Sistemi di trasporto a guida vincolata

Impianti di Segnalamento, Automazione, Telecomunicazioni

Impianti di Sicurezza e Segnalamento
Impianti automazione Traffico

NORMA ITALIANA **Sistemi di trasporto a guida vincolata (ferrovia, metropolitana, metropolitana leggera, tranvia veloce e tranvia)** **UNI 8379**

In base alla normativa
UNI 8379
vengono definiti e classificati diversi sistemi di trasporto su rotaia. *Distinguendo, in base al grado di separazione dal traffico su gomma, velocità, portata commerciale.*

TERMINI E DEFINIZIONI

ferrovia: Sistema di trasporto per persone e/o cose, anche per lunghe distanze e per elevati livelli di traffico, mediante veicoli automotori, veicoli rimorchiati e motrici, a guida vincolata, in sede propria, con circolazione regolata da segnali.

metropolitana: Sistema di trasporto rapido di massa, di elevata portata e frequenza nell'ambito delle conurbazioni, costituito da veicoli automotori o rimorchiati dai medesimi, a guida vincolata, con circolazione regolata da segnali e completamente autonoma da qualsiasi altro tipo di traffico.

metropolitana leggera: Sistema di trasporto rapido di massa che mantiene le caratteristiche della metropolitana di cui al precedente punto 2.2 ad eccezione della portata oraria, che risulta ridotta a causa della limitata capacità dei convogli per ridotte dimensioni dei veicoli e/o per ridotta composizione.

tranvia: Sistema di trasporto per persone negli agglomerati urbani costituito da veicoli automotori o rimorchiati dai medesimi, a guida vincolata, in genere su strade ordinarie e quindi soggetto al Codice della Strada, con circolazione a vista.

tranvia veloce (metrotranvia): Sistema di trasporto che mantiene le caratteristiche della tranvia di cui al precedente punto 2.4, con possibili realizzazioni anche in tratte suburbane, ma che consente velocità commerciali e portate superiori grazie ad adeguati provvedimenti (per esempio delimitazioni laterali della sede, riduzione del numero di attraversamenti, semaforizzazione degli attraversamenti con priorità per il sistema, ecc.), atti a ridurre le interferenze del sistema con il restante traffico veicolare e pedonale. Essendo questo sistema la soluzione tecnologicamente evoluta del precedente, possono esistere sistemi misti (tranvia-tranvia veloce) composti da tratte di linea funzionalmente concepite con riferimento ai due sistemi. Le tratte di linea afferenti alle diverse tipologie di sistema mantengono le caratteristiche rispettivamente previste e di conseguenza il sistema di trasporto sarà costituito in parte da tranvia ed in parte da tranvia veloce.

Parametri caratteristici per metropolitana, metropolitana leggera, tranvia e tranvia veloce.

	Portata potenziale minima per senso di marcia[1] (posti/h)	Distanziamento[1] (min)	Capacità convoglio[1] (passeggeri)[2]	Distanza media fra le stazioni (m)	Incarrozzamento a livello	Velocità commerciale[1] (km/h)	Lunghezza max. convoglio[3] (m)
Metropolitana	24 000	3	1 200	600 - 1 000	SI	25	150
Metropolitana leggera	8 000	3	400 oppure 200[4]	500 - 800	SI	25	80
Tranvia veloce[5]	2 700	4	180	350 - 500	Eventuale	15	60
Tranvia	1 000	10	180	200 - 350	Eventuale	10	30

1) Prestazioni potenziali minime in condizioni di massima domanda di trasporto (ora di punta).
2) Posti in piedi calcolati sulla base di 6 passeggeri/m^2.
3) Tale parametro influenza le dimensioni delle infrastrutture di fermata o di stazione.
4) Valore idoneo per sistemi con distanziamento di 90 s (per esempio automazione integrale).
5) È opportuno limitare il numero di attraversamenti di vario tipo (vedere prospetto A.I) mediamente a non più di 3 al km (in tale conteggio possono essere esclusi gli attraversamenti dotati di barriere mobili - vedere A.2.3 d).

Sicurezza/regolarità - Operatività - Supervisione della CIRCOLAZIONE

	Sicurezza, regolarità (A.3.1)			Operatività (A.3.2)			Supervisione (A.3.3)			
	A.3.1.1	A.3.1.2	A.3.1.3	A.3.2.1	A.3.2.2	A.3.2.3	A.3.3.1	A.3.3.2	A.3.3.3	A.3.3.4
Ferrovia	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI
Metropolitana	NO	NO	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI
Metro leggera	NO	NO	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI
Tranvia veloce	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
Tranvia	SI	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI

A3.1.1 Segnaletica del Codice della Strada (comprende anche semaforo).
A3.1.2 **Segnalamento al conducente**, ad aspetti variabili (per esempio segnalamento ferroviario di linea, di stazione, blocco manuale/semiautomatico/automatico, ripetizione a bordo dei segnali, ecc.).
A3.1.3 Segnalamento al conducente, come A.3.1.2, e con intervento automatico delle protezioni sul convoglio (per esempio sistema ATP, ecc.).
A3.2.1 Marcia attuata dal conducente a vista.
A3.2.2 Marcia attuata dal conducente ed assistita dal **sistema di segnalamento di terra e/o di bordo**.
A3.2.3 Marcia automatica con o senza conducente a bordo (per esempio sistema ATO).
A3.3.1 Assenza di supervisione centralizzata.
A3.3.2 Supervisione centralizzata con indicazione della posizione dei convogli in circolazione.
A3.3.3 Come A.3.3.2 e con comunicazioni bidirezionali fra posto di controllo centralizzato e conducente.
A3.3.4 Come A.3.3.3 e con comunicazioni dal posto di controllo centralizzato (o conducente) agli utenti.

Regolamento di Esercizio Tranviario

IN UN SISTEMA TRANVIARIO E METROTRAMVIARIO

Il Regolamento di Esercizio è:

- ✓ basato sul principio della **marcia a vista** (In genere in sede promiscua con transito intersezioni con le vie di flusso di altri veicoli e dei pedoni)
- ✓ regolato da **tabelle orarie** (per cadenzamento nella marcia, le partenze dai capolinea, dalle fermate, dai tronchini, etc.). In taluni casi, soprattutto per metrotranvie è prevista la ***regolazione della marcia da sistema centralizzato***.

A3.1.2 Segnalamento al conducente, ad aspetti variabili (per esempio segnalamento ferroviario di linea, di stazione, blocco manuale/semiautomatico/automatico, ripetizione a bordo dei segnali, ecc.).

L'impianto di Segnalamento in un sistema METROTRANVIARIO assicura con comando/controllo i transiti in tratti SPECIFICI:

- ✓ zone di **manovra** (capolinea o bivi);
- ✓ zone a **scarsa visibilità** (tunnel, sottopassi o curve);
- ✓ tratti di circolazione **banalizzata**;
- ✓ **intersezioni** con viabilità ordinaria/altre linee tranviarie.

Più in generale i sistemi di supervisione consentono anche:

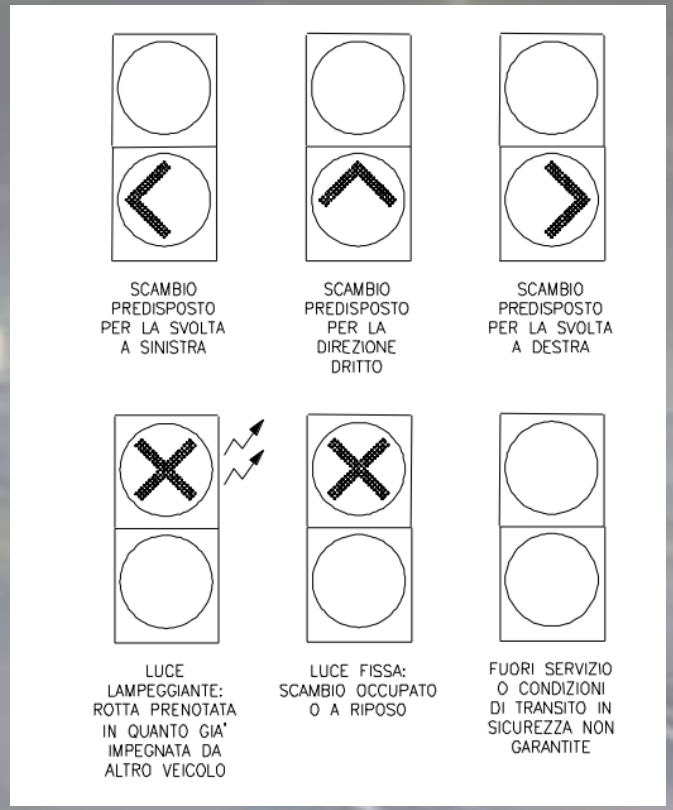
- ✓ localizzazione dei veicoli
- ✓ regolazione della marcia;
- ✓ priorità semaforica.

SEGNALAMENTO di LINEA

IN UN SISTEMA TRANVIARIO E METROTRAMVIARIO

..attua la sequenza di fasi che consentono l'esercizio tranviario, ad es:

- *il rilevamento dei convogli sui c.d.b.;*
- *la ricezione delle richieste di attuazione;*
- *la prenotazione delle richieste;*
- *il controllo e predisposizione dei segnali di protezione scambi;*
- *la verifica delle rotte;*
- *il blocco delle rotte incompatibili/interferenti;*
- *la manovra dei deviatoi;*
- *l'attuazione sequenziale delle rotte richieste;*



I semafori per i tram hanno luci con segnali luminosi a forma di barra bianca su fondo nero, diverse da quelle per gli altri veicoli.

METROPOLITANE

METROPOLITANE PESANTE/LEGGERA

Il mondo delle Metropolitane è caratterizzato dalla minore presenza di STANDARD tecnici rispetto a quello ferroviario, ogni metropolitana ha delle sue peculiarità connesse, non ultimo con le soluzioni tecnologiche specifiche e con il periodo di costruzione, etc. L'armonizzazione è un processo lungo e, spesso fortemente, diseconomico. Tuttavia è possibile schematizzare diversi tipi di metropolitane in funzione di alcune specificità ad esempio:

In base alla portata, alla frequenza delle corse e al tipo di rotabile si distinguono:

- **metropolitana pesante (RRT)**
- **metropolitana leggera (LRT)**

In base al tipo di tecnologia utilizzata si possono distinguere:

- metropolitana a guida automatica (ATO)
- metropolitana con conducente

In base alle caratteristiche infrastrutturali si distinguono:

- metropolitane su rotaie di tipo tradizionale
- metropolitana su gomma
- metropolitana sospesa
- metropolitana sopraelevata

La metropolitana pesante (o classica) è un sistema di trasporto rapido di massa, di alta capacità e frequenza in ambito urbano, costituito da veicoli automotori o mossi da veicoli automotori circolanti su rotaia, ovvero con altra guida vincolante e completamente separata da qualsiasi tipo di traffico, con regime di circolazione regolata da un sistema di segnalamento di tipo ferroviario.

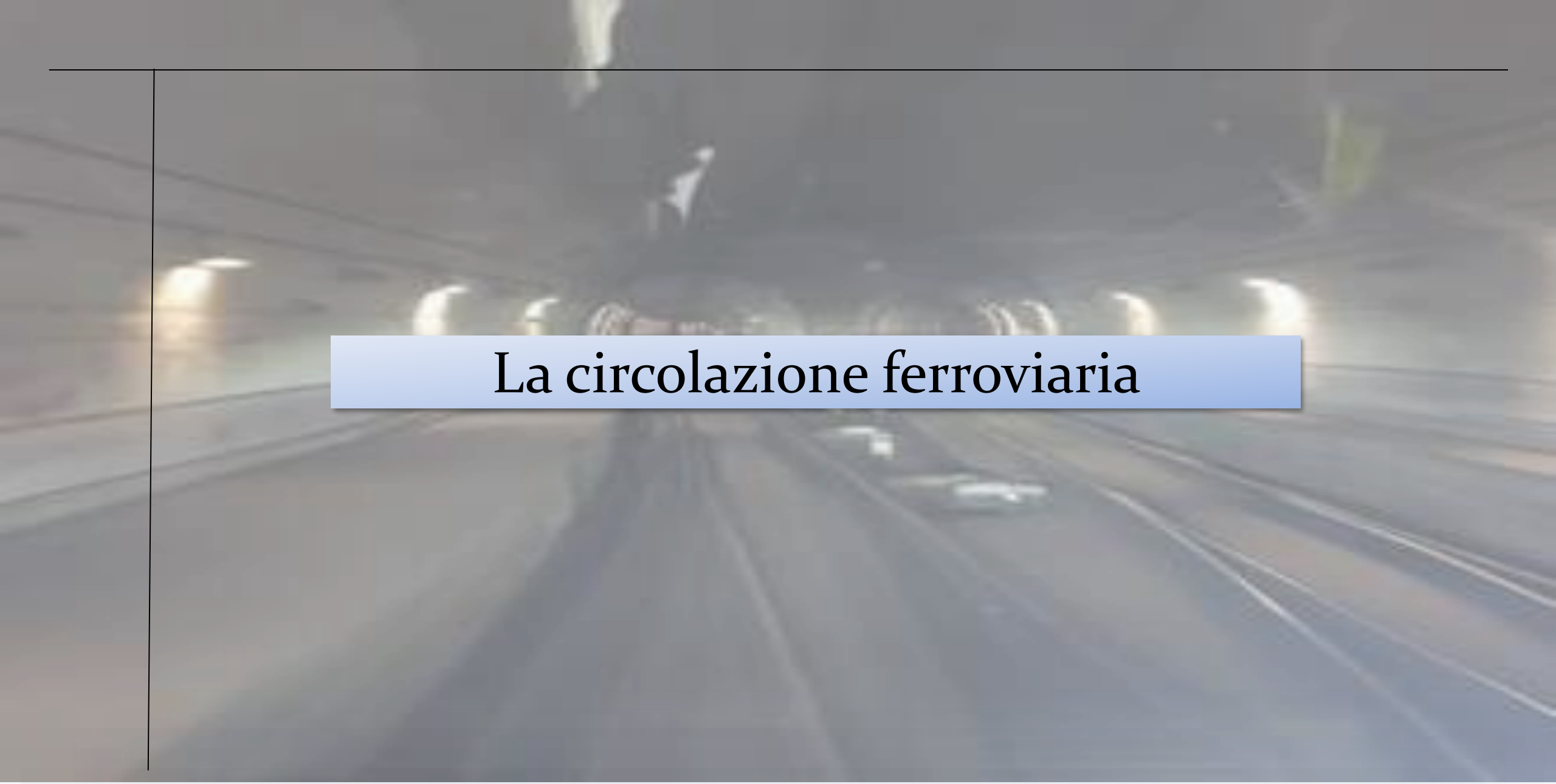
SOTTOSISTEMI STRUTTURALI

INFRASTRUTTURA Le strade ferrate, l'insieme dei binari, le opere di ingegneria (ponti, gallerie, ecc.), le relative infrastrutture nelle stazioni (marciapiedi, zone di accesso, tenendo presenti le esigenze delle persone a mobilità ridotta, ecc.), le apparecchiature di sicurezza e di protezione.
ENERGIA

COMANDO CONTROLLO E SEGNALAMENTO Tutte le apparecchiature necessarie per garantire la sicurezza, il comando ed il controllo della circolazione dei treni autorizzati a circolare sulla rete

ENERGIA Il sistema di elettrificazione incluso il materiale aereo e le parti caricate a bordo delle apparecchiature di misurazione dei consumi elettrici

MATERIALE ROTABILE La struttura, il sistema di comando e controllo dell'insieme delle apparecchiature del treno, i dispositivi di captazione di corrente elettrica, le apparecchiature di trazione e di trasformazione dell'energia, l'apparecchiatura di bordo per la misurazione del consumo di energia elettrica, di frenatura, di agganciamento, gli organi di rotolamento (carrelli, assi) e la sospensione, le porte, le interfacce persona/macchina), i dispositivi di sicurezza passivi o attivi, etc.

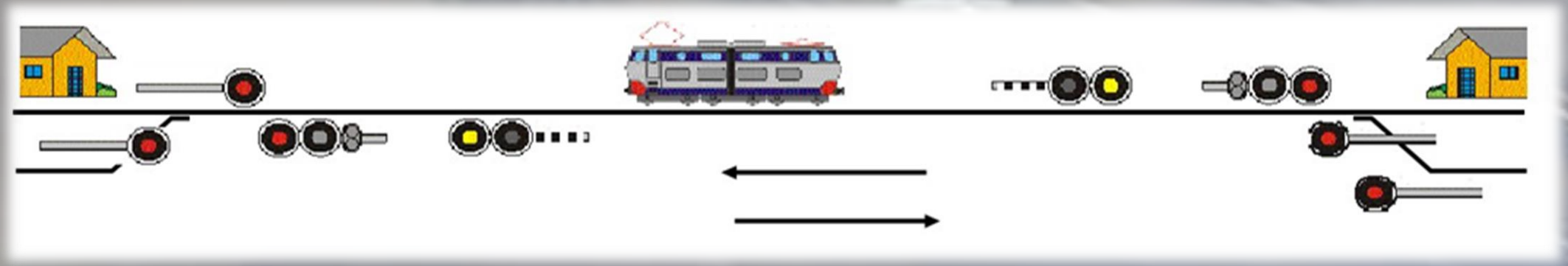


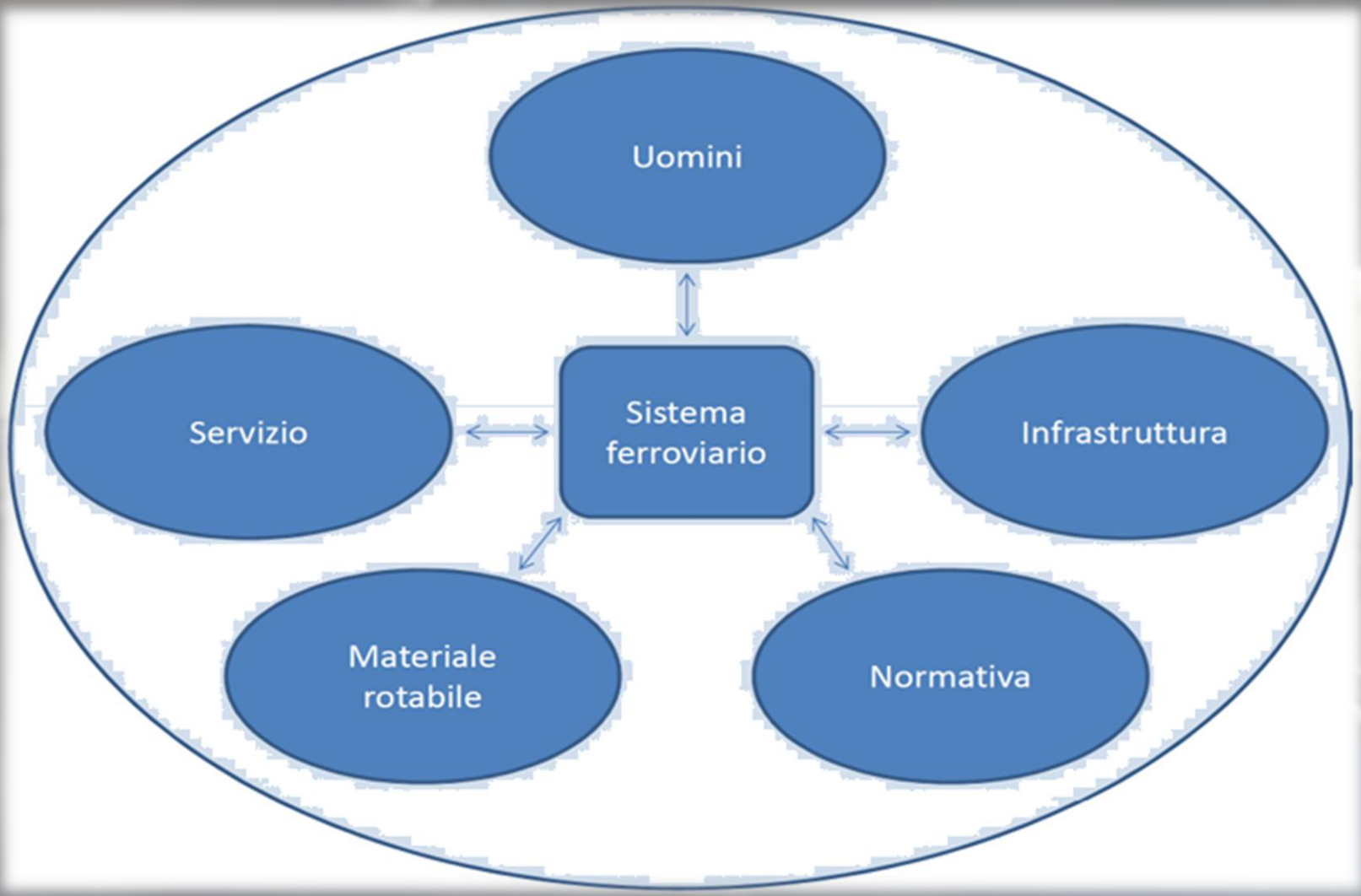
La circolazione ferroviaria

Cenni di circolazione ferroviaria

Si riferisce all'organizzazione tecnico-normativa e degli **impianti** che assicurano la regolare marcia dei treni

Esempio «limite»: La circolazione ferroviaria varia significativamente se si svolge su linee a uno o più binari, Le linee a **semplice binario (!!)** sono attrezzate per la circolazione dei treni **nei due sensi sull'unica sede** disponibile....




Uomini
Servizio
Sistema ferroviario
Infrastruttura
Materiale rotabile
Normativa

Tracciato Ferroviario (richiami)

Il profilo plano-altimetrico comprende:

- **il tracciato planimetrico,** in genere in scala 1:10.000, con indicazione di ponti, strade, fabbricati, gallerie etc.. etc.. con le relative progressive chilometriche in retta o in curva.
- **Il tracciato altimetrico** (profilo vero e proprio) in genere in scala delle altezze 1:500 dove si rilevano le tratte in ascesa, discesa ed in orizzontale.

- ✓ **Scartamento**: distanza fra bordi interni delle rotaie, che per la rete nazionale e le linee interconnesse è di **1435 mm** e può variare per le linee isolate e TGV.
- ✓ **Intervia**: sulle linee a doppio binario l'intervia è la distanza fra i bordi interni delle due rotaie interne.
- ✓ **Interasse**: è la distanza fra gli assi dei due binari adiacenti.

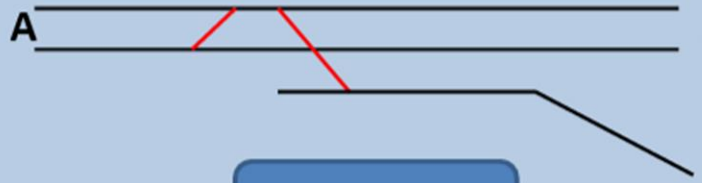
Sono dispositivi che, posizionati nella confluenza fra due o più binari, consentono il loro collegamento o l'attraversamento di un binario intersecante

In genere gli apparecchi del binario si trovano in stazione e negli scali



F.V.

Ma possono essere presenti anche in linea



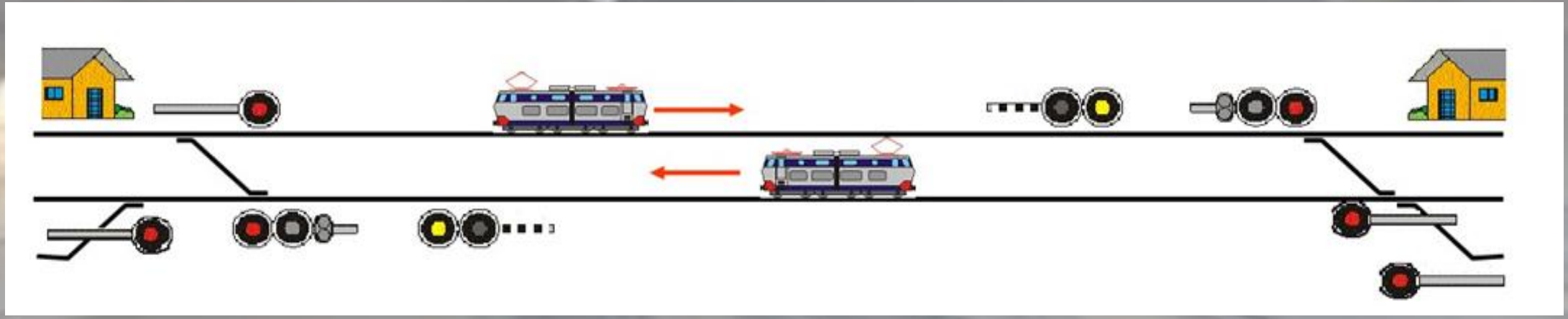
BIVI



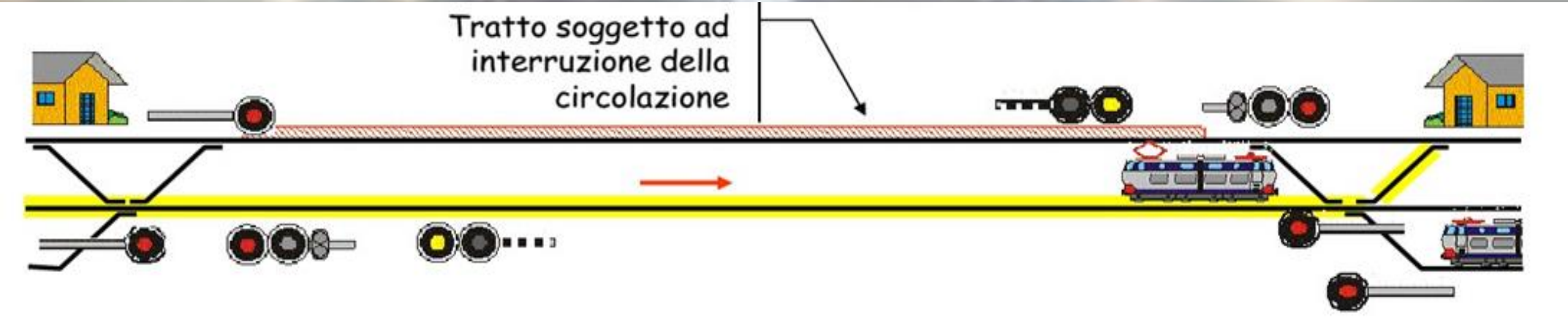
POSTI DI COMUNICAZIONE

Linee a doppio binario…

Sulle linee a doppio binario i treni percorrono **normalmente** il binario di **sinistra** e si dice che viaggiano sul binario **legale**

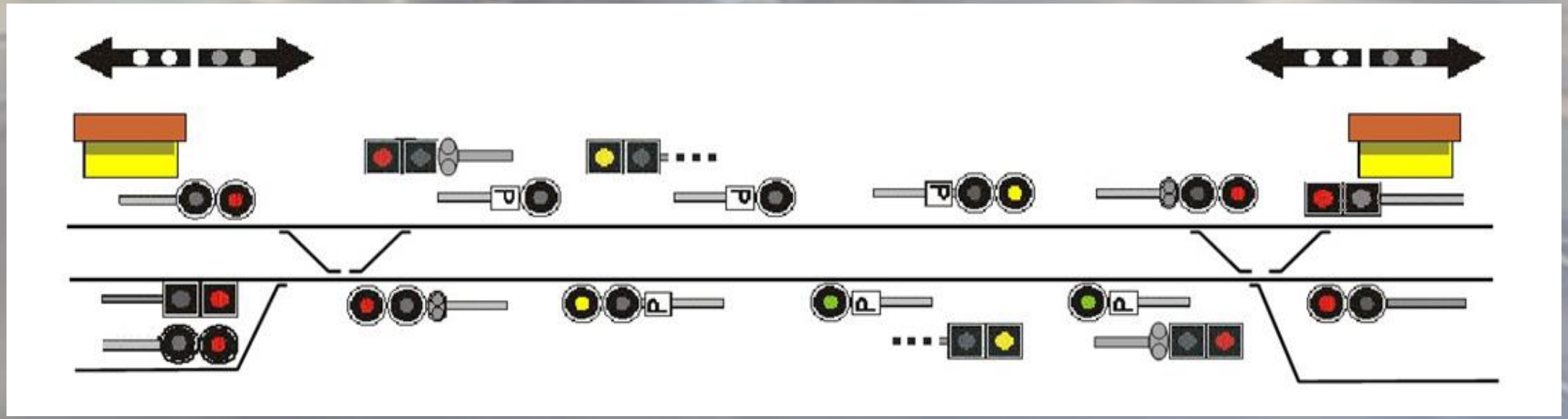


Quando i treni percorrono eccezionalmente il binario di destra
si dice che viaggiano sul binario **illegale**

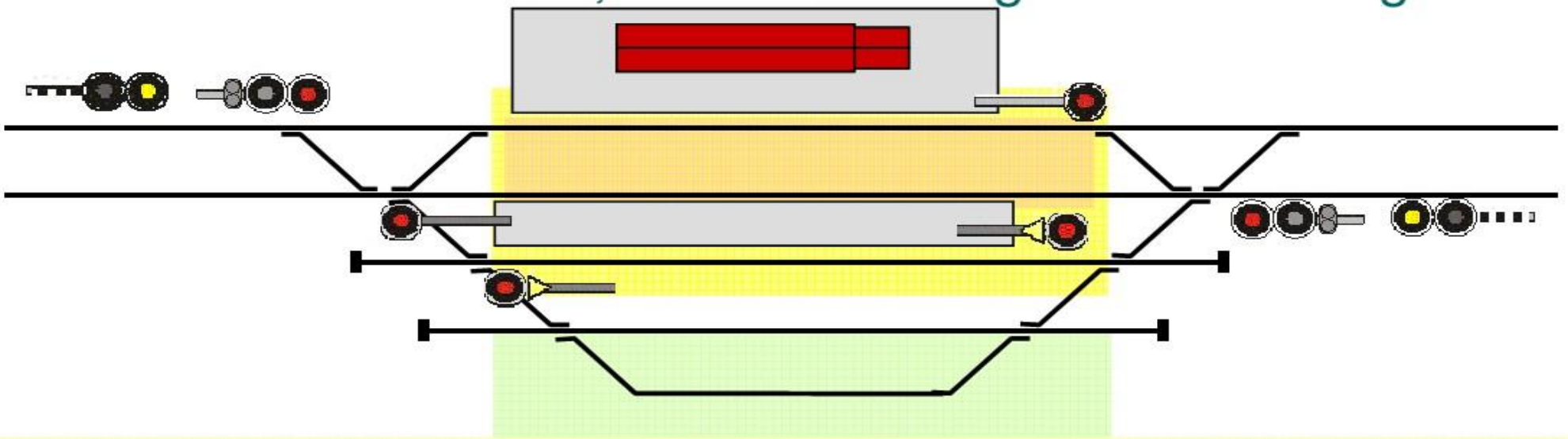


Il binario illegale non è attrezzato per la circolazione
dei treni in quel senso di marcia

Su una linea a doppio binario quando entrambi i binari sono attrezzati per la circolazione dei treni in **entrambi i sensi su ciascun binario**, si dice che la linea è **banalizzata**



Nell'ambito delle Stazioni, i binari si distinguono come segue:



- **Binari di circolazione**: binari adibiti all'arrivo, alla partenza o al transito dei treni
- **Binari secondari**: non adibiti al movimento dei treni ma alle manovre
- **Binari di corsa**: binari di circolazione che sono la diretta prosecuzione dei binari di linea nell'ambito della stazione. Tali binari, generalmente di più corretto tracciato, sono quelli utilizzati di regola per il transito dei treni senza fermata

Cenni -I sistemi di esercizio

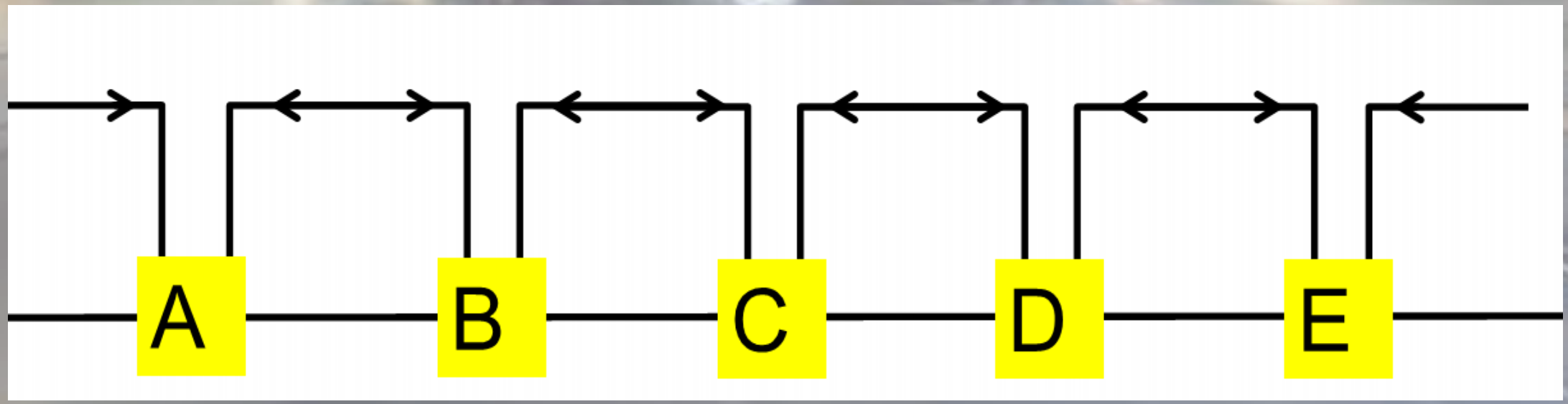
Si dice **sistema di esercizio d'una linea ferroviaria il tipo di organizzazione della gestione della circolazione...innanzitutto l'organizzazione della dirigenza della circolazione**.

In base alle varie **tecnologie** con cui sono attrezzate le linee e le stazioni, vengono adottati diversi **modelli organizzativi di gestione della circolazione** e del traffico ferroviario, denominati:

sistemi di esercizio.

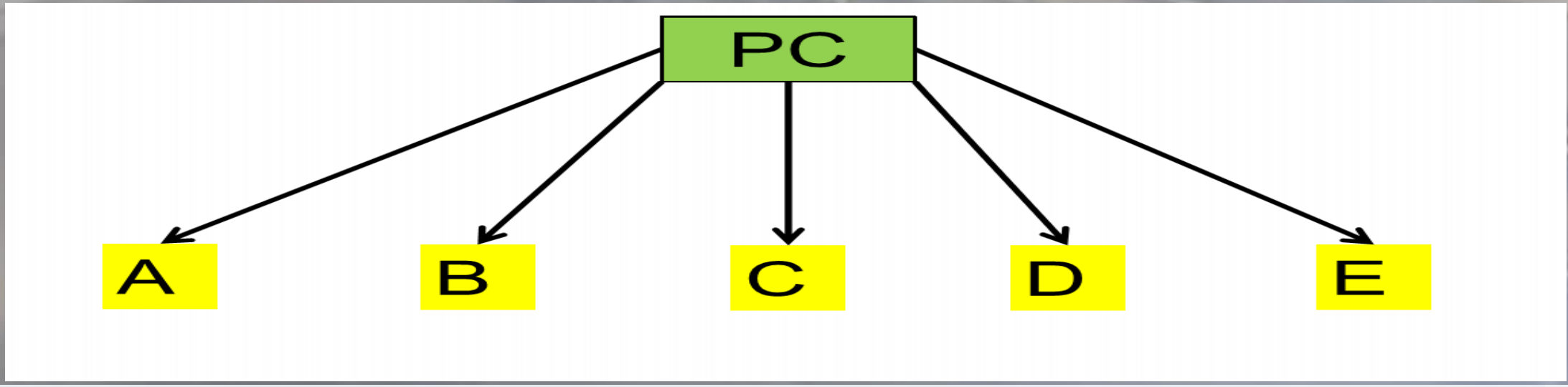
Dirigenza Locale

In questo sistema di esercizio la circolazione è gestita direttamente dai Regolatori della Circolazione (Capistazione) presenti nelle stazioni, che ***hanno la responsabilità della sicurezza*** *e del coordinamento della circolazione nella stazione di loro giurisdizione e alle tratte limitrofe.*



Dirigenza Centrale

In questo sistema il coordinamento della circolazione dei treni è affidato ad un Dirigente Centrale che stabilisce tutti i provvedimenti di regolazione del traffico su tratti di linea significativi, mentre rimane ai ***Regolatori della Circolazione (Capistazione) la responsabilità della sicurezza*** *della circolazione nelle loro stazioni.*



Dirigenza Centrale Operativa CTC



In questo caso la regolazione del traffico dei treni è affidata ad un unico operatore (Dirigente Centrale Operativo) per un intero tratto di linea che dal Posto Centrale telecomanda le stazioni sulla linea, dove sono presenti **i sistemi che garantiscono la sicurezza**.

Le figure professionali

DCO – Dirigente Centrale Operatore o **Dirigente Centrale Traffico** (che opera nel Posto Centrale Operativo) dove:

- attua i programmi di esercizio previsti dal sistema di automazione;
- vigila affinché sia sempre garantita la regolarità e la sicurezza della circolazione (es. anche ricorrendo a interventi di Chiusura Urgente di banchina);
- esegue, ogni qualvolta se ne manifesti la necessità, a mezzo del telecomando, la manovra degli enti del segnalamento nelle stazioni disabilitate (con stazione disabilitata s'intende una stazione esercita nel regime impresenziato);
- qualora il caso lo richieda, dispone a via impedita con l'apposito telecomando i segnali di protezione e di partenza delle Stazioni e delle Fermate.

DM – Dirigente Movimento / Dirigente Locale

- addetto alla circolazione dei treni e delle manovre in una stazione abilitata od ad una postazione DL-ACC (per linee con sistemi di esercizio che prevedono la dirigenza centralee operativa per stazione abilitata si intende una stazione esercita nel **regime presenziato EDCO**, ossia DCO escluso).

Macchinista

- designato alla guida dei treni ed ai collegamenti RADIO/telefonici con il DCO/DM ha anche la responsabilità dell'attuazione degli ordini di quest'ultimi ed in genere degli interventi nelle stazioni anche in caso di anormalità o di emergenza.

AM - Agente della Manutenzione

- appositamente istruito, in casi particolari, possono essere devolute le incombenze previste per il personale del movimento alle dipendenze del DM/DCO, pertanto deve essere in possesso delle conoscenze normative che lo possano interessare durante lo svolgimento del proprio servizio sulla linea esercita con il sistema IS specifico (es. Abilitazioni / Formazione relative agli accertamenti, manovre deviatoi e loro assicurazione.)

AS - Agente di Stazione

- appositamente istruito è alle dipendenze del DCO/DM per il servizio deviatori, manovratori ecc.
- appositamente istruito può ricorrere a comando locale di interventi di Chiusura Urgente di banchina;

Sistema di esercizio

Il Sistema di esercizio individua la modalità di presenziamento e coordinamento del movimento treni nelle varie stazioni della linea.

- Normalmente, le stazioni sono impresenziate e telecomandate a distanza da un'unica postazione centrale. Tale sistema di esercizio (con telecomando funzionante) è quello della ***Dirigenza Centrale Operativa del Traffico*** con sede al PCO
- Il sistema di esercizio adottato in condizioni di degrado parziale o totale del sistema di telecomando corrispondente alla impossibilità di gestire uno o più posti periferici di telecomando, sarà quello della ***Dirigenza Centrale Coordinativa del Traffico*** con ***D.M. nelle stazioni presenziate.***

I Regimi di Circolazione

Regime di Circolazione dei treni

Il *regime di circolazione* dei treni da adottare per la protezione della marcia dei treni è determinato da:

1. un "***sistema di distanziamento***"
2. un "***regime di marcia»***.

Il **sistema di distanziamento** viene realizzato dagli impianti di sicurezza di terra

mentre

il **regime di marcia** viene realizzato dagli impianti di sicurezza a bordo del veicolo.

1. *Il sistema di distanziamento **normale** può essere quello del blocco elettrico automatico, con apposite sezioni di blocco definite a mezzo di circuiti di binario.*
2. *Il regime di marcia può essere **automatico** (con differenti livelli) o manuale.*

I regimi di **circolazione**

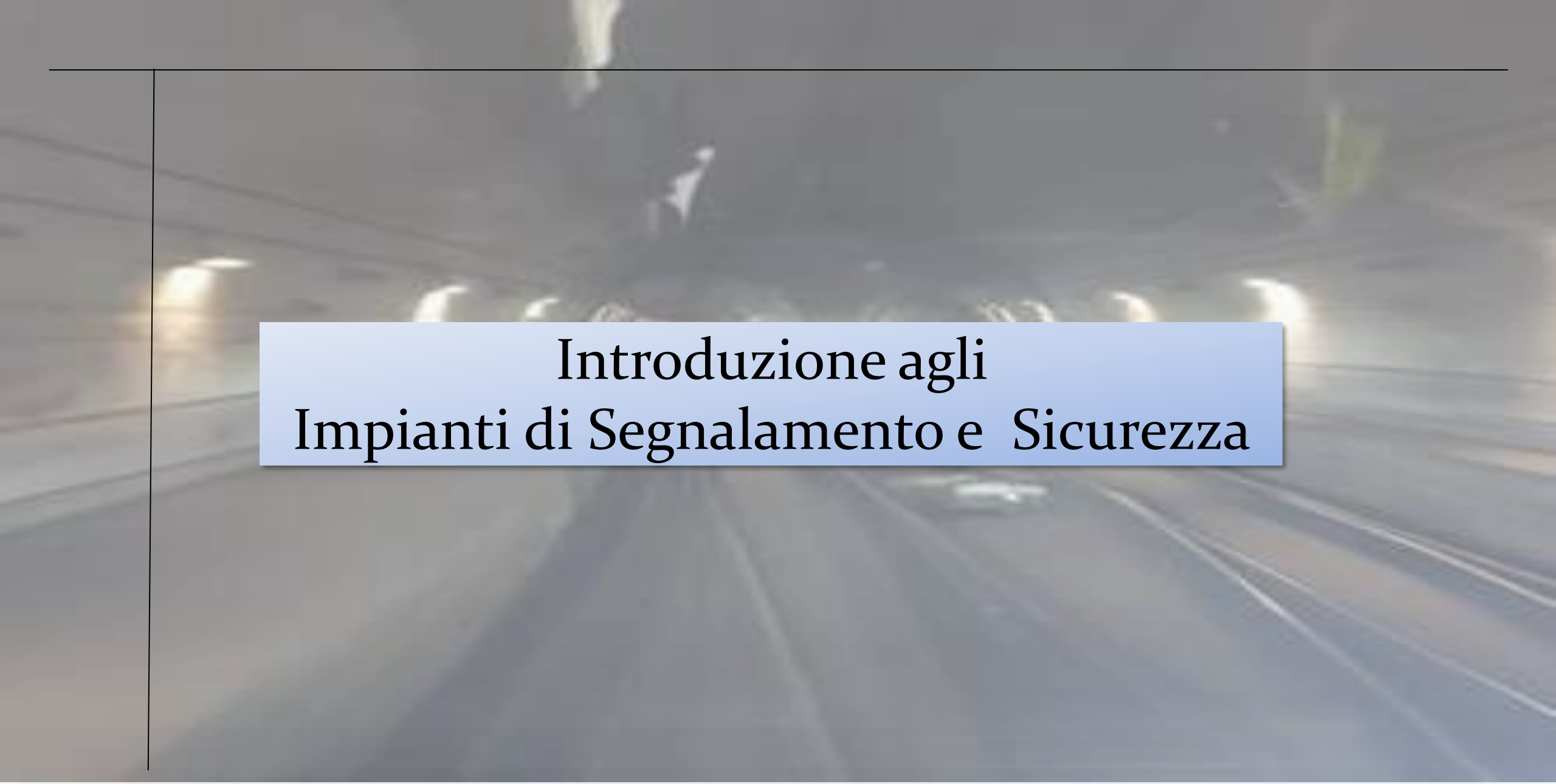
Regime di Circolazione dei treni

Sistema di distanziamento

Regime di marcia

Sottosistema di TERRA

Sottosistema di BORDO



Introduzione agli Impianti di Segnalamento e Sicurezza

Introduzione agli Impianti di Sicurezza

Come Impianto di Segnalamento e Sicurezza è da considerarsi qualsiasi sistema o tecnologia utilizzati dagli operatori del «movimento» per realizzare le condizioni di sicurezza per la circolazione ferroviaria.

Fanno parte degli impianti di Segnalamento e Sicurezza, ad esempio:

- *I segnali ed i relativi collegamenti per determinare la loro disposizione a via libera;*
- *I dispositivi di comando e controllo dei deviatoi e dei passaggi a livello;*
- *I dispositivi che controllano la libertà dei binari in stazione e lungo linea (cdb/BA)/pedali);*
- *I dispositivi che verificano le compatibilità dei movimenti (serrature meccaniche, elettriche o a logica programmata).*

Concetto di Sicurezza intrinseca

I criteri di progettazione degli impianti di segnalamento ferroviario devono rispondere a rigorosi requisiti per conseguire la così detta **sicurezza intrinseca** (in inglese «**fail safe**» ossia "**avaria in sicurezza**").

In sostanza in qualunque condizione di guasto, l'impianto deve portarsi sempre in condizioni più restrittive per la circolazione rispetto a quelle consentite in quel momento dalle condizioni di impianto con funzionamento regolare.

.

….Risposta all’errore umano…

L’impianto di segnalamento deve essere progettato anche per neutralizzare o mitigare l’effetto di possibili errori umani.

In sostanza l’impianto non deve accettare comandi dell’operatore incompatibili con lo stato di circolazione in atto o con lo stato degli enti richiesto dalla logica dell’impianto in quel momento.

Va evidenziato che in caso di guasti/degradi vari, l’operatore al movimento è costretto ad intervenire sulla circolazione senza potersi avvalere, in parte o in toto, delle prestazioni dell’impianto di sicurezza che lo salvaguarda da possibili errori. In queste situazioni (degrado impianto), la sicurezza è garantita dalla corretta applicazione della normativa e di esercizio.

..a seconda delle ***SPECIFICHE TECNOLOGIE*** si presuppone che ci sia un «*colloquio*» fra gli impianti fissi ed il treno:

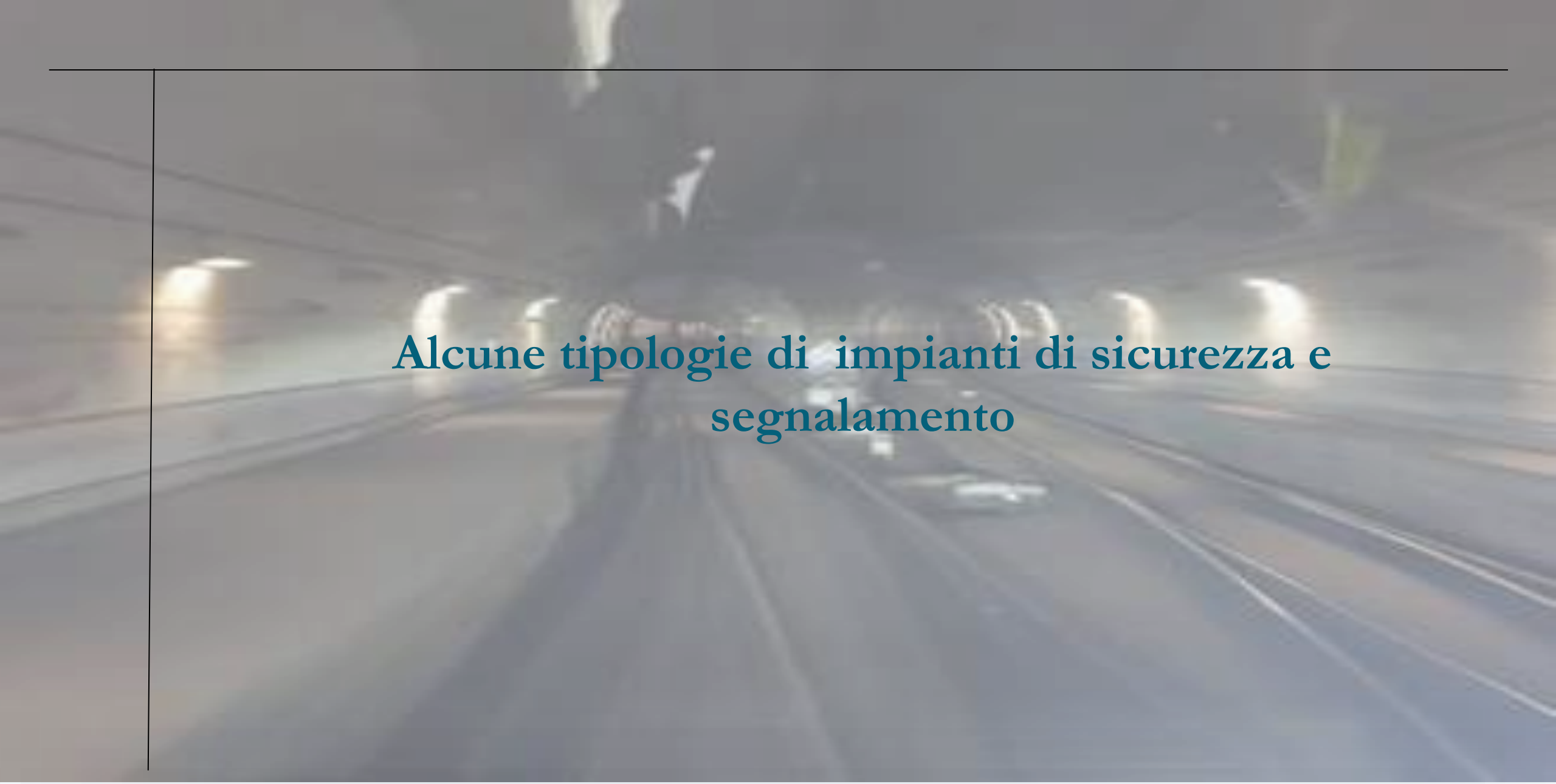
La marcia effettiva si adatta alle condizioni che i vari impianti definiscono ai fini della sicurezza: libertà del binario, aspetto dei segnali, velocità di marcia, distanze percorribili, punti singolari della linea, ecc.

Esisteranno perciò due macro sottosistemi:

- ***Sottosistema di TERRA - SST***
- ***Sottosistema di BORDO - SSB***

*Il **sotto sistema di terra**, comunemente denominato impianto di sicurezza e segnalamento ferroviario, è costituito da sistemi, dispositivi e apparecchiature installate in linea, nelle stazioni o altre località di servizio, che hanno la funzione di realizzare le condizioni di sicurezza per la circolazione dei rotabili.*

*Il **sotto sistema di bordo** è costituito dalle apparecchiature poste a bordo dei veicoli che garantiscono la marcia ed eventualmente l'arresto in sicurezza del convoglio.*



Alcune tipologie di impianti di sicurezza e segnalamento

Classificazione degli IS

APPARATI CENTRALI

IMPIANTI DI BLOCCO

IMPIANTI PER LA PROTEZIONE MARCIA TRENO

IMPIANTI PER LA GESTIONE DEL TRAFFICO

APPARATI CENTRALI

- Elettrici (in genere)
- A Leve individuali con serratura meccanica/elettrica (p.m.)
- A comandi di itinerario a leve (p.m.)
- **A comandi di itinerario a pulsanti**
- A comandi di itinerario a tabulatore
- **A logica statica - computerizzata**

ACE

ACELM/ACELE

ACELI

ACEI

ACEIT

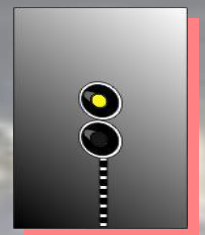
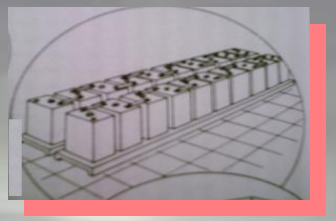
ACC

Gli apparati sono gestiti attraverso vari ***Enti***

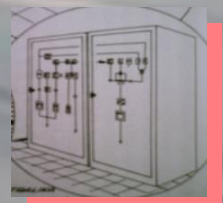
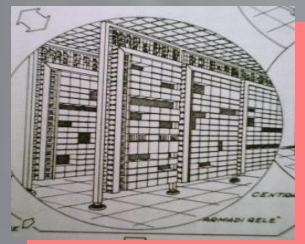
Deviatoi
Segnali
Cdb

Banco/QL

Sala relè, PP, RCE
Cavi, Centraline
etc





Gli Apparati Centrali

Gli Apparati Centrali sono impianti di segnalamento che consentono di gestire la circolazione all'interno di una stazione, realizzando:

1. il comando in sicurezza dei vari enti di piazzale (deviatoi, fermadeviatoi, scarpe fermacarro, barriere di passaggi a livello, segnali);
2. l'acquisizione del controllo di posizione ed il bloccamento dei medesimi enti, nonché i controlli di libertà/occupazione dei circuiti di binario e di compatibilità tra gli itinerari.

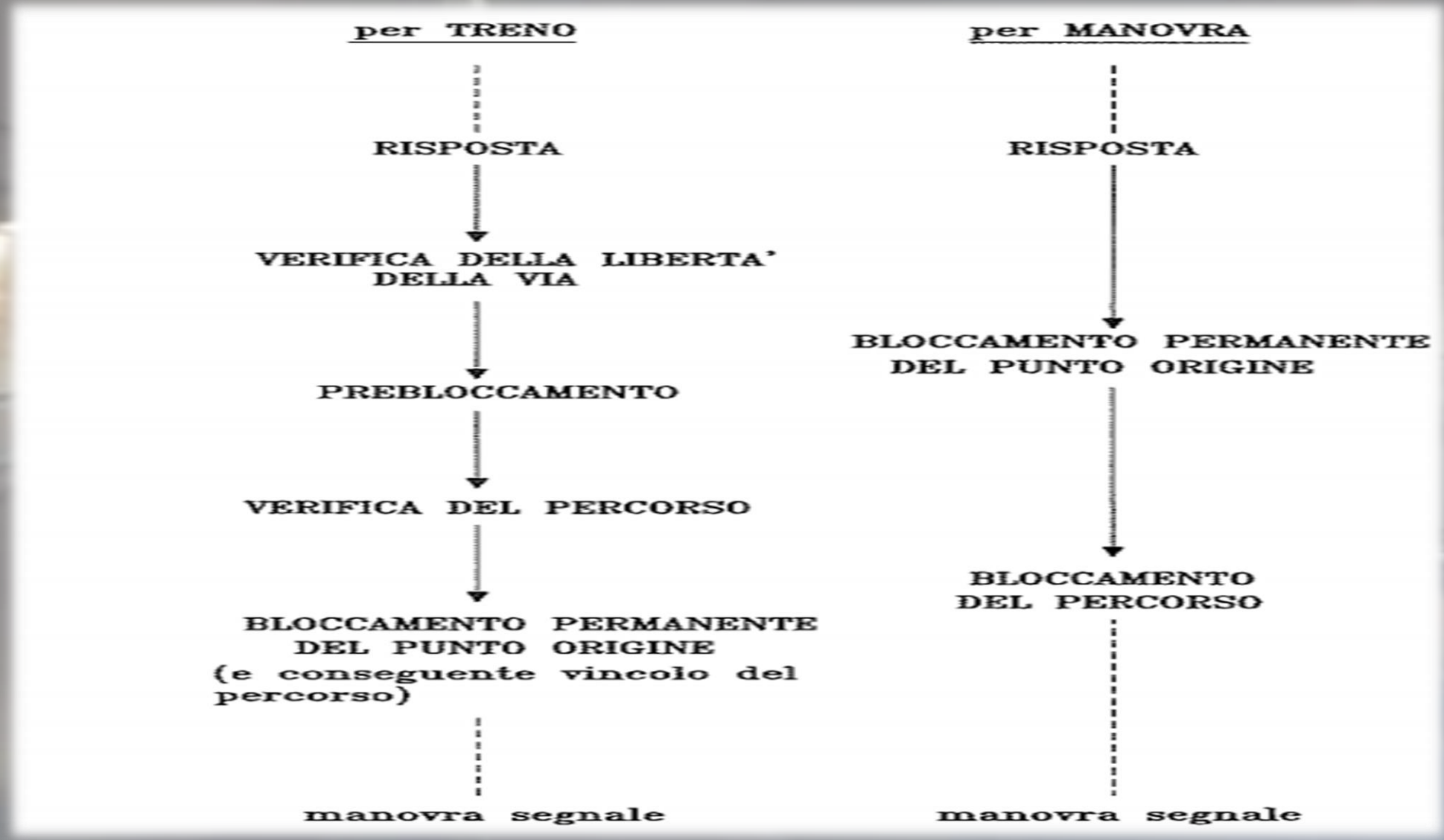
Un apparato centrale è interfacciato con gli impianti di segnalamento di linea (BEM, Bca, BA) e con gli apparati di chiusura dei passaggi a livello per acquisire i controlli necessari all'apertura dei segnali di partenza.

Gli apparati di stazione: Itinerario e istradamento

L'itinerario di arrivo di un treno si estende dal segnale di I^ categoria di protezione fino al segnale di partenza se il binario di ricevimento è provvisto di distinto segnale di partenza o – in alternativa - si estende dal segnale di I^ categoria di protezione fino al primo ente (traversa limite, punta di deviatoio, paraurti di binario tronco, segnale di partenza) situato oltre il punto di normale fermata del treno, se il binario di ricevimento è privo di segnale di partenza o con segnale di partenza comune ad altri binari.

L'itinerario di partenza di un treno si estende dal binario di ricevimento o di stazionamento fino alla piena linea.

È denominato **istradamento** il percorso di un movimento di manovra delimitato da segnali fissi di manovra o da punti prestabiliti (picchetto limite).


per TRENO
RISPOSTA
VERIFICA DELLA LIBERTA' DELLA VIA
PREBLOCCAMENTO
VERIFICA DEL PERCORSO
BLOCCAMENTO PERMANENTE DEL PUNTO ORIGINE
(e conseguente vincolo del percorso)
manovra segnale
per MANOVRA
RISPOSTA
BLOCCAMENTO PERMANENTE DEL PUNTO ORIGINE
BLOCCAMENTO DEL PERCORSO
manovra segnale

Funzionalità di base dell'AC

- I sistemi di segnalamento ferroviario di stazione (ACEI o ACC) sono usati per pilotare in maniera sicura gli enti di piazzale in base alle richieste di percorrenza e alle condizioni del piazzale.
- La conduzione sicura dei treni è al di là delle finalità degli ACC. Questa funzione è a carico dei macchinisti o di altri sottosistemi (SSB).
- Gli ACC operano sugli attuatori di piazzale in base alle richieste di percorrenza inoltrate da un operatore o da un altro sottosistema (Es. CCT).
- Collegare le informazioni di percorrenza alle informazioni del treno o del traffico è al di fuori delle finalità degli ACC

- L'apparato è a comando perduto, cioè il comando impartito si effettua soltanto se le condizioni volute sono soddisfatte nel momento in cui la funzione di comando viene resa attiva e si distrugge automaticamente appena cessa la funzione di comando stessa. Il comando non si attua qualora siano in atto condizioni incompatibili.
- L'apparato realizza la distruzione automatica del comando, cioè il comando attuato si annulla automaticamente al passaggio del treno o della manovra che lo ha utilizzato e il DM non deve quindi eseguire alcuna operazione per rimettere l'apparato nello stato di riposo; i DV, di regola, restano nell'ultima posizione comandata. Quando fosse necessario, il comando impartito si può annullare manualmente comandando la relativa funzione di annullamento.
- L'apparato realizza la liberazione elastica, cioè la cessazione del bloccamento dei DV avviene gradualmente (ovvero CdB per CdB), man mano che i veicoli abbandonano i singoli CdB interessati.

- L'apparato consente l'attuazione di interventi di soccorso mirati, ovvero operativi sui singoli enti interessati da guasti, per il solo movimento per il quale sono stati attivati.
- L'apparato realizza la protezione automatica delle convergenze manovre/treno e treno/manovra.
- L'apparato consente l'esclusione (Es/DM) di singoli enti, rendendoli indisponibili per la realizzazione di itinerari e istradamenti.
- L'apparato consente l'esclusione/stabilizzata (Es/IS) di singoli enti per interventi di manutenzione/riparazione, rendendoli indisponibili per la realizzazione di itinerari e istradamenti.
- Consente l'istituzione dell'interruzione del binario di linea.
- Consente la gestione dei rallentamenti su ogni singolo cdb (di stazione o di linea).

ACEI (Apparato Centrale Elettrico ad Itinerari)

Il banco di manovra e controllo è costituito prevalentemente da **pulsanti** con i quali sono comandati i diversi itinerari possibili.

Negli ACEI con l'azionamento di un solo pulsante si determina la manovra in automatico (se possibile dalle condizioni di sicurezza) di tutti gli enti interessati dall'itinerario da formare fino alla manovra del segnale.

Altra caratteristica importante è che con l'ACEI si realizza la «**liberazione elastica**» del percorso nel senso che, con l'avanzare del convoglio e man mano che si liberano i circuiti di binario, gli enti superati (deviatoi, ecc..) si liberano dal bloccamento e possono essere manovrati.

Negli ACEI, per ciascun movimento di treno, il comando di tutti gli organi operativi di piazzale interessati (essenzialmente casse di manovra di deviatoi e di barriere di PL e segnali) viene impartito, in situazioni normali, semplicemente premendo un **pulsante di comando di itinerario**.

Tale pulsante, appena rilasciato, ritorna nella posizione di riposo per effetto dell'azione di una molla.

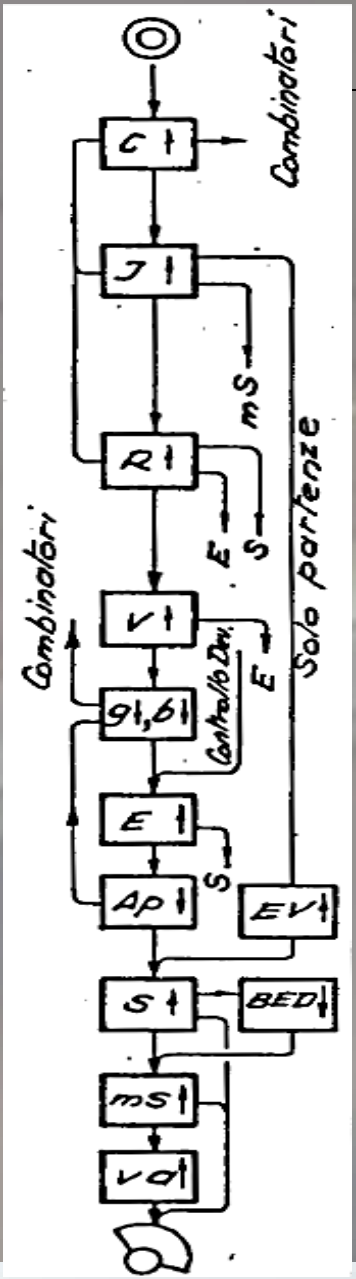
Dopo l'arrivo o la partenza del treno, se tutte le operazioni sono andate a buon fine, l'ACEI **ritorna allo stato di riposo** senza alcun intervento da parte dell'operatore.

Non si verifica, però, il ritorno in posizione normale dei deviatoi: essi, salvo casi del tutto particolari, restano nella posizione nella quale sono stati utilizzati o, comunque, richiesti dall'itinerario.

Altra caratteristica specifica dell'ACEI è quella del **comando perduto**: il comando impartito si registra solo se le condizioni di sicurezza richieste dall'apparato per la fase di risposta sono soddisfatte al momento in cui si preme il pulsante di itinerario.

In caso contrario, per esempio se sono in atto itinerari o manovre incompatibili, nel momento in cui viene rilasciato il pulsante, il comando si distrugge automaticamente, cioè non ha alcun seguito e l'apparato non ne conserva alcuna memoria.

CENNI Fasi di funzionamento dell'ACEI



1. Comando itinerario (o istradamento)
2. Registrazione del comando (verifica la compatibilità del movimento)
3. Verifica della via (verifica della libertà dei C.d.B)
4. Bloccamento del percorso (inibizione della manovra degli enti (Deviatoi ePL interessati dall 'itinerario)
5. Controllo del percorso (verifica del controllo e del bloccamento dei deviatoi e dei PL interessati dall'itinerario)
6. Bloccamento del punto origine (stabilizzazione del precedente bloccamento)
7. Verifica condizioni di manovrabilità del segnale (condizioni di linea, intallonabilità deviatoi)
8. Selezione aspetto s egnale
9. Codificazione dei C.d.B del percorso
10. Manovra del segnale.

PARTI PRINCIPALI DI UN ACEI



Banco di manovra con quadro luminoso

Sala Relè



Centralina alimentazione



CABINA

PIAZZALE

Segnali



Deviatoi



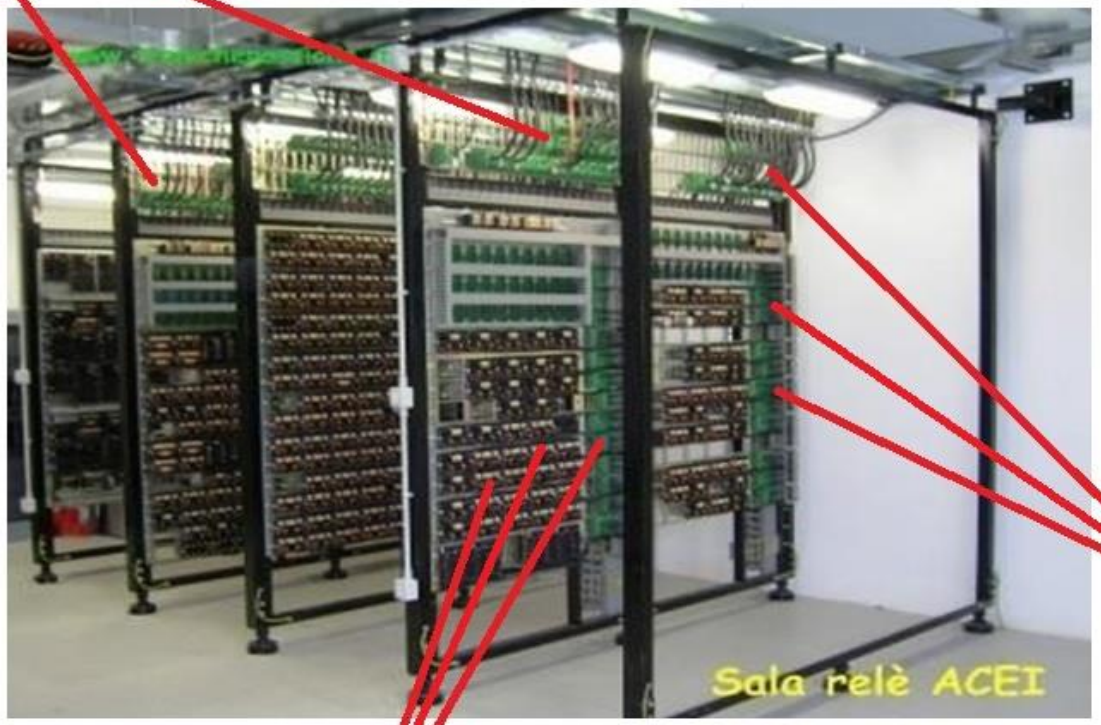
Passaggi a livello



Circuiti di binario



Standardizzazione, Filatura telai e armadi

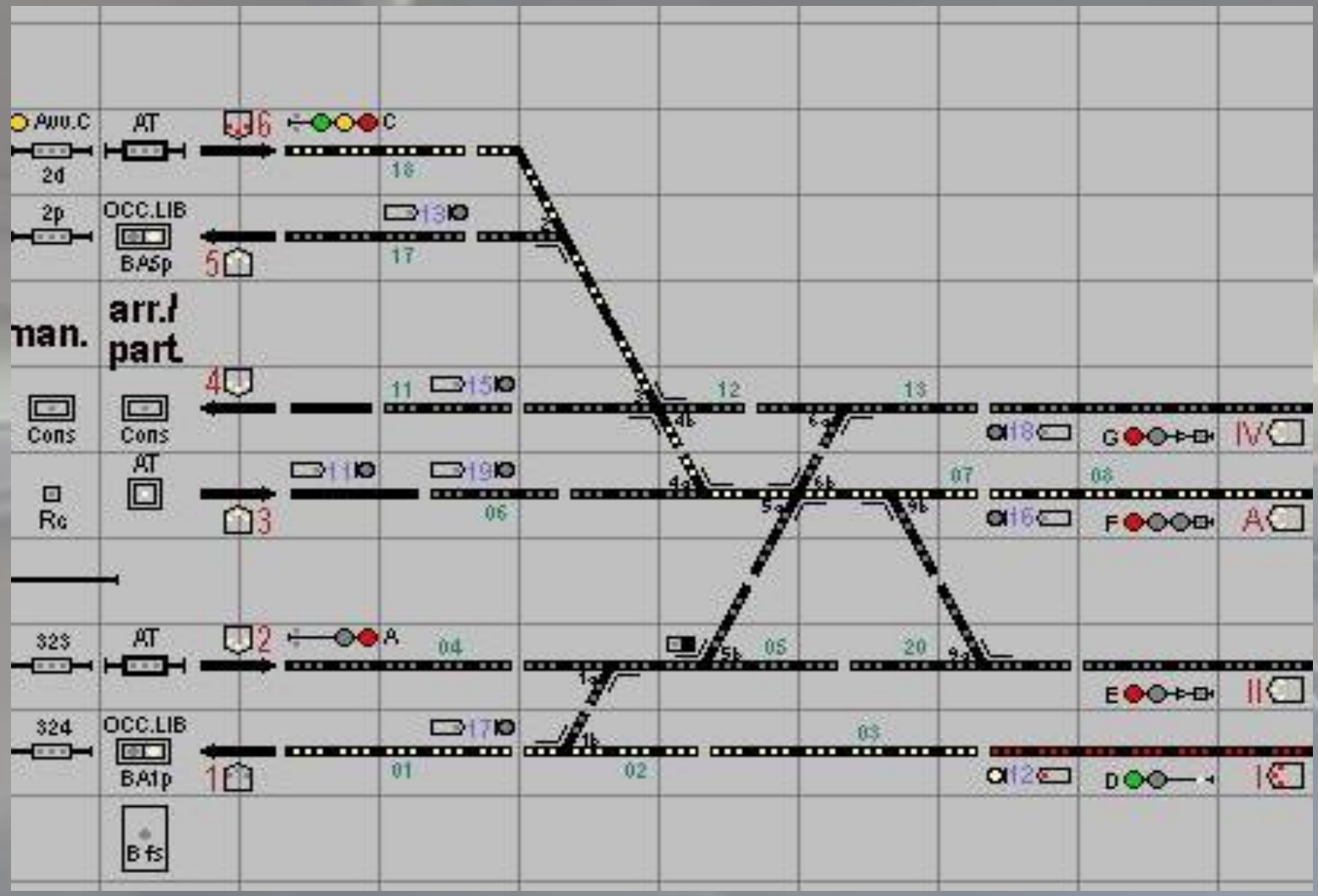


filatura lunga

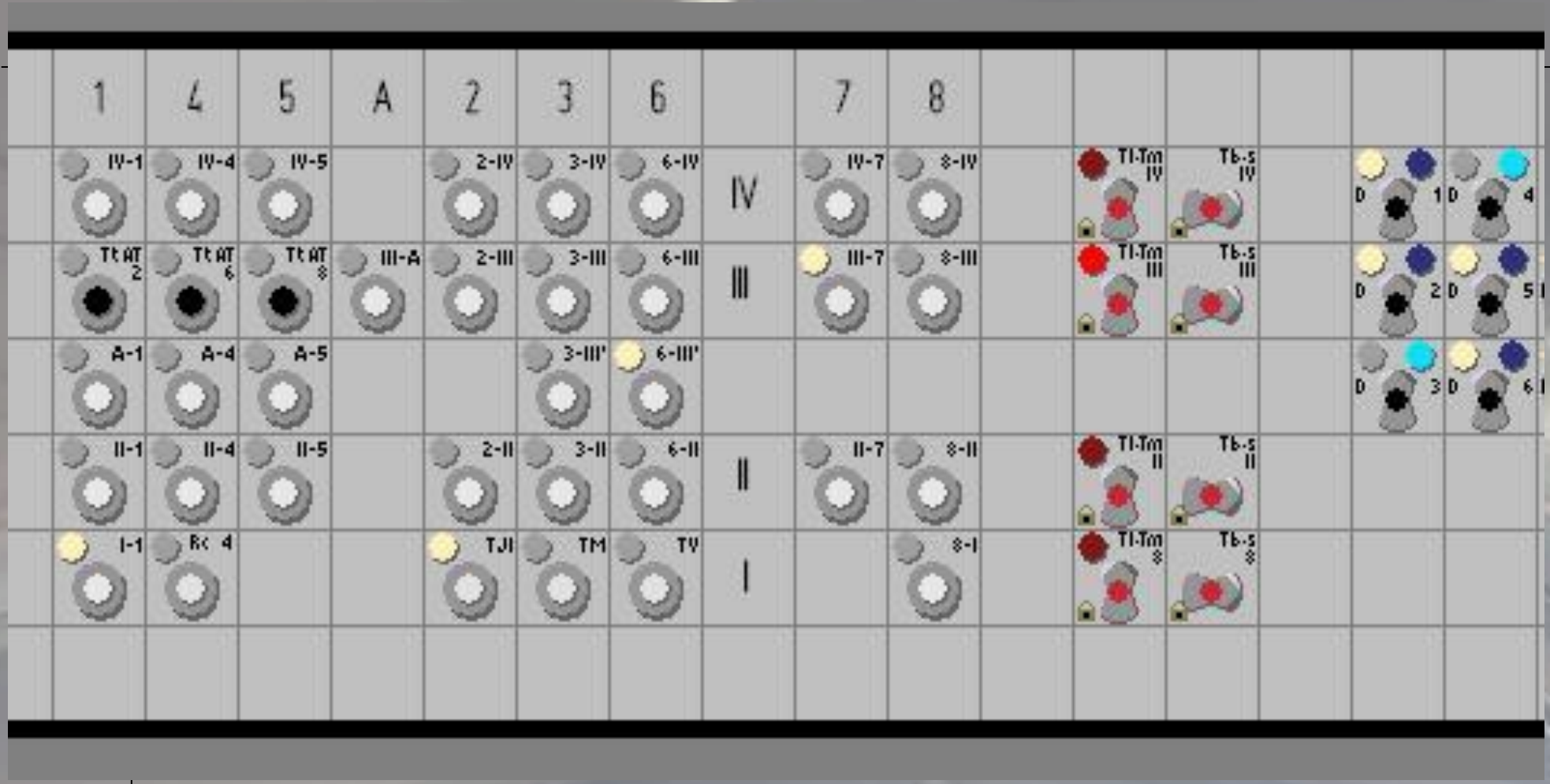
filatura media

filatura corta

Il Quadro Luminoso



Il Banco di Manovra



Il Banco di Manovra è ubicato nell'ufficio movimento inferiormente al Quadro luminoso. Esso è il supporto dei pulsanti, levette, lampade e strumenti ad uso del Dirigente Movimento.

ACC



L'**Apparato Centrale Computerizzato**, in origine denominato Apparato Centrale Statico (ACS), è un Apparato Centrale a logica programmata, che si basa su architetture e procedure hardware e software con caratteristiche di sicurezza.

L'ACC rappresenta l'evoluzione tecnologica degli apparati centrali elettrici a pulsanti di itinerario (ACEI), dei quali sostituisce la logica cablata, realizzata mediante circuiti elettrici ed elementi elettromeccanici, con una logica programmata, realizzata invece attraverso componenti statici.

(*)

Trattandosi di un ACEI a tutti gli effetti - solo di tipo più evoluto - conserva le stesse caratteristiche tipo la liberazione elastica e la possibilità di essere telecomandato.

(*) O ancora a volte **A**pparato **C**entrale statico a **C**alcolatore

ACC

Il software applicativo degli ACC riproduce dunque la stessa logica utilizzata negli schemi elettrici degli ACEI elettromeccanici, ovviamente depurata di quelle condizioni di sicurezza intrinseca, aventi significato soltanto negli impianti a logica cablata. Oltre a questa caratteristica fondamentale, un ACC presenta le seguenti rilevanti peculiarità:

1. Modularità dell'impianto
2. Standardizzazione dell'hardware; non è quindi più necessaria una riprogettazione dell'impianto in occasione di ogni nuova realizzazione, ma si deve semplicemente provvedere alla configurazione sulla base delle tabelle delle condizioni.
3. Funzioni di attuazione dei comandi e di acquisizione dei controlli, distribuite in posti periferici di campagna, con giurisdizione su aree opportunamente definite.

L'Apparato Centrale Computerizzato (ACC) è un sistema centralizzato per il governo delle funzioni degli apparati di stazione realizzato a tecnologia elettronica programmata.

Sistema di controllo e gestione della circolazione dei treni nelle stazioni. I primi impianti erano denominati ACS : Apparato Centrale Statico.

L'ACC utilizza la tecnologia dei calcolatori per svolgere, con la massima affidabilità e sicurezza, tutte le funzioni richieste dagli apparati centrali di stazione.

Comprende unità di elaborazione delle logiche di movimento, unità interfaccia operatore - dotata di video terminali - e funzioni di supporto che gestiscono la diagnostica e la manutenzione.

Gestisce le anormalità e le situazioni di degrado con il livello di sicurezza richiesto.

ACC

Oltre alle logiche di movimento ed alle interfacce necessarie per il DM mette a disposizione degli operatori impegnati nella gestione dell'impianto, sia dal punto di vista dell'esercizio che della manutenzione, una serie di funzioni di supporto per l'espletamento dei loro compiti.

L'ACC permette di comandare la manovra di tutti gli enti di piazzale coinvolti nella formazione di un itinerario.

I collegamenti di sicurezza sono realizzati nella logica.

L'apparato interagisce con i sistemi di blocco che regolano la circolazione dei treni nelle tratte limitrofe.

Consente gli interventi di "soccorso mirato" (Tx) sull' ente interessato da guasto, consentendo di superare condizioni mancanti per la formazione degli Itinerari e degli Istradamenti e di raggiungere sempre il bloccamento del PO.

ACC – Vantaggi tecnico-operativi

- Aumento delle potenzialità di traffico dell'impianto
- Riduzione dei tempi di fuori esercizio dell'impianto
- Semplicità operativa
- Ottimizzazione delle fasi di manutenzione
- Possibilità di “esclusione” del singolo ente guasto

Caratteristiche di ridondanza (cenni)

L’ACC è progettato per ottenere un tempo di vita estremamente lungo.

L’uso della ridondanza consente di garantire un **MTBF** sufficientemente alto in ogni situazione.

Ridondanza (in Hot Stand by) consiste nell’allineamento continuo delle sezioni e nel controllo di assenza di guasti nel sistema disponibile.

Commutazione automatica e completamente elettronica, per cui non si ha alcun impatto sull’esercizio **(varia in funzione della soluzione tecnologica)**

ACC

Affidabilità: utilizzo di componentistica secondo le normative di riferimento, sovradimensionamento elettrico dei circuiti utilizzati

Disponibilità: duplicazioni strutturali, ridotti tempi di ripristino

Modularità: meccanica, Hardware, Software

Configurabilità: possibilità di adeguamento a diverse taglie e tipologia impianto, configurazione e verifica da Posto Centrale senza necessità di intervento nei Posti Periferici

Manutenibilità: possibilità di sostituzione dei moduli in presenza di tensione, separazione elettrica fisica fra i moduli del sistema

Modello comportamentale dell'ACC e funzioni booleane

Per formare un percorso, gli enti di piazzale devono essere azionati con successo, confrontati con il percorso desiderato e bloccati.

Situazioni di conflitto impattano sulla sicurezza e devono essere gestite correttamente dall'ACC.

L'ACC non è un sistema combinatorio, in cui le uscite sono funzione diretta degli ingressi ma un sistema sequenziale in cui la relazione tra uscite ed ingressi passa attraverso una informazione di stato.

Lo stato di ogni ente di piazzale (binario libero, segnale verde, deviatoio in posizione rovescia, ...) può essere codificato con un valore Booleano: "Vero" o "Falso".

Anche ogni stato interno dell'ACC (incompatibilità, percorso bloccato, ...) può essere codificato con un valore Booleano: "Vero" o "Falso".

Il comportamento sicuro degli ACC in condizioni normali dipende dalla corretta definizione delle equazioni Booleane

La sicurezza primaria dipende dalle regole e dalle norme del segnalamento applicate al comportamento normale degli ACC. Queste regole sono tradotte in Equazioni Booleane.

Per impianti a relè il corretto cablaggio dei relè impatterà sulla sicurezza primaria.

Per ACC allo Stato Solido la sicurezza primaria dipende dallo «sviluppo» di un processo che traduce le equazioni Booleane nel programma che deve essere eseguito dal processore ACC

Nessuna operazione del sistema deve condurre a condizioni potenzialmente pericolose né in situazioni normali, né in presenza di guasti

Condizioni Normali $\Rightarrow$ Sicurezza Primaria

Condizioni di Guasto $\Rightarrow$ Fail Safe Design

Sia la sicurezza primaria che la Fail Safety devono essere validate seguendo un processo di **safety assurance**

Valutazione ed accettazione dei rischi (CENELEC-EN-50126).

* Frequency of occurrence of a hazardous event	Risk Levels			
Frequent	Undesirable	Intolerable	Intolerable	Intolerable
Probable	Tolerable	Undesirable	Intolerable	Intolerable
Occasional	Tolerable	Undesirable	Undesirable	Intolerable
Remote	Negligible	Tolerable	Undesirable	Undesirable
Improbable	Negligible	Negligible	Tolerable	Tolerable
Incredible	Negligible	Negligible	Negligible	Negligible
	Insignificant	**Marginal**	**Critical**	**Catastrophic**
	Severity Levels of Hazard Consequence			

- Il SIL si applica a sistemi completi e ai singoli componenti

Definizione di stato sicuro

Uno stato è definito sicuro quando non sono presenti rischi per il movimento di veicoli:

In condizioni normali (ACC privo di guasti e correttamente configurato), qualunque condizione corrisponde ad uno stato sicuro.

In presenza di guasti, solo le condizioni restrittive corrispondono ad uno stato sicuro. In questo caso, l'ACC deve garantire una condizione restrittiva.

La definizione di uno stato sicuro per un ingresso od una uscita permette all'ACC di garantire una condizione che sia il più possibile sicura.

In caso di malfunzionamento, il sistema imposta gli enti al loro stato restrittivo.

Per brevità si userà "Stato Sicuro" come "Stato sicuro in presenza di guasti", ovvero stato restrittivo

Dal punto di vista dell'ACC, l'ingresso di un controllo spento è equivalente ad uno stato restrittivo.

Per alcuni enti questa conclusione può non essere ovvia.

Ad esempio un controllo spento per un circuito di binario è interpretato come "treno rilevato".

Questa è una condizione restrittiva per l'impostazione dei percorsi (nessun percorso può essere formato su di un binario occupato), ma può non essere una condizione restrittiva in un passaggio a livello se si tratta di un binario di liberazione.

La logica dell'ACC si occupa anche dei casi ambigui.

Controllo del Traffico Centralizzato

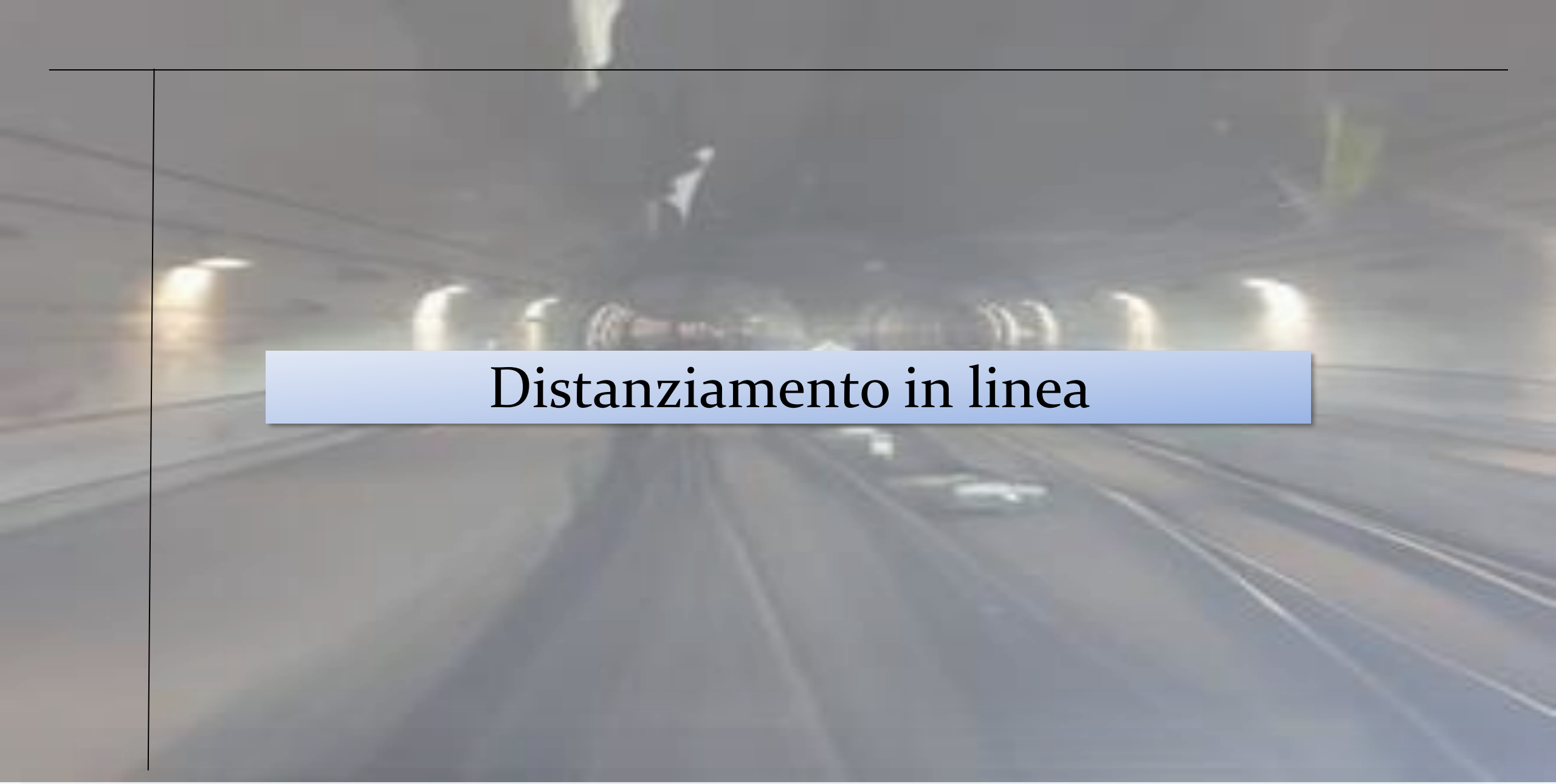
"Centralized Traffic Control".

Sistema per la regolazione operativa della circolazione ferroviaria.

Consiste in un impianto di telecomando e telecontrollo della circolazione in linea e nell'ambito delle stazioni, permettendo un tipo di dirigenza movimento centralizzata.



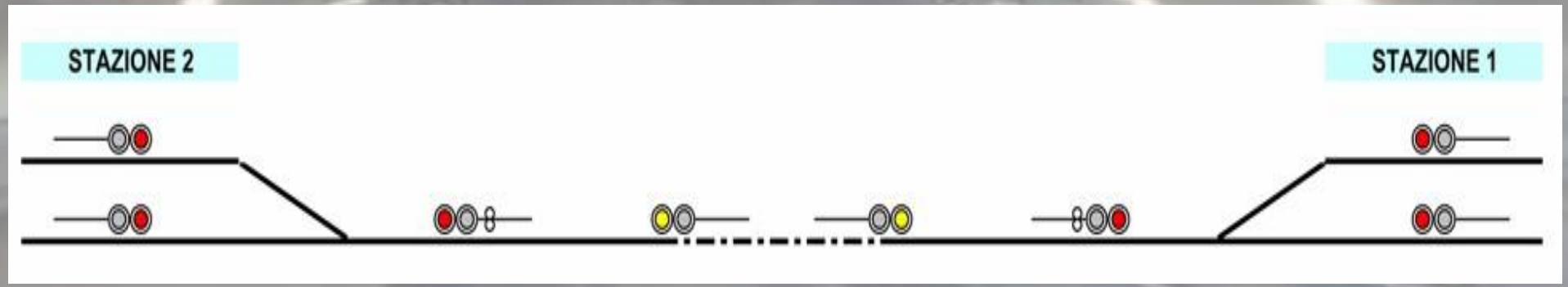
Immagine Train Describer CTC stato di risposo



Distanziamento in linea

La Sezione di Blocco ed i Circuiti di Binario

Gli apparati di distanziamento treno hanno la funzione di regolare la circolazione treni in sicurezza in linea.



Il distanziamento tra treni è attuato suddividendo la linea ferroviaria in tratti di lunghezza prefissata, denominati sezioni di blocco; per la sicurezza della circolazione può esserci un solo treno in ogni sezione di blocco, anche se sulla linea viaggiano più treni.

Un **Circuito di Binario (cdb)** serve ad accertare lo stato di libero o occupato da rotabili di una certa porzione di tratta ferroviaria.

Una seziond di blocco, costituita anche da più CDB che possono assumere gli stati di "**libero**" ed "**occupato**" a seconda che rispettivamente siano impegnati o meno da un rotabile e, ***di conseguenza,*** concorrono alla predisposizione degli aspetti dei segnali per una corretta circolazione.

Esistono svariate tipologie di CIRCUITI DI BINARIO, classificabili secondo diversi criteri:

- ✓ **Tecnologia/Tipo di segnale** inviato sul binario (CdB a correnti fisse, CdB a correnti codificate, CdB modulati in fase a 83,3 Hz, CdB a impulsi e CdB in audiofrequenza)
- ✓ **Ubicazione** (CdB di linea o di stazione)
- ✓ **Tipo di mitigazione nei confronti della corrente di trazione** (CdB a singola e doppia fuga di rotaia isolata)

Inoltre, differenti CDB possono concorrere a differenti funzioni:

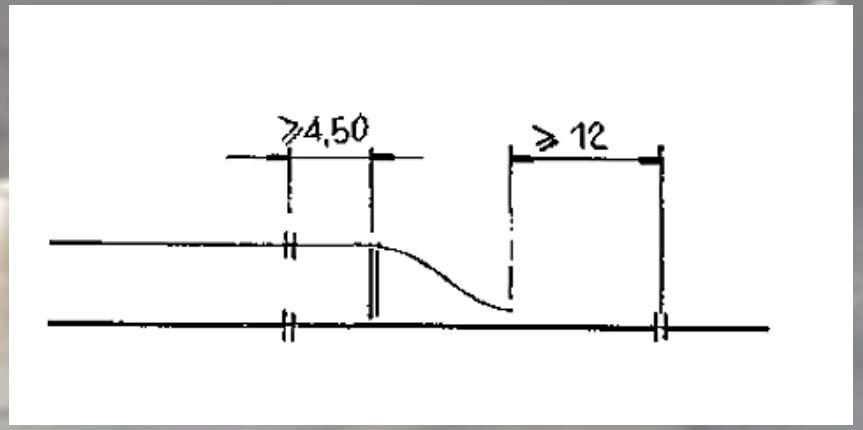
- ✓ **CdB di liberazione,**
- ✓ **CdB di occupazione,**
- ✓ **CdB di stazionamento**
- ✓ **CdB di immobilizzazione**

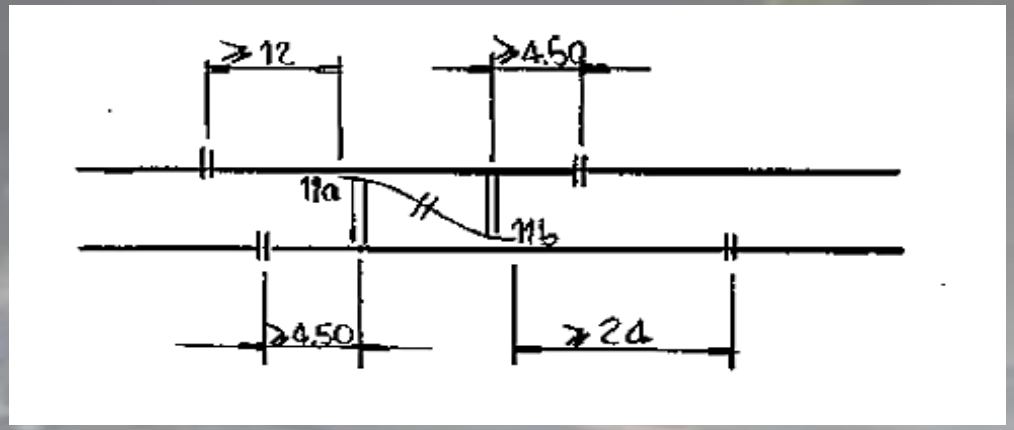
Ma anche altro… (localizzazione per sistemi integrati all'IS)

CdB: esempi di utilizzo

Annuncio	*Rivelano il passaggio di un veicolo su un punto singolare di linea*
Libertà della via	Mantenimento a via libera dei segnali negli Apparati Centrali
Liberazione	Necessari per l'eliminazioni di bloccamenti su di un ente
Occupazione	Effettua l'occupazione automatica di un segnale e/o consenso
Stazionamento	Rileva la presenza di mezzi ferroviari su opportuni binari su cui fermano treni
Immobilizzazione	La sua occupazione impedisce la manovra di un deviatoio
Approccio	*Consente la distruzione di un itinerario fintanto che tale cdb è libero*
Ricoprimento	*Posto a valle di un segnale e determina, se occupato, l'impossibilità di occupare la sezione di blocco a monte*
Blocco automatico	*Realizza il distanziamento dei treni in linea agendo sui segnali e sulla codificazione*
Comando PL	*Interviene nelle manovre delle barriere PL*

CdB: dimensionamento e limiti





Ipotizzando la velocità massima di un mezzo in manovra = **30 km/h** (pari a 30.000/3.600 = **8,3 m/s**) ed un tempo di manovra di un deviatoio di circa **1,5 sec**, si ha che:

- un treno, che dovesse impegnare il cdb giusto nel momento in cui inizia la manovra del deviatoio, percorrerebbe lo spazio pari a **12 metri** (cioè 8,3 m/s x 1,5 s) e si troverebbe a ridosso del deviatoio a manovra ultimata, non incontrando, quindi, problemi.

- questo è il caso del deviatoio semplice (**cassa a**); in caso di comunicazione, per la **cassa b**, che si manovra dopo, bisogna considerare il doppio della distanza: **24 metri**.

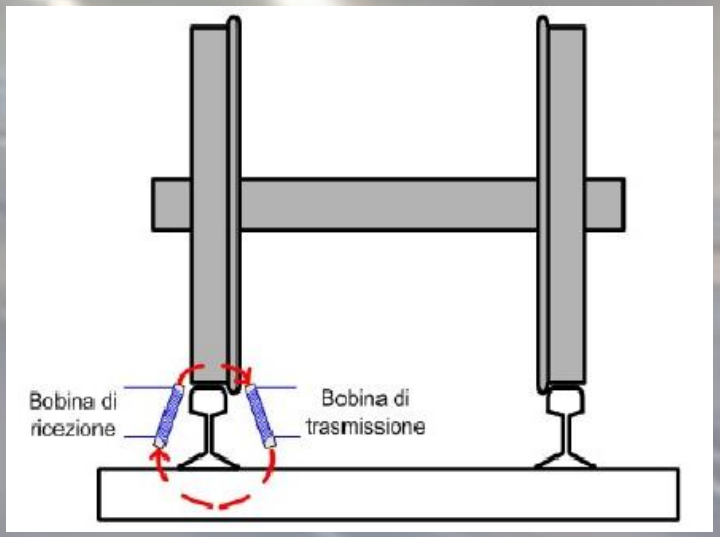
In questo modo si evita un possibile abbracciamento degli aghi in caso di movimenti intempestivi del mezzo di manovra.

Esempio: Blocco conta assi

Confronta il conteggio degli assi che passano tra due pedali elettromagnetici: se il conteggio del secondo coincide con il primo la linea viene dichiarata libera in quanto il treno è riuscito a transitare "con tutti i suoi assi".

Nasce come variante a basso costo del Blocco Automatico presenta alcuni svantaggi:

- Rigidezza: non utilizzando CdB non è possibile frazionare la linea in più sezioni impegnate da diversi treni, ma l'intera linea sarà occupata da un solo treno alla volta.
- Assenza dell'informazione sulla integrità elettrica della rotaia



In perfezionamento delle soluzioni «tradizionali» il sistema è evoluto SIL4 e permette oltre che il conteggio degli assi anche la determinazione del senso di marcia della velocità del treno.

Esempio: Blocco automatico a correnti codificate

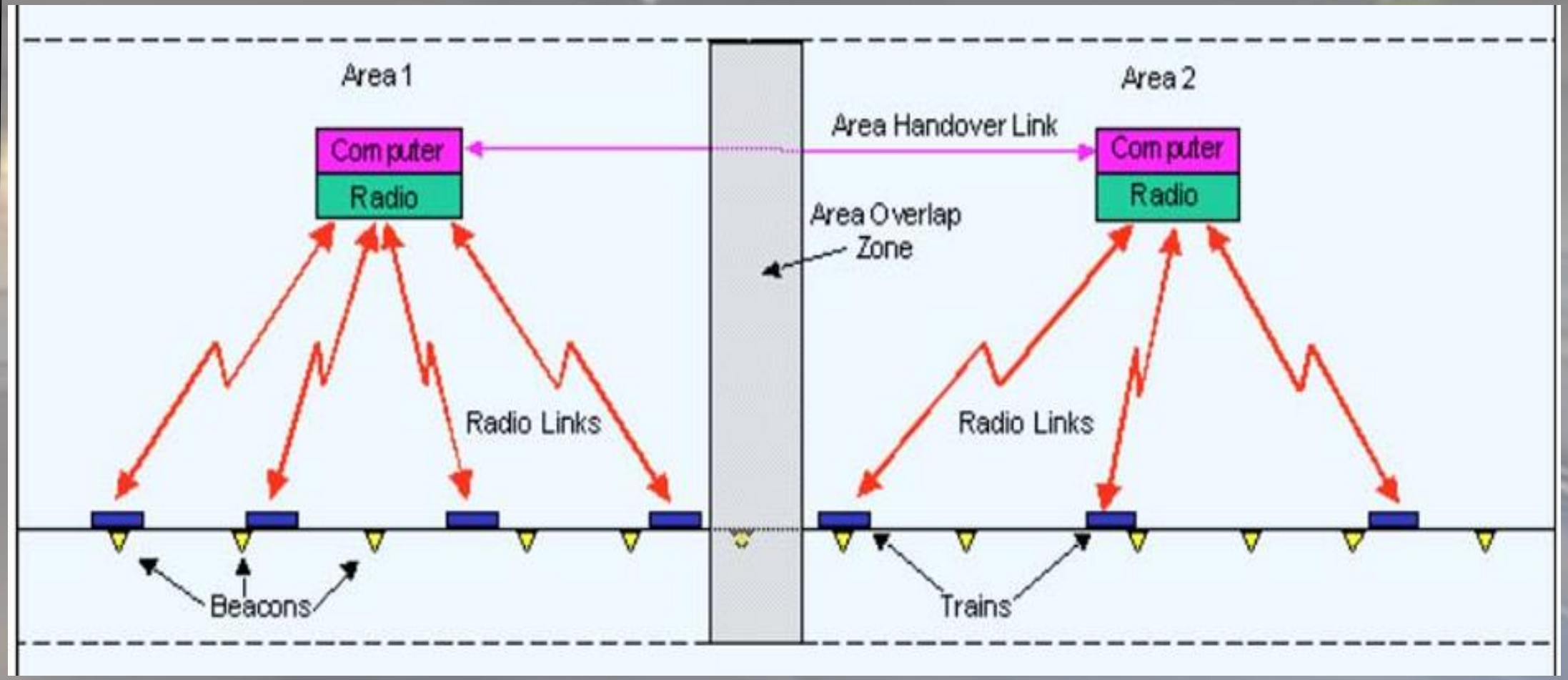
Codice	Portante 50Hz	Portante 178 Hz
A.C.	=	=
75	75	=
120	120	=
120*	120	75
180	180	=
120**	120	180
180*	180	75
270	270	=
270*	270	75
270**	270	120

Un circuito può essere attraversato anche da più di una corrente alternata, se utilizziamo per ognuna di esse una frequenza diversa.

Nell'ambito del **blocco automatico a correnti codificate**, per esempio, possiamo avere due grandezze alternate funzionanti contemporaneamente: nel di tipo a 9 codici generalmente coesistono le due frequenze di 50 Hz e 178 Hz.

Esempio: Blocco mobile con trasmissione radio

CBTC – Communications-Based Train Control



L'Associazione Internazionale dei Trasporti Pubblici (UITP) e lo standard internazionale IEC 62290-1 classificano e regolano gli aspetti relativi all'automazione e conseguentemente alla sicurezza

GoAx - Grade of Automation x.

Automatic Train Operation

- GoA1 – manual driving, with possible support for the driver by a Driver Advisory System (DAS), provided by the ATO on-board system
- GoA2 – automatic driving with driver still present in the cab, able to take back control of the train when needed
- GoA3 – automatic driving without driver, but other staff present in the train, ready to support in degraded situations
- GoA4 – automatic driving without any need for staff in the train

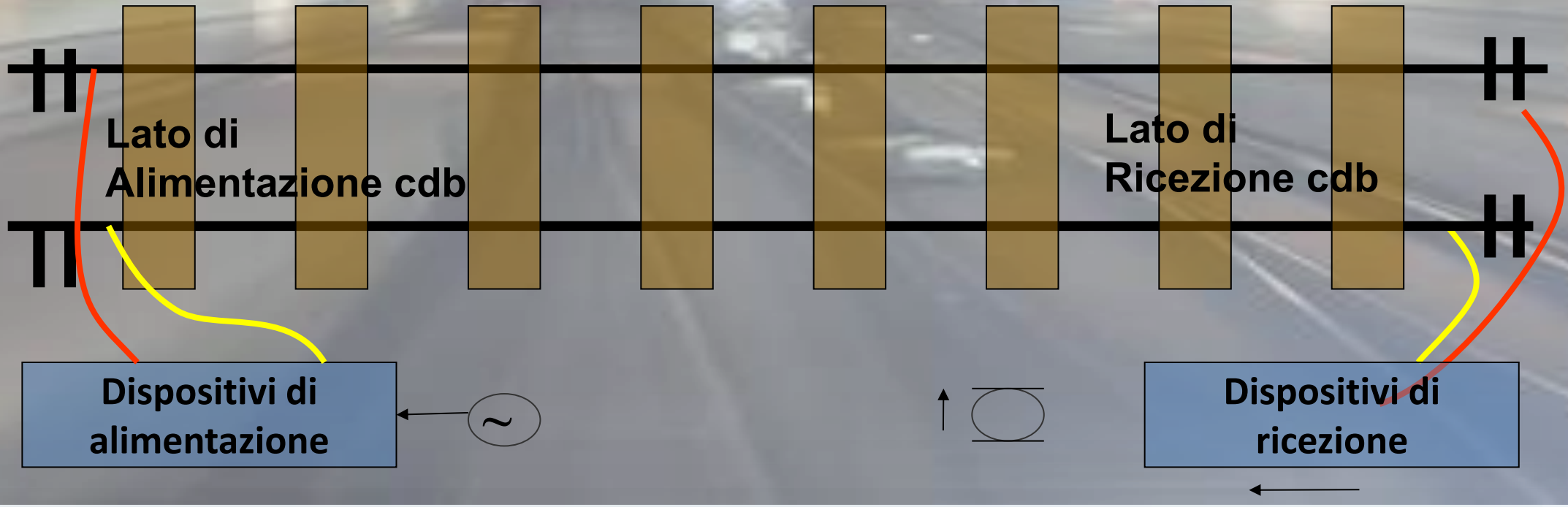

SOTTOSISTEMA COMANDO-CONTROLLO SEGNALAMENTO
GESTIONE DELLA VIA
ACEI – ACC
ENTI DI PIAZZALE/LINEA
(segnali a terra, deviatoi, PL,cdb)
SISTEMA DI DISTANZIAMENTO
SISTEMI DI BLOCCO
TRASMISSIONE SEGNALAMENTO A BORDO E PROTEZIONE MARCIA TRENO

ENTI DI PIAZZALE

Circuito di Binario: CdB

I CdB segnalano la presenza di treni su un determinato tratto di binario.

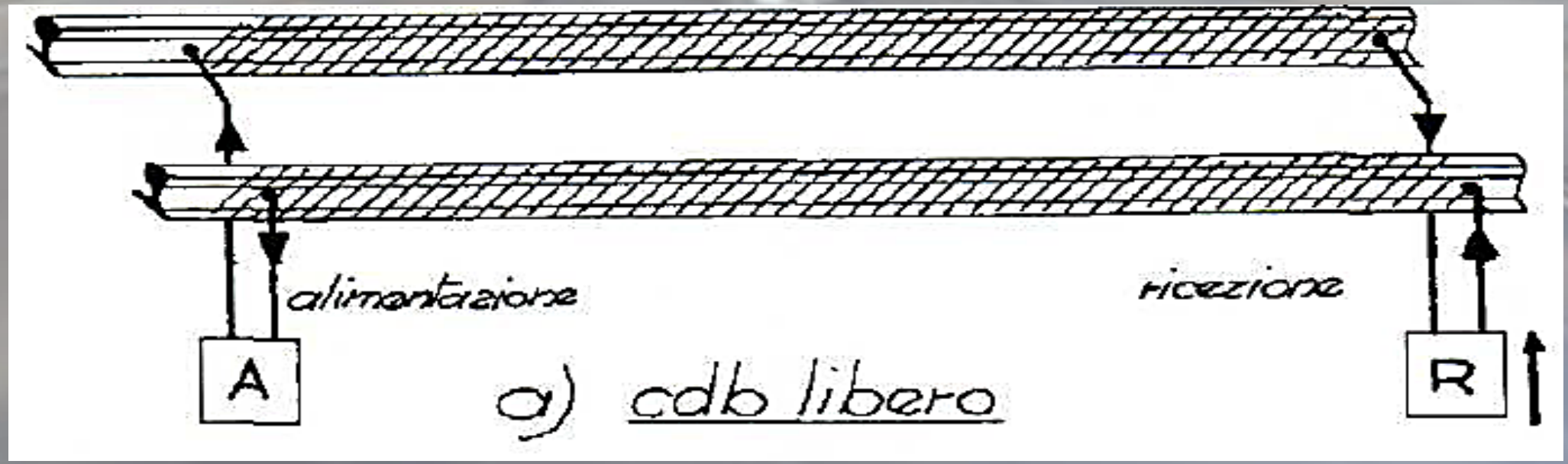
I CdB sono così denominati perché realizzano circuiti elettrici i cui conduttori sono principalmente le due fughe di rotaie di un tratto di binario.



CdB

Il CdB ha ai suoi estremi:

- la sorgente di alimentazione (A)
- un dispositivo di ricezione (R) che, di norma, è un relè detto relè di binario o CB.

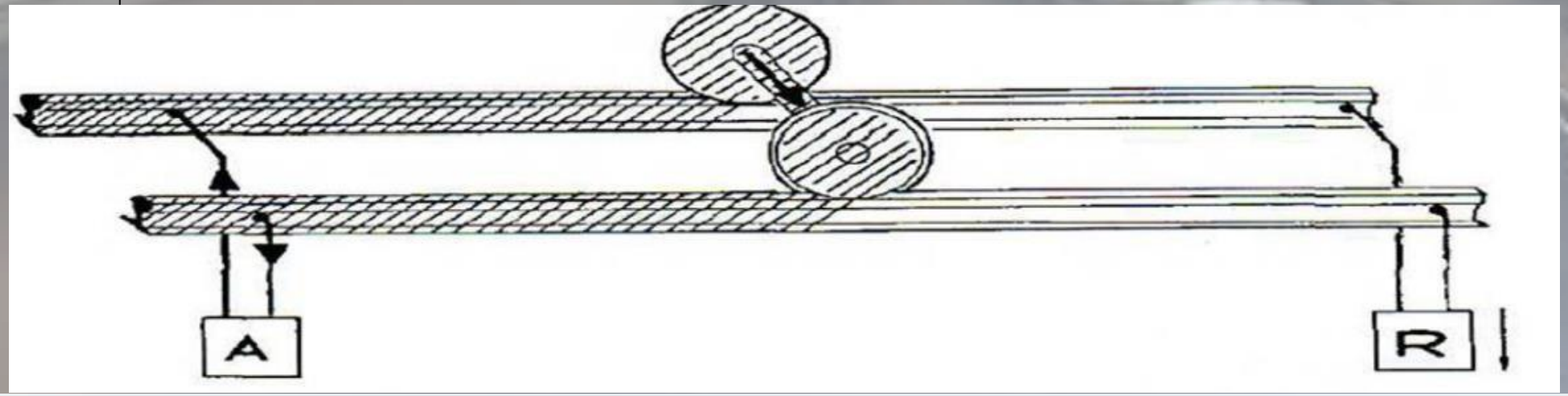


Cenni sui circuiti di binario

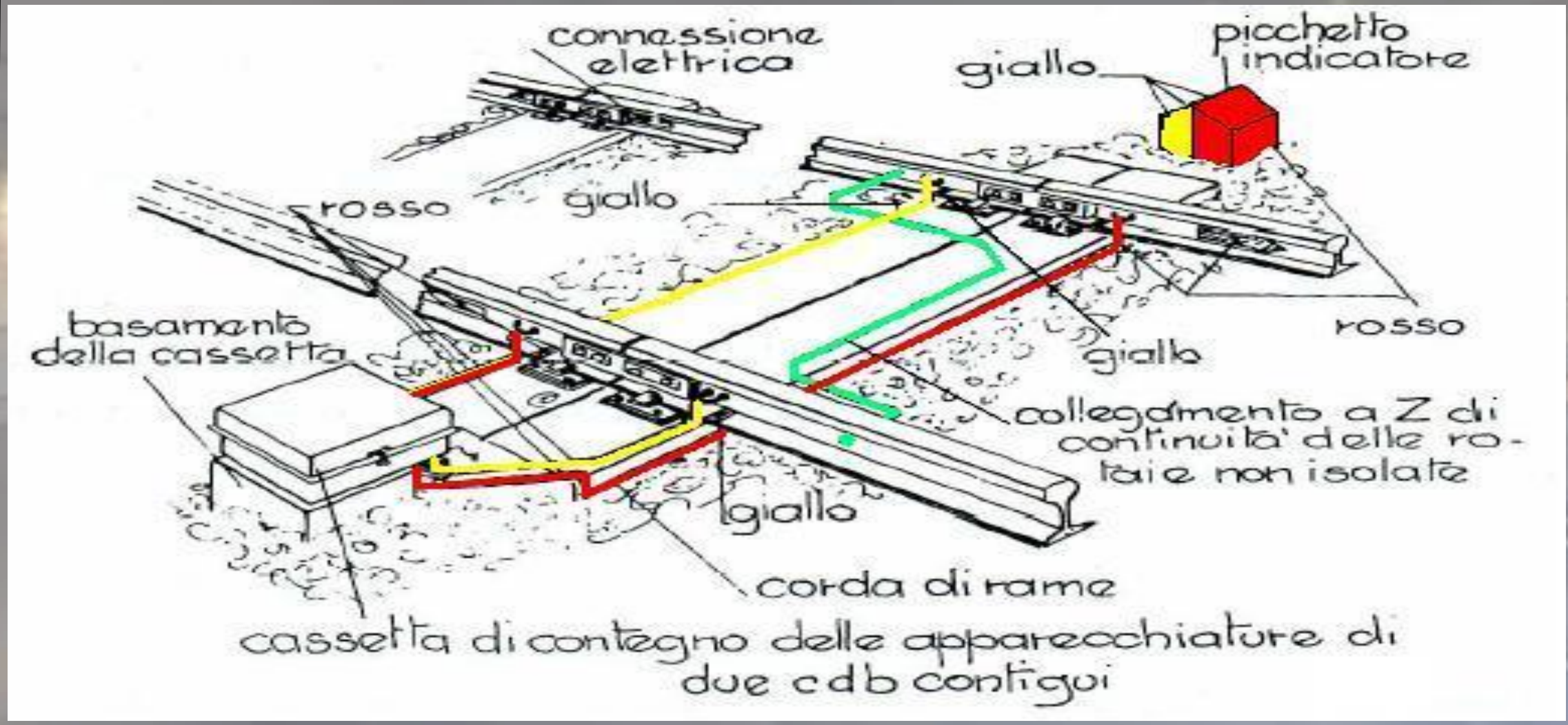
Il dispositivo **funziona per "mancanza di corrente"** e ogni mancata alimentazione o interruzione del circuito provoca occupazione.

Il CdB è concepito secondo i canoni della **sicurezza intrinseca**. La presenza di un mezzo ferroviario sulla tratta di binario effettua una azione di **corto circuito elettrico** (con gli assi) e non permette al dispositivo di ricezione di rilevare il segnale.

Tale situazione indica che quella sezione di binario è occupata da un mezzo ferroviario.



CdB: Circuito di Binario



Richiami di Elettrotecnica:

Correnti alternate *sovrapposte* a correnti continue

Per i componenti elettrici/elettronici c'è differenza fra corrente continua ed alternata.

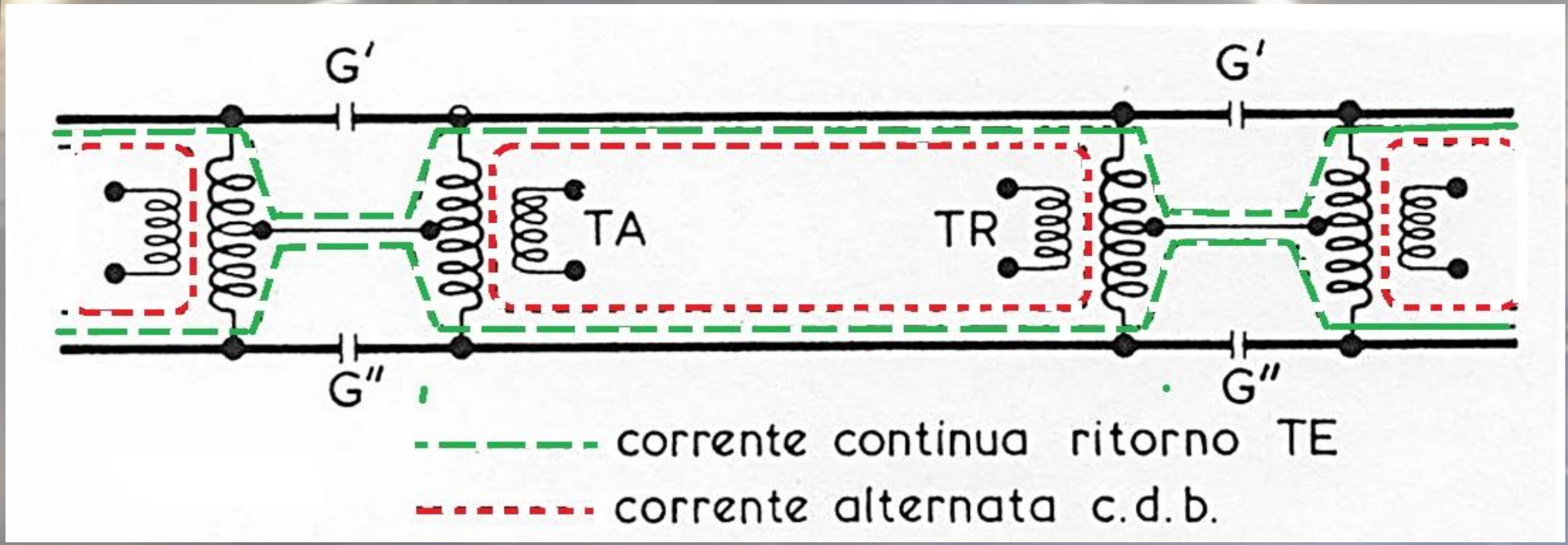
Meno ovvia è la *coesistenza* di entrambe: possiamo avere un circuito attraversato, per esempio, da una corrente continua e contemporaneamente da una alternata? **Sì.**

Abbiamo esempi negli apparati ferroviari:

- Le «*casse induttive*» utilizzate per il funzionamento del blocco a correnti codificate.
- I «*Giunti in audiofrequenza*» usate per il funzionamento dei sistemi in audiofrequenza

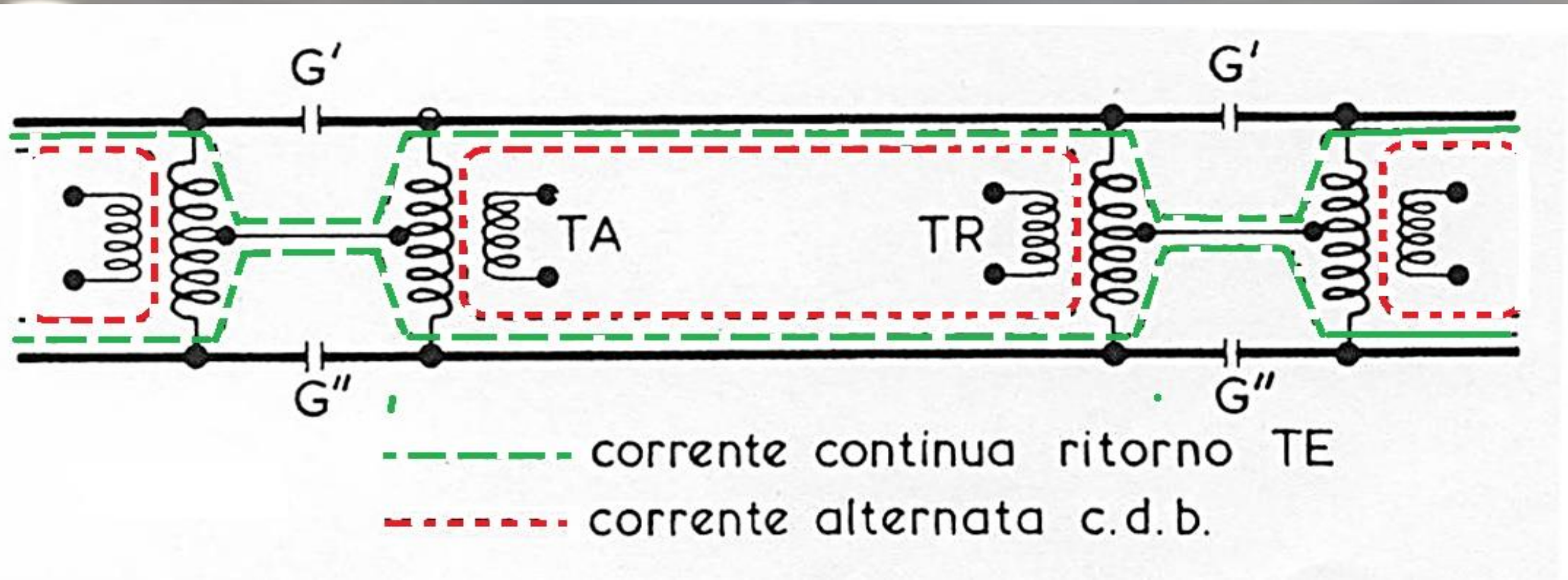
Principio di funzionamento delle **casse induttive** utilizzate per i circuiti di binario degli impianti di blocco automatico a correnti codificate.

La necessità è quella di avere un normale cdb funzionate a corrente alternata (per la codifica in macchina…) e garantire nello stesso tempo il ritorno della corrente di trazione elettrica - che è continua - attraverso le stesse rotaie.



Si vede - in tratto rosso - che la corrente alternata del cdb resta confinata nel circuito all'interno dei giunti G' e G", sbarrata dalle induttanze.

Invece – in tratto verde – la corrente continua di trazione le attraversa dividendosi in due, riunendosi nella induttanza successiva e continuando il suo percorso.



Il circuito di binario di tipo *ad audiofrequenza*

I cdb di tipo tradizionale funzionanti in corrente alternata utilizzano la frequenza di rete di 50 Hz (o quella di 83,3 Hz, in altri casi). Proprio perché utilizza lo stesso valore della rete però, potrebbe avere degli svantaggi legati ad «interferenze» o disturbi dovuti ad armoniche provenienti da altri circuiti funzionanti a c.a.

Fu così elaborato il sistema funzionante con **frequenze completamente diverse** e si scelse la gamma delle «udibili». Si intendono quelle percepite dall'orecchio umano che, normalmente e senza limitazioni di vario genere, riconosce frequenze dai 20 ai 20.000 Hz.

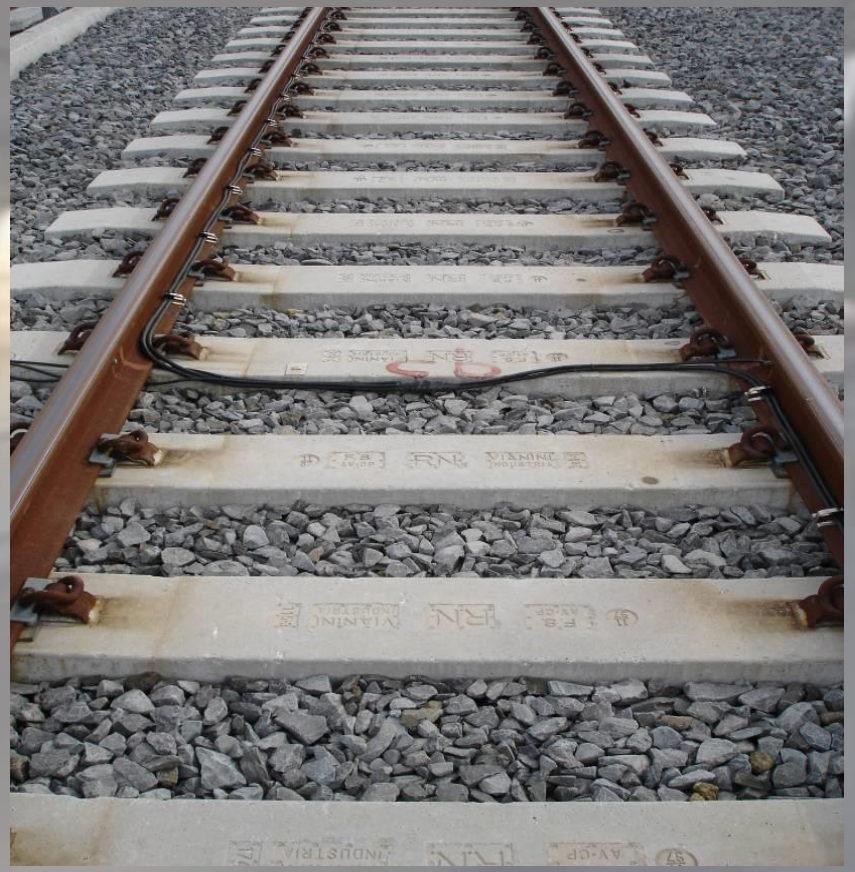
L'evoluzione di tale sistema ha portato a tecnologie sofisticate che oggi permettono anche la gestione del traffico in «***interlocking***».

Segnalamento laterale

Insieme delle tecnologie tradizionali di Segnalamento che prevedono segnali fissi a sinistra o destra del binario secondo il senso di marcia.

La mancanza di detto segnalamento implica di norma la presenza di altre forme di segnalamento automatico e più evoluti e sistemi di trasmissione/acquisizione dati via radio, implicando un colloquio diretto terra/bordo.

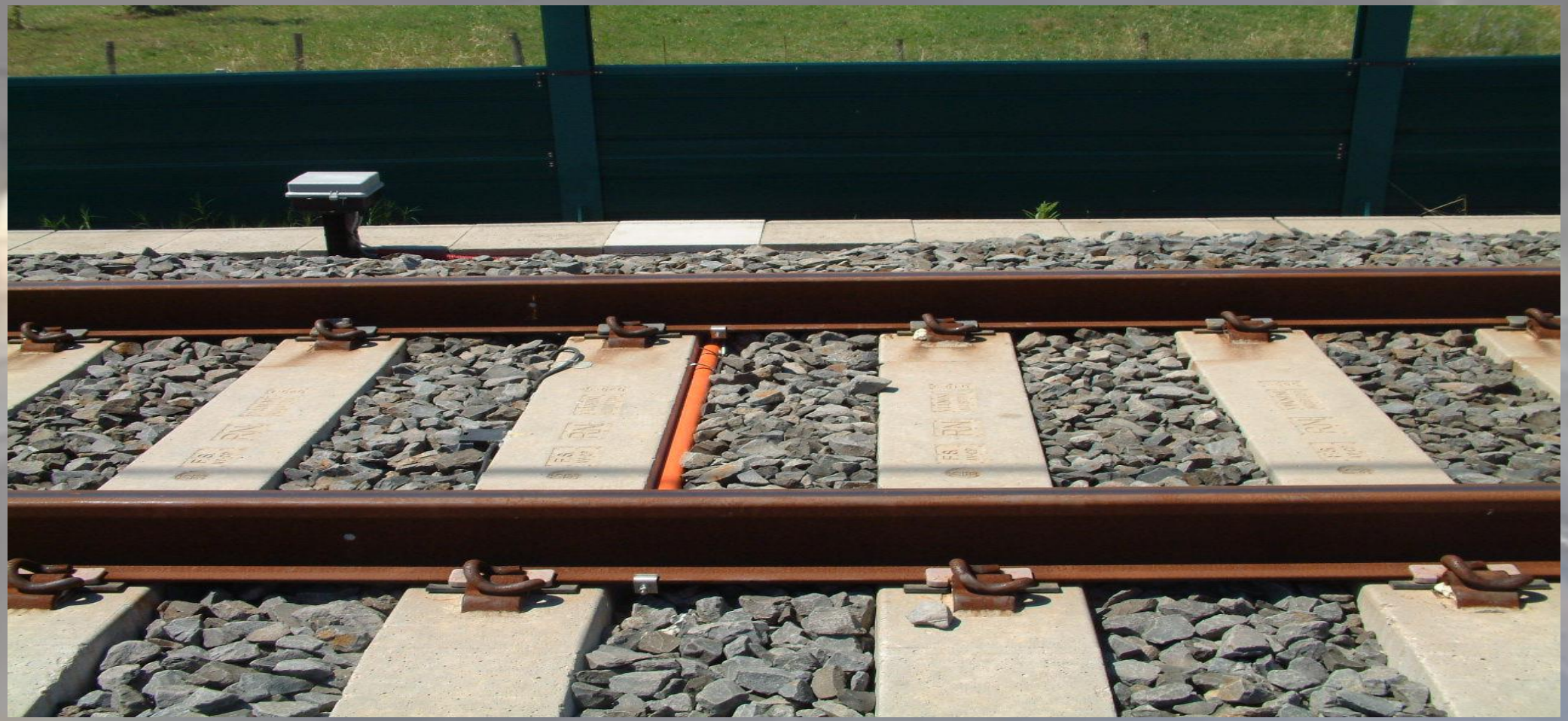
Esempio di cdb a Audiofrequenza







Esempio di cdb a Audiofrequenza



C.d.B. ad audiofrequenza

Un altro vantaggio dell'introduzione del cdb funzionante ad con l'audio frequenza è il **RIUSO DELLE FREQUENZE** (Come per i sistemi radiomobili GSM/UMTS) che riveste notevole importanza: il fatto di poter utilizzare dei giunti di tipo «***elettrico***» e non «***meccanico***».

Praticamente non vi è necessità di taglio della rotaia (salvo punti specifici es. deviatoi) per isolarla dalla contigua, e questo rappresenta un enorme vantaggio poiché un giunto meccanico rappresenta comunque un punto debole del sistema-binario.

C.d.B. ad audiofrequenza

Riepilogando alcuni vantaggi del sistema:

- Eliminazione dei giunti isolanti tradizionali.
- Eliminazione delle interferenze tra cdb vicini (utilizzando frequenze diverse).
- Maggior sicurezza modulando la portante del cdb.
- Possibilità di inserimento in un impianto già gestito con altre tipologie di cdb.
- Eliminazione delle connessioni induttive del BaCC, dei «controlli giunti» e dei «rivelatori di squilibrio», con notevole vantaggio sui cicli di manutenzione.

Le principali **funzioni** dei CDB-in Audiofrequenza sono rappresentate da:

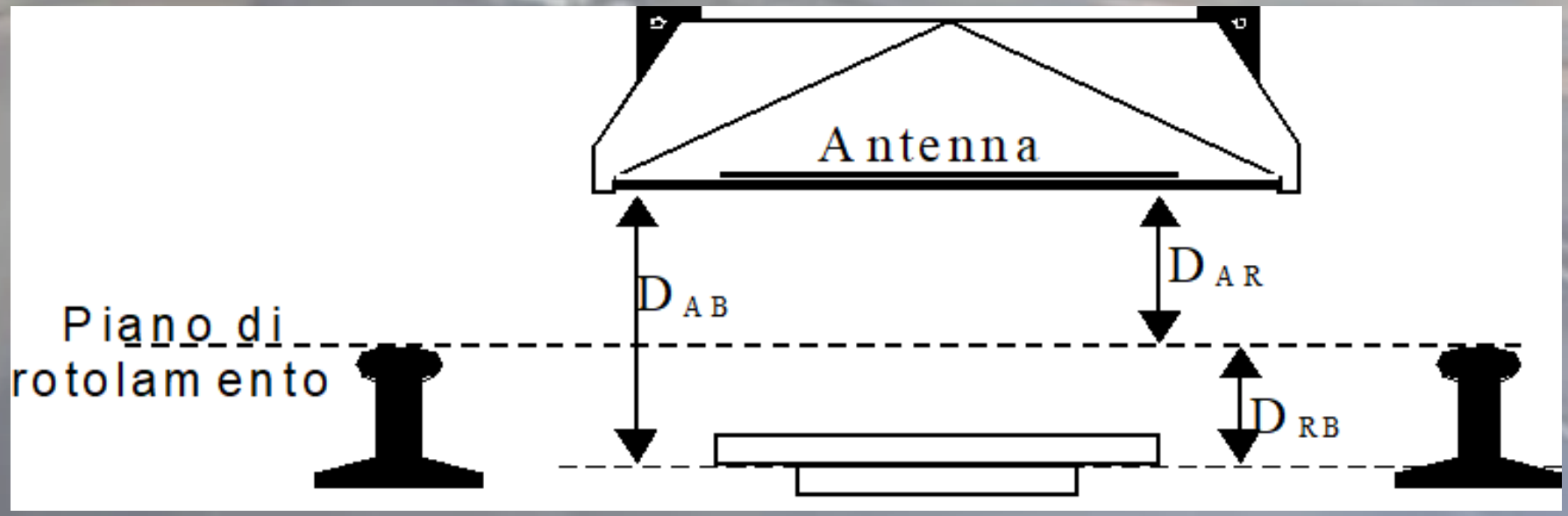
- Gestione del blocco automatico
- Rilevazione della presenza del treno
- Mantenimento della distanza di sicurezza
- **Trasmissione delle informazioni per la protezione della marcia del treno e controllo continuo del rispetto dei limiti di velocità**

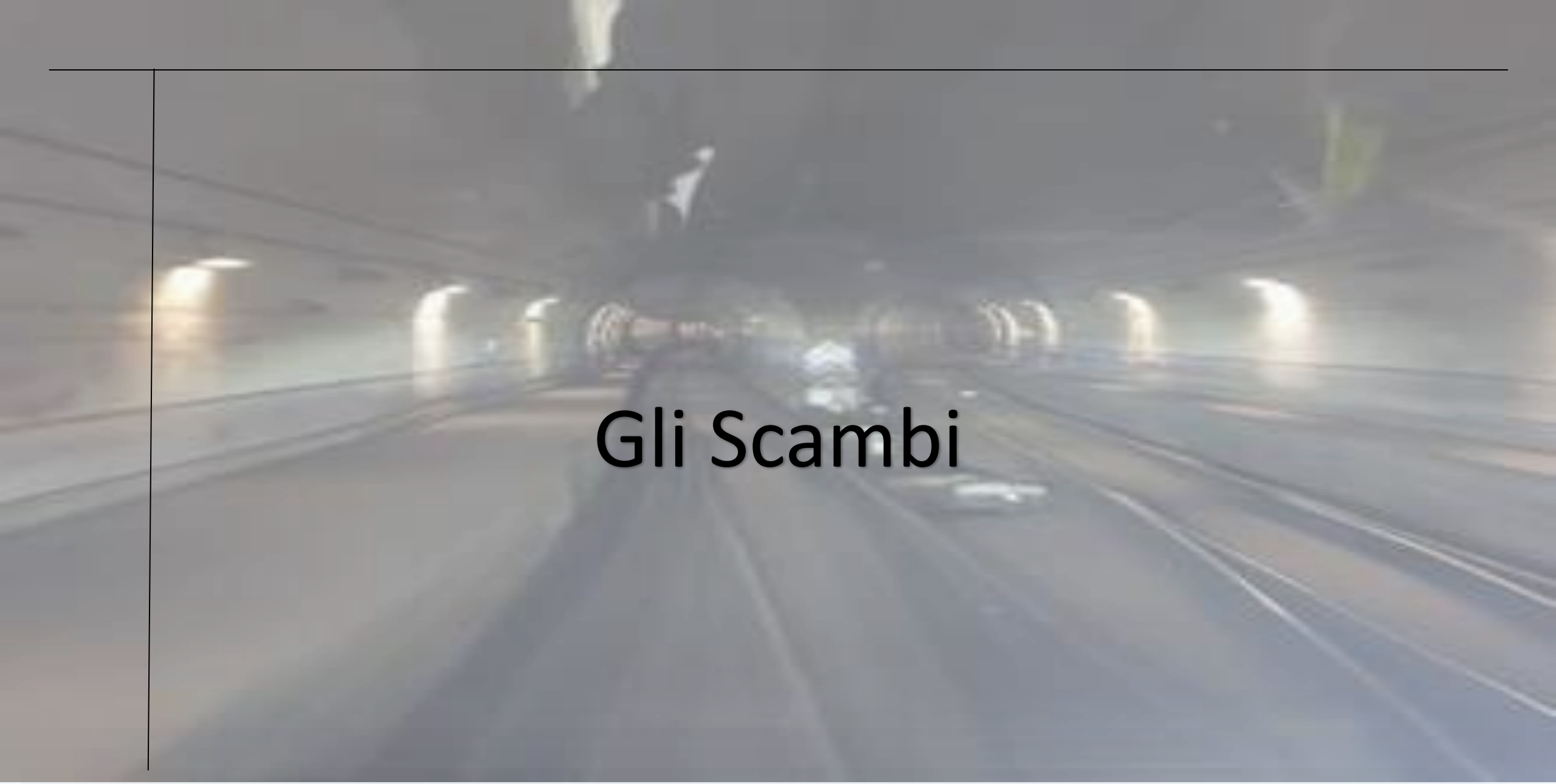
Si evidenzia il carattere di **continuità** del sistema, come lo sono il BaCC, il RBC («blocco radio»), ecc. e non **discontinuo** come sono p.e. il SCMT, SSC o il BCA.

Infatti si indica tale tecnologia per la «***protezione continua della marcia del treno***», altrimenti detta «Automatic Train Protection – **A.T.P.**»

Air Gap

1. Rappresenta la parte spaziale che si estende tra il «trasmettitore» (boa/cdb/altro) posato sui binari e il «ricevitore» (captatore) ubicato sul rotabile. A seconda del sistema vanno considerate:
   - **Tolleranza ammessa sulla distanza**
   - Assenza di **masse metalliche** superiori a certe dimensioni e in certe posizioni
   - Tolleranza ammessa sulle **variazioni angolari della posizione della boa** rispetto all'asse del binario (rispetto alle tre dimensioni)
   - Etc.



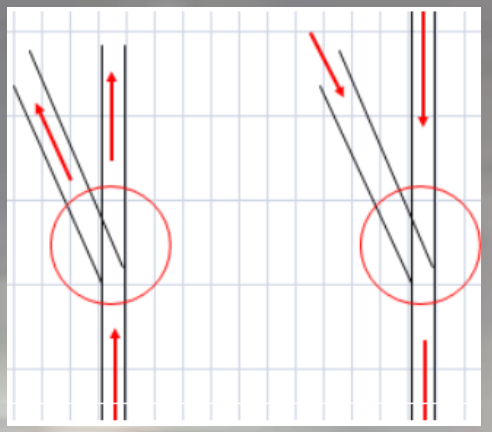


Gli Scambi

Scambio: punto di confluenza o divergenza di 2 binari.

IN UN SISTEMA TRANVIARIO E METROTRAMVIARIO

Lo scambio o deviatoio è il tratto dell'impianto tranviario che consente la diramazione di un binario su due diverse direzioni (in questo caso si parla di "scambio di entrata") oppure la confluenza di due binari su un'unica direzione ("scambio di uscita").



Nei sistemi Tranviari è tipicamente azionato a distanza dal macchinista, ma se previsto anche da un operatore tramite un comando remoto.

AZIONAMENTO DA MACCHINISTA:

In caso di divergenza (diramazione verso una delle 2 direzioni) il conducente, in base alla direzione del suo servizio ed alla posizione al momento dello scambio, deve **decidere** se azionare o meno lo scambio medesimo.

Egli deve giungere in prossimità dello scambio a velocità moderata in modo da poter rilevare la posizione in cui si trova lo scambio ed eventualmente cambiarla attivando il comando elettrico.

Nell'impegnarlo deve accertarsi che lo scambio si sia posizionato secondo l'itinerario da Lui prescelto.

Qualora lo scambio non si attivi secondo necessità lo stesso deve essere azionato a mano.

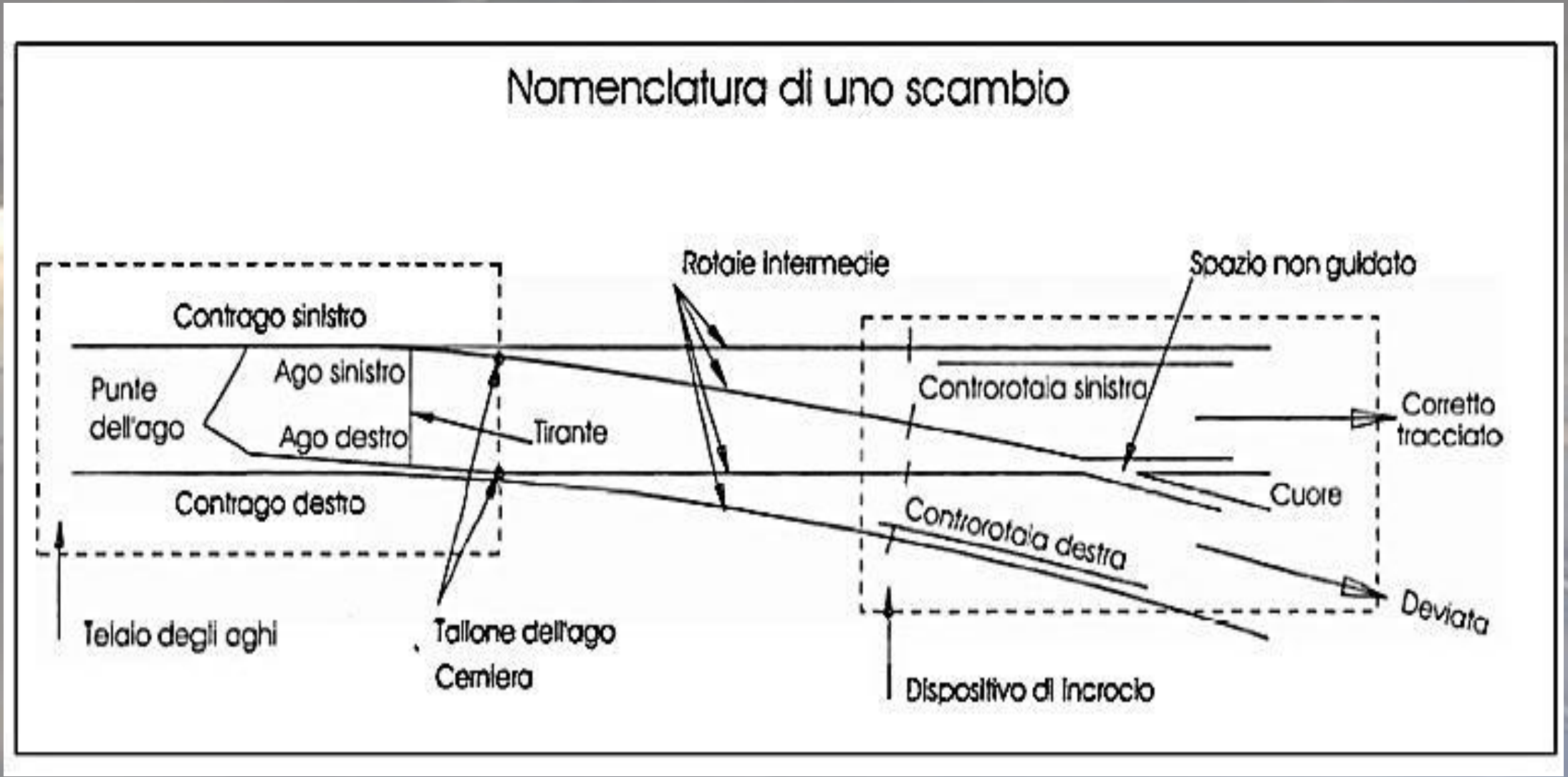
Gli apparecchi del binario: deviatoio semplice



1 - Ago sinistro
2 - Ago destro
3 - Contrago sinistro
4 - Contrago destro
5 - Punta dell'ago
6 - Primo cuscinetto di punta

7 - Secondo cuscinetto di punta
8 - Terzo cuscinetto di punta
9 - Fermascambio a morsa tipo 4
10 - Apparecchio distanziatore dell'ago discosto
11 - Tiranteria di manovra
12 - Cerniera elastica

Gli apparecchi del binario



DEVIATOI con MANOVRA ELETTRICA

I deviatoi, o scambi, **sono dei dispositivi che permettono il passaggio di un treno da un binario all'altro**. Sono composti da una parte fissa ed una mobile. Le rotaie della parte mobile sono detti "aghi" che vanno ad appoggiarsi su quelle della parte fissa dette "contraghi".

La manovra dei deviatoi può essere effettuata elettricamente a distanza o a mano sul posto.

In fase di costruzione di un deviatoio viene stabilita la posizione "normale" dello stesso. L'altra posizione viene detta "rovescia". Di regola la posizione "normale" è quella di corretto tracciato.

apparecchiatura per la
- ✓ **manovra,**
- ✓ **fermascambiatura (assicurazione)**
- ✓ **controllo**

delle parti mobili del telaio aghi di uno scambio.

…durante una manovra elettrica avviene una *successione*…:

- ✓ perdita di controllo (inizialmente posseduto);
- ✓ toglimento del fermascambio;
- ✓ movimento degli aghi fra una posizione definita all'altra;
- ✓ riapplicazione del fermascambio;
- ✓ ottenimento del controllo relativo alla posizione finale.

VELOCITA' DI PERCORRENZA DEI DEVIATOI ED INTALLONABILITA'

I deviatoi permettono normalmente:

- il passaggio in una posizione alla velocità massima ammessa dalla linea;
  Il ramo che non comporta riduzioni di velocità viene detto ramo di "**corretto tracciato**"
- il passaggio nell'altra posizione (quella che comporta una curva di tracciato) con percorribilità a velocità ridotte a seconda del raggio di curvatura (o tangente) del deviatoio.
  I ramo che non comporta riduzioni di velocità viene detto ramo di "**tracciato deviato**".

RFI/la regola tecnica impone che per velocità di punta superiori a 60 km/h si impieghi una cassa di manovra INTALLONABILE

(intallonabilità a comando o permanente): Una cassa di manovra è intallonabile quando non permette, se il Deviatoio a cui è applicata è tallonato, che l'ago accostato si allontani liberamente dal rispettivo contrago, per dare libero passaggio al bordino della ruota che vi si incunea;
In tal caso il tallonamento del deviatoio a cui la cassa è applicata, oltre a determinare la perdita del controllo elettrico del deviatoio, provoca il danneggiamento degli aghi e della cassa stessa.
Per motivi di flessibilità dell'esercizio, la cassa di manovra può essere resa intallonabile a comando con un apposito dispositivo Elettromagnete di intallonabilità

Le Casse di Manovra, collegate opportunamente allo scambio mediante zatteroni o altro dispositivo e tiranterie, consentono:

- **di effettuarne la movimentazione elettrica a distanza e/o manuale sul posto mediante opportuno dispositivo di manovra a mano;**
- **di assicurarne mediante opportuno dispositivo di fermascambiatura interna la posizione finale assunta;**
- **di attivare, se prevista, l'intallonabilità a comando;**
- **di verificare, ad ogni manovra, mediante opportuno dispositivo di puntata l'integrità degli organi meccanici della tiranteria ed il corretto posizionamento del contrago relativo all'ago accosto, come controllo dello scartamento;**
- **di fornire, a distanza, un controllo elettrico della regolare acquisizione della condizione di fermascambiatura e della posizione finale assunta dalle parti mobili dello scambio.**

I tiranti di manovra ricevono il movimento dal motore attraverso il cinematismo della
cassa e lo trasmettono ai tiranti di manovra e quindi agli aghi.

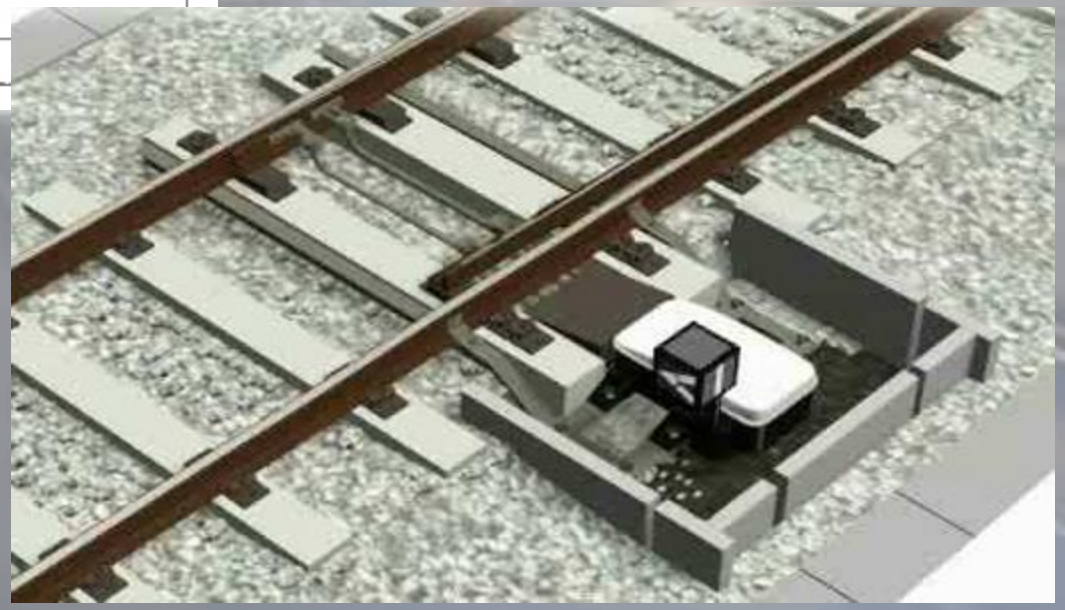
I tiranti di controllo ricevono il movimento dagli aghi e attraverso opportuni dispositivi di controllo forniscono una conferma che il movimento comandato dai tiranti di manovra si è regolarmente compiuto.

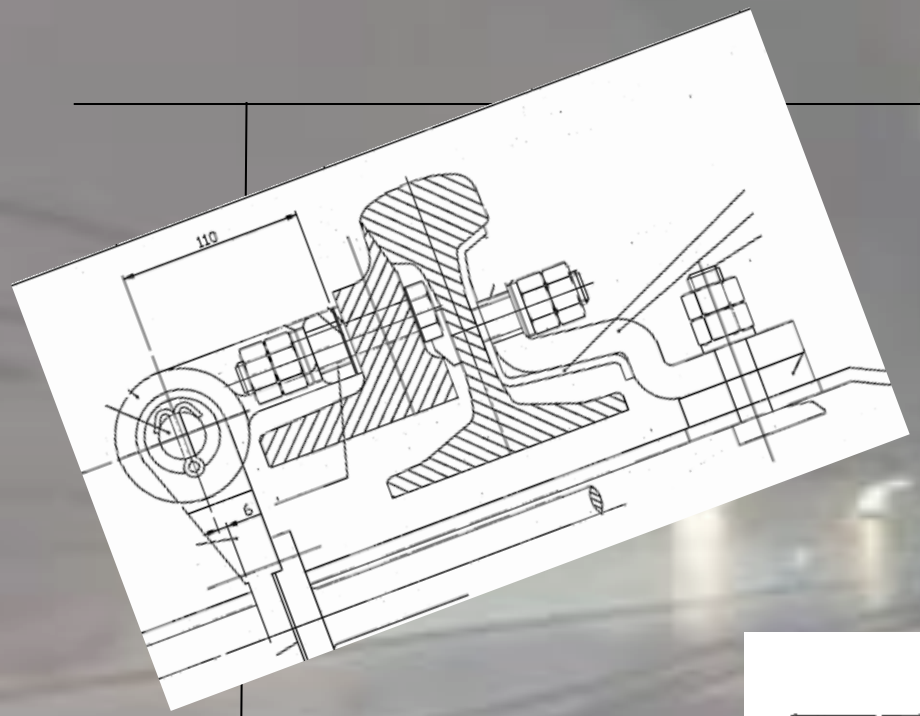
Nelle casse tradizionali (es. P80/L90).. *I tiranti di controllo vengono applicati tra i tiranti di manovra e le punte degli aghi (assai prossime a queste) e pertanto essi offrono la garanzia di cui sopra con un controllo preciso della posizione degli aghi verso la punta, assicurando che per l'ago accostato siano soddisfatte le condizioni di regolare combaciamento col contrago entro i ristretti limiti di tolleranza necessari per la sicurezza dell'esercizio.*

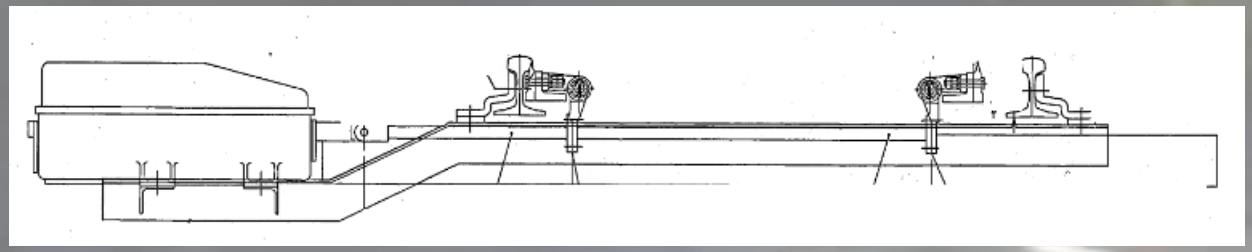
Dati tecnici della manovra elettrica F.S.P.80

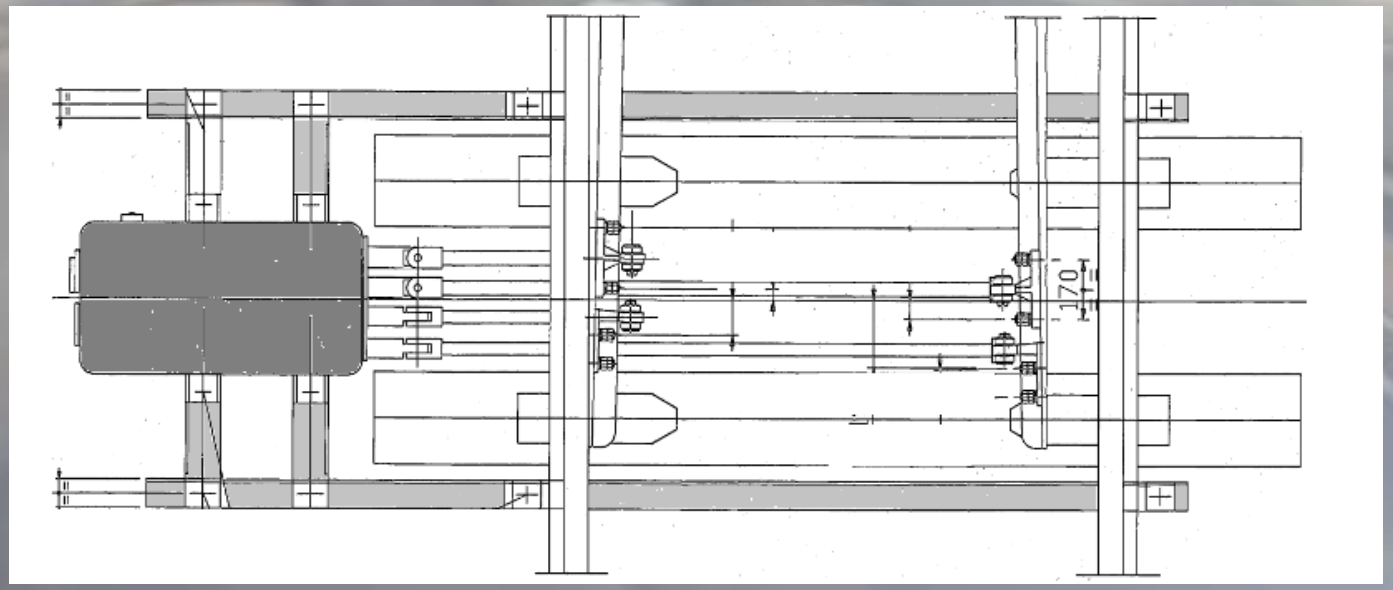
Alimentazione	120±5 Vcc
Assorbimento	2.5 – 3.5 A
Massima potenza assorbita	530 W
Tempo di manovra a 120Vcc	>2,5 secondi
Corsa esterna	149 – 153 mm
Forza di trascinamento	≥ 500 kg (490 daN)
**Forza di tallonamento (Perdita della fermascambiatura)*	≅ 1000 kg (981 daN) ≅ 1050 kg (1030 daN) per doppie
**Forza di tallonamento (Perdita di controllo)*	≅ 650 kg (637 daN) ≅ 800 kg (785 daN) per doppie
**Forza di puntata*	≅ 250 kg (245 daN)
Peso	240 kg
Temperatura di funzionamento	-30 ÷ +70 °C

P80




110
6

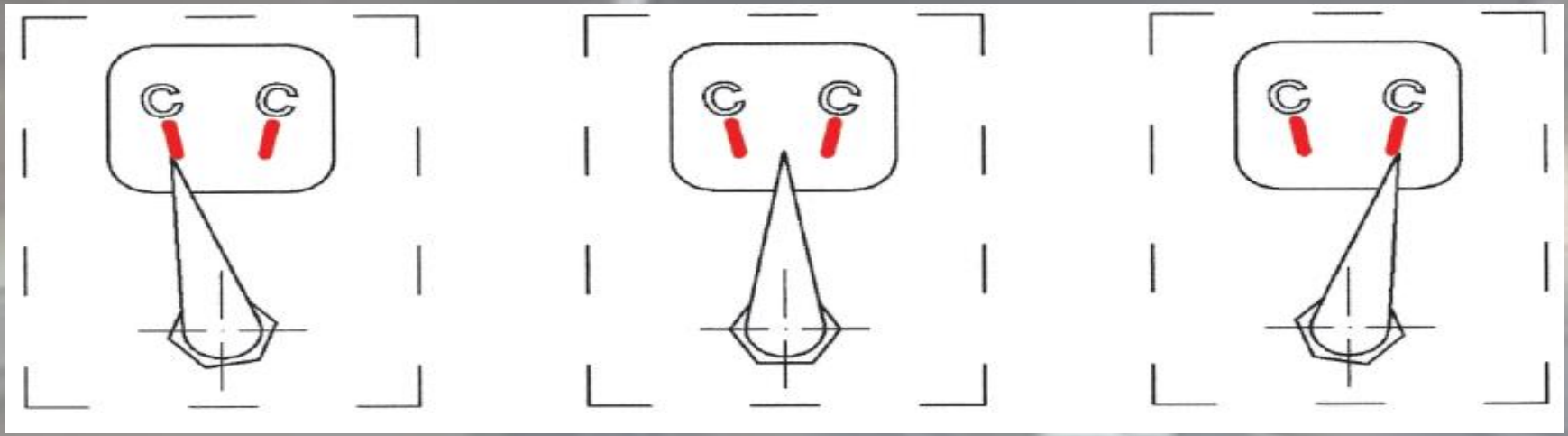



170



Esempio di Deviatoio a manovra elettrica in traversa.

Le casse di manovra sono munite del **rivelatore di fine manovra (rfm),** segue Esempio.



L'indicatore meccanico posizionato sul lato sinistro o destro conferma che la cassa di manovra è fermascambiata meccanicamente con ago accosto o discosto.

Quando l'indicatore meccanico si trova in posizione verticale, la cassa non è fermascambiata meccanicamente.

Anormalità relative ai deviatoi

L'esistenza del controllo di un DV garantisce che il DV stesso ha assunto la regolare posizione di fine corsa in concordanza con la posizione della relativa funzione di manovra e che il telaio degli aghi è mantenuto fermo in tale posizione dal fermascambio della cassa di manovra.

Nel caso in cui non si ottenga o, venuto a mancare non si riottenga il controllo di un DV, questo deve essere considerato difettoso e privo di fermascambiatura.

La mancanza del controllo di un DV impedisce la disposizione a via libera dei segnali che comandano un It che interessa il DV difettoso e viene denunciata,(oltre che dal lampeggiamento della corrispondente ripetizione sul QLv anche dall'allarme rilevabile da TO).

Un DV privo di controllo, per essere percorso da treni o manovre che lo impegnino di punta, deve essere assicurato …..

Segnali



Esempio di aspetto segnali



Immagine dei segnali bassi luminosi.



Esempio di un Segnale di Protezione a via libera degradata con JD acceso.

- **Segnali di protezione**

I segnali di protezione delle stazioni sono segnali alti imperativi e dotati del segnale di "chiamata" (avanzamento Saz).

- **Segnali di partenza**

I segnali alti di partenza delle stazioni sono imperativi.

Sia i segnali di protezione che di partenza possono essere dotati del segnale indicatore di direzione.

- **Segnali di Blocco Automatico permissivi**

I segnali alti situati lungo la linea sono posti in prossimità delle fermate.

Ogni fermata è dotata di un segnale di inizio e fine banchina per ogni senso di marcia.

I segnali di inizio banchina sono segnali permissivi resi tali mediante applicazione di una tabella con dipinta la lettera "P".

I segnali di fine banchina sono segnali imperativi.

Chiusura Segnali e Chiusura Urgente

Oltre al DM od al DCO…può essere previsto un pannello per le chiusure «di emergenza» ubicato nel banco Agente di Stazione **e va utilizzato dal personale formato ed autorizzato**.
Il pannello può contenere:

- ***le maniglie CU con l'indicativo della leva (pari o dispari).***
- ***le maniglie KS per la chiusura singola dei segnali divise per binario pari e dispari.***

Sul pannello sono presenti ripetizioni ottiche che denunciano lo stato delle maniglie di chiusura segnali (CU e KS) e precisamente:

- bianca accesa e rossa spenta: tutte le maniglie di chiusura segnali sono a riposo
- bianca spenta e rossa accesa: una o più maniglie di chiusura segnali è attiva







Grazie per l’attenzione