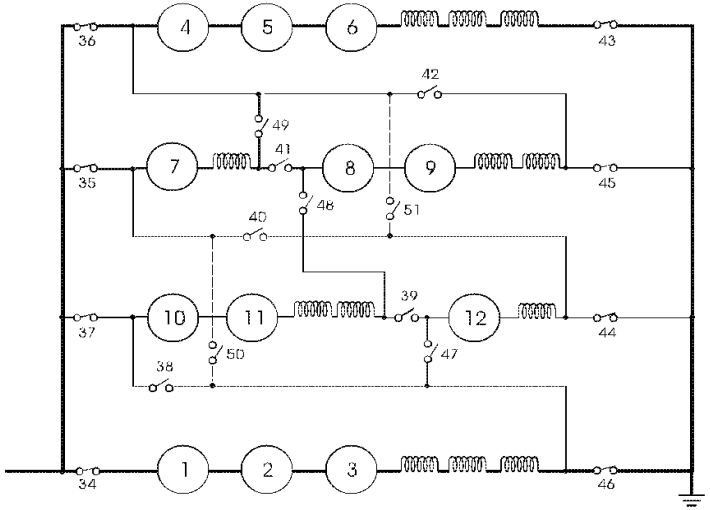
CIRCUITO TRANSIZIONE SP - P



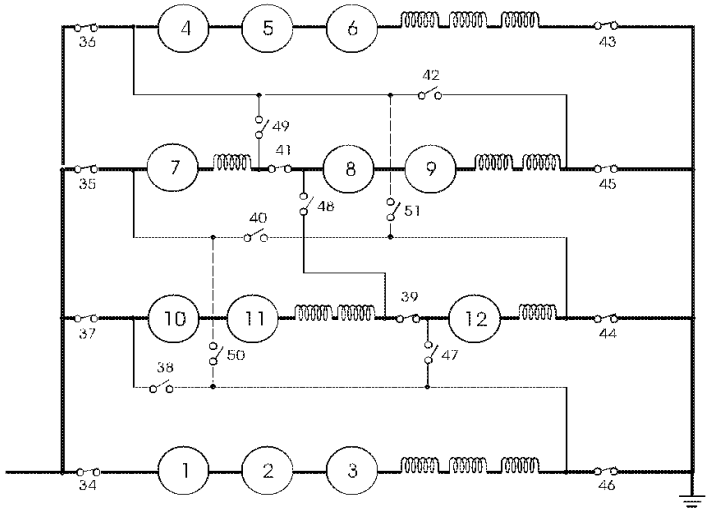
PARALLELO



1° FASE CHIUSURA CONTATTORE 36 - 46

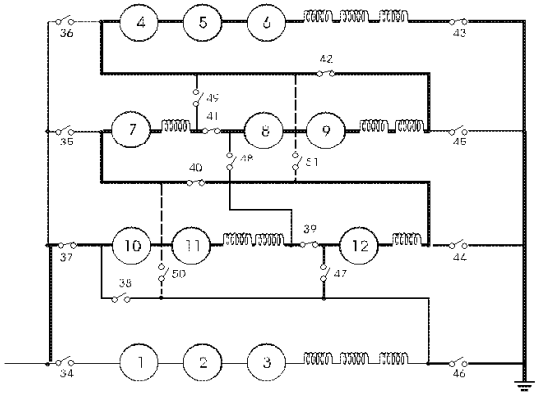


2° FASE APERTURA CONTATTORE 47 - 48 - 49

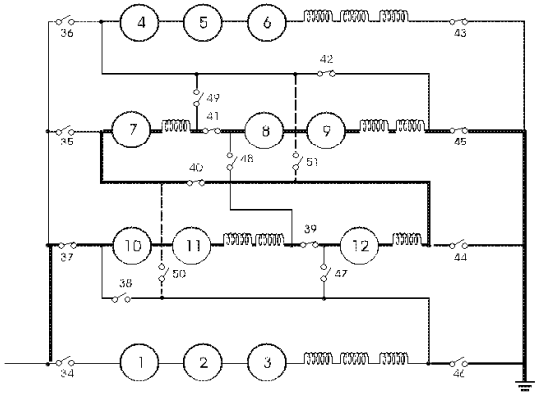


SUPER PARALLELO CHIUSURA CONTATTORI 39 - 41

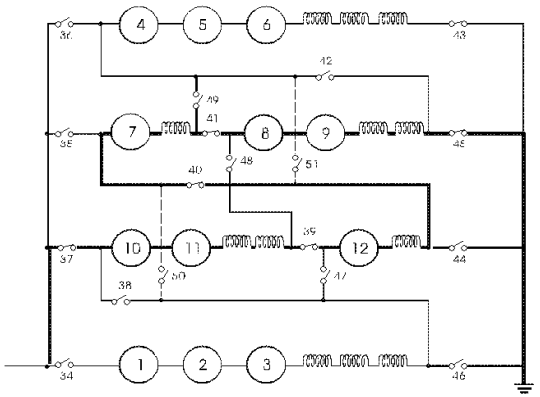
CIRCUITO TRANSIZIONE P - PP



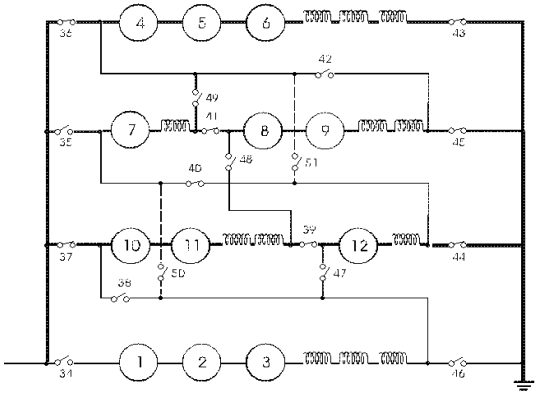
SERIE



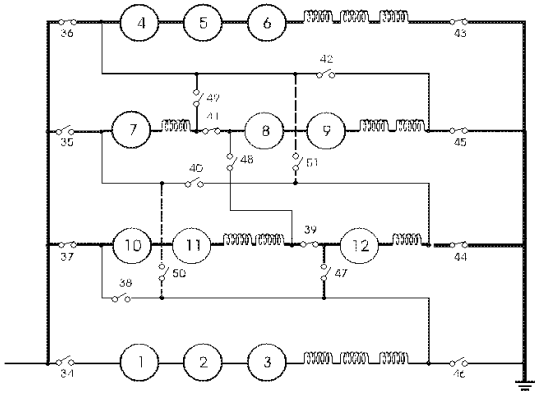
SERIE 1°FASE CHIUSURA CONTATTORE 45



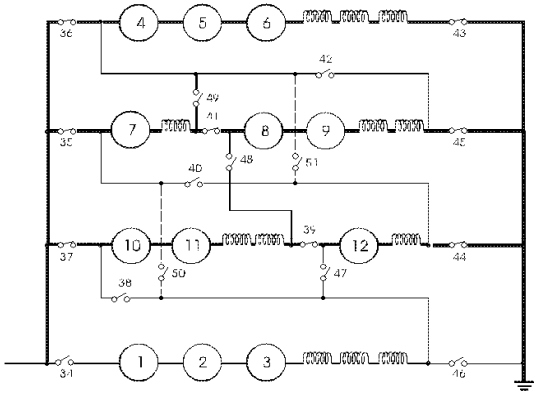
SERIE PARALLELO 2°FASE APERTURA CONTATTORE 42



1° FASE CHIUSURA CONTATTORE 36 - 44



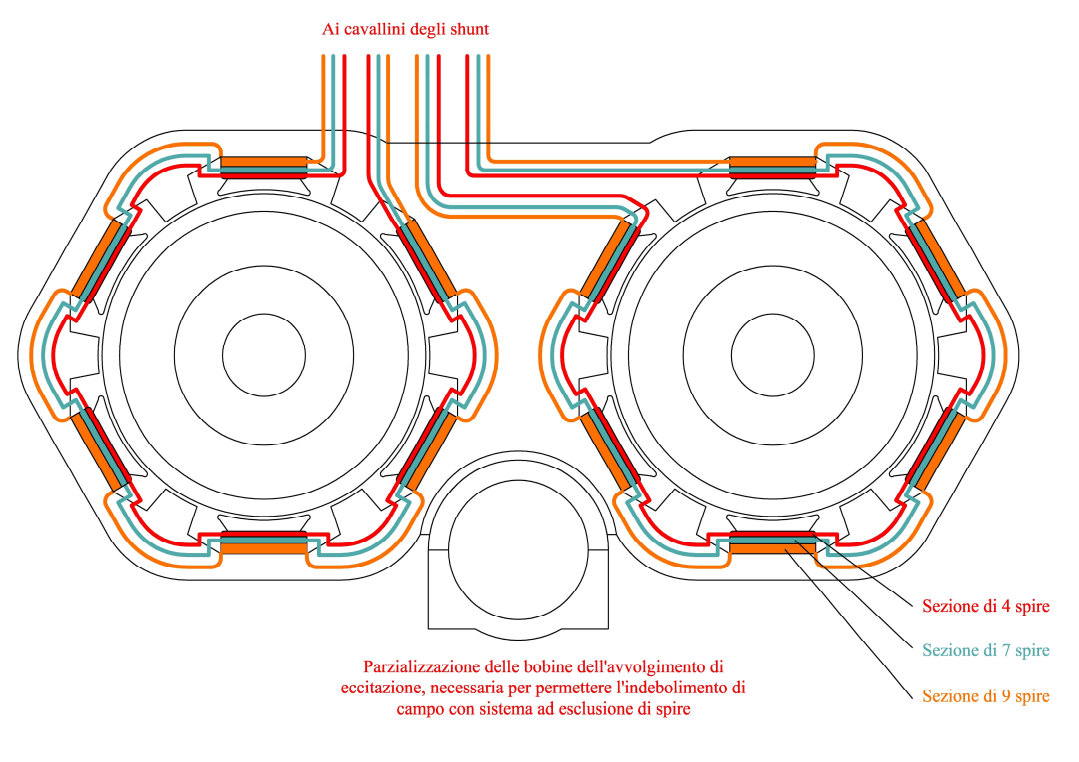
2° FASE APERTURA CONTATTORI 40



SUPER PARALLELO CHIUSURA CONTATTORE 35

CIRCUITO TRANSIZIONI CON TERNA 1-2-3 ESCLUSA

L’indebolimento di campo (eccitazione)



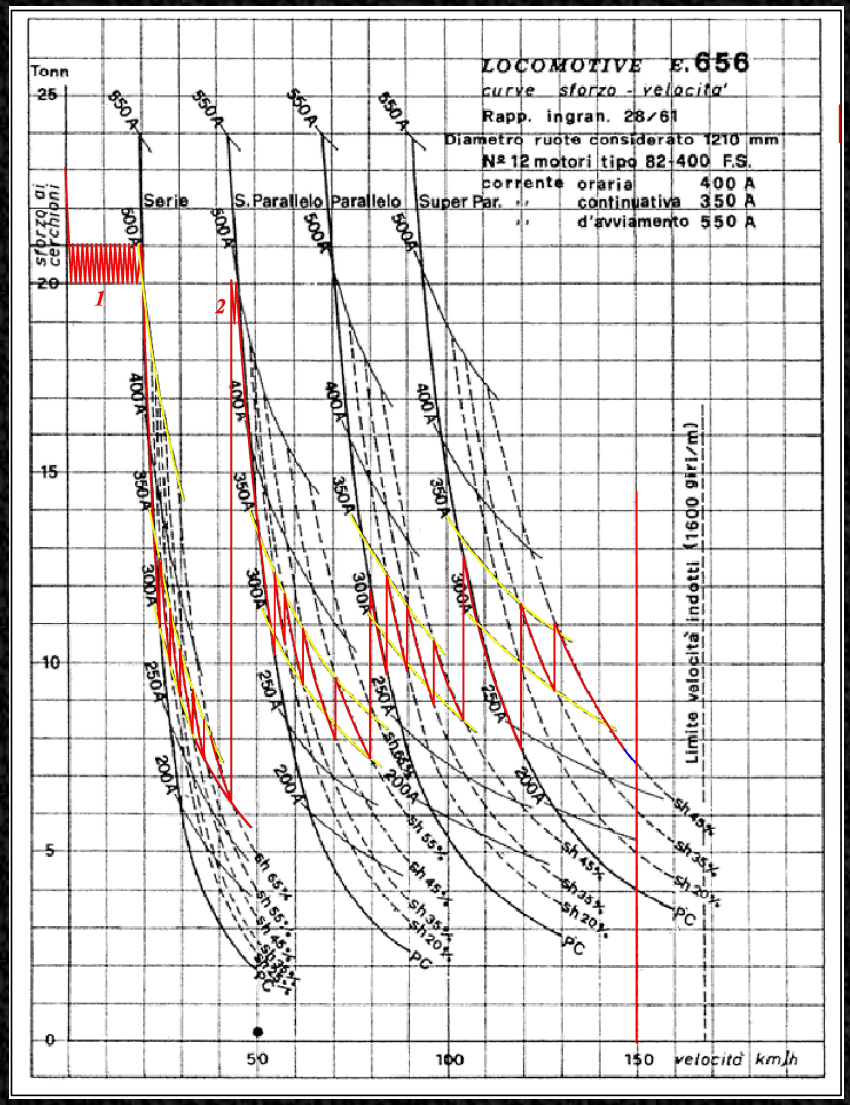
Parzializzazione delle bobine dell'avvolgimento di eccitazione, necessaria per permettere l'indebolimento di campo con sistema ad esclusione di spire

Riprendendo il discorso relativo alla regolazione della velocità, abbiamo detto che oltre alla tensione di alimentazione, per regolare la velocità del motore possiamo agire sul campo, cioè sull’eccitazione. Per regolare il campo ci sono due modi; o si applica una resistenza in parallelo alle bobine di campo che deriva una certa corrente (shunt resistivo o Ohmico) oppure si ricorre alla parzializzazione del campo mediante l’esclusione di spire. Quest’ultimo nel tempo è stato preferito allo shunt ohmico per il minor spreco di energia; per contro presenta delle complicazioni maggiori nella costruzione del motore a causa delle matasse dell’avvolgimento di eccitazione che devono avere le spire divise in sezioni, che andranno collegate con un apposito combinatore che permette di ripartire l’indebolimento di campo su più gradini, variando la combinazione di spire. Escludendo parte del campo, si diminuisce il valore della f.c.e.m.; di conseguenza la corrente aumenta quindi il motore si trova nella condizione di riportare l’equilibrio tra V e f.c.e.m., quindi accelera ma a coppia inferiore in quanto i motori a campo indebolito, sviluppano una coppia minore di quelli che lavorano a campo pieno perché è minore il flusso magnetico che genera la coppia motrice. Ogni gradino di indebolimento, modifica la caratteristica di utilizzazione del motore permettendo una nuova velocità economica di marcia che, vedremo meglio in dettaglio, quando analizzeremo le curve sforzo/velocità della locomotiva.

Velocità di fuga

Un importante punto a sfavore del motore eccitato in serie è la sua tendensa ad andare “in fuga” in caso di perdita di aderenza (slittamento). Il fenomeno è spiegato dal fatto che: in caso di annullamento della coppia motrice, avremo un rapido aumento di velocità quindi una f.c.e.m. maggiore che ridurrebbe fortemente la corrente assorbita provocando l’annullamento dell’eccitazione; in questo caso il motore non potendo più trovare una condizione di equilibrio assume una velocità elevatissima che può provocare notevoli danni al motore stesso e agli organi della trasmissione. Ecco perché assume particolare importanza disporre di un’apparecchiatura antislittante sempre efficiente.

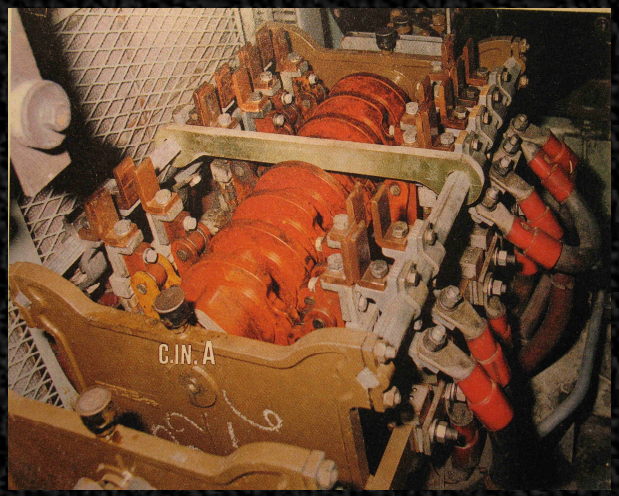
Curve caratteristiche di utilizzo

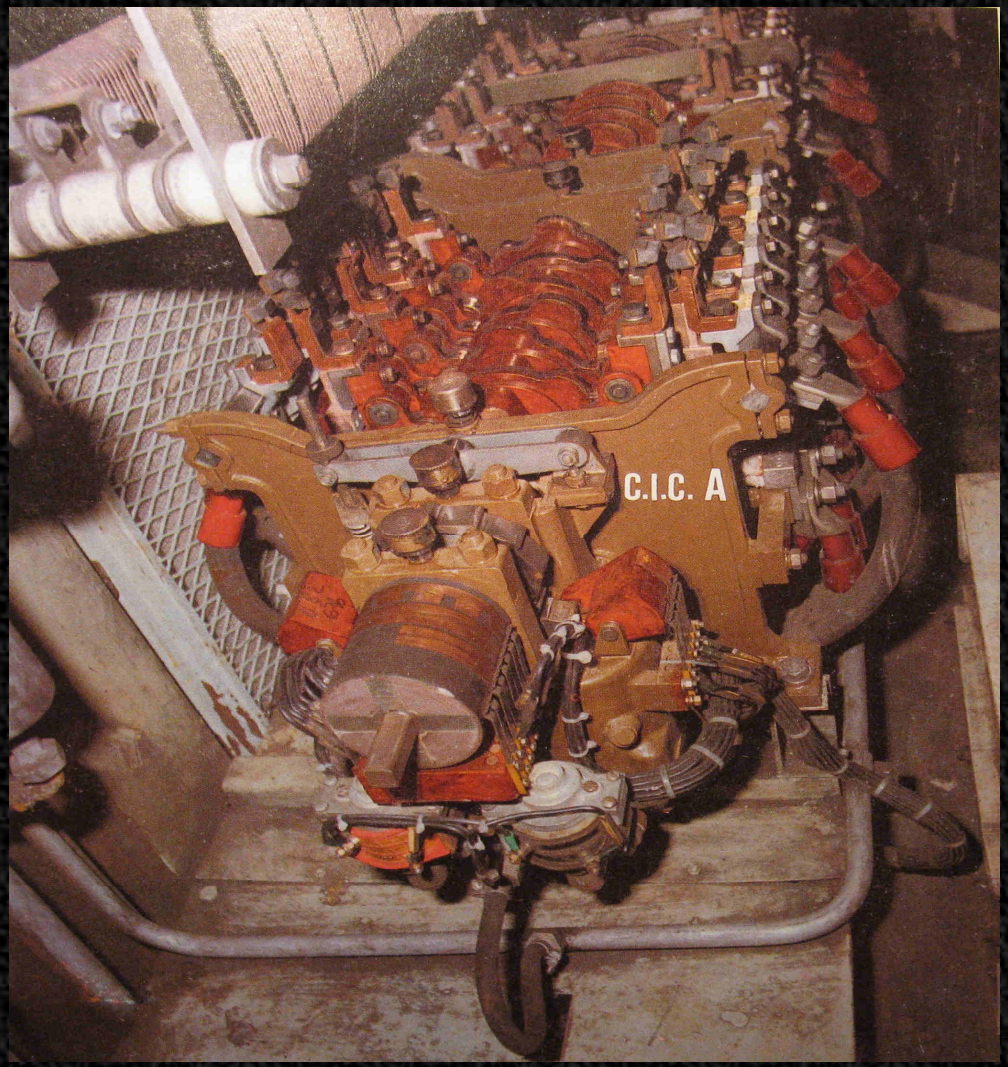


Ad ogni combinazione dei motori corrisponde una curva caratteristica, cioè un legame tra la velocità della locomotiva (giri al minuto dell'armatura) e lo sforzo di trazione (coppia motrice). Le curve caratteristiche della locomotiva vengono tracciate dal costruttore del motore, che si basa sul rapporto di trasmissione, sulle correnti assorbite, sulla velocità dell'armatura e sulla saturazione magnetica del pacco lamellare, perché dalla buona qualità del materiale ferromagnetico si hanno meno perdite, con flussi magnetici ad alta permeabilità. Fin tanto che lo sforzo è maggiore della resistenza opposta dal treno, la locomotiva accelera. Di conseguenza ci si sposta lungo la curva caratteristica verso destra (iperbole equilatera), la velocità aumenta e la corrente diminuisce,(per la legge che abbiamo visto in precedenza) come si legge dalle curve che "tagliano" gli assorbimenti di corrente; 400 , 350, 300 Ampere e così via. Quando lo sforzo eguaglia la resistenza, la locomotiva marcia a velocità costante, cioè alla velocità economica (equilibrio elettrodinamico) corrispondente a quella data combinazione dei motori. A questo punto, entra in gioco l'indebolimento di campo che ad ogni gradino, aggiunge una caratteristica (nuova curva) quindi maggiore elasticità di utilizzo. Dalle curve caratteristiche, un buon macchinista, ovviamente in base all'esperienza, può determinare la migliore combinazione motori, il miglior grado di shuntaggio e di conseguenza la migliore corrente assorbita per ottenere lo sforzo più ottimale possibile per una determinata velocità. Certo, non so quanti macchinisti conoscano le curve caratteristiche delle locomotive ma una volta un capodeposito mi disse che "*se tutti conoscessero il corretto utilizzo del locomotore, gli operai del reparto elettrico e motori, delle officine, potrebbero portarsi la maglia da fare*". Questo aneddoto la dice lunga su quanto possa essere importante non "strapazzare" troppo la locomotiva…..basta pensare a quei poveri motori delle E 444R che per anni, hanno dovuto sopportare le 700 tonnellate degli intercity sulla Bologna Firenze, oppure gli stessi treni a 200 Km/h sulla Direttissima Firenze Roma. Anche se stiamo parlando di una locomotiva, è sempre un mezzo che utilizza le leggi dell'elettrotecnica e metterla fuori uso, non è una cosa così difficile di come si possa pensare! Analizzando le curve caratteristiche emerge una proprietà molto pregevole del motore eccitato in serie; quella di avere a bassa velocità una coppia molto grande, molto apprezzata nell'esercizio ferroviario ma diventata ormai una semplice curiosità in quanto la grande versatilità degli azionamenti ad inverter con motori asincroni trifase, oltre ad aver decretato la fine del motore a corrente continua rimane palesemente un fatto innegabile. ….andiamo a vedere. Per capire la lettura delle curve di utilizzo, facciamo riferimento allo schema sopra; si tratta di un normale avviamento di un treno con massa di circa 400 tonnellate su una linea con andamento pianeggiante, con un assorbimento di corrente compreso tra i 300 e i 350 Ampere e con il raggiungimento della velocità massima di 150 Km/h. L'avviamento viene effettuato con una corrente di circa 500 Ampere quindi con una buona accelerazione senza raggiungere il limite massimo di 550 Ampere. La linea a dente di sega (1), ci mostra l'andamento dello sforzo durante l'esclusione del reostato con i classici picchi di corrente dovuti all'esclusione delle resistenze. Terminata la fase reostatica, la corrente comincia a scendere a causa della f.c.e.m.

come abbiamo visto in precedenza; a 300 Ampere, diamo un gradino di shunt; l'andamento della locomotiva adesso lo possiamo vedere nella prima iperbole che fa riferimento ad uno shuntaggio pari al 25% con uno sforzo che si porta da 11 fino a quasi 13 tonnellate. Appena la corrente riscende a 300 Ampere, diamo il 2° shunt per continuare una buona accelerazione riportando la corrente a 350 Ampere; adesso siamo sull'iperbole del 35% di shuntaggio. Continuiamo sempre regolando la corrente tra 300 e 350 Ampere dando gli shunt ad intervalli regolari. Si avvicina il momento di passare alla combinazione di SERIE PARALLELO ; siamo a 43 Km/h quindi non siamo lontani dalla curva del "pieno campo" di conseguenza la transizione avverrà senza strappo e il reostato verrà escluso in pochi secondi. Togliamo gli shunt ed effettuiamo la transizione diretta; in un attimo la corrente si riporta a circa 500 ampere (2) ma avendo "allungato" la SERIE l'avviatore automatico esclude il reostato molto rapidamente. Adesso possiamo vedere con più chiarezza le varie fasi degli shuntaggi sempre facendo lavorare la locomotiva con i valori di corrente di 300 e 350 Ampere. Come nella SERIE diamo in progressione gli shunt. La caratteristica di trazione "salta" sulle varie iperbole riferite al 20%, 35%, 45%, 55%, di indebolimento di campo fino a quando non raggiungiamo gli 80 Km/h con uno sforzo di circa 8.5 tonnellate. Come è possibile notare non è stato dato il 5° gradino di shunt, perchè l'andamento della linea favorevole e la massa non eccessivamente pesante, ci permette di fare il PARALLELO A 300 Ampere in pieno campo (nessuno però ci impedisce di farlo e come possiamo notare con il 5° grado di shuntaggio avremmo raggiunto quasi la curva caratteristica di pieno campo del PARALLELO) Eseguita la transizione ci comportiamo come le combinazione precedenti mantenendo costante l'accelerazione regolando con precisione gli shunt, che come possiamo vedere, in questa combinazione è possibile indebolire il campo solo di 3 gradini. Stiamo per effettuare l'ultima transizione che ci permette di raggiungere la massima velocità di progetto della locomotiva; togliamo gli shunt ed effettuiamo il SUPER PARALLELO. Come possiamo vedere appena escluso il reostato e raggiunti i 220 Ampere, sono stati dati 2 gradi di shunt consecutivi facendo assorbire alla E 656, 350 Ampere. Questo può essere servito per aver dovuto superare una breve acclività, e per mantenere la velocità costante, si è richiesto alla locomotiva uno sforzo di 10, 15 tonnellate. L'ultimo grado di shunt ci permette di raggiungere i 150 Km/h con uno sforzo che è sceso a 8.3 tonnellate. Questa breve spiegazione ci fa capire come gli shunt, semplificano la condotta; infatti avendo maggiore elasticità, possiamo scegliere a seconda della linea e della massa trainata, quale sforzo e velocità applicare per rispettare l'orario e far lavorare la locomotiva nel migliore modo possibile. Nell'esempio ho fatto lavorare la locomotiva a 350 Ampere, perché è la corrente continuativa dei motori e, non essendo troppo pesante il treno, non ho avuto bisogno di elevati sforzi di trazione con conseguenti assorbimenti maggiori di corrente

Combinatori invertitori di marcia; servono a invertire il senso della corrente negli avvolgimenti di campo dei motori, e di conseguenza, il senso di marcia del locomotore. Sono a funzionamento elettropneumatico e sono 2 (C.IN A) e (C.IN B). Sono costituiti da un albero a camme in bachelite sulla cui periferia, sono posizionati 12 contatti elettrici ciascuno. Ruotando, l'albero a camme apre e chiude i contatti in maniera prestabilita, realizzando il senso di marcia voluto. La loro rotazione avviene tramite 2 elettrovalvole EVAV ed EVIN ed è vincolata da numerosi blocchi elettrici , a garanzia che le manovre di rotazione, avvengano secondo delle sequenze stabilite e soprattutto, assolutamente "a vuoto". Il C.IN. A, inverte i motori dall'1 al 7 mentre il C.IN. B, dall'8 al 12. In caso di necessità il macchinista può controllare a vista, con la prova a vuoto, la regolare ed avvenuta rotazione completa dei C.IN e comunque deve sapere che :se guida dalla cab A devono essere chiusi tutti i contatti pari per la marcia avanti (o marcia indietro dalla cabina B) oppure tutti i contatti dispari, per la marcia avanti, dalla cabina B (o marcia indietro dalla cabina A) Nella foto a destra, è possibile vedere il C.IN. A



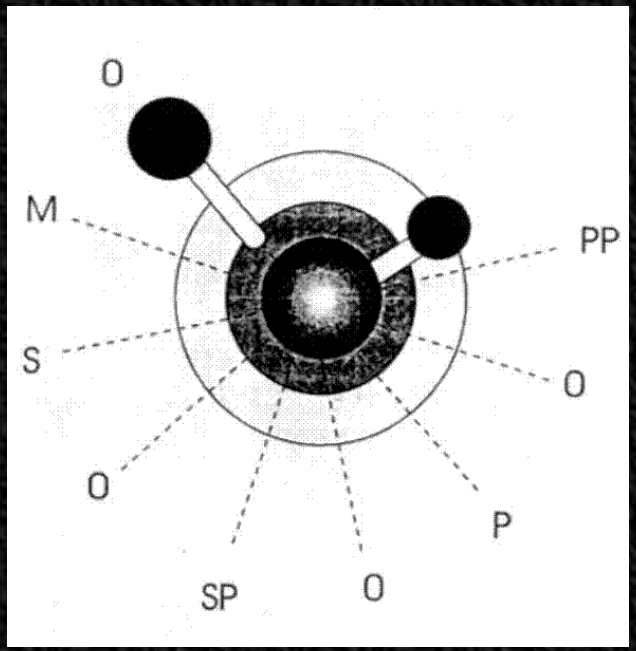


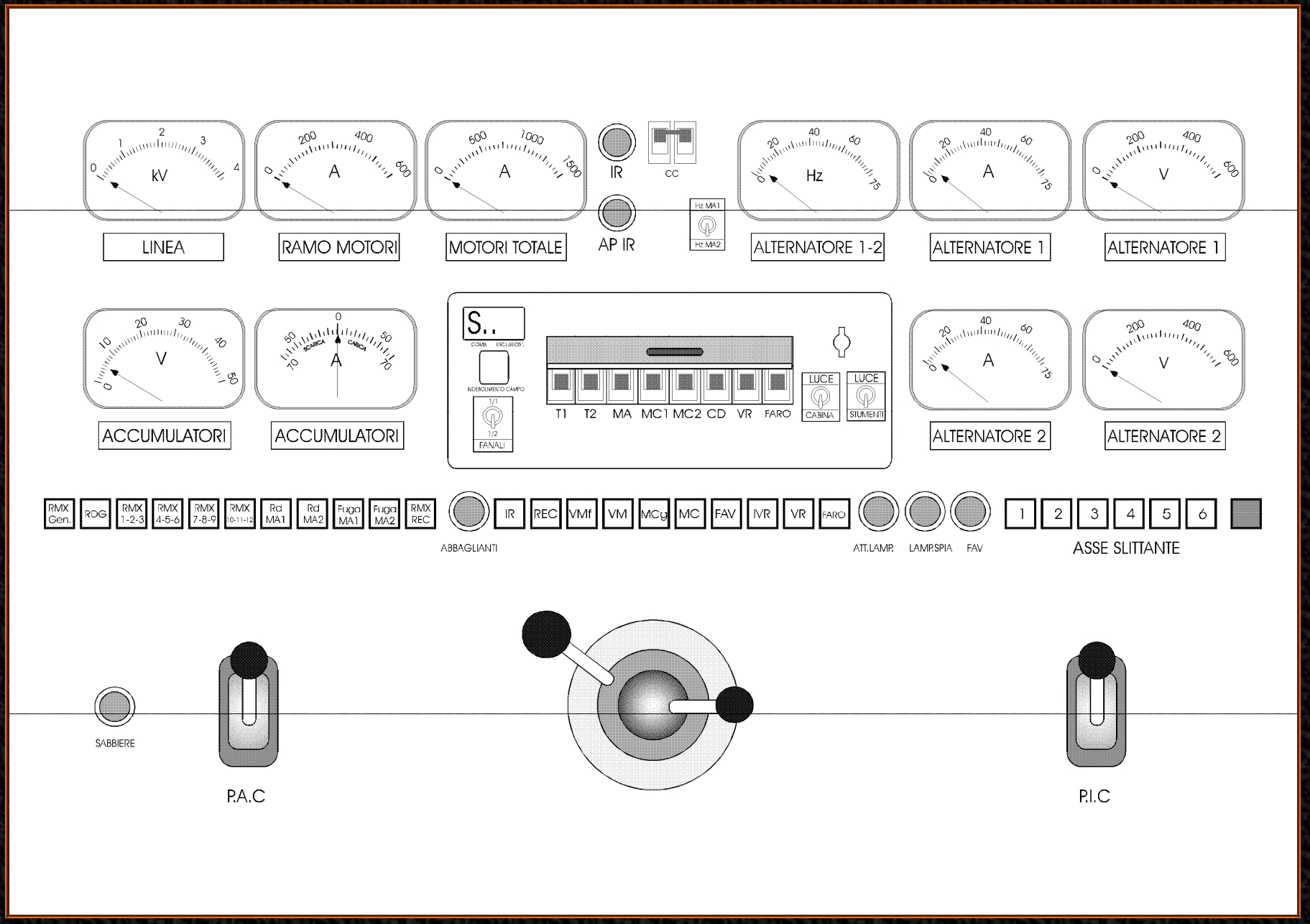
Combinatori per l'indebolimento di campo; fisicamente e per quanto ne riguarda il funzionamento, sono identici ai C.IN., cambia solo il loro scopo che è quello di escludere parte delle spire dell'avvolgimento di campo per permettere l'indebolimento del flusso magnetico induttore quindi possono ruotare "sotto carico". Il C.I.C. A, ha 12 contatti (foto a sinistra) e comanda l'indebolimento di campo sui motori 1,2,3,4,5,6, mentre il C.I.C. B, ha 24 contatti e indebolisce il campo ai motori 8,9,7,10,11,12. In gergo vengono chiamati "cavallini degli shunt". Anche i C.I.C., hanno dei blocchi elettrici che non ne permettono la rotazione se il reostato non è stato prima escluso; infatti quando l'avviatore raggiunge la 31esima posizione, questo si arresta per la disalimentazione della propria "spazzolina" 7 e nello stesso istante, si chiude il relè RaII alimentato dalla spazzolina 14 dell'avviatore, per cui è possibile comandare con l'apposito pomellino (PIC) entrambi i combinatori che possono effettuare l'indebolimento di campo, su 5 gradini nella combinazione motori di SERIE, SERIE PARALLELO e 3 gradini in PARALLELO E SUPER PARALLELO. Solo le unità che vanno dalla 551 alla 608 hanno un grado di indebolimento in più in PARALLELO e SUPER PARALLELO. Ciò è ottenuto tramite la modifica ai blocchi del (CEM) che verrà descritto più avanti. In caso di interruzione del circuito di trazione dovuto a guasti sulle spire dei motori è possibile, dopo aver escluso la terna interessata, ruotare i combinatori a mano, con l'apposita chiave con occhiello quadro in dotazione alla locomotiva. Quest'ultima operazione permette di ripristinare la continuità del circuito nella combinazione di SERIE. l'apposita tabella sul manuale di ricerca delle avarie, permette al macchinista di ripristinare il circuito.

Apparecchiature a bassa tensione del circuito di comando e blocco

(24 Volt dalle batterie di bordo)

Banchi di manovra; I banchi della E 656 sono simili a quelli delle vecchie E 444, ma oltre che per la disposizione degli strumenti e delle segnalazioni, hanno un maggior numero di posizioni dovuto alla presenza di 4 combinazioni motori e per la prima volta su una locomotiva, sono state introdotte le posizioni di "zero intermedio" in SP, P e PP. Lo zero intermedio è molto utile quando si deve reinserire in trazione in velocità, in quanto impedisce al C.E.M. di ritornare nella combinazione di serie evitando inutili chiusure ed aperture dei contattori all'atto dell'inserzione in trazione. Con questo sistema infatti, si mantiene la combinazione motori in atto senza portare il banco a 0 finale. Faciamo un esempio: supponiamo di essere in PARALLELO, viaggiamo a 110 Km/h e stiamo per affrontare un rallentamento notificato a 60 Km/h. Disinseriamo la locomotiva e andiamo non a zero finale, ma a zero intermedio e dato che la velocità del rallentamento è di 60 Km/h, mettiamo lo zero intermedio della SERIE PARALLELO.La locomotiva è in "coasting" ma è predisposta in SP, quindi appena superato il rallentamento basta spostare la maniglia del banco in SP e la locomotiva trazionerà direttamente in quest'ultima combinazione motori. Ovviamente il discorso vale per le altre combinazioni motori, tranne che per la SERIE che come abbiamo visto, non ha lo zero intermedio. Sul cruscotto è installato un display a cifre luminose che segnala; la combinazione motori inserita, l'esclusione dei contattori del reostato con segnalazione di eventuali contattori rimasti aperti, e gli indebolimenti di campo. Il circuito di comando, è dotato di un selettore di velocità, che fa retrocedere il C.E.M. in caso venga lasciatà la maniglia d'inserzione, ad una combinazione non compatibile con la velocità del treno. Esempio: se si lascia il banco in SUPER PARALLELO oppure sullo ZERO INTERMEDIO e la velocità del treno diminuisce, il selettore comanda la retrocessione in PARALLELO sotto gli 80 Km/h; in SERIE PARALLELO al di sotto dei 60 Km/h; in SERIE al di sotto dei 25 Km/h. La maniglia di inserzione, ha anche la posizione M; tale posizione permette l'alimentazione del pomello dell'avanzamento comandato P.A.C. (verrà descritto più avanti) per cui è possibile effettuare l'esclusione del reostato passo passo. Molto utile in caso di accostamento al treno e in caso di avviamenti difficili



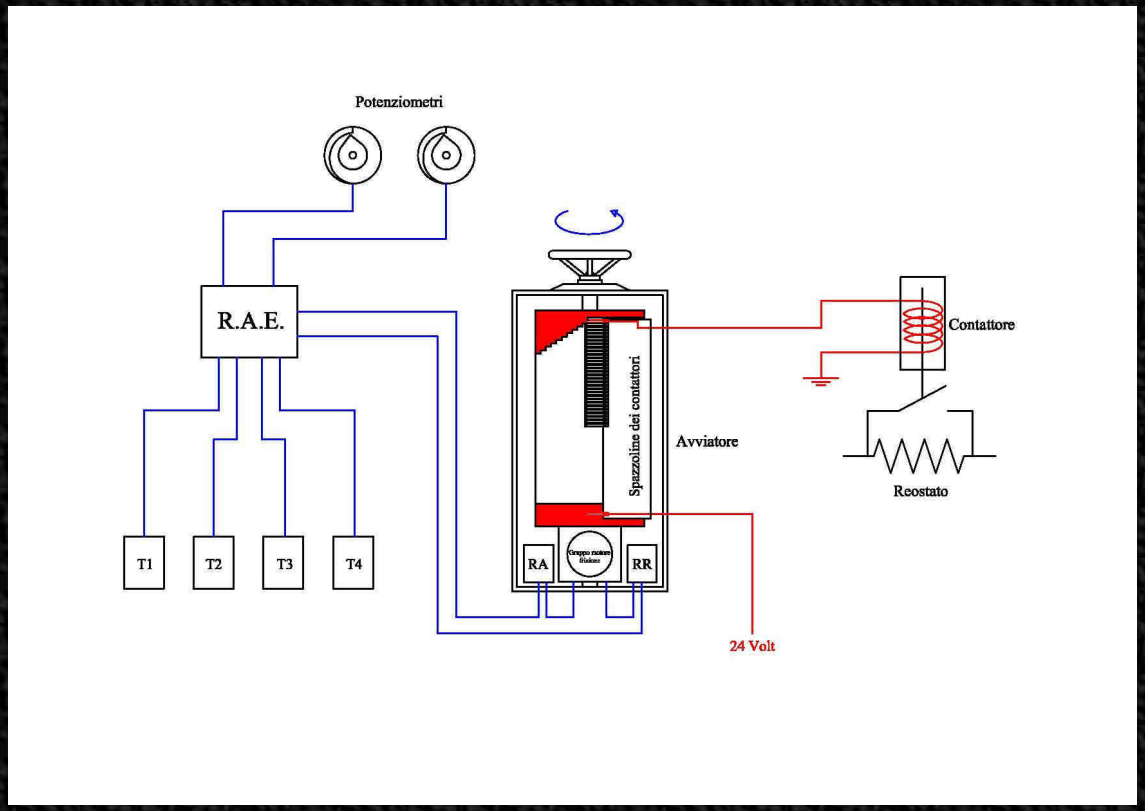

kV
A
A
IR
CC
Hz
A
V
LINEA
RAMO MOTORI
MOTORI TOTALE
AP IR
Hz MA1
Hz MA2
ALTERNATORE 1-2
ALTERNATORE 1
ALTERNATORE 1
V
A
ACCUMULATORI
ACCUMULATORI
S..
COMB. ESCLUSOS.
INDEBOLIMENTO CAMPO
1/1
1/2
FANALI
T1 T2 MA MC1 MC2 CD VR FARO
LUCE
CABINA
LUCE
STUMENTI
A
V
ALTERNATORE 2
ALTERNATORE 2
RMX Gen.
RDG
RMX 1-2-3
RMX 4-5-6
RMX 7-8-9
RMX 10-11-12
Rd MA1
Rd MA2
Fuga MA1
Fuga MA2
RMX REC
ABBAGLIANTI
IR
REC
VMf
VM
MCg
MC
FAV
IVR
VR
FARO
ATT.LAMP.
LAMP.SPIA
FAV
1
2
3
4
5
6
ASSE SLITTANTE
SABBIERE
P.A.C
P.I.C

Avviatore automatico; Fisicamente è costituito da un tamburo in materiale isolante, fatto ruotare da un apposito motorino elettrico, sulla cui periferia sono sagomate varie piste di rame su cui strisciano delle spazzoline. Ruotando, le sezioni di rame, passano sotto le spazzoline che, a loro volta, chiudono il circuito dei contattori provocandone la chiusura e realizzando l'esclusione del reostato di avviamento. Il movimento rotatorio dell'avviatore, è pilotato, oltre che dal consenso della maniglia del banco, attraverso un complesso di segnali elettronici dal relè di accelerazione elettronico (R.A.E.), comandato dai 4 trasduttori di corrente situati sulla parte finale dei rami motori, il quale a sua volta pilota i 2 rele di avanzamento e retrocessione (R.A.) – (R.R). In base alla corrente assorbita e dalla regolazione dei potenziometri situati in cabina di guida, è possibile variare il tempo di esclusione del reostato e di conseguenza, l'accelerazione del treno. Sempre sul tamburo dell'avviatore, sono situati i contatti per il comando del C.E.M. che realizza le varie combinazioni motori, e tutti i numerosi vincoli elettrici che fanno sì che le sequenze di trazione, avvengano nell'ordine voluto. Il suo azionamento può anche essere attuato, tramite il pomello del (P.A.C.) posizione per posizione. In caso di guasto al gruppo motore/ frizione a 24 volt, che faruotare l'avviatore, è possibile la sua manovra a mano escludendo il (R.A.E.) con il selettore posto in corridoio, disinserire l'interruttore sul corpo dell'avviatore ed azionando il volantino, situato in cabina di guida, sulla testa del tamburo portacontatti; lo sblocco è segnalato da una spia rossa sull'avviatore stesso. Sulla corona esterna del volantino posto sulla testa dell'avviatore, sono incise tutte le posizioni che può assumere e precisamente:dalla 1 alla 31 sono le posizioni dell'esclusione del reostato; passando poi dalla 32 alla TS, avviene la transizione. Per realizzare l'avanzamento o la retrocessione i relè vengono così alimentati:

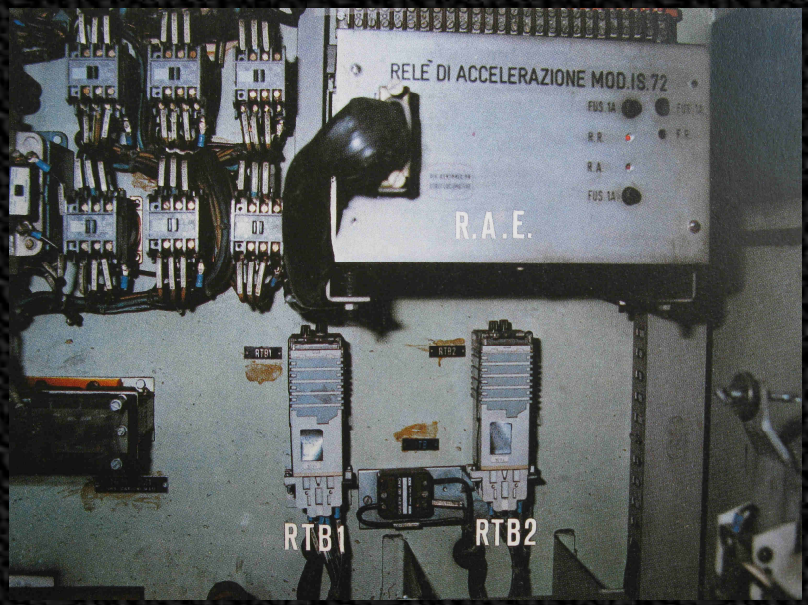
RA chiuso – RR chiuso o aperto; avviatore avanza
RA aperto – RR chiuso; avviatore retrocede
RA aperto – RR aperto ; avviatore fermo

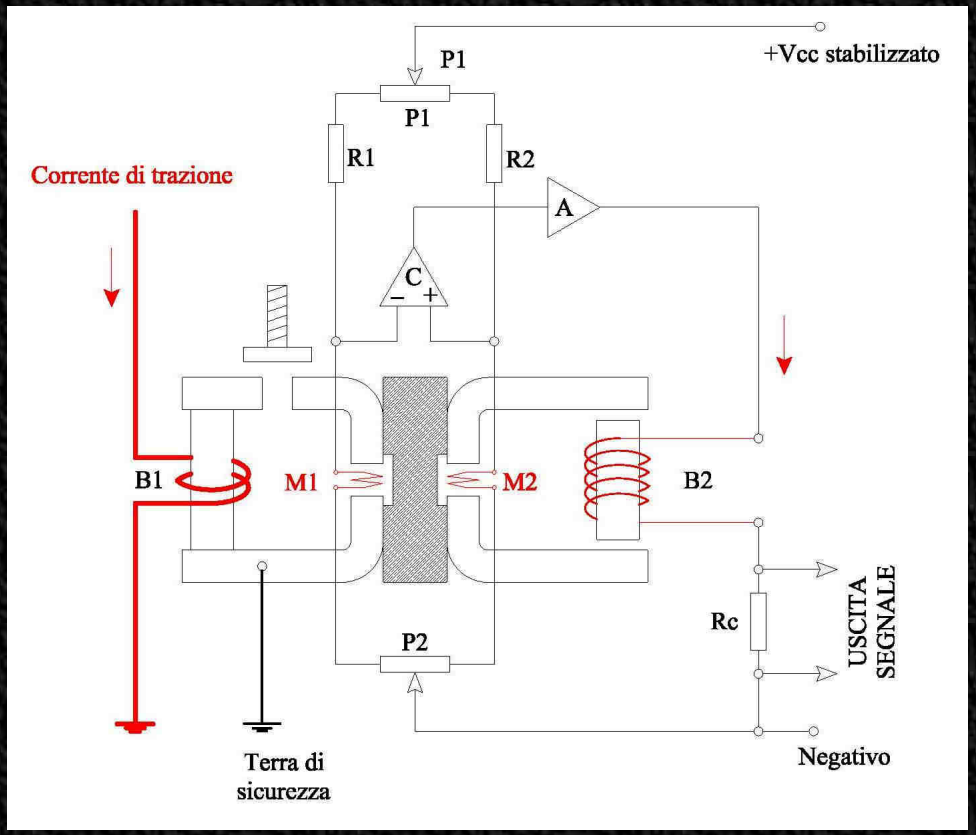
La velocità di rotazione del motorino di azionamento può essere variata inserendo o escludendo una resistenza in serie allo stesso. A questo provvede uno stabilizzatore di corrente elettronico. L'avviatore è pilotato dal relè di accelerazione (R.A.E.) come abbiamo già detto sopra; vediamo in dettaglio il suo funzionamento.

Ecco qui a fianco lo schema a blocchi dell'avviatore automatico.



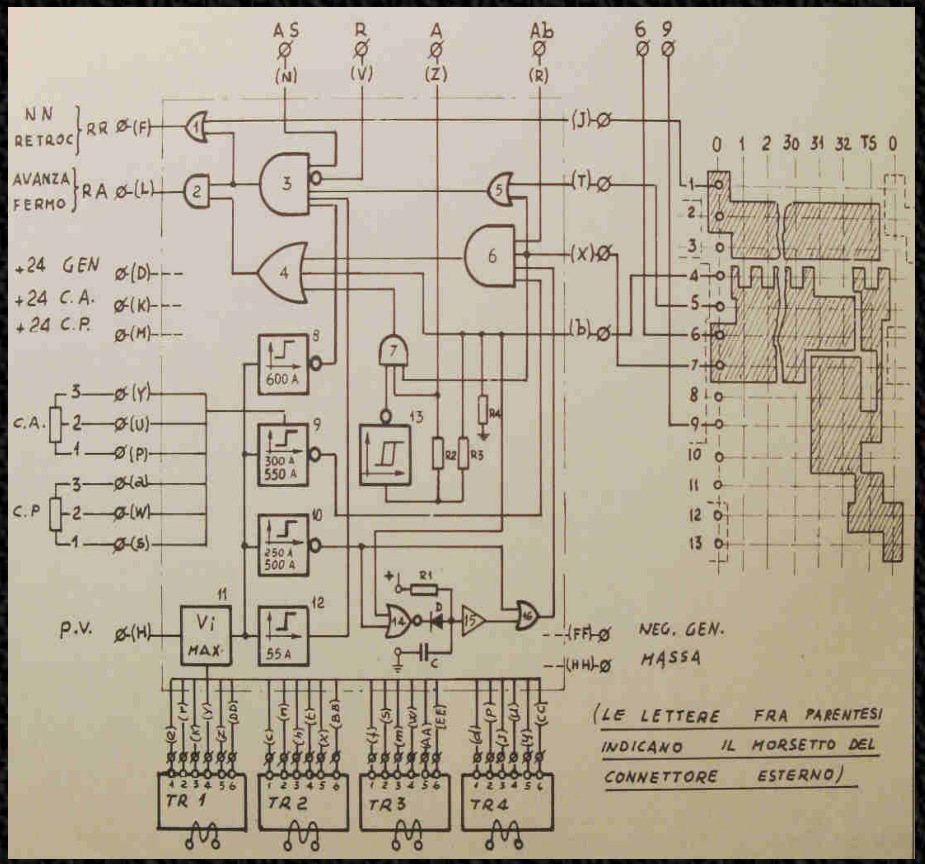
Relè di accelerazione elettronico (R.A.E.); questo apparecchio fu studiato e perfezionato dall'ufficio studi locomotive del Servizio Materiale e Trazione di Firenze. Esso ha sostituito i relè elettromeccanici tradizionali che erano difficili da tarare e, alcune volte, hanno presentato dei malfunzionamenti; Il relè è il modello I.S. 72, E 656. Per comandare il relè sono stati utilizzati per la prima volta, 4 trasduttori di corrente, uno per ciascuna terna di motori, che utilizzano un particolare elemento elettrico; la magnetoresistenza. Questi trasduttori hanno lo scopo di portare al R.A.E. un segnale proporzionale alla corrente che attraversa la spira ad alta tensione del trasduttore interessato, in modo tale che il relè possa scegliere tra tutti i segnali che gli pervengono, quello relativo alla terna che assorbe più corrente. Un enorme vantaggio del trasduttore è quello di separare galvanicamente, il circuito ad alta tensione da quello di comando a 24 Volt. Prima di vedere in particolare il R.A.E. vediamo come funziona un trasduttore a magnetoresistenza aiutandoci con lo schema qui sotto. La corrente che circola nella terna di motori interessata, passa nella bobina B1 creando un flusso magnetico che concatena la magnetoresistenza M1 influendo sul valore della resistenza stessa.





La magnetoresistenza è costituita da un particolare materiale che ha la caratteristica di variare la sua resistenza, al variare dell'intensità del campo magnetico al quale viene sottoposto.) La magnetoresistenza M1 è inserita in un circuito del quale fa parte, oltre alle resistenze fisse R1 ed R2 ed ai potenziometri P1 e P2, anche la magnetoresistenza M2 che è immersa nel campo magnetico creato dalla bobina B2, alimentata a bassa tensione stabilizzata attraverso il comparatore C e l'amplificatore A. L'apparecchio deve funzionare in modo che quando nella bobina ad alta tensione B1 circola una certa corrente, quindi un certo flusso magnetico, nella bobina a bassa tensione B2 deve circolare una corrente tale da concatenare nella magnetoresistenza M2, un flusso della stessa entità di quello generato dalla bobina B1. La differenza di potenziale esistente ai capi di RC qundi è proporzionale alla corrente che circola nella bobina B2, ma è anche proporzionale alla corrente che circola in B1. Infatti le due correnti devono creare un flusso magnetico tale da equilibrare il ponte (punti + e – del comparatore alla stessa tensione) altrimenti , il comparatore stesso, provocherebbe una variazione della corrente in B2. Il segnale in uscita da RC, viene inviato al R.A.E. Il motivo perché in realtà le magnetoresistenze sono due, è da ricercarsi nel fatto che la variazione della resistenza in esse, non è lineare con la variazione del campo magnetico ed è oltretutto influenzata dalla temperatura ambiente. A questo punto il relè di accelerazione ha il segnale di riferimento per

comandare l’avviatore, per poter regolare l’esclusione del reostato in base alla corrente assorbita; cerchiamo di capirci meglio: Premesso che il R.A.E. fa avanzare l’avviatore con un valore di corrente, nel circuito di trazione, superiore ai 55 Ampere e lo fa retrocedere se tale valore supera i 600 Ampere. Supponiamo di esere al banco di una E 656; prima di partire impostiamo il potenziometro a cica ¾ della sua rotazione (circa 450 Ampere max) a questo punto abbiamo impostato il valore massimo di corrente che il nostro caimano assorbirà dalla linea. Appena ricevuto l’ordine di partenza, spostiamo l’invertitore di marcia su avanti A e la maniglia del banco in S. Come abbiamo visto in precedenza la locomotiva si inserisce con 163 Ampere quindi superiore a 55 Ampere, a questo punto l’avviatore automatico comincia ad avanzare escludendo il reostato con una velocità di rotazione tale da non permettere di superare i 450 Ampere impostati. Adesso se voglio aumentare l’accelerazione, non dovrò far altro che aumentare il potenziometro, ed il R.A.E. (foto) regolerà di conseguenza l’avviatore. Come valore limite posso raggiungere i 550 Ampere max. Se per un guasto allo stabilizzatore dell’avviatore, la rotazione dello stesso assumesse valori incontrollati, provocando assorbimenti superiori a 600 Ampere, il R.A.E. ne provoca l’immediata retrocessione, non permettendo di riavanzare fino a quando la corrente non ha raggiunto i valori impostati dal macchinista col potenziometro. Se invece la corrente dovesse supersre i 650 Ampere, avviene lo scatto del relè di massima di ramo, con la conseguente apertura dell’I.R. In caso di avviamenti difficoltosi dove è necessaria un’esclusione del reostato molto graduale, oppure in caso di manovre di accostamento al treno, l’avviatore può essere fatto avanzare di una posizione per volta tramite la levetta dell’avanzamento comandato P.A.C. Per permettere tale manovra, basta posizionare la maniglia del banco su M e poi avanzare o retrocedere con il P.A.C. Nel corso dell’esercizio si sono manifestati incontrollati avanzamenti dell’avviatore con la manovra manuale; tale situazione può essere pericolosissima per il personale di manovra, per i passeggeri, e può danneggiare (come è già successo) il materiale e la stessa locomotiva. Affinchè l’avviatore possa veramente avanzare una tacca alla volta, nel circuito di comando è stato introdotta una modifica inserendio il “relè monostabile” (descritto a breve) che ha il compito di disalimentare l’èlettrovalvola RA, appena l’avviatore ha avanzato di una posizione. Per riavanzare è necessario riportare a zero la levetta e “pomellare” di nuovo. Per disinserire la locomotiva basta portare a ZERO FINALE il banco o tirare indietro il P.A.C. Voglio ricordare che per permettere la manovra manuale, il R.A.E. deve essere efficiente ed incluso. La retrocessione dell’avviatore, oltre per i motivi visti sopra, può avvenire anche per i seguenti motivi:



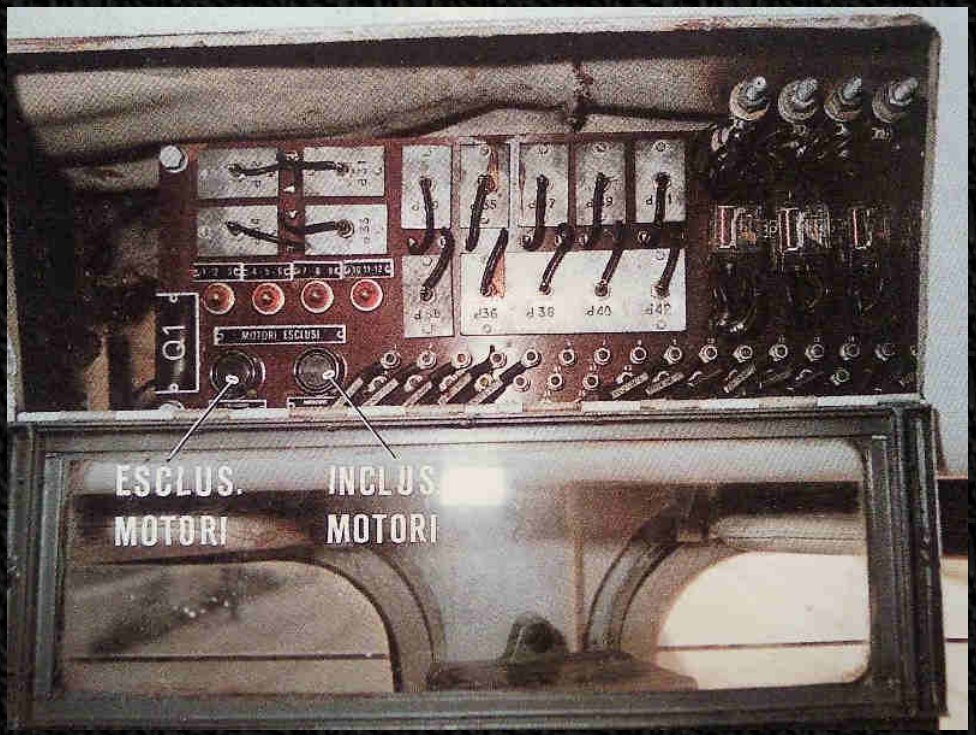
- intervento dell’apparecchiatura antislittante; In caso di slittamento l’apparecchiatura fa eccitare il relè Ra VII che toglie tensione al morsetto A.S. del R.A.E. Il circuito logico 3 “AND” (vedi schema a fianco) relativo inibirà il consenso a RA ed RR che diseccitandosi, fanno retrocedere l’avviatore.

- retrocessione comandata dalla levetta del P.A.C.; quando la stessa viene a contatto con il morsetto R , si hanno le precedenti condizioni.

- banco do manovra a zero iniziale o intermedio o in una combinazione motori inferiore a quella in atto. In questo caso manca l’alimentazione alla spazzolina 6 dell’avviatore, quindi manca il consenso X.

- Corrente assorbita inferiore a 55 Ampere o superiore a 600; in questo caso mancano uno dei consensi al circuito logico “AND” 3, quindi si verifica il risultato descritto sopra.

Il R.A.E. consente anche di fare la “prova a vuoto”. Infatti quando i pantografi sono abbassati e il relè trolley (RTR) è diseccitato, arriva un segnale positivo al morsetto H attraverso tale circuito: positivo 24 Volt, pulsante di apertura I.R., piattellini dell’RDG, RMx 123, RMx 456, RMx 789, RMx 101112, RMxG, piattellini 6 – 8 del RTR. Tale consenso entrando nel circuito logico 11, simula una corrente di trazione di 175 Ampere per cui spostando il baco di manovra, è possibile ottenere tutte le situazioni di trazione della locomotiva e tutte le situazioni analizzate in precedenza, ma senza corrente nel C.T.



Combinatore Escluditore Motori (C.E.M.); serve per ottenere le varie combinazioni di marcia, con tutti imotori inclusi, per ottenere l’esclusione delle varie terne di motori, e per realizzare le combinazionidi marcia con motori esclusi. È perfettamente identico all’avviatore automatico, ma ha diverse le sagomature delle piste di rame sul tamburo isolante, in quanto deve comandare le elettrovalvole dei contattori di combinazione (GL 800) .Fisicamente si trova a fianco dell’avviatore automatico in cabina di guida anteriore in prossimità dell’avviatore automatico. L’azionamento del combinatoreescluditore motori di trazione è elettrico ed analogo a quello dell’avviatore automatico.Le posizioni dei relé di comando per ottenere le varie manovre sono le seguenti:

Racm chiuso — RRcm aperto: il combinatore avanza;
RAcm aperto — RRcm aperto: il combinatore resta fermo;
RAcm chiuso — RRcm chiuso: il combinatore retrocede

Per ottenere la marcia con motori esclusi occorre far ruotare il combinatore azionando uno dei due pulsanti EM (esclusione motori) o IM (inclusione motori), i quali fanno ruotare il combinatore in sensi opposti. Tali pulsanti sono ubicati in cabina di guida anteriore, in alto in uno sportellino trasparente (foto a sinistra) sopra i finestrini anteriori (quadretto Q1). Quando il combinatore ruotando raggiunge la posizioneiniziale di funzionamento (posizione di zero della combinazione di serie) relativa alla marcia conuna terna di motori esclusi, si accende la corrispondente lampadina posta neìlo stesso quadretto di fianco ai pulsanti. Il raggiungimento della posizione relativa allo zero della serie nella marcia con tutti i motori inclusi è segnalata dallo spegnimento della lampadina relativa allaterna inclusa e confermato dall’accensione della scritta “S” sbarrato sul visualizzatore display del cruscotto.

Avanzamento comandato; per brevi spostamenti della locomotiva o in caso di avviamenti particolarmente difficoltosi èpossibile realizzare l’inserzione in trazione e l’avanzamento non automatico dell’avviatorecomandandolo posizione per posizione. A tale scopo viene utilizzata la levetta PAC. attraversola quale possono essere alimentati i contatti A ed R allo scopo di ottenere rispettivamentel’inserzione in trazione della locomotiva e l’avanzamento graduale dell’avviatore o la retrocessionedello stesso e la disinserzione della locomotiva. Per utilizzare la levetta PAC si deve portare la maniglia del banco di manovra dalla posizione zero alla posizione M con il relé RAE incluso, è possibile ottenere l’esclusione delreostato posizione per posizione nella sola combinazione di serie in quanto non è possibile passare alle combinazioni superiori. Il relé RAE consente l’avanzamento dell’avviatore al ricevimento di determinati consensi ed interviene provocando la retrocessione in caso dislittamento di uno o più assi oppure in caso di superamento del valore di 600 A della corrente che passa nei motori di trazione. Portando la

maniglia di comando del banco di manovra nella posizione M si ottiene, attraversola spazzolina 1 ed il blocco 5 sul contattore A aperto, l'alimentazione del relè RAIII il quale sichiude perché prende terra diretta e la controalimentazione del relé RaXI. Quest'ultimo alimentato direttamente dal circuito di comando attraverso lo stotz I AVV si apre perché si è così annullatala differenza di potenziale ai morsetti della sua bobina. Inoltre attraverso il contatto 2a del CRA l'alimentazione arriva al morsetto V del relé RAE impedendo come già detto parlando del relé RAE, i1 consenso per 1'eccitazione del relé RA per cui l'avviatore automatico non può avanzare. Dalla spazzolina 2 del Bm l'alimentazione viene portata alla bobina del relé RaVIII che sichiude determinando l'alimentazione della bobina del relè RaIV che si chiude a sua volta. Sichiude quindi anche il relé RaI. Viene perciò ottenuta la chiusura. nel modo già descritto inprecedenza, dei contattori della combinazione di serie. Inoltre, attraverso il blocco sul contattoreB aperto vengono alimentate le elettrovalvole dei contattori 30 e 31. Dai contatti 6-2 del relé RaIV chiuso viene portata l'alimentazione, attraverso il comando dell'invertitore ed i dueinvertitori disposti per il senso di marcia comandata, al punto 5 del relé RaIII per cui, attraversoi contatti 5-1 del relé RaIII stesso viene alimentata la bobina del relè RaV che si chiude e si autoblocca, lato alimentazione attraverso la spazzolina l del Bm, il diodo dl 6 ed i propri contatti 1-5. Con la chiusura del relé RaV attraverso i propri contatti 5-1 e le spazzoline 8 e 7 del comando dell invertitore di marcia disposto in posizione AV o IN si alimenta la levetta PAC.Attraverso i contatti 6-2 del relè RaV chiuso, il contatto la del CRA, le spazzoline 12 ed ll del CEM in posizione S, i contatti di blocco dei contattori 34 e 43 chiusi, si porta l'alimentazione alle spazzoline 6 e 7 dell'avviatore e quindi al morsetto X del relé RAE. L'avviatore però non avanza perchè il morsetto V è alimentato ed inoltre perchè è disalimentato, per l'apertura dei contatti 6-8 del relé RaV chiuso, il morsetto Ab del relé RAE (vedere descrizione del relé RAE), Portando 1a levetta PAC a contatto con A si determina, attraverso il blocco 3 sul contattore A aperto ed il diodo zener dzm, l'alimentazione dell'elettrovalvola del contattore A, per cui la locomotiva entra in trazione. La chiusura del contattore A ha determinato l'apertura.del relé RaIII e la chiusura.del relé RaXI in seguito alla mancanza di continuità sul blocco 5 del contattore A aperto. Così, attraverso i contatti 5-7 del relé RaIII aperto e 5-1 del relé Ra XIchiuso, il contattore A riceve l'alimentazione principale. Inoltre cessa l'alimentazione V del relé RAE mentre il morsetto Z dello stesso relé RAE non viene alimentato per mancanza di segnale proveniente dal relé Monostabile.

*Nota** quando il circuito di un relè o di un utilizzatore viene a chiudersi sul negativo del circuito di comando, tramite altri consensi, , si dice che "prende terra". Quando invece la chiusura del circuito sul negativo avviene senza altri vincoli si dice che prende"terra diretta"

Il relè monostabile; è una apparecchiatura elettronica inserita tra il punto A del PAC ed idispositivi per l'avanzamento comandato. Le sue funzioni sono:

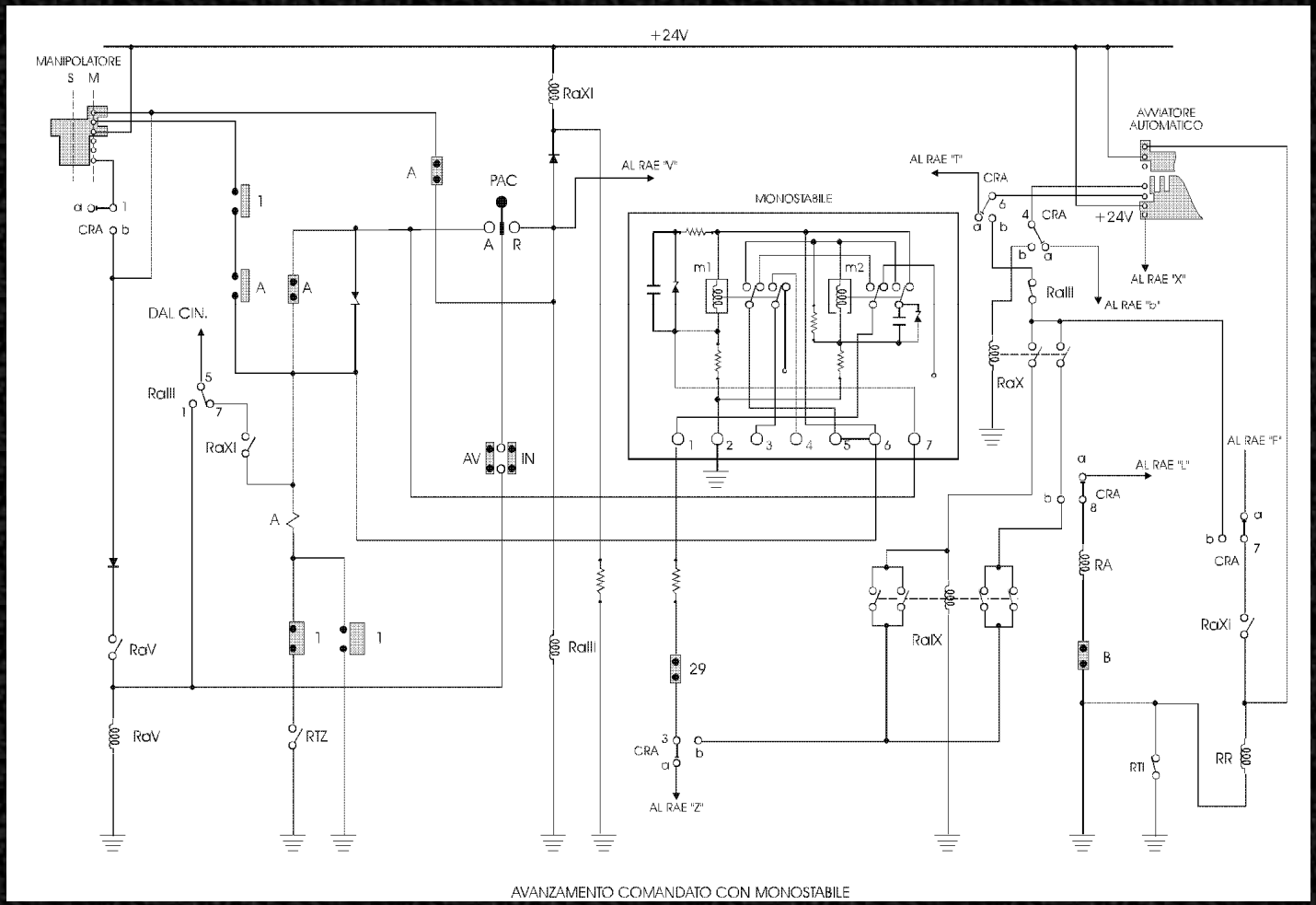
- Impedire l'avanzamento dell'avviatore alla prima pomellata

-Consentire il segnale in uscita per un tempo di circa 0,6 secondi, e ciò indipendentemente daltempo di comando del PAC.

-Riarmarsi, al momento dell'abbandono del pomello PAC, in un tempo di 0,7÷0,8 secondi impedendo così indebiti avanzamenti dell'avviatore.

Procedendo successivamente a portare la levetta PAC a contatto con A (vedi schema a fianco) e ad aprire il contatto stesso si può fare avanzare l'avviatore automatico fino alla posizione 31, nella quale, con lachiusura. del contattore 29 viene ed interrompersi il circuito di alimentazione del morsetto Z perl'interruzione in corrispondenza del blocco 3 sul contattore 29 apert Per ottenere la retrocessione dell'avviatore automatico occorre portare la levetta PAC a contattocon R determinando in tal modo l'alimentazione della bobina, del relé RaIII che si chiude, delpunto 3 del relè RaXI che si apre e del morsetto V del RAE Quest'ultima alimentazione provoca la disalimentazione delle bobine dei relé RA ed RR, percui si ha la retrocessione dell'avviatore per tutto il tempo in cui la levetta PAC viene mantenutaa contatto con R. L'ettrovalvola del contattore A, che perde l'alimentazione attraverso i contatti5-7 del relé RaIII e 5-1 del relè RaXI, viene mantenuta eccitata fino alla posizione 1 dell'avviatorein fase di retrocessione dalla spazzolina 2 del Bm attraverso il blocco 2 sul contattore 1 chiusoed il blocco 1 sul contattore A stesso chiuso.La retrocessione

completa dell’avviatore e la disinserzione può essere ottenuta sia portando lamaniglia del Bm a zero sia mantenendo la levetta PAC a contatto con R fino a quando l’avviatoreè arrivato nella posizione zero. Nel primo caso viene disalimentato dal banco di manovra(spazzolina l) il relé RaV, il quale, aprendosi, interrompe, attraverso i contatti 6-2 e le spazzoline3312 ed 11 del CEM in posizione S, l’alimentazione delle spazzoline 6 e 7 dell’avviatore e quindidel morsetto Xdel relé RAE, inoltre viene disalimentata anche la spazzolina 5 dell’avviatoreche toglie l’alimentazione al morsetto T del relé RAE, determinando la retrocessione dell’avviatore.L’apertura del circuito di trazione si verifica quando, con l’apertura del contattore 1 si apre ilrelé RaVIII e quindi il relé RaIV, il qualedisalimental’elettrovalvola del contattore A e di tutti glialtri contattori che sono chiusi in quel momento. Nel secondo caso l’avviatore retrocede. comedetto in precedenza, a causa dell’alimentazione del morsetto V del relé RAE. Con l’aperturadel contattore 1, nella posizione zero dell’avviatore, si ha la disalimentazione della solaelettrovalvola del contattore A, in quanto i relé RaVIII e RalV restano chiusi perché alimentatidalla spazzolina 2 del Bm in posizione

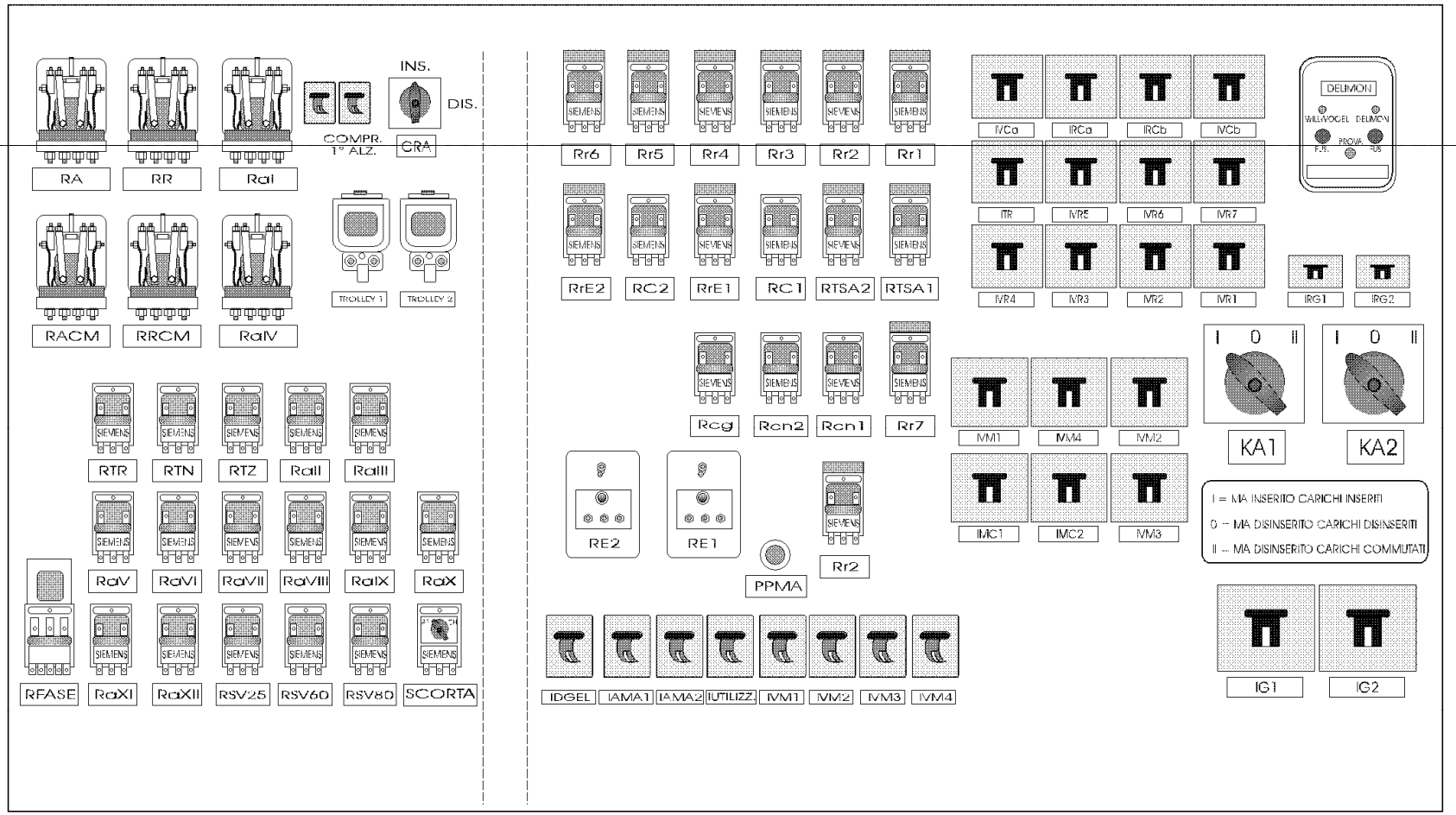


AVANZAMENTO COMANDATO CON MONOSTABILE

Il circuito di comando e blocco

(comando)

Quadro (Q2) del bipolare e stotz a 24 volt **(**con SCMT **)**



LATO CABINA ANTERIORE

LATO CABINA POSTERIORE

UBICAZIONE APPARECCHIATURE IN CORRIDOIO

Funzioni dei relè

- RTN - RELÈ TENSIONE (BT).
Si chiude con pantografi alti quando la tensione di linea è superiore a 1800 V (Alimentazione: dal c.c. - Terra: su RT chiuso).
FUNZIONI:
1) Impedisce l'inserzione della loc. se manca tensione.
2) Se la loc. è inserita, all'abbassamento dei pantografi o quando la tensione scende al di sotto di1800 V esso si apre, determinando:
a) La disinserzione del CT (apertura del relè RTZ) e la retrocessione dell'avviatore, permettendone la reinserzione solo col reostato incluso.
b) La disinserzione del REC e dei MA, permettendone la successiva reinserzione solo con la regolaresuccessione temporizzata dei carichi.
3) Con i con. 8-6 consente la chiusura di RTZ anche con gli interruttori trolley disinseriti (cioè pantografi bassi), per l'effettuazione della prova a vuoto.

- RTR - RELÈ TROLLEY. Si chiude azionando uno degli interruttori Trolley T1 T2 (in chiusura).
FUNZIONI:
1) Aprendosi (qualora venissero abbassati i trolley aprendo intempestivamente l'interruttore "Trolley"relativo oppure in caso di scatto di quest'ultimo per massa sull'ev.la trolley o sulla bobina di RTR stesso), determina la disinserzione automatica del C.T. (ap. RTZ), dei M.A. e del REC, evitando il distacco del pantografo dalla linea con i circuiti A.T. inseriti.
2) Subordina l'inserzione dei circuiti ad A.T. all'azionamento di un interruttore Trolley, cioèall'alzamento di un pantografo. Quindi se venisse azionato erroneamente l'alzamento di un pantografo con i circuiti AT chiusi, questi ultimi si disinseriscono istantaneamente.
3) Da aperto, con i contatti 6-8, onde consentire l'effettuazione della prova a vuoto anche con i pantografi bassi, determina la chiusura di RTZ, e l'alimentazione del punto H del RAE (simula un passaggio di corrente di 55 A nel C.T.).

- RTZ - RELÈ TRAZIONE (o di scatto). (1° relè d'inserzione loc.va).
FUNZIONI: **Con l'lR incluso:**
Nei seguenti casi, aprendosi, determina la disinserzione automatica della loc. con successione di scatto (senza l'apertura dell'IR): AT dei M.A. o per massa al REC, si determina l'apertura di RTZ, il quale in questo caso aprendosi determina la successione di scatto a vuoto (che è un pò diversa, nei primi due gradini, di quella acarico).
a) Abbassamento della pressione in condotta generale al di sotto di 3,5 bar (ad es.: intervento RS; azionam. freno di emergenza; ecc.), che provoca l'apertura del pressostato "PSS".
b) Mancanza o abbassamento sotto 1800 V della tensione di linea, (apertura del relè RTN).
c) Scatto o apertura intempestiva dell'interruttore-stotz del trolley in presa.
— Nel caso invece che si apra l'IR per anormalità sul circuito di forza, di quell'AT dei MA o per massa al REC, si determina l'apertura di RTZ, il quale in questo caso aprendosi determina la successione di scatto a vuoto (che è un po' diversa, nei primi due gradini, di quella a carico).

Conl'lR escluso: Oltre ad assolvere alle stesse funzioni di quando l'IR è incluso (ved. sopra), esso ora ha anche la funzione importante di proteggere la loc. in caso di scatto di un relè di protezione del CT, provocando la disinserzione della loc. con successione di scatto automatica.

Condizioni per la chiusura:
Circuito dl alimentazione: - Int. aut. circ. di comando chiusi. - Pulsanti di apertura IR (rossi) in posizione rilasciata (in fuori). - Contatti in continuità dei relè di protezione: RDG - RMx 1-2-3 - RMx 4-5-6 - RMx 7-8-9 - RMx10-11-12 - RMxG. - Relè RTR e RTN ambedue chiusi, (o ambedue aperti per l'effettuazione della prova a vuoto). - Pressione in condotta generale superiore a 4,5 bar (pressostato PSS chiuso).
Circ. di terra iniziale: - Relè Ra VIII aperto (contatti 7-5 Ra VIII ap.), (cioè maniglia d'inserz. In qualsiasi ZERO). - Avviatore a zero (contatti 50-51 Avv.). - CEM in posizione di Serie Zero, o in qualsiasi altra combinazione purché finita.
Terra di mantenimento: - Contatti 5-1 di RTZ chiuso. - Spazzoline 6-8 dell 'E.I.R. in posizione di IR incluso. - Blocco IR ch. (2) IR chiuso. - Cont. 8-6 Ra VI aperto. Escludendo l'IR il circuito di alimentazione non varia, (ma ora la bobina di RTZ viene a trovarsi direttamente in serie ai piattellini dei relè di protezione del CT); quello di terra viene commutato sulle spazzoline 6-5 EIR.
Mancata chiusura di RTZ: Se viene accertata la mancata chiusura di RTZ (in tal caso la loc. non va in trazione, ved. punto 9), ad evitare perditempo per le ricerche e solo per giungere a termine corsa, è possibile bloccarlo chiuso, a condizione che l'IR sia regolarmente incluso ed efficiente. Tenere presente che in tal caso dovrà essere disinserita manualmente la loc. nei casi descritti allo scopo con l'IR incluso. Esempio di disinserzione automatica del CT con successione di scatto: (Loc. inserita in PP):
1) Apertura RTZ
2) ¨ contattori B (*) e 29
3) ¨ contattore C
4) ¨ relè RaI
5) ¨ contattori 32 e 33
6) ¨ contattori 5 ÷ 28
7) ¨ contattori 1-2-3-4
8) ¨ A-30-31-34÷37-39-41-43÷46 (disinserz. Ioc.).
9) ¨ relè RR (ed eventualmente RA) e retrocessione AVV.
(*) L'apertura del cont. B, tramite il suo blocco Bap-5 determina la chiusura dei cont. 30 e 31 se lo scatto avviene durante l'esclusione reostatica in SP, P o PP.

- **RaI** - RELÈ AUSILIARIO. (relè da 30 A).
Circ. di alimentazione: - Stotz avviatore. - Contatti 5-1 di Ra IV chiuso. (Si chiude perciò quando si inserisce la loc., in seguito alla chiusura di Ra IV e con il consenso di RTZ chiuso).
Circ. di terra iniziale: - Bl. C ap. Cont. 6-2 di RTZ chiuso - Terra.
Circ. di terra successivo: - Bl. C chiuso. - Terra.

FUNZIONI: 1) In seguito all'apertura di RTZ (nei casi previsti - ved. in proposito lo funzioni di RTZ), esso si apre consentendo la prosecuzione della successione di scatto (ved. 4° gradino di successione); solo da chiuso infatti, alcune ev.le dei contattori del reostato vi trovano continuità di terra (cont. 5 ÷ 28-32 33).
2) Da aperto (loc. disinserita) determina l'accensione della BARRA o DUE Punti (nella stessa finestrella delle lettere di combinaz.).
3) Chiudendosi (quando si inserisce la loc.), determina lo spegnimento della BARRA o DUE Punti, (confermando così la regolare chiusura dei relè RTZ, RaVIII e RaIV).

Mancata chiusura del relè RaI:

Tale relè è possibile bloccarlo chiuso, alle seguenti condizioni e con le seguenti conseguenze: a) L'IR deve essere regolarmente incluso e efficiente.
b) All'apertura di RTZ è impedita la completa disinserzione automatica della loc. con successione di scatto, pertanto in tal caso occorre disinserire la loc. portando la maniglia a zero.
c) La BARRA o DUE PUNTI sarà sempre spenta.

- Ra II - RELÈ AUTOMATISMO SHUNT.

Si chiude al termine dell'esclusione reostatica di ogni combinazione e sta chiuso anche durante le transizioni (31'-32'-TS), alimentato dalla spazz. 14 Avv., con terra diretta.

FUNZIONI:

1) Da chiuso permette l'effettuazione degli shunt (1-S).
2) Aprendosi (6-8 dopo la transizione) determina la retrocessione automatica dei due CIC al PC,nel caso non fossero già stati riportati manualmente prima di effettuare la transizione (6-8). Può essere bloccato chiuso.-Ricordarsi di togliere sempre gli Shunt col pomello in quanto è annullata la funzione 2.

- Ra III - PRIMO RELÈ PER L'AVANZAMENTO COMANDATO.

Si chiude:

a) Portando la maniglia da 0 a M (alimentazione: sp. 1 banco - Bl A ap. 5 lungo.
b) Azionando il pomello PAC in R (per determinare la retrocessione comandata dell'avviatore).
c) Con il RAE escluso, portando la maniglia in S-SP-P-PP (alimentazione: sp. 6 banco - 1/b CRA comm. - Bl A ap. 5 lungo. Terra: - diretta.

Si apre:

a) In seguito alla chiusura del contattore A nell'avanzamento comandato (perdita del blocco A ap. 5 lungo).
b) Portando la maniglia da M a S, nell'avanzamento automatico, (per disalimentazione della spazz. 1 del banco).

FUNZIONE PRINCIPALE:

Chiudendosi, (portando la maniglia in M, oppure in S con RAE escluso), rnantiene aperto il contattore A, impedendo l'inserzione della loc., fino a che il Macch. non decide quale tipo di manovra vuole eseguire (azionamento del pomello oppure maniglia S), in modo che se sceglie la manovra comandata è più consapevole di far seguire alla I pomellata le successive per l'esclusione del reostato (che non avverrebbero automaticamente).

FUNZIONI SPECIFICHE:

1) Chiudendosi (5-1) dà una prima alimentazione al relè Ra V ed al pomello AC, per consentireaziona mento della manovra comandata.

2) Aprendosi (5-7 portando la maniglia da M a S per l'avanzamento comandato), determina lachiusura del c. A inserendo subito la loc. in trazione.
3) Aprendosi (come sopra), determina inoltre l'apertura del relè Ra V (il quale invia un segnale al RAE per l'avanzamento automatico dell'avviatore).
4) Nell'avanzamento comandato, aprendosi, (5-7), realizza la continuità permanente al c. A (che si è chiuso da poco), per sostituirsi al blocco A ap. 3 corto, che è venuto a mancare.
5) Con il RAE escluso, chiudendosi, quando si porta il pomello in R, determina la retrocessione dell'avviatore.
6) Aprendosi, interrompe la prima alimentaz. al relè Ra V ed al pomello PAC, ma essi rimangono ugualmente autoalimentati dal Ra V stesso (5-1). Tale relè non necessiterà mai di bloccarlo chiuso, poichè la sua funzione principale la assolve da aperto (cont. 5-7) per l'a limentazione dell'ev.la del c. A.

- Ra IV - TERZO RELÈ PER L'INSERZIONE DELLA LOCOMOTIVA. (relè da 30 A).

Alimentazione:

- Stotz <Avviatore chiuso.
- Contatti 6-2 di Ra IVI chiuso.

Terra:

- Diretta (si chiude perciò portando la maniglia da zero a M - oppure reinserendo la loc. dallo zero intermedio - in seguito alla chiusura del Ra VIII).

FUNZIONI:

Da chiuso predispone i circuiti riguardanti le ev.le di comando dei contattori di inserzione loc. (A-30-31 e quelli di combinazione). Inoltre predisponel'esclusione del reostato (alimentazione piastra avviatore e relè RaI). Da aperto predispone l'alimentazione ai relè ml-m2-m3, per consentire la retrocessione automatica del C.E.M., nel caso che il rotabile prosegua la marcia per inerzia (e diminuisca la velocità), con la maniglia in uno ZERO intermedio.

FUNZIONI SPECIFICHE (in chiusura):

1) Con i contatti 5-1 alimenta la piastra del CEM (spazz. 26), e quindi le ev.le dei contattori C.M. di combinazione motori.
2) Con i cont. 5-1 invia un segnale al morsetto H del RAE, (solo quando la velocità è superiore a 25 Km/h - 6-2 RSV 25), in modo da realizzare comunque l'avanzamento continuo dell'avviatore.
3) Con i cont. 5-1, alimenta la piastra dell'avv. (sp. 16 ÷ 18).
4) Sempre con i cont. 5-1, determina l'alim. delle ev.le dei contattori 30-31 (bl B ap.); e l'alimentazione della bobina di Ra I.
5) Con i contatti 6-2, attraverso i contatti della manovella di inversione del banco (AV o IN), determina la rotazione dei CIN (CIN-A e CIN-B), (eccitando l'ev.la della marcia voluta e nel caso che essi fossero stati disposti per l'altro senso di marcia), quindi predispone il circuito di alimentazione mprincipale del contattore A, (con il consenso dei due CIN regolarmente disposti), fino al punto 5 del Ra m ch.
6) Tramite le spazzoline 2-3 del banco (sempre dai contatti 6-2 di Ra IV chiuso), alimenta il punto K (oppure M) del RAE per l'inserimento del potenziometro relativo alla cabina di guida abilitata.

FUNZIONI SPECIFICHE (in apertura):

1) Determina la diserzione del CT della loc. (apertura dei contattori: A-30-31 e degli altri della combinaz. motori).
2) tramite i contatti 5-7, attraverso i RSV35-RSV60-RSV80 aperti, e chiusura dei microrelè mlm2 o m3, determina la retrocessione automatica del CEM in combunazione inferiore (a seconda della velocità), qualora il treno deceleri, mantenendo la loc. disinserita nello zero intermedio.

3) Tramite i cont. 6-8, alimenta il punto H del RAE per frenare (tramite la rialimentazione di RA), il movimento dell'avv. nel caso che in retrocessione, giunto a zero, esso non si fermi esattamente a zero, superando tale posizione per inerzia, o per non esatta posizionatura a zero. 4) Tramite i cont. 6- 8 alimenta il dispositivo di esclusione motori (Puls. EM).

Mancata Chiusura del relè Ra IV:

Tale relè eccezionalmente e solo in via provvisoria, se l'IR è efficente, potrà essere bloccato chiuso a condizione che il Macch. si ricordi scrupolosamente la sequenza giusta delle operazioni e le cautele indicate al richiamo (2), dell'avaria «Mancata inserzione in trazione della loc. e che ripetiamo anche qui di seguito: Modalità ed avvertenze da tenere presenti quando si rende necessario bloccare chiuso il relè Ra n (oppure il relè Ra VIII):

a) L'IR deve essere incluso ed efficiente.
b) Se fermi, frenare la loc. con il moderabile.
c) prima di bloccare chiuso il relè, mettere la maniglia d'inversione marcia in centro (A ZERO).
d) bloccare chiuso il relè (Ra IV o R VIII).
e) Fare attenzione perché la loc. andrà in trazione appena si sposta la maniglia d'inversione per il senso voluto.
f) dopo di ciò, per escludere il reostato, portare subito la man. d'inserzione in S. g) per disinserire la loc., è necessario portare sempre la maniglia d'inserzione nello zero finale. Dopo che sicuramente l'avviatore è tornato a zero, portare la man. d'inversione rnaraa AL CENTRO. (Il solo cont.re A apre il circuito di forza). i) Se dovesse aprirsi l'IR (o RTZ),.per chiudalo occorre che il relè Ra VIII nel momento della chiusura dell'IR, sia aperto. I) Non è più efficente il controllo automatico dell'inserzione della loc. con avv. a zero; Pertanto prima di reinserire la loc. accertarsi che l'avviatore sia a zero.
- h) Quando si deve disinserire la loc., fare attenzione a non portare la maniglia d'inversione al centro prima che l'avv. sia a zero (spegnimento della cifra 4), altrimenti si potrebbe danneggiare il c. A -

Inoltre attenzione a non portare assolutamente la man. inversione di marcia in senso inverso (oltre il centro).
(oltre il centro).

- Ra V - SECONDO RELÈ PER L'AVANZAMENTO COMANDATO

Alimentazione:

- 6-2 Ra IV chiuso.
- blocchi sull'invertitore del banco.
- blocchi sui CIN regolarmente disposti.
- 5-1 Ra III chiuso.

Terra: Diretta.

Si chiude portando la maniglia in M a seguito della chiusura del Ra III. (Con la man. in M esso sta sempre chiuso, anche quando Ra III si apre, perchè si autoblocca con i contatti 5-1. Si aprirà quando si sposta la maniglia da M).

FUNZIONI:

1) Chiudendosi, disalimenta il punto R del RAE, impedendo l'avanzamento utomatico dell'avviatore.

2) Da chiuso (con il RAE incluso) alimenta il punto X del RAE, per il consenso all'avanzamento comandato dell'avviatore (6-2 + spazz. 12-11 CEM + spazz. 6-7 avv. + X-RAE).
3) Da chiuso (5-1) mantiene alimentato il pomello PAC e se stesso, anche quando aprirà Ra III. 4) Da aperto (6-8) porta un segnale al punto R del RAE, onde consentire l'avanzamento automatico dell'avviatore. Tale rele, anche se non viene utilizzata la manovra comandata col PAC, non deve mai essere tolto, perchè così facendo il RAE non consentirebbe nè la manovra automatica nè quella comandata.

- Ra VI - RELÈ D'INSERZIONE IR (e segnalazione scatto).
Si chiude quando si preme un pulsante di <Riass. e chiusura IR», se esistono le condizioni sottoindicate:
Circuito di alimentazione:
a) Se si chiude l'IR dalla cab. A: - Int. Aut. ¨circ. di com.> ambedue chiusi. - Pulsante ¨Apert. IRsdella cab. A rilasciato. - Pulsante sChius. IR} della cab. A, premuto. Blocco IR ap. (6) e fficente.
b) Se si chiude l'IR dalla cab. B: - Int. Aut. ¨circ. di com.> ambedue chiusi. - Pulsante ¨Apereara IRscab. A rilasciato. - Pulsante ¨Apertura IRo cab. B rilasciato. - Pulsante ¨Chius. IRs di cab. B premuto.- Blocco IR ap. (6) efficente.
Circuito di terra:
- Cont. 7-5 di Ra VIII aperto (man. di inserzione in qualsiasi zero). - Spazz. 50-51 avv. a zero.
- Spazz. 20-19 CEM in pos. finita (cioè sulla finestrella dovrà esserci una delle lettere luminose: S, SP, PPP).
FUNZIONI:
1) Chiudendosi, diseccita i relè segnalazione scatto, spegnendo l'eventuale L. Spia, (nel caso fosse intervenuto uno dei relè di protezione della loc.).
2) Da chiuso mantiene alimentata l'ev.la di chiusura IR e se stesso (autoblocco) con un'altra alimentazione proveniente da monte del bl. IR ap. (6), shuntandolo, in modo da dare tempo all'IR di completare le fasi della sua chiusura anche dopo la perdita del bl. IR ap (6), che viene a mancare quasi subito.
3) Da aperto (8-6) ripristina il circ. di terra ai relè segnalaz. scatto e relative L. Spia rivelatrici dello scatto relè di protez. loc.
4) Chiudendosi interrompe il circ. di terra per l'avviamento dei gr. MA (e lo mantiene interrotto fino a che viene mantenuto premuto il puls. ch. IR) allo funzioni di evitare che, prolungadosi tale azionamento per la chius. deli'IR, abbia inizio la sequenza dell'avviamento dei gruppi e che, quindi, quando avviene la chiusura elettrica dell'IR venga alimentato il motore dei MA con il cont. CER già chiuso, il che provocherebbe l'intervento degli organi di protezione per superamento della corrente di spunto. Il bl. IR ch-2, unico consenso previsto in origine sul circ. di terra inserzione MA, non era sufficiente allo funzioni poichè com'è noto i blocchi sull'IR (ch) si attivano quando ancora l'IR non è chiuso in AT, per cui è nata la necessità di inserire il presente ¨bloccos sul Ra VI, in serie al bl. IR ch-2. L'anormalità in questione tuttavia, potrà manifestarsi solo se inavvertitamente venisse chiuso l'IR con l'interruttore inserz. MA attivato.
Tale relè non deve essere tolto, poichè in tal caso si annullerebbe la funzione 3.

- Ra VII - RELÈ INTERVENTO ANTISLITTANTE (AS). (ved. nota "AS")
FUNZIONI:
Tale relè (la cui funzione risulta valida solo con il RAE e l'avv. regolarmente inclusi) normalmente sta aperto e con i contatti 6-8 invia un segnale al punto N del RAE per il consenso all'avanzamento dell'avv. (alim. per RA e RR).

Si chiude invece in seguito all'intervento del disp. AS, quando uno o più assi slittano, disalimentando il punto N del RAE e determinando la retrocessione dell'avviatore e quindi la reinclusione di una parte del reostato (o di tutto). Da chiuso (5-1) provoca inoltre l'azionamento delle sabbiere anter. senso di marcia (semprechè lo stotz «TS», posto in cabina di guida n. 1, sia chiuso). Tale relè si riaprirà poi col cessare dello slittamento, ripristinando le condizioni normali. **(Relè da non togliere).**

NOTA* «AS»:
L'A.S. Parizzi è costituito da una centralina di rilevamento ed elaborazione segnali ubicata in cab. 1. Detto dispositivo è collegato ai GEU calettati su ogni asse; la tensione generata dai suddetti GEU serve corne segnale di rilevarnento giri anorrnali delle ruote. Pertanto quando le sei tensioni, messe a confronto con continuità durante la rnarcia dalla centralina, sono identiche (o quasi), il positivo del relè Ra VII è a tensione zero per cui rirnane aperto. L'A.S. viene inserito con la chiusura dello Stotz Antislittante posto in cab. 1. Detta chiusura è segnalata dall'accensione della Lamp. spia VERDE posta a destra delle sei lampadine di segnalazione slittamento in ogni cabina di guida. La prova dell'A.S. si può fare eseguendo la prova a vuoto del circuito di comando e quindi premendo il pulsante ROSSO sulls centrale Parizzi (in cabina 1) Durante l'avanzamento dell'avviatore. se l'A.S. funziona dovrà avvenire:
- La retrocessione dell'avviatore, che cesserà quando si rilascia il pulsante.
- L'attivazione delle sabbiere senso marcia.
- L'attivazione dell'avvisatore acustico.
- L'accensione delle Lamp. Spia .1 ÷ 6. sulla centr alina.
Il pulsante esistente sulla destra delle sei lampade di segnalazione slittamento nelle cabine di guida (nel quale è incorporata la lampada Verde) serve per verificare l'efficienza delle lampade stesse. Sono avvenuti diversi casi di segnalazione di slittamento simulato dell'A.S. in seguito a penetrazione di acqua o neve nei GEU od in seguito ad altra avaria. In tal caso per proseguire il servizio occorre aprire lo Stotz Antislittante e stare attenti a rilevare nel modo tradizionale eventuali veri slittamenti degli assi, per disinserire prontamente la Loc.

Ra VIII - 2°-RELÈ PER L'INSERZIONE DELLA LOC.
FUNZIONI:
1) Impedisce la chiusura dell'IR e del relè RTZ se la maniglia di inserzione non è a zero. Vincola cioèla chiusura dell'IR (dal banco), e di RTZ, allo stato di «banco a zero» e di «loc. disinserita» (Ra VIII aperto).
2) Successivamente, quando la man. d'inserzione verrà portata da zero in posiz. di trazione (0 fin. « M, oppure 0 int. « in traz.), impedisce l'inserzione in trazione della loc. se l'avv. non è a zero ed il CEM in una posizione finita. Vincola cioè l'inserzione del CT della loc. alla posizione di «reostato inserito» (avv. a zero) e «rnotori di trazione regolarmente disposti> in una qualsiasi combinazione. (CEM in posizione finita).
ALIMENTAZIONE: Principale:
Dalla spazz. 2 del banco (in M-S-SP-P-PP). In parallelo alla suddetta alimentazione ne subentra ,un'altra (proveniente dal circuito di alim. del c. A), attraverso i blocc. A ch. e 1 ch. in serie fra loro. In tal modo la loc. rimarrà inserita finchè l'avv. non retrocede a zero, (apertura cont.re 1) in tutte le disinserzioni.
TERRA: **Iniziale**: - Spazz. 50-51 avv. a zero. - Spazz. 20-19 CEM in posiz. finita.
Di mantenimento: Appena si chiude si autoblocca sui suoi contatti 5-1 a terra diretta.

Pertanto le condizioni affinchè Ra VIII possa chiudersi (e quindi inserirsi la loc.) sono le seguenti: - Man d'inserzione in M-S-SP-P-PP.
- Avv. a zero.
- CEM in posiz. 0/serie (o quello dell'altra combinazione finita).

FUNZIONI SPECIFICHE - **In chiusura**:

1) Con i contatti 6-2 determina la chiusura del Ra IV e quindi l'inserzione della loc.
2) Si autoblocca a terra (5-1), altrimenti si aprirebbe appena inizia a ruotare l'avviatore.
3) Interrompe il circuito di terra inziale al relè RTZ impedendo (in caso di scatto) il riassetto di RTZ stesso prima di aver riportata la maniglia d'inserz. a zero (Ra VIII aperto), poichè infatti tale relè protegge anche la loc. in caso di esclusione dell'IR (ved. funzioni di RTZ).

FUNZIONI SPECIFICHE - In apertura:

1) Determina l'apertura del relè Ra IV e quindi la disinserzione del C.T.
2) Con i contatti 5-7 stabilisce la cont. di terra al relè Ra VI, all'ev.la di chiusura dell'IR ed al relè RTZ, in modo da vincolare la chiusura dell'IR e del RTZ alla maniglia d'inserzione a zero.

Mancata chiusura di Ra VIII : Impedisce l'inserzione della loc.
In casi eccezionali e solo in via provvisoria, **se 1'IR è funzionante**, il Ra VIII si può bloccare chiuso a condizione che il p.d.m. si ricordi scrupolosamente di attuare le cautele già indicate per il Ra
IV bloccato chiuso. Naturalmente, però, prima di attuare tale soluzione, accertarsi che l'avviatore sia a zero ed il CEM in posizione 0/Serie, inoltre provare a sostituirlo con il relè di scorta, oppure con Ra IX o Ra X nel caso che RAE sia regolannente funzionante

- **Ra IX** - PRIMO RELÈ PER IL COMANDO DELL'AVVIATORE CON RAE ESCLUSO. (È attivo solo con il RAE escluso).
- **Ra X** - SECONDO RELÈ PER IL COMANDO DELL'AVVIATORE CON RAE ESCLUSO. (È attivo solo con il RAE escluso).

FUNZIONI: Hanno la funzione di comandare la chiusura e l'apertura del relè RA, a due condizioni: Impedire che l'avviatore avanzi anche mantenendo sempre il pomello PAC in A (per mezzo dell'autoblocco - dal PAC in A - per la chiusura di Ra IX), in modo da non poter fare più di una tacca per volta. Determinare il posizionamento dell'avviatore nella tacca precisa, poichè il RA verrà diseccitato (dall'apertura
di Ra X) soltanto quando si disalimenta la spazz. 4, quando perde il dente del pettine.

FUNZIONI DETTAGLIATE:

Ra IX:

Si chiude tutte le volte che si chiude Ra X (dalla 1à tacca avv. in poi), ad ogni pomellata in A, passando da una
posizione all'altra dell'avviatore (dente del pettine e sp. 4), e si apre quando si riporta il pomello PAC al centro, e
comunque quando cessa l'alimentazione in uscita dal MONOSTABILE (MN)

Alimentazione: - Sp. 6-5 avv. (Avv. oltre la posiz. zero). - 6 del CRA commutato. - 6-8 Ra III aperto. - 5-1 Ra X chiuso.
Terra: diretta. Una volta che Ra IX si è chiuso, si autoblocca (con alirnentazione diretta dal MONOSTABILE), attraverso i contatti 5-1 e 6-2. (Alimentazione: PAC in A-MN-bl. 29 ap. 3 CRA cornmutato. I1 Ra IX pertanto rirnane chiuso anche se si riapre Ra X, in modo che esso si riapra (consentendo l'alim. primaria a RA) soltanto dopo aver riportato il PAC al centro, in modo da poter fare una posizione per volta.

FUNZIONI: Da aperto consente l'alimentazione a RA (alim. primaria) quando il Macch. porta il PAC in A (dalla 2^ pomellata in poi). (alirnentazione primaria: - PAC in A - MONOSTAB. - bl. 29 ap. -8 CRA commutato - 4 - RA).
Quando sale la sp. 4 sul dente del pettine si chiude Ra X, il quale fa chiudere Ra IX (che interrompe l'alimentazione primaria a RA), ma RA rimane ugualmente chiuso perche riceve un'alimentazione secondaria da: 6-2 di RA X chiuso (per la posizione finita).

Ra X:
Si chiude e si riapre tutte le volte che, pomellando, la spazz. 4 sale e ridiscende dal dente dd pettine, fra una posizione e l'altra dell'avviatore.
Alimentazione:
Detto relè è anche alirnentato attraverso la seguente via secondaria: spazz. 6-7 avv.; bl. Cch. - 23 ch - 25 ap. (o 26 ch. o 28 ap.). Tale alimentazione consente di mantenere chiuso il relè RA e far avanzare ugualmente l'avviatore (anche rilasciando il PAC al centro), a completamento della tacca con posizionamento sicuro per il successivo avanzamento. Alimentazione normale: - spazz. 4 avv. (dal dente del pettine). - - mors. 4 del CRA commutato. Terra: diretta.
FUNZIONI:
1) Da chiuso, attraverso i contatti 5-1, dà una prima alirnentazione al relè Ra IX (il quale chiudendosi interrompe l'alimentazione «primaria» a RA), ma quest'ultimo rimane chiuso perchè alimentato direttamente (alimentaz. secondaria) attraverso i cont. 6-2 di Ra X (Da: sp. 1 avv. a zero - d10 - 6-2 Ra X chiuso - oppure dalla sp. 5 avv. dalla I^ posizione in poi 6 CRA commutato - 6-8 Ra III ap. - 6-2 Ra X chiuso - 8 CRA commutato - RA**), in modo da consentire la posizione finita dell'avviatore** (poichè esso pertanto si fermerà solo quando si riapre Ra X in seguito alla disalirnetazione della sp. 4 dell'Avv.).
2) Aprendosi i contatti 5-1(quando la sp. 4 scende dal dente del pettine), toglie la prima alim. al relè Ra IX, ma quest'ultimo rimane chiuso (impedendo l'alim. primaria a RA) dall'autoblocco dal pomello in A, **in modo che l'avv. si fermi anche se si mantiene il PAC in A.**
3) Aprendosi i contatti 6-2 determina l'interr. dell'alim. «secondaria» a RA, perciò, dato che quella «primaria» I'aveva già persa alla chiusura del Ra IX, l'avviatore si ferma e si posiziona.

- **Relè Ra XI** - 3° relè per l'avanzamento comandato
Sta chiuso: con alimentazione dallo Stotz ¨AWIATOREo e con terra diretta, con la maniglia in posizione zero.
Si apre: a) Con la maniglia in «M>, essendo i punti 4 e 3 equipotenziali, allo funzioni di impedire la I^ chiusura del cont. A e quindi l'indebita inserzione della locomotiva, in posizione «M», nel caso di mancata chiusura del Ra III, consentendo cioè il consenso di alimentazione al cont. A (5-1) solo con la maniglia in «S» (disalim. sp. 1 e conseguente chiusura del Ra XI) oppure a seguito della la pomellata col PAC (perdita blocco A ap (5) e conseguente chiusura del Ra XI).
b) Con la maniglia in «M>, a seguito del posizionamento del PAC in ¨Rs (equipontenz. punti 4 e 3) allo funzioni di concorrerefint. 6-2), insieme al R.A.E. (oppure insieme alla chiusura di Ra SII, con il R.A.E. escluso) all'apertura del relè RR e quindi alla retrocessione dell'avviatore.
C) Si chiude: portando la maniglia d'inserzione da «M» ad «S» e successive (disalimentazione della spazz. 1 del banco), oppure - con la maniglia in «M» - a seguito della la pomellata col PAC [perdita del bl. A ap (5)] consentendo l'alimentazione all'ev.la cont. A ed al relè RR.

In definitiva il Ra XI, con il monostabile, ha una funzione di massima sicurezza: - perchè la sicurezza che la loc. non si inserisce con la maniglia in «M» (o in «S», con il R.A.E. escluso) era affidata ad un relè che deve eccitarsi (Ra III), mentre ora è sicuramente realizzata anche in caso di mancata chiusura del Ra III perchè per alimentare l'ev.la del cont. A è necessaria anche la
chiusura del Ra XI (cont. 5-1). - perchè la retrocessione dell'avviatore durante la manovra comandata era affidata alla chiusura del
Ra III mentre con la modifica anche se non si chiudesse detto relè la retrocessione è in ogni caso
assicurata poichè il pomello PAC in «R» provoca anche l'apertura del Ra XI, che attraverso i cont.
6-8 interrompe in ogni caso l'alimentazione al relè RR.

- Ra XII - RELÈ DI CONTROLLO VELOCITA DI ROTAZIONE DELL'AVVIATORE

Prima di descrivere tale relè, si indicano quali e quante sono le velocità di rotazione alle quali può funzionare l'avviatore:

1) **Rotazione rapida** (non stabilizzata). (*) Essa si ha:

a) Con la loc. in trazione, durante l'esclusione graduale del reostato, nelle combinazioni di S, SP e P (oppure in S e SP con terna di mot. esclusa), solo nelle reinserzioni a vel. superiore a 80 Km/h, e fino alla 26a posiz. avv.

b) Durante tutte le retrocessioni dell'avv. (dalla 31à alla 5à posiz.). Durante tale fase è esclusa anche
la resistenza da 3,3 ohm.

2) **Rotazione normale** (stabilizzata). Si ha in tutti gli altri casi, e cioè:

a) In PP, sempre (escluso ovviamente per la retrocessione dalla 31^ alla 5^ posizione, come detto al precedente punto 1 b).

b) Dalla 27a tacca in poi, fino-alla 31a.

c) Dalla 31a a 32a a TS (eccitaz. Ra XII).

d) Durante l'esclusione graduale del reostato, a vel. inferiore a 80 Km/h, nelle combinaz. di S-SP e P. 3) Retrocessione zallentata (non stabilizzata; inserzione resistenza da 3,3 oErn).

a) Si ha durante la retrocessione dell'avv. (con l'IR regolarmente chiuso), dalla 5^ posiz. avv. a zero (inserzione della resistenza da 3,3 ohm sul campo del motorino).

b) Si ha inoltre da 0 a TS a 32^ a 31^ dell'avv. (cioè nelle fasi di esclusione istantanea del reostato dopo le transizioni inverse).

Circ. di alimentazione di Ra XII: - spaz.. 14 avv. in 31a-32a-TS.

Terra: Diretta.

FUNZIONI:

la) Sta chiuso in posizionc 31^-32^-TS dell'avv., impedendo lo shuntaggio dello stabilizzatore avv., riducendo quindi la velocità di rotazione dell'avv. dalla 31^ alla 32^ a TS, affinchè il reostato venga incluso non troppo bruscamente ed anche perchè se ne permetta il sicuro posizionamento dell'avv. stesso in posizione «TS».

lb) Attraverso i contatti 6-2 collega il circ. di alim. del cont. A con le ev.le dei cont. B e C vedi rich. (=).

2) Da aperto determina lo scavalcamento dello stabilizzatore dell'avv. (facendolo avanzare più velocemente) in tutte le esclusioni reostatiche a vel. sup. a 80 Km/h (tranne che in PP), fino a quando il c. 27 è aperto (da zero alla 27' tacca), fermo restando l'inserzione in trazione della loc. (cioè: chiusura del c. 38 in S e SP; del c. 40 in S; del c. 47 in P; e del c. 50 con la terra 10-1 1-12 esclusa).

(*) ln caso di scatto dell'lR, ad evitare che l'inclusione della resistenza da 3,3 Ohm sul circ. del carnpo del motorino avv. (che generalmente assolve alla funzione di rallentare la rotazione dell'avv. dalla 5 posizione a zero) determini l'arresto interrapestivo dell'avv. stesso prima che raggiunga lo zero, (con l'IR aperto, le batterie possono trovarsi in scarica), tale resistenza viene shuntata dal blocco IR ap. (8), (e spazz. 17-16 EIR incluso).
(=)11 circuito di origine prevedeva l'alimentaz. dell'ev.le cont. B e C durante la rotaz. dell'avv. Dalla 31^ alla 32^ fino a TS (spazz. 15). Tale circuito presentava l'inconveniente che nonostante l'eventuale scatto dello Stotz «Avviatore» la piastra dell'avviatore rimaneva alimentata attraverso: sp. 5 banco; bl. Ach - Bch; sp. 15 avv. Questo nel caso che lo stotz «Avviatore» fosse scattato con l'avv. in 31^, 32^ o TS.

- Rcm - RELÈ-COMMUTAZIONE CONTATTI DEL CEM. Relè tipo OK Ubicato nel corridoio
e con contatti non accessibili al p.d.m.).
È stato introdotto per indisponibilità di spazio sul tamburo del CEM. In tal modo vengono utilizzate delle spazzoline per più combinazioni diverse. Sta chiuso solo durante la taransizione diretta da SP a P.
Alimentazione: maniglia da SP a P. sp. 8 banco (in P) - sp. 9-8 CEM (in SP). - sp. 9-10 avv. (in 31^).
Terra: sp. 17-19 CEM (in SP).
FUNZIONI:
1) Chiudendosi (solo da SP a P) commuta l'alimentazione al relè RAcm, da 6-5 CEM, anzichè da 4-5.
2) Da chiuso si autoalimenta (da 12-11 avv. in TS).
3) Si autoblocca sulla terra (deve infatti stare chiuso per tutta la durata della transizione da SP a P)
Si apre: Appena l'avv. lascia la posizione TS (scende la sp. 11), rispristinando la via iniziale (sp. 4- 5 CEM) per l'alimentaz. a RAcm nelle transizioni da P a PP e da S a SP.

- RTI - RELÈ PER LE TRANSIZIONI INVERSE. (Relè tipo OK - con contatti non accessibili al
p.d.m. ed ubicato sulla fiancata dell'avv.).
Si chiude:
In seguito alla chiusura dei microrelè m5 e m4 (dopo che l'avv. è retrocesso a zero), durante tutte le transizioni inverse.
FUNZIONI
La sua chiusura (int. R2-M2), essendo il c. 8) chiuso, determina l'apertura del relè RR, e poichè RA è già aperto, si manifesta la retrocessione dell'avv. (da 0-TS-32^-31^), per l'esclusione istantanea del reostato. Il campo del motorino (dato che con l'avv. a zero la spazz. 3 è fuori) viene alimentato (senso Mb-Ma) direttamente dai contatti M4-M3/T4-T3 di RTI chiuso. Con ciò si vuol evitare che l'avv. non riprenda a ruotare in avanti (0-1-2...31) ma si porti invece in 31^ retrocedendo.
Si apre: Al termine della fase di transizione inversa, dopo che l'avv. è giunto in 31^ posiz. (0-TS- 32^-31^), perchè scendono le spazz. 52-53 avv.

- ml-m2-m3 - MICRORELÈ PER LA RETROCESSIONE DEL CEM
Essi si chiudono in due condizioni diverse:
a) Portando la maniglia d'inserzione nella combinazione inferiore (chiusura: m3, da PP a P m2, da P a SP - ml, da SP a S).
Circuito di alimentazione:

- spazz. 11-10 e 10-11 dei banchi di manovra, per la ch. di m3.
- spazz. 13-12 e 12-13 dei banchi di manovra, per la chiusura di m2.
- spazz. 15-14 e 14-15, per ml. Terra: - ‘6-13 CEM, per m3.
- 15-13 CEM, per m2. - 14-13 CEM, per ml .

b) Diseccitazione di un relè del S.V., viaggiando con la loc. disinserita nello zero intermedio, quando la vel. scende al disotto di:
- 80 Km/h: apertura di RSV80 e chiusura di m3 (il CEM retrocede da PP a P).
- 60 Km/h: apertura di RSV60 e chiusura di m2 (il CEM retrocede da P a SP).
- 35 Krn/h: apertura di RSV35 e chiusura di ml (il CEM retrocede da SP a S).

Circuito di alimentazione:
- 5-7 Ra IV aperto.
- 5-7 del relativo RSV ap.

FUNZIONI:
Eccitandosi, si autobloccano attraverso i propri contatti 7-8 (dallo Stotz «Avv.»), in modo che se anche il Macch. decidesse interrapestivamente di spostare la maniglia in una nuova combinazione, l’informazione ricevuta precedenterraente, determini in ogni caso il completamento della transizione prima comandata. Chiudendosi (13-14) alimenta i relè RAcm e RRcm (attraverso il puls. EM rilasciato) per la retrocessione del CEM nella combinazione inferiore. Dagli stessi cont. 13-14 viene alimentato il relè m4. Aprendosi, quando il CEM ha terminato la transizione inversa, si disalimenta la spazz. interessata (14-15 o 16), diseccitando RAcm e RRcm, fermando il CEM stesso. Il microrelè ¨ml} serve inoltre a far retrocedere il CEM nella posizione inziale di Serie (ZERO/SERIE con i motori inclusi o con ogni terna esclusa) nel caso che, premendo il pulsante «EM» per l’esclusione di una terna, lo rilasciassimo un pò prima o dopo la posizione iniziale suddetta. Con il CEM oltre lo zero infatti il relè ml è chiuso **alimentazione**: 12-13 avv. a zero - 15-14 e 14- 15 dei banchi - relè ml **Terra:** su 14-13 CEM oltre lo zero/serie); pertanto rilasciando il pulsante EM si eccitano ambedue i relè RAcm e RRcrn (alimentati da 13-14 di ml chiuso), quindi il CEM retrocede, fino a quando scendono le spazz. 14-13 del CEM, e cioè solo in ogni posizione di SERIE/ZERO.

- **RA** - RELÈ AVANZAMENTO AVVIATORE. (relè da 30 A).
- **RR** - RELÈ RETROCESSIONE AVVIATORE. (relè da 30 A).

La loro posizionc reciproca determina l’alimentazione o meno degli elettromagneti di sensibilità (ES) e di frizione (EF) e del campo del motorino (in un senso o nell’altro), affinchè avvenga la rotazione dell’avviatore per l’esclusione o l’inclusione del reostato a seconda del senso (Senso antiorario: avanzamento. per l’esclusione del reostato; Senso orario: retrocessione, per l’inclusione del reostato).

Schema di riferimento:
RA chiuso - RR indifferente = L’AVVIATORE AVANZA (antiorario).
RA aperto - RR chiuso = L’AVVIATORE STA FERMO.
RA e RR ambedue aperti = L’AVVIATORE RETROCEDE (orario).

Si ricorda che la vel. di rotazione dell’avv. generalmente (con batteria in carica) è più elevata quando nel circuito di alimentazione del campo del motorino non vi è inserito lo stabilizzatore, secondo quanto già detto nello funzioni del relè Ra XII.

Alimentazione: Con il RAE incluso tali relè sono pilotati (li alimenta o meno) dal RAE stesso:
- dal punto L: - uscita per l'alim. a RA.
- dal punto F: - uscita per l'alim. a RR+6-2/Ra XI ch.
Con il RAE escluso essi sono comandati tramite i relè Ra IX e RA X e attraverso i contatti 6-8 del relè Ra III aperto e 6-2 di Ra XI chiuso.
Terra: Diretta, attraverso RTI aperto, oppure sul blocco B ap.

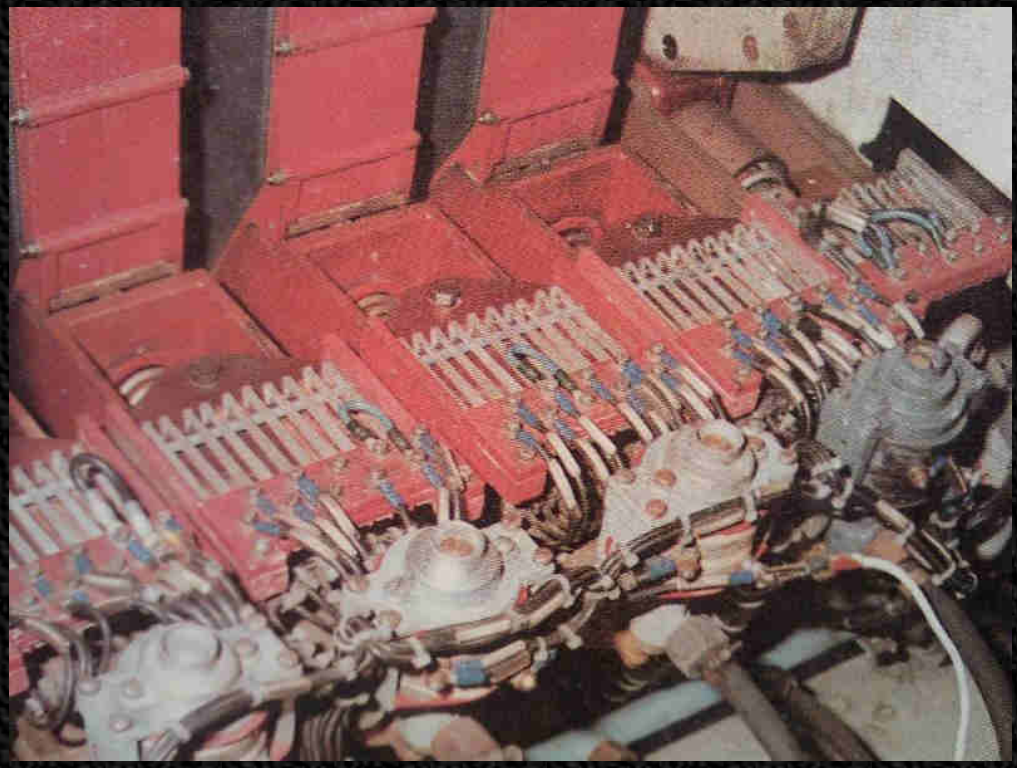
- RAcm - RELÈ AVANZAMENTO CEM. (relè da 30 A).
- RRcm - RELÈ RETROCESSIONE CEM. (relè da 30 A).
La loro posizione reciproca determina l'alimentazione o meno degli ES-EF e del campo del motorino
del CEM (in un senso o nell'altro), per la rotazione del CEM stesso, secondo il seguente schema:
- RAcm chiuso - RRcm aperto = IL CEM AVANZA (senso antiorario).
- RAcm e RRcm arnbedue aperti = IL CEM STA FERMO.
- RAcm e RRcm ambedue chiusi = IL CEM RETROCEDE (orario).
La vel. di rotazione del CEM è sempre stabilizzata, sia in avanzamento che in retrocessione.
Circuito di alimentazione:
- dalla spazz. 5 del CEM (per le transizioni dirette).
- oppure in seguito alla chiusura dei microrelè m3-m2-ml (per le transizioni inverse, o retrocessione automatica del CEM con la locomotiva disinserita nello zero intermedio).
Terra: diretta.
FUNZIONI:
Detti relè oltrechè per effettuare le transizioni dirette ed inverse, servono anche per l'esclusione o la reinclusione di una terra. Infatti premendo il pulsante EM (posto in cabina di guida n. 1) si provoca la chiusura del rolè RAcm e pertanto il CEM avanza in senso antiorario. Premendo invece il - puls. «IM» il CEM ruota in senso inverso, tramite l'eccitazione di ambedue i relè RAcm e RRcrn.

- m4-m5 - MICRORELÈ PER LE TRANSIZIONI INVERSE.
FUNZIONI:
La loro chiusura (che avviene dopo che l'avviatore è retrocesso a zero) determina la chiusura del relè RTI, per la retrocessione dell'avviatore (da 0-TS-32'-31'), DOPO CHE IL CEM HA EFFETTUATO LA TRANSIZIONE INVERSA. Essi si riaprono quando l'avviatore, terminata la fase di
cui sopra (cioè: esclusione istantanea del reostato da 0-TS-32'-31^), è giunto in 31^ posizione, provocandone l'arresto in tale posizione.
m5 - Sta sempre chiuso (con la stessa alimentazione del relè Ra VIII) con l'avviatore nelle posizioni:
32^-TS^ (terra: sulle spazz. 52-53 avv. a zero).
La sua chiusura determina la chiusura del m4.
Quando si disinserisce la locomotiva (nello zero intermedio o nello zero finale), esso si disalimenta e, aprendosi, impedisce la chiusura di RTI e quindi impedisce che l'avviatore prosegua la retrocessione (in: TS-32^-31^), anzichè fermarsi a zero.
m4 - si chiude, alimentato dalla chiusura di uno dei tre microrelè ml, m2, m3 (cioè quello interessato

alla transizione inversa comandata) (cont. 13 ÷ 16). Terra: su m5 chiuso. Appena l'm4 si è chiuso, si autoalimenta (dal c.c.) affinchè si completi la fase comandata. La chiusura determina quella del relè RTI (il quale provoca la retrocessione dell'avviatore - da 0-TS-32^-31^ - per l'esclusione istantanea del reostato).

Il circuito di comando e blocco
(blocco)

Precedentemente, parlando dei contattori abbiamo avuto modo di vedere la funzione della "ciabatta portablocchi"; il blocco elettrico (foto a fianco) è un vincolo che sta a garantire le corrette sequenze di apertura, o chiusura, dei vari contattori o relè. Per esempio; prendiamo due contattori, su un contatto di blocco aperto del primo, mettiamo un capo dell'elettrovalvola di comando del secondo. Ora chiudiamo il primo contattore; chiudendosi la ciabatta con il suo contatto metterà in continuità le spazzoline del contatto di blocco permettendo, all'elettrovalvola del secondo contattore di eccitarsi appena verrà comandata. Come abbiamo potuto notare, finchè il primo contattore non si chiude, non sarà possibile comandarne il secondo; ecco che abbiamo messo un vincolo elettrico (blocco) sul secondo contattore.



FUNZIONE DEI BLOCCHI

(Il n. fra parentesi indica la posizione dei contatti di blocco sulla «ciabatta», contando da sinistra a destra).

- Bl. A ap. (corto 3).
Inserito fra il punto A del PAC ed il circuito di alimentazione dell'ev.la cont. A e del circuito relè monostabile. Azionando il PAC a loc. disinserita (prima pomellata con maniglia in M con il RAE incluso, oppure maniglia S con il RAE escluso), consente di alimentare direttamente l'ev.la del cont.A e il punto 6 del MONOSTABILE

- Bl. A ap. 5 (lungo)
Inserito fra le spazz. 1 del banco ed i seguenti organi:
¨ bobina del relè Ra III.
¨ morsetto «V» del RAE.
¨ punto «R» del PAC.
Nella manovra automatica, all'inserzione della loc. (chiusura del cont. A), interrompe l'alimentazione al relè Ra III, in modo da impedire che Ra III si chiuda quando riporta la mani glia in M (da una combinazione superiore), e quindi impedire la disinserzione della locomotiva con la maniglia in M.
Nell'avanzamento comandato, dopo la la pomellata, la chiusura del cont. A provoca l'apertura del relè Ra III (e quindi l'applicazione dell'alimentazione normale al cont. A, attraverso i contatti 5-7), in modo da poter riportare il PAC al centro (per effettuare le successive pomellate), impedendo che il contattore A si riapra. provoca inoltre la disalimentazione del morsetto «V» del RAE dando il consenso per l'avanzamento comandato dall'avviatore.
-Consente inoltre la chiusura di Ra XI.
- Bl. A ch (4) Inserito sul circuito di terra della Lamp. Spia «P.C.» (in serie ai blocchi 34ch e 43ch) sul settore segnalazioni del combinatore I.C., consente di controllare anche la chiusura del contattore A per mezzo dell'accensione della segnalazione «P.C.» sul banco di manovra.

- Bl. A ch (1)
Posto sul circuito di alimentazione del relè Ra VIII e del cont. A stesso (in serie al bl. 1 ch). Serve ad impedire la rotazione dei due CIN sotto carico quando si aziona il volantino dell'avviatore da ZERO alla I^ posizione con la manovra a mano. (Nel caso che ancora non fossero ruotati i CIN e quindi la loc. ancora non in trazione). In tal caso infatti il bl. 1 ch, alimenterebbe subito il cont. A, chiudendolo prima ancora che i CIN abbiano completata l'eventuale rotazione (nel caso di inversione del senso di marcia).

- Bl. A ch. (2)
Inserito sull'alimentazione delle ev.le dei contattori B e C (tale alimentazione è attiva con la loc. inserita - maniglia in SP-P-PP - e durante le transizioni e le esclusioni reostatiche delle combinazioni di SP-P e PP. **Serve ad impedire che il cont. B, e quindi il C, rimangano chiusi quando viene disinserita la loc. nello ZERO intermedio.**

-Bl. B ch. (4).
Inserito sull'alimentazione delle ev.le dei c. B e C (tale alimentazione è attiva con la loc. inserita - man. in SP-P-PP - e durante le transizioni e le esclusioni reostatiche delle combinaz. di SP, P e PP). Serve ad impedire che i contattori B e C si chiudano, quando si inserisce la loc. in Serie (dalla sp. 5 del banco) prima che l'avv. automatico abbia raggiunto la 31^ posizione.

- Bl. B ch. (1) - Inserito sull'alimentazione dell'ev.la del c. 33.
- B1. 33 ch (1) - Inserito sull'alimentazione dell'ev.la del c. 32.

Servono a garantire che durante le transizioni e le esclusioni reostatiche nelle combinazioni di SP-P-PP, i contattori 32 e 33 (che concorrono a disporre in parallelo il reostato), risultino chiusi solo se sicuramente anche il cont. B (e quindi il cont. C) siano chiusi. In caso contrario il reostato non risulterebbe collegato in parallelo, completamente, come previsto.

- Bl. B ap. (3). Inserito sulla terra dei relè RA ed RR (in parallelo alla terra che passa dai contatti R2-M2 del relè RTI aperto). Serve ad evitare che l'avviatore retroceda anormalmente da 0 a TS-32^-31^ (senso orario), anzichè da 0-1-2....31^, escludendo di colpo tutto reostato, anzichè gradualmente, nel caso
che il relè RTI si chiuda indebitamente o ritardi la sua apertura. Il blocco in oggetto consente infatti una continuità di terra al relè RR che chiudendosi impedisce l'anormale rotazion sopracitata. È stato scelto il contattore B ap. perchè l'anormalità detta in precedenza potrebbe verificarsi solo reinserendo la loc. in Serie.

- Bl. C ch. (1) - Bl. 26 ch. (1) - Bl. 28 ap. (3) - Bl. 23 ch. (1) - Bl. 25 ap. (3).
Inseriti fra la spazz. 7 avv. ed il morsetto «b» del RAE. Servono a far avanzare senza soste l'avviatore dalla 23^ alla 25^ posizione avv. (bl. 23 ch e bl. 25 ap.), e dalla 26^ alla 28^ posiz. (bl. 26 ch e bl. 28 ap.), durante le esclusioni reostatiche nelle combinazioni superiori alla Serie (bl. C ch.), in modo da far escludere quasi contemporaneamente una resistenza per ogni ramo del reostato ed evitare così possibili squilibri di corrente nei rami del reostato durante le fasi delle esclusioni reostatiche. Ciò può manifestarsi se l'Avv. si fermasse in una posizione tale che i valori del reostato non fossero uguali nei tre rami. (Ciò vale anche con il RAE escluso).

- B1. B ch. (2) - Inserito sulla terra della ev.la del cont. C.
- Bl. C ap. (S) - B1. C ch. (4) - Inseriti sulla terra del relè Ra I.
- B1. 32 ap. (5) - 32 ch. (4) - 33 ap. (4) - B1. 33 ch. (5). Inseriti sulla terra delle ev.le dei contattori
- Bl. 5 ap. (S) - Bl. 5 ch. (4) - Inseriti sulla terra delle ev.le dei cont. 1÷ 4.
- B1. 1 ap. (5) - B1. 1 ch. (4). inseriti sulla terra delle ev.le dei contattori A-30-31 e dei contattori della combinazione motori. I suddetti blocchi servono a realizzare alcuni gradini della disinserzione automatica della locomotiva, con successione di scatto, nei due casi:
- protezione del C.T. della loc. quando l'IR è escluso.
- disinserzione automatica della loc. (con successione di scatto), in caso si apertura del relè RTZ nei
casi previsti (intervento del PSS, ecc.), senza l'apertura dell'IR.
Il bl. 1 ap. è la conseguenza del bl. 1 ch. (se non ci fosse non avverrebbe la successione di scatto dal 4° tempo in poi).

- B1. 1 ch. (2). Inserito fra il relè Ra VIII (e sp. 2 del banco), ed il circuito di alimentazione del cont. A. Consente la disinserzione della loc. solo quando l'avviatore è tornato a ZERO e pertanto quando è avvenuta la reinserzione del reostato.
a) Con l'avv. in l^ posizione e successive, quando si comanda la retrocessione automatica dell'avv. portando la maniglia d'inserzione nello zero finale o nello zero intermedio, il bl. 1 ch. consente di mantenere alimentato il relè Ra VIII e (Ra IV) (anche con la spazz. 2 del banco fuori rame), in modo che la disinserzione della loc. (apertura del Ra VIII-Ra IV e del cont. A), risulti sempre vincolata alla completa reinserzione del reostato (apertura del cont. 1).

b) Quando si comanda la retrocessione dell'avv. col PAC in R, pur rimanendo la spazz. 2 del banco alimentata, la chiusura del relè Ra III determinerebbe l'immediata apertura del cont. A. Per impedire ciò (cioè per vincolare l'apertura del cont. A rimane alimentato direttamente dalla spazz. 2 del banco attraverso il bl. 1 ch. in questione, e si aprirà (disinserzione della loc.) solo in seguito all'apertura del contattore 1.
- Bl. l ap. (3) - Bl. 2 ap. (3) - Bl. 3 ap. (3). Inseriti sul circuito di terra della segnalazione luminosa « / o DUE PUNTI». Determinano l'accensione della « / o DUE PUNTI» (alla chiusura del c. 4) nel caso che uno dei tre suddetti contattori rimanga anormalmente aperto.

- Bl. 1 ch. (1) - Bl. 4 ch. (1) - Bl. 7 ch. (1) - Bl. 10 ch. (1) - Bl. 13 ch. (l) - Bl. 16 CH. (1)
Bl. 19 ch. (1) - Bl. 22 ch. (1) - Bl. 25 ch. (1) - Bl. 28 cb. (1). Inseriti sul circuito di terra delle cifre numeriche luminose.
Determinano l'accensione della cifra numerica successiva. Pertanto la mancata accensione della cifra numerica successiva stà ad indicare la mancata chiusura del contattore relativo al n. precedente (il cui numero non si spegnerà) e rimarrà sovrapposta ai successivi

- B1. 4 ap. (3) - Bl. 7 ap. (3) - Bl. 10 ap. (3) - Bl. 13 ap. (3) - Bl. 16 ap. (3) - Bl. 19 ap. (3)
Bl. 22 ap. (3) - Bl. 25 ap. (3) - Bl. 28 ap. (3). Inseriti sul circuito di terra delle rispettive cifre numeriche luminose.
Determinano lo spegnimento della cifra numerica relativa, stante ad indicare la regolare chiusura del contattore stesso.
- Bl. 29 ap. (5). Inserito sul circuito di terra delle segnalazioni luminose per il controllo dell'esclusione reostatica. Serve a segnalare al p.d.m. la regolare chiusura del c. 29 (che esclude tuttO il reostato, oltre alla propria resistenza del 1° ponte); ciò è importante perchè la chiusura del c. 29 determina lo spegnimento delle segnalazioni esistenti nel visualizzatore, anche quelle che segnalano anormalità.
- Bl. 29 ap. (3).

Inserito fra il punto 1 del circuito monostabile ed il contatto 3 del CRA. Disattivandosi alla chiusura del cont. 29 in 31^ posizione avviatore) interrompe la possibilità di alimentare ulteriormente il relè RA anche azionando il pomello PAC in A (nella manovra comandata con il RAE incluso od escluso - maniglia in M).

- Bl. 5 ch. (1) - (2). Inserito sul circuito di alimentazione del campo del motore avviatore (per la retrocessiorie di quest'ultirno).
Quando nella manovra automatica l'avviatore, retrocedendo, (con rotazione rapida), giunge in 31^ posizione, l'apertura del cont. 5 inserisce nel circuito suddetto una resistenza da 3,3 Ohm per rallentare la velocità dell'avviatore nell'ultima fase della retrocessione, onde ottenere un migliore posizionamento a zero dell'avviatore stesso.

- Bl. 27 ap. (3). Posto sul circuito di alimentazione del campo del motorino avv. per lo shuntaggio dello stabilizzatore. Tale circuito, che scavalca lo stabilizzatore, determinando la rotazione rapida dell'avviatore, viene inserito alle vel. superiori a 80 K m/h, non in PP, non nelle transizioni, e solo fino alla 27^ posizione avv., poichè la chiusura del cont 27 ne interrompe la continuità. In tal modo nelle reinserzioni fatte in velocità impedisce che l'avviatore raggiunga la 31^ posizione troppo velocemente

- Bl. 38 ch. (1) - Bl. 40 ch.(l) - 47 ch.(l) - 50 ch.(l). Inseriti sul circuito del campo del motorino avv., affinchè avvenga lo scavalcamento dello stabilizzatore (avanzamento veloce dell'avviatore), soltanto nelle combinazioni di S, SP e P (cioè tranne che in PP), sia con tutti i motori inclusi che con qualsiasi terna esclusa. In particolare:
- Bl. 38 ch.: Consente la rotazione veloce in S e SP con tutti i motori inclusi e con le terne 4-5-6 e 7- 8-9 escluse.

- Bl. 47 ch.: Consente la rotazione veloce in P con tutti i motori inclusi.
- Bl. 40 ch.: Per la terna 1-2-3 esclusa.
- Bl. 50 ch.: Rotazione veloce con la terna 10-11-12 esclusa

- Bl. 44 ch.(l) - Bl. 38 ap. (5) Bl. 45 ch. (1). Inseriti fra il circuito di alimentazione del contattore A e quello di alimentazione dei contattori B e C. Tale circuito ha la funzione di far chiudere subito il cont. B (e quindi il cont. C) (predisponendo il parrallelo del reostato), quando si reinscrisce la loc. dallo zero intermedio in una delle combinazioni superiori, poichè in tali combinazioni infatti (SP, P e PP) tali contattori devono essere chiusi, e senza questi blocchi non ci sarebbe alimentazione: nè dalla spazz. 5 del banco perchè il bl. B ch. (4)è inattivo, nè dal circ. del cont. A perchè Ra XII è aperto. (Se tale circuito non esistesse, reinserendo la loc. dallo zero intermedio, i contatt. B e C si chiuderebbero solo al termine dell'esclusione reostatica in 31^ posizione avviatore). ' Inoltre mantiene chiusi i contattori B-C quando si porta la maniglia d'inserzione a zero (da SP-P o PP).

- Bl. 44 ch. - Attivo in SP-P-(PP) con tuttii motori inclusi e con le terrae 4-5-6 e 7-8-9 escluse; **- Bl. 45 ch. e Bl. 38 ap**. - Circuito attivo in SP-P-(PP) con le terne 1-2-3 e 10-11-12 escluse. **- Bl. 34 ch.(2) - Bl. 43 ch.(2).** Inseriti sul circuito di terra della L.S. «PC o ZERO». Tali blocchi consentono di rilevare la posizione assunta dai due CIC, (solo a loc. inserita). Inoltre quando si inserisce la loc., essi determinano l'accensione della lampada «P.C. o ZERO», confermando indirettamente anche la regolare chiusura dei relè RTZ, Ra VIII, e Ra IV, e la continuità del circuito di terra comune (cioè: Bl. 1 ap. e contatti S2 di RTZ chiuso), anche con qualsiasi terna esclusa. Il blocco 43 ch. è stato inserito per avere la segnalazione in oggetto anche con la terna 1-2-3 esclusa).

- Bl. 34 ch. (1) - Bl. 43 ch. (1). Inseriti sul circuito di alimentazione del morsetto «X» del RAE (per il relè RA), fra le spazz. 11 del CEM e la spazz. 6 dell'avv. Hanno la funzione di determinare la retrocessione dell'avviatore nei casi di disinserzione del C.Trazione (scatto IR, o apertura di RTZ).

- Bl. 34 ch.(4) e 43 ch.(4) Inseriti, in parallelo fra loro, tra la spazz. 3 del CEM ed il punto «X» del RAE (cavo 252), hanno la funzione di evitare l'intempestivo spostamento dell'avviatore che avverrebbe, in mancanza di tali blocchi, con la maniglia di inserzione in uno zero intermedio quando avviene (per l'intervento di un relè RSV) la retrocessione del CEM. In tale situazione le spazz. 1, 2 e 3 delCEM risulterebbero infatti per un attimo in continuità per cui la spazz. n. 3 porterebbe alimentazione al punto «X» del RAE e quindi al relè RA dell'avviatore.

- Bl. 34 ap. (3-5) doppio - Bl. 43 ap. (3-5) doppio. Inseriti fra i cavi 169-274 ed il punto 4 del relè RA. Se con il RAE escluso si presentasse la necessità di portare la maniglia d'inserzione a ZERO quando l'avviatore si trova in posizione «TS» (fase di una qualsiasi transizione diretta), avverrebbe il martellamento del CEM. Con l'introduzione di tali blocchi si evita tale inconveniente.

- Bl. 3 ch. (1-2) doppio - Bl. 14 ch. (1-2) doppio. Inseriti, il 3 ch., sull'alimentazione dell'elettrovalvola del c. 32; il 14 ch., sulla terra dell'elettrovalvola del cont. C. Tali blocchi hanno la funzione di determinare il parallelo del reostato, non istantaneamente (come avveniva prima della introduzione di tali blocchi), ma con una certa gradualità, quando si inserisce la loc. dallo ZERO int. nella combinaz. in cui si trova il CEM, in modo da evitare forti punte di corrente e bruschi strappi al treno quando la manovra suddetta (come pure, la transizione diretta S-SP), viene fatta ad una velocità prossima alla minima stabilita dal S.V. (80-60-35 Krn/h). In particolare, il Bl. 3 ch. serve a far ritardare la chiusura del c. 32 nei casi di:
- inserzione della loc. dallo zero intermedio nella combinazione in cui si trova il CEM.

- trasizioni dirette.
Mente il Bl. 14 ch. serve a far ritardare la chiusura del contatt. C, e trova la sua utilità nel solo caso d'inserzione della loc. dallo zero interm. nella combinazione in cui si trova il CEM. In definitiva la reinserzione della loc. da uno zero intermedio, portando la maniglia di inserz. nella combinazione in cui si trova il CEM, avviene con la seguente sequenza.

- Bl. C ch. (2). Inserito sulla terra dell'ev.la del contatt. C (in parallelo al blocco 14 ch.). Serve a mantenere chiuso il contattore C nelle transizioni inverse. (Infatti se esso non ci fosse, il contatt. C si riaprirebbe tutte le volte che l'avv. retrocedendo, passa dalla 14^ posizione, a seguito dell'apertura del contatt. 14).

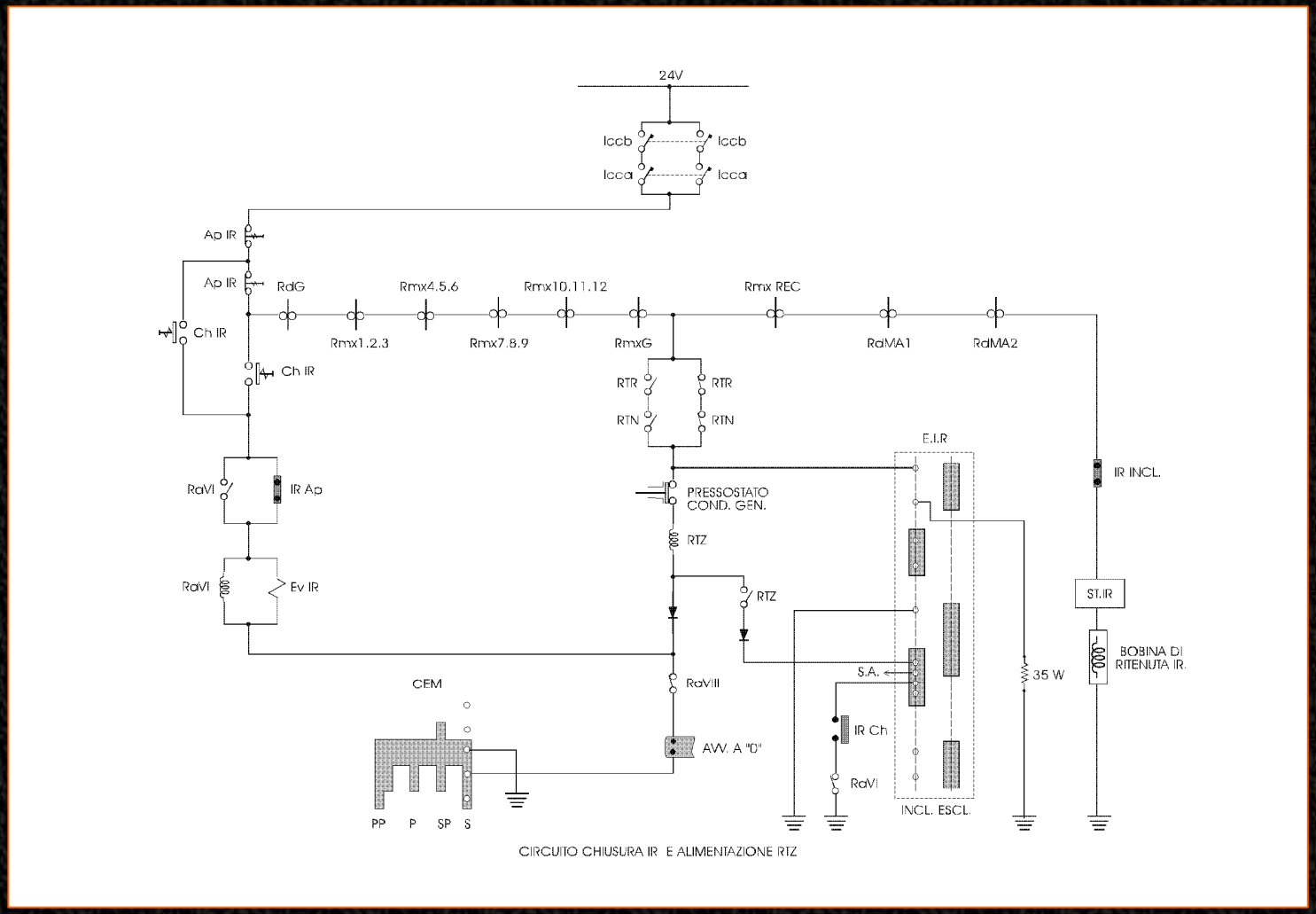
- Bl. B ap. (5). Posto sul circuito di alimentazione delle elettrovalvole cont. 30-31. Serve ad impedire la chiusura dei contattori 30 e 31 durante la fase di esclusione reostatica nelle combinazioni da SP-P e PP poichè in caso diverso avverrebbe l'istantanea esclusione del reostato in quanto i contattori B-C-32 e 33 sono chiusi. Viceversa serve a determinare la chiusura dei cont. 30- 31 in caso di scatto durante l'esclusione reostatica in SP, P o PP; quanto sopra allo funzioni di predisporre il reostato in Serie e di evitare che il cont. 33 (che si apre a seguito dell'apertura del Ra I) interrompa anormalmente il C.T.

- Bl. 29 ch. (4) Posto sull'alimentazione delle ev.le 30 e 31. È una conseguenza del blocco Bap-5 del punto 8.26. Infatti la chiusura dei contattori 30 e 31 nelle combinazioni SP, P e PP, che determina l'esclusione dal circuito dei contattori singoli del reostato (1÷28), deve avvenire dopo la chiusura del cont.re 29, cioè con Avv. in 31^ posizione (alla fine della graduale esclusione delle resistenze).

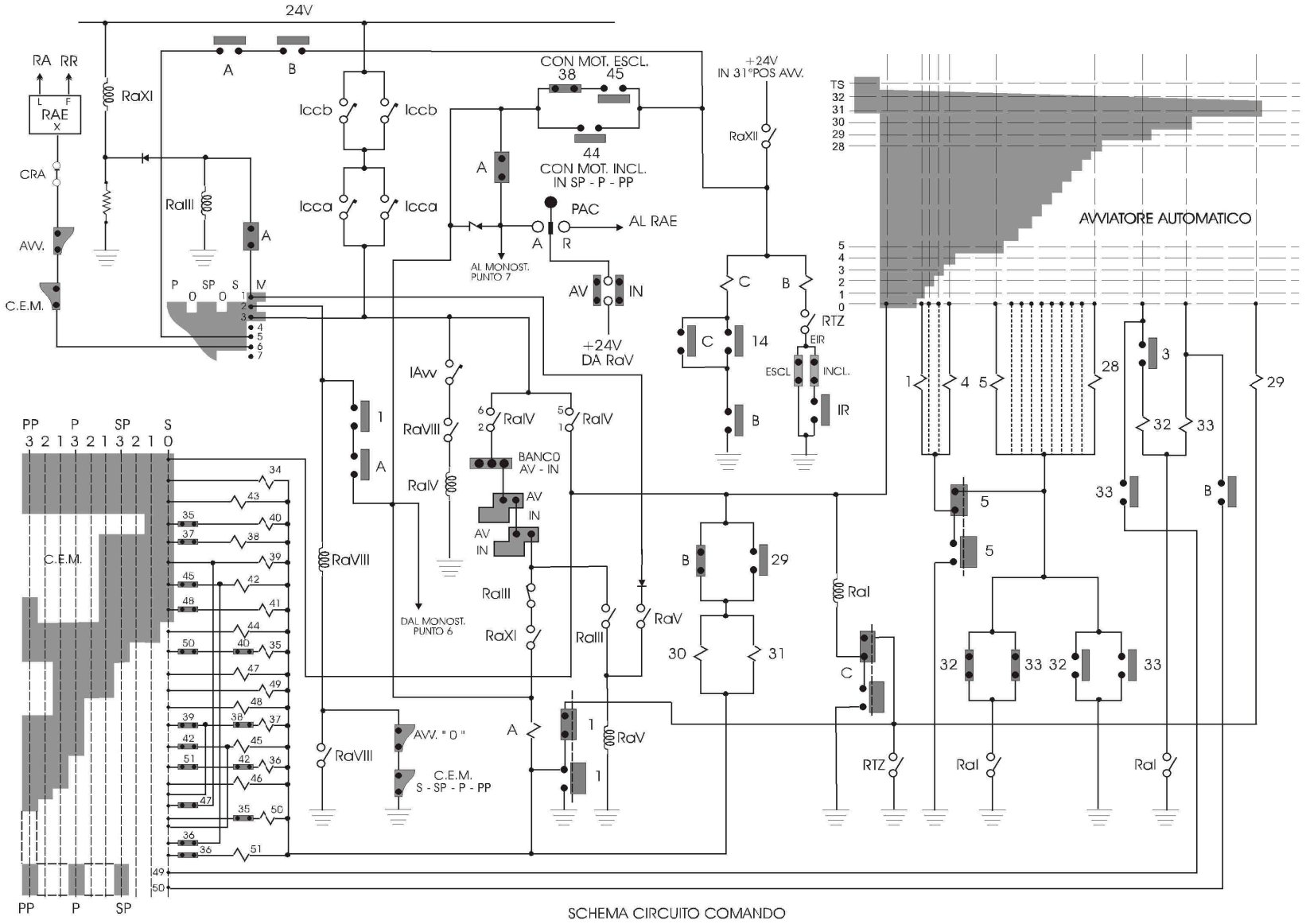
Il circuito di comando e blocco

(funzionamento)

Con la chiusura del "bipolare" e degli interruttori in cabina "circuito di comando ICC ", attraverso i pulsanti di apertura dell'I.R. "apertura IR", i piattellini dei relè di massima corrente: RDG, RMx 1-2-3, RMx 4-5-6, RMx 7-8-9, RMx 10-11-12, RMx G, RM R.E.C. Relè differenziali dei motoalternatori RdMA1, RdMA2, le spazzoline 3 e 4 in continuità sul tamburo portablocchi dell'escluditore dell'I.R. (EIR), in posizione di I.R. incluso e i morsetti 3 e 1 dello stabilizatore di tensione ST dell'IR, si porta l'alimentazione alla bobina di ritenuta dell'IR (BR IR), la cui chiusura è ottenuta è ottenuta a comando elettropneumatico a mezzo del pulsante "chiusura IR" posto in cabina di guida il quale viene alimentato attraverso il contatto 6° sull'IR aperto all'elettrovalvola di chiusura IR ed alla bobina del relè RaVI, le quali si eccitano perché il circuito si chiude a terra attraverso i contatti 7-5- del relè RaVIII diseccitato, le spazzoline 50-51 dell'avviatore automatico in posizione 0, e le spazzoline 20 e 19 del C.E.M. in posizione finita di combinazione. I numerosi blocchi, sono dovuti alla necessità di chiudere l'IR quando la locomotiva non è in trazione (avviatore a 0), e con il combinatore motori in posizione finale di combinazione in modo da poter richiudere l'IR in caso di scatto con la locomotiva in corsa. Chiudendo l'interruttore del pantografo che si vuole sollevare (T1 o T2 della cabina abilitata e cioè quella sbloccata dalla chiave di banco, estraibile dal "ragno" in corridoio) si porta l'alimentazione all'elettrovalvola del pantografo comandato e alla bobina del relè trolley (RTR) che si chiude perchè prende terra diretta. Quando il pantografo tocca la linea arere, se la tensione è superiore a 1800 Volt, si chiude il relè di tensione posto in cabina A.T. il quterra alla



bobina del relè RTN che si chiude. La chiusura del relè di tensione, e del relè trolley porta, attraverso i propri contatti 6-2 e 2-6, l'alimentazione, derivata a valle del RMxG, alla bobina del relè RTZ attraverso i contatti 3c-4° del pressostato di sicurezza e scatto (PSS), i quali danno la continuità quando la pressione della condotta generale del freno, è superiore a 4,5 Atm. Il circuito della bobina del relè RTZ si chiude a terra attraversoi i contatti 7-5 del relè RaVIII diseccitato, le spazzoline 50 e 51 dell'avviatore in posizione di 0, le spazzoline 20 e 19 del C.E.M. in posizione finita di combinazione. Dopo la chiusura, il rele di trazione RTZ, rimane bloccato chiuso verso terra attraverso i contatti 5-1, le spazzoline 6 e 8 sull'escluditore EIR in posizione di IR incluso e il blocco 2c sull'IR chiuso. Il rele RTZ si può chiudere anche con i pantografi abbassati per effettuare la "prova a vuoto", in questo caso il consenso passa attraverso i contatti 6-8 e 8-6 dei relè RTN e RTR diseccitati. Quello appena descritto, lo possiamo verificare attraverso lo schema qui sopra; nel disegno appresso invece, possiamo vedere lo schema unifilare semplificato del C.C.



SCHEMA CIRCUITO COMANDO

Inserzione in trazione della locomotiva

Portando la maniglia del banco di manovra della cabina dalla quale si comanda nella posizione “S”, (dopo aver portato la manovellina di comando dell’invertitore nella posizione relativa al senso di marcia voluto AV o IN) si mettono in continuità le spazzoline 2, 4, 5 e 6, con la spazzolina 3 (alimentata direttamente dal circuito di comando a 24 Volt). Attraverso la spazzolina 2 si alimenta la bobina del relè Ra VIII che prende terra attraverso le spazzoline 50 e 51 dell’avviatore in posizione zero e le spazzoline 20 e 19 del C.E.M. in posizione definita di combinazione. Dopo la chiusura, il relè Ra VIII si autoblocca a terra mediante i propri contatti 5-1, determinando inoltre, con i contatti 6-2, l’alimentazione (presa dal C.C.) della bobina del relè Ra IV che prende terra diretta. Dopo la chiusura il relè Ra IV, porta attraverso i contatti 5-1, l’alimentazione alle spazzoline 16, 17 e 18 dell’avviatore automatico, e quindi al contatto di rame dello stesso, ed alle spazzolina 26 del combinatore motori C.E.M che si trova in continuità con le spazzoline 27 …33. Vengono perciò alimentate le elettrovalvole dei contattori 34, 38, 39, 40, 41, 42 e 43 che prendono terra attraverso il blocco 5 del contattore 1 aperto ed i contatti 6-2- del relè RTZ chiuso. Tali contattori di combinazione, si chiudono collegando i motori in SERIE . I contattori 34 e 43 con la loro chiusura attivano, con i loro contatti di blocco, il circuito del *display* che segnala “ PC” sul cruscotto. Gli indicatori sul banco sono 3; uno per le combinazioni motori, uno per l’esclusione del reostato e uno per gli indebolimenti di campo. Il relè Ra IV porta l’alimentazione, attraverso i contatti 5-1, anche ai seguenti circuiti:

- attraverso il blocco 5 sul contattore B aperto, alle elettrovalvole dei contattori 30 e 31, le quali prendono terra attraverso lo stesso circuito delle elettrovalvole dei contattori di combinazione. I contattori 30 e 31, chiudendosi, collegano in serie i 3 rami del reostato di avviamento;

- alla bobina del relè Ra I che si chiude prendendo terra attraverso il blocco 5 sul contattore C aperto ed i contatti 6-2 del relè RTZ chiuso. Con la chiusura del relè Ra I scompaiono i “due punti” sotto alla segnalazione “S” del *display* che era stata attivata dal circuito di terra delle spazzoline 21 e 19 sul C.E.M. in posizione SERIE

Attraverso i contatti 6-2 del relè Ra IV chiuso viene portata inoltre un’alimentazione, presa direttamente dal circuito di comando (C.C.), alle spazzoline 2 di entrambi gli invertitori di marcia dei banchi di manovra delle cabine di guida. Attraverso la spazzolina 3 del banco attivato si porta l’alimentazione al morsetto K (oppure M) del R.A.E. (vedi schema del circuito di comando sopra). Dalle spazzoline 1 o 4 del comando dell’invertitore di marcia suddetto, a seconda del senso di marcia predisposto, si porta l’alimentazione alle spazzoline 6 o 9 del C.IN.-B. Se questo no fosse predisposto per il senso di marcia corrispondente, avviene la rotazione e la disposizione per il senso giusto, in quanto, attraverso le spazzoline 9 e 8 (per la marcia avanti) o 6 e 5 (per la marcia indietro) si alimentano le elettrovalvole EVAV e EVIN. Quando il combinatore invertitore si è disposto, dalle spazzoline 7 o 10 dello stesso escono le alimentazioni per il C.IN.-A che determinano analogamente la disposizione automatica per il senso di marcia voluto. Dalle spazzoline 7 o10 del C.IN.-A esce allora un’alimentazione che, attraverso i contatti 5-7 del relè Ra III aperto, arriva all’elettrovalvola del contattore A che prende terra attraverso il blocco 5 sul contattore 1 aperto ed i contatti del RTZ chiuso. La chiusura del contattore , conferma la corretta entrata in trazione della locomotiva.

Esclusione automatica del reostato e segnalazioni sul *display*

L’avanzamento automatico dell’avviatore AVV, comandato dal relé di accelerazione RAE(efficiente), può essere ottenuto quando la maniglia del banco di manovra della cabina da cui siguida è nella posizione S (oppure nelle posizioni SP, P o PP per le combinazioni di marcia superiori). Infatti dalla spazzolina 6 del Bm si porta l’alimentazione, attraverso le spazzoline 12 ell del CEM ed i blocchi 1 (in parallelo) dei contattori 34 e 43 chiusi, alla spazzolina 6 dell’avviatore automatico, e da questa alla spazzolina 7. Quest’ultima, attraverso il contatto 5a del CRA (commutatore relé di accelerazione) alimenta il morsetto X del relé RAE. Come già descrittoparlando del relé di accelerazionc elettronico, quando sussistono le normali condizioni difunzionamento, dal relé RAE escono i consensi per la chiusura dei relé RA e RR, le cuibobine prendono terra attraverso il blocco 3 sul contattore B aperto, oppure attraverso i contattiR2 - M2 del relé RTI (relé transizioni inverse) aperto.Con la chiusura dei relé RA ed RR si alimenta il motorino di azionamento dell’avviatore automatico secondo il seguente circuito:+ 24 V, interruttore automatico IAVV, morsetto l0 del complesso MOTORE AW. AUT.,interruttore di esclusione del motorino in posizione di incluso, indotto del motorino, stabilizzatore di corrente, morsetto 9 del complesso MOTORE AVV. AUT., contatti 1-5 del relé RA eccitato morsetto l del complesso MOTORE AVV. AUT., avvolgimento di eccitazione del motorino, morsetto 2 del complesso MOTORE AVV. AUT., contatti 6-2 del relé RA chiuso e terra. Contemporaneamente vengono alimentate anche dopo l’interruttore di esclusione del motorinole bobine degli elettromagneti di comando della leva di sensibilità e di blocco della frizione ES ed EF, le quali prendono terra, uscendo dal morsetto 8 del complesso MOTORE AVV. AUT., attraverso i contatti 5-1 del relé RR chiuso ed i contatti 6-2 del relé RA chiuso. L’avviatoreautomatico avanza passando dalla posizione zero alla 31 determinando successivamente lachiusura dei contattori 1÷33, B e C. In particolare, in posizione 1 si chiude il contattore 1 ilquale commuta il circuito di terra della elettrovalvola del contattore A scambiando il blocco 5del contattore 1 aperto con il blocco 4 sullo stesso contattore chiuso; inoltre. attraverso ilblocco 2 sul contattore 1 chiuso ed il blocco l sul contattore A chiuso viene attivata un’altra viadi alimentazione della bobina del relé RaVIII (in parallelo a quella proveniente dalla spazzolina2 del Bm) derivata a valle dei contatti 5-7 del relé RaIII aperto. Il blocco l sul contattore l chiuso attiva infine l’indicazione luminosa «4» sul segnalatore ottico, a conferma della chiusura del contattore l stesso (in caso di mancata chiusura dei contattori l, 2, 3 o di uno solo di essi, nel momento in cui si chiude il contattore 4 appare sul segnalatore l’indicazione «7» barrata da una «X» . I contattori 3 e 14 portano blocchi che consentono rispettivamente la chiusura dei contattori32 e C; i contattori 5, 32 e 33 commutano il circuito di terra delle elettrovalvole dei contattoril÷28. Nelle posizioni 29, 30, 31 si chiudono rispettivamente i contattori 32, 33 e 29 i qualiescludono l’ultima resistenza dei tre rami del reostato. Nella posizione 31 si chiude anche il contattore B e, a seguito, anche il contattore C, vincolato ai blocchi 1 e 2 (in parallelo) sulcontattore 14 chiuso ed al blocco 2 sul contattore B chiuso (circuito di terra). Con la chiusura del contattore B viene attivata un’altra via di alimentazione della elettrovalvola del contattore Bstesso e di quella del contattore C attraverso la spazzolina 5 del Bm, il blocco 2 sul contattoreA chiuso ed il blocco 4 sul contattore B chiuso, in modo da mantenerli, chiusi nelle combinazionisuperiori. Nella posizione 31, nella quale l’avviatore si arresta in seguito alla disalimentazionedella spazzolina 7 dell’avviatore, si ha la chiusura del relé RaII, alimentato dalla spazzolina14 dell’AW, per cui è possibile comandare i vari gradi di indebolimento del campo dei motoridi trazione. Dalla spazzolina 4 del Bm si porta l’alimentazione alla levetta di comando PIC,azionando la quale (portandola a contatto con IC), attraverso i contatti 1-5 del relé RaII chiuso,si alimentano le elettrovalvole IC dei due combinatori A e B. L’indebolimento del campo puòessere attuato sino al 5° grado nelle combinazioni di marcia di serie e di serie-parallelo e fino al3° grado nelle combinazioni di parallelo e di super-parallelo. Ciò viene ottenuto in conseguenzadella rotazione del CEM. perchè nelle combinazioni di parallelo e super-parallelo le spazzoline.24e 25 lasciano il contatto con il rame,

ed il consenso per arrivare fino al terzo grado di indebolimentodel campo nelle combinazioni di parallelo e di superparallelo avviene tramite le spazzoline 5 e 6 di ciascun combinatore.

Transizione da SERIE a SERIE PARALLELO (S-SP)

Portando la maniglia di comando del banco di manovra nella posizione SP viene alimentata anche la spazzolina 7, questa, attraverso le spazzoline 7 e 8 del CEM, la spazzolina 9 dell'AVV., il settore di transizione dell'avviatore in continuità anche con le spazzoline 7, 8 e 10, alimenta di nuovo, attraverso la spazzolina 7, il morsetto X del relé RAE, il quale determina la chiusura del relé RA. L'avviatore ruota portandosi dalla posizione 31 alla posizione TS, dove si arresta in seguito alla disalimentazione della spazzolina 7 che lascia il contatto con il rame. Nella posizione TS si trovano in continuità le spazzoline 5, 6, 11 e 12. Attraverso questa ultima spazzolina viene alimentato direttamente dal circuito di comando, il settore di transizione, per cui la spazzolina 5, alimentando il morsetto T del relé RAE, impedisce la disalimentazione del relé RR. L'avviatore intanto, passando dalla posizione 31 alla posizione TS ha disalimentato le elettrovalvole dei contattori 1÷29 e 32, 33. Con l'apertura del contattore 29 si aprono anche i contattori 30 e 31 in seguito alla interruzione del circuito in corrispondenza del blocco 4 sul contattore 29 chiuso, per cui la transizione avviene col solo 3° ramo del reostato inserito. Dalla spazzolina 11 dell'AVV. in posizione TS, attraverso il relé RTI (contatti Rl - Ml), i contatti Ml e M2 - Rl e R2 del relé Rcm, viene alimentata la spazzolina 4 del CEM e quindi anche la spazzolina 5, che porta l'alimentazione alla bobina del relé RAcm, il quale, chiudendosi, determina l'alimentazione del motorino di avanzamento del CEM attraverso il seguente circuito: + 24 V, interruttore automatico IAVV, morsetto 10 del complesso MOTORE CEM, interruttore di esclusione del motorino, indotto del motorino, stabilizzatore di corrente, morsetto 9 del complesso MOTORE CEM, contatti 7-5 del relé RRcm diseccitato, morsetto 1 del complesso MOTORE CEM, avvolgimento di eccitazione del motorino, morsetto 2 del complesso MOTORE CEM, contatti 6-8 del relé RRcm diseccitato, contatti 2-6 del relé RAcm chiuso e terra. Contemporaneamente viene portata l'alimentazione, presa dopo l'interruttore di esclusione del motorino, alle bobine degli elettromagneti della leva di sensibilità e di blocco della frizione che prendono terra attraverso il morsetto 8 del complesso MOTORE CEM ed i contatti 2-6 del relé RAcm eccitato. Il CEM ruota portandosi fino alla posizione SP nella quale la spazzolina 5 non si trova più in continuità con la spazzolina 4, per cui il relé RAcm si diseccita e quindi il CEM si ferma. Il posizionamento del CEM stesso è assicurato dalla spazzolina 2 che mantiene il relé RAcm eccitato fino a che il CEM è arrivato in prossimità della posizione SP. In questa posizione la spazzolina 4 del CEM si trova in continuità con la spazzolina 3 dalla quale si passa l'alimentazione direttamente al morsetto X del relé RAE, il quale alimenta la bobina del relé RA che, chiudendosi, provoca l'avanzamento dell'AVV. dalla posizione TS alla posizione zero, dalla quale inizia il ciclo per la esclusione del reostato nella maniera già descritta. Nel passaggio dalla posizione TS alla posizione zero si è disalimentata la spazzolina 11 dell'AVV. E quindi anche le spazzoline 4 e 3 del CEM, ma il morsetto X del relé RAE viene ora alimentato dalla spazzolina 7 dell'avviatore in continuità con la spazzolina 6 a sua volta alimentata dalla spazzolina 7 del Bm attraverso le spazzoline 7 e 11 del CEM in posizione SP ed i blocchi sui contattori 34 e 43 già citati. L'esclusione del reostato nelle combinazioni SP, P e PP è realizzata nel modo seguente: appena il CEM si è portato in una delle posizioni suddette, dalla spazzolina 26 ed il rame del combinatore stesso si alimenta, attraverso la spazzolina 50 ed il blocco 1 sul contattore B chiuso, la elettrovalvola del contattore 33, il quale, chiudendosi, inserisce il l° ramo del reostato in parallelo con il 3°. La successiva chiusura del contattore 2 avviene a vuoto perché il 2° ramo del reostato viene inserito, in parallelo agli altri due, solo successivamente, con la chiusura del contattore 3. Infatti la elettrovalvola del contattore 32, che inserisce il 2° ramo del reostato, viene alimentata attraverso i blocchi 1 e 2 (in parallelo) del contattore 3 chiuso. Nella esclusione del reostato nelle combinazioni suddette le posizioni 24÷26 e 26÷28 vengono superate in un solo passaggio in conseguenza del collegamento dei circuiti relativi alle

spazzoline 7 e 4 dell'avviatore tramite il blocco 1 sul conttattore C chiuso in serie con due rami in parallelo formati dai blocchi 3 ed 1 rispettivamente dei contattori 28 aperto e 26 chiuso e dei contattori 26 aperto e 23 chiuso. Infine con la chiusura del contattore 29, attraverso il proprio blocco 4, vengono alimentate le elettrovalvole dei contattori 30 e 31 i quali, chiudendosi, determinano l'esclusione dell'ultima resistenza del 2° e del 3° ramo del reostato. Tale esclusione avviene però senza nessuna variazione di corrente essendosi già chiuso in precedenza il contattore 29, il quale aveva già escluso tutte le resistenze del 1° ramo e quindi cortocircuitato anche gli altri due rami. A questo punto il reostato è completamente escluso con i tre rami dei contattori del reostato A-29, B-30-33, C-31-32 in parallelo consentendo perciò di ripartire la corrente in modo da evitare che la corrente stessa possa provocare surriscaldamenti delle bobine di soffio dei contattori, dato che, particolarmente nella combinazione di super-parallelo, la stessa corrente può raggiungere valori molto elevati.

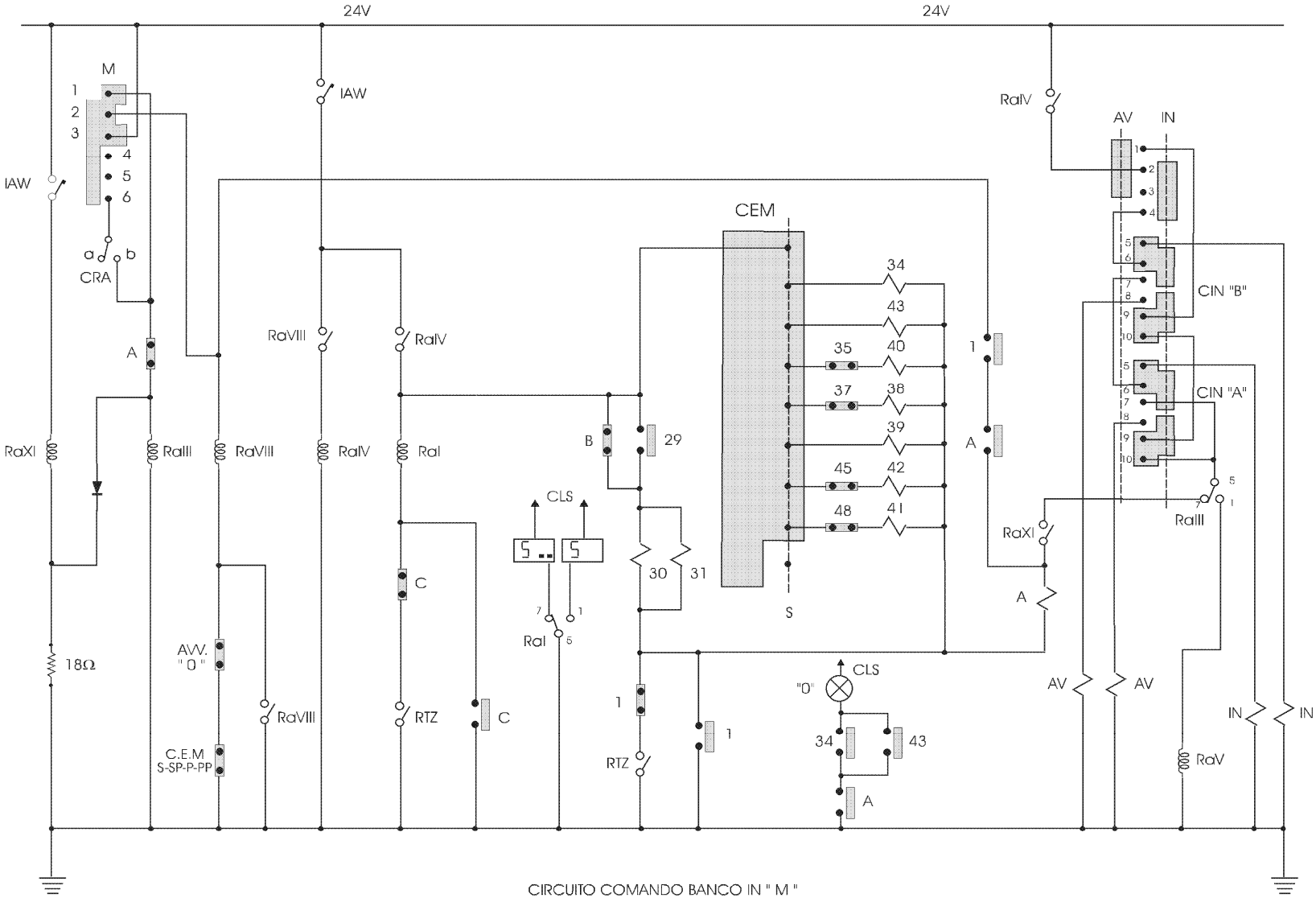
Transizione da serie-parallelo a parallelo (SP-P)

La transizione dalla combinazione di serie-parallelo a quella di parallelo avviene con le stesse modalità descritte per la transizione da serie a serie-parallelo, con la sola variante costituita dalla posizione assunta dal relé Rcm. Infatti portando la maniglia del banco di manovra in posizione P si alimenta la spazzolina 8 del Bm stesso, dalla quale l'alimentazione passa, attraverso le spazzoline 9 e 8 del CEM e le spazzoline 9 e 10 in continuità sul contatto di transizione dell'avviatore automatico, alla bobina del relé Rcm, il cui circuito si chiude a terra attraverso le spazzoline 17 e 19 del CEM in posizione SP. Il relé Rcm, chiudendosi, si autoblocca lato terra, mediante i propri contatti M3 e M4 T3 e T4. Quando l'avviatore è arrivato nella posizione TS, la spazzolina 12 alimenta la 11, e, attraverso i contatti R1 - M1 del relé RTI, i contatti M1 e M2 T1 e T2 del relé Rcm, e il diodo d5, mantiene eccitato il relè Rcm. Inoltre, attraverso gli stessi contatti ed il diodo DC2, alimenta la spazzolina 6 del CEM che si trova in continuità con la spazzolina 5, per cui si ripetono le manovre precedentemente descritte per l'avanzamento del CEM, che, pertanto, ruota sino a portarsi nella posizione P. Successivamente si ripetono le stesse manovre già descritte.

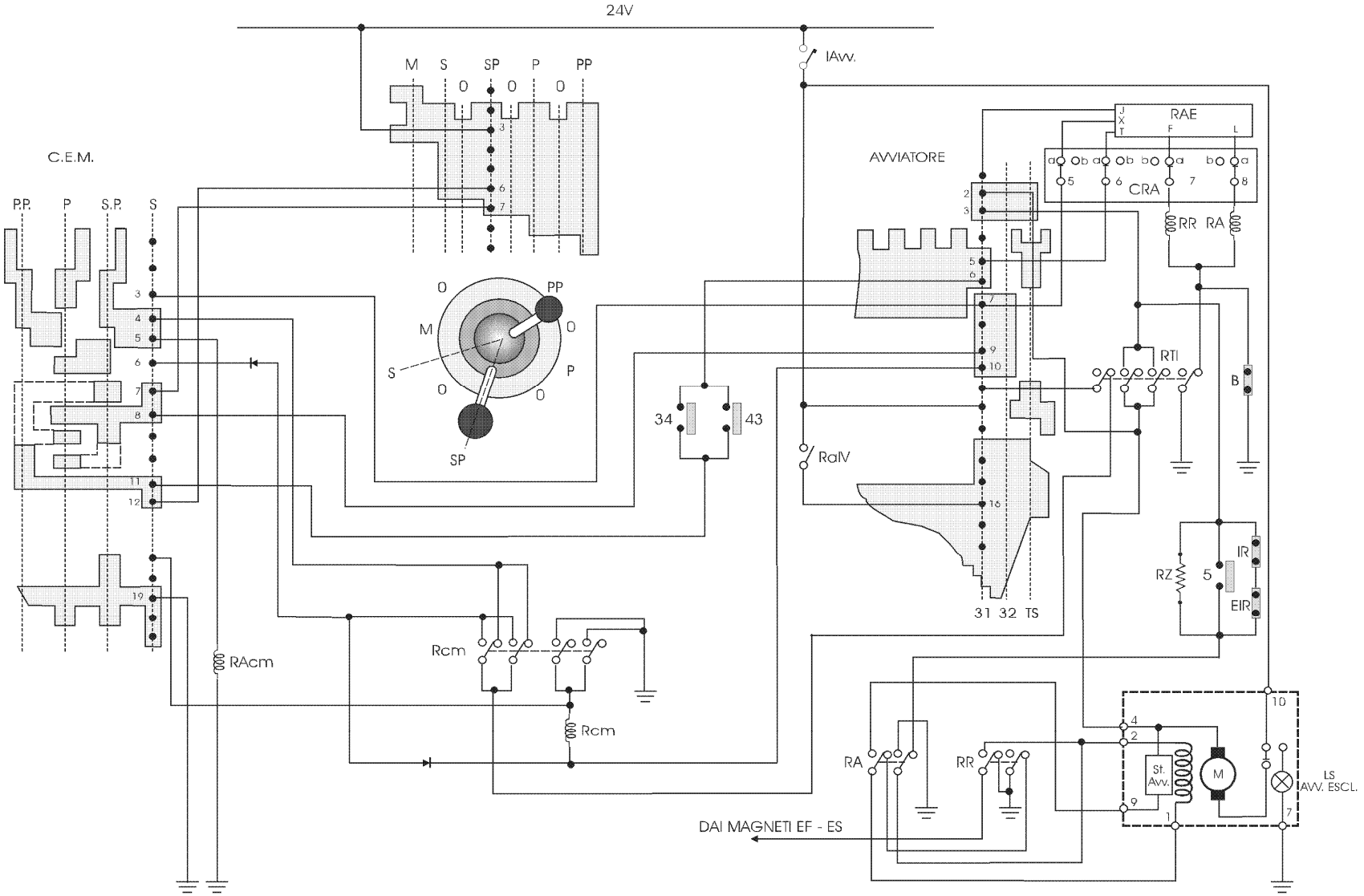
Transizione da parallelo a super-parallelo (P-PP)

La transizione dalla combinazione di parallelo a quella di superparallelo avviene con le stesse modalità già descritte per la transizione da serie a serie-parallelo, con il relé Rcm nella posizione di riposo (diseccitato). Sono interessate nella transizione suddetta la spazzolina 9 del Bm e le spazzoline 10 e 8 del CEM in posizione P. Il relé Rcm era tornato nella posizione di riposo appena completata la transizione da SP a P, in quanto aveva perso sia l'alimentazione che proveniva, attraverso i propri contatti M1 e M2 - T1 e T2 ed i contatti M1 T1 del relé RTI, dalla spazzolina 11 dell'AVV. che in posizione zero era uscita dal contatto con il rame, sia la terra attraverso le spazzoline 17 e 19 del CEM che si era spostato nella posizione P.

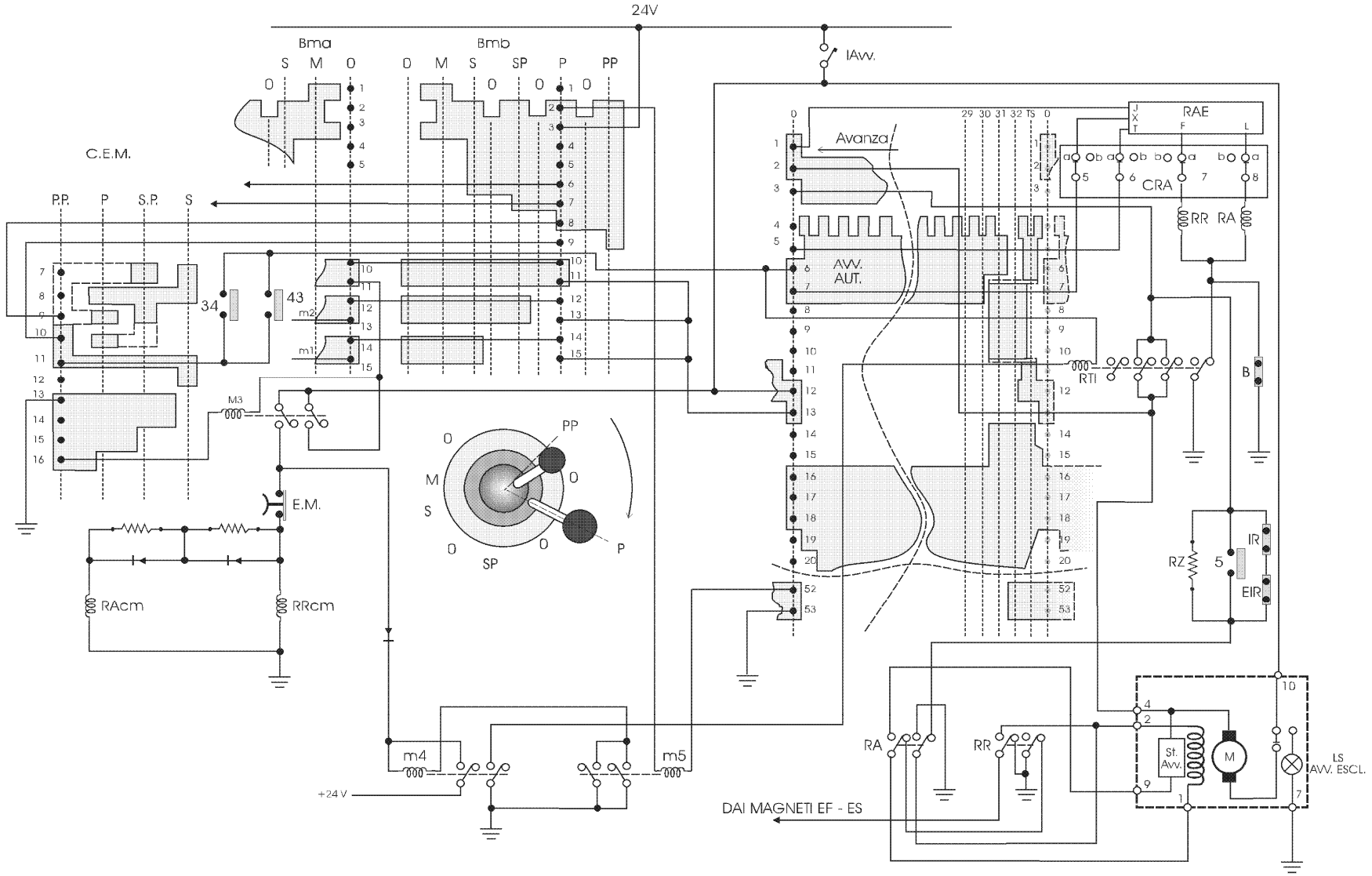
*Nota** Negli schemi che seguono sono raffigurate le sequenze di trazione della locomotiva, la posizione del banco "M" e le segnalazioni del display. Per le sigle dei numerosi relè, affidarsi alla descrizione precedenti.



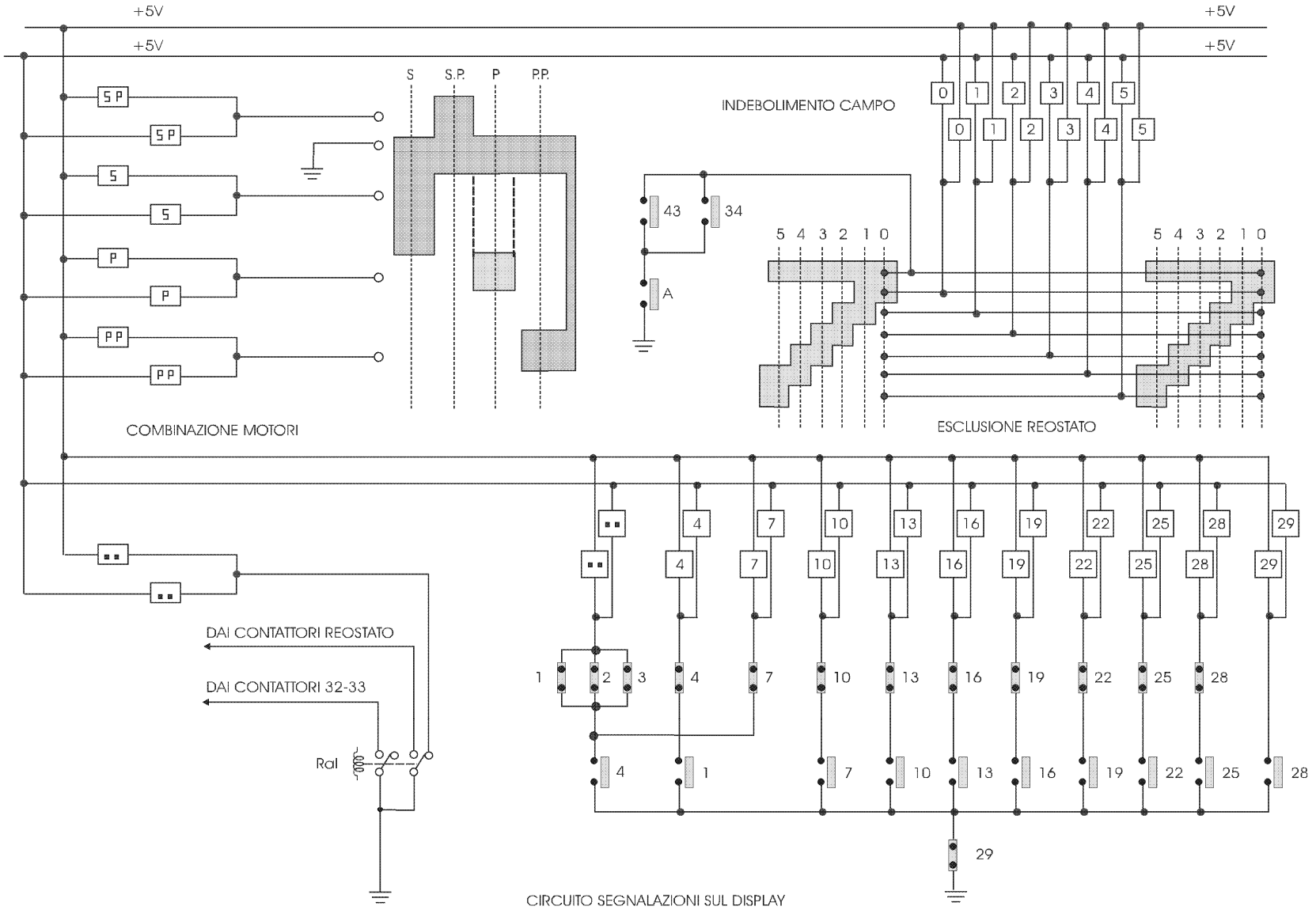
CIRCUITO COMANDO BANCO IN " M "



CIRCUITO TRANSIZIONE " S " "SP "



CIRCUITO TRANSIZIONE INVERSA " PP " "P "


+5V
+5V
+5V
+5V
S
S.P.
P
P.P.
INDEBOLIMENTO CAMPO
43
34
A
5 4 3 2 1 0
5 4 3 2 1 0
COMBINAZIONE MOTORI
ESCLUSIONE REOSTATO
DAI CONTATTORI REOSTATO
DAI CONTATTORI 32-33
Ral
CIRCUITO SEGNALAZIONI SUL DISPLAY

Transizioni inverse

Portando la maniglia Bm del banco di manovra dalla posizione PP alla P si disalimenta la spazzolina 9 e quindi, attraverso le spazzoline 10 e 11 del CEM in posizione PP ed i blocchi sui contattori 34 e 43 chiusi, anche la spazzolina 6 dell'AVV. La spazzolina 6 delI'AVV. Disalimenta le spazzoline 5 e 7 (se quest'ultima si trova sullo stesso contatto in continuità con la 6). Il relé RAE, che non ha più il morsetto T alimentato dalla spazzolina 5, disalimenta i relé RR ed RA anche in conseguenza alla perdita dell'alimentazione della spazzolina 6 dell'AVV. e quindi del morsetto X del relé RAE. In conseguenza della diseccitazione dei relé RA ed RR viene attivato il seguente circuito del motorino di azionamento dell'avviatore automatico: + 24 V, interruttore automatico IAVV, morsetto 10 del complesso MOTORE AVV. AUT., interruttore di esclusione del motorino, indotto del motorino, morsetto 4 del complesso MOTORE AVV. AUT., spazzoline 2 e 3 dell' avviatore automatico, blocco 1 sul contattore 5 chiuso (con il quale viene shuntata la resistenza limitatrice RZ regolata dal diodo Zener DZ), contatti 8-6 del relé RA aperto, morsetto 2 del complesso MOTORE AVV. AUT., avvolgimento di eccitazione del motorino (percorso in senso tale da far retrocedere l'avviatore automatico), morsetto 1 del complesso MOTORE AVV. AUT., contatti 5-7 del relé RA aperto, contatti 8-6 del relé RR aperto e terra. **L'avviatore automatico retrocede** velocemente per rallentare all'atto dell'apertura del contattore 5 quando si apre il relativo blocco 1 che inserisce nel circuito del motorino la resistenza limitatrice RZ. **L'arresto dell'avviatore automatico nella posizione di zero** è determinata da due condizioni: a) l' uscita della spazzola 3 dell'avviatore stesso dal contatto con il rame; b) l'entrata in contatto col rame della spazzolina 1;la prima interrompe il circuito di alimentazione del motorino e la seconda porta l'alimentazione al morsetto J del relé RAE, che perciò alimenta il relé RR e determina quindi l'apertura in un altro punto del circuito di alimentazione del motorino e lo sblocco della frizione e della leva di sensibilità. Durante la retrocessione dell'avviatore si verifica quanto segue: in posizione 30 avviene l'apertura del contattore 29, il cui blocco 4 determina l'apertura dei contattori 30 e 31, per cui si inseriscono le relative resistenze nei tre rami del reostato. Nella posizione 2 (si sono aperti tutti i contattori 28÷4) si apre il contattore 3 il quale fa aprire il contattore 32 in seguito alla interruzione del circuito di alimentazione della relativa elettrovalvola in corrispondenza dei blocchi (in parallelo) 1 e 2 del contattore 3 chiuso. Viene perciò escluso dal circuito il 2° ramo del reostato (la esclusione del 1° ramo si verifica in seguito all'apertura del contattore 33 in conseguenza della rotazione del CEM, quando, come si vedrà successivamente viene disalimentata la spazzolina b50). In posizione zero si ha l'apertura del contattore 1 (il contattore 2 si è già aperto nella bprecedente posizione). Nella posizione zero dell'avviatore la spazzolina 12, alimentata dal circuito di comando attraverso l'interrutore automatico IAVV, è in continuità con la spazzolina 13 la quale porta l'alimentazione alle spazzoline 11, 13, 15 del Bmb, in continuità, a loro volta, attraverso tre settori di rame, con le spazzoline 10, 12 e 14, dalle quali si passa a tre settori di rame sul Bma e quindi, rnediante le spazzoline 11, 13 e 15 alle bobine dei minirelé **m3, m2 e ml**. Poiché uno dei due Bm si trova disposto nella posizione P, mentre l'altro è nella posizione zero,
si trova in continuità con il corrispondente settore dell'altro Bm solo il settore più lungo (quello corrispondente alle spazzoline l0 e 11) per cui l'alimentazione proveniente dalla spazzolina 13 dell'AVV. passa alla spazzolina 11 del Bma e giunge alla bobina del minirelé m3, la quale trova continuità verso terra attraverso le spazzoline 16 e 13 del CEM in posizione P. Il minirelé m3 si chiude e si autoblocca lato alimentazione attraverso i propri contatti 7 e 8. Il minirelé m3 chiuso porta l'alimentazione, attraverso i propri contatti 13 e 14 e il pulsante EM, alle bobine dei relé RAcm ed RRcm. La chiusura di tali relé attiva il seguente circuito del motorino di azionamento del CEM: + 24 V, interruttore automatico IAVV, morsetto 10 del complesso MOTORE CEM, interruttore di esclusione del motorino, indotto del motorino, stabilizzatore di corrente, morsetto 9 del complesso MOTORE CEM, contatti 2-6 del relé RRcm chiuso, morsetto 2 del complesso MOTORE CEM, avvolgimento di eccitazione del motorino (percorso in senso tale da determinare la retrocessione), morsetto 1 del complesso MOTORE CEM, contatti 5-1 del relé RRcm chiuso, contatti 2-6 del relé RAcm chiuso e terra. Contemporaneamente vengono alimentati anche gli elettromagneti della leva di sensibilità e di blocco della frizione ESCEF. Il CEM si

mette in rotazione e retrocede fino a portarsi nella posizione P, nella quale si ferma in conseguenza dell'apertura del minirelé m3 per interruzione del circuito di terra sulle spazzoline 16 e 13 del CEM, per cui si diseccitano i relé RAcm ed RRcm. Nella posizione PP del CEM si ristabilisce, attraverso le spazzoline 9 e 11 dello stesso, l'alimentazione, proveniente dalla spazzolina 8 del Bm, della spazzolina 6 dell'avviatore e quindi, attraverso la spazzolina 7 dello stesso, del morsetto X del relé RAE, dal quale pertanto esce il consenso per l'alimentazione dei relé RA e RR, i quali però non si chiudono perché manca la continuità di terra alle loro bobine. Infatti il minirelé m3 con la sua chiusura alimenta, attraverso i contatti 13 e 14, anche la bobina del minirelé m4, il quale trova continuità di terra attraverso i contatti 8-7 e 14-13 (in parallelo) del minirelé m5. Detto minirelé si era chiuso perché la sua bobina, alimentata direttamente dalla spazzolina 2 del Bm, ha la continuità verso terra tramite le spazzoline 52 e 53 dell'avviatore quando questo si trova in posizione zero. La chiusura del minirelé m4 determina la continuità verso terra della bobina del relé RTI (relé transizioni inverse) che si chiude, perché l'alimentazione arriva allo stesso, in parallelo alla spazzolina 6 dell'avviatore, dalla spazzolina 11 del CEM, come già detto. La chiusura del relé RTI determina, come detto l'apertura o la mancata chiusura dei relé RA ed RR perché interrompe il circuito di terra delle relative bobine attraverso i contatti R2-M2, ed anche perché, essendo chiuso il contattore B, manca il blocco 3 su tale contattore chiuso. Il circuito del motorino (che in questo caso non passa attraverso i contatti dell'avviatore automatico) è perciò il seguente: + 24 V, interruttore automatico IAVV, morsetto 10 del complesso MOTORE AVV. AUT., interruttore di esclusione del motorino, indotto del motorino, morsetto 4 del complesso MOTORE AVV. AUT, contatti M4-T4 e M3-T3 (in parallelo) del relé RTI chiuso, resistenza limitatrice RZ, contatti 8-6 del relé RA aperto, morsetto 2 del complesso MOTORE AVV. AUT., avvolgimento di eccitazione del motorino (percorso nel senso da far retrocedere l'avviatore) morsetto 1 del complesso MOTORE AVV. AUT., contatti 5-7 del relé RA aperto, contatti 8-6 del relé RR aperto e terra. L'avviatore retrocede portandosi fino alla posizione 31 nella quale si ferma in conseguenza dell'apertura del minirelé m5 provocata dall'uscita delle spazzoline 52 e 53 dal contatto mobile dell'avviatore. Si apre quindi anche il minirelé m4 che la continuità di terra sul minirelé m5 ed anche il relé RTI la cui bobina prendeva terra sul minirelé m4. Con l'apertura del relé RTI viene ristabilita la continuità di terra del relé RR che si chiude. La spazzolina 6 dell'avviatore nella posizione 31 dello stesso alimenta la spazzolina 5, dalla quale l'alimentazione, attraverso il contatto 6a del CRA, arriva al morsetto T del relé RAE, dal quale esce, perciò, come già detto parlando del relé elettronico, il consenso per la alimentazione della bobina del relé RR. Il relé RA non si chiude perché la spazzolina 7 dell'avviatore automatico non è più alimentata e quindi non arriva il consenso al morsetto X del relé RAE. Con il relé RR eccitato ed il relé RA aperto l'avviatore si ferma. Passando dalla posizione TS alla 31 si chiudono i contattori 1÷29 (in rapida successione per effetto della inclinazione del rame del contatto mobile in tale parte dell'avviatore). I blocchi 1 e 2 (in parallelo) sul contattore 3 chiuso consentono la chiusura del contattore 32, ed il blocco 4 sul contattore 29 chiuso consente la chiusura dei contattori 30 e 31, mentre il contattore 33 si è chiuso per l'alimentazione della relativa elettrovalvola attraverso la spazzolina 50 del CEM quando questo è arrivato nella posizione P. Le transizioni inverse da P a SP e da SP a S avvengono con le stesse modalità, con l'ausilio però rispettivamente dei minirelé m2 ed ml. Le transizioni inverse da una qualsiasi delle combinazioni superiori ad S, comandate portando direttamente la maniglia del Bm allo zero iniziale, avvengono tutte a circuito di trazione aperto. Infatti il CEM può iniziare il movimento di retrocessione solo quando lo avviatore automatico è arrivato nella posizione zero, nella quale, attraverso le spazzoline 12 e 13 dello stesso e le spazzoline 10-15 dei due Bm, è possibile alimentare le bobine dei minirelé m3, m2, ml che prendono terra tutti e tre, o solo due (ml ed m2) o uno solo (ml) a seconda della posizione del CEM (PP, P o SP) attraverso le spazzoline 13, 14, 15 e 16 del CEM stesso. L'avviatore automatico retrocedendo disalimenta le elettrovalvole dei contattori 29 ÷1, i quali si aprono. L'apertura del contattore 29 provoca l'apertura dei contattori 30 e 31, quella del contattore 3 determina l'apertura del contattore 32. L'apertura del contattore 1, infine, provoca l'apertura del relé RaVIII, il quale, pur avendo perso l'alimentazione attraverso la spazzolina 2 del Bm, continuava ad essere alimentato attraverso i contatti 6-2 del relé RaIV chiuso, le spazzoline 2 e 1, o 2 e 4 del comando dell'invertitore di marcia in posizione AV o IN, le spazzoline 6 e 7 o 9 e 10

dell'invertitore di marcia B, le corrispondenti spazzoline dell'invertitore di marcia A, i contatti 5-7 del relé RaIII aperto, il blocco 1 sul contattore A chiuso ed il blocco 1 sul contattore 1 chiuso. L'apertura del relé RaVIII determina la **diseccitazione del relé RaIV** il quale toglie l'alimentazione alle elettrovalvole di tutti i contattori rimasti chiusi, e cioè dei contattori A, B, C, 33 e quelli della combinazione in atto. A tali elettrovalvole l'alimentazione arrivava:

—a quella del contattore A, tramite i contatti 5-7 del relé RaIII aperto;
—a quelle dei contattori B e C, tramite gli stessi contatti del relé RaIII ed il blocco 1 sul contattore 44 chiuso;
—a quella del contattore 33, tramite la spazzolina 50 del CEM;
—a quelle dei contattori della combinazione motori, tramite le spazzoline interessate del CEM.

La retrocessione del CEM fino alla posizione 0 della serie avviene perché i minirelé m3, m2, ed m I alimentano, attraverso i contatti 13-14 ed il pulsante EM, i relé RAcm ed RRcm. L'avviatore automatico si arresta nella posizione zero perché il minirelé m5 non si chiude in quanto, con l'interruzione della alimentazione del relé RaVIII, viene disalimentata anche la relativa bobina. Si osserva che, una volta disposto il Bm per il comando del passaggio a combinazioni inferiori a quella in atto, e che l'avviatore è retrocesso sino alla posizione zero, il comando stesso non può essere annullato, si verifica cioè, in ogni caso, la retrocessione dell'avviatore automatico fino alla posizione 31 perché i minirelé m4 ed m5 si autobloccano e restano in tale posizione fino a quando le spazzoline 52 e 53 dell'avviatore automatico restano in contatto con il rame. Come pure non è annullabile il comando dato per il passaggio ad una combinazione superiore, dal momento in cui l'avviatore supera la posizione 32 per portarsi nella posizione TS. Infatti dal momento in cui la. spazzolina 12 dell'avviatore entra in contatto con il rame del settore di transizione, sarà la spazzolina 12 stessa a mantenere l'alimentazione per il comando del CEM attraverso la spazzolina 11 dell'avviatore e le spazzoline 4 o 6 del CEM, e sarà la spazzolina 3 del CEM a determinare l'avanzamento dell'avviatore dalla posizione TS alla posizione zero.

Posizione di zero intermedio

Si descrive il circuito supponendo di portare la maniglia di comando del banco di manovra dalla posizione P alla posizione zero del P quando la locomotiva va a velocità superiore ad 80 km/h e successivamente di inserire la locomotiva in trazione quando la velocità è scesa a valori compresi tra 60 e 25 km/h. Portando la maniglia del Bm dalla posizione P alla posizione di zero del P vengono disalimentate le spazzoline 2 e 8. La spazzolina 8 disalimenta la spazzolina 6 dell'avviatore che toglie l'alimentazione ai morsetti X e T del relé RAE per cui l'avviatore retrocede fino alla posizione zero, nella quale, oltre a quella dei contattori 32÷2 avviene l'apertura del contattore 1, il quale, come già detto, provoca **l'apertura del relé RaVIII**. La diseccitazione del relé RaVIII determina **l'apertura del relé RaIV** il quale disalimenta tutte le elettrovalvole dei contattori rimasti chiusi, per cui la locomotiva si disinserisce. Si apre anche il relé RaI, il quale con i contatti 8-6 determina l'accensione della barra sopra alla P dell'indicazione sul cruscotto. La posizione del Bm nello zero del P non consente la continuità fra le spazzoline 12 e 13, e 14 e 15, perché le stesse si trovano fuori dal contatto con il rame dei rispettivi settori del Bm manovrato, mentre la continuità esistente tra le spazzoline 10 e 11, sul rispettivo settore, non determina la chiusura del minirelé m3, perché la relativa bobina non ha continuità di terra in quanto la spazzolina 16 del CEM in posizione P non è a contatto con il rame. **Quindi il CEM resta in posizione P**. Quando la velocità di marcia della locomotiva è superiore a 80 km/h i relé RSV25, RSV60 ed RSV80 sono chiusi in quanto le relative bobine sono alimentate dal selettore di velocità SV. Quando la velocità scende al di sotto di 80 km/h si apre

il relé RSV80, il quale, attraverso i contatti 5-7 porta l'alimentazione alla bobina del minirelé m3, alla quale manca però la terra come già detto in precedenza. Quando la velocità scende al di sotto di 60 km/h, il selettore di velocità SV disalimenta il relé RSV60 il quale porta l'alimentazione, proveniente dal circuito di comando, attraverso, l'interruttore automatico IAVV, i contatti 5-7 del relé RaIV aperto ed i propri contatti 5-7 alla bobina del minirelé m2 che ha continuità di terra tramite le spazzoline 15 e 13 del CEM in posizione P. **Il minirelé m2 si chiude** portando l'alimentazione alle bobine dei relé RAcm ed RRcm che, eccitandosi attivano il circuito di alimentazione del motorino di comando del CEM nel senso della retrocessione**. I1 CEM si porta perciò nella posizione SP** nella quale si arresta per l'apertura del minirelé m2 la cui bobina ha perso la continuità verso terra, che aveva attraverso le spazzoline 15 e 13 del CEM. Nell'indicatore ottico della combinazione appare ora la SP barrata. Quando la maniglia di comando del banco di manovra viene portata in una delle posizioni S, SP, P, PP si avrà comunque l'inserzione in trazione della locomotiva nella combinazione SP. In particolare, se la maniglia Bm viene portata in posizione S, si avrà l'inserzione in trazione della locomotiva nella combinazione di SP e subito dopo avverrà la transizione dalla SP alla S con inserito il 1° ramo del reostato, anziché il 3°, dato che si sono chiusi, oltre ai contattori della combinazione SP i soli contattori A, B e 33. Portando la maniglia del Bm nella posizione P si otterrà l'inserzione nella combinazione SP ed il passaggio alla combinazione superiore dopo che l'avviatore avrà raggiunto la posizione 31 (con la chiusura dei contattori del reostato). Se la maniglia del Bm viene portata nella posizione PP si avrà il passaggio alla combinazione P come detto in precedenza e successivamente la transizione alla posizione PP. Quando la locomotiva deve essere inserita ad una velocità compresa tra 25 e 60 km/h (nella quale è accesa la segnalazione di SP barrato nell'indicatore ottico), conviene portare la maniglia del Bm nella posizione SP. In tal caso la spazzolina 2 del Bm stesso alimenta la bobina del relé RaVIII che prende terra attraverso le spazzoline 50 e 51 dell'avviatore nella posizione zero e le spazzoline 20 e 19 del CEM in posizione SP. La chiusura del relé RaVIII determina la chiusura del relé RaIV il quale alimenta il relé RaI che si chiude a sua volta ripristinando il circuito di terra per le elettrovalvole dei contattori 1÷28 (i quali si chiuderanno successivamente con la rotazione dell'avviatore automatico), e determinando lo spegnimento della barra sull'indicatore ottico. La chiusura del relé RaIV determina inoltre, attraverso i contatti 5-1, l'alimentazione della spazzolina 26 del CEM e quindi delle elettrovalvole dei contattori della combinazione SP. Inoltre l'alimentazione arriva oltre che alle spazzoline 16-17-18 dell'avviatore automatico, anche, attraverso le spazzoline 2 e 1 o 2 e 4 del comando dell'invertitore di marcia disposto per la marcia AV o IN, le spazzoline dei due invertitori di marcia e i contatti 5-7 del relé RaIII aperto, alla elettrovalvola del contattore A ed anche, attraverso il blocco 1 sul contattore 44 chiuso, alla elettrovalvola del contattore B. Tali contattori si chiudono. Si attiva inoltre il circuito di alimentazione della elettrovalvola del contattore 33 attraverso la spazzolina 50 del CEM ed il blocco 1 sul contattore B chiuso e si interrompe il circuito di alimentazione dei contattori 30 e 31 per l'intervento del blocco 5 sul contattore B aperto. L'inserzione in trazione avviene perciò con il solo 1° ramo del reostato percorso da corrente. La resistenza inserita è di 7,705 ohm e quindi si ottiene una ripresa della trazione senza strappi anche con velocità molto vicine ai 25 km/h (se la inserzione in trazione fosse avvenuta al di sotto dei 25 km/h il CEM si sarebbe trovato nella posizione S in conseguenza della disattivazione del relé RSV25) Successivamente l'avviatore inizia la manovra di avanzamento perché l'alimentazione, proveniente dalla spazzolina 7 del Bm arriva al morsetto X del relé RAE attraverso le spazzoline 7 e 11 del CEM, i blocchi sui contattori 34 e 43 chiusi e le spazzoline 6 e 7 dell'avviatore. Nella posizione 2 dell'avviatore si chiude il contattore 2 (a vuoto perché il 2° ramo del reostato non è ancora inserito), in posizione 3 si chiude il contattore 3 che determina la chiusura del contattore 32 la cui elettrovalvola viene alimentata tramite la spazzolina 49 del CEM, il blocco 1 sul contattore 33 chiuso ed i blocchi 1 e 2 sul contattore 3 chiuso. Si inserisce così il 2° ramo del reostato in parallelo al 1°, per cui la resistenza complessiva del reostato passa al valore di 1,052 ohm. Nella posizione 14 (si sono chiusi i contattori 4÷13; dei quali i contattori 4, 7 e 10 a vuoto perché il 3° ramo del reostato non è ancora interessato dal passaggio delìa corrente si chiude il contattore 14 che attiva il circuito di terra della elettrovalvola del contattore C attraverso i blocchi 1 e 2 (in parallelo) sul contattore 14 stesso chiuso ed il blocco 2 sul contattore B chiuso. Viene perciò inserito anche il 3° ramo del reostato in

parallelo agli altri due. La resistenza complessiva si riduce al valore di 0,408 ohm. Nelle altre posizioni fino alla 28 si chiudono i rispettivi contattori; le posizioni 29 e 30 vengono superate senza chiusura di nessun contattore. Infine nella posizione 31 si chiude il contattore 29 che esclude le ultime tre resistenze (valore complessivo 0,006 ohm) e determina inoltre la chiusura dei contattori 30 e 31 le cui elettrovalvole vengono alimentate attraverso i contatti: 5-1 del relé RaIV chiuso ed il blocco 4 sul contattore 29 chiuso. Si ha quindi la ripartizione della corrente sui tre rami costituiti dai contattori A e 29; B, 30 e 33; C, 31 e 32. I relé RSV25. RSV60 e RSV80 determinano. in posizione di aperti, la retrocessione automatica del CEM quando il Bm è in posizione di zero intermedio; consentono, quando sono in posizione
di chiusura:
— attraverso i contatti 6-2 del relé RSV25, di portare l'alimentazione, proveniente dai contatti
del relé RaIV chiuso, al morsetto H del relé RAE. dando perciò comunque il consenso per l'avanzamento dell'avviatore nel caso di inserzione a velocità elevate per cui la corrente nei motori di trazione può non raggiungere il valore di 55 A e quindi il segnale proveniente dai trasduttori potrebbe non dare il consenso per l'avanzamento dell'avviatore;

— attraverso i contatti 6-2 del relé RSV60, di attivare il freno AV;

— attraverso i contatti 6-2 del relé RSV80, i contatti 5-7 e 6-8 (in parallelo) del relé RaXII aperto i blocchi in parallelo: 1 sul contattore 40 chiuso (in S). 1 sul contattore 38 chiuso (in SP), 1 sul contattore 47, chiuso (in P) e 3 sul contattore 27 aperto, di dare il consenso per l'avanzamento veloce dell'avviatore (escludendo lo stabilizzatore di corrente), fino alla posizione 28. Successivamente, mancando il blocco sul contattore 27, l'avviatore avanza piu lentamente.

Nella combinazione di superparallelo l'avanzamento dell'avviatore avviene sempre con corrente stabilizzata in quanto manca la continuità attraverso uno dei blocchi sui contattori 38, 40 e 47 chiusi (il blocco sul sontattore 50 è stato inserito per la marcia con la terna 10-1l-12 di motori esclusi).

L'Avanzamento comandato e Il relè Monostabile (sono già stati descritti in precedenza a pag.62 63 64)

Esclusione del relé elettronico R.A.E.

In caso di avaria al relé di accelerazione elettronico RAE. o se si vuole attuare l'avanzamento comandato anche nelle combinazioni di marcia SP, P o PP, si può procedere alla esclusione del relé RAE. Ciò può essere ottenuto portando la manopola del commutatore del relé di accelerazione CRA nella posizione 2, nella quale tutti i contatti dello stesso sono commutati dalla posizione «a » alla posizione «b ». Vengono in questo modo interrotte le continuità con il relé RAE relative ai morsetti L, F, T, X, R, V e Z, per cui l'inserzione della locomotiva e l'esclusione del reostato viene effettuata senza il controllo del relé RAE. In particolare si può notare che, in tal caso, non c'è l'intervento automatico in caso di superamento della corrente massima di 600 A nel circuito di trazione, come pure in caso di slittamento di uno o più assi (resta, in tal caso, il funzionamento automatico delle

sabbiere fino a quando dura lo slittamento). Con il relé RAE escluso le varie manovre di inserzione in trazione, esclusione del reostato, passaggio alle combinazioni superiori, retrocessione dell'avviatore, ecc vengono ottenute mediante l'azionamento della levetta PAC e con lo spostamento della maniglia del banco di manovra Bm per ottenere le varie combinazioni di marcia . Portando la maniglia Bm in posizione M o S (la differenza tra le due posizioni è che nel primo caso la spazzolina l del Bm alimenta la spazzolina 6 del banco di manovra stesso attraverso il contatto 1b del commutatore CRA,. mentre. nel secondo caso è la spazzolina 6 che alimenta la. spazzolina 1 si ha:
—attraverso. la spazzolina 1 ed il blocco 5 sul contattore A aperto, l'alimentazione del relé RaIII che si chiude;

—Controalimentazione del relé Ra XI che si apre;
—attraverso la spazzolina 2, l'alimentazione del relé RaVIII, il quale si chiude determinando l'alimentazione del relé RaIV, che, a sua volta, si chiude alimentando, nel modo già descritto, le varie apparecchiature (tra le quali i1 relé RaV, attraverso i contatti 5-1 del relé RaIII).

Attraverso i propri contatti 5-1 il relé RaV si autoblocca determinando, tramite le spazzoline 7 e 8 del comando dell'invertitore di marcia sul banco di manovra, l'alimentazione della levetta PAC. Portando tale levetta a contatto con A viene portata l'alimentazione all'elettrovalvola del **contattore A che si chiude** completando il circuito di trazione della locomotiva che perciò viene percorso dalla corrente. Con la chiusura del contattore A **si apre il relé RaIII e si chiude il relé RaXI** e tramite i loro contatti in questa nuova posizione viene mantenuto alimentato il contattore A anche quando si riporta la leva PAC a riposo. I1 relé Monostabile impedisce 1'alimentazione alla bobina del relé RA alla prima pomellata. I1 relé RR, a sua volta, quando l'avviatore automatico è nella posizione di zero, è alimentato tramite la spazzolina 1 dell'avviatore stesso e il diodo d10. Mentre nelle altre posizioni dell'avviatore automatico è alimentato attraverso la spazzolina 6 del Bm, le spazzoline 12 e 11 del CEM in posizione zero della S, le spazzoline 6 e 5 dell'avviatore automatico, il contatto 6b del commutatore CRA, i contatti 6-8 del relè RaIII diseccitato, il contatto 7b del commutatore CRA ed i contatti 6-2 del relé RaXI chiuso. Aprendo il contatto tra la levetta PAC ed A, si arma il relé monostabile in modo che ripristinando il contatto con A si può alimentare il relé RA attraverso il seguente circuito: relé Monostabile (segnale in uscita dal punto 1 dello stesso per 0,6 secondi), blocco 3 sul contattore 29 aperto, contatto 3b del commutatore CRA, contatti 5-7 e 6-8 (in parallelo) del relé RaIX aperto e il contatto 8b del commutatore CRA. L'avviatore inizia perciò il movimento di avanzamento. Quando la spazzolina 4 dell'avviatore automatico entra in contatto con il rame del pettine viene alimentata attraverso il contatto 4b del commutatore CRA, la bobina del relé RaX, che prende terra diretta. Il relé RaX, chiudendosi, porta l'alimentazione presa a valle dei contatti 6-8 del relé RaIII aperto, ai seguenti apparecchi:

—attraverso i contatti 5-1, alla bobina del relé RaIX che si chiude perché prende terra diretta;
—attraverso i contatti 6-2. alla bobina del relé RA (sostituendo perciò tale alimentazione a
quella proveniente dai contatti 5-7 e 6-8 del relé RaIX che si è chiuso nei frattempo).

I relé RaIX e RAX, una volta chiusi rimangono autoeccitati fintanto che rimane alimentata la srazzolina 4 del settore a pettine dell'avviatore. L'avviatore si ferma nella posizione 1 perché quando la spazzolina 4 lascia il contatto con il rame del pettine, viene disalimentato il relé RaX che toglie l'alimentazione al relé RA che quindi si apre anche se la levetta PAC rimane a contatto con A in quanto dopo 0,6 sec. era cessata l'alimentazione proveniente dal relé Monostabile. Per passare alla posizione successiva occorre aprire per oltre 1 secondo e poi richiudere il contatto tra la levetta PAC ed A per dare modo al relé monostabile di riarmarsi e potere così riemettere un nuovo segnale. Posizione per posizione, ripetendo le

manovre suddette si può raggiungere la posizione 31, nella quale si verifica la chiusura del contattore 29, per cui venendo a mancare il blocco 3 sul contattore 29 aperto non è possibile alimentare il relé RA attraverso il contatto tra la levetta PAC ed A. Nella posizione 31 sono però in continuità, sul settore di transizione dell'avviatore, le spazzoline 7, 8, 9 e 10, per cui **portando la maniglia di comando del banco di manovra Bm in posizione SP**, viene portata l'alimentazione; attraverso la spazzolina 7 del Bm, le spazzoline 7 e 8 del CEM in posizione zero della S, le spazzoline 9 e 8 dell'avviatore automatico e il contatto 8b del commutatore CRA, alla bobina del relé RA che si chiude determinando l'avanzamento dell'avviatore fino alla posiziono TS, dove la spazzolina 11 dell'avviatore stesso, entrando in continuità con la spazzolina 12 (alimentata direttamente dal circuito di comando), porta l'alimentazione alla bobina del relé RAcm (il circuito è quello già descritto p a r l a n d o della transizione da S a SP con il relé RAE incluso**). Il CEM passa perciò nella posizione SP**. Quando l'avviatore era passato dalla posizione 31 alla TS si era aperto (assieme agli altri) anche il contattore 29, per cui viene ristabilita la continuità per comandare, portando la levetta PAC a contatto con A, l'alimentazione della bobina del relé RA. Pertanto, quando il CEM si è fermato nella posizione SP, e quindi si è accesa sullo schermo luminoso dell'indicatore la scritta SP**, si può proseguire nella manovra di avanzamento, portando la levetta PAC a contatto con A**. L'avviatore automatico raggiunge la posizione zero e quindi le manovre si succedono nel modo già descritto. Le altre combinazioni P e PP possono essere raggiunte con le modalità già descritte ponendo la maniglia Bm nella posizione corrispondente alla combínazione che si vuole ottenere.. Volendo sollecitare l'inserzione della locomotiva in una combinazione superiore (in caso di reinserzione in corsa), si può portare direttamente la maniglia Bm nella posizione relativa alla combinazione voluta ed ottenendo perciò che le transizioni avvengano automaticamente fino alla combinazione predisposta. non appena l'avviatore. in ogni ciclo di esclusione del reostato raggiunge la posizione 31; avviene infatti automaticamente il passaggio dell'avviarore alla posizione TS e la rotazione del CEM.

Posizione di zero intermedio con il relé RAE escluso

Portando la maniglia Bm nella posizione di zero intermedio si verifica la disinserzione della locomotiva con le stesse modalità descritte per la posizione di zero intermedio con il relé RAE incluso, con la sola variante che la diseccitazione del relè RR avviene sul circuito di alimentazione diretta esistente (e non attraverso il comando del relé RAE): spazzoline 7 o 8 o 9 del Bm disalimentate, spazzoline 7 o 9 o 10 del CEM, spazzolina ll del CEM, blocchi sui contattori 34 e 43 chiusi, spazzolina 6 dell'avviatore in posizione 31. spazzolina 5 dell'avviatore, contatto 6b del commutatore CRA, contatti 6-8 del relé RaIII aperto, contatti 6-2 RaXI contatto 7b del commutatore CRA e bobina del relè RR. La successiva reinserzione in trazione può essere ottenuta azionando la levetta PAC. Infatti essendo le spazzoline l e 6 del Bm in continuità tramite il contatto 1b del commutatore CRA quando si è aperto (in seguito alla disinserzione) anche il contattore A, si verifica la rialimentazione della bobina del relé RaIII (attraverso il blocco 5 sul contattore A aperto). Il relé RaIII si potrà riaprire solo in seguito all'azionamento della levetta PAC quando viene portata a contatto con A, perché solo così si può far chiudere il contattore A, dopo di che il relé RaIII si diseccita.

Transizioni inverse con relé RAE escluso

Possono essere comandate due diverse manovre sercondo che si agisca sulla levetta PAC,portandola a contatto con R, oppure che si sposti la maniglia del Bm. Se si porta la maniglia del banco di manovra Bm in posizione di combinazione inferiore a quella in atto si verifica la o le transizioni inverse con le stesse modalità già descritte, in seguito alla disalimentazione del relé RR in modo da ottenere la retrocessione fino alla posizione zero

dell’avviatore, ottenendola direttamente per disalimentazione della spazzolina 6 dell’avviatore. Se invece la levetta PAC viene posta a contatto con R si verifica la chiusura del relé RaIII, il quale, aprendo i contatti 6-8, interrompe in un altro punto il circuito di alimentazione del relé RR per cui si ha la retrocessione dell’avviatore anche se le spazzoline 5 e 6 dello stesso rimangono alimentate. Quando l’avviatore giunge nella posizione zero si apre il contattore 1 il quale con il proprio blocco 2 toglie una seconda via per l’alimentazione dell’elettrovalvola del contattore A (quella proveniente dalla spazzolina 2 del Bm attraverso il blocco suddetto ed il blocco 1 sul contattore A chiuso) per cui mantenendo la levetta PAC a contatto con R rimane attratto il . relé RaIII e l’alimentazione alla elettrovalvola suddetta rimane attraverso la spazzolina 5 del Bm, il blocco 2 sul contattore A chiuso, il blocco 4 sul contattore B chiuso ed il blocco 1 su1 contattore 44 chiuso.

Manovre a mano dell’avviatore automatico e del combinatore motori

In caso di avaria all’apparato motore o al circuito di comando dell’avviatore o del combinatore motori è possibile ottenerne il funzionamento mediante la manovra a mano. Per l’avviatore automatico la manovra viene ottenuta portando il commutatore, posto di fianco all’avviatore stesso, dalla posizione «C» (chiuso) alla posizione «A» (aperto). Si ha con ciò, oltre alla accensione della lampadina indicante l’esclusione, anche l’apertura del circuito di forza del motorino; la disalimentazione dell’elettromagnete di comando della frizione, che rimane perciò disinnestata e la disalimentazione dell’elettromagnete di comando della leva di sensibilità, la quale mantiene però leggermente premuto il proprio rullo contro la ruota sagomata solidale al cilindro portacontatti in modo da sensibilizzarne il movimento. Con il motorino dell’avviatore escluso l’inserzione in trazione della locomotiva avviene nel modo già descritto in precedenza (occorre però che inizialmente sia posto nella posizione zero in modo da ottenere la chiusura del relé RaVIII). L’esclusione del reostato può essere ottenuta agendo sul volantino dell’avviatore facendolo ruotare con la dovuta gradualità in modo da regolare l’assorbimento della corrente entro i limiti consentiti, per ottenere lo sforzo di trazione ritenuto opportuno. Le transizioni alle combinazioni superiori si ottengono portando la maniglia del Bm nella combinazione immediatamente superiore e successivamente manovrando l’avviatore in modo da portarlo dalla posizione 31 alla posizione TS, dove vengono a trovarsi in continuità le spazzoline 12 e 11 dell’avviatore stesso. Quest’ultima porta l’alimentazione, attraverso il relé RTI diseccitato ed al relé Rcm, alle spazzoline 4 o 6 del CEM (secondo la posizione del relé Rcm) e quindi al relé RAcm attraverso la spazzolina 5. Il CEM si porta automaticamente nella posizione di combinazione comandata, realizzata la quale, si attiva la segnalazione relativa sull’indicatore ottico. Si può allora riprendere la rotazione manuale dell’avviatore per portarlo dalla posizione TS alla posizione di inizio del nuovo ciclo di esclusione graduale del reostato. Per il CEM l’esclusione viene ottenuta. come per l’avviatore, portando il commutatore in posizione «A». Per ottenere le variazioni delle combinazioni occorre eseguire la manovra a mano del CEM portandolo nella combinazione voluta quando l’avviatore, a seguito del posizionamento del Bm in corrispondenza di una combinazione superiore, avrà raggiunto automaticamente la posizione TS, o, per il posizionamento del Bm in una combinazione di marcia inferiore, quando l’avviatore è retrocesso fino alla posizione zero. Quest’ultimo, a transizione avvenuta, diretta o inversa, si porta automaticamente, rispettivamente dalla posizione TS alla posizione zero per dar luogo all’esclusione graduale del reostato, o dalla posizione zero alla 31.

Disinserzione della locomotiva per intervento del relé RTZ (successione di scato)

L’apertura del relé RTZ provoca la disinserzione rapida della locomotiva. Se si verifica l’intervento dell’interruttore extrarapido la disinserzione avviene a vuoto avendo il suddetto apparecchio già provveduto ad aprire il circuito AT da esso protetto. L’apertura del circuito di trazione quando la locomotiva è inserita, per intervento del relé RTZ si ha nei seguenti casi:
a) in seguito all’apertura dell’interruttore di comando pantografi, per disalimentazione del relé RTZ;
b) per intervento del pressostato di sicurezza PSS nel caso in cui la pressione in condotta del freno automatico sia scesa al di sotto di 3,5 Bar per intervento delle apparecchiature di sicurezza di ripetizione dei segnali in macchina o per altre cause (frenatura a fondo o azionamento di un rubinetto del freno di emergenza);
c) a interruttore extrarapido escluso, a seguito dello scatto di uno dei relé di massima corrente o differenziale relativi al circuito di trazione (con l’IR escluso la protezione dei gruppi MA è affidata alle valvole fusibili tipo Ferraz, mentre il RE non può essere erogato);
d) a seguito dell’abbassamento della tensione di alimentazione al di sotto di 1800 V per l’apertura del relé RTN.
L’apertura del relé RTZ avviene per disalimentazione della bobina ad eccezione del caso di intervento diretto dell’IR nel quale si ha l’interruzione del circuito di terra. L’interruttore extrarapido può essere escluso ruotando i coltelli AT e manovrando successivamente l’escluditore EIR la cui manovra è legata a quella dei coltelli AT suddetti. Portando l’EIR in posizione di IR escluso il circuito di terra del relé RTZ si chiude attraverso le spazzoline 6 e 5 dell’EIR stesso escludendo dal circuito il blocco 2c sull’IR chiuso. Inoltre, attraverso le spazzoline 1 e 2, sempre dell’EIR, viene inserita in parallelo alla bobina del relé RTZ, una resistenza da 33 ohm la quale, in caso di intervento di uno dei relé di massima corrente o differenziale, determina una maggiore caduta di tensione ai capi della bobina del segnalatore del relé scattato e quindi una sensibile riduzione della tensione ai capi della bobina del relé RTZ per cui questo si apre sicuramente. Sulle unità E 656.052÷112 e 201÷307 il circuito dei segnalatori di scatto dei relé di massima corrente e differenziali è modificato perché sono stati utilizzati degli apparecchi diversi. L’apertura del relé RTZ in una qualsiasi combinazione, a reostato escluso, dà luogo alla seguente successione di aperture:

1) Apertura relé RTZ;
2) Apertura contattori B e 29 per interruzione del circuito di terra delle rispettive elettrovalvole da parte del relé RTZ;
3) Apertura del contattore C per interruzione sul blocco 2 del contattore B chiuso;
4) Apertura del relé RaI per interruzione sul blocco 4 del contattore C chiuso;
5) Apertura dei contattori 32 e 33 per interruzione del circuito di terra sul relé RaI;
6) Apertura dei contattori 5÷28 per interruzione sui blocchi 4 dei contattori 32 e 33 chiusi;
7) Apertura dei contattori 1÷4 per interruzione sul blocco 4 del contattore 5 chiuso;
8) Apertura dei contattori A, 30 e 31 nonché di quelli della combinazione motori chiusi in quel momento (contattori 34÷51) per interruzione del blocco 4 sul contattore 1 chiuso;
9) Retrocessione a zero dell’avviatore per interruzione sui blocchi 1 dei contattori 34 e 43 chiusi;
10) Ritorno a pieno campo dei combinatori di indebolimento del campo dei motori di trazione per disalimentazione del relé RaII da parte della spazzolina 14 dell’avviatore. La successione delle aperture fino al punto 8) avviene in un tempo molto breve per cui è possibile ottenere la

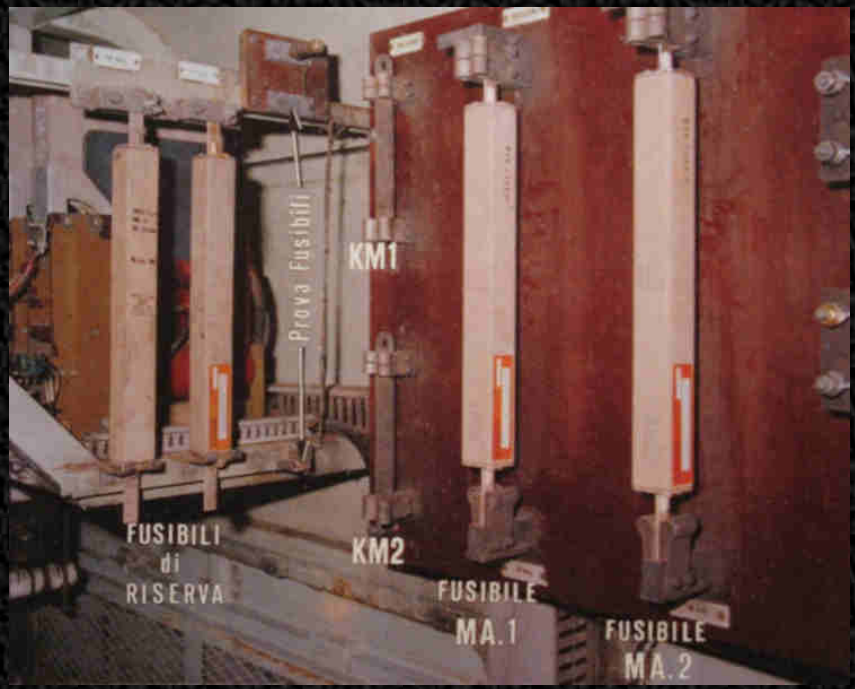
disinserzione della locomotiva, azionando in apertura l'interruttore di comando dei pantografi, in un tempo inferiore a quello nel quale avviene il distacco del pantografo dalla linea aerea.

I servizi ausiliari

Le apparecchiature dei servizi ausiliari a MT e BT consistono in: N. 2 gruppi motoalternatori (MA1 e MA2) composto ciascuno di:

Un motore a corrente continua a 3.000 V con doppio collettore, 4 poli ed avvolgimento di eccitazione in serie, della potenza di 95 kW;
Un alternatore trifase (G) da 125 kVA, 450 V, 60 Hz (Cos fi = 0,75);
Un complesso per la regolazione della velocità del gruppo, che funziona mediante immissione di corrente nell'avvolgimento di eccitazione, in aggiunta a quella circolante anche nell'indotto, tramite un ponte di raddrizzatori;
Un complesso per la regolazione della tensione in uscita dal generatore:
N. 2 Motocompressori tipo W 242 con motori da 17 kW (MC1 e MC2);
N. 2 Motoventilatori per motori di trazione (VM2 e VM3) da 21,3 kW, per i motori di trazione 34-5-6 e 7-8-9-10);
N. 2 Motoventilatori per motori di trazione (VMI e V,M4) da 17 kW (per i motori di trazione 1-2 e 34);
N. 7 Motoventilatori per il reostato da 1,3 kW (VRI, VR2, VR3, VR4, VR5, VR6 e VR7);
N. 2 Motoventilatori per le cabine di guida da 0,3 kW (Vca e Vcb);
N. 1 Trasformatore per carica batterie (TR) con relativo ponte raddrizzatore 450/24 da 3 kVA;
N. 1 Trasformatore per visiere termiche 450/33 da 1 kW (TRSVa e TRSVb);
N. 1 Trasformatore per presa rasoio 450/220 da 400 W (Tras);
N. 4 Radiatori da 2,1 kW ciascuno per il riscaldamento delle cabine di guida (RAla, RAlb, RA2a, RA2b);
N. 1 Motocompressore per il primo alzamento pantografi alimentato a 24 Volt corrente continua;
N. 1 Scaldavivande alimentato a 24 V c.c.;
N. 4 Visiere termiche alimentate a 33 V c.a. per riscaldamento vetri frontali;

Del circuito dei servizi ausiliari fanno parte inoltre relé di vario tipo, teleruttori, interruttori automatici, coltelli sezionatori, pulsanti, lampadine di segnalazione, diodi ecc. alimentati a 450 V c.a. trifase o a 24 V c.c. Ci sono poi altri apparecchi per servizi ausiliari analoghi a quelli esistenti nelle altre locomotive per illuminazione, alimentazione tachimetro Teloc, ecc. Nel circuito AT di ciascun motore a 3.000 V esistono le varie apparecchiature di sezionamento (coltelli KM), di protezione (valvole fusibili da 80 A) (foto sotto), relé differenziali RdMA) (foto a lato), di inserzione (contattori CM), di avviamento graduale (resistenze escludibili RMA da 30 ohm con relativi contattori di esclusione CER), di protezione contro correnti inverse (diodi DB con relative resistenze e gruppi RC in parallelo), e di misurazione (shunt amperometrici SHMA con relativi amperometri AMA nelle due cabine di guida). Ciascun alternatore è provvisto di un interruttore generale IG (composto oltre che dei tre contatti per le tre fasi, anche di un contatto



BT per il consenso per la chiusura del contattore CM di inserzione del motore a 3.000 V, in modo da poter attivare il gruppo MA solo quando l'alternatore è inserito nella rete) e di un complesso per la regolazione della corrente di autoeccitazione. Tale complesso è formato da un reattore trifase XL, da un trasduttore di corrente TAS e da un raddrizzatore RZG provvisto di limitatore di sovratensione SCG. Il reattore trifase XL è una reattanza trifase a traferro regolabile che serve per trasformare il segnale di tensione dell'alternatore in un segnale di corrente. Il trasduttore di corrente TAS, di tipo magnetico, ha tre avvolgimenti per ogni fase: in uno passa la corrente erogata alla linea alimentata dall'alternatore, che provoca perciò le amperspire proporzionali a detta corrente; in un altro passa la corrente proveniente dal reattore XL, che, perciò, provoca le amperspire proporzionali alla tensione all'uscita dall'alternatore; nel terzo vengono generate le amperspire uguali alla somma vettoriale delle due componenti precedenti (il segnale di tensione e quello di corrente sono sfasati tra di loro per cui il flusso determinato dai due segnali è sfasato nella stessa misura in modo che il flusso risultante sia la composizione dei due flussi). Questi ultimi avvolgimenti sono muniti di prese intermedie che consentono di ottenere la regolazione più opportuna per il normale funzionamento del complesso. Il trasduttore ha anche il compito di isolare elettricamente il campo dell'alternatore dai morsetti statorici. Le tre tensioni in uscita dal trasduttore passano al ponte raddrizzatore RZG, per cui sugli avvolgimenti di eccitazione arriva la corrente raddrizzata. All'atto dell'avviamento, attraverso un opportuno circuito che verrà descritto in seguito, viene erogata al circuito di eccitazione dell'alternatore, per determinarne il funzionamento iniziale, l'alimentazione da parte delle batterie accumulatori. Ciascun generatore alimenta, attraverso l'interruttore IRG, il complesso per la regolazione della velocità del gruppo. Tale complesso è formato da:

— Regolatore, a sua volta costituito da:
— Trasduttore di velocità TRAS;
— Circuito regolatore RG;
— Circuito di reazione REAZ;
— Sfasatore SFAS;
— Amplificatore di potenza ATR completo di tiristori di regolazione SCR1 e SCR2;
— Trasformatore di isolamento TRM;
— Complesso raddrizzatore formato dal ponte raddrizzatore RZM (completo di diodi con
— relativi gruppi RC in parallelo) e dal limitatore di tensione SCM;
— Trasduttore di corrente TACC.

Il funzionamento è il seguente:
Il trasduttore di velocità TRAS, alimentato dal generatore tramite il trasformatore TRS2, converte la frequenza della tensione di alimentazione trifase del generatore in un segnale proporzionale in tensione continua. Tale conversione avviene trasformando la tensione in segnali impulsi i quali vengono raddrizzati, squadrati, amplificati e trasformati, mediante un filtro passabasso, in una tensione continua. La conversione è tale da dare in uscita un segnale pari a 0,1 V per ogni Hz. Il segnale in uscita viene fatto entrare, assieme al segnale di corrente, preso attraverso il riduttore di corrente TACC, opportunamente elaborato nella apparecchiatura REAZ, nel regolatore RG. Il regolatore RG è un amplificatore operazionale al quale arriva, oltre ai due suddetti segnali, anche un segnale di riferimento. Dopo l'elaborazione esce dal regolatore RG un segnale che tiene conto in maniera particolare sia del valore della frequenza in entrata, paragonata a quella di riferimento (60 Hz), come pure della corrente assorbita, paragonata alla corrente massima ammissibile nel circuito di eccitazione. Nello sfasatore SFAS il segnale viene trasformato in due serie di impulsi, sincroni con la frequenza della tensione alternata di alimentazione, che vanno all'amplificatore di potenza con uno sfasamento variabile, rispetto all'inizio delle semionde della corrente alternata, in modo da determinare un ritardo variabile nell'accensione dei tiristori SCR1 e SCR2 posti nel circuito dell'autotrasformatore ATR, il quale alimenta il primario del trasformatore di isolamento TRM. Il secondario di quest'ultimo trasformatore (che serve appunto per isolare i circuiti elettronici della regolazione dal circuito AT del motore) alimenta il ponte raddrizzatore RZM, protetto dal limitatore di tensione SCM, che converte la corrente alternata in continua e che quindi circola nei campi del motore in aggiunta a quella che passa nell'indotto del motore stesso. In conclusione si può dire che la regolazione funziona in modo che, all'aumentare della tensione alla linea di contatto a 3.000Vcc. o al diminuire del carico l'aumento della velocità che ne conseguirebbe se non ci fosse la regolazione, viene contrastato dall'aumento della corrente che circola nel circuito di eccitazione e che determina un aumento della forza controelettromotrice nel motore. Nel circuito dei tiristori ciò comporta che viene diminuito il ritardo nell'accensione dei tiristori stessi rispetto all'inizio dell'impulso positivo (secondo il senso rispetto al quale sono inseriti) di ciascuno di essi. Inversamente si verifica quando diminuisce la tensione alla linea di contatto o aumenta il carico. Ciascun gruppo motoalternatore alimenta, tramite un gruppo commutatore sezionatore KA,una rete trifase.
Il gruppo motoalternatore 1 alimenta:

— Il motoventilatore motori 2: VM2 (21,3 kW);
— I motoventilatori del reostato: VR5, VR6 e VR7 (kW 1,3 ciascuno);

— Il motoventilatore motori 3: VM3 (21,3 kW);
— Il motocompressore: MC1 (17 kW);
— Il trasformatore per alimentazione relé RTSAI (TRA1). **Totali 63,5 kW.**

Il gruppo motoalternatore 2 alimenta:

— I due motoventilatori delle due cabine di guida: Vca e Vcb (0,3 kW ciascuno);
— I due trasformatori per visiere termiche: TRSVa e TRSVb (1 kW ciascuno);
— Il trasformatore per la carica delle batterie accumulatori: TR (3 kVA);
— I quattro radiatori per riscaldamento delle due cabine di guida: RAla, RA2a, RAlb e RA2b (2,1 kW ciascuno);

— Il motoventilatore motori 1: VM1 (17 kW);
— I quattro motoventilatori del reostato: VR1, VR2, VR3 e VR4 (1,3 kW ciascuno);
— II motoventilatore motori: VM4 (17 kW);
— Il motocompressore 2: MC2 (17 kW);
— Il trasformatore per alimentazione relé RTSA2 (TRA2). **Totali 68,6 kW.**

Ogni gruppo motoalternatore ha collegato all'albero un generatore GEU per l'intervento in caso di eccessiva velocità di rotazione del gruppo stesso. Detto generatore alimenta, tramite due diodi Zener (DZ) un relé elettronico RE. Quando il gruppo va in fuga il relé elettronico alimenta il relé RCn, il quale, eccitandosi interrompe il circuito di terra della bobina di chiusura del contattore CM di inserzione del motore a 3.000 V, che perciò viene disalimentato, e contemporaneamente provoca l'accensione di due lampadine di segnalazione (una per ciascuna cabina di guida) che rivela l'intervento del relé centrifugo. Un contatto sul relé stesso lo mantiene autoeccitato, per cui per fare riavviare il gruppo, dopo aver fatto gli accertamenti o le riparazioni, occorre togliere l'alimentazione alla bobina del relé stesso, e ciò si può fare aprendo l'interruttore automatico MA. I due generatori GEU dei due gruppi alimentano inoltre i due strumenti per indicare la frequenza delle due reti nelle due cabine di guida. Manovrando il commutatore Cf è possibile controllare la frequenza delle due reti dallo strumento in ciascuna cabina di guida.

Inserzione dei gruppi motoalternatori e dei relativi carichi (cadenzamento dei carichi)

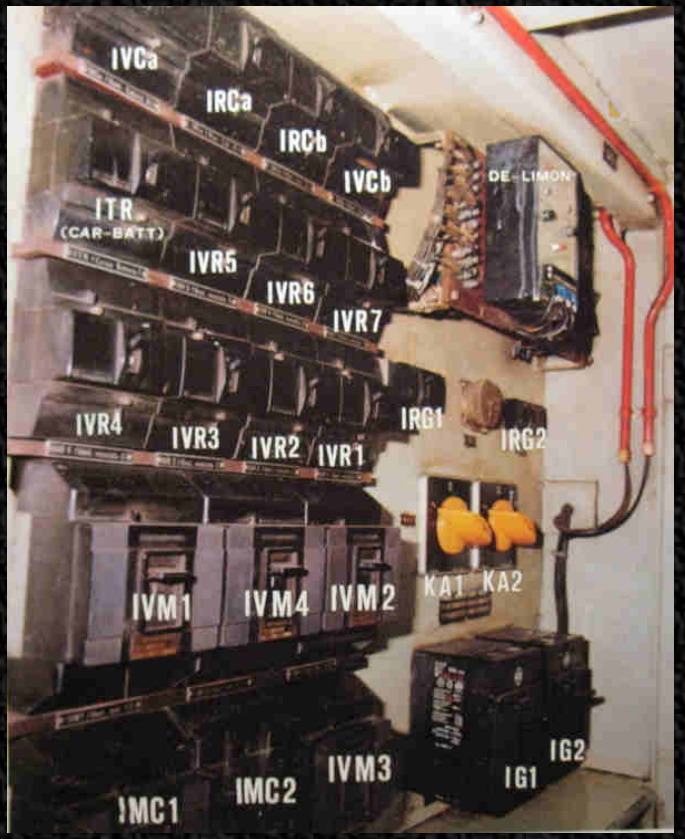
I gruppi motoalternatori possono essere inseriti azionando l'interruttore automatico MA posto nella cabina di guida dalla quale si comanda. In tal modo vengono alimentate le bobine dei contattori di inserzione dei motori a 3.000 V secondo il seguente circuito: + 24 V, interruttori del circuito di comando, contatti 5-1 del relé RTN eccitato, contatti 1-5 del relé RTR eccitato (il funzionamento dei gruppi motoalternatori può perciò avvenire solo quando c'è almeno un pantografo sollevato e la linea di contatto è alimentata a tensione non inferiore a 1.800 V), interruttore MA della cabina di guida che è stata attivata, coltello sussidiario del commutatore KA1 (KA1 e KA2 servono per la commutazione dei carichi, in caso di avaria di un gruppo, sull'altro) in posizione di MA1 inserito (I'alimentazione arriva anche al commutatore KA2 e va ad eccitare la bobina di chiusura del contattore di inserzione della parte AT del motoalternatore MA2 secondo un circuito che verrà descritto successivamente), interruttore automatico Ima1, contatto sussidiario sull'IRGl inserito, contatto sussidiario sull'interruttore automatico IG1 inserito, bobina di inserzione del contattore CM1, contatti 8-6 del relé Rcnl diseccitato, spazzoline 7 e 8 dell'EIR in posizione IR incluso, blocco sull'IR chiuso e terra. Con la chiusura del contattore CM1 vengono attivati i due seguenti circuiti, alimentati dall'interruttore automatico Ima1:

— resistenza Rel, diodo DE 1, avvolgimento di eccitazione del generatore G1, contatto sussidiario sul contattore CM1 chiuso e terra;
— contatto sussidiario sul contattore CM1 chiuso, bobina del relé ritardato Rrl, resistenza R 73 e terra; inoltre viene messo sotto tensione il morsetto positivo del relé elettronico antifuga e il morsetto 5 del relé Rcnl, che, all'atto della eventuale attivazione del relé Rcnl in caso di fuga del gruppo MA1, provvede alI'autoeccitazione del relé stesso per mantenerlo chiuso.

La chiusura dell'interruttore automatico MA determina, come già accennato anche la chiusura del contattore CM2 di inserzione del gruppo MA2 e l'alimentazione dell'avvolgimento di eccitazione del generatore G2 e della bobina del relé ritardato Rr4, attraverso le corrispondenti apparecchiature del gruppo MA2 (KA2, Ima2, IRG2, IG2, Rcn2, Re2 e DE2), nonché l'alimentazione del relè Rr8 il quale si chiude se l'invertitore sul banco di manovra non è disposto per un senso di marcia AV o IN per cui la ventilazione dei motori di trazione risulta ferma. I due gruppi si mettono in moto contemporaneamente con corrente iniziale di circa 100 A (dato che sono inserite nei circuiti le resistenze zavorra da 30 ohm). Dopo l'azionamento dell'interruttore automatico MA iniziano le sequenze per l'avviamento dei gruppi e per l'inserzione dei carichi. Dopo 4 secondi si chiudono i contatti dei relé ritardati Rrl e Rr4, determinando la alimentazione delle bobine di chiusura dei contattori CER1 e CER2, i quali, chiudendosi, provocano l'esclusione, dal circuito AT di ciascun gruppo, delle resistenze da 30 ohm. I gruppi accelerano perciò ulteriormente. Due contatti sussidiari, uno su ciascun contattore CER, chiudono i circuiti di alimentazione dei relé RTSA1 e RTSA2 (quest'utimo anche attraverso i contatti del relé Rcg diseccitato). Mano a mano che la tensione fornita dai due generatori aumenta, avvicinandosi ai valori nominali, i gruppi di regolazione della velocità intervengono svolgendo la loro funzione, e così pure si verifica per i complessi per l'autoeccitazione dei due generatori, che intervengono per sostituire l'alimentazione proveniente dalle batterie per la prima eccitazione, con quella proveniente dal proprio gruppo di regolazione (i diodi DE impediscono il ritorno della corrente verso le batterie). Quando la tensione nella rete 1 si avvicina al valore, nominale, la caduta di tensione ai capi della resistenza R 83, in parallelo alla bobina di comando del relé RTSA1, alimentata dalla rete 1 stessa attraverso il trasformatore TRA1 ed il raddrizzatore Rdzl, raggiunge un valore tale da provocare l'eccitazione del relé in questione. La chiusura del relé RTSA1 determina, con i contatti in parallelo, l'alimentazione (che arriva dal circuito di comando tramite l'interruttore automatico I U):

— della bobina del relé ritardato Rr2 che prende terra attraverso la resistenza R 74;
— della bobina del teleruttore TVR2.
Se l'interruttore automatico VD posto nella cabina di guida dalla quale si comanda è in posizione di inserito (comando diretto dei motoventilatori del reostato), oppure se, durante il funzionamento, la temperatura nelI'interno di uno dei due cassoni ventilati supera i 65°, la bobina del teleruttore TVR2 prende terra (o direttamente sull'interruttore automatico VD o attraverso uno dei termostati tarati a 65°). Il TVR2 si chiude alimentando a 450 V, tramite i rispettivi interruttori automatici IVR5, IVR6, IVR7, i ventilatori VR5, VR6 e VR7 del reostato, i quali entrano in funzione. Quando sono chiusi entrambi i TVR1 e TVR2 (per il TVR1 la chiusura avverrà secondo la successione delle sequenze di inserzione dei carichi sulla rete 2, come si vedrà in seguito), la terra alle due bobine dei teleruttori stessi avviene anche attraverso il seguente circuito: uno dei termostati tarati a 50° posti nei cassoni ventilati, contatto sussidiario sul TVR2 e contatto sussidiario sul TVR1. Ciò consente di far disinserire automaticamente i motoventilatori del reostato quando la temperatura nell'interno dei due cassoni ventilati è scesa al di sotto di 50°, nel caso però che non sia attivo il comando diretto (VD).
La fase descritta per la rete l avviene anche nella rete 2. Si rimanda però la descrizione per la rete 2 e si prosegue per la rete 1. Dopo altri 4 secondi si chiudono i contatti del relé Rr2, i quali, in parallelo, portano l'alimentazione (proveniente dall'interruttore automatico IU):

— alla bobina del relé ritardato Rr3, che prende terra attraverso la resistenza R 75;
— tramite l'interruttore automatico Ivm2 e un con tatto sussidiario posto sull'interruttore automatico trifase IVM2, alla bobina del teleruttore TVM2; se il comando dell'invertitore posto sul banco di manovra dal quale si comanda si trova in una delle due posizioni AV o IN, attraverso le spazzoline 6 e 5 dello stesso viene data la terra diretta alla resistenza R89 da 68 ohm 50 W disalimentando la bobina del relè Rr8 per cui quest'ultimo rimane aperto e attraverso i suoi contatti 8-6 e 7-5 stabilisce una continuità di terra alla bobina del relè Rr7 che si chiude dopo 4" alimentato da RTSA2 e alla bobina del TVM2 che, chiudendosi, provoca il funzionamento del ventilatore 2 relativo ai motori di trazione 3, 4, 5 e 6.
Dopo altri 4 secondi si chiudono i contatti del relé Rr3, i quali, in parallelo, portano l'alimentazione:



—tramite l'interruttore automatico Ivm3 e il contatto sussidiario sull'interruttore automatico trifase IVM3 alla bobina del teleruttore TVM3; tale teleruttore, prende terra attraverso i contatti 5-1 del relé ritardato Rr7 il quale, come si vedrà successivamente, si è eccitato in una fase precedente, relativa alla successione delle inserzioni dei carichi sulla rete 2. La chiusura del TVM3 provoca l'entrata in funzione del ventilatore motori 3 relativo ai motori di trazione 7, 8, 9 e 10;

—agli interruttori automatici C1 sui cruscotti delle due cabine di guida; se l'interruttore C1 della cabina di guida che è stata attivata è inserito, l' alimentazione passa alla bobina del relé ritardato

RrCl, che prende terra attraverso la resistenza R 80, un contatto sussidiario sull'interruttore automatico trifase IMC1, il diodo D 117 ed il pressostato RP (se la pressione dell'aria compressa nei circuiti pneumatici è inferiore a 8 Bar) dopo il diodo D 117 il circuito può essere collegato a terra anche attraverso l'interruttore automatico CD della cabina di guida dalla quale avviene il comando, posto nella posizione di inserito. Dopo altri 4 secondi, se sussiste una delle due condizioni per cui il circuito di attivazione del motocompressore 1 prende terra, si chiude il relé RrCl che determina, con i contatti in parallelo, l'alimentazione:

— della bobina del relé ritardato RrEl, che prende terra attraverso la resistenza R 79;
—della bobina del teleruttore TMC1 che prende terra diretta e si chiude alimentando il motore del compressore che entra in funzione senza però alimentare il circuito dei servizi pneumatici fino a quando non si sarà eccitata l'elettrovalvola EVdcl. Dopo altri 4 secondi si chiudono i contatti del relé ritardato RrE 1, che determina, con i contatti in parallelo;

l'eccitazione della elettrovalvola EVdcl la quale chiude lo scarico dell'aria in uscita
dal compressore 1 verso l'atmosfera; il compressore 1, che si era potuto avviare a vuoto, può ora pompare l'aria nei circuiti pneumatici. La descrizione fatta per l'inserzione graduale dei carichi sulla rete 1, può essere ripetuta per quelli della rete 2 partendo dalla chiusura del contattore CER2 (che avviene contemporaneamente a quella del CER1). La temporizzazione della inserzione dei carichi inizia quando la caduta di tensione ai capi della resistenza R 84, alimentata dalla rete 2 tramite il trasformatore TRA2 ed il raddrizzatore Rdz2, provoca l'eccitazione del relé RTSA2 (sul circuito in questione oltre al contatto sul contattore CER2 chiuso c'è anche il consenso sui contatti 5-7 del relé Rcg che, come vedremo, interviene per determinare una temporizzazione dei carichi diversa quando, per avaria ad un motoalternatore, per cui lo stesso viene escluso, occorre realizzare una successione unica). La chiusura dei contatti del relé RTSA2, determina, con i contatti in parallelo, le seguenti alimentazioni:
— della bobina del relé ritardato Rr5 che prende terra attraverso la resistenza R 77;
— della bobina del relé ritardato Rr7 che prende terra attraverso la resistenza R 88, il diodo d 111 e contatti 8-6 di Rr8 aperto.
— attraverso il diodo d 114, della bobina del teleruttore TVR1; quando esiste la continuità dei circuiti di terra dello bobina suddetta, uguali a quelli descritti per il teleruttore TVR2, il TVR1 si chiude alimentando, tramite gli interruttori automatici trifasi IVRI, IVR2, IVR3 e IVR4 i ventilatori del reostato VR1, VR2, VR3, e VR4 i quali entrano in funzione. Dopo 4 secondi si chiudono i contatti del relé Rr7 che determina:

— con i contatti 5-1, la chiusura del circuito di terra della bobina del teleruttore TVM3 che, come già descritto in precedenza, si chiude provocando la ventilazione dei motori 7, 8, 9 e 10;
— con i contatti 6-2, la predisposizione del circuito di terra della bobina del teleruttore TVM4, la cui chiusura, come si vedra, è subordinata alla eccitazione deì relé ritardato Rr6. Contemporaneamente alla chiusura dei contatti del relé Rr7 avviene la chiusura anche dei contatti del relé Rr5 i quali, in parallelo, determinano l'alimentazione:

—della bobina del relé ritardato Rr6 che prende terra attraverso la resistenza R 78;
—tramite l'interruttore automatico Ivml ed il contatto sussidiario posto sull'interruttore trifase IVMI. della bobina del teleruttore TVMl; tale bobina prende terra attraverso le spazzoline 6 e 5 del comando dell'invertitore di marcia posto nella cabina di guida dalla quale si comanda, posto nella

posizione AV o IN, per cui il TVM1 si chiude ed alimenta il motoventilatore dei motori di trazione 1 e 2. Dopo altri 4 secondi si chiudono i contatti del relé ritardato Rr6, i quali, in parallelo, alimentano:

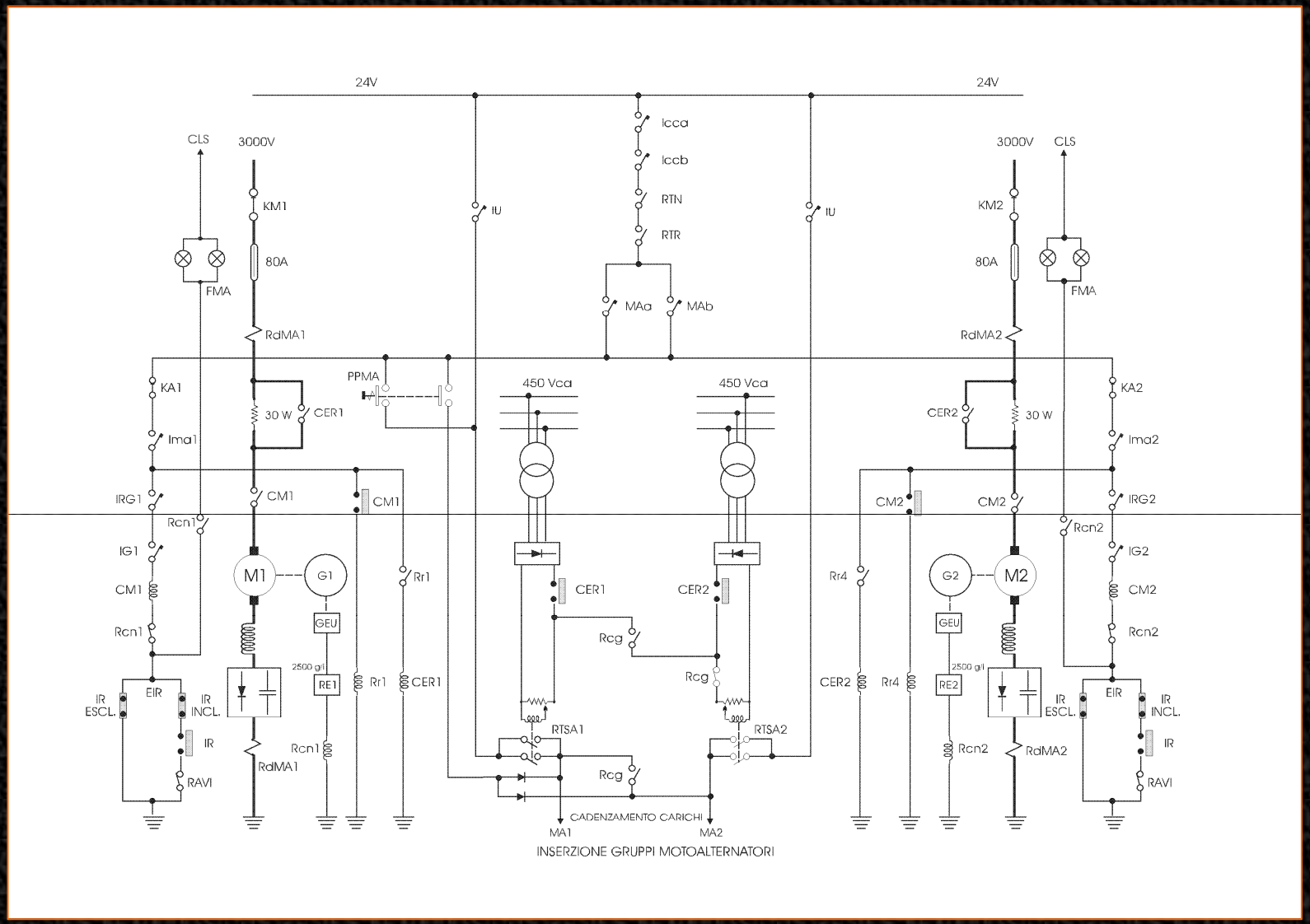
—tramite l'interruttore automatico Ivm4 ed il contatto sussidiario posto sull'interruttore automatico trifase IVM4, la bobina del teleruttore TVM4 che prende terra sul relé Rr7, per cui il TVfM4 si chiude alimentando il motoventilatore 4 relativo ai motori di trazione 11 e 12;
—gli interruttori automatici C2 nei cruscotti delle due cabine guida; se l'interruttore automatico posto nella cabina di guida che è stata attivata è inserito, si alimenta la bobina del relé RC2, che prende terra attraverso un contatto sussidiario dell'interruttore automatico IMC2, il diodo d 117 ed il regolatore di pressione RP. Come per il motocompressore MCl il circuito può essere collegato a terra attraverso l'interruttore automatico CD della cabina di guida che è stata attivata posto nella posizione di inserito. I contatti del relé RC 2 in parallelo, alimentano:

—la bobina del relé ritardato RrE2 che prende terra attraverso la resistenza R 82;
—la bobina del teleruttore TMC2 che prende terra diretta e perciò il teleruttore si chiude alimentando il motocompressore 2 che inzia a ruotare.
Dopo altri 4 secondi si chiudono i contatti in parallelo del relé ritardato RrE2 i quali determinano la eccitazione e la chiusura della elettrovalvola EVdc2 la quale svolge, per il gruppo motocompressore MC2, la stessa funzione descritta per la EVdcl rispetto al MC1. Gli altri utilizzatori alimentati dalla rete 2 entrano in funzione nella seguente maniera:

—Il gruppo di carica delle batterie accumulatori: mano a mano che aumenta la tensione nella rete 2 secondo lo stato di carica delle batterie stesse
—Le visiere termiche secondo la necessità dietro comando da parte del p.d.m. come pure la presa rasoio.
—I motoventilatori e le batterie riscaldanti delle cabine di guida: secondo la posizione di un commutatore a 5 posizioni posto in ciascuna delle cabine di guida e comandato dal personale secondo le proprie necessità e funzionante nel modo che verrà descritto in seguito parlando delle cabine di guida. Per escludere un gruppo motoalternatore, in caso di avaria. è sufficíente ruotare il corrispondente commutatore KA1 o KA2 dalla posizione I alla posizione II. In tal modo si realizza il parallelo delle due reti e contemporaneamente si interrompono tutte le alimentazioni al circuito di comando a BT. Se si è verificata una scarica a massa nel circuito AT a monte del contattore CM (resistenza zavorra da 30 ohm, valvola fusibile o relé differenziale) occorre escludere completamente il circuito AT aprendo il corrispondente coltello sezionatore KM1 o KM2. Dato che la potenza complessiva installata è superiore a quella disponibile da parte di un solo generatore (132,1 kW contro 95 kW) occorrerà regolare opportunamente i carichi in modo che il gruppo MA che rimane in funzione possa sopportarli. La sequenza delle inserzione dei carichi, in caso di esclusione di un MA, viene variata secondo quanto indicato nello schema allegato, dove sono indicate anche le successioni separate dei due MA quando sono entrambi efficienti, già descritte in precedenza. Tale variazione viene ottenuta con la manovra del relativo commutatore, che, con il contatore sussidiario alimenta la bobina del relé **Rcg**, la quale prende terra attraverso l'EIR in posizione di IR incluso ed il blocco sull'lR chiuso.
L'attivazione di tale relé provoca:

—l'esclusione dal circuito di inizio sequenza inserzione carichi, del relé RTSA2 e del relativo circuito di alimentazione, per cui, dopo la chiusura del contattore CNSl o CM2 del relé Rrl o Rr4 e del contattore CER1 o CER2, le fasi iniziano con la chiusura del relé RTSA1, nel cui circuito c'è inserito il contatto sussidiario del CER in funzione, qualunque sia;

—l’inizio delle fasi che avviene regolarmente, come descritto in precedenza, sulla rete 1, con la sovrapposizione delle sequenze in corrispondenza della chiusura della bobina del relé ritardato Rr3 che, attraverso i contatti 6-2 del relé Rcg eccitato, porta l’alimentazione anche alle bobine dei relé ritardati Rr5 ed Rr7 e del teleruttore TVR1, dando così inizio alla successione della inserzione dei carichi della rete 2, mentre nella rete l prosegue la successione già iniziata. L’unica variazione a questa sovrapposizione ritardata delle due successioni è quella della chiusura del teleruttore TVM3, che si chiude con la chiusura dei contatti del relé Rr7 che, in questo caso, trovandosi nella rete 2, si chiude più tardi determinando perciò la chiusura del teleruttore TVM3 nella fase successiva.



Lampadine di segnalazione

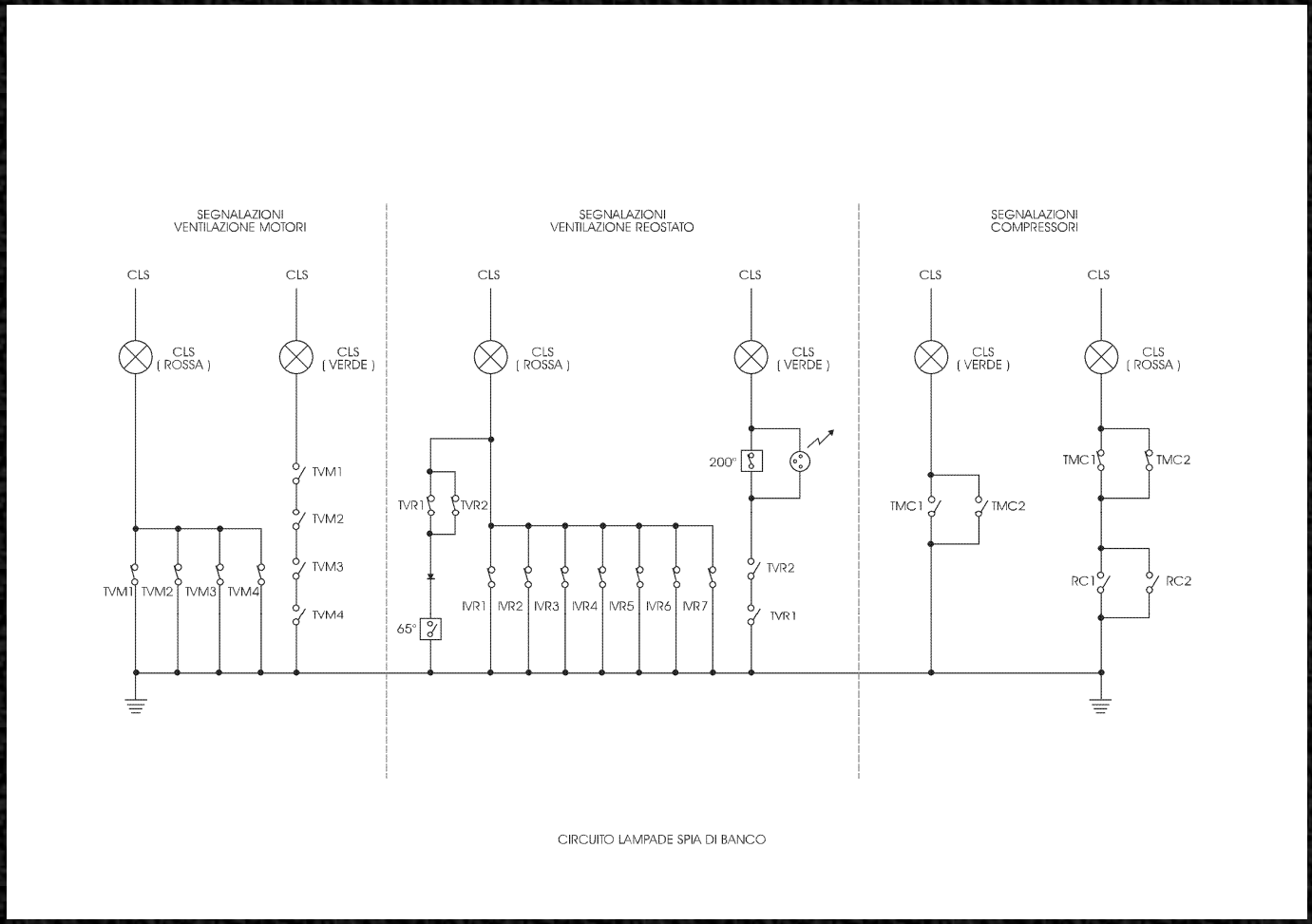
— Segnalazione ventilazione dei motori di trazione. Esistono due lampadine per ogni cabina di guida:

a) a luce verde, la cui accensione segnala il funzionamento;
b) a luce rossa, la cui accensione segnala la presenza di anormalità.
I circuiti sono i seguenti:

Lampadine verdi: + 24 V, resistenze R 6l e R 62 in parallelo a pulsanti di attenuazione della intensità luminosa, lampadine LsVM, contatti sussidiari in serie sui teleruttori TVM1, TVM2, TVM3 e TVM4 e terra. Se i teleruttori sono chiusi, e quindi sono chiusi anche i rispettivi interruttori automatici, dato che il consenso per la chiusura di ciascun teleruttore viene preso attraverso un contatto sussidiario di ciascun interruttore automatico, si ccendono le lampadine verdi. Se un teleruttore o un interruttore automatico non è chiuso o si apre, la lampadina resta spenta o si spegne.
Lampadine rosse: + 24 V CLS, lampadine rosse LsVMf, contatti in parallelo sui teleruttori TVM1, TVM2, TV,M3 e TVM4 e terra. Se un teleruttore è aperto le lampadine rosse si accendono. Se sono accese le lampadine rosse devono essere spente le verdi, e viceversa.
—Segnalazione ventilazione reostato. Esistono due lampadine per ogni cabina di guida:
a) a luce verde, la cui accensione a luce fissa segnala il normale funzionamento (teleruttori TVR1 e TVR2 chiusi a temperatura nell'interno dei due cassoni ventilati inferiore a 200°);
b) a luce rossa la cui accensione segnala la presenza di anormalità.
I circuiti sono i seguenti:
Lampadine verdi: + 24 CLS, resistenze R 63 e R 64 in parallelo ai pulsanti di attenuazione dell'intensità luminosa, lampadine verdi LsVR, termostati tarati a 200°, contatti sussidiari in serie sui teleruttori TVR2 e TVRI e terra. Quando la temperatura nell'interno di uno dei due cassoni ventilati supera i 200°, si apre il contatto del relativo termostato per cui viene inserito, nel circuito di terra delle lampadine, l'intermittore che determina la pulsazione della luce delle lampadine verdi. Lampadine rosse: + 24 CLS, contatti sussidiari in parallelo sugli interruttori automatici IVR1, IVR2, IVR3, IVR4, IVR5, IVR6 e IVR7 e terra, oppure contatti sussidiari in parallelo sui teleruttori TVR1 e TVR2 chiusi e, sempre in parallelo, termostati tarati a 65° e terra. Le due lampadine di ciascuna cabina (quella verde e quella rossa) dovrebbero essere normalmente una spenta e l'altra accesa. Può però verificarsi il caso che siano entrambe accese (quella verde eventualmente anche a luce pulsante) quando, con la ventilazione del reostato attiva, si apre uno degli interrutori IVR1÷IVR7.
—Segnalazione funzionamento motocompressori. Esistono due lampadine di segnalazione per
ciascuna cabina di guida, una a luce verde la cui accensione segnala il normale funzionamento di
uno od entrambi i motocompressori (TMC1 e TMC2 chiusi entrambi o uno solo); l'altra a luce rossa la cui accensione segnala la presenza di anormalità. I circuiti sono i seguenti:

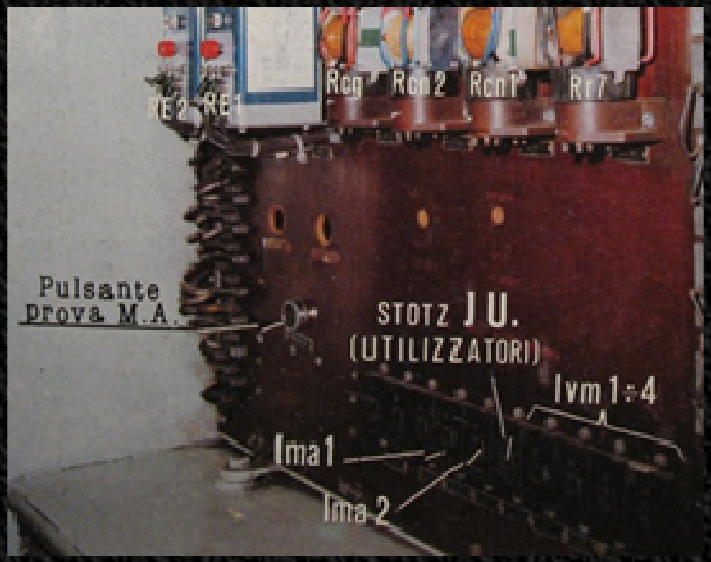
Lampadine verdi: + 24 V CLS, resistenze {R 65 ed R 66 in parallelo ai pulsanti di attenuazione dell'intensità luminosa, lampadine LsMC, contatti sussidiari in parallelo sui teleruttori TMC1 e TMC2 e terra. La mancata chiusura o l'apertura di entrambi i teleruttori determina la mancata accensione

o lo spegnimento delle lampadine verdi. Lampadine rosse: + 24 V CLS, lampadine rosse Ls MCg, contatti sussidiari in parallelo sui teleruttori TMC1 e TMC2, contatti 2b - la del pressostato RP attivo (pressione dell'aria compressa nei circuiti pneumatici inferiore a 8 Bar) oppure interruttore automatico CD della cabina di guida dalla quale si comanda chiuso e terra. Le lampadine rosse si accendono quando, con pressione dell'aria inferiore a 8 Bar o con interruttore automatico CD chiuso, non si chiude o si apre uno dei due teleruttori TMC1 o TMC2. Può pertanto verificarsi che entrambe le lampadine di ciascuna cabina di guida siano accese (lampadina verde e lampadina rossa): significa che un teleruttore non si è chiuso o si è aperto quando sussistono le condizioni già dette (relative alla pressione dell'aria compressa o alla posizione dell'interruttore automatico CD).



CIRCUITO LAMPADE SPIA DI BANCO

Pulsante prova motoalternatori (PpMA)



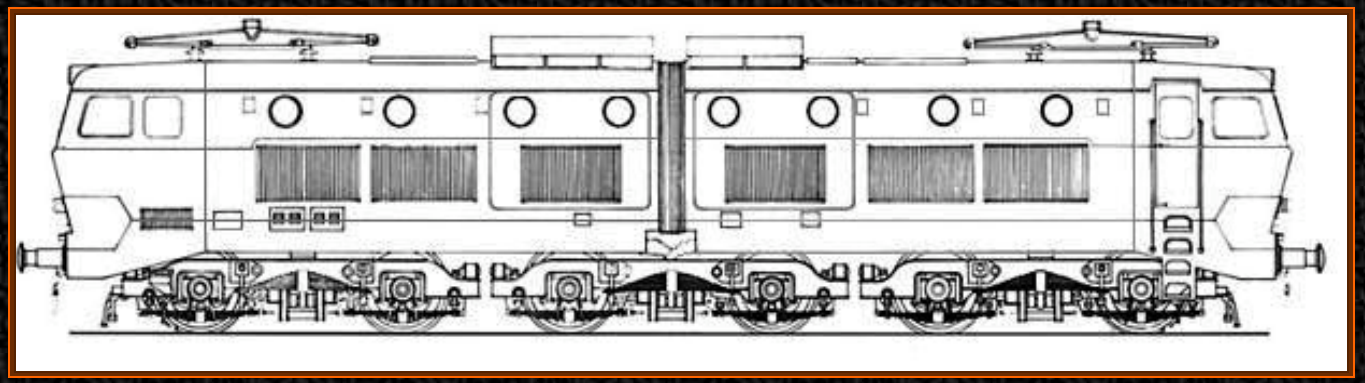
Il pulsante di prova del funzionamento dei due motoalternatori (foto) si trova nel quadro posto incorridoio lato cabina posteriore e serve per verificare l'efficienza del circuito a 24 V dei duegruppi MA. L'azionamento di tale pulsante, **che deve avvenire a pantografi abbassati**, con IR chiuso, invertitore di marcia a mano in posizione AV o IN, interruttori automatici CD e VD chiusi nella cabina di guida che è stata attivata, determina la alimentazione diretta del circuito di chiusura degli apparecchi di inserzione dei due gruppi MA e del circuito di inizio delle sequenze di inserzione dei carichi sulle due reti o sulla rete unica nel caso di esclusione di un gruppo MA. La successione della inserzione dei carichi ovviamente non è subordinata alla chiusura dei relé RTSA1 e RTSA2 che, come detto, sono legati all'alimentazione delle due reti trifasi. In caso di azionamento del pulsante PpMA la sequenza può aver luogo in quanto un contatto del pulsante stesso và ad alimentare direttamente i relé ritardati Rr2, Rr5 e Rr

Le E 656 dalla 201 alla 251…….. dalla 159 alla 200

A parte qualche male di gioventù che ha afflitto la prima serie di macchine (frequenti rotture delle ciabatte portablocchi dei contattori), le E 656 hanno convinto pienamente i tecnici F.S. a tal punto che nel 1975, quando era tutt'ora in corso di consegna della serie 001 – 104, ordinarono nel 1975, una seconda fornitura di 50 macchine (201 – 251) che vennero consegnate completamente nel 1980 e di 41 macchine (159 – 200) ordinate tra il 1981 e finite di consegnare nel 1983.

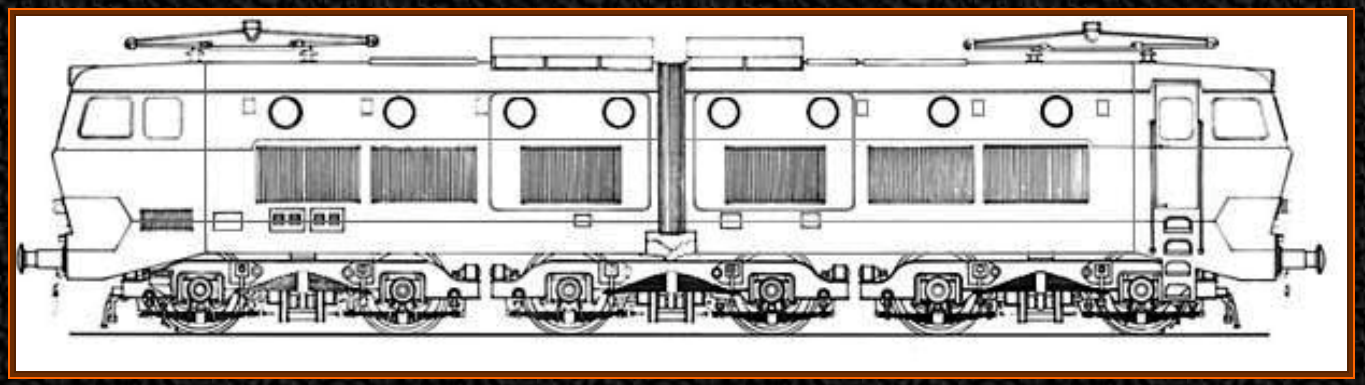
Parte meccanica

la cassa delle locomotive dalla 201 alla 251



La cassa di questo lotto di macchine è identica a quella delle unità che vanno dalla 252 alla 307, con il telaio irrobustito; ne differiscono solamente per le dimensioni dei portelloni, situati presso l'articolazione centrale lato cabina A.T., che sono di dimensioni maggiori per permettere lo smontaggio dei cassoni dove è installato il gruppo convertitore statico

la cassa delle locomotive dalla 159 alla 200



Perfettamente identica alla serie 201 - 251, ma la fanaleria, come possiamo vedere dalla foto, è stata modificata, con l'adozione di fanali rossi per le segnalazioni di coda delle stesse dimensioni dei gruppi ottici normali ma con cornici di fissaggio più rientrate.

Parte elettrica

La parte elettrica delle locomotive che vanno dalla 201 alla 251 è perfettamente identica alla serie precedentemente descritta per cui per una conoscenza approfondita rimando a pag.18. Invece l'I.R. è stato modificato nella parte a bassa tensione, con l'introduzione del "pannello di sgancio rapido PSIR" per consentire il suo scatto attraverso le protezioni del convertitore.

I servizi ausiliari

Il gruppo convertitore statico (E 656 200 esclusa)

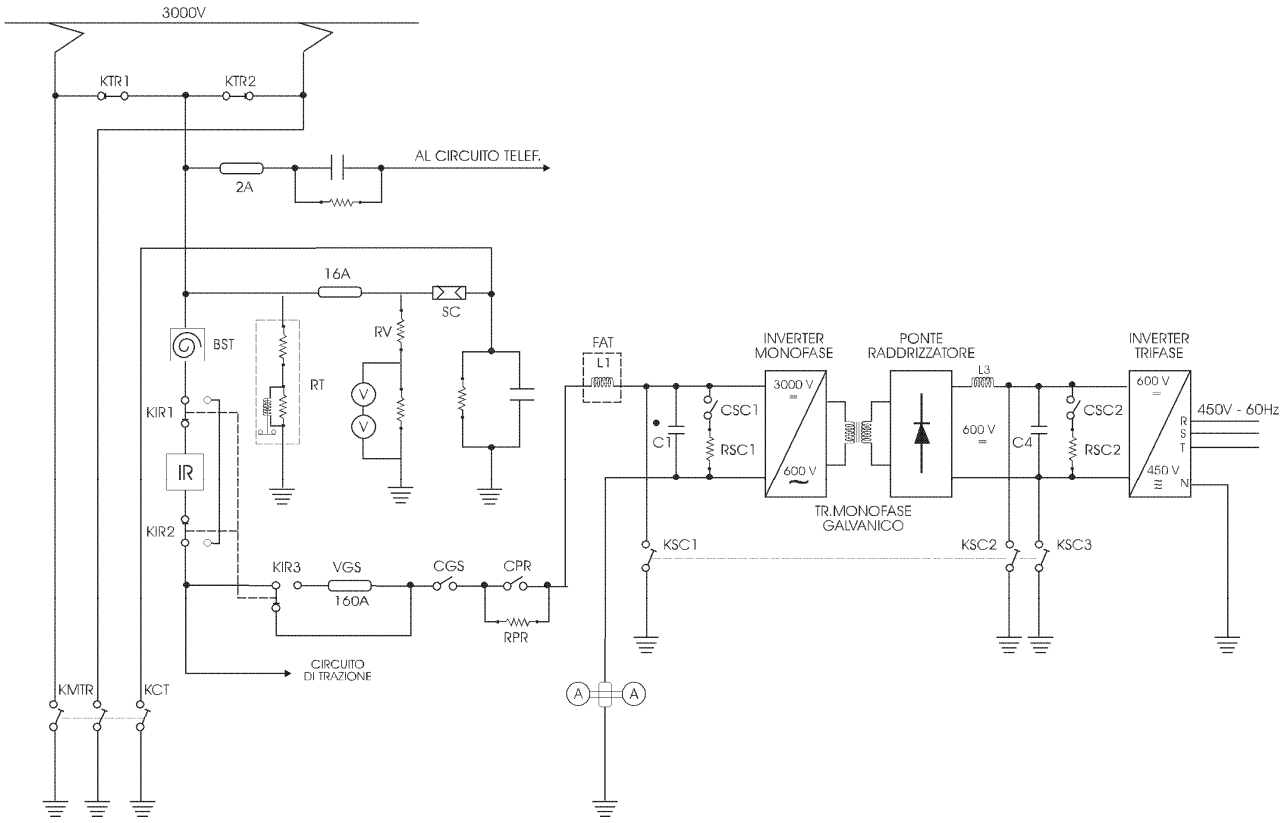
Una grande ed importante modifica è stata fatta agli ausiliari di questo gruppo di macchine; i 2 gruppi motoalternatori e circuiti connessi, sono stati eliminati per far posto al nuovo gruppo “convertitore statico” da 180 KVA di progettazione Ansaldo. Anche il circuito di comando ovviamente ha subito modifiche per pilotare, ed essere pilotato, da questa nuova apparecchiatura; Il convertitore statico, trasforma la tensione 3000 Volt in continua della linea, in corrente alternata trifase a 450 Volt 60 Hertz, necessaria ad alimentare i servizi di bordo. Il suo funzionamento è completamente elettronico, ha una propria logica di comando e non presenta parti elettromeccaniche (a parte i contattori di inserzione, carica, precarica e scarica). Il convertitore in caso di malfunzionamento, ha numerose protezioni che intervengono per garantirne l’integrità e in caso di blocco temporaneo, si riavvia entro 4 secondi. L’unico grosso problema è che in caso di avaria permanente essendo un gruppo solo, bisogna chiedere la locomotiva di riserva per la mancata ridondanza. Questo nuovo alimentatore venne sperimentato sulle E 656 033 e 034 ed è stato il primo caso di applicazione nel parco F.S. di tale apparecchiatura; La decisione di equipaggiare la locomotiva con questo sistema di alimentazione degli ausiliari, era dettato dal fatto che l’elettronica aveva raggiunto una grande affidabilità, in più c’era di mezzo un fatto di riduzione dei costi che per un’azienda come le F.S. non è cosa da sottovalutare; in più su un parco macchine consistente come diventeranno le E 656. Nonostante le buone speranze, questi convertitori nel corso dell’esercizio, hanno denunciato una serie di inconvenienti non gravi, ma tali da mettere fuori uso la locomotiva. Questa serie di problemi indussero le F.S. ad apportare le necessarie modifiche e a studiare un nuovo sistema ridondante che, come vedremo più avanti, risultò veramente buono e affidabile.

Le caratteristiche del convertitore, sono le seguenti:

- Tensione nominale di alimentazione 3400 Volt
- Campo di tensione di funzionamento 2000 – 4200 Volt
- Tensione erogata in uscita 450 Volt in tensione alternata trifase
- frequenza della tensione nominale 60 Hetrz +/- 2%
- potenza nominale 180 KVA
- fattore di potenza (cos phi) 0,8
- sovraccarico ammissibile durante l’avviamento dei carichi 260 KVA
- rendimento in uscita, a pieno carico 88%
- tensione nominale dell’alimentatore della logica di comando 24 Volt, minima 18 Volt, massima 36 Volt
- temperatura ambiente di funzionamento -25° + 40° C

Vediamo insieme come è composto:

come possiamo vedere dallo schema, (sotto) la derivazione dell'alimentazione del convertitore, si trova a valle dell'I.R.; poi abbiamo la valvola fusibile da 160 Ampere, proseguendo incontriamo il Filtro Alta Tensione (FAT) con il contattore di inserzione (CGS) , il contattore di precarica (CPR) con la relativa resistenza di precarica (RPR), l'induttanza L1 e il condensatore C1. Completano il filtro d'ingresso il contattore e la resistenza di scarica CSC 1 e RSC 1. Incontriamo il primo stadio del convertitore "l'inverter monofase" , il trasformatore, il raddrizzatore con il filtro di livellamento L3 e C4, con il contattore e la resistenza di scarica CSC 2 e RSC 2, infine il secondo stadio di conversione che trasforma la tensione continua livellata in alternata trifase…….vediamo come funziona sempre prendendo come riferimentolo schema;



SCHEMA A BLOCCHI DEL CONVERTITORE A.T. - M.T. PER S.A.

A locomotiva completamente abilitata bisogna chiudere l'interruttore GS sul banco di manovra (ex int. MA) adesso se:
la tensione di linea è superiore a 2000 Volt;
le batterie del circuito di comando hanno una tensione superiore a 18 Volt;
Il commutatore carichi in corridoio è in posizione 1;
stotz chiusi
I.G……interruttore generale trifase
IVGS……interruttore ventilatori gruppo statico
ICL……...interruttore(a bassa tensione) consensi logica di controllo
IPP……...interruttore(a bassa tensione) positivo privilegiato controllo
IAS……...interruttore(a bassa tensione) alimentatore stabilizzato
IGS……...interruttore(a bassa tensione) protezioni contattori CGS e CPR
ICSC…… interruttore(a bassa tensione) protezioni contattori CSC1 e CSC 2
ICMT……interruttore(a bassa tensione) commutatore bitensione 1500/3000 in posizione 3000,

Il relè di minima tensione RTB1 da il consenso per l'inserzione dell'alimentatore stabilizzato. Adesso con i consensi dati dall'alimentatore stabilizzato e dal pannello PSIR, avviene la chiusura del contattore d'inserzione CGS che inserisce il gruppo alla linea di alimentazione iniziando la carica del filtro attraverso la resistenza di precarica RPR. Dopo circa 2 secondi, a carica avvenuta, viene chiuso il contattore CPR che "shunta" la resistenza RPR; adesso lo stadio primario, il trasformatore, ed il filtro L3 e C4 sono alimentati alla tensione nominale; di conseguenza anche lo stadio secondario è alimentato alla stessa tensione livellata e nel giro di 10 secondi, dall'inserzione, con lo sblocco degli impulsi di accensione dell'inverter si avrà il copleto avviamento del gruppo di conversione, rilevabile dall'indicazione del voltmetro sul banco. Per non correre il rischio di mandare in sovracarico il convertitore, gli asincroni vanno inseriti uno appresso all'altro. Nella foto a fianco, possiamo vedere che al posto dei commutatori carichi e degli interruttori degli alternatori, ovviamente c'è il quadretto segnalazioni delle eventuali avarie, il pulsante di riassetto in caso di blocco permanente e il pulsante per la prova a vuoto. Come vedremo adesso, il convertitore è protetto contro eventuali gravi danni da una serie di protezioni; nello schema appresso possiamo vedere la configurazione delle spie luminose ed il loro significato. Tutti gli interventi delle protezioni, che provocano il blocco permanente del convertitore, vanno riassettati con l'apposito pulsante in corridoio. (foto sopra)

TENSIONE DI LINEA	TENSIONE CONTINUA INTERM.	PROTEZIONE STADIO A.T.	PROTEZIONE STADIO M.T.
RIPARTIZIONE TENSIONE DI LINEA	TENSIONE USCITA	SOVRACCARICO STADIO INTERMEDIO	APERTURA IR
AVARIA ALIMENTAZIONE	AVARIA LATO CARICO		PROVA A VUOTO
AVARIA MOTOVENTILATORI			

Quadretto di segnalazione e avarie (in corridoio)

Anormalità al G.S.

Mancato avviamento G.S.

1) Controllare le chiusure dei seguenti stotz: **IG - IVGS - ICL - IPP - IAS – IGS - ICSC - ICMT** (ove esiste 3000÷1500V).
2) Verificare chiusura **RTR e RTN** e comunque sostituirli (utilizzare **RalI**)
3) Abbassare i pantografi ed effettuare prova a vuoto pigiando il pulsante PpGS; se positiva cambiare banco; se non parte aprire il bipolare per qualche minuto, reinserirlo e riprovare (nell'occasione controllare apertura CSC1 e CSC2 e relativi micro). Altro tentativo escludere IR
4) Se la prova a vuoto è negativa invertire **RFSD e RAS.** Eventualmente sostituire con RCM

Arresto G.S. in blocco permanente

1) Prendere visione, sul quadro segnalazioni in corridoio, della causa.

- TENSIONE DI LINEA; sul banco di manovra, la spia gialla "BATT" indica normale funzionamento
- AVARIA ALIMENTAZIONE;
- RIP. TENSIONE DI LINEA;
- TENS. CONT. INTERM - TENS. USCITA;
- PROTEZ. STADIO A.T
- SOVRACC. STADIO INTERM;
- PROTEZ. STADIO M.T;
- APERTURA I.R
- ARRESTO TEMPORANEO; provoca il blocco temporaneo del gruppo; spia blu B.T. sul banco. Riavviamento dopo 4 secondi

2) Per il riassetto:
a) Aprire interruttore G.S. sul banco.
b) Attendere 20".
c) Premere pulsante di ripristino (**PrGS**) in corridoio.
d) Chiudere interruttore G.S. sul banco.
Nel caso di segnalazione "Avaria lato carichi" (ripetuta senza scatto stotz) occorre, prima della reinserzione del G.S., aprire gli stotz trifasi relativi ai carichi ad eccezione di IVGS - IG. Con gruppo inserito e consensi per l'inserimento di tutti gli utilizzatori, chiudere i vari stotz trifasi singolarmente, osservando la temporizzazione, fino a localizzare il carico in avaria.