PASSAGGI A LIVELLO
(Apparecchiature e circuiti)

1- Generalità

Fra rete ferroviaria e rete stradale sono inevitabili *intersezioni* con attraversamenti strada-rotaia che possono trovarsi alla *stessa quota*, cioè *a raso*, oppure a *quote diverse*.

Il primo caso è quello dei *passaggi a livello* (PL) che non possono eliminare soggezioni alle due correnti di traffico.

Il secondo caso comporta costose *opere sostitutive* (cavalcaferrovie, sottopassi, gallerie o modifiche di tracciato) ma consente flussi di traffico su strada e su rotaia del tutto indipendenti fra loro.

Da tempo sono state eseguite o programmate molte di dette opere sostitutive ma sono tutt'altro che infrequenti difficoltà, più che tecniche, ambientali e finanziarie. Perciò, spesso si adottano soluzioni tecniche di ripiego, lasciando esistenti i passaggi a raso ma migliorandone il livello di sicurezza e abbreviando i tempi di chiusura.

Per valutare l'urgenza e la priorità degli interventi per realizzare sia opere sostitutive, sia soluzioni tecniche migliorative, si fa spesso riferimento ad un parametro noto come

momento del traffico

con cui si intende il valore medio del prodotto: numero dei treni circolanti in una giornata per il numero dei veicoli stradali transitanti nell'attraversamento.

Va però considerato che la pericolosità di un PL non è solo legata all'intensità del traffico, dipende anche dalle condizioni di visibilità (specie in curva), dalla segnaletica stradale e ferroviaria e

dalle norme comportamentali di chi è alla guida.

Nella rete ferroviaria italiana sono tuttora in esercizio migliaia di PL, differenti fra loro per:

- ubicazione
- tipologia di protezione
- modalità di esercizio
- regimi di chiusura
- accorgimenti protettivi accessori
- apparecchiature di chiusura e manovra

Nella tabella seguente è esposta una classificazione orientativa in proposito.

Classificazione dei PL		
Per ubicazione		– di stazione (posti fra i segnali di protezione) – di linea (posti oltre i segnali di protezione)
Per tipologia di protezione	lato treno	– segnali di 1ª categoria – altri segnali di linea e cartelli segnaletici
	lato strada	– girandole (pedonali), cancelli, catene, sbarre o aste girevoli, cavalletti – coppia di sbarre levatoie – doppia coppia di sbarre levatoie – coppia di semibarriere ad aste levatoie – segnaletica verticale e orizzontale – segnali luminosi e acustici
Per modalità di esercizio		– aperti e incustoditi – in consegna agli utenti – normalmente aperti e chiusi al transito dei treni – normalmente chiusi e aperti su richiesta dell'utente
Per regimi di chiusura		– ad orario – regolata in base alla effettiva circolazione dei treni – disposta automaticamente al passaggio dei treni
Per accorgimenti protettivi accessori		– aree di ricovero (piazzole) – dispositivi di visualizzazione nei posti presenziati – trefoli di guardia (su linee elettrificate)

Al personale della manutenzione IS interessa soprattutto il funzionamento delle apparecchiature di protezione dei PL lato treno (v. § 3) e la realizzazione dei relativi impianti, di cui tratteremo nella successiva Parte II.

A conclusione di questa introduzione di carattere generale è opportuno evidenziare che, dati i possibili gravi pericoli (per le persone e le cose) connessi con l'esistenza degli attraversamenti a raso strada-rotaia, va rispettata e fatta rispettare una complessa e articolata normativa di esercizio, in situazioni normali e in caso di guasti, esposta *nell'Istruzione per l'esercizio dei PL Ed. FS-1989*, oltre che il *Codice della Strada* e molte istruzioni e norme tecniche riferite alle diverse apparecchiature e agli impianti.

Nel presente capitolo verranno trattati genericamente i sistemi di protezione e le apparecchiature fra le quali, con qualche dettaglio, le casse di manovra delle sbarre dei PL.

2- Protezione dei PL lato strada (vedere classificazione nella tabella precedente)

La *protezione lato strada*, consiste dove è possibile, nella chiusura dell'attraversamento per impedire, all'arrivo dei convogli ferroviari, il passaggio di veicoli e di persone. In fig. **IX-1** sono indicati i principali sistemi di chiusura.

Le chiusure dei passaggi a livello (genericamente dette *barriere* o *semibarriere*) sono normalmente *aperte* per consentire il transito sulla strada e vengono tempestivamente *chiuse*, prima del passaggio dei treni (*PL custoditi*). A volte le barriere sono normalmente chiuse e vengono aperte a richiesta degli utenti (*PL con apertura a richiesta*) o a cura degli utenti stessi (*PL in consegna agli utenti*).

Alcuni passaggi a livello, su strade di scarso traffico, se vi è sufficiente visibilità, sono privi di barriere (*PL aperti ed incustoditi*).

Le barriere sono ottenute con *sbarre o aste* (a tubo, a doppio T o scatolate) o con *cancelli* (a uno o due battenti).

Le *sbarre* possono essere *levatoie* (quando si aprono disponendosi in posizione pressochè verticale) o *girevoli* (quando si aprono disponendosi parallelamente e di fianco alla strada, restando in posizione orizzontale).

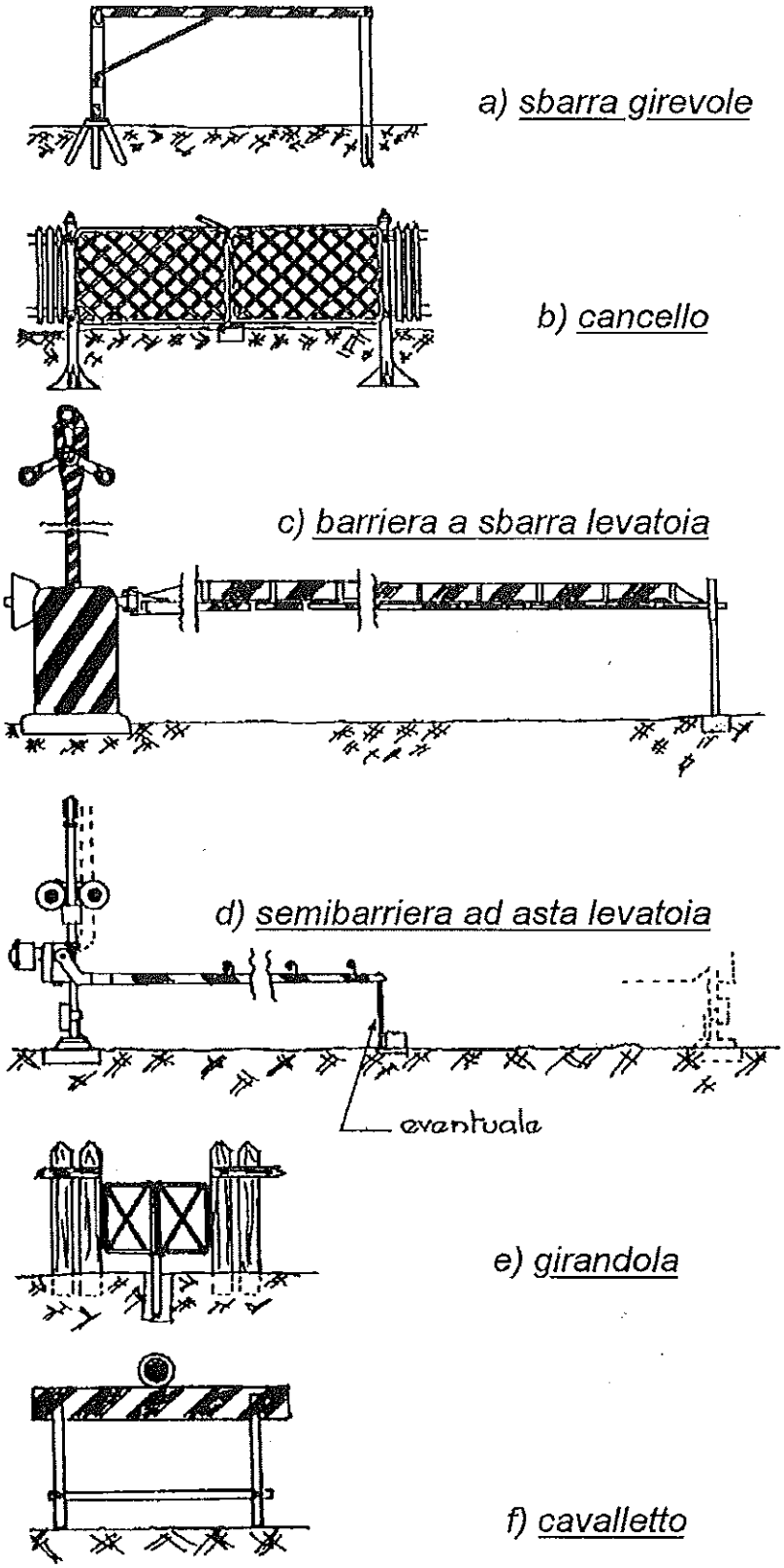


Fig. **IX**-1
Principali sistemi di chiusura dei PL

I *cancelli* possono essere *girevoli* (quando si aprono disponendosi parallelamente e di fianco alla strada) o *scorrevoli* (quando si

aprono scorrendo parallelamente a se stessi).

I *cavalletti* sono barriere mobili di uso provvisorio, che vengono impiegate in caso di guasti delle barriere ordinarie.

Generalmente le chiusure del PL interessano la strada per tutta la sua larghezza; fanno eccezione le *semibarriere* che sbarrano in posizione di chiusura soltanto la metà destra della carreggiata nel senso di marcia dei veicoli stradali.

Nei passaggi a livello atti solo al *traffico pedonale*, le chiusure di cui sopra possono essere sostituite da un *dispositivo a girandola*, inserito in una recinzione continua tale da impedire il passaggio dei veicoli anche se leggeri. Lo stesso dispositivo a girandola può essere pure impiantato nei *passaggi pedonali* situati a fianco di attraversamenti interessati da strade carreggiabili e protetti da barriere.

Tutti i passaggi a livello su strade di pubblico transito sono segnalati sulle strade stesse mediante una *segnaletica verticale* realizzata a mezzo di *cartelli indicatori*, che mostrano appositi simboli precisati nel *Codice della Strada*; tali cartelli sono applicati e mantenuti a cura degli enti proprietari delle strade.

In fig. **IX-2** sono indicati i cartelli prescritti dal *Codice della Strada*. Ovviamente la loro mancanza e/o la errata ubicazione può compromettere la sicurezza dell'attraversamento.

In particolare:

- l'indicazione **a**) deve essere usata per presegnalare ogni attraversamento ferroviario munito di barriere, semibarriere o cancelli;
- l'indicazione **b**) deve presegnalare ogni attraversamento privo di barriere o altri sistemi di chiusura;
- l'indicazione **c**) da ubicare nelle immediate vicinanze dell'attraversamento con una linea ferroviaria a binario unico, riguarda l'obbligo di arresto del veicolo stradale prima dell'apposita striscia di arresto segnata sulla carreggiata;
- l'indicazione **d**) va adottata come la precedente negli attraversamenti con linee a due o più binari;
- i pannelli distanziometrici **e**), **f**), **g**) devono essere collocati

rispettivamente sotto il segnale c) o d) e a 2/3 - 1/3 della distanza fra il segnale e l'attraversamento stradale. I pannelli sono contraddistinti con barre rosse su fondo bianco oblique a 45°.

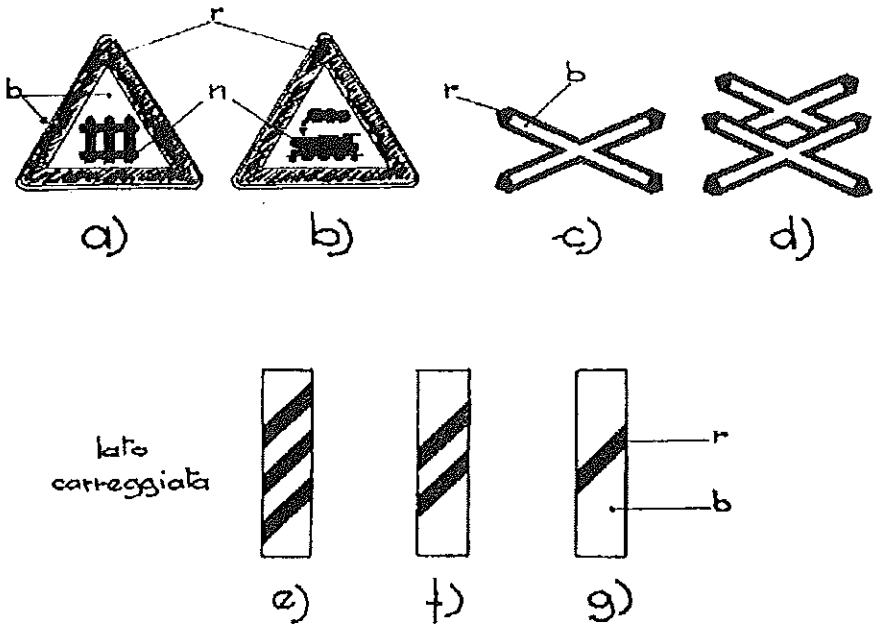


Fig. **IX**-2
Segnaletica stradale verticale
Codice della strada art. 87

I PL sono protetti lato strada anche con dispositivi di segnalazione a *luce rossa* (fissa o a due luci rosse lampeggianti, secondo i casi) e di dispositivi di segnalazione acustica.

In aggiunta ai segnali verticali sopra descritti, la segnaletica stradale è integrata in *orizzontale* dal simbolo di passaggio a livello sulla pavimentazione.

3- Protezione dei PL lato treno (vedere la classificazione nella tabella precedente)

La protezione lato treno è realizzata nella maggioranza dei casi mediante i normali segnali luminosi di 1ª categoria preceduti da avviso. In casi particolari, precisati dal *Regolamento sui Segnali*, si usano invece altri segnali luminosi o cartelli indicatori che, a seconda dei casi hanno carattere imperativo o di avviso.

In fig. **IX-3** da **a** ad **m** sono raggruppati i segnali ed i cartelli di cui agli art. 48-53-53bis-65 e di cui all'appendice III del R.S. aggiornato sino all'O.S. più recente (1993).

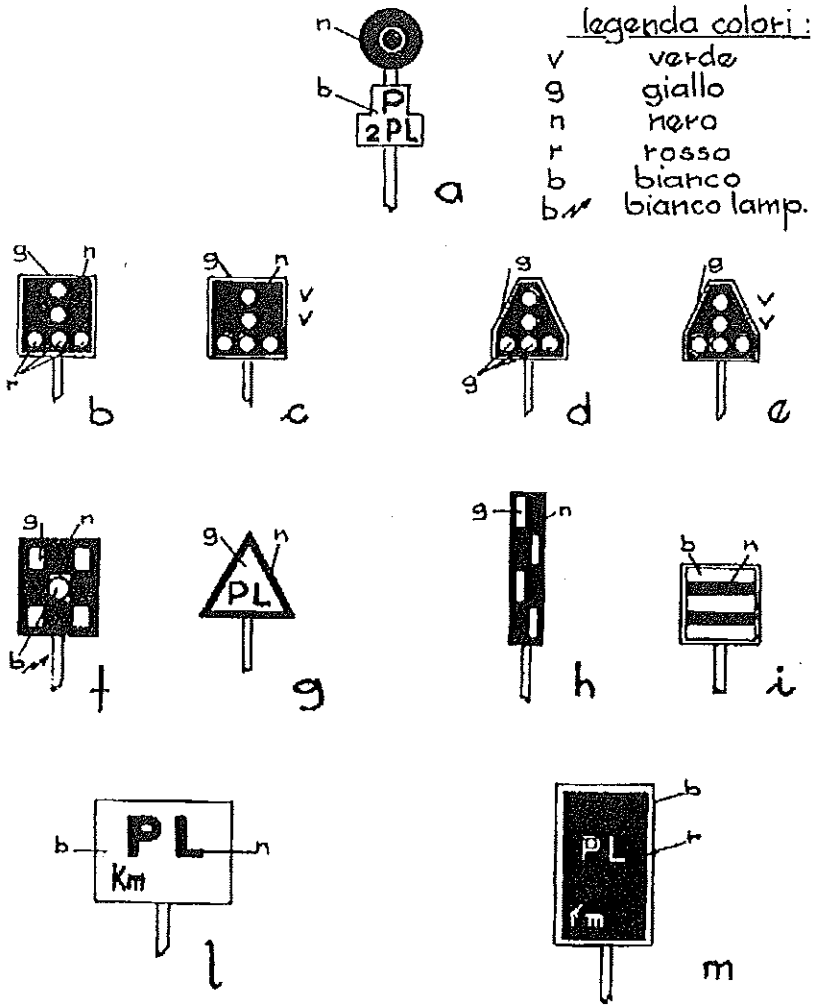


Fig. **IX**-3
Segnali della linea relativi ai PL di cui al Regolamento sui segnali

- Nelle *linee col blocco automatico*, i segnali permissivi possono precedere uno o più PL. In tal caso sulla tabella indicante la permissività devono risultare, sotto la lettera P, le *due lettere PL*, precedute eventualmente dal numero dei PL stessi. Nella fig. **a** il segnale di blocco precede due PL.
- Per i *PL azionati automaticamente*, i segnali (di protezione e di avviso) consistono in una *vela quadra* e in una *vela triangolare* con *cinque luci*.

Le vele sono a fondo nero con bordatura gialla.
Per l'indicazione di *via impedita* (fig. **b**) sono accese le tre luci rosse orizzontali.
Per l'indicazione di *via libera* (fig. **c**) sono accese due luci verdi verticali.
Per l'indicazione di *avviso di via impedita* (fig. **d**) sulla vela triangolare sono accese le tre luci gialle orizzontali.

Per l'indicazione di *avviso di via libera* (fig. **e**) sono accese due luci verdi verticali.

- Per *i PL senza barriere*, muniti lato strada di segnali luminosi azionati automaticamente dai treni, il segnalamento lato treno prevede una *vela rettangolare* (fig. **f**) dipinta a scacchi *gialli e neri*, con al centro un fanale che, quando è acceso, proietta, sia di giorno che di notte, una luce bianca lampeggiante.

Detto segnale è sempre preceduto, a distanza di visibilità, da una *vela triangolare di attenzione*, gialla con bordo nero con la scritta PL.

Il fanale della vela rettangolare normalmente spento, si accende a luce bianca lampeggiante quando sono entrati in funzione i segnali luminosi lato strada. Se rimane spento, il treno deve procedere con marcia a vista.

- *Per i PL senza barriere* di cui sopra, per richiamare l'attenzione dei macchinisti sulla presenza del segnale vengono impiegate *le tavole d'orientamento* (fig. **h**) dipinte a scacchi *gialli e neri* da ubicare in precedenza alla vela triangolare di attenzione.
- *Per facilitare ai macchinisti l'individuazione dei PL* protetti dai segnali sopra descritti (dalla fig. **a** alla fig. **g**), detti PL sono preceduti, ad opportuna distanza, da una o due tabelle successive di forma rettangolare che presentano al treno due strisce orizzontali nere su fondo bianco (fig. **i**).
- *Per facilitare l'individuazione dei PL*, solo su talune linee sulle quali se ne ravvisi la necessità, a circa 50 m dal PL viene ubicata la *tabella rettangolare* (fig. **l**) recante, in colore nero su fondo bianco, la scritta PL e la relativa progressiva chilometrica.
- Sulle *linee chiuse al traffico viaggiatori* i convogli merci devono arrestarsi prima di impegnare il PL. Viene utilizzata in tal caso la tabella rettangolare (fig. **m**)di colore rosso su fondo bianco recante la scritta PL e la relativa progressiva chilometrica.

4- Caratteristiche comuni a tutti i tipi di manovra con sbarre levatoie.

La chiusura dei PL mediante sbarre levatoie può essere effettuata:

- sul posto
- a distanza
- automaticamente per azione del treno su dispositivi di campagna (pedali).

La manovra sul posto viene generalmente realizzata con *manovelle* oppure con *leve o arganelli* a mezzo di brevi trasmissioni a filo. Taluni PL vengono manovrati sul posto elettricamente.
N.B. Se l'attraversamento è ben visibile dal Posto di manovra non vi è necessità di controllare, con particolari dispositivi lo stato di chiusura delle aste. Il controllo può essere assicurato a vista.

La *manovra a distanza* delle barriere dei PL pone numerosi problemi sia per ottenere il regolare posizionamento delle sbarre, sia per averne il controllo dal posto di manovra.

La *manovra automatica* può riguardare PL a semibarriere ad aste levatoie oppure PL a barriere di tipo tradizionale.

Indipendentemente dal tipo di manovra per raggiungere adeguati livelli di sicurezza, debbono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

- la manovra di chiusura del PL (abbassamento delle sbarre) deve essere proceduta da adeguate *segnalazioni ottiche ed acustiche*.

L'art. 186 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada, in proposito, prescrive testualmente:

1. *Nei passaggi a livello muniti di barriere* i dispositivi di segnalazione ottica a luce rossa, ove previsti, sono installati normalmente sul margine destro della carreggiata nelle immediate vicinanze del passaggio a livello e collocati in modo da essere visibili dalla strada alla maggiore distanza possibile. L'altezza da terra del centro dei dispositivi di segnalazione ottica deve essere compresa tra 2 m e 2,50 m; le caratteristiche geometriche dei dispositivi sono indicati nella fig. II.477 (del Codice stesso).
2. Il dispositivo a luce rossa deve avere intensità tale da risultare visibile, di giorno e in assenza di nebbia almeno a 100 m. Qualora la luce rossa sia resa visibile posteriormente, il dispositivo di segnalazione acustica può emettere un segnale di livello sonoro inferiore a quello indicato nel comma 3.
3. Il dispositivo di segnalazione acustica deve produrre il suono di una campana o suoneria di livello sonoro tale da essere udibile *a distanza non inferiore a 100 m* in assenza di ostacoli e con vento e rumori trascurabili.
4. Il funzionamento dei dispositivi di segnalazione acustica deve iniziare almeno *5 secondi prima* dell'inizio dell'abbassamento delle barriere e terminare non prima della fine dell'abbassamento delle stesse.

- La chiusura delle barriere deve avvenire con movimento il più possibile graduale.
- Le sbarre, in qualunque loro posizione devono essere sottoposte all'azione di gravità o di un dispositivo elastico, tendente a farle chiudere in mancanza dell'azione contraria di comando.

Più precisamente:

Il Capitolato Tecnico IS/01 per l'esecuzione degli impianti di sicurezza e segnalamento, apparati centrali elettrici e blocco prevede per le barriere a doppio filo manovrate a distanza la possibilità di eliminare il dispositivo elastico per la chiusura spontanea (mollone) purchè le barriere stesse siano provviste di controllo elettrico e quest'ultimo sia riportato sui segnali che proteggono il PL da entrambi i lati.

Recentemente anche per le barriere con manovra elettrica è stata prevista la possibilità di eliminare il dispositivo di recupero, nei casi di effettiva necessità purchè:

- il controllo di chiusura del PL sia riportato sui segnali che proteggono il PL in entrambi i lati;
- il PL sia munito di segnali stradali luminosi;
- l'attraversamento sia ben visibile dalla strada.

In ogni in caso è da tempo in atto l'orientamento a sviluppare un nuovo tipo di barriera elettrica (a tale riguardo sono attualmente in corso sperimentazioni) con caratteristiche innovative tra cui:

- possibilità di regolare il valore della coppia residua agente sulla sbarra in modo che essa risulti positiva o negativa al fine di rendere possibile, in caso di mancanza di alimentazione del motore in fase di manovra, sia la chiusura spontanea, che la riapertura. Naturalmente la seconda condizione (riapertura) verrebbe subordinata alla presenza di segnali di protezione propria del PL lato treno con disposizione a via libera condizionata dalla esistenza del controllo elettrico di chiusura ed integrità delle barriere del PL;
- realizzazione di un dispositivo "a scatto" in grado di provocare il distacco della sbarra della relativa cassa di manovra senza rottura di organi di fissaggio (bullone di tallonamento);
- ridotte esigenze di manutenzione.

Un'ulteriore tendenza è quella di sperimentare ed omologare un nuovo tipo di suoneria elettrica con possibilità di telecomando a tempo dell'intensità del suono emesso (attenuazione dell'emissione sonora nelle ore notturne).

– Nelle due posizioni estreme di apertura e di chiusura, le sbarre devono rimanere *immobilizzate* in modo da rendere inefficace l'azione di eventuali forze estranee (vento, tentativi di sollevare od abbassare le aste). Le sbarre non devono in ogni caso avere lunghezze superiori a 8 metri.

Se il varco stradale lo richiede, anzichè una coppia di sbarre, ne vanno installate due (fig. **IX-4**).

In tal caso devono abbassarsi prima le sbarre 1-1', poi le sbarre 2-2'.

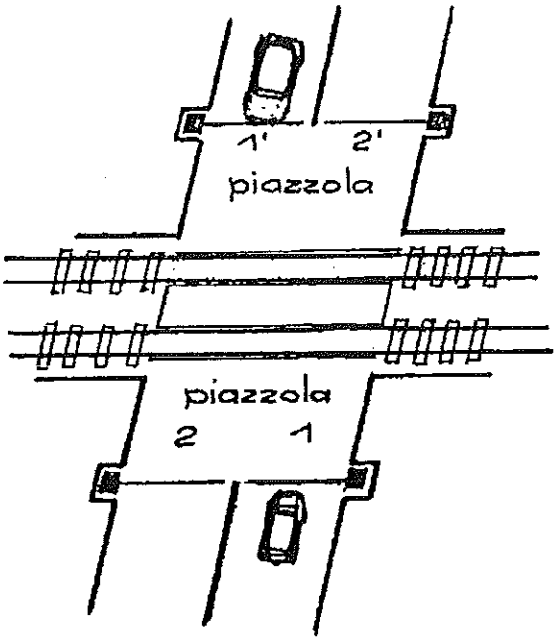


Fig. **IX**-4
PL con due coppie di sbarre e piazzale di ricovero

Le sbarre e le aste devono essere ben *visibili*; a questo proposito ne ricordiamo la normativa:

"La superficie delle barriere o semibarriere dei passaggi a livello rivolta verso la strada deve essere a strisce alternate *bianche e rosse* e deve essere non inferiore a 0,20 m² per ogni metro lineare di barriera o semibarriera. Tale superficie va valutata sul piano verticale parallelo alla barriera o semibarriera medesima, almeno per la metà della larghezza della carreggiata sbarrata dalle barriere o semibarrierre.

Qualora le barriere siano provviste di più luci rosse, tale superficie potrà essere ridotta alla metà. Analoga riduzione potrà

essere apportata se trattasi di passaggi a livello situati su strade o mulattiere non atte, di regola, al transito di autoveicoli.

Detta superficie deve avere il margine superiore orizzontale ad un'altezza, rispetto al punto più alto della carreggiata, non inferiore a 0,90 m e non superiore a 1,30 m.

Le strisce bianche e rosse devono essere inclinate rispetto all'orizzontale, di 45° e devono avere ciascuna una larghezza compresa tra 15 e 20 cm.

Le strisce bianche e rosse devono essere rifrangenti e realizzate con pellicola ad elevata efficienza (classe 2)."

- Le sbarre e le aste devono essere *tallonabili*, cioè devono avere un dispositivo, di norma, realizzato con bulloni cesoiabili che provocano, in caso di investimento da parte dei veicoli stradali, il loro distacco e caduta, evitando ogni danneggiamento della cassa di manovra.
- Sbarre e casse di manovra delle stesse devono essere arretrate rispetto il binario più vicino, in modo da permettere sufficienti *aree di ricovero (piazzuole)* per i veicoli che, tallonate le sbarre di chiusura, potrebbero rimanere imprigionati, con grave pericolo di investimento al transito del treno.
- Su linee ferroviarie elettrificate deve essere delimitata l'altezza dei carichi su veicoli stradali, lasciando un idoneo margine di sicurezza per evitare pericolosi contatti con la linea aerea ad alta tensione. Come meglio specificato nel Vol. III-TE della Collana CIFI dei Ferelettrici, occorre un *trefolo* di acciaio tesato tra due sostegni traversalmente alla strada con al centro l'apposito *cartello monitore* con scritto: *chi tocca i fili muore.*

Le casse di manovra delle sbarre dei PL possono essere di vario tipo, alcune però sono ormai in disuso.

Sono in corso di eliminazione quelle a filo, manovrate mediante leve o arganelli. Quella ormai generalizzata è elettrica tipo FS 64,

molto più affidabile specie per notevoli distanze dal posto di comando.

La manovra elettrica per il sollevamento delle sbarre avviene per *azione di corrente* a 110 Vcc sia in apertura che in chiusura con motori a due avvolgimenti di eccitazione, secondo lo stesso principio di funzionamento delle manovre elettriche dei deviatoi. A sbarre sollevate il circuito di manovra resta sotto tensione per alimentare unicamente *gli elettromagneti di ritenuta (slot)*.

Nei paragrafi successivi, ci soffermeremo brevemente sulle manovre a semplice e a doppio filo e, con maggiore dettaglio, sulla manovra elettrica FS 64 che rappresenta ormai il tipo unificato.

Naturalmente, verrà fatta trattazione a parte per le manovre dei PL automatici a semibarriere. Si accennerà anche ai PL automatici a barriere intere.

5- Manovre a filo

Il movimento delle sbarre è comandato per mezzo di trasmissioni a semplice o doppio filo di cui si è fatto cenno nel Cap. VI per la manovra dei segnali semaforici.

Le manovre delle sbarre dei PL ormai vengono tutte realizzate con azionamento elettrico. E' tuttavia interessante constatare come si sia pervenuti a manovre con motore elettrico, seguendo l'evoluzione tecnologica di quelle con manovra a filo. Del resto esistono ancora in opera manovre di tipo antiquato di cui non è ancora conclusa la completa sostituzione.

Qui di seguito sarà pertanto brevemente accennato solo alle seguenti manovre:

a semplice filo tipo Rizzi
a doppio filo di vecchio tipo
a doppio filo FS 65 (Grandi)

A- Manovra a semplice filo tipo Rizzi

La fig. **IX-5** rappresenta la manovra con sbarra abbassata (passaggio a livello chiuso). La parte tratteggiata rappresenta la posizione assunta dagli organi principali quando la sbarra è sollevata.

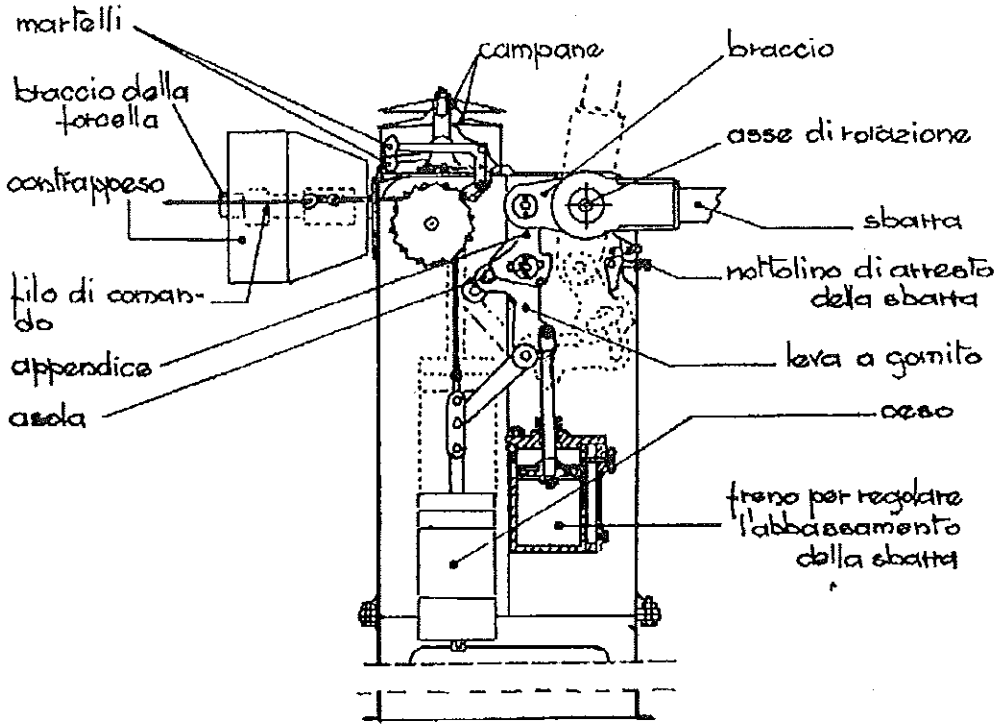


Fig. **IX-5**
Manovra a semplice filo tipo Rizzi

La sbarra può sollevarsi passando dalla posizione orizzontale a quella pressochè verticale. Fanno equilibrio alla sbarra due *contrappesi* spostabili sui bracci di una *forcella* fissata alla sbarra con un perno.

Come risulta dalla fig. IX-5, sul prolungamento della sbarra vi è un braccio al quale è accoppiata un'appendice, che nella parte inferiore ha un'*asola.*

Il movimento di questa appendice è legato al movimento di una *leva a gomito*, mediante un perno esistente all'estremità del braccio di destra della leva stessa.

Sull'altro braccio gravita un "*peso*", che può essere innalzato od abbassato agendo sulla fune metallica proveniente dalla leva di comando, che scorre su *una puleggia.* E' tale peso che, al cessare del tiro sul filo, fa abbassare la sbarra.

Il movimento di rotazione della leva a gomito è anche legato al movimento di uno *stantuffo* che scorre all'interno di un *cilindro* pieno di una *miscela di acqua e glicerina.*

L'azione moderatrice dello stantuffo si fa risentire solo quando le sbarre si abbassano. Lo stantuffo infatti è fornito di valvole che restano chiuse nell'ascesa e si aprono nella corsa di discesa. In questa fase la miscela è costretta a passare attraverso un foro, la cui luce è regolabile con una *vite a farfalla.*

La manovra di chiusura è preceduta da un *preavviso* dato dal suono prodotto da due *martelli,* agenti alternativamente *su due campane* durante la corsa a vuoto corrispondente alla lunghezza dell'asola. Il moto di detti martelli è determinato da un sistema di *leve a molle,* azionate da due *ruote dentate,* accoppiate alla puleggia sulla gola della quale è avvolta, con un doppio giro, la fune di comando.

N.B. La puleggia e la fune sono state in seguito sostituite con ruote dentate a catena Galle che ne migliorano la resistenza.

Nella posizione di apertura, la sbarra resta ferma per mezzo di apposito *nottolino,* come si rileva dalla figura, in modo da non poter essere abbassata che all'atto della manovra di chiusura.

Nella posizione di chiusura la sbarra non è sollevabile a mano, perchè la forcella viene a trovarsi col perno sulla verticale dell'asse; il perno funziona da puntello.

La manovra a semplice filo mostrò subito l'inconveniente della possibilità di apertura abusiva, ottenibile mettendo in tensione il filo di trasmissione senza agire sull'organo di comando (leva o arganello). In sostanza si era riscontrato che le sbarre a semplice filo non soddisfacevano ad una delle condizioni di sicurezza su esposte nel precedente paragrafo.

B- Manovre a doppio filo FS vecchio tipo

Anche con questa manovra la sbarra (fig. **IX-6**) può ruotare, come nella precedente manovra, intorno ad un asse fisso sul cassone, passando dalla posizione orizzontale a una pressochè verticale.

La sbarra è ancora equilibrata da due contrappesi spostabili sui bracci di una forcella solidale con la sbarra stessa.

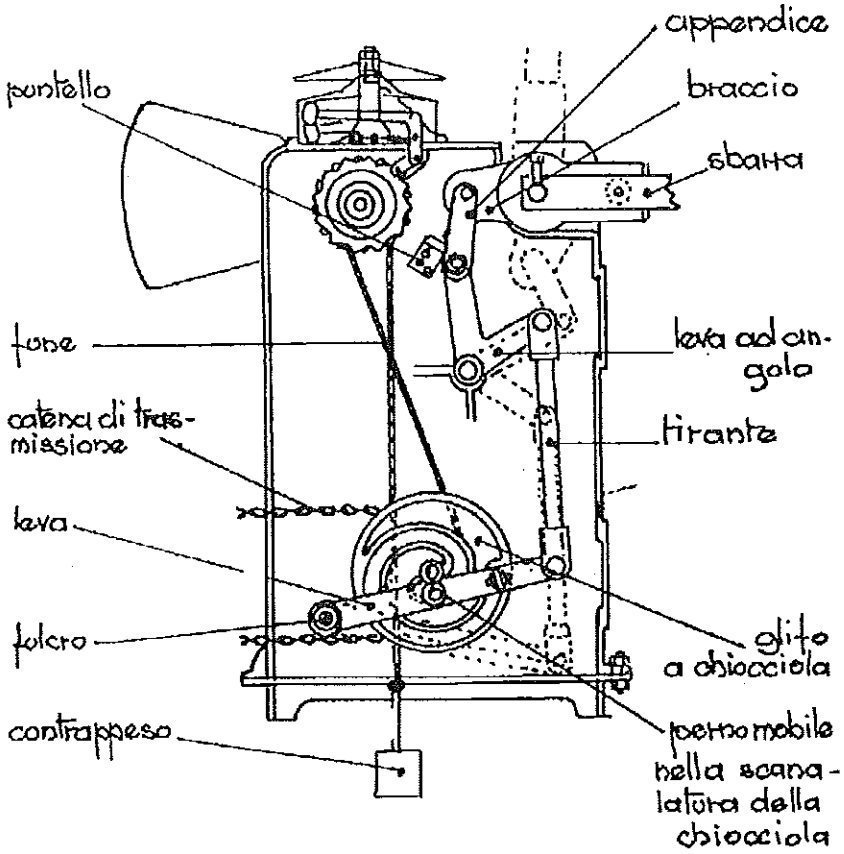


Fig. **IX**-6
Manovra a doppio filo di vecchio tipo

Sul prolungamento della sbarra vi è un *braccio* all'estremità del quale può ruotare, intorno ad un asse, una *appendice*, che nell'estremo opposto ha imperniata una *leva ad angolo*.

Il movimento dell'appendice è legato al movimento della leva ad angolo, la quale all'altro braccio riceve, a mezzo di un *tirante*, il movimento da un'altra leva mossa da un *glifo*.

Quest'ultima leva ha il suo fulcro ad un estremo e il punto di applicazione della potenza nel perno impegnato nella *scanalatura a chiocciola* del glifo.

L'andamento della scanalatura, in un primo tratto, è circolare; in un secondo a spirale e successivamente ancora circolare, ma con un raggio inferiore a quello del primo tratto e con lunghezza molto più breve di quella dei due precedenti.

A queste tre parti della scanalatura corrispondono rispettivamente le fasi di preavviso di chiusura, quella di abbassamento e quella di puntellamento della sbarra.

Il glifo riceve il movimento a mezzo di una *puleggia* ad esso solidale e sulla cui *corona* sono praticate le *gole* nelle quali trovano sede la *catena di trasmis-*

sione le cui estremità, non visibili in figura, sono collegate ai *due fili di trasmissione.*

La fune indicata in figura ad un estremo è fissata alla gola della puleggia; all'altro estremo, dopo essersi avvolta a doppio giro sulla puleggia e sulla gola di una ruota con due dentature periferiche è tenuta in tensione dal *contrappeso di sicurezza* che contribuisce ad equilibrare tutto il meccanismo.

Il preavviso della manovra di chiusura è dato dal suono prodotto da due *martelli* agenti alternativamente su due campane, come nella manovra tipo Rizzi.

Nella posizione di chiusura, ogni azione sulla sbarra è inefficace, per effetto di un puntello contro l'appendice ed inoltre per effetto del perno bloccato nel tratto circolare del glifo.

L'apertura delle sbarre si può effettuare, quindi, solo se si agisce sul meccanismo di comando che di norma è un *arganello.*

L'*arganello vecchio tipo* era costituito essenzialmente da una ruota elicoidale con puleggia a gola per la sede della *catena.* La ruota veniva azionata da una *vite senza fine*; sull'asse della vite era fissata la manovella di manovra.

L'arganello poteva inoltre essere sussidiato da un dispositivo denominato *antiregressore* che impediva l'inversione del moto, se non si era compiuto il numero dei giri prefissato per l'operazione completa di chiusura o apertura del PL. In tal modo si era sicuri che, in chiusura, non venisse a mancare il preavviso.

C- Manovre a doppio filo tipo FS 65

In questa manovra, derivata dalle precedenti, furono introdotti successive varianti per ottenere miglioramenti del complesso e una maggiore uniformità con la barriera elettrica FS 64 di cui diremo.

La trasmissione a doppio filo agisce (fig. **IX-7 a-b**), tramite la catena come nella manovra precedente, su una *ruota a impronte* folle sull'albero secondario, sul quale è calettata una ruota dentata (*ruota secondaria*) a sua volta in presa con la cosiddetta *ruota principale.*

In fig. **b** è evidenziato anche un *regolatore centrifugo di velocità* che riceve il moto della ruota principale tramite due coppie di ruote dentate. Esso consente il movimento regolare della sbarra il cui supporto (con relativa forcella coi contrappesi) ruota intorno ad un albero per effetto della coppia che una *camma a doppia gola* gli imprime, quando si aggancia ai due perni che collegano rigidamente

ruota principale e controruota. Il sistema è quello stesso che verrà descritto nel paragrafo seguente che tratta della manovra elettrica FS 64.

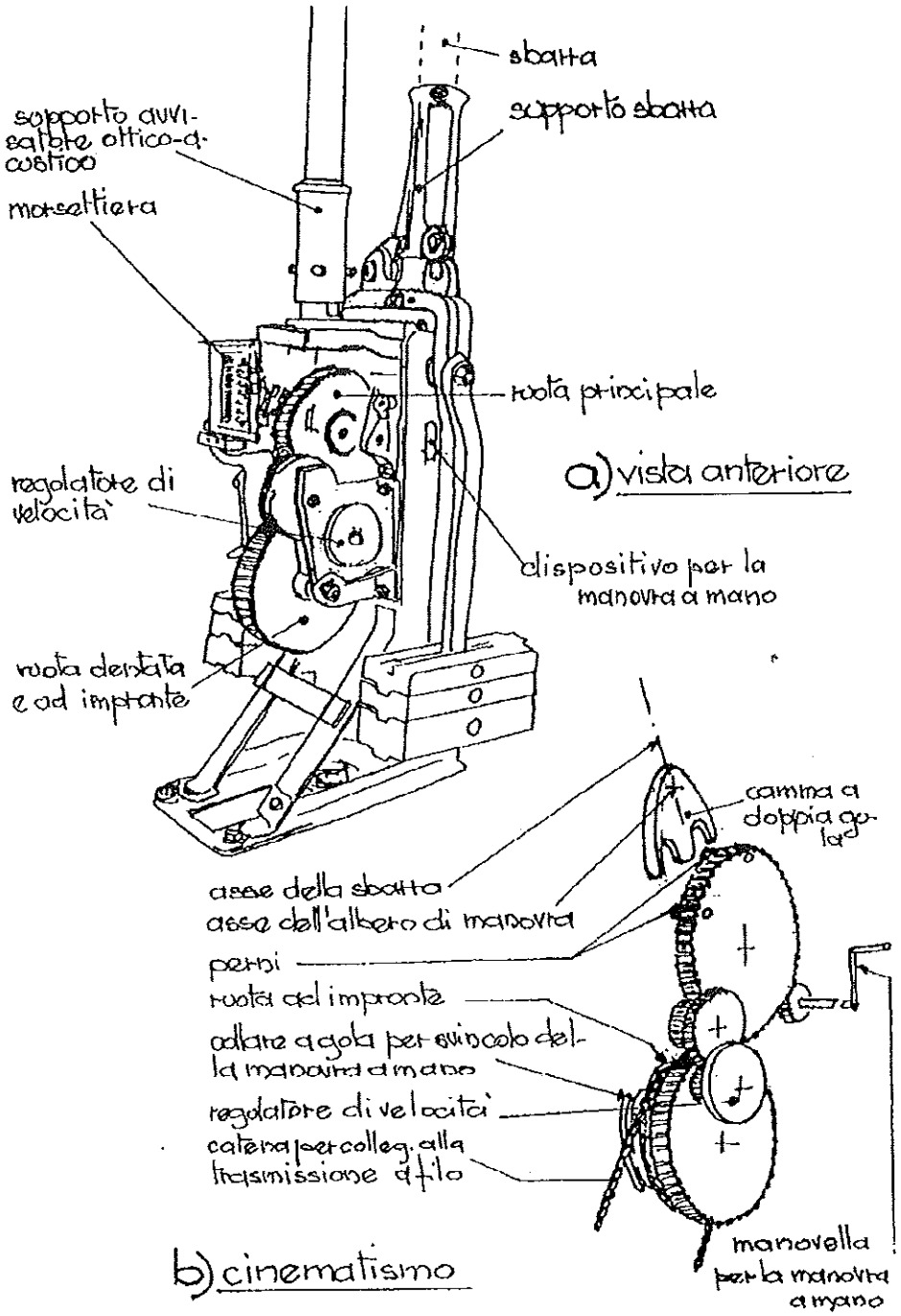


Fig. **IX**-7
Manovra a doppio filo tipo FS 65

Il collegamento meccanico della ruota a impronte con l'asse della ruota secondaria è possibile con il *dispositivo di svincolo* da usare solo in caso di *manovra a mano*. Tale dispositivo è costituito dal *collare a gola*, munito di sei denti frontali di accoppiamento non visibili in figura. Il collare si può spostare longitudinalmente lungo l'asse per mezzo di due leve opportunamente infulcrate, munite agli estremi di rulli che trovano alloggiamento nella gola del collare. Nella parte intermedia le leve sono collegate ad una "*chiocciola*" scorrevole su un supporto mediante una vite. Quest'ultima ha la sua *estremità quadra*, nella quale deve introdursi l'apposita leva, per eseguire l'operazione d'innesto o disinnesto della ruota a impronte col cinematismo della manovra.

La manovra a mano è possibile mediante una manovella che si può innestare sull'albero di un pignone in presa con la ruota principale. Data la manovra a doppio filo, quando si effettua la manovra a mano occorre che la ruota a impronte risulti svincolata dall'albero secondario come sopra è detto.

Altri dispositivi della manovra a doppio filo si ritroveranno realizzati in modo identico o analogo nella manovra elettrica FS 64. Essi sono:

Il *mollone* che, messo in compressione con l'apertura della sbarra, ne assicura la discesa in caso di anormalità alla trasmissione.

L'*avvisatore ottico e acustico* comandato dalla ruota principale.

Il *commutatore per il controllo elettrico di posizione* e per l'accensione di segnali stradali. A proposito di questi ultimi precisiamo che ciascun segnale stradale quando è attivato emette un fascio luminoso a luce rossa nella direzione della carreggiata che protegge. Tale indicazione, prevista anche dal Codice della Strada, corrisponde ad un segnale di arresto.

Il segnale mostrato in fig. **IX-8 a-b** può essere *bifrontale* o *monofrontale* e, viene applicato su apposite paline, orientandolo in modo da ottenere una sufficiente visibilità alla distanza di almeno 100 m. La lampada ad incandescenza, con innesto a baionetta come nei segnali permanentemente luminosi, è da 20 W - 12 V, oppure da 25 W - 95 V.

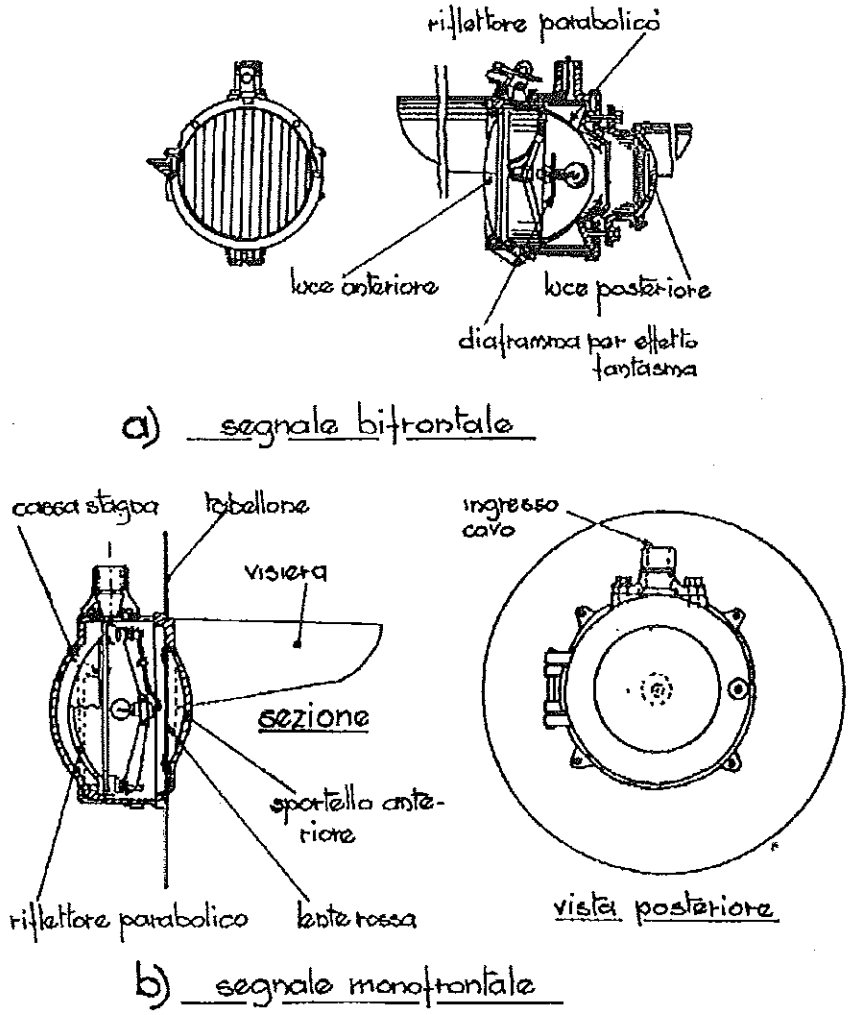


Fig. **IX**-8
Segnali stradali

Il segnale bifrontale di fig. **a** proietta un fascio luminoso - sul davanti e sul retro - di luce rossa fissa.

Nelle ultime realizzazioni delle manovre a doppio filo (fig. **IX-9 a-b-c**), la sbarra è *tallonabile* e, anzichè di tipo tubolare con lamierini di visibilità come usava un tempo, è di tipo scatolato come indicato in fig. **b**.

La tallonabilità, che vedremo realizzata nello stesso modo nella manovra FS 64, è ottenuta con un dispositivo che comprende (fig. **c**): supporto di tallonamento, bracci muniti di semicollari di fissaggio, perno e bullone di tallonamento.

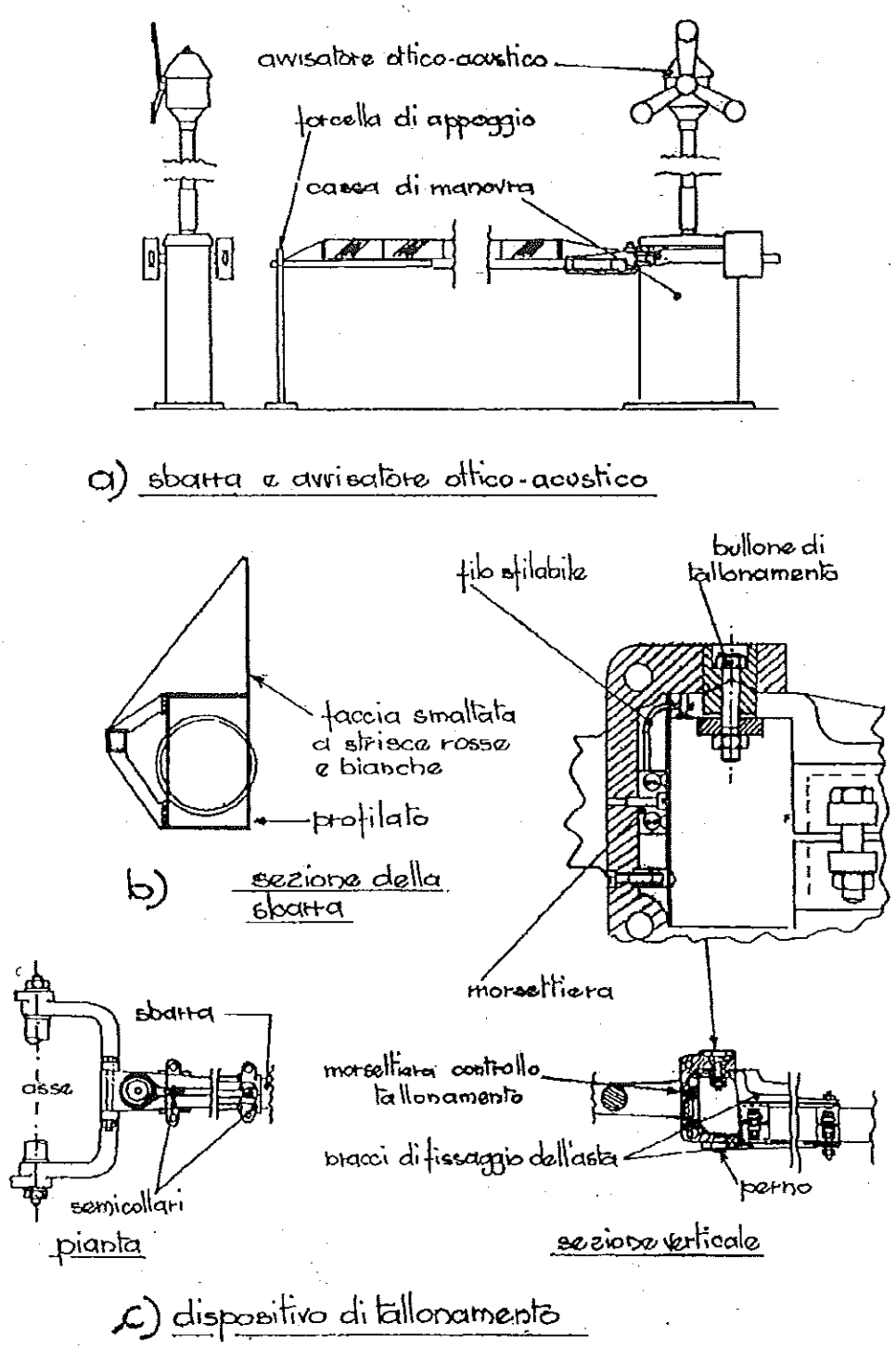


Fig. **IX-9**
Manovra con avvisatore ottico e acustico.
Dispositivo di tallonamento

In caso di investimento della barriera essa è spinta in senso orizzontale,

6- Manovra elettrica FS 64

Essa è il risultato di molti perfezionamenti già adottati in altre manovre elettriche e in quella prima descritta a doppio filo; utilizza lo stesso motore elettrico delle casse di manovra dei deviatoi semplici.

La manovra di sollevamento della sbarra si ottiene col motore che gira in un senso e quella di abbassamento col motore che gira in senso opposto.

Durante il funzionamento del motore, analogamente a quello che si verifica con la manovra FS 65 a doppio filo, si susseguono le fasi che riepilogheremo alla fine del paragrafo e che comportano in successione:

- toglimento dell'immobilizzazione della posizione iniziale;
- perdita del controllo della posizione iniziale;
- corsa a vuoto;
- spostamento angolare della sbarra
- immobilizzazione nella posizione finale;
- controllo nella posizione finale.

Durante il susseguirsi delle fasi viene comandata l'accensione e lo spegnimento delle lampade degli eventuali segnali stradali.

Anche la manovra FS 64 è di tipo tallonabile (v. § precedente) in tale evenienza viene data segnalazione in cabina.

Sulla manovra FS 64 daremo qualche particolare su:

- basamento;
- incastellatura;
- motore;
- innesto a frizione;
- regolatore di velocità;
- freno di fine corsa;
- riduttore di velocità ed azionamento della sbarra;
- azionamento dell'avvisatore ottico e acustico;
- commutatore elettrico, controllo di posizione e morsettiera;
- manovra a mano;

– circuiti elettrici;
– fasi di funzionamento.

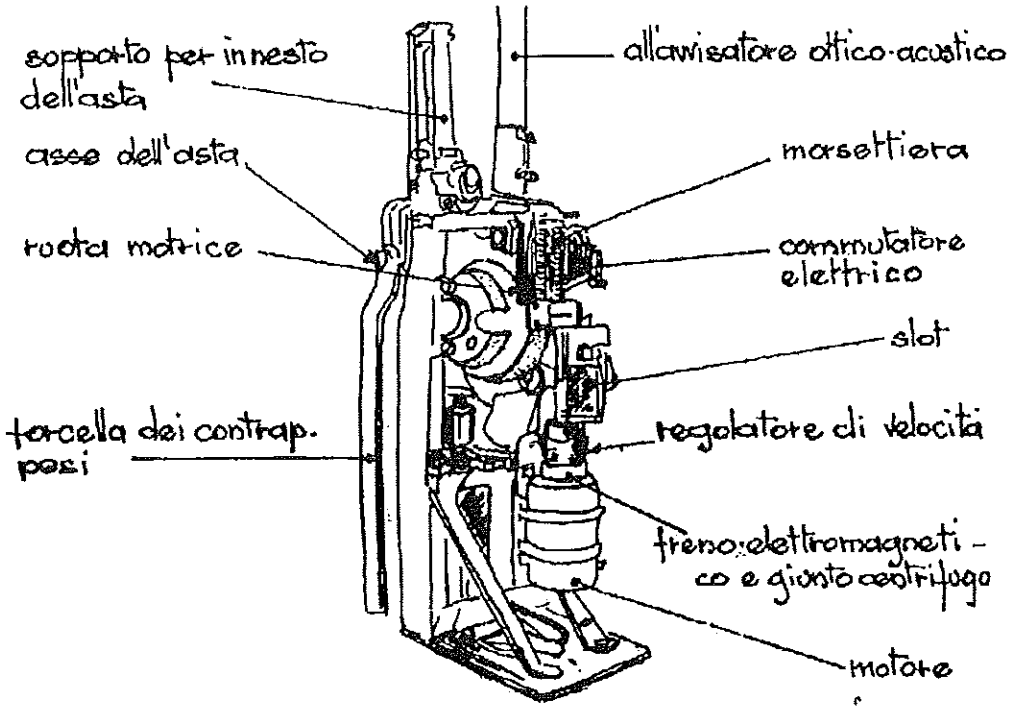


Fig. **IX**-11
Vista frontale della manovra FS 64

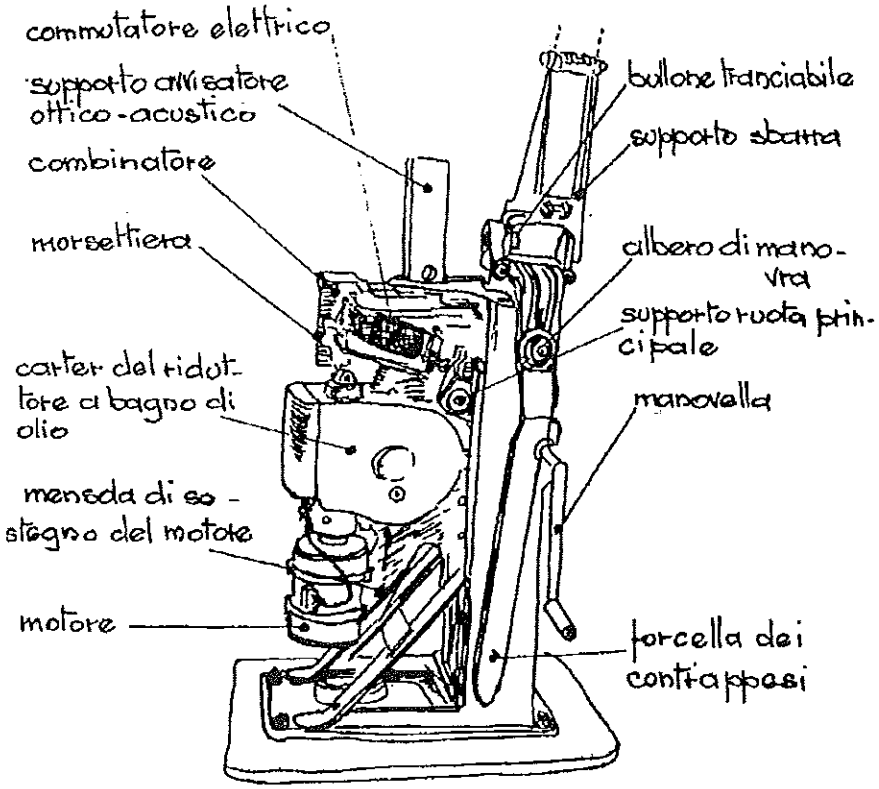


Fig. **IX**-12
Vista laterale
della manovra
FS 64

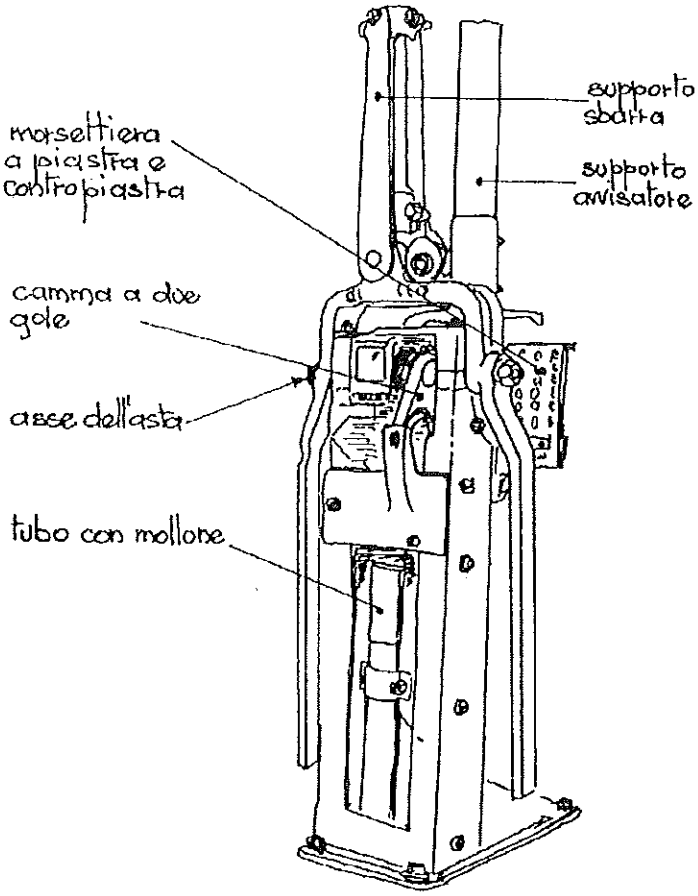


Fig. **IX**-13
Vista posteriore
della manovra
FS 64

Nelle fig. **IX-11**, **IX-12**, **IX-13** è indicato il posizionamento degli elementi visibili previa rimozione della protezione in lamiera.

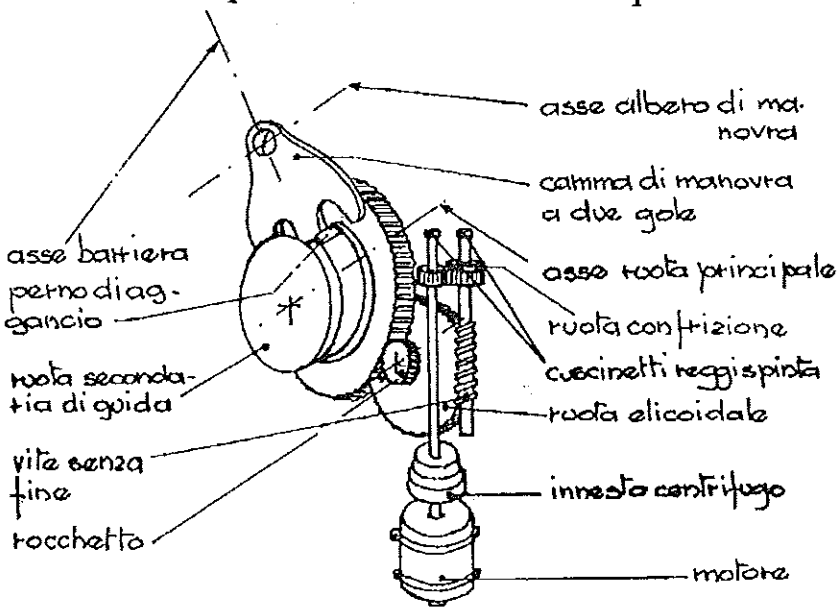


Fig. **IX**-14
Cinematismo di azionamento della sbarra

Prima di soffermarci sulle parti che compongono la manovra e sui principali particolari di funzionamento, esaminiamo la fig. **IX-14** che schematizza la catena cinematica per l'accoppiamento del motore alla ruota dentata principale e l'azionamento, per mezzo di una robusta camma a due gole, della sbarra e della forcella coi contrappesi.

La successiva fig. **IX-15 a-b-c-d** schematizza gli altri azionamenti della ruota principale:

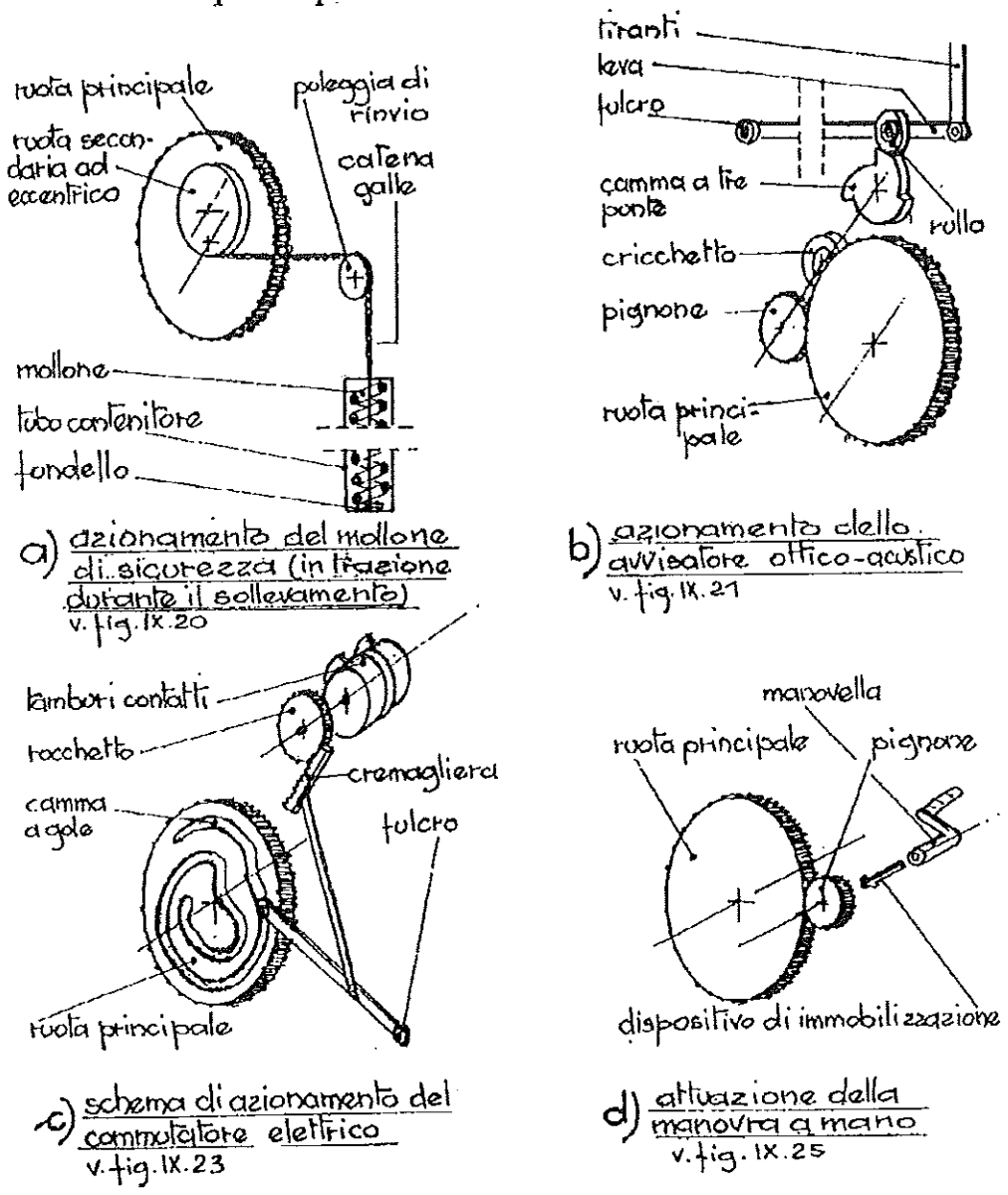


Fig. **IX**-15
Le quattro principali catene cinematiche

- del mollone di sicurezza
- dell'avvisatore ottico e acustico
- del commutatore elettrico
- della manovra a mano.

A- Basamento

E' indicato in fig. **IX-16**. E' un blocco di calcestruzzo tronco piramidale che va interrato in modo che affiori solo la sommità; ha una cavità per poter contenere il tubo col mollone di sicurezza; e sono predisposti fori per il passaggio dei cavi e per il fissaggio dei bulloni di serraggio della piastra di base.

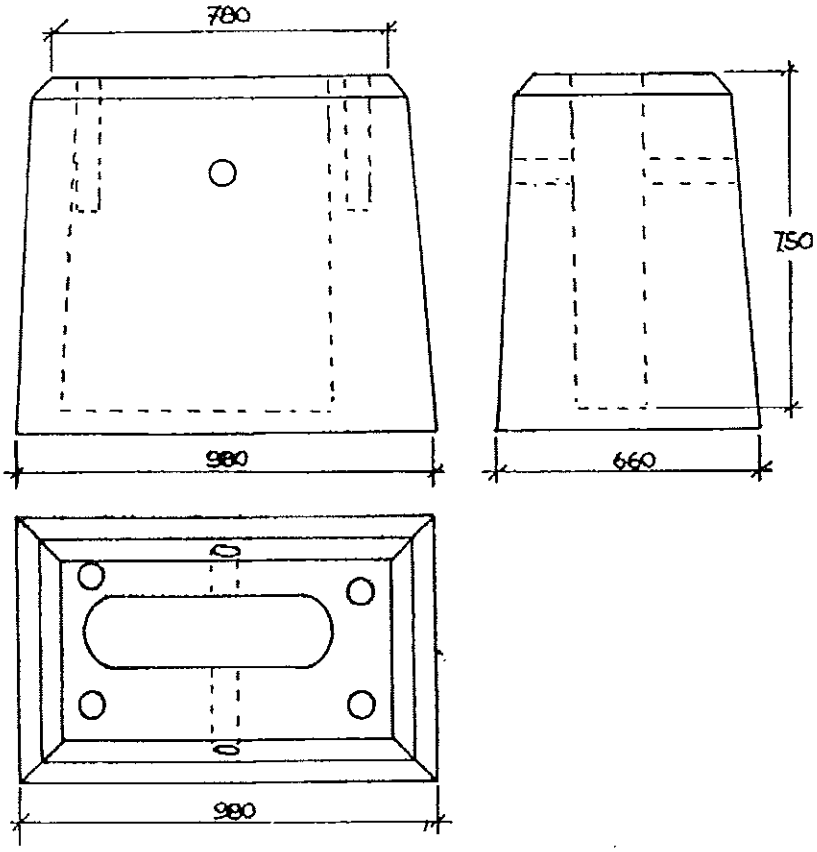


Fig. **IX**-16
Basamento

B- Incastellatura

Risulta evidente dalle precedenti figure e comprende i seguenti elementi di acciaio:

- Piastra di base da fissare alla fondazione di cui al punto precedente. Entro la piastra devono passare tubo del mollone e cavi elettrici;
- due robuste piantane verticali, collegate superiormente con i supporti

dell'albero portasbarre e con la piastra di sostegno dell'avvisatore ottico e acustico;
- due saette inclinate di collegamento delle piantane alla piastra di base.

C- Motore

Il motore è del tipo a cc 110 V con due avvolgimenti di eccitazione. La potenza è di 0,33 CV uguale, come si è detto, a quella dei motori delle casse di manovra dei deviatoi semplici.

E' fissato con l'asse verticale ad un supporto a sella, a sua volta fissato al carter del riduttore di velocità.

Allo scopo di regolare la velocità di movimento della sbarra, nel circuito di alimentazione del motore sono inserite due resistenze da 29 ohm, 370 watt che vengono applicate verticalmente nella parte interna di una piantana dell'incastellatura.

D- Innesto a frizione (fig. **IX-17 a-b-c**)

L'innesto è costituito (fig. **a-b**) da un corpo a tazza cilindrica entro il quale ruota un disco calettato sull'albero del motore; sul disco sono applicati due perni sui quali sono fulcrati i ceppi, completi di pioli, piastrine, molle di richiamo e ferodi. I ceppi per forza centrifuga agiscono sulla superficie interna del corpo suddetto calettato sull'albero del regolatore di velocità che, a sua volta, trasmette il moto al successivo cinematismo.

E- Regolatore di velocità (fig. **a-c**)

Esso è costituito da perni applicati sulla parte superiore del corpo a tazza dell'innesto di cui sopra, perni sui quali sono fissati i ceppi, anch'essi completi di pioli, piastrine, molle di richiamo e ferodi. Anche questi ceppi per forza centrifuga agiscono, con effetto di regolazione, sulla superficie interna del corpo a tazza cilindrica applicato al carter del riduttore di velocità.

F- Freno di fine corsa (fig. **a-b**)

Tale freno è azionato dallo slot e agisce per mezzo di due leve munite di ferodi sulla superficie esterna del corpo a tazza cilindrica dell'innesto a frizione.

Le due leve sono fulcrate su un supporto applicato al carter del riduttore di velocità. All'altra estremità delle leve sono applicati rulli sui quali agisce la camma a forma di cuore comandata dall'àncora dell'elettromagnete dello slot.

L'azione frenante agisce quando l'elettromagnete viene alimentato, appena conclusa la manovra di apertura della barriera.

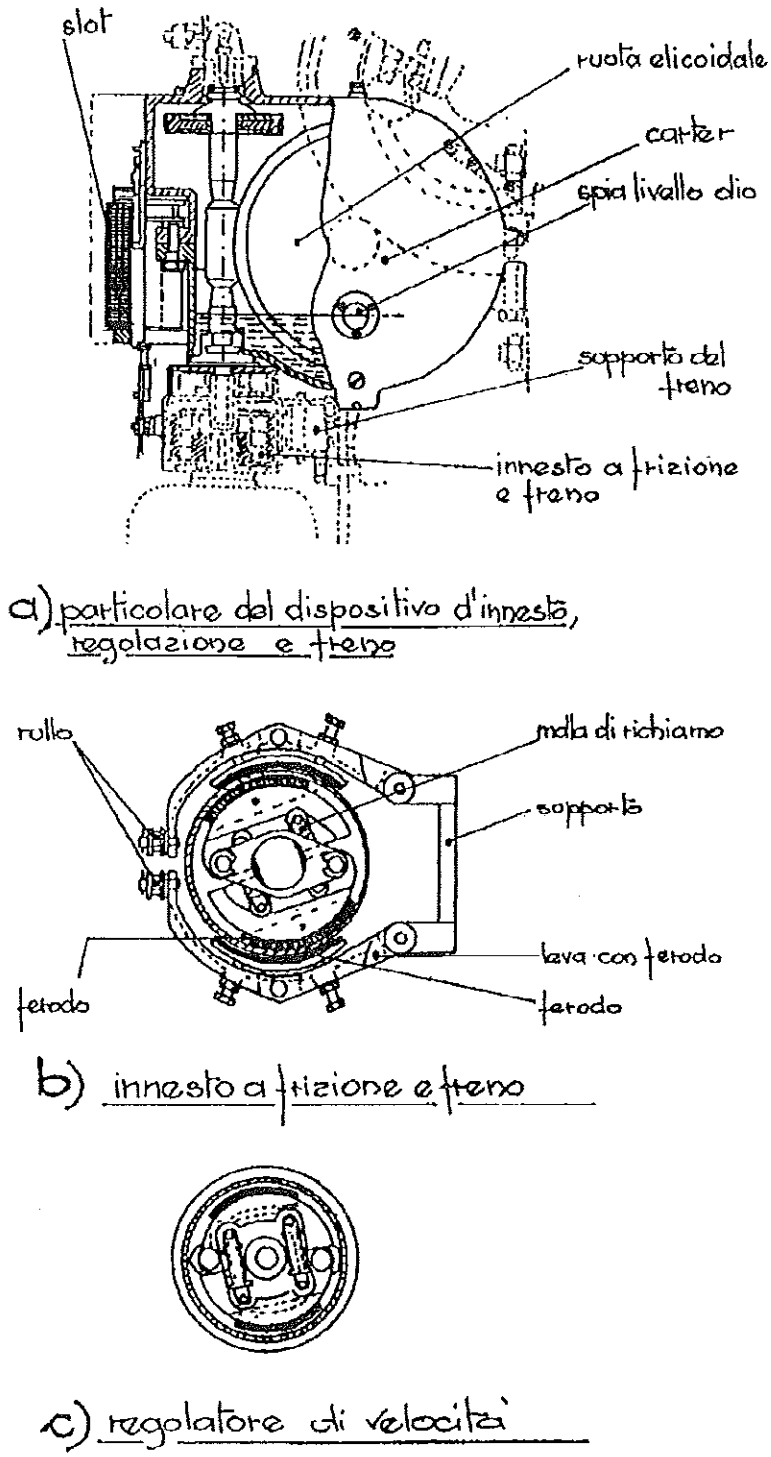


Fig. **IX-17**
Innesto a frizione, regolatore e freno

G- Frizione, riduttore di velocità ed azionamento della sbarra

Il riduttore contiene parte del cinematismo schematizzato in fig. IX-14.

In fig. **IX-18** è indicato l'albero mosso dal regolatore di velocità che, all'estremo superiore, ha un pignone che ingrana su una ruota dentata folle sull'albero della vite senza fine. Tale ruota consente un accoppiamento a frizione

nelle posizioni di fine corsa (sollevata e abbassata). Questo è ottenuto coi due rulli fissati ai perni che sporgono dall'estremo mediano della camma a doppia gola. I rulli infatti scorrono sulla superficie dei settori circolari di cui sopra per tutta la circonferenza escluso il tratto compreso fra i due perni, consentendo il movimento dell'asse porta-sbarre solo nella fase di aggancio dei perni.

L- Commutatore elettrico, controllo di posizione e morsetteria (fig.IX-15 c e fig. **IX-23**)

Il commutatore elettrico è sostenuto da un *supporto a due elementi*, applicato a sua volta al supporto destro della ruota principale. Anche il commutatore elettrico viene azionato dalla ruota principale o meglio dalla camma a gole a tre gradini ricavata nella faccia interna della ruota principale.

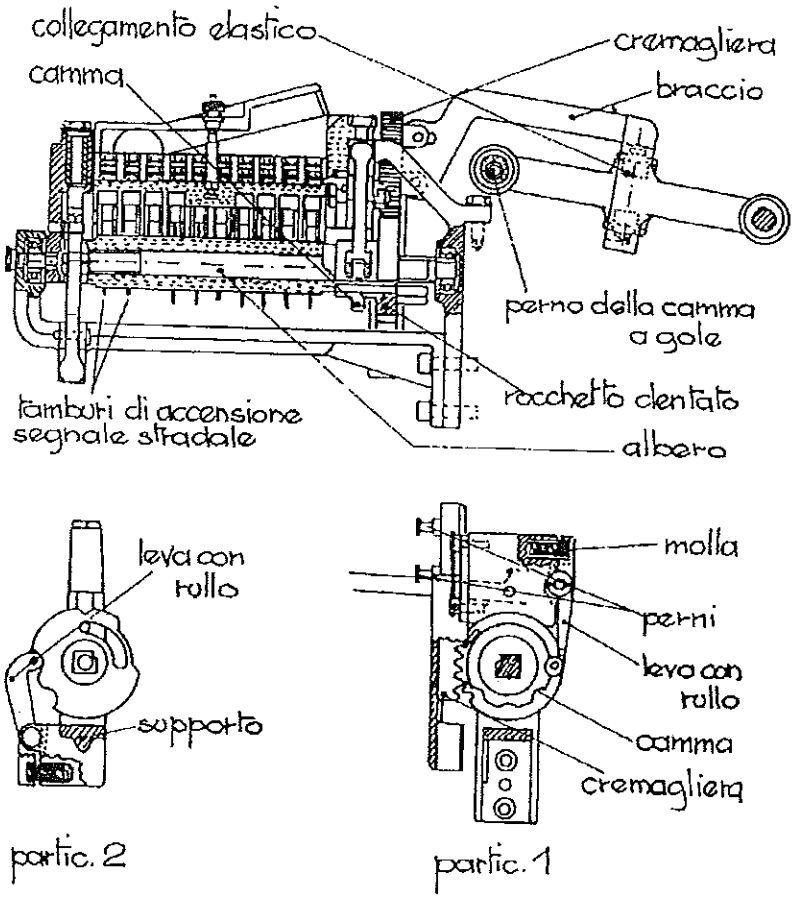


Fig. **IX**-23
Commutatore elettrico per la manovra, il controllo e l'accensione dei segnali stradali

Un perno posto ad un estremo della leva di comando del commutatore, lo fa ruotare di un determinato angolo intorno ad un fulcro costituito da un perno

per effetto dell'attrito tra la ruota stessa e due dischi calettati sull'albero della vite senza fine.

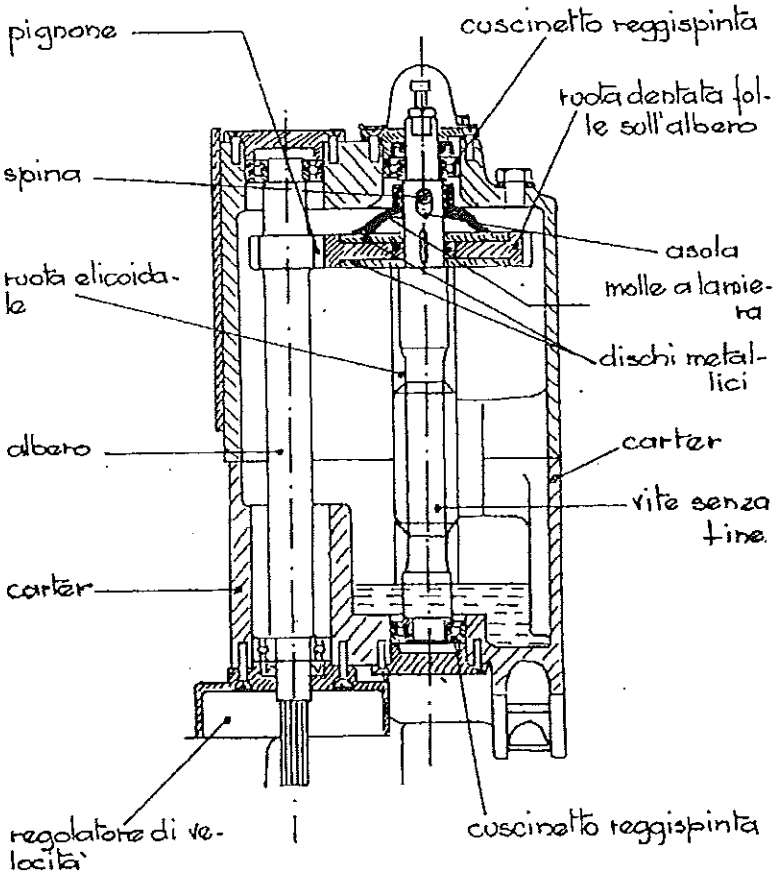


Fig. **IX**-18
Accoppiamento a frizione

All'interno del carter, la ruota elicoidale gira a velocità notevolmente ridotta. Sul suo asse, all'esterno del carter è calettato il pignone che fa muovere la ruota dentata principale ad un numero di giri ancora minore, finalmente idoneo al movimento della sbarra.

Il dispositivo di azionamento della sbarra, con una coppia applicata al suo asse di rotazione, è già stato indicato col disegno di fig. IX-14, con lo stesso accorgimento tecnico adottato nella manovra a doppio filo tipo FS 65, sempre mediante una camma a doppia gola.

Il dispositivo comprende oltre alla ruota principale una controruota; sono collegate fra loro mediante due perni posti all'estremità di due settori circolari di uguale diametro, ricavati rispettivamente sulla ruota principale e sulla controruota.

Sui due perni sono applicati due rulli di trascinamento i quali, per la manovra della sbarra, si agganciano con la camma a doppia gola, calettata sull'albero porta sbarre.

La camma a doppia gola ha anche la funzione di immobilizzare la sbarra

fissato alla piantana destra dell'incastellatura.

La parte mediana della leva è collegata elasticamente con un *braccio* che fa spostare una cremagliera la quale, a sua volta, fa girare un rocchetto dentato calettato sull'albero del commutatore, in parte a sezione quadra in parte a sezione circolare.

La rotazione dell'albero a sezione quadra è stabilizzata mediante una camma a tre posizioni (particolare 1) e relativa leva a rullo munita di molla.

Su detto albero sono montati tamburi di manovra di apertura e chiusura della barriera, di controllo di avvenuta manovra, di alimentazione dell'elettromagnete e per la manovra ausiliaria nel caso di *chiusura delle barriere in successione* fra loro, anzichè in concomitanza.

Nella parte dell'albero a sezione circolare il tamburo per l'accensione dei segnali stradali è applicato folle.

La camma di comando del tamburo (v. particolare 2) è stabilizzato in due posizioni dalla *leva a rullo* munita di molla.

Per il *controllo della posizione* della sbarra provvede un portacontatti con due coltelli applicato con semicollari all'albero di manovra. In fig. **IX-24** sono indicate le due morsettiere con relative molle di contatto che possono chiudere il circuito. Quella applicata alla piastra di collegamento dell'incastellatura dà il controllo di posizione della sbarra sollevata, quella applicata al supporto verticale, fissata alla piastra anzidetta, dà il controllo di posizione di sbarra abbassata.

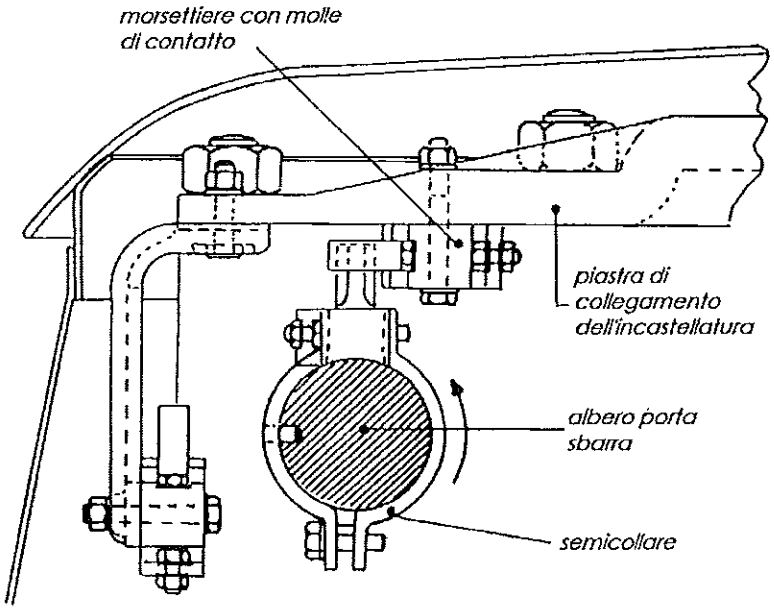


Fig. **IX**-24
Controllo di posizione in apertura e in chiusura

La *morsettiera* è composta di un doppio telaio di sostegno sul quale sono applicate due piastre, due contropiastre a spine e un cono terminale per tre cavi. Il telaio della morsettiera è fissato al carter del riduttore di velocità.

M- Manovra a mano (fig. IX-15 c e fig. **IX-25 a-b**)

La manovra è munita di un dispositivo per l'innesto di una manovella per la *manovra a mano*, da usare in caso di guasto o di mancanza di corrente; un contatto di sicurezza interrompe il circuito di manovra durante l'effettuazione della manovra a mano e quando deve essere immobilizzato.

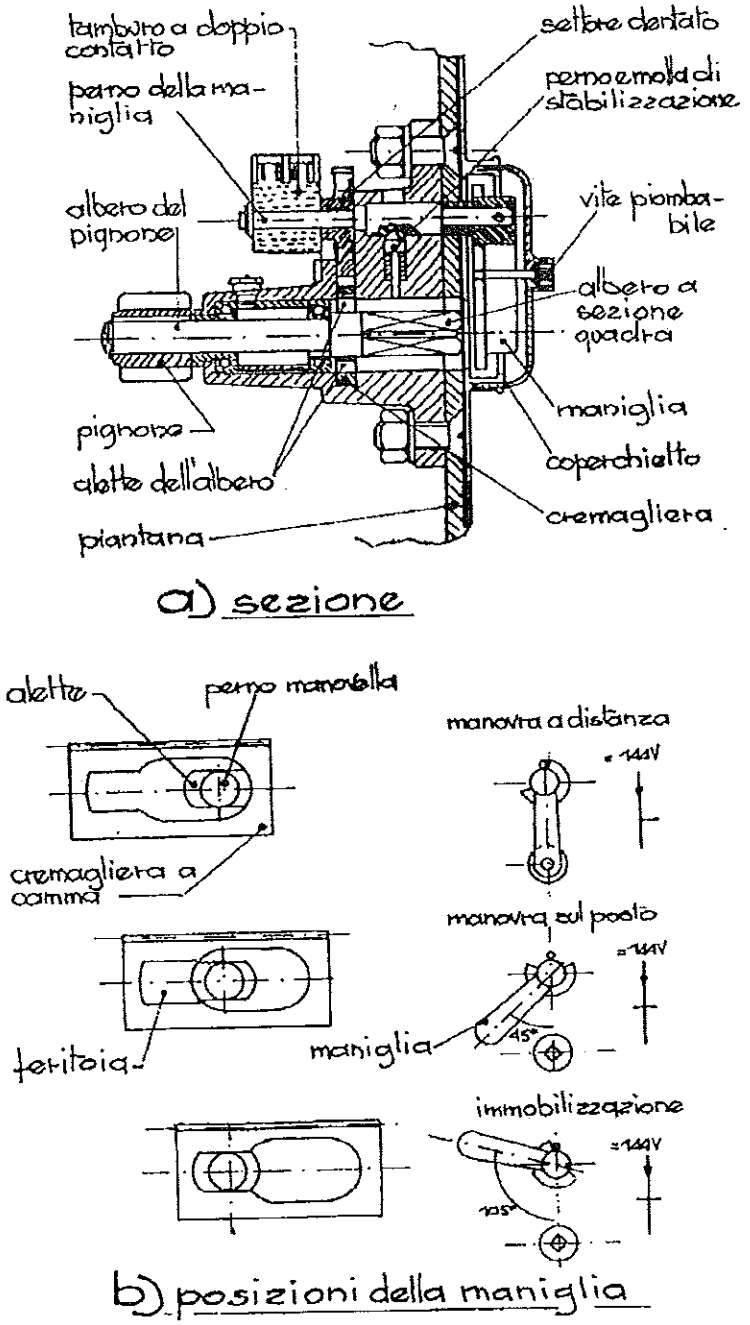


Fig. **IX**-25
Dispositivo per la manovra a mano

In fig. **a**, è indicata una sezione del dispositivo, fissato ad un supporto applicato internamente alla piantana dell'incastellatura.

La manovra a mano si effettua per mezzo di una *manovella* che deve inne-

starsi nella estremità a *sezione quadra* di un albero che all'altra estremità, è calettato col *pignone* in presa con la corona dentata della ruota principale (non indicata in figura).

Per impedire la introduzione della manovella in situazione normali (manovra elettrica) e per disciplinare l'uso della manovella stessa una maniglia può assumere tre posizioni (fig. **b**). Di norma è protetta da un *coperchietto piombabile.*

Nella posizione di manovra elettrica, la manovella non può essere introdotta nell'albero quadro in quanto la maniglia copre il foro di accesso ricavato nell'incastellatura. Nel contempo, il perno comandato dalla maniglia mantiene il tamburo a doppio coltello nella posizione che stabilisce la continuità del circuito di alimentazione del motore.

Nella posizione manovra sul posto, la rotazione della maniglia di 45° consente l'introduzione della manovella e la rotazione dell'albero della maniglia muove il tamburo a doppio coltello, con cui si interrompe il circuito di alimentazione del motore.

Nella posizione immobilizzazione, permane l'interruzione del circuito di alimentazione del motore e si ottiene l'immobilizzazione del meccanismo della barriera. Infatti il perno della maniglia fa ruotare un settore dentato, accoppiato ad una cremagliera a camme che, in una posizione, immobilizza l'albero del pignone. Infatti, all'altezza della cremagliera a camma, l'albero è munito di due alette, che (fig. b) si bloccano nella feritoia ricavata ad un estremo della cremagliera a camme.

N- Circuiti elettrici

La manovra elettrica avviene, per azione di corrente sia in apertura che in chiusura, con motori a doppio avvolgimento e principio di funzionamento analogo a quello delle manovre elettriche da deviatoio. In più sono presenti resistenze di regolazione (v. precedente punto C) e lo slot.

A sbarre sollevate, il circuito di manovra resta sotto tensione per alimentare l'elettromagnete di ritenuta (slot), la cui àncora vincola con il freno di sicurezza la barriera stessa mentre il circuito del motore rimane interrotto. Per garantirsi contro eventuali contatti ordinati e separati, si adottano accorgimenti analoghi a quelli visti per i deviatoi.

Nelle figure seguenti sono rappresentati i circuiti elettrici per la

manovra ed il controllo, riferiti a PL *manovrati con leva* (L), nell'intesa che la rappresentazione si riferisca alla posizione di barriera aperta.

Il controllo elettrico della posizione delle sbarre, si effettua mediante relè polarizzati con circuito identico a quello dei deviatoi. I contatti comandati dal meccanismo interno delle casse di manovra realizzano, come risulta dallo schema di figura, le condizioni della doppia interruzione e ccn. Così, anche quando una sola delle due sbarre è in posizione intermedia, il relè di controllo è diseccitato e protetto mediante il ccn. Sono anche indicati contatti a semplice interruzione, destinati a fornire il vero controllo di posizione dell'asta e della sua integrità.

La fig. **IX-26** riporta il circuito di manovra di una sola sbarra.

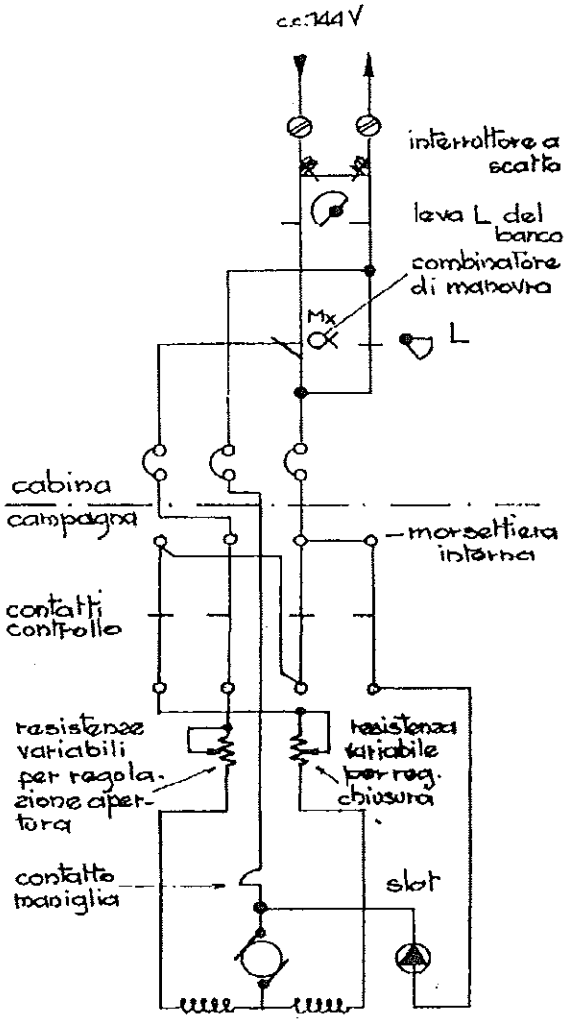


Fig. **IX**-26
Circuito di manovra di una sbarra di PL

La fig. **IX-27** indica il circuito di manovra semplificato di una coppia di sbarre.

La fig. **IX-28** rappresenta invece il circuito di controllo riferito ad una coppia di sbarre.

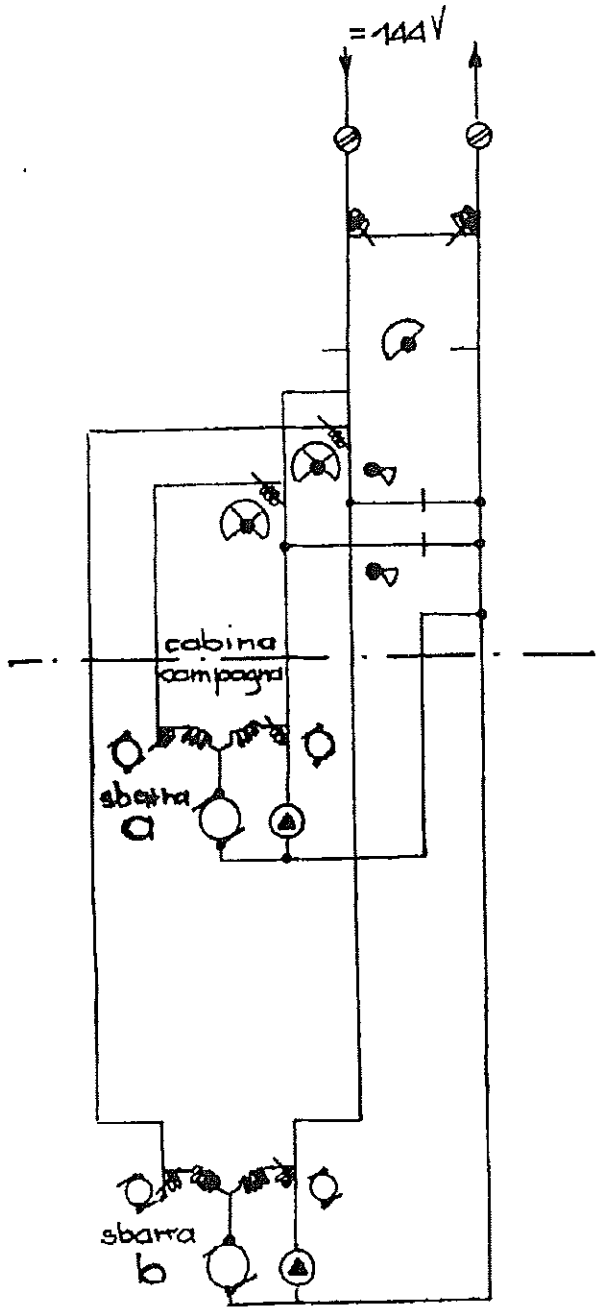


Fig. **IX-27**
Circuiti di manovra di una coppia di sbarre

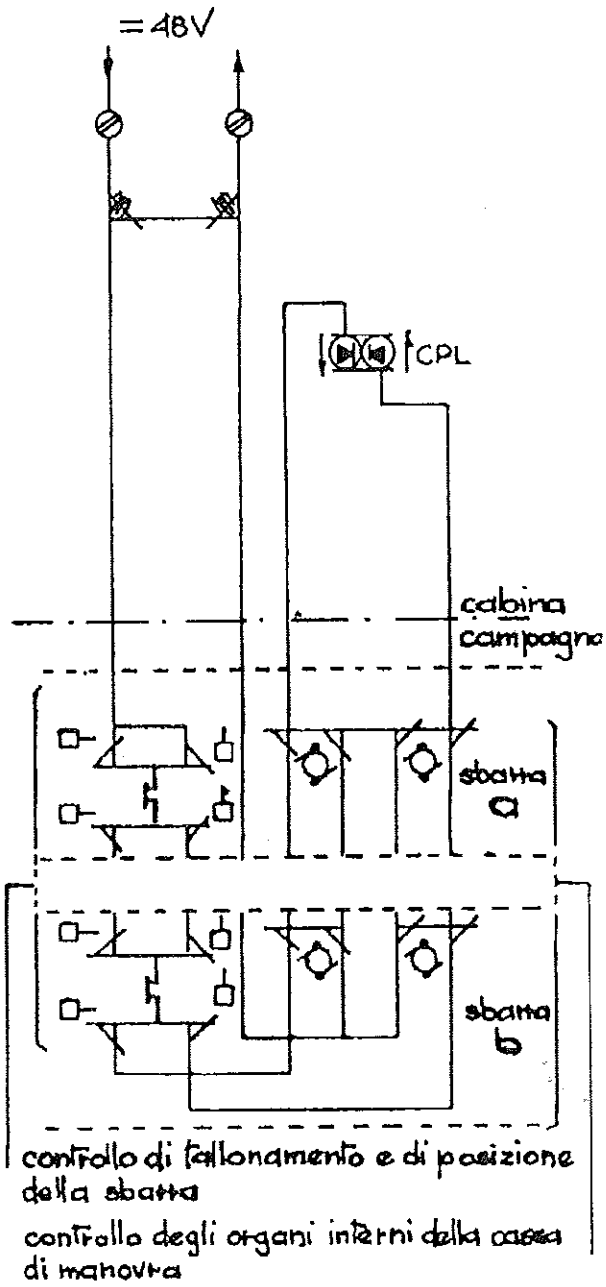


Fig. **IX-28**
Circuito di controllo di una coppia di sbarre

O-Fasi di manovra

Conclusa la descrizione delle diverse parti che compongono la manovra FS 64 è ora possibile dettagliare quali siano le principali *fasi di funzionamento*, ricordando che esse vengono tutte realizzate per mezzo della *ruota principale*. Essa, lo ripetiamo, trasmette il moto alla sbarra e al commutatore di manovra e di controllo, oltre che al dispositivo di comando dell'avvisatore ottico-acustico e alla ruota dentata che può mettere in tensione il mollone di sicurezza. A sua volta sulla ruota principale agisce sia il motore sia la manovra a mano.

In fig. **IX-29** sono schematizzate le fasi A-B-C-D-E, più importanti per la manovra di abbassamento di una sbarra. La fase A indica la sbarra inizialmente sollevata e immobilizzata, in quanto il rullo della camma a due gole contrasta con le superfici dei settori circolari della ruota principale e della controruota. Corrispondentemente viene azionato il commutatore elettrico di manovra e controllo con lo spostamento dell'apposito perno nella scanalatura ricavata nell'altra faccia della ruota principale.

Nella manovra di chiusura della sbarra, l'angolo di immobilizzazione corrisponde al tempo di preavviso di circa 25 secondi (passando dalla fase A alla fase C). L'abbassamento della sbarra inizia in C e finisce in E, mentre l'immobilizzazione in chiusura inizia in E e finisce in F.

La manovra di apertura cioè il sollevamento della sbarra si effettua con lo stesso spostamento angolare della ruota principale ma con rotazione in senso inverso. Le fasi si susseguono in modo analogo.

N.B. Nelle casse di manovra FS 64 di ultimo tipo il dispositivo di azionamento della sbarra, anzichè con due settori circolari ricavati su controruota e ruota principale, vengono realizzati con due corpi anulari di acciaio di eguale diametro e interrotti nella zona terminale, dove sono fissati i perni coi rulli di trascinamento della camma a due gole (fig. IX-19 b).

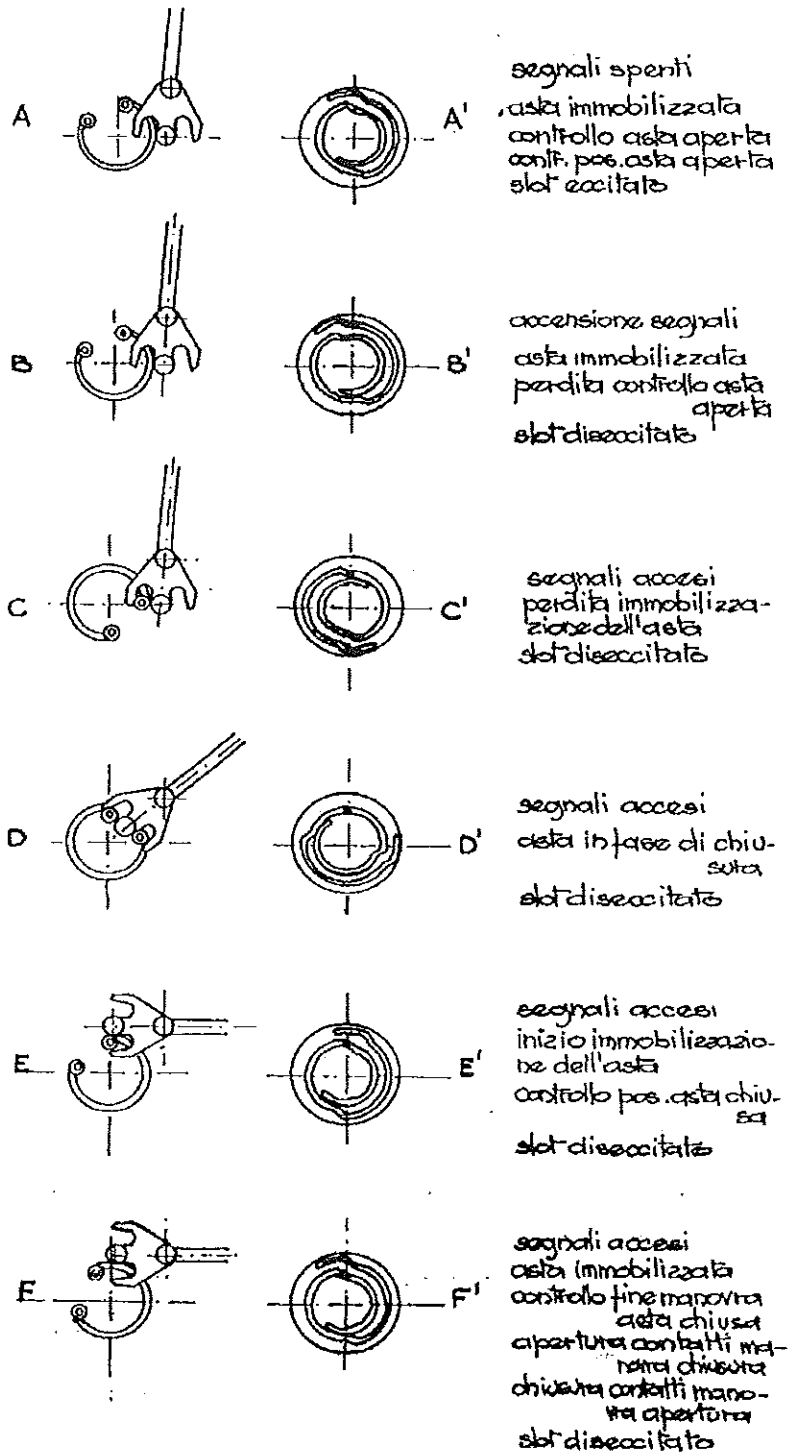


Fig. **IX**-29
Fasi per la manovra di chiusura

7- Manovra per i PL automatici a semibarriere (PLA)

Con le manovre per i *PL* detti *automatici a semibarriere* si riducono drasticamente i tempi di chiusura dell'attraversamento e

viene eliminato l'intervento sul posto o a distanza di personale addetto. Infatti chiusure o aperture sono comandati dai treni, per azionamenento di *pedali* (v. Cap. X) che agiscono come dispositivi di comando e di liberazione.

L'attraversamento stradale è protetto (fig. **IX-30 a-b**) da *semi-barriere* che ostruiscono la sola carreggiata a destra della strada. In tal modo non è più necessaria la piazzola di ricovero ma deve essere realizzato uno *spartitraffico* che disciplina la circolazione impedendo ai veicoli di effettuare manovre contro mano e a zig-zag.

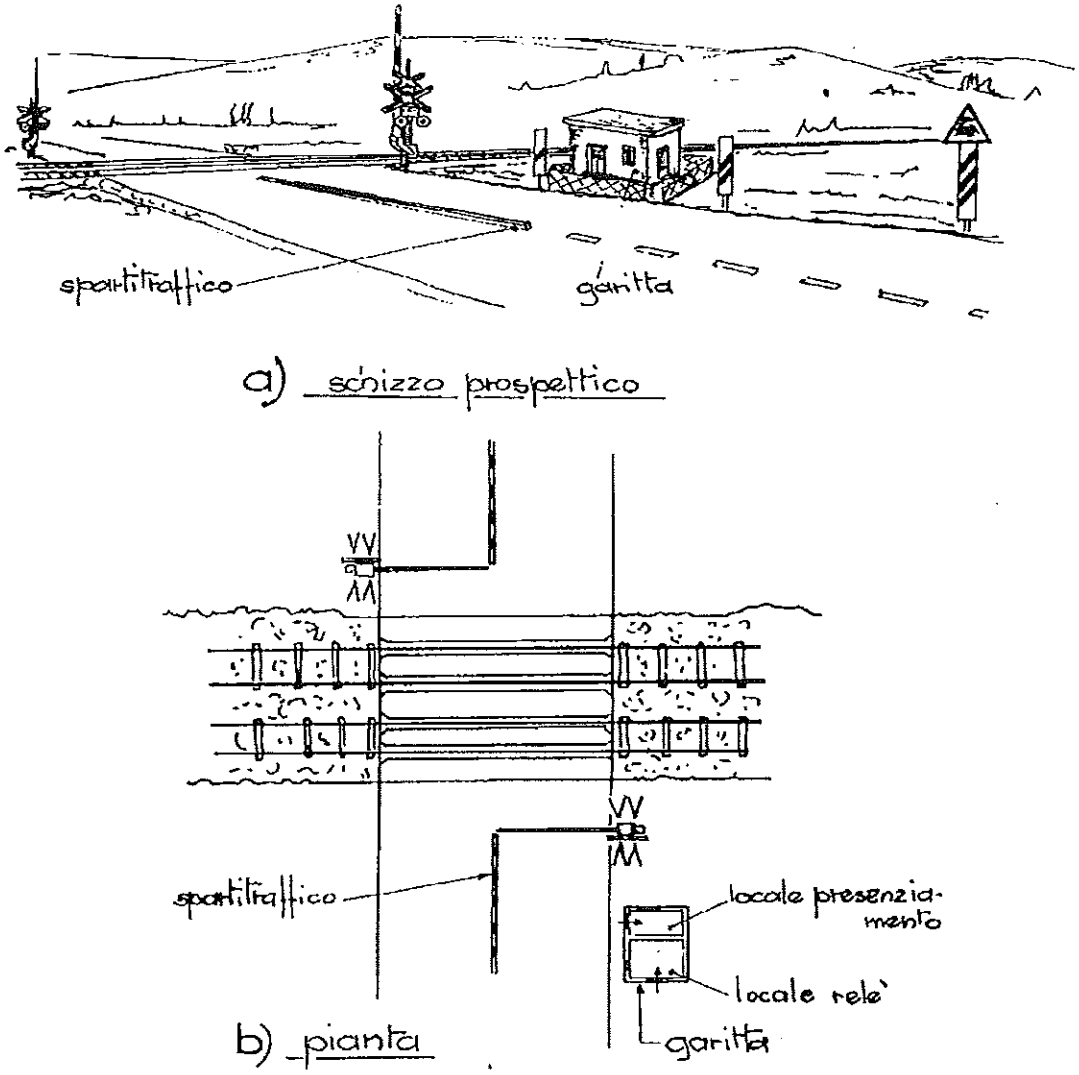


Fig. **IX**-30
PLA a semibarriere su linea a doppio binario

Il complesso di ogni manovra è supportato da una *piantana* fissata ad un *basamento* di calcestruzzo. Come risulta dalla fig. **IX-31** sulla piantana è assicurata la cassa di manovra, con relativa *asta e contrappeso.*

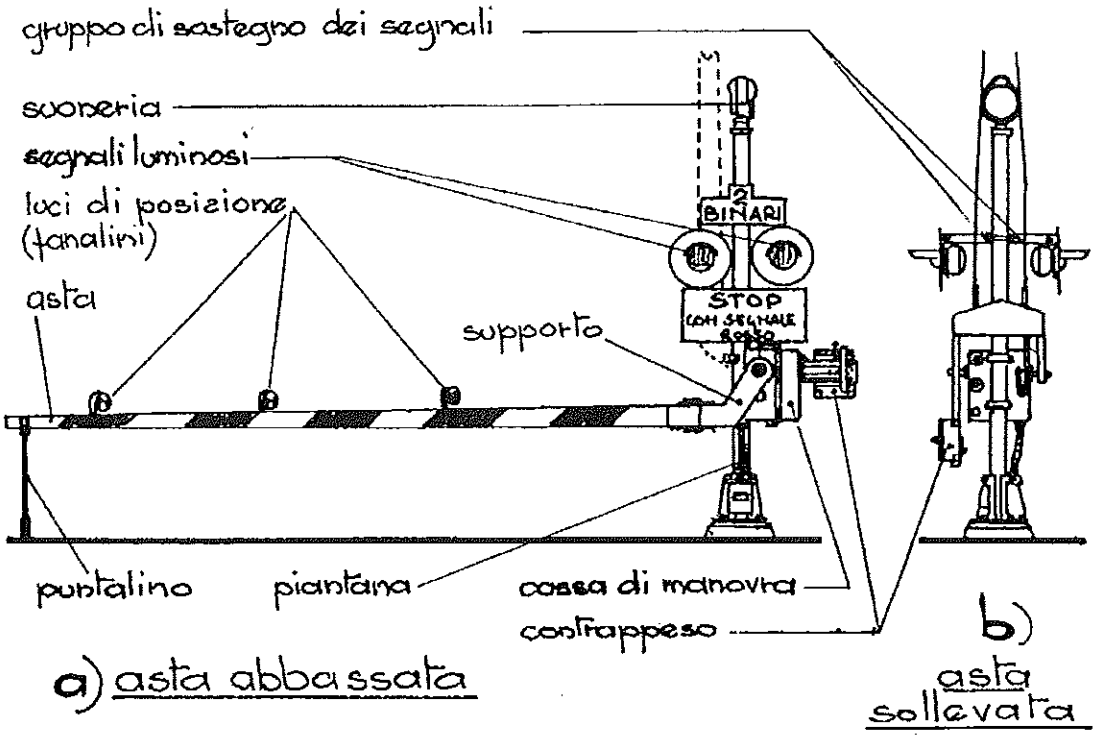


Fig. **IX**-31
Semisbarra vista di fronte e di lato

I segnali luminosi sono fissati alla stessa piantana e sono due sul lato anteriore e due sul lato posteriore. All'estremità superiore della piantana è ubicata la campana della *suoneria* a forte timbro.

Le semibarriere sono realizzate con aste per lo più di tipo scatolato in lega leggera. La parte terminale prossima alla mezzeria della carreggiata può essere munita di un puntalino di appoggio; anche le aste delle semibarriere sono tallonabili.

Alle aste vengono applicati, a seconda della lunghezza, due o tre *fanalini di posizione* che si accendono a luce rossa quando le aste stesse non sono in posizione verticale.

L'ostacolo costituito dalla semibarriera viene evidenziato con l'applicazione di pellicole rifrangenti a *strisce bianche e rosse* ad

elevata efficienza. La segnaletica comprende anche un cartello fissato sulla piantana con scritto: STOP CON SEGNALE ROSSO ed un secondo cartello con scritto 2 BINARI, se il PLA è posto su una linea a doppio binario.

Il segnale acustico è ottenuto con la citata *campana,* fissata alla sommità della piantana, e un *elettromagnete* alimentato a 12 V che muove un'àncora all'estremo della quale è fissato un *batacchio.* Sotto la campana trova posto il gruppo contatti e la morsettiera.

La *contrappesatura,* il cui momento di richiamo è variabile (massimo ad asta verticale, minimo ad asta orizzontale), è regolata in funzione del peso dell'asta. La coppia agente sull'asta può essere variata spostando il contrappeso orizzontalmente e verticalmente, per scorrimento nella feritoia della leva e per azione su viti (fig. **IX-32 a-b**).

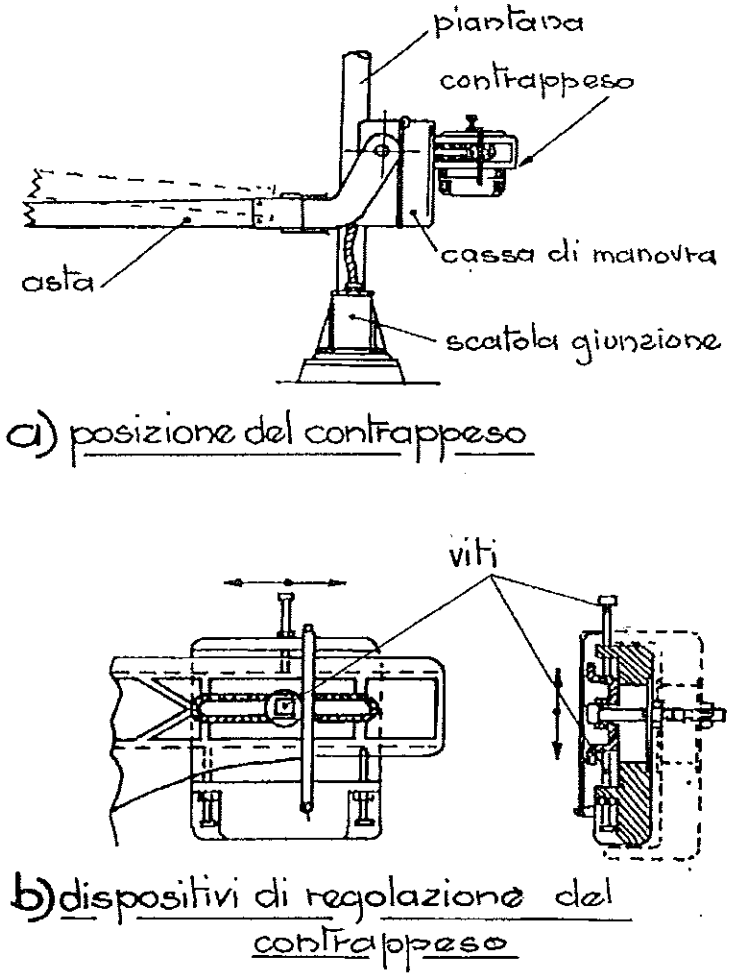


Fig. **IX**-32
Contrappeso del PLA a semibarriera e dispositivo di regolazione

Nella parte bassa della piantana è fissata la *scatola di giunzione*, dove vengono attestati i cavi di collegamento con il locale relè. Da quest'ultimo si dipartono anche i cavi di collegamento con i pedali e la rete di alimentazione.

A- Le casse di manovra

Esse possono essere *tipo WRRS* o *LW 830* che differiscono essenzialmente per il motore e per il relativo circuito di funzionamento. Con entrambe le casse si possono manovrare aste lunghe, come massimo, 8,15 metri con un tempo di chiusura o apertura compreso fra 8 e 12 secondi.

In ogni caso, il motore contribuisce all'abbassamento della sbarra per i primi 45° ma, subito dopo, esso interviene come macchina frenante. Nella fase di sollevamento il motore deve contrastare l'azione antagonista dovuta al peso dell'asta e solo in parte bilanciata e sviluppa perciò la coppia più elevata.

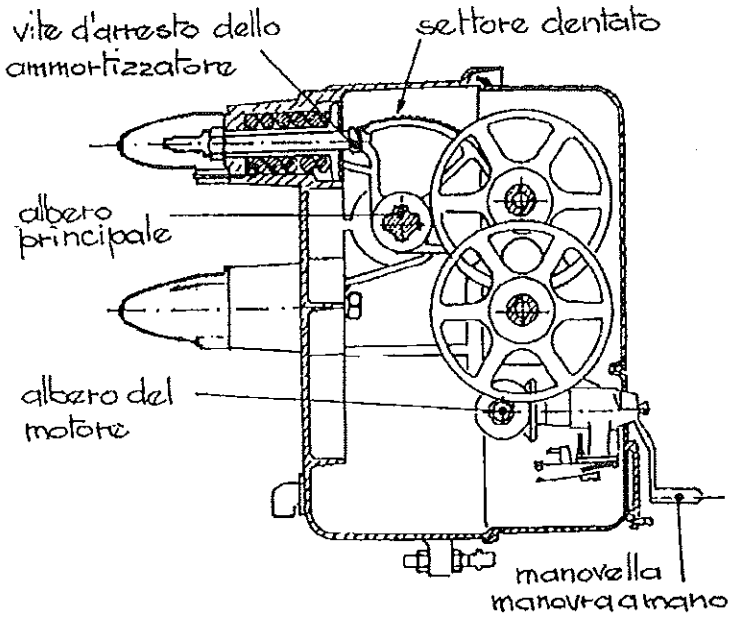
Entrambe le casse di manovra comprendono, essenzialmente (fig. **IX-33 a-b**):

- motore e frizione
- slot
- gruppo riduttore
- contattiera interna

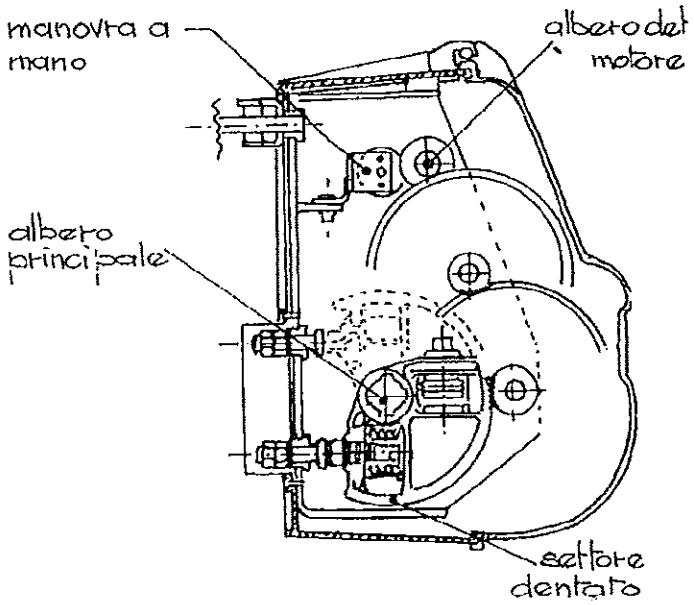
a- Motore e frizione

Nella cassa tipo WRRS il motore è a due poli con un solo avvolgimento di eccitazione. E' alimentato a 24 V cc con possibilità di funzionare con *eccitazione in serie oppure in parallelo*. Come vedremo nell'esame del circuito, in chiusura il motore è eccitato in derivazione per i primi 45°. Quindi funziona come *generatore* per agire come *freno elettrico*. Alla fine della discesa (ultimi 5°) viene cortocircuitata una resistenza di regolazione e la frenatura diventa più intensa. Su un lato dell'albero motore è collocata la *frizione* che ha lo scopo di evitare deformazioni al meccanismo nel caso di anormale funzionamento.

Nella cassa tipo LW 830 l'eccitazione del motore è a *magneti permanenti*. La frenatura è ottenuta in chiusura tramite un freno elettrico, in apertura tramite una resistenza inserita nel circuito (v. oltre).



a) cassa WRRS



b) cassa LW 830

Fig. IX-33
Gruppi riduttori delle casse di manovra WRRS e LW 830

b- Slot

Lo slot è il dispositivo più delicato della cassa di manovra ed ha funzione determinante per la sicurezza.

E' sostanzialmente un relè ed il suo rapporto di diseccitazione deve essere per quanto possibile elevato e stabile nel tempo. Pertanto deve essere periodicamente

e accuratamente controllato.

Nella cassa *WRRS* lo slot è di particolare concezione con la funzione di mantenere l'asta verticale impedendone la discesa sino alla sua diseccitazione.

Sulla sinistra dell'albero motore è calettata la ruota dentata dello slot, ruota il cui profilo periferico è a denti di sega (fig. **IX-34**).

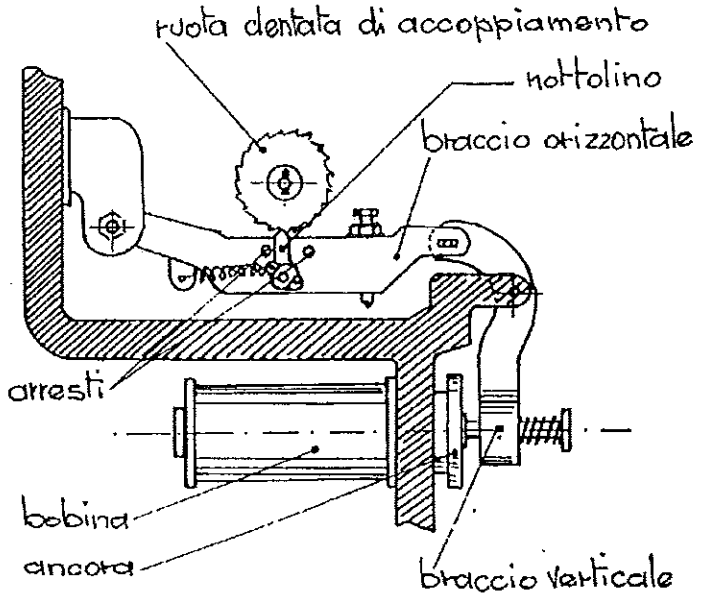


Fig. **IX**-34
Slot della manovra del PLA a semibarriera tipo WRRS

Lo slot comprende anche un complesso a snodo con un braccio verticale ed uno orizzontale. Sul braccio orizzontale è fulcrato un nottolino, per l'accoppiamento con la ruota dentata; esso è libero di ruotare tra due arresti fissi ed è provvisto di una molla di richiamo. Sul braccio verticale è presente l'àncora, attratta a sua volta dalle due bobine, quando queste vengono alimentate.

Durante il sollevamento delle barriere (ad un valore angolare di 86°) il motore è ancora alimentato e l'azione dello slot è inefficace, in quanto la ruota gira in senso antiorario e il nottolino, interferendo con il dente dal lato della sua superficie inclinata, è fatto ruotare intorno al suo perno e viene sormontato. Però, non appena il motore è disalimentato (89°), la barriera tende a scendere per gravità facendo ruotare in senso orario la ruota; in queste condizioni il nottolino contrasta con la ruota bloccando le barriere in posizione verticale.

Le bobine dello slot sono una di attrazione (disalimentata a 89°), e l'altra con la funzione vera e propria di *mantenimento*. Essa è alimentata sin dall'inizio del comando di apertura delle barriere ed è in grado di mantenere attratta l'àncora se questa è gia stata posizionata dalla prima bobina.

Quando viene disposto il comando per la chiusura delle barriere, la bobina di mantenimento dello slot viene disalimentata provocando l'abbassamento del nottolino che sblocca l'albero motore.

Nella *cassa LW 830* lo slot è più semplice in quanto la cassa contiene un sistema di frenatura.

c- Gruppo riduttore

Nelle fig. IX-33 a e **IX-35** è mostrato come, nel tipo di manovra WRRS, dall'albero motore il movimento passi all'albero principale con tre coppie di ingranaggi e come venga trasmesso il movimento se la *manovra è realizzata a mano.*

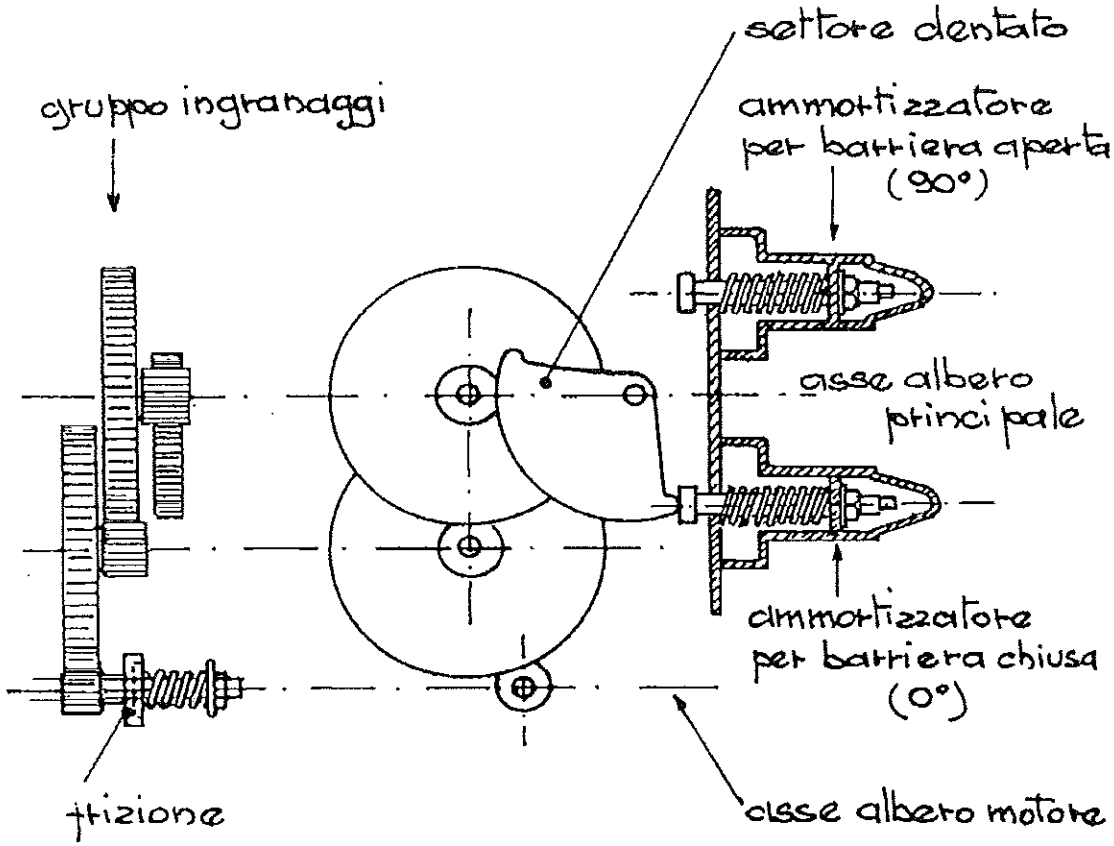


Fig. **IX**-35
Gruppo riduttore della manovra WRRS

Le posizioni angolari di 0° - barriera orizzontale, chiusa - e di 90° - barriera verticale, aperta - vengono imposte da due *ammortizzatori*, sui quali, nelle due posizioni estreme dell'albero di manovra, va a contrastare elasticamente il settore dentato dell'albero stesso.

Nella cassa di manovra LW 830 le soluzioni adottate sono analoghe.

d- Contattiera interna alla cassa

All'interno della cassa, l'albero principale stabilisce o interrompe *contatti elettrici* che, come detto, condizionano le successive fasi per la manovra della

barriera in salita e in discesa ed il funzionamento delle segnalazioni. I contatti sono comandati da camme, fissate su appositi supporti che possono assumere posizioni angolari facilmente regolabili.

All'interno di entrambe le casse è ubicato anche il relè Rc che, eccitato comanda i contatti di partenza per l'apertura della barriera ed in posizione di diseccitato predispone il circuito di manovra e la frenatura.

B- Segnalazioni ottiche ed acustiche

Sulla piantana è applicato un gruppo di sostegno orientabile, sul quale per ogni senso di marcia dei veicoli sono fissati i citati segnali stradali che proiettano luce rossa alternativamente, in modo da rendere più evidente all'utente della strada la situazione di pericolo.

Le caratteristiche di ogni segnale del tipo monofrontale (fig. IX-8 b) sono:

Diametro della lente 210 mm, lunghezza della visiera 400 mm, tensione e potenza della lampada 20 W - 12 V - cassa e sportello in policarbonato - chiusura piombabile ingresso cavi nella parte superiore della cassa.

L'effetto di lampeggiamento a luci alterne in ogni coppia di segnali è ottenuto (a 60 pulsazioni al secondo), come vedremo, attenuando la luminosità delle lampade, con l'inserzione di una resistenza in serie per mezzo di contatti di un relè lampeggiatore.

Il lampeggiamento perdura dalla fase di preavviso fino alla avvenuta apertura dell'attraversamento.

C- Circuito di manovra per l'apertura e la chiusura

Nei PLA il circuito di manovra differisce notevolmente da quello delle manovre elettriche dei PL non automatici ed è riportato nelle figure seguenti, nell'intesa che il dispositivo di comando e di liberazione da parte del treno verrà trattato nella Parte II (Impianti).

Il comando per entrambe le *manovre WRRS* e LW 830 consiste in definitiva nella diseccitazione di un relè V normalmente eccitato, che determina l'inizio del ciclo di funzionamento dei segnali e del

movimento delle aste per azione distinta di relè ubicati nel localino apposito (fig. IX-30), denominati MS, MA, AMC, MC ed MCh alimentati a 24 Vcc.

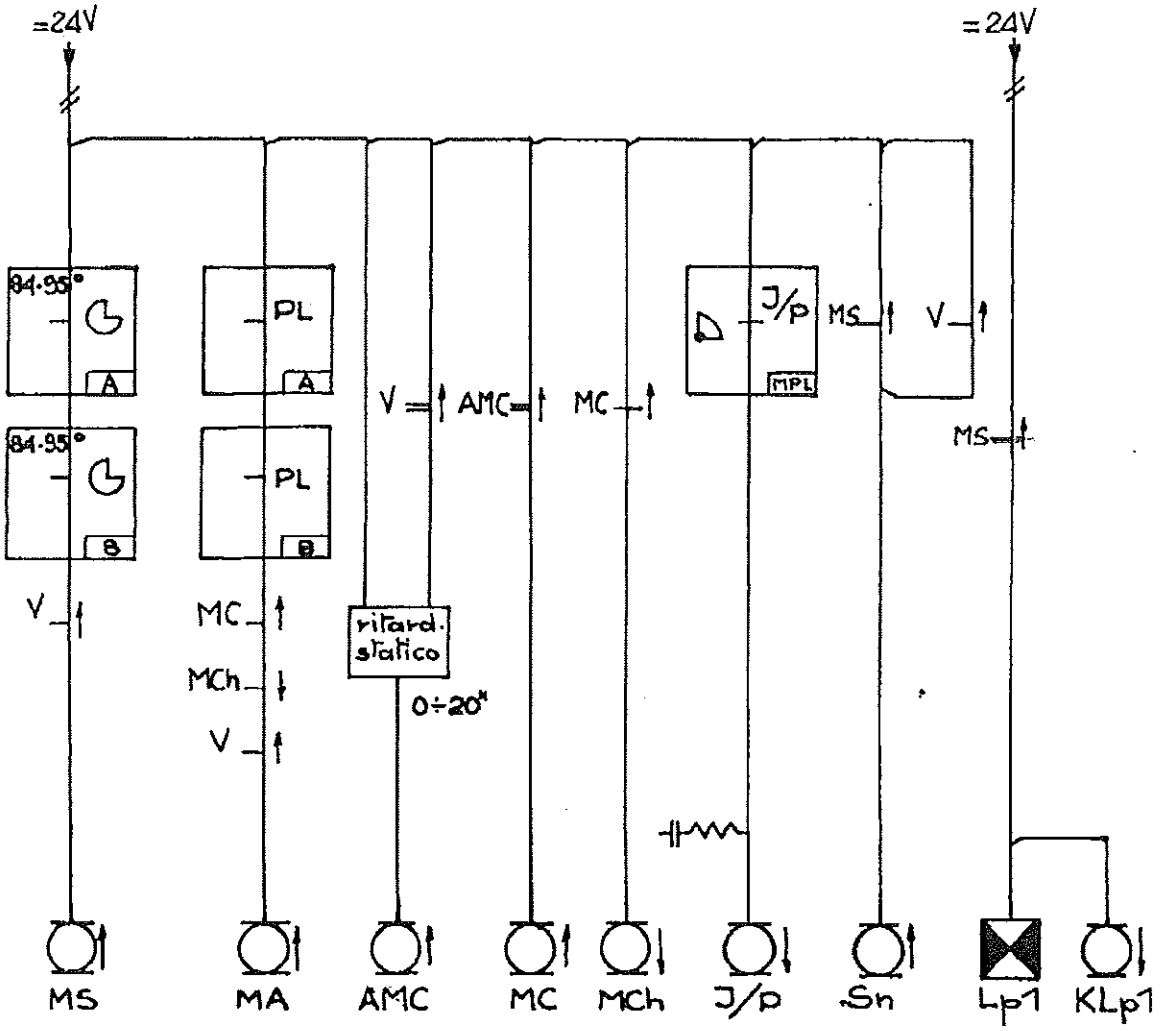


Fig. IX-36
I relè per l'apertura, la chiusura delle aste e per le segnalazioni

Essi compiono le seguenti funzioni (fig.**IX-36**):

- MS (*relè manovra segnali*)

Questo relè è normalmente eccitato e si diseccita con la disalimentazione del relè V ed anche con la discesa al di sotto di 84° di ciascuna delle due aste A e B; esso comanda i segnali stradali che quindi si accendono anche nel caso in cui l'abbassamento delle aste avvenga indipendentemente da un comando automatico (guasto) e rimangono accesi anche durante la riapertura delle barriere stesse fino che quest'ultime non raggiungano la posizione quasi verticale (84°)

- MC (*relè manovra chiusura*)

Questo relè è normalmente eccitato e mantiene alimentato lo slot di immobilizzazione delle aste in posizione di aperto; detto relè è un ripetuto del relè ritardato AMC (*avvio manovra chiusura*), alimentato tramite il relè V eccitato. Il relè AMC determina il tempo di preavviso di circa 7" che intercorre dall'accensione dei segnali e dalla segnalazione acustica all'inizio della manovra di chiusura. Caduto il relè MC, si eccita il relè MCh che invia tensione al motore per la chiusura della barriera. Da notare che il relè MCh è l'unico della catena che esplica la sua funzione in eccitazione, per il fatto di non essere determinante sulla sicurezza, in quanto la "meccanica" della cassa garantisce la chiusura della barriera anche in assenza di tensione.

Il tempo compreso tra la diseccitazione del relè MS (ved. punto precedente) e quella del relè MC, viene chiamato *tempo di preavviso*, durante il quale risultano in funzione le segnalazioni stradali ottico-acustiche.

- MA (*relè manovra apertura*)

Anche questo relè è normalmente eccitato; si diseccita quando, a sua volta, si diseccita il relè V. Esso non agisce durante la manovra di chiusura.

Si eccita con l'eccitazione del relè V, dopo la sequenza di liberazione, alimentando il motore delle barriere e consentendo così la salita delle stesse.

In fig. IX-36 sono indicati anche i circuiti dei relè I /P (impresenziato-presenziato) e quelli per la segnalazione Sn, Lp1 e KLp1, tutti alimentati a 24Vcc.

Il relè I/P ripete la posizione del combinatore posto in garitta che verrà richiamato a proposito del funzionamento dell'impianto (Parte II).

Il relè lampeggiatore Lp1 e il relè KLp1 intervengono nel circuito per l'accensione alternativa dei segnali stradali (v.dopo).

Il relè Sn interviene per le segnalazioni acustiche.

D- Circuito elettrico nelle casse di manovra WRRS e LW 830

Esaminiamo separatamente i circuiti di manovra (fig. **IX-37** e **IX-38**) per i due tipi di manovra WRRS e LW 830. I circuiti si caratterizzano solo per alcune varianti:

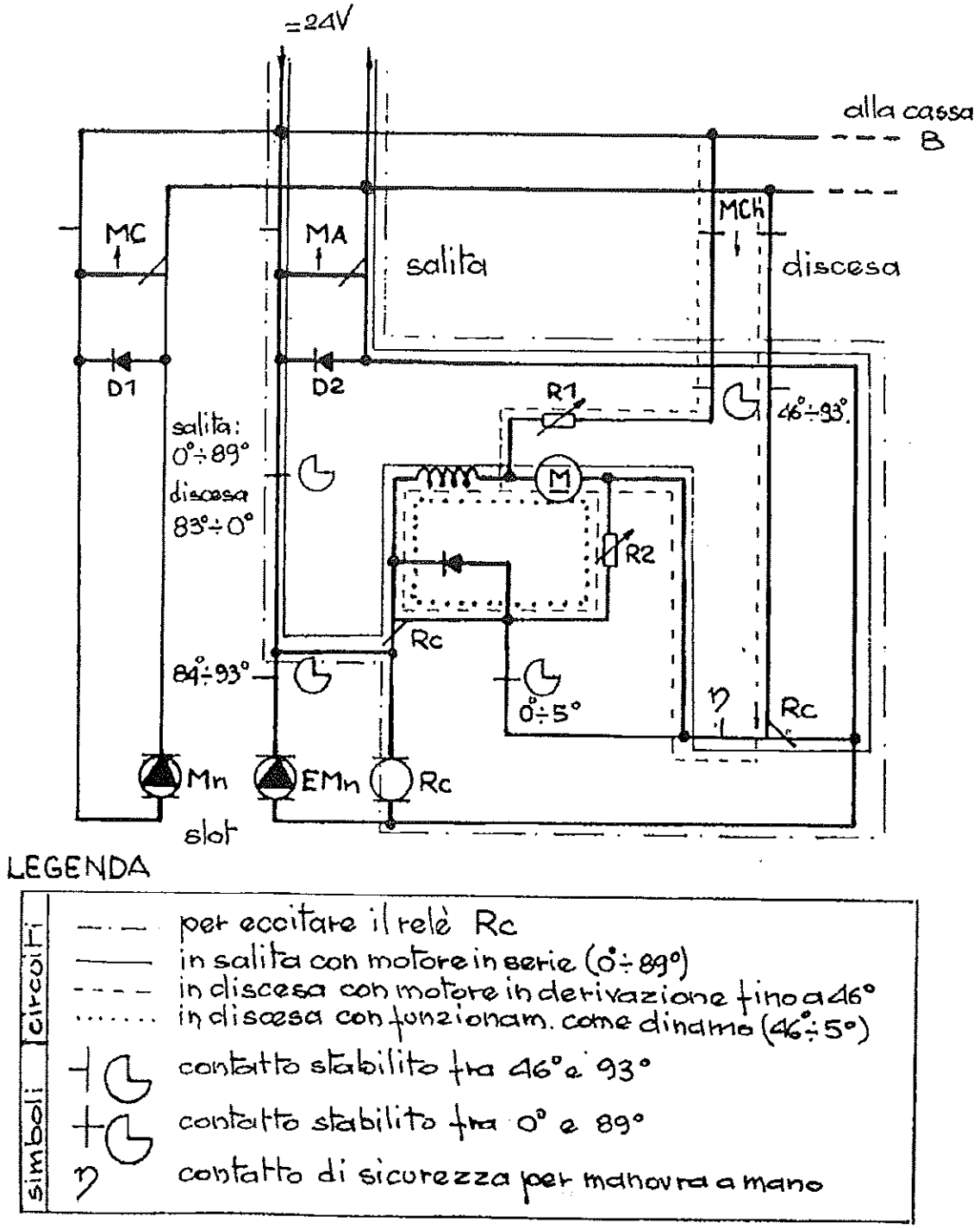


Fig. IX-37
Circuito per la manovra della cassa tipo WRRS

1- Fase di chiusura (discesa semibarriere)

- Un comando impartito da un treno, diretto al PLA, determina la diseccitazione del relè V, che a sua volta provoca la

diseccitazione ritardata del relè MC e l'eccitazione del relè MCh che determinano la *fase di chiusura*. La diseccitazione del relè Mc provoca la disalimentazione del dispositivo di bloccamento barriere in posizione verticale (slot per cassa tipo WRRS e freno elettromagnetico per cassa LW 830) e, quindi, lo sbloccamento delle aste. Esse iniziano la discesa per azione combinata della gravità per l'intera corsa e azione aggiuntiva del motore, dovuta all'eccitazione del relè MCh, per primi 46°, in modo tale da garantire la chiusura del PL anche con sfavorevoli condizioni di vento.

Quando ciascuna asta giunge a 46°, l'alimentazione del motore si interrompe (contatti di barriera 46°-93°) ed essa viene trascinata in basso dalla coppia verticale per cui è stata regolata. Il motore quindi, trascinato dall'asta, diventa *dinamo* dissipando energia sulla resistenza R2, variando la quale varia la velocità di discesa dell'asta stessa.

Sulla cassa tipo *WRRS*, che utilizza un motore con eccitazione in serie per la fase di apertura e in derivazione per la fase di chiusura, un contatto chiude in corto circuito il motore al raggiungimento della barriera a circa 5°, provocando un ulteriore rallentamento.

N.B. Il diodo interviene in frenatura qualora il contatto di Rc dovesse interrompersi.

Sulla cassa tipo LW 830, che utilizza invece un motore a magneti permanenti, il circuito di frenatura, nel funzionamento come dinamo, risulta sempre inserito tramite la resistenza R2.

2- *Fase di apertura* (ascesa asta)

Il transito del treno sul PLA provoca la rieccitazione del relè MC e MA per cui può avere inizio la *fase di apertura*.

Dall'esame dei circuiti di fig. IX 36-IX 37-IX 38, vediamo che:

- il relè MC, eccitandosi, provoca la diseccitazione del relè MCh, il quale inibisce l'alimentazione del circuito di discesa; inoltre il relè MC predispone l'alimentazione al dispositivo di bloccamento verticale (bobine Mn);

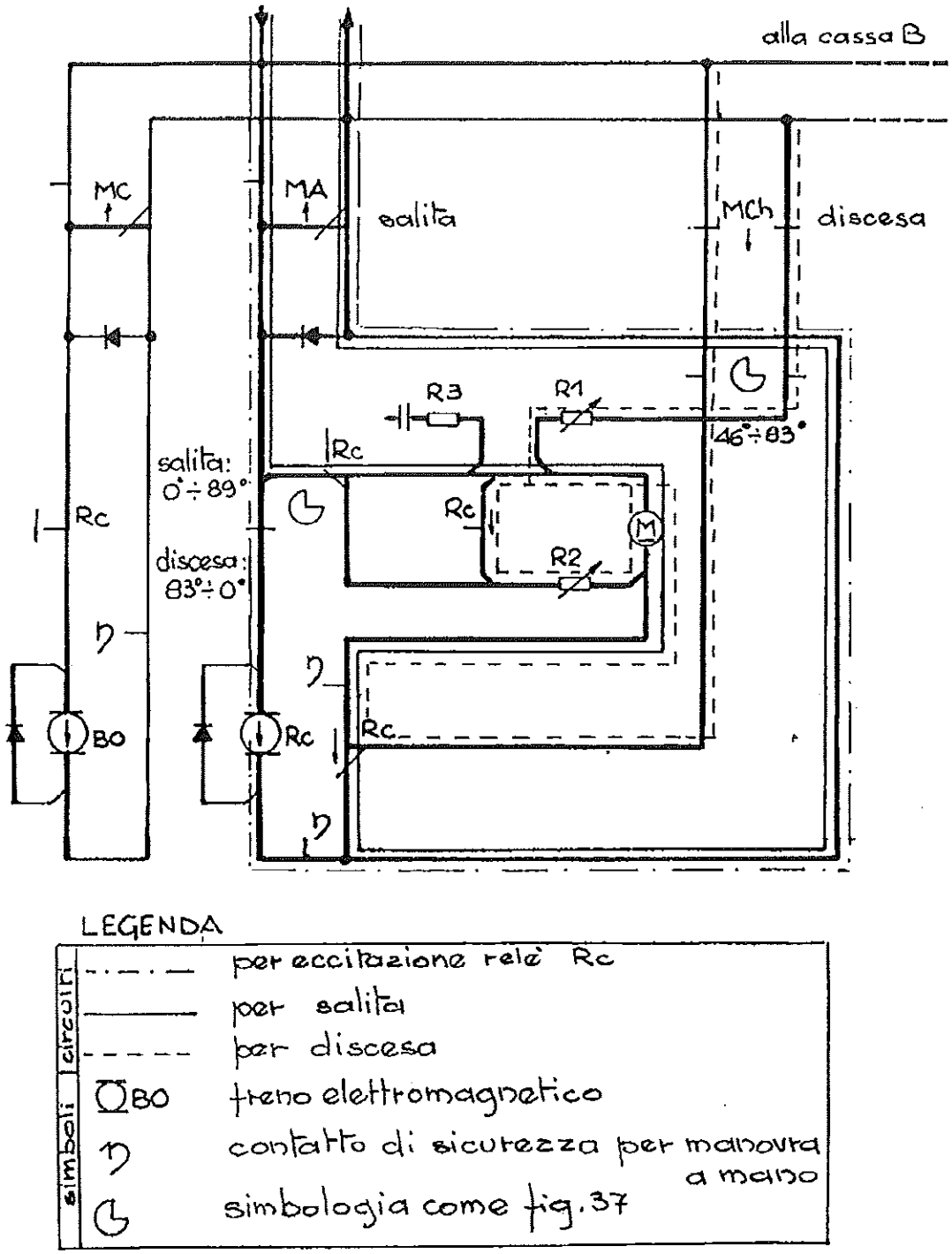


Fig. **IX**-38
Circuito per la manovra della cassa tipo LW 830

- il relè MA, eccitandosi, provoca l'eccitazione del relè RC posto nella cassa di manovra, il quale consente l'alimentazione del motore per la monovra di salita.

L'asta comincia quindi a salire col motore eccitato in serie.

Sulla cassa tipo WRRS a 84° si stabilisce un contatto il quale provoca l'alimentazione dell'elettromagnete EMn, che richiama l'àncora mobile dello slot.

A 89° si apre il contatto che provoca:

- la disalimentazione del motore e quindi l'asta si arresta in posizione verticale;
- la disalimentazione dell'elettromagnete EMn; lo slot rimane comunque attratto per effetto della bobina di mantenimento Mn, precedentemente alimentata dall'eccitazione del relè MC;

Sulla *cassa tipo LW 830* un contatto, aprendosi a 89°, provoca la diseccitazione del relè RC, il quale disalimenta il motore e provoca l'alimentazione del *freno elettromagnetico* BO.

L'asta resta quindi bloccata nella posizione verticale, pronta ad un nuovo funzionamento.

N.B. Vedremo nella Parte II come il treno esegua il comando di apertura e chiusura per mezzo dei pedali che intervengono sul relè V.

E- Circuito dei segnali stradali e delle suonerie

Esso è indicato in fig.**IX-39 a-b**;

Le lampade dei segnali stradali, le suonerie e i fanalini di posizione sono alimentati tramite adatti stabilizzatori (v. punto seguente), in modo da poter avere una tensione, e quindi una luminosità, pressochè costante al variare della tensione di alimentazione.

Sono previste inoltre delle resistenze regolabili installate su appositi pannelli modulari filati a connettore che consentono di regolare:

- la tensione di ingresso agli stabilizzatori;
- il funzionamento *dei relè amperometrici* "Ill"
- il funzionamento delle suonerie;
- la tensione alle lampade dei segnali stradali;

- la tensione ai fanalini di posizione delle aste.

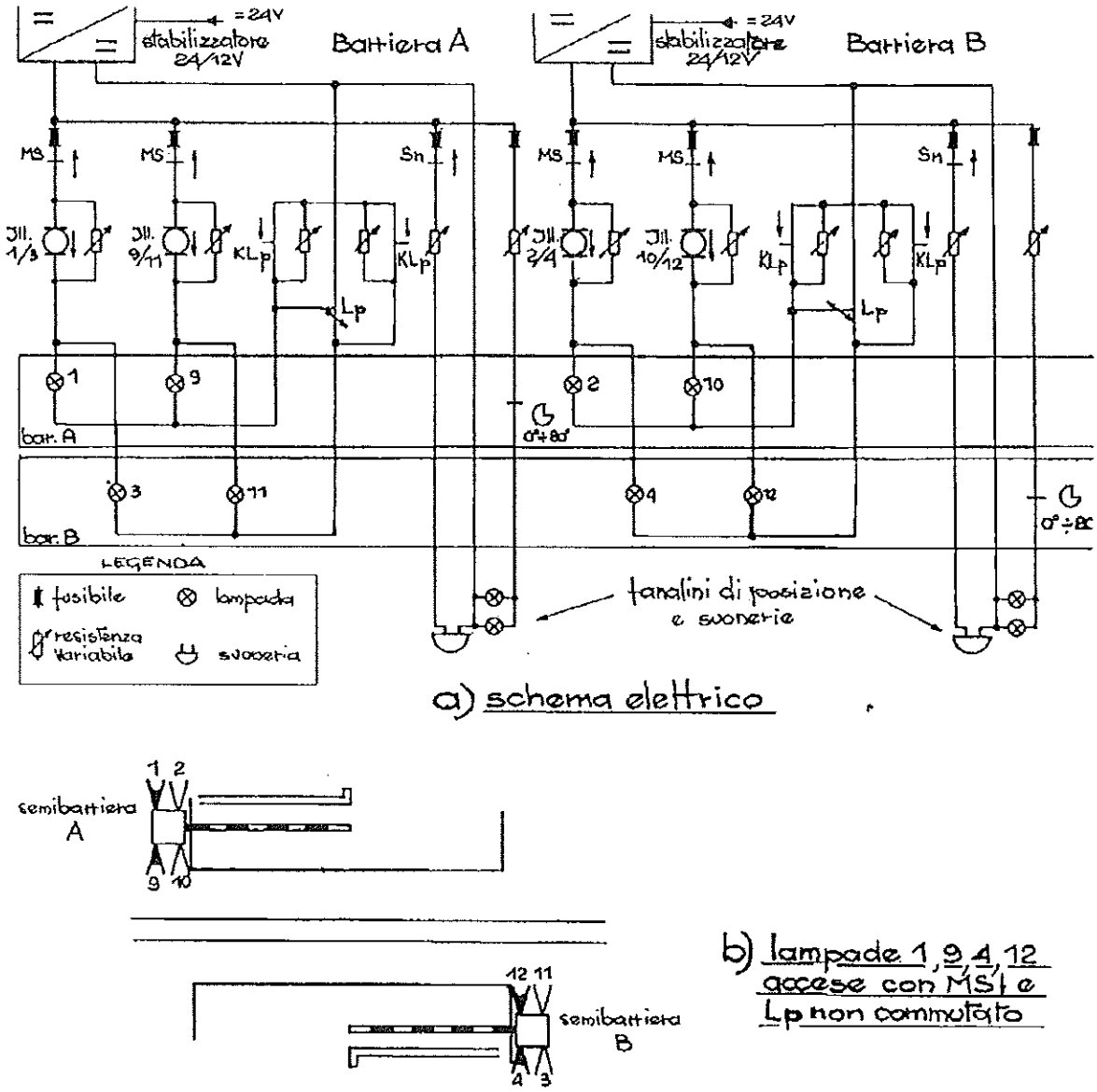


Fig. **IX**-39
Circuito di accensione dei segnali e di azionamento delle suonerie

Nello schema di fig. **a** si può notare che la diseccitazione del relè MS provoca l'accensione delle lampade, secondo il seguente ordine riferito alla numerazione di fig. **b**

- 1-9-4-12 accese;
- 3-11-2-10 spente;

Quando si commutano i contatti del relè lampeggiatore Lp (v.

fig. IX-36) risultano invece accese le lampade prima spente.

Va però osservato che le lampade non si spengono del tutto, in quanto viene inserita una resistenza in serie per l'intervento del relè KLp.

La diseccitazione dei relè V e MS provoca inoltre la diseccitazione del relè Sn per le segnalazioni acustiche.

La discesa infine delle barriere oltre 80° provoca l'accensione dei *fanalini di posizione* posti sulle aste manovrate dalla cassa di manovra.

Quanto all'efficienza della segnalazione luminosa essa è verificata con sistema amperometrico, da due relè "Ill", normalmente diseccitati, uno per ogni coppia di lampade.

Ogni relè "Ill" si eccita se è stabilito il circuito di accensione delle lampade e se le lampade relative risultano efficienti. Esso rimane quindi eccitato per tutto il tempo di funzionamento della segnalazione se l'accensione delle due lampade è regolare. Nel caso invece che anche una sola delle due lampade sia spenta (per mancanza di continuità del suo circuito) il relè "Ill" relativo rimane permanentemente diseccitato.

Anche se è spenta una sola delle quattro lampade di ogni semibarriera la segnalazione luminosa viene considerata inefficiente e questa situazione è denunciata da apposita indicazione di allarme di cui si dirà nella Parte II.

F- Circuito di alimentazione

E' rappresentato schematicamente nella fig.**IX-40**; in esso sono indicate anche altre apparecchiature utilizzate nell'impianto e precisamente:

- un complesso di carica batterie automatico, atto alla carica in tampone e a fondo della batteria al *nichel-cadmio*, usata per garantire una certa autonomia dell'impianto in caso di mancanza dell'energia di rete;
- due stabilizzatori di tensione 24 Vcc - 12 Vcc, utilizzati per

alimentare i segnali stradali con tensione pressochè costante al variare della tensione di batteria;

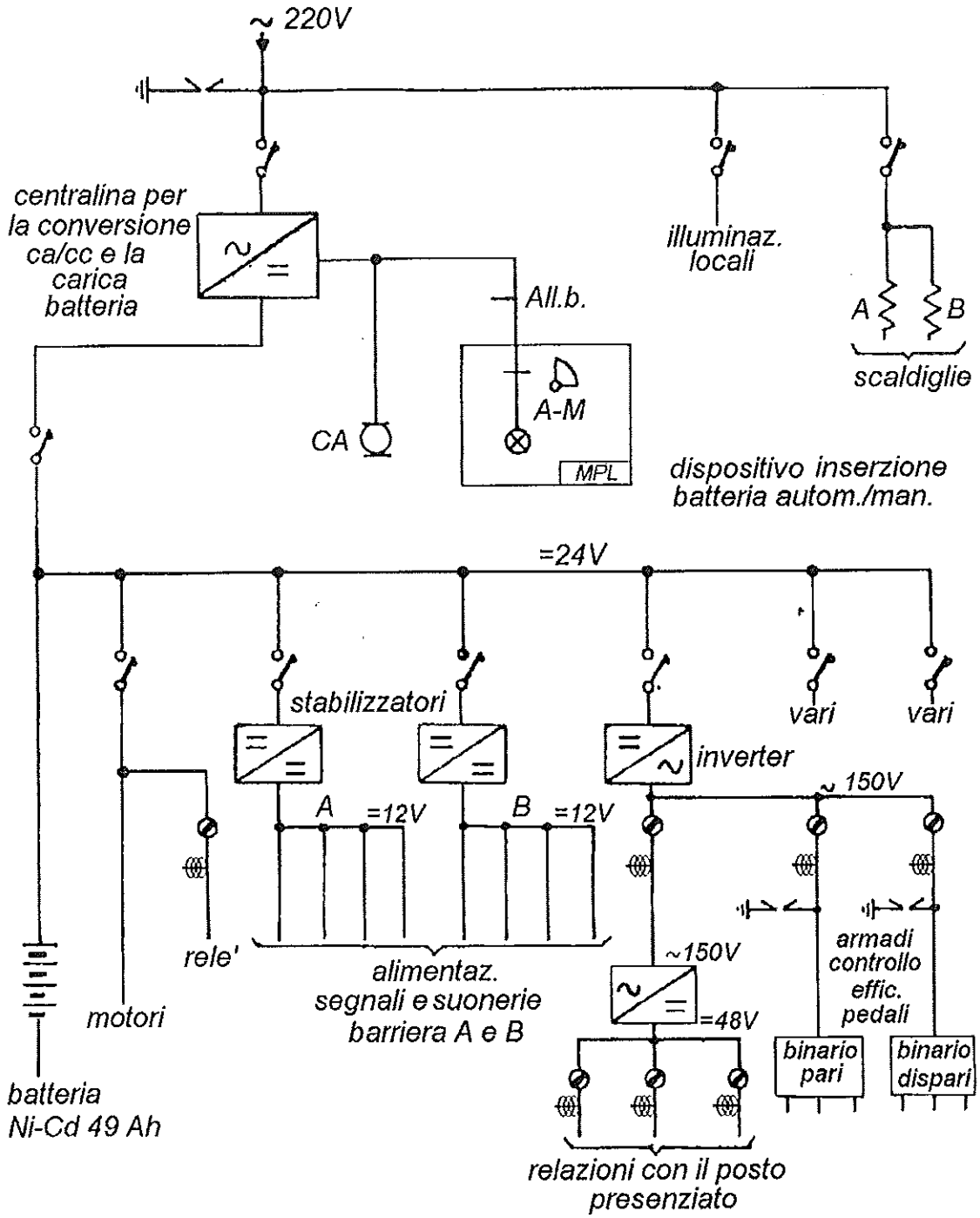


Fig. **IX**-40
Schema di circuito di alimentazione

- un inverter statico 24 Vcc - 150 Vca, per alimentare: a *150 Vca* gli armadietti di controllo di efficienza dei pedali di linea e alla tensione di *48 Vcc* (tramite un gruppo trasformatore - raddrizzatore) il circuito dei pedali di liberazione e le relazioni con il posto presenziato.

In figura sono anche indicate le protezioni delle varie apparecchiature realizzate con interruttori automatici e fusibili.

8- Manovra di PL automatici con sbarre di tipo tradizionale

Recentemente sono stati introdotti impianti di PL automatici con normali casse di manovra di barriere anzichè semibarriere.

Naturalmente tali impianti vanno realizzati secondo particolari schemi di principio e previo accertamento che non sussistano condizioni ostative (v. Parte II).

9- Manutenzione delle manovre dei PL e dei PLA

Data l'importanza dei PL per la sicurezza e la regolarità della circolazione ferroviaria e stradale, è ovvia la necessità di interventi molto accurati durante la manutenzione preventiva e correttiva in modo particolare a seguito di guasti o tallonamenti.

Si riassumono quindi i controlli da effettuare, tenendo conto del tipo di manovra e delle prescrizioni vigenti:

- fissaggio ai basamenti delle casse di manovra, degli eventuali organi di manovra e delle piantane;
- fissaggio delle parti meccaniche componenti la cassa di manovra;
- efficienza degli organi interni e dei cinematismi
- assenza di attriti nella cassa e nelle trasmissioni a filo;
- controllo della regolare successione delle fasi di funzionamento in chiusura e in apertura;

- controllo della regolarità delle corrispondenti segnalazioni ottiche e acustiche;
- controllo della effettiva immobilizzazione nelle posizioni estreme;
- controllo della velocità di discesa delle sbarre o delle aste;
- controllo del dispositivo di tallonamento;
- controllo dell'orientamento e della visibilità dei segnali come pure dell'intensità sonora;
- controllo dell'efficienza della manovra a mano;
- pulizia e lubrificazione delle parti meccaniche;
- controllo dei collegamenti elettrici, della integrità degli isolamenti e dell'efficienza del circuito di terra;
- controllo delle verniciature e dei mezzi rifrangenti;
- per i PL con doppie barriere verifica degli eventuali sfasamenti nel movimento delle sbarre;
- per i PLA a semibarriere, controllo dell'usura dei contatti dei relè, verifica dello slot e delle alimentazioni a cc tramite batteria, misura della coppia orizzontale e verticale applicata alla semibarriera da effettuare mediante dinamometro.

Naturalmente controlli e verifiche, come pure interventi correttivi, vanno effettuati con cura particolare dopo eventuali incidenti o investimento delle barriere, anche se in apparenza non si sono riscontrati danni oltre al tallonamento.

Altre prove e verifiche possono riguardare l'impianto nel suo complesso con comando sul posto, a distanza in telecomando e con funzionamento automatico (v. Parte II).