SCUOLA PROFESSIONALE FERROVIARIA

CORSO
DI IMPIANTI FERROVIARI

APPUNTI DALLE LEZIONI TENUTE
DALL'ING. LUCIO MAYER
PRESSO LA SCUOLA D'INGEGNERIA DI NAPOLI

ANNO ACCADEMICO 1962-63

C A P I T O L O P R I M O

I N T R O D U Z I O N E

- Il sistema di trasporto su rotaie. Vantaggi ed inconvenienti.

* * * *

La Scuola Professionale Ferroviaria comprende due corsi: uno di Organizzazione Ferroviaria ed uno di Impianti Ferroviari.

Nei quattro mesi di corso vengono pertanto tenute delle lezioni sui principali problemi tecnici connessi con la trazione ferroviaria e con la circolazione dei treni, sui sistemi costruttivi e di manutenzione delle infrastrutture e dei mezzi ferroviari, sulla organizzazione generale di una rete ferroviaria ed in particolare sulla organizzazione della rete delle Ferrovie dello Stato Italiane.

Si ritiene però opportuna una introduzione, che, con uno sguardo panoramico e con parole semplici e sincere, possa rispondere a quello che è oggi un problema molto importante, problema che può considerarsi racchiuso in due domande: cosa sono oggi le Ferrovie? cosa esse saranno domani?

In questi interrogativi è ovviamente sottintesa la preoccupazione che la risposta debba essere; le ferrovie sono oggi un sistema di trasporto che vien mantenuto in vita solo perchè anche nelle intraprese umane vale il primo principio della dinamica, e cioè il principio di inerzia, ma le ferrovie stesse non potranno vivere a lungo in quanto il secondo principio della dinamica, che in fondo equivale come sappiamo al primo, ci dice che, mancando una forza acceleratrice ed esistendo sempre forze di attrito ritardatrici, il moto non può non divenire uniformemente ritardato fino a giungere alla stasi e cioè alla morte!

Chi ragionasse in questo modo dimostrerebbe di non aver afferrato quelli che sono i vantaggi intrinsici di una ferrovia e ciò in quanto, tenendo conto di questi vantaggi, non si può assolutamente giungere alla conclusione che convenga abbandonare, od anche solo ridurre sostanzialmente, il sistema ferroviario di trasporto.

Qualcuno usa osservare che le ferrovie nacquero quando, nata la macchina a vapore come prima ed unica produttrice di energia meccanica diversa da quella animale e desiderandosi utilizzare detta macchina per la trazione, fu necessario ricorrere ad una strada di ferro come unica capace di sopportare i pesi per asse necessari per portare in giro una caldaia e di conseguenza la necessità di costruire ferrovie è venuta a cadere dal giorno, del lontano 1893, in cui Rudhlf Diesel, nelle sue officine, istintivamente si levò il cappello vedendo la sua macchina endotermica effettuare i primi giri. L'atto di omaggio, tra parentesi, era pienamente giustificato: la mente lungimirante dell'inventore capì che in quel momento nasceva una creatura che doveva essere la protagonista di una delle più importanti rivoluzioni del progresso umano.

Chi ritiene le ferrovie nate solo per i bisogni di portare in giro una macchina a vapore non ricorda, però, che le prime rotaie nacquero molti e molti anni prima di tale macchina: fin dal 1530 sulle strade di accesso ad alcune miniere del Tirolo furono poste due tavole di legno parallele sulle quali poggiavano le ruote dei veicoli e ciò ridusse notevolmente lo sforzo dei cavalli che dovevano trainare le colonne di carrelli carichi di minerale.

E giova ricordare che la macchina a vapore fece i primi suoi passi proprio su carri stradali per trasporti di materiali pesanti, con un veicolo costruito da Cugnot nel 1770 e che solo dopo quasi trentacinque anni, nel 1814 con la Rochet di Stephenson, una macchina a vapore circolò su rotaie.

./.

Ciò non impedì che macchine a vapore continuassero a circolare su strada: forse pochi ricordano che il circuito automobilistico di Nizza del 1902 venne vinto da una automobile dotata di caldaia a tubi d'acqua che raggiunse la velocità di ben 119 chilometri all'ora.

Possiamo quindi su questo argomento concludere che le rotaie non sono nate perchè i vecchi manti stradali non permettevano, specie prima dell'invenzione dei pneumatici, forti carichi per asse. Questa fu certamente una caratteristica interessantissima, ancor oggi valida, ma non fu la causa per cui nacquero le ferrovie e pertanto la decadenza della sua validità non può rappresentare motivo di decadenza della validità del sistema ferroviario.

La cuasa della nascita va come detto ricercata nella notevolissima riduzione degli sforzi di trazione permessa dalle rotaie.

Ricordiamo che l'avanzamento in pianura ed in rettifilo, alla velocità di circa 50 chilometri all'ora, di una tonnellata richiede 2,5 chilogrammi in ferrovia e da 10 a 30 chilogrammi sulla strada, a seconda del tipo del veicolo, della natura del terreno e della elasticità dei pneumatici.

Grazie alle rotaie si ha quindi una riduzione degli sforzi di trazione che è mediamente da 10 a 1.

In termini di consumo specifico di energia termica e considerando solo mezzi alimentati con combustibili derivati dal petrolio, abbiamo che per il trasporto di una tonnellata per chilometro, e cioè per produrre quella unità di traffico che prende il nome di tonnellata-chilometro, si ha un consumo di:

5000 a 7000 chilocalorie per un areo del tipo DC
500 chilocalorie per un autocarro a benzina
400 chilocalorie per un autocarro a gasolio
60 chilocalorie per un mezzo Diesel ferroviario.

./.

Va aggiunto, in materia di vantaggi nel campo dei consumi di energia, che con l'elettrificazione ferroviaria si ottiene una ulteriore notevolissima riduzione tanto che è stato calcolato che la quantità di combustibile da consumare nelle centrali termiche rappresenta solo la quarta parte di quella che si dovrebbe, a parità di energia di trazione, consumare in una locomotiva a vapore e solo la metà di quello da consumare in una locomotiva Diesel.

Se ne conclude, che le ferrovie presentano rispetto ad ogni altro mezzo di trazione il più alto indice di economica utilizzazione della energia disponibile, comunque prodotta o producibile.

Non va commesso l'errore di considerare trascurabile una simile conclusione.

Oggi, almeno in attesa di una completa possibilità di utilizzazione industriale dell'energia di fissione ed ancora più di quella di fusione dell'atomo, l'umanità non può non discutere, oltre che in termini economici e finanziari, anche in termini energetici.

E ritengo in proposito interessante un breve sguardo al bilancio energetico italiano riferendoci ai dati più recenti disponibili che sono quelli del 1961.

Voi ben sapete come non sia facile fare un bilancio energetico totale di una Nazione e ciò sia per le difficoltà di rilevamento dei dati sia per la loro interpretazione specie quando, per ottenere dati paragonabili, si deve trasformare in calorie i quantitativi di energia variamente prodotti.

Il problema, ovviamente, ha una importanza relativa quando si tratti di riferirsi a percentuali, ad esempio di varie utilizzazioni che non usino ciascuno un solo determinato tipo di energia e quindi si può ritenere che vada bene nel nostro caso il bilancio fatto dalla Edison che pur usa per l'energia elettrica un equivalente notevolmente basso.

./.

Secondo questo bilancio l'energia che ha interessato l'Italia nel 1961, comprese le importazioni e la energia destinata alla esportazione, è stata la seguente:

31.686	miliardi	di	chilocalorie	provenienti da legna
82.297	"	"	"	provenienti da carboni fossili e ligniti
56.929	"	"	"	provenienti da gas naturali
353.610	"	"	"	dal petrolio
40.075	"	"	"	da centrali,idro e geotermiche, elettriche
564.597	in totale			

Di questa energia quasi il 72%, corrispondente ad oltre il 90% di quella prodotta da carboni e da idrocarburi, è di importazione e quasi il 19%, quasi tutta sotto forma di benzine e derivati da lavorazione di petrolio greggio, risulta esportata.

Dedotte le esportazioni, la disponibilità lorda al consumo è stata di

468.301 miliardi di chilocalorie

Togliendo le perdite di produzione, trasporto, trasformazione, distribuzione ecc. e cioè togliendo un quantitativo pari a circa la metà (esattamente il 49,4 di perdita) si ha un totale netto al consumo di

236.875 miliardi di chilocalorie

Passando al campo specifico dei trasporti, comunque effettuati, troviamo che essi hanno consumato complessivamente:

21.468 miliardi di chilocalorie.

e cioè circa il 10% del totale netto disponibile.

Valutando, con gli stessi criteri della Edison, i consumi delle Ferrovie dello Stato (2 miliardi e 671 mila chilovattore, 621 mila tonnellate di carbone e 67 mila tonnellate di gasolio) si ottiene un consumo di

7.668 miliardi di chilocalorie

./.

pari a circa un terzo dell'energia comunque consunta per trasporti.

Se si dovesse valutare tale energia come tutta consunta per trasporti in pianura ed in rettifilo, si potrebbe dire che se i trasporti stessi fossero stati fatti su strada, il consumo di energia sarebbe stato come abbiamo visto dieci volte maggiore.

Anche volendo, più prudentemente, valutare ad uno a cinque il vantaggio medio dovuto alla rotaia possiamo concludere che l'aver effettuato per ferrovia i trasporti considerati, ha permesso una economia di energia netta di ben

31.000 miliardi di chilocalorie

e cioè di un quantitativo pari ad una volta e mezzo di tutta l'energia consunta nel campo di qualsiasi sistema di trasporto ed a circa il 15% di tutta l'energia consunta, in qualsiasi campo, dalla Nazione.

Si è iniziata questa introduzione con la premessa doverosa parlando a dei giovani di un discorso sincero e quindi a questo punto va posta la domanda: "Esistono, e quali sono, inconvenienti che nel trasporto su rotaia controbilanciano una così elevata economia nei consumi di energia"?

La risposta è molto semplice; gli inconvenienti sono proprio dovuti agli stessi motivi che riducono sì gli sforzi di trazione ma aumentano, e notevolmente, gli spazi di frenatura.

Un treno, che voglia marciare ad una velocità che non sia di qualche diecina di chilometri all'ora non può frenare nello spazio di visuale libera mentre ciò è normalmente consentito, praticamente, a qualsiasi mezzo di trazione su strada.

Da qui la necessità di provvedere, con impianti affidati ad uomini o con impianti automatici, al distanziamento dei treni. Ciò implica un aumento di personale e di impianti ed,in definitiva, un aumento dei costi nonchè una riduzione dello sfruttamento possibile di una linea.

./.

Se consideriamo un punto di piena linea di una linea ferroviaria e valutiamo i tempi in cui esso è occupato da treni, ricaviamo che la somma di tali tempi è in genere del solo 2% del periodo di tempo considerato.

Tutti sappiamo invece che nelle strade si raggiungono, almeno in città e nelle ore di punta, percentuali anche del 100% e ciò in quanto, in ciascun punto della strada, ogni veicolo che si allontana è immediatamente sostituito da quello che lo segue.

La percentuale del 2% potrà però essere migliorata con l'adozione del segnalamento a più aspetti e con la sua ripetizione in macchina e cioè con provvedimenti che possono influire sulla lunghezza delle singole sezioni di blocco.

Già nelle attuali condizioni comunque la possibilità di costruire veicoli di elevata portata e di realizzare treni di elevata composizione permette ad una linea ferrata a doppio binario, che tra parantisi ha una sezione larga circa 10 metri contro i 24 di un autostrada a due careggiate di due corsie, di raggiungere capacità di trasporto dell'ordine di 30.000 tonnellate lorde di treno, per ora e per direzione di marcia.

Si tratta di capacità da considerarsi come limiti difficilmente raggiungibili anche su di una autostrada a 4 corsie su due carreggiate.

Vista comunque la impossibilità, per ragioni di distanziamento, di aumentare oltre certi limiti il numero di treni in contemporanea circolazione conviene, come abbiamo detto, aumentare la portata di ogni singolo carro e la composizione di ogni singolo treno.

Il materiale europeo, ancor oggi dotato di aggancio manuale, ammette sforzi ai ganci dell'ordine di 30.000 ÷ 35.000 chilogrammi e di conseguenza si possono avere, in rettifilo in piano ed alla velocità di 60 ÷ 70 chilometri all'ora, treni del peso lordo di 1200 ÷ 1300 tonnellate.

./.

L'aggancio automatico americano, molto più robusto in quanto non deve sottostare alla limitazione del peso massimo manipolabile imposto agli organi mobili dell'aggancio manuale, permette sforzi di trazione tre volte superiori e che rasentano i 100.000 chilogrammi. Non è quindi raro in America vedere treni merci di 200 carri a carrelli, lunghi anche oltre 3 chilometri (si hanno carri lunghi da 16 a 30 metri) e del peso complessivo anche superiore alle 10.000 tonnellate. Tali treni raggiungono inoltre velocità commerciale, invero elevatissime per treni merci, dell'ordine di 70 ÷ 80 chilometri all'ora.

Per trainare simili treni si usano, negli Stati Uniti, delle locomotive Diesel da 2000 cavalli accoppiabili in multiplo con comando unico, fino a nove pezzi.

L'aumento della composizione però ha dei limiti pratici che possono a volte essere raggiunti prima dei limiti tecnici cui abbiamo accennato.

Non può infatti considerarsi normale il caso in cui si debbano spedire centinaia di tonnellate di merce da un'unica stazione di partenza ad un'unica stazione di arrivo.

Casi del genere non mancano, e basta in proposito ricordare i treni derrate e specialmente di agrumi in partenza dalla Sicilia per le varie Nazioni del Nord Europa, ma non si può certo dire che simili favorevoli condizioni si verifichino per la maggioranza dei trasporti ferroviari italiani.

Pertanto il raggiungimento di elevate composizioni è spesso solo possibile fondendo treni di diversa provenienza e destinazione ma ciò obbliga a manovre di smistamento, riordino o trasbordo che risultano onerose non solo per gli impianti ed il personale che richiedono, ma anche perchè abbassano, spesso notevolmente, la velocità commerciale del trasporto il che significa aumento del tempo di resa, aumento del ciclo di utilizzazione dei carri e conseguente necessità di aumento del parco.

./.

Ciò giustifica tutti gli studi e le applicazioni di sistemi, spesso altamente automatizzati, per semplificare e sveltire le manovre di smistamento nonchè per introdurre e diffondere il sistema di "palettizzazione" delle merci con conseguenti riduzioni dei tempi di carico, scarico e trasbordo.

Un altro argomento di cui non si può non trattare parlando del presente e dell'avvenire delle ferrovie, è quello del legame tra veicolo e rotaia e della conseguente impossibilità di effettuare il cosìdetto servizio "da porta a porta".

Sarebbe sciocco nascondersi od anche solo minimizzare un simile inconveniente.

E' noto che le ferrovie da anni si stanno preoccupando di questo problema studiando ed applicando soluzioni diverse: ricordiamo i "coccodrilli" e cioè i carri a più ruote per il trasporto a domicilio di interi carri ferroviari, i "piggy-back" e cioè i semirimorchi caricabili, in una o due unità, su carri pianali ferroviari, le "casse mobili" per facilitare i trasbordi da camion a carro ferroviario di merci fragili o di merci alla rinfusa.

D'altra parte la "unidimensionalità" del trasporto ferroviario non manca di avere qualche vantaggio rispetto alla "bidimensionalità" del trasporto per mare o per strada ed alla "tridimensionalità" del trasporto per via aerea.

Ed infatti solo il moto unidimensionale su rotaie può sfruttare direttamente la via, immettendo tra le due rotaie delle differenze di potenziale, opportunamente codificante, per trasmettere avvisi od ordini ai treni in moto, giungendo così fino al controllo continuo dell'operato del macchinista, e cioè al cosiddetto A.T.C., Automatic Train Control degli Americani, od addirittura al treno senza macchinista e cioè all'ATO, Automatic Train Operation.

./.

Che non si tratti solo di programmi dell'avvenire è dimostrato dai treni senza guidatore che sono da oltre un anno in esercizio tanto, sulla Metropolitana di New York quanto su quella di Mosca nonchè da una vera ferrovia, sia pur solo per trasporto di minerali, in funzione nel Ladrodor in Canadà, con quattro treni composti da locomotiva Diesel e da 18 carri cadauno.

In definitiva quindi possiamo affermare:

- che la bassa resistenza alla trazione, la possibilità di forti composizioni e la possibilità di più spinte automazioni rappresentano dei vantaggi ineguagliabili del trasporto su rotaia
- che gli elevati spazi di frenatura, la necessità di manovre di smistamento, riordino e trasbordo rappresentano invece gli inconvenienti connessi con il sistema di trasporto ferroviario
- che risulta quindi altamente auspicabile ogni studio ed ogni realizzazione nel campo del più inteso sfruttamente dei suddetti vantaggi e della riduzione degli inconvenienti sopraricordati.

Trattandosi di campo che permette ancora larghi margini, è fuori di dubbio che le ferrovie potranno non solo assicurarsi nell'avvenire il mantenimento dell'attuale percentuale di traffico ma anche acquisire un'analoga percentuale del traffico che verrà a crearsi nel prossimo futuro.

Una tale affermazione non è altro che la logica conseguenza della constatazione dell'esistenza, attuale ed anche futura, di un vasto campo di distanza di trasporto e di natura di trasporto in cui il sistema ferroviario presenta un bilancio tra vantaggi ed inconvenienti più favorevoli di quello dei sistemi concorrenti.

./.

La vantaggiosità di un tal bilancio, e quindi la latitudine del campo in cui è favorevole il trasporto ferroviario, dipendono dalle condizioni geografiche della nazione presa in esame e quindi dalla lunghezza delle direttrici di traffico, da condizioni sociali ed economiche ed anche politiche, come il MEC ha già cominciato a porre in evidenza. Oltre a ciò però non potrà non influire, ed in maniera notevolissima, ogni miglioramento che la tecnica saprà apportare al trasporto su rotaia.

Un vastissimo campo, sia di studio sia di applicazione, si apre pertanto ancoroggi al giovane ingegnere ferroviario italiano.

Una rete di oltre 16.000 chilometri non può innanzi tutto essere un complesso statico per cui, e specie dopo l'intervenuta approvazione del piano di potenziamento dei 1500 miliardi, non mancheranno mai, come non sono mai mancati, lavori di costruzione di nuovi tratti di linea e cioè lavori che interessano, e con opere notevolissime, tutti i campi della ingegneria civile a partire da quello specifico della geologia fino ad arrivare alle più recenti teorie ed applicazioni tecniche nel campo della Scienza delle Costruzioni.

L'ingegnere meccanico e l'elettrotecnico troveranno sempre largo campo di interesse nella trazione sia essa Diesel od elettrica.

Lo stesso ingegnere meccanico, in collaborazione con gli architetti, ha davanti a sè il compito di migliorare il confort di viaggio, specie per i trasporti di massa e notturni, agendo sui veicoli e sulle loro attrezzature.

L'ingegnere elettrotecnico e l'ingegnere elettronico hanno avanti un campo estesissimo sia in tema di trasporto e conversione dell'energia, con largo e già iniziato impiego

./.

di raddrizzatori a semiconduttori, sia in tema di impianti di sicurezza e segnalamento, di telecomunicazioni, di telecomando e telemisura.

L'ingegnere portato all'urbanistica ha da dire la sua, nel campo ferroviario, in materia di trasporti pendolari, suburbani, od addirittura metropolitani che sono trasporti dei quali le ferrovie non possono assolutamente disinteressarsi.

Resta infine l'ingegnere nel senso più largo e cioè in quel senso che ci piace ancora considerare come reale anche se ormai i giovani lo considerano forse soltanto come un ricordo di un'epoca romantica. Mi riferisco all'ingegnere dirigente di Azienda, all'ingegnere cui una preparazione umanistica seguita da una profonda preparazione matematica e tecnica, hanno fornito, forse senza che neanche lui se ne accorga, la chiave migliore per essere una guida umana di moltitudini di uomini che lavorano e per sapere prendere, in campo aziendale, le decisioni più consone non solo al punto di vista tecnico ma anche a quello industriale ed economico.

Ebbene se c'è ancora qualcuno dei giovani che trova interessante una tale romantica visione dell'arte dell'ingegnere, anche lui potrà trovare il suo campo d'azione in ferrovia partendo dalle funzioni di Capo Reparto con qualche centinaio di agenti alle dipendenze e giungendo a quelle di Direttore Compartimentale con 15 o 20 mila dipendenti.

Prima di concludere questa introduzione si desidera dare con un elemento, semplice e caratteristico, una immediata sensazione di quale sia il livello oggi raggiunto dalle ferrovie italiane dello Stato.

A tale scopo può valere il numero di tonnellate chilometro virtuali di treno completo prodotte in un anno.

./.

Riferendoci ad un anno recente tale numero risulta essere di circa 138.000.000.000 il che corrisponde a circa 378.000.000 tonnellate chilometro virtuali di treno completo al giorno.

Se un tale traffico dovesse svolgersi su strada con camion tipo FIAT 690 con rimorchio (11 Tonn. di tara e 21 di carico) richiederebbe una percorrenza di 11.800.000 chilometri al giorno mentre che con un camion Romeo (2,4 Tonn. di tara ed 1 di carico utile) richiederebbe una percorrenza di 158.000.000 di chilometri al giorno.

Se si tien conto del fatto che i ferrovieri sono all'incirca 160.000 e che un Fiat 690 richiede due persone di equipaggio, se ne ricava che occorrerebbero 80.000 camion tipo Fiat 690 o 160.000 camion Romeo e che ogni ferroviere, a partire dal Direttore Generale e fino a giungere all'ultimo manovale, dovrebbe andare e tornare giornalmente, e per 365 giorni all'anno, nel primo caso da Napoli a Minturno e nel secondo da Napoli a Firenze!

Ci sembra che questo elemento dica molte cose nel campo della produttività delle ferrovie e dei ferrovieri.

Ed è quindi essenzialmente solo contro il trasporto individuale, che consente ancor oggi la massima libertà e non porta in conto il costo del guidatore, che anzi in genere si diverte a guidare, che il trasporto su rotaie non trova alcuna possibilità di difesa competitiva così come non la trova qualsiasi altra intrapresa di trasporto collettivo su strada.

Ci sarbbe però da domandarsi quanti viaggiatori individuali sarebbero ancora disposti a percorrere distanze di centinaia di chilometri il giorno in cui non vi fosse più il servizio collettivo capace di assicurare un servizio di riserva, garantito anche in condizioni di emergenza ed anche, sia pure con tutte le conclamate scomodità, nei momenti di massima punta, quali quelli dei periodi festivi di fine d'anno e di ferragosto.

./.

Possiamo in definitiva concludere questa introduzione ricordando che quel tale rapporto vantaggi-inconvenienti era nel 1865 talmente favorevole alle Ferrovie da giustificare che la legge 2248, fondamentale nel campo dei Lavori Pubblici, prescrivesse (art. 11, primo comma) che "Non può esservi strada nazionale fra due punti del territorio che siano collegati da una ferrovia".

Una tale disposizione venne abrogata solo con Decreto Legge del 15 novembre 1923 e tale abolizione fu certamente cosa saggia perchè quel tale rapporto non era più, dati i progressi della motirizzazione su strada, favorevole solo per le ferrovie.

Sarebbe sciocco negare ciò così come è sciocco pensare che prima o dopo possa verificarsi una tale inversione di rapporti da consigliare come cosa saggia il prescrivere, poniamo, che non si debba mantenere in servizio una ferrovia tra due punti del territorio che siano collegati da una autostrada.

C A P I T O L O S E C O N D O

C O R P O S T R A D A L E

- Caratteristiche di tracciato di una linea ferroviaria

Il problema della definizione del tracciato di una linea ferroviaria non differisce da quello del tracciamento di una qualsiasi strada.

Si tratta, ovviamente, di unire il punto donde la via deve partire con il punto in cui essa deve arrivare, con

./.

una linea che adattandosi al terreno, od a sè adattandolo mediante costruzione di opere d'arte, rispetti i dovuti vincoli di pendenza massima e di raggio minimo delle curve e che risulti, come lunghezza e come costo, la più conveniente possibile.

Quando si parla, in questo caso, di costo si intende far riferimento tanto al costo di costruzione, che poi incide sul costo di esercizio per effetto degli interessi e degli ammortamenti, quanto al costo che, in relazione alle diverse possibili caratteristiche di tracciato, potrà assumere l'esercizio propriamente detto.

Specie nell'attuale regime concorrenziale un maggior costo di impianto può essere senz'altro giustificato quando esso dia luogo ad un sicuro miglioramento delle condizioni prevedibili per l'esercizio.

Il tracciamento di una linea ferroviaria, pertanto, implica la risoluzione di numerosissimi problemi che interessano economisti e politici, per quanto riguarda i centri da servire, il presumibile traffico e l'inserimento della linea nelle reti già esistenti, così come restano interessati tutti i rami dell'ingegneria a partire dalla geologia, per la tranquillità dei terreni che dovranno essere attraversati, fino alla tecnica dell'esercizio ferroviario.

In questa parte del nostro Corso interessa vedere in particolare quali siano le caratteristiche che distinguono una costruzione di una strada ferrata dalla costruzione di una qualsiasi altra strada. In particolare interessano quindi i valori, invero caratteristici, della pendenza massima e dei raggi minimi di curvatura.

Ricordiamo brevemente che si definisce "pendenza" di una linea, la tangente trigonometrica dell'angolo esistente, nel piano verticale, tra la tangente alla curva asse della stra

./.

da ed il piano orizzontale. Nel campo ferroviario tale pendenza viene indicata in millesimi e cioè in "per mille".

Si definisce, poi, "livelletta" un tratto di asse stradale a pendenza costante. In ciascuna livelletta, pertanto, la pendenza è costituita dal rapporto tra il dislivello dei due punti estremi della livelletta e la proiezione orizzontale della livelletta stessa.

La pendenza massima ammissibile per una linea ferroviaria potrebbe essere teoricamente quella sulla quale è ancora, come limite, possibile mantenere ferma una locomotiva frenata.

Tale pendenza è di 1:7 e cioè del 140‰. Si tratta però di un limite che non è assolutamente ammissibile in pratica e ciò sia in quanto il coefficiente di attrito, su cui essa si fonda, potrebbe essere compromesso da cause accidentali (presenza di olio, grasso ecc. sulle rotaie) sia perchè occorre tener presente che una locomotiva non ha tutte le ruote motrici e che essa deve rimorchiare, con i dovuti margini di sicurezza, un carico utile.

I valori pratici della pendenza massima si mantengono quindi molto al disotto di tale valore ed anzi anche al disotto della metà del valore stesso.

In una ferrovia ordinaria, ad aderenza naturale, non si dovrebbe mai superare la pendenza del 35 o 40‰. Valori maggiori possono solo ammettersi su linee esercite con automotrici e sempre che si tratti di automotrici provviste di particolari sistemi di frenatura a pattini.

Nel caso di pendenze ancora maggiori si può far ricorso al sistema a dentiera come sulla Paola-Cosenza che ha pendenze del 75‰ od addirittura come la ferrovia del Pilatus, presso Lucerna in Svizzera, che raggiunge la spettacolosa pendenza del 420‰. Può interessare conoscere che in

./.

tale ultima ferrovia i bordini delle ruote sono esterni al binario e che quindi le vetture camminano praticamente a cavallo del binario stesso il che è ammissibile, tenuto conto delle basse velocità, ed è più sicuro di fronte al pericolo di svii. Particolari accorgimenti sono in tal caso necessari per gli scambi che vengono costituiti da vere e proprie campate mobili.

Rimanendo nel campo ferroviario propriamente detto, è opportuno ricordare che il raggiungere i massimi valori praticamente compatibili con l'aderenza, e cioè i ricordati valori del 35 o 40%°, può essere sconsigliabile agli effetti del costo di esercizio che rischia di assumere valori molto forti per la necessità di ridurre le composizioni, od aggiungere onerose locomotive di spinta, in relazione tanto al massimo sforzo sviluppabile dal mezzo di trazione quanto al massimo sforzo cui risulta possibile assoggettare gli organi di aggancio e le aste di trazione.

Per quanto riguarda i raggi minimi di curvatura va ricordato che al crescere del raggio minimo di curvatura si riducono le resistenze al moto e si aumentano le velocità massime ammissibili.

Agli effetti della resistenza al moto vale la seguente tabella che considera le resistenze dovute alle curve come equivalenti a quelle di un dislivello fittizio che va aggiunto al dislivello reale dovuto alla livelletta:

Per curve di raggio eguale, a metri	1000 800 700 600 500 450 400 350 300 250 200 180
Dislivello fittizio equivalente, in metri per 1000 metri	0,5 0,8 1,0 1,2 1,5 1,7 2,0 2,4 2,8 3,4 4,2 4,5

Per quanto riguarda, invece, le velocità massime possiamo dire che esse crescono con la radice quadrata del raggio di curvatura secondo una formula del tipo

$$V_{max} = c \sqrt{R}$$

./.

dove la costante c, cui vien dato spesso il nome di coefficiente di esercizio, varia tra 4,619 per i treni ordinari con locomotive, elettriche od a vapore, e 4,892 per elettro treni od automotrici. Questi ultimi mezzi, infatti, avendo il centro di gravità più in basso ed un minor peso per asse, possono percorrere una stessa curva a velocità più elevata dei treni ordinari.

Solo su linee secondarie si incontrano curve con raggi di 150 metri cui corrisponde una velocità massima di 55 km/h, mentre che sulle linee importanti i raggi si mantengono al disopra di un valore minimo di m. 1050 e ciò consente velocità dell'ordine di 150 km/h per i treni ordinari e di 160 km/h per le automotrici ed elettromotrici.

Anche per quanto riguarda le curve può ripetersi quanto già detto per le pendenze: un aumento del valore minimo dei raggi di curvatura può essere molto oneroso in costruzione, potendo anche richiedere un forte aumento di opere d'arte anche importanti, ma tale maggiore spesa può anche essere pienamente giustificata dalla conseguente bontà del servizio che sarà svolto sulla linea e dalla sua maggiore economicità.

Ciò spiega perchè, anche su linee che sono da anni in servizio, si giustifichino spese per migliorare i tracciati. Esempi classici possono considerarsi i programmi attuali dell'Azienda delle F.S., programmi che prevedono, tra l'altro, la costruzione di una lunga galleria tra Nocera e Salerno per eliminare, con una spesa che supererà i 10 miliardi, l'oneroso valico di Cava dei Tirreni e l'eliminazione di numerose curve ed anse del tracciato della Roma-Firenze cosa che dovrà permettere, con una spesa di circa 75 miliardi, di accorciare di ben 54 chilometri l'attuale lunghezza, che è oggi di 316 chilometri, della linea.

./.

Le spese di cui sopra serviranno anche e sopratutto ad aumentare le velocità delle linee e bisogna in proposito ricordare che, specie nel campo dei trasporti di viaggiatori, il fattore velocità assume un valore concorrenziale di primissimo piano.

Al miglioramento di velocità si unirà una notevole riduzione delle spese dirette ed indirette di trazione e non va dimendicato che il basso costo di trazione, in uno con la possibilità di elevate composizione, è uno degli elementi che pongono le ferrovie in condizioni di vantaggio rispetto ai trasporti su strada: la resistenza complessiva al moto, in rettifilo ed in piano, è per un veicolo ferroviario isolato il solo 0,002 del suo peso mentre che essa è dieci volte maggiore, e cioè del 0,02 del peso, per un veicolo stradale. Tale rapporto non è più tanto favorevole in presenza di forti pendenze o di curve di raggio stretto ed inoltre questi elementi incidono notevolmente anche su tutte le altre spese di esercizio (impegno di uomini e di mezzi per spinte, per minori composizioni od anche solo per maggiori tempi di percorrenza).

Prima di lasciare l'argomento è opportuno accennare ad un elemento caratteristico che viene usato per classificare le linee in funzione delle caratteristiche planimetriche del tracciato e cioè al cosidetto "grado di tortuosità".

Si distinguono in proposito gradi di tortuosità di primo e di secondo ordine.

Il grado di tortuosità di primo ordine è dato dal rapporto:

$$\tau_1 = \frac{l_r - l_o}{l_o} \times 100$$

dove l_r è la distanza di due centri A e B misurata lungo la linea in esame ed l_o è l'analoga distanza ma misurata in linea d'aria.

./.

Il grado di tortuosità di secondo ordine è dato dal rapporto:

$$\gamma_2 = \frac{l_c}{l_r} \times 100$$

dove l_c è la lunghezza di linea interessata da curve di raggio inferiore ai 1700 metri e cioè inferiore al limite che viene considerato come minimo per non interessare, almeno sino a 200 km/h, la velocità dei convogli.

Per dare un'idea dei valori assunti dal grado di tortuosità di primo e secondo ordine riportiamo i dati di alcune linee principali

	lunghezza		
Bologna-Firenze (Porrettana)	132 km	63%	31%
Bologna-Firenze (Direttissima)	97 km	19%	20%
Milano-Bologna	219 km	8%	5%

- Profili e planimetrie

Le condizioni di tracciato di una ferrovia vengono riportate sul cosiddetto "profilo" della linea.

Esso assume la forma di una striscia dell'altezza unificata di 31 centimetri, piegabile a soffietto di 21 centimetri.

Nel profilo si notano, partendo dall'alto, le seguenti parti:

- l'indicazione della Provincia interessata dal tratto di linea sotto rappresentata
- l'analoga indicazione del Comune
- uno stralcio planimetrico, alla scala 1:10.000, interessante una striscia di terreno, larga da 3 a 400 metri e comprendente la linea ferroviaria
- l'indicazione relativa alle livellette e cioè loro dislivello tra gli estremi, loro lunghezza e loro pendenza in metri per mille

./.

- la distanza tra le stazioni
- le progressive di inizio e di termine delle varie livellette
- il profilo vero e proprio, e cioè la proiezione della linea sul piano verticale passante per la linea stessa. Il profilo è disegnato con scala 1:10.000 per le lunghezze ed 1:500 per le altezze per cui queste ultime appaiono esaltate
- negli spazi liberi del profilo sono rappresentati i piani delle stazioni in genere alla scala 1:5000
- la orizzontale di riferimento con la indicazione del suo livello sul mare
- le quote dei punti di inizio e termine delle livellette
- gli ettometri ed i chilometri
- l'indicazione degli sviluppi e dei raggi delle curve
- l'andamento della linea per indicare il senso di curvatura
- le progressive dei punti di inizio e termine delle curve
- indicazioni varie sul tipo della linea.

Negli ultimi fogli sono riportate, alla scala 1:100, le sezioni normali in trincea ed in rilevato della linea e la sagoma delle gallerie.

In definitiva il possesso del profilo è sufficiente per conoscere tutte le caratteristiche di una linea ferroviaria, dal punto di vista costruttivo.

- Corpo stradale e piattaforma stradale

L'armamento ferroviario, costituito dalle rotaie fissate su traverse poggiate sul pietrisco della massicciata, poggia su di una "piattaforma stradale" o "piano di regolamento" o "piano di formazione".

Tale piattaforma, che è come vedremo costituita da due piani leggermente inclinati, è, in definitiva, la parte superiore di tutto un complesso di opere che prende il nome di "corpo stradale".

./.

Il corpo stradale può essere in rilevato od in trincea e di esso fanno anche parte le opere d'arte. Queste ultime comprendono ponti, viadotti, gallerie ed opere d'arte minori quali tombini, muri di sostegno ecc.

Tutto il corpo stradale è in funzione del tipo di piattaforma che si desidera realizzare e questa è a sua volta funzione dello scartamento del binario e dello spessore da dare, a seconda dell'importanza della linea e del tipo di armamento, alla massicciata.

Nella Rete delle Ferrovie dello Stato italiano la piattaforma è sempre costituita da due piani inclinati verso l'esterno con una pendenza del 3,5% avente lo scopo di assicurare il deflusso delle acque ed evitarne il ristagno nella massicciata. Nei rettifili la interesezione delle due superfici inclinate è in asse con la piattaforma mentre che in curva essa è spostata verso l'interno della curva.

La larghezza della massicciata dipendente dal tipo della linea: nelle F.S. si distinguono una piattaforma tipo A per le linee principali ed una tipo B per quelle secondarie.

La larghezza dei due tipi è rispettivamente:

tipo A	a semplice binario	6,10	in rettifilo	e 6,50	in curva
"	a doppio binario	9,84	"	" 10,25	"
tipo B	a semplice binario	5,50	"	" 5,90	"
"	a doppio binario	9,24	"	" 9,65	"

Si noti che la larghezza indicata per la curva è quella corrispondente alla curva cui corrisponde la massima sopraelevazione (16 cm.) e che le diverse larghezze per linee principali e secondarie sono dovute al maggiore spessore di massicciata richiesta dalle prime.

La piattaforma stradale, non fosse altro che per la necessaria presenza delle cunette laterali, non potrà mai essere ottenuta direttamente sul terreno e si riscontra quindi sem-

./.

pre o la presenza di rilevati, sia pur piccoli, o la presenza di trincee. Quando, per necessità di tracciato, la piattaforma si trova al disopra del piano esistente di campagna, il "rilevato" viene costituito con apporti di terre.

La pendenza delle scarpate deve essere generalmente di 2/3 cui corrisponde l'angolo di naturale declivio di un terreno medio incoerente.

Nei Capitolati delle Ferrovie dello Stato sono riportate le prescrizioni da rispettare per la costruzione di rilevati. In particolare è prescritto l'uso di materie idonee, possibilmente esenti da argille, ed è prescritto che il rilevato venga formato per strati successivi, di spessore tra i 30 ed i 50 centimetri, ben pilonati e battuti.

Specie nel caso di rilevati molto alti (e se ne riscontrano anche di altezza superiore ai 20 metri sul piano di campagna) ovvero quando, per evitare costi di trasporto proibitivi, non si possa escludere presenza di argille, occorre che sia posta la massima attenzione nell'esecuzione di opere di drenaggio e nel rivestimento delle scarpate a mezzo di seminagioni con piantine di acacia. Al posto di queste ultime si possono usare, specie per rilevati di altezza non molto notevole, i trapianti di zolle erbose, dette "piote", che permettono un rivestimento molto più celere di quello ottenibile con le piantine di acacia,

Quando, sempre per esigenze di tracciato, la piattaforma stradale deve essere a livello più basso del piano di campagna si procede allo scavo di "trincee".

Le superfici laterali delle trincee vengono anche esse chiamate scarpate ed hanno una inclinazione che varia dalla verticale, se la trincea è in roccia, alla già indicata pendenza di 2/3 nel caso di terreni mediamente incoerenti. Anche le scarpate delle trincee vanno, specie nel caso di trincee profonde ricoperte di piantagioni.

./.

Particolari cure vanno poste, sia nel caso di linee in rilevato che nel caso di linee in trincea, per il regolamento e lo smaltimento delle acque di poggia.

Lateralmente al piano di regolamento, in trincea, ed a monte dei rilevati, in caso di pendenza, trasversale alla linea, del terreno, si scavano "cunette" che hanno generalmente una profondità non minore di 30 cm. ed una larghezza al fondo di 40 cm.

Nel caso di trincee, poi, per impedire alle acque provenienti da monte di scaricarsi nelle trincee si costruiscono, sempre, a circa metri 1,50 dal ciglio a monte, i cosiddetti "cunettoni di guardia" con dimensioni circa doppie di quelle delle cunette normali.

Nel caso di scavo in terreni instabili occorre provvedere a rivestire opportunamente in muratura le pareti delle cunette e del cunettone.

Anche le pareti delle trincee devono essere, in particolari condizioni, rivestite da murature fino a creare, ove occorrono, veri e propri muri di sostegno.

Oltre che dalle acque superficiali, il corpo stradale va protetto da frane, da corsi d'acqua, dalle mareggiate e dalle valanghe di neve.

Le opere relative possono anche raggiungere importanza notevole.

In particolari punti si procede a quella che potrebbe definirsi la difesa attiva contro frane o valanghe e si procede cioè al presenziamento con personale specializzato, in continua vigilanza e collegato telefonicamente con le due stazioni adiacenti.

./.

- Opere d'arte

Abbiamo già avuto occasione di dire che le cosiddette "opere d'arte" sono costituite dai ponti, dai viadotti e dalle gallerie.

Con il nome, invece, di "opere d'arte minori" si indicano i ponticelli, i tombini, gli acquedotti, i cavalcavia e sottovia, i muri di sostegno.

La destinazione ferroviaria non impone molte caratteristiche speciali nelle opere d'arte e pertanto esse vengono progettate secondo le normali calcolazioni dell'Ingegneria civile portando, ovviamente, in conto tutte le sollecitazioni dinamiche e statiche dovute al passaggio dei treni.

Si ritiene pertanto, in questa sede, sufficiente una elencazione di tali opere, elencazione intesa più che altro a far conoscere la terminologia ferroviaria ed a porre in luce qualche caratteristica particolare.

Iniziando dalle opere d'arte propriamente dette possiamo ricordare che in ferrovia si usano "ponti" di tutti i tipi: in muratura, in cemento armato, in ferro, a gabbia ed a cielo aperto, costruiti sul posto o varati, varati di punta o lateralmente, ecc.

Non mancano casi di ponti a più livelli per il traffico ferroviario e stradale.

Nella progettazione di un ponte ferroviario assume importanza il rispetto della sagoma dei veicoli ferroviari che ci dovranno transitare e, nel caso di ponti a gabbia, anche la sagoma necessaria, per linee di cui si prevede l'elettrificazione, per le linee di contatto ed i pantografi.

./.

In caso di costruzione di un ponte su di una linea di cui è decisa l'elettrificazione è buona norma prevedere, in fase di costruzione, quanto necessario per le aggrappature dei sostegni della linea di contatto. Ciò assume particolare importanza quando si tratti di strutture in cemento armato nelle quali, specie se esistono membrature precompresse, diviene assolutamente sconsigliabile la successiva foratura.

Lungo i ponti occorre garantire un passaggio pedonale per il personale addetto alla manutenzione della linea nonchè "piazzole di ricovero", opportunamente intervallate per il personale che si trovasse sul ponte all'atto del transito di un treno.

Passando alle "gallerie" accenniamo che si distinguono:

- "gallerie naturali" (dette anche "a foro cieco") costruite mediante scavo tubolare e successivo eventuale rivestimento
- "gallerie artificiali" costruite in trincea, a cielo aperto, trincea che viene colmata dopo eseguito il rivestimento murario della galleria. Non mancano esempi di brevi gallerie costruite praticamente tutte fuori terra a scopo di protezione della linea da cadute di massi, valanghe ecc.

Una galleria costruita in roccia assolutamente compatta, e che rimanga tale anche dopo essere stata posta a contatto dell'aria può essere costituita dal solo semplice scavo tubolare.

E' però ben raro che ci si trovi di fronte a rocce con caratteristiche tanto favorevoli ed occorre quindi, in genere, che una volta eseguito lo scavo, spesso ricorrendo a notevoli sbtacchiature ed armature, si provveda al rivestimento delle pareti interne della galleria e ciò tanto per proteggere semplicemente la roccia dalle alterazioni dovute al contatto dell'aria quanto nella maggioranza dei casi anche per contrastare le spinte, spesso veramente imponenti,

./.

delle rocce stesse.

Spessori e forme del rivestimento vengono definiti in funzione delle spinte da contrastare e della sagoma necessaria per il transito dei veicoli ferroviari che dovranno transitare nella galleria.

Nella previsione della sagoma può incidere notevolmente la previsione della elettrificazione della linea.

In terreni non spingenti può essere sufficiente rivestire le pareti della galleria solo lateralmente ed in alto e più precisamente solo in corrispondenza dei "piedritti" e cioè da poco al disotto del piano del ferro fino ad un'altezza di circa tre metri ed in corrispondenza della "calotta"e cioè del volto impostato sui piedritti.

In terreni spingenti, invece, è necessario,il rivestimento, mediante il cosiddetto "arco rovescio", anche della parte inferiore della galleria. Sull'arco rovescio si impostano i piedritti ed in tal modo l'intero rivestimento viene ad assumere la forma di un anello chiuso e cioè la forma migliore per resistere alle spinte dell'esterno.

Al centro dell'arco rovescio, ove esista, e ad esso appoggiato, si costruisce un cunicolo per lo scolo delle acque mentre che in assenza di arco rovescio si ricorre a cunette laterali. Specie se la galleria è per linea elettrificata occorre prevedere opere di impermeabilizzazione del volto che impediscano infiltrazioni di acqua (che, spesso si trasformano in inverno in candelotti di ghiaccio) sulle linee di contatto ad alta tensione. Sempre sulle linee elettrificate, specie se a corrente continua, può essere prudente prevedere l'arco rovescio anche quando esso non sarebbe assolutamente indispensabile per la natura della roccia. Ciò per ottenere un sicuro drenaggio della massiciata ed evitare così forti dispersioni di corrente nel terreno e, nel caso di corrente continua, conseguenti corrosio

./.

ni di carattere elettrolitico dell'armamento.

Sempre allo scopo di facilitare lo scolo delle acque, le gallerie il cui profilo non abbia alcuna pendenza vengono costruite con un profilo a schiena d'asino a lieve pendenza e con il culmine al centro della galleria.

Nella costruzione di una galleria vanno lasciate, sui piedritti, delle "nicchie" capaci di contenere più persone per garantire la necessaria sicurezza a chi possa trovarsi in galleria al transito di un treno.

Se la galleria è a semplice binario le nicchie vengono costruite tutte da un lato a distanza di circa 30 metri l'una dall'altra.

Nelle gallerie a doppio binario le nicchie vengono collocate da ambo le parti, sfalsandole di mezzo interasse.

Per segnalare la posizione delle nicchie si dipinge sul piedritto una striscia bianca. La striscia è a livello del piano del ferro in corrispondenza delle nicchie e sale, fino a raggiungere circa due metri al centro tra ciascuna nicchia e la successiva.

Con una tale segnalazione chi si trova in galleria è sicuro di spostarsi verso la nicchia più vicina se si sposta nel senso in cui vede scendere la striscia indicatrice.

Nelle gallerie molto lunghe si costruiscono spesso "nicchioni" per il contenimento di materiali, attrezzi od altro.

A titolo informativo ricordiamo che in Italia esiste la più lunga galleria ferroviaria a doppio binario e cioè la grande galleria dell'Appennino sulla Bologna-Firenze, lunga oltre 18 chilometri (esattamente m.18.507,38) e con una stazione per le precedenze al centro. Questa galleria è superata solo dalla Galleria del Sempione (m. 19.800) che è pe-

./.

rò costituita da due gallerie a semplice binario distinte ed affiancate.

Per quanto riguarda le "opere d'arte minori" diremo che, nel campo dei piccoli ponti, si distinguono "ponticelli" per luci da 1 a 3 metri, "tombini" per luci inferiori ad un metro ed "acquedotti" per attraversamenti di acque condottate.

Per tali opere vengono, nelle nostre Ferrovie, adottati dei progetti tipo, corredati da apposite tabelle.

Le opere d'arte per far passare una strada ordinaria al disopra di una ferrovia vengono denominate"cavalcavia" o, nel caso in cui la strada sia solo pedonale "sovrapassaggi".

Analogamente le opere d'arte per far passare una strada ordinaria al disotto della ferrovia si chiamano "sottovia" o, se solo per pedoni, "sottopassaggi".

Vengono detti "muri di sostegno" quei muri destinati ad impedire lo scoscendimento di terrapieni naturali od artificiali le cui scarpate non possano essere mantenute con inclinazione corrispondente all'angolo di naturale declivio del terreno.

Tra i muri di sostegno si distinguono:

- "Muri di sostegno" propriamente detti che si innalzano fino al livello della piattaforma stradale.
- "Muri di scarpa" o di "controripa" se sono destinati a sostenere le scarpate di una trincea
- "Muri di sottoscarpa" o di "ripa" quando sostengono in parte la scarpata di un rilevato.

Per il dimensionamento dei muri di sostegno esistono tabelle valide per tutti i casi più comuni. Per opere di particolare impegno si ricorre ad apposite calcolazioni.

./.

C A P I T O L O T E R Z O

A R M A M E N T O

A - IL BINARIO

- Parti costituenti il binario

Abbiamo visto ai punti precedenti come viene realizzato il corpo stradale la cui parte superiore costituisce il piano di regolamento o piano di formazione.

Al disopra del piano di formazione trova posto un complesso di parti che viene chiamato "armamento del binario" e che è costituito da :

- la massicciata
- le traverse
- le rotaie
- il materiale minuto di attacco, giunzione ecc.

Esamineremo ora separatamente le parti su elencate rimandando ad un successivo capitolo le apparecchiature particolari, e cioè gli scambi e le intersezioni, che fanno parte del binario solo in corrispondenza di punti particolari della linea (stazioni, bivi ecc.)

- Massicciata

La "massicciata" è un cuscinetto di pietrisco interposto tra piano di regolamento e traverse.

Essa costituisce quindi un elemento elastico capace di ripartire, sul piano di regolamento, le forze trasmesse dalle traverse e cioè i pesi degli assi e gli sforzi dinamici dovuti ai convogli in movimento.

./.

La ripartizione effettuata dalla massicciata raggiunge lo scopo di ridurre i carichi unitari trasmessi al piano di regolamento ai valori sopportabili dal piano stesso.

La massicciata ha però anche un altro importantissimo compito è cioè quello di contenere,per attrito e per contrasto laterale, le traverse in modo tale che queste possano restare ferme malgrado le sollecitazioni longitudinali e trasversali dovute al transito dei treni ed alla dilatazione termica delle rotaie al variare della temperatura ambiente.

La presenza della massicciata, e cioè di un elemento ben permeabile, in uno con la conformazione a schiena d'asino del piano di regolamento ed alla presenza delle cunette laterali, garantisce infine che le traverse vengano a trovarsi in ambiente asciutto il che prolunga la loro durata in opera.

La massicciata deve essere costituita da elementi tenaci e cioè duri senza essere fragili. Vanno quindi bene le rocce di origine endogena, quali i basalti i porfidi ed i graniti, che forniscono pietrisco la cui durata in opera, anche in presenza di traffico intenso, può valutarsi a circa 30 anni.

Anche buone sono le rocce di origine sedimentaria,come i calcari e le dolomie, che sono però più tenere per cui il pietrisco da loro ricavato non dura in opera più di circa 20 anni.

Molto importante risulta la conformazione degli elementi di pietrisco; essi devono essere a spigoli vivi onde garantire il massimo attrito fra elemento ed elemento e tra elemento e traverse e devono poi essere di pezzatura il più che possibile uniforme e compresa tra i 3 ed i 6 centimetri di diametro.

Sono da scartarsi le ghiaie di fiume ed i pietrischi scistosi. La presenza di tali elementi, tondi od appiattiti, riduce la coesione della massicciata e facilita il verificar-

./.

si di scorrimenti longitudinali o di spostamenti trasversali delle traverse.

Il pietrisco deve essere, infine, quanto più è possibile esente da terreno, polvere e materie estranee.

Il pietrisco proviene da "cave" che possono essere di proprietà privata o ferroviaria. Anche in tale secondo caso la gestione è affidata a privati.

Il trasporto del pietrisco avviene, di norma, a mezzo di carri a tramoggia che permettono il facile scarico direttamente dal fondo del carro verso il centro ed ai lati del binario. Essi hanno una capacità di 16,5 metri cubi e cioè contengono, come diremo meglio in seguito, il quantitativo di pietrisco necessario per la costruzione ex-novo di oltre 8 metri di binario di linea principale a semplice binario in rettifilo.

Vengono spesso anche usati carri ad alte sponde da 12 mc. o carri pianali da 8 mc. Essi devono però essere scaricati a mano il che richiede costi e tempi di scarico maggiori.

La sagoma da dare alla massicciata dipende dal tipo della linea, a semplice o doppio binario, dall'importanza della linea e quindi dalle velocità che si desidera raggiungere nonchè dalla presenza o meno di curva con conseguenti necessità di sopraelevazioni.

Parlando del corpo stradale abbiamo già accennato al fatto che nelle Ferrovie dello Stato italiane si usano due sezioni di massicciata e precisamente una sezione tipo A per linee principali ed una sezione tipo B per linee secondarie.

./.

Nella sezione tipo A si ha, in rettifilo, uno spessore di 50 centimetri di massicciata sotto le rotaie cui corrispondono circa 35 centimetri sotto le traverse mentre che nella sezione tipo B tali valori scendono rispettivamente a 35 ed a circa 20 centimetri.

Tenuto conto della conformazione a schiena d'asino del piano di regolamento i valori suddetti devono intendersi validi verso il centro della sede. Essi ovviamente crescono se misurati verso l'esterno del binario.

Nel caso di linea in curva, e quindi in presenza di sopraelevazione, i valori suindicati devono intendersi validi in corrispondenza della rotaia interna alla curva e cioè della rotaia più bassa. Lo spessore di massicciata risulta allora notevolmente maggiore (ricordiamo che può raggiungersi una sopraelevazione di 16 centimetri come massimo) in corrispondenza della rotaia esterna ed ancor più in corrispondenza dello spigolo, della sezione, corrispondente all'esterno della curva.

La pendenza che vien data lateralmente alla massicciata, che in rettifilo assume in sezione la forma di un trapezio isoscele, è di 3/4, ed il suo spigolo superiore viene, da ambo i lati, mantenuto ad un metro dal bordo interno della più vicina rotaia.

In definitiva pertanto la sezione di una massicciata per linea a semplice binario, di tipo A ed in rettifilo, viene ad assumere, trascurando la schiena d'asino del piano di regolamento, la forma di un trapezio isoscele alto m.0,50, con base minore di m. 3,435 e con base maggiore di m. 4,90.

Nell'area del trapezio sono completamente immerse le traverse il cui piano superiore viene quindi a trovarsi al livello della base superiore del trapezio stesso.

./.

Per linee a doppio binario, sempre del tipo A ed in rettifilo, e quindi con intervia normale di m.2,12, il trapezio ha la base minore di m. 6,99 e la base maggiore di m. 8,64. Anche in questo caso le traverse sono completamente immerse nel pietrisco. La parte corrispondente all'intervia viene mantenuta allo stesso livello della restante massicciata.

Tanto su linee a semplice quanto su linee a doppio binario la differenza tra la base minore della massicciata e la larghezza del piano di regolamento è, per le linee di tipo A, di m. 1,20. Tale differenza viene suddivisa in due banchine pedonali, una per parte, di 60 centimetri.

Il trapezio indicato si deforma in curva per costituire la sopraelevazione. Nel caso di linee a doppio binario la presenza di due sopraelevazioni, una per binario, fa sì che la base superiore del trapezio diventi una spezzata.

Nelle linee del tipo B la sezione della massicciata ha forme analoghe a quella delle linee di tipo A. Variano solo le dimensioni essenzialmente in relazione alla minore altezza del trapezio che, come già detto, viene ad essere di 35 anzichè di 50 centimetri.

Per economizzare nel costo del corpo stradale sulle linee di tipo B, inoltre, le banchine pedonali sono larghe solo 50 anzichè 60 centimetri.

In apposite tabelle sono riportati i quantitativi di pietrisco necessari per costituire la massicciata dei vari tipi, per linee a semplice od a doppio, in rettifilo od in curva.

Per dare un'idea di tali quantitativi ricordiamo che per una linea tipo A in rettifilo a semplice binario occorrono circa 2 metri cubi di pietrisco (esattamente 1,96) per

./.

metro di binario. Tale valore sale ad un massimo di oltre 4 metri cubi (4,36) per linea, sempre di tipo A, a doppio binario ed in curva con massima sopraelevazione.

Per linee di tipo B gli analoghi dati sono, rispettivamente, 1,27 e 3,12 metri cubi per metro.

- Traverse

Le traverse hanno lo scopo di collegare trasversalmente le due file di rotaie assicurandone lo scartamento e di distribuire sul pietrisco lo sforzo trasmesso dalle rotaie.

Nei moderni tipi di armamento, con attacchi indiretti che non ammettono scorrimenti e con lunghe campate di saldatura, le traverse hanno anche lo scopo di tener frenate le rotaie impedendone gli scorrimenti dovuti a dilatazioni termiche o a continui prolungati sforzi unidirezionali di frenatura.

Le traverse maggiormente usate sono le "traverse in legno" che presentano il vantaggio dell'elevata elasticità e dell'alta resistenza agli sforzi dinamici istantanei trasmessi dai treni marcianti ad elevata velocità.

Pochi legnami, ed essenzialmente il solo rovere privo di alburno, possono essere usati senza essere preventivamente trattati.

Altri legnami, come il cerro, il faggio ed il pino, danno buone traverse che però necessitano di un apposito trattamento di iniezione, in autoclave fino a 12 atmosfere, con olio di catrame (creosoto) che è un prodotto altamente antisettico che impedisce la putrefazione della traversa.

Va notato che la scelta del creosoto come antisettico non è solo dovuto alle sue alte qualità di disinfettante

./.

quanto anche al fatto che trattasi di materiale non solubile in acqua per cui esso conserva la sua azione anche quando la traversa è esposta alla pioggia ed agli altri agenti atmosferici avversi.

Per dare un'idea dell'importanza dei risultati ottenibili con l'iniezione delle traverse possiamo ricordare che una traversa di faggio non iniettata dura in opera al massimo due anni mentre che se iniettata può anche raggiungere i 40 anni.

La durata media di una traversa viene in genere valutata in 20 anni. Con un tale limite nella Rete Ferroviaria dello Stato italiano si ha un fabbisogno, per ricambi, di circa 1.800.000 traverse all'anno.

Le dimensioni normali di una traversa in legno sono di m. 2,60 di lunghezza, 0,24 di larghezza e 0,16 di altezza.

Si usano anche "traverse di acciaio". Esse durano molto di più ma sono ovviamente molto più costose di quelle in legno.

Dopo molti insuccessi la tecnica costruttiva è riuscita a produrre delle buone "traverse in cemento armato" largamente usate in paesi come la Germania e la Francia che non hanno abbondanza di legnami forti.

I tipi più importanti di traverse di un tal genere sono quello Tedesco, monoblocco precompresso, quello Francese costituito da due blocchi collegati da un traverso in ferro e quello Italiano monoblocco in cemento amianto costruito dalla Eternit.

- Rotaie

La rotaia è un profilato di acciaio, opportunamente sagomato, che ha la funzione di sostegno e di guida delle ruota dei rotabili.

./.

A mezzo della rotaia si costituisce una via regolare, uniforme e di minima resistenza al rotolamento.

La rotaia deve avere forme e dimensioni tali da resistere come trave continua appoggiata.

Sin da circa un secolo prima della nascita delle Ferrovie e cioè sin dall'epoca della trazione animale su rotaia era stata decisa la scelta tra ruote con bordino e ruote senza bordino e pertanto è precedente alle ferrovie l'abbandono di rotaie con sezione ad L come quelle che, sotto forma di corte barre in ferro fuso fissate su dati di pietra, costituivano l'armamento per le linee di diligenze a cavalli su rotaie sino alla metà circa del 1700.

Per una ruota con bordino, che lascia maggior libertà di scelta della sezione della rotaia, è logico che si adotti una sezione che si riporti alla sezione a doppio T. Questa infatti costituisce notoriamente la sezione che presenta, a parità di area, il più alto momento resistente nei due sensi e quindi che si presenta nelle condizioni ideali per l'uso sotto forma di trave continua.

E' ovvio però che la semplice scelta di una classica sezione a doppio T non avrebbe potuto costituire una soluzione.

Nel caso della rotaia, infatti, occorre:

- irrobustire il piano di rotolamento onde aumentare la durata ed onde garantire alla trave un sufficiente momento resistente anche dopo una sua ragionevole usura.
- dare all'ala superiore un sufficiente spessore onde garantire il contrasto laterale contro i bordini delle ruote.

Dal semplice doppio T nacquero quindi tutte le rotaie del tipo Vignole a partire da quello a doppio fungo che, contro lo svantaggio di una notevole complicazione nel

./.

l'attacco delle rotaie alle traverse, presentava il vantaggio di poter riusare la rotaia mediante capovolgimento.

L'attacco in uso per tale tipo di rotaia era però, oltre che complicato, inadatto ai maggiori pesi per asse ed ai maggiori sforzi che il crescerè delle dimensioni e delle velocità dei mezzi in circolazione imponevano alle rotaie. Pertanto, fin dall'epoca della gestione privata delle ferrovie italiane si adottarono rotaie che, pur con una estesissima varietà di tipi e di dimensioni, presentano:

- un "fungo" che è la parte superiore dulla quale insistono le ruote dei rotabili. Esso ha forma e dimensioni adatte alla sua funzione di guida dei bordini.
- una "suola" che è la parte, opposta al fungo, a mezzo della quale la rotaia poggia sulle traverse. Essa ha larghezza e forma tali da garantire un buon appoggio ed ancoraggio sulle traverse.
- un "gambo" che è la parte centrale, posta tra fungo e suola; il gambo è la sede della foratura per la giunzione di due rotaie successive.

Il raccordo fra fungo e gambo ed il raccordo tra suola e gambo contengono dei tratti piani, opportunamente inclinati, che vengono detti "piani di steccatura". Essi servono come sede di appoggio delle ganàsce di giunzione delle rotaie consecutive.

La parte superiore della rotaia, e quindi del fungo, prende il nome di "piano di rotolamento" o "superficie di rotolamento".

Le rotaie vengono classificate in base al loro peso per metro lineare.

./.

Si parla così di armamento da 46 o da 60, intendendo dire che ciascuna rotaia dell'armamento ha, a nuovo, un peso per metro lineare di 46 o di 60 chilogrammi.

All'atto della costituzione del servizio di Stato nelle Ferrovie Italiane si contavano ben 79 tipi diversi di rotaie. Nel 1907 venne decisa l'unificazione dell'armamento su tutte le linee principali della rete mediante l'adozione di quello che prese il nome di "Armamento F.S. da 46,3". E' un tipo di armamento che esiste ancor oggi, sia pur su linee non importanti, così come esiste ancora, sia pur su linee secondarie ed ad esaurimento, qualche tratto di armamento da 36.

Hanno fatto seguito armamenti da 49 o 50 e, per le linee di primaria importanza, il moderno armamento da 60.

Capitolati di particolare severità esistono per la costruzione e fornitura delle rotaie. Essi riguardano tanto la composizione chimica dell'acciaio, quanto le modalità di lavorazione ed, infine, le modalità di collaudo.

Per quanto riguarda la composizione chimica vengono imposte bassissime percentuali (rispettivamente 0,06 e 0,05 con somma non superiore a 0,10) di zolfo e fosforo che rendono fragili gli acciai e con basse percentuali di carbonio (non superiore a 0,5), di manganese (tra 1 ed 1,3) e silicio (non superiore a 0,25).

Le prove di collaudo prescritte comprendono prove di urto, prove macrografiche, prove alla trazione, su barrette ricavate dal fungo, e prove di resilienza, anche su barrette, per saggiare la resistenza alla fragilità.

La "vita" di una rotaia dipende ovviamente dal traffico che su di essa si svolge. Su linee a forte traffico le rotaie vengono tenute per un massimo di 20 anni dopo di che esse vengono passate su linee meno importanti. In complesso si registrano vite anche di 40 anni.

./.

Sulla "vita" di una rotaia possono negativamente influire, specie su linee elettrificate a corrente continua, i fenomeni di corrosione elettrolitica. Per ridurre al minimo tali fenomeni occorre garantire tanto la continuità elettrica tra le rotaie a mezzo di connessioni elettriche, saldate o fissate con ghiande, in corrispondenza delle giunzioni, quanto la presenza di un ambiente il più possibile asciutto e privo di fango.

- Attacchi delle rotaie alle traverse

La rotaia può essere fissata alle traverse con "attacchi diretti" o con "attacchi indiretti" o con "attacchi elastici".

Si definisce "attacco diretto" un attacco che, anche se fornito di una piastra interposta tra rotaia e traversa, vede sempre la rotaia fissata, con chiodi o con caviglie, direttamente alle traverse.

Si definisce invece "attacco indiretto" un attacco che ha sempre una piastra tra rotaia e traversa e che vede la piastra fissata alla traversa a mezzo di caviglie e la rotaia fissata sulla piastra a mezzo di bulloni.

Infine "l'attacco elastico" è un attacco diretto in cui al posto dei chiodi o delle caviglie si usano degli arpioni elastici.

Nei vecchi armamenti (beninteso esclusi quelli con vecchie rotaie a doppio fungo ed attacchi speciali) si usavano sempre attacchi indiretti costituiti a mezzo di chiodi, detti "arpioni" che fissavano la suola della rotaia alla traversa. La traversa aveva due sedi, in corrispondenza delle rotaie, con inclinazione 1/20, che servivano a dare all'asse di ciascuna rotaia una inclinazione verso l'asse del binario onde aumentare la resistenza del binario agli sforzi trasversa

./.

li e per centrare l'andatura dei veicoli in rettifilo, tenuto conto della conicità (anch'essa 1/20) dei cerchioni, necessaria per evitare scorrimenti in curva.

In un secondo momento vennero interposte delle piastre piane opportunamente forate, tra rotaie e traverse onde aumentare la superficie di appoggio e ridurre le pressioni unitarie sulle traverse.

Anche con tale tipo di piastre era necessario creare le due sedi inclinate sulle traverse. Per evitare ciò si adottarono delle piastre laminate con la suddetta inclinazione.

La presenza di piastre rese la "posa indiretta" ma lasciò indiretto l'attacco in quanto erano sempre le caviglie che, passando per i fori delle piastre, legavano la rotaia alla traversa.

L'attacco diretto si prestò bene fino a tanto che le velocità non raggiunsero valori superiori ai 100 km/h e sopratutto fino a tanto che le rotaie vennero mantenute a lunghezze unitarie non superiori ai 12 metri.

Ritorneremo successivamente più a fondo su questo argomento ma sin da ora possiamo ricordare che l'escursione termica subita da una rotaia è notevolissima e che è di conseguenza altrettanto notevole l'allungamento e l'accorciamento, dovuto alla dilatazione termica, di ciascuna rotaia.

E' ben noto che la dilatazione termica segue una legge del tipo

$$L = L_o (1 + \alpha \Delta T)$$

e pertanto l'allungamento, o l'accorciamento, totale di una rotaia è, a parità di salto di temperatura, diretta funzio-

./.

ne della lunghezza della rotaia medesima:

$$L - L_0 = L_0 \alpha \Delta T$$

Un tal fatto contrasta contro gli ovvi vantaggi di riduzione del numero di giunzione che potrebbe ottenersi trafilando rotaie di notevole lunghezza od eseguendone il collegamento a mezzo di saldature.

Con un salto di circa 70°, che come vedremo è quello che può prevedersi in Italia, si ha un allungamento di circa 10 millimetri su rotaie lunghe 12 metri a dilatazione completamente libera.

L'apertura, o luce, da lasciare tra due rotaie consecutive non può d'altronde, superare un centimetro e mezzo senza provocare rapidi danneggiamenti all'armamento ed al materiale mobile e senza rendere intollerabile, per urti e sobbalzi, la marcia dei treni viaggiatori.

Non resterebbe quindi che limitare la lunghezza delle rotaie ai 15 od al massimo 18 metri.

Anche la presenza di un giunto ogni 18 metri è già causa di notevole riduzione del confort di marcia dei treni viaggiatori per cui pur di ridurre i giunti allungando le singole rotaie è conveniente ricorrere a vincoli nella dilatazione delle rotaie.

Ciò richiede, ovviamente, che le traverse siano ben fissate nella massicciata e che le rotaie siano fissate alle traverse a mezzo di un attacco capace di opporsi agli spostamenti longitudinali delle rotaie stesse.

Per questo scopo è nato l'attacco indiretto, realizzato per la prima volta in Italia nel 1928 con un armamento, da 46,3 già precedentemente usato con attacchi indiretti ma senza raggiungere, con tali attacchi, le lunghezze di 18 metri che vennero nel 1928 adottate.

./.

Con l'attacco indiretto la piastra viene fissata, con caviglie, alla traversa e sulla piastra si fissa, a mezzo di bulloni ("chiavarde") e di piastrine intermedie la suola della rotaia. Le chiavarde sono munite di rondelle tipo Grower che, oltre al solito scopo, hanno anche il fine di permettere una trasmissione elastica della pressione.

Un tal tipo di attacco consente di far aderire fortemente la rotaia alla piastra di appoggio per cui la rotaia stessa non potendo scorrere longitudinalmente non può dilatarsi liberamente.

Ciò ha permesso sin dal primo momento di ridurre le luci di dilatazione e, dopo congrua esperienza, addirittura di sopprimerle su lunghe tratte con larga adozione del sistema di saldatura.

E' ovvio che al posto di rotaie libere di dilatarsi e quindi libere da sforzi di trazione o di compressione, si vengono ad avere rotaie a dilatazione vincolata od addirittura impedita e ciò fa si che le rotaie divengano sede di sforzi anche notevoli non appena la temperatura si discosta da quella esistente all'atto della posa. Ritorneremo, come detto, su questo argomento.

Sull'argomento degli attacchi facciamo qui un breve accenno all'atto "elastico" che è, come abbiamo detto, un attacco diretto nel quale al posto dei chiodi di fissaggio della rotaia alle traverse si usano dei particolari arpioni elastici. Essi assicurano una pressione della rotaia sulla suola di circa 400 chilogrammi per arpione e mantengono, anche con il tempo, tale valore di pressione contrariamente a quanto avveniva con i vecchi chiodi con i quali, nel tempo, finiva con il crearsi una luce tra testa del chiodo e suola della rotaia.

./.

- Giunzioni delle rotaie

In un armamento con rotaie a dilatazione libera, od anche a dilatazione solo parzialmente vincolata, le singole rotaie hanno lunghezza limitata.

Dai 12 metri dei vecchi armamenti si è passati ai 18 ed anche ai 36 metri.

Si presenta quindi in ogni caso la necessità di collegare, mediante opportune "giunzioni", due rotaie consecutive.

La giunzione viene ottenuta essenzialmente a mezzo di due "ganasce" che, poste una a destra ed una a sinistra del gambo della rotaia, vengono strette contro il gambo stesso a mezzo di "chiavarde". Il gambo, pertanto, in corrispondenza della giunzione, è forato per permettere il passaggio delle chiavarde.

Le due ganasce sono con sezione opportunamente sagomata in modo che esse si incastrino sui piani di steccatura della rotaia.

Tutto il giunto, poi, in genere appoggia su di un "piastrone" al quale le rotaie sono ancorate a mezzo di chiavarde e piastrine.

Si viene così a costituire un insieme che costituisce, tanto nei riguardi degli sforzi verticali quanto di quelli orizzontali, la continuità della rotaia nel punto della interruzione.

Nelle vecchie giunzioni le ganasce erano sagomate in modo da ricoprire la suola della rotaia e da raggiungere la piastra di appoggio così da interessare direttamente le traverse a collaborare al sostegno del giunto. Le ganasce erano inoltre a sei fori.

./.

Nelle nuove giunzioni, invece, si è fatto a meno di interessare le traverse, che venivano assoggettate ad inutili sforzi, e pertanto in tutti i moderni armamenti le ganasce non si estendono al difuori dei piani di steccatura ed hanno quindi la sola funzione di collegare le rotaie fra di loro. Le ganasce sono ora a quattro soli fori.

Agli effetti del tipo di posa si riscontrano giunzioni sospese e giunzioni appoggiate.

Una giunzione si definisce "sospesa" quando le estremità affacciate delle due rotaie adiacenti vengono a capitare tra due traverse distanziate e simmetricamente disposte rispetto alla giunzione.

Il sistema non turbando o turbando solo di poco il normale distanziamento delle traverse, presenta il vantaggio di non creare difficoltà di rincalzatura in corrispondenza dei giunti. Esso presenta però l'inconveniente di uno sbalzo alquanto forte delle estremità delle rotaie che finiscono quindi con l'incurvarsi in modo permanente.

Il giunto "appoggiato" invece è quello in cui le due traverse limitrofe al giunto stesso sono accostate e tra di loro collegate in modo tale che le estremità delle rotaie risultino appoggiate ciascuna su di una di dette traverse.

Tale tipo di giunto è ora normalmente usato e ciò anche grazie all'estendersi della rincalzatura meccanica che permette, dato il tipo di attrezzi, un rincalzamento profondo anche in corrispondenza di traverse affiancate.

In relazione, poi, della posizione in cui vengono fatte capitare le giunzioni si distinguono giunzioni accoppiate, o concordanti, e giunzioni sfalsate, od alternate.

Le giunzioni sono "accoppiate" o "concordanti" quando esse sono fatte capitare, sull'una e sull'altra rotaia del binario, una di fronte all'altra e cioè quando tracciando una

./.

retta che le congiunga l'una all'altra, si ottiene una retta perpendicolare all'asse del binario.

Se tale condizione non si verifica le giunzioni vengono dette "sfalsate".

Le giunzioni sfalsate hanno il vantaggio di far si che le due ruote di ogni asse non subiscano contemporaneamente l'urto dovuto alla giunzione e ciò, riducendo notevolmente l'entità di ciascun urto, migliora decisamente il confort di marcia.

- Saldatura delle rotaie

Abbiamo già visto che lunghezza e peso delle rotaie sono andati continuamente crescendo nel tempo.

Si è passati da rotaie lunghe 6 e 9 metri a rotaie di 12, 18, 36 e 48 metri ed il peso per metro lineare è passato da circa 21 a 60 chilogrammi.

Tali aumenti sono stati richiesti dal continuo crescere delle velocità e dei pesi per asse e sono stati resi possibili dal progredire della tecnica siderurgica che è riuscita a trafilare rotaie, ed anche di notevole sezione, fino a lunghezze dell'ordine dei 36 metri.

D'altra parte il progredire delle tecniche di saldatura ha reso possibile di superare lunghezze di 36 metri.

In particolare le rotaie da 48 metri, e cioè della lunghezza standard dell'armamento da 60, sono ottenute con saldatura, nelle stesse acciaierie, di due pezzi che possono essere da 36 e 12 o da 30 e 18 od anche due da 24.

La saldatura in acciaieria viene eseguita con il metodo detto "a scintillio" che è un metodo elettrico a resistenza in cui la resistenza è rappresentata dallo stesso materiale da saldare.

./.

L'acciaio della rotaia è fatto attraversare da correnti elettriche di notevole amperaggio (si raggiungono i 50.000 amperè sotto differenze di potenziale di 8 o 10 volt) fino a tanto da ridurlo plastico,al colore bianco.

Le due teste delle rotaie rese plastiche vengono fortemente premute l'una all'altra ottenendo così una vera e propria bollitura.

Si potrebbe procedere a saldare, in acciaieria, rotaie fino ad ottenere qualsiasi lunghezza complessiva ma ciò creerebbe, ovviamente, insormontabili problemi di trasporto.

Non si superano, quindi, lunghezze di 48 metri ed eventuali ulteriori saldature vengono eseguite su rotaie in opera.

La saldatura in opera è resa possibile, in modo facile, grazie al sistema "alluminotermico".

Il sistema dà luogo ad una vera e propria fusione.

Intorno alle due estremità di rotaia da saldare viene applicata una forma di terra refrattaria entro la quale viene effettuata la colata di ferro fuso che provoca la saldatura.

La fusione, a sua volta, vien fatta avvenire in un crogiuolo dove vien messa la "porzione saldante" costituita da grani di alluminio, ossido di ferro e speciali correttivi che hanno lo scopo di conferire alla fusione buone caratteristiche meccaniche.

Si accende questa miscela a mezzo di uno speciale innesco e la reazione prosegue spontaneamanete per proprio conto dato che essa dà luogo ad un notevolissimo sviluppo di calore. Il bagno supera i 3.000 gradi ed in pochi

./.

secondi si ottiene un bagno di ferro fuso su cui galleggiano scorie di ossido di alluminio (corindone).

Il ferro fuso scendendo nel foro di colata passa nel cavo della forma e salda la rotaia mentre che il corindone, che è l'ultimo a scendere in quanto, come detto, è il più leggero, ricopre il tutto proteggendo la saldatura da un troppo rapido raffreddamento.

A raffreddamento avvenuto è facile togliere il corindone con qualche colpo di martellina trattandosi di materiale a struttura vetrosa.

Compresi i preparativi e le operazioni di finitura necessarie per ricostituire l'esatto piano di rotolamento ed i fianchi del fungo, una saldatura richiede circa un'ora.

Avendo buona dotazione di mezzi di riesce a realizzare anche 100 saldature in 7 ore purchè non si abbia circolazione treni sul binario in corso di saldatura.

- Campata massima di saldatura

Parlando degli attacchi abbiamo accennato al fatto che un attacco indiretto, opponendosi alla libera dilatazione delle rotaie, può consentire l'uso di campate della lunghezza di 48 metri senza che si debba lasciare, nei giunti, una luce corrispondente ai circa 4 centimetri di cui una rotaia di 48 metri, libera di dilatarsi, si allungherebbe a seguito di uno sbalzo di temperatura di 70 gradi.

Riteniamo ora opportuno qualche maggior dettaglio su questo importante argomento.

Cominciamo con il precisare che lo sbalzo di 70 gradi tra temperatura massima e minima può considerarsi valido in tutte le linee italiane, di pianura o di montagna

./.

e ciò anche se le temperature poste agli estremi di un tale sbalzo possono essere diverse da zona a zona.

Precisiamo ancora che il valore del coefficiente di dilatazione α della formula:

$$L = L_o (1 + \alpha \Delta T)$$

può assumersi, per l'acciaio laminato usato per le rotaie, tra $11{,}5 \times 10^{-6}$ e 12×10^{-6}.

Ciò significa che, con lo sbalzo di 70°, si ha una dilatazione dell'ordine di 0,8 ÷ 0,84 mm. per metro di rotaia.

Dai dati suesposti balza evidente il fatto che se si desiderasse mantenere le rotaie senza tensioni o pressioni, e cioè libere di dilatarsi, e si volessero contemporaneamente realizzare lunghe campate saldate, non resterebbe che limitare le saldature a quei posti dove il massimo sbalzo di temperatura, anche tra pieno inverno e piena estate, fosse limitato a 10 o 20°.

E' quello che si verifica nelle gallerie e ciò spiega perchè fu proprio nelle gallerie che si cominciò ad usare il sistema di saldare le rotaie per lunghe campate e si giunse sino a saldare l'intera tratta di galleria a partire da 50 o 60 metri all'interno di ciascun imbocco.

All'aperto, invece, la saldatura di lunghe tratte può avvenire solo se il binario è posato in modo tale che gli attacchi non permettano alcun scorrimento longitudinale delle rotaie e solo se tutto il complesso dell'armamento è capace di resistere, senza deformarsi, alla pressione interna delle rotaie quando la temperatura sale al massimo valore al disopra della temperatura di posa ed alla tensione interna quando si raggiunge invece l'estremo opposto dello sbalzo di temperatura esistente nella zona.

./.

Numerose ed accurate prove hanno dimostrato che un binario bene armato, posato cioè su massicciata di media pezzatura (3 ÷ 6 cm.), su traverse poste alla distanza di 60 ÷ 54 centimetri, con attacchi indiretti, può sopportare con tutta sicurezza la sollecitazione di compressione indotta da uno sbalzo di temperatura di 35°. Tale sollecitazione si aggira tra le 50 e le 60 tonnellate rispettivamente per armamenti tra i 46 ed i 60 chilogrammi.

Inoltre la tensione corrispondente ad una riduzione di 35° al disotto della temperatura di posa non raggiunge mai i 10 kg/mmq e non rappresenta quindi mai una condizione di pericolo.

Dopo simili esperienze, e dopo di essere passati per una fase di dilatazione parzialmente impedita e quindi di luci ridotte nelle giunzioni, molte Amministrazioni ferroviarie, e tra esse la nostra, hanno realizzato campate di saldatura praticamente illimitate, e cioè da stazione a stazione, migliorando così enormemente il confort di marcia dei treni.

E' ovvio che ciò impone non solo una continua maggiore vigilanza e manutenzione della linea ma anche, e sopratutto, l'obbligo di non eseguire lavori che comportino, taglio di rotaie o sguarnitura della massicciata quando non si è sicuri di disporre di un congruo intervallo in cui l'armamento è esente da sforzi di compressione o di tensione.

Tale temperatura, che è ovviamente quella in cui viene eseguita la prima posa dell'armamento e la saldatura delle rotaie, viene scelta al centro dell'intervallo di temperatura che, nella zona, costituisce lo sbalzo di 70°. Essa di aggira sui 30°.

Esaminiamo le operazioni da eseguire per posare l'armamento in una zona in cui la temperatura media sia proprio di 30°. Ovviamente si tratterà di operazioni intese ad ottenere

./.

che a questa temperatura la rotaia sia sicuramente priva di sforzi di compressione o di trazione. Se ciò non fosse, tali sforzi iniziali, sommandosi algebricamente a quelli dovuti alle successive variazioni di temperatura porterebbero, all'uno od all'altro estremo dello sbalzo, a sforzi interni di valore superiore a quelli ammissibili.

Per effettuare la posa, pertanto, si procede prima, nella stagione propizia, a saldare tratte di 800 metri e poi, in una giornata in cui si è sicuri che la temperatura resti a 30° per un congruo intervallo, si dispongono queste tratte di 800 metri su rulli in modo che esse possano sicuramente scaricarsi da ogni tensione interna e si procede poi alla immediata saldatura definitiva nonchè all'ancoraggio della rotaia sulle traverse.

Si tratta di operazioni della massima importanza e delicatezza che devono essere eseguite con ogni possibile accuratezza.

- Il binario nel suo complesso

Nei punti precedenti abbiamo esaminato separatamente le varie parti costituenti l'armamento del binario di una linea ferroviaria e cioè la massicciata, le traverse, le rotaie ed il materiale minuto di giunzione e di attacco.

Prenderemo invece ora in esame il binario nel suo complesso.

Abbiamo visto che le traverse poggiano sulla massicciata, incastrandosi praticamente in essa, e che le rotaie vengono fissate, con opportuni attacchi, alle traverse.

In definitiva si crea una via costituita da due rotaie parallele, poste l'una rispetto all'altra ad una distanza ben determinata, e capaci di resistere agli sforzi, verticali, longitudinali e trasversali trasmessi dai treni in movimento.

./.

Nei punti seguenti prenderemo in esame le caratteristiche di questa via.

- Tipi di armamento e numero degli appoggi

Tanto il peso dell'armamento quanto il numero di appoggi per campata, e cioè il numero delle traverse per campate, sono andati progressivamente crescendo con l'aumentare del peso e della velocità dei convogli.

Il primo armamento studiato ed adottato, per le linee principali, dalle nostre Ferrovie dello Stato rimonta al 1907 e cioè a due anni dopo della costituzione dell'Azienda Ferroviaria Statale.

Si trattò di un armamento da 46,3 chilogrammi a metro. Esso aveva un attacco di tipo diretto, le piastre laminate con inclinazione di 1/20, le giunzioni affacciate del tipo sospeso con ganasce a sei fori. Le rotaie furono da 12 metri e gli appoggi per ogni campata furono 17 che diventavano 18 nei tratti di tracciato difficile, acclivi e di forte traffico.

Tanto nel caso di 17 quanto in quello di 18 appoggi per campata le prime tre traverse seguenti, da ciascun lato, il giunto aveva interasse crescente. Dopo la terza traversa l'interasse tra le traverse si manteneva costante ed era di 780 mm nel caso di 17 e di 730 mm nel caso di 18 traverse per campata.

Tale interasse venne ulteriormente a ridursi quando, nel 1928, l'armamento da 46,3 adottò l'attacco indiretto, e campate da 18 metri. Si giunse infatti, per le linee più affaticate, fino a 30 traverse per campate da 18 metri, il che corrispondeva, nella parte centrale della campata, ad interassi tra le traverse di 605 mm.

./.

Sono infine venuti gli armamenti da 50 e da 60 chilogrammi con campate di 48 metri, giunzioni sfalsate di 12 metri, appoggiate e con ganasce piane, attacchi indiretti ed 80 appoggi per campate di 40 metri e cioè con un numero di traverse eguale a quello usato dall'armamento da 46,3 con attacco indiretto (30 per campate di 18 metri, come già detto).

Scartamento

Lo scartamento è, sin dalle prime ferrovie costruite in Italia, rimasto fisso ed invariabile al valore di un metro, quarantatre centimetri e mezzo e cioè 1.435 millimetri. E' questo infatti il valore fissato per tutte le reti ferroviarie aderenti alla "Unità Tecnica delle Ferrovie".

Dal punto di vista storico può interessare conoscere che non si sa perchè sia stato adottato un simile valore di scartamento che non è misurabile con numeri interi nè nel sistema metrico decimale nè nel sistema inglese. Esso venne adottato da Stephenson per le sue locomotive, sembra attenendosi ad un vecchio modulo già in uso per le carrozze stradali e che ricalcava la vecchia misura romana come risulta da misurazioni eseguibili sulle orme profonde lasciate sui selciati delle vecchie strade imperiali. Il fatto che, nelle varie nazioni europee, le prime locomotive furono sempre costruite in Inghilterra fece si che una tale misura si generalizzasse per gli scartamenti di linee che erano tra di loro distintissime e che certamente non pensavano di connettersi tra di loro.

Lasciando da parte i ricordi storici e ritornando alla tecnica ricordiamo che si definisce come "scartamento" la misura della distanza intercorrente tra i bordi interni delle due rotaie del binario e precisamente a 14 mm al disotto del piano di rotolamento.

./.

La misura di 1.435 mm vale per i rettifili e per le curve di grande raggio. L'iscrizione dei veicoli in curva provoca degli sforzi trasversali all'armamento; per ridurli si provvede ad un leggiero allargamento dello scartamento in curva.

Fino a tanto che si usarono attacchi diretti, l'aumento dello scartamento aveva inizio quando il raggio della curva scendeva al disotto di 700 metri.

Con l'adozione dell'attacco indiretto, che garantisce le rotaie dal ribaltamento, si è potuto mantenere lo scartamento al valore normale di 1.435 mm fino a tanto che il raggio della curva non scende al disotto di 485 metri.

Al disotto di questo valore lo scartamento viene via via aumentato fino ad un massimo di 1.465 mm per curve aventi raggio inferiore ai 300 metri.

L'allargamento massimo amesso è quindi di 3 centimetri. Le fasce dei cerchioni delle ruote devono avere, ovviamente, una larghezza tale da impedire che, anche dove lo scortamento presenta il massimo allargamento, le ruote possano cascare nell'interno delle rotaie. Ciò deve valere anche tenendo conto della massima tolleranza ammessa in più nella misura dello scartamento, tolleranza che è di 5 mm mentre che quella ammessa in meno è di soli 2 mm. Le norme della "Unità Tecnica Internazionale delle Ferrovie" prescrivono non solo la forma e le dimensioni dei cerchioni delle ruote ma anche i limiti massimi di consumo, raggiunti i quali il materiale deve essere tolto dalla circolazione.

Prima di lasciare l'argomento accenniamo al fatto che negli armamenti con attacco indiretto i diversi valori di scartamento vengono ottenuti mediante opportuna scelta di piastrine con sporgenza, di diverso spessore, che si inserisce tra la suola della rotaia ed un opportuno risalto della piastra.

./.

- Curve. Sopraelevazioni

In corrispondenza delle curve non basta il semplice allargamento dello scartamento, ove prescritto, per garantire il regolare moto dei veicoli e per ridurre al minimo le sollecitazioni all'armamento.

Indipendentemente dagli sforzi di inserzione nella curva occorre infatti, tener conto anche della forza centrifuga che, al ridursi del raggio di curvatura ed al crescere della velocità, porterebbe sempre più i bordini a premere fortemente contro la rotaia esterna alla curva e ciò potrebbe portare:

- a possibilità di slargamento della curva per strappamento delle traverse dalla massicciata
- a possibilità di ribaltamento della rotaia esterna per strappamento dell'attacco
- a possibilità di svio per salita del bordino sulla rotaia
- a forti usure di bordini e di rotaie
- a pericolo di ribaltamento del veicolo tenuto conto del fatto che il baricentro dei veicoli è sempre, ovviamente, alquanto al disopra del piano di rotolamento.

Per ovviare, almeno in parte, agli effetti della forza centrifuga si provvede a sopraelevare nelle curve la fila esterna di rotaie. La sopraelevazione è più o meno forte a seconda del raggio di curvatura e della velocità massima ammessa per la linea. (').

./.

(') - Vale ovviamente la formula $h = \frac{v^2 s}{gR}$ dove s è lo scartamento in metri, h la sopraelevazione in metri, v la velocità in m/sec, R il raggio in metri e g è l'accelerazione di gravità.

In tal modo la risultante del peso del veicolo e della forza centrifuga, può essere portata ad essere perfettamente perpendicolare al piano delle traverse e ciò elimina l'effetto degli sforzi trasversali tanto nei riguardi delle deformazioni all'armamento quanto in quelli del ribaltamento dei veicolo.

Evidentemente la condizione ideale sopraricordata, e cioè di risultante perpendicolare al piano delle traverse si ottiene solo per una determinata velocità e non sarebbe logico stabilire la sopraelevazione in funzione della velocità massima che può verificarsi sulla curva. Non può infatti escludersi l'eventualità che un treno circoli a velocità molto inferiore alla massima ammessa o che addirittura esso si fermi sulla curva ed in tal caso una forte sopraelevazione potrebbe addirittura portare al rovesciamento dei veicoli verso l'interno della curva.

Dopo molti studi ed esperimenti il valore massimo della sopraelevazione è stato fissato in 16 centimetri.

Tale sopraelevazione viene raggiunta, per velocità di 100 km/h, per curve di raggio di 475 metri.

In apposite tabelle sono riportati i valori delle sopraelevazioni da dare al binario in corrispondenza delle varie velocità massime ammesse e dei raggi di curvatura.

Per dare un'idea dei valori di sopraelevazione e del loro variare in base alle velocità ed ai raggi di curvatura riportiamo i seguenti valori:

	Per V = 100 km/h	Per V = 120 km/h
Raggio di 475 m.	16 cm.	
" " 1000 m.	8 cm.	
" " 1500 m.	5 cm.	7 cm.
" " 3000 m.		4 cm.

./.

La velocità massima alla quale può essere percorsa una linea è quindi fissata in base alle caratteristiche costruttive adottate per le sue curve.

Tale velocità è diversa a seconda che si tratti di materiale classico, locomotive o locomotori e vetture, o di automotrici ed elettromotrici. Queste ultime sono infatti più leggiere ed hanno il centro di gravità più basso per cui, come già abbiamo avuto occasione altra volta di dire, possono percorrere le curve ad una velocità maggiore di quella ammissibile per il materiale classico.

Le velocità massime, per l'uno e per l'altro tipo di veicoli, sono indicate tanto negli orari di servizio quanto lungo linea a mezzo di grandi cartelli impiantati in corrispondenza dei punti in cui si ha una variazione di detta velocità.

- Raccordi parabolici

Il passaggio da un tratto in rettifilo ad un tratto in curva non può essere eseguito semplicemente inserendo la curva in modo tale che il tratto di rettifilo le risulti tangete.

Nel punto di tangenza, infatti, per il repentino manifestarsi della forza centrifuga per un treno che affronti la curva o per il repentino suo annullamento per un treno che se ne allontani, si genererebbero degli urti dannosi tanto ai veicoli quanto all'armamento.

Inoltre non si avrebbe modo di introdurre la sopraelevazione senza interessare con essa il tratto in rettifilo a meno di non voler lasciare, cosa altrettanto sconsigliabile, un primm tratto di curva sprovvisto di sopraelevazione.

./.

Ambedue gli inconvenienti possono essere elimi= nati inserendo tra il tratto in rettifilo ed il tratto in curva circolare, un tratto in cui il raggio passi gradualmente dal valore infinito del rettifilo al valore corrispondente alla curva circolare.

Una curva che presenta una simile caratteristica di variabilità del raggio è notoriamente la parabola e pertanto il raccordo che si inserisce è un opportuno arco di parabola e prende perciò il nome di "raccordo parabolico".

La sopraelevazione della rotaia esterna viene data gradualmente lungo il raccordo e la lunghezza di questo ultimo viene stabilita in funzione della sopraelevazione da raggiungere e della necessità che essa sia raggiunta gradualmente e cioè con le seguenti pendenze massime:

2 mm per metro per velocità uguali o minori a 75 km/h
1,5 mm per metro per velocità comprese tra 75 e 100 km/h
1 mm per metro per velocità superiori ai 100 km/h

Anche l'allargamento dello scartamento, ove necessario (e cioè, come detto, per raggi inferiori ai 485 metri), viene realizzato lungo il raccordo parabolico. Si provvede a ciò spostando la rotaia interna alla curva con una gradualità dell'ordine di 1 o 2 millimetri per metro a seconda della velocità massima ammessa per la linea.

- Raccordi nel piano verticale

Nel punti di passaggio dall'una all'altra livelletta il passaggio dall'una all'altra pendenza non può avvenire con un semplice accostamento che creerebbe un angolo, causa anche quì di urti e sobbalzi.

Si provvede quindi ad inserire un raccordo circolare, nel piano verticale, con raggio di 3.000 metri. Tale arco, che è da considerarsi di grandissimo raggio, viene inserito direttamente e cioè senza raccordi paraboligi nel piano

./.

verticale.

- Picchettazione e correzione delle curve

Nelle curve, ancor più che nei rettifili, è necessaria una accurata sorveglianza da parte delle Squadre di Cantonieri della linea potendosi sempre temere che, per effetto delle sollecitazioni dovute al continuo passaggio dei treni, si possano verificare degli spostamenti con variazioni di raggio o di sopraelevazione.

Uno dei sistemi usati per rendere facile il controllo e la correzione delle curve è quello della cosidetta "picchettazion" che consiste nel piazzamento, all'esterno della curva, di una serie di picchetti posti a 10 metri l'uno dall'altro e dd un metro dal bordo interno del fungo della rotaia sopraelevata.

Il picchetto può essere in calcestruzzo armato ovvero può essere costituito da uno spezzone di rotaia infisso verticalmente.

In ambedue i casi alla sommità del picchetto è inciso un segno di riferimento che rappresenta il punto esatto da cui va misurata la distanza di un metro (od, eccezionalmente, altra distanza indicata sul picchetto stesso) fino al bordo interno della più vicina rotaia.

Il picchetto fornisce anche l'indicazione del giusto livello della rotaia sopraelevata mentre che la sopraelevazione può essere misurata a mezzo di appositi calibri con livello a bolla d'aria.

Nelle tratte ove si è adottata la manutenzione meccanica, i picchetti rappresentano un ostacolo per i mezzi di rincalzatura meccanica.

./.

Si usa allora apporre un segno bianco sulla rotaia esterna ogni 10 metri ed il controllo della curva vien fatto mediante misurazione delle freccie sulle campate di 20 metri inizianti da ciascuno dei suddetti segni.

Tanto nel caso di picchetti quanto nel caso di controllo tramite le frecce, si consegna al Sorvegliante del Tronco di linea un libretto contenente tutti i dati caratteristici di tutte le curve del suo Tronco.

- Inserzione di un asse in un binario in curva

E' noto che nei veicoli ferroviari le ruote sono rigidamente calettate sull'asse in modo da creare un complesso detto "sala montata" che ruota come un tutto unico. Le due ruote di una stessa sala, quindi, hanno sempre la stessa velocità,angolare e ciò porterebbe in curva a scorrimenti delle ruote sulle rotaie.

Per evitare ciò si adotta, come abbiamo accennato, l'inclinazione di 1/20 dell'asse di ciascuna rotaia verso lo interno dell'armamento.

Il piano di rotolamento di ciascuna rotaia non è pertanto orizzontale ma ha, rispetto all'orizzontale, la suddetta inclinazione e la stessa inclinazione hanno le fasce dei cerchioni delle ruote.

Quando una sala percorre una curva la forza centrifuga fà si che essa si sposti verso l'esterno della curva di tanto quanto viene permesso dal giuoco esistente tra scartamento del binario e scartamento dei bordini.Tale gioco varia da un minimo di 6 millimetri ad un massimo, in corrispondenza del massimo allargamento dello scartamento in curva, di 70 millimetri.

./.

Lo spostamento della sala verso l'esterno, in uno con la conicità dei cerchioni, fa sì che la ruota esterna alla curva rotoli su di un diametro maggiore di quello medio mentre quella interna rotola su di un diametro minore del medio. Ciò è sufficiente per eliminare, o quanto meno per ridurre fortemente, i fenomeni di scorrimento tra ruota e rotaia.

- Pesi per asse e passi rigidi ammessi

L'armamento di una linea subisce, per effetto del transito di veicoli, degli sforzi che sono in funzione tanto del peso di ogni singolo asse quanto del passo rigido dei veicoli.

E' ovvia la definizione di peso per asse. Si definisce poi "passo rigido" la distanza tra due assi che non abbiano, uno rispetto all'altro, possibilità di spostamento nè radiale nè trasversale. Nel caso di veicoli a più assi si definisce passo rigido il più lungo dei passi rigidi che su di esso si riscontrano.

Il massimo peso per asse che può essere ammesso è funzione del tipo di armamento usato e più precisamente della robustezza della rotaia e del numero di appoggi per metro.

Riportiamo quì di seguito i dati per i vari tipi di armamento:

Tipo di armamento	Peso massimo per asse carri	locomotive
46 o superiore	18 tonn.	20 tonn.
tra 36 e 46	16 "	16,5 "
meno di 36	15 "	16,5 "

Il massimo peso per asse è maggiore nel caso di locomotive e ciò in quanto esse vanno soggette a più accurati e più frequenti controlli di quanto non si verifichi per i veicoli.

./.

Per inciso va notato che possono esistere limitazioni del peso massimo per asse, dovute alle particolarità costruttive di opere d'arte ed in particolare di ponti, anche al disotto dei valori imposti dalla robustezza dell'armamento.

Per quanto riguarda il passo rigido il massimo valore ammissibile è di m. 4,50.

Esistono carri a due assi con interasse superiore a metri 4,50 ma in tal caso le sale hanno una possibilità di spostamento radiale nelle boccole.

E' ben noto che per carri e carrozze molto lunghi, si usano i carrelli sui quali la cassa del carro o della carrozza appoggia a mezzo di perni e ralle che permettono la rotazione del carrello intorno ad un asse verticale. In tal caso il passo rigido si riduce alla distanza tra i due assi dello stesso carrello.

- Sagoma limite

Le dimensioni trasversali del materiale mobile, o dei carichi eseguiti su carri scoperti, devono essere contenuti entro una sagoma che prende il nome di "Sagoma limite del materiale mobile e dei carichi".

Tale sagoma limite non è uguale per tutte le Amministrazioni ferroviarie. Esiste però anche una sagoma limite internazionale valida per i veicoli che devono passare dall'una all'altra amministrazione.

La sagoma limite viene fissata per un veicolo centrato su di un binario in rettifilo.

Se un veicolo si trova in curva la sua cassa assume la posizione di un segmento di secante alla curva e sulla curva restano gli assi o, se trattasi di veicolo a carrelli, i

./.

perni dei carrelli. Logicamente, quindi, la parte di veicolo compresa tra gli assi o tra i carrelli sporge verso l'interno della curva mentre le due parti estreme sporgono verso l'esterno della curva medesima.

Tanto per questo motivo quanto per i giuochi esistenti tra sala e carrello, che permettono spostamenti trasversali, e per gli allargamenti dell'armamento in curva, si impongono delle riduzioni della larghezza delle sezioni trasversali dei veicoli in funzione della distanza tra le sale estreme e tra i carrelli.

- Franchi minimi

Per assicurare il libero passaggio del materiale rotabile occorre che la sagoma limite risulti lontana da eventuali ostacoli con il rispetto di determinati "franchi minimi".

Occorre cioè che la linea rispetti un "Profilo Minimo Regolamentare della Via".

I franchi minimi in Italia sono stati fissati in mm. 150 in rettifilo od in curva di raggio non inferiore ai 250 metri.

Al disotto di tale raggio di curvatura i franchi minimi vanno aumentati ed esistono in proposito opportune tabelle.

Nei punti in cui può trovarsi una persona tanto se a bordo di rotabili quanto se a terra vanno rispettate opportune distanze di cui parleremo tra breve.

- Intervia

Nelle linee a doppio binario occorre che i franchi minimi siano rispettati anche tra i materiali di due treni circolanti sui due binari. Tra le due sagome limiti occorre quindi che vi sia un doppio franco minimo e cioè una distanza di mm.300.

./.

Ciò porta, con la sagoma italiana, a mantenere una distanza di metri 2,12 tra i bordi interni delle due rotaie più vicine. salvo anche qui, maggiorazioni nel caso di curve di raggio minore di 250 metri.

Nelle stazioni, ove può trovarsi un uomo tra due binari ove circolano treni, l'intervia minimo è fissato in metri 2,50.

- Distanza minima degli ostacoli fissi

Agli effetti della Regolamentazione per la prevenzione degli infortuni tutti gli ostacoli fissi, contro i quali possa temersi urto di chi viaggia o che possano stringere chi è a terra contro i treni, devono essere tenuti ad almeno metri 1,70 dal bordo interno della più vicina rotaia.

Tale distanza deve essere invece di metri 2,00 quando si tratti di ostacoli posti all'interno di curve di raggio di metri 1.500 od inferiori.

A tale norma devono sottostare, ad esempio, i segnali, i pali, le colonne idrauliche, le garitte, i fabbricati in genere ecc.ecc.

Ne sono esentati i piani caricatori ed i magazzini merci ove si effettui lo scarico e carico diretto e ciò per permettere al piano caricatore di affiancarsi al piano di carico dei carri.

Per quanto riguarda i franchi verticali,in caso di attraversamenti superiori di conduttori, trasmissioni a filo ecc., è prscritto che l'attraversamento sia a non meno di metri 5,70 sul piano del ferro, salvo le maggiori altezze prescritte su linee elettrificate ovvero per attraversamenti da parte di linee ad alta tensione.

./.

B - GLI APPARECCHI DI DEVIAZIONE

- Generalità

Sin dalla prima lezione del nostro corso abbiamo avuto occasione di definire come "unidimensionale" il sistema di trasporto su rotaie.

Un mezzo mobile su di un binario continuo non ha infatti altra possibilità di movimento che non sia quella lungo l'asse del binario medesimo.

E' però evidente che un sistema di trasporto con simili legami avrebbe limitatissime possibilità di impiego. Esso infatti non sarebbe utilizzabile se non per un servizio "a navetta" e cioè solo per un servizio svolto da un solo convoglio con movimento di va e vieni tra due stazioni terminali.

Per un normale servizio ferroviario è invece indispensabile disporre di un apparecchio capace di avviare un convoglio, che si trovi su di un binario, su di un altro binario che dal primo si diparta.

Una tale apparecchiatura viene chiamata "scambio" o "deviatoio" e trova larghissimo impiego nelle stazioni, ove deve essere possibile ricevere un treno in uno qualsiasi dei binari di stazionamento e da esso farlo partire verso un'unica o più linee di uscita, nei bivi ove treni provenienti da una direzione devono poter essere inviati verso l'una o l'altra direzione di destinazione, nei posti di incrocio e di precedenza ove un treno deve poter disporre di un binario laterale ove ricoverarsi per lasciare il binario principale a disposizione di altro treno che marci in direzione opposta e che quindi debba con esso "incrociare" ovvero che marci nella stessa direzione e debba passare avanti e cioè "prendere precedenza".

Come vedremo meglio parlando dei piani di stazione gli scambi servono anche per i fasci di riordino e cioè per quei fasci di binari ove si procede a spostare, l'una rispetto all'altra, la posizione dei carri in composizione ad un

./.

treno ovvero per i fasci di smistamento e per quelli di ricomposizione ove si provvede a sezionare un treno ottenendone vari convogli per diverse direzioni ovvero viceversa.

Ripetiamo quindi che si chiama scambio o deviatoio una apparecchiatura capace di rendere possibile di inoltrare un treno dal binario ove si trova ad un altro binario che da esso si dirami.

Si tratta pertanto di una apparecchiatura che deve avere due distinte posizioni: con una di esse il treno può essere fatto proseguire sul binario ove si trova mentre che con l'altra il treno può essere inoltrato sul binario deviato.

E' evidente che una volta risolto il problema per un binario deviato, il problema stesso è risolto per un numero qualsiasi di binari deviati. Basterà infatti che su l'uno o sull'altro dei binari di uscita da un primo scambio venga inserito un secondo scambio e così di seguito fino a quanto occorre, notando che ovviamente ogni scambio aggiunto aumenta di una unità il numero dei binari deviati.

In linea del tutto generale possiamo dire che, usando scambi semplici e cioè scambi con una linea in arrivo e due in partenza, il numero di deviazioni D che è possibile ottenere con un numero di scambi S è dato da

$$D = S + 1$$

e che quindi il numero S di scambi che è necessario impiantare per ottenere un numero di deviazioni D è dato da

$$S = D - 1$$

E' appena il caso di notare che quella che rispetto ad uno dei sensi di marcia è una "deviazione" costituisce, nel senso opposto, una "confluenza" ed è solo per convenzione che si usa più la prima che la seconda locuzione.

./.

D'altronde i paesi anglosassoni al posto della locuzione Bivio usano la locuzione "junction".

Per indicare il senso di marcia di un convoglio rispetto ad uno scambio si usa dire che il convoglio "prende di punta" lo scambio quando si muove nel senso che utilizza lo scambio come deviazione mentre si usa dire che lo "prende di calcio" quando lo utilizza come confluenza.

Nei punti seguenti descriveremo i vari tipi di scambi a partire da quello più elementare che prende il nome di "scambio semplice".

- Lo scambio semplice

E' facile rendersi conto del fatto che uno scambio deve essere costituito :

- da una parte mobile capace di assumere due diverse posizioni e precisamente una posizione che deve garantire la continuità del binario di arrivo con uno dei due binari di uscita ed un'altra posizione che deve garantire la continuità per l'altro dei due binari stessi.

Questa parte mobile costituisce il "cambiamento" e viene commemente chiamata "telaio degli aghi";

- da una seconda parte in cui è reso possibile alla rotaia destra del ramo di binario che va a sinistra di incrociare la rotaia sinistra del ramo di binario che va a destra e ciò pur lasciando libera la possibilità di marcia dei convogli verso la direzione di uscita stabilita dalla posizione del telaio degli aghi.

Questa parte, che è fissa, costituisce "l'incrociamento" e viene comunemente chaiamata "cuore" del deviatoio.

(Recentemente sono stati studiati all'Estero, ed in particolare in Giappone, degli scambi idonei a permettere elevate velocità anche sul ramo deviato, in cui anche il cuore è mobile).

./.

Passando all'esame di dettaglio della parte costituente il cambiamento, è facile intuire che l'avviamento di una ruota munita di bordino su di un istradamento diverso da quello della rotaia su cui essa rotola, può essere ottenuto accostando alla prima una seconda rotaia che inviti su di essa il bordino e lo porti così nella nuova direzione.

E' evidente che il passaggio della ruota, ed in particolare del suo bordino, sulla nuova rotaia, accostata a quella sulla quale essa stava rotolando, deve avvenire con ogni possibile dolcezza, senza alcun urto o sobbalzo e che l'accoppiamento tra le due rotaie accostate deve essere tale da impedire in modo assoluto che il bordino di cui si intende effettuare la deviazione possa invece incunearsi tra le due rotaie forzandone l'accoppiamento.

Per ottenere ciò la rotaia che viene accostata è opportunamente lavorata ed assottigliata all'estremità in modo da poter nascondere la sua punta sotto il fungo della rotaia cui si accosta.

In relazione alla sua forma assottigliata ad una estremità, la parte mobile di rotaia viene chiamata "ago". La parte di rotaia fissa contro cui va ad appoggiare l'ago prende il nome di "contrago".

Nell'ago, che ha diversa lunghezza a seconda del tipo di scambio e dell'angolo di deviazione, si notano sempre una "punta" ed un "tallone", costituito quest'ultimo dalla parte opposta alla punta.

Per ottenere il cambiamento è ovvio che occorrono due aghi che devono potersi accostare, alternativamente, al contrago destro ed al contrago sinistro. E' quindi logico che i due aghi siano tra di loro collegati, a mezzo di "tiranti di accoppiamento", in modo tale da poter essere mossi contemporaneamente a mezzo di adatto dispositivo di manovra.

./.

Il complesso dei due aghi, e cioè il telaio degli aghi, potrà quindi assumere le due posizioni estreme in ciascuna delle quali uno solo degli aghi sarà "accostato"al suo contrago mentre l'altro ne sarà "discosto".

La necessità della manovra contemporanea risulta evidente ove si pensi che :

- se ambedue gli aghi fossero contemporaneamente accostati ai relativi contraghi, gli assi di un convoglio che prendesse di punta lo scambio, lo "forzerebbero" e cioè si infilerebbero in una zona di scartamento rapidamente descrescente e ciò provocherebbe una sicuro svio.
- se ambedue gli aghi fossero contemporaneamente discosti, gli assi di un convoglio che prendesse di punta lo scambio ne "abbraccerebbero" il telaio degli aghi e si infilerebbero così in una zona di scartamento rapidamente crescente ed anche in questo caso di verificherebbe un sicuro svio. Per inciso notiamo che tale caso corrisponde a quello, cui abbiamo già accennato, in cui un bordino riuscisse ad infilarsi tra ago accostato e contrago relativo.

La distanza di cui l'ago discosto deve allontarsi dal relativo contrago e cioè "la corsa" del telaio degli aghi, viene tenuta, in corrispondenza della punta, ad almeno 12 centimetri. Tale distanza però, come vedremo a suo tempo, può risultare ahche maggiore nel caso di scambi con manovra centralizzata, e cioè manovrati a distanza a mezzo di apposito motore, elettrico od idrodinamico.

Il movimento di ciascun ago può avvenire o per rotazione dell'ago stesso intorno ad una "cerniera" e cioè intorno ad un perno verticale posto in corrispondenza del tallone dell'ago ovvero per deformazione elastica dell'ago in corrispondenza di una zona, posta verso il tallone e luuga circa un metro e mezzo, in cui viene creato un assottigliamento,

./.

specie in corrispondenza della suola, delle dimensioni trasversali della sezione dell'ago.

Gli scambi che hanno aghi del primo tipo vengono detti "con aghi a cerniera", mentre quelli con aghi del secondo tipo si dicono "ad aghi elastici".

In ambedue i casi gli aghi appoggiano su dei "cuscinetti" detti "di scorrimento" in acciaio e con superficie superiore levigata e lubrificata, che permettono, senza che siano necessari eccessivi sforzi, gli spostamenti angolari degli aghi e cioè del telaio.

I cuscinetti hanno una notevole larghezza e sono disposti ravvicinati in modo da garantire la stabilità dell'ago che in definitiva costituisce un tratto di rotaia privo di attacco alle traverse e quindi solo appoggiato.

La manovra del telaio degli aghi e cioè il suo spostamento nell'una o nell'altra posizione può essere o manuale, o come detto, centralizzata e cioè a motore.

Rimandiamo ad altra parte del corso la descrizione delle manovre a motore e parliamo qui della manovra a mano.

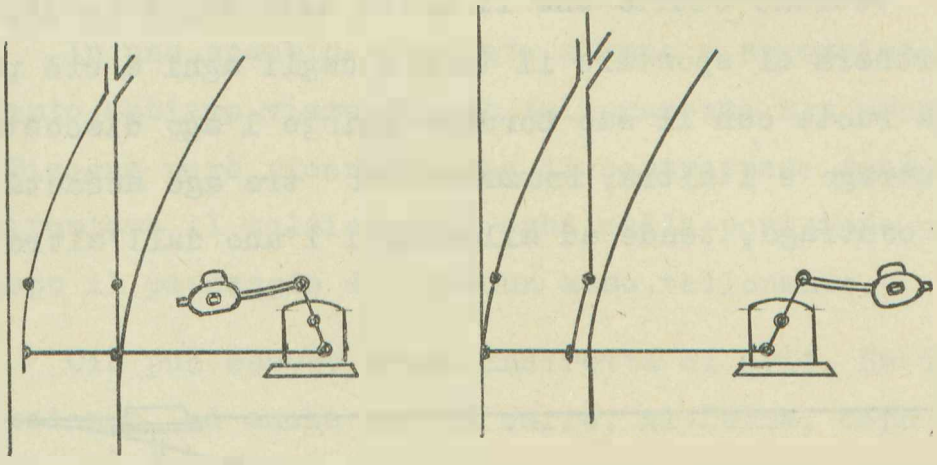
Nel caso di manovra a mano si adopera la "cassetta di manovra a mano" detta anche, non si sa bene perchè, "macaco".

Essa è costituita da una breve leva di primo genere capace di ruotare intorno ad un asse orizzontale parallelo all'asse del binario. La parte inferiore è collegata al telaio a mezzo di "tiranti di manovra".

Sulla parte alta della leva è montata, possiamo dire a bandiera, una manovella con un robusto contrappeso e con una impugnatura alla estremità. Ruotando di 180° questa manovella il contrappeso agisce in modo da far ruotare la leva, intorno al suo asse orizzontale, facendola spostare dalla verticale di quel tanto che corrisponde al movimento del telaio degli aghi

./.

nel senso voluto. In altri termini la leva può assumere due posizioni, simmetricamente spostate rispetto alla verticale, ciascuna delle quali corrisponde ad una delle posizioni del telaio degli aghi.



Uno spinotto, collegato alla cassetta con catenella per evitarne la dispersione, può essere infilato in un foro orizzontale della leva in modo tale da bloccare la rotazione della manovella con contrappeso e ciò costituisce un embrione di bloccamento dello scambio in una delle due posizioni.

E' da porre in evidenza che il contrappeso ha una funzione di costante stabilizzazione. Infatti anche dopo che la manovra è stata effettuata esso mantiene sempre uno sforzo, o come si dice una "puntata", inteso a mantenere l'ago ben aderente al contrago impedendo che, per effetto delle vibrazioni e degli scuotimenti dovuti al passaggio di convogli sullo scambio, esso possa tendere a spostarsi.

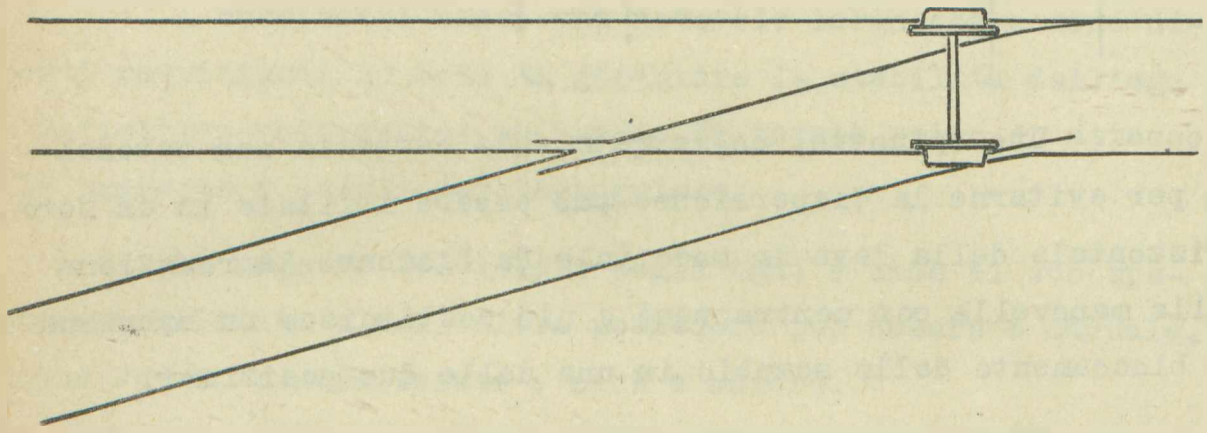
Vedremo in seguito che per gli scambi percorsi da treni in velocità si usano, in aggiunta, appositi "fermascambi".

Prima di abbandonare l'argomento del telaio degli aghi occorre fare un sia pur breve accenno al "tallonamento" di uno scambio.

./.

Supponiamo di avere uno scambio che sia disposto per una determinata direzione e supponiamo che esso sia impegnato di calcio da un veicolo proveniente dall'altra direzione.

Vediamo subito che il primo asse del veicolo, avanzando cercherà di spostare il telaio degli aghi e ciò perchè una delle ruote con il suo bordino spinge l'ago discosto verso il contrago e l'altra, insuneandosi tra ago accostato e relativo contrago, tende ad allontarli l'uno dall'altro.



Se non esiste nessun dispositivo che blocca lo scambio nella sua posizione, l'asse riuscirà a vincere la puntata dovuta al macaco ed a portare il telaio nella posizione opposta. Si sarà allora verificato quello che vien detto "tallonamento"dello scambio .

Sempre nell'ipotesi che non esistano dispositivi di bloccamento, il tallonamento non provoca danni all'armamento dello scambio. Se viceversa lo scambio fosse,con uno dei dispositivi fermascambi cui abbiamo accennato e che vedremo meglio in seguito, bloccato nella posizione in cui è stato tallonato, il tallonamento potrebbe provocare il danneggiamento del fermascambio od anche dell'armamento. Nell'ipotesi, invece, che il dispositivo e l'armamento fossero tanto robusti da resistere, il tallonamento provocherebbe lo svio dell'asse in quanto que-

./.

sto si troverebbe spinto, dall'ago accostato, violentemente dal lato dell'ago accostato e ciò proprio nel momento in cui il bordino da tal lato sarebbe invitato, dall'accoppiamento ago accostato contrago, a salire al disopra del piano di rotolamento.

In uno scambio manovrato a mano e sprovvisto di bloccamento abbiamo visto che il tallonamento non provoca danni. Bisogna però ricordare che il contrappeso tende sempre a riportare il telaio degli aghi nella posizione primitiva, dopo il passaggio di ciascun asse tallonante.

Ciò può essere causa indiretta di svii. Se infatti una colonna, od anche un sol carro, si ferma, dopo di aver tallonato uno scambio con una sola parte dei suoi assi, e poi ritorna indietro, si verifica che gli assi che hanno tallonato lo scambio si istradano per una delle direzioni mentre che quelli che non hanno effettuato il tallonamento, si allontanano verso l'altra direzione. Ciò provoca un sicuro svio, quando il fenomeno si verifica tra due assi di uno stesso carro, e forti probabilità di svio, salvo provvidenziale rottura degli organi di aggancio tra carri, se il fenomeno si verifica tra un carro e l'altro.

Esistono degli scambi che una volta tallonato restano con il tealio nella posizione in cui lo hanno portato gli assi tallonanti ma, salvo scambi appositamente a ciò studiati esistenti specie all'estero, anche in questi scambi la posizione non è raggiunta in modo sicuro e deciso. E' pertanto buona norma quando si verifica un tallonamento di completare il tallonamento stesso con l'intero convoglio dopo di che si può, previo accertamenti della integrità dello scambio, portarne il telaio in una posizione decisa e, soltanto dopo tutte queste operazioni, ripercorrerlo di punta.

Passiamo ora a parlare dell'altra parte caratteristica di uno scambio e cioè di quello che abbiamo già definito

./.

"come incocciamento" o "cuore".

L'incrocio si ha nel punto ove si intersecano le due file di rotaie che costituiscono il prolungamento degli aghi.

Questa intersecazione dà luogo ad un angolo completo e cioè a due angoli apposti al vertice, i cui lati devono essere ambedue percorribili dai bordini delle ruote.

E' pertanto indispensabile che su ambedue i lati, prima dell'incrocio, venga praticato un taglio di larghezza tale da permettere il passaggio dei bordini. Il taglio viene realizzato tagliando le rotaie e piegandole a gomito prima del punto di incrocio.

Questo complesso, che prende appunto il nome di cuore, può essere ottenuto, come sopra detto, tagliando e sagomando opportunamente delle rotaie, e facendo appoggiare il tutto su di un robusto piastrone, ovvero in un sol pezzo di acciaio fuso.

All'atto del passaggio di una ruota su di un cuore si ha un momento in cui la ruota stessa abbandona la rotaia piegata e passa sulla punta del cuore ed esiste ovviamente un spazio, più o meno lungo in cui di fatto la ruota, o quanto meno il suo bordino, ha già lasciato la rotaia piegata e non ha ancora trovato appoggio sulla punta del cuore.

Tale spazio, che viene detto "intervallo nocivo" o "spazio nocivo" del cuore, corrisponde appunto all'intervallo che passa tra il punto di piegatura delle rotaie e la punta del cuore. La sua lunghezza, è tanto maggiore quanto più piccolo è l'angolo di deviazione dello scambio e quanto maggiore è lo spessore che non si può fare a meno di dare, per ragioni costruttive e di resistenza, alla punta del cuore.

Per avere la sicurezza assoluta che lo spazio nocivo non possa dar luogo a svii, causati da istradamento del

./.

bordino dal lato opposto a quello corrispondente alla posizione dello scambio, si applicano alle rotaie esterne, tanto a destra quanto a sinistra, delle "controrotaie" e cioè degli spezzoni di rotaie che posti all'interno del binario contrastano sulla faccia interna, della ruota opposta al cuore, ed agiscono quindi nel senso che tale ruota, e quindi l'intera sala di cui essa fa parte, sia mantenuta spostata dal lato opposto del cuore. Ciò obbliga il bordino dell'altra ruota ad istradarsi per la strada giusta.

L'intervallo tra le rotaie e le contro rotaie viene tenuto sui 40 ÷ 41 mm. e le controrotaie sono piegate alle estremità, verso l'interno del binario per facilitare l'imbocco da parte dei bordini.

Come abbiamo accennato esistono all'Estero degli scambi destinati ad essere percorsi ad elevata velocità su ambedue gli istradamenti possibili. Essi hanno angolo di deviazione piccolissimo e di conseguenza dovrebbero avere, in corrispondenza del cuore, degli spazi nocivi di dimensioni inammissibili. Per evitare ciò si ricorre a dei cuori mobili che permettono di mantenere chiuso l'uno o l'altro degli spazi di passaggio dei bordini e di eliminare cioè gli spazi nocivi.

- Classificazione. Tipi di scambi semplici

Una prima classificazione degli scambi semplici è quella in funzione del lato dal quale si trova la deviazione.

Si hanno quindi :

- "scambi destri" che sono quelli che hanno uno dei tracciati rettilineo e l'altro deviato a destra, rispetto al senso di marcia di un convoglio che prenda di punta lo scambio;
- "scambi sinistri" che sono quelli in cui la deviata è a sinistra, rispetto al senso di marcia di cui sopra;
- "scambi simmetrici" che sono quelli in cui nessuno dei due rami è rettilineo e ciò perchè i due rami sono ambedue simmetricamente deviati, uno verso destra e uno verso sinistra.

./.

Tanto negli scambi sinistri quanto in quelli destri il ramo rettilineo vien detto "di corretto tracciato" mentre l'altro vien detto "deviato".

Abbiamo già accennato alla classificazione degli scambi a seconda del tipo di aghi e cioè, alla classificazione in scambi con aghi a cerniera e scambi con aghi elastici.

Una terza classificazione, indubbiamente molto importante, è quella in funzione dell'angolo di deviazione e cioè di quello che si chiama "angolo di uscita" e che è costituito dall'angolo formato dall'asse dei due rami di uscita del deviatotio.

Se lo scambio ha un lato rettilineo l'angolo di uscita è eguale all'angolo della "punta matematica" del cuore (e cioè di quella punta che il cuore avrebbe nell'ipotesi teorica che potesse non essere dato spessore alcuno alla punta medesima). Se invece lo scambio è in curva, l'angolo di uscita risulta sempre maggiore.

Per classificare gli scambi in funzione dell'angolo di uscita si usa indicarne "la tangente" e cioè la tangente trigonometrica dell'angolo di uscita.

Le tangenti più usate sono quelle di 0,10 e di 0,12 cui corrispondono angoli di uscita rispettivamente di 5°, 42',38" e 6°,50',34".

Si usano però anche scambi con angoli di deviazione maggiori o minori di quelli sopra indicati: su fasci secondari da percorrersi a bassa velocità si usano anche scambi tg.0,15 e 0,18 mentre che su scambi la cui deviata debba essere percorsa a velocità non,limitata si riscontrano tangenti di 0,094 o 0,065 od anche 0,054.

In definitiva uno scambio viene individuato con una sigla del tipo:

S.46/ 245 / 0.10

./.

seguita dall'indicazione "sinistro" o "destro".

Nella sigla:

S indica che trattasi di deviatoio

46 è il tipo dell'armamento

245 è il raggio di curvatura del ramo deviato

0,10 è la tangente dell'angolo di uscita

Il raggio di curvatura del ramo deviato non dipende solo dalla tangente ma anche dalle caratteristiche costruttive, specie del cuore.

Riportiamo nella seguente tabella la serie normale dei deviatoi usati dalle F.S.

			angolo di uscita	lunghezza
S.60/1200/0,054	(in allestimento)		3° 7' 8"	65,34
S.46/600/0,065	cuore	retto	3°43'8"	42,00
S.49(o 60)/400/0,094	"	curvo	5°21'55"	38,02
S.46/245/0,10	"	retto	5°42'38"	30,00
S.36/258/0,10	"	retto	5°42'38"	30,00
S.49(o 60)/250/0,12	"	curvo	6°50'34"	29,84
S.49(o 60)/170/0,12	"	retto	6°50'34"	25,08
S.46/150/0,12	"	retto	6°54'34"	24,87
S.36/150/0,12	"	retto	6°54'34"	22,87
S.36/102/0,15	"	retto	8°31'50"	20,92
S.36/70/0,18	"	retto	10°12'14"	20,00

La lunghezza indicata è quella intercorrente tra la giunzione che precede gli aghi e quella che segue il cuore.

Per conoscere, nel caso di cuori retti, la tangente di un deviatoio si può procedere nel modo seguente: si individua la punta matematica del cuore ed a partire da essa si riporta la lunghezza di un metro su uno dei due lati del cuore; da questo punto si misura, perpendicolarmente al lato stesso, la distanza dall'altro lato. Tale distanza, in centimetri, rappresenta il valore della tangente dello scambio: se, ad esempio,

./.

si sono misurati 12 centimetri ciò vuol dire che si è in presenza di uno scambio tangente 0,12.

Non essendo sempre facile individuare la punta matematica del cuore si può usare il sistema di portare la misura di un metro a partire da un punto posto a qualche centimetro, verso l'uscita, dalla punta del cuore ed in tal caso, ovviamente, la misura cercata sarà la differenza tra le distanze, sempre misurare perpendicolarmente ad uno dei lati del cuore, intercorrenti tra le due estremità del metro e l'altro lato del cuore.

- Velocità sui rami deviati

Abbiamo visto che il ramo deviato di uno scambio è curvo e che il raggio di curvatura è tanto minore quanto più forte è l'angolo di uscita. Per tutti i motivi di cui abbiamo parlato, parlando delle curve in genere, è ovvio che il ramo deviato non possa che essere percorso a velocità ridotta e ciò tanto più in quanto il ramo deviato di uno scambio, per ovvie ragioni costruttive, sarà sempre una curva priva di sopraelevazione.

Le velocità massime teoriche alle quali potrebbe essere percorso uno scambio sono varie a seconda del tipo di armamento e dell'angolo di uscita. Più che tali valori teorici interessano però i valori regolamentari che sono i seguenti:

30 km/h come velocità massima sui rami deviati di scambi, destri o sinistri.

60 km/h come velocità massima su ambedue i rami di uno scambi simmetrico.

Fanno eccezione gli scambi, destri o sinistri, tg.0,094 e 0,065 che possono essere percorsi, sul ramo deviato, a 60 km/h e gli scambi simmetrici tg. 0,094 per i cui due rami è am

./.

messa la velocità di 90 km/h.

Lo scambio tg. 0,054, tuttora allo studio, potrà consentire in posa simmetrica, la velocità di 140 km/h su mabedue le deviate.

Non esistono, per gli scambi in rettilineo, limitazioni di velocità per i treni che percorrono i corretti tracciati e ciò tanto se essi prendono lo scambio di punta quanto se lo prendono di calcio.

- Ancoraggio dei deviatoi

Tutto il complesso di uno scambio è ancorato a tutta una robusta e fitta sottostruttura di traverse e traversoni.

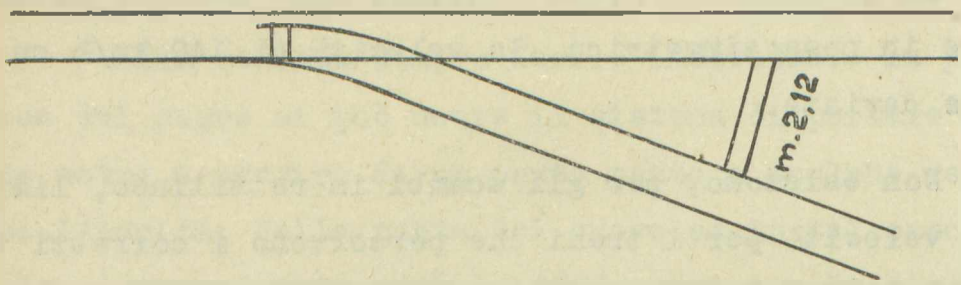
Il numero e le dimensioni di questi ultimi, variabili a seconda del tipo di armamento e della tangente dello scambio, sono riportati in apposite tabelle e disegni.

- Traversa limite

La circolazione di un convoglio su di uno dei due rami di uno scambio si può svolgere regolarmente sempre che l'altro ramo non sia, per un tratto fino ad una certa distanza dal cuore, occupata da veicoli. Se infatti esistesse un veicolo, sull'altro ramo potrebbero, in prossimità del punto di deviazione, verificarsi urti o strisciamenti dei veicoli che si trovano sui due diversi rami.

Il punto limite, con la sagoma italiana, oltre il quale i veicoli non possono immettersi senza occupare la sagoma dell'altro ramo di uno scambio, è quello in cui tra i bordi interni delle più vicine rotaie si riscontra una distanza di metri 2,12. Come infatti sappiano tale distanza è quella con la quale le sagome dei veicoli che si trovano sui due binari distano l'una dall'altra della prescritta distanza e cioè di 2 volte il franco minimo di 150 mm.

./.

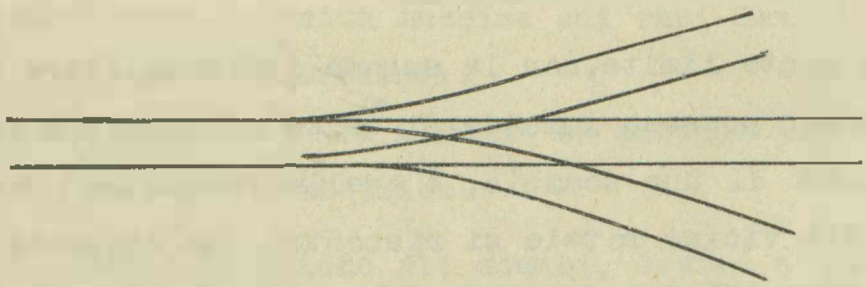


In corrispondenza del suddetto punto limite e cioè in corrispondenza del punto in cui comincia a verificarsi la distanza di metri 2,12, viene posta in opera una traversa in legno, tinteggiata in bianco con latte di calce, che prende il nome di "traversa limite di stazionamento".

- Deviatoi doppi

Il deviatoio doppio è costituito da due deviatoi i cui aghi si seguono alla minor distanza possibile. Pertanto la coppia di aghi del secondo deviatoio viene a capitare tra il tallone degli aghi ed il cuore del primo scambio.

Uno scambio doppio ha necessariamente tre cuori. Esso è sempre costituito in modo da avere un ramo diretto e due rami deviati: uno a destra ed uno a sinistra. Lo scambio doppio vien detto destro o sinistro a seconda che la prima delle due deviazioni è verso destra o verso sinistra.



./.

Si tratta di scambi non molti utilizzati e ciò specie in quanto, per l'accavallarsi di traverse e traversoni dei due scambi, il complesso risulta di difficile mantenimento.

Questi scambi trovano il loro campo di applicazione, ed essenzialmente su piazzali di secondaria importanza, ove sia assolutamente necessario il corrispondente guadagno di spazio nel senso della lunghezza dei binari.

E' di rarissimo uso nelle nostre ferrovie il tipo di scambio doppio che ha i due telai disposti in modo che gli aghi dell'uno rappresentino contrago dell'altro e cioè dove le punte degli aghi dei due telai si trovino alla stessa progressiva.

- Comunicazioni semplici

Quando si hanno due binari, paralleli e si vuol permettere il passaggio di convogli dall'uno all'altro binario, si montano due scambi semplici, uno su ciascun binario e disposti in modo tale da risultare in senso opposto e con i rami deviati uno sul prolungamento dell'altro.



I due scambi sono, in tal caso generalmente tutti e due della stessa tangente e possono essere o tutti e due destri o tutti e due sinistri.

./.

La lunghezza della comunicazione è data dalla somma delle lunghezze dei due scambi più una certa lunghezza intermedia, di collegamento dei due rami deviati, lunghezza che dipende dalla tangente dei due scambi e dalla distanza intercorrente tra gli assi dei due binari.

E' evidente che i due scambi della comunicazione devono avere posizioni concordanti: od ambedue per il corretto tracciato ed allora la comunicazione permette il transito di convogli tanto sull'uno quanto sull'altro binario parallelo, od ambedue per la deviata ed allora la comunicazione permette il passaggio di convogli dall'uno all'altro binario.

- Comunicazioni doppie

La comunicazione semplice permette, con gli scambi in posizione deviata, di passare dall'uno all'altro binario e viceversa.

Quando i due binari, come avviene per i binari di corsa di una stazione su linea a semplice binario, sono destinati ad essere percorsi solo da convogli di una determinata direzione, è possibile inserire la comunicazione in modo tale che essa sia presa di punta dai treni che percorrono il senso normale dei due binari.



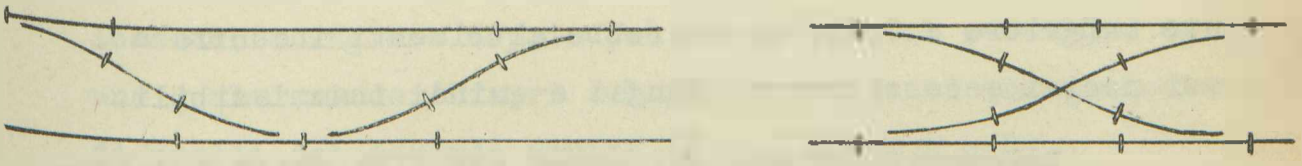
Vi sono però dei casi in cui i due binari paralleli possono essere percorsi frequentemente da treni o da manovre

./.

nell'una e nell'altro senso di marcia. In tal caso i convogli che si trovino in uno dei due sensi di marcia sono costretti, per passare dall'uno all'altro binario a mezzo della comunicazione, ad effettuare una manovra di retrocessione.

Per evitare ciò si possono montare due comunicazioni, una di seguito all'altra, oppure, quando lo spazio disponibile nel senso della lunghezza dei binari sia limitato, si possono usare le "comunicazioni doppie" dette anche "comunicazioni a forbice".

Esse sono costituite da due comunicazioni semplici di senso inverso montate, simmetricamente l'una rispetto all'altra, in modo tale che lo scambio di un binario dell'una si trovi affrontato allo scambio sull'altro binario dell'altra.



Nella mezzeria le due comunicazioni si incrociano ed occorre quindi montare nel punto di incrocio una "intersezione" e cioè una delle apparecchiature di cui si parla al punto seguente.

- Intersezione

Non è raro il caso in cui due binari, posti allo stesso livello, si incrociano.

L'incrocio può essere a 90°, e si ha in tal caso una "intersezione retta", ovvero ad angolo diverso e si ha allora una "interessezione obliqua".

./.

Le intersezione rette sono molto rare in ferrovia mentre si presenta con una certa frequenza il caso di intersezioni oblique.

Queste ultime si distinguono, così come abbiamo visto per gli scambi, in base alla tangente dell'angolo di incrocio tra gli assi dei due binari interessati.

In una intersezione si hanno quattro punti di incrocio di rotaie ed in esse si formano, nelle intersezioni oblique due cuori ad angolo acuto e due ad angolo ottuso.In questi ultimi non è possibile usare un tipo di cuore analogo a quello degli scambi ed occorre invece un cuore che abbia due punte affrontate e che è, in definitiva, un vero e proprio doppio cuore che prende infatti il nome di "cuore doppio".

Nel cuore doppio si ha un doppio spazio nocivo e questo è il motivo per cui non si usano intersezioni con tangente inferiore a 0,12: si andrebbe altrimenti incontro a spazi nocivi eccessivamente lunghi e quindi inammissibili.

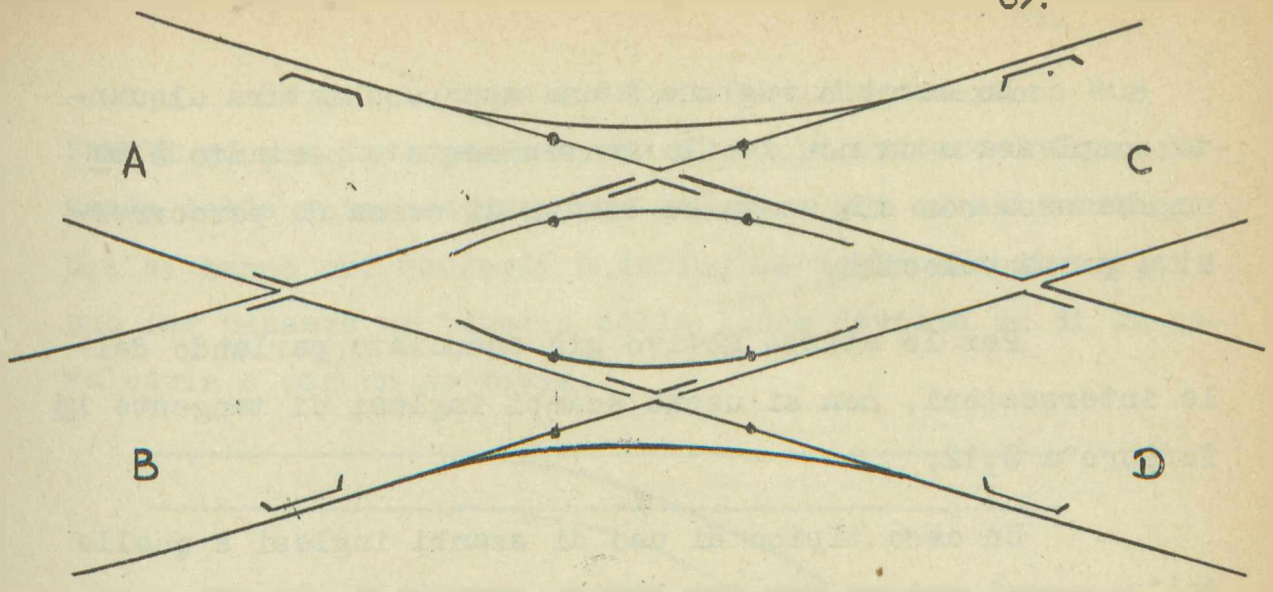
In corrispondenza dei cuori semplici delle intersezioni si usano delle controrotaie del tutto simili a quelle usate per i cuori degli scambi. Nei cuori doppio è la contropunta, che spesso si innalza al disopra del piano di rotolamento, ad avere la funzione di controrotaia.

- Deviatoi inglesi o ad intersezione

Una normale intersezione non permette il passaggio dall'uno all'altro dei due binari che si incrociano.

Ciò può invece essere reso possibile montando in corrispondenza della intersezione quattro telai di aghi collegati poi tra di loro attraverso rotaie di raccordo.

./.



Si crea così quello che prende il nome di "scambio inglese doppio" o di "scambio intersezione doppio".

Se consideriamo separatamente, come divise in due gruppi, le possibili quattro provenienze, raggruppando tra di loro quelle che formano angolo acuto vediamo subito che lo scambio inglese doppio può permettere il passaggio da uno qualsiasi dei binari del primo gruppo ad uno qualsiasi di quelli del secondo gruppo (D a A o B a C o D).

In alcuni casi, invece, è sufficiente permettere il passaggio deviato da uno solo dei binari del primo gruppo ad uno solo dei binari del secondo ed in questi casi è sufficiente montare solo due dei quattro telai di aghi e con ciò si crea quello che prende il nome di "scambio inglese semplice" o "scambio intersezione semplice".

In un deviatoio inglese doppio un convoglio incontra sempre uno dei telai di punta ed un altro di calcio ed è pertanto indispensabile che i telai vengano manovrati con opportuna sincronizzazione di posizioni onde evitare tallonamenti. Anche in relazione a ciò negli scambi inglesi doppii i due telai di ciascun gruppo sono manovrati con una unica cassetta di manovra. Nel caso di manovra a mano di scambi inglesi, semplici o dpppi, si può usare anche una sola cassetta per tutti i telai degli aghi.

./.

Lo scambio inglese è una apparecchiatura alquanto complessa e di non facile mantenimento e pertanto è bene che essa non sia usata su binari di corsa da percorrersi a piena velocità.

Per lo stesso motivo già enunciato parlando delle intersezioni, non si usano scambi inglesi di tangente inferiore a 0,12.

Un caso tipico di uso di scambi inglesi è quello della comunicazione tra tre binari paralleli. In tal caso si dovrebbero montare due comunicazioni rispettivamente tra primo e secondo e tra secondo e terzo binario. I due scambi sul binario centrale dovrebbero essere montati uno di seguito all'altro, punta a punta. Quando sia necessario ridurre l'impegno di spazio nel senso della lunghezza dei binari, si monta invece sul binario centrale uno scambio inglese al posto dei due scambi semplici.

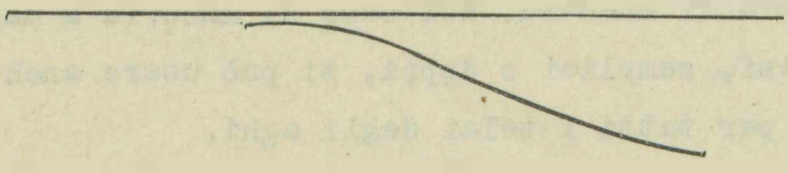
- Bivi

Quando una diramazione, anzichè tra binari di stazione, avviene in piena linea e cioè quando si ha una linea che si dirama in due linee dirette a diverse direzioni, si origina un "bivio".

Il bivio può essere tra due linee a semplice binario o tra due linee a doppio binario od anche tra una linea a doppio ed una a semplice binario.

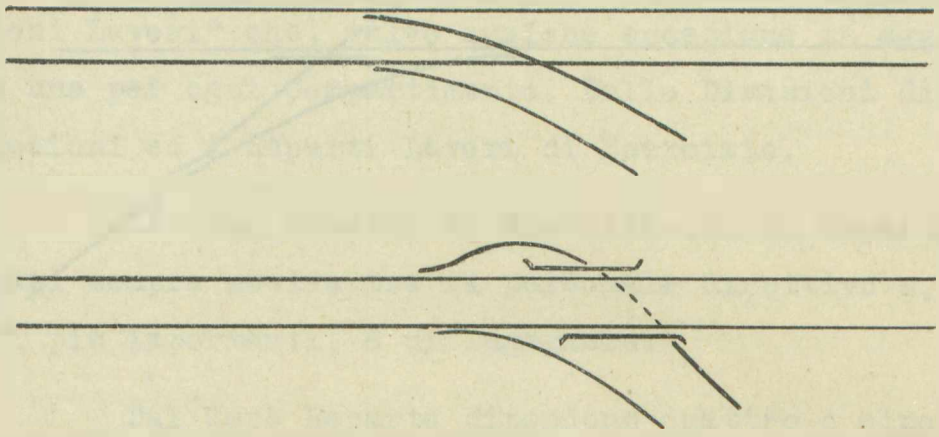
Il bivio è detto simmetrico o destro o sinistro a seconda che è realizzato da scambi dell'uno o dell'altro o del terzo tipo.

Se il bivio è tra due linee a semplice binario basta per esso un solo scambio semplice.



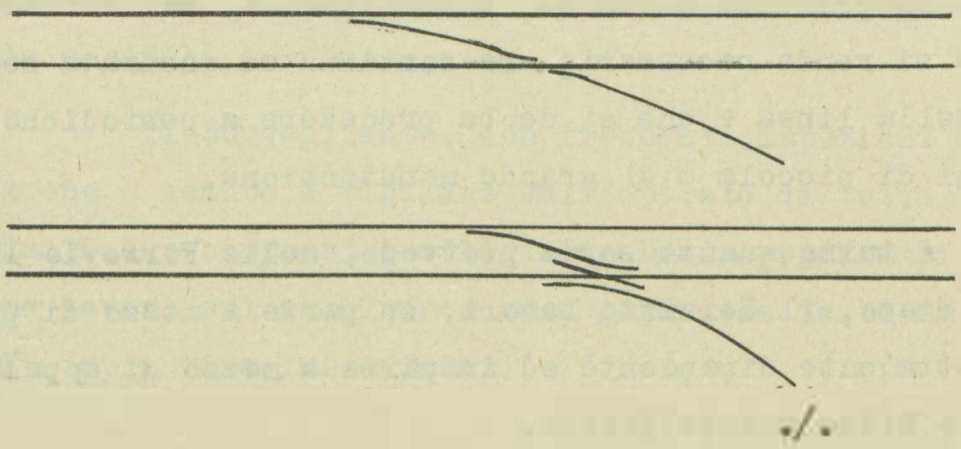
./.

Se è tra linee a doppio binario occorrono due scambi ed una intersezione. Se si vuole evitare l'incrociamento della intersezione, per ottenere gli stessi vantaggi che si hanno nei raccordi a trifoglio delle autostrade,si può far passare un binario della linea deviata su di un cavalcavia o per un sottovia.



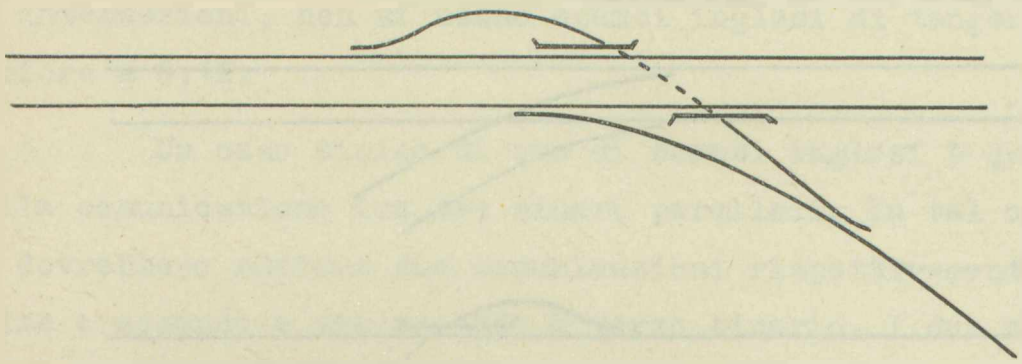
Quando si ha una linea a semplice che si dirama da una linea a doppio binario, si può impiantare uno scambio semplice sul binario del doppio che si trova dal lato della deviazione e, subito prima, una comunicazione, opportunamente orientata, tra i due binari.

Sul binario posto dal lato della deviazione al posto dei due scambi si potrebbe anche montare uno scambio inglese semplice. Si tratta però di soluzione molto raramente adottata per quanto detto circa l'opportunità di non montare scambi inglesi su binari di corsa.



./.

Se si vuole ottenere l'abolizione degli incroci in un bivio tra linea a doppio e linea a semplice binario, si provvede prima a sdoppiare, con uno scambio, la linea a semplice e poi si procede come per il caso di bivio tra due linee a doppio binario.



C = LA MANUTENZIONE DELLA LINEA

- Organizzazione

Abbiamo già avuto occasione di dire, parlando della costituzione dell'armamento, come esso sia soggetto a notevolissime sollecitazioni verticali, trasversali e longitudinali.

Negli armamenti moderni, con attacchi indiretti e dilatazioni vincolate, agli sforzi di cui sopra, si aggiungono quelli dovuti alla dilatazione termica delle rotaie.

La presenza di tante, notevolissime, sollecitazioni fà si che si renda necessaria una continua ed accurata sorveglianza della linea e che si debba procedere a periodiche operazioni di piccola e di grande manutenzione.

A tutto quanto sopra provvede, nelle Ferrovie Italiane dello Stato, il Servizio Lavori, in parte a mezzo di personale direttamente dipendente ed in parte a mezzo di appalti affidati a Ditte specializzate.

./.

Come vi sarà illustrato, più dettagliatamente, nel Corso di Organizzazione Ferroviaria, il Servizio Lavori ha, come d'altronde avviene per tutti i Servizi, una organizzazione centrale alla Direzione Generale delle F.S. in Roma ed una organizzazione periferica.

L'organizzazione periferica si fonda sulle "Divisioni Lavori" che, salvo qualche eccezione in aggiunta, sono una per ogni Compartimento. Dalle Divisioni dipendono le Sezioni ed i Reparti Lavori di Esercizio.

Il Capo Reparto di Esercizio di un Reparto Lavori è quasi sempre scelto tra il personale direttivo e, nei Reparti più importanti, è un Ingegnere.

Dal Capo Reparto dipendono quattro o cinque "Sorveglianti della Linea" ciascuno dei quali presiede ad una determinata tratta di linea, detta "Tronco" lunga circa 25 chilometri sulle linee a doppio binario e circa 40 chilometri sulle linee a semplice binario.

Il Tronco assegnato ad un Sorvegliante è a suo volta suddiviso in "Cantoni" (in genere 4 per Tronco) ed ogni Cantone è in consegna ad un "Capo Squadra Cantonieri" da cui dipende un certo numero di "Cantonieri".

Alle dipendenze del Sorvegliante, oltre ai Capi Squadra ed ai Cantonieri, è posto il personale di vigilanza come i guardalinee, i guardiani e gli assuntori dei passaggi a livello e simili.

Il Sorvegliante, con frequenti ispezioni a piedi ed in treno è tenuto a vigilare sull'operato di tutti i suoi dipendenti, ivi compresi quelli delle Ditte appaltatrici che eseguono lavori sul suo Tronco ed a garantire la buona tenuta degli impianti a lui affidati.

./.

In poche parole egli, agli effetti della vigilanza e della esecuzione di tutte le operazioni di manutenzione, è il vero responsabile cui risultano affidati il corpo stradale, opere d'arte comprese, e l'armamento.

In particolare il Sorvegliante provvede, di iniziativa e salvo a darne immediato avviso al Capo Reparto, a tutto quanto occorre per garantire, nella dovuta sicurezza, la circolazione anche in caso di circostanze avverse ovvero a limitare, entro i limiti strettamente indispensabili agli effetti della sicurezza, la circolazione stessa, disponendo riduzione di servizio a semplice binario, rallentamenti e, nei casi peggiori a sospendere il transito dei treni.

- Attrezzi per la manuteuzione: calibri, chiavi, trivelle

Il personale addetto alla manutenzione dell'armamento deve effettuare frequenti misurazioni dello scartamento e delle sopraelevazioni della linea.

Esso viene pertanto dotato di calibri e di calibri con livello a bolla d'aria.

Il "calibro" semplice è un'asta, che può essere di legno o di ferro, che reca incise opportune tacche che danno la misura base di 1435 mm. nonchè, di 5 in 5 millimetri, tutte le altre misure fino a 1465 mm. che, come sappiamo, rappresentano il massimo scartamento ammesso.

Il "calibro" con livello a bolla d'aria, oltre a permettere la misura dello scartamento, permette anche la misura della sopraelevazione. A tal uopo esso ha uno scorrevole orizzontale che permette di leggere lo scartamento ed uno scorrevole verticale a mezzo del quale, nella posizione in cui la bolla indica che il livello è orizzontale, si può leggere il valore della sopraelevazione.

./.

Avremo occasione, in seguito, di parlare a lungo dei circuiti di binario. Per ora basterà accennare a che cosa sono e quali precauzioni impongono nell'uso dei livello. Il circuito di binario è una attrezzatura, connessa con gli impianti di sicurezza e di segnalamento, capace di rivelare la presenza di un asse, e quindi di un carro o di un convoglio, in un tratto di binario. A tale scopo viene immessa tra le due rotaie del binario una differenza di potenziale che eccita un opportuno relè. Quando tra le due rotaie vi è un asse questo pone in corto circuito la sorgente di alimentazione del relè il quale, quindi, con la sua diseccitazione rivela la presenza dell'asse. E' qui evidente che se il corto circuito tra le due rotaie viene effettuato attraverso un calibro si crea lo stesso effetto che provocherebbe un asse e quindi si diseccita il relè di circuito di binario cosa che provoca tutta una catena di conseguenze che in genere si concludono con il portare a via impedita dei segnali che,non essendovi la reale presenza di un treno sul binario, potrebbero e dovrebbero restare a via libera.

Nei tratti in cui esistono circuito di binario devono quindi essere usati calibri opportuni e cioè calibri in legno ovvero, se in ferro, dotati di appositi tratti isolanti che impediscano il corto circuito tra le due rotaie cui gli estremi del calibro vengono appoggiati.

Oltre che dei calibri i Cantonieri che si recano in ispezione devono essere muniti di "chiavi a T per la incavigliatura delle caviglie", di"chiavi per il fissaggio delle chiavarde" e di."trivelle" per eventuali forature di traverse.

- Seghe, trapani, incavigliatrici

Quando si devono eseguire lavori la dotazione di attrezzi che i Cantonieri devono portare appresso sono aumen

./.

tate con aggiunta di "seghe a mano" per tagliare le rotaie e di "trapano" per praticare fori nell'anima delle rotaie.

Esistono e si vanno sempre più estendendo, anche attrezzi a motore; foratrici per traverse, incavigliatrici, seghe, trapani. Essi possono essere elettrici da alimentare o con prese di alimentazione eventualmente presenti lungo linea o con gruppi elettrogeni, ovvero possono essere dotati ciascuno di un piccolo motore a scoppio.

Si tratta di attrezzature che rendono preziosi servigi, specie nel caso di grossi lavori e ciò in quanto riducono sia la mano d'opera necessaria sia i tempi di lavorazione. Sono però attrezzi che richiedono, specie nella parte motore, una accurata manutenzione onde evitare che fallischino al momento del bisogno.

E' qui opportuno chiarire che ogni attrezzatura capace di ridurre i tempi di lavoro assume, nel caso di lavori ferroviari, una importanza che va anche oltre il conseguente diretto vantaggio economico. Molti lavori all'armamento devono essere infatti eseguiti senza circolazione treni e cioè durante "intervalli". La intensità di circolazione di molte linee fà si che non sia possibile concedere, specie se si tratta di linee a semplice binario in cui l'interruzione non può che essere totale, se non intervalli relativamente brevi. Il possesso di attrezzature che consentano la riduzione dei tempi di lavoro finisce pertanto spesso con essere condizione indispensabile per poter eseguire il lavoro stesso.

- Carrelli

Per il trasporto di materiali lungo linea si usano darrelli da cantonieri, carrelli a due elementi e carrelli a motore da traino.

./.

Per le visite si possono usare quadricicli a pedali o carrelli a motore per visita linee.

I "carrelli da cantoniere" sono dei robusti carrelli a 4 ruote atti per un carico di 3.000 kg. che possono circolare, ovviamente trainati, fino ad una velocità di 20 km/h. Sono sempre muniti di un ottimo freno e, se del tipo "autofrenante", hanno anche un dispositivo tale per cui il freno è sempre stretto a mano che non sia in tiro l'organo di aggancio al mezzo trainante.

I "carrelli a due elementi" sono una attrezzatura studiata appositamente per il trasporto di rotaie lunghe. Sono dei bassi carrellini, a quattro ruote avvicinate, capaci di sollevare, sostenere e trasportare rotaie. Queste ultime vengono distese tra le due rotaie di un binario e sul binario stesso vengono poi fatti avanzare dei carrelli a due elementi. Il numero ed il distanziamento dei carrelli dipendono dalla lunghezza delle rotaie da trasportare nonchè dal loro numero tenendo conto del fatto che ogni carrello può portare sino a 7 tonnellate.

Le rotaie vengono agganciate, per la testa e cioè per il fungo, a mezzo di adatti ganci. Ogni carrello è dotato di un arganello a mezzo del quale è possibile sollevare il gancio con la rotaia e portare quest'ultima sino al piano inferiore della traversa del carrello. In questa posizione il gancio può passare dall'arganello ad appositi attacchi sulla traversa dopo di che l'arganello è disponibile per una seconda rotaia che può essere sollevata e disposta parallela alla prima. La stessa operazione può essere fatta per quattro rotaie.

Specie nel caso di trasporto di rotaie molto lunghe, e sono stati eseguiti trasporti anche di rotaie da 400 metri, tutto il complesso di rotaie e carrellini può essere trainato a mezzo di locomotiva.

./.

I "carrelli motore da traino" sono sempre a quattro ruote ed hanno un motore, generalmente a benzina, della potenza di 40 HP. Sono dotati di cambio di tipo automobilistico cui viene aggiunto un dispositivo invertitore di marcia per rendere possibile la marcia, alle varie velocità, nei due sensi. Inoltre i carrelli sono muniti di un cricco centrale a mezzo del quale è possibile sollevare il carrello e ruotarlo di 180° onde invertirne la testa rispetto alla direzione di marcia. Ciò è importante perchè in genere i carrelli hanno una cambina anteriore per cui una lunga marcia in senso inverso sarebbe sconsigliabile in quanto ridurrebbe la visibilità del guidatore e dell'agente di scorta. La trasmissione alle ruote avviene in genere a mezzo di catena Galle e si profitta tanto dell'invertitore quanto della trasmissione a catena per ridurre il numero di giri alle ruote che devono girare molto più lentamente di una ruota da automobile. Si tenga in proposito presente che la massima velocità ammessa per questi mezzi è di soli 30 km/h.

I "quadricicli a pedali" sono anche essi a quattro ruote e sono costituiti con strutture tubolari simili a quelle usate per le biciclette. Sono in genere costituiti in modo tale da potere essere azionati anche da due pedalatori disposti uno a fianco all'altro. Dietro ai pedalatori, su di una piccola panca disposta con le spalle alla marica, possono trovare posto due passeggieri.

I "carrelli a motore per visita linea" sono di tipo vario, in genere anche cabinati, con apparecchiatura motrice analoga, ma meno robusta, a quella dei carrelli da traino. Essi non sono adatti a trainare carichi pesanti.

- <u>Circolazione dei carrelli</u>

La circolazione lungo linea di un carrello, sia esso spinto a mano o del tipo a pedali o del tipo a motore, de-

./.

ve avvenire con il preciso rispetto di apposite norme intese a garantire la sicurezza tanto del carrello quanto dei treni.

Le norme da osservare sono riunite in una apposita istruzione che si chiama "Istruzione per la circolazione carrelli".

Le principali disposizioni contenute in detta istruzione ribadiscono i seguenti principi:

- ogni carrello deve essere scortato da un agente a ciò regolarmente abilitato
- un carrello può circolare su di una linea aperta al traffico ferroviario solo se è "protetto" rispetto alla marcia dei treni
- la "protezione" può essere ottenuta o con il concorso dei Dirigenti al Movimento e cioè chiedendo loro ed ottenendo apposito benestare che vincoli la circolazione dei treni all'avvenuto arrivo del carrello alla prossima stazione ovvero facendo precedere e seguire il carrello, ad una distanza di mille metri, da un agente a piedi munito di segnali di arresto.

In questo secondo caso il carrello deve, ovviamente, circolare a passo d'uomo e, per evitare fermate ai treni, l'agente di scorta deve essere a conoscenza dell'orario dei treni e deve provvedere a scartare il carrello ed a ritirare i segnali a mano portati dagli uomini che precedono e seguono il carrello, in tempo utile rispetto al transito di ciascun treno.

- ogni carrello deve circolare accompagnato da un numero di agenti sufficiente a togliere il carrello stesso dal binario in un punto qualunque della linea
- non è ammessa una velocità superiore ai 30 km/h e, d'altronde, la marcia deve essere regolata in modo tale da garantire la possibilità di fermarsi di fronte ad un qualsiasi ostacolo.

./.

Si tratta di norme che devono essere osservate con ogni accuratezza e fatte osservare con rigida disciplina. E' purtroppo non trascurabile il numero di agenti che annualmente, più perchè trascinati dalla fretta che per intima trascurataggine, resta vittima di infortuni dovuti agli ovvi e gravi pericoli insiti nella circolazione non regolamentare di mezzi leggeri sugli stessi binari ove circolano treni.

- Gruette per il trasporto rotaie

Le rotaie di una certa lunghezza, oltre che con i carrelli a due elementi, possono essere trasportate su carri pianali ed in particolare sui carri lunghi della serie P.O.Z.

Il sistema di trasporto su carro è preferibile a quello con carrelli a due elementi ogni qual volta si tratti di trasporti a notevole distanza ed infatti i carrelli, anche se trainati da locomotive, non possono che circolare a velocità molto ridotta.

Nel caso di trasporto su carro risultano particolarmente onerose le operazioni di carico e scarico e pertanto, specie nel caso di rotaie da 36 o 48 metri, si usano apposite gruette che possono essere applicate ai carri POZ e che permettono il carico e scarico con un numero ridottissimo di agenti e con eliminazione del pericolo di danneggiamenti delle rotaie per cadute, urti ecc.

- Apparecchi per il rapido controllo dello stato del binario

I calibri, semplice od a livella, di cui abbiamo parlato si prestano bene per misure saltuarie mentre che per misure sistematiche estese ad intere tratte di binario essi darebbero luogo a fortissimi perditempi e pertanto si ricorre, in questi casi, ad appositi apparecchi.

./.

Alcuni di questi (Pollack,Iezzi) si prestano per eseguire rilievi su binario in riposo mentre altri (Hallade, Amsler) eseguono le misurazioni sul binario nel momento in cui esso è soggetto agli sforzi dovuti al passaggio di un treno.

Gli apparecchi "Pollack" e quelli "Iezzi", così detti dal nome dei rispettivi costruttori, provvedono alla misurazione continua, e registrazione su carta millimetrata, dello scartamento e della sopraelevazione di intere tratte di binario.

Lo scartamento è misurato mediante un dispositivo telescopico con molla a spirale che mantiene premuti verso i bordi interni delle rotaie del "rulli palpatori". Ad ogni variazione dello scartamento il dispositivo telescopico si allunga e si accorcia e tali movimenti sono registrati su di una apposita zona che si svolge proporzionalmente allo spazio percorso dal carrellino su cui l'apparecchiatura descritta è montata.

Per la misura della sopraelevazione provvede un pendolo che può oscillare in un piano verticale normale all'asse del binario. Le oscillazioni sono smorzate attraverso freni a frizione o ad aria. La posizione angolare reciproca tra pendolo e piano del carrellino è ovviamente funzione della sopraelevazione e viene quindi usata per la sua misura e registrazione.

L'apparecchio "Hallade" è, come detto, un apparecchio capace di rilevare lo stato del binario mentre il binario stesso è percorso da un treno . L'apparecchio, però, non misura scartamento e sopraelevazione ma solo le oscillazioni cui vien sottoposto il veicolo sul quale l'apparecchio stesso è trasportato. Esso è infatti munito di masse, capace di

./.

muoversi nei diversi piani, le cui oscillazioni vengono opportunamente registrate. Dalle registrazioni si ricavano utilissime indicazioni circa il reale stato del binario ed anzi vengono poste in evidenza delle anormalità che non sarebbe possibile rilevare ad occhio e con binario a riposo. E' da porre in rilievo che l'apparecchiatura Hallade non richiede nessun collegamento con il veicolo sul quale essa viene trasportata e perciò la misurazione può essere fatta utilizzando una qualsiasi vettura in composizione ad un treno normale. Si sceglie in genere un treno direttissimo perchè, data la sua velocità di marcia, si ottengono registrazioni con il binario sottoposto ad uno dei più onerosi regimi di sollecitazione.

L'assenza di collegamento con il veicolo, ed in particolare con il suo rodiggio, crea un inconveniente di una qualche importanza e precisamente impedisce che la carta su cui avviene la registrazione possa avanzare con un movimento proporzionale agli spazi percorsi. Essa viene fatta avanzare a velocità costante e quindi darebbe indicazioni con sviluppo proporzionale alle reali lunghezze di binario percorso solo se il treno avanzasse con velocità costante. Ciò in genere non è ma, conoscendo il reale andamento avuto dalla marcia del treno, non è difficile collegare ciascun punto della zona registrata al corrispondente punto del binario. Per facilitare una tale operazione l'apparecchio è dotato di una punta scrivente aggiunta che imprime un segno sulla zona ogni qual volta l'operatore agisce su un pulsante. Imprimendo segni convenzionali quando il treno passa per punti caratteristici della linea (fabbricati viaggiatori, case cantoniere, gallerie, ponti ecc.) si rande più facile individuare a quale punto della linea corrisponde ciascun punto della zona registrata.

./.

Solo quando l'apparecchiatura Hallade è impiantata in modo permanente in una determinata vettura, come nel caso della "Carrozza per visita binari" in dotazione al Servizio Lavori, è possibile collegare l'avanzamento della carta al moto delle ruote e cioè all'avanzamento del veicolo con il che si ha, come nelle apparecchiature Pollack ed Iezzi, una registrazione la cui ascissa è sicuramente direttamente proporzionale agli spazi percorsi e che quindi, in opportuna scala, la registrazione corrisponde in modo diretto alla linea rilevata.

I rilievi con apparecchiatura Hallade vengono effettuati ciclicamente dalle Divisioni Lavori ed essi si dimostrano di molta utilità.

L'apparecchiatura "Amsler" è molto più complessa di quella Hallade e dà delle indicazioni molto più complete. Essa richiede l'impegno continuo di una carrozza speciale. Le Ferrovie Italiane dello Stato posseggono una di dette carrozze e la utilizzano per rilievi sulle linee di primaria importanza.

La vettura è dotata di pattini che viaggiano sempre a contatto con i bordi interni delle rotaie del binario nonchè di un pendolo giroscopico e di un particolare carrello a tre assi capace di misurare l'abbassamento dell'asse centrale rispetto al complesso dei due assi estremi. L'avanzamento della carta di registrazione avviene mediante collegamento con le ruote e pertanto la scala delle ascisse è in diretta proporzione con le distanze percorse.

A mezzo della sopradescritta apparecchiatura la carrozza Amsler è in grado di fornire le seguenti misurazioni:

- progressiva di ogni punto della linea nella scala fornita dal diagramma
- variazione dello scartamento rispetto al valore di mm 1435

./.

- livello longitudinale delle due file di rotaie e quindi rilevamento di eventuali cedimenti dell'una o dell'altra fila
- livello trasversale e cioè differenza di livello tra le due rotaie. Tale differenza, se il binario è in regola, deve essere eguale a zero in rettilineo ed eguale alla sopraelevazione, prescritta, in curva
- la curvatura, ottenuta come diagramma di frecce, di ciascuna delle due rotaie
- gli sghembi e cioè le differenze di pendenza di una rotaia rispetto all'altra.

- Regimi di manutenzione di una linea

Per la manutenzione del binario si usa, nella nostra Rete, il sistema della revisione generale periodica.

Il periodo varia a seconda della importanza della linea ed al traffico che su di essa si svolge. Per linee ad alto traffico si usa un periodo di quattro anni.

La linea viene allora divisa in quattro tratte, di opportuna lunghezza, e su ciascuna di queste tratte si effettua la revisione generale in un anno. I tratti che non sono in revisione non sono però abbondanti e ciò in quanto in ciascuno degli anni in cui non si effettua la revisione generale la tratta è soggetta alla ripassatura sistematica. In definitiva ogni tratta è soggetta per un anno alla revisione generale e per tre anni alla ripassatura sistematica mentre che, di conseguenza, in ogni anno si ha una tratta soggetta alla revisione e tre soggette alla ripassatura sistematica.

- Ripassatura sistematica del binario

La ripassatura sistematica comprende:

- la regolarizzazione del livello trasversale e longitudinale del binario, con rincalzatura delle traverse

./.

- la revisione, lubrificazione e stringimento degli organi di attacco e di giunzione
- l'allineamento del binario
- la regolarizzazione delle luci di dilatazione, ove esistano, ma limitatamente alle zone in cui si sono verificati forti ammassamenti per l'azione di scorrimento provocata dal transito dei treni

- Revisione generale del binario

La revisione generale comprende, oltre a tutte le operazioni della ripassatura, anche altre operazioni di più profonda manutenzione.

L'intero ciclo di dette operazioni è costituito da:

- Misurazioni preliminari durante le quali si verificano le condizioni di assodamento delle traverse e si misurano i difetti di livello longitudinale e trasversale del binario
- Scopertura del binario con rimozione della massicciata iniziata dalle estremità delle traverse lasciando nel mezzo del binario un nucleo della larghezza di circa 50 centimetri. La rimozione viene limitata a soli cinque centimetri al disotto delle traverse per poter vedere il materiale scoperto. E' buona norma non rimuovere, almeno fino a tanto che non è eccessivamente inquinata da terreno, la parte sotto le traverse che è una parte di massicciata perfettamente costipata per effetto del continuo passaggio dei treni.

Si deve aver poi cura di evitare di ammucchiare la massicciata rimossa in modo tale da impegnare la sagoma dei veicoli che devono continuare a circolare sulla linea così come si deve evitare di lasciare il binario mal rinfiancato.

./.

Si avrà quindi cura di ammucchiare la massicciata rimossa lateralmente al binario, od addossata ai piedritti in galleria, e si eviterà di rimuovere la massicciata rassodata delle unghiature di testa delle traverse.

Di regola si avrà cura di eseguire la scopertura al mattino e di non scoprire una tratta di binario superiore a quella che sarà possibile risistemare durante la giornata.

- Ricambio delle traverse. Le traverse scoperte vengono attentamente esaminate e si provvede a sostituire quelle fradice e spaccate, e quelle in cui si notino eccessivi allargamenti dei fori delle caviglie. Le altre vengono lasciate in opera.

- Verifiche degli organi di attacco quali piastre, chiavarde, caviglie, rondelle elastiche, ganasce di giunzione e relative chiavarde. Il tutto viene oltre che verificato accuratamente rinserrato.

  In tale occasione si procede anche alla verifica dello scartamento e sua eventuale correzione agendo sulla foratura delle traverse nel caso di attacco diretto e sulla piastrina in caso di attacco indiretto.

- Toglimento dei fori squadro alle giunzioni e correzione delle luci di dilatazione ove esistano

- Rettifica del livello longitudinale e trasversale, rincalzamento delle traverse ed allineamento del binario. Il piano di rotolamento di ogni fila di rotaie, traguardando longitudinalmente deve essere orizzontale o salire gradualmente senza discontinuità. Il livello viene controllato traguardando attraverso idonee biffe appoggiate alla rotaia e viene corretto rincalzando pietrisco sotto i punti bassi. Il livello trasversale deve

./.

essere orizzontale ovvero inclinato secondo la sopraelevazione prescritta. Lo si controlla a mezzo di calibri a bolla d'aria e lo si corregge immettendo e comprimendo pietrisco sotto le traverse.

- Finita la rincalzatura si provvede alla ricopertura della massicciata ed alla sua profilatura laterale.

- Manutenzione meccanica dell'armamento

Le operazioni di manutenzione dell'armamento sono operazioni pesanti e che richiedono forti quantitativi di mano d'opera. Ciò spiega perchè si sia stati spinti alla loro meccanizzazione.

Le prime macchine usate erano dei martelli rincalzatori manovrati dall'aria compressa fornita da un gruppo motocompressore.

Si è poi passati alle rincalzatrici elettriche costituite da un gruppo motore dinamo alimentato dalla linea di contatto su linee elettrificate ovvero da un gruppo motore termico-dinamo, generalmente con motore a benzina. La dinamo produce corrente, ovviamente continua, a 220 Volt ed ha una potenza di 9 kW. Essa è capace di alimentare i motori di otto martelli rincalzatori che sono riuniti su di un apposito telaio che può percorrere il binario. Ogni martello è in consegna ad un uomo e gli otto martelli lavorano contemporaneamente, quattro per parte, sulla stessa traversa. Il tempo impiegato è di circa un minuto per traversa per cui si può avere con un gruppo di otto martelli un avanzamento di circa 250 metri. Occorre una squadra di 12 uomini perchè, trattandosi di lavoro alquanto gravoso, quattro uomini a turno sono lasciati in riposo.

./.

Esistono poi anche macchine completamente automatiche in cui un sol uomo, su di un carrello, provvede alla rincalzatura ed all'avanzamento del carrello stesso. Il carrello è preceduto da una piccola squadra che provvede a stabilire l'esatto livello del binario ed è seguita da un'altra squadretta che provvede alla rifinitura. L'avanzamento è doppio di quello del sistema prima detto ma si ha l'inconveniente che, non essendo possibile scartare continuamente l'attrezzatura, non si può che lavorare su binari sui quali venga sospesa la circolazione dei treni.

- Risanamento della massicciata

Il risanamento della massicciata consiste nel completo ricambio del pietrisco quando questo finisce, con il tempo, con essere troppo inquinato da terra e troppo spezzettato ed arrotondato per l'usura dovuta alle rincalzature ed al transito dei treni.

Si toglie tutto il materiale vecchio fino al piano di formazione e lo si vaglia per ricavarne quel pò che può essere ancora riutilizzato. Si fanno affluire treni di pietrisco nuovo che viene uniformemente sparso ed infine si rincalzano tutte le traverse.

Tutto il binario rimane scoperto e spesso anzi si poggiano le traverse su appositi puntelli e pertanto l'operazione deve essere effettuata prescrivendo il rallentamento a tutti i treni in transito.

Esistono macchinari capaci di effettuare tutte le operazioni meccanicamente: esse asportano la vecchia massicciata, la vagliano e selezionano il materiale utile. Queste macchine vagliatrici, così come le rincalzatrici di cui abbiamo già parlato, non sono continuamente scartabili

./.

dal binario e pertanto possono essere usate solo se può essere sospesa per convenienti intervalli la circolazione treni.

- Ricambi saltuari dei materiali metallici

In occasione dei lavori di manutenzione sistematica, ovvero quando le visite di revisione ne rendono palese la necessità, si provvede a ricambiare quei materiali metallici che risultassero non più efficienti.

- Rinnovamenti e rifacimenti di tratti di binario

Quando le rotaie di un binario hanno superato i limiti ammissibili di usura, ovvero quando si debba potenziare una linea sostituendo l'esistente armamento con altro di maggiore peso, si procede alla sostituzione totale delle rotaie e di buona parte di tutta la rimanente parte metallica.

Nelle linee principali il potenziamento viene fatto impiegando i nuovi armamenti dei tipi da 60 e da 50. Le rotaie di risulta, in genere da 46, vengono classificate a seconda della altezza residua del fungo e vengono destinate:

- se di 1^ categoria (consumi fino a 5 mm) o di II^ categoria (consumi da 5 ad 8 mm) ai rifacimenti di binario di linee a medio traffico od a scarso traffico che risultano ad oggi armate con rotaie da 36. Prima del reimpiego vengono inviate al Cantiere di Pontassieve che a mezzo tagli e saldature provvede ad ottenerne rotaie da 36 metri con testate nuove (le vecchie testate vengono tagliate e gettate a rottame)
- se di III^ categoria (consumi da 8 a 15 mm) ai binari secondari di stazione ed ai raccordi.
- se fuori uso (consumi maggiori, storture ecc.) alla vendita come rottame (acciaio da fonderia).

./.

C A P I T O L O Q U A R T O

L E S T A Z I O N I

A = GENERALITA'

- Definizioni

Si definisce "stazione" un complesso organico di impianti ferroviari, concentrati in determinati punti delle linee, ove si svolgono in tutto od in parte le seguenti operazioni:

- arrivo e partenza di viaggiatori
- spedizione e ricevimento merci
- operazioni varie di esercizio
- servizi vari

In una stazione pertanto si riscontrano, in tutto od in parte, i seguenti tipi di impianto:

- impianti per il servizio viaggiatori
- impianti per il servizio merci
- impianti per le varie operazioni di esercizio e cioè:
  - operazioni di movimento: circolazione, incroci, precedenze, formazione di treni, riordino, smistamento
  - operazioni della trazione: sosta, pulizia, rifornimento d'acqua, di carbone, di lubrificanti, riparazioni delle macchine
  - operazioni dei veicoli: sosta, pulizia, rifornimento d'acqua e di accumulatori, riparazioni di carrozze e carri
- impianti accessori di raccordo, postali, di magazzinaggio ecc.

./.

- Classificazione delle stazioni

E' possibile classificare le stazioni secondo criteri diversi.

Una prima classificazione può essere quella secondo l'importanza delle stazioni e cioè:

- "piccole stazioni" che comprendono, oltre ai binari di corsa, qualche binario di precedenza (e di incrocio se su linee a semplice binario), qualche binario per ricovero di treni merci ed un piccolo scalo merci. Va notato per inciso che se esistono i soli binari di corsa sui quali si effettua il servizio viaggiatori non si parla più di stazione ma solo di "fermata"
- "stazioni medie" che hanno fasci di binari per treni viaggiatori e fasci per treni merci, binari di composizione, scalo merci di una qualche importanza
- "grandi stazioni" con convergenza di più linee, binari per viaggiatori, binari per merci, scalo merci notevole e magari più scali merci distinti a seconda del tipo di "resa", impianti di trazione.
  (Non mancano casi, nei grandissimi centri, in cui la stazione merci si distacca completamente da quella viaggiatori ed anche casi in cui in una stessa città si riscontrano più stazioni viaggiatori e più stazioni merci).

Un secondo criterio di classificazione è fondato sulla posizione della stazione rispetto alle linee che vi fanno capo. Con questa classificazione si distinguono:

- "stazioni estreme" e cioè stazioni poste al termine ed all'origine di una o più linee
- "stazioni intermedie" situate lungo le linee
- "stazioni di diramazione" situate nel punto di incrocio di due o più linee.

./.

Agli effetti del servizio movimento le stazioni si distinguono in:

- "stazioni capotronco" che delimitano un "tronco" di linea ed ove si svolgono particolari operazioni nei riguardi della circolazione treni, emissione di fogli di corsa, di moduli di prescrizione ecc.
- "stazioni di diramazione" nelle quali convergono due o più linee
- "stazioni di comunicazione" fra il doppio ed il semplice binario nelle quali termina cioè una linea a doppio binario e ne inizia una a semplice e viceversa.

(E' da notare che questa classificazione agli effetti del movimento comprende anche impianti che non sono stazioni e cioè:

- i "posti di movimento" e cioè quelle località, non adibite a servizio pubblico, ubicate lungo linea od anche nell'interno dei piazzali di stazione, ove si effettuano operazioni interessanti la circolazione treni
- i "bivi" e cioè le località di servizio situate fuori dalle stazioni e munite di proprio segnalamento, ove convergono due o più linee).

Un quarto criterio di classificazione è fondato sulle caratteristiche costruttive e tiene conto della forma delle stazioni anzichè delle caratteristiche di utilizzazione. Questa classificazione vede:

- "stazioni di testa"
- "stazioni di transito"
- "stazioni a cuneo" che sono quelle poste in corrispondenza della biforcazione di una linea in altre due
- "stazioni ad isola" disposte in modo da essere circondate dalle linee che ad essa fanno capo

./.

- Criteri per lo studio di un piano di stazione

Le condizioni che incidono sulla scelta della ubicazione e del tipo di una stazione ferroviaria sono svariatissime.

I vari Servizi ferroviari segnalano al progettista le proprie esigenze che, trattandosi di opera costosa e difficilmente modificabile in esercizio, devono tener conto di una saggia e prudente valutazione delle condizioni di traffico prevedibili almeno per il prossimo ventennio.

Il Servizio Movimento, in particolare, indica al progettista le proprie necessità connesse con le operazioni che, in funzione dellaposizione della stazione nella intera Rete, prevede di eseguire nella stazione medesima.

E' evidente però che lo specialista del Movimento ha una certa possibilità di variare le proprie esigenze, sia pur solo entro certi limiti, spostandole magari dall'una all'altra stazione.

Possiamo quindi dire che lo studio di un piano di stazione non può che essere risolto con successive approssimazioni o meglio con la continua collaborazione tra movimentisti e progettisti.

La sempre più elevata complessità degli impianti ferroviari, e la conseguente necessità di specializzazione dei tecnici, fa anzi si che oggi, oltre al movimentista ed allo specialista dell'armamento, debbano essere chiamati alla collaborazione in fase di studio del progetto anche lo specialista della trazione, quello degli impianti fissi della trazione elettrica (basterà in proposito pensare alle necessità di intervia per la posa della palificazione delle linee di contatto)e quello degli impianti di sicurezza e segnalamento che dovrà studiare il piano_tanto agli effetti dello svilluppo degli

./.

itinerari centralizzati, quanto della costituzione dei circuiti di binario, della presenza dei tronchini di sicurezza e di indipendenza ecc.).

Da questa intima collaborazione scaturisce, in genere, quello che dovrà essere lo schema dei binari di stazione e cioè tutti gli elementi necessari, per tracciare il "piano schematico".

Il piano schematico è la rappresentazione planimetrica schematizzata dei binari e degli enti del piazzale della stazione.

Nel piano schematico le dimensioni longitudinali, e cioè quelle lungo l'asse dei binari, sono rappresentate solo approssimativamente in scala. Si ha però particolare cura nel rispettare, nelle indicazioni, le posizioni reciproche dei vari enti di piazzale (scambi, segnali, ecc.).

Le dimensioni traversali sono riportate anch'esse solo secondo una scala molto approssimativa e tale scala è molto meno ridotta di quella usata per le dimensioni longitudinali.

Nel piano schematico ciascun binario è di norma rappresentato con una sola linea continua. Gli scambi vengono indicati lasciando continua la linea del binario di corretto tracciato ed avvicinando ad essa, con una opportuna curvatura a flesso, la linea rappresentante il binario deviato. Quest'ultima linea si interrompe, una volta avvicinatasi all'altra, in un punto che schematicamente rappresenta la punta degli aghi dello scambio.

Appositi simboli vengono usati per l'indicazione di scambi inglesi, semplici o doppi, di segnali, di sbarre di passaggi a livello ecc.

./.

Le misure fondamentali vengono riportate, come quote, sul piano schematico. In particolare interessano le capacità dei binari (distanza cioè tra le traverse limiti dei due scambi estremi di ciascun binario) e le distanze tra gli scambi ed i segnali.

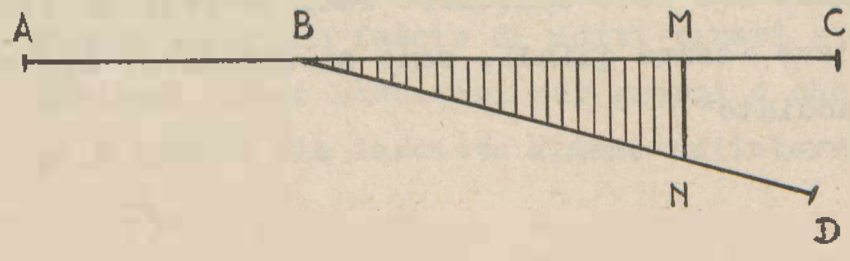
Una volta in possesso del piano schematico di progetto è possibile procedere alla progettazione del vero e proprio "piano di stazion".

Per disegnare il "piano di stazione" si usa, di norma, la scala 1:1000, tanto le dimensioni longitudinali quanto per quelle trasversali, riservandosi la scala 1:2000, od anche minore, per la sola rappresentazione di piazzali particolarmente estesi.

In tutti i casi suesposti ogni binario viene indicato da una sola linea che rappresenta l'asse del binario medesimo.

Solo per piazzali molto piccoli, ovvero per stralci planimetrici di dettaglio di una parte di piazzale, viene alle volte usata la scala 1:500 od anche scale maggiori fino ad 1:200. In questi casi ciascuna rotaia del binario viene indicata da una distinta linea che rappresenta l'asse della rotaia medesima. Si ha quindi quel tipo di rappresentazione che vien detta "a due assi".

Nel disegno ad un asse lo scambio di tipo normale è rappresentato come segue:



./.

Il segmento AC rappresenta l'asse del ramo diretto mentre BD rappresenta l'asse del tratto retto del ramo deviato in corrisponza del cuore dello scambio.

Da quanto sopra deriva che l'angolo $D\hat{B}C$ è un angolo eguale a quella della punta del cuore e che ha quindi la medesima tangente dello scambio. Il valore di tale tangente viene in genere indicato sul disegno in prossimità del punto B.

Il segmento MN rappresenta la perpendicolare dalla punta del cuore all'asse AC.

I punti A,C e D rappresentano rispettivamente il giunto di punta ed i due giunti di calcio del deviatoio.

Nell'eseguire il tracciamento di un piano di stazione occorre tenere presenti i seguenti punti tecnicamente fondamentali:

- non devono esistere, salvo casi assolutamente eccezionali dovuti a reali impossibilità di diversa soluzione, binari in pendenza superiore al 3 per mille e cioè alla massima pendenza ancora ammissibile senza che si abbia lo spontaneo movimento di veicoli non frenati
- vanno evitate, sui binari di corsa, curve di raggio minore di quelle della piena linea
- nel tracciare i binari viaggiatori deve essere resa possibile la inserzione dei raccordi parabolici
- nelle stazioni di linee a semplice binario uno dei binari deve avere la caratteristiche di binario di corsa, transitabile a piena velocità, Detto binario quindi non deve contenere rami deviati di deviatoi e deve essere quindi, come si usa dire, di "corretto tracciato"

./.

- nelle stazioni su linee a doppio binario i binari di corretto tracciato dovranno essere due, uno per ciascun senso di marcia, e cioè uno per i treni dispari ed uno per i treni pari.
- nei rimanenti binari, destinati al ricevimento treni, dovranno di massima evitarsi curve di raggio inferiore ai 250 metri, così come dovranno evitarsi, per i binari destinati a manovre, curve di raggio inferiore ai 150 metri
- la lunghezza del rettilineo interposto tra due curve di senso contrario ed aventi sopraelevazione dovrà essere tale da consentire la inserzione dei raccordi delle sopraelevazioni
- dovrà evitarsi al massimo la inserzione di scambi su curve con sopraelevazione. Nel caso in cui ciò sia impossibile sarà bene adottare curve con sopraelevazioni non superiori ai 6 centimetri.
- la inserzione in curva non dovrà comunque mai far sì che il ramo deviato dello scambio finisca con avere raggio di curvatura inferiori ai minimi prescritti
- dovrà considerarsi buona norma l'evitare l'inserzione di scambi inglesi sui binari di corsa, specie quando essi siano da percorrersi a velocità eguale o superiore ai 100 km/h
- dovrà mantenersi tra i bordi interni delle rotaie : contigue di due binari adiacenti una distanza, e cioè una "intervia", di metri 2,50 e quindi superiore a quella della piena linea che, come ri ricorderà, viene tenuta a m. 2,12
- quando si ha un fascio di molti binari è opportuno che essi siano suddivisi per gruppi e che tra gruppo e gruppo sia lasciata almeno un'intervia di m.3,50.

./.

Ciò ha particolare importanza per i piazzali che debbano essere elettrificati o di cui è prevedibile la successiva elettrificazione. Ad esempio l'intervia minima in rettifilo ove risulta possibile posare un palo tubolare del diametro esterno di cm. 30 è di metri 3,70 e ciò perchè deve essere rispettata la distanza di m. 1,70 tra palo e rotaia, da ambo i lati (1,70 + 0,30 + 1,70 = 3,70)

- per tutti gli ostacoli fissi occorre che siano rispettate determinate distanze minime tra gli ostacoli stessi ed il bordo interno della più vicina rotaia.

Il minimo assoluto prescritto dal regolamento per la prevenzione degli infortuni è di m. 1,50. Esistono però limitazioni che in casi particolari impongono il rispetto di distanze maggiori. Ciò avviene, ad esempio, in caso di interbinari (ml. 1,58), di binari in curva con ostacoli all'interno della curva stessa ecc.

E' comunque buona norma cercare di mantenere una distanza di due metri tra gli ostacoli fissi ed il bordo interno della più vicina rotaia.

Nello studio del piano di stazione occorre, ovviamente, tener conto degli impianti necessari per il servizio che la stazione deve svolgere. Oltre ad esigenze tecniche ferroviarie occorre che siano tenute presenti anche esigenze di carattere vario: ad esempio nel caso di fabbricati viaggiatori di grandi centri occorre che sia tenuto conto non solo di considerazioni architettoniche ma anche di considerazioni urbanistiche per quanto riguarda l'ubicazione degli ingressi e delle uscite, il collegamento con i mezzi urbani, gli spazi esterni per sosta e parcheggio di automezzi ecc.

./.

Nei punti seguenti esamineremo distintamente i vari impianti necessari per i diversi servizi che una stazione può essere chiamata a svolgere.

B = IMPIANTI ELEMENTARI PER IL SERVIZIO VIAGGIATORI

- Generalità

Si classificano come facenti parte degli impianti destinati al servizio viaggiatori i seguenti impianti:

- il fabbricato viaggiatori (F.V.) con i suoi vari locali per il pubblico e per uffici
- i marciapiedi
- le pensiline
- i sottopassaggi
- i padiglioni di ricovero su marciapiedi
- i binari di deposito, composizione e pulizia dei treni viaggiatori

- Fabbricati viaggiatori

Il fabbricato viaggiatori costituisce indubbiamente il più importante impianto per il servizio dei viaggiatori. In esso sono compresi locali per il pubblico e locali di servizio.

Nei locali per il pubblico si notano essenzialmente:

- l'atrio di ingresso
- la biglietteria
- i locali per la spedizione ed il ritiro dei bagagli
- le sale di aspetto che nelle stazioni più importanti sono una per classe
- i gabinetti per uomini e per donne

./.

A questi servizi generali si aggiungono, almeno nelle stazioni di una certa importanza:

- un ristoratore od almeno un "caffè" di stazione
- un locale per il deposito, custodito, dei bagagli a mano
- rivendita di giornali
- rivendita di tabacchi
- cabine telefoniche
- ufficio della Compagnia dei Vagoni Letto
- locali per le Poste
- locali per la Polizia Ferroviaria
- locali per il Comando Militare di Stazione

Nei locali di servizio si notano essenzialmente:

- l'Ufficio della Dirigenza al Movimento
- l'Ufficio telegrafico, o telefonico, di servizio (tale Ufficio nelle piccole stazioni è spesso unito alla Dirigenza al Movimento)

A questi possono, nelle stazioni più importanti, aggiungersi:

- l'Ufficio veicoli con impiegati, detti cedolisti, che compilano i fogli di corsa, i fogli veicoli, i moduli di prescrizione (M.40) per i treni
- l'Ufficio del Capo Stazione Titolare
- la Segreteria di Stazione
- il Deposito Personale Viaggiante
- i locali di attesa per il personale di macchina e viaggiante
- i dormitori per detto personale
- il centralino telefonico
- i locali per i verificatori e per i pulitori
- la Officina Carica Accumulatori

Se la stazione si trova nella località ove esistono i posti centrali di Dirigenza Centrale o di Dirigenza Unica

./.

o di Controllo Centralizzato del Traffico (D.C. o D.U. o C.T.C.) i posti stessi trovano in genere posto nello stesso fabbricato viaggiatori, spesso ai piani superiori.

Tutti i locali per il pubblico e gran parte di quelli di servizio hanno necessità di trovarsi allo stesso livello dei binari e cioè al "piano del ferro" (P.F.)

Poichè, in genere, è conveniente sfruttare le aree disponibili, specie nelle città ove il suolo ha un notevole valore, costruendo fabbricati a più piani. I piani superiori vengono allora usati o per alloggi di servizio, specie nelle piccole stazioni, o per Uffici, Dormitori ecc.

La distribuzione, nella pianta del fabbricato, dei vari locali, per il pubblico e per servizio, va in genere definita caso per caso tenendo conto della posizione del F.V. rispetto alle strade cittadine di accesso e rispetto ai binari.

E' ovvio che un criterio fondamentale da rispettare è quello di tenere la biglietteria vicina all'atrio di ingresso, od addirittura in esso, e di porre le sale di aspetto in posizione tale che esse possano essere facilmente raggiunte tanto dai binari quanto dalla biglietteria.

Il ristoratore deve avere un'uscita verso l'interno ed una verso l'esterno della stazione e deve essere posto,possibilmente, vicino alle sale di aspetto.

L'Ufficio Dirigenti deve essere posto il più che possibile vicino ai treni e, se in esso si trova l'apparato centrale di manovra degli scambi e dei segnali, deve essere ubicato in modo che dalla specola ad esso addossata sia possibile vedere i treni, specie se in transito.

In base a tutte queste esigenze ed alle aree disponibili si ricavano la forma e le dimensioni del F.V.

./.

Esso nelle stazioni di transito è in genere a forma rettangolare e viene disposto con il lato maggiore parallelo ai binari.

Nelle stazioni di testa il fabbricato viaggiatori assume spesso, in pianta, una caratteristica forma ad "U" ed in tal caso si destina ai binari, ed in particolare ai binari viaggiatori, tutta l'area interna all'U. Tale area è spesso coperta (ad esempio a Milano Centrale) con una grande tettoia.

Nelle stazioni dei grandi centri l'estensione ed il numero dei vari servizi sono tali che essi non possono più essere contenuti in un unico fabbricato. Si procede in tal caso a costruire, in opportuna posizione, altri fabbricati: per servizi accessori (F.S.A.), per alloggi (F.A.), per depositi personale viaggiante (D.P.V.), per dormitori ecc.

- Marciapiedi

Nelle stazioni i binari di arrivo e partenza dei viaggiatori vengono affiancati da marciapiedi per facilitare ai viaggiatori la salita e la discesa dalle carrozze ferroviarie.

Nella nostra Rete l'altezza del marciapiede al disopra del piano del ferro (P.F.) e cioè al disopra del piano di rotolamento è di 25 centimetri e la distanza del ciglio del marciapiedi dal bordo interno della più vicina rotaia è di 80 centimetri.

La larghezza dei marciapiedi non è costante e varia da stazione a stazione. Anche in piccole stazioni non si dovrebbero adottare larghezze inferiori a metri 3,50. In alcune grandi stazioni si riscontrano marciapiedi larghi anche 9 o 10 metri.

Particolare importanza riveste la larghezza di un marciapiedi quando il marciapiedi stesso debba essere dotato di pensilina o quando in esso si trovi la scala di accesso al sottopassaggio.

./.

Se si adotta una pensilina ad una sola fila centrale di pilastri, il marciapiedi dovrebbe essere largo almeno metri 4,30 in modo da lasciare tra le colonne ed il bordo del marciapiedi stesso uno spazio sufficiente per i viaggiatori e per i carrelli di servizio.

Se vi è una scala di accesso di sottopassaggio, in corrispondenza della scala occorre reggere la pensilina con una doppia fila di pilastri. Ciascuna fila deve avere l'asse ad almeno m. 1,60 dal bordo del marciapiedi. Tenendo conto di una larghezza di scala di m. 1,80 e di almeno 40 centimetri tra asse dei pilastri e bordo della scala, se ne ricava che il marciapiedi deve essere almeno largo metri 5,80 (1,60 + 0,40 + 1,80 + 0,40 + 1,60 = 5,80).

Nelle grandi stazioni è bene che la distanza tra asse dei pilastri e bordo dei marciapiedi sia maggiorata a 2 metri e ciò porta il marciapiedi ad una larghezza minima di m. 6,60.

Nelle piccole stazioni, invece, si possono ammettere scale da m. 1,20 e ciò porta ad ammettere anche marciapiedi di m. 5,20.

Non si riscontrano in Italia marciapiedi di larghezza non costante e cioè allargati in corrispondenza dei sottopassaggi. Un tal sistema, che si riscontra su alcune linee americane, obbliga a realizzare dei flessi sui binari, flessi che risultano fastidiosi anche se limitati ai soli binari non di transito.

Anche i marciapiedi a livello del piano interno delle carrozze sono rarissimi in Italia: essi, se si escludono le metropolitane (Roma, Milano) che però hanno i veicoli a porte scorrevoli, si possono riscontrare solo nella parte di testa della stazione di Genova Principe essendo stati, dopo la guerra, aboliti nella stazione di Castellammare di Stabia.

./.

Non mancano all'estero anche in Ferrovie a lungo percorso dei casi di impiego di marciapiedi sopraelevati sino al livello del piano delle carrozze o di un piano intermedio. Essi non sono però pratici per un servizio ferroviario specie quando sulla linea circolino anche elettromotrici od automotrici con larghe porte a cerniera.

Inoltre se si adotta il marciapiedi sopraelevato solo per alcune stazioni, risulta indispensabile conservare i gradini delle vetture. Tali gradini hanno sempre una qualche sporgenza rispetto alla porta della vettura e pertanto nelle stazioni con marciapiedi alti questi risultano alquanto distanti, nel senso orizzontale, dal piano delle vetture e si crea così uno spazio vuoto pericoloso per il viaggiatore che può finirvi dentro con un piede e quindi con una gamba.

Il sistema di illuminare fortemente, con opportune lampade montate sulla parte verticale del marciapiedi, dal disotto questo spazio nocivo riduce ma non elimina la pericolosità.

Per quanto riguarda, infine, la lunghezza dei marciapiedi ricordiamo che essa va ovviamente fissata in base alla lunghezza massima dei treni circolanti sulla linea.

Nelle stazioni di transito si ha in genere una lunghezza di marciapiedi tra i 150 ed i 200 metri.

Nelle stazioni di testa, specie se importanti, si raggiungono, ed in qualche caso si superano, i 250 metri.

- Pensiline

Per riparare i viaggiatori, si coprono i marciapiedi con tettoie o pensiline.

Se si tratta di marciapiedi adiacenti ai fabbricati viaggiatori si usano spesso pensiline a sbalzo. Sono però an-

./.

che frequenti, specie per marciapiedi di una qualche larghezza, di pensiline che, oltre che al fronte del F.V., sono appoggiate anche ad una fila di pilastri.

Per i marciapiedi intermedi si usano, a seconda della larghezza, pensiline "ad ombrello" e cioè con una sola fila di pilastri centrali o pensiline a doppia fila di pilastri.

- Sottopassaggi

Hanno lo scopo di permettere ai viaggiatori di raggiungere i marciapiedi intermedi senza attraversare i binari.

Si usano quindi essenzialmente nelle stazioni di transito. Non mancano però casi di stazioni di testa, con marciapiedi molto lunghi (Roma, Napoli) dotate di un sottopassaggio posto verso l'estremità dei marciapiedi longitudinali opposta al marciapiedi di testa. In tal caso il sottopassaggio assolve allo scopo di permettere il passaggio, per prendere coincidenze, dall'uno all'altro marciapiedi senza raggiungere il marciapiedi di testa.

In genere la differenza di livello tra il piano del marciapiedi ed il pavimento del sottopassaggio si fissa in metri 3,30. Tale dislivello viene vinto con due rampe di scale, con interposto piano, di complessivi 20 gradini.

La larghezza del sottopassaggio viene mantenuta tra i 3 ed i 4 metri. L'altezza libera, al disotto del binari, si fissa in metri 2,15.

- Ricoveri per viaggiatori

Nei marciapiedi isolati si costruiscono talvola dei padiglioni, che fungono da locali di attesa, per il ricovero dei viaggiatori dalle intemperie.

./.

Quando il ricovero va costruito su di un marciapiedi con pensilina e scala di accesso al sottopassaggio esso viene ubicato sotto la campata di pensilina che corrisponde alle due scale di accesso ai sottopassaggi.

- Binari di deposito, composizione e pulizia dei treni viaggiatori

Si tratta di binari che, dato lo scopo cui sono destinati, devono essere direttamente allacciati ai binari di arrivo e partenza dei treni viaggiatori.

Se sono numerosi vengono riuniti in fasci dotati di aste di manovra per permettere l'effettuazione delle manovre di composizione.

I binari di pulizia sono dotati di appositi impianti idrici e di prese di corrente per aspiratori portatili. In loro corrispondenza vengono realizzate delle "platee di lavaggio" che permettono il rapido smaltimento delle acque di lavaggio.

C = IMPIANTI ELEMENTARI PER IL SERVIZIO MERCI

- Generalità

Si considerano come facenti parte degli impianti destinati al servizio delle merci i seguenti impianti:

- i piani caricatori
- i magazzini merci
- i binari di carico e scarico diretto
- i binari di deposito e manovra
- gli impianti accessori e cioè le gru, le stadere a ponte e le sagome di carico.

./.

Disponendo dei suddetti impianti risulta possibile effettuare tanto il servizio merci in piccole partite (colli sciolti e collettame) quanto il servizio a carri completi.

Ambedue i servizi possono essere effettuati a Resa Ordinaria (R.O.) ovvero a Resa Accelerata (R.A.).

In molte stazioni il servizio a R.A. è trascurabile e quindi si hanno impianti utilizzati promiscuamente per ambedue i tipi di resa. Al più le piccole partite a R.A. vengono raccolte, in attesa del carico o dello svincolo, in locali del F.V. anzichè nei magazzini merci (M.M.).

Prima di passare alla descrizione di dettaglio dei singoli impianti per le merci sarà opportuno indicarne sommariamente la nomenclatura e l'uso.

I carri merci di tipo normale hanno il piano di carico a circa un metro dal piano del ferro. Il carico e lo scarico di materiali dai carri di questo tipo può essere eseguito direttamente e cioè accostando il mezzo di trasporto stradale al carro ovvero depositando il materiale, da introdurre nel carro o da esso scaricato, su di un piano posto allo stesso livello del piano del carro.

Nel primo caso l'operazione viene effettuata su binari ove i carri in sosta possono essere facilmente avvicinati dai mezzi stradali e tali binari prendono il nome di "binari di carico e scarico diretto".

Nel secondo caso i carri sono portati su di un binario affiancato ad un piano fisso sopraelevato di m. 1,05 sul piano del ferro. Tale piano fisso prende il nome di "piano caricatore" e può essere coperto da una pensilina o scoperto.

Le merci scaricate o da caricare su carro ferroviario possono dover restare per un certo tempo in deposito pres

./.

so la ferrovia e, specie se si tratta di merci deperibili, è opportuno che esse non restino su di un piano caricatore, anche se coperto. E' per questo che si costruiscono i "Magazzini Merci". Essi, come vedremo assolvono, per le merci ivi depositate, anche la funzione di Piano Caricatore ed a tal uopo hanno il loro piano a metri 1,05 al disopra del piano del ferro.

Sia i carri scoperti, detti pianali, sia alcuni particolari carri chiusi possono essere caricati anche di testa. Esistono quindi in molti piani caricatori delle appendici, cui si attesta un apposito tronco di binario, per permettere un tale tipo di carico.

In uno scalo merci possono dover sostare dei carri in attesa di scarico od in attesa di partenza e ciò spiega perchè negli scali esistono dei binari di deposito nonchè dei binari di manovra per permettere le manovre di passaggio dai binari di deposito a quelli di carico e scarico e viceversa.

Per facilitare il carico e scarico di carichi pesanti molti scali merci sono muniti di gru, montate in un punto opportuno del piano caricatore. Si tratta di gru a volata girevole intorno ad un asse verticale il che permette di sollevare il carico dal carro stradale e di portarlo sul carro ferroviario o viceversa. In assenza di piano caricatore la gru può anche essere posata in corrispondenza di binari di carico e scarico diretto. Essa ha infatti una alzata sufficiente per sollevare i carichi da un piano al livello del piano del ferro e portarli sul piano del carro.

Altra attrezzatura che si incontra negli scali merci è la sagoma per il controllo dei carichi effettuati su carri scoperti.

./.

Si tratta di una sagoma, in legno od in ferro, che riproduce la parte alta della sagoma limite e che è sospesa al disopra di un binario sul quale si fa avanzare lentamente il carro da controllare.

In uno scalo merci si deve infine, sia per motivi di tassazione che per motivi commerciali, poter pesare i carri carichi ed a ciò si provvede a mezzo di "stadere a ponte" sui cui binari vengono portati i carri da pesare.

Nei punti seguenti descriveremo le caratteristiche dei più importanti impianti sopra elencati.

- Piani caricatori

Abbiamo già visto che si tratta di piani posti ad una quota di metri 1,05 al disopra del piano del ferro.

A meno che non si tratti di impianti provvisori, nel qual caso si costruiscono anche brevi piani caricatori in legno od in ferro, sono costituiti da mura perimetrali e riempimento centrale in terra. La parte superiore può essere pavimentata con lastroni, o bitumata od anche essere lasciata in terra battuta.

Il piano caricatore più semplice è a pianta rettangolare i cui due lati lunghi costituiscono i "fronti di carico". Lungo uno di tali fronti, e cioè lungo il fronte destinato al carico sui carri ferroviari, od al loro scarico, corre un binario rettilineo che, per ottenere il buon accosto del carro al piano caricatore, è montato con il bordo interno della più vicina rotaia a metri 0,93 dal piano caricatore.

Il fronte opposto è libero da binari ed è fiancheggiato da una tratta sistemata a strada su cui possono facilmente transitare mezzi stradali che, per caricare e scarica-

./.

re dal piano caricatore, devono potersi affiancare, od accostare di coda, al fronte stesso. La larghezza da dare al piazzale su detto fronte è di almeno 15 metri che vengono opportunamente maggiorati, fino a 25 metri, in caso di lunghezze notevoli e ciò per facilitare le manovre di più mezzi stradali.

Una delle testate del piano caricatore, e generalmente si tratta di quella più vicina al cancello di ingresso allo scalo, è di norma costituita a rampa per permettere ai mezzi stradali che devono scaricare di salire sul piano caricatore. Ciò assume particolare importanza nel caso in cui si debbano poter caricare sui carri ferroviari, interi mezzi stradali. La rampa ha in genere una pendenza di circa 1:20 ed è pertanto lunga circa 20 metri dovendo salire il metro e cinque di altezza del piano caricatore.

L'altra testata può essere utilizzata per attestarvi un tronco di binario destinato al carico di testa dei carri. Ciò però avviene raramente essendo frequentissimo il caso in cui su detta testata viene ubicato il Magazzino Merci. In tal caso il carico di testa, ove debba essere previsto, viene fatto o su apposita risega od approfittando delle riseghe di cui si dirà in appresso.

Nel tipo descritto il piano caricatore viene ad assumere come detto, in pianta una forma rettangolare. La sua larghezza viene tenuta tra gli 8,00 ed i 14,00 metri od anche più se il piano caricatore è munito di Magazzino Merci.

La lunghezza viene tenuta multipla della lunghezza media dei carri e cioè multipla di metri 8,50.

Non si supera però mai la lunghezza di metri 85 pari a dieci carri e ciò per non rendere troppo complessa la manovra di svincolo dei carri già caricati o scaricati.

./.

Qualora si debba prevedere di dover tenere contemporaneamente sotto carico o sotto scarico un numero maggiore di carri si fa ricorso ai piani caricatori a più fronti.

Il più semplice tipo di piano caricatore a più fronti potrebbe essere quello derivato dal rettangolare spezzettando il fronte di carico a mezzo di riseghe. Le riseghe dovrebbero essere di 4 metri e ciò permetterebbe di svolgere sul fronte di carico un fascio di più binari paralleli ciascuno dei quali si attesterebbe ad una risega e si affiancherebbe quindi al corrispondente tratto di fronte. Facendo di opportuna, non eccessiva, lunghezza ognuno dei fronti sarebbe possibile svincolare un carro di un gruppo muovendo i soli carri del gruppo stesso. Una tal soluzione, però, presenta lo svantaggio di allargare notevolmente una delle estremità del piano caricatore e quindi di sfruttare male l'area complessivamente disponibile. Partendo, infatti, da una larghezza minima di 8 metri in corrispondenza dell'ultima risega e salendo di 4 in 4 metri si raggiungono presto larghezze esagerate.

Si potrebbe ricorrere al sistema di introdurre delle riseghe, che potremmo dire complementari, sul fronte del carico stradale. Tale soluzione indubbiamente ridurrebbe il volume inutile del manufatto ma non migliorerebbe sostanzialmente lo sfruttamento dell'area disponibile.

Si preferisce quindi ricorrere al tipo detto "a denti di sega". In questo tipo il fronte lato carri ferroviari viene seghettato in modo tale che ogni tratto di accosto sia inclinato rispetto all'asse principale della pianta del Piano Caricatore. A ciascun tratto viene affiancato un binario che si dirama, a spina di pesce, da un binario rettilineo la cui estremità, non accostata al piano caricatore, viene utilizzata per binario di deposito carri.

./.

La lunghezza di ciascuna tratta viene tenuta sui 34 metri (4 carri) per i Piani caricatori a resa accelerata e sui 68 metri (8 carri) per quelli a resa ordinaria.

La larghezza del piano caricatore varia, con il sistema a denti di sega, da un minimo di m. 8,00 nei punti più stretti ad un massimo di metri 13,30 nei punti di sporgenza dei denti di sega.

Anche queste dimensioni trasversali, così come accade nei piani caricatori a pianta rettangolare, possono essere maggiorate se sul piano trova posto il Magazzino Merci.

Tanto le riseghe, nel tipo poco usato a rettangoli successivi, quanto i denti, nel caso del tipo a denti di sega, sono utilizzabili per il carico di testa.

In tal caso il bordo del piano caricatore viene sopraelevato fino a m. 1,35 sul piano del ferro per fare in modo che le operazioni di carico siano effettuate ad un piano più alto dei respingenti dei carri ferroviari.

Il carico di testa si presenta particolarmente vantaggioso per caricare veicoli, automobili, locomobili ecc. su carri ferroviari. Questo sistema, ad esempio, è quello usato per il carico di autovetture sui "treni auto" che attraversano le gallerie alpine del San Gottarto e del Sempione.

In alcuni scali di grande importanza si hanno spesso due file di piani caricatori, a denti di sega, uno destinato agli arrivi ed uno alle spedizioni. In tal caso i due piani caricatori sono disposti uno parallelo all'altro e possono essere o con i fronti di carico ferroviari, e cioè con i denti di sega, affrontati o con i fronti stessi da banda opposta.

./.

- Piani caricatori coperti

Non presentano, rispetto ai piani caricatori normali, altra particolarità oltre quella di essere coperti da apposita tettoia, generalmente del tipo ad ombrello e cioè con una sola fila di pilastri al centro, che sporgono a sbalzo oltre i due cigli in modo da garantire che non solo le merci depositate ma anche le operazioni di carico e scarico siano protette dalle intemperie.

La copertura era un tempo costituita con strutture in legname ma oggi si usano strutture portanti in cemento armato e coperture in laterizio forato e travetti in cemento armato.

- Piani caricatori di trasbordo

In uno stesso carro possono trovarsi merci destinate a direzioni diverse e pertanto può essere necessario, nelle stazioni di diramazione, effettuare trasbordo di merci da un carro all'altro.

L'operazione vien fatta in corrispondenza di piani caricatori di trasbordo che sono dei piani caricatori del tipo coperto che, dovendo servire solo per carico e scarico dei carri ferroviari, hanno la particolarità di avere ambedue i fronti affiancati da binario. Il tipo normale di tali piani caricatori è a pianta rettangolare con larghezza di metri 6,00 e con copertura in cemento armato a pilastratura centrale.

- Piani caricatori per bestiame

Hanno la particolarità di avere solo un fronte, e cioè quello ferroviario, nel senso che il fronte opposto è costituito da una rampa che permette al bestiame di raggiungere il piano stradale.

./.

La larghezza del piano caricatore è di circa metri 12,00 quattro in orizzontale a quota 1,05, ed 8 di rampa.

Molto spesso sono completati da una fossa per la raccolta temporanea del letame estratto dai carri e da un piccolo deposito di disinfettanti.

- Piani caricatori militari

Vengono costruiti in località indicate dall'Autorità Militare e servono per il rapido scarico di truppe, cavalli e materiali dai treni militari.

Hanno la stessa sezione dei piani caricatori per bestiame ma sono in genere molto più lunghi. Vengono infatti costruiti o per l'intera lunghezza di un treno militare o per mezzo treno. Anche in quest'ultimo caso però il binario di accosto viene tenuto lungo quanto un intero treno e ciò per permettere lo scarico in due tempi ma senza necessità di dimezzamento e senza impegnare altri binari.

- Magazzini merci

Abbiamo già detto che servono per il deposito delle merci in attesa di carico su carri ferroviari ovvero già scaricate ed in attesa di ritiro da parte del cliente.

Servono anche da piano caricatore per le merci ad essi dirette e pertanto il loro piano è tenuto a metri 1,05 sul piano del ferro.

In genere i magazzini merci sono a pianta rettangolare e la introduzione e l'uscita delle merci, da ambedue i fronti, avviene dai lati lunghi a mezzo di portoni larghi metri 1,80 praticati sui muri longitudinali.

Per facilitare le operazioni si dispongono le cose in modo che i muri perimetrali non stiano a filo con il fronte

./.

di carico: dal lato dei carri ferroviari i muri sono arretrati di due metri mentre che dal lato stradale l'arretramento è di un metro. In definitiva pertanto i lati lunghi dei magazzini sono contornati da una vera e propria banchina.

La banchina dal lato dei carri ferroviari è, come per i piani caricatori, tenuta a metri 0,93 dal bordo interno della più vicina rotaia.

Le caratteristiche fondamentali di questi magazzini a pianta rettangolare sono le seguenti:

- la larghezza interna è di m. 7,00 o di m. 9,00 (la corrispondente larghezza esterna è rispettivamente di m. 10,20 e 12,20)
- i pilastri di sostegno della copertura sono intervallati, nel senso della lunghezza, del magazzino, di m.4,25 tra asse ed asse.
- i portoni sono praticati ad interassi alterni e pertanto la loro distanza è di metri 8,50 tra asse ed asse ed è cioè eguale alla lunghezza media dei carri ferroviari.
- la lunghezza minima del magazzino viene tenuta a m.13,35 corrispondenti a 3 campate da m. 4,25 più lo spessore di m. 0,60 di un pilastro.
- la eventuale maggior lunghezza necessaria, in funzione del numero dei carri da servire, viene ottenuta con aggiunta di coppie di campate e cioè con aggiunta di una o più lunghezze di m. 8,50
- nei magazzini merci più importanti una o due campate vengono adottate ad Uffici del personale addetto alla gestione.

Anche per i magazzini merci può essere usata la pianta a denti di sega ed anche per essi si usano, in tal caso, fronti per 4 carri (m. 34) nel caso di magazzini adibiti a servizio della Resa Accelerata e per 8 carri (m. 68) per quelli adibiti alla Resa Ordinaria.

./.

Nel caso di pianta a denti di sega la larghezza del magazzino varia tra m. 13,10 alla base del dente e m. 18,50 alla punta del dente medesimo. La distanza tra i portoni viene tenuta, tra asse ed asse, di metri 10,50.

- Binari di carico e scarico diretto

Nei piccoli scali il binario per il carico e scarico diretto è un binario parallelo al fronte di carico stradale del piano caricatore. In tal modo si ottiene che sia unico il piazzale di carico a disposizione dei mezzi stradali. Tra il fronte di carico del piano caricatore ed il binario di carico e scarico diretto deve essere lasciato uno spazio tale che anche quando vi siano mezzi attestati di punta tanto al piano caricatore quanto ai carri in scarico diretto, resti in mezzo uno spazio sufficiente per l'incrocio di due mezzi stradali. Si lascia quindi in genere una distanza di 15 metri che viene ridotta a 12 metri minimo indispensabile, solo quando vi è forte penuria di spazio.

Nei grandi scali possono esservi più binari di carico e scarico diretto ed in tal caso, sempre per la nota necessità di svincolo dei carri, si adottano vari binari tronchi diramantisi, a spina di pesce, da un lato e da ambedue i lati di un binario rettilineo.

- Binari di deposito e manovra negli scali merci

Negli scali di una certa importanza si impiantano dei binari per il deposito dei carri in attesa di scarico od in attesa di partenza.

Si evita così che un tal deposito avvenga sui binari di accosto ai piani caricatori od ai magazzini o sui binari di carico e scarico diretto e ciò permette un più intenso sfruttamento di questi ultimi, per lo scopo specifico cui sono destinati.

./.

In genere i binari di deposito si riuniscono in un fascio dotato di congrua asta di manovra e collegato con i binari di carico e scarico diretto.

Tutto il complesso poi deve essere posto in collegamento con i binari di arrivo e partenza dei treni merci.

- Stadere

Le stadere per la pesatura dei carri ferroviari possono essere di due tipi fondamentali e cioè "a rotaia continua" ed " a rotaia discontinua ".

Nel primo caso la normale rotaia non è interessata dal dispositivo di pesatura. Il telaio del ponte a bilico è dotato di due rotaie a gola che, manovrando una apposita leva di inserzione, possono essere accostate od allontanate dal bordo interno delle rotaie normali del binario ove è impiantata la stadera.

Quando le due rotaie a gola sono allontanate è come se, agli effetti della circolazione sul binario, la stadera non esistesse. Quando invece esse sono avvicinate alle rispettive rotaie, il bordino dei carri sale nella loro gola ed il carro si trova a gravare completamente sul telaio del bilico. Quest'ultimo, attraverso un complesso sistema di leve poggianti su affilati coltelli, è collegato ad un meccanismo pesatore a due leve, e due romani, una con divisioni da 1 tonnellata ed una con divisioni di 5 in 5 chilogrammi.

Il meccanismo pesatore è montato in un garitta posta a fianco del binario e nella garitta trova posto anche la leva per la manovra di accostamento delle rotaie a gola. Il movimento di questa leva fa girare, intorno ad un asse verticale, anche un disco metallico, verniciato in rosso, posto al di sopra della garitta. Tale disco, quando è disposto normalmente

./.

al binario, indica che le rotaie a gola sono accostate e che quindi il corrispondente tratto di binario deve essere percorso solo da carri di peso contenuto nella portata della stadera ed a bassa velocità. In questa posizione le locomotive non possono circolare sulla stadera.

Il ponte della stadera è normalmente lungo 9 metri e la portata massima della stadera è di 40 Tonnellate.

Nelle stadere " a rotaia discontinua" le rotaie del binario, che sono ovviamente segate alla estremità del ponte, sono montate sul ponte medesimo e quindi il peso dei carri in transito viene a gravare sulla stadera anche quando non si effettuino operazioni di pesatura. La stadera deve, di conseguenza, essere opportunamente dimensionata.

In alcune stadere moderne si è proceduto alla automatizzazione delle pesature. Non occorre quindi più che lo operatore provveda ad azzeramenti mediante spostamento di romani ma, con un sistema analogo a quello delle bilance automatiche, si ottiene la lettura del peso a mezzo di un indice che si sposta in corrispondenza di una scala circolare. La apparecchiatura fornisce anche un cartellino con i dati relativi al carro, opportunamente preimpostati dall'operatore, e con il peso del carro medesimo.

Nei tipi più moderni la stadera può effettuare pesature di carri in composizione ad una colonna in movimento, ovviamente a velocità ridotta, sulla stadera stessa. Un tal tipo di pesatura viene adottato su piazzali interessati dal movimento di un gran numero di carri e permette un notevolissimo risparmio di tempo.

- Gru

Esistono più tipi di gru con portate da 6, da 10 e da 20 tonnellate. Sono sempre a manovra manuale e, come

./.

si è già detto, hanno la volata che può ruotare intorno ad un asse verticale.

Nel programma di ammodernamento è allo studio la motorizzazione, tanto del movimento di sollevamento quanto di quello di rotazione, delle gru dei piazzali merci a più intenso traffico.

D = IMPIANTI ELEMENTARI PER IL MOVIMENTO TRENI E MANOVRE

- Generalità

Occorre premettere che si definisce:

- "treno" un qualsiasi mezzo automotore o convoglio che debba viaggiare sulla linea da una stazione all'altra od, in senso più generale, da una località di servizio all'altra
- "manovra" qualunque spostamento di locomotive o veicoli nell'ambito di una stazione o, più genericamente, di un impianto ferroviario. In particolare si considera manovra qualunque spostamento di un treno o di una parte di esso durante la sosta in stazione e prima che sia dato l'ordine di partenza per un'altra stazione.

Gli impianti elementari che servono per i movimenti di treni e manovre nell'interno delle stazioni sono:

- i binari di incrocio
- i binari di precedenza
- i fasci di binari

- Binari di incrocio

I binari di incrocio sono, ovviamente, tipici delle stazioni a semplice binario. Essi possono essere usati anche per precedenze.

./.

Il più semplice esempio di stazione di linea a semplice binario è quello di una stazione con un binario di corsa, in diretto prolungamento del binario di piena linea, e di un binario laterale di precedenza derivato a mezzo di uno scambio di ingresso ed uno scambio di uscita dal binario di corsa.

La distanza tra le traverse limite dei due scambi estremi è la lunghezza utile per il ricevimento di treni che debbano effettuare incroci o dare precedenze e tale distanza deve essere ovviamente proporzionata alla lunghezza dei treni in circolazione sulla linea e cioè al cosiddetto "modulo" della linea.

Meno comune è la disposizione che prevede che i due binari ed i relativi scambi siano montati in modo tale che si abbia, da ambo i lati, un corretto tracciato in ingresso ed un tracciato sul ramo deviato dello scambio in uscita. Un tal dispositivo viene usato quando tutti i treni fermino nella stazione e quanto nella stazione stessa ogni binario sia specializzato per un senso di marcia.

Non è raro il caso di stazioni con più binari derivati.

In tal caso esiste sempre un binario di corretto tracciato per i treni in transito. Gli altri binari vengono usati in caso di incrocio o di precedenza di più treni.

Ovviamente se tutti i binari devono essere usati per incroci occorre che anche il binario più corto e cioè quello derivato con più scambi e quindi più lontano dal binario di corsa, sia di lunghezza proporzionata al modulo della linea.

- Binari di precedenza

Nelle stazioni a semplice binario, come abbiamo detto, essi coindidono con i binari di incrocio. I binari di solo precedenza si trovano invece nelle stazioni a doppio binario.

./.

Il tipo più semplice di stazione per linea a doppio binario è quello in cui per ogni direzione esiste un binario di corsa costituente il passaggio diretto nella stazione dei due binari di piena linea ed in cui da ogni binario di corsa si deriva, in modo analogo a quello visto per le stazioni a semplice binario, un binario di precedenza.

In genere i due binari di corsa sono i due binari centrali ed i cui binari di precedenza sono laterali,uno per parte.

E' noto che in una linea ferroviaria, a semplice od a doppio binario, i treni che marciano in una delle direzioni sono numerati con una numerazione dispari e vengono semplicemente indicati come "dispari" e quelli in direzione opposta, detti "pari", sono numerati con numerazione pari.

In Italia sono dispari i treni che viaggiano in direzione Nord - Sud od Est - Ovest con eccezione della Sicilia ove il senso dispari è quello Ovest-Est.

E' altresì noto che in una stazione passante i binari vengono numerati a partire dal Fabbricato Viaggiatori e pertanto la disposizione sopra descritta di stazione a doppio binario porta, se il FV è dal lato dispari, ad avere:

- il primo binario di precedenza dispari
- il secondo di corsa dispari
- il terzo di corsa pari
- il quarto di precedenza pari.

Il dispositivo si completa con una comunicazione pari-dispari, tra i binari di corsa, da una parte ed una dispari-pari dall'altra.

Tali comunicazioni servono nel caso in cui si debba istradare un treno pari sul binario dispari o viceversa e cioè nel caso in cui si debba effettuare il cosiddetto "Istrada-

./.

mento sul binario illegale". Un simile istradamento è da noi, fino ad oggi, adottato solo nel caso di interruzione di uno dei due binari di una linea a doppio binario. Non mancano all'Estero linee a doppio binario in cui ambedue i binari possono essere usati per ambedue le direzione e sono a tanto predisposti sia nei riguardi dei dispositivi di armamento sia nei riguardi del segnalamento di arrivo, partenza e di linea. Un tal tipo di traffico prende il nome di traffico "a binari banalizzati" ed è particolarmente conveniente nel caso in cui vi siano sulla linea delle ore in cui il traffico è prevalentemente in un senso e cioè nel caso in cui l'orario preveda delle "flotte di treni".

Il tipo di stazione su linea a doppio binario,con binari di corsa al centro e binari di precedenza laterali, piò subire delle varianti nel senso che non mancano stazioni in cui i binari di precedenza anzichè essere il primo ed il quarto sono il primo ed il terzo, il secondo ed il quarto od il secondo ed il terzo.

Ove siano poco frequenti le precedenze tra i treni ovvero ove vi sia forte penuria di spazio nel senso trasversale, si impianta un sol binario di precedenza posto al centro tra i due binari di corsa ed utilizzabile per ambedue i sensi di marcia. Il binario stesso viene in questo caso detto "di precedenza promiscua".

Meno frequente è il caso in cui il binario di precedenza promiscua si trova a fianco di uno dei binari di corsa e quindi lontano dall'altro. Una tal disposizione obbliga, per una delle direzioni di marcia, a far tagliare, da un treno che va in precedenza, il binario di corsa nella direzione opposta e quindi è più vincolativa agli effetti delle possibilità di movimenti contemporanei.

In tutti i casi che abbiamo descritti si può introdurre la variante costituita dal non derivare con un solo

./.

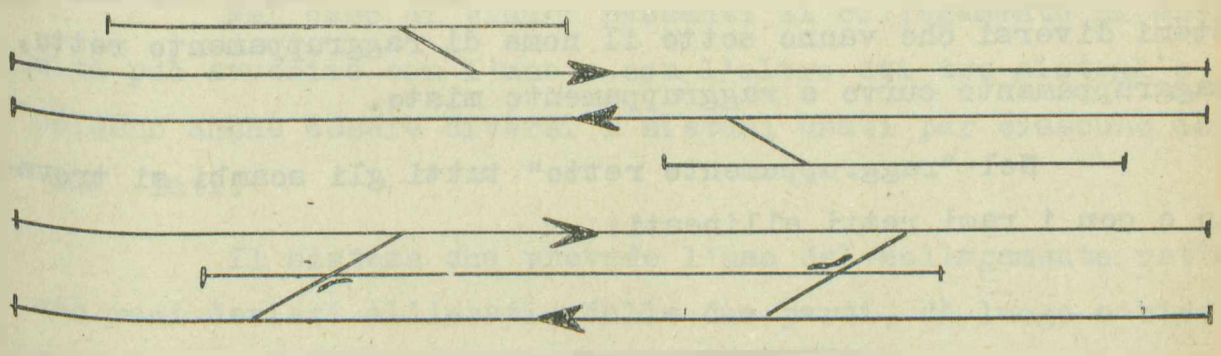
scambio i binari di precedenza da quelli di corsa ma di lasciarli tra di loro paralleli e collegarli con comunicazioni. I binari di precedenza in questi casi prosegue un po' oltre lo scambio di punta e finisce ad un paraurti costituendo così quello che viene chiamato "tronchino di sicurezza".

La presenza del tronchini di sicurezza garantisce, una volta che la comunicazione sia disposta per il parallelismo, che uua manovra sul binario di precedenza non possa mai venire ad interferire con un treno in arrivo o partenza od in transito sul binario di corsa.

Con tutti i sistemi sopra descritti si verifica sempre che un treno in ingresso in stazione debba incontrare di punta almeno uno scambio.

Prima del diffondersi degli impianti di sicurezza, che garantiscono la perfetta aderenza dell'ago al contrago ed il bloccamento dell'ago nella posizione raggiunta, si pensò di evitare, per ovvi motivi di maggior sicurezza, che i treni in transito incontrassero scambi da prendere di punta. Ciò risulta possibile, ovviamente, solo in stazioni su linee a doppio binario ed a patto di accettare che i ricoveri nei binari di precedenza avvengano per retrocessione.

I dispositivi possibili sono quelli di cui alla seguente figura:



Il primo di essi evita che per la manovra di retrocessione si debba occupare il binario di partenza in uscita dalla stazione ma presenta l'inconveniente che i treni ricoverati restano lontani dal fabbricato viaggiatori.

./.

- Fasci di binari ed aste di manovra

Un gruppo di più binari paralleli, tra di loro collegati da scambi, prende il nome di "fascio di binari".

Il collegamento può avvenire da un sol lato ed in tal caso si ha un fascio di binari "tronchi" o da ambedue i lati ed allora il fascio è detto di binari "passanti".

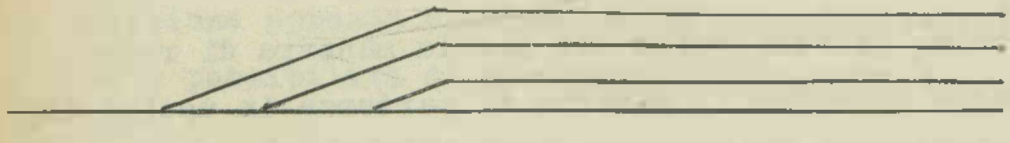
In genere tutti i binari di un fascio convergono in un unico binario rettilineo di opportuna lunghezza oltre l'ultimo scambio. Tale binario prende il nome di "asta di manovra" e serve per permettere la manovra di estrazione di colonne di carri da un binario ed il passaggio dei carri stessi in un altro binario del fascio.

La lunghezza dei binari di un fascio è da stabilirsi caso per caso in base allo scopo cui il fascio deve essere adibito. La lunghezza dell'asta deve, poi normalmente, commisurarsi alla lunghezza utile del più lungo dei binari del fascio.

La conformazione del fascio e la posizione degli scambi vengono studiate in modo tale da ottenere la massima lunghezza utile possibile evitando, contemporaneamente, l'impiego di curve troppo strette.

Il raggruppamento dei binari può avvenire con tre sistemi diversi che vanno sotto il nome di raggruppamento retto, raggruppamento curvo e raggruppamento misto.

Nel "raggruppamento retto" tutti gli scambi si trovano o con i rami retti allineati:

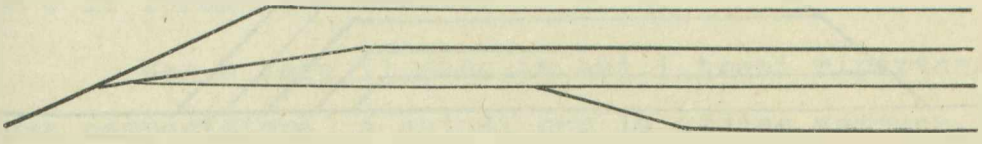


./.

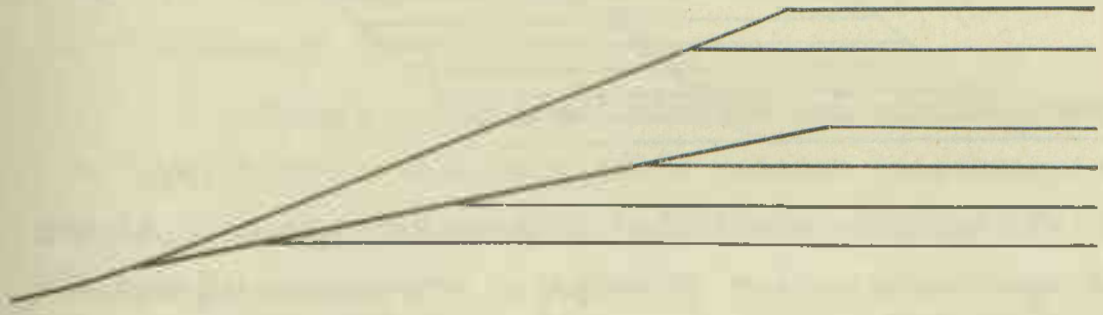
o con i rami deviati allineati:



Nel "raggruppamento curvo" al ramo deviato di uno scambio corrisponde il ramo retto del successivo:



Nel raggruppamento misto, che è quello più frequente, si usa un pò di un sistema ed un pò dell'altro.

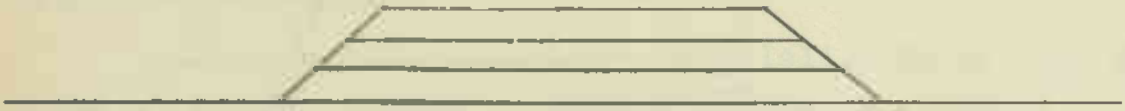


Nel caso di binari passanti il collegamento di estremità può avvenire con l'uno o con l'altro dei tre sistemi e possono anche essere diversi i sistemi usati per ciascuno dei due lati.

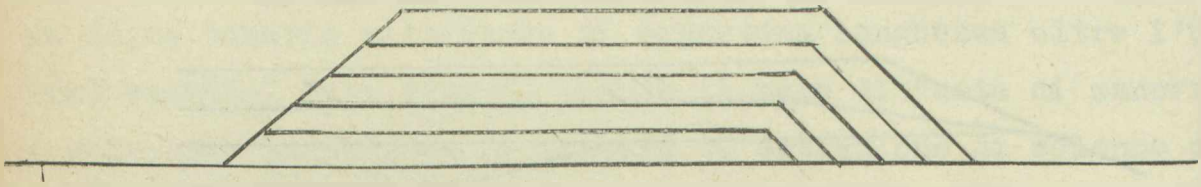
Il sistema che prevede l'uso del collegamento retto, con rami deviati allineati, dalle due parti, dà luogo a binari di differente lunghezza e rapidamente decrescenti ma mano che

./.

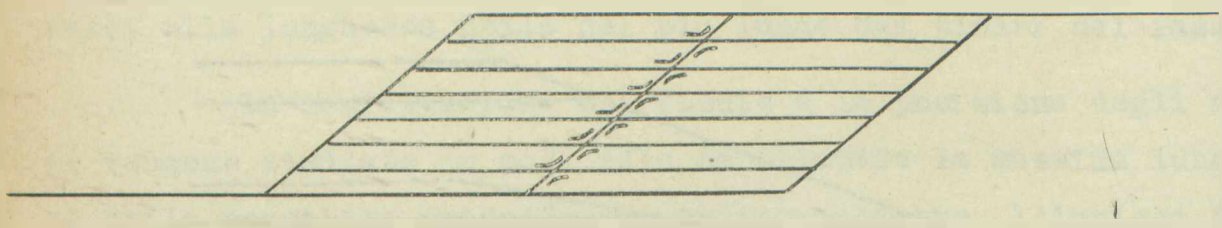
ci si allontana dal binario principale:



Si può allora invece far ricorso all'uso dei due diversi sistemi retti alle due estremità:



E' alle volte anche usato il sistema "a losanga" che dà luogo a binari di egual lunghezza sia pure con l'inconveniente di non aver alcun binario rettilineo:



In qualche caso, come indicato in figura, si impianta anche una comunicazione intermedia, con scambi inglesi, che interessa tutti o parte dei binari.

Il collegamento dei fasci con i binari di corsa viene fatto con opportune comunicazioni.

In corrispondenza del collegamento si impianta la asta di manovra. In alcuni casi si hanno due fasci paralleli ciascuno con la sua asta di manovra e ciò permette di ricevere o far partire un treno dal primo fascio senza interrompere la manovra sul secondo.

./.

E - IMPIANTI DI FORMAZIONE, RIORDINO E SMISTAMENTO

- Impianti di formazione

Nelle stazioni terminali od in quelle in cui, comunque, nasce un treno viaggiatori occorre procedere alla formazione del treno stesso radunando su di un unico binario le vetture occorrenti.

Ciò può essere fatto sugli stessi binari adibiti a ricevimento e partenza treni ma nelle stazioni più importanti è in genere fatto in appositi binari di deposito vetture e di formazione treni.

Non è raro il caso in cui i treni ripartono con la stessa composizione, e quindi con le stesse vetture, di un altro treno precedentemente arrivato ed in tal caso non si dà luogo a vere e proprie manovre di formazione. Le vetture del treno in arrivo vengono però spesso egualmente portate sui binari di deposito e ciò sia per lasciare liberi specie nel caso di lunghe soste, i binari di ricevimento e partenza, sia per provvedere ad operazioni accessorie quali la pulizia, i rifornimenti ecc.

Sempre per i treni viaggiatori capita spesso di dover aggiungere o staccare delle vetture in stazioni intermedie. Queste variazioni di composizione vengono fatte sui binari di ricevimento e partenza, spesso prelevando le vetture da fasci di deposito o depositandovele.

Il caso dei treni merci può considerarsi paragonabile a quello dei treni viaggiatori solo nel caso di treni merci a lungo percorso ed a composizione, praticamente bloccata. E' però molto frequente il caso in cui in ogni stazione, od almeno in molte stazioni, si provvede ad aggiungere o togliere dei carri da un treno merci. Da ciò la necessità di particolari impianti di cui parleremo ai punti successivi.

- Impianti di riordino

Per semplificare e facilitare le manovre nelle stazioni intermedie i treni merci vengono composti, nelle stazioni

di origine, in modo tale che, a partire dalla testa del treno, si trovino via via i carri destinati alle singole stazioni del percorso. In tal modo in ogni stazione in cui il treno arriva i carri da staccare sono quelli subito adiacenti alla locomotiva e ciò facilita la manovra che deve essere effettuata dalla stessa locomotiva del treno.

Si deve però tener presente che in ogni stazione si effertua, in genere, anche l'aggiunta di carri e ciò fà si che, a meno di non voler effettuare complesse manovre in ogni stazione, ben presto la composizione non è più ordinata nel modo sopradetto ed occorre quindi provvedere ad operazioni "di riordino".

Le cose vengono disposte in modo che nelle stazioni intermedie non si effettuino che manovre di aggiunta e di distacco e che in stazioni maggiori, appositamente attrezzate ed opportunamente intervallate, si effettuino le operazioni di riordino.

Il riordino viene effettuato su di un apposito "fascio di riordino" , in genere di non più di 8 o 10 binari, ed all'operazione si provvede con movimenti di va e vieni a mezzo di apposita locomotiva.

- Impianti di smistamento

Le stazioni di smistamento sono impianti di fondamentale importanza.

E' frequentissimo, in una Rete ferroviaria, la presenza di "nodi" in cui confluiscono più linee provenienti da diverse direzioni.

E' evidente come sia ben raro il caso in cui nel nodo giunga, da una delle direzioni, un treno con vetture o con carri tutti destinati ad una sola delle altre direzioni.

./.

Se si tratta di un treno viaggiatori basta procedere al distacco di una o più vetture, opportunamente predisposte sin dalla formazione del treno, ed ottenere così le varie sezioni che con opportuni treni vengono inoltrate nelle varie direzioni. Le operazioni possono essere fatte sugli stessi binari di ricevimento e partenza treni.

Nel caso invece di un treno merci i carri destinati alle varie direzioni, spesso provenienti da varie stazioni incontrate durante il percorso, sono in genere variamente intervallati e quindi l'operazione di suddivisione e raggruppamento dei carri diretti alle varie destinazioni, operazione che prende il nome di "smistamento per direzione", si presenta notevolmente più complessa.

Nelle stazioni di diramazione con traffico non elevato l'operazione di smistamento, e quella di riordino quasi sempre successivamente necessaria, si effettua sugli stessi binari di ricevimento e partenza dei treni merci, mentre che nelle stazioni con forte traffico si hanno impianti appositi costituiti da fasci di smistamento con almeno tanti binari quante sono le direzioni possibili e da altri fasci per il riordino.

Le operazioni di smistamento possono essere effettuate, con apposita locomotiva, a mezzo di movimenti di va e vieni, sui vari binari. Si tratta però di una operazione lunga e costosa per cui, nelle stazioni che debbano smistare giornalmente diverse centinaia od addirittura alcune migliaia di carri al giorno, si ricorre al sistema di "manovra a gravità".

Si distinguono allora un "fascio arrivi", ove vengono ricevuti i treni da smistare, ed un "fascio di direzione". I due fasci sono generalmente disposti uno in prosecu-

./.

zione dell'altro e sono collegati da un binario comune attraverso il quale un treno alla volta viene passato, carro per carro od al più per gruppi di carri consecutivi di egual destinazione, nei vari binari del fascio di direzione e pertanto in ciascuno di questi ultimi si trova, ad operazione terminata, solo materiale diretto alla direzione ad esso assegnata.

Il passaggio dei carri dal fascio arrivi al fascio di direzione avviene per gravità e ciò può essere ottenuto in due modi:

- nelle stazioni "a pendenza costante" si tiene tutto il fascio arrivi in pendenza verso il fascio di direzione. Il treno da smistare viene portato sul fascio in pendenza dalla sua locomotiva che poi si allontana attraverso un binario di disimpegno. Dopo di ciò allentando i freni dei vari carri, previo sganciamento, si fanno defluire i carri nei vari binari del fascio di smistamento.
- nelle stazioni con "sella di gravità" invece il fascio arrivi e quello di direzione sono in genere in piano e allo stesso livello. Sul binario che unisce i due fasci viene realizzata una schiena d'asino che può raggiungere, nel puuto più alto, una altezza anche superiore ai 4 metri sul piano dei fasci di arrivo e di direzione. Le operazioni di lancio vengono effettuate per un treno alla volta. Ciascun treno, con i carri opportunamente sganciati, viene spinto dal fascio arrivi sulla sella a mezzo di una locomotiva che avanza lentamente in modo che i vari carri, od i gruppi di carri successivi aventi la stessa direzione, si avviino, appena oltreppasato il culmine della sella, nei binari del fascio di dire-

./.

zione. La velocità della locomotiva è regolata in modo tale che i vari carri si avviino sul tratto in discesa opportunamente intervallati l'uno dall'altro.

In ambedue i sistemi occorre procedere, per ogni lancio, a variare l'itinerario onde porre in collegamento il binario proveniente dal fascio arrivi con un determinato binario del fascio di direzione ed occorre poi disporre di un sistema di frenatura dei carri lanciati in modo da essere sicuri che essi raggiungano la testa della colonna dei carri già lanciati nello stesso binario e che si accostino ad essi senza forte urto.

Il sistema a sella è oggi preferito perchè non introdure, nelle varie variabili che influenzano la velocità di ogni lancio, anche la variabile corrispondente al punto del fascio arrivi in pendenza da cui il carro inizia la corsa.

Alla variazione dell'itinerario sul fascio di direzione si può procedere con manovra a mano degli scambi, ma, negli impianti più moderni, si preferisce adottare uh impianto centralizzato con manovra a distanza, in genere elettrica, degli scambi.

Uno dei sistemi per informare il personale addetto agli scambi dell'itinerario che di volta in volta deve essere costituito è quello di scrivere sulla parte anteriore dei carri, con gesso e a grandi cifre, il numero del binario del fascio di direzione su cui il carro va lancaito. Sulla parte posteriore dello stesso carro viene invece scritto il numero del binario sul quale è da effettuarsi il lancio seguente. In tal modo ad ogni passaggio di carri il personale addetto agli scambi è già in grado di conoscere come deve modificare l'itinerario per il lancio seguente.

Esistono però anche sistemi più perfezionati che vengono usati in particolare negli impianti con centralizzazione degli scambi. Si procede allora a consegnare preventivamente alla cabina che manovra gli scambi il "bollettino di lancio" che indica la composizione del treno da lanciare ed i binari del fascio di direzione cui sono destinati i vari carri o gruppi di carri e si possono anche realizzare impianti automatici in cui si provvede ad impostare in apposita apparecchiatura il programma di lancio di un intero treno e l'apparecchiatura provvede, automaticamente al passaggio di ciascuno carro lanciato, a modificare l'itinerario in modo da predisporre gli scambi nella posizione desiderata per il lancio successivo.

In questi impianti altamente automatizzati anche la frenatura dei carri, come vedremo, può essere resa,automatica.

- Caratteristiche tecniche di un impianto di smistamento a gravità

Nei punti precedenti abbiamo descritto il funzionamento di un impianto di smistamento. Prenderemo ora in esame le caratteristiche tecniche delle varie parti costituenti un tale impianto.

Cominciamo dal "fascio arrivi" e notiamo che esso deve avere dei binari di lunghezza corrispondente ai treni provenienti dalle singole linee e che il numero dei binari deve essere proporzionato alle necessità di ricovero di tutti i treni che arrivano nel periodo di maggior carico della giornata.

Il fascio arrivi, a meno che negli impianti a pendenza continua, viene tenuto, ogni volta che ciò sia possibile, a quota un pò più alta di quella del fascio di direzione.

./.

Il fascio arrivi è poi tenuto in orizzontale od in lieve discesa verso la sella con una certa contropendenza finale che ha lo scopo di comprimere i respingenti dei carri e facilitare lo sganciamento di questi.

Il "fascio di direzione" deve avere almeno tanti binari quante sono le direzioni verso cui devono essere inoltrati i treni in partenza dalla stazione di smistamento e la lunghezza dei binari deve essere commisurata alla lunghezza dei treni da comporre.

Negli impianti più importanti il numero dei binari del fascio di direzione è anche maggiore del numero di linee che si dipartono dal nodo e ciò in quanto oltre a smistare i carri per direzione si provvede a smistarli per destinazioni diverse sulla stessa direzione.

Al numero di binari del fascio di direzione risultante dalle necessità di smistamento, si aggiungono uno o due binari ove si provvede al lancio dei carri scartati per riparazioni, ricondizionamenti del carico ecc.

Specie negli impianti automatizzati si procede, all'estero, alla verifica del rodiggio di ogni carro a mezzo di personale che prende posto in una fossa sul tratto ascendente della sella di lancio.

Nello stabilire il tracciato del fascio di direzione si dovrà aver cura di tenere gli scambi non troppo lontani dalla sella di lancio e ciò in quanto vengono così ridotti gli spazi che ogni carro deve percorrere prima di lasciare liberi gli scambi per il lancio successivo e si ottiene di conseguenza la possibilità di un più celere susseguirsi dei lanci.

Va inoltre curato che i tracciati tra la sella ed i singoli binari del fascio di direzione non abbiano lunghezze fortemente differenti e che essi presentino, nei limiti del possibile, resistenze al rotolamento non molto difformi.

./.

Si cerca, in altri termini, di far sì che le differenze di velocità di ogni carro dipendano esclusivamente dalla scorrëvolezza del carro e non dal tracciato che esso segue.

A proposito di scorrevolezza dei vari carri diciamo subito che la resistenza al moto dei carri, e cioè proprio il fattore che determina la scorrevolezza, varia moltissimo a seconda della temperatura ambiente e del tipo del carro.

Alla temperatura media della nostra latitudine la resistenza può variare tra 4,5 kg. per tonnellata per un carro vuoto chiuso, che vien detto "cattivo marciatore", a 2,8 kg. per tonnellata per un carro pianale a basse sponde detto "buon marciatore" (Tali valori tengono conto della velocità cui vanno riferiti e del raffreddamento delle boccole dovuto alle soste nel fascio arrivi).

Con temperature particolarmente rigide tali valori possono addirittura raddoppiarsi e quindi raggiungere i 9 kg. per tonnellata per i carri cattivi marciatori ed i 5,6 kg. per tonnellata per i carri buoni marciatori..

E' questo il motivo per cui nelle vecchie stazioni di smistamento a gravità, che avevano selle con altezza di circa due metri, si usavano due selle di lanciamento parallele, una estiva ed una invernale, di diversa altezza e profilo. Le due selle erano collegate tanto al fascio arrivi quanto a quello di direzione in modo tale da poter essere indifferentemente usate.

Il calcolo dell'altezza di caduta di una sella può essere, in prima approssimazione, effettuato con una equazione che eguagli il lavoro motore dovuto alla gravità al lavoro resistente corrispondente al percorso che il lancio deve compiere.

./.

Se quindi indichiamo con:

P il peso del carro in tonnellate

h l'altezza di caduta in metri

r_m la resistenza media in kg. per tonnellata

l la distanza, nel fascio di direzione, che il carro deve percorrere prima di fermarsi

possiamo scrivere:

$$1000 \cdot P \cdot h = P \cdot r_m \cdot l$$

da cui

$$h = \frac{r_m \cdot l}{1000}$$

Per dei valori medi e cioè per l = 450 metri ed r_m = 5 chilogrammi per tonnellata si ottiene h = metri 2,25.

Con una altezza di caduta così calcolata si ottiene che un carro buon marciatore percorra quasi tutta la lunghezza del fascio di direzione e si ferma, senza urtare i carri che ivi si trovassero, verso il termine del fascio stesso.

Occorre quindi procedere essenzialmente alla sola frenatura dei carri buoni marciatori che devono accostare in un binario ove già sia stato lanciato un notevole numero di carri. Contro tale situazione vantaggiosa si verifica però l'inconveniente che un carro cattivo marciatore, a meno che non venga lanciato in un binario già quasi pieno del fascio di direzione, difficilmente riesce ad accostare e ciò fa si che si rendano necessarie continue manovre di accostamento previa interruzione delle operazioni di lancio e ciò provoca notevolissimi perditempi.

L'inconveniente non era eliminabile data la scarsa efficienza del sistema di frenatura allora usato.

Nei primi tempi infatti si frenavano i carri a mezzo di "scarpe o staffe" che si disponevano su di una del-

./.

le rotaie del tratto rettilineo del binario del fascio di direzione. La staffa era sagomata in modo da abbracciare il fungo della rotaia in modo tale che al sopraggiungere di un carro la scarpa veniva trascinata bloccando la ruota, e quindi l'asse, del carro che veniva quindi energicamente frenato.

In un opportuno punto del binario era installato un "cacciastaffe" che permetteva alla staffa, dopo di essere stata trascinata per un congruo tratto di binario, di abbandonare il binario e di interrompere quindi l'azione di frenatura.

L'agente addetto alle staffe, detto "staffista", giudicava ad occhio la velocità con cui il carro si avvicinava e disponeva la staffa ad una distanza dal cacciastaffe tanto maggiore quanto più elevata era la velocità, e quindi quanto maggiore era l'azione frenante da applicare, e tanto minore quanto più lungo era il tratto libero del binario del fascio di direzione ove si effettuava il lancio e cioè quanto maggiore era lo spazio che il carro doveva percorrere prima di accostare.

Il sistema, primordiale, permetteva buoni risultati solo in grazia della lunga pratica degli staffisti.

Oggi che i sistemi di frenatura sono stati, come vedremo, notevolmente migliorati, si è potuto adottare delle selle di lanciamento con forti pendenze e con forti altezze di caduta e con ciò si è riusciti ad eliminare, o quanto meno a decisamente ridurre, l'inconveniente dei mancati accosti.

Nelle selle a forte altezza, l'altezza viene calcolata in prima approssimazione in modo tale che un carro cattivo marciatore percorra, nelle peggiori condizioni, uno spazio sufficiente oltre gli scambi del fascio di direzione.

./.

Si stabilisce poi il profilo e si procede, con opportuni calcoli, a verificare la velocità nelle varie tratte discendenti dalla rampa.

Per eseguire tali verifiche si divide il profilo discendente in tratti successivi ed a ciascuno di essi si applica successivamente l'equazione che si ottiene eguagliando l'incremento di energia cinetica, nel tratto considerato, al lavoro delle forze esterne nel tratto stesso.

Eliminando il peso del carro da ambo i membri si può allora scrivere:

$$\frac{1000}{2g}\, a\, (V_2^2 - V_1^2) = (i - r)\, \Delta l$$

ove:

g è l'accelerazione di gravità

a è un coefficiente per tener conto delle masse rotanti

V_2 e V_1 sono le velocità all'inizio ed al termine del tratto considerato

i è la pendenza

r è la resistenza al moto del carro

Δl è la lunghezza del tratto considerato

Va ricordato che nel valore di r deve essere compresa anche l'azione del vento e della reistenza dell'aria e che quindi r deve essere della forma $(a + bV^2)$ dove V è il valore medio della velocità relativa tra veicolo ed aria circostante.

Con il sistema a forte pendenza in genere non vi è bisogno di due selle, una estiva ed una invernale. Sulla stessa schiena d'asino si montano però egualmente due binari in modo da costituire due selle gemelle.

./.

Ciò però ha il solo scopo di ridurre i perditempi tra il lancio di un treno e quello del treno successivo. Ed infatti mentre ancora dura il lancio di un primo treno un secondo già si prepara sulla rampa parallela e ciò fa si che non passi alcun tempo apprezzabile tra il lancio dell'ultimo carro del primo treno e quello del primo carro del secondo.

Con la verifica del profilo di una rampa occorre controllare che due carri si susseguano ad una distanza di tempo tale che sia possibile manovrare, nello stesso intervallo, gli scambi per la modifica dell'itinerario del fascio di direzione.

Se indichiamo con t il tempo necessario per tale manovra e con τ la differenza di tempo nel percorso tra un carro cattivo marciatore ed un carro buon marciatore, deve essere:

$$T = \tau + t$$

Per verificare che tale relazione sia soddisfatta si determinano per due carri contigui le velocità medie in varie sezioni e si ottengono i singoli tempi dividendo lo spazio relativo per la velocità calcolata.

Se la relazione di cui sopra non risultasse verificata per tutto il percorso fino all'ultimo scambio occorrebbe o modificare il profilo di discesa od avvicinare gli scambi ovvero aumentare l'intervallo di tempo T riducendo la velocità della locomotiva di spinta ma ciò provoca, ovviamente, un rallentamento di tutta l'operazione e quindi una riduzione del numero di carri che possono essere giornalmente smistati.

La riduzione di T può essere ottenuta sia riducendo il tempo necessario alla manovra degli scambi, e ciò spiega gli alti rendimenti ottenibili con la manovra centralizza-

./.

ta, od addirittura automatica, degli scambi ovvero riducendo la differenza di tempo tra carri cattivi e buona marciatori. Per ottenere ciò basta spostarsi vero un campo di velocità più elevate e ciò in quanto in tale campo le differenze in discussione sono minori. Si tende quindi ad imprimere al più presto possibile una notevole velocità ai carri e ciò spiega perchè si dia una più forte pendenza al primo tratto discendente della rampa.

In definitiva quindi la rampa ha un primo tratto con pendenza del 40 o 50 per mille cui fa seguito il secondo tratto con pendenza minore, e cioè del 17 al 12 per mille, ed infine un tratto orizzontale comprendente gli scambi del fascio di direzione.

Sempre allo scopo di ridurre le differenze di tempo di percorso e cioè di ridurre il valore di τ è opportuno raggruppare gli scambi in prossimità della base della sella di lancio.

In un impianto a sella con forte altezza e forte pendenza assumono notevole importanza i "dispositivi di frenatura".

In alcuni vecchi impianti esteri vennero adottati dei dispositivi per la posa meccanica delle staffe di frenatura. Con detto sistema le staffe venivano fatte avanzare meccanicamente sino al punto giudicato più opportuno per ottenere la frenatura necessaria.

Il sistema presentava gli inconvenienti insiti in ogni frenatura a staffa con il solo vantaggio di una riduzione del pesante lavoro degli staffisti e di una maggiore prontezza di intervento, cosa questa indispensabile con le maggiori velocità dovute alla sella a forte pendenza ed altezza.

./.

D'altra parte, però, era proprio la maggiore velocità ad esaltare gli inconvenienti della frenatura con staffe e cioè la sua violenza, la sua difficile graduabilità e lo sforzo dissimmetrico, in quanto agente su di una sola ruota, che con le elevate velocità poteva danneggiare il materiale rotabile.

Si cominciarono così ad introdurre i freni (tipi Thyssen, Jordan, Hascher, GRS, USS ecc.) costituiti da quattro serie di ganasce, due all'interno e due all'esterno del binario, capaci di stringere tra di loro i cerchioni delle ruote dei vari assi dei carri lanciati. La lunghezza dei freni è spesso notevole e quindi tale da agire contemporaneamente sui vari assi di ciascun carro.

L'accostamento e lo stringimento delle ganasce è ottenuto in alcuni tipi di freni con sistemi ad aria compressa, in altri con sistemi elettromagnetici ed in altri con sistemi a motore elettrico e forti riduttori.

L'azione è in tutti i tipi graduabile tanto come intensità quanto come durata.

I freni di questo tipo possono essere variamente disposti lungo il percorso tra la sella di lancio ed i binari del fascio di direzione.

Si può usare un solo freno, ovvero un freno per ogni gruppo di binari, ed in tal caso ogni carro incontra sul suo percorso un unico freno per cui il sistema è detto a "frenatura unica".

Si possono invece disporre i freni in modo tale che ogni carro lanciato ne incontri sul suo percorso due od anche più e si ha allora la "frenatura ripetuta".

./.

Gli elementi, tutti notevolmente variabili da lancio a lancio, che intervengono sulla frenatura da applicare sono:

- il peso del carro
- la sua resistenza al rotolamento che è anche diversa in rettifilo od in curva
- la lunghezza del percorso in funzione tanto del binario scelto per il lancio quanto della sua parziale occupazione per precedenti lanci sullo stesso binario
- la temperatura
- il vento.

L'elevato numero di questi elementi e la loro estrema variabilità spiegano perchè sia ben difficile, anche per agenti molto pratici, di ottenere dei buoni accosti con un impianto di frenatura unico.

In tale tipo di impianto, inoltre, si possono verificare per un carro pesante e buon marciatore necessità di frenature troppo violente con conseguenti possibilità di danneggiamento del carico del carro così frenato.

Tutti gli inconvenienti sopra elencati possono essere eliminati con un impianto a frenatura ripetuta in cui la frenatura totale viene data attraverso il passaggio su più freni successivi.

Con un impianto di freni ben studiato e ben condotto si riesce ad ottenere una frenatura che risponda ai requisiti necessari per essere giudicata:

- una buona "frenatura preventiva" capace di ridurre gli eccessi di velocità dei carri pesanti e buoni marciatori
- una buona"frenatura di distanziamento" capace di ridurre il valore delle differenze di tempo di per

./.

corso α e quindi di ridurre al minimo il tempo complessivo T di distanziamento tra carro e carro pur lasciando un sufficiente tempo t per la manovra degli scambi.

- una buona "frenatura di fine percorso" capace di far avvenire gli accosti non solo con sicurezza ma anche senza urti.

In molti impianti all'estero esistono dei complessi sistemi di frenatura automatica nei quali l'intensità dell'azione frenante è automaticamente valutata ed automaticamente ordinata ai freni.

Il sistema è dotato di dispositivi radar, ad effetto Doppler, per la valutazione della velocità del carro lungo la parte discendente della rampa, di dispositivi di pesatura del carro in moto e di dispositivi capaci di tener conto della lunghezza del lancio che è, ripetiamo, funzione del binario scelto e del numero di carri già lanciati in detto binario.

I dati di cui sopra sono automaticamente rilevati ed automaticamente inviati ad un cervello elettronico che, dopo velocissima elaborazione, calcola il valore necessario di frenatura e dispone automaticamente per tale valore i freni del percorso.

I dati relativi alla temperatura ed al vento potrebbero anche essere impostati automaticamente ma, data la lentezza della loro variabilità, si preferisce non complicare inutilmente lo impianto e pertanto i dati stessi sono rilevati dall'addetto alla cabina freni ed introdotti, in genere giornalmente, a mezzo di manovra di opportune manopole.

Negli impianti automatici esiste egualmente una cabina freni con agente addetto che però si limita solo a controllare a distanza l'andamento dei lanci. Questi avvengono

./.

in maniera soddisfacentissima e garantiscono l'accosto ad una velocità tale da avere solo il piccolo urto necessario e sufficiente per l'aggancio automatico dei carri lanciati.

L'addetto alla cabina può anche escludere l'automatismo e regolare manualmente la frenatura: Ciò viene reso possibile sia per eventuali casi di emergenza sia perchè può verificarsi il transito sui freni di una locomotiva o di un carro trainato da locomotiva e cioè il transito di rotabili che non devono essere frenati.

Il sistema automatico, certamente costoso, presenta il massimo dei suoi vantaggi su impianti con elevatissimo numero di carri da smistare giornalmente (4 ÷ 5.000) e sopratutto per ferrovie che dispongono di carri con dispositivi di aggancio automatico.

La bontà degli accosti riduce l'eventualità di danni ai carri ed ai carichi e l'automatizzazione permette lo smistamento di elevati quantitativi di carri con notevoli riduzioni di personale, specie rispetto ai vecchi tipi di impianti con staffisti.

E' allo studio l'automatizzazione di qualche importante stazione italiana di smistamento con sella di gravità.

F = IMPIANTI SPECIALI

- Generalità

Prima di passare allo studio delle stazioni viste nel loro complesso occorre esaminare ancora qualche impianto elementare che viene in genere considerato come impianto speciale.

Tra questi impianti si considerano:

- gli innesti e gli allacciamenti tra ferrovie diverse

./.

- i binari di raccordo di stabilimenti industriali
- gli accessi speciali in stazione e le concessioni di carico e scarico in punto determinato
- gli impianti nei porti
- le invasature per le navi traghetto.

Riportiamo nei punti seguenti le principali caratteristiche tecniche di questi impianti.

- Innesti ed allacciamenti. Stazioni comuni e Stazioni allacciate.

In Italia le Ferrovie principali sono tutte della Azienda Autonoma delle Ferrovie dello Stato per cui può parlarsi di innesti e di allacciamenti solo nei riguardi di Ferrovie Secondarie.

L'allacciamento tra una linea delle Ferrovie dello Stato ed una linea secondaria può avvenire in due modi.

Nel primo sistema la linea secondaria entra in una stazione delle Ferrovie dello Stato e si ha quindi quello che si chiama un "innesto" della linea secondaria. La stazione prende in questo caso la denominazione di "Stazione comune" ed in essa si svolgono, a carattere comune, tutti o parte dei servizi (viaggiatori, merci, bagagli ecc.).

Nel secondo caso le Ferrovie Secondarie hanno una propria distinta stazione, nelle vicinanze di una stazione delle Ferrovie dello Stato, e le due stazioni comunicano tra di loro a mezzo di un binario che termina, nella stazione delle FS, in impianti adeguati per effettuare lo scambio dei materiali.

I due tipi di allacciamento possono verificarsi anche se la ferrovia secondaria ha uno "scartamento ridotto". In tal caso deve solo prevedersi nella stazione principale un im-

./.

pianto di trasbordo delle merci a mezzo di binari affiancati o di un piano caricatore di trasbordo di cui già abbiamo avuto occasione di parlare. In alcuni casi si usano appositi carrelli che permettono a del materiale a scartamento ridotto di circolare su linee a scartamento normale.

Opportune "convenzioni" stabiliscono i canoni che le ferrovie secondarie, in base al rapporto veicolare tra le due ferrovie, devono pagare alla Ferrovia principale per i servizi della stazione comune e stabiliscono anche i rapporti per il servizio "cumulativo" e cioè con scambio di carri o di "corrispondenza" e cioè con trasbordo delle merci e tassazioni distinte, anche se contemporaneamente esatte dal cliente.

- Binari di raccordi di stabilimenti industriali

Le Ditte industriali, od anche solo commerciali, che hanno propri stabilimenti in prossimità di una stazione ferroviaria, possono avere interesse ad allacciare gli stabilimenti stessi con la stazione a mezzo di appositi binari che prendono il nome di "raccordi" e ciò allo scopo di poter caricare e far partire o ricevere e scaricare dei carri direttamente nell'interno del proprio stabilimento.

Il raccordo si dirama, con uno scambio o con una comunicazione, da un binario di scalo e solo in casi eccezionali, viene autorizzato di derivare un raccordo da un binario di corsa di stazione od addirittura dalla piena linea;

Il dispositivo di armamento viene in genere realizzato in modo tale che, salvo che durante le operazioni di ingresso o di uscita effettuate dalla ferrovia, le manovre nell'interno del raccordo restino racchiuse nel raccordo stesso e non possono quindi andare ad interferire con i movimenti dei veicoli nell'interno della stazione. Per garantire ciò gli scambi di innesto vengono muniti di fermascambi e chiavi e le chiavi stesse vengono conservate dal dirigente della stazione da cui il raccordo si dirama.

./.

In un opportuno punto del raccordo vengono impiantati i binari ove le ferrovie depositano i carri in arrivo e ritirano i carri in partenza od i vuoti in restituzione.

Apposite convenzioni regolano tutti i rapporti commerciali e tutte le modalità di esercizio di un raccordo. Sin dalla costruzione del raccordo si stabilisce quali parti dell'impianto vengono eseguite a cura e spesa delle ferrovie, quali a cura delle ferrovie ed a spese dello stabilimento raccordato e quali a cure e spese di quest'ultimo.

Le ferrovie danno molta importanza allo stabilimento di raccordi; esistono centri industriali in cui la maggioranza del traffico merci proviene appunto da raccordi.

- Accessi speciali. Carico e scarico in punto determinato

Oltre alle concessioni di raccordo possono essere stabilite convenzioni per altre particolari concessioni.

Una delle più semplici è quella di accesso diretto, a mezzo di semplice cancello, da stabilimenti confinanti, nelle stazioni ferroviarie. Si possono anche avere accessi di binari propri, non allacciati e spesso di scartamento diverso, od a mezzo di tubazioni fisse o mobili, o di stazioni terminali di teleferiche ecc.

Una particolare convenzione è quella che autorizza ad effettuare operazioni di carico e scarico di carri ferroviari in un determinato punto della stazione, diverso da quello in cui si effettuano le normali operazioni per il pubblico.

Un tal tipo di concessione può avvenire per qualsiasi tipo di merci. In questi ultimi tempi si vanno diffondendo quelle per carico e scarico in punto determinato di carri serbatoi con liquidi infiammabili.

./.

Per queste convenzioni occorre studiare con particolare attenzione sia le cautele da imporre durante le operazioni sia la scelta del punto di carico e scarico. In genere si costruisce una platea di calcestruzzo, rivestita di cemento, sotto ed intorno al binario in corrispondenza del punto di carico e scarico e si dà ad essa un opportuno compluvio verso un pozzetto centrale riempito di pietrischetto. Tra platea e deposito si creano apposite tubazioni per il liquido infiammabile nonchè, per creare un ciclo chiuso, per un gas inerte. Le prese devono poi essere racchiuse in pozzetti con coperchi assicurabili a mezzo di serrature. Particolari cure vanno adottate per la messa a terra e per i collegamenti equipotenziali tra le varie parti che possono, venendo a contatto, dar luogo a scintille e ciò particolarmente se si è in vicinanza di binari elettrificati.

- Impianti nei porti (Cenni)

I porti marittimi a medio e grande traffico sono collegati con la rete ferroviaria.

Nei porti di secondaria importanza ci si limita a disporre dei binari di carico e scarico diretto lungo le banchine e ad allacciare detti binari tra di loro e, con un raccordo, alla più vicina stazione ferroviaria. Questa assume allora le funzioni di stazione base del porto.

Nei porti più importanti, oltre ai binari di arredamento delle singole banchine, si hanno anche impianti con fasci di ricevimento dei treni e smistamento carri alle banchine o di raccolta carri dalle banchine e partenza treni. Si ha cioè una vera e propria stazione che prende il nome di "Stazione marittima", che può anche svolgere servizio viaggiatori oltre che merci, e che è poi collegata con apposita linea alla rete ferroviaria.

./.

Per quanto riguarda i dati tecnici degli impianti di armamento ricordiamo che nei porti moderni si usa disporre i moli con una certa inclinazione rispetto alle calate (15 ÷ 20° rispetto alla perpendicolare) anzichè perpendicolari alle calate stesse. Ciò facilita lo sviluppo dei binari senza dover ricorrere a curve troppo strette. Le sporgenze dei moli sono in genere rettilinee non usandosi praticamente sistemi a denti. Su di esse si posano dei binari lungo i bordi, che vengono detti "binari di banchina" e dei binari interni che vengono denominati "binari di contrabanchina". Dato che i moli sono in genere a doppio fronte si ottiene una disposizione simmetrica con uno o due binari di banchina da ciascun lato e due o tre binari di controbanchina al centro.

Se sul molo è impiantata la gru con binarione di traslazione, la rotaia di detto binarione è in genere distante da m. 1,50 a m. 1,75 dal bordo della banchina. In tal caso l'asse della rotaia più vicina al bordo della banchina viene tenuto da m. 2,35 a m. 3,40 dal bordo stesso.

Se non vi è binarione la distanza tra asse della rotaia più vicina e bordo della banchina viene tenuto tra m.3,00 e m. 4,00.

- Invasature di approdo delle navi traghetto

Per il servizio delle Navi Traghetto esistono, in apposite stazioni, delle invasature opportunamente realizzate.

Si premette che, come noto, le navi traghetto sono delle navi che hanno, sul piano di coperta, uno o tre od anche quattro binari sui quali possono essere avviati carri e carrozze da trasportare da un approdo all'altro attraverso il mare.

Le invasature consistono in una specie di darsena a forma di V avente, nella parte più stretta, la stessa sagoma

./.

dell'estremità delle navi traghetto e sono, in questa parte, ricoperte di legname che ha lo scopo di fungere da fasciame elastico ed attutire gli urti della nave durante le operazioni di approdo.

Al approdo effettuato viene, dalla darsena, abbassato un opportuno ponte mobile, con tratti di binario, a mezzo del quale restano collegati i binari della invasatura con quelli della nave. Attraverso il ponte vengono quindi fatti passare i veicoli ferroviari che prendono imbarco sulla nave traghetto.

In alcune invasature esiste anche un altro ponte mobile, laterale, per imbarco di autoveicoli su di un ponte superiore della nave traghetto.

Quando manca un tal dispositivo, ovvero nel caso di navi sprovviste di ponte superiore per auto, i veicoli stradali vengono fatti accedere, a seguito dei carri, a mezzo dello stesso ponte dei mezzi ferroviari.

G = DISPOSITIVI D'ASSIEME DELLE STAZIONI

- Generalità

Abbiamo già avuto occasione di dire che le condizioni che incidono sulla scelta della ubicazione e del tipo di una stazione sono svariatissime.

Non basta, infatti, prendere in esame il tipo e la entità del servizio ferroviario da svolgere ma occorre anche adattare tali necessità alle condizioni locali quali la situazione topografica, lo spazio disponibile, l'inserimento dei fabbricati e degli accessi nella situazione urbana e viaria esterna e nei piani regolatori cittadini e così di seguito.

./.

Non è escluso, anzi, che possano esistere, o venirsi a creare, situazioni esterne tali da consigliare di spostare una stazione in proggetto, od addirittura esistente, in posizione diversa da quella che risulterebbe dalle sole necessità strettamente ferroviarie.

Il dover riepettare tante necessità, a volte contrastanti, fà si che si può dire che, specie nel campo delle stazioni medie e grandi, non esistano mai due stazioni eguali l'una all'altra. Risulta pertanto possibile solo dare delle indicazioni di massima su quelle che sono le caratteristiche cmmuni a tutte le stazioni di un determinato tipo.

Nei punti seguenti esamineremo le caratteristiche comuni a ciascun tipo, cominciando dal caso più semplice, e cioè dalle fermate, e giungendo fino al caso della sistemazione ferroviaria di un grande centro.

- Fermate

La fermata provvede al sulo servizio viaggiatori ed è costituita da un piccolo fabbricato viaggiatori, dai binari passanti e dai marciapiedi.

Su linee a semplice binario esiste solo un marciapie di addossato al Fabbricato Viaggiatori. Su quelle a semplice binario esiste anche un marciapiedi, per l'altro binario, dal lato opposto al Fabbricato Viaggiatori. E' frequente in tal caso l'impianto di un sottopassaggio o sovrapassaggio per permettere ai viaggiatori di raggiungere il secondo marciapiedi senza attraversare i binari.

- Piccole stazioni

Dalla fermata si passa alla più semplice stazione con l'aggiunta di un piccolo scalo merci, con un binario di carico e scarico diretto allacciato al binario di corsa o nel caso

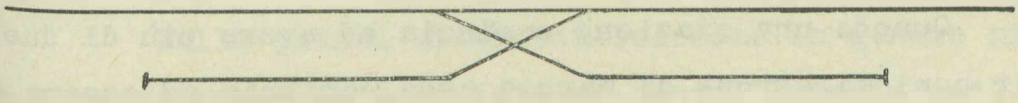
./.

di linee a doppio binario, ad ambedue i binari di corsa. Lo scalo può anche avere una qualche importanza con presenza di piano caricatore e di magazzino merci.

Sempre restando nel campo delle piccole stazioni possono aversi un binario di incrocio e precedenza se su linea a semplice binario o due binari di precedenza se su linea a doppio binario.

Per le linee a doppio binario la disposizione più frequente vede i due binari di corsa al centro e le due precedenze una per lato. Un tal dispositivo, che permette di allacciare lo scalo merci sulla prima linea e cioè su di una precedenza, evita che gli scambi di ingresso allo scalo siano incontrati anche dai treni che, non avendo fermata, devono transitare in piena velocità per la stazione.

Sulle linee a fortissima pendenza si può usare lo schema con due binari tronchi, a lieve pendenza, collegati tra di loro ed al binario di corsa a mezzo di due scambi semplici e di uno scambio inglese:



Un treno in arrivo si ricovera su di uno dei tronchi, dà la precedenza, o permette l'incrocio, con altro treno che resta sul binario di corsa e poi, retrocedendo sull'altro tronco, riparte.

Volendo possono anche ricoverarsi due treni, uno per binario tronco, uno dei quali incrocia e prende precedenza sull'altro che incrocia e dà precedenza. Si effettua così l'operazione che va sotto il nome di doppio incrocio e precedenza.

./.

Nelle piccole stazioni terminali si trovano spesso, oltre ai binari di corsa, a quelli derivati, ed a quelli di scalo, una rimessa locomotive, con piattaforma per il giro delle locomotive e con un deposito combustibili.

In corrispondenza dei binari ove si effettua servizio viaggiatori sono costruiti adatti marciapiedi. Nella stazione tipo a doppio binario si riscontra un marciapiedi addossato al Fabbricato Viaggiatori ed un marciapiedi tra i due binari di corsa. Spesso esiste allora un sottopassaggio o sovrapassaggio per evitare ai viaggiatori di attraversare i binari.

Anche sulle linee a doppio binario si può, nel caso di fortissima pendenza, usare un dispositivo analogo a quello già descritto per le linee a semplice binario, con i due tronchi posti da un solo lato del piazzale ed utilizzati per le precedenze di ambedue i sensi di marcia.

- Stazioni medie

Quando una stazione comincia ad avere più di due binari per ogni direzione di marcia essa comincia ad essere considerata facente parte delle stazioni medie.

In una stazione media si notano, quindi, un fascio di binari per ricevimento e partenza treni e, spesso, anche uno scalo di una certa importanza nonchè impianti per il riordino dei treni merci.

- Stazioni di diramazione

Sono delle stazioni poste in corrispondenza del bivio tra di una linea principale ed una linea, in genere, secondaria. Una stazione di questo tipo è quindi generalmente una stazione passante intermedia per la linea principale ed una stazione terminale per la linea secondaria.

./.

Il raggruppamento dei binari può avvenire per direzione o per linea.

Se esso è per direzione si ha: una prima linea dispari (o pari) per una direzione, la seconda dispari (o pari) per l'altra e poi terza e quarta linea per i due sensi opposti. Si può allora dire che il bivio si trova in uscita dalla stazione verso la diramazione.

Se invece il raggruppamento è per linea (ed è il caso più usato) si ha: una prima linea dispari (o pari) per una direzione e subito dopo una seconda linea per il senso pari (o dispari) della stessa direzione. Seguono poi su terza e quarta i due sensi di marcia dell'altra direzione. In tal caso è come se il bivio fosse in ingresso dal lato opposto a quello della diramazione.

Con ambedue le disposizioni si intercalano opportunamente, tra i binari descritti, dei binari di precedenza.

- Il problema della sistemazione ferroviaria dei grandi centri

Nelle grandi città confluiscono in genere più linee ferroviarie e si ha quindi un "nodo ferroviario".

La grande città potrebbe essere anche servita da una unica grande stazione nodale ove potrebbero confluire tutte le linee ed ove potrebbe svolgersi tutto il servizio viaggiatori, merci ecc.

Diverse condiserazioni però consigliano di creare più stazioni a servizio del grande centro.

Innanzi tutto la stazione unica raggiungerebbe presto dimensioni tali da essere scomoda sia per l'esercente sia per il pubblico e poi essa finirebbe con il costituire un grave intralcio per lo sviluppo cittadino.

./.

E' opportuno a questo punto svolgere qualche considerazione circa il tipo, passante o di testa, della stazione di un grande centro.

Specie nel caso di un grande nodo può essere opportuno, dal punto di vista ferroviario, ricorrere alla soluzione passante. Essa permette infatti un esercizio più agevole e spedito perchè, non dando luogo, almeno per molte relazioni, ad una inversione del senso di marcia, evita la sostituzione della locomotiva, la necessità della prova del freno ecc. e quindi riduce notevolmente le soste dei treni nelle stazioni. Ciò, oltre a migliorare ovviamente la velocità commerciale dei treni, permette un più alto sfruttamento dei binari di arrivo e partenza treni e quindi permette un più economico dimensionamento della stazione.

In una stazione passante, inoltre, i percorsi a piedi che devono essere effettuati dai viaggiatori, anche se con lo svantaggio di dover usare sottopassaggi, sono più brevi.

Contro tutti questi vantaggi della stazione passante stanno però gli svantaggi corrispondenti ai maggiori oneri imposti alla sistemazione del traffico viario cittadino, risultando, con una stazione passante, la città divisa in due dai binari ferroviari. Ciò spesso obbliga a spostare le linee, e quindi la stazione, alla periferia della città.

Le considerazioni che possono farsi per le stazioni di testa sono, per così dire, complementari a quelle che abbiamo fatto per le stazioni passanti.

Si può quindi concludere che la sistemazione migliore è quella di due stazioni passanti, poste tra centro e periferia, e collegate tra loro da una linea sottopassante il centro della città. E' il caso di Napoli con le due stazioni di Piazza Garibaldi e di Mergellina e di Genova con le due stazioni di Brignole e Principe.

./.

Già per questo motivo si giunge a due stazioni al posto di una.

Esistono però anche altri motivi che concorrono a consigliare due e spesso anche più stazioni.

Innanzi tutto le necessità degli speditori di grandi quantitativi di merci sorgono in punti diversi da quelle dei viaggiatori o degli speditori di piccole partite a resa accelerata. Le prime necessità infatti sorgono alla periferia delle città, nelle zone industriali, mentre che le necessità dei viaggiatori sorgono evidentemente al centro delle città stesse.

Ciò porta a dividere la stazione viaggiatori,alla quale si lascia abbinato uno scalo per le sole spedizioni a Resa Accelerata, dalla stazione, o, nel caso di città con grande sviluppo e più Zone industriali, dalle stazioni merci.

Trattandosi di grossi nodi si rende poi quasi sempre necessaria una stazione di smistamento dei treni merci, stazione che nei casi di maggiore importanza è sempre del tipo con sella di gravità.

Anche la stazione viaggiatori deve però spesso essere multiplata con la istituzione di stazioni satelliti.Ciò può essere consigliato dalla particolare conformazione della città ma è più spesso effetto della impossibilità di ingrandire oltre certi limiti, senza renderne difficoltoso l'esercizio ferroviario e l'uso da parte del pubblico, una stazione ferroviaria.

Sul dimensionamento di una stazione da grande centro influisce in modo notevolissimo il cosiddetto traffico pendolare. Con tale denominazione si indica il traffico dei viaggiatori che compiono giornalmente un viaggio di andata e ritorno, dai paesi o dalle cittadine vicine, al grande centro o viceversa. Tale traffico pendolare è alimentato dagli studenti, dagli

./.

operai dei grandi stabilimenti e dagli addetti alle attività commerciali del grande centro. Un tal traffico che si estende fino a 50 e più chilometri dal grande centro può interessare molte diecine di migliaia di persone e presenta, nei confronti del dimensionamento della stazione terminale, il grave inconveniente di essere concentrato in soli brevissimi periodi della giornata. Si pensi, per dare un esempio, al caso di S. Francisco in California che vede affluire, dai soli binari di un ponte, il Bay Bridge, che lo collega ad Oakland e da lì al suo interland ben 17.000 viaggiatori in 20 minuti! Il notevole quantitativo di vetture che sono necessarie a tal tipo di traffico finisce poi con lo stazionare per molte ore nella stazione e ciò obbliga ad aumentare notevolmente il numero dei binari per ricevimento e partenza treni ovvero a sviluppare notevoli fasci di deposito vetture in aree vicine alla stazione vera e propria.

Le dimensioni diventano presto esagerate e quindi si costruiscono, come nel caso di Milano Piazza Garibaldi rispetto a Milano Centrale, delle stazioni satelliti.

In conclusione una grande città ha sempre un numero notevole di stazioni, spesso con servizio specializzato, interconnesse da "linee di cintura". Sulle cinture, nel caso di grandi nodi come Bologna, si svolge un traffico intensissimo che richiede l'impianto di apparati speciali (blocco automatico, controllo centralizzato del traffico ecc.).

- <u>Grandi stazioni di testa per viaggiatori</u>

Comprendono:

- binari per arrivo e partenza di treni viaggiatori con relativi marciapiedi
- fasci per deposito e pulizia vetture, nei quali si formano i treni

./.

- qualche rimessa per ricovero vetture di lusso
- uno scalo merci per la sola Resa Accelerata
- impianti per le poste e per il carico e scarico degli ambulanti postali
- eventuali impianti accessori (Squadra Rialzo, eventuale Deposito Locomotive ecc.).

Normalmente lo scalo merci per RA si svolge a fianco del fascio viaggiatori mentre i fasci per deposito vetture e gli altri impianti sono posti ai due lati dei binari che raggiungono i binari di piena linea ed in corrispondenza del punto in cui il fascio arrivi e partenza treni viaggiatori si restringe.

- Grandi stazioni merci

Una stazione esclusivamente per merci ha un fascio di arrivo, composizione e partenza dei treni merci ed un grande scalo per accettazione e riconsegna delle merci. In questo scalo esistono binari di carico e scarico diretto, piani caricatori, magazzini merci, binari di deposito e di manovra.

Qualche volta si impianta nella stazione anche un officina di riparazione carri.

Le grandi stazioni merci possono essere di testa o passanti. In questo secondo caso la stazione si svolge affinacata ad una linea ferroviaria.

- Stazioni di smistamento

Abbiamo già visto che in un impianto di smistamento si trovano un fascio arrivi ed un fascio di direzione con intramezzata una sella di gravità.

Dopo del fascio di direzione esiste in genere un fascio di riordino e dopo ancora un fascio di partenza per

./.

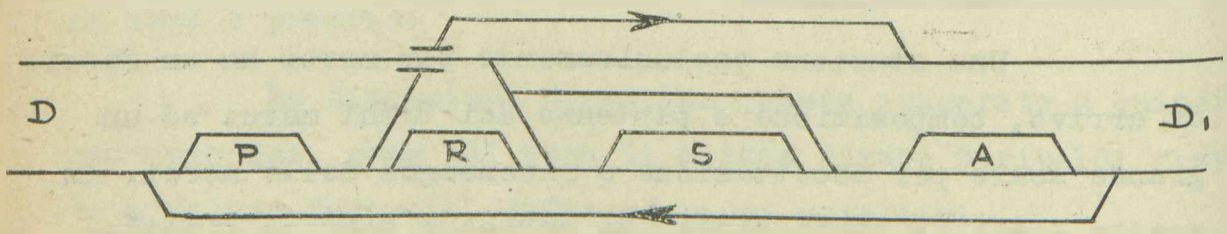
piazzarvi, in attesa di inoltro, i treni già smistati e riordinati.

La posizione di tale fasci può essere di vario tipo. Si premette che le stazioni di smistamento possono essere:

- stazioni semplici con un solo senso di circolazione del materiale
- stazioni doppie cioè con doppio smistamento distinto, per due direzioni.

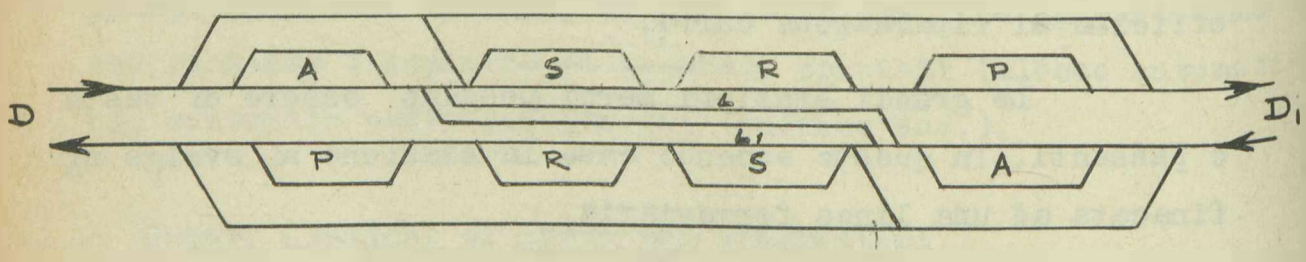
Se indichiamo con A il fascio arrivi, con S il fascio di smistamento per direzione (tra A ed S si trova la sella), con R il fascio di riordino e con P il fascio partenze, possiamo avere le seguenti disposizioni, nel caso di due direzioni:

Con una prima disposizione di questo tipo:



si ha un sol sistema di fasci per le due direzioni.

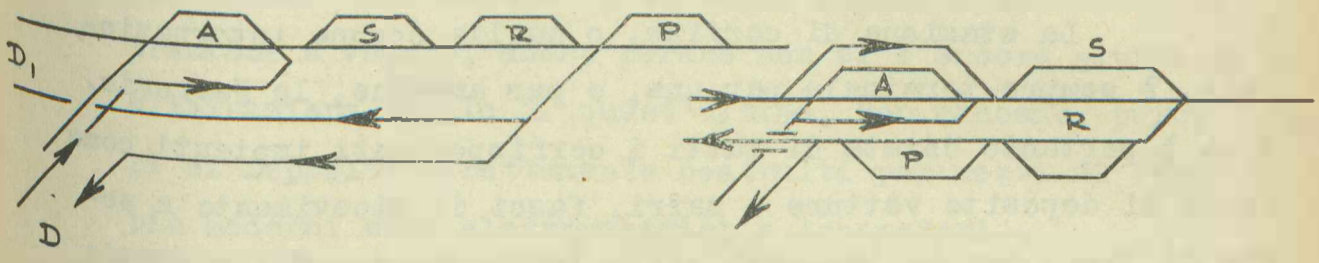
Con la seguente disposizione invece:



si hanno fasci distinti per le due direzioni. Il binario L serve per scartare dal fascio A quei carri che arrivando dalla direzione D devono ripartire nella stessa direzione ed analogo scopo ha il binario L_1 rispetto ai carri provenienti da D_1.

./.

Le due seguenti disposizioni valgono per stazioni di testa:



In una stazione di smistamento si notano poi altri impianti accessori quali un deposito locomotive, una squadra rialzo per la riparazione dei carri, un impianto di lavaggio e disinfezione dei carri bestiame, impianti di trasbordo delle merci, ecc.

Notiamo infine che una stazione di smistamento può essere ubicata parallelamente alle linee di accesso (Milano) o normalmente ad esse (Bologna). In quest'ultimo caso l'uscita è ricollegata con un collo d'oca alle linee in modo tale da permettere la partenza dei treni senza necessità di ripassare in regresso per la stazione.

- Stazioni speciali

Si considerano stazioni speciali le stazioni di confine e quelle comuni internazionali. In esse oltre ai normali impianti si riscontrano impianti per le operazioni doganali che possono essere a servizio di uno solo degli Stati e si ha allora la stazione di confine (cui corrisponde analoga stazione per l'altro Stato al di là del confine) ovvero per il servizio di ambedue le dogane e si ha allora la stazione comune internazionale.

Il servizio doganale è fatto sui binari di ricevimento treni per quanto riguarda i viaggiatori ed il bagaglio

./.

portato in vettura, ed in appositi magazzini caricatori coperti per quanto riguarda le merci. In alcuni casi il controllo bagagli può anche essere effettuato in apposite sale del Fabbricato Viaggiatori.

La stazione di confine, o quella comune internazionale, è sempre terminale per una, o per ambedue, le Ferrovie. Essa è pertanto dotata di tutti i corrispondenti impianti come fasci di deposito vetture e carri, fasci di ricevimento e sosta di treni merci, impianti della trazione, ecc. Nelle stazioni comuni internazionali tagli impianti sono in genere doppi, uno per ogni Nazione.

C A P I T O L O Q U I N T O

I M P I A N T I D E L S E R V I Z I O T R A Z I O N E

A = DEPOSITI LOCOMOTIVE E RIMESSE

- Depositi Locomotive

Si intende come Deposito Locomotive il complesso di locali, attrezzature, impianti che servono al ricovero, manutenzione, rifornimento dei mezzi di trazione in genere.

Un Deposito Locomotive, pertanto, è dotato di una o più rimesse, di una officina, e di tutti gli impianti necessari per la sosta e rifornimento dei mezzi di trazione.

Naturalmente la grandezza e la natura degli impianti varia a seconda del tipo e del numero dei mezzo di trazione in dotazione al Deposito.

./.

Quasi tutti i Depositi della Rete F.S. sono nati per l'esercizio delle locomotive a vapore e successivamente sono stati adattati per la trazione elettrica o Diesel pur conservando ancora parte degli impianti necessari per trazione a vapore, anche perchè non si è ancora giunti alla eliminazione totale di quest'ultima. Non mancano, però, esempi di Depositi direttamente costruiti per mezzi di trazione più moderni come elettromotrici e locomotori.

Le Rimesse sono capannoni di varia forma e grandezza desfinate al ricovero dei mezzi di trazione.

Sino al 1920 si costruirono, specie per Depositi importanti, rimesse con pianta a settore di corona circolare, con binari disposti a raggiera e con una piattaforma centrale alla quale facevano capo tutti i binari. Tale forma di rimessa si prestava abbastanza bene per le locomotive a vapore che, com'è noto, hanno bisogno di essere girate ad ogni viaggio, manovra cui si presta molto bene la piattaforma girevole che permette di orientare le locomotive nel senso più opportuno. Il sistema presenta però il grave inconveniente che in caso di guasto alla piattaforma si bloccano tutti i mezzi in sosta.

Per i mezzi elettrici o Diesel, venuta a cadere la necessità della giratura, si preferiscono senz'altro le rimesse a pianta rettangolare. Questa disposizione permette di proporzionare più facilmente la rimessa al numero ed alla lunghezza dei mezzi di trazione in dotazione al Deposito. Quando le rimesse sono a forma rettangolare ed il deposito ha in dotazione locomotive a vapore la piattaforma girevole viene installata separatamente dalle rimesse.

Nelle rimesse si effettua la manutenzione corrente dei mezzi a cura sia di squadre di operai sia dello stesso personale di macchina. Pertanto ogni binario è fornito di fos

./.

sa di visita che permette di accedere al rodiggio, alla sospensione ed in genere a tutti gli organi che sono sistemati al disotto della cassa.

I mezzi leggeri (elettromotrici) hanno tutte le apparecchiature elettriche sistemate nella parte inferiore della cassa in appositi scomparti detti "carenature" e pertanto le rimesse destinate ai mezzi leggeri elettrici hanno il piano di calpestio ribassato rispetto a quello del ferro, cosa che rende facile l'accesso a dette carenature. I binari sono sostenuti da colonne in ferro o muretti in calcestruzzo.

Le rimesse destinate ai mezzi elettrici hanno tutti i binari elettrificati: la linea di contatto è munita "di sezionatori a lame di terra" che non solo disalimentano la linea stessa ma provvedono anche a collegarla elettricamente alla terra. Un sistema di chiavi blocca i sezionatori in modo che non possa avvenire che quando il personale lavora sul tetto dei mezzi, la linea possa essere messa accidentalmente in tensione.

Le rimesse sono munite di prese di forza motrice, aria compressa, acetilene ed ossigeno per i piccoli lavori che si eseguono in manutenzione corrente.

Tutti i Depositi, purchè di una certa importanza, sono dotati di una Officina destinata sia alla "manutenzione programmata" dei mezzi di trazione e cioè alle cosiddette "riparazioni cicliche", sia alla riparazione degli organi smontati in sede di manutenzione corrente.

Il collegamento tra l'Officina e la rimessa di uno stesso Deposito viene realizzata in maniera differente a seconda della forma della rimessa. Nel caso di rimessa a settore circolare uno dei binari della raggiera conduce in un capannone dell'Officina alle spalle del quale viene installato un "carro trasbordatore" che permette di portare i rotabili sui binari più adatti alla riparazione.

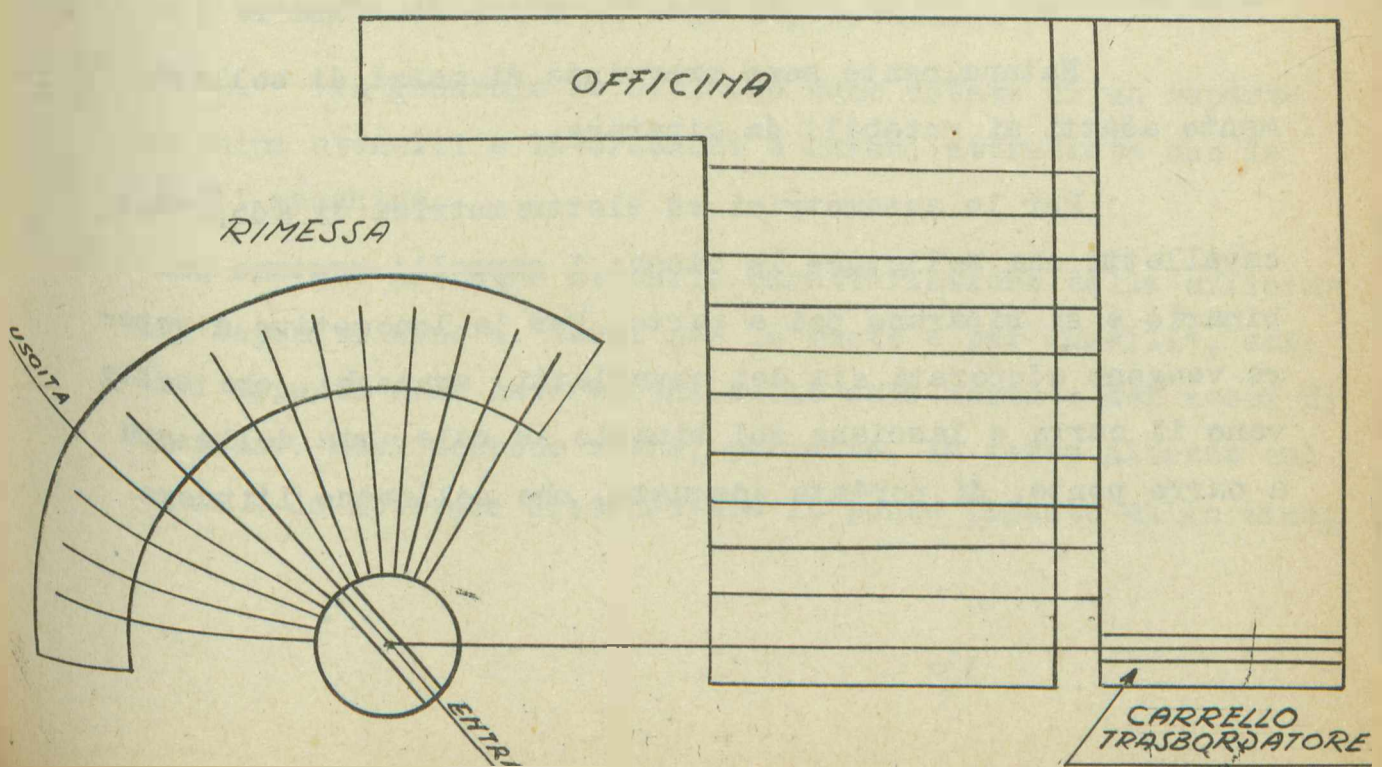
./.

Un carro trasbordatore è una attrezzatura che ha lo scopo di traslare lateralmente dei veicoli in modo da spostarli dall'uno all'altro di più binari paralleli.

Esso è quindi costituito da un grusso "carro" o "ponte" che è dotato superiormente di un binario, con normale scartamento ferroviario, e che poggia su ruote capaci di muoversi su di un sottostante armamento dotato di quattro o più rotaie. L'armamento su cui cammina il ponte è montato in fossa in modo tale che il binario superiore rimanga allo stesso livello dei binari ferroviari serviti.

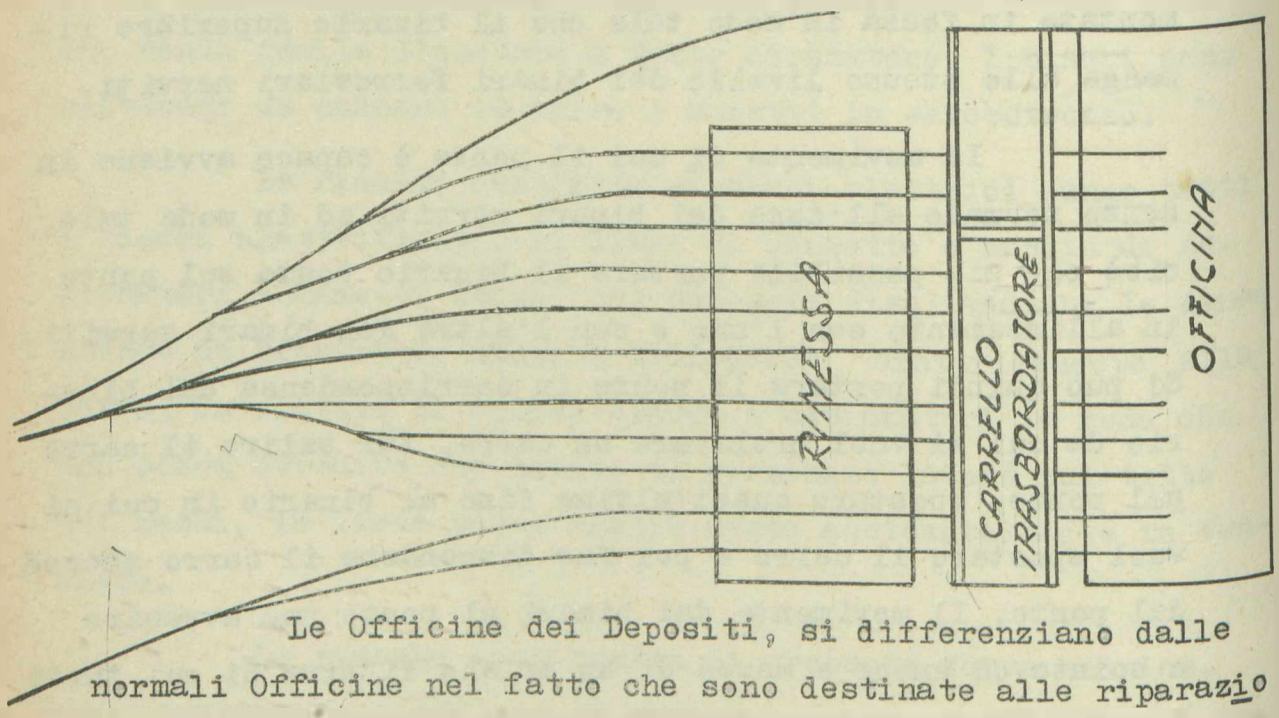
Il movimento di cui il ponte è capace avviene in senso normale all'asse dei binari serviti ed in modo tale, cioè che sia possibile portare il binario posto sul ponte in allineamento con l'uno o con l'altro dei binari serviti. Si può quindi portare il ponte in corrispondenza del binario da cui si vuol prelevare un carro, far salire il carro sul ponte, spostare quest'ultimo fino al binario in cui si vuol spostare il carro e poi far discendere il carro stesso dal ponte. Il movimento dai binari al ponte può avvenire a spinta od anche a mezzo di un argano di tiro di cui tutti i carri trasbordatori sono in genere dotati.

La sistemazione complessiva viene ad essere quella della figura seguente.



Nel caso di rimessa rettangolare il carro trasbordatore è sistemato tra la rimessa e l'officina. Una tale sistemazione, oltre a permettere di servire, con un solo carro trasbordatore tanto la rimessa quanto l'officina permette anche il passaggio di mezzi di trazione o di veicoli da un qualsiasi binario della rimessa ad un qualsiasi binario della officina o viceversa.

La sistemazione viene ad essere la seguente:



Le Officine dei Depositi, si differenziano dalle normali Officine nel fatto che sono destinate alle riparazioni e non alle costruzioni di macchine. Pertanto non esistono reparti destinati alle lavorazioni in serie o costruzioni di organi. Per contro buona parte dei capannoni sono destinati allo smontaggio ed al montaggio dei mezzi di trazione.

Naturalmente sono provviste di mezzi di sollevamento adatti ai rotabili da riparare.

Per le automotrici ed elettromotrici di adoperano cavalletti che sollevano la cassa; i carrelli restano sul binario e si riparano poi a parte. Per le locomotive a vapore vengono adoperati sia dei cavalletti, analoghi, che sollevano il carro e lasciano sul binario le sale, sia delle gru a carro ponte, di portata adeguata, che sollevano l'intero

./.

carro. Per i locomotiri elettrici si solleva la cassa con carri ponte sostenendola ad appositi ganci che sono solidali alla cassa stessa. Per i locomotori Diesel è previsto una apertura sul tetto della macchina attraverso la quale si può togliere d'opera il solo motore termico sollevandolo dai suoi appoggi.

Alcune Officine sono dotate di un "cala-assi". Si tratta di un apparecchio installato al disotto di un binario in una fosse sufficientemente profonda che permette di abbassare una sola sala oppure un solo gruppo motore. Si intende per gruppo motore il complesso di una sala motrice e dei motori di trazione ad essa collegati.

Il cala-assi è costituito essenzialmente da un cilindro con stantuffo con una corsa sufficientemente lunga azionato da acqua in pressione. Il rotabile viene messo in posizione tale che sullo stantuffo si trovi la sala od il gruppo motore da smontare, si scollegano i suddetti organi dagli attacchi al telaio, si sollevano di quanto basta per smontare il binario, poi si abbassano al disotto del piano del ferro, si può quindi togliere il rotabile e risollevare la sala o gruppo motore.

Tale apparecchio è molto utile quando occorre effettuare riparazioni ad una sola sala o gruppo motore; si evita così di smontare tutte le sale del rotabile.

In generale le Officine sono dotate di un reparto macchine utensili e lavorazioni a caldo, attrezzate con le usuali macchine.

Le macchine utensili caratteristiche delle officine dei Depositi sono i "torni per le ruote e per fuselli", adibiti appunto alle lavorazioni delle sale montate dei mezzi di trazione. Essi debbono avere, pertanto, la forte altezza sul banco e la notevole distanza tra le punte imposte dalle dimen

./.

sioni delle sale. Questi torni vengono installati sotto gru o sono serviti da monorotaie e da binari per il movimento delle sale.

Un'impianto caratteristico delle Officine dei Depositi è l'impianto di sgrassatura. Esso serve a liberare i vari organi da riparare dalla morchia di grasso e polvere che in esercizio si forma su tutte le parti esposte. I pezzi vengono immersi in vasche contenente acqua sodata che viene portata all'ebollizione, oppure vengono investiti da violenti getti di acqua sodata. Si mette così a nudo la superficie ed i pezzi possono passare poi alle successive lavorazioni.

Oltre ad una o più rimesse ed all' Officina, i Depositi Locomotive sono dotati di un "Deposito Combustibili" per rifornire i mezzi di trazione di combustibile e di lubrificanti.

Il carbone viene conservato in cumuli all'aperto. Per prevenire la possibilità di autocombustione i cumuli non debbono contenere più di 400 tonn. di carbone e l'altezza non deve essere superiore ai 3 metri. Al centro del cumulo, che assume la forma di un tronco di piramide, si inserisce un tubo verticale. Nella stagione calda si può così misurare la temperatura nella zona dove più facilmente si possono innescare fenomeni di autocombustione. Dai cumuli il carbone viene prelevato mediante carrelli su binario Decauville e portato con un elevatore per il carico sui tender.

Solo nei Depositi grandissimi e con un gran numero di locomotive a vapore per il passato si sono costruiti delle gru a cavalletto munite di benne per il movimento del carbone.

La nafta e la benzina sono invece conservate in serbatoi interrati; il riempimento e la distribuzione ai mez-

./.

zi di trazione vanno fatti a mezzo di normali distributori simili a quelli stradali.

I lubrificanti vengono conservati in serbatoi di pochi metri cubi di capacità, sistemati in appositi locali attrezzati con pompe per il riempimento.

La gestione dei Depositi Combustibili è affidata al "Capo Deposito Titolare".

Per il rifornimento idrico si cerca di rendere i depositi indipendenti per quanto è possibile dagli acquedotti locali sia per ragioni di economia, sia per avere la garanzia della continuità della fornitura. L'acqua viene prelevata o da pozzi o da corsi d'acqua vicini al Deposito Locomotive. Viene pompata in serbatoi sopraelevati e quindi distribuita all'Impianto.

Il rifornimento dei tender viene fatto a mezzo di colonne idrauliche munite di un braccio girevole messo ad altezza opportuna in modo che l'acqua viene immessa nel tender direttamente dall'alto attraverso un boccaporta.

E' noto che le acque di qualsiasi provenienza lasciano un sedimento formato in genere di sali di magnesio e di calcio che formano incrostazioni compatte intorno ai tubi bollitori ed alle pareti del forno delle caldaie. Per il passato si ovviava a tale inconveniente eliminando sia la durezza temporanea che quella permanente a mezzo di complessi impianti il cui compito essenziale era quello di provocare la precipitazione dei sali in soluzione; successivamente tali impianti sono stati abbandonati e si è preferito, per ragioni di economia e di semplicità additivare all'acqua direttamente nel tender delle sostanze disincrostanti. Queste sostanze non eliminano i sali in soluzione ma reagendo con essi alla temperatura di esercizio della caldaia formano dei composti pulverulenti che non danno incrostazioni ma restano in sospensione . I fanghi che ne derivano possono essere facilmente allontanati sia spurgando

./.

le caldaie in esercizio, sia semplicemente lavandole.

Vi è poi in ogni Deposito un"Magazzinetto Scorte" per la conservazione e la distribuzione dei materiali di scorta e di consumo, di organi dei mezzi di trazione e di attrezzi di lavoro. Il Magazzinetto Scorte è sistemato in locali adiacenti a quelli di Officina.

Ogni Deposito, inoltre, è dotato dei seguenti fabbricati ed attrezzature:

1) - Palazzina Uffici che comprende gli Uffici del Capo Deposito Titolare, di Capi Deposito Aggiunti, l'Ufficio dei Capi Deposito Distributori con annessa sala di attesa per il personale di macchina. Nello stesso fabbricato vi sono generalmente anche gli Uffici del Reparto Materiale e Trazione ed il locale della Scuola per il personale di macchina, a cui con una certa regolarità si tengono corsi di istruzione e di aggiornamento;

2) - Un dormitorio per il riposo per il personale di macchina con annesso spogliatoi munito di docce, lavabi ed armadietti;

3) - Una Mensa;

4) - Locali per la conservazione ed il prosciugamento della sabbia.

Com'è noto la sabbia viene adoperata per migliorare la aderenza tra cerchione e rotaia specie durante l'avviamento dei treni quando, per condizioni particolari, il coefficiente di attrito si abbassa tanto da non consentire che la locomotiva eserciti lo sforzo di trazione necessario. La sabbia viene lanciata tra ruota e rotaia con apparecchi installati a bordo dei mezzi di trazione.

Locali minori, poi, sono sistemati nei piazzali per il ricovero degli agenti che lavorano all'aperto: deviatori,

./.

manovratori, accudienti locomotive, ecc.ecc.

Naturalmente i vari impianti sono sistemati in maniera che i rotabili li incontrino, nel percorso che debbono effettuare in entrata ed in uscita, nella successione più opportuna.

Ad esempio nel caso della locomotiva a vapore che è quello più complesso, si incontrerà in entrata una fossa di visita sulla quale la locomotiva effettuerà la pulizia delle griglie, del ceneratoio, della camera a fumo e dei tubi bollitori; successivamente una colonna idraulica per il riempimento del tender ed infine la rimessa. In uscita la locomotiva passerà nella carbonaia dove si rifornirà sia di carbone che di lubrificanti ed infine alla piattaforma per la giratura.

- Rimesse

Per completare l'argomento degli impianti fissi necessari per l'esercizio dei mezzi di trazione in genere occorre accennare alle "rimesse" e ad altre attrezzature minori installate nelle stazioni. Le Rimesse sono piccoli Impianti per la sosta ed il rifornimento delle locomotive, sorgono in genere in punti caratteristici della linea, ad esempio ai piedi di lunghe salite (per il ricovero delle locomotive adibite alle spinte dei treni) oppure in nodi ferroviari e sono sempre adiacenti alle stazioni. Sono costituite da una piccola rimessa vera e pripria atta a ricoverare solo pochi mezzi, da una piattaforma quasi sempre di piccole dimensioni, per cui la giratura delle locomotive deve essere fatta in due tempi separando in tender dalla locomotiva, e da un piccolo "Deposito Combustibile". Non hanno nessuna dotazione di mezzi di trazione e di personale. La gestione della rimessa viene in genere affidata al Capo Stazione.

./.

La necessità di installare delle rimesse ad una certa distanza dai Depositi Locomotive derivava dalla limitata autonomia delle locomotive a vapore. E' noto infatti che dopo un percorso che massimo può arrivare a 150 km. per il servizio viaggiatori, e che è molto inferiore per il servizio merci, è necessario pulire sia il ceneratoio che la camera a fumo della locomotiva.

Per le locomotive elettriche e Diesel viene praticamente a cessare la necessità della rimessa. Esse vengono pertanto disattivate a mano a mano che si estende l'esercizio di tali mezzi di trazione.

- Posti di rifornimento acqua

Infine per l'esercizio delle locomotive a vapore era necessario installare nelle Stazioni, o addirittura in piena linea, dei posti di rifornimento di acqua, ogni 50 km. circa. A lato dei binari di normale ricevimento dei treni veniva installata una colonna idraulica alimentata ovviamente da un impianto idrico, a serbatoio per garantire la continuità del servizio. Lungo alcune linee ogni colonna idraulica era munita anche di un dosatore automatico del disincrostante.

Per la trazione elettrica o diesel non sono più necessarie le colonne idrauliche, per cui molti impianti sono stati disattivati. In alcune stazioni sono rimaste, però, delle prese d'acqua per il rifornimento eccezionale, ai mezzi diesel, dell'acqua di raffreddamento e per il rifornimento dei serbatoi delle caldaie adibite al riscaldamento dei treni. Queste caldaie sono installate a bordo di appositi carri o a bordo delle locomotive Diesel.

Anche questa ultima necessità si va riducendosi a seguito dell'estensione del riscaldamento elettrico delle vetture.

./.

B = SQUADRE RIALZO ED OFFICINE DI RIPARAZIONE

- Squadre Rialzo

Le Squadre Rialzo sono piccoli impianti che provvedono alle riparazioni piccole e medie dei veicoli rimorchiati.

In origine erano provviste solo di una semplice tettoia ed il nome deriva proprio dal fatto che avevano in forza una piccola squadra di operai dotati solo degli attrezzi per il sollevamento o "rialzo" delle casse dei veicoli.

Successivamente, per l'aumento sia del numero sia della complessità dei veicoli in circolazione, le Squadre Rialzo hanno subito modifiche sostanziali sia di struttura che di dimensioni.

Attualmente le Squadre Rialzo della Rete impegnano più di 6000 operai complessivamente, cioè più di alcune grosse industrie nazionali, ed in esse vengono riparati più di 250.000 veicoli all'anno.

Le Squadre Rialzo sono specializzate secondo i tipi di veicoli. Alcune riparano esclusivamente carri ed altre esclusivamente carrozze e bagagliai. La necessità della specializzazione è nata, oltre che dalla diversa struttura dei due tipi di veicoli, essenzialmente per la complessità sempre maggiore degli impianti in opera sulle carrozze, impianti che richiedono l'intervento di operai specializzati.

Ad ogni Squadra Rialzo, è affidata una zona di giurisdizione dalla quale pervengono i veicoli guasti o scaduti di revisione.

La manutenzione dei veicoli trainati viene eseguita, com'è noto, in base al tempo. Periodicamente, dopo un determinato numero di mesi, ogni veicolo viene inviato alla Squadra Rialzo, per una revisione generale.

./.

Le Squadre Rialzo sono costituite essenzialmente da un capannone a pianta rettangolare che copre un certo numero di binari. Ovviamente il numero e la lunghezza dei binari dipende dal numero e dalla lunghezza dei veicoli contemporaneamente in riparazione.

Tutti i binari sono dotati di "fosse di visita" profonde 30 cm. per i carri e 80 cm. per le carrozze. La diversa profondità è dovuta alla diversa disposizione, nei due casi, degli organi sottocassa; sospensione, timoneria del freno, ecc.ecc.

Per lo smontaggio del rodiggio dei veicoli vengono in genere adoperati cavalletti di sollevamento che sollevano la cassa sostenendola in quattro punti. Solo le Squadre Rialzo più importanti hanno uno o due binari serviti da una gru a carro ponte.

In locali adiacenti al capannone vengono sistemati i reparti e gli Uffici che debbono essere in più stretto contatto con i veicoli in riparazione. Essi sono :

- un reparto lavorazione del legno;
- un reparto lavorazione a freddo del ferro;
- un reparto fucine;
- un magazzino;
- un reparto verniciatori e tappezzieri;
- un Ufficio per i Dirigenti Tecnici.

Lontano dal capannone vengono sistemati gli altri reparti che per ragioni di sicurezza è opportuno non stiano vicino ai veicoli e che sono meno collegati alle riparazioni dei veicoli stessi. Come ad esempio: reparto saldatori, magazzino olii e vernici ecc.

Per la lavorazione del legno vengono adoperate normali macchine, come seghe a disco ed a nastro, piallatrici, modanatrici.

./.

Anche per la lavorazione del ferro vengono adoperate normali macchine utensili; torni paralleli, trapani, fresatrici, piallatrici.

In generale, fuori dalla torneria e relativamente vicino ai binari di sosta dei veicoli, vengono installati i torni per ruote e fuselli; essi sono analoghi a quelli per le sale dei mezzi di trazione ma di dimensioni minori. Sono serviti da binari e gru per il movimento delle sale. I tipi più moderni sono provvisti di dispositivi di copia con il quale viene riprodotto il profilo del cerchione automaticamente sulle due ruote.

Le fucine sono attrezzate con uno od, al massimo, due magli autocompressori, alcune fucine ed incudini.

Il reparto saldatori ha le attrezzature sia per la saldatura elettrica che per quella ossiacetilenica.

Le Squadre Rialzo più moderne sono poi servite da reti di distribuzione di acqua, luce, forza motrice, ossigeno, acetilene, aria compressa.

Come già accennato le S.R. sono impianti di modeste dimensioni, ed eseguono riparazioni ai veicoli purchè l'impegno di mano d'opera non superi un numero limitato di ore, quindi anche le attrezzature sono di modeste entità.

Tra le varie operazioni di manutenzione affidate alle S.R. occorre accennare brevemente alle disinfezioni e disinfestazioni.

Tali operazioni sono affidate a Squadre di agenti abilitati che hanno in consegna le attrezzature necessarie. Esiste naturalmente un regolamento che prevede i casi in cui occorre eseguire tali operazioni ed il modo con cui debbono essere eseguite.

./.

- Posti di verifica

La manutenzione ordinaria dei veicoli in esercizio è affidata ad agenti, detti "verificatori", che visitano i veicoli sia in composizione ai treni in arrivo e partenza sia in sosta nei piazzali di stazione ed eseguono piccole riparazioni, spesso con l'ausilio di operai.

Per permettere tali manutenzioni sono stati creati nelle stazioni più importanti della Rete dei "posti di verifica".

Compito essenziale dei posti di verifica è quello di accertare se i veicoli sono in condizione da garantire la regolarità della circolazione e di eseguire piccole riparazioni per mantenere i veicoli in esercizio; per questa ragione essi sono muniti di poche macchine ed attrezzi speciali. Solo eccezionalmente sono forniti di un piccolo trapano sensitivo e di una morsa. Hanno, invece, una piccola scorta di organi e pezzi di ricambio che i verificatori prelevano di volta in volta quando occorre la sostituzione a veicoli guasti.

I Posti di Verifica sono sistemati in genere in uno o due vani del fabbricato della stazione perchè i verificatori debbono lavorare in stretto collegamento con gli agenti del Movimento.

In tutte le località dove sostano le vetture esistono impianti per la pulizia e per i rifornimenti. Questi impianti sono costituiti da un fascio di binari sistemati in vicinanza dei binari di ricevimento dei treni ma indipendenti da essi e collegato in maniera che sia facile ed agevole immettere e ritirare i veicoli.

La lunghezza è di circa 250-300 metri in maniera che il personale addetto non sia costretto a fare lunghi percorsi a piedi e sia più facilmente sorvegliabile. La sistemazione

./.

del pavimento è fatta in maniera che l'acqua possa facilmente defluire senza formare fango o pozzanghere. L'interbinario deve essere di larghezza sufficiente a far circolare liberamente i carrelli con gli attrezzi per le pulizie, per gli accumulatori, ecc.ecc. I binari sono attrezzati con prese di acqua distanziate opportunamente.

Solo in alcuni importanti nodi esistono degli impianti più complessi, attrezzati con capannoni e macchinari speciali per la pulizia radicale dei treni; ad esempio ricordiamo l'impianto per la pulizia delle casse delle carrozze esistente a Roma San Lorenzo. L'intero treno viene fatto passare a passo d'uomo in un portico dove ogni veicolo viene investito da spruzzi di acqua e pulito da spazzole rotanti ad esse verticale.

- Officine

La manutenzione del materiale rotabile in esercizio viene eseguita, come abbiamo già visto, presso i Depositi Locomotive e nelle Squadre Rialzo. Le grandi riparazioni sono affidate, invece, ad Officine specializzate secondo i tipi dei mezzi da riparare. Sono attualmente in funzione Officine Locomotive a vapore, Officine Locomotive elettriche, Officine Veicoli, Officine per automotrici termiche ed elettriche, Officine Motori.

In sede di grande riparazione debbono essere ripristinate tutte le dimensioni e gli agi dei vari organi dei rotabili con le stesse tolleranze previste in sede di costruzione, in modo che dopo i rotabili ritornano all'efficienza che avevano all'atto della costruzione a nuovo. Per questo motivo è nota la necessità di specializzare le Officine onde rendere quanto più economiche possibile le riparazioni e creare delle schiere di maestranze altamente specializzate, ne-

./.

cessarie per la sempre maggiore complessità dei rotabili.

La necessità di creare delle Officine specializzate adibite esclusivamente alla riparazione dei rotabili fu sentita fin dal primo sorgere delle ferrovie. Infatti a Napoli esiste ed è ancora in piena attività l'Officina Locomotive di Pietrarsa che fu fondata nel 1842 contemporanea, cioè, all'apertura del primo tronco ferroviario Napoli-Portici.

La specializzazione spinta comporta che le Officine siano notevolmente diverse l'una dall'altra.

In questa sede ci limiteremo a dare una descrizione generale degli impianti ed attrezzature di più normale impiego.

I rotabili in riparazione vengono immessi in un reparto denominato "Montaggio" ove vengono scomposti nei loro organi. Viene separato il rodiggio dalla cassa e telaio, gli apparati motori vengono tolti d'opera e scomposti. Ogni pezzo viene accuratamente pulito e poi avviato ai successivi reparti di lavorazione. I vari pezzi poi riaffluiscono al montaggio dove il rotabile viene ricomposto. Il Reparto Montaggio è costituito da un grande capannone a pianta rettangolare attrezzato con binari, disposti secondo il lato più corto, nei quali vengono immessi i rotabili in riparazione. I vari binari sono collegati tra di loro da un carro trasbordatore che corre parallelamente al lato più lungo, all'interno oppure all'esterno del capannone. I binari sono, inoltre, serviti da mezzi di sollevamento di vario genere (gru a carro-ponte, bracci, cavalletti di sollevamento) di portata adeguata a rotabili in riparazione.

Dopo la pulizia gli organi passano allo spoglio dove una squadra di tecnici specializzati li visitano e determinano le riparazioni da eseguire. Il Reparto spoglio è attrezzato con banchi ed apparecchi di misura e piccoli mezzi

./.

di sollevamento per il movimento dei pezzi. Dallo spoglio gli organi passano ai reparti di lavorazione.

Si riscontrano i seguenti repatti: Reparto lavorazione a caldo; Reparto macchine utensili e Reparto saldatura.

Questi Reparti sono attrezzati con macchine e mezzi di sollevamento adeguati alle lavorazioni da eseguire. In genere l'attrezzatura di tali reparti non si differenzia da quello delle normali Officine. Con una organizzazione molto accurata si cerca di ridurre gli elevati costi di produzione insiti nei lavori di riparazione per l'impossibilità di organizzare lavorazione di serie.

Dopo aver subite tutte le lavorazioni previste, gli organi ritornano al montaggio dove vengono messi in opera sui rotabili.

Descriveremo qui di seguito alcuni reparti di lavorazione che si trovano esclusivamente nelle Officine ferroviarie.

Quasi tutte le Officine sono dotate di un reparto "Ruote" destinato alla riparazione delle sale montate. Come è noto le sale sono costituite essenzialmente da un asse sul quale sono calettate a freddo i centri-ruote e su questi sono calettati a caldo i cerchioni. I reparti ruote sono dotati di tutte le macchine che servono per il montaggio e lo smontaggio dei suddetti pezzi.

Per il calettamento e lo scalettamento dei centri-ruote vengono usate delle presse idrauliche che realizzano gli sforzi necessari per tali operazioni. Per il riscaldamento dei cerchioni, neoessario per il loro calettamento sul centro ruote, vengono adoperati dei trasformatori nei quali il cerchione costituisce il secondario ed è quindi percorso

./.

da fortissime correnti che lo riscaldano.

Dopo l'assemblaggio le sale passano alla tornitura su torni ruote, già descritti, ed infine al controllo.

Le molle di sospensione vengono costruite e riparate nei "centri-molle". Le foglie vengono separate dalla staffa che le collega a mezzo di una pressa detta "distaffatrice". Le foglie vengono spinte fuori dalla staffa dalla forza esercitata da uno stantuffo azionato da olio in pressione. Le foglie rotte o eccessivamente ossidate vengono sostituite.

Le foglie nuove si ricavano da profilati piatti speciali di acciaio per molle. Il profilato si taglia a misura e poi viene centinato a caldo con una macchina "Centinatrice" che provvede a dare alla foglia la curvatura necessaria e contemporaneamente a temperarla.

L'assemblaggio viene eseguito su appositi banchi e la centinatura viene corretta a freddo mediante delle pressette che sagomano le foglie nella zona dove la tempera ha provocato delle deformazioni.

La staffa viene montata a caldo sul fascio di foglie. Lo sforzo necessario per tenere insieme le foglie è quindi realizzato dal ritiro termico.

Nelle Officine per locomotive a vapore esistono reparti per la riparazione delle caldaie.

Per legge le caldaie debbono essere visitate all'interno ogni 6 anni. In tale occasione si esegue anche la riparazione.Le caldaie da locomotive sono del tipo a tubi di fumo. Esse sono quindi costituite da un forno per la combustione del carbone, da un inviluppo del forno che circonda l'intero focolare e da un corpo cilindrico nel quale passano i tubi di fumo. Le varie pareti sono collegate tra di

./.

loro a mezzo chiodature. Dopo la visita le pareti avariate o consumate vengono sostituite. Per la confezione delle pareti nuove si parte da lamiere di spessore da 8 a 15 mm., di acciaio speciale, che vengono curvate alla calandra e sagomate a caldo con presse speciali o addirittura a mano a mezzo di pesanti mazze.

Le "Caldarerie" sono perciò dotate di una calandra di notevole grandezza e di vari stampi e fucine.

Il forno e l'inviluppo sono collegati tra di loro da tiranti a vite avvitate nelle due lamiere collegate.

Per garantire la tenuta i tiranti vengono spinottati in maniera che allargandosi premono contro la lamiera.

L'operazione di filettatura e di spinottatura viene eseguita sotto "portici" ove possono lavorare contemporaneamente trapani, filettatrici e spinottatrici.

Le Officine per carrozze o automotrici sono dotate di una "sala calda". Si tratta di una sala chiusa dove vengono tinteggiate sia le carrozze che le automotrici. La sala viene mantenuta completamente chiusa ed a temperatura costante sia per impedire che si depositi della polvere sugli strati di vernice fresca e sia per assicurare che l'essiccazione avvenga in maniera uniforme e costante. E' noto infatti che, se l'essiccazione non è perfetta, facilmente la vernice si rigonfia e si stacca dalla lamiera.

Nelle Officine per riparazione di mezzi elettrici esistono delle avvolgerie che non si differenziano dalle normali avvolgerie delle Officine di costruzione di macchine elettriche.

Per chiudere queste brevi note sulle Officine occorre accennare all'Officina Motori di Firenze dove vengono riparati i motori a combustione interva delle automotrici

./.

ferroviarie. I motori vengono scomposti e vengono ristabiliti tutti gli accoppiamenti con le stesse tolleranze previste in sede di costruzione.

Dopo di ciò i motori vengono rimontati e provati con sistemi ovviamente analoghi a quelli in uso in un'Officina di grande riparazione di grossi motori per automezzi su strada.

C A P I T O L O S E S T O

E L E T T R I F I C A Z I O N E D E L L E L I N E E F E R R O V I A R I E

A = GENERALITA'

- Motivi che consigliano l'elettrificazione di una linea

Le ferrovie nacquero, notoriamente, usando esclusivamente locomotive a vapore.

La scelta di un tal sistema di trazione fu essenzialmente conseguenza dell'assenza, in quel periodo, di un altro tipo di motore ed è quindi logico che i tecnici ferroviari abbiano guardato con interesse verso gli altri tipi di motori che la tecnica poneva via via a disposizione.

Si è così verificato un vero e proprio capovolgimento della scelta con abbandono, che ormai possiamo considerare praticamente totale, della locomotiva a vapore ed adozione di locomotive con motori Diesel e di locomotive con motori elettrici.

./.

Rimandando al Corso di Organizzazione lo studio approfondito dei motivi che hanno consigliato una tale trasformazione, diamo uno sguardo al paragone tra trazione a vapore e trazione elettrica.

I vantaggi della trazione elettrica sulla trazione a vapore possono essere riassunti nei seguenti punti:

1° = La locomotiva elettrica è tutto un organo motore mentre quella a vapore deve portare con sè il generatore di vapore.

Questo potrebbe essere considerato un vantaggio della locomotiva a vapore che è completamente autonoma e non ha bisogno di costosi impianti fissi di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia.

Dato però il notevolissimo peso del generatore di vapore la cosa rappresenta contemporaneamente un gravissimo handicap per la locomotiva a vapore che risulta decisamente inferiore in potenza ad una locomotiva elettrica di egual peso oppure, ciò che è lo stesso, deve pesare decisamente di più di una locomotiva elettrica di eguale potenza.

Basterà in proposito pensare che la più potente locomotiva a vapore che abbia avuto il nostro parco, e cioè la 691, aveva una potenza di 1750 HP e cioè di circa 1290 kW potenza che risulta solo, all'incirca, la terza parte dá quella di un moderno locomotore a corrente continua a 3.000 Volt.

2° = La maggiore potenza delle locomotive elettriche rende possibile trainare treni di maggior lunghezza, anche su linee in pendenza. Possiamo dire che oggi la composizione dei treni è limitata dalla resistenza degli organi di attacco più che dalla potenza delle locomotive.

./.

3° = Le maggiori composizioni e le maggiori velocità conseguenti all'aumentata potenza delle locomotive, riducono il numero delle locomotive globalmente necessarie e riducono anche il personale di condotta, di scorta e di manutenzione, complessivamente necessario.

4° = La quantità di carbone, da 7.500 chilocalorie per chilogrammo, necessaria per spostare in piano una tonnellata per un chilometro su linea ferroviaria, e cioè necessaria per produrre una TKVTC, era in media di 38 grammi contro i 18 Wh necessari, misurati agli archetti del locomotore, per ottenere lo stesso risultato con una locomotiva elettrica.

Se ne deduce che la locomotiva a vapore consuma 2 kg. di carbone al posto di un kWh e cioè lavora, nel confronto, con un rendimento energetico del 6% soltanto.

Il valore di 38 grammi per TKVTC era un valore medio ma anche a voler considerare le migliori locomotive che consumavano circa la metà di tale valore medio si giunge sempre ad un rendimento del solo 12%che è poco più della metà di quello ottenibile in una centrale termica (0,500 kg. per kWh).

L'economia realizzabile è quindi tutt'altro che trascurabile e ciò risulta anche dalla constatazione che le Ferrovie dello Stato italiane sono passate da un consumo di 16.294 TKCal per produrre 23.313 milioni di unità di traffico (viaggiatori chilometro per tonnellate chilometro) nel 1938-39 ad un consumo di sole 13.818 TKCal nel 1959-60 per produrre 42.500 unità di traffico. Se si pone eguale a 100 il consumo di energia ed il prodotto di unità di traffico del 1953, anno intermedio del periodo sopra considerato, si constata che

./.

si è passati da un indice di produttività 0,690 (rapporto tra produzione ed energia) nel 1938-39, ad un indice 1,338 nel 1959-60. Ciò significa che con l'energia corrispondente ad un chilogramma di carbone si trasportavano nel 1938-39;

16,2 viaggiatori-km oppure 9,7 tonnellate-km mentre che nel 1959-60 si sono trasportati:

32,5 viaggiatori-km oppure 19,4 tonnellate-km.

L'economia di energia è particolarmente importante in una Nazione come l'Italia in cui il carbone è nella quasi totalità di importazione.

In tal caso all'economia energetica corrisponde una notevole economia in lire. Si può calcolare che se l'esercizio del 1961-62 si fosse svolto con i sistemi di trazione del 1938-39 si sarebbe avuta una maggiore spesa di circa 14 miliardi. Tale somma è stata risparmiata mercè il passaggio, nel bilancio in TKcal, da una percentuale del 20,15% ad una percentuale del 55% circa di energia elettrica.

5° = L'abolizione del fumo dà luogo a non trascurabili vantaggi a favore della trazione elettrica. Ricordiamo in proposito la maggior pulizia, il confort dei viaggiatori, la migliore conservazione dell'arredamento, del materiale mobile e dei ponti metallici ed infine la soppressione degli impianti di aereazione delle lunghe gallerie.

6° = A credito della trazione elettrica va infine considerata la maggior durata delle rotaie in virtù delle minori azioni dinamiche (martellamento) esercitate da un locomotore elettrico rispetto ad una locomotiva a vapore.

./.

Contro tutti i suddetti vantaggi sta l'inconveniente del notevole investimento di capitali necessario per gli impianti di elettrificazione e cioè per le linee di contatto, le sottostazioni nonchè, molto spesso, anche per primarie e centrali da costruire appositamente.

Il bilancio si presenta comunque decisamente favorevole all'elettrificazione non appena il traffico della linea presa in esame supera un certo "valore limite".

Occorre infatti considerare che le spese di elettrificazione sono praticamente indipendenti dal traffico, essendo esse funzione solo della lunghezza della linea da elettrificare, mentre che le economie realizzabili sono essenzialmente funzione del traffico. Al disotto di un certo valore di traffico non si hanno quindi economie tali da giustificare le spese di elettrificazione.

In linea di larga massima si può considerare che il limite di convenienza per l'elettrificazione può fissarsi intorno ai 6 ÷ 8 milioni di TKVTC all'anno e per chilometro di linea.

Per dare un'idea del significato di tale valore diciamo che le nostre linee di maggior traffico (Milano-Piacenza, Villa-Formia-Roma e Piacenza-Bologna) hanno avuto un traffico tra i 15 ed i 17 milioni di TKVTC per chilometro di ciascun binario.

B= PRODUZIONE E TRASPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA

- Produzione dell'energia elettrica

Il problema della produzione dell'energia elettrica non presenta particolarità per il caso di produzione necessaria per la trazione elettrica.

./.

Le Ferrovie hanno però sempre avuto interesse, per assicurarsi il proprio fabbisogno, a costruirsi delle centrali elettriche proprie e ad assumere notevoli partecipazioni azionarie in alcune Società produttrici.

Si ritiene pertanto utile fornire qualche notizia circa i vari sistemi di produzione dell'energia elettrica e ciò anche se l'avvenuta costituzione dell'.E.N.E.L. potrà modificare quanto sopra detto in materia di proprietà delle centrali ferroviarie.

L'energia elettrica può considerarsi come una delle forme più nobili dell'energia.

Essa, pur per il tramite dell'energia meccanica,può essere ottenuta da tutte le altre fonti di energia e può a sua volta trasformarsi, e con elevati rendimenti, in tutte le altre forme di energia.

L'energia elettrica presenta poi il vantaggio, che può considerarsi suo esclusivo, di poter essere trasmessa a distanze notevolissime e con enormi velocità: bastano circa 3 millesimi e mezzo di secondo, a seguito della semplice chiusura di un interruttore, perchè l'energia prodotta da una centrale superi una distanza di 1000 chilometri.

Contro questi vantaggi esiste solo l'inconveniente consistente nel fatto che l'energia elettrica può essere,in sè stessa, accumulabile solo in piccolissime quantità e con scarsi rendimenti (si pensi ai condensatori) e deve quindi essere prodotta al momento in cui deve essere utilizzata.

Un sistema di accumulazione è quello della sua trasformazione in energia chimica in un accumulatore elettrico ma si tratta di un sistema con rendimento non elevato e che, sopratutto, obbliga a ricorrere ai pesanti accumulatori elettrici che sono in genere al piombo.

./.

Si preferisce quindi conservare l'energia sotto forma di accumulo di acqua nei bacini o sotto forma di deposito di combustibili.

Le difficoltà di accumulazione sono particolarmente sentite nel campo della trazione ove si potrebbero evitare tutti gli impianti delle linee di contatto se esistesse un accumulatore conveniente da consegnare in partenza ad ogni locomotore, carico dell'energia da consumare durante il viaggio.

Non che non siano esisti, e non esistano, esempi di locomotive elettriche ad accumulatori; si tratta però di esempi molto limitati, spesso per sole locomotive di manovra, a causa dell'elevato peso, della delicatezza e dello scaro rendimento dell'accumulatore di cui oggi si può disporre.

L'inconveniente della difficile accumulazione della energia elettrica è, d'altronde, enormemente attutito dalla già ricordata facilità di trasporto nonchè dalla facilità della suddivisione tra più utenti, allacciati alla stessa linea, dell'energia prodotta. Per questi motivi si è potuti passare dalle piccole centrali a servizio di un solo utente alle grandi e grandissime centrali, tra di loro interconnesse, che alimentano linee estesissime, interessanti intere nazioni ed anche più nazioni, linee sulle quali per logica compensazione esiste sempre richiesta di energia e con fluttuazioni giornaliere accettabili e facilmente affrontabili con la regolazione delle varie centrali od al più con l'inclusione, nelle ore di punta, di qualche centrale costruita con caratteristiche idonee per un tale servizio. Si possono in proposito ricordare le centrali con impianti di ripompaggio e cioè che assorbono, nelle ore di magra, energia dalla rete per riportare nel bacino l'acqua utilizzata nelle ore di punta.

La concentrazione della produzione in grandi centrali ha evidentemente ridotto le spese unitarie sia nel campo delle costruzioni che in quello dell'esercizio.

./.

Passando ai sistemi di produzione possiamo dire che l'energia elettrica può oggi considerarsi industrialmente producibile con i seguenti sistemi:

- con produzione idroelettrica e cioè sfruttando le forze idrauliche corrispondenti a salti naturali, od artificialmente creati, di masse d'acqua di fiumi e bacini imbriferi.
- la produzione termoelettrica che sfrutta, in centrali con caldaie a vapore e turbine, l'energia di combustibili solidi (carboni), o liquidi (idrocarburi) o gassosi (metano e simili).
- con produzione geotermoelettrica che sfrutta l'energia termica contenuta nei vapori dei soffioni naturali. L'Italia ha un primato in un tal tipo di produzione mercè gli impianti di Larderello ove esistono centrali del tipo primario che immettono direttamente in turbina i vapori naturali e centrali di tipo secondario che producono, a mezzo dei detti vapori, del vapore acqueo in opportuni scambiatori di calore ed immettono questo ultimo vapore in turbina.
- con produzione nucleare che sfrutta l'energia termica ricavabile dalla fissione dell'atomo di uranio. Va ricordato che la fusione di un solo atomo di uranio sviluppa l'energia corrispondente alla combustione di 2 tonnellate e mezzo di carbone. L'energia nucleare viene sviluppata in reattori ottenendosene energia termica che viene poi utilizzata per produrre vapore da immettere in turbine.

Le suddette forme di produzione dell'energia elettrica, fatta eccezione per la produzione nucleare, non sono con riserve illimitate tanto che si calcola, ad esempio, che le riserve, accertate o supposte, di idrocarburi, diano una garanzia solo dell'ordine di una trentina di anni. Ciò signi-

./.

fica che la generazione che è oggi agli studi vedrà, probabilmente, l'esaurimento delle benzine e degli idrocarburi in generale.

Ciò spiega l'interesse di tutte le nazioni verso l'energia nucleare di fissione ed ancor più verso quella, di riserva praticamente illimitata anche se ancor oggi non ancora dominabile, della fusione degli atomi.

La relativamente scarsa disponibilità di riserve spiega anche perchè non si trascurino le altre possibili fonti di energia elettrica e precisamente la produzione da:

- energia solare
- energia derivante dalla diversa temperatura dei vari strati terrestri o marini
- energia derivante dai moti ondosi del mare
- energia derivante dalle maree
- energia ricavabile dal vento

Rimanendo nel campo dei sistemi già oggi utilizzati possiamo vedere che la produzione di energia elettrica in Italia è stata, nel 1961, di

60.565 milioni di kWh

valore tutt'altro che trascurabile ove si pensi che esso rappresenta circa il 6% dell'energia elettrica prodotta nello stesso periodo in Europa (URSS compreso) e circa il 2,5% di quella che si stima essere stata prodotta nel mondo nello stesso anno.

La suddetta quantità di energia elettrica prodotta in Italia ha avuto origine:

per 41.982 milioni di kWh da energia idroelettrica
per 16.291 " " " da energia termoelettrica
per 2.292 " " " da energia geotermoelettrica

./.

Il consumo di energia elettrica che ha interessato le ferrovie in genere è stato di 3.300 milioni di chilowattore di cui circa 2.500 milioni sono stati consunti dalle Ferrovie dello Stato.

Il quantitatio consumato dalle Ferrovie dello Stato. è provenuto in parte da centrali proprie (circa 900 milioni prodotti nelle centrali di Bardonecchia, del Sagittario, di Suviana, di Rio di Pusteria e di Bressanone), in parte da Società nelle quale le Ferrovie hanno notevoli partecipazioni azionarie (Larderello, Consorzio del Bhutier) ed in parte acquistata da Società private.

La produzione dell'energia elettrica avviene, come è noto, sotto forma di energia elettrica trifase, in genere a 50 periodi al secondo e con tensioni dell'ordine di 6 ÷ 10 mila Volt.

Solo per le vecchie elettrificazioni trifasi del gruppo di linee liguri-piemontesi si produce ancora qualche piccolo quantitatio di energia a 16,7 periodi al secondo. Si tratta però di una produzione che sta per scomparire in quanto si è praticamente al termine del programma di trasformazione da trifase a continua della elettrificazione delle linee suddette.

Nelle centrali di produzione esiste sempre un impianto di trasformazione per elevare la tensione ai valori necessari per permettere, senza eccessive perdite, il trasporto a grande distanza. Di ciò riparleremo nei punti seguenti parlando delle linee primarie.

- Condutture primarie per il trasporto dell'energia elettrica

Le linee primarie per il trasporto dell'energia elettrica sono nella loro grande maggioranza delle linee aeree pur non mancando esempi di primarie in cavo che nel caso di tensioni molto elevate è un cavo in olio fluido.

./.

Tanto nel caso di linee aeree quanto in quello di linee in cavo si tratta, allo stato odierno della tecnica, di linee trifasi e ciò è conseguenza della notevole facilità di modificare le caratteristiche, di tensione e di corrente, dell'energia elettrica trifase a mezzo di normali trasformatori statici. Si ha così la possibilità di elevare la tensione in partenza in modo da raggiungere i valori più idonei alla trasmissione a grande distanza e di abbassarla in arrivo ai valori adatti alla utilizzazione.

Non mancano però prossimi esempi, anche in Italia, di linee a corrente continua ad elevatissima tensione: una linea di tal genere sarà quella, in cavo sottomarino, che tra non molto collegherà, tramite la Corsica, la Sardegna all'Italia.

Una linea primaria aerea è essenzialmente costituita dai seguenti elementi:

- conduttori
- isolatori
- sostegni e relative fondazioni

Il materiale più usato per i conduttori è il rame duro o semiduro, sotto forma di filo o di corda.

Non mancano esempi di impiego di corde miste di alluminio ed acciaio: si tratta di corde con anima interna di fili di acciaio per la resistenza meccanica e con corona esterna di fili di alluminio per la conducibilità elettrica.

In qualche caso si sono anche usate corde completamente in lega speciale di alluminio con buone caratteristiche meccaniche. Si tratta di leghe (Aldrey, Aludur ecc.) con elevata percentuale di alluminio (fino al 98,7%) e piccole percentuali di ferro, silicio e magnesio.

./.

Nel caso di conduttori di rame l'uso del filo unico è limitato a sezioni relativamente piccole (50 ÷ 80 mmq) oltre le quali si ricorre a corde.

Queste ultime possono essere a 7 capi (un filo centrale più uno strato) od a 19 capi (un filo centrale e due strati avvolti in senso opposto) od anche a 37 capi (come il 19 ma con in più un terzo strato).

Per le tensioni più elevate si deve portare in conto un non trascurabile effetto corona per cui indipendentemente dalla sezione occorre preoccuparsi del diametro esterno e ciò spiega diversi accorgimenti quali quello dei fili abbinati, dei conduttori cavi, ecc.

Per quanto riguarda gli isolatori ricordiamo che essi hanno l'ovvio scopo di "isolare" i conduttori evitando che essi siano elettricamente collegati con la terra e tra di loro.

Gli isolatori devono essere tali da impedire il manifestarsi di "correnti di dispersione" tra conduttori e sostegni e di impedire che, anche in caso di sovratensioni indotte da scariche atmosferiche ed anche nelle condizioni atmosferiche più avverse (pioggia, depositi salini, ecc.) possa adescarsi una scarica disruptiva tra conduttori e parte metallica dei sostegni.

Per raggiungere tali scopi gli isolatori sono in genere costituiti a forma di campana e con gole in modo da aumentare la distanza superficiale tra conduttori e massa del palo e da interrompere i veli di acqua piovana.

I vecchi isolatori rigidi, ad asse verticale e con perno centrale, possono oggi considerarsi superati a meno che non si tratti di linee a tensione relativamente modesta.

./.

Sulle linee ad alta tensione si usano oggi essenzialmente isolatori del tipo sospeso, riuniti, uno di seguito all'altro, in catene. Il numero di elementi per catena cresce al crescere della tensione. Sulle linee a 150 mila volt si usano nelle FS catene di 10 elementi. Ciò potrebbe sembrare esagerato in quanto anche sotto pioggia l'arco su di un solo elemento si adesca sui 62 mila volt. Occorre però tener conto sia dei necessari coefficienti di sicurezza sia del fatto che il gradiente di potenziale tra filo e massa non si distribuisce con legge lineare sui vari elementi della catena ma si dispone in modo tale che gli elementi più vicini al conduttore risultano notevolmente più sollecitati.

Prima di lasciare l'argomento degli isolatori accenniamo al fatto che essi in una linea trifase non vanno proporzionati, come potrebbe sembrare, per la differenza di potenziale tra conduttore e terra, ma per la differenza di potenziale tra conduttore e conduttore e cioè per una differenza di potenziale che è di 1,73 volte maggiore. Ciò si verifica in quanto altrimenti una eventuale messa a terra di uno dei tre conduttori (rottura del conduttore, fulminazione di una sua catena di isolatori) portando gli altri due conduttori ad una tensione rispetto terra eguale alla tensione concatenata, provocherebbe la sicura immediata fulminazione degli isolatori di questi due conduttori.

Per quanto riguarda, infine, i sostegni accenniamo che essi sono in genere dei tralicci in ferro.

Solo per tensioni relativamente basse e cioè fino a 10 o 20 mila volt, si usano pali in cemento armato centrifugato del tipo SCAC.

I tralicci in ferro sono di tipo, forma e dimensioni molto vari e non mancano casi di tralicci con membrature in diverso tipo di acciaio a seconda della natura (compressione o trazione) degli sforzi cui sono destinate a resistere.

./.

Il calcolo di un palo a traliccio si effettua tenendo conto degli sforzi trasmessi dai conduttori (peso, tiro negli angoli, effetto del vento sui conduttori) e degli sforzi dovuti al peso proprio ed al vento sul traliccio stesso.

Nei pali di attraversamento di strade, ferrovie ecc. esistono particolari prescrizioni di legge sia agli effetti degli sforzi massimi ammissibili nelle membrature sia agli effetti di tener conto, nel calcolo del palo, anche degli sforzi dovuti ad eventuali rotture di tutti o di parte dei conduttori.

Della rottura dei conduttori si tiene conto anche nel dimensionamento di un certo numero di pali intermedi delle linee, pali che devono fungere da "rompitratta" limitando i danni dovuti ad eventuali rotture di conduttori. Ciò vale specialmente nei lunghi rettifili ove mancano pali di angolo che, dimensionati per tener conto del tiro dovuto all'angolo, sono in genere sufficientemente robusti per fungere da rompitratta.

Una volta noti tutti gli sforzi, il palo viene calcolato come una trave incastrata nel basamento. Determinato il momento flettente dovuto al complesso degli sforzi, si determinano, dividendo il palo in successive sezioni, le dimensioni da dare ai montanti del palo mentre che l'intralicciatura si calcola con l'ipotesi che sia essa a dover sopportare il totale degli sforzi di taglio.

Tutte le membrature aventi elevati rapporti di snellezza vanno ovviamente verificate anche alla pressoflessione.

Il calcolo del basamento, infine, va fatto tenendo conto degli sforzi che tendono a ribaltare il palo, sforzi che vanno contrastati dal peso del basamento e, se è possibile farvi affidamento, anche dalle spinte del terreno sulle facce laterali del basamento.

./.

I basamenti sono in genere in calcestruzzo, con base spesso allargata a mezzo di soletta che può anche essere armata.

Dato che la parte centrale del blocco di base interviene solo con il proprio peso, risulta possibile ottenere buone economie costruendo i blocchi cavi e riempendoli di pietrame e terreno.

- Calcolo elettrico e calcolo meccanico dei conduttori

La sezione da dare ai conduttori di una linea primaria aerea viene calcolata, con criteri elettrici, in base alla potenza da trasmettere.

Definita la sezione del conduttore risulta ovviamente definito il suo peso per metro lineare e risulta quindi possibile stabilire il tiro da dare al conduttore in modo da garantirne la resistenza meccanica anche nelle peggiori condizioni di sollecitazione nonchè il franco minimo sul terreno anche nelle condizioni di freccia massima.

Il calcolo elettrico della sezione del conduttore viene fatto in funzione della massima perdita di energia che si vuole ammettere nella trasmissione.

Se indichiamo:

- con W la potenza, in kW, da trasmettere
- con V la tensione concatenata in kV
- con $\cos \varphi$ il fattore di potenza al quale avverrà la trasmissione
- con I la corrente di fase cioè la corrente che percorrerà ciascun conduttore

abbiamo notoriamente

$$W = 1{,}73 \; V \; I \cos \varphi$$

e cioè

$$I = \frac{W}{1{,}73 \; V \cos \varphi} \qquad (1)$$

./.

E' d'altra parte noto che le perdite ohmiche sono date, in base alla legge di Joule, da

$$p = RI^2$$

per condutture e quindi in totale da

$$p = 3RI^2 \qquad (2)$$

Dall'insieme delle due formule (1) e (2) abbiamo

$$P = \frac{3 R W^2}{(1,73 V \cos \varphi)^2} = \frac{R W^2}{V^2 \cos^2 \varphi} \qquad (3)$$

La reistenza R di ciascuno conduttore può scriversi con la nota formula:

$$R = \frac{\rho L}{S} \qquad (4)$$

dove

- L è la lunghezza del conduttore
- S la sua sezione
- ρ il valore della resistenza specifica dipendete dal materiale usato per i conduttori

Sostituendo nella (3) il valore di R dato dalla (4) abbiamo per le perdite totale P il valore:

$$P = \frac{\rho L W^2}{S V^2 \cos^2 \varphi} \qquad (5)$$

Da questa formula risulta che a parità di potenza W da trasmettere, di distanza di trasmissione L e di sezione S del conduttore, le perdite risultano inversamente proporzionali al quadrato della tensione V usata ovvero che a parità di W,L e delle perdite P ammissibili, la sezione S da adottare è inversamente proporzionale al quadrato della tensione usata.

Ciò spiega quanto abbiamo in precedenza detto circa il vantaggio di utilizzare tensioni elevate specie quando siano notevoli la quantità di energia da trasmettere e la distanza della trasmissione.

./.

Nel fissare la tensione V occorre però tener presente che alcuni costi di costruzione crescono con la tensione (isolamento della linea, costo degli impianti collegati, ecc.) per cui è opportuno un esame economico per esaminare fino a qual punto convenga aumentare la tensione V per ridurre la sezione S e con essa il costo dei conduttori e la robustezza dei pali. In genere se ne ricava che le tensioni maggiori sono convenienti per i trasporti più lunghi e di maggiore potenza.

Una volta, comunque, fissati i valori di:

- W potenza da trasmettere
- V tensione della linea
- $\cos\varphi$ come fattore di potenza da prevedersi per i carichi da alimentare
- L distanza di trasmissione
- P perdita di potenza che si vuol ammettere (in genere contenuta in un decimo di W)
- materiale da usare per i conduttori e quindi valore di ρ la formula (5) permette di ottenere la sezione S del conduttore.

Una volta noto il valore di S si conosce il peso G per metro lineare di conduttore per cui fissando:

- la lunghezza a di ogni campata di linea
- la freccia f ammissibile

si può conoscere il tiro T, nel conduttore, mediante la formula

$$T = \frac{G\,a^2}{8\,f} \qquad (6)$$

cui corrisponde ovviamente un tiro unitario

$$t = \frac{g\,a^2}{8\,f} \qquad (7)$$

ove g è il peso del conduttore per metro lineare di lunghezza e per millimetro quadrato di sezione.

./.

Se ci si limitasse a tesare il conduttore in base alla formula si avrebbe una condizione di squilibrio solo se si mantenesse sempre costante la temperatura. E' infatti evidente che se cambia la temperatura il conduttore subisce una dilatazione termica che provoca una variazione della sua lunghezza e, con essa, una variazione della freccia f e del tiro unitario t.

Si provvede quindi ad impostare il calcolo assicurandosi, con la formula (7) che nelle condizioni prevedibili come peggiori agli effetti dei tiri, il tiro unitario t non superi la sollecitazione massima ammissibile nel conduttore e poi verificando che nelle condizioni peggiori di allungamento del conduttore, la freccia f non superi il valore che garantisce ancora un congruo franco tra conduttore e terreno sottostante.

Agli effetti del tiro massimo, alle nostre latitudini si considerano le seguenti ipotesi:

- vento massimo di 130 km/h a - 5° o - 15°
- conduttore scarico a - 15°
- conduttore con sovraccarico di ghiaccio costituito da manicotti dello spessore di 12 mm a temperatura di - 5° o - 15°

Si imposta quindi il calcolo con la formula (7) in cui si pone t eguale alla sollecitazione massima ammissibile (per il rame 12 chilogrammi a mmq.) e g eguale al peso del conduttore più l'azione del vento valutata con la formula

$$p = 0{,}0045\ V^2\ d$$

dove p è in chilogrammi, per metro di conduttore, V è la velocità del vento in km/h e d è il diametro del conduttore in metri.

./.

Si ottiene così, con la (7) la freccia f del conduttore nella prima ipptesi.

Esistono poi due formule, ricavate da equazioni di terzo grado e quindi risolubili solo con successive approssimazioni, che danno le variazioni della freccia f, e di conseguenza del tiro t, al variare della temperatura od al variare del carico G (variazioni del vento preso in esame, sovraccarico per ghiaccio).

Con successiva applicazione di dette formule ci si assicura che il tiro unitario non superi il massimo sforzo unitario ammissibile nè nella seconda nè nella terza ipotesi. Se ciò non si verificasse in una di queste due ipotesi significherebbe che sarebbe questa l'ipotesi più gravosa e quindi si dovrebbe reimpostare il calcolo partendo da tale ipotesi.

Una volta effettuate le suddette verifiche non resta che, sempre applicando le due formule di variazione di f e di t in funzione della temperatura e del carico, calcolare quale valore assume la freccia nell'ipotesi di temperatura massima e cioè, per le nostre latitudini, alla temperatura di 45°. A tale temperatura si porta in conto il solo peso del conduttore e si considera nullo il vento.

Se la freccia così ottenuta superasse il massimo ammissibile agli effetti del franco minimo sul terreno circostante si dovrebbe prevedere pali di maggiore altezza ovvero ripetere il calcolo riducendo la lunghezza delle campate.

Una volta definiti tutti gli elementi di calcolo si procede, sempre con le note formule, a calcolare tiro e freccia a diverse temperature ed a compilare così la cosid. detta "tabella di tesatura" che viene comsegnata alle Squadre che effettuano il montaggio dei conduttori per metterle in grado di conoscere il tiro da dare al conduttore a seconda della temperatura del momento in cui viene eseguita la tesatura.

./.

Prima di lasciare l'argomento diamo qualche notizia circa la rete elettrica primaria delle Ferrovie dello Stato Italiano.

Si tratta di una rete che segue quasi tutta la rete dei binari elettrificati e quindi che interessa quasi tutta l'Italia insulare e la Sicilia.

La rete stessa ha uno sviluppo di circa 10.000 chilometri di terna, la metà circa dei quali sono esercitati alla tensione di 130 mila Volt. L'altra metà è costituita principalmente da 3.725 chilometri a 60.000 Volt e da 826 chilometri a 150.000 Volt. E' presente in rete anche una tratta, di 259 chilometri, a 220.000 Volt.

C = SISTEMI DI ELETTRIFICAZIONE FERROVIARI

- Descrizione e confronto dei vari sistemi

L'energia elettrica che possiede le caratteristiche più idonee per il trasporto a grande distanza e cioè quella ad elevatissima tensione, non può essere direttamente usata per scopi di trazione.

Pertanto l'energia proveniente dalle primarie deve essere opportunamente modificata nelle sue caratteristiche e ciò viene fatto nelle "sottostazioni elettriche".

Le caratteristiche elettriche idonee per la trazione, da scegliere all'atto in cui si decide l'elettrificazione di una ferrovia, sono notevolmente svariate. Quelle più comunemente usate sono però essenzialmente le seguenti:

- trifase a bassa frequenza (16,7 periodi al secondo) a 3.600 Volt
- monofase a bassa frequenza (25,7 periodi al secondo) ad 11 o 15 kV

./.

- nonofase a frequenza industriale (50 per/sec) a 25.000 Volt
- continua a 1.500 Volt
- continua a 3.000 Volt

Nella elencazione di cui sopra non è stato inserito nè il sistema a corrente continua a 600 o 750 Volt, in genere con alimentazione a terza rotaia (od anche a terza e quarta rotaia) usato essenzialmente per linee metropolitane o vicinali, nè il sistema trifase a frequenza industriale (45 periodi al secondo ad 11.000 Volt) che venne sperimentato sulla Roma-Avezzano nel 1928 e poi abbandonato.

Ognuno dei sistemi indicati presenta, sia nei riguardi della alimentazione e della linea di contatto, sia in quelli del motore dei locomotiri, vantaggi ed inconvenienti.

Diciamo subito che il sistema trifase, suggestivo per la possibilità di usare un motore senza collettore quale è il motore asincrono trifase, presenta notevoli complicazioni per la linea di contatto. Occorre infatti alimentare i locomotori con tre distinte fasi e quindi, affidandone una alla rotaia, la linea di contatto deve portare in giro due distinte fasi e deve quindi essere bifilare. Ciò porta, come detto, a notevoli complicazioni specie in corrispondenza degli scambi.

Il motore trifase presenta poi in modo accentuato la difficoltà di lavorare ad una velocità praticamente fissa per cui, una volta sfruttatele possibilità di collegamento dei motori in serie od in parallelo, non resta che ricorrere a sistemi antieconomici, quali la marcia sul reostato, o di una qualche complessità quale la variazione del numero di poli. Se però si ha la installazione a bordo, come fu fatto per il già citato esperimento a frequenza industriale ed a 11.000 volt, risulta possibile una economica regolazione della velocità de-

./.

tando il secondario del trasformatore di gradini a mezzo dei quali risulta possibile alimentare a diverse tensioni i motori.

Il sistema trifase, infine, come tutti i sistemi a corrente alternata, dà luogo a delle notevoli cadute di potenziale nella linea di contatto e ciò in quanto dette cadute sono dovute, oltre che alla resistenza ohmica, anche alla impedenza, che è tutt'altro che trascurabile, delle linee di contatto.

A ciò si cerca di rimediare od abbassando la frequenza, come nel sistema a 16⅔ periodi al secondo, od adottando tensioni più elevate, come nel sistema ad 11.000 Volt, con il che, a pari potenza dei mezzi in contemporanea circolazione, si riducono le correnti che circolano nella linea di contatto.

Nel primo caso però nasce l'inconveniente di dover avere centrali di produzione e primarie specializzate, in quanto funzionanti ad una frequenza diversa da quella generalmente usata, ovvero di dover ricorrere a sottostazioni di conversione della frequenza, sottostazioni che, non potendo che essere a macchine rotanti, risultano costose in costruzione ed onerose in esercizio tanto per il personale addetto quanto per il rendimento relativamente basso.

Nel caso invece in cui si lasci invariata la frequenza e si adottino più elevate tensioni, si viene a complicare il problema dell'isolamento della linea di contatto e si devono aumentare le distanze minime tra conduttori e parti a terra, cosa che risulta complessa e costosa specie nelle gallerie, sui ponti a gabbia, ecc.

L'elevamento della tensione impone poi la necessità di prevedere un trasformatore su di ogni mezzo mobile automotore e ciò, pur se dà il vantaggio di poter prevedere tale tra

./.

sformatore a gradini e di sfruttarlo per la regolazione della velocità, rappresenta un notevole svantaggio sia per il peso sia per il costo.

Anche l'isolamento di bordo, tra pantografo e primario del trasformatore risulta, con le alte tensioni, complesso specie ove si tratti di elettromotrici anzichè di locomotori.

Malgrado tutti i suddetti inconvenienti il sistema trifase ebbe un notevole sviluppo in Italia, estendendosi a tutto il gruppo di linee principali del Piemonte e della Liguria. Esso ha fornito ottime prestazioni, specie sulle linee, a forte pendenza e ad elevato traffico, che, valicando i Giovi, uniscono il porto di Genova con Torino e Milano e di là con le varie Nazioni europee.

Il sistema, sia perchè inadatto ad elevate velocità, sia per motivi di unificazione e di eliminazione di cambio trazione nei punti di confine con il sistema a corrente continua successivamente adottato per tutto il resto della Rete ferroviaria italiana, è stato man mano modificato tanto che tra breve esso, con le ultime trasformazioni in corso, passerà ormai nel campo dei ricordi.

I sistemi monofasi a bassa frequenza, diffusissimi da anni all'estero e specie in Svizzera ed in Germania, presentano tutti gli inconvenienti dell'alimentazione distinta da quella usata per scopi industriali ma hanno, rispetto al trifase, il vantaggio di avere la linea di contatto monofilare.

I sistemi monofasi a frequenza industriale, di recente molto diffusi all'estero ed in particolare in Francia, eliminano l'inconveniente dell'alimentazione distinta ed avendo la linea di contatto anche essi del tipo monofilare, rappresentano una seria concorrenza ai sistemi a corrente continua rispetto ai quali hanno l'inconveniente di una maggior caduta

./.

di potenziale in linea, per quanto già detto circa l'impedenza, ma hanno il vantaggio di poter usare tensioni anche notevolmente elevate (25.000 Volt) il che, se rende necessarie maggiori distanze di isolamento, permette tanto la riduzione delle cadute di potenziale quanto, mercè il trasformatore e gradini, la economica e continua variazione di velocità.

Il motivo per cui sino a qualche anno fa il sistema a corrente continua, che pur introduce una maggior complicazione nelle sottostazioni, è stato preferito a quello monofase a frequenza industriale, è da ricercarsi essenzialmente nel motore del mezzo di trazione. Il motore monofase è un buon motore ma presenta delle difficoltà notevoli al collettore, specie nella fase di avviamento e specie se alimentato a frequenza industriale. I miglioramenti che la tecnica ha potuto introdurre nella costruzione del motore monofase hanno ridotto questi inconvenienti ma non li hanno eliminati tanto che molti ritengono preferibile adottare il monofase nella linea di contatto ma mantenere i motori del tipo a corrente continua anche se ciò obbliga a complicare il locomotore che deve essere dotato di raddrizzatori che sino ad oggi sono stati del tipo ad ignitrone.

In definitiva possiamo dire che i vantaggi del sistema monofase a frequenza industriale e ad elevata tensione sono notevoli e possono così riassumersi:

- possibilità di derivare energia dalle normali reti primarie ad alta tensione sia pure con qualche dubbio circa l'entità massima degli squilibri, dovuti ai carichi monofasi del sistema ferroviario, accettabili sulle primarie
- semplicità della linea di contatto che risulta monofilare, come quella a corrente continua

./.

- possibilità di adottare elevate tensioni nelle linee di contatto, data la possibilità di abbassare tale tensione con un trasformatore sul locomotore, il che, anche se impone maggiori oneri di isolamento, permette di adottare sezioni di conduttori relativamente basse e ciò anche se si distanziano le sottostazioni
- possibilità di migliore regolazione della velocità con adozione di trasformatori a gradini sui locomotori
- semplicità delle sottostazioni che sono di semplice trasformazione e, come detto, possibilità di maggior distanziamento, in funzione della maggiore tensione, delle sottostazioni
- pratica mancanza di corrosioni elettrolitiche, nelle rotaie e nelle strutture in ferro viciniori, dovute alle correnti disperse.

Contro questi vantaggi stanno i seguenti inconvenienti:

- delicatezza del motore di trazione o necessità di complicare i locomotori trasformandoli in vere e proprie sottostazioni di conversione
- maggiori cadute di potenziale che, anche se ridotte in senso assoluto dal valore della tensione adottato, rimangono sempre in senso percentuale ed incidono, anche più di quanto avvenga quando si usino motori in corrente continua, sulla marcia dei treni
- disturbi induttivi sulle linee telefoniche vicine, specie se aeree
- maggiori distanze di isolamento nella linea di contatto ed a bordo, cosa che può avere notevole importanza per linee in galleria e per impiego di mezzi leggeri automotori.

./.

Nella rete ferroviaria italiana il sistema monofase, tanto a bassa frequenza quanto a frequenza industriale, non è stato mai impiegato, e si invece preferito il sistema a corrente continua a tremila Volt.

Solo in parte si può ritenere che ciò sia stato dovuto all'epoca in cui si è sviluppata in Italia la grande elettrificazione, epoca in cui il monofase a frequenza industriale non aveva, essenzialmente per le già ricordate difficoltà nei motori, ancora neanche iniziata la sua fase sperimentale.

Anche oggi, infatti, si può dire che il sistema a corrente continua mantiene inalterati molti punti di vantaggio.

Esso infatti accoppia alla semplicità della linea di contatto (anche agli effetti delle distanze di isolamento), che è unifilare con ritorno attraverso la rotaia, la possibilità di impiegare un motore con ottime caratteristiche quale è il motore a corrente continua con eccitazione in serie che ha, tra l'altro, notoriamente l'ottima caratteristica di essere capace di fornire elevate coppie di avviamento, senza difficoltà al collettore, e ciò rappresenta una caratteristica essenziale per un motore di trazione. Il motore a corrente continua eccitato in serie presenta inoltre il vantaggio di essere relativamente poco sensibile alle cadute di potenziale, dovute alle perdite nelle linee di contatto, che influiscono solo riducendo la velocità.

Gli svantaggi del sistema a corrente continua vanno ricercati nella presenza di correnti disperse capaci di produrre anche notevoli corrosioni elettrolitiche nonchè nella relativa complessità delle sottostazioni.

Le sottostazioni infatti mantengono il vantaggio di poter essere alimentate dalle normali reti primarie a frequenza industriale ma devono essere dotate di macchinari capaci di convertire correnti alternate in correnti continue.

./.

Sino agli anni venti una tale conversione era possibile soltanto attraverso gruppi rotanti, motore-dinamo o convertitrici, e ciò spiega come la trazione elettrica a corrente continua sia rimasta per lunghi anni limitata alle sole linee tranviarie che, estendondosi solo a brevi tratte e presemtando carichi elettrici ridotti, potevano usare tensioni limitate (dell'ordine di 600 o 750 Volt) che permettevano l'uso di convertitori rotanti che potevano essere costruiti senza notevoli difficoltà.

Il primo esperimento italiano di grande elettrificazione a corrente continua ed alla tensione, allora elevatissima, di 3.000 Volt venne effettuato nel 1928 sulla Benevento-Foggia adottando nelle sottostazioni di Savignano e di Foggia delle audaci macchine rotanti costituite da un motore sincrono, avviabile come asincrono, e da due dinamo coassiali con il motore, da 1.500 Volt cadauna e collegate tra di loro in serie. Il gruppo usato era di cinque macchine coassiali per la presenza delle eccitatrici.

Sulla stessa linea però venne contemporaneamente adottato, in via sperimentale, nella terza sottostazione e precisamente nella sottostazione di Apice, il primo raddrizzatore a vapori di mercurio ad elevata tensione e per elevata potenza (1.500 kW).

Fu proprio l'ottimo comportamento di un tal raddrizzatore che consigliò l'estensione dell'esperimento a corrente continua, estensione che avvenne appunto adottando esclusivamente cilindri raddrizzatori, della potenza di 2.000 kW per gruppo, a vapori di mercurio.

L'elevato rendimento di una tale macchina e la sua relativa semplicità (almeno rispetto ai convertitori rotanti) rappresentarono la causa che, in uno con la già ricordata serie di vantaggi del motore a corrente continua e con la sempli

./.

cità della linea di contatto, fecero adottare in Italia il sistema a corrente continua a 3.000 Volt limitando alle linee in precedenza già elettrificate, e cioè al già ricordato gruppo ligure-piemontese, il sistema trifase e provocando poi addirittura, una volta ammortizzatene le spese, la trasformazione in quello a corrente continua.

Nei punti seguenti ci limiteremo a trattare esclusivamente quest'ultimo sistema di elettrificazione.

D = L'ALIMENTAZIONE DELLE LINEE DI CONTATTO

- Generalità

I carichi elettrici rappresentati dai vari treni in movimento hanno, rispetto ai carichi industriali, delle caratteristiche del tutto particolari.

Un carico di trazione, oltre a variare molto nel tempo (fasi di avviamento, di regime, tratte in pendenza, rallentamenti, fermate) varia anche nello spazio nel senso che si muove lungo la linea.

Ciò significa che le linee di trasporto devono essere tali da poter permettere la derivazione di corrente in un punto qualsiasi del loro sviluppo anzichè, come avviene con le linee industriali, solo all'estremità ed in punti determinati.

L'alimentazione dei carichi mobili lungo la linea ferroviaria è assicurata dalla linea di contatto e cioè da una linea elettrica tenuta in posizione opportuna, e costante, rispetto al binario.

Dalla linea di contatto i locomotiri derivano corrente a mezzo di pantografi muniti di "striscianti" e cioè

./.

di contatti, in genere in rame, che strisciano contro la parte inferiore dei conduttori della linea di contatto.

La linea di contatto deve essere a sua volta alimentata con una potenza corrispondente ai carichi che i treni in contemporanea circolazione possono richiedere. Tale potenza, quando si prendono in esame tratte di linea di almeno 100 chilometri, può valutarsi per una linea a traffico medio di circa 50 kW per chilometro. Si tratta però di un valore medio intorno al quale si possono avere notevoli variazioni in caso di linee con traffico molto intenso o molto limitato.

La potenza da prevedere, nel calcolo delle centrali, delle primarie e delle sottostazioni è circa il doppio di quella necessaria e ciò per tener conto sia di eventuali sovraccarichi eccezionali (traffici deviati, traffici festivi e stagionali, ecc.) sia per ovvi motivi di riserva.

- Numero ed ubicazione delle sottostazioni

L'alimentazione, alla potenza necessaria, della linea di contatto viene assicurata a mezzo di sottostazioni che, nel caso di linee elettrificate a corrente continua, sono sottostazioni di conversione e cioè sottostazioni che provvedono a trasformare e raddrizzare l'energia trifase ad esse addotta dalle primarie.

Il numero delle sottostazioni (quindi la loro reciproca distanza) in cui va suddivisa la potenza da installare è essenzialmente funzione della massima caduta di potenziale ammissibile nella linea di contatto.

Il problema è però influenzato anche da molteplici altri fattori per cui può dirsi che il numero, e quindi il distanziamento, delle sottostazioni viene stabilito con un compromesso tra:

- le massime cadute di potenziale ammissibili e cioè compatibili con la marcia regolare e secondo orario dei treni

- le sezioni che conviene adottare per le linee di contatto e quindi il loro maggiore o minore costo da porre in relazione al minore o maggiore numero di sottostazioni da impiantare
- la potenza minima installabile in una sottostazione in relazione al tipo di macchinario disponibile sul mercato e conveniente come costo di acquisto e come costo di esercizio.

Nello studio della posizione delle sottostazioni incidono anche i seguenti fattori che possono anche determinare qualche variazione nel numero delle sottostazioni stesse:

- posizione dei tratti di linea a forte pendenza e cioè di tratte in cui si verificano forti assorbimenti
- presenza di particolari centri e nodi ferroviari nelle cui vicinanze può essere opportuno prevedere una sottostazione
- andamento delle primarie esistenti
- esame delle cadute di potenziale che possono tollerarsi nel caso di un accidentale completo fuori servizio di una sottostazione
- vicinanza a centri abitati per facilitare, quando si tratti di sottostazioni che devono essere presidiate, il mantenimento sul posto dei turnisti e delle loro famiglie.

Dallo studio di tutte le suddette condizioni nacque in un primo momento nella nostra rete una distribuzione di sottostazioni intervallate di circa 40 km ed aventi ciascuna una potenza installata di 4000 kW e precisamente aventi installati due cilindri raddrizzatori della potenza di 2.000 kW cadauno. Ogni cilindro ha però la possibilità di notevoli sovraccarichi e precisamente dei sovraccarichi in classe C e cioè del 50% per due ore e del 200% per 5 minuti.

./.

Nelle nostre linee di più recente elettrificazione la distanza tra le sottostazioni è stata ridotta a 25 ÷ 30 chilometri ed, a meno di linee a forte traffico, le sottostazioni sono state attrezzate, alternativamente, una con due gruppi da 2000 kW ed una con un gruppo solo.

L'aumentato numero di sottostazioni è in relazione al programma di telecomando e ciò sia in relazione al conseguente minor costo di esercizio per risparmio del personale di turno nelle sottostazioni telecomandate, sia in relazione ad una qualche maggior durata temibile, con impianti telecomandati, dei periodi di accidentale fuori servizio completo di una sottostazione.

- Le cadute di potenziale nell'interno delle sottostazioni

Il valore della tensione in uscita dalle sottostazioni dipende evidentemente dal valore della tensione in arrivo dalle primarie e dalle caratteristiche del macchinario.

Il valore suddetto è però il valore della tensione a vuoto da cui bisogna detrarre, anche supposta costante la tensione sulla primaria, le cadute di potenziale, ohmiche ed induttive, dovute al carico e precisamente le cadute di potenziale dovute al carico in transito sia nei trasformatori sia nei cilindri raddrizzatori.

Grazie alle bassissime cadute di potenziale nei cilindri raddrizzatori, le cadute di potenziale nell'interno di una sottostazione a corrente continua può considerarsi, tra vuoto e pieno carico, dell'ordine del 7%. Ciò significa che con una tensione, in uscita dalla sottostazione, a vuoto di 3.550 Volt si ha una analoga tensione, a pieno carico, di 3.300 Volt e ciò sempre, beninteso; nell'ipotesi teorica che la tensione primaria non abbia a risentire del carico considerato.

./.

- Le cadute di potenziale nella linea di contatto

Per semplificare i calcoli relativi alle linee di contatto si considera, in via di prima approssimazione, che la tensione in uscita dalle sottostazioni sia costante al valore di 3.400 Volt.

Nel caso di una linea di contatto a semplice binario si devono prendere in esame due distinti casi e cioè quello della alimentazione da un solo estremo od alimentazione a sbalzo e quello della alimentazione dai due estremi e cioè dall'alimentazione in parallelo.

Nel caso di linea a doppio binario, oltre ai suddetti casi, occorre considerare quelli che nascono dalla presenza o meno di chiusura intermedia (nelle sottostazioni i due scarti sono sempre in parallelo) di un parallelo elettrico tra le linee di contatto dei due binari.

Le cadute di potenziale che interessa calcolare sono quelle in corrispondenza dei punti di carico e cioè in corrispondenza dei vari treni.

In una linea a semplice binario alimentata da un solo estremo la caduta di potenziale che si verifica in un punto P distante X chilometri dall'estremo alimentato e cioè dalla sottostazione, quando, nello stesso punto P si trovi un treno che assorbe un carico I, può essere facilmente calcolato in base alla legge di Ohm.

Se infatti indichiamo con r la resistenza per chilometro di linea (linea di contatto più ritorno attraverso le rotaie) abbiamo facilmente che la caduta di potenziale in oggetto è data da

$$\Delta V = r \times I$$

Il massimo valore di tale caduta di potenziale si ha quando il treno è giunto all'estremo opposto della linea

./.

ed ha un valore, detta L la lunghezza della linea di

$$\Delta V_{max} = r\,L\,I$$

Pertanto al muoversi del carico, supposto di intensità costante I, da un estremo all'altro della linea la caduta di potenziale, in corrispondenza del carico stesso, varia da 0 (ricordiamo che per ipotesi abbiamo considerato invariabile la tensione in uscita dalla sottostazion) sino al valore massimo rLI.

Se ora supponiamo che il carico I resti fisso in un punto P a distanza X dal punto di alimentazione è chiaro che avremo in linea una tensione variabile da V in corrispondenza della sottostazione a V - rXI in corrispondenza del carico, mentre che dal punto in cui esiste il carico fino all'altro estremo della linea la tensione resterà sempre al valore V - rXI.

Se invece di esserci un solo carico, e cioè un solo treno, ve ne sono due o più, è facile calcolare il valore delle tensioni nei vari punti della linea bastando, per far ciò, ricorrere al sistema della sovrapposizione.

Tale sistema consiste nel calcolare separatamente le cadute di potenziale dovute ad ogni singolo carico e nel sommare poi le varie cadute di potenziale dovute ai vari carichi.

Supponiamo, ad esempio, di avere due carichi di intensità I_1 ed I_2 e supponiamo che essi si trovino a distanza X_1 ed X_2 dall'estremo alimentato e cioè dalla sottostazione; supponiamo ancora, tanto per fissare una ipotesi, che sia $X_1 < X_2$

Con il solo carico I_1 avremmo:

- tra la sottostazione ed X_1 una tensione variabile tra V e

$$V - r\,X_1\,I_1$$

- tra X_1 ed X_2 una tensione costante al valore $V - r\,X_1\,I_1$

- tra X_2 e l'altro estremo della linea una tensione sempre costante al valore $V - r X_1 I_1$

Con il solo carico I_2 avremmo:

- tra la sottostazione ed X_1 una tensione variabile tra V e

$$V - r X_1 I_2$$

- tra X_1 ed X_2 una tensione variabile tra $V - r X_1 I_2$ e $V - r X_2 I_2$
- tra X_2 e l'altro estremo della linea una tensione costante al valore $V - r X_2 I_2$

Sommando i due effetti e cioè considerando contemporaneamente presenti i due carichi avremo:

- tra la sottostazione ed X_1 una tensione variabile tra V e

$$V - r (I_1 + I_2) X_1$$

- tra X_1 ed X_2 una tensione variabile tra $V - r (I_1 + I_2) X_1$ e $V - r X_1 I_1 - r X_2 I_2$
- tra X_2 e l'altro estremo della linea una tensione costante al valore $V - r X_1 I_1 - r X_2 I_2$

Conoscendo il valore che possono assumere i carichi dovuti ai vari treni e la posizione che in un determinato istante possono assumere i carichi stessi sulla linea, è possibile con le formule suddette calcolare le cadute di potenziale in funzione di una determinata sezione delle linee di contatto.

Il calcolo va ripetuto per varie ipotesi di calcolo e supponendo i carichi nelle posizioni che possono prevedersi come più onerose.

Per motivi di unificazione dei tipi, le sezioni delle linee di contatto sono in genere stabilite a priori

./.

e quindi l'applicazione delle formule cui abbiamo accennato, serve, nell'ipotesi di alimentazione da un sol lato, per determinare la tratta massima alimentabile a sbalzo.

La generalità delle linee di contatto delle Ferrovie dello Stato è costituita da una corda portante da 120 mmq. di rame e da due fili di contatto, sempre in rame, da 100 mmq cadauno. Un tale tipo di linea ha una resistenza unitaria, compreso il circuito di ritorno attraverso la rotaia, di circa 0,08 ohm/km.

Con un tale tipo di linea di contatto e con traffico di media intensità si ammettono tratte a sbalzo dell'ordine di 8 o 10 chilometri.

Una maggiore lunghezza a sbalzo può ammettersi aggiungendo alla linea un "alimentatore" e cioè tesando, alla sommità dei pali della linea di contatto, una linea di alimentazione che può essere costituita da un solo filo da 100 mmq o da due fili di detta sezione e collegando tale linea in parallelo con la linea di contatto nelle stazioni della tratta.

Prendiamo ora in esame una linea, sempre a semplice binario, alimentata da ambedue gli estremi.

Occorre in tale caso innanzi tutto considerare che essendo la linea di contatto alimentata da raddrizzatori, e cioè da macchine che non consentono il passaggio di energia altrimenti che nel senso tra sottostazione e linea di contatto, non risulta mai possibile lo stabilirsi di correnti di circolazione, alimentate da una sottostazione e circolanti in senso inverso nell'altra, e ciò anche se le tensioni in uscita dalle due sottostazioni hanno un valore differente.

Rimanendo comunque nella più semplice ipotesi di eguale tensione in uscita dalle due sottostazioni, è facile verificare che l'alimentazione di un carico intermedio tra le due sottostazioni, distante X_1 da una sottostazione ed X_2 dal

./.

l'altra avviene come attraverso due linee in parallelo partenti da un'unica alimentazione ed aventi rispettivamente resistenza rX_1 ed rX_2.

Il carico intermedio I viene quindi alimentato dalle due sottostazioni da due correnti I_1 ed I_2 che rispettano le due equazioni (leggi di Kircoff) :

$$I_1 + I_2 = I$$

$$rX_1 I_1 = rX_2 I_2$$

e cioè date da:

$$I_1 = \frac{X_2}{X_1 + X_2} \; I$$

$$I_2 = \frac{X_1}{X_1 + X_2} \; I$$

Note le due correnti è facile ricavare la caduta di potenziale che è data da

$$\Delta V = r\, X_1\, I_1 = r\, X_2\, I_2$$

e cioè vale

$$\Delta V = r \, \frac{X_1 \, X_2}{X_1 + X_2} \; I$$

E' facile constatare che questa formula, che dà ΔV come funzione del prodotto di due quantità la cui somma è costante ($X_1 + X_2$ rappresenta la lunghezza della linea in esame) può essere rappresentata da una parabola ad asse verticale, simmetrica rispetto ai due estremi della linea ed avente una ordinata massima eguale a:

$$\Delta V_{max} = \frac{rLI}{4}$$

valore che si raggiunge in corrispondenza del carico quando il carico stesso si trova al centro della tratta di lunghezza L.

./.

E' anche interessante notare che se la stessa tratta fosse alimentata da un solo estremo la caduta di potenziale al centro sarebbe:

$$\Delta V = \frac{rLI}{2}$$

e quella massima si avrebbe all'estremo della linea non alimentato e varebbe:

$$\Delta V = rLI$$

Ciò significa che l'alimentazione in parallelo dai due estremi fa si che la caduta di potenziale a metà tratta sia solo la metà di quella che nello stesso punto si verificherebbe con l'alimentazione a sbalzo e che la massima caduta di potenziale, a parità di lunghezza della linea, sia solo la quarta parte di quella che si verificherebbe con la alimentazione da un solo estremo.

E' quindi più che ovvio il vantaggio ottenibile alimentando una linea da ambedue gli estremi.

Contro un simile vantaggio sta qualche maggiore difficoltà di protezione della linea contro eventuali corto circuiti. Come vedremo, infatti, ogni linea in uscita dalla sottostazione è protetta attraverso un interruttore automatico per massima corrente. Nel caso di alimentazione dai due estremi può sempre temersi che un corto circuito verso un estremo della linea provochi lo scatto del solo interruttore vicino, più caricato dal corto circuito medesimo, mentre che, per effetto della resistenza della linea più la resistenza elettrica del guasto, che non è mai nulla, non riesca a far scattare l'interruttore della sottostazione lontana. Il corto circuito può quindi restare lungamente alimentato con conseguenze anche gravi sia per la integrità delle linee elettriche sia per quella di altri impianti (telegrafonici, di segnalamento ecc.) vicini al guasto e che possono essere investiti dalle forti correnti di terra conseguenti al corto circuito.

./.

A ciò si può ovviare a mezzo della protezione automatica di metà tratta.

Tale protezione può essere ottenuta con un interruttore automatico per minima tensione, che sfrutti cioè la caduta di potenziale dovuta alla corrente di guasto che alimenta il corto circuito ovvero con un interruttore automatico per massima corrente il cui valore di taratura può essere tenuto più basso del corrispondente valore di taratura degli interruttori di sottostazione, dato che l'interruttore intermedio è normalmente percorso solo da corrente di minore valore e precisamente dalle correnti che oltrepassano la mezzeria della linea.

L'interruttore automatico di metà tratta è in genere a richiusura automatica e tale richiusura è comandata da relè voltmetrici alquanto ritardati, dopo qualche diecina di secondi da quando si è ristabilita la piena tensione da ambo i lati dell'interruttore e ciò non può avvenire se non dopo che gli addetti alla manutenzione avranno eliminato il corto circuito verificatosi nella parte di linea in cui la linea è divisa dall'interruttore di metà tratta.

Calcoliamo ora il valore delle due correnti che, nel caso di un solo carico intermedio I a distanza X_1 ed X_2 dalle due sottostazioni, vengono erogate da ciascuna delle due sottostazioni.

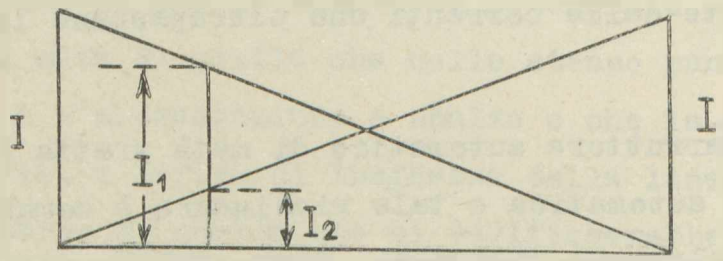
Tali correnti sono facilmente calcolabili con le già ricordate formule:

$$I_1 = \frac{X_2}{L} \quad I$$

$$I_2 = \frac{X_1}{L} \quad I$$

./.

Queste formule si prestano ad una costruzione grafica semplicissima. Basta infatti riportare, in corrispondenza delle due verticali per gli estremi della linea, due segmenti proporzionali, in una determinata scala, al carico totale I ed unire gli estremi di tali segmenti con il valore zero in corrispondenza della sottostazione opposta. Si ottengono così due diagrammi lineari tra 0 ed I, diagrammi che, tagliati dalla verticale per il punto in cui si vuole supporre sia il carico, danno i valori cercati di I_1 ed I_2.



Per quanto riguarda il calcolo delle cadute di potenziale nel caso di più treni contemporanei il problema si presenta di facile soluzione anche nel caso di linea alimentata dai due estremi, potendosi anche in questo caso ricorrere al sistema della sovrapposizione degli effetti.

Una volta infatti costruita la parabola che dà il valore di

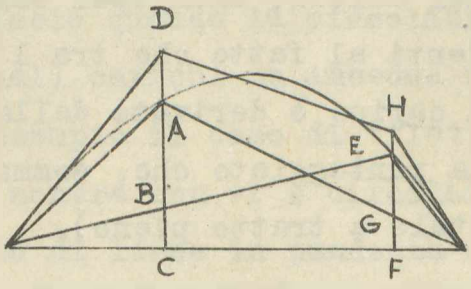
$$\Delta V = \frac{X_1 X_2}{X_1 + X_2} r \; I$$

risulta possibile in corrispondenza della verticale per ogni carico ottenere il corrispondente valore di ΔV. Unendo il punto della parabola con le due origini si ottiene facilmente il diagramma del ΔV lungo linea con il carico fisso nella posizione determinata.

Ripetendo l'operazione per i singoli carichi e sommando i valori dei singoli diagrammi lineari corrispondenti

./.

ai vari carichi isolati, si ottiene facilmente il diagramma corrispondente ai vari carichi in esame considerati come contemporanei.

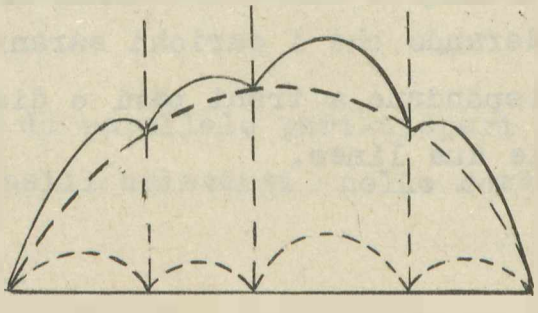


· AD = BC
GF = EH

Va notato che la parabola viene costruita per un unico valore del carico (500 o 1000 Ampere) e che pertanto i tratti verticali corrispondenti ad ogni carico vanno moltiplicati, prima di procedere a riunirli con le origini ed a sommare i diagrammi tra di loro, per il rapporto tra il carico reale ed il carico unitario per cui è costruita la parabola.

Il diagramma descritto risulta più complesso quando si deve considerare una linea di contatto con alimentatore collegato con la linea di contatto medesima solo in alcuni punti intermedi e cioè, in genere, solo in corrispondenza delle stazioni della tratta.

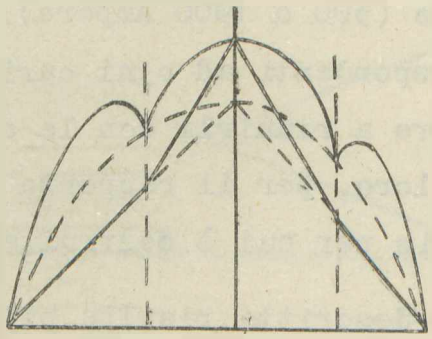
Si può facilmente dimostrare che in questo caso le cadute di potenziale nei punti di parallelo si trovano su di una parabola che vale per un valore di "r" corrispondente alla somma delle sezioni di rame della linea di contatto e dell'alimentatore e che cioè in corrispondenza di questi punti tutto procede come se le linee di contatto e l'alimentatore fossero in parallelo in ogni punto (parabola tratteggiata in figura):



./.

Tra l'uno e l'altro dei punti di parallelo si devono poi sommare dei valori, anch'essi con andamento parabolico, corrispondenti al fatto che tra l'uno e l'altro punto di parallelo il carico è derivato dalla sola linea di contatto (diagramma punteggiato che, sommato al precedente, dà il diagramma totale a tratto pieno).

Per quanto riguarda l'andamento della tensione in linea supposto il carico fisso in un determinato punto vale la costruzione riportata nella figura seguente.



Ancor più complessa è infine la costruzione nel caso di linea a doppio binario nel caso in cui si stabilisca che le linee di contatto dei due binari siano tenute in parallelo in un punto intermedio.

Il diagramma delle cadute di potenziale può essere impostato fissando il punto di parallelo su di una parabola valida per un valore di "r" corrispondente alla sezione complessiva di rame di tutti e due i binari ed aggiungendo delle parabole dovute al mancato parallelo in ogni punto. Si ottiene un diagramma che è in certo qual modo paragonabile a quello della linea con alimentatore ma che va utilizzato considerando che i carichi saranno derivabili, a seconda che corrispondano a treni pari o dispari, dall'una o dall'altra delle due linee.

./.

La chiusura del parallelo elettrico, in un punto intermedio, tra linee di contatto pari e dispari, può essere consigliabile specie quando la circolazione non sia tale da dar luogo ad eguali carichi su ambedue i binari contemporaneamente. E' ad esempio il caso di "flotte di treni" in un'unica direzione mentre non vi è circolazione nell'altro senso, ovvero il caso di linee in pendenza ove i carichi nel senso della salita sono evidentemente maggiori, a parità di circolazione, a quelli nel senso della discesa. In questi casi il parallelo fa si che il binario meno carico aiuti, agli effetti del trasporto delle correnti e quindi gli effetti delle cadute di potenziale, il binario più carico.

Il parallelo pari-dispari crea però ancora maggiori difficoltà agli effetti della protezione contro i cortocircuiti.

Basta, infatti, pensare che, essendo ogni uscita da una sottostazione protetta da un distinto interruttore, ogni carico, e quindi anche ogni eventuale cortocircuito, risulta alimentato, nel caso di parallelo pari dispari, da ben quattro interruttori in parallelo. Uno di questi, in genere, sarà sempre, in caso di cortocircuito, percorso da una corrente superiore al suo valore di taratura e quindi scatterà, ma i rimanenti tre potrebbero anche dividersi il carico residuo, tenuto conto delle resistenze di linea e del cortocircuito, in modo tale che in nessuno di essi si abbia una corrente superiore al valore di taratura.

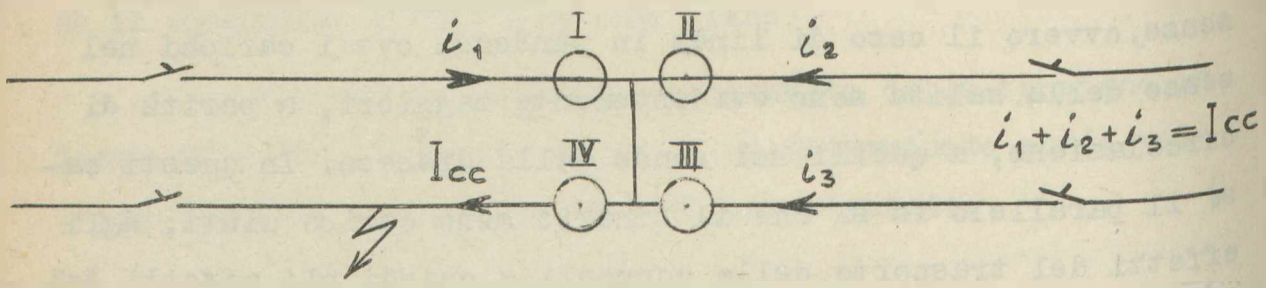
Può quindi verificarsi il caso che il cortocircuito resti lungamente alimentato il che può provocare i già ricordati danni tanto alle linee di contatto quanto ad altre apparecchiature.

In caso di parallelo pari-dispari si usa, quindi, inserire, oltre a quelli esistenti nelle sottostazioni, delle

./.

ulteriori protezioni a metà tratta in corrispondenza del punto di parallelo.

Tale protezione viene ottenuta con quattro interruttori disposti secondo il seguente schema:



e predisposti per lo scatto per massima corrente. Anche in questo caso si tratta di interruttori che possono essere tarati a valori inferiori a quelli di sottostazione ed anzi, poichè la corrente di corto circuito Icc, una volta scattato l'interruttore di sottostazione più prossimo, percorre uno solo degli interruttori di parallelo (IV) mentre ne percorre tre di sottostazione, è ovviamente più facile ottenere lo scatto della protezione intermedia di quanto non sia ottenere quella di sottostazione.

Anche in questo caso gli interruttori intermedi sono disposti a richiusura automatica e la richiusura si verifica quando giunge tensione dal lato verso la sottostazione.

E = LE SOTTOSTAZIONI

- Sottostazioni a corrente continua a 3.000 Volt

Abbiamo già detto che la linea di contatto è alimentata nel sistema a 3.000 Volt a mezzo di sottostazioni di trasformazione e conversione opportunamente intervallate.

In una sottostazione del tipo indicato si notano, come parti fondamentali:

./.

- i sezionatori tripolari di ingresso delle primarie, detti normalmente "sezionatori di terna"
- gli interruttori tripolari di ingresso delle primarie, detti "interruttori di terna"
- i sezionatori tripolari, detti di sbarra, per il collegamento delle terne primarie alla sbarra od alle sbarre della sottostazione
- una o due sbarre di smistamento
- i sezionatori tripolari per derivare i gruppi trasformatore-raddrizzatore dalla sbarra o dalle sbarre di sottostazione
- gli interruttori tripolari dei gruppi
- i gruppi raddrizzatori costituiti da trasformatore, cilindro ed apparecchiature ausiliarie
- gli interruttori a 3.000 Volt di uscita dal gruppo raddrizzatore
- una sbarra positiva ed una sbarra negativa a 3000 Volt
- il collegamento della sbarra negativa alla rotaia
- un dispositivo di filtraggio delle armoniche della corrente continua
- gli interruttori ed i sezionatori delle varie uscite a 3.000 Volt.

Tutte le apparecchiature a monte del gruppo raddrizzatori costituiscono il reparto ad alta tensione mentre tutte quelle a valle del trasformatore di gruppo costituiscono il reparto a 3 kV cc.

Dal punto di vista costruttivo le sottostazioni delle F.S. sono in genere del tipo cosiddetto "misto" e cioè con il reparto alta tensione, trasformatore compreso, all'aperto ed il reparto a 3 kV nell'interno del fabbricato della sottostazione. Esistono però ancora delle sottostazioni, costruite nell'anteguerra, del tipo "chiuso" e cioè del tipo avente an-

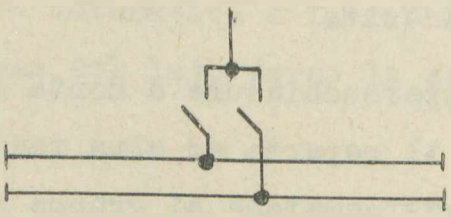
./.

che il reparto alta tensione all'interno del fabbricato della sottostazione. Si tratta in genere di sottostazioni alimentate a tensione primaria non elevata (60 kV).

Agli effetti dello schema elettrico della parte ad alta tensione le sottostazioni a corrente continua si distinguono a seconda del numero delle sbarre di sottostazione e dello schema di allacciamento alle linee primarie.

Le sbarre alta tensione possono essere due od anche una sola. Nel caso di due sbarre risulta possibile utilizzarne una per collegare i gruppi alla primaria e mantenerne una altra di riserva o per utilizzarla nello smistamento delle primarie e dei gruppi, con possibilità di notevole libertà di manovra cosa che può essere indispensabile nel caso in cui nella sottostazione si effettua la interconnessione di diverse primarie in arrivo.

Agli effetti del collegamento delle sbarre (o della unica sbarra) alta tensione alle primarie può considerarsi raro il caso in cui la sottostazione, trovandosi all'estremo di una primaria, viene allacciata direttamente alla primaria con il seguente semplice schema:

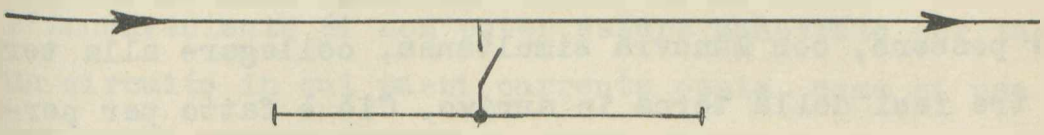


Molto più frequente è il caso in cui la sottostazione si trova derivata lungo una primaria che passa per essa e prosegue. In tali casi la derivazione può essere effettuata in due modi e cioè o sezionando la primaria e facendola entrare ed uscire dalla sottostazione:



./.

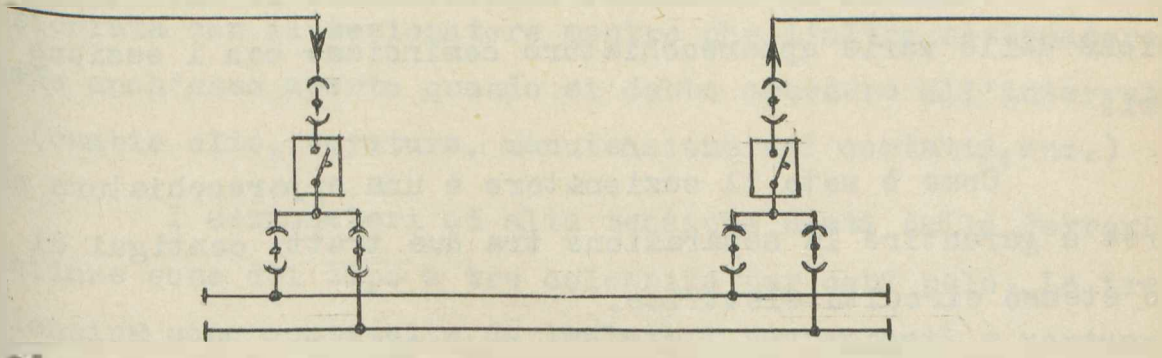
e si ha allora una sottostazione "in serie" ovvero senza interrompere la primaria:



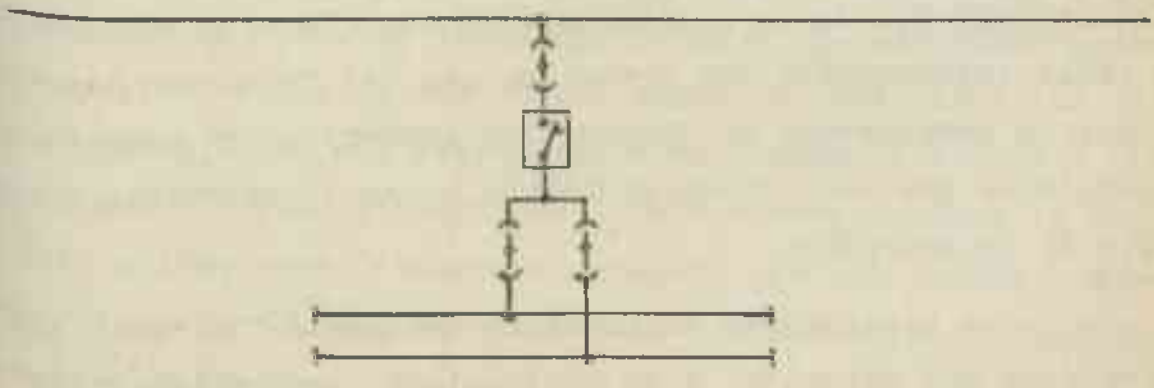
e si ha allora una sottostazione "in derivazione"(detta anche "in parallelo").

Il sistema in serie è utilizzato nelle sottostazioni dei nodi primari e cioè nelle sottostazioni ove si ha convenienza ad effettuare manovre di sezionamento e di smistamento delle primarie.

Gli schemi sopra indicati sono estremamente semplificati allo scopo di rendere evidenti le differenze tra i due tipi. Di fatto in realtà lo schema va completato con la inserzione dei sezionatori e degli interruttori ed assume pertanto, nel caso di inserzione in serie di una sottostazione a doppia sbarra, la seguente configurazione

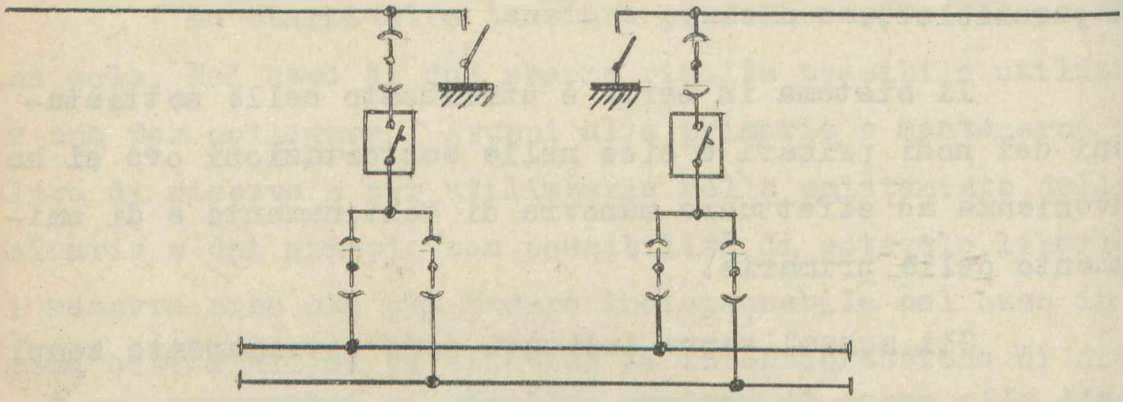


ed in caso di inserzione in parallelo la configurazione:



./.

Nel caso di inserzione in serie, i sezionatori di terna sono spesso muniti, oltre che delle tre lame di sezionamento, anche di tre lame "di terra" cioè di tre lame che possono, con manovra simultanea, collegare alla terra le tre fasi della terna in arrivo. Ciò è fatto per permettere la protezione del personale che dovesse recarsi a lavorare sulla primaria. Lo schema allora assume la seguente configurazione.



La manovra delle tre lame di terra è collegata alla manovra delle lame di linea dello stesso complesso, nel senso che non risulta possibile porre a terra la linea se sono chiuse le lame del sezionatore di linea.

Passando ad esaminare separatamente le caratteristiche delle varie apparecchiature cominciamo con i sezionatori.

Come è noto il sezionatore è una apparecchiatura che serve a garantire la separazione tra due tratti contigui di uno stesso circuito elettrico.

La garanzia della separazione è data sia dalla possibilità offerta da un sezionatore di accertarsi a vista della reale interruzione del circuito, sia dal fatto che non avendo mai un sezionatore un dispositivo automatico di manovra, è impossibile che esso cambi posizione senza l'intervento volontario di un operatore.

La possibilità di prendere visione della reale interruzione del circuito, è in particolare, prescritta dalle norme antinfortunistiche come requisito essenziale prima di

./.

venire a contatto con macchine o conduttori che possano essere sotto tensione pericolosa.

Contro i ricordati vantaggi il sezionatore presenta l'inconveniente di non poter essere manovrato per tagliare un circuito in cui passi corrente ossia, come si usa dire, di non poter essere manovrato sotto carico.

Una manovra di apertura di un sezionatore sotto carico, provoca infatti l'adescamento di un arco tra i contatti nel momento in cui si aprono e tale arco, per la lentezza di manovra e per la ionizzazione dell'aria, permane anche allungandosi e quasi sempre si estende verso parti a massa provocando sicuri danni al sezionatore.

E' questo il motivo per cui un sezionatore è quasi sempre montato direttamente in serie con un interruttore e cioè con una apparecchiatura capace, come vedremo, di interrompere un circuito anche se in esso circola corrente.

Vedremo anzi che la disposizione più frequente è quella di montaggio di un interruttore tra due sezionatori: l'apertura del circuito viene effettuata con l'interruttore ed assicurata con il sezionatore mentre che l'altro sezionatore viene anch'esso aperto quando si debba accedere all'interruttore (cambio olio, taratura, manutenzione dei contatti, ecc.)

I sezionatori ad alta tensione usati dalle Ferrovie Italiane sono del tipo a tre colonnine per ogni polo. Le tre colonnine sono costituite da isolatori sovrapposti e portano, quella centrale, una lama ruotante nel piano orizzontale e quelle laterali un contatto fisso cui fa capo il conduttore proveniente dal circuito da sezionare. Anche la lama metallica reca dei contatti, alle sue estremità, e si tratta di contatti che, con un manovellismo portato dalla lama stessa e messo in azione dall'ultima fase di manovra, vengono premuti contro i contatti fissi in modo da assicurare lo stabilirsi di un sicuro contatto elettrico.

./.

I sezionatori descritti sono sempre riuniti in terne, a manovra simultanea, e montati su appositi cavalletti. Si ottiene così il contemporaneo sezionamento di un circuito trifase. Il montaggio sul cavalletto può avvenire "in fila indiana" e cioè con tutte le colonnine disposte su di un unico allineamento, od a "lame affiancate" e cioè con le lame parallele in posizione di sezionatore chiuso. La scelta dell'uno o dell'altro sistema è funzione della semplicità dei collegamenti ottenibili con l'uno o con l'altro tipo in dipendenza del punto in cui il sezionatore va montato nonchè anche della disponibilità di spazio.

La manovra dei sezionatori è, come detto, sempre contemporanea per tutte e tre le lame. Essa può essere manuale, a mezzo di volantini di manovra montati al disotto della colonnina centrale ovvero a distanza, a mezzo di un motore montato in detta posizione.

Nel caso di manovra elettrica si possono disporre dei "blocchi" ottenibili sezionando il circuito di manovra quando non sono realizzate alcune particolari condizioni. Un blocco caratteristico è quello che taglia il circuito per la apertura del sezionatore quando è chiuso l'interruttore corrispondente. Ciò viene ottenuto facendo passare il circuito di manovra del sezionatore attraverso un opportuno contatto ausiliario dell'interruttore.

Passando a descrivere l'interruttore ricordiamo che si tratta di una apparecchiatura destinata a tagliare un circuito elettrico anche se in esso si trova a circolare una corrente.

Per interrompere l'arco che si adesca tra i contatti, all'atto dell'apertura, si gioca tanto sulla multiplazione delle interruzioni in serie, quanto sulla immediata eliminazione della ionizzazione nel mezzo in cui avviene l'interruzio

./.

ne (aria, olio isolante) quanto infine sulla velocità della interruzione.

E' noto che un arco in corrente alternata si interrompe due volte in ogni periodo e precisamente in corrispondenza dell'istante del passaggio della corrente per lo zero. L'arco stesso però, per effetto della ionizzazione che esso stesso ha creato nel mezzo, tende a riaccendersi nella fase in cui la tensione ritorna a salire.

L'interruttore va quindi costruito con opportuni dispositivi di deionizzazione che hanno lo scopo di assicurare che nella fase crescente della tensione, l'ambiente sia deionizzato e costituisca quindi valido isolamento contro la ripresa dell'arco.

La deionizzazione può essere ottenuta o con rapidi soffi di aria, come avviene negli interruttori ad aria compressa, o con rapido ricambio dell'olio isolante, in prossimità dei contatti, come avviene negli interruttori in olio sfruttando i moti convettivi creati dallo stesso arco.

Altro elemento fondamentale per garantire la buona estinsione dell'arco è quello della rapidità di interruzione. Essa gioca favorevolmente in doppio modo: innanzi tutto garantisce che dopo il primo passaggio per lo zero della corrente i contatti si siano già allontanati di tanto da rendere già difficile il riadescarsi dell'arco, sia riducendo il tempo totale di interruzione al cui quadrato è proporzionale la energia sviluppata dall'arco, energia che deve essere sopportata dall'interruttore che deve quindi essere dimensionato per il suo smaltimento.

Per ottenere una buona estensione si ricorre, come detto, alla multiplazione della interruzione nell'interno dell'interruttore. I vecchi interruttori a 60.000 Volt avevano un contatto mobile che faceva ponte su due contatti fissi

./.

e ciò dava luogo a due interruzioni in serie. Nei moderni interruttori per più elevate tensioni i contatti fissi e mobili sono disposti in modo da interrompere il circuito in quattro punti.

L'interruttore, grazie alla sua proprietà di potersi aprire anche sotto carico, viene sempre usato anche per la interruzione automatica dei sovraccarichi e dei corto circuiti.

A tal uopo il suo dispositivo di apertura, che è in genere costituito da molle che vengono compresse nella fase di chiusura, può essere sganciato e quindi fatto intervenire, oltre che per azione manuale da parte degli operatori, anche a mezzo di un dispositivo a massima corrente costituito da un complesso di relè che, attraversati da una corrente proporzionale a quella che circola nell'interruttore, chiudono i propri contatti, e comandano quindi l'apertura dell'interruttore, quando detta corrente supera un valore predeterminato.

I relè di massima descritti possono essere ad azione immediata o ad azione ritardata. In genere un interruttore viene dotato di relè dell'uno e dell'altro tipo. L'interruzione ritardata, in genere con ritardo dell'ordine di qualche diecina di secondi, viene provocata ad un certo valore della corrente di non molto superiore (in genere da 1,2 ad 1,5 volte la corrente di regime) alla normale e ciò costituisce la protezione contro sovraccarichi durevoli. L'interruzione immediata è,invece provocata ad un valore superiore (oltre due volte quella di regime) della corrente e ciò costituisce la protezione contro i corto circuiti.

Oltre che a mano o per intervento dei dispositivi di massima corrente, lo scatto di un interruttore può essere predisposto per intervento di svariati "blocchi" e cioè al verificarsi di particolari situazioni (sovratemperatura, anormalità nelle apparecchiature ausiliarie, ecc) nel macchinario protetto e quindi, nel nostro caso, nel gruppo trasformatore-cilindro raddrizzatore.

./.

Dal punto di vista costruttivo le Ferrovie Italiane hanno utilizzato ed utilizzano tipi svariati e di diverse case costruttrici.

Tra i vecchi tipi, sempre in olio, si distinguono quelli a cassone unico e quelli a poli separati. Nel primo caso i tre poli e quindi le tre interruzioni, in genere sempre doppie, avvengono tutte nell'interno di un unico grande cassone pieno di olio isolante. Nel secondo caso i cassoni, più piccoli, sono tre, uno per polo, pur essendo, negli interruttori delle F.S., sempre unica la manovra, contemporanea, dei tre poli.

I tipi più moderni di interruttori in olio sono a poli separati e con recipiente di olio talmente piccolo da essersi ridotto al solo interno di un altro isolatore in porcellana. Si tratta dei cosiddetti "interruttori ad olio ridotto" che è stato possibile realizzare sopratutto grazie alle aumentate velocità di apertura e quindi, per quanto detto, alla notevole riduzione dell'energia da dissipare, energia cui deve in definitiva essere proporzionato il volume di olio dell'interruttore.

L'olio di un interruttore ad olio ridotto si deteriora, però, per carbonizzazione, alquanto rapidamente, data la sua massa esigua ed è quindi necessario filtrarlo e ricambiarlo con notevole frequenza. Vista la sua piccola quantità ciò non costituisce, neanche dal punto di vista economico, un serie inconveniente.

Passiamo ora a parlare del trasformatore per cilindro raddrizzatore.

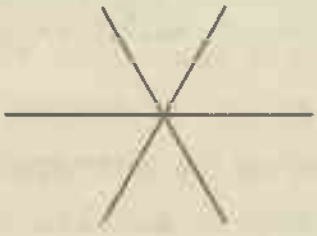
Le caratteristiche generali di tali trasformatori non differiscono da quelle usate per un qualsiasi trasformatore in olio. Si tratta infatti di trasformatori in olio a raffreddamento naturale a mezzo di tubi esterni e cioè con circolazione a termosifone.

./.

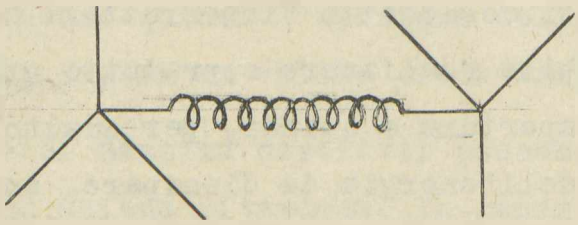
La differenziazione tra tali trasformatori ed un normale trasformatore trifase è da ricercarsi nei collegamenti secondari.

Il collegamento primario è infatti ancora costituito da un normale avvolgimento trifase, in genere a stella, mentre che il collegamento secondario è, nei cilindri per raddrizzatori usati per servizio di trazione, esafase.

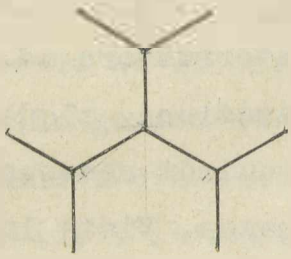
Per ottenere lo schema esafase si potrebbero utilizzare i vari collegamenti disponibili a partire dalla stessa esafase:



fino a giungere al doppio trifase con bobina di assorbimento:



Lo schema più usato è però quello "a forche" e cioè il seguente

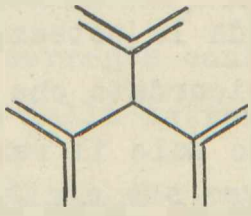


che presenta il vantaggio di un ancor buono fattore di utilizzazione del rame e di una ridotta caduta di potenziale da vuoto a pieno carico.

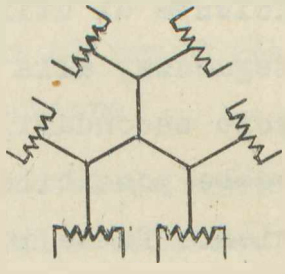
Come vedremo parlando dei cilindri raddrizzatori è in genere preferibile dividere, in ogni istante, il carico tra due anodi che lavorino in parallelo anzichè affidarlo ad un anodo solo. Si hanno così cilindri a dodici anodi che lavorano in esafase e cioè con due anodi in parallelo in ogni istante.

./.

Il passaggio dall'esafase all'esafase doppio può essere ottenuto od adottando per il secondario del trasformatore lo schema a doppia forca:



ovvero montando, nell'interno del trasformatore od all'esterno, dei partitori di carico:



Tra le altre particolarità dello schema del secondario di un trasformatore per cilindro raddrizzatore, ricordiamo che il centro stella secondario è sempre portato all'esterno del trasformatore a mezzo di apposito isolatore passante, e ciò in quanto esso costituisce il negativo del sistema corrente continua e che vengono portati all'esterno anche gli estremi della stella centrale secondaria, estremi da cui viene alimentato un piccolo trasformatore che serve a fornire energia ai servizi ausiliari del cilindro raddrizzatore.

Per quanto riguarda le tensioni primarie e secondarie per cui devono essere avvolti gli avvolgimenti di un trasformatore per cilindro raddrizzatore, ricordiamo anzitutto che la tensione primaria è ovviamente quella cui è alimentata la sottostazione e quindi quella della rete primaria dalla quale la sottostazione è derivata. Si hanno quindi trasformatori con primario a 60 a 130 od a 150 kV.

La tensione secondaria, considerata come valore stellare dell'esafase (valore eguale ovviamente anche al concatenato, trattandosi di esafase), è quella necessaria per ottene-

./.

re da un raddrizzatore esafase una tensione in corrente continua di 3.400 Volt. Tale valore corrisponde all'incirca a 2.750 Volt. misurati come valore efficace della tensione alternativa.

Per quanto riguarda la potenza cui bisogna dimensionare il trasformatore, va ricordato che in un trasfortmatore per cilindro raddrizzatore è uno solo il ramo del secondario che è in ogni istante attraversato da corrente e precisamente quello corrispondente all'anodo che in quell'istante conduce corrente. Ciò dà luogo ad un "coefficiente di utilizzazione del rame" alquanto scarso e, di conseguenza, alla necessità di dimensionare gli avvolgimenti, specie secondari, per una potenza molto superiore a quella cui sarebbe possibile effettuare il dimensionamento se la potenza richiesta fosse in corrente alternata non pulsante.

Tale maggiore dimensionamento è anche funzione dello schema elettrico usato per il secondario. Nei trasformatori del tipo con secondario a forca od a doppia forca occorre, per un raddrizzatore da 2.000 kW, dimensionare il primario per 2.240 kVA d il secondario per 3.650 kVA.

Sempre a proposito della potenza del trasformatore va ricordato che esso, come il cilindro che alimenta, viene calcolato per poter resistere, senza che la temperatura superi i valori ammessi dallo norme C.E.I. anche a sovraccarichi temporanei. Nei gruppi fissi usati dalle F.S. i sovraccarichi ammissibili sono quelli in Classe C e cioè del 50% per mezz'ora e del 200% per cinque minuti.

Il collegamento tra le uscite del trasformatore ed il cilindro raddrizzatore avviene a mezzo di sbarre anodiche che portano dai passanti del trasformatore e raggiungono gli anodi del cilindro raddrizzatore. Dato che in genere si tratta di sottostazioni del tipo misto e cioè con trasformatore allo aperto e raddrizzatore nell'interno del fabbricato, le sbarre

./.

anodiche vengono portate al cilindro attraverso una piastra passamuro. Tale piastra ha un isolatore in più per il passaggio della sbarra proveniente dal centro stella secondario del trasformatore, centro stella che, come detto, rappresenta il negativo del sistema a corrente continua e va quindi collegato alla sbarra negativa della sottostazione.

Le sbarre anodiche che passano attraverso alla piastra passamuro possono essere 12, se il trasformatore è a doppia forca o con partitore incorporato, o solo 6 nel caso in cui i partitori, esterni al trasformatore, vengono montati nell'interno della sottostazione.

Lungo le sbarre viene montato un sezionatore, a dodici lame nel primo caso ed a sole sei nel secondo, con manovra contemporanea di tutte le lame. Esso ha lo scopo di permettere di mantenere in servizio il trasformatore principale, affinchè possa alimentare il trasformatore dei servizi ausiliari, anche quando il corrispondente raddrizzatore fosse fuori servizio, nonchè quello di permettere di eccitare il cilindro, vedremo tra breve in che modo, senza che i suoi anodi principali siano già in tensione.

Passiamo ora a parlare del cilindro raddrizzatore.

Esso si fonda sul principio che in una atmosfera estremamente rarefatta ed in presenza di vapori di mercurio, una corrente può circolare, tra un elettrodo in ferro o di carbone ed un elettrodo costituito da una bacinella con mercurio liquido, solo nel senso dall'elettrodo in ferro o carbone a quello in mercurio e cioè solo quando la tensione positiva è applicata all'elettrodo in ferro o carbone che viene quindi a fungere da anodo e quella negativa alla bacinella in mercurio che fungerà quindi da catodo.

Se pertanto si costruisce un cassone con un catodo costituito da una bacinella di mercurio, tenuto ovviamente iso-

./.

lato dal cassone stesso, cui si affrontano, dall'alto, sei anodi alimentati da un sistema esafase (anodi anch'essi ovviamente isolati dal cassone) si ottiene che un solo anodo, e cioè quello che nel determinato istante è a tensione più elevata, può condurre corrente verso il catodo e quest'ultimo viene quindi mantenuto ad un valore di tensione che, tenuto conto delle bassissime cadute di potenziale nell'arco, è praticamente eguale al valore medio della tensione dell'anodo durante la sua fase di conduzione.

Il catodo può quindi costituire il positivo del sistema a corrente continua mentre che il centro stella del trasformatore di alimentazione ne costituisce il negativo.

Il valore della tensione cui viene a trovarsi il catodo e cioè il valore della tensione raddrizzata è funzione del numero delle fasi cui lavora il sistema.

Il valore stesso varia tra un minimo costituito da valore medio della tensione alternata nel caso di raddrizzatore doppio monofase ed un massimo teorico, corrispondente ad un numero infinito di fasi, rappresentato dal valore massimo della tensione alternata.

Nel caso dell'esafase il valore della tensione raddrizzata è dato da 1,35 volte il valore della tensione efficace ed è quindi già relativamente vicino al valore della tensione di cresta della corrente alternata.

Il suddetto rapporto spiega quanto abbiamo detto circa il valore della tensione secondaria del trasformatore, valore che è di circa 2.750 volt per ottenere, tenuto anche conto delle cadute di potenziale dovute al carico, una tensione raddrizzata di circa 3.400 Volt.

Al crescere del numero delle fasi, e quindi degli anodi, non si ottiene solo il vantaggio di una tensione più elevata ma anche quello di una tensione più vicina alla tensione to

./.

rica continua e ciò in quanto si riducono le ondulazioni della tensione raddrizzata. L'esafase può essere giudicato già sufficiente sia per ottenere una alimentazione che non dia fastidio ai motori in corrente continua, sia per dimensionare, in maniera relativamente economica, i filtri che occorre porre all'uscita delle sottostazioni per evitare di far circolare nelle linee di contatto delle armoniche tali da poter gravemente disturbare, induttivamente, i circuiti telefonici viciniori.

Affinchè l'effetto valvolare possa manifestarsi in un cilindro raddrizzatore, è necessario:

- che nel cilindro sia mantenuto un vuoto molto spinto e cioè dell'ordine di qualche millesimo di millimetro di mercurio
- che nella vaschetta di mercurio venga creata e mantenuta una sia pur piccola zona a temperatura elevatissima, detta "macchia catodica" capace di emettere vapori di mercurio
- che le varie parti del cilindro siano mantenute a temperature idonee e precisamente a temperature in genere non troppo elevate per evitare danneggiamenti e, nel caso degli anodi, a temperature non troppo basse onde evitare che sugli anodi si abbiano a depositare condensazioni di mercurio capaci di funzionare a loro volta da catodi con conseguente corto circuito per annullamento dell'effetto valvolare.

Per creare e mantenere il vuoto si usano apposite pompe. Le pompe idonee a forti portate non sono in genere in grado di realizzare vuoti molto spinti e viceversa e pertanto si usano due stadi successivi, in serie, di pompatura. Un primo stadio, costituito da una pompa del tipo rotativo a settori variabili, in olio, costituisce la pompatura di portata ed

./.

aspira dallo scarico di una pompa ad alto vuoto del tipo ad evaporazione e condensazione di mercurio, pompa ad alto vuoto che a sua volta aspira dal cilindro. Ogni raddrizzatore è quindi munito di una pompa del primo tipo, generalmente chiamata pompa rotativa, e di una pompa del secondo tipo, detta pompa statica.

Oltre alle pompe per creare il vuoto un cilindro è anche munito di apparecchi per la misura del vuoto. Essi possono essere del tipo assoluto, detto di Mac Leod, che misura la compressibilità di un campione di atmosfera prelevato di volta in volta e quindi fornisce una misura discontinua ovvero del tipo Pirani, od a ponte che misura il vuoto misurando la differenza di riscaldamento, per differenza di emissione, di due resistenze, tarate eguali, immerse una in una atmosfera di vuoto campione e l'altra nell'atmosfera del cilindro. La differenza delle temperature assunte dalle due resistenze viene misurata inserendo le due resistenze in due rami di un Ponte di Weatstone e misurando la deviazione del galvanometro inserito nella diagonale del ponte stesso. L'apparecchio viene tarato direttamente in micron di mercurio e fornisce una misura continua del vuoto. Esso è quindi anche usato per dare un allarme quando il vuoto scende al disotto di un certo valore od addirittura per provocare lo scatto dell'interruttore in olio del gruppo se il vuoto continua, dopo l'allarme, a peggiorare.

Alcuni cilindri moderni sono oggi del tipo sigillato e senza pompe. Ne è stata possibile la realizzazione grazie ai progressi tecnologici che hanno potuto assicurare la perfetta tenuta, anche sotto vuoto molto spinto, di tutte le saldature ed in particolare delle masticature degli isolatori. Tali cilindri vengono vuotati e "formati" una volta per tutte in officina e poi sigillati accuratamente. Essi non solo non hanno pompe ma non abbisognano, ovviamente, neanche di apparecchi di misura e di allarme per il vuoto. Se il vuoto, cosa però del tutto eccezionale, peggiora è possibile avvedersene attraverso i dispositivi di accensione.

Abbiamo accennato alla necessità di "formazione" del cilindro. Tale operazione,necessaria anche nei cilindri con pompe dopo ogni perdita prolungata di vuoto(apertura per revisione od altro),consiste nel far funzionare il cilindro a forti carichi, da interrompersi ogni volta che si nota che il vuoto peggiora, e da riprendersi solo dopo che a mezzo delle pompe il vuoto è ritornato normale,in modo da portare le singole parti del cilindro a temperature tali da far sublimare le parti sublimabili (impurità varie ecc.) che altrimenti sublimerebbero in esercizio dando luogo a repentini peggioramenti del vuoto.

Per creare la macchia catodica si usa un dispositivo di adescamento del cilindro. Esso è in genere costituito da una asta metallica, disposta lungo l'asse del cilindro,che delle molle mantengono ad una qualche distanza dalla bacinella di mercurio che costituisce il catodo e che, a mezzo di un elettromagnete,è possibile far avvicinare al mercurio fino a toccarlo e poi far allontanare dal mercurio stesso.L'asta nel momento in cui si immerge nel mercurio e nel momento in cui lo lascia viene tenuta alimentata da una apposita tensione capace di adescare tra la punta dell'asta stessa ed il mercurio un arco che crea la macchia catodica.

Se in questo momento il cilindro raddrizzatore fosse già collegato al carico, sarebbe l'arco dovuto al carico stesso e cioè l'arco principale ruotante nell'interno del raddrizzatore a mantenere sempre accesa la macchia catodica. Ciò si verifica nei cilindri per scopi elettrochimici ma non nei cilindri ferroviari per i quali non solo non si ha la certezza che il carico esiste all'atto in cui si pone in servizio il cilindro,ma non si può nemmeno essere sicuri che un carico, sia pur minimo,resti sempre richiesto al cilindro.Non possono infatti affatto escludersi periodi più o meno brevi durante i quali non vi sono treni in circolazione sulle linee alimentate.

Nei cilindri di trazione quindi si usa mantenere la macchia catodica a mezzo di due "anodi di eccitazione" che,

./.

alimentati da un piccolo trasformatore in doppio monofase, erogano in continuazione su di un piccolo carico rappresentato da una resistenza, Si tratta quindi di un vero e proprio secondo piccolo raddrizzatore inserito nel raddrizzatore principale ed avente in comune con quest'ultimo il catodo. Al momento del bisogno il raddrizzatore principale sfrutta la macchia catodica mantenuta dal cilindro secondario. Il ciclo di messa in servizio di un cilindro, è in alcuni casi comandato dalla chiusura dell'interruttore in olio (a dodecapolare chiuso) ed in altri a chiusura del dodecapolare e consiste nel funzionamento del dispositivo di accensione che si autodistacca non appena si è accesa la macchia catodica ed è entrato in servizio il dispositivo di eccitazione.

Un apposito blocco provoca lo scatto dell'interruttore in olio se, con il cilindro in servizio (e cioè a dodecapolare chiuso) viene a mancare la corrente di eccitazione.

Agli effetti della regolazione della temperatura si distinguono cilindri raffreddati ad acqua e cilindri, di costruzione più recente, raffreddati ad aria soffiata.

Nel primo caso intorno al cassone principale è costituita una camicia in cui apposite pompe fanno circolare dell'acqua di refrigerazione che passa poi in radiatori di raffreddamento, mentre che nel secondo caso un potente motoventilatore garantisce un forte flusso di aria refrigerante intorno al cilindro.

In alcuni tipi di cilindri raddrizzatori esistono anche dei riscaldatori intesi a garantire che in punti particolari, e specie nelle teste anodiche, la temperatura non discenda mai al disotto di un determinato valore.

Le varie temperature sono poi controllate da termostati e termometri e viene anche impiantato un termometro a contatti che provoca lo scatto dell'interruttore in olio nel

./.

caso in cui la temperatura raggiunga un certo valore predeterminato.

Prima di abbandonare l'argomento del cilindro raddrizzatore dobbiamo accennare agli archi di ritorno ed al sistema di protezione a mezzo di griglie polarizzate.

In un cilindro raddrizzatore può sempre temersi la perdita dell'effetto valvolare. Se in un certo istante un anodo si trasforma in catodo e cioè si pone in grado di ricevere corrente anzichè di erogarne soltanto, si dà subito luogo ad una corrente in senso inverso, detta "arco di ritorno", che rappresenta un ovvio corto circuito che può restare alimentato tanto dagli altri anodi in servizio regolare nello stesso raddrizzatore, quanto da altri raddrizzatori posti in parallelo con quello considerato.

Le cause che possono dar luogo ad un arco di ritorno sono varie e non sempre facilmente individuabili. Tra di esse va considerato essenzialmente il caso di un peggioramento del vuoto, la presenza di impurità che provochino amalgama con il mercurio, l'eccessivo raffreddamento di alcune parti del cilindro od anche l'eccessivo riscaldamento con fenomeni di ionizzazione concentrata.

Un solo arco di ritorno, o pochi archi di ritorno, possono considerarsi dovuti a cause occasionali e quindi transitorie ma, il ripetersi di numerosi archi di ritorno, provoca un fenomeno che va via via autoesaltandosi fino a raggiungere una frequenza tale da rendere indispensabile l'apertura, accuratissima ripulitura, richiusura e riformazione del cilindro.

Una tale operazione può essere fatta presso la stessa sottostazione per cilindri con pompe mentre che, per cilindri sigillati, l'operazione non può che essere effettuata presso l'officina specializzata del costruttore.

./.

Per proteggere, comunque, un cilindro dagli effetti del perdurare dell'arco di ritorno si adotta il sistema delle griglie polarizzate. Le griglie sono montate a breve distanza dalla testa di anodo in modo tale quindi che esse risultano sul percorso anodo-catodo. Normalmente le griglie sono mantenute polarizzate positivamente a mezzo di una tensione di circa 100 Volt il cui negativo è connesso con il catodo. In tali condizioni le griglie facilitano il funzionamento normale degli anodi. In caso di verificarsi di un arco di ritorno, rilevato con artifici diversi a seconda delle ditte costruttrici, la suddetta differenza di potenziale viene invertita in modo tale da risultare con il positivo al catodo ed il negativo alle griglie.

La polarizzazione negativa alle griglie non riesce a spegnere gli archi già accesi ma è capace di impedire l'accensione degli anodi all'atto in cui essi diverterebbero positivi rispetto al catodo. Ciò è quindi sufficiente a garantire lo spegnimento di tutti gli archi nel giro di un periodo e quindi l'eliminazione di alimentazione dell'arco di ritorno da parte degli altri anodi dello stesso cilindro raddrizzatore. L'arco inverso però, malgrado la polarizzazione di griglia, resterebbe alimentato se esistessero altri raddrizzatori che lavorassero in parallelo con quello considerato. A tagliare tale alimentazione provvede l'interruttore extrarapido montato sul catodo del raddrizzatore, interruttore che scatta non appena si verifica una corrente in entrata anzichè in uscita dal catodo.

L'interruttore di catodo può anche essere tarato a corrente massima in uscita oltre che a corrente di ritorno. Normalmente però la protezione per massima corrente diretta è affidata al solo interruttore in olio, e cioè all'interruttore di gruppo, ed un apposito blocco fa scattare l'interruttore di catodo all'aprirsi dell'interruttore di gruppo.

./.

Le uscite dagli interruttori di catodo dei cilindri della sottostazione sono connesse, attraverso altrettanti sezionatori unipolari positivi, ad una sbarra collettrice positiva che per convenzione è verniciata in giallo, come tutte le parti positive dei circuiti a 3.000 Volt, e che prende il nome di "sbarra gialla".

Il centro stella dei trasformatori dei vari gruppi sono collegati, attraverso altrettanti sezionatori unipolari negativi, ad una sbarra collettrice negativa che per convenzione è verniciata in blu, come tutte le parti negative del circuito a 3.000 Volt, e che prende il nome di "sbarra blu".

Dalla sbarra positiva sono derivati gli interruttori extrarapidi di linea. A monte ed a valle di ciascuno di detti interruttori sono rispettivamente inserite le due lame di un sezionatore unipolare doppio.

Gli interruttori extrarapidi di linea, normalmente designati come "autorichiudenti", hanno tre caratteristiche fondamentali.

Una prima caratteristica è rappresentata dal fatto che essi sono sensibili non solo al valore massimo raggiunto dalla corrente, ma anche alla velocità con cui tale valore è raggiunto e cioè al gradiente di accrescimento della corrente. Ciò li rende particolarmente sensibili ai corti circuiti anche quando debbano essere tarati per correnti di esercizio notevoli.

Una seconda caratteristica è quella di essere dotati di un dispositivo che, alimentando la linea attraverso una resistenza di prova permette di provare, prima di dare la piena tensione, se la linea da alimentare è isolata o meno.

Come terza caratteristica va infine ricordata quella di poter essere fatti funzionare con richiusura automatica, previa prova automatica di terra, dopo ogni scatto. In gene-

re le cose sono disposte in modo che si effettuino solo tre richiusure automatiche e che dopo il successivo scatto il dispositivo resti bloccato fino ad intervento manuale dello agente di servizio.

Dalla sbarra blu si derivano, attraverso un grosso reattore, i cavi di collegamento alle rotaie di terra. Va notato che il negativo, pur dovendosi in definitiva collegare a delle rotaie che sono a terra, va tenuto per motivi di protezione isolato fino all'uscita dalla sottostazione. Il grosso reattore inserito sul negativo ha lo scopo di attutire, con la sua forte impedenza, le armoniche della corrente raddrizzata nelle linee di contatto.

Tra sbarra blu e sbarra gialla, prima rispettivamente del reattore e della derivazione degli autorichiudenti, è derivato un filtro, costituito da reattanze e da capacità in serie, il quale con la sua bassa impedenza chiude in sottostazione le correnti di armonica impedendo così che esse vadano nella linea di contatto che, di per sè stessa nonchè per effetto del reattore inserito sul negativo, rappresenta un circuito di ben più elevata impedenza specie alla frequenza delle armoniche.

Una particolare importanza assume, in una sottostazione, il circuito di terra delle parti metalliche. Tutte le attrezzature metalliche, a partire dai cavalletti dei sezionatori ad alta tensione e fino a giungere addirittura agli infissi metallici per porte e finestre, devono essere accuratamente connesse tra di loro a mezzo di conduttori o di piattine di rame di adeguata sezione, in modo da costituire una vera e propria rete o maglia che deve poi essere collegata alla

./.

terra mediante dispersori che devono avere, rispetto a terra, la più bassa resistenza possibile.

Lo scopo della messa a terra è evidentemente da ricercarsi nella necessità di impedire che parti metalliche accessibili possano, per accidentale cedimento di qualche isolatore, assumere rispetto alla terra una tensione pericolosa per chi venisse con esse a contatto.

La continua revisione e manutenzione della rete di terra deve essere effettuata con particolare accuratezza potendosi sempre temere corrosioni dovute a drenaggio, attraverso la maglia, di correnti disperse dal circuito di ritorno della trazione.

E' questo uno dei vari motivi per cui si preferisce mantenere il circuito di terra separato dal circuito di ritorno e spesso il circuito del reparto alta tensione separato da quello del reparto a 3.000 Volt, corrente continua.

- Sottostazioni ambulanti

In una rete ferroviaria può sempre verificarsi la necessità di un temporaneo rinforzo di qualche punto di alimentazione per motivi di traffico stagionale o festivo o per maggior traffico dovuto a deviazioni per interruzione di qualche linea.

Oltre a ciò può sempre temersi che, per anormalità od anche solo per turno di revisione generale, sia necessario porre per un certo tempo fuori servizio uno dei gruppi raddrizzatori di una sottostazione.

E' pertanto evidente l'opportunità di disporre di una congrua riserva mobile rappresentata da un parco di "sottostazioni ambulanti".

./.

Una sottostazione ambulante è una vera e propria sottostazione con un solo cilindro raddrizzatore a vapori di mercurio. Essa quindi comprende un sezionatore in alta tensione, un interruttore in olio, un trasformatore, un raddrizzatore con tutti i suoi servizi ausiliari e l'interruttore di catodo. Mancano solo il filtro e gli auto-richiudenti di linea e ciò in quanto normalmente si usano le analoghe apparecchiature della sottostazione fissa presso cui si allaccia l'ambulante.

Tutto il complesso del macchinario, come sopra descritto, è montato e connesso su di un carro di notevoli dimensioni, lungo circa 20 metri, che costituisce la sottostazione ambulante.

In tutte le sottostazioni fisse esiste sempre un binario di raccordo e lungo di esso è prestabilita la postazione dell'ambulante.

In detta postazione è prestabilita la derivazione dalle sbarre di alta tensione, il collegamento del negativo a mezzo di uno spezzone di rotaia isolata e collegata con la sbarra blu, spezzone ove è facile connettere il morsettone terminale del cavo proveniente dal centro stella del trasformatore dell'ambulante ed il collegamento positivo a mezzo di una breve linea aerea, connessa alla sbarra gialla della sottostazione fissa, linea ove si allaccia l'isolatore passante positivo posto sul tetto dell'ambulante.

Malgrado la ristrettezza dello spazio l'ambulante è una vera e propria sottostazione che, anche se senza filtro e con una sola uscita diretta dal catodo, può funzionare anche da sola. Il macchinario installato nella ambulante è analogo a quello usato per le sottostazioni fisse ed in particolare il raddrizzatore è della stessa potenza di 2.000 kW con la sola differenza del sovraccarico ammissibile che è quello in classe B (50% per un'ora e 200% per 2') anzichè quello in classe C (50% per due ore e 200% per 5').

./.

Nel parco dell'ambulanti F.S. sono state recentemente immesse alcune ambulanti su due carri e precisamente con un carro contenente il reparto alta tensione ed il trasformatore e l'altro contenente il cilindro raddrizzatore ed il reparto a 3.000 Volt corrente continua. Queste ambulanti hanno anche il filtro e due interruttori automatici di linea.

- Impiego di nuove tecniche di conversione

Le Ferrovie dello Stato hanno seguito e seguono con vivo interesse il progredire della tecnica di conversione a mezzo di raddrizzatori al silicio.

E' noto che tali raddrizzatori presentano il notevolissimo vantaggio di una semplicità estrema riducendosi ad un certo numero di elementi, opportunamente interconnessi, che non richiedono altro che una buona protezione contro i sovraccarichi ed una efficiente ventilazione di raffreddamento.

Contro questi vantaggi esistono gli inconvenienti connessi con la bassissima "immagine termica" e con la conseguente incapacità di sopportare senza danno sovraccarichi o corti circuiti anche brevi.

Nel caso dell'impiego ferroviario, ad esempio, la richiesta del sovraccarico in classe C obbliga praticamente a dimensionare il raddrizzatore come se dovesse erogare in via continuativa il sovraccarico il che significa che vengono praticamente forniti raddrizzatori da 3.600 kW circa per sostituire dei cilindri al vapore di mercurio da 2.000 kW.

Ciò influisce sul prezzo che è, ed anche indipendentemente da ciò, alquanto elevato.

I raddrizzatori al silicio sono oggi impiantati in via sperimentale in una sottostazione fissa ed in un'ambulante nonchè a bordo di una elettromotrice "bicorrente" e cioè

./.

capace di circolare tanto sulle linee rimaste ancora in trifase sul gruppo ligure-piemontese, quanto sulle linee a corrente continua e che quindi ha bisogno di un raddrizzatore a bordo per i percorsi sulle linee trifasi.

L'esito dell'esperimento è stato buono per cui è stata decisa una estensione dell'esperimento stesso.

- Esercizio delle sottostazioni

Occorre premettere che a partire da qualche anno si è cominciato ad adottare nelle Ferrovie dello Stato, il telecomando delle sottostazioni e pertanto già in molte linee si trovano oggi delle "sottostazioni pilota", presenziate, che telecomandano delle "sottostazioni satelliti" prive di presenziamento.

Per maggior chiarezza di esposizione tratteremo prima il sistema di esercizio di una sottostazione che si trovi su di una linea senza telecomando e cioè di una sottostazione in cui il personale provvede solo all'esercizio della sottostazione in cui si trova e tratteremo invece al punto seguente il sistema con telecomando.

In una sottostazione del tipo presenziato esiste una sala quadri ove sono concentrati, su appositi pannelli, i comandi e le ripetizioni dei vari enti della sottostazione.

Tra i pannelli principali della sala quadri possiamo ricordare:

- il pannello del reparto alta tensione, in genere con quadro schema, comprendente i sezionatori e gli interruttori di terna e di sbarra.
- un pannello per ogni gruppo raddrizzatore comprendente i pulsanti di manovra ed i dispositivi di controllo della posizione dell'interruttore di gruppo e dell'interruttore di catodo nonché gli

./.

apparecchi per la misura della tensione raddrizzata e del carico erogato, della corrente di eccitazione, del vuoto ed infine numerosi relè a cartellino per i vari allarmi (intervento relè Buccholtz, sovratemperatura, mancanza acqua di refrigerazione, cattivo vuoto ecc.)

- un gruppo di pannelli per gli interruttori extrarapidi autorichiudenti di linea, pannelli contenenti un voltmetro ed un amperometro di linea nonchè i dispositivi di comando, di controllo posizione, di prova terra e di inserzione dell'automatismo di richiusura.
- un pannello per i servizi ausiliari in corrente alternata
- un pannello per i servizi ausiliari in corrente continua per la carica della batteria di riserva.

In genere i pannelli sono montati in una sala rettangolare e sono disposti su di una delle pareti lunghe e sulle due pareti corte in modo da costituire una specie di ferro di cavallo al centro del quale è disposta la scrivania dell'agente di servizio. Quest'ultimo viene così a trovarsi con le spalle alla parete libera e nella migliore posizione nei riguardi della visibilità dei vari pannelli.

L'operaio di servizio ha a sua disposizione, sulla scrivania sopra detta, i vari telefoni con cui poter comunicare sia con la linea sia con le altre sottostazioni ed in particolare:

- un telefono sul circuito del Dirigente Centrale della linea, Dirigente centrale quasi sempre esistente lungo le linee elettrificate
- un telefono sul circuito selettivo collegante tutte le sottostazioni della linea (circuito detto I° TE)
- un telefono sul circuito selettivo collegante la sua sottostazione con la sottostazione adiacente, cir

./.

cuito su cui possono inserirsi tutte le stazioni della tratta nonchè, a mezzo dei telefoni ubicati in garitte poste in genere ad ogni chilometro, il personale di macchina o dei treni o di linea che debba comunicare in caso di anormalità (circuito detto V° TE)

- un telefono sulla rete generale automatica ferroviaria a mezzo del quale è possibile comunicare sulla rete stessa ed in particolare porsi in comunicazione con tutte le stazioni, i depositi locomotive, le altre sottostazioni, i propri superiori, anche nelle proprie abitazioni ecc.

All'esercizio di una sottostazione del tipo descritto sono in genere addetti due agenti e cioè un Capoturno ed un aiutante.

Il Capoturno, che deve essere in possesso di una particolare abilitazione, è incaricato:

- di seguire attentamente il funzionamento della sottostazione controllando i valori della tensione e dei carichi erogati
- di inserire e disinserire il secondo gruppo raddrizzatore (od i vari gruppi nel caso di sottostazioni con più di due cilindri raddrizzatori) in modo da adeguare la potenza in servizio alle richieste della linea da alimentare ovvero di imporre limitazione al numero di treni ed alla loro velocità di marcia nel caso di potenza insufficiente per anormalità al macchinario o per accidentale fuori servizio di qualche sottostazione. Per essere tempestivo in questi suoi interventi il Capo turno deve sempre mantenersi a conoscenza del reale andamento della marcia dei treni, dei loro ri-

./.

tardi, della effettuazione di straordinari ecc.

- di disporre, secondo norme ricevute dai suoi superiori, la rotazione ciclica del raddrizzatore o dei raddrizzatori di riserva
- di intervenire prontamente in caso di scatto di interruttori automatici per eliminare anormalità e riprendere comunque al più presto il servizio limitando, con opportuni sezionamenti, il quantitativo di macchinario o la estensione di linea fuori servizio a causa dell'anormalità.

Una tale operazione è particolarmente importante e delicata nel caso di anormalità sulle primarie ed ancor più sulle linee di contatto, richiedendo un complesso di acquisizione di notizie e di sezionamenti di saggio onde accertare e delimitare la tratta gusta e di dover subito dopo diramare al personale addetto al movimento le limitazioni da rispettare.

- del rilascio, a richiesta degli agenti addetti alla manutenzione delle linee primarie e di contatto, delle conferme di disalimentazione delle linee stesse, conferme che vengono dette "Moduli di tolta tensione"
- della piccola manutenzione del macchinario
- della compilazione dei vari prospetti ed in particolare del "Giornale di sottostazione" ove vengono riportate, in ordine cronologico, tutte le notizie relative al funzionamento dell'impianto, ai moduli rilasciati, ai cambi di turno del personale, alle ore di funzionamento delle singole macchine, alla lettura dei contatori, agli scambi di alimentazione primaria, alle anormalità ecc.

L'aiutante coadiuva il Capoturno, specie nelle operazioni più pesanti, ed ha anche l'incarico della pulizia della sottostazione.

./.

Oltre al personale di turno esiste in ogni sottostazione un agente addetto alla manutenzione del macchinario che provvede alla media manutenzione mentre che alla grande manutenzione provvede una apposita squadra compartimentale di specialisti.

In alcune sottostazioni è in esperimento il servizio, limitatamente alle ore diurne, con un solo agente e cioè senza aiutante. A queste sottostazioni è stata data la precedenza nell'impianto, che sarà poi esteso a tutte le sottostazioni, di dispositivi di sicurezza e cioè di dispostivi, opportunamente ubicati nell'interno della sottostazione, a mezzo dei quali con manovra molto semplice e rapida si possa comandare la completa esclusione della sottostazione, tanto lato primaria quanto lato linea di contatto, e volendo, mettere anche in moto una sirena per far accorrere il personale che si trovi a lavorare nelle vicinanze.

Prima di lasciare l'argomento relativo al servizio di sottostazione è opportuno un più preciso accenno, al delicato servizio dei moduli di tolta tensione.

Le disposizioni in vigore nelle Ferrovie dello Stato prescrivono che le "parti tensionabili" e cioè le parti che possono essere sotto alta tensione (più di 400 Volt efficaci se in corrente alternata o più di 600 Volt se in corrente continua) siano sempre considerate come permanentemente sotto tensione pericolosa.

Prima di avvicinarsi o mettersi in contatto con le suddette parti tensionabili è rigorosamente prescritta la contemporanea posa in atto delle seguenti misure di sicurezza:

- possesso del MODULO DI TOLTA TENSIONE
- applicazione del DISPOSITIVO DI CORTO CIRCUITO
- protezione, ove si tratti di linee di contatto o di apparecchiature con esse connesse, intese ad

./.

evitare che un locomotore, passando sotto ai sezionamenti con i pantografi alzati, possa con i propri archetti cortocircuiare i sezionamenti medesimi e quindi mandare tensione sulla linea disalimentata.

Il modulo di tolta tensione è una dichiarazione scritta che viene rilasciata dal Capoturno competente per territorio e che attesta che ad una determinata tratta è stata tolta tensione e che la tensione non verrà rifata se non dietro ordine di chi ha richiesto la disalimentazione.

Il rilascio del modulo è subordinato alla avvenuta manovra di apertura di tutti i sezionatori che possono portare tensione alla tratta e, nel caso di moduli per la linea di contatto o per le apparecchiature connesse, alla esposizione di segnali di arresto o di abbassamento archetti in corrispondenza dei punti di sezionamento. A tali segnali deve corrispondere una precedente comunicazione al personale di movimento affinchè li notifichi al personale di trazione.

A chi richiede ed ottiene il modulo di tolta tensione è fatto obbligo, come detto, di applicare il dispositivo di corto circuito avente lo scopo di connettere la parte tensionabile alla terra prima di venirvi a contatto.

Il dispositivo di corto circuito è costituito da una asta in genere in legno recante ad un estremo un gancio cui è connessa una robusta treccia di rame terminante, all'altro estremo, in un morsettone. Per applicare il corto circuito si deve cominciare con il connettere il morsettone ad una parte sicuramente a terra (nel caso di linee di contatto, alla rotaia) e poi agganciare il gancio posto sull'asta alla parte tensionabile cui si vuole accedere. Applicando il corto circuito si assume la sicurezza che la linea e l'apparecchiatura sia sicuramente disalimentata e che essa non possa venire, neanche per errore, alimentata mentre vi si sta lavorando.

./.

- Telecomando delle sottostazioni

Allo scopo di realizzare una economia di personale ed anche allo scopo di ottenere un maggiore coordinamento del servizio di alimentazione dalle varie sottostazioni, si sono da alcuni anni cominciati a costruire degli impianti di telecomando delle sottostazioni.

Con tali impianti, come abbiamo detto, si distinguono "sottostazioni pilota" presenziate e "sottostazioni satelliti" impresenziate e comandate a distanza dalle pilota.

Nelle sottostazioni pilota su appositi pannelli della sala quadri, o secondo un altro sistema costruttivo su scrivanie a pulpito di comando, sono posti a disposizione dell'operatore i dispositivi di comando, di controllo e di misura a distanza delle sottostazioni satelliti.

Nelle sottostazioni satelliti, se progettate sin dalla nascita come tali, non esiste la sala quadri ma i singoli pannelli, semplificati, sono installati presso le singole macchine cui si riferiscono.

L'impianto di telecomando, telecontrollo e telemisura sfrutta una od al più due coppie del cavo telegrafonico di linea e funziona a mezzo di treni di impulsi codificati.

In ciascun posto telecomandato esistono i dispositivi di ricezione ed interpretazione dei codici in arrivo, dispositivi che provocano l'eccitazione di appositi relè finali che a loro volta comandano l'operazione richiesta.

Per il telecontrollo il sistema è analogo e funziona si può dire in senso inverso. Ogni volta che un ente cambia posizione si genera, nel posto telecomandato, un corrispondente treno di impulsi, treno che viene inviato al posto di comando, ove ricevuto ed interpretato, dà luogo alla segnalazione corrispondente.

./.

Il telecomando ed il telecontrollo si estende a tutti gli enti del reparto alta tensione e del reparto a 3.000 Volt delle sottostazioni satelliti, ivi compresi ovviamente tutti i dispositivi di messa in servizio dei cilindri e di loro controllo,nonchè ai sezionatori posti sul 3.000 Volt all'esterno di tali sottostazioni.

La telemisura non è continua ma "a richiesta" e sfrutta anche essa il sistema dei codici. In genere è limitata alla tensione ed al carico totale di ogni sottostazione satellite.

Molto spesso l'impianto di telecomando è esteso a tutti i sezionatori della linea o quanto meno ai sezionatori automatici di metà tratta.

F = LA LINEA DI CONTATTO

- Generalità

Come abbiamo avuto occasione di dire, la linea di contatto è una particolare linea di trasporto e distribuzione che ha la singolare caratteristica di alimentare carichi in movimento lungo di essa e di essere quindi in grado di erogare corrente in un suo qualsiasi punto.

Per realizzare ciò è necessario che la linea di contatto abbia due particolari caratteristiche e precisamente:

- avere uno schema elettrico tale da realizzare la possibilità di mantenere sempi tratti alimentati anche quando qualche tratto debba essere posto fuori servizio per revisione o per guasto
- avere una posizione ben determinata rispetto al binario ed essere costruita in modo tale da garantire la sicura derivazione di carichi, anche molto intensi, che si muovano a velocità anche elevate.

./.

Vedremo separatamente, nei punti seguenti, tali caratteristiche.

- Schemi elettrici

Come già sappiamo le linee di contatto sono alimentate, ogni volta che ciò sia possibile, da ambedue gli estremi e ciò allo scopo di ridurre le cadute di potenziale lungo le linee stesse.

Una linea di contatto rappresenta quindi un circuito elettrico chiuso tra due sottostazioni adiacenti. Un circuito di tal genere deve essere però sempre sezionabile in un certo numero di punti intermedi e ciò per eliminare tratte guaste od in revisione. Il sezionamento è in genere predisposto in ciascuna stazione intermedia della tratta.

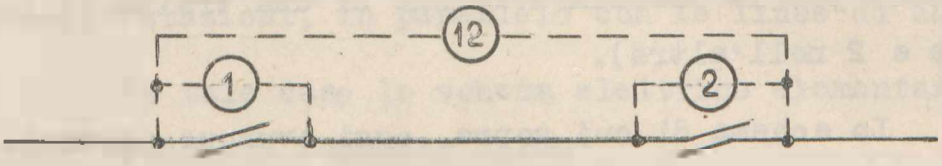
In ogni stazione, infatti, la linea di contatto vera e propria è sezionata tanto in entrata quanto in uscita e cioè le linee di contatto del binario di corsa della stazione sono mantenute, attraverso un sezionamento detto "a spazio d'aria" che in seguito descriveremo, elettricamente e meccanicamente separate dalle linee di contatto del binario di piena linea.

La continuità viene però ristabilita attraverso degli "alimentatori o scarti" che partendo dal sezionamento di entrata raggiungono il sezionamento di uscita. Tali alimentatori sono costituiti da un doppio filo di rame da 100 mmq. posto in cima ai pali della linea di contatto e da essi sono elettricamente derivati i binari di stazione. Tanto il collegamento stabilito dall'alimentatore quanto la derivazione da esso alle linee di contatto di stazione, sono sezionabili a mezzo di appositi sezionatori che vengono in genere montati sulla stessa palificazione della linea di contatto e che hanno, alla base del palo su cui sono montati, una cas-

./.

setta di manovra che può essere manuale od a motore.

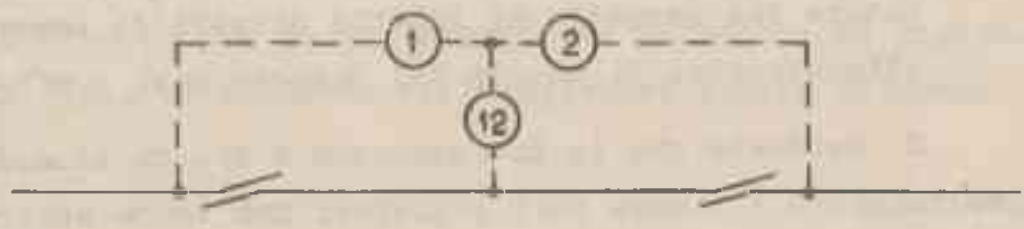
Nelle prime elettrificazioni si realizzava, in corrispondenza di ogni stazione, lo schema elettrico seguente:



I sezionatori 1,2 e 12 erano tutti normalmente chiusi e ciò faceva si che le linee di contatto fossero, tra i due sezionamenti, in parallelo con l'alimentatore e ciò riduceva le cadute di potenziale complessive.

Lo schema però presentava l'inconveniente di tenere i sezionatori 1 e 2 vicini ai sezionamenti e cioè posti ai due estremi della stazione e quindi lontani dal fabbricato viaggiatori. Ciò aumentava i tempi necessari all'esecuzione delle manovre. Inoltre, come risulta evidente dall'osservazione dello schema, per togliere tensione alle linee di contatto della stazione era necessario aprire due sezionatori (1 e 2) e per togliere tensione ad una tratta di linea tra due stazioni era necessario aprire quattro sezionatori (2 e 12 in una stazione ed 1 e 12 nell'altra).

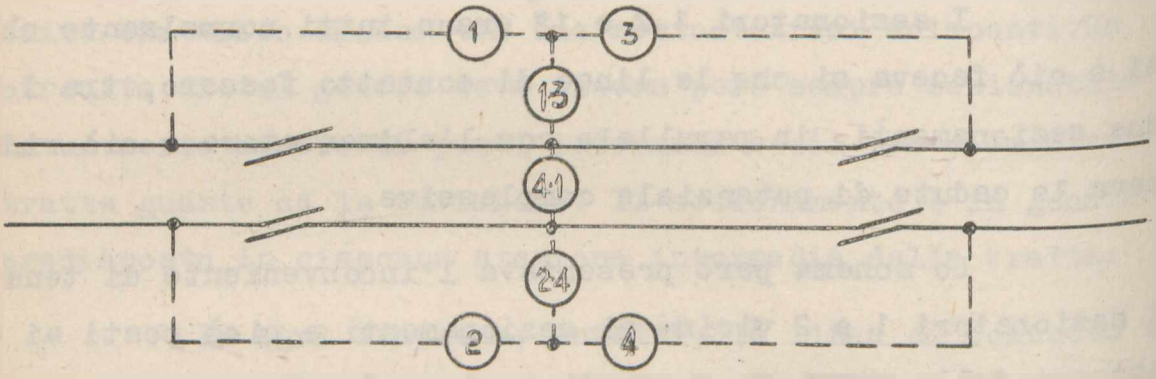
Si finì quindi con il preferire un altro tipo di schema che pur non presenta il vantaggio di avere le linee di contatto in stazione in parallelo con i rispettivi alimentatori e si adottò quindi lo schema seguente:



./.

Tale schema presenta, rispetto al precedente, il vantaggio di poter montare tutti i sezionatori presso il fabbricato viaggiatori e di richiedere la manovra di un unico sezionatore per la disalimentazione della stazione (12) e di due soli per la disalimentazione di una tratta (1 in una stazione e 2 nell'altra).

Lo schema di cui sopra, oggi ovunque adottato sulle nostre linee, si modifica come segue nel caso di linee a doppio binario:



Si tratta, come si vede, di una semplice duplicazione dello schema valido per le linee a semplice binario con le sole seguenti varianti:

- la numerazione che è costituita da numeri dispari sul binario dispari (1,3 e 13) e da numeri pari sul binario pari (2,4 e 24)
- l'aggiunta di un sezionatore, 41 in parallelo tra le linee di contatto pari e quelle dispari, sezionatore che è mantenuto normalmente aperto e che viene chiuso solo quando si debba garantire la continuità anche in caso di interruzione di qualche tratta per revisione, guasto ecc. Esso è praticamente un sezionatore che permette al binario dispari di essere di alimentazione di scorta del binario pari e viceversa.

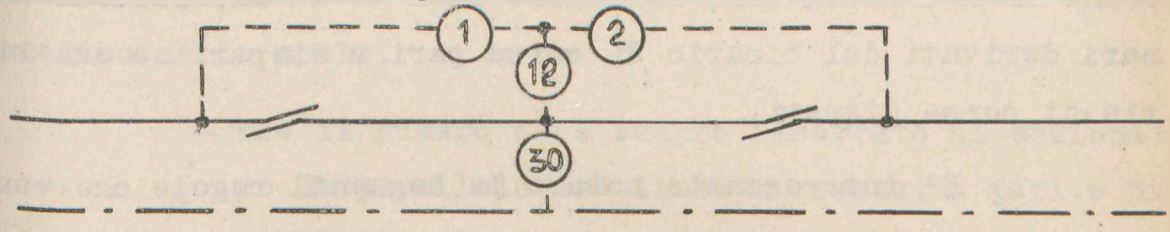
E' evidente che in una stazione a doppio binario per disalimentare i binari pari o dispari non basta aprire, ri

./.

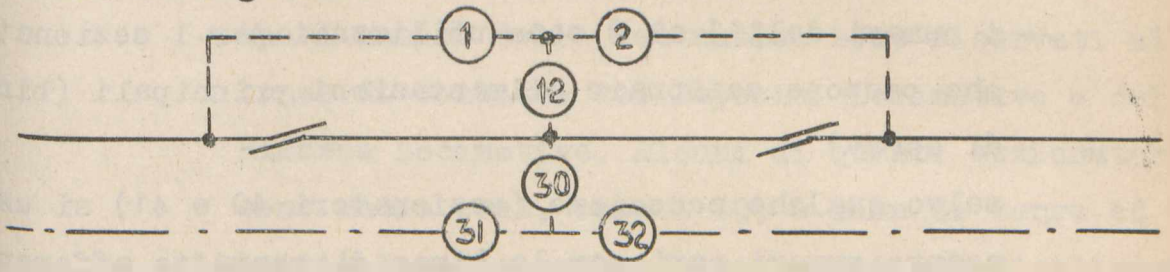
spettivamente, il sezionatore 24 od il 13 ma occorre anche assicurarsi che il sezionatore 41 sia di fatto aperto.

Abbiamo già avuto occasione di dire che esistono delle linee in cui esiste un alimentatore di piena linea posto, nelle stazioni, in parallelo con le linee di contatto.

In tale caso lo schema elettrico elementare di una stazione assume la seguente forma:



ovvero la seguente:



Il secondo schema che, attraverso i sezionatori 31 e 32, permette anche il sezionamento dell'alimentatore di linea è impiegato solo in alcune delle stazioni della tratta.

E' evidente che sulle linee con alimentatore per disalimentare una stazione non basta aprire il sezionatore 12 ma occorre anche aprire il sezionatore 30.

Nelle stazioni a semplice binario in cui esiste un solo binario di incrocio esso ha la linea di contatto elettricamente collegata con quella del binario di corsa della stazione.

Analogamente le linee di contatto dei binari di precedenza delle stazioni a doppio binario sono, nel caso di un solo binario per parte, alimentate collegandole rigidamente alle linee di contatto dei rispettivi binari di corsa.

./.

Nel caso invece in cui vi siano dei fasci di binari, si provvede a sezionarne in gruppi le linee di contatto ed ogni gruppo viene derivato, attraverso un sezionatore, dalle linee di contatto del corrispondente binario di corsa. Si tratta di sezionatori che assumono un numero della quarantina (escluso il 40 utilizzato per le linee di contatto degli scali merci ed il 41 utilizzato, come visto, per il parallelo pari dispari) e che hanno, al solito, un numero pari se si riferiscono a binari derivati dal binario di corsa pari e dispari se dal binario di corsa dispari.

E' interessante notare le seguenti regole che vengono usate per la numerazione dei sezionatori delle stazioni:

- i numeri dall'1 al 9 sono utilizzati per i sezionatori che possono sezionare alimentazioni principali (binari di corsa)
- salvo qualche eccezione (sezionatori 40 e 41) si usano sempre numeri pari per le linee di contatto afferenti ai binari pari e numeri dispari per quelle afferenti ai binari dispari
- i numeri dall'11 al 19 e quelli dal 21 al 29 sono usati per i sezionatori di alimentazione, derivata dallo alimentatore o scarto, dei binari di stazione. Essi sono usati con un sistema che permette il facile ricordo della posizione reciproca dei sezionatori: ad esempio il sezionatore 12 è derivato tra l'1 ed il 2.
- i numeri della trentina sono usati per i sezionatori dell'alimentatore di linea
- i numeri della quarantina sono usati (ad eccezione del 41 che è di parallelo) per le derivazioni dai binari di corsa
- in particolare la derivazione che alimenta le linee di contatto dello scalo merci è assicurata da un sezionatore, sempre numerato come 40, che ha la particolarità di essere del tipo "a lama di terra" e cioè di essere

./.

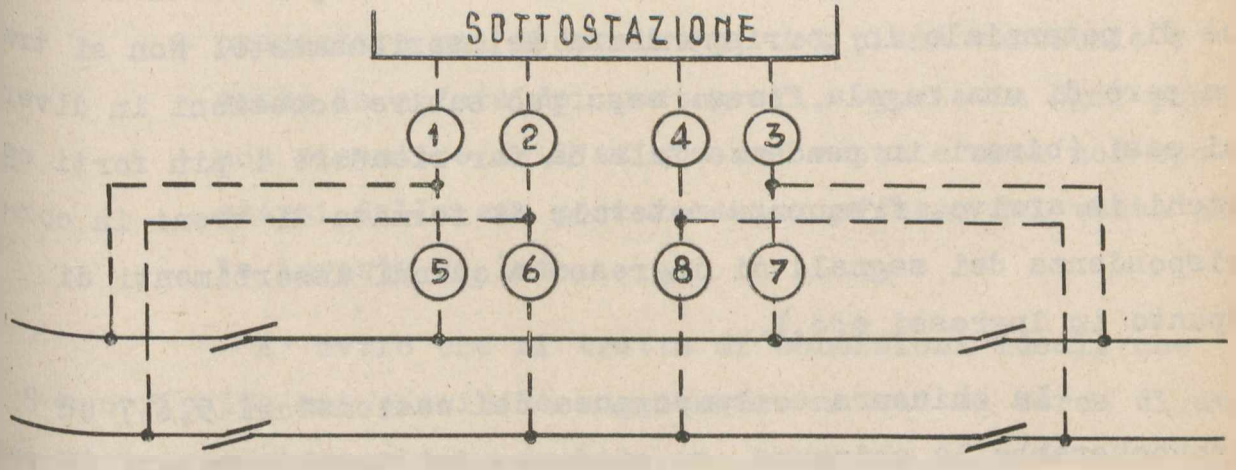
capace non solo di disalimentare le linee di contatto dello scalo ma anche, a manovra completata, di collegarle anche alla terra e ciò ha evidenti scopi di sicurezza nei riguardi del pubblico che esegua operazioni di carico e scarico di carri.

Il sezionatore viene chiuso, per rialimentare la linea quando debba effettuarsi una manovra con locomotore elettrico,, solo dopo di aver fatto sospendere le operazioni di carico e scarico nello scalo.

- che il numero 41 è sempre riservato al sezionatore di parallelo tra linee di contatto pari e dispari nelle linee a doppio binario
- che i numeri della settantina sono riservati alle linee di contatto dei Depositi Locomotive e delle Rimesse Locomotive. Alcuni di questi sezionatori sono anche essi, come i 40, a lama di terra ed in particolare lo sono i sezionatori per disalimentare le linee di contatto sotto le rimesse.

Una conformazione particolare viene ad assumere lo schema delle linee di contatto della stazione sede di sottostazione.

Tale schema è il seguente:



./.

I sezionatori 1,2,3 e 4 si trovano subito all'uscita della sottostazione e cioè sono inseriti in serie non solo con l'extrarapido autorichiudente corrispondente, ma anche con il corrispondente sezionatore a due lame (unipolare doppio) che, nell'interno della sottostazione, taglia il positivo a monte ed a valle dell'autorichiudente.

Essi potrebbero quindi sembrare sovrabbondanti ma ciò non è in quanto essi assorbono l'utile compito di rendere possibile un completo sezionamento all'esterno della sottostazione e quindi garantiscono, una volta aperti, che nessuna apparecchiatura posta all'interno del fabbricato della sottostazione possa essere, nei riguardi di alimentazioni di ritorno dalla linea, sotto tensione.

Con i sezionatori 5,6,7 ed 8 è possibile alimentare i binari della stazione sede di sottostazione, derivandoli dalle linee dell'uno o dell'altro lato.

Normalmente sono chiusi due soli di questi quattro sezionatori. Di norma si preferisce tenere chiusi i sezionatori che assicurano l'alimentazione delle linee di contatto della stazione sullo scarto in uscita dalla stazione stessa e ciò in quanto in genere i carichi in partenza sono maggiori di quelli in arrivo e si garantisce quindi chiuso il parallelo in corrispondenza del punto in cui si potrebbero avere le più forti differenze di potenziale in corrispondenza del sezionamento. Non si tratta però di una regola fissa: essa può subire eccezioni in diversi casi (binari in pendenza tale da far ricadere i più forti carichi in arrivo, frequenza notevole di fermata di treni in corrispondenza dei segnali di ingresso e quindi assorbimenti di spunto in ingressi ecc.).

La chiusura contemporanea dei sezionatori 5,6,7 ed 8 provocherebbe la chiusura, su ciascuno dei due binari, di un parallelo inutile e dannoso tra lo scarto tra un lato e lo scarto

./.

dall'altro lato. Si tratta di un parallelo inutile in quanto esso non sarebbe che un doppione del parallelo già comunque esistente sulla sbarra gialla della sottostazione e di un parallelo dannoso in quanto ridurrebbe l'efficienza delle protezioni ponendo in parallelo a due a due gli interruttori autorichiudenti della sottostazione e perchè farebbe inutilmente risentire al binario di uno dei due lati le eventuali anormalità che si verificassero sul binario dal lato, opposto.

Pertanto, come detto, si tengono chiusi due soli di detti sezionatori, uno pari ed uno dispari, e si ricorre alla chiusura di tutti e quattro solo quando si debba escludere completamente la sottostazione, con apertura dei sezionatori 1, 2, 3 e 4, e si debba garantire la continuità elettrica tra la sottostazione a monte e quella a valle della sottostazione esclusa.

- Particolari costruttivi

Una linea di contatto per essere perfetta dovrebbe avere le seguenti caratteristiche:

- avere i conduttori disposti secondo una linea retta parallela al binario e mantenere tale posizione anche al variare comunque della temperatura ambiente
- presentare una cedevolezza, nel piano verticale e sotto la spinta dei pantografi, eguale in ogni punto
- non risentire dell'azione del vento e cioè non spostarsi dalla sua posizione per effetto del vento che la investa di lato.

E' ovvio che si tratta di condizioni ideali che non risulta mai possibile raggiungere ma cui si cerca di avvicinarsi al massimo possibile.

./.

Il più semplice sistema possibile sarebbe quello costituito dai soli fili di contatto sorretti da mensole applicate su pali alla estremità di ciascuna campata. E' quello che si chiama il sistema a "sospensione di tipo trasversale". In un tale tipo di sospensione i conduttori si dispongono, come sappiamo, secondo una catenaria. Anche ad ammettere tiri massimi, per conduttori di 100 mmq., di 1000 chilogrammi ed anche a limitare a soli 35 metri la lunghezza delle campate, si giunge facilmente, alle temperature massime alle nostre latitudini, a frecce dell'ordine di ben 50 centimetri.

Il pantografo dei locomotori preme contro i conduttori della linea di contatto con una pressione che, valutata a locomotore fermo ed in assenza di vento, è di 8,5 chilogrammi. La spinta del pantografo riduce, ovviamente, la freccia e, dato che la cedevolezza della linea è maggiore a metà campata anzichè sotto sospensione, essa agisce nel senso di riportare il conduttore verso una posizione più vicina alla linea retta.

Malgrado ciò rimane sempre un andamento del conduttore con notevole freccia a metà campata per cui il pantografo, mentre il locomotore si muove lungo la linea, ha un continuo movimento di innalzamento in corrispondenza degli appoggi e di abbassamento a metà campata della linea di contatto.

Ovviamente il pantografo, per quanto possa essere, compatibilmente con la sua funzione, alleggerito, ha sempre una certa massa e quindi segue con una certa inerzia le variazioni di livello della linea di contatto.

Ad elevata velocità, pertanto, può verificarsi il distacco dello strisciante del pantografo dalla linea di contatto in corrispondenza della seconda metà delle campate ove la linea sale ed il successivo urto dello strisciante stesso contro la linea nella prima metà della campata successiva ove la linea ridiscende. Ciò provoca scintillamento, danni ai pantografi e danni alle linee di contatto.

./.

Non appena la velocità del locomotore supera un certo limite, alquanto basso, la sospensione trasversale deve quindi essere scartata ed essa infatti non è più utilizzata, nei sistemi a corrente continua, nella rete elettrificata delle Ferrovie dello Stato.

In sua vece si impiega la linea a "sospensione longitudinale" costituita da una fune portante che sorregge uno o due fili di contatto.

La fune portante si dispone secondo la ricordata classica catenaria e su di essa si accavallano dei "pendini" che reggono, con appositi morsetti, il filo od i due fili di contatto.

Le cose possono disporsi in modo tale che i fili di contatto, o quanto meno i punti in cui essi sono sorretti, siano lungo una linea retta quando la temperatura è ad un valore medio della escursione massima di temperatura prevedibile nella zona. In tale modo quando la fune portante, con il variare della temperatura, varia la sua freccia da f_{min} ad f_{max} il conduttore passa da una freccia negativa, verso l'alto cioè, di $\frac{f_{max} - f_{min}}{2}$ ad un valore positivo, e cioè verso il basso, anche esso eguale ad $\frac{f_{max} - f_{min}}{2}$

Il sistema si realizza con conduttori sagomati, e cioè con una scanalatura, ai quali si aggrappa un morsetto che collega il conduttore medesimo ad un pendino costituito da un U allungato in filo di rame da 5 mm. Il pendino, con la sua parte chiusa ad U, si accavalla alla fune portante.

Con la sospensione longitudinale si ottengono due vantaggi e precisamente:

- che il conduttore è, almeno in condizioni medie di temperatura, secondo una linea retta parallela al binario

./.

- che la massima freccia del conduttore non è eguale ad f_{max} ma solo ad $\frac{f_{max} - f_{min}}{2}$ e cioè essa assume un valore molto più ridotto di quello che sarebbe possibile ottenere con la sospensione trasversale.

Di fatto si può parlare di freccia, positiva o negativa, di soli 20 centimetri, anche su campate di 60 metri mentre che, come abbiamo visto, con la sospensione trasversale si avevano freccie dell'ordine di 50 centimetri con campate di soli 35 metri e giova ricordare che le freccie, a parità di tutte le altre condizioni, crescono con i quadrati delle lunghezze delle campate.

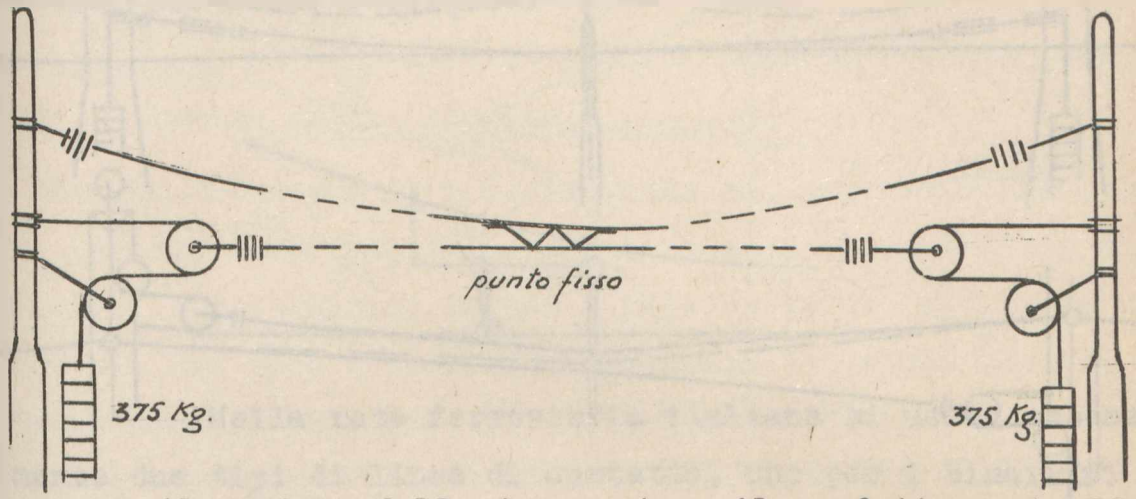
La semplice adozione della sospensione longitudinale non raggiungerebbe però in pieno i vangatti descritti, se alle freccie, ed alle variazioni di freccia della corda portante, si dovessero aggiungere le freccie, e sopratutto le variazioni di freccia, del conduttore.

E' pertanto opportuno che il conduttore sia mantenuto ad un valore costante del tiro e cioè ad un valore di freccia costante al variare della temperatura e ciò viene ottenuto mediante la contrappesatura dei conduttori di contatto e cioè mediante la cosiddetta "regolazione automatica".

Per realizzare tale regolazione i conduttori vengono suddivisi in "tratte di contrappesatura" della lunghezza di 1.200 ÷ 1.600 metri e vengono, a metà di detta tratta, fissati alla fune portante con uno spezzone di corda che costituisce il "punto fisso". Agli estremi delle tratte di contrappesatura i fili, anzichè essere ormeggiati con un normale tenditore, sono collegati, opportunamente isolati, ad un sistema costituito da una carrucola fissa ed una carrucola mobile e, tramite esse, ad un contrappeso di 375 chilogrammi costituito da settori, da 25 kg cadauno, in ghisa.

./.

Le carrucole sono disposte in modo da raddoppiare il tiro dei contrappesi e pertanto ogni conduttore risulta tesato con un tiro di 750 chilogrammi.



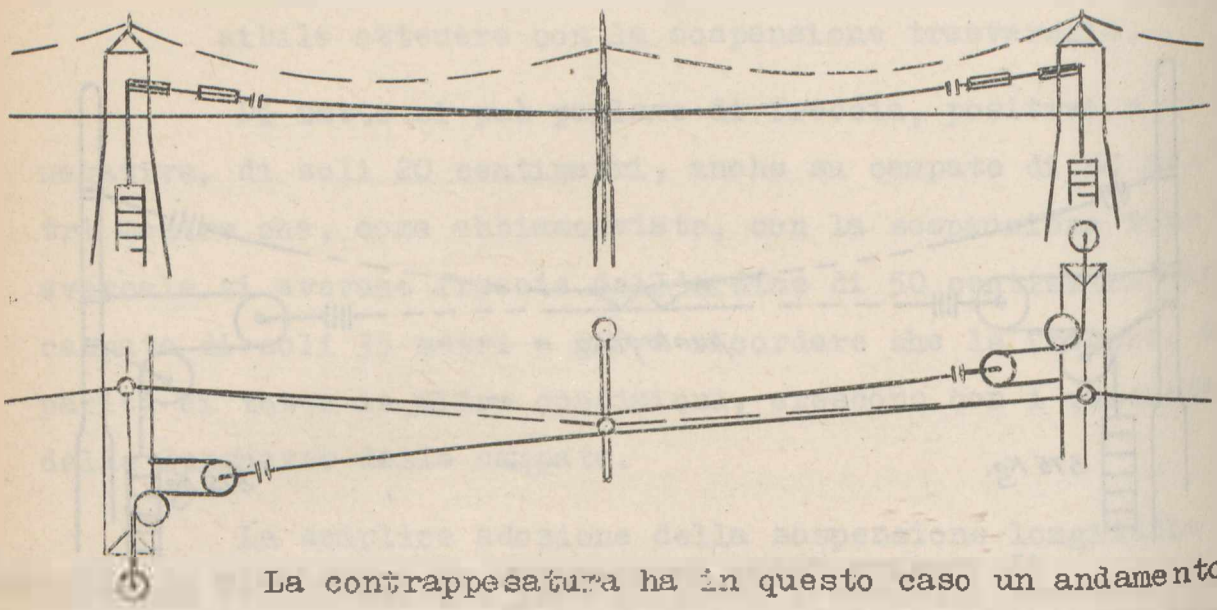
Al variare della temperatura il conduttore si allunga o si accorcia ma ciò provoca solo l'abbassamento o l'alzamento dei conduttori senza che abbia a risentirne il valore del tiro, e quindi della freccia, del conduttore medesimo.

Il sistema indicato nel disegno di cui sopra vale per le stazioni dove, in genere, non si hanno conduttori, sui binari secondari, di lunghezza superiore ai 1.600 metri e quindi risulta possibile deviare il conduttore dalla sua posizione in asse con il binario e portarlo ad ormeggiare alla contrappesatura montata su di un palo.

In piena linea, invece, ed in modo analogo sui binari di corsa delle stazioni, le cose sono disposte in modo che la contrappesatura avvenga su di un portale posto a cavallo del binario, portale ove il conduttore si ormeggia alla contrappesatura sollevandosi al disopra della sua normale posizione di piena linea. I portali, per ogni posto di contrappesatura, sono due e sono intervallati da un palo intermedio in modo tale che, cioè, vi siano tra di loro due campate. Il filo proveniente da un lato è attivo nella prima campata e poi si solleva e si ormeggia alla contrappesatura sorretta da uno dei due portali men

./.

tre che dall'altro portale parte il filo della tratta adiacente, filo che si abbassa nella prima campata in modo tale essere attivo nella seconda campata tra i portali.



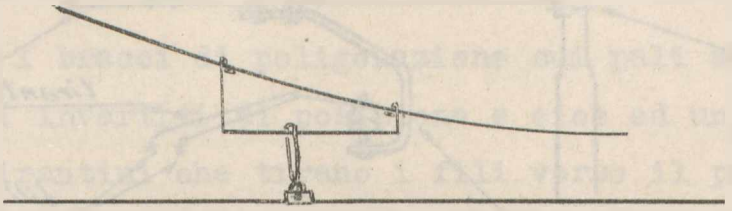
La contrappesatura ha in questo caso un andamento che si svolge sui portali e, come indicato in figura, è rinviata lateralmente a mezzo di una ulteriore carrucola fissa.

Al variare della temperatura l'allungamento del conduttore, con una escursione termica di circa 60 gradi, è di circa 60 centimetri. Tenuto conto del dispositivo a carrucola fissa e mobile ciò corrisponde ad una escursione dei contrappesi di circa metri 1,20 e le cose devono ovviamente essere disposte in modo che tale escursione dei contrappesi possa svolgersi liberamente.

Ogni punto del conduttore si sposta, quindi, al variare della temperatura di una distanza che parte da zero in corrispondenza del punto fisso e raggiunge 60 centimetri in prossimità della contrappesatura. In tale prossimità lo scorrimento del conduttore sarebbe ostacolato dai pendini, questi, infatti, dovrebbero salire e scendere nei tratti in pendenza della corda e ciò sarebbe, nel movimento di salita, difficile e nel movimento di discesa tale da provocare avvallamenti nel conduttore. Solo nel primo terzo della tratta di contrappesatura, quindi, si possono usare pendini normalmente accavallati alla corda mentre che nei rimanenti due

./.

terzi si usano, in corrispondenza delle tratte in pendenza della fune, e cioè in prossimità degli appoggi, dei cavallotti di scorrimento, orizzontali, retti dalla corda stessa, cavallotti sui quali il pendino può muoversi senza spostarsi nel senso verticale.



Nella rete ferroviaria italiana si usano essenzialmente due tipi di linea di contatto, uno per i binari di corsa ed uno per i binari secondari.

Il tipo per binari di corsa è costituito da una corda portante in rame, a 19 capi e con una sezione complessiva di 120 mmq. e da due conduttori di rame, sagomati, da 100 mmq. cadauno. I pendini sono distanziati di 4 metri l'uno dall'altro e sostengono alternativamente i due conduttori in modo tale, quindi, che su ogni conduttore vi sia un pendino ogni 8 metri.

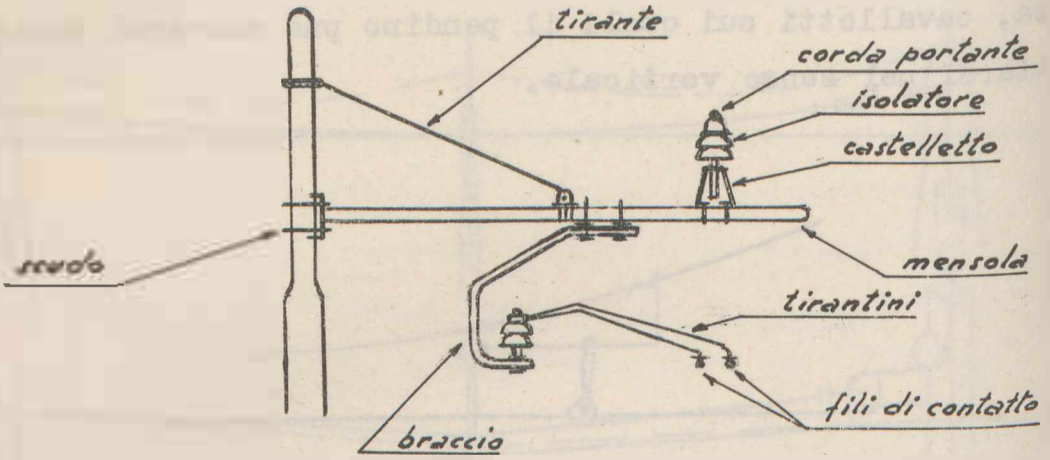
Sui binari secondari invece si usa una corda portante in rame a 7 capi e con una sezione complessiva di 63 mmq. ed un solo filo di contatto, sagomato, da 100 mmq.

(In alcune linee recentemente elettrificate, a traffico molto intenso, si è impiegata una corda portante da 155 mmq. e due fili sagomati da 150 mmq. cadauno. In queste linee, inoltre, si è contrappesata anche la fune portante e ciò ha praticamente eliminato le frecce realizzando una linea di contatto particolarmente idonea per velocità molto elevate).

Nel tipo classico più sopra indicato la fune portante è retta da mensole tubolari a loro volta rette da pali, anche essi tubolari, rastremati del tipo Mannesmann.

./.

La mensola è collegata al palo a mezzo di una apparecchiatura detta "scudo" ed è sorretta da almeno un tirante.



Sulla mensola, a mezzo di un apposito "castelletto", è montato un isolatore per reggere la fune portante. Dalla parte inferiore la mensola regge un "braccio di poligonazione" che a sua volta porta un isolatore cui sono collegati due "tirantini di poligonazione" che alla estremità trattengono i fili di contatto.

I tirantini possono avere una certa rotazione nel piano orizzontale per seguire i conduttori nei movimenti corrispondenti alla escursione termica.

Tutta l'apparecchiatura è studiata e va montata in modo tale che la minima distanza tra conduttori, o parti in tensione e parti a massa, non discenda mai al disotto dei 15 centimetri.

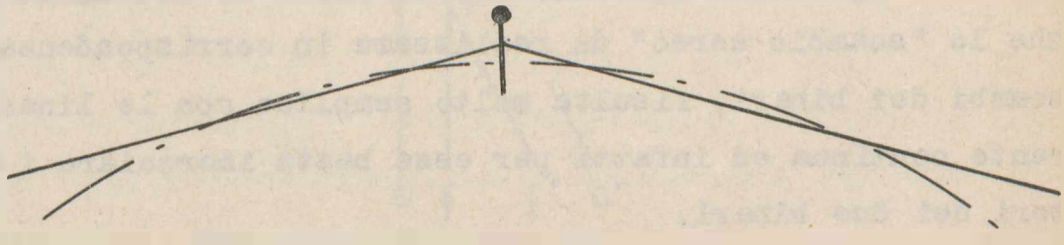
La mensola è montata ad altezza tale che i conduttori vengano a trovarsi a metri 5,00 sul piano del ferro; tale altezza, in galleria od in presenza di cavalcavia, opere d'arte basse ecc., può essere ridotta sino ad un minimo di metri 4,65. In tale caso i raccordi tra linea ad altezza normale e linea bassa devono essere fatti con pendenza del 2 per mille se su binari di corsa e fino al 5 per mille se su binari secondari di stazione.

./.

La distanza tra filo e mensola è di 60 centimetri mentre quella tra mensola e fune è di 80 centimetri e pertanto tra fune e filo esiste, in corrispondenza delle sospensioni, una distanza di circa 140 centimetri. Con tale distanza si riesce a realizzare campate fino a 60 metri senza che i pendini al centro della campata debbano avere una lunghezza troppo piccola.

I bracci di poligonazione sui pali successivi sono montati invertiti di posizione e cioè ad un braccio che abbia i tirantini che tirano i fili verso il palo segue un braccio che tira i fili verso la punta della mensola. Si ottiene così che i conduttori di contatto seguano, in pianta, un zig-zag che è di 40 centimetri, 20 a destra e poi 20 a sinistra dell'asse del binario. Tale "poligonazione" è realizzata allo scopo di far lavorare tutta la lunghezza degli striscianti dei pantografi dei locomotori, evitando che si formino delle solcature, per il continuo passaggio del filo nella medesima posizione, sugli striscianti medesimi.

Nel caso di linea in curva i tirantini tirano sempre i conduttori verso l'esterno della curva (e non sarebbe possibile diversamente) e cioè sotto palo la poligonazione è sempre esterna. Il zig-zag si verifica però egualmente perchè i conduttori vengono a disporsi secondo segmenti di secante alla curva.



Nelle stazioni ove esistono più binari paralleli si usano anche mensole per più binari sino ad un massimo di

./.

tre che comporta una lunghezza di mensola di metri 12,500. Per sorreggere queste mensole di stazione si usano pali non solo più robusti di quelli della piena linea ma anche più alti dovendosi piazzare più tiranti (in genere uno per ogni binario e quindi per ogni linea di contatto sorretta) e dovendosi garantire che anche i tiranti più lunghi non risultino troppo prossimi all'orizzontale.

Tanto in linea quanto nelle stazioni i pali sono sorretti da blocchi di fondazione in calcestruzzo. Tali blocchi vengono opportunamente dimensionati, a seconda della lunghezza delle mensole e del peso e del tiro d'angolo dei conduttori, ed assumono quindi diversa grandezza a seconda delle condizioni in cui viene ad essere caricato il palo. Nel calcolo si tiene anche conto, quando ne sia il caso, della spinta laterale del terreno a favore delle forze che si oppongono al ribaltamento.

La distanza laterale dei pali dal binario più vicino si calcola con gli stessi criteri degli ostacoli fissi e pertanto i pali stessi vengono tenuti a 2 metri dalla più vicina rotaia all'interno delle curve di raggio eguale od inferiore a metri 1.500 ed a metri 1,70 in tutti gli altri casi. Per i binari secondari di stazione è ammesso un minimo assoluto di metri 1,58.

Passando a descrivere le parti di dettaglio notiamo che lo "scambio aereo" da realizzare in corrispondenza degli scambi dei binari, risulta molto semplice con le linee in corrente continua ed infatti per esse basta incrociare i conduttori dei due binari.

Allorchè un locomotore prende di calcio uno scambio, l'imbocco, da parte dello strisciante del suo pantografo, del filo deviato rappresenta indubbiamente un momento difficile ed infatti se lo strisciante anzichè disporsi sotto al filo de-

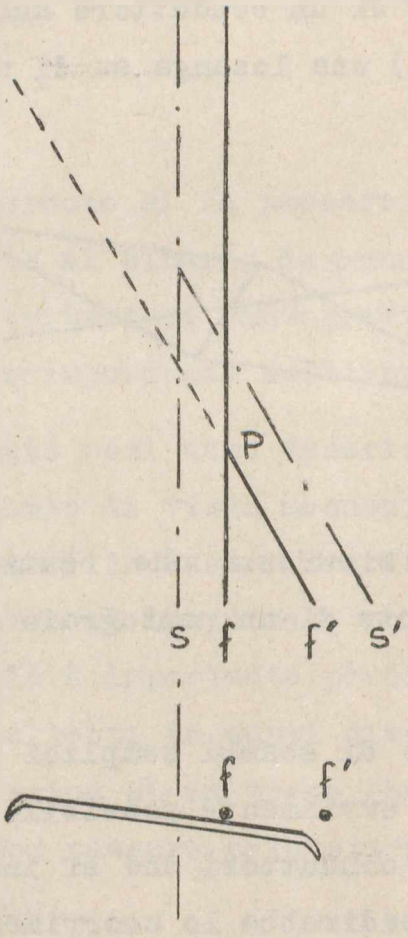
./.

viato, vi si dispone al disopra, si verifica che lo strisciante va ad incastrarsi nell'incrocio dei fili e ciò provoca l'inevitabile distruzione del pantografo.

Per facilitare l'imbocco del filo deviato occorre che lo strisciante del pantografo sia premuto dal filo attivo in modo tale da abbassarsi dal lato del filo che deve essere imboccato e ciò viene ottenuto con la cosiddetta "poligonazione interna" in corrispondenza degli scambi.

La poligonazione in corrispondenza di uno scambio si dice interna quando il punto di incorcio P dei due conduttori f ed f' viene a trovarsi all'interno dell'angolo formato dai due assi, s ed s', dei due rami di uscita del deviatoio.

In tal modo, come risulta dalla figura, il filo già in presa f; premendo sullo strisciante dal lato del filo da imboccare f', fa abbassare lo strisciante dal lato di tale filo facilitandone quindi lo imbocco.

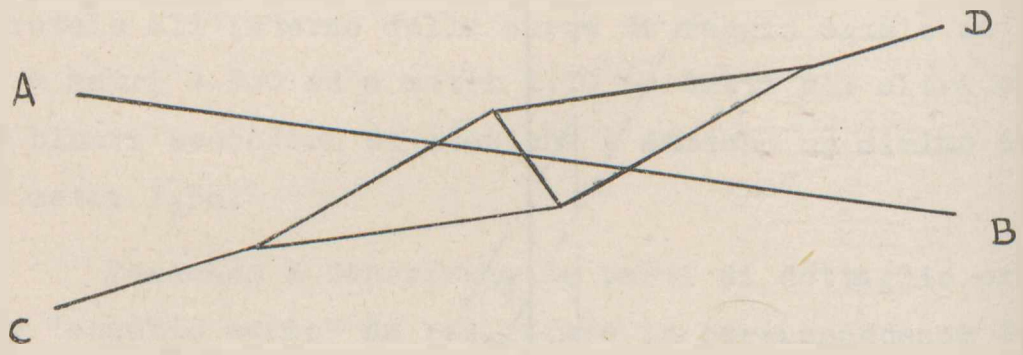


./.

Ovviamente la soluzione favorevole per un pantografo di un locomotore che prende di calcio lo scambio diventa sfavorevole per un pantografo che lo prenda di punta. Ciò però non ha importanza in quanto il tratto punteggiato del conduttore f' non è destinato ad essere mai percorso da pantografi e quindi esso può essere sollevato alquanto rapidamente in modo da portarlo, nel punto ove sarebbe imboccato, ad una altezza sicuramente superiore al piano di scorrimento degli striscianti.

Nel caso di scambi inglesi non basta garantire il contatto ai soli striscianti dei pantografi dei locomotori che percorrono i rami diritti ma occorre anche garantirlo per i pantografi dei locomotori che, percorrendo i rami deviati, seguono un percorso che si allontana dai due assi dei due binari che si incrociano.

Occorre cioè allargare la zona servita dai conduttori e ciò viene ottenuto creando, con un bastoncino e dei morsetti (e con l'aggiunta di un conduttore ausiliario se si è su linea a semplice filo) una losanga su di una delle due linee.



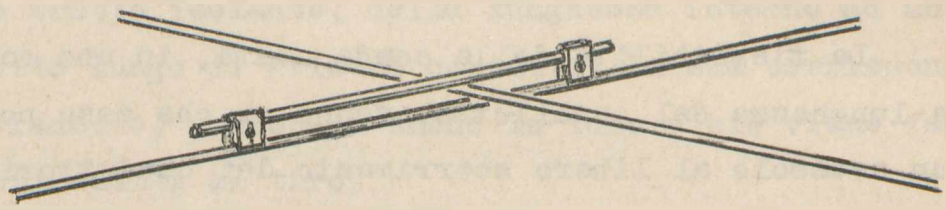
Si ha così la sicurezza che resti sempre accompagnato anche lo strisciante di un pantografo che vada da A a D o da C a B.

Tanto nel caso di scambi semplici quanto nel caso di scambi inglesi non è ovviamente possibile realizzare un rigido collegamento tra i conduttori che si incrociano. Un tale collegamento infatti impedirebbe lo scorrimento dei conduttori sotto l'azione delle rispettive regolazioni automatiche.

./.

D'altra parte il lasciare libero l'incrocio aggraverebbe il pericolo di inforcamento dello strisciante sugli scambi. Nel caso infatti in cui il pantografo provenisse dal filo che nell'incrocio è più alto, la spinta del pantografo innalzerebbe tale filo senza interessare l'incrociante che, non sollecitato ad alzarsi, resterebbe ad un livello inferiore e che anzi potrebbe essere di tanto inferiore da far si che lo strisciante gli si accavalli.

Si evita ciò montando, in corrispondenza dell'incrocio, un cavallotto costituito da uno spezzone di filo e da due morsetti. Il cavallotto consente che i due conduttori scorrano liberamente pur rendendoli solidali nel senso verticale.

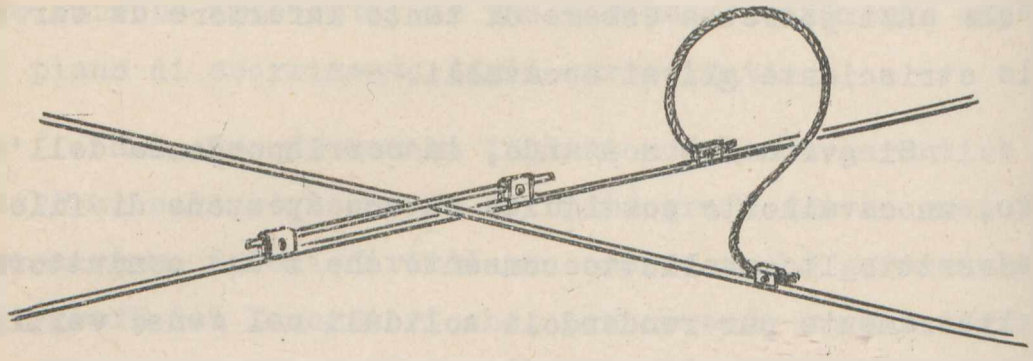


Nell'incrocio si fa passare inferiormente il conduttore corrispondente al binario da percorrersi a più elevata velocità e ciò per evitare ai pantografi più veloci l'urto, sia pure lieve, in corrispondenza dell'incrocio.

L'incrocio così come descritto sarebbe però accettabile solo dal punto di vista meccanico ma non da quello elettrico e ciò in quanto in esso si verificherebbe un contatto del tutto imperfetto ed inadatto a portare corrente dall'uno all'altro filo. Ciò è importante perchè, nel caso di fasci, non si creano cavallotti in punti diversi dagli incroci e pertanto l'intero carico di un treno che si muove sotto uno dei conduttori potrebbe passare solo attraverso l'imperfetto contatto dell'incrocio.

./.

Si provvede quindi a porre in continuità elettrica i conduttori negli incroci e ciò a mezzo di un cavallotto in fune di rame flessibile posto dal lato in cui uno dei conduttori è inattivo e lontano dal punto in cui i pantografi imboccano.



La flessibilità della corda usata, in uno con la forma e la lunghezza del cavallotto, fanno sì che esso non rappresenti un ostacolo al libero scorrimento dei conduttori.

Sempre nei riguardi della continuità elettrica, va osservato che i pendini non costituiscono per nulla un collegamento elettrico tra fune e conduttori di contatto. Dato che la derivazione di corrente da parte dei pantografi avviene tramite i conduttori si creerebbe un continuo scintillamento tra pendini e corda, scintillamento che provocherebbe, a lungo andare, il sicuro danneggiamento tanto della corda quanto dei pendini.

Per eliminare tale pericolo si deve porre continuità elettrica la fune portante con i sottostanti conduttori. Ciò viene fatto ogni 180 metri con un cavallotto di continuità realizzato anche in questo caso con corda flessibile in rame.



./.

Anche per questo cavallotto può ripetersi che la sua lunghezza, e forma e la flessibilità della corda usata, fanno si che esso non rappresenti ostacolo alla libera scorrevolezza dei conduttori per dilatazione termica .

Particolare importanza rivestono in una linea di contatto i sezionamenti elettrici necessari per la realizzazione dello schema elettrico.

Si hanno, in corrente continua, due tipi di "sezionamento elettrico": quello ad "isolatore di sezione" e quello a "spazio d'aria".

L'isolatore di sezione, che può essere in legno impregnato od in fibro resina, ovvero può essere costituito da parti metalliche ed isolatori in porcellana, è un vero e proprio tratto isolante, della lunghezza intorno ad un metro, introdotto lungo il filo di contatto. In sua corrispondenza va, ovviamente, sezionata anche la fune e ciò viene fatto con isolatori adatti al tiro.

Un sezionamento di tal tipo rappresenta sempre un punto anomalo, anche dal punto di vista meccanico, nella linea di contatto e non consente il passaggio, in sua corrispondenza, di pantografi ad elevate velocità.

Esso inoltre mantiene la continuità meccanica tra i conduttori dei due circuiti per cui un dissesto su di uno di essi compromette la possibilità di marcia anche sull'altro.

Per ovviare a tali inconvenienti si usano i sezionamenti a spazio d'aria.

Tali sezionamenti vengono sempre impiegati sui binari di corsa e cioè in corrispondenza dell'entrata ed uscita dalle stazioni nonchè in corrispondenza delle comunicazioni tra binari di corsa pari e dispari.

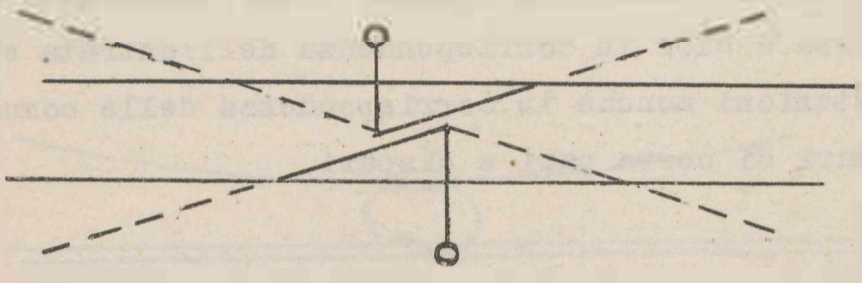
./.

Il sezionamento a spazio d'aria in corrispondenza della entrata e dell'uscita dalle stazioni è realizzato mediante coppie di portali in modo praticamente analogo a quello già descritto per i portali di contrappesatura. La differenza sostanziale è da ricercarsi solo nel fatto che tra i due portali vi sono due funi distinte e che ciascuna di esse regge i propri conduttori di contatto. Si ottengono così, tra i portali, due linee di contatto distinte ed elettricamente isolate l'una dall'altra. Lo strisciante di un pantografo in arrivo striscia su di una sola delle due condutture fino a qualche metro prima del palo intermedio tra i due portali, poi striscia su ambedue le linee dato che viene in contatto anche con la seconda che si è nel frattempo innalzata ed infine, da poco dopo del palo intermedio, resta in contatto con la sola seconda linea dato che la prima si innalza ed ormeggia al portale.

Il sezionamento rimane pertanto cortocircuitato, al passaggio dello strisciante, e ciò obbliga, come abbiamo già avuto occasione di dire, a vietare il passaggio di locomotori, od almeno di locomotori con i pantografi alzati, in corrispondenza del sezionamento quando uno dei due circuiti facenti capo al sezionamento medesimo, risultasse disalimentato.

Con criteri simili viene realizzato il sezionamento a spazio d'aria in corrispondenza delle comunicazioni tra binari di corsa pari e dispari.

La figura indica, in pianta, un tale sezionamento con l'avvertenza che in essa sono indicati in punteggiato i



./.

tratti di conduttori che non sono percorsi dai pantografi.

Una particolare conformazione assume la linea di contatto in galleria.

Le principali caratteristiche delle "linee di contatto in galleria" sono le seguenti:

- la distanza minima tra i conduttori, o tra le parti in tensione, e le pareti della galleria, o le parti "a terra", viene tenuta a soli 15 centimetri contro i 20 già visti per le analoghe distanze all'aperto
- la sospensione è ottenuta con grappe, in tondo di rame, murate al volto della galleria, grappe che reggono, a mezzo di isolatori a rocchetto, un braccio di poligonazione. Sul braccio, con un altro isolatore a rocchetto, è retta la fune portante mentre che alla estremità del braccio, sempre con isolatore dello stesso tipo, sono incernierati i tirantini di poligonazione
- la distanza, in corrispondenza della sospensione, tra fune e fili è di soli 43 centimetri contro i 140 della linea allo scoperto. Ciò obbliga a tenere a soli 30 metri le campate massime, altrimenti a metà campata la fune andrebbe a contatto con i fili od addirittura al disotto di essi
- la poligonazione viene ridotta a soli 11 centimetri, anzichè ai 20 usati all'aperto. Con sospensione montata fuori centro, però, si possono anche ottenere poligonazioni di 16 centimetri
- i conduttori di contatto corrispondenti a tratte di lunghezza eguale o superiore ai 1.200 ÷ 1.500 metri e completamente in galleria, sono semplicemente ormeggiati, opportunamente isolati, al volto della galleria, senza contrappesatura e ciò in quanto le variazioni di temperatura sono notoriamente trascurabili nell'interno delle gallerie.

./.

Prima di lasciare l'argomento dobbiamo accennare alla costituzione dei circuiti di terra e di ritorno ed alla importanza della loro buona conservazione.

Il "circuito di ritorno" è costituito, come sappiamo, dalle rotaie. Se non ci si trova in presenza di rotaie saldate, si deve provvedere a garantire la continuità elettrica in corrispondenza dei giunti e ciò viene ottenuto a mezzo di connessioni, in treccia di rame, saldate alla parete esterna del fungo delle rotaie in corrispondenza del giunto.

La buona conservazione del circuito di ritorno assume notevole importanza non solo perchè con un buon circuito di ritorno si riducono le cadute di potenziale in linea, ma anche perchè con esso si evitano forti dispersioni di corrente nel terreno con conseguenti pericoli di corrosioni elettrolitiche.

Il "circuito di terra", ha poi un compito analogo a quello detto parlando dell'analogo circuito di terra delle sottostazioni, e cioè un compito di protezione antinfortunistica nel senso che evita che, per qualche cedimento di isolatori, possano andare sotto tensione pericolosa, rispetto alla terra, delle parti metalliche accessibili.

A tale uopo tutti i pali sono collegati da un trefolo di acciaio zincato, detto "trefolo di guardia", ed un palo ogni due è collegato alla terra mediante un dispersore del tipo a bastone.

Ove non esiste blocco automatico e cioè dove non occorra tenere le rotaie isolate tra di loro e dalla terra, i pali sono collegati anche alle rotaie. In tal caso i dispersori sono meno frequenti (se ne applica uno ogni 500 metri circa).

./.

- Manutenzione delle linee di contatto

La manutenzione delle linee di contatto è assicurata da squadre che vengono normalmente dette "scale" e che sono costituite da 3 o 4 agenti, il più anziano dei quali assume le funzioni di "capo scala".

Le scale dipendono dai Tronchi I.E. e questi ultimi sono alle dipendenze di un Capotecnico da cui dipendono tutti gli impianti I.E., e cioè anche le sottostazioni, gli impianti di sicurezza e segnalamento, gli impianti telegrafonici e gli impianti di illuminazione e forza motrice, di una tratta di linea lunga in genere circa 40 chilometri.

In ogni Tronco vi sono generalmente due "scale" e pertanto da ogni scala dipendono le linee di contatto di circa 20 chilometri di linea ferroviaria.

Il personale addetto alla scala ha l'incarico di garantire la buona conservazione delle linee di contatto e dei circuiti di ritorno e di terra della tratta loro affidata e quindi deve in particolare curare:

- la buona poligonazione, in piena linea e nelle stazioni ed in particolare sugli scambi
- la regolare altezza della linea di contatto
- la pendenza dei raccordi altimetrici
- il controllo del consumo dei conduttori di contatto: lo spessore residuo non deve mai discendere al disotto di 8,1 mm e quindi giunti a tale valore il filo va cambiato
- il controllo della fune portante, dei pendini, dei cavallotti di continuità
- l'integrità ed il buon contatto dei morsetti
- il controllo, a vista e mediante percussione, della integrità degli isolatori

./.

- la buona conservazione e la scorrevolezza delle contrappesature
- la complanarità dei conduttori negli spazi d'aria
- la buona conservazione dei sezionatori e la lubrificazione delle loro parti mobili
- la pulizia degli isolatori specie in zone soggette a depositi salini
- la buona conservazione dei circuiti di ritorno e di terra.

Le operazioni di revisione e di manutenzione possono solo in parte essere eseguite lasciando la linea in tensione.

Per le operazioni per le quali occorre disalimentare le linee di contatto, si può procedere o con il sistema degli intervalli giornalieri?con quello della revisione concentrata.

Nel primo caso è programmato giornalmente in orario un intervallo di 90' senza circolazione treni, intervallo durante il quale è quindi possibile disalimentare le linee.

Il personale addetto alla manutenzione richiede, al Dirigente al Movimento, la "conferma" di detto intervallo limitatamente alla tratta in cui intende lavorare ed il Dirigente al Movimento è tenuto a concedere l'intervallo senza indugio sulle linee a doppio binario (essendo possibile istradare eventuali treni in ritardo sul binario rimasto in esercizio) ovvero dopo passati i treni viaggiatori in ritardo, sulle linee a semplice binario.

Con il sistema della revisione concentrata invece si stabiliscono, in genere solo su linee a doppio binario, intervalli di parecchie ore al giorno per un periodo di un mese o due ogni due anni. In tale periodo si concentrano sulla tratta in revisione più "scale" e si procede ad una revisione a fondo che equivale quasi ad un completo rinnovo della linea. Ciò per

./.

mette di non disturbare, se non in casi eccezionali, e per periodi molto brevi, la circolazione treni tra l'una e l'altra revisione concentrata.

Il personale addetto alla manutenzione delle linee di contatto è anche tenuto, infine, al prontissimo intervento in caso di anormalità alle linee stesse. A tale scopo esso abita in fabbricati alloggi ubicati lungo linea, in genere in prossimità delle sottostazioni, ed è munito di mezzi di pronto intervento quali automezzi su strada e carrelli scala, a motore, su rotaia. Di recente sono entrati in uso sperimentale anche dei mezzi anfibi e cioè capaci di circolare, con semplice manovra di abbassamento di ruotini a bordino, tanto su rotaia quanto su strada. Inoltre in ogni stazione, e spesso anche lungo linea, sono depositate delle scale a carrello, non motorizzate, che possono circolare spinte a braccia sui binari e che servono per il pronto intervento sulle linee di contatto del personale che raggiunge il posto di lavoro con treni o con mezzi stradali.

Il lavoro del personale addetto alle scale T.E. è un lavoro delicato ed anche duro sia per l'obbligo della reperibilità per chiamate anche fuori orario di lavoro, sia per la necessità di intervenire anche in qualsiasi avversa condizione atmosferica. Anzi è proprio in tali condizioni che le linee, per effetto di sovratensioni e perchè sotto pioggia, sono più cimentate nel loro isolamento elettrico ed è quindi proprio in detti periodi che è più frequente la necessità di intervento degli operai delle scale.

./.

C A P I T O L O S E T T I M O

I M P.I A N T I D I S I C U R E Z Z A E S E G N A - L A M E N T O

A - GENERALITA'

- Concetti fondamentali

Le Ferrovie hanno rappresentato, si può dire sin dal loro nascere, il primo sistema di trasporto che abbia visto un "affollamento" (1) di veicoli su di un'unica strada ed è quindi logico che proprio nelle ferrovie siano nate le prime rigide "norme di circolazione" ed i primi "segnali".

Tali norme e tali segnali, anzi, vennero in un primo tempo considerati come caratteristica esclusiva delle Ferrovie mentre poi, con il crescere dei rispettivi traffici, essi si sono resi indispensabili anche in altri sistemi di trasporto, come quello stradale e, più recentemente, anche quello aereo.

Per quanto riguarda le norme di circolazione nel campo ferroviario possiamo genericamente considerare che si tratta di un complesso di disposizioni atte, in definitiva, a garantire che un convoglio si inoltri su di un binario solo quando il tracciato da percorrere sia "sicuro" e "libero" da altri treni o manovre.

L'esistenza delle condizioni di sicurezza e di libertà del binario da percorrere non può essere accertata di

./.

(1) - E' logico che con l'espressione "affollamento" nel campo delle ferrovie si deve intendere un termine che tenga conto non tanto del reale numero dei treni in senso assoluto ma sopratutto dell'avvicinarsi del numero stesso al massimo teoricamente ammissibile tenuto conto del distanziamento indispensabile.

rettamente dal macchinista ed è pertanto necessario che il macchinista ne venga "informato" dal personale che è a terra.

L'informazione può essere data a voce o per iscritto se il treno si ferma per riceverla ma, se si vogliono evitare frequenti fermate ai treni e perditempi per dare l'informazione ad ogni fermata, non resta che fornire l'informazione stessa a mezzo di "segnalazioni" ottiche il cui significato sia stato preventivamente stabilito.

Tra i segnali che vengono esposti al macchinista e le condizioni di sicurezza e di libertà del binario da percorrere non può che esistere uno stretto "collegamento"e tale collegamento può essere ottenuto o con la sola vigile attenzione di uomini, che siano tra di loro telefonicamente collegati e tra i quali siano rigidamente fissati i rapporti di interdipendenza, ovvero dall'attenzione di uomini coadiuvata da impianti che facilitino i controlli od addirittura impediscono manovre errate, ovvero, infine, da impianti a funzionamento completamente automatico.

Si delinea così tutto il vastissimo campo degli impianti di sicurezza e di segnalamento a mezzo dei quali si garantisce la via per un treno e se ne rende edotto, attraverso i segnali, il macchinista.

Volendo dare un primo sguardo introduttivo a tali impianti, sguardo che ci permetterà un primo contatto con la particolare terminologia usata in questo campo della tecnica ferroviaria, prenderemo prima in esame quanto succede per la marcia di un treno da una stazione all'altra e poi quanto invece succede nel caso di marcia di un treno nell'interno di una stazione.

Agli effetti della sicurezza della circolazione, quando un treno parte da una stazione e raggiunge la stazio-

./.

zione successiva, devono succedersi le seguenti fasi:

- preventivo accertamento della "libertà della tratta di via" tra le due stazioni. Tale accertamento è di competenza del Dirigente al Movimento della stazione da cui il treno deve partire e cioè del Dirigente che "licenzia" il treno ma è ovvio che, a meno che l'accertamento non avvenga con sistemi completamente automatici, occorre in proposito anche un "consenso" da parte del Dirigente al Movimento della stazione che deve "ricevere" il treno;
- "disposizione a via libera" del "segnale di partenza" della stazione dalla quale il treno deve partire, per rendere edotto il macchinista dello stato di libertà della tratta di via
- "occupazione" di detto segnale e cioè suo ritorno a via impedita, non appena esso è stato superato dal treno e ciò per evitare che un secondo treno possa considerare valida anche per lui l'indicazione di via libera
- "bloccamento" della tratta di via e cioè assicurazione che la tratta di via non potrà essere considerata libera per altri treni mentre che su di essa si trova il primo treno
- "liberazione" della tratta di via, all'atto in cui il primo treno ne esce, e cioè annullamento del bloccamento onde rendere nuovamente utilizzabile la tratta di via per altri treni successivi.

E' ovviamente compito degli impianti in discussione quello di creare dei "collegamenti di sicurezza" ed in particolare di "legare" la manovra di disposizione a via libera del segnale all'avvenuto accertamento della libertà della tratta di via.

Il numero di fasi diventa più elevato nel caso di movimenti di un treno lungo la stazione e ciò in quanto in

./.

tal caso la presenza di scambi impone la preventiva scelta della strada ed il suo bloccamento.

Avremo quindi:

- la "formazione dell'itinerario" e cioè la disposizione per il ramo diretto o per il ramo deviato dei singoli scambi, a seconda della strada che deve essere percorsa dal treno
- "l'assicurazione degli scambi" o "fermascambiatura" che dà la sicurezza che il telaio degli aghi rimanga assicurato nella posizione voluta e non se ne discosti, neanche di poco, sotto gli scuotimenti e gli urti dovuti al passaggio del treno
- il "controllo degli scambi" e cioè l'accertamento dell'esatta loro posizione, con giuogo trascurabile tra ago accostato e contrago e con apertura sufficiente tra ago discosto e relativo contrago
- la "verifica di incompatibilità" della via e cioè l'assunzione della sicurezza che non siano contemporaneamente formati, e che non possano successivamente formarsi, itinerari "incompatibili" con quello considerato ovvero, quando non sia diversamente possibile, la assunzione della sicurezza che i segnali che immettono sugli itinerari incompatibili siano bloccati nella posizione di via impedita,
- la "verifica della liberatà" della tratta di via e cioè l'accertamento che non vi siano veicoli sulla strada che deve essere percorsa dal treno
- la "disposizione a via libera" del segnale con contemporaneo "collegamento di sicurezza" e con "bloccamento" dell'itinerario.

Il collegamento di sicurezza agisce nel senso di rendere possibile la disposizione a via libera del segnale solo se l'itinerario è regolarmente costituito e di "legare" gli

./.

scambi nel senso che non risulti più possibile manovrarli se non dopo aver disposto a via impedita il segnale.

Il bloccamento dell'itinerario agisce invece nel senso che non sia possibile modificare l'itinerario, manovrandone gli scambi, se non dopo che il treno sia su di essi transitato. Ciò per evitare che un treno che abbia già visto il segnale, e cioè già ricevuta la "informazione" di possibilità di avanzare su di un certo itinerario, venga invece istradato su di un itinerario diverso.

Per inciso ricordiamo che negli impianti più moderni il bloccamento non si verifica all'atto della disposizione a via libera del segnale ma solo quando il treno atteso si è avvicinato ad una certa distanza da esso, o, più esattamente, ad una distanza tale da non poter più rispettare una segnalazione di via impedita, che gli venisse improvvisamente presentata

- "l'occupazione" del segnale e cioè il suo ritorno alla posizione di via impedita non appena esso è stato superato dal treno e ciò sempre per evitare che un secondo treno possa ritenere valida anche per lui la segnalazione di via libera
- la "liberazione" dell'itinerario all'atto in cui il primo treno ne esce e cioè l'annullamento del bloccamento con conseguente possibilità di manovrare nuovamente gli scambi per costituire altri itinerari per altri treni successivi a quello considerato.

Va notato che tutte le fasi che abbiamo descritte si verificano tanto se la sicurezza della circolazione è af-

./.

fidata alla semplice attenzione di uomini, quanto se in essa intervengono impianti di sicurezza quanto, infine, se la circolazione è affidata completamente a sistemi automatici.-

Riteniamo quindi che sia preferibile trattare l'argomento partendo dal caso, ovviamente più semplice, di circolazione affidata esclusivamente all'uomo e di passare solo in secondo momento a vedere come una tale condizione è completata e perfezionata dalla presenza di impianti di sicurezza e di segnalamento.-

B = LA CIRCOLAZIONE IN PIENA LINEA

- Circolazione in piena linea in assenza di impianti di sicurezza.

Nelle prime linee ferroviarie non esistevano impianti di sicurezza ed il segnalamento era limitato a sole segnalazioni effettuate a mano a mezzo di bandiere colorate o di lanterne a luce colorata.-

La circolazione si volgeva di norma con fermata dei treni in tutte le stazioni e le "informazioni" venivano date al macchinista direttamente dai Dirigenti al Movimento delle singole stazioni. L'informazione consisteva essenzialmente nel benestare per la partenza dalla propria stazione e per l'ingresso nella stazione successiva. Il Dirigente al Movimento era, vista la scarsa importanza delle stazioni dell'epoca, anche il Dirigente, a tutti gli effetti, della Stazione e veniva quindi semplicemente chiamato "Capo stazione".-

./.

Oggi la denominazione di Capo Stazione si riferisce ad una vera e propria qualifica; distingue il personale dell'esercizio di un gruppo, dipendente dal Servizio Movimento, detto dei "Dirigenti delle Stazioni".

Nella qualifica si distinguono i vari gradi che, in ordine di crescente importanza, sono:

- Capo Stazione
- Capo Stazione di 1^ Classe
- Capo Stazione Principale
- Capo Stazione Superiore
- Capo Stazione Sovrintendente

Agli effetti, invece, delle mansioni si distinguono essenzialmente:

- il Capo Stazione Titolare che è l'agente di grado più elevato ed è colui cui è affidato, tanto dal punto di vista tecnico quanto da quello amministrativo, tutto il funzionamento della Stazione
- il Capo Stazione I° aggiunto, che si trova solo nelle stazioni di particolare importanza, e che è il diretto coadiutore del Titolare, dal punto di vista tecnico
- I Capi Stazione aggiunti che montano a turno di servizio e che, nel periodo di turno, assumono le funzioni di "Dirigente al Movimento" provvedendo a tutte le operazioni che interessano la circolazione dei treni.

Nelle piccole stazioni anche il Capo Stazione Titolare prende parte al turno dei Dirigenti al Movimento.

Ritornando al discorso iniziale prendiamo in esame i sistemi a mezzo dei quali, prima ancora che esistessero impianti di sicurezza e di segnalamento, un Dirigente al Movimento provvedeva a garantire la marcia dei treni in piena linea.

./.

Il sistema primordiale fu quello, usato in molte ferrovie, del "distanziamento a tempo".

Con tale sistema il Dirigente al Movimento si limitava a non inviare un secondo treno, a seguito di un treno precedentemente inviato, se non dopo trascorso un determinato "tempo di distanziamento", prestabilito, tale da far presumere che il primo treno avesse raggiunta la stazione seguente.

Si trattava ovviamente di un tempo pari alla percorrenza del primo treno aumentata di un certo margine di sicurezza.

Notiamo, per inciso, che al distanziamento a tempo si ricorre ancora oggi e ciò avviene nel caso in cui il guasto di tutti gli impianti, compresi quelli telegrafonici, rende assolutamente impossibile di regolare diversamente la circolazione. In tal caso è oggi prescritto un "tempo di distanziamento" dato dalla percorrenza del treno precedentemente inviato aumentata di 10 minuti e con un minimo assoluto di 20 minuti.

E' evidente che il distanziamento a tempo è assolutamente insicuro ed anzi, come vedremo, esso è quello che presenta, tra i vari sistemi di circolazione, la minore sicurezza.

Basta infatti pensare che il primo treno inviato può fermarsi in piena linea, ad esempio per guasto del sistema di trazione, ed essere così esposto all'investimento da parte del treno successivo. Ci si protegge contro un tale pericolo sia prescrivendo che un treno che si fermi accidentalmente deve subito proteggersi a mezzo di segnali a mano posti a congrua distanza, sia prescrivendo la massima attenzione da parte di tutti i macchinisti: oggi, nel caso di adozione del sistema, si prescrive la "marcia a vista" e cioè si prescrive al macchinista di ogni treno di avanzare con velocità di marcia che, in

./.

relazione alla visibilità della linea, gli consenta di potersi sicuramente fermare incontrando un segnale a mano ovvero scorgendo la coda di un treno precedente.

Il sistema del distanziamento a tempo può essere adottato anche su linee a semplice binario. In tal caso è però assolutamente indispensabile tanto che siano ben definite le stazioni in cui si devono effettuare i vari incroci, quanto che ogni treno che giunga in una di dette stazioni e non vi trovi il treno da incrociare si fermi e lo attenda per un tempo indefinito. A ciò può farsi eccezione solo nel caso in cui sia possibile "spostare gli incroci", prendendo accordi a mezzo di sicuri dispacci inviati per via sollecita, ovvero nel caso in cui si possa istituire un servizio di pilotaggio e cioè di scorta con apposito unico agente che accompagni ciascun treno. Sono questi i mezzi che oggi si adottano per permettere anche su linee a semplice binario la ripresa di una sia pur ridotta circolazione quando risultino guasti tutti gli impianti ed interrotte tutte le comunicazioni telegrafoniche.

La scarsa sicurezza del sistema di circolazione con distanziamento a tempo fece si che le varie ferrovie, sfruttando le possibilità offerte dal telegrafo, si orientassero verso il "distanziamento a spazio"..

Esso si fonda sul concetto che, a mezzo di scambio di comunicazioni telegrafiche tra due "posti distanziatori", non venga mai inoltrato più di un treno per volta tra due posti distanziatori.

I posti distanziatori sono in genere rappresentati dalle stazioni dove i treni devono, nell'ipotesi fatta di assenza di segnalamento, fermare ed attendere benestare del dirigente prima di riprendere la marica.

./.

Sulle linee a doppio binario e cioè ove ogni binario è percorso solo da treni di una stessa direzione, un posto distanziatore può anche non coincidere con una stazione ed essere costituito da un posto di piena linea, munito di telegrafo, ove i treni devono fermare o rispettare un segnalamento fatto con bandiere. Non appena un treno ha oltrepassato il posto distanziatore intermedio, l'agente ivi addetto può autorizzare la stazione precedente ad inviare un secondo treno e questo secondo treno sarà fatto avanzare oltre il posto distanziatore intermedio, solo se il treno precedente è uscito dalla tratta tra il posto stesso e la stazione successiva.

In altri termini la presenza del posto intermedio serve a dividere in due la tratta tra due stazioni, a permettere che in ciascuna mezza tratta si trovi un treno ed a garantire che non se ne possa trovare più di uno. La presenza di un posto intermedio è particolarmente utile quando la distanza tra le stazioni sia notevole: esso riduce tale distanza e quindi aumenta la capacità della linea e permette maggiori velocità commerciali, riducendo le soste.

E' evidente che nel caso in cui la distanza tra due stazioni fosse particolarmente notevole, possono inserirsi tra le stazioni stesse anche due o più posti di distanziamento intermedi.

Nelle linee a semplice binario è in genere opportuno che in ogni posto distanziatore si possano effettuare incroci e pertanto i posti distanziatori sono, in genere, coincidenti con le stazioni.

Non è escluso però che possano usarsi posti distanziatori intermedi anche su linee a semplice binario ma è evidente che in tal caso essi debbano solo provvedere al distan

./.

ziamento dei treni che si susseguono direttamente nello stesso senso mentre che devono essere presi diretti accordi tra le due stazioni estreme della tratta per non inviare, tra le due stazioni, treni in diversa direzione.

Il distanziamento a spazio dei treni tra due posti di distanziamento, che usino solo comunicazioni telegrafiche, può avvenire con due diversi criteri e precisamente:

- con il regime del "giunto"
- con il regime del 'blocco telegrafico" (spesso detto del "consenso telegrafico").

Nel caso del regime del giunto la stazione "B" che riceve un treno inviatole dalla stazione "A", deve accertarsi che il treno le sia giunto completo, e cioè senza aver lasciato carri in linea, e deve subito provvedere a trasmettere alla precedente stazione "A" un dispaccio di giunto del tipo "Treno 1 giunto". La stazione "A" deve accertarsi di aver ricevuto il giunto dell'ultimo treno inviato prima di inviarne un successivo.

Il sistema è utilizzabile tanto su linee a doppio quanto su linee a semplice binario. Sulle linee a doppio binario si hanno dei "giunti" indipendenti sui due binari. Sulle linee a semplice binario interviene invece la variante che se la stazione "B" dopo ricevuto il treno "1" deve inviare un treno in senso opposto alla stazione "A", essa può fare a meno di trasmettere il giunto del treno "1" e provvede semplicemente ad inoltrare il treno verso "A". Quest'ultimo, giungendo in "A", sostituisce anche, ovviamente dato che trattasi di linea a semplice binario, il giunto del treno "1" a "B".

E' ovvia l'assoluta importanza dei dispacci che, quando veniva usato il solo telegrafo, erano sempre registrati sulla zona telegrafica delle due stazioni. Il sistema ha continuato ad essere usato anche con trasmissione telefonica dei dispac

./.

ci: in tale caso essi devono essere sempre registrati su appositi protocolli sia nella stazione che li trasmette che in quella che li riceve e devono essere adottate opportune norme che ne garantiscano la regolarità.

Può essere qui interessante esaminare come con un tale sistema di distanziamento sussistano le fasi che abbiamo elencate all'inizio del presente capitolo.

Si può notare, infatti, che anche in questo caso si ha:

- un preventivo accertamento della libertà della via da parte della stazione che deve inviare il treno e tale accertamento è dato dalla verifica di essere in possesso del "giunto" dell'ultimo treno inviato, ovvero dell'arrivo del treno incrociante, se si è su linee a semplice binario. In ambedue i casi l'accertamento deve essere esteso alla "completezza del treno" e cioè alla verifica della regolarità di appositi segnali applicati alla "coda" di ciascun treno.
- un benestare di partenza al treno, benestare che nell'ipotesi fatta di assenza di segnalamento, sarà dato a voce o con segnalazione a mezzo di bandiere o di lanterne colorate. In tale caso è anche automatica la occupazione della segnalazione nel senso che essa si esaurisce per il treno cui è diretta e non può quindi essere erroneamente ritenuta come valida anche da treni successivi
- un bloccamento della sezione nel senso che si farà attenzione a non inviare treni nel periodo in cui,non essendosi in possesso del giunto, vi è un treno nella sezione
- una liberazione della sezione costituita dalla trasmissione del dispaccio di giunto.

./.

Va notato che, nell'ipotesi fatta di assenza anche di qualsiasi impianto di segnalamento, siamo nel caso in cui ogni condizione di sicurezza è affidata esclusivamente alla vigile attenzione degli uomini.

Va anche notato che, con il sistema del giunto, la liberazione è immediata per cui la linea è libera per un secondo treno non appena il treno precedente ne è uscito. Possiamo dire che la condizione normale è quella di linea libera e che solo nei momenti in cui è in circolazione un treno la linea risulta bloccata.

Come vedremo in seguito questo sistema è, da questo punto di vista, analogo a quello usato con il blocco automatico, mentre che, sulle linee esercitate con il sistema del blocco semiautomatico, si usa un sistema diverso e cioè un sistema paragonabile a quello del "regime di blocco telegrafico" o del "consenso".

Con il regime del blocco telegrafico nessuna segnalazione va scambiata tra le stazioni all'atto dell'arrivo dei treni.

La linea viene considerata sempre bloccata ed una stazione non può licenziare un treno se prima non ha chiesto ed ottenuto dalla stazione successiva una "concessione di via libera" per il determinato treno che intende licenziare.

La via libera va chiesta dalla stazione "A" alla stazione "B" con un dispaccio del tipo:

"Seguito treno 1 chiedo inviare treno 3"

La stazione "B", ovviamente solo se il treno 1 è arrivato ed è arrivato completo, concederà la via libera con un dispaccio del tipo:

"Via libera treno 3"

./.

Sulle linee a doppio binario le richieste e le concessioni delle vie libere per un senso di marcia si susseguono indipendentemente da quelle per il senso opposto.

Sulle linee a semplice binario, invece, quando tra due treni in un senso se ne intercala uno in senso opposto di esso, va fatta esplicata menzione sia nella richiesta che nella concessione della via libera.

La richiesta di via libera assume quindi la forma:

"Giunto mia stazione treno 2 chiedo inviare treno 3"

e la concessione della via libera assumerà la forma:

"Giunto vostra stazione treno 2, via libera treno 3"

Anche nel caso del regime del blocco telegrafico i dispacci assumono importanza fondamentale e vanno quindi adottate tutte le cautele già ricordate parlando del regime del giunto.

La corrispondenza tra le note fasi è anche in questo caso evidente:

- il preventivo accertamento della via libera è data dalla richiesta e dalla concessione della via libera
- la segnalazione al treno è, nell'ipotesi fatta di assenza di impianti di segnalamento, fatta a voce o con mezzi manuali ed è quindi immediatamente "occupata" nel senso che non può essere erroneamente giudicata utilizzabile da un treno successivo
- il bloccamento è rappresentato dall'assenza di consenso nel momento in cui la linea è percorsa da un treno
- la liberazione della sezione avviene all'atto in cui, giunto il primo treno, il dirigente può dare un secondo consenso. Poichè però questo viene dato solo a richiesta la sezione, come già detto, risulta con questo regime sempre bloccata e si libera solo per i periodi in cui deve essere percorsa da un treno.

./.

Anche nel caso esposto tutte le condizioni di sicurezza sono affidate esclusivamente alla vigile attensione degli uomini preposti alla circolazione.

- Miglioramenti introdotti nella circolazione con l'adozione di segnali. Concetti funzionali cui deve rispondere un segnale. Tipi di segnali.

La necessità di disporre di un segnale cominciò con l'essere sentita essenzialmente allo scopo di poter costituire una specie di porta di accesso per i treni che dovevano entrare in stazione.

Abbiamo infatti già visto che il benestare dato ad un macchinista di partire da una stazione comprendeva anche il benestare di entrare nella stazione successiva. Ciò rappresentava un notevole vincolo per quest'ultima stazione che se vigeva il regime di blocco telegrafico era tenuta a mantenere un binario pronto a ricevere il treno sin dal momento in cui accordava la via libera e che addirittura, con il regime del giunto, poteva essere tenuta a mantenere sempre un binario in condizioni tali da poter ricevere un treno.

A ciò poteva ovviarsi solo inviando sullo scambio estremo un agente munito di segnalamento di arresto a mano ma si trattava ovviamente di un sistema oneroso e non completamente sicuro.

Ovvia quindi l'opportunità di disporre di un segnale, che per lo scopo cui era adibito venne detto "di protezione della stazione" o più brevemente "di protezione", a mezzo del quale fosse possibile fermare, con una indicazione di "via impedita" o di "chiuso" i treni prima che impegnassero gli scambi della stazione e farli al momento opportuno entrare in stazione mediante una indicazione di "via libera" o di "aperto".

./.

Il segnale di protezione deve essere piazzato a distanza di sicurezza dallo scambio di punta ovvero dal punto limite in cui si vuole, sia pur in casi particolari, ammettere che una manovra arrivi inoltrandosi, protetta dal segnale, verso il treno atteso.

Per inciso notiamo che con gli attuali segnali detti di 1^ categoria, e cioè con segnali per i quali non è ammesso alcun superamento quando sono, in posizione di via impedita, la distanza di sicurezza è di 100 metri e che la manovra verso il treno atteso è ammessa solo in particolari stazioni in cui, tra l'altro, tutti i treni hanno fermata. Altrimenti tutte le manovre che possano interessare il binario di ricevimento devono essere sospese almeno dieci minuti prima dell'orario di arrivo del treno stesso, a meno che, non si vincolino i treni presso la stazione precedente.

Il primo tipo di segnale di protezione fu quello "a disco" tanto che ancor oggi, specie tra il personale del movimento, si conserva l'abitudine di chiamare "disco" il segnale di protezione anche se ormai esso ha caratteristiche assolutamente diverse.

Il segnale a disco era costituito da una grande tabella, in genere circolare e verniciata in rosso, capace di ruotare intorno ad un asse, verticale in alcune ferrovie ed orizzontale in altre, in modo da presentarsi di faccia ai treni da fermare e di taglio ai treni cui si voleva concedere l'ingresso in stazione.

Di notte veniva accesa una lanterna, situata sul segnale, ed avanti ad essa venivano a presentarsi, a seconda della posizione assunta dal disco, un vetro rosso per la indicazione di via impedita od un vetro verde per quelle di via libera.

./.

Un segnale di questo genere presentava i seguenti inconvenienti:

- la posizione di via libera era praticamente invisibile e ciò poteva essere fonte di equivoci; ricordiamo che anche oggi, per ovvi motivi di sicurezza, il regolamento segnali prescrive che un segnale mancante debba essere considerato dai macchinisti come un segnale a via impedita e ciò rende evidente la necessità che sia ben visibile anche la segnalazione di via libera.
- notevole mole della parte mobile del segnale e quindi una qualche difficoltà di manovra
- segnalazione non preavvisata a distanza per cui il macchinista, per essere sicuro di fermarsi al segnale nel caso in cui lo avesse trovato disposto a via impedita, doveva marciare a velocità ridotta, e cioè con "marcia a vista", almeno fino a tanto che non riusciva ad accertare, vedendolo, che il segnale era a via libera
- differente tipo di indicazione tra notte e giorno.

Per questi motivi si preferì abbandonare il segnale a disco e si adottò in sua vece il segnale "semaforico" o "ad ala".

Un segnale semaforico è costituito da una vela rettangolare che si presenta sempre visibile dai treni e che può assumere due distinte posizioni: una orizzontale per la indicazione di via impedita ed una inclinata (ed in alcune reti estere anche verticale) per la indicazione di via libera.

Nel tipo adottato in Italia, ed ancora in uso su molte linee, si usa un'ala verniciata in rosso, con una striscia verticale bianca, ala che assume una posizione orizzon-

./.

tale di via impedita ed una posizione inclinata verso il basso di circa 45° rispetto all'orizzontale (esattamente 54°) per l'indicazione di via libera.-

Nel tipo adottato da noi è la stessa ala che porta due vetri, uno rosso ed uno verde, che si dispongono, a seconda della posizione dell'ala, l'uno o l'altro avanti alla lanterna portata dal segnala, in modo da dare l'indicazione di via impedita con luce rossa e quella di via libera con luce verde.-

Il sistema, oltre a dare una indicazione chiaramente visibile anche nella segnalazione di via libera, eliminò anche l'inconveniente della notevole massa da manovrare.-

Rimaneva però tanto l'inconveniente della diversa segnalazione diurna e notturna quanto quello della segnalazione non preavvisata.-

Per quest'ultimo inconveniente si provvide, in un primo momento, facendo procedere, a congrua distanza, il segnale da un segnale fisso di attenzione, costituito da una vela fissa gialla a forma di losanga, con luce gialla al centro nelle ore notturne, vela che aveva lo scopo di richiamare l'attenzione del macchinista sul punto in cui doveva iniziare la "marcia a vista" e ciò permise almeno di ridurre la lunghezza delle tratte da percorrersi a velocità ridotta, Si dispose anche una certa tolleranza per brevi oltrepassamenti di segnali disposti a via impedita e si stabilì che un treno, una volta fermatosi ad un segnale disposto a via impedita, lo sorpassasse a velocità ridotta fermandosi con l'ultimo veicolo subito a valle del segnale stesso. In questa posizione il treno poi attendeva, prima di riprendere la marcia per entrare in stazione, che il segnale passasse nella posizione di via libera.-

Un tale tipo di segnalamento è ancora in vigore in Italia, sia pur limitatamente a linee di importanza molto se

./.

condaria, e viene chiamato "segnalamento di seconda categoria" per distinguerlo da quello di prima categoria ove, come detto, un segnale a via impedita non deve mai essere, neppure di pochissimo, superato.

Per distinguere i due tipi di segnali si scrive la cifra "2" in nero sulla striscia bianca dell'ala dei segnali di seconda categoria.

Nel piazzare un segnale di seconda categoria si deve avere cura di porlo, rispetto al punto da proteggere, ad una distanza pari al "modulo" della linea e cioè alla massima lunghezza dei treni che circolano sulla linea aumentato della distanza di sicurezza, distanza che è anche in questo caso, nelle nostre ferrovie, di 100 metri.

Con il crescere delle velocità medie dei convogli ferroviari, anche la riduzione di velocità precauzionale, limitata alla sola tratta tra segnale di attenzione e punto di visibilità del segnale vero e proprio, si dimostrò inaccettabile.

Si fece allora ricorso al segnalamento con segnalazioni preavvisate a distanza e cioè al cosiddetto "doppio segnalamento".

Nel caso del doppio segnalamento tutti i segnali sono di 1^ categoria e quindi vanno assolutamente rispettati se a via impetida. Ogni segnale di 1^ categoria è però sempre preceduto, a congrua distanza, da un segnale detto di avviso che può essere sorpassato anche in velocità ma che preannuncia tempestivamente la posizione del successivo segnale di 1^ categoria.

Il segnale di avviso semaforico o ad ala è rappresentato da un segnale la cui vela è dipinta in giallo anzichè in rosso, ha sempre la striscia bianca verticale, e pur essendo rettangolare ha la estremità conformata a coda di pesce.

./.

L'ala di avviso può assumere due posizioni e precisamente una posizione orizzontale di "preavviso di via impedita" ed una posizione, inclinata verso il basso di circa 45°, di "preavviso di via libera";

La posizione del segnale di avviso è legata a quella del successivo segnale di 1^ categoria ed il legamento serve essenzialmente a rendere impossibile che l'avviso sia a via libera quando il successivo segnale di 1^ categoria fosse a via impedita.

Il macchinista può quindi regolare la marcia in modo tale da rallentare per la fermata al successivo segnale di 1^ categoria solo se trova il segnale di avviso in posizione di "avviso di via impedita". Se viceversa quest'ultimo viene trovato in posizione di "avviso di via libera", il macchinista può proseguire a piena velocità perchè ha la sicurezza che il segnale successivo, di 1^ categoria, è sicuramente a via libera.

Il segnale di avviso, ad ala, di notte proietta luce gialla nella posizione di avviso di via impedita e luce verde in quella di avviso di via libera.

E' evidente che tra segnale di avviso e successivo segnale di 1^ categoria deve esservi una distanza tale per cui il macchinista che proceda alla massima velocità ed incontri un segnale di avviso a via impedita sia in grado di fermarsi al successivo segnale di 1^ categoria. Tale distanza deve quindi essere eguale alla distanza di frenatura corrispondente alla massima velocità della tratta, aumentata di un certo margine di sicurezza.

Il minimo ammissibile per tale distanza è quindi funzione tanto della velocità della tratta quanto della pendenza della linea tra avviso e 1^ categoria.

./.

In Italia tra avviso e 1^ categoria viene in genere tenuta la distanza di 1.200 metri che corrisponde alla distanza minima nelle peggiori condizioni.

In caso di necessità tale distanza può essere ridotta ma mai al disotto del minimo realmente corrispondente alla tratta in cui il segnalamento va posto in opera.

In qualche caso, e sopratutto per portare il segnale di avviso in posizione di sicura visibilità (fuori da curve, gallerie ecc.) può anche superarsi la suddetta distanza. Non sono però mai consigliabili eccessivi superi della distanza stessa e ciò, sia per non aumentare il costo degli impianti di manovra dell'avviso, sia per evitare effetti psicologici negativi sul macchinista e ciò specie quando, come vedremo in seguito, all'avviso vengono date anche funzioni di "informazioni" maggiori quali quelle della velocità con la quale può essere sorpassato il successivo segnale di 1^ categoria.

Agli effetti del posizionamento dei segnali ricordiamo che tutti i segnali vanno montati alla sinistra dei treni ai quali comandano (qualche eccezione può ammettersi solo, in determinati casi, per un segnale di partenza) e che deve garantirsi una visibilità del segnale da almeno 200 metri se la velocità della linea è eguale o maggiore dei 90 km/h e di 150 metri se la velocità stessa è inferiore ai 90 km/h.

Oltre che per il segnalamento di protezione i segnali ad ala furono anche usati, e lo sono tuttora, anche per il segnalamento di partenza e ciò non solo per semplificare l'operato del Dirigente al Movimento, specie nel caso in cui nella stazione esistono più binari di partenza, od addirittura più fasci da cui si possa partire, quanto anche, e sopratutto, per garantire con detti segnali l'itinerario di uscita dalla stazione e per "sentire" con i segnali stessi la condizione di via libera, data dal blocco automatico e semiau

tomatico, della piena linea tra la stazione di partenza e la stazione successiva.

E' infatti evidente che un impianto di blocco, automatico o semiautomatico, senza segnalamento di partenza, sarebbe un impianto incompleto. Esso infatti potrebbe anche dare una indicazione evidente, di via libera della sezione, al Dirigente al Movimento ma non renderebbe evidente la condizione stessa anche al macchinista che deve essere posto anche agli in grado di controllare la liberatà della via in cui deve inoltrarsi.

Il segnale, od i segnali di partenza, sono montati in corrispondenza della confluenza di uscita dei vari binari della stazione e vanno posti oltre il punto di normale fermata dei treni nella stazione: si tratta infatti di segnali di 1^ categoria che non devono quindi essere superati, neanche di poco, dai treni in arrivo.

Se il segnale di partenza è unico, esso viene posto dopo la confluenza degli scambi e cioè in un punto che è percorso dai treni che partono da uno qualsiasi dei binari. Se invece si montano segnali distinti per i vari binari ogni segnale va posato alla sinistra del proprio binario in corrispondenza, all'incirca, della traversa limite dello scambio estremo del binario considerato.

Nelle linee con doppio segnalamento vige, ovviamente, il principio che non deve esistere un segnale di 1^ categoria che non sia precedato dal suo segnale di avviso. Il segnale di partenza è anch'esso un segnale di 1^ categoria e quindi deve anche esso essere preceduto da un segnale di avviso.

Con la lunghezza media delle nostre stazioni, il segnale di avviso del segnalamento di partenza verrebbe sempre a capitare nelle vicinanze del segnale di protezione.

./.

Potrebbero quindi sorgere motivi di confusione ove questo avviso venisse a trovarsi poco dopo o, peggio, poco prima del segnale di protezione. In quest'ultimo caso, in particolare, il segnale di protezione sarebbe preceduto da due avvisi: quello proprio e quello del segnalamento di partenza.

Per evitare, quindi, ogni causa di equivoco si "accoppia" il segnale di avviso della partenza con il segnale di protezione.

Con il segnalamento ad ala tale accoppiamento viene fatto montando le due ali, quella di 1^ categoria di protezione e quella di avviso della partenza, una immediatamente dietro l'altra, su di una stessa piantana.

Le due ali ruotano intorno allo stesso asse crizzontale e pertanto quando esse sono ambedue a via impedita l'ala di 1^ categoria copre completamente l'ala di avviso ed il segnale si presenta come un normale segnale di 1^ categoria disposto a via impedita. Di notte un segnale ad ali accoppiate proietta, in queste condizioni, luce rossa.

Quando è a via libera la sola ala di 1^ categoria, si vede quest'ala inclinata di circa 45° verso il basso e si vede anche la retrostante ala di avviso in posizione orizzontale di preavviso di via impedita del segnale di partenza. Di notte in queste condizioni il segnale proietta luce gialla.

Quando sono a via libera ambedue le ali e cioè quando il segnale assume la posizione che viene detta di "libero transito", posizione atta ad indicare che il treno può transitare in piena velocità senza fermarsi nella stazione, ambedue le ali sono inclinate di circa 45°verso il basso. Poichè però se ambedue le ali si inclinassero di 54°, l'ala di avviso resterebbe nascosta e mancherebbe al macchinista la possibilità di accertarsi che l'ala stessa è realmente a

./.

via libera, le cose sono disposte in modo che l'ala di avviso accoppiato si abbassa un po' di meno in modo da restare, sia pur di poco, visibile dietro l'ala di prima categoria. Di notte in queste condizioni il segnale proietta luce verde.

La posizione con ala di avviso a via libera ed ala di 1ª categoria a via impedita non avrebbe alcuna utilità pratica e potrebbe essere fonte di gravi equivoci. Essa non è quindi ammessa e le due ali sono in proposito opportunamente interbloccate.

Va quì notato che esistono molti piazzali di stazione piuttosto corti e cioè tali da non permettere di mantenere la distanza di 1.200 metri tra segnale di partenza e segnale di avviso accoppiato alla protezione. Si ammette pertanto che questa distanza possa scendere sino ad un minimo di 600 metri. In tale caso però, se il segnale di partenza è a via impedita dovrà non solo, ed ovviamente, mantenersi a via impedita l'avviso accoppiato, ma non dovrà neanche essere disposto a via libera l'avviso a distanza e cioè l'avviso del segnale di protezione.

La "manovra" di un segnale ad ala può essere del tipo a filo ovvero, quando esistono veri e propri impianti di centralizzazione, del tipo idrodinamico (e cioè a mezzo di acqua tenuta sotto pressione) ovvero del tipo a motore elettrico.

In tutti i casi devono essere rispettate le seguenti condizioni:

- l'ala abbandonata a sè stessa (ad esempio per rottura dei tiranti di manovra) deve ritornare spontaneamente nella posizione di via impedita
- lungo la tiranteria di manovra dell'ala, o nello stesso interno della cassa di manovra, se la manovra è elettrica, deve esistere un dispositivo elettromeccanico, detto "slot", capace di mantenere l'ala connessa con

./.

il dispositivo di manovra solo se sono soddisfatte tutte le condizioni affinchè l'ala sia a via libera. Ciò è ottenuto a mezzo di una bobina che è percorsa da corrente, ed attraendo un'ancora da la continuità meccanica alla tiranteria, solo quando esistono tutte le condizioni necessarie per la via libera. Nel caso in cui venisse a mancare anche una sola di dette condizioni, il circuito della bobina viene interrotto, lo "slot" sgancia la tiranteria e l'ala, abbandonata a sè stessa, ritorna automaticamente a via impedita. Anche in questo caso si nota un sistema autoprotetto contro i guasti ed infatti qualsiasi guasto agisce il genere (1) nel senso di provocare una interruzione e quindi una disalimentazione del circuito ed è quindi necessario che le cose siano disposte in modo tale che ogni guasto provochi l'automatico ritorno a via impedita del segnale.

- Nello stesso circuito della bobina dello slot deve anche essere inserito il dispositivo per la "occupazione del segnale" e cioè un dispositivo che, con un sistema che verrà meglio descritto in seguito, viene diseccitato al passaggio di un treno sotto al segnale e con la sua diseccitazione provoca l'interruzione del circuito della bobina dello slot e quindi il ritorno a via impedita del segnale. Si evita così che un secondo treno possa erroneamente ritenere valida la via libera del primo treno. E' da notare che l'occupazione è, come si

./.

(1) Non è escluso, invero, che un guasto possa anche provocare, sia pur nel caso eccezionalissimo di riversamento di una alimentazione diversa su di un circuito che debba essere disalimentato, una indebita "alimentazione". Vedremo in seguito come ci si protegge da detta eventualità.

dice, "permanente" e cioè tale che il segnale può ritornare a via libera solo se nuovamente manovrato e cioè solo dopo un volontario nuovo intervento da parte del Dirigente al Movimento.

Anche un segnale automaticamente occupato da ogni treno e da ogni guasto potrebbe però, sia pur in casi eccezionali, dare delle indicazioni non dovute. Non si può infatti mai escludere un incaglio meccanico dell'ala in sè stessa che possa impedire il ritorno dell'ala nella posizione di via impedita.

E' questo il motivo per cui la posizione dell'ala va sempre controllata presso il posto di manovra del segnale. Ciò è tanto più importante in quanto i segnali, e specialmente quelli di protezione, non sono chiaramente visibili dal posto di manovra e d'altra parte non si potrebbe neanche pretendere che l'attenzione del Dirigente al Movimento restasse polarizzata sulla posizione dei segnali.

Si impianta quindi un sistema di "<u>controllo della posizione delle ali</u>" a mezzo di un circuito elettrico, alimentato in corrente continua dalla stazione a mezzo di due conduttori e costituito in modo tale che, attraverso due conduttori di ritorno, la corrente ritorni alla stazione dopo di essere passata per un "commutatore a contatti" montato sull'ala, e manovrato dall'ala stessa. L'alimentazione di ritorno, che dà il controllo della posizione dell'ala, avviene, per effetto della posizione assunta dal commutatore, con circolazione di corrente, nei due fili di ritorno, in un senso se l'ala è a via libera e nel senso opposto se l'ala è a via impedita.

Un relè di controllo, nella stazione, del tipo polarizzato si ecciterà, quindi, nell'una o nell'altra posizione a seconda del verso della corrente che ritorna dal segnale

./.

e sarà quindi in grado di "ripetere" la posizione del segnale.

Nelle stazioni con impianti meno moderni i relè di controllo della posizione dei segnali erano, e sono tuttora, costituiti dai cosiddetti "ripetitori" che possono essere del tipo "Lamma" o del tipo "Castelli". Il tipo Lamma ha uno schermo a losanga che passa dalla colorazione rossa, per la ripetizione di via impedita, a quella bianca per la ripetizione di via libera e che ha anche una posizione intermedia metà rossa e metà bianca. Il tutto è ottenuto a mezzo del movimento di una banderuola. Il tipo Castelli ha uno schermo semicilindrico che, a seguito della rotazione di tante alette verticali, può presentarsi colorato in rosso per la via impedita od in bianco per la via libera. Anche nel ripetitore Castelli esiste una posizione intermedia a striscie verticali bianche e rosse.

Ambedue i tipi di ripetitore, nella posizione di via libera, chiudono i contatti di una suoneria che, con il suo squillare, indica che il segnale è a via libera: si tratta delle suonerie dette "Leopolder" poste fuori dell'Ufficio Dirigente e ben note ai viaggiatori.

E' da notare che il commutatore d'ala chiude il circuito, rispettivamente per l'uno, o per l'altro senso di circolazione della corrente, solo quando l'ala è perfettamente a via impedita o perfettamente a via libera. In tutte le posizioni intermedie dell'ala il circuito risulta interrotto ed al relè polarizzato ripetitore viene quindi a mancare l'alimentazione. In tali condizioni l'alimentatore dà la già ricordata segnalazione metà bianca e metà rossa che significa "ala a via indecisa" e provoca egualmente lo squillo della suoneria. La stessa indicazione si ha, ovviamente, anche in caso di interruzione del circuito dovuta ad un qualsiasi guasto.

Anche quì si riscontra quindi il principio a favore della sicurezza in quanto è opportuno che al Dirigente al Mo-

./.

vimento sia data, almeno dal punto di vista acustico, l'indicazione corrispondente alla via libera anche quando l'ala non sia completamente a via impedita ovvero anche quando non sia efficiente il controllo. Si completa così il ciclo cui abbiamo già avuto occasione di accennare: il macchinista deve considerare come indicazione di via impedita una indicazione imperfetta (od addirittura mancante) del segnale ma in tale caso l'attenzione del Dirigente al Movimento deve essere richiamata con una indicazione che dica "guarda che non sei protetto" e cioè con una indicazione simile a quella di via libera. Ed è logico che lo stesso avviso debba essere dato al Dirigente al Movimento in caso di guasto al circuito di controllo e cioè di ali non controllate.

I primi segnali ad ala furono illuminati a mezzo di una lanterna a petrolio. Oggi invece, al posto della vecchia lanterna, si usa l'illuminazione a mezzo di lampadine elettriche.

Le lampade di un segnale ad ala possono essere alimentate a mezzo di pile ad alta capacità poste alla base del segnale stesso ma questo sistema, che non permette tra l'altro alcun controllo a distanza della illuminazione, viene usato solo in casi particolari e praticamente solo per quei segnali, manovrati a filo, che si trovano in località ove manca l'energia elettrica.

Il sistema più usato è quello di alimentazione elettrica dal posto di manovra, sistema che permette anche di controllare, nel posto di manovra stesso, la regolare accensione dei segnali.

Si realizza il circuito di alimentazione e controllo in modo tale da poter avere un allarme in caso di spegnimento della lampada del segnale e di poter in tale caso, con la manovra di un commutatore posto nell'Ufficio Dirigenti, passare l'alimentazione ad una seconda lampada, di scorta, montata sullo stesso segnale.

./.

Il segnale ad ala, anche se con il doppio segnalamento, non è riuscito ad annullare tutti gli inconvenienti che abbiamo elencato parlando del segnale a disco.

Resta infatti l'inconveniente della diversa indicazione diurna e notturna e, pur essendosi notevolmente ridotte le masse delle parti mobili, resta sempre l'inconveniente che le parti mobili sono esposte alle intemperie e possono quindi subire deformazioni o restare bloccate per effetto di forti venti, ghiaccio, neve, ecc.

Inoltre, specie in condizioni climatiche avverse, la visibilità, sia diurna sia notturna, è piuttosto scarsa.

Sono questi i motivi che hanno consigliato l'adozione dei "segnali permanentemente luminosi" detti anche più semplicemente "segnali luminosi".

Un segnale luminoso è costituito da una sorgente luminosa che proietta luce colorata.

I primi segnali luminosi, detti "a fuoco di colore" erano rappresentati da una sorgente per ogni colore. Le sorgenti erano costituite da sistemi ottici con lampadina elettrica ed ogni sorgente era dotata di una lente, o di un vetrino interposto tra lampada e lente, di diverso colore.

Un segnale di protezione con avviso accoppiato, ad esempio, era costituito da tre sistemi ottici sovrapposti: uno a luce rossa, uno a luce gialla ed uno a luce verde e la variazione della "posizione" del segnale era ottenuta accendendo l'una o l'altra delle luci in modo da dare una segnalazione rossa per la via impedita, una gialla per la via libera con avviso di via impedita ed una verde per il libero transito.

I segnali a fuoco di colore presentavano due inconvenienti fondamentali.

./.

Innanzi tutto essi erano alquanto ingombranti, richiedendo più luci per un solo segnale, e ciò ne rendeva difficile il montaggio specie quando, come nel caso di montaggio in galleria, si aveva poco spazio a disposizione.

Inoltre esisteva il grave pericolo costituito dal cosiddetto "effetto fantasma". Quando un segnale si trovava preso in pieno dai raggi del sole, specie con il sole basso all'orizzonte, i raggi stessi penetrando nel segnale venivano riflessi dallo specchio interno e nel riuscire fuori dal segnale passavano attraverso la lente (od il vetrino) colorato restando così colorati e dando spesso la impressione che risultasse accesa una luce che di fatto era spenta.

Questo tipo di segnale è stato quindi abbandonato nella nostra rete ed in sua vece è stato adottato il segnale a schermo mobile.

Un "segnale luminoso a schermo mobile" è costituito da un unico complesso ottico, con unica lampadina posta avanti ad uno specchietto sferico e dietro ad una lente trasparente. Tra lampadina e lente è interposta una piccola ventola con tre vetrini e precisamente con un vetrino centrale rosso, uno laterale verde da una parte ed uno laterale giallo dall'altra parte. La ventola è collegata ad un relè polarizzato che, a seconda del verso della corrente che gli viene inviata dal posto di manovra, si eccita nell'uno o nell'altro senso e pone avanti alla lampada il vetro giallo o quello verde. Mancando l'alimentazione la ventola si porta nella posizione di riposo che è quella che, per il noto motivo di sicurezza, porta il vetro rosso avanti alla lampada.

Notiamo che la lampadina non può che essere unica per ogni segnale: essa infatti deve avere il filamento disposto nel fuoco del sistema ottico e ciò rende impossibile il montaggio di due lampade, una normale ed una di riserva.

./.

L'efficienza della lampadina è controllata, in uno con la posizione del segnale, dal posto di manovra.

Al solito il macchinista deve considerare un segnale spento come un segnale a via impedita mentre che il Dirigente al Movimento deve considerare un segnale spento come un segnale rimasto a via libera e prendere di conseguenza le dovute precauzioni (sussidio con segnali a mano, o prescrizione alla stazione precedente, ed immediato avviso all'operaio della manutenzione).

La lente anteriore del segnale a schermo mobile può essere di vari tipi e cioè capace di dare fasci più o meno stretti di luce a seconda che si tratti di lente da adottare per segnale di protezione o di partenza, specie se da più binari, o per segnale da montare in curva od in rettifilo. La parte centrale della lente ha i gradini disposti in modo da deviare verso il basso una parte del fascio luminoso in modo da permettere la visibilità del segnale da parte di un macchinista di un treno che si sia fermato al piede del segnale.

Tutto il segnale, a mezzo di un mirino su di esso montato, può essere esattamente orientato in modo da essere posto nelle migliori condizioni di visibilità da parte del macchinista.

Con i segnali luminosi le possibili colorazioni restano tre e cioè quelle possibili con le due posizioni di un relè polarizzato più la posizione di riposo. Si sono scelte, come dette, le colorazioni di rosso, giallo verde che sono, d'altronde, praticamente le uniche usabili agli effetti della distinzione sicura del colore e della impossibilità di confusione con luci estranee.

Il numero di segnalazioni ottenibili con dei segnali luminosi sono però più di tre in quanto si può sfruttare la reciproca posizione di più luci nonchè il "lampeggiamento"del fascio luminoso.

./.

Un primo sistema che sfrutta la posizione delle luci è stato quello, invero già usato anche con il segnalamento ad ala, del "segnalamento a candeliere".

Esso consiste nel riunire, su di un'unica piantana, in corrispondenza in genere del segnalamento di protezione, due o più segnali posti uno a fianco dell'altro. Ogni segnale corrisponde ad uno degli itinerari possibili nell'interno della stazione ed anzi il segnale primo a sinistra corrisponde al primo itinerario a sinistra e così di seguito.

In genere i segnali non sono mai più di tre e si provvede quindi ad opportuni raggruppamenti degli itinerari nel caso che questi ultimi fossero in numero maggiore.

Se esiste un itinerario che non contiene scambi da prendersi in posizione deviata, e cioè un itinerario di "corretto tracciato" percorribile a piena velocità, per esso si usa un segnale più alto dei rimanenti. Resta inteso che se non esiste un segnale alto tutti i segnali devono considerarsi bassi e cioè per tracciati non corretti.

Un segnale a candeliere dà un segnalamento di velocità in quanto indica, con un'ala alta, che l'itinerario è precorribile a piena velocità ovvero, con un'ala bassa, che l'itinerario è da percorrersi con limitazione di velocità di 30 km/h e dà altresì una indicazione di direzione, perchè indica se la deviazione dell'itinerario è alla destra od alla sinistra del corretto tracciato. In tale indicazione è particolarmente utile nel caso di segnale di protezione di bivi.

Il segnalamento a candeliere è alquanto costoso, perchè multipla il numero dei segnali, ed è inoltre difficilmente ubicabile dove, come in galleria, vi sia deficienza di spazio.

Si è inoltre considerato che, salvo che nel caso dei bivi, la indicazione di direzione è di secondaria impor-

./.

tanza e potrebbe quindi considerarsi sufficiente la indicazione di velocità.

Si è quindi riservato il segnalamento a candaliere al solo caso dei bivi e, per i segnali di protezione, si sono adottati i cosiddetti "segnali a luci raggruppate".

Utilizzando più luci sovrapposte si possono dare le seguenti indicazioni:

- una luce rossa - arresto
- una luce gialla fissa - avviso di via impedita del successivo segnale
- due luci gialle fisse - avviso di via impedita quando il segnale di 1ª categoria seguente è a distanza anormalmente ridotta, ovvero comando il ricevimento su di un binario ingombro o corto
- una luce gialla lampeggiante - preavviso (avviso anticipato) di via impedita quando il successivo segnale di 1ª categoria è a via libera ma con indicazione di via impedita di un terzo segnale e quando, contemporaneamente, la distanza tra secondo e terzo segnale è ridotta. (E' il caso cioè in cui la distanza tra avviso accoppiato e segnale di partenza si ha una distanza inferiore ai 1.200 metri ed il segnale di partenza è a via impedita: in tale caso il segnale di avviso a distanza, e cioè l'avviso del segnale di protezione, non preavvisa la via

./.

libera di quest'ultimo con il verde ma con il giallo lampeggiante).

- due luci fisse, superiore gialla ed inferiore verde - avviso di via libera quando il successivo segnale di 1^ categoria è a via libera per un itinerario da percorrersi a velocità di soli 30 km/h.

- due luci lampeggianti, superiore gialla ed inferiore verde - avviso di via libera quando il successivo segnale di 1^ categoria è a via libera per un itinerario da percorrersi a velocità di soli 60 km/h.

- due luci fisse, superiore rossa ed inferiore verde - segnale di 1^ categoria a via libera per un itinerario da percorrersi a velocità ridotta ed esattamente a velocità di 30 o di 60 km/h a seconda della indicazione data dal precedente avviso.

- una luce verde - avviso di via libera senza limitazione di velocità. Segnale di 1^ categoria a via libera senza limitazione di velocità.

- Sistemi per l'accertamento automatico della presenza o del passaggio di un treno. Circuiti di binario. Relè. Pedali.

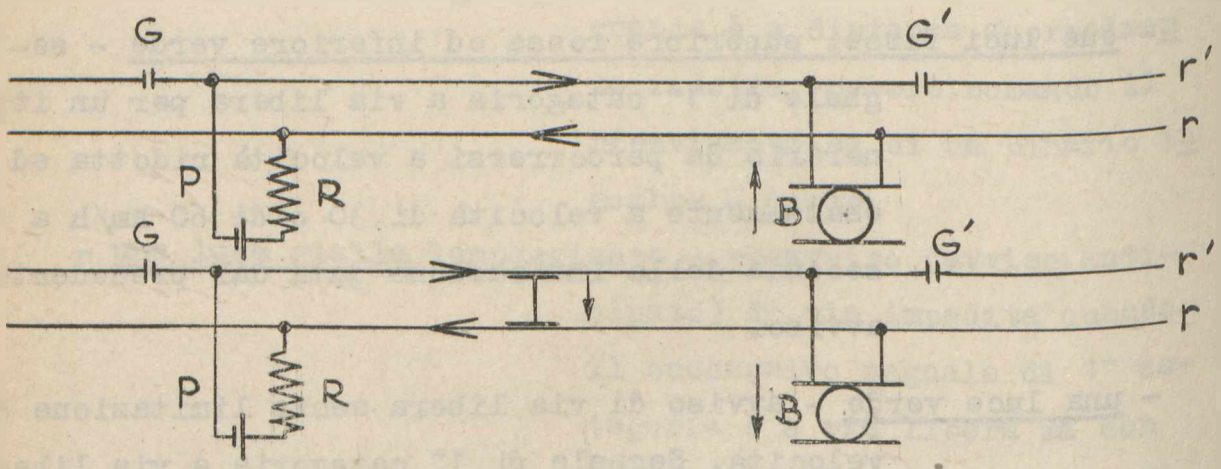
Prima di spiegare come si è potuti passare da una circolazione regolata soltanto dall'uomo, ad una circolazione effettuata con il sussidio di apparati od addirittura ad una circolazione con sistemi completamente automatici, occorre accennare ai mezzi che la tecnica pone a disposizione per accertare se su di un tratto di binario

./.

esiste o meno un treno o per accertare se per un determinato punto della linea è passato o meno un convoglio.

Per accertare se un tratto di binario è libero o meno da veicoli, fermi od in movimento, si usa il "circuito di binario" che, nella più semplice espressione è costituito da un circuito elettrico a corrente continua che, alimentato da un estremo a mezzo di una pila o di un accumulatore "P", alimenta all'altro estremo un relè di binario "B". Una parte del circuito è rappresentato dalle due rotaie del binario da controllare, in modo tale che ognuna delle rotaie rappresenti uno dei due conduttori del circuito.

Lo schema è quindi il seguente:



Il tratto di binario da controllare è quello compreso tra i punti G e G' dove G e G' sono due giunzioni di rotaia costituite in modo da interrompere la continuità elettrica tra le due rotaie adiacenti.

E' facile rendersi conto del fatto che se sul binario non vi è alcun asse l'alimentazione della pila P può raggiungere il relè di binario B e mantenere il relè stesso alimentato e quindi"eccitato" mentre che, se tra G e G' vi è un asse, esso cortocircuita l'alimentazione ed impedisce alla corrente di raggiungere il relè B. Quest'ultimo resta quindi disalimentato e pertanto "diseccitato".

./.

La posizione di eccitato o di diseccitato del relè di binario B, relè che si trova presso il Posto di Movimento essendo collegato all'estremo del circuito di binario attraverso i conduttori di un cavo, denuncia quindi se sul circuito insiste o meno un asse.

Il tratto di binario controllato, è, come detto, delimitato dai due giunti G e G'. Essi hanno quindi lo scopo di delimitare la lunghezza di un circuito di binario, lunghezza che non può essere eccessiva perchè altrimenti la dispersione di corrente tra le due rotaie, che non sono mai l'una rispetto all'altra perfettamente isolate dello stesso binario farebbe si che l'alimentazione in arrivo a B non sarebbe mai sufficiente a provocarne l'eccitazione. Possiamo dire che con un circuito di binario difficilmente si raggiunge una lunghezza di 2 chilometri e che per lunghezze maggiori occorre fa ricorso a circuiti successivi, indipendenti ovvero "a catena" e cioè tali che la diseccitazione del primo provochi il taglio dell'alimentazione del successivo e così di seguito. In tale caso il circuito è come se fosse unico risultando prolungato a mezzo di "posti ripetitori" ubicati ogni due chilometri circa.

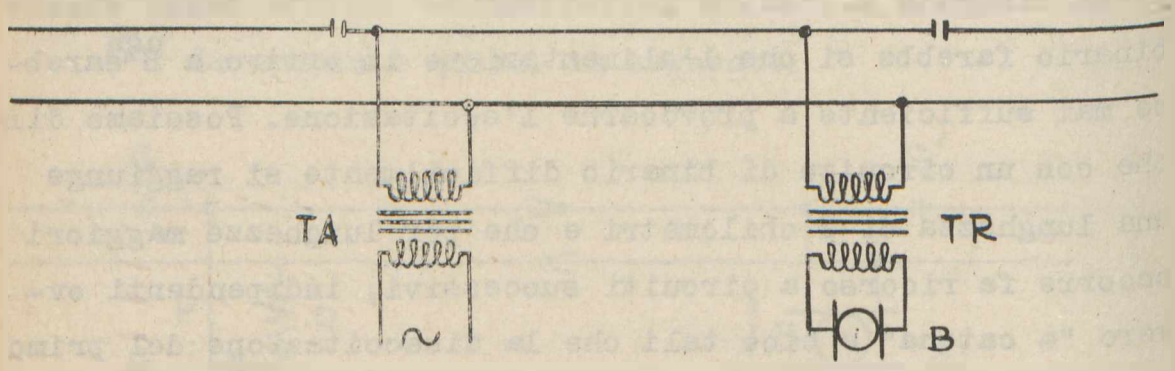
Notiamo ancora che nel disegno è indicata la resistenza R che ha lo scopo di limitare la corrente durante il corto circuito provocato dagli assi. Nel disegno stesso è indicata come sezionata una sola delle due rotaie r ed r'. Invero potrebbero anche sezionarsi ambedue le rotaie, sempre che non si debba provvedere alla continuità del circuito di ritorno della trazione elettrica, ma ciò viene fatto solo in circuiti di binari particolarmente lunghi.

Sulle linee elettrificate in corrente continua non possono adoperarsi circuito di binafio alimentati, come quelli di cui abbiamo finora parlato, in corrente continua. Può

./.

infatti sempre temersi che tra le due rotaie del binario si creino, anche a circuito occupato, delle differenze di potenziale, dovute a differente conducibilità delle due rotaie, tali da provocare l'indebita eccitazione del relè di binario B.

Si usano allora circuiti di binario alimentati in corrente alternata nei quali si impiantano, in campagna e cioè vicino al binario, due trasformatorini, uno di alimentazione TA ed uno di ricezione TR:



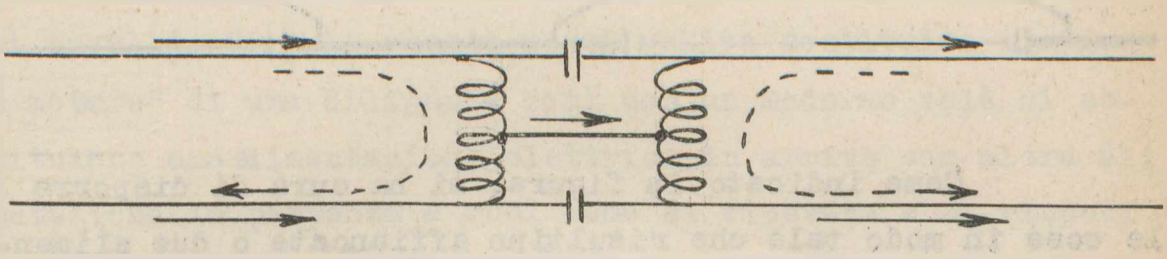
Il relè B è quindi alimentato dall'uscita di un trasformatore, e cioè di TR, ed è evidente che le differenze di potenziale, dovute alla Trazione Elettrica, tra le due rotaie, essendo differenze di potenziale in corrente continua, non potranno mai sormontare il trasformatore TR e non potranno quindi mai influenzare il relè B.

L'inclusione dei due trasformatori presenta anche il vantaggio di permettere di usare, nel cavo di alimentazione ed in quello di ritorno, delle tensioni più idonee al trasporto pur limitando la tensione alle rotaie del circuito di binario al valore più opportuno per evitare forti dispersioni (8 ÷ 10 Volt, od anche meno), a seconda della lunghezza del circuito e delle condizioni di isolamento delle rotaie.

./.

I circuiti di binario molto lunghi, quali quelli di piena linea per il blocco automatico, sono realizzati isolando ambedue le rotaie. In tale caso si garantisce la continuità del circuito di ritorno, nel caso di Trazione Elettrica a corrente continua, unendo le due rotaie del binario a mezzo di una "connessione induttiva" e cioè di una connessione costituita da un avvolgimento in rame con spire di grossa sezione e quindi tale da rappresentare una bassissima resistenza per la corrente continua della Trazione Elettrica mentre che rappresenta, data la forte impendenza, una dispersione molto limitata per la corrente alternata di alimentazione del circuito di binario.

In corrispondenza di ogni giunto si dispongono due connessioni induttive, una su ciascun circuito di binario, ed i due centri delle connessioni si riuniscono per dare la continuità elettrica al circuito di ritorno di Trazione.



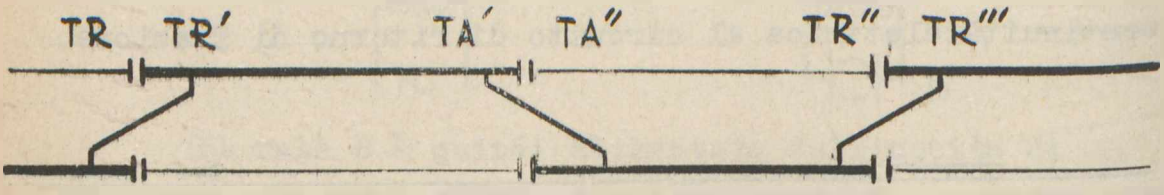
E' appena il caso di notare che il collegamento dei due centri rappresenta il collegamento di due punti equipotenziali. In esso le correnti continue provenienti dalle due fughe di rotaia si sommano mentre non si verifica passaggio di corrente alternata, tra l'una e l'altra connessione induttiva, e ciò in quanto rispetto all'alimentazione alternata i due punti collegati sono ovviamente a potenziale nullo.

Va notato che le connessioni induttive sostituiscono anche i trasformatori TA e TR e ciò in quanto esse sono dotate di un secondo avvolgimento che, rispetto all'ali-

./.

mentazione in corrente alternata del circuito di binario, funzionano rispettivamente da primario del TA e da secondario del TR.

Nei circuiti di binario di minor lunghezza, come quelli usati nelle stazioni, si isola, come detto, una sola fuga di rotaie lasciando l'altra a disposizione del circuito di ritorno della Trazione Elettrica. Se si hanno dei circuiti di binario successivi, l'incarico di costituire circuito di ritorno viene affidato alternativamente all'una ed all'altra rotaia del binario e pertanto si isolano ambedue i giunti affacciati e si ristabilisce la continuità a mezzo di connessioni dette "a zeta", in corda di rame gaffettata sulle traversa del binario.



Come indicato in figura, si ha cura di disporre le cose in modo tale che risultino affiancate o due alimentazioni o due ricezioni.

Con i suddetti accorgimenti si evita che la rottura dell'isolamento elettrico di un giunto possa provocare, per riversamento dell'alimentazione di un circuito su di un altro, l'indebita eccitazione di un relè di un binario occupato da treni.

Prima di lasciare l'argomento dei circuiti di binario debbiamo ricordare che essi accertano la presenza di un treno con una azione che può definirsi "negativa" e cioè con la "disalimentazione" di un relè. La stessa segnalazio-

./.

ne può quindi ottenersi anche in caso di guasto delle apparecchiature o del circuito ovvero in caso di mancanza di alimentazione.

L'azione di un circuito di binario quindi può, ed anzi deve, essere utilizzata in impianti di sicurezza solo per creare una situazione limitativa alla circolazione treni (bloccamento, occupazione) e non per creare una situazione che svincoli dei bloccamenti (liberazione).

Prima di passare a descrivere quali sono le apparecchiature idonee a segnalare con "azione positiva" il passaggio di un treno, occorre fare un breve accenno a quelle che sono le caratteristiche di un relè.

Cominciamo con il dire cosa sia un "relè". La parola relè non è altro che la trasformazione in italiano della parola inglese "Relay" con la quale si indicava, all'epoca delle diligenze, il posto in cui si procedeva alla sostituzione dei cavalli. Come in questi posti veniva sostituito il "mezzo motore" di una diligenza così con un moderno relè si sostituisce una alimentazione elettrica in arrivo con altra alimentazione in partenza e così come si riceveva e si rispediva una diligenza così si riceve e si rispedisce una "informazione".

Lo scopo per cui si usa un relè può quindi essere:

- o quello di sostituire una debole alimentazione in arrivo con una più robusta alimentazione in partenza,
- o quello di sostituire un'alimentazione in arrivo con una alimentazione in partenza di diverse caratteristiche (tipo di corrente, tensione, frequenza, ecc.)
- o quello di aumentare il numero di circuiti, rispetto all'unico in arrivo, in cui la "informazione"va introdotta.

./.

Nella sua forma più elementare un relè è costituito da un "avvolgimento" elettrico, con caratteristiche idonee al tipo di alimentazione in arrivo, avvolto su di un nucleo in ferro e capace di attrarre, quando è attraversato da corrente, una "ancora" cui sono collegati dei "contatti mobili" isolati dall'ancora stessa oltre che uno rispetto all'altro. A seconda della posizione assunta dall'ancora, e cioè a seconda che l'avvolgimento è o meno attraversato da corrente, i contatti mobili si avvicinano o si allontanano da corrispondenti "contatti fissi".

Nella figura seguente è indicato come, a mezzo del relè R, è possibile far passare la corrente proveniente dall'alimentazione "P" nel circuito della lampada L (contatto C-D) od in quello della lampada "L" (contatto C-E) a seconda che il contatto "k" fa o meno passare la corrente proveniente dall'alimentazione"p" attraverso il circuito ove è inserito l'avvolgimento "A" del relè R.

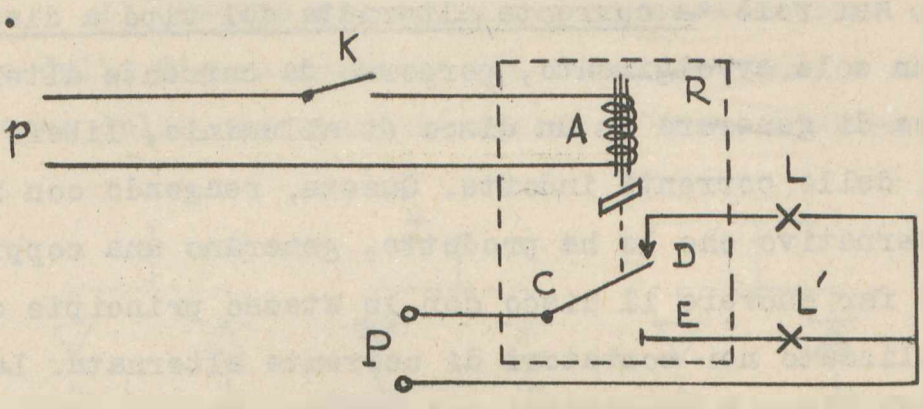
Possiamo dire che le lampade L ed L', grazie al relè R,"ripetono" la posizione del contatto "k" così come possiamo dire che la condizione di contatto "k" aperto o chiuso è "trasferita" dal circuito alimentato dall'alimentazione "p" a quelli alimentati dall'alimentazione "P".

E' facile pensare che l'alimentazione"p" può essere più debole di quella "P" od avere comunque caratteristiche diverse così come è facile pensare che, collegando all'ancora del relè più contatti mobili, è possibile "trasferire" la condizione di contatto "k" aperto o chiuso in due o più, anziché in un solo circuito.

Se, ad esempio, il relè è quello, di cui abbiamo parlato, di ripetizione di un circuito di binario è facile vedere come, con un solo relè a più contatti, si possono suhor-

./.

dinare le vie libere di più segnali, ognuno con un proprio circuito di alimentazione, ad uno stesso circuito di binario.

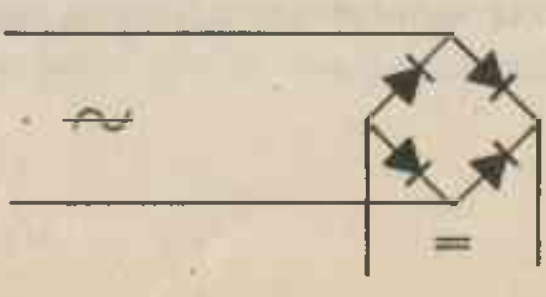


Un relè del tipo indicato è essenzialmente utilizzabile in corrente continua e cioè esso costituisce quello che viene normalmente indicato come "relè neutro a corrente continua".

Particolari cure vanno poste per evitare che,per effetto di magnetismo residuo nel nucleo, l'ancora possa rimanere attratta anche quando l'avvolgimento non fosse più alimentato.

Uno dei sistemi adottabile è quello di evitare che si raggiunga, tra nucleo ed ancora, un traferro nullo e che sia invece definita una posizione di traferro minimo a mezzo di un grano di arresto di un materiale non magnetico (bronzo o simili).

Se il circuito in cui deve essere inserita l'alimentazione del relè è in corrente alternata si può egualmente usare un relè in corrente continua interponendo nella sua alimentazione un piccolo raddrizzatore, in genere costituito da quattro elementi all'ossido di rame o di selenio collegati in "ponte di Graetz"



./.

Esistono però anche relè a corrente alternata che possono essere del tipo a disco e del tipo a motore.

Nel relè "a corrente alternata del tipo a disco" si nota un solo avvolgimento, percorso da corrente alternata, capace di generare in un disco di alluminio, libero di muoversi, delle correnti indotte. Queste, reagendo con il campo alternativo che le ha prodotte, generano una coppia capace di far muovere il disco con lo stesso principio che viene utilizzato nei contatori di corrente alternata. La rotazione del disco è possibile, per effetto di opportuni arresti, solo per un certo angolo, ed al disco sono meccanicamente collegati dei contatti mobili che sono, così, allontanati od avvicinati ai rispettivi contatti fissi. Il ritorno in posizione di riposo dei contatti mobili è provocato anche qui da contrappesi o da molle.

Nel relè "a corrente alternata del tipo a motore" si hanno due avvolgimenti, percorsi da due corrente alternate opportunamente sfasate, che provocano una coppia capace di far ruotare un avvolgimento rispetto all'altro.

All'avvolgimento mobile sono meccanicamente collegati i contatti mobili. E' da notare che il relè si eccita solo se ambedue i suoi avvolgimenti sono percorsi da corrente: uno solo però dei due circuiti è alimentato dalla corrente da controllare mentre l'altro è alimentato da una corrente sussidiaria che viene detta "locale".

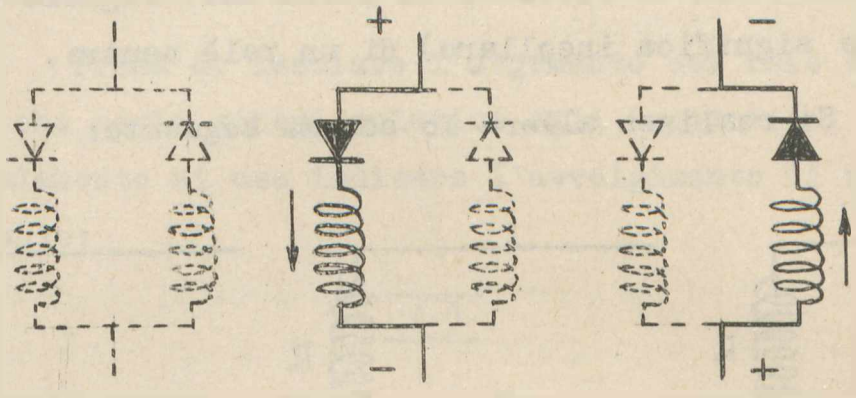
Non mancano casi, nei circuiti in corrente continua, in cui non solo si desidera conoscere se nel circuito circola o meno corrente ma anche individuare se la corrente circola nell'uno o nell'altro senso.

Si usano allora i cosiddetti "relè polarizzati" che possono essere costituiti da relè con ancora magnetizzata per

./.

manentemente ovvero da due relè accoppiati a mezzo di raddrizzatori.

Il sistema più semplice, in quest'ultimo caso, è quello della figura seguente che dimostra come, a seconda del senso della corrente, si ecciti l'uno o l'altro dei due relè:



A questo schema così semplice si sostituiscono però schemi alquanto più complessi che hanno lo scopo di porsi al sicuro rispetto alla sempre temibile folgorazione dei piccoli raddrizzatori.

Un altro tipo di relè che trova, specie nei moderni impianti, notevole applicazione è il cosiddetto "relè stabilizzato".

Esso è un relè che assume una delle due posizioni quando si verifica il passaggio, anche solo istantaneo, di corrente in una delle sue bobine, detta "bobina di eccitazione", e rimane in detta posizione fino a tanto che non si verifica un passaggio di corrente, che anche in questo caso è sufficiente sia solo istantanea, in un'altra sua bobina detta "bobina di diseccitazione".

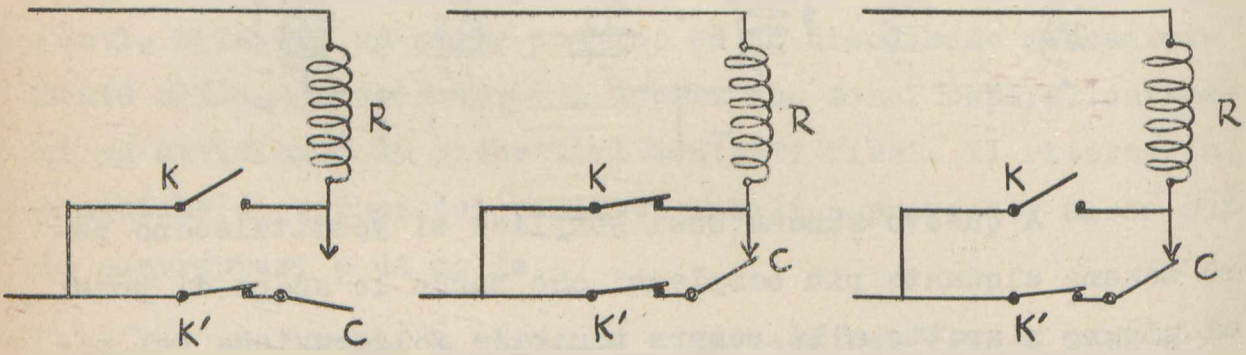
Nei relè stabilizzati tipo F.S. la stabilizzazione dell'armatura è ottenuta mediante un magnete permanente che non è capace di attrarre l'armatura ma che è capace di mantenerla quando essa sia stata attratta dalla bobina di eccitazione e ciò fino a tanto che la sua azione non è contrastata dal

./.

flusso, opposto, generato da una alimentazione della bobina di diseccitazione.

Il raggiungimento di una azione "permanente" da una causa solo "temporanea", quale un breve passaggio di corrente, può anche essere ottenuto con il sistema dell'autoeccitazione (od eccitazione in stick dall'inglese "to stick" che significa incollare) di un relè neutro.

Si realizza allora lo schema seguente:



Nella prima figura è indicato come l'avvolgimento del relè R non sia percorso da corrente e quindi come l'ancora sia rilasciata ed il contatto C, dello stesso relè R, sia aperto.

Nella seconda figura è indicato come, chiudendosi anche per un solo istante il contatto k il relè R si eccita, chiude il proprio contatto C e rimane su di esso eccitato (e cioè autoeccitato) attraverso il circuito k'-C-R.

Nella terza figura è indicato come tale ultima eccitazione permanga anche dopo che il contatto k si è riaperto per cui solo quando si aprisse il contatto k' il relè R si diseccciterebbe e ritornerebbe nelle condizioni iniziali.

Si tratta di un artificio molto usato negli schemi degli impianti di sicurezza, ad esempio ogni qual volta si desideri che una mancanza di una condizione costituisca

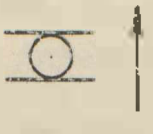
./.

azione permanente: basta in questo caso introdurla, come la condizione k' della figura precedente sulla autoeccitazione di un relè R che al suo mancare si diseccciterà fino a tanto che non si azioni volontariamente, sia pur per un solo istante, il contatto k che ristabilisce la rieccitazione in stick.

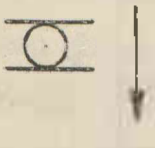
Prima di lasciare l'argomento dei relè dobbiamo indicare che negli schemi relativi agli impianti di sicurezza e segnalamento si usa indicare l'avvolgimento di un relè con il simbolo:



Se il relè è inserito in un circuito che è normalmente percorso da corrente, e cioè se esso, è in condizioni normali, eccitato, si usa porre vicino al suo simbolo una freccia con la punta rivolta verso l'alto:



Se viceversa esso è normalmente diseccitato si usa una freccia con la punta rivolta verso il basso:



I contatti dei relè non vengono, negli schemi degli impianti di sicurezza e segnalamento, indicati sotto al corrispondente avvolgimento, ma in corrispondenza dei circuiti nei quali agiscono.

Essi sono indicati con il simbolo:

normalmente aperto



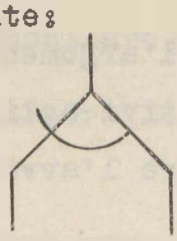
normalmente chiuso



./.

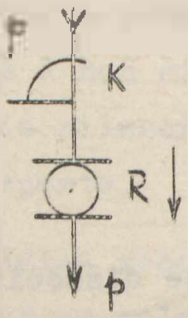
e cioè con un archetto che taglia la continuità della linea del circuito, quando sono "normalmente aperti" e con un archetto che lascia integra la continuità della linea del circuito, quando sono "normalmente chiusi".

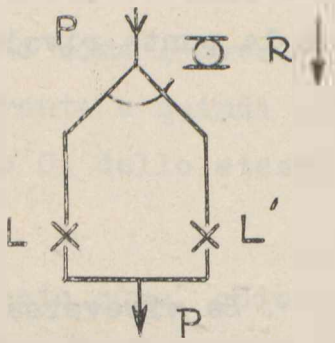
Quando si tratta invece di "contatti di scambio" si usa il simbolo seguente:



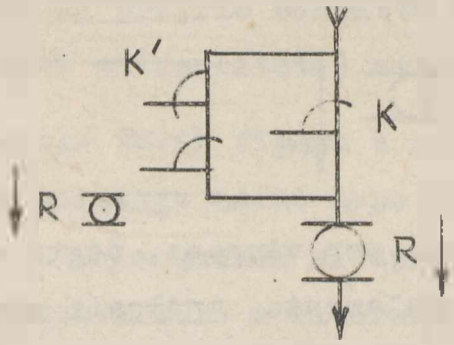
Vicino ad ogni simbolo di contatto si riportano in piccolo, il simbolo e la lettera distintiva del relè cui il contatto stesso appartiene.

Lo schema del relè che alimentava due lampadine sopra descritto, va quindi disegnato con i due circuiti sotto riportati:

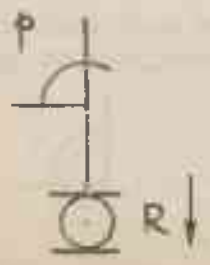


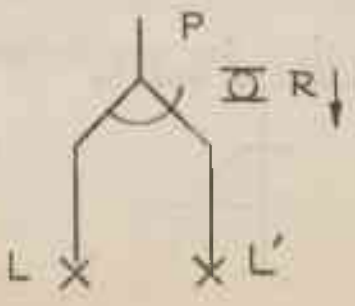


Lo schema del relè in stick diventa il seguente:

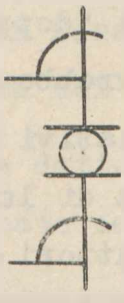


Negli schemi più complessi si usa una simbologia ancora più sintetica nel senso che i due conduttori di alimentazione del circuito vengono indicati come uno solo

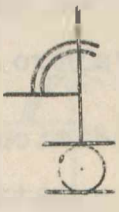




Con quest'ultima simbologia è convenuto che se un contatto è inserito due volte, e cioè tanto sul conduttore di andata quanto su quello di ritorno del circuito:



esso viene indicato raddoppiando l'archetto nel modo seguente:



Una inserzione del tipo suesposto prende il nome di "doppia interruzione" ed assume notevole importanza in materia di sicurezza.

Abbiamo più volte, infatti, detto che un guasto in un circuito elettrico agisce, nella stragrande maggioranza dei casi, nel senso di interrompere il circuito stesso.

Non si può però escludere in modo assoluto che un guasto possa anche agire in modo completamente opposto.

Supponiamo, ad esempio, che il contatto di un relè agisca su di un circuito lontano dal relè stesso, per cui l'inserzione avvenga a mezzo di due conduttori di un lungo cavo, conduttori che, partendo dal contatto fisso e dal contatto mobile del relè, raggiungono il circuito interessato. Non si può per nulla escludere, in questo caso, che mentre il contatto del relè è aperto si possa verificare, per difetto di isolamento del cavo, per un colpo di piccone su di esso o per un'altra qualsiasi causa, un corto circuito sui due conduttori, corto circuito che avrebbe la stessa conseguenza, nel circuito, della chiusura del contatto del relè.

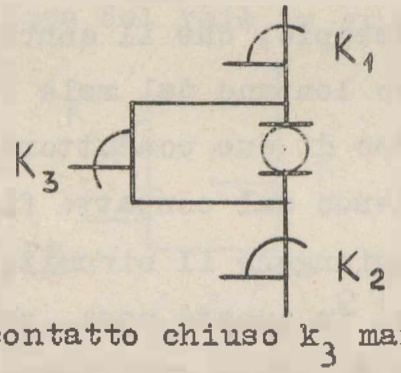
./.

E' proprio questo il motivo per cui al posto di un solo contatto si usano due contatti inseriti uno sull'andata e l'altro sul ritorno dell'alimentazione, e cioè si introduce la condizione sotto forma di "doppia interruzione". E' evidente che in tale caso si avrebbe una condizione di pericolo solo se i due conduttori relativi ad uno dei due contatti andassero in corto circuito tra di loro e che lo stesso si verificasse anche tra i due conduttori dell'altro contatto e tutto senza che i conduttori dell'uno andassero in contatto (che in tale caso costituirebbe un corto circuito sull'alimentazione) con i conduttori dell'altro.

E' ovviamente una condizione assolutamente eccezionale che viene detta di "doppio contatto, ordinato e separato".

Pur trattandosi di condizione eccezionalissima se ne tiene egualmente conto quando si tratta dell'alimentazione di un relè o di una apparecchiatura cui sia affidata una condizione essenziale di sicurezza.

Per garantirsi, in tale caso, si introduce la condizione a mezzo di tre contatti: due aperti, uno a valle ed uno a monte, ed uno chiuso posto in parallelo con la bobina del relè o dell'apparecchiatura.



Il contatto chiuso k_3 mantiene in "circuito chiuso di sicurezza" il relè R ed infatti anche se k_1 e k_2 fossero shuntati da un doppio contatto ordinato e separato, l'alimentazione non riuscirebbe mai ad eccitare il relè R e ciò in quanto, appunto attraverso k_3, l'alimentazione stessa andrebbe in corto circuito.

(E' ovvio che le cose debbono essere disposte in modo tale che k_3 si apra un istante prima della chiusura di k_1 e di k_2 e che esso si chiuda solo dopo che k_1 e k_2 sono sicuramente aperti. Se così non fosse si provocherebbe un corto circuito durante la manovra dei contatti k).

Il sistema viene detto con "circuito chiuso neutro" di sicurezza e viene indicato con "c.c.n.".

Negli schemi sintetizzati esso viene indicato riempendo in nero lo spazio tra i due archetti che indicano la doppia interruzione.



Passiamo ora ai dispositivi per l'accertamento, con azione positiva, del passaggio di un treno per un determinato punto e cioè passiamo a descrivere quelle apparecchiature che vengono dette "pedali".

Un pedale è una apparecchiatura posta su di una delle rotaie del binario e capace di essere azionata dalle ruote di un treno in transito.

Il tipo più semplice di pedale è quello in cui una parte mobile, posta all'interno dell'armamento, viene azionata direttamente dal bordino delle ruote in transito.

Un tipo simile di pedale è stato utilizzato anche in Italia, adottando il pedale SILEC molto in uso nelle Ferrovie Francesi. Si tratta però di un pedale molto delicato, specialmente nei riguardi dell'organo che viene direttamente investito dai bordini e specialmente nel caso di adozionesu linee ad alta velocità. In tale caso, infatti, il freno idraulico impedisce al braccetto sporgente verso i bordini di risollevarsi

./.

dopo il passaggio di ogni ruota ma esso non riesce ad essere pienamente afficace per cui spesso il braccetto viene soggetto ad un numero talmente elevato di forti e successivi urti che presto lo deteriorano definitivamente.

Il pedale Silec è stato, comunque, utilizzato solo per il comando automatico della manovra delle semibarriere da passaggio a livello e mai per compiti di "liberazione".

Occorre in proposito ricordare che se ad un pedale vengono affidati compiti di liberazione, e cioè compiti che svincolano la circolazione in una tratta in cui essa era prima bloccata, è certo opportuno che il pedale stesso sia sensibile in modo da evitare mancati funzionamenti ma è anche indispensabile che esso non sia tanto sensibile da poter essere facilmente manovrato, magari a mano, indipendentemente dal reale passaggio di un treno. Il pedale Silec presenta appunto l'inconveniente di poter essere fatto agire manualmente spostando il braccetto esposto ai bordini.

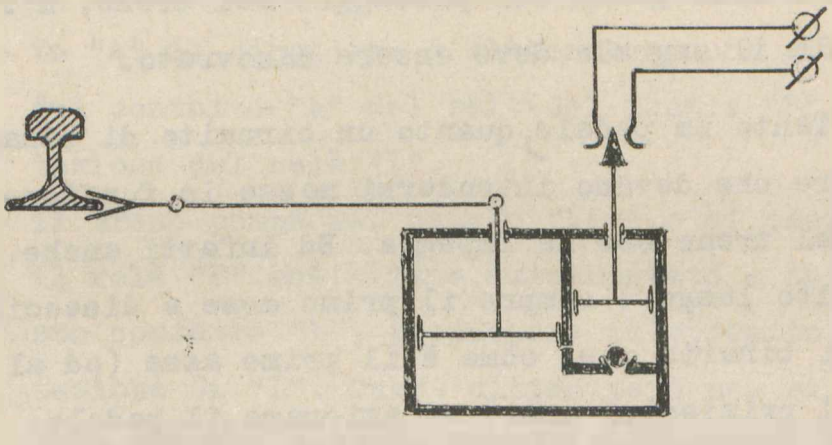
Un secondo tipo di pedale è quello ad azione magnetica e cioè un pedale capace di sentire le variazioni che si verificano in un apposito circuito magnetico quando in esso si trovano a passare le masse metalliche costituite dalle ruote dei veicoli. Un tale tipo di pedale non è in uso in Italia e ciò in quanto anche esso presenta l'inconveniente di poter essere manomesso facendo passare, al posto delle ruote, una qualsiasi massa metallica.

Il tipo di pedale più usato in Italia è quello che viene detto "elettromeccanico" che controlla l'inflessione che si verifica, tra due traverse alquanto distanziate rispetto all'interasse normale, nella rotaia al passaggio degli assi dei veicoli.

I pedali elettromeccanici usati nelle nostre ferrovie sono di tre tipi: Cardani, Westinghouse P.40 ed Opem.

/.

Tutti e tre sono fondati, in definitiva, sul sistema di amplificare le oscillazioni della rotaia a mezzo di leve e di applicarle ad una pompa differenziale che, agendo su di un pistone di un cilindro grande in comunicazione con uno più piccolo crea, in quest'ultimo, un ulteriore aumento dell'effetto delle oscillazioni medesime. Nel cilindro di sezione minore, inoltre, il liquido usato (che è in genere un olio minerale) viene introdotto a mezzo di una valvola in modo tale che in esso si accumulino le quantità di liquido corrispondenti all'azione di pompaggio dei vari assi successivi circolanti sul pedale e ciò fino ad ottenere che uno stantuffino sia portato in posizione tale da chiudere un contatto elettrico. Dal cilindro, quando l'azione di pompaggio è finita e cioè quando il treno è completamente transitato, il liquido può lentamente fuoriuscire attraverso un forellino tarato in modo tale da permettere allo stantuffino di ridiscendere e riaprire il contatto.



Questo tipo di pedale è assolutamente sicuro contro manomissioni in quanto neanche robusti colpi di mazza sulla rotaia riescono a creare inflessioni tali da provocare indebiti funzionamenti del pedale. Esso in cambio da però luogo a qualche mancato funzionamento perchè un treno lento e con pochi assi, specie se leggieri, può non dare luogo ad un effetto sufficiente di pompatura. Occorre quindi prevedere nell'impianto un sistema che permetta, sia pur in modo rigidamente controllato, di provcare artificialmente

./.

la liberazione che il treno non ha provocato. A ciò provvedono i "tasti di liberazione artificiale" che sono piombati con piombi numerati e sono soggetti ad un continuo controllo da parte degli Uffici superiori.

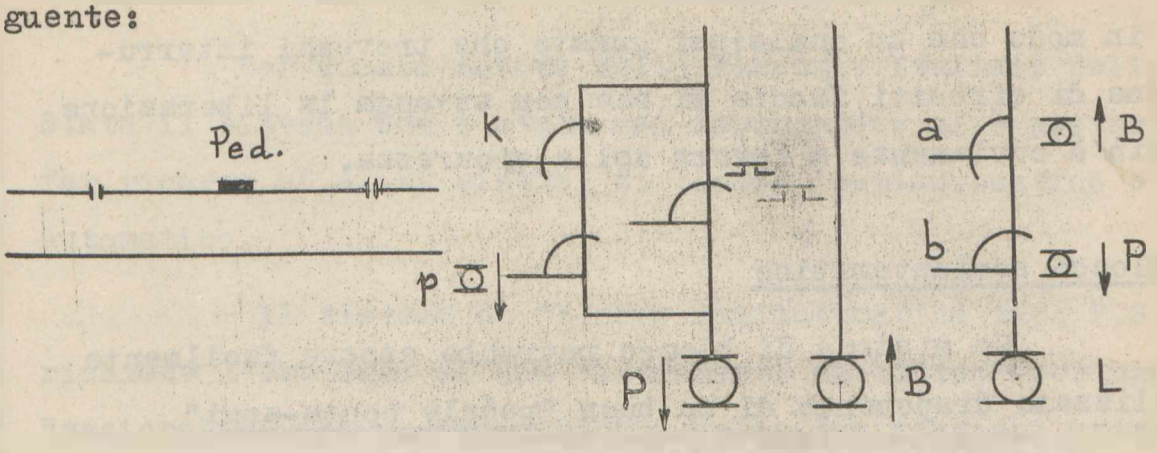
Il tipo di pedale adottato può qualche volta dar luogo all'inconveniente inverso e cioè al fatto che, restando il pistoncino finale impigliato nel contatto, il contatto resta chiuso e quindi il pedale resta in condizioni tali da dar luogo ad una permanente liberazione. Occorre pertanto che i circuiti siano combinati in modo tale da "controllare" il ritorno a riposo nel pedale e cioè da impedire che un eventuale mancato ritorno a riposo possa creare una situazione pericolosa. Ad esempio i circuiti di manovra di un segnale sono disposti in modo che il segnale non possa essere disposto a via libera se un pedale, rimasto in presa per il passaggio di un treno precedente, creasse le condizioni per liberare, intempestivamente e cioè prima del passaggio del treno, l'itinerario per il quale il segnale deve essere manovrato.

Tanto un pedale, quanto un circuito di binario, sono attrezzature che devono intendersi messe in funzione "dal primo asse" del treno che le impegna. Ed infatti anche se tale treno è molto lungo, è sempre il primo asse a diseccitare il circuito di binario così come è il primo asse (od al più il seguito dei primissimi assi) ad azionare il pedale.

E' però frequente il caso in cui interessi accertare che un intero treno sia transitato per un determinato punto e cioè che vi sia transitato "l'ultimo asse". Un tale scopo può essere ottenuto accoppiando, su di uno stesso tratto di binario, un pedale ed un circuito di binario e realizzando un opportuno circuito elettrico,

./.

Lo schema elettrico che viene realizzato è il seguente:



Come si vede l'eccitazione del relè "L" e cioè del relè di liberazione è subordinata allo stato di eccitazione del circuito di binario (relè B eccitato) ed all'avvenuto funzionamento del pedale (relè P eccitato).

Con un tale schema le fasi di funzionamento sono le seguenti:

- il treno diseccita il circuito di binario per cui il relè B si diseccita e taglia, con il suo contatto "a" il circuito, d'altronde ancora già tagliato dal contatto "b" del relè del pedale "P", di alimentazione del relè "L".
- il treno pompa sul pedale "Ped" e si eccita, quindi, il relè "P" che rimane autoeccitato e che, con il suo contatto "b", predispone il circuito di alimentazione di "L". Quest'ultimo però non si eccita ancora essendo tuttora aperto il contatto "a".
- l'ultimo asse del treno abbandona il circuito di binario per cui si rieccita il relè B che chiudendo il suo contatto "a" completa il circuito di alimentazione di "L" che finalmente si eccita.

Nello schema si sono indicate con"k" le condizioni che faranno, a liberazione utilizzata, ritornare tutto in condizioni di riposo facendo cadere lo stick del relè "P".

./.

E' facile controllare che lo schema è realizzato in modo che un qualsiasi guasto che provochi interruzione di circuiti, faccia si che non avvenga la liberazione e ciò è ovviamente a favore della sicurezza.

- Blocco semiautomatico

Un sistema di blocco potrebbe essere facilmente realizzato disponendo di un buon "pedale conta-assi"

Se infatti si disponesse di un buon pedale che fosse capace di chiudere il suo contatto distintamente per ogni asse che gli passasse sopra, sarebbe facile disporre due petali, uno all'uscita di una stazione e l'altro all'ingresso della successiva, e controllare, con un qualsiasi sistema contatore di impulsi, che il numero di impulsi dato dalle chiusure del contatto del secondo pedale corrisponda al numero di impulsi dato dal primo. Ciò equivarrebbe infatti a controllare che tanti assi, e quindi tanti veicoli, sono usciti dalla sezione, quanti ne erano entrati.

Si potrebbe quindi disporre le cose in modo che l'eguaglianza tra i due numeri di impulsi rappresenti condizione necessaria e sufficiente per "liberare" la sezione.

E' da notare che il sistema non richiederebbe nessuno accertamento a vista della completezza del treno in arrivo e ciò in quanto tale accertamento sarebbe insito nel sistema.

Il blocco con pedali conta-assi è usato da alcune ferrovie all'estero ed anche da alcune ferrovie secondarie italiane. Esso ha però il suo punto debole nel pedale conta-assi che è una apparecchiatura di non sicuro funzionamento, specie quando è elevata la velocità dei convogli, e quando circolano locomotive o veicoli con assi molto ravvicinati. In tali casi, infatti, si debbono contare assi che si presentano sul pedale con successione velocissima e ciò ren

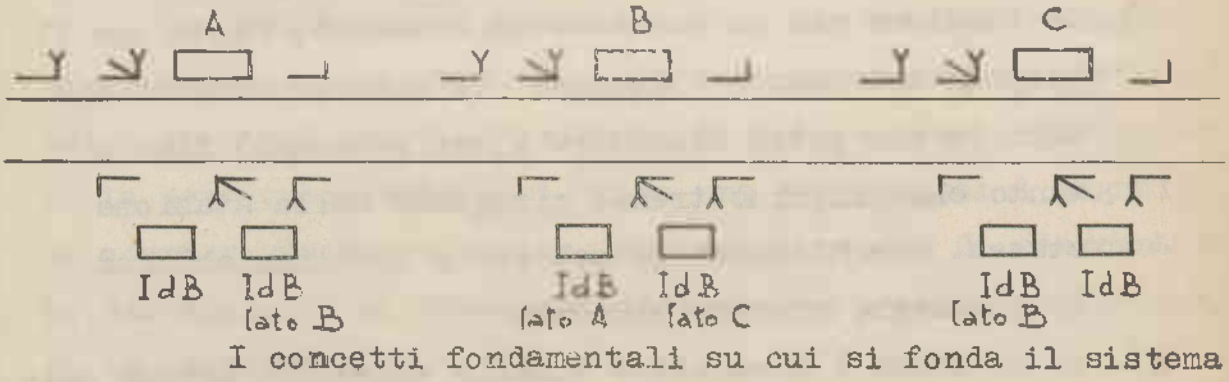
./.

de difficoltoso il compito del pedale stesso.

Per questo motivo nelle Ferrovie Italiane dello Stato il sistema non è stato mai impiegato e si è preferito far ricorso ad altri sistemi di blocco, semiautomatico od automatico.

Il sistema di "blocco semiautomatico tipo F.S." richiede l'impianto di due "Istrumenti di blocco" per ogni "sezione" e cioè uno in ciascuna delle due stazioni estreme della tratta. I due istrumenti corrispondono tra di loro attraverso una coppia di conduttori, di tipo telefonico, stesa tra le due stazioni. Normalmente viene usata una coppia del cavo telegrafonico posato, per le necessità ferroviarie, lungo le linee.

In una stazione intermedia, in una linea esercitata con il sistema di blocco semiautomatico F.S., si trovano pertanto due istrumenti di blocco a mezzo di ciascuno dei quali la stazione può corrispondenre con una delle due stazioni adiacenti. Come vedremo ogni istrumento di blocco serve sia per condere che per ricevere "consensi" e quindi serve per ambedue i sensi di marcia dei treni nella sezione corrispondente.



I concetti fondamentali su cui si fonda il sistema possono essere elencati come segue:

a)- non è possibile che una stazione disponga a via libera il proprio segnale di partenza se prima non ha chiesto, ed ottenuto, un consenso elettrico alla stazione verso la quale intende inviare il treno.

./.

b)- la concessione del consenso elettrico avviene inviando, a mezzo del proprio istrumento di blocco, sui due conduttori di linea una corrente continua di una determinata polarità, corrente che provoca, nell'istrumento di blocco dell'altra stazione, l'eccitazione in un determinato senso di un complesso, polarizzato e stabilizzato, costituito da due relè meccanicamente interconnessi

c)- una serie di contatti, chiusi nella posizione raggiunta dopo ricevuto il consenso, del complesso polarizzato, è inserita nel circuito di comando del segnale di partenza e pertanto tale circuito è interrotto se il consenso non è pervenuto

d)- l'invio, nei conduttori di linea, di una corrente in senso inverso a quello precedentemente accennato, provoca l'eccitazione in senso opposto del complesso polarizzato e quindi l'interruzione dei contatti chiusi in posizione di consenso.

e)- indipendentemente da quanto detto al punto d, è lo stesso treno che partendo non solo "occupa" il segnale di partenza, ma occupa altresì il consenso e cioè provoca la diseccitazione del complesso polarizzato.

f)- la stazione che ha concesso un consenso, resta con il proprio istrumento 'bloccato" (e cioè in condizioni tali da non poter concedere altri consensi) fino a tanto che il primo treno, giungendo nella stazione stessa, non "libera" la sezione e cioè non sblocca l'istrumento rimasto bloccato

g)- se la linea è a semplice binario esiste in più un collegamento per cui una stazione non può richiedere un consenso, e quindi non può disporre a via libera il suo segnale di partenza, se ha l'istrumento in posizione di consenso accordato, o di bloccato.

./.

E' da notare che risulta sufficiente una sola coppia di conduttori in linea, in quanto gli istrumenti sono realizzati in modo tale che all'atto in cui da uno di essi si inviano degli impulsi, la parte ricevente dell'istrumento stesso è distaccata dalla linea. Si impedisce così che gli impulsi in partenza possano avere effetto sullo stesso istrumento che li trasmette. Inoltre l'alimentazione è fatta giungere a ciascuno apparecchio a mezzo di un piccolo raddrizzatore e ciò allo scopo di evitare che, nell'ipotesi che ambedue gli istrumenti si trovino contemporaneamente ad inviare impulsi sulla stessa linea, si verifichi una somma delle due correnti, che equivarrebbe ad un corto circuito mancando in linea una qualsiasi utilizzazione, ovvero si metta in circolazione (se le due alimentazioni sono equiverse) una corrente differenziale che potrebbe influenzare alcune segnalazioni, sia pur secondarie, degli istrumenti.

Volendo fornire qualche maggiore particolare possiamo dire che un istrumento di blocco, che contiene nell'interno tutto quanto è necessario al suo funzionamento, è costituito sotto forma di un parallelepipedo avente all'incirca le dimensioni di 70 centimetri in altezza, 35 in larghezza e 30 in profondità.

Sulla parete anteriore sono montate due maniglie, che possono essere fatte ruotare intorno ad un asse orizzontale, tre indicatori ed un tasto di liberazione artificiale. Sulla parete posteriore si trova una campana per i segnali di corrispondenza in arrivo, mentre al centro di ciascuna delle due maniglie si trova un pulsante per l'invio degli impulsi in partenza.

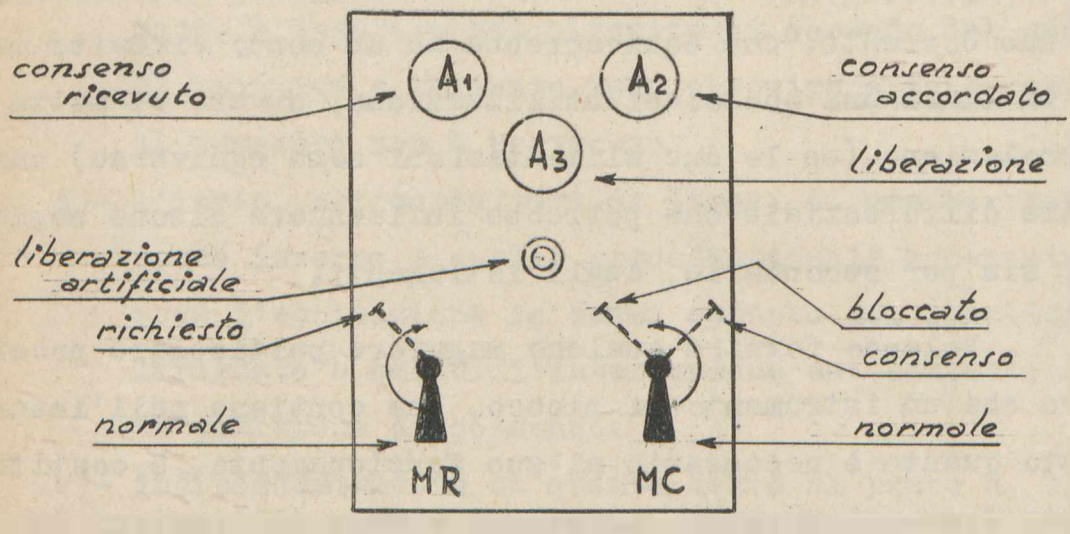
La maniglia di sinistra viene detta "maniglia di richiesta consenso", od MR. Essa può essere ruotata solo nel senso orario e può assumere due posizioni fondamentali stabi-

./.

li: una rivolta verso il basso, o "normale", ed una inclinata a sinistra di 120°, o di "richiesta consenso".

La maniglia di destra viene detta "maniglia di concessione consenso", od MC. Essa può essere ruotata solo nel senso antiorario e può assumere tre posizioni stabili: una rivolta verso il basso, o "normale", una inclinata a destra di 120° o di "consenso" ed una inclinata di 120° a sinistra o di "bloccato".

Le posizioni delle maniglie sono quindi le seguenti:



Gli avvisatori A1, A2 ed A3 servono rispettivamente per indicazioni relative ai consensi concessi, a quelli ricevuti, ed allo stato di bloccamento della maniglia di consenso.

Più esattamente:

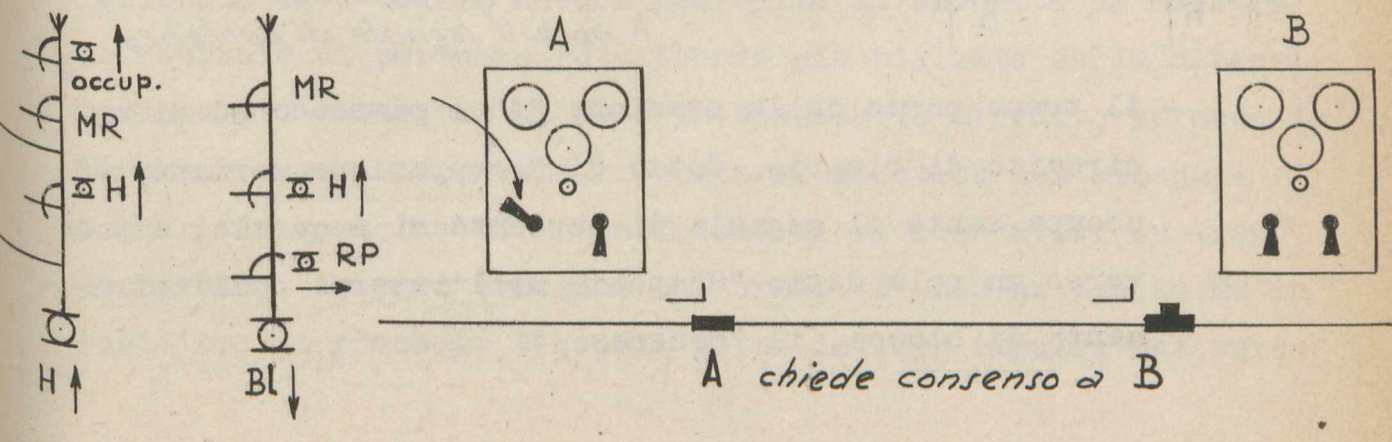
- l'indicatore A1, relativo ai consensi ricevuti, può essere:
  - rosso con barra nera in condizioni normali
  - rosso quando l'istrumento è pronto a ricevere consensi
  - bianco quanto è pervenuto un consenso
  - bianco con barra nera quando il treno ha occupato il consenso

./.

- l'indicatore A2, relativo ai consensi concessi, può essere:
  - rosso con barra nera: manca qualche condizione indispensabile per concedere un consesno
  - rosso: esistono tutte le condizioni necessarie per concedere un consenso
  - verde: consenso accordato
- l'indicatore A3, relativo alla liberazione della propria maniglia MC, può essere:
  - rosso: maniglia bloccata
  - verde: maniglia libera (tale indicazione appare solo se la maniglia è in posizione di bloccato ed, essendo stata liberata dal treno, può essere riportata normale).

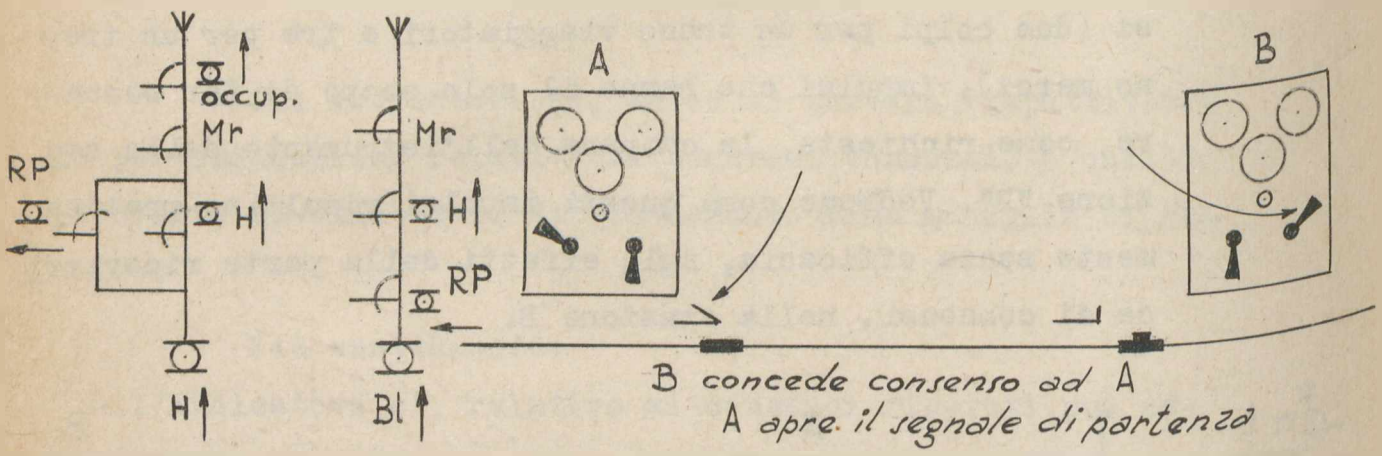
Le fasi che si susseguono per l'invio di un treno da una stazione di partenza "A" ad una stazione di arrivo "B" sono le seguenti:

- la stazione "A" porta la propria maniglia di richiesta consenso, MR, in posizione di richiesta ed invia, premendo il pulsante, un certo numero convenzionale di impulsi (due colpi per un treno viaggiatori e tre per un treno merci), impulsi che hanno il solo scopo di far suonare, come richiesta, la campana dell'istrumento della stazione "B". Vedremo come questi impulsi risultino praticamente senza efficacia, agli effetti della parte ricevitrice di consensi, nella stazione B.



./.

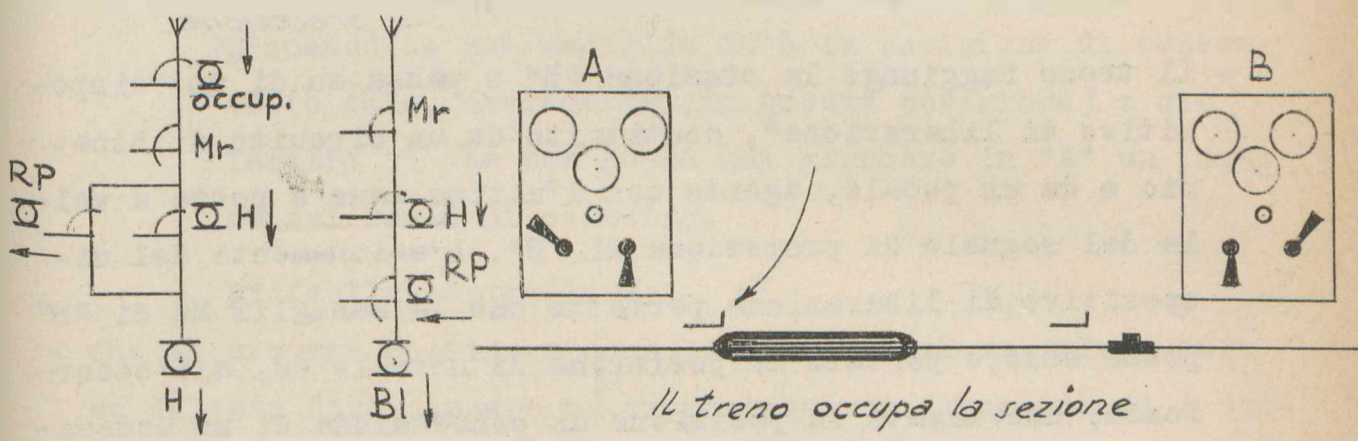
- la stazione "B", ripete, in segno di inteso, gli impulsi ricevuti da "A", porta subito dopo la propria maniglia MC in posizione di "consenso" e preme ancora una volta il pulsante. Quest'ultimo impulso, inviato con la maniglia MC in posizione di consenso, è inviato con il senso di polarità necessario a portare il gruppo polarizzato dell'istrumento della stazione "A" nella posizione di consenso e cioè nella posizione che chiude i contatti necessari per permettere l'apertura del segnale di partenza dalla stazione "A". E' ovvio che la stazione "B" può inviare questo impulso solo se può portare la propria maniglia MC in posizione di consenso e cioè solo se non ha la maniglia stessa in posizione di bloccato (perchè è ancora in linea un treno nello stesso senso di quello in esame) ed inoltre, se la linea è a semplice binario, se non ha la maniglia MR in posizione di richiesta consenso (si tratta del collegamento che, realizzato in ambedue le stazioni, impedisce l'invio di due treni in senso opposto sulla stessa linea a semplice binario).



- il treno parte dalla stazione "A" e passando su di un circuito di binario, detto di "occupazione permanente", occupa tanto il segnale di partenza di A, quanto, attraverso un relè detto "H" posto nell'interno dell'istrumento di blocco, il "consenso di blocco".

./.

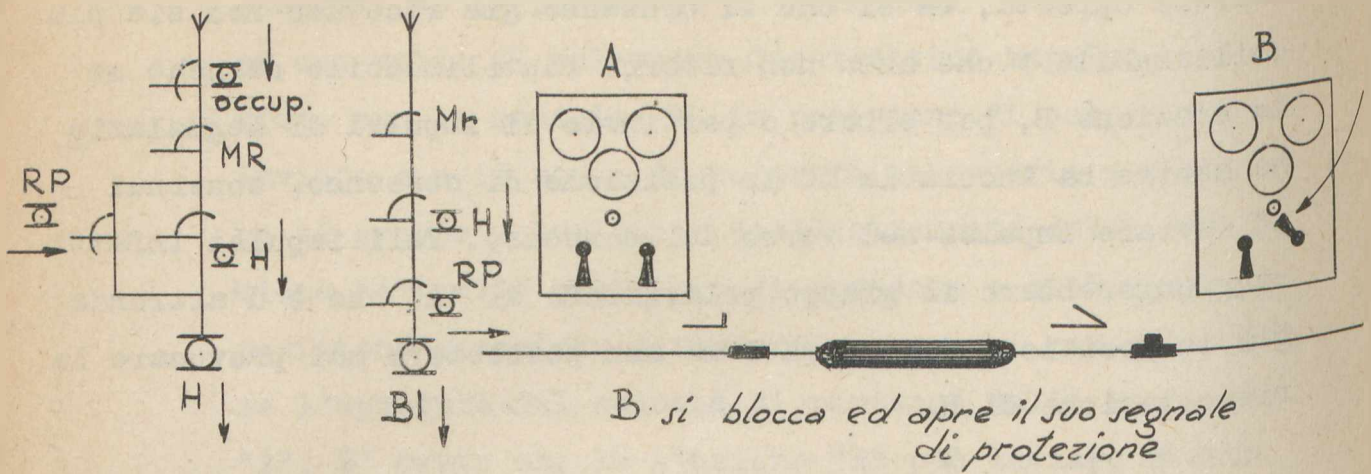
La diseccitazione di questo relè H, che era in stick e che può rieccitarsi solo se il gruppo polarizzato va in posizione opposta, fà si che il consenso già ricevuto non sia più utilizzabile e che esso non ritorni riutilizzabile neanche se la stazione B, per errore o per invio di impulsi di segnalazione mentre ha ancora la MC in posizione di consenso, continui ad inviare impulsi nel verso del consenso. Tali impulsi infatti raggiungerebbero il gruppo polarizzato di "A" che è d'altronde già in posizione di consenso ma non potrebbero mai provocare la rieccitazione di H.



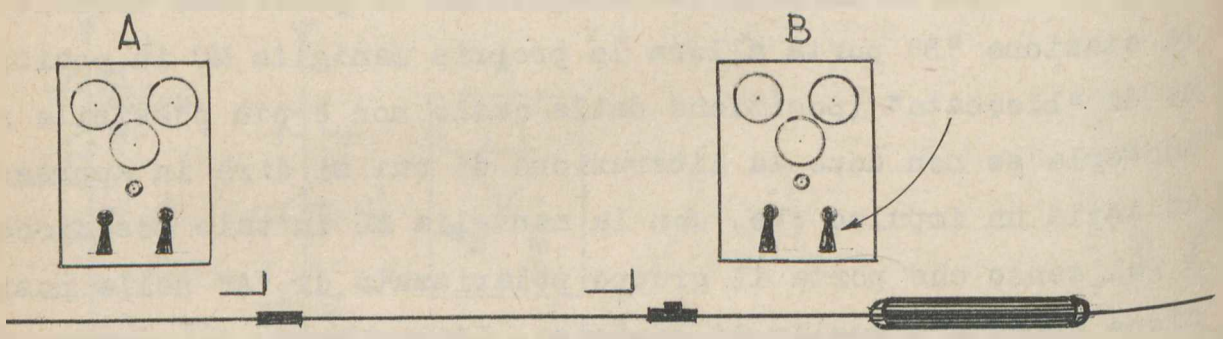
- la stazione "A" trasmette alla stazione "B" un segnale convenzionale di "transitato" (un colpo, due colpi ravvicinati, un colpo) e riporta la propria maniglia MR in posizione normale
- la stazione "B" porta allora la propria maniglia MC in posizione di "bloccato" (posizione dalla quale non è più possibile rimuoverla se non dopo la liberazione di cui si dirà in appresso) ed invia un impulso che, con la maniglia MC in tale posizione, è nel senso che porta il gruppo polarizzato di "A" nella posizione opposta a quella di consenso. L'inversione del gruppo polarizzato di A taglia ancora una volta il circuito di manovra del segnale di partenza (d'altronde già tagliato dalla diseccitazione già descritta di H) e predispone il circuito in modo tale che H possa nuovamente rieccitarsi in stick non appena A riporterà la maniglia MR in posizione di richiesta per un treno successivo. E' però evidente che ormai "B" non ha più la MC in posizione di consenso e quindi potrà inviare impulsi nel verso

./.

del consenso solo dopo avvenuta la liberazione, di cui al punto seguente, della stessa maniglia MC



- il treno raggiunge la stazione "B" e passa su di un "dispositivo di liberazione", costituito da un circuito di binario e da un pedale, agente con l'ultimo asse e posto a valle del segnale di protezione di "B". L'azionamento del dispositivo di liberazione permette che la maniglia MC di "B" possa essere portata in posizione di normale ed, all'occorrenza, nuovamente in posizione di concessione di un consenso, per un treno successivo



- gli avvisatori A1 - A2 - A3 durante le fasi suddette assumono via via i corrispondenti aspetti come più sopra descritti.

Sono da ricordare i seguenti collegamenti:

- la stazione "B" non può disporre a via libera il proprio segnale di protezione se non provvede a portare sul "bloc-

cato" la propria maniglia MC. Ciò obbliga, anche in caso di mancato ascolto e mancata risposta al "transitato" la stazione "B" a bloccarsi.

- se il segnale di protezione di "B" non si occupasse o se esso fosse, nel caso di segnalamento luminoso, spento ovvero ancora se il pedale di liberazione restasse con il suo contatto permanentemente stabilito, risulterebbe impossibile l'invio di consensi da "B" ad "A" e ciò in quanto un apposito relè, detto "relè K", invertirebbe il senso della corrente inviata da "B" quando la sua maniglia MC è in posizione di consenso (e solo, ovviamente, in questa posizione) e ciò farebbe si che non possa mai giungere in "A" un impulso nel senso di consenso.

E' facile controllare:

- che il sistema considera come libera la sezione solo quando su di essa deve passare un treno e quindi, come già si è detto, il sistema è paragonabile a quello che si verifica nel regime del consenso telegrafico
- che anche con il blocco semiautomatico F.S. si verificano tutte le fasi relative alla sicura circolazione di un treno, in piena linea (preventivo accertamento della libertà della via, tramite la possibilità di accordare consensi, disposizione a via libera e successiva occupazione del segnale di partenza, bloccamento della tratta di via, liberazione della tratta di via)
- che le fasi si susseguono con l'intervento dell'uomo (e quindi il blocco è semiautomatico e non automatico) ma l'impianto pone l'uomo in condizioni di non sbagliare.

Prima di chiudere l'argomento va notato come la sezione di blocco si liberi quando un certo numero di assi (al limite anche un solo carro) passa sul dispositivo di liberazio-

./.

ne e cioè che non avviene alcun controllo del numero di assi che di fatto passa su detto dispositivo. Ciò significa che la sezione si libera anche se il treno che ne esce è incompleto (per dimezzamento, abbandono di carri in linea, ecc.).

Resta quindi affidato all'uomo, e precisamente all'addetto al blocco nella stazione di arrivo, l'accertamento della completezza del treno giunto. Tale accertamento viene fatto assicurandosi che l'ultimo carro, o vagone, del treno arrivato sia dotato dei segnali che ogni treno porta sempre in coda: fanali e tabella a striscie bianche e rosse. L'accertamento stesso viene detto "controllo della coda" od "accertamento della regolarità della coda".

- Blocco automatico

Abbiamo già detto che un sistema semplice di blocco automatico potrebbe essere quello fondato su due pedali conta-assi posti uno all'ingresso ed uno all'uscita della sezione di blocco e le cui indicazioni fossero confrontate l'una con l'altra.

Abbiamo anche visto che il sistema, a causa della mancanza di un pedale conta-assi veramente sicuro, non è stato mai usato nella rete delle Ferrovie dello Stato italiane.

Un secondo sistema teoricamente possibile sarebbe quello di controllare l'intera tratta tra due stazioni a mezzo di semplici circuiti di binario, magari sfruttando (dovendosi coprire distanze notevoli) il sistema dei posti ripetitori lungo linea e cioè disponendo che l'alimentazione di ogni circuito passi attraverso i contatti sull'eccitato del circuito precedente.

Un tale sistema però avrebbe l'inconveniente di non controllare il "ciclo" (regolarità delle successive diseccitazioni e rieccitazioni di ogni relè) delle apparecchiature e

./.

potrebbe quindi dare luogo a gravi anormalità nel caso in cui un relè, magari in piena linea e quindi lontano da ogni possibilità di altro controllo, restasse indebitamente eccitato.

Per eliminare un tale inconveniente vennero studiati i primi sistemi di blocco automatico, del tipo "IVEM", con invio di un controllo di ciclo da un estremo all'altro della sezione tramite lo stesso circuito di binario.

I diversi circuiti di binario, successivi, di piena linea erano alimentati in corrente alternata ed erano equipaggiati con relè motore capaci di ruotare in un senso o nell'altro a seconda dell'angolo di fase, rispetto all'alimentazione locale, della corrente proveniente dal circuito di binario.

In condizioni normali, e cioè con i circuiti di binario giornalmente liberi, i vari relè ripetitori fino a giungere a quello della stazione di partenza e cioè al relè di blocco, erano eccitati in una determinata direzione: poniamo, per fare un esempio, a destra.

Il treno, partendo, diseccitava i vari circuiti di binario e pertanto fino a tanto che il treno era in sezione non poteva pervenire al relè di blocco l'alimentazione necessaria per farlo rieccitare verso destra. Una volta che il treno era uscito dalla sezione una tale alimentazione perveniva al relè di blocco ma non era capace di rieccitarlo in quanto il circuito di alimentazione del relè stesso era tagliato dai contatti di un secondo relè diseccitato e la cui eccitazione era subordinata all'arrivo di un'alimentazione in senso inverso e cioè idonea ad una eccitazione verso sinistra. All'uscita della sezione era disposto un dispositivo di liberazione tale da essere capace, una volta che il treno vi transitava sopra, di inviare un breve impulso di corrente invertita capa-

./.

ce di eccitare (e di far rimanere in stick) il relè di controllo e di chiudere di conseguenza la strada attraverso cui il relè di blocco poteva finalmente essere eccitato al ritorno della normale alimentazione "a destra".

Solo, quindi, con l'invio attraverso tutta la catena dei relè di linea, di una eccitazione a sinistra seguita dalla normale eccitazione a destra, si aveva la liberazione della sezione di blocco e cioè la rieccitazione del relè di blocco i cui contatti erano poi inseriti sulla manovra del segnale di partenza.

E' evidente che bastava che un solo relè qualsiasi non effettuasse il suo ciclo di diseccitazione, eccitazione a sinistra e poi eccitazione a destra, per impedire la rieccitazione del relè di blocco e cioè la liberazione della sezione. Veniva così controllato, prima di ciascuna liberazione, l'efficienza di tutti i relè.

Unico inconveniente del sistema era quello che una eventuale mancanza di alimentazione, anche brevissima, portava a via impedita il blocco e ciò fino a tanto che un treno, percorrendo la sezione necessariamente con i segnali a via impedita, non raggiungeva il dispositivo di liberazione e non inviava, di conseguenza, una fase di controllo capace di ripristinare la normalità del blocco.

Il sistema di blocco sopradescritto è stato successivamente sostituito con il sistema detto "a correnti codificate".

Con questo sistema l'alimentazione dei circuiti di binario è sempre a corrente alternata a 50 periodi al secondo ma l'alimentazione stessa non viene inviata permanentemente al circuito di binario ma quest'ultimo viene alimentato solo sotto forma di una serie di impulsi ad intervalli regolari.

Nel sistema adottato in Italia si usano serie di impulsi di 75;120 e 180 impulsi al minuto primo, con l'intesa che

./.

tra un impulso e l'altro esiste una "pausa" di eguale durata.

La codificazione dell'alimentazione avviene tramite dei relè, con equipaggio mobile a moto pendolare, detti "codificatori". Di tali relè ne esiste, in ogni posto di alimentazione, uno per ogni codice.

All'arrivo e cioè all'estremo opposto del circuito di binario il codice in arrivo alimenta un relè detto "seguitore di codice" capace di battere secondo il codice in arrivo e di alimentare, in conseguenza, con lo stesso numero di impulsi al minuto dei relè "decodifcatori". Le cose sono disposte, attraverso appositi circuiti ed apparecchiature, in modo che si ecciti il solo decodificatore corrispondente al codice in arrivo e che i contatti dei singoli decodificatori siano inseriti sulla manovra del segnale di blocco in una determinata posizione. Più esattamente se si eccita il decodifcatore corrispondente al codice 75 il segnale si dispone al giallo, se quello 180 il segnale va al verde mentre che il codice 120 può essere usato per una segnalazione intermedia di preavviso.

L'assenza di codice, e quindi la eventuale mancanza di alimentazione, porta tutti i segnali a via impedita e lo stesso effetto si ha nel caso di corrente persistente, non codificata, e cioè nel caso in cui qualcuno dei relè rimanga bloccato.

Il sistema quindi permette il controllo, continuo, del regolare funzionamento di tutte le apparecchiture di linea. Esso permette inoltre, come abbiamo visto, la trasmissione di più "informazioni" lungo il binario, informazioni che, come vedremo, possono anche essere captate a bordo dei treni e quindi dar luogo ad una ripetizione continua dei segnali a bordo delle locomotive.

./.

Il blocco automatico a correnti codificate ha inoltre il vantaggio di non richiedere conduttori lungo linea e di autoripristinarsi dopo una eventuale breve mancanza di alimentazione.

E' appena il caso di far notare come con questo sistema di blocco si ottiene automaticamente la sicurezza che il treno giunto non abbia lasciato carri in linea.

Negli ultimi anni è stato studiato, essenzialmente per motivi economici, un sistema di blocco, tipo F.S., a correnti fisse e cioè non codificate.

Il controllo di ciclo dei relè avviene in tale caso con una corrente in senso inverso all'alimentazione normale, e cioè con un sistema simile a quello del vecchio blocco IVEM, con la variante però che tale fase di controllo non vi ne inviata tramite il circuito di binario ma attraverso due conduttori posati lungo linea e cioè praticamente usando una coppia del cavo telegrafonico di linea. Si ottiene così, sia pur a prezzo di impiegare due conduttori lungo la intera linea, il vantaggio, rispetto al blocco IVEM, dell'automatico ripristino dopo una accidentale mancanza di alimentazione.

Il sistema non permette la ripetizione in macchina, ma è anch'esso in grado di dare automaticamente la sicurezza che il treno giunto non ha lasciato carri in linea.

Prima di lasciare l'argomento dobbiamo accennare al fatto che quando su di una linea si adotta il blocco automatico, si ha in genere tutta la convenienza di creare anche dei ppsti di blocco intermedi. Questi ultimi infatti possono essere, con il blocco automatico, adottati senza dover affrontare la forte spesa di esercizio del presenziamento dei posti di blocco stesso da parte di guardiablocco. Con un incremento di spesa di impianto relativamente modesta si riesce così ad aumentare notevolissimamente la potenzialità della linea.

./.

In un posto di blocco intermedio si impianta un segnale di prima categoria, che viene detto segnale di blocco, che è logicamente preceduto dal suo segnale di avviso.

Se il traffico è molto intenso si fanno delle sezioni di blocco di 1.200 metri che permettono di accoppiare il segnale di avviso di un segnale di blocco al segnale di blocco precedente. Ogni segnale può in tale caso assumere tre aspetti, rosso, giallo e verde, e quindi il blocco viene detto con segnali a tre aspetti. Sulle linee a velocità molto elevate un segnale rosso viene fatto precedere oltre che dalla normale segnalazione di preavviso, anche da una segnalazione di preavviso data da un segnale ancora precedente.

Con un tale sistema, spesso adottato all'estero, ogni segnale può assumere quattro aspetti e cioè via libera, preavviso di segnale di avviso a via impedita, avviso di via impedita, via impedita.

Si giunge così a vere e proprie segnalazioni di velocità ai treni sull'intero percorso. Ad esempio sulla linea, già altre volte ricordata, del Tokaido in Giappone sono previsti segnali a sei aspetti e precisamente:

Verde Giallo-Verde Giallo-Giallo Giallo-Rosso Rosso e doppio Rosso

cui corrispondono le seguenti velocità alle quale può essere impegnata la sezione:

210 160 110 70 30 km/h e fermata per il Rosso-Rosso

Il segnale assume l'indicazione di Rosso-Rosso quando è impegnata la sezione subito a valle, di rosso se è impegnata solo la sezione successiva a quella a valle del segnale e così di seguito fino ad ottenersi il verde, e cioè l'autorizzazione a proseguire alla massima velocità, solo se sono libere cinque sezioni a valle del segnale. E' evidente

./.

che il numero degli aspetti deve essere previsto tanto più alto quanto maggiori sono le velocità che si vogliono adottare, e quindi quanto maggiori sono le distanze di frenatura, e quanto più corte si desidera fare le sezioni e cioè quanto maggiore è la potenzialità che, agli effetti del distanziamento, si desidera raggiungere.

Nelle linee attrezzate con sistemi di blocco automatico i segnali di blocco intermedi, e cioè i segnali in corrispondenza di posti impresenziati, sono giornalmente a via libera e si dispongono a via impedita solo per il tempo in cui non è libera la sezione a valle.

I segnali stessi sono "permissivi" nel senso che, se trovati a via impedita, possono essere anche oltrepassati dal treno sia pur con particolari precauzioni (comunicazione telefonica con il Dirigente della stazione a valle ovvero, in caso di guasto del telefono posto ai piedi del segnale, fermata di 10' e poi avanzamento con "marcia a vista").

Tale permissività, che è indicata con una tabella riportante una lettera "P" nera in campo bianco posta sullo stante del segnale, è necessaria perchè deve prevedersi il caso di guasto al blocco e conseguente disposizione, anche a sezione libera, di tutti i segnali a via impedita.

Tutto quanto abbiamo detto in proposito del blocco automatico vale per gli impianti di blocco automatico su linee a doppio binario.

Il sistema di blocco automatico su linee a semplice binario, sistema ancora non esistente in Italia, è evidentemente più complesso in quanto occorre che il blocco abbia oltre che un bloccamento di distanziamento anche un bloccamento di senso. Quest'ultimo non può, ovviamente, che essere fatto per intere tratte da stazione a stazione e ciò anche se vengono previsti posti di blocco intermedi. La inversione del senso, subor

./.

dinata ovviamente alla completa libertà di tutte le sezioni della tratta tra due stazioni, può essere prevista in due modi. Alcuni impianti prevedono una manovra in ambedue le stazioni estreme della tratta e cioè con accordi di volta in volta tra i due dirigenti al movimento (sistema a "domanda e concessione della via") mentre in altri impianti la manovra può essere fatta da un solo estremo e precisamente da parte del Dirigente al Movimento della stazione che deve inviare il treno (sistema a "presa della via"). E' evidente che ove è adottato questo secondo sistema è necessario che esistano preventive disposizioni che indichino quali treni, di maggiore importanza, devono avere la precedenza anche, se entro determinati limiti, in ritardo.

- Ripetizione in macchina dei segnali

Abbiamo avuto occasione di porre in rislato, e lo faremo anche ai punti seguenti parlando della circolazione nelle stazioni, l'estrema cura che viene posta da chi studia un impianto di sicurezza nel realizzare i circuiti e le apparecchiature in modo tale che un qualsiasi guasto, anche se molto scarsamente probabile, blocchi la circolazione portando a via impedita i segnali.

Sorge però spontanea l'osservazione che tutte queste precauzioni possono sembrare esagerate ove si pensi che, poi, basta anche un solo attimo di umana disattenzione, magari con la concausa di condizioni di visibilità decisamente avverse (nebbia, neve, temporale), per far si che un macchinista oltrepassi in piena velocità un segnale disposto a via impedita.

E' stato appunto in base alla suddetta considerazione che si cominciarono a studiare, e sono stati poi realizzati, impianti capaci di ripetere a bordo dei locomotori la posizione assunta dai segnali della linea.

./.

La ripetizione può limitarsi ad una semplice indicazione ottica, in genere accompagnata anche da un segnale acustico, che permette al macchinista di rendersi conto,in ottime condizioni di visibilità, dell'aspetto dei segnali ovvero può anche essere usata per far intervenire il sistema di frenatura. In questo secondo caso sono stati costruiti impianti in cui la frenatura interviene quando si oltrepassa un segnale restrittivo ed il macchinista non provvede entro un certo tempo, in genere molto breve, a ridurre la velocità ed anche impianti in cui si ha una segnalazione ottica ed acustica cui il macchinista deve "rispondere" premendo un pulsante, montato vicino al suo posto di comando, di "inteso" e disposti in modo che l'impianto di frenatura intervenga solo se detto pulsante non viene premuto.

I sistemi di ripetizione in macchina si possono suddividere in due grandi gruppi e precisamente in un gruppo che comprende i tipi capaci di dare una ripetizione "continua" (detti "cab-signal") dei segnali ed in un gruppo comprendente i tipi capaci di dare la ripetizione solo all'atto in cui il treno passa in corrispondenza di un segnale.

Il primo tipo è particolarmente adatto per linee a circolazione molto intensa: un treno che abbia rallentato passando in corrispondenza di un segnale al giallo può riprendere la piena velocità non appena la ripetizione continua gli dice che nel frattempo si sono verificate le condizioni per cui quel segnale sarebbe passato al verde e cioè può riprendere la piena velocità anche prima di aver visto, raggiungendolo, il segnale successivo.

Il sistema a ripetizione continua inoltre aumenta anche il grado di sicurezza nel senso che permette di rispettare un segnale già oltrepassato e cioè permette di fermarsi quando la ripetizione informa che il segnale oltrepassato al

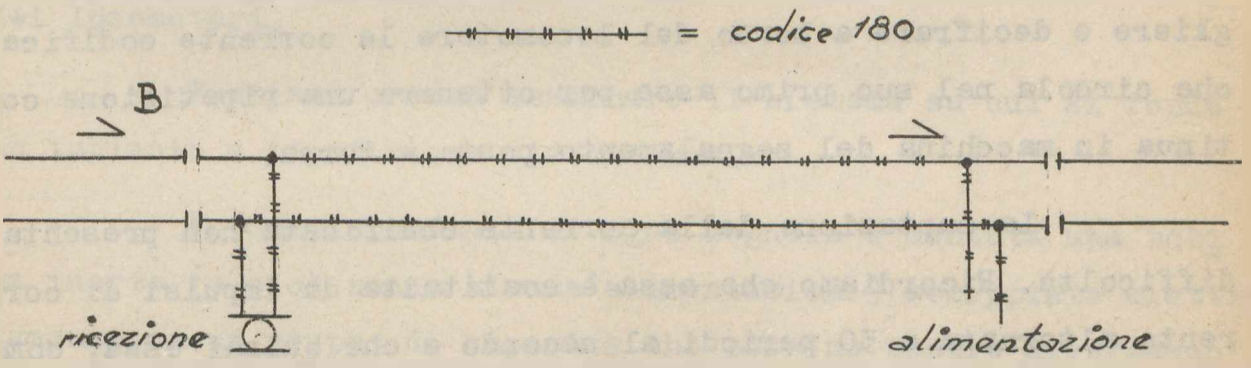
./.

verde non avrebbe più avuto le condizioni per essere a via libera. E' ben chiaro che tra queste condizioni non è compresa quella della occupazione dovuta proprio al treno che sta raccogliendo la ripetizione continua. Come vedremo, ogni treno ha la ripetizione di quello che sarebbe l'aspetto del segnale oltrepassato qualora il treno stesso non fosse in sezione. E' evidente che non può che essere così altrimenti non si potrebbe che captare una segnalazione di "rosso" non potendo che essere a via impedita il segnale oltrepassato.

E' facile rendersi conto di ciò esaminando nel dettaglio il sistema di ripetizione continua in macchina fondato sul sistema di blocco a correnti codificate.

Parlando del blocco a correnti codificate abbiamo visto che ogni sezione di blocco è alimentata con un codice diverso (75, 120 o 180 impulsi al minuto) a seconda dell'aspetto che deve assumere il segnale posto a protezione della sezione e cioè a monte del circuito di binario in esame.

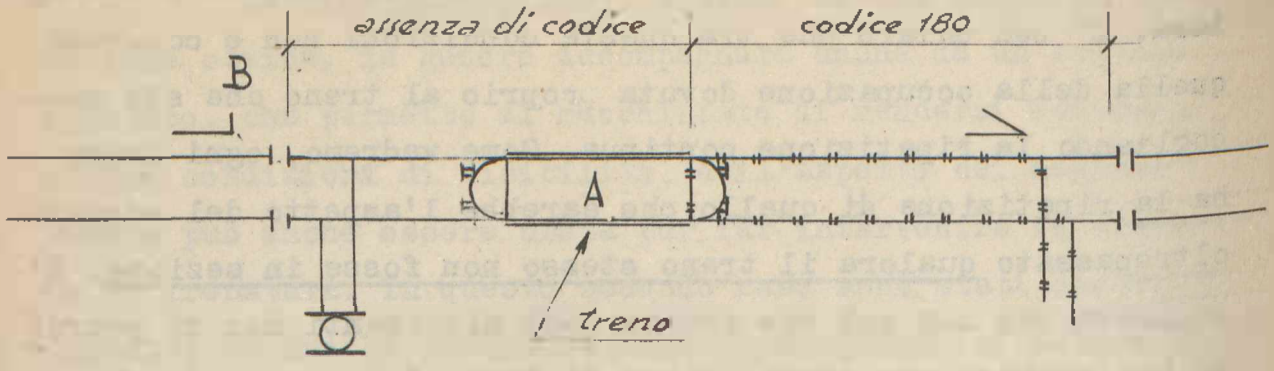
Un circuito di binario che dovesse indicare al suo segnale la posizione di via libera sarebbe, ad esempio, alimentato da un codice 180:



Quando il treno, indicato con "A", entra nel circuito di binario il segnale passa a via impedita in quanto ad esso non giunge più il codice 180 essendo il circuito di binario

./.

cortocircuitato dagli assi del treno:



Nella parte, però, di circuito di binario che si trova avanti al treno continua a passare una corrente codificata con il codice 180, corrente che si chiude appunto lungo il primo asse del treno. Abbiamo quindi che il segnale "B" è a via impedita ma nel primo asse del treno circola una corrente che dice "se tu non ci fossi il segnale sarebbe a via libera". Se nel frattempo invece mancasse una delle condizioni necessarie a mantenere a via libera il segnale "B" anche se il treno "A" non esistesse, verrebbe a mancare il codice "180" anche nel tratto di binario avanti al treno e perciò nel primo asse non passerebbe corrente alcuna e ciò direbbe "anche se tu non ci fossi il segnale che hai oltrepassato sarëbbe a via impedita".

Da tutto quanto sopra detto è chiaro che basta raccogliere e decifrare a bordo del locomotore la corrente codificata che circola nel suo primo asse per ottenere una ripetizione continua in macchina del segnalamento posto a terra.

La captazione della corrente codificata non presenta difficoltà. Ricordiamo che essa è costituita da impulsi di corrente alternata a 50 periodi al secondo e che quindi essa, come una qualsiasi corrente alternata, crea un campo magnetico che può essere utilizzato per far nascere una differenza di potenziale in due avvolgimenti portati dal locomotore e posti, a qualche centimetro al disopra del piano di rotolamento, avanti al primo asse del locomotore stesso. Questi due avvolgimenti, collegati tra di loro in serie, costituiscono quindi il secondario di un

./.

trasformatore il cui primario è costituito dal binario e dal primo asse del locomotore. Il primario è percorso da una corrente alternata codificata e pertanto nel secondario si genera una differenza di potenziale alternata, non solo della stessa frequenza ma anche egualmente codificata. I due avvolgimenti in serie vengono poi utilizzati per alimentare un circuito con filtri, analogo in fondo a quello di ricezione dei posti di blocco a terra, a mezzo del quale si può facilmente ottenere la eccitazione di uno dei relè decodificatori di bordo e precisamente di quel relè che corrisponde al codice che circola nel binario e che viene captato. Si otterrà così una ripetizione continua in macchina e sarà come se il treno si portasse appresso il segnale, sempre funzionante, ovvero come se il segnale avanzasse con il treno mantenendosi sempre qualche metro avanti ad esso.

E che non si tratti di elucubrazioni solo teoriche è dimostrato dal fatto che esistono, o sono in programma, all'estero delle ferrovie in cui non esistono più segnali a terra ma esiste solo un sistema di blocco a correnti codificate, con sezioni molto brevi e del tipo adatto per segnali a più aspetti, segnali che però esistono solo come ripetizione a bordo dei locomotori.

Passiamo ora ad esaminare il sistema su cui si fonda un impianto a ripetizione discontinua.

In corrispondenza di ogni segnale è montata una bobina inerte (e cioè senza alcuna alimentazione) accoppiata elettricamente ad un gruppo di capacità che possono essere diversamente inserite a seconda dell'aspetto che assume il segnale. La bobina ha la forma di una corona circolare con spessore di qualche centimetro e diametro esterno di circa 30 centimetri.

Ogni locomotore è dotato, poi, di una bobina che ha funzione di emissione e che però può anche ricevere le onde

./.

elettromagnetiche, che essa stessa emette, ogni qual volta dette onde siano riflesse da terra. La riflessione avviene all'atto in cui la bobina stessa passa avanti ad una bobina di segnale e per facilitare ciò la bobina del locomotore è montata in posizione tale da risultare affrontata, ad una distanza tra i 30 ed i 60 centimetri, alle bobine montate sui segnali. Le onde elettromagnetiche che la bobina emette sono generati da un complesso elettronico montato a bordo del locomotore e quelle che la bobina riceve sono portate ad un altro complesso elettronico, sempre a bordo, dotato di filtri e di relè decodificatori. La frequenza che si genera all'atto dell'accoppiamento tra bobina di bordo e bobina di terra è funzione della frequenza di risonanza cui è in quel momento accordata la bobina a terra e cioè del numero delle capacità che risultano ad essa accoppiate. Siccome questo numero è funzione dell'aspetto del segnale ne deriva che la frequenza che interessa la parte ricevitrice di bordo è funzione dello aspetto del segnale. La frequenza ricevuta, quindi, può essere, dopo opportuna decodificazione, usata per eccitare un relè che corrisponde esattamente all'aspetto del segnale all'atto in cui il segnale stesso viene oltrepassato dal treno.

Si ottiene così una ripetizione discontinua a bordo dei locomotori. Anche essa permette al macchinista di rendersi esatto conto della posizione dei segnali e ciò anche in condizioni di visibilità sfavorevoli ed anche essa può essere utilizzata per far intervenire la frenatura.

E' noto che in Italia non si ha ancora la ripetizione in macchina dei segnali e ciò malgrado che già esistano delle tratte, invero non eccisamente estese, con blocco automatico a correnti codificate. E' stata però già decisa l adozione del sistema discontinuo che è stato preferito proprio perchè permette, non richiedendo la contemporanea adozione del blocco

./.

automatico, la più celere adozione su estese tratte di linea. Una adozione limitata potrebbe infatti essere assolutamente sconsigliabile in quanto potrebbe ridurre l'attenzione di quei macchinisti che, abituati su di una linea con ripetizione, si trovassero a circolare su linee ancora non attrezzate.

Prima di lasciare l'argomento notiamo che con la ripetizione in macchina collegata con la frenatura si potrà ottenere anche il notevolissimo vantaggio economico di ridurre ad un solo agente il personale di macchina di ogni treno abolendo l'aiuto macchinista.

- I passaggi a livello

Esistono passaggi a livello in piena linea e passaggi a livello in stazione.

Si ritiene opportuno trattare l'argomento in questo capitolo, e cioè trattando della circolazione in piena linea, data la maggiore importanza e difficoltà che assume in questo caso il problema del "collegamento" tra circolazione dei treni e chiusura delle sbarre dei passaggi a livello.

Premettiamo che agli effetti del dispositivo di comando si possono avere:

- passaggi a livello comandati sul posto a mezzo di dispositivi affidato all'agente che presenzia il passaggio
- passaggi a livello comandati a distanza a mezzo di dispositivi in consegna al guardiano di un prossimo passaggio a livello od agli agenti di una prossima stazione
- passaggi a livello automatici e cioè con dispositivi di comando azionati dai treni.

Il regime di chiusura dei passaggi a livello non automatici può essere "a tempo" od "a richiesta".

./.

Nel regime a tempo, che è quello normalmente usato per i passaggi a livello di piena linea lontani dalle stazioni, l'assuntore addetto alla manovra chiude il passaggio cinque minuti prima dell'orario teorico di passaggio del treno e lo lascia chiuso fino a che il treno sia passato.

In particolari condizioni di visibilità dei treni in arrivo può essere ammesso che il guardiano permetta il passaggio di persone, animali od anche veicoli aprendo e richiudendo le sbarre od, in casi particolarmente favorevoli, che egli lasci aperte le sbarre fino a tanto che il treno si presenti in vista ad una distanza prestabilita.

Se il posto di manovra è collegato telefonicamente alle stazioni limitrofe, il guardiano del passaggio può assumere informazioni, registrate, circa i ritardi dei treni e regolarsi in conformità.

Se, oltre al passaggio a livello direttamente presenziato, sono affidati al guardiano altri passaggi a livello comandati a distanza, il guardiano deve effettuare le manovre in modo tale da garantire che l'ultima delle chiusure avvenga nel termine stabilito.

Alcuni passaggi a livello di piena linea di particolare importanza sono dotati di propri segnali di protezione la cui manovra è affidata allo stesso guardiano del passaggio ed è collegata con la manovra delle sbarre in modo tale che non sia possibile disporre il segnale a via libera quando le sbarre non fossero chiuse. Quando il passaggio a livello si trova nell'interno dei segnali di stazione un collegamento del genere viene sempre realizzato.

Nel caso di <u>regime di chiusura a richiesta</u> vengono costruiti appositi impianti a mezzo dei quali il Dirigente al Movimento che deve inoltrare un treno in linea possa chiedere un "consenso" ai guardiani dei passaggi a livello e questi pos-

./.

sano concedere il consenso stesso solo dopo aver chiuso le sbarre. Queste ultime rimangono poi bloccate fino a tanto che il treno, passando su di un dispositivo di liberazione posto nei pressi del passaggio, non renda possibile la manovra di riapertura.

E' ovvio che un tale sistema, che è inoltre alquanto costoso, non può essere adottato per passaggi a livello su strade importanti e molto lontane dalla stazione e ciò in quanto esso obbliga a tener chiuso il passaggio per tempi eccessivamente lunghi.

Nel caso di barriere a comando automatico è il treno stesso che, transitando su di un dispositivo di comando, a pedali od a circuiti di binario, posto in precedenza, ad opportuna distanza, dal passaggio, comanda la manovra di chiusura e che poi, transitando su di un dispositivo di liberazione posto a valle del passaggio, provoca la riapertura. Si tratta di un dispositivo che presenta il vantaggio di ridurre i tempi di chiusura a quelli strettamente indispensabili e che dovrebbe creare nell'utente della strada una maggiore disciplina in quanto dovrebbe togliergli la preoccupazione di perdere, fermandosi prima di impegnare il passaggio che sta per chiudersi, un tempo eccessivo.

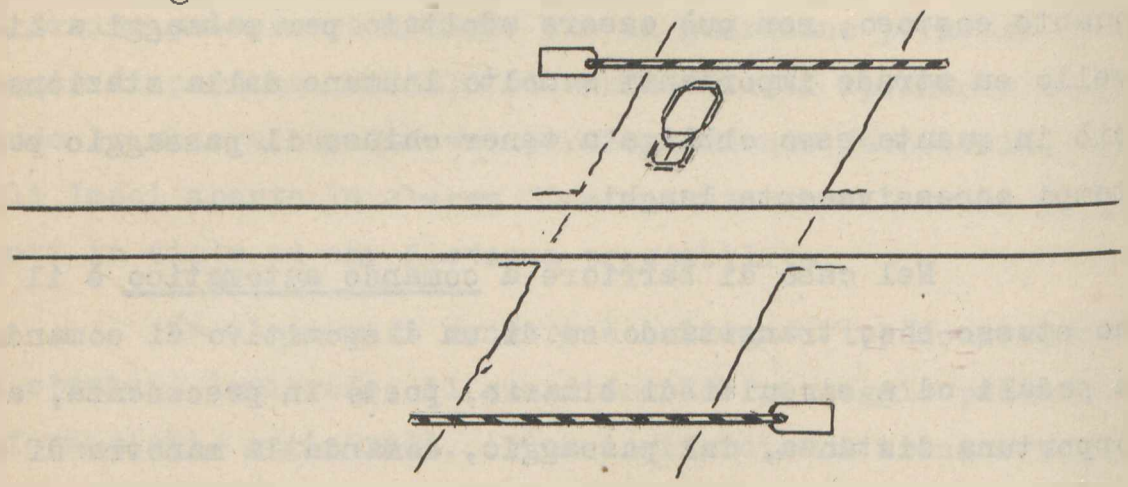
Particolare importanza assume, nei passaggi a livello comandati a distanza ed in quelli automatici, il problema di evitare che un veicolo possa restare intrappolato tra le sbarre chiuse.

Tanto i passaggi a livello comandati a distanza quanto quelli automatici devono essere provvisti di un dispositivo ottico ed acustico di preavviso di chiusura, dispositivo che deve porsi in funzionamento almeno 5 secondi prima che le sbarre inizino la manovra di chiusura. Il Codice della Strada prescrive tassativamente che un passaggio a livello non debba essere impegnato se è in funzione il suddetto dispo

./.

sitivo di preavviso.

Oltre a ciò si ha cura, ove possibile, di montare le sbarre del passaggio a livello ad una certa distanza dalle rotaie in modo tale da creare delle "piazzole di ricovero" ove un veicolo rimasto intrappolato possa ricoverarsi senza impegnare la sagoma dei treni in transito.

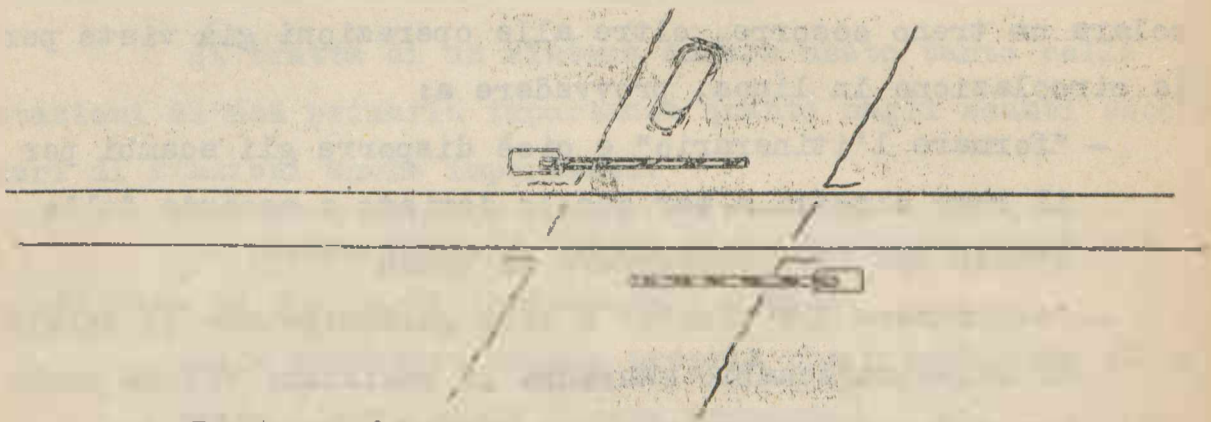


Si tratta però di provvedimento che va preso con una certa logica limitazione. Se infatti si volessero costruire delle piazzole capaci di contenere autotreni con rimorchio e, per tenere conto della impossibilità di retrocessione di tali mezzi, se ne volessero costruire due, una per parte, si finirebbe con il portare le due sbarre ad una tale distanza l'una dalla altra da aumentare enormemente il tempo di impegno del passaggio a livello da parte di un qualsiasi veicolo stradale. Ciò farebbe si che risulterebbe probabilissimo che un veicolo che si trovi tra le sbarre all'inizio del funzionamento del dispositivo di preavviso non riuscirebbe ad uscire dalla sbarre prima che queste abbiano effettuato la chiusura. Si aumenterebbe quindi il pericolo di intrappolamento e ciò potrebbe essere grave nel caso di lunghe colonne di veicoli stradali.

Quando il passaggio a livello comandato a distanza è visibile dal posto di comando il pericolo di intrappolamento si riduce notevolmente dato che l'addetto alla manovra può sempre, accortosi del fatto, provvedere ad una breve riapertura del passaggio onde permettere al veicolo intrappolato di svincolarsi.

Ove tale visibilità non esiste ovvero ove si abbiano frequenti condizioni atmosferiche avverse ad una buona visibilità, si impiegano, nei passaggi a livello importanti, degli impianti di TV industriale con telecamera sul passaggio a livello e con monitore al posto di manovra.

Nel caso di barriere a manovra automatica, il pericolo di intrappolamento si presenterebbe di particolare gravità. E' per questo che al posto di normali barriere si impiegano delle "semibarriere" che impegnano solo metà della carreggiata stradale e precisamente la metà dal lato in cui i veicoli stradali si approssimano al passaggio a livello.



Resta così possibile anche a sbarre chiuse allontanarsi dal passaggio a livello. E' ovvio che sarebbe assolutamente da incoscienti il cercare di attraversare il passaggio a livello con manovra contromano a zig-zag.

Agli effetti del tipo di manovra possiamo, infine, distinguere:

- passaggi a livello manovrati sul posto a mezzo di arganello e trasmissione flessibile in corda di acciaio
- passaggi a livello manovrati a distanza con manovra a semplice filo e cioè con una sola corda di acciaio che può essere posta in tiro od allontanata a mezzo di leve con contrappesi, ovvero con manovra a doppio filo e cioè con trasmissione sempre in tiro, con filo di andata e filo di ritorno, comandata a mezzo di arganello.

./.

- passaggi a livello manovrati a distanza con manovra elettrica o con manovra idrodinamica, a mezzo di liquido in pressione, o con manovra elettroidrodinamica e cioè con motore elettrico e trasmissione, locale, idrodinamica.

C = LA CIRCOLAZIONE NELLE STAZIONI

- Generalità

La circolazione nelle stazioni differisce da quella in piena linea essenzialmente in quanto prima di far circolare un treno occorre, oltre alle operazioni già viste per la circolazione in linea, provvedere a:

- "formare l'itinerario" e cioè disporre gli scambi per il ramo diretto o per quello deviato a seconda della strada che deve percorrere il treno
- "assicurare gli scambi" e cioè garantire che il telaio di ciascuno scambio mantenga la posizione voluta anche con gli scuotimenti che gli verranno impressi dal passaggio del treno
- "controllare gli scambi" e cioè assicurarsi della esatta posizione di ogni telaio e della avvenuta fermascambiatura
- "verificare la incompatibilità" della via e cioè assicurarsi che non siano contemporaneamente formati, e che non possano successivamente formarsi, itinerari "incompatibili" con quello considerato, ovvero, se il dispositivo di piazzale è tale che la incompatibilità non possa essere garantita tramite la opportuna posizione di scambi, assicurarsi che i segnali relativi agli itinerari incompatibili siano bloccati nella posizione di via impedita.

./.

- "bloccare l'itinerario" nel senso che l'itinerario non possa essere variato prima che il treno che abbia visto il segnale a via libera per l'itinerario stesso ne abbia di fatto percorso gli scambi.

Vedremo in dettaglio, nei punti seguenti, come vengono realizzate le suddette condizioni.

- Assicurazione dei deviatoi. Fermascambi. Serrature centrali

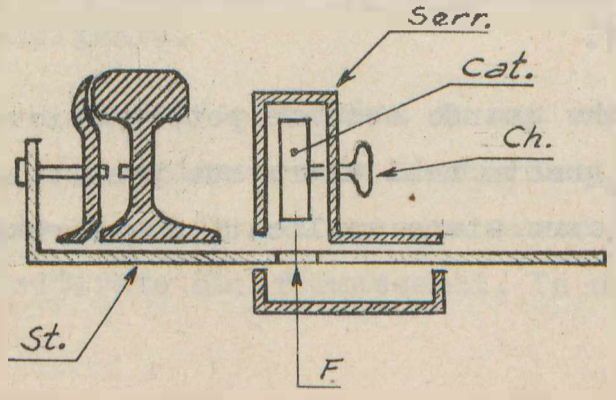
Uno dei primi sistemi usati per assicurare un deviatoio in una delle sue due possibili posizioni è quello di munirlo di "fermascambio a chiave".

Si tratta di un sistema ancora usato tanto nelle stazioni di non primaria importanza quanto negli scambi secondari di stazioni anche importanti.

Il fermascambio a chiave è una speciale serratura costituita da due parti fondamentali e cioè:

- dalla serratura vera e propria che è applicata al contrago (Serr. nella figura seguente)
- da una staffa (St) che viene collegata al corrispondente ago e che, trascinata dall'ago, può assumere una posizione parzialmente estratta dal fermascambio (ad ago discosto) ed una posizione completamente introdotta nel fermascambio stesso (ad ago accostato).

A mezzo della chiave (Ch), che è del tipo di sicurezza a tre fichet, può essere sollevato od abbassato un catenaccio (Cat) che si trova nell'interno della serratura.



./.

Le cose sono combinate in modo tale che:

- se la staffa St è estratta dalla serratura Serr (e cioè se l'ago è discosto) non è possibile abbassare il catenaccio Cat e ciò rende impossibile girare ed estrarre, per asportarla, la chiave Ch.
- solo ad ago accostato, e cioè a staffa St introdotta nella serratura Serr, la feritoia F della staffa St viene a trovarsi sotto al catenaccio Cat. Ciò rende possibile l'abbassamento del catenaccio (che blocca così, tramite la staffa St, l'ago nella posizione accostata al contrago) e l'estrazione della chiave Ch.

Ne consegue che il possesso della chiave da parte del Dirigente al Movimento costituisce per il Dirigente stessicura
so garanzia che quell'ago si trova accostato al contrago, che esso è bloccato, in questa posizione agli effetti degli scuotimenti che potranno essergli impressi da veicoli in movimento, e che dalla posizione stessa l'ago non potrà essere da nessuno spostato fino a tanto che il dirigente conserverà la chiave presso di sè.

Abbiamo detto che la serratura dei fermascambi è del tipo a fichet. Aggiungiamo che il fichet è a tre piastrine e che le piastrine possono essere di sei tipi diversi. Ciò permette di realizzare 97 tipi diversi di serrature (oltre a 4 usate per scopi speciali) cui corrispondono altrettanti tipi di chiavi.

In uno stesso piazzale si debbono usare fermascambi tutti di tipi differenti l'uno dall'altro e se ne possono, quindi, usare fino a 97.

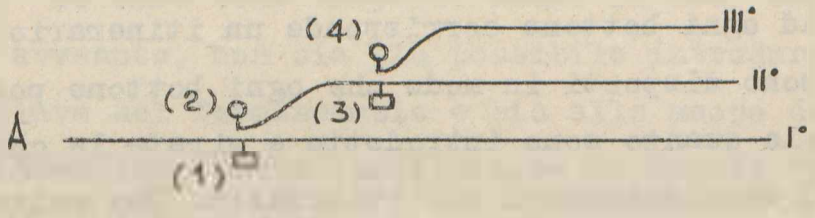
E' evidente che quando occorre poter assicurare un deviatoio tanto in una, quanto nell'altra sua possibile posizione, occorre che ad esso siano applicati due fermascambi, uno per ciascun ago.

./.

Il fermascambio applicato alla destra, guardando di punta lo scambio, assicura lo scambio stesso per l'itinerario che va a sinistra sempre guardando di punta lo scambio. Per convenzione nei piani schematici un fermascambio applicato nel modo suddetto è indicato con un quadratino, posto a destra del simbolo dello scambio, a fianco del quale si scrive il numero corrispondente alla marca della chiave del fermascambio.

Il fermascambio applicato sul contrago sinistro e che assicura quindi per la destra, viene invece indicato con un cerchietto posto a sinistra del simbolo dello scambio.

Per facilitare al dirigente al movimento il controllo degli scambi tramite il ritiro delle chiavi, al dirigente stesso viene data una copia del piano schematico della stazione con indicazione della "tabella ritiro chiavi". Nella figura seguente è riportato un esempio limitato, per semplicità, a solo mezza stazione:



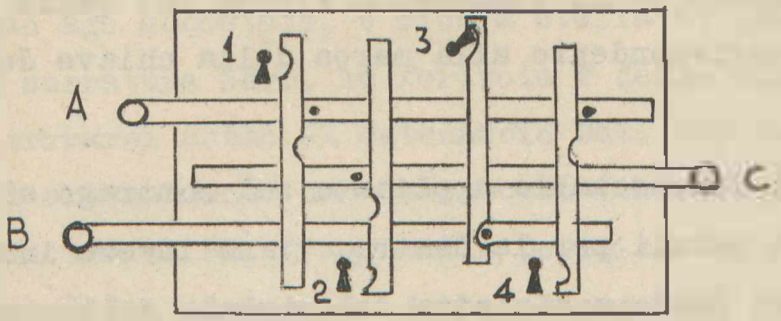
arrivo da A in I° - chiave 2
arrivo da A in II° - chiavi 1-4
arrivo da A in III° - chiavi 1-3

Per rendere ancora più sicuro il corretto ritiro delle chiavi si può usare una serratura centrale montata presso il dirigente.

Essa è costituita da una scatola metallica sul cui fronte, in corrispondenza di due lati paralleli, sono disposte delle toppe in cui possono essere introdotte e girate le chiavi ritirate dai fermascambi. In corrispondenza di ogni

./.

toppa sono montati dei fichet in modo tale che in ogni toppa possa essere girata la sola chiave corrispondente ad una determinata marca. Girando ogni chiave si provoca il movimento di una corrispondente stecca interna alla serratura centrale.



Sempre sul coperchio, in corrispondenza degli altri due lati, sono disposti dei bottoni cui fanno capo altrettante stecche disposte normalmente a quelle manovrate dalle chiavi. Le stecche dei bottoni hanno dei risalti che possono introdursi in incavi ricavati nelle stecche delle chiavi.

Ad ogni bottone corrisponde un itinerario e risalti ed incavi sono disposti in modo che ogni bottone possa essere estratto solo quanto sono introdotte e girate le chiavi dei fermascambi corrispondenti all'itinerario. Una volta estratto il bottone, e fino a tanto che esso non viene riportato nella posizione primitiva, le chiavi del corrispondente itinerario restano bloccate nella serratura.

Nella figura è ad esempio indicato il bottone B estratto: per la sua estrazione è stato necessario introdurre e girare la chiave 3 e questa chiave è ora bloccata in serratura.

Le cose possono disporsi in modo tale che l'estrazione di ciascun bottone provochi la chiusura di un contatto elettrico che viene inserito sulla manovra del corrispondente segnale.

./.

Ritornando ai fermascambi è facile rendersi conto del fatto che, con fermascambi del tipo descritto, in caso di tallonamento, si verificherebbe con tutta probabilità lo svio del veicolo tallonante e cio, sia perchè l'ago è rigidamente bloccato, sia perchè ne è praticamente impedito anche lo svergolamento.

Per evitare un tale inconveniente si usano fermascambi "tallonabili" e cioè fermascambi nei quali il catenaccio (Cat nella figura precedentemente riportata) è costituito da due pezzi collegati tra di loro a mezzo di due chiodini tranciabili. In caso di tallonamento il catenaccio si divide in due pezzi uno che resta trascinabile dalla staffa St e l'altro che resta nella serratura. I due chiodini hanno robustezza tale da garantire la tenuta dell'ago anche durante gli sforzi normalmente trasmessi al telaio dello scambio dai veicoli in movimento mentre che possono essere tranciati dallo sforzo, molto più elevato, dovuto ad un tallonamento.

Le cose sono disposte anche in modo che, a tallonamento avvenuto, non sia più possibile introdurre e girare la chiave nel fermascambio e ciò allo scopo di richiamare l'attenzione sulla inefficienza in cui si viene ormai a trovare il fermascambio.

Oltre ai fermascambi descritti ne esistono anche altri del tipo a più chiavi e precisamente fino a tre chiavi.

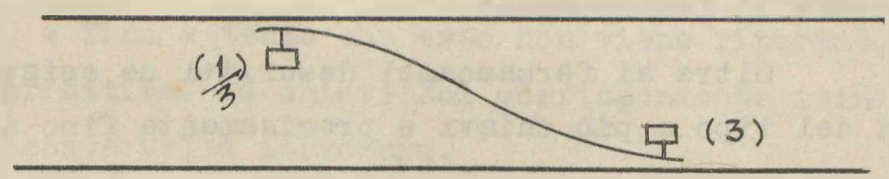
Si hanno infatti fermascambi "a chiavi indipendenti" e fermascambi "a chiavi coniugate".

I fermascambi a chiavi indipendenti sono realizzati in modo tale che a catenaccio sollevato siano libere tutte le chiavi che il catenaccio non possa essere abbassato se manca anche una sola delle chiavi. Sui piani schematici un tale tipo di fermascambio è indicato con il solito cerchietto o quadratino a fianco del quale vengono indicate, una di seguito all'altra, le varie marche delle singole chiavi: ad esempio (1/3).

./.

I fermascambi a chiavi coniugate sono invece combinati in modo che a catenaccio sollevato, e cioè a scambio libero, la chiave principale è bloccata nel fermascambio mentre è libera la chiave secondaria. Abbassando il catenaccio, e cioè bloccando lo scambio, resta imprigionata la chiave secondaria e può essere asportata la chiave principale. E' evidente che se la chiave secondaria non viene introdotta e girata nel fermascambio non è possibile abbassare il catenaccio ed estrarre la chiave principale. Un tale tipo di fermascambio si indica con il solito simbolo seguito da una frazione il cui numeratore è la marca della chiave principale: ad esempio (1/3).

I fermascambi a chiavi indipendenti e quelli a chiavi coniugate vengono utilizzati per realizzare, a mezzo delle loro chiavi, particolari collegamenti. In particolare i fermascambi coniugati sono utilizzati per le comunicazioni: quando si è in possesso della sola chiave principale del fermascambio a chiavi coniugate si è sicuri della posizione di ambedue gli scambi della comunicazione e ciò in quanto la chiave dello scambio con fermascambio semplice (3 in figura) non può che essere imprigionata, come chiave secondaria, nel fermascambio a chiavi coniugate.



Esistono infine fermascambi con controllo di efficienza e fermascambi elettrici.

I fermascambi con controllo di efficienza sono dei normali fermascambi cui viene aggiunto un dispositivo elettrico a mezzo dei cui contatti si può eccitare, nell'ufficio dirigenti, un relè polarizzato di controllo. Il controllo si

./.

ottiene solo se è stata girata la chiave nel fermascambio (e cioè se è stato abbassato il catenaccio che blocca lo scambio) e scompare in caso di tallonamento. Si ottiene così un controllo permanente della posizione dello scambio nonchè della efficienza del fermascambio.

I fermadeviatoi elettrici sono dei fermadeviatoi che al posto della chiave hanno una semplice maniglia non asportabile. Il bloccamento del fermascambio, anzichè asportando la chiave, viene ottenuto rendendo impossibile ruotare la maniglia. Ciò viene ottenuto diseccitando, con manovra comandata a distanza dal dirigente, un elettromagnete posto nell'interno del fermascambio elettrico. Pur restando manuale la manovra degli scambi si riesce ad ottenere un notevole sveltimento dell'esercizio e ciò in quanto vengono eliminati i tempi necessari per il va e viene delle chiavi tra piazzale e dirigente.

Anche i fermascambi elettrici garantiscono un controllo permanente della posizione dello scambio e sono tallonabili.

- Manovra centralizzata dei deviatoi

Sui piazzali in cui esiste un notevole traffico di treni e di manovre risulta particolarmente difficile poter svolgere un regolare servizio con gli scambi manovrati a mano.

Inoltre il numero dei deviatori da impiegare per la manovra degli scambi cresce notevolmente non appena il piazzale comincia ad essere un pò esteso ed il traffico un pò elevato.

Nè va infine trascurata la considerazione che la mansione del deviatore con scambi manovrati a mano è una mansione non scevra di pericoli e, comunque, particolarmente

./.

gravosa specie in condizioni metereologiche avverse.

E' quindi logico che si sia pensato ad adottare per la manovra degli scambi prima una centralizzazione meccanica che, pur lasciando la manovra degli scambi affidata alla forza muscolare, permettesse di centralizzare, coordinandola, la manovra di più scambi da un unico posto riparato dalle intemperie e poi addirittura una centralizzazione che sfruttasse energie diverse da quella muscolare umana.

I primi tipi di impianto di manovra a distanza degli scambi furono infatti degli impianti con lunghe e complesse trasmissioni rigide, e cioè in ferro sagomato, o con trasmissioni flessibili in cordina di acciaio.

Seguirono poi degli impianti che sfruttarono, per la manovra, l'energia di acqua posta sotto pressione al posto centrale e distribuita, mediante leve che manovravano appositi piccoli distributori, a lunghe tubazioni, e da questo ai singoli scambi.

Si trattò di un interessante tipo di impianto, studiato e realizzato completamente in Italia, che andò sotto il nome di "Apparato Centrale Idrodinamico" (A.C.I.) e di cui esiste ancora qualche esemplare in funzione sulla nostra Rete.

E' però un tipo destinato ormai ad essere in breve tempo sostituito e quindi, data la brevità del nostro corso, non si ritiene opportuno descriverne i particolari tecnici.

Agli impianti idrodinamici fecero seguito diversi tipi di apparati elettrici (Westinghouse, AEG) fino a giungere all'Apparato Centrale Elettrico tipo F.S. (A.C.E. tipo F.S.) che è un "apparato a leve singole" nel senso che ogni scambio ed ogni ente di piazzale è manovrato da una sua propria leva.

La manovra degli enti avviene, in questo tipo di apparati, a mezzo di energia elettrica e di motorino di manovra.

./.

I segnali sono del tipo luminoso a schermo mobile già descritto.

La manovra degli scambi avviene a mezzo di "casse di manovra elettrica da scambio" dotate di un motore a 144 Volt in corrente continua. Si tratta di un normale motore a corrente continua con eccitazione in serie con l'unica particolarità di avere due avvolgimenti di eccitazione, avvolti in senso opposto. Si ha quindi un motore a tre morsetti capace di girare in un senso o nell'altro a seconda di quale dei due avvolgimenti di eccitazione è interessato. E' così possibile ottenere le due manovre, dalla posizione di corretto tracciato a quella di deviata e viceversa, dello scambio.

Nella cassa di manovra da scambio, oltre al motore, si notano:

- gli organi di trasmissione capaci di trasformare il moto rotativo del motore in un moto di traslazione dei tiranti di manovra collegati con gli aghi.
- gli organi di fermascambiatura che, a manovra ultimata, bloccano il telaio degli aghi in modo tale che esso non possa subire spostamenti sotto lo effetto degli scuotimenti dovuti al passaggio dei treni.
- gli organi di controllo che, collegati con la punta degli aghi tramite appositi "tiranti di controllo", chiudono nell'interno della cassa di manovra dei contatti quando gli aghi hanno raggiunto la loro esatta posizione finale e sono stati regolarmente fermascambiati.

  I contatti di controllo vengono usati per provocare la eccitazione di un relè polarizzato di controllo posato presso il posto di manovra. Essi hanno inoltre funzione di contatti di "fine corsa"

./.

nei riguardi del motore della cassa di manovra da scambio.

- un dispositivo "a frizione", interposto tra motore e trasmissione, avente lo scopo di evitare danni al motore nel caso in cui il telaio degli aghi non raggiunga la posizione finale (ad esempio per un qualsiasi ostacolo interpostosi tra ago e contrago) per cui, non potendo intervenire il controllo, non interviene la sua azione di fine corsa e quindi il motore resta lungamente alimentato e sotto sforzo.

Le casse di manovra da scambio sono spesso "tallonabili" nel senso che in caso di tallonamento non avvengono danneggiamenti nè alla cassa stessa, nè ai tiranti di manovra ed a quelli di controllo, nè all'armamento dello scambio.

Ciò è ottenuto aumentando la "corsa" del telaio degli aghi in modo tale che l'ago discosto sia tanto lontano dal suo contrago da essere sicuramente interessato dalla corrispondente ruota, del veicolo tallonante, prima che la ruota opposta si incunei tra ago accostato, e fermascambiato, al contrago.

I due aghi sono in questo caso "slegati" e cioè indipendenti l'uno dall'altro. Al momento del tallonamento può quindi muoversi, prima ancora che l'ago accostato sia interessato, l'ago discosto e ciò in quanto esso non è fermascambiato ma solo stabilizzato, a mezzo di un dispositivo con robusta molla di stabilizzazione. Il movimento dell'ago discosto viene utilizzato per ottenere, tramite il relativo tirante di manovra, lo scioglimento della fermascambiatura, nell'interno della cassa, dell'ago accostato. Al momento in cui il bordino della ruota va a forzare tra ago accostato e relativo contrago la fermascambiatura è ormai tolta ed anche l'ago accostato può muoversi senza danni.

L'operatore in cabina viene avvertito dallo squillo di una suoneria e può far ritornare tutto in condizioni norma-

li effettuando una regolare manovra dello scambio. Egli però, per compiere una tale operazione dopo un tallonamento, deve spiombare un tasto, piombato con piombo di controllo numerato, e ciò sia perchè si desidera che resti traccia del tallonamento sia per subordinare la manovra ad una particolare vigilanza nonchè all'effettuazione di particolari accertamenti aventi, tra l'altro, lo scopo di evitare movimenti sullo scambio tallonato capaci di provocare svii.

Negli ultimi anni, e specie per gli scambi ad aghi elastici, si stanno applicando dei dispositivi che annullano la tallonabilità delle casse di manovra e che la riducono ai soli periodi in cui essa è realmente utile. Si tratta di elettromagneti che, se diseccitati, bloccano la tallonabilità dello scambio. Tali elettromagneti potranno poi essere alimentati tramite un circuito tagliato solo all'atto in cui viene disposto a via libera un segnale per un itinerario che interessi lo scambio considerato. Si ottiene così che lo scambio sia intallonabile durante il transito di treni e tallonabile quando sul piazzale si svolgono solo movimenti di manovra. Va in proposito considerato che il tallonamento da parte di treni, i cui movimenti sono comandati da segnali, rappresenta un evento del tutto improbabile mentre che risulta frequente il tallonamento da parte di movimenti di manovra.

Quando uno scambio è manovrato a distanza, e ciò può essere fatto anche da posti di manovra che non vedono lo scambio stesso, potrebbe facilmente verificarsi il caso in cui venga manovrato uno scambio mentre su di esso si trova un veicolo in movimento. Ciò provocherebbe il sicuro svio dei veicolo.

Per evitare un tale pericolo, le leve di manovra di uno scambio da parte di un ACE sono munite di un "elettromagnete di immobilizzazione e controllo" che si eccita, permettendo la manovra della leva e quindi dello scambio, solo se è libe-

./.

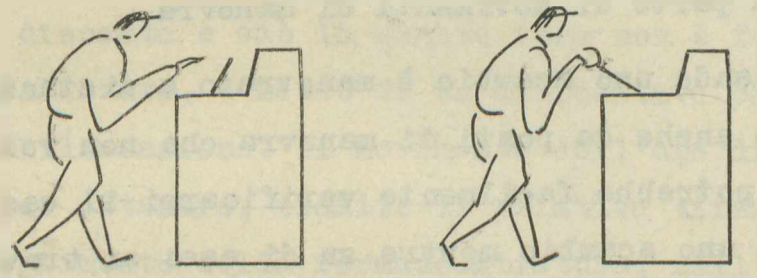
ro un circuito di binario che comprende l'intero scambio e si estende fino ad almeno 12 metri dalla punta dello scambio stesso.

Le leve di manovra da scambio, in un ACE, sono delle leve, con un'impugnatura di circa 12 centimetri, capaci di ruotare intorno ad un asse orizzontale. Esse sono montate, in un "banco di manovra", insieme alle altre leve per la manovra di altri enti di piazzale.

La leva di manovra da scambio, attraverso opportuni rinvii, muove un combinatore a tamburi capace di chiudere diversi contatti elettrici nelle varie posizioni che vengono man mano assunte dalla leva.

La leva è munita inoltre, come detto, di un "elettromagnete di immobilizzazione e controllo", capace, se diseccitato, di bloccare la leva nel senso di impedire l'oltrepassamento di alcune posizioni intermedie durante la manovra.

Nelle leve da scambio si riscontrano due posizioni estreme e quattro posizioni intermedie, una inclinata verso il banco detta "posizione normale" ed una inclinata verso l'operatore e detta "posizione rovescia".



leva normale leva rovescia

Il corrispondente scambio assume, correlativamente, due posizioni dette anche esse "normale" e "rovescia".

Viene considerata come normale la posizione in cui lo scambio deve essere tenuto quando sul piazzale non

./.

circolano treni e non si effettuano manovre. Nella stragrande maggioranza dei casi la posizione normale coincide con quella di corretto tracciato.

Sulla parete inclinata della parte sopraelevata del banco, in corrispondenza di ogni leva di scambio si trovano due spie luminose e due tasti piombabili detti Tb e Tf.

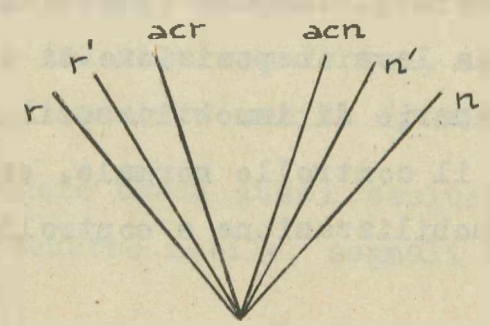
La lampada spia di sinistra, a luce bianca, si accende quando esiste il controllo normale e cioè quando lo scambio è esattamente in posizione normale e fermascambiato in detta posizione. Analogamente la lampada di destra, a luce azzurra, serve per il controllo in posizione rovescia.

Il tasto Tb, una volta spiombato ed azionato, permette la manovra dello scambio anche se il circuito di binario di immobilizzazione è diseccitato. Esso serve per il caso di guasto di detto circuito e va usato con le debite cautele.

Il tasto Tf, detta di fine corsa, ha lo scopo di permettere di ritornare con la leva verso la posizione di partenza nell'ipotesi in cui la manovra precedente non sia stata completata.

A parte è montato un terzo tasto, detto Tc, che ha lo scopo di permettere l'inizio (e mai il completamento) di una manovra della leva nell'ipotesi in cui lo scambio non dia il controllo: è in particolare un tasto da spiombare per permettere la manovra dopo un tallonamento.

La leva da scambio, oltre alla due posizioni estreme ha anche, come abbiamo accennato, quattro posizioni intermedie secondo quanto indicato nella seguente figura:



./.

Le posizioni n' ed r' sono delle posizioni nelle quali si chiudono dei contatti, manovrati dalla stessa leva, inseriti nel circuito dell'elettromagnete di immobilizzazione e controllo e che hanno lo scopo di "contatti di economia" intesi ad evitare che detti elettromagneti restino sempre eccitati. Essi infatti richiedono, con la leva normale o rovescia, il controllo dello scambio e la libertà del circuito di binario di immobilizzazione. Trattandosi di condizioni che normalmente sussistono ne deriverebbe, se non si fosse previsto il contatto di economia, uno stato di eccitazione praticamente permanente degli elettromagneti.

Le posizioni "acn" ed "acr" sono le posizioni in cui la leva si ferma in attesa del controllo normale quando è manovrata da rovescio a normale e, rispettivamente, in attesa del controllo rovescio quando è manovrata da normale a rovescio. Tali posizioni sono superabili, per effetto della eccitazione dell'elettromagnete di immobilizzazione e controllo, solo se perviene il controllo dello scambio e pertanto la leva raggiunge la posizione di fondo corsa solo se lo scambio completa regolarmente la sua manovra. Se non pervenisse il controllo della manovra che si è iniziata si potrebbe al più, e previo spiombamento del tasto Tf, riportare la leva nella posizione da cui si è partiti e sempre che ritorni il corrispondente controllo.

In definitiva le fasi di manovra di uno scambio, ad esempio da normale a rovescio, si susseguono nel modo seguente:

- condizioni di riposo di partenza, leva normale, elettromagnete diseccitato, lampada spia bianca accesa
- passaggio della leva in posizione di n', se è libero il circuito di binario di immobilizzazione e se, come supposto, esiste il controllo normale, si eccita l'elettromagnete di immobilizzazione e controllo e ciò permette

./.

che venga proseguita la manovra verso il rovescio.

- passaggio della leva in posizione "acr" appena si oltrepassa la posizione n' si spegne la lampada di controllo normale e si diseccita l'elettromagnete; durante la manovra da n' ad "acr" si provoca lo scatto di un invertitore che invia corrente alla cassa di manovra nei conduttori che provocano la alimentazione del motore nella cassa stessa nel verso per cui il motore porta lo scambio a rovescio.
- appena lo scambio raggiunge la posizione esatta rovescia e viene in essa posizione fermascambiato, per viene il controllo rovescio, si accende la lampada spia azzurra e si eccita l'elettromagnete di immobilizzazione e controllo cosa che permette di completare la manovra della leva verso il rovescio.
- condizione di riposo di arrivo, leva rovescia, lampada di controllo azzurra accesa, elettromagnete di seccitato.

Oltre a tutti i collegamenti elettrici di cui abbiamo parlato la leva ha anche dei collegamenti meccanici ottenuti a mezzo di una bacchetta verticale mossa dalla leva, che va a finire in una "serratura meccanica" montata nella parte anteriore del banco di manovra. Con tale serratura, come si dirà meglio parlando degli ACE come complessi, si subordina la possibilità di manovrare una leva alla preventiva manovra, in determinate posizioni, di altre leve.

- <u>Manovra centralizzata dei segnali</u>

Nei primi apparati centrali elettrici la manovra dei segnali, che erano del tipo semaforico, era ottenuta a mezzo di apposite casse di manovra munite di motore.

Oggi vengono usati quasi esclusivamente segnali luminosi del tipo a schermo mobile, segnali che, come abbiamo vi

./.

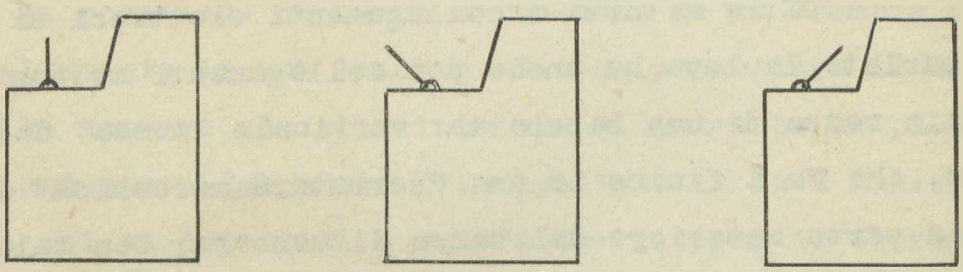
sto a suo tempo, vengono manovrati inviando corrente continua in un senso o nell'altro al complesso polarizzato che porta la ventola con i tre vetrini colorati.

La manovra avviene con una leva da segnale, facente anche essa, come quella da scambio, parte di un banco di manovra.

L'impugnatura della leva da segnale è eguale a quella della leva da scambio con la sola variante del colore che è rosso anzichè nero.

La leva da segnale però differisce sostanzialmente dalla leva da scambio e ciò a partire dalle posizioni fondamentali che sono tre anzichè due e precisamente:

- una posizione normale verticale, cui corrisponde la posizione di via impedita del segnale comandato
- una posizione rovescia in avanti che è la posizione inclinata verso l'operatore
- una posizione rovescia indietro che è la posizione inclinata verso il banco di manovra.



Dalla figura risulta che l'avanti e l'indietro va riferito alla leva considerata come un piccolo fantoccio rivolto verso l'operatore.

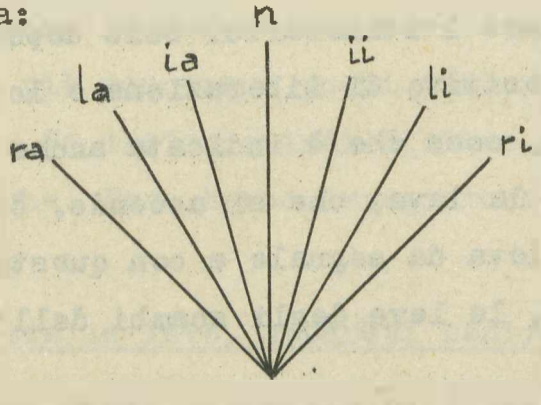
La leva da segnale viene pertanto chiamata "leva a tre posizioni" e può svolgere le mansioni di due leve a due posizioni. Essa viene in genere usata per comandare due segnali distinti, una con la sua posizione di rovescio in avanti ed uno con la sua posizione di rovescio in indietro.

./.

E' ovvio che le due posizioni possono essere usate solo per due segnali che non debbano essere manovrati contemporaneamente e cioè per un segnale di partenza ed uno di protezione, dallo stesso lato, su di una linea a semplice binario, ovvero per la manovra di due segnali di ingresso, o di partenza, dalla stessa direzione su di una linea a doppio binario.

Sulla parete inclinata della parte sopraelevata del banco, in corrispondenza di ogni leva da segnale si trovano una sola lampadina spia, detta "lampada di liberazione" e due tasti piombati con il solito piombo numerato. Uno di essi, detto Tb, serve per manovrare il segnale, con le debite precauzioni, anche quando fosse diseccitato per guasto uno dei circuiti di binario dell'itinerario (non quello, però, che provoca l'occupazione permanente del segnale) e l'altro, detto Tl, serve per effettuare la liberazione artificiale dello itinerario di stazione nel caso che, per mancato funzionamento del pedale di liberazione o per altri motivi, la liberazione non fosse stata effettuata dal treno entrato in stazione, se si tratta di segnale di protezione, o partito se si tratta di segnale di partenza.

La leva da segnale, oltre alle tre posizioni principali, ha anche altre quattro posizioni come indicato nella seguente figura:



Le posizioni di "ia" e di "ii" (immobilizzazione in avanti ed immobilizzazione in indietro) hanno funzioni di con-

tatto di economia rispetto all'eccitazione di un elettromagnete, più o meno analogo a quello che abbiamo visto nella leva da scambio, e che prende il nome di "elettromagnete di immobilizzazione e liberazione".

La leva può oltrepassare la posizione "ia", o quella "ii", solo se sono soddisfatte tutte le condizioni necessarie per poter disporre a via libera il segnale. Tra queste condizioni ricordiamo, come principali, quella del controllo di tutti gli scambi dell'itinerario, quello dello stato di libertà dei circuiti di binario interessati, quella del consenso di blocco se si tratta di un segnale di partenza, quella dell'aver portato la propria maniglia MR sul bloccato se si tratta di segnale di protezione ed infine quella che non sia rimasto eccitato il relè pedale che dovrà effettuare la successiva liberazione della leva.

Se esistono tutte le condizioni volute la leva da segnale può essere portata in fondo corsa e cioè nella posizione in cui si manovra il segnale.

Da questa posizione la leva può ritornare solo nella posizione di "la"o, rispettivamente, di "li" e cioè nelle posizioni di attesa liberazione. In tale posizione il segnale viene portato a via impedita ma non si svincolano, attraverso la serratura meccanica, le leve da scambio e quindi non è possibile modificare l'itinerario. Solo dopo che il treno è transitato sul dispositivo di liberazione e lo ha fatto regolarmente funzionare, cosa che è indicata anche dalla lampada bianca posta presso la leva, che si accende, è possibile riportare normale la leva da segnale e con questo liberare,in serratura meccanica, le leve degli scambi dell'itinerario.

- <u>Altri enti di piazzale ed altri tipi di leve.</u>

In un apparato centrale elettrico si trovano anche leve per la manovra dei segnali di avviso, con impugnatura

./.

gialla e senza elettromagnete e quindi con le sole tre posizioni fondamentali della leva da segnale.

Se sul piazzale di stazione esistono passaggi a livello essi vengono in genere dotati di casse di manovra a motore elettrico e sono manovrati da apposite leve del banco.

Un altro tipo di leva che può riscontrarsi è quello della leva da consenso. Essa viene usata specialmente quando su di un piazzale esistono più cabine che devono scambiarsi consensi tra di loro e che richiedono l'esistenza di un banco presso il dirigente che, per quanto riguarda l'apertura di segnale per i treni, interviene anche lui concedendo un proprio consenso. Si tratta di leve a tre posizioni con elettromagnete praticamente eguali alla leve da segnale ma con impugnatura verde.

Quando un piazzale ha molti binari da cui si parte direttamente od in cui, direttamente si arriva, anzichè multiplare enormemente le leve da segnale risulta più economico collegare gli scambi attraverso delle leve da itinerario e disporre di un'unica leva da segnale che lega poi la serratura, l'una o l'altra delle leve da itinerario e precisamente quella leva che corrisponde all'itinerario voluto e disposto.

La sostituzione di leve da segnale con leve da itinerario è economicamente conveniente in quanto queste ultime sono solo leve che hanno lo scopo di intermediario per la serratura meccanica ed in più manovrano pochi tamburi combinatori con contatti elettrici. Si tratta quindi di leve senza elettromagnete e molto economiche. Esse hanno impugnatura azzurra.

- Collegamenti tra le leve. Apparati centrali elettrici

Abbiamo avuto occasione di dire che la centralizzazione di tutte le manovre in un unico posto centrale ha avuto lo

./.

scopo non solo di ridurre il personale addetto e di portarlo lontano dalle intemperie, ma anche quello di permettere il coordinamento tra le varie manovre degli enti del piazzale.

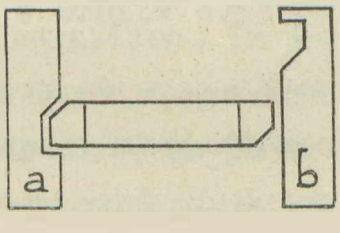
Un tale coordinamento avviene sia attraverso collegamenti elettrici tramite gli elettromagneti di immobilizzazione ma anche tramite una "serratura meccanica".

Ogni leva è infatti collegata con una bacchetta verticale che entra in una serratura posta nella parte anteriore del banco e che, al muoversi della leva, si sposta dall'alto in basso quando la leva si sposta verso l'operatore e dal basso in alto nel movimento inverso.

Ogni bacchetta porta delle intacche in cui possono introdursi dei denti riportati da alcune bacchette orizzontali della serratura.

Con un tale sistema è possibile subordinare la posizione di una leva a quelle di un'altra o di altre leve.

Se per esempio si desidera che non possa rovesciarsi una leva "a" se non è stata prima rovesciata un'altra leva "b" si realizza il seguente collegamento:



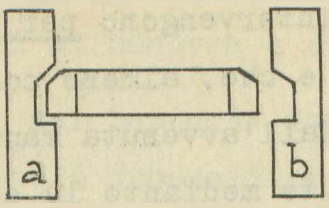
Tale collegamento viene indicato con

leva a lega b

dove la sottolineatura serve ad indicare la posizione di "rovescio". E' facile notare che il collegamento stabilito realizza anche il reciproco e cioè che una volta rovesciata la leva "a" non risulta più possibile riportare normale la leva "b".

./.

Se invece si vuole che per rovesciare la leva "a" non sia rovescia la leva "b" si realizza il collegamento del seguente modo:



Tale collegamento viene indicato con

leva a lega b

ed è facile notare che una volta rovesciato a la leva b rimane bloccata nella posizione di normale.

I collegamenti indicati sono quelli più semplici ma è facile rendersi conto come con tale sistema si possano ottenere collegamenti anche plurimi ed anche complessi.

In definitiva in un apparato centrale elettrico è possibile subordinare la manovra dei segnali a diverse "condizioni".

La subordinazione può avvenire mediante "collegamenti alettrici" e cioè con inserzione di opportuni contatti, di combinatori di leve o di relè, nel circuito dell'elettromagnete di immobilizzazione della leva da segnale od anche direttamente nel circuito di manovra del segnale, ovvero mediante "collegamenti meccanici" e cioè collegando le leve di manovra da segnale con altre leve tramite la serratura meccanica.

Notiamo che i collegamenti che si realizzano raggiungno risultati diversi a seconda del modo in cui vengono realizzati.

Si possono infatti avere:

- condizioni che intervengono per disporre a via libera

./.

un segnale e che non sono più "sentite" quando il segnale è già a via libera: sono le condizioni realizzate elettricamente sui circuiti degli elettromagneti di immobilizzazione

- condizioni che intervengono <u>per disporre</u> a via libera un segnale e che, almeno come ente di manovra, restano legate dall'avvenuta manovra: sono le condizioni realizzate mediante la serratura meccanica
- condizioni che intervengono anche <u>per mantenere</u> a via libera il segnale: sono quelle realizzate elettricamente sul circuito di manovra del segnale.

Tra le condizioni che intervengono anche per matenere a via libera il segnale si distinguono quelle la cui mancanza occupa <u>permanentemente</u> il segnale (nel senso che il segnale stesso ritorna a via libera solo se se ne ripete la manovra) e quelle la cui mancanza occupa il segnale solo <u>temporaneamente</u> (nel senso che la loro mancanza porta il segnale a via impedita ma il loro ritorno provoca la automatica ridisposizione a via libera del segnale stesso). Per rendere "permanente" la occupazione basta, come sappiamo, introdurre la condizione sul mantenimento in stick di un relè la cui rieccitazione sia poi subordinata al ritorno normale della leva del segnale. Il relè che somma tutte le condizioni "permanenti" viene detto "Relè H".

E' da notare che il controllo dei deviatoi interessati, non solo deve sempre essere inserito tra le condizioni "per mantener" a via libera i segnali, ma anche in modo tale che la sua anche momentanea mancanza provochi senza altro l'occupazione permanente dei segnali stessi.

Per concludere l'argomento relativo agli apparati centrali elettrici possiamo constatare che in ogni apparato di questo genere si riscontra, come abbiamo visto, sem-

./.

pre un banco con svariate leve munito di serratura meccanica ed una "sala relè" in cui, in appositi armadi, sono raggruppati tutti i relè dell'impianto.

Dal banco e dai relè partono dei cavi elettrici, di collegamento con gli enti di piazzale, cavi in cui sono convogliati i conduttori di manovra e di controllo.

Al disopra del banco di manovra si trova sempre un "quadro luminoso" dove è schematicamente rappresentato il piazzale e dove sono ripetute le posizioni dei segnali e lo stato di eccitazione o meno dei circuiti di binario. I segnali sono ripetuti con spie colorate mentre che i circuiti di binario sono rappresentati da tratte che risultano accese a circuito eccitato e spente a circuito diseccitato.

Completa l'impianto una "centralina di alimentazione" in cui giunge l'alimentazione, in genere in corrente alternata trifase, da una linea esterna e vengono prodotte le varie forme di energia elettrica, alle varie tensioni in corrente continua ed in corrente alternata, necessarie all'A.C.E.

Nella centralina si trovano trasformatori, raddrizzatori e batterie nonchè complessi, alimentati dalle batterie o da motori termici, capaci di fornire, per un certo tempo, corrente alternata "di riserva" (necessaria specie per i circuiti di binario) quando viene a mancare energia dalla linea esterna.

- Apparati centrali ad itinerari

Nei piazzali molto estesi e con forti traffici neanche l'apparato centrale elettrico si dimostra più sufficiente per poter svolgere un servizio rapido ed economico. I banchi dell'A.C.E. infatti divengono in questo caso enormi e richiedono quindi l'impiego di più agenti che lavorano allo stesso banco e che devono coordinare le singole azioni ovvero richiedono la suddivisione delle manovre in diverse cabine disseminate sul

./.

piazzale con necessità non solo di parecchi agenti ma anche di scambi di consensi tra cabina e cabina e di coordinamento, sempre a mezzo di consensi, da parte del dirigente al movimento per quanto riguarda la circolazione di treni sul piazzale.

Gli itinerari divengono d'altra parte sempre più lunghi e, richiedendo alquanto tempo per essere percorsi dai treni, finiscono con il bloccare per lungo tempo vaste estese del piazzale con conseguente impossibilità di utilizzare prontamente le parti di piazzale che il treno ha già percorso ma che non sono libere fino a tanto che non è stato percorso l'intero itinerario.

Anche i tempi di costituzione dei singoli itinerari, con manovra di molte "leve singole" risultano d'altronde notevoli ed in definitiva è l'intero piazzale che può essere utilizzato molto di meno di quanto l'intenso traffico richiede .

Per soddisfare alle necessità sopra esposte è nato l'apparato centrale elettrico ad itinerari indicato generalmente con la sua sigla: "ACEI".

In un apparato di questo genere non esiste più una leva per ogni ente (scambio, segnale ecc.) del piazzale ma esistono dei pulsanti, uno per ogni itinerario possibile.

Premendo per un istante uno di questi pulsanti, e sempre che non risulti già costituito un altro itinerario incompatibile con quello che si vuole costituire, si eccita in stick un relè che comanda una catena di operazioni che si conclude con la disposizione a via libera del segnale relativo all'itinerario.

L'apparato provvede infatti:

- a comandare la manovra di tutti i deviatoi interessati

./.

- a raccoglierne il controllo
- a verificare, tramite i circuiti di binario, la libertà della via
- a bloccare la manovra di tutti i deviatoi interessati in modo tale che qualunqhe comando inteso a variarne la posizione non abbia effetto
- a verificare, ove occorra, l'esistenza di particolari condizioni (consensi, consensi di blocco ecc.)
- a disporre a via libera il segnale.

E' interessante notare le seguenti caratteristiche degli ACEI, caratteristiche intese ad aumentare la "elasticità" dell'apparato ed, in definitiva, ad aumentare e sveltire il traffico che può essere affrontato:

- si possono disporre le cose, in un ACEI, in modo tale che il dirigente possa anche annullare, senza effettuare spiombamenti, un comando dato e distrugere l'itinerario formato. Ciò però solo se si ha la sicurezza che il treno per il quale l'itinerario era stato costituito non abbia visto il segnale relativo. Ciò viene ottenuto facendo si che il bloccamento dell'itinerario non sia immediato e permanente ma avvenga solo "per approccio" e cioè all'atto in cui il treno diseccita un circuito di binario posto, ad opportuna distanza, prima del segnale di avviso
- i segnali vengono sempre occupati, come in un ACE, dal treno ed è sempre il treno che effettua la liberazione. Quest'ultima però non avviene per interi itinerari, e cioè in maniera "rigida", bensì scambio per scambio man mano che ogni scambio è abbandonato dal treno e cioè in maniera elastica. La liberazione elastica fa si che ogni scambio possa essere subito utilizzato per un altro itinerario

./.

non appena è stato abbandonato da un treno ed è ovvio come una tale condizione incida decisamente sulle possibilità di sfruttamento del piazzale

- gli itinerari vengono, oltre che liberati, anche distrutti automaticamente nel senso che, appena passato il treno, tutti gli enti che hanno contribuito a costituire l'itinerario sono, pronti per altre utilizzazioni senza che si debba effettuare nessuna manovra, di ritorno a normale, sul pulsante di itinerario. Si può anche disporre l'impianto in modo tale che gli scambi ritornino da soli in posizione normale quando liberati dagli itinerari.

Il banco di un apparato a pulsanti è del tipo a basso leggio e su di esso l'operatore può lavorare stando seduto.

I pulsanti sono raggruppati con un sistema che potreb be definirsi "a tavola pitagorica" nel senso che il pulsante che comanda l'itinerario che prevenendo da A porta al binario X si trova all'incrocio tra la verticale che contiene tutti gli itinerari che provengono da A e l'orizzontale che contiene tutti gli itinerari che portano al binario X.

Sul banco si trovano diverse levette per operazioni di emergenza molte delle quali sono piombate e vanno adoperati con le debite cautele e dopo i debiti accertamenti.

Tra le levette per operazioni di emergenza sono comprese quelle per la eventuale manovra singola dei vari scambi.

Quando sul piazzale si effettuano, oltre che movimenti di treni, numerosi movimenti di manovra, tanto da consigliare l'impianto di appositi segnali bassi (detti "marmotte" e costituiti da un corpo parallelepipedo che presenta a via impedita una faccia a striscie bianche e viola ed a via libera una faccia bianca) per le manovre, si aggiungono sul banco dei pulsanti che hanno lo stesso effetto dei pulsanti di itinerario ma limitatamente a tratte più brevi e cioè ad "istradamenti" ai cui ingressi si trovano le marmotte. I pulsanti relativi agli istradamenti sono raggruppati in apposita parte del banco e, nei piazzali grandissimi, vengono spesso montati su di un secondo banco distin

./.

to da quello egli itinerari. In tale caso al banco degli itinerari presta servizio un dirigente al movimento mentre che al banco degli istradamenti prestano servizio uno o più agenti di qualifica inferiore (deviatori).

Il quadro luminoso di un ACEI si differenzia da quello degli ACE innanzi tutto perchè è del tipo "sempre spento". Il tracciato dei binari si accende solo quando è costituito un itinerario, ed in tale caso si illumina di luce bianca, o quando è occupato da un treno, da una manovra o da veicoli in sosta, ed in tali casi si illumina di luce rossa.

Dal quadro di un ACEI, contrariamente a quanto avviene per un normale quadro di ACE, è anche possibile accertare, vedendo quale dei due lati è illuminato, la posizione degli scambi.

D = IL COMANDO CENTRALIZZATO DEL TRAFFICO

- Cenni sugli impianti di C.T.C.

La tecnica del comando centralizzato del traffico (Centralized Traffic Control - C.T.C.) ha avuto la sua origine nelle ferrovie americane.

Si tratta di una tecnica che si fonda sull'accentramento in un unico posto centrale della manovra degli scambi e dei segnali di tutte le stazioni.

Il sistema nella generalità dei casi comprende l'impianto di blocco automatico sulla linea non potendosi caricare all'unico operatore anche la responsabilità del distanziamento dei treni.

Il motivo per cui sono state le ferrovie americane le prime ad adottare il sistema del C.T.C. va ricercato nel mo-

./.

do come queste ferrovie erano prima esercitate. La notevolissima distanza tra le stazioni, spesso ubicate in località lontanissime da centri abitati, il concentramento del traffico viaggiatori in poche grandi stazioni e lo scarso numero dei treni (conseguenza anche delle elevatissime composizioni) aveva consigliato gli esercenti americani, sin dai primordi, a non prevedere un "dirigente al movimento" nelle stazioni e di ricorrere invece al sistema detto del "Dispatcher". Con un tale sistema la manovra degli scambi restava affidata ai macchinisti dei vari treni i quali, giunti ad un segnale di protezione, avevano l'obbligo di fermarsi e di porsi in comunicazione telefonica con il Dispatcher onde prendere ordini circa la manovra degli scambi e l'ingresso nella stazione. In modo analogo i macchinisti si comportavano prima di partire da una stazione.

E' evidente che, partendo da una simile impostazione dell'esercizio, sia stato logico giungere ad un impianto in cui il Dispatcher anzichè ordinare delle manovre ai macchinisti fosse posto in grado di effettuare direttamente le manovre degli scambi, e dei segnali, a mezzo di un impianto di telecomando. Aggiungendo un impianto di blocco automatico,con indicazioni ripetute presso il Dispatcher, che veniva così posto in grado di conoscere la posizione dei treni e di seguirne la marcia, si giunse ai moderni impianti di C.T.C.

Sulle nostre linee, ove la estrema vicinanza delle stazioni tutte interessate al servizio viaggiatori e quasi tutte anche a quello merci, obbliga a tenere sempre presenziate le stazioni stesse ai fini commerciali, l'adozione del C.T.C. può dare vantaggi molto limitati e ciò spiega perchè esso non sia stato in genere adottato.

Solo nel caso di nodi costituiti dall'incrocio di molte linee fortemente trafficate e con presenza di molti bivi

./.

vicini l'uno all'altro, l'accentramento del comando presenta notevoli vantaggi agli effetti del coordinamento e quindi dello sveltimento della circolazione.

E' il caso del nodo di Bologna ove confluiscono sei linee importanti che raggiungono tutte Bologna Centrale ma che possono anche shuntare tale stazione per mezzo di collegamenti detti "linee di cintura". Esistono poi diverse stazioni secondarie di Bologna, ivi compresa quella di smistamento di Bologna San Donato, per cui, in uno spazio relativamente ristretto, si riscontrano quattro stazioni principali ed 11 bivi.

Tutto il complesso è posto sotto la giurisdizione di un unico impianto di C.T.C. con posto di comando nella stazione di Bologna.Centrale.

In tutti i posti telecomandati esiste un impianto del tipo ad itinerari che è telecomandato dal C.T.C. ed è appena il caso di notare che sarebbe praticamente stato irrealizzabile il telecomando di impianti del tipo a leve singole (ACE).

Il telecomando avviene, attraverso un'unica coppia di conduttori di tipo telefonico, con un sistema ad impulsi a codice.

Dalla linea, attraverso un sistema di telecontrollo anche esso a codice, giungono al posto centrale le ripetizioni ed i controlli.

In particolare va notato che tutto il complesso delle linee è attrezzato con blocco automatico, del tipo a correnti codificate, e che l'impianto di telecontrollo ripete al posto centrale le indicazioni del blocco in modo tale che il Dirigente Centrale Operatore (D.C.O.) possa costantemente seguire la marcia dei treni.

./.

Abbiamo detto che le linee in arrivo a Bologna sono sei: esse sono le linee provenienti da Firenze, Pistoia, Milano, Verona, Venezia ed Ancona. Su ciascuna di queste linee l'ultima stazione posta all'ingresso della zona sotto la giurisdizione del C.T.C. viene detta "stazione porta".

Quando una stazione porta deve inoltrare un treno nella zona di competenza del C.T.C. viene richiesto un consenso al D.C.O. il quale, premendo un pulsante sul suo banco, predispone l'itinerario del treno e concede il consenso richiesto.

L'itinerario però non si forma subito e ciò in quanto la formazione di lunghi itinerari bloccherebbe per lungo tempo tutto il tracciato limitando così il numero di treni che possono trovarsi in contemporanea circolazione sul nodo. E' invece il treno stesso che, avanzando, transita su appositi dispositivi a circuito di binario e comanda la formazione delle successive tratte dell'itinerario che il D.C.O. si era limitato ad impostare. Le cose sono disposte in modo che l'itinerario si formi per due tratte avanti al treno. Ciò permette che il treno non veda, a meno di impossibilità di formazione dell'itinerario perchè si stanno svolgendo altri itinerari incompatibili, mai segnali al rosso od al giallo pur ottenendosi che siano limitate le tratte bloccate avanti al treno che avanza.

Se due treni avanzano verso un punto in cui i rispettivi itinerari risultano incompatibili si forma solo l'itineraio del treno che si presenta per primo. L'altro trova un segnale a via impedita ove attende che si sia liberato l'itinerario al che il suo segnale va automaticamente a via libera. Il D.C.O. che, come detto, segue la marcia di tutti i treni, può però intrvenire nel senso di bloccare l'avanzamento automatico dell'itinerario di un treno meno importante onde dare la precedenza, nel punto di incrocio, ad un treno di maggiore importanza. Passato quest'ultimo basta che il D.C.O. tolga il bloc-

./.

co che aveva imposto e con ciò l'itinerario bloccato riprende il suo regolare avanzamento.

Il DCO ha a disposizione un ampio quadro luminoso, del tipo normalmente spento e cioè simile a quelli degli ACEI, sul quale egli può seguire l'andamento di tutti i treni. Allo scopo di rendere sempre chiaro al DCO quale treno stia avanzando in ogni tratta, sul quadro luminoso, al centro delle singole tratte, compare ed avanza man mano in apposite finestrelle una sigla costituita da due lettere che rappresentano le iniziali dei nomi della stazione porta di ingresso e di quella di uscita dell'itinerario che il treno sta percorrendo. Se, ad esempio, si tratta di un treno che va da Tavernelle a San Donato la sigla che avanza sul quadro luminoso è TD.

Va notato:

- che i collegamenti di sicurezza (tra scambi e segnali e tra blocco e segnali) avvengono nei posti telecomandati; si tratta, cioè di "condizioni" che non devono transitare nell'impianto di telecomando e ciò aumenta ovviamente la sicurezza del complesso
- che l'immagazzinamento in memoria dell'itinerario che dovrà man mano svolgersi, avviene in relè del posto centrale: man mano che al posto centrale previene il controllo di occupazione di un itinerario parte automaficamente dal posto centrale stesso il comando per la costituzione di un altro tratto di itinerario posto, come detto, due sezioni avanti al treno.

E = LA CIRCOLAZIONE AUTOMATICA

- Dispositivi di identificazione dei treni

Abbiamo visto che in un ACEI l'itinerario predisposto dal dirigente si blocca solo quando il treno si approssi-

./.

ma al segnale di avviso.

Abbiamo anche visto che nel CTC di Bologna,l'itinerario si forma man mano che il treno avanza.

E' chiaro che, combinando opportunamente i due concetti, si potrebbe facilmente ottenere che sia il treno a comandare, approssimandosi ai segnali, la formazione (anzichè il solo bloccamento) dell'itinerario e che poi faccia svilup pare man mano l'itinerario davanti a sè.

Un tale sistema, ovviamente subordinato, per i distanziamenti, ad un impianto di blocco automatico, potrebbe portare addirittura all'abolizione del personale che, da terra, provvede alla circolazione dei treni.

Per ottenere ciò sarebbe però indispensabile che ogni treno sia posto in grado di segnalare all'impianto a ter ra non solo il suo avvicinarsi al segnale ma anche la strada che esso deve seguire. Solo cosi l'impianto a terra sarebbe posto in grado di conoscere, ad esempio in corrispondenza di bivi,quale itinerario deve essere composto.

Occorrerebbe in altre parole che l'impianto a terra fosse in grado di "identificare" il treno.

Una tale identificazione è oggi già senz'altro possibile adottando all'inverso il sistema di ripetizione puntiforme, di cui abbiamo già parlato, dei segnali in macchina.

Se infatti noi montiamo le bobine inerti a bordo, anzichè sui segnali, e le accordiamo, adattando le capacità, su di una frequenza che, secondo una tebella prestabilita serve ad indicare il tipo del treno e la strada che esso deve percorrere, è chiaro che in un dispositivo emittante ricevente e selezionatore posto a terra (analogo a quello posto sul locomotore nel caso di ripetizione in macchina) si può ottene-

./.

re l'eccitazione del relè corrispondente al tipo del treno ed al percorso che esso deve compiere.

Un dispositivo di questo genere, detto "Identra" è già in uso in America sulle linee tra New York e Long Island e serve per costituire automaticamente, a seconda del treno che avanza, gli itinerari negli ACEI di alcuni bivi. Esso viene usato anche per dare automaticamente preavvisi ai viaggiatori in attesa nelle stazioni.

- Cenni sulla circolazione automatica

Dopo l'abolizione dei dirigenti al movimento, di cui abbiamo parlato al punto precedente, l'ulteriore passo possibile verso la completa automazione di un servizio ferroviario è quella della abolizione dei macchinisti.

Si creerebbe con ciò quella che in America va sotto il nome di Automatic Train Operation (A.T.O.).

Un treno in A.T.O. già funziona sulla metropolitana di New York e precisamente tra le stazioni di Times Square e Grand Central.

Si tratta di un caso alquanto semplice perchè è un solo treno che percorre, a navetta e cioè a va e vieni, un tratto di linea di poco più di un chilometro.

Il sistema funziona a mezzo di un apparecchio programmatore, con programma registrato su nastro forato, che comanda ad orario le partenze dalle due stazioni terminali. Il nastro del programmatore può essere cambiato per tener conto delle differenze di intensità di traffico nei giorni normali, in quelli prefestivi ed in quelli festivi.

Gli ordini al treno vengono dati attraverso il blocco a correnti codificate. Con funzionamento completamente automatico si accende, all'ora della partenza, un segnale

./.

per il pubblico e poco dopo avviene la chiusura automatica delle porte del treno, treno che è costituito da due elettromotrici accoppiate. Avvenuta la chiusura delle porte il treno parte, accelera, percorre un tratto a velocità costante, decelera, si ferma e riapre le sue porte. Dopo un certo tempo stabilito in base al programma contenuto nel programmatore il treno ripete tutte le operazioni per la marcia in senso inverso.

Nel Canadà esiste poi una intera ferrovia, con quattro treni, che funziona in A.T.O.

E' una ferrovia, a sempliee binario, utilizzata per trasporto di minerali, che è esercitata con quattro treni costituiti da locomotore Diesel e da 18 carri. La linea è lunga circa 20 chilometri ed è dotata di una stazione intermedia di incrocio.

Le cose sono disposte in modo che:

- un treno sia sotto carico nella stazione donde parte il materiale. Anche il caricamento è automatico e, per esso, è automatizzato anche l'avanzamento, carro per carro, sotto la tramoggia ed il dispositivo di "pronto" quando l'ultimo carro è stato caricato
- due treni siano in marcia tra le due stazioni estreme ed effettuino un regolare incrocio nella stazione intermedia
- un quarto treno sia sotto scarico nella stazione di arrivo del minerale.

Anche qui i comandi al treno vengono dati attraverso il sistema delle correnti codificate immesse sul binario. Non esiste però programmatore e le singole operazioni si susseguono"a ciclo" nel senso che l'inizio di ogni operazione di un treno è subordinata alla ultimazione di altre operazioni effettuate dal treno stesso o dagli altri treni. La ferrovia,

./.

di conseguenza, una volta avviata continua indefinitivamente a camminare compiendo una indefinita serie di cicli fino a tanto che non interviene qualcuno a fermarla.

Si tratta di esperimenti di estrema importanza che vengono seguiti con particolare attenzione dalle nostre ferrovie e ciò anche se non sembra ancora vicino al momento in cui potrà essere opportuno adottare in Italia un tale tipo di tecniche dei trasporti.

o

o o

Nel congedarci, a corso ultimato, dai nostri giovani allievi ci è gradito rivolgere loro un cordialissimo augurio di brillante vita professionale.

Ci auguriamo che la conoscenza acquisita sui nostri impianti e sui nostri problemi possa invogliare gli allievi ad intraprendere la carriera ferroviaria.

Per coloro che intraprenderanno questa strada, siamo sicuri che il corso seguito faciliterà gli ulteriori studi che durante la vita ferroviaria saranno indispensabili per approfondire, nel campo di specifica attività che verrà assegnato, la conoscenza dei complessi impianti di cui, nei limiti di tempo assegnatici, non abbiamo potuto che dare una panoramica conoscenza.

I N D I C E

Cap. I° = Introduzione

- Il sistema di trasporto pag. 1

Cap.II° = Corpo stradale

- Caratteristiche " 14
- Profili e planimetrie " 20
- Corpo stradale e piattaforma stradale " 21
- Opere d'arte " 25

Cap.III° = Armamento

A - Il binario

- Parti costituenti " 30
- Massicciata " 30
- Traverse " 35
- Rotaie " 36
- Attacchi delle rotaie alle traverse " 40
- Giunzioni delle rotaie " 44
- Saldatura delle rotaie " 46
- Campata massima di saldatura " 48
- Il binario nel suo complesso " 51
- Tipi di armamento " 52
- Scartamento " 53
- Curve. Sopraelevazioni " 55
- Raccordi parabolici " 57
- Raccordi nel piano verticale " 58
- Picchettazione e correzione delle curve " 59
- Inserzione di un asse in un binario di curva " 60
- Pesi per asse e passi rigidi ammessi " 61
- Sagoma limite " 62
- Franchi minimi " 63
- Intervia " 63
- Distanza minima degli ostacoli fissi " 64

./.

B - Gli apparecchi di deviazione

- Generalità pag. 65
- Lo scambio semplice " 67
- Classificazione. Tipi di scambi semplici " 75
- Velocità sui rami deviati " 78
- Ancoraggio dei deviatoi " 79
- Traversa limite " 79
- Deviatoi doppi " 80
- Comunicazioni semplici " 81
- Comunicazioni doppie " 82
- Intersezione " 83
- Deviatoi inglesi " 84
- Bivi " 86

C - La manutenzione della linea

- Organizzazione " 88
- Attrezzi per la manutenzione " 90
- Seghe, trapani, incavigliatrici " 91
- Carrelli " 92
- Circolazione dei carrelli " 94
- Gruette per il trasporto rotaie " 96
- Apparecchi per controllo binari " 96
- Regimi di manutenzione " 100
- Ripassatura sistematica del binario " 100
- Revisione generale del binario " 101
- Manutenzione meccanica dell'armamento " 103
- Risanamento della massicciata " 104
- Ricambi saltuari materiali metallici " 105
- Rinnovamento e rifacimento binari " 105

Cap. IV° = Le Stazioni

A - Generalità

- Definizioni " 106
- Classificazione delle stazioni " 107
- Criteri per lo studio di un piano di stazione " 109

./.

B - Impianti elementari per il servizio viaggiatori

- Generalità
- Fabbricati viaggiatori pag. 115
- Marciapiedi " 118
- Pensiline " 120
- Sottopassaggi " 121
- Ricoveri per viaggiatori " 121
- Binari di deposito, composizione e pulizia " 122

C - Impianti elementari per il servizio merci

- Generalità " 122
- Piani caricatori " 125
- Piani caricatori coperti " 129
- Piani caricatori di trasbordo " 129
- Piani caricatori per bestiame " 129
- Piani caricatori militari " 130
- Magazzini merci " 130
- Binari di carico e scarico diretto " 132
- Binari di deposito e manovra " 132
- Stadere " 133
- Gru " 134

D - Impianti elementari per il movimento treni e manovre

- Generalità " 135
- Binari di incrocio " 135
- Binari di precedenza " 136
- Fasci di binari ed aste di manovre " 140

E - Impianti di formazione, riordino e smistamento

- Impianti di formazione " 143
- Impianti di riordino " 143
- Impianti di smistamento " 144
- Caratteristiche tecniche di un impianto di smistamento a gravità " 148

./.

F - Impianti speciali

- Generalità pag. 159
- Innesti ed allacciamenti.Stazioni comuni e allacciate " 160
- Binari di raccordi di stabilimenti industriali " 161
- Accessi speciali. Carico e scarico in punto determinato " 162
- Impianti nei porti (cenni) " 163
- Invasature di approdo navi traghetto " 164

G - Dispositivi d'assieme delle stazioni

- Generalità " 165
- Fermate " 166
- Piccole stazioni " 166
- Stazioni medie " 168
- Stazioni di diramazione " 168
- Sistemazione ferroviaria dei grandi centri " 169
- Grandi stazioni di testa per viaggiatori " 172
- Grandi stazioni merci " 173
- Stazioni speciali " 175

Cap. V° = Impianti del Servizio Trazione

A - Depositi locomotive e rimesse

- Depositi locomotive " 176
- Rimesse " 185
- Posti di rifornimento acqua " 186

B - Squadre Rialzo ed Officine Riparazioni

- Squadre Rialzo " 187
- Posti di verifica " 190
- Officine " 191

Cap. VI°= Elettrificazione delle linee ferroviarie

A - Generalità

- Motivi che consigliano l'elettrificazione di una linea " 196

./.

B - Produzione e trasporto dell'energia elettrica

- Produzione dell'energia elettrica pag. 200
- Condutture primarie " 205
- Calcolo elettrico e meccanico dei conduttori " 210

C - Sistemi di elettrificazione ferroviari

- Descrizione e confronto dei vari sistemi " 215

D - L'alimentazione delle linee di contatto

- Generalità " 223
- Numero ed ubicazione delle sottostazioni " 224
- Cadute di potenziale nelle sottostazioni " 226
- Cadute di potenziale nella linea di contatto " 227

E - Le sottostazioni

- Sottostazioni a corrente continua 3 kV " 238
- Sottostazioni ambulanti " 261
- Nuove tecniche di conversione " 263
- Esercizio delle sottostazioni " 264
- Telecomando delle sottostazioni " 270

F - La linea di contatto

- Generalità " 271
- Schemi elettrici " 272
- Particolari costruttivi " 279
- Manutenzione delle linee di contatto " 297

Cap. VII° = Impianti di sicurezza e segnalamento

A - Generalità

- Concetti fondamentali " 300

B - La circolazione in piena linea

- Circolazione in piena linea in assenza di impianti di sicurezza " 305

./.

- Miglioramenti introdotti nella circolazione con l'adozione di segnali. Concetti funzionali cui deve rispondere un segnale. Tipi di segnali. pag. 314

- Sistemi per l'accertamento automatico della presenza o del passaggio di un treno. Circuiti di binario. Relè. Pedali. " 333

- Blocco semiautomatico " 354

- Blocco automatico " 364

- Ripetizione in macchina dei segnali " 371

- I passaggi a livello " 377

C - La circolazione nelle stazioni

- Generalità " 382

- Assicurazione dei deviatoi. Permascambi. Serrature centrali " 383

- Manovra centralizzata dei deviatoi " 389

- Manovra centralizzata dei segnali " 397

- Altri enti di piazzale ed altri tipi di leve " 400

- Collegamenti tra le leve. Apparati centrali elettrici " 401

- Apparati centrali ad itinerari " 405

D - Il comando centralizzato del traffico

- Cenni sugli impianti di C.T.C. " 409

E - La circolazione automatica

- Dispositivi di identificazione dei treni " 413

- Cenni sulla circolazione automatica " 415

Tipo 3

MINISTERO DEI TRASPORTI
FERROVIE DELLO STATO
DIREZIONE GENERALE

SERVIZIO IMPIANTI ELETTRICI

5

Roma, lì 5 AGO 1963 195

N. I.E/DC/M/ 60350

Al N. ..... del .....

5.2

OGGETTO

Invio pubblicazioni.

SERVIZIO AFFARI GENERALI

S E D E

Per l'eventuale raccolta nella biblioteca di codesto Servizio, si inviano n°2 copie degli"Appunti delle lezioni tenute dall'ing. Lucio Mayer presso la Scuola d'Ingegneria di Napoli" nell'anno accademico 1962-1963.

SERVIZIO AFFARI GENERALI
★ -5 AGO. 1963 ★
All. 33041

IL DIRETTORE DEL SERVIZIO

Mayer

1 copia trattenuta
alla Doc per repertorio 9
6/8

9244 Tipo-Lito F. S. - Roma 7-1955