Sistemi di trasporto a guida vincolata

Formazione Responsabili del Sistema di Gestione Sicurezza

Impianti di

Segnalamento, Automazione, Telecomunicazioni

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.*

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

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***.

METROPOLITANE

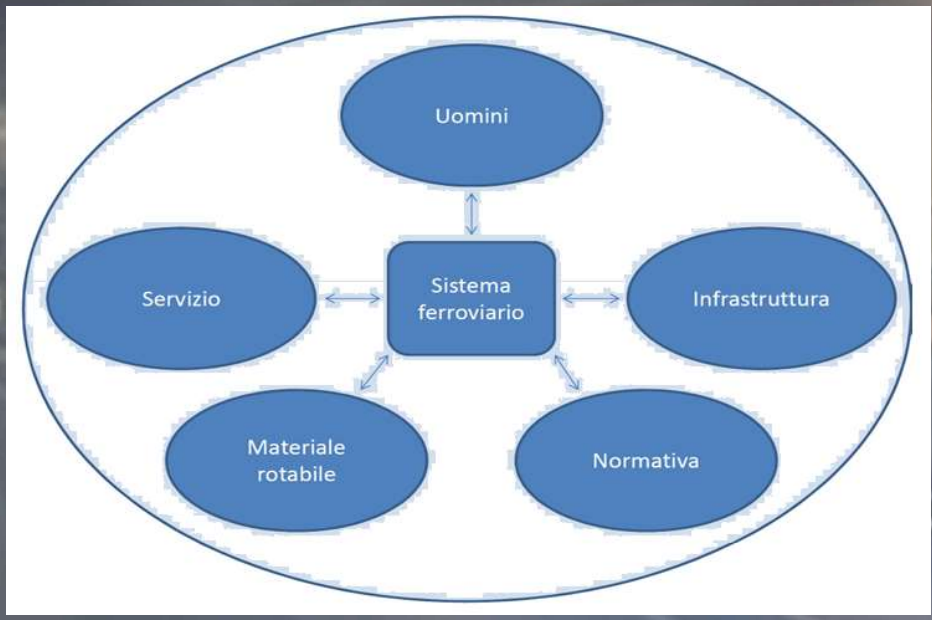
E’ possibile schematizzare diversi tipi di metropolitane in funzione di vari aspetti.

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
In base alle caratteristiche infrastrutturali

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

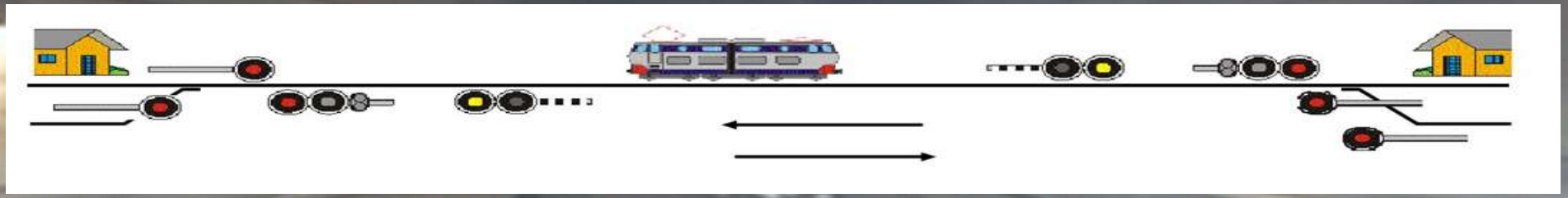
ENERGIA Il sistema di elettrificazione incluso il materiale aereo e le parti caricate a bordo delle apparecchiature di misurazione dei consumi elettrici

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.

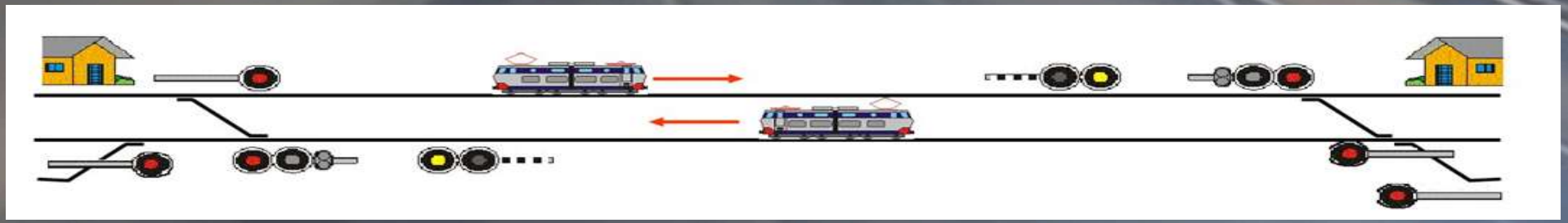

SOTTOSISTEMA COMANDO-CONTROLLO SEGNALAMENTO
GESTIONE DELLA VIA
ACEI – ACC
ENTI DI PIAZZALE/LINEA
(segnali a terra, deviatoi, PL,cdb)
SISTEMA DI DISTANZIAMENTO
SISTEMI DI BLOCCO
TRASMISSIONE SEGNALAMENTO A BORDO E PROTEZIONE MARCIA TRENO

Cenni di circolazione ferroviaria

La circolazione ferroviaria 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



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



I sistemi di esercizio

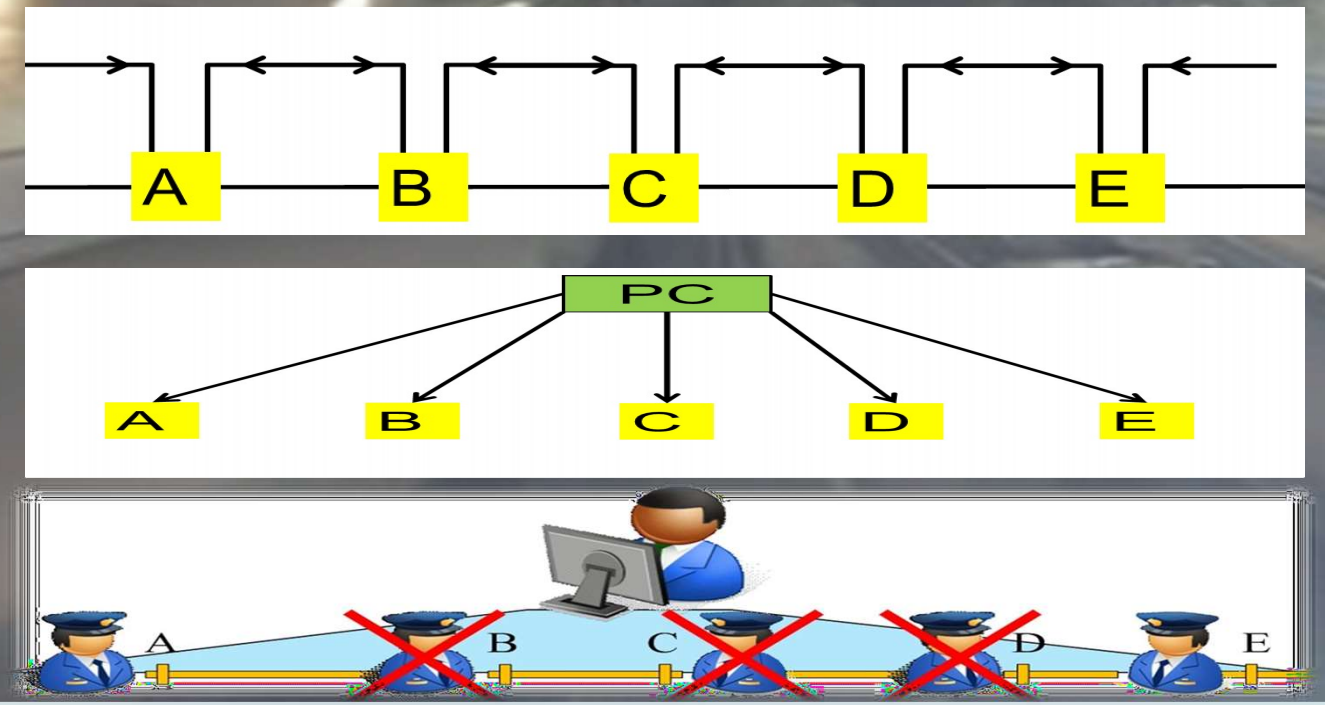
Si dice **sistema di esercizio d'una linea ferroviaria** il tipo di organizzazione della dirigenza della circolazione.

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

Dirigenza Centrale

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 (AC) che garantiscono la sicurezza**.

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.***

…Principali 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 centrale 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;

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.

I regimi di **circolazione**

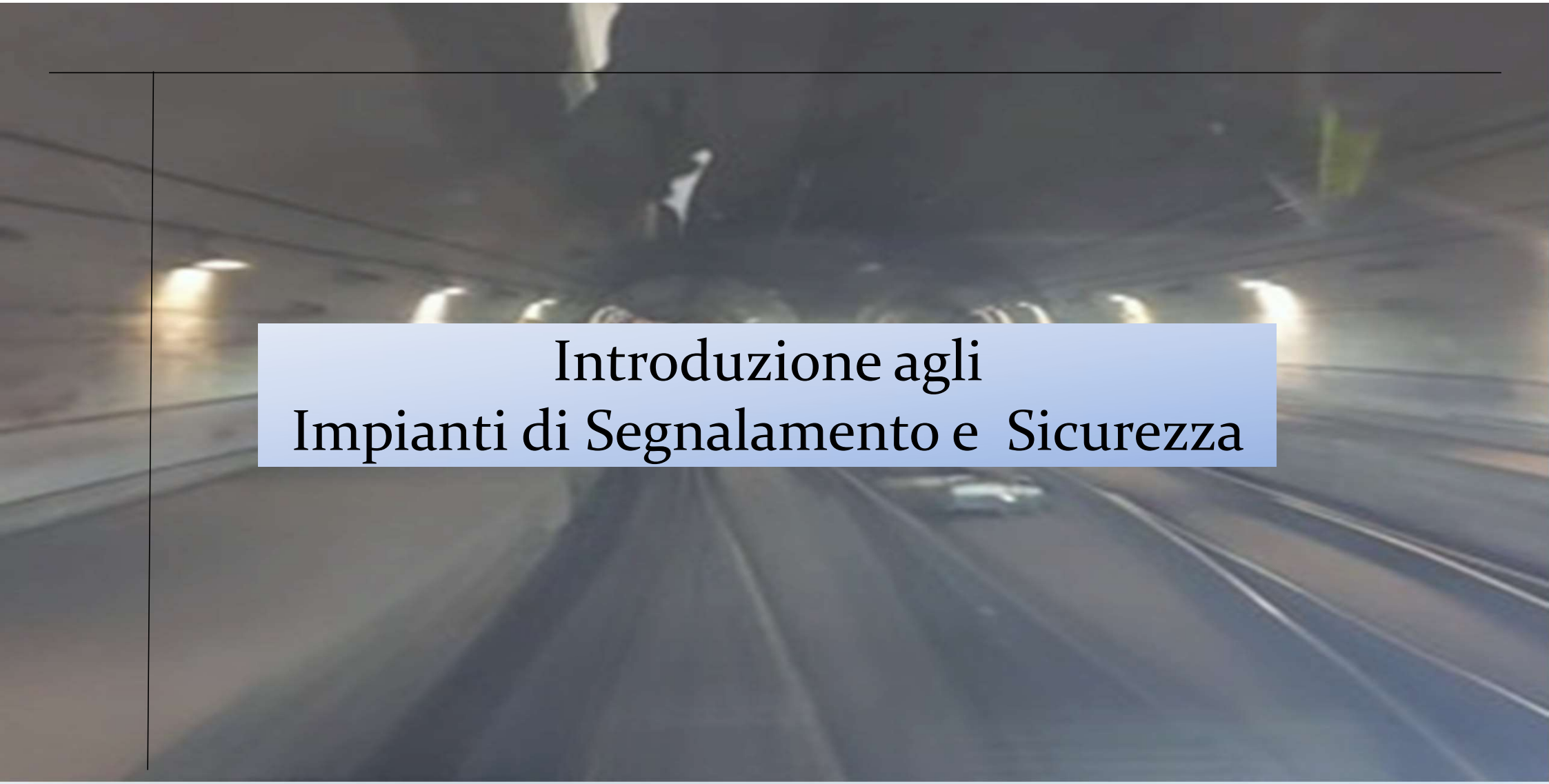
Regime di Circolazione dei treni

- Sistema di distanziamento → ***Sottosistema di TERRA***
- Regime di marcia → ***Sottosistema di BORDO***

Es. **Telegramma**

NB: Un sistema di **blocco fisso** prevede che un treno debba attendere il completo sgombero della sezione di blocco da parte del treno precedente prima di potervi entrare

Ulteriori Evoluzioni: dal BLOCCO FISSO al BLOCCO MOBILE (si basa sull'avvicinamento dei treni e può essere utilizzato su tratte ad alta densità di traffico, mantenendo tecniche di blocco fisso ma adattando le distanze)
Ad es. Nel blocco mobile ogni treno trasmette la propria identità, direzione, velocità al controllore di area che effettua i necessari calcoli per definire la separazione in sicurezza della marcia dei treni…



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).*

..più in generale: Classificazione degli IS

- APPARATI CENTRALI
- IMPIANTI DI BLOCCO
- IMPIANTI PER LA PROTEZIONE MARCIA TRENO
- IMPIANTI PER LA GESTIONE DEL TRAFFICO

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

APPARATI CENTRALI

- Elettrici (in genere) — ACE
- A Leve individuali con serratura meccanica/elettrica (p.m.) — ACELM/ACELE
- A comandi di itinerario a leve (p.m.) — ACELI
- **A comandi di itinerario a pulsanti** — ACEI
- A comandi di itinerario a tabulatore — ACEIT
- **A logica statica - computerizzata** — ACC

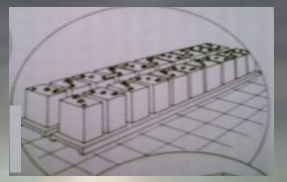
Gli apparati sono gestiti attraverso vari *Enti*

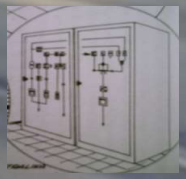
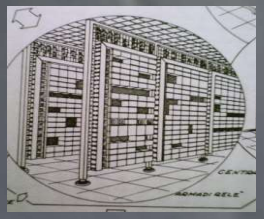
Deviatoi
Segnali
Cdb

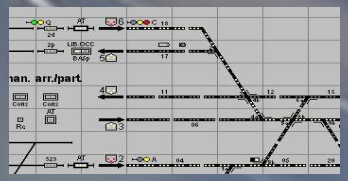
Banco/QL

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.

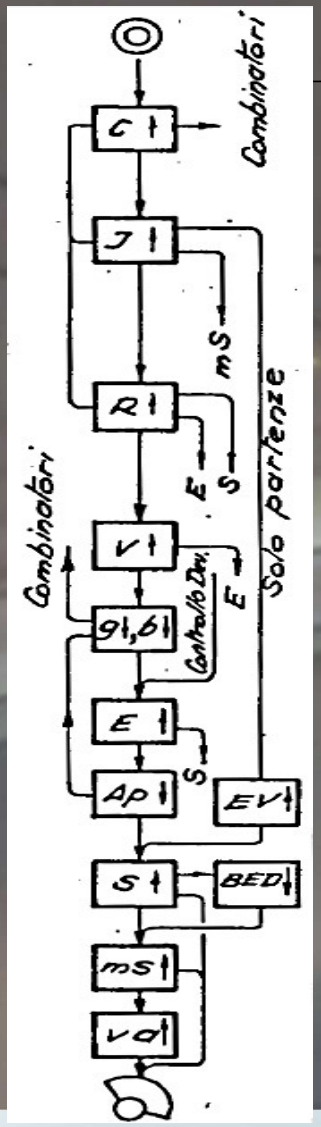
Dopo l'arrivo o la partenza del treno, se tutte le operazioni sono andate a buon fine, l'ACEI **ritorna allo stato di riposo** senza alcun intervento da parte dell'operatore.

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



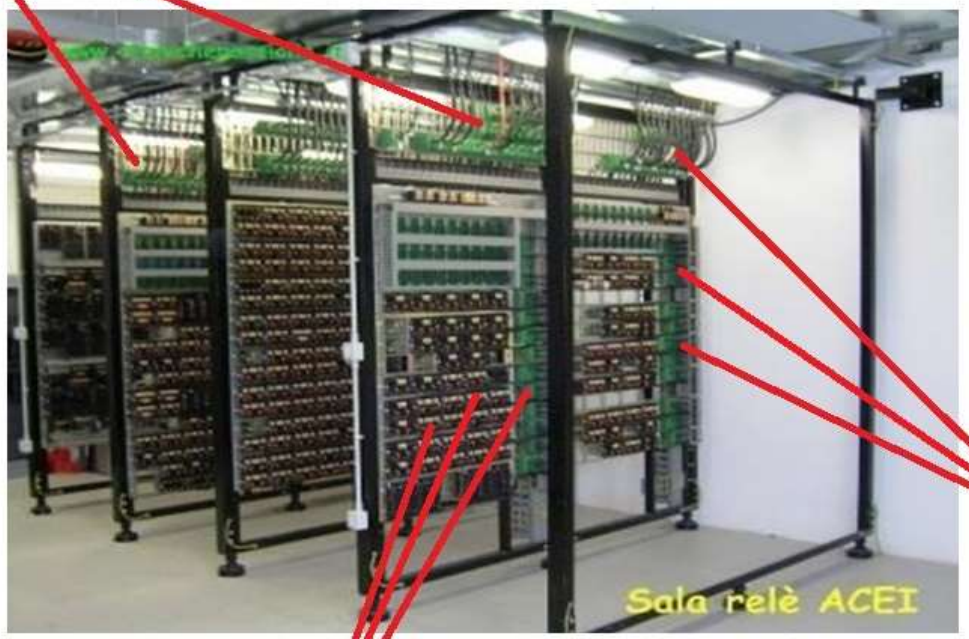
Passaggi a livello



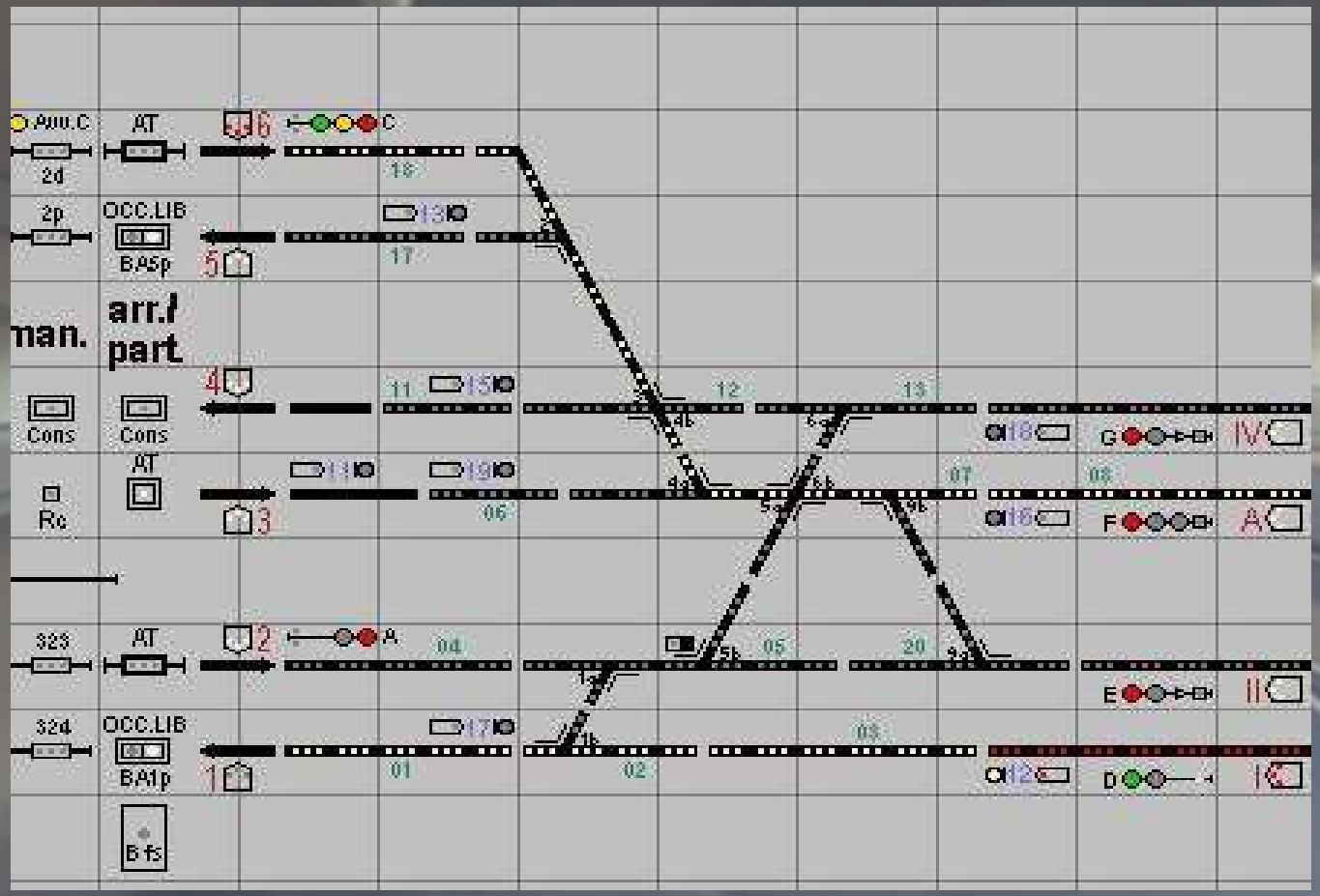
Circuiti di binario



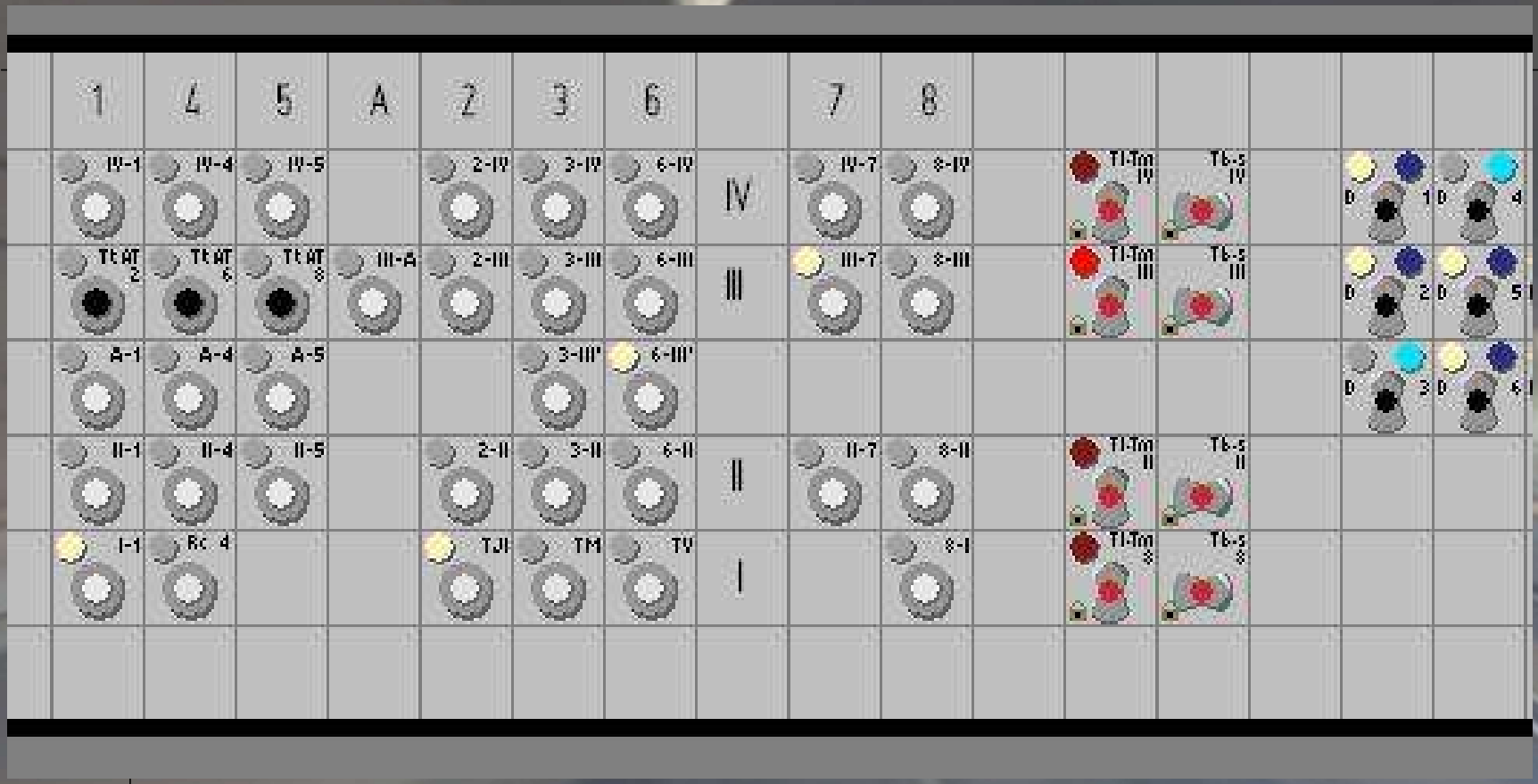
Standardizzazione, Filatura telai e armadi



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.

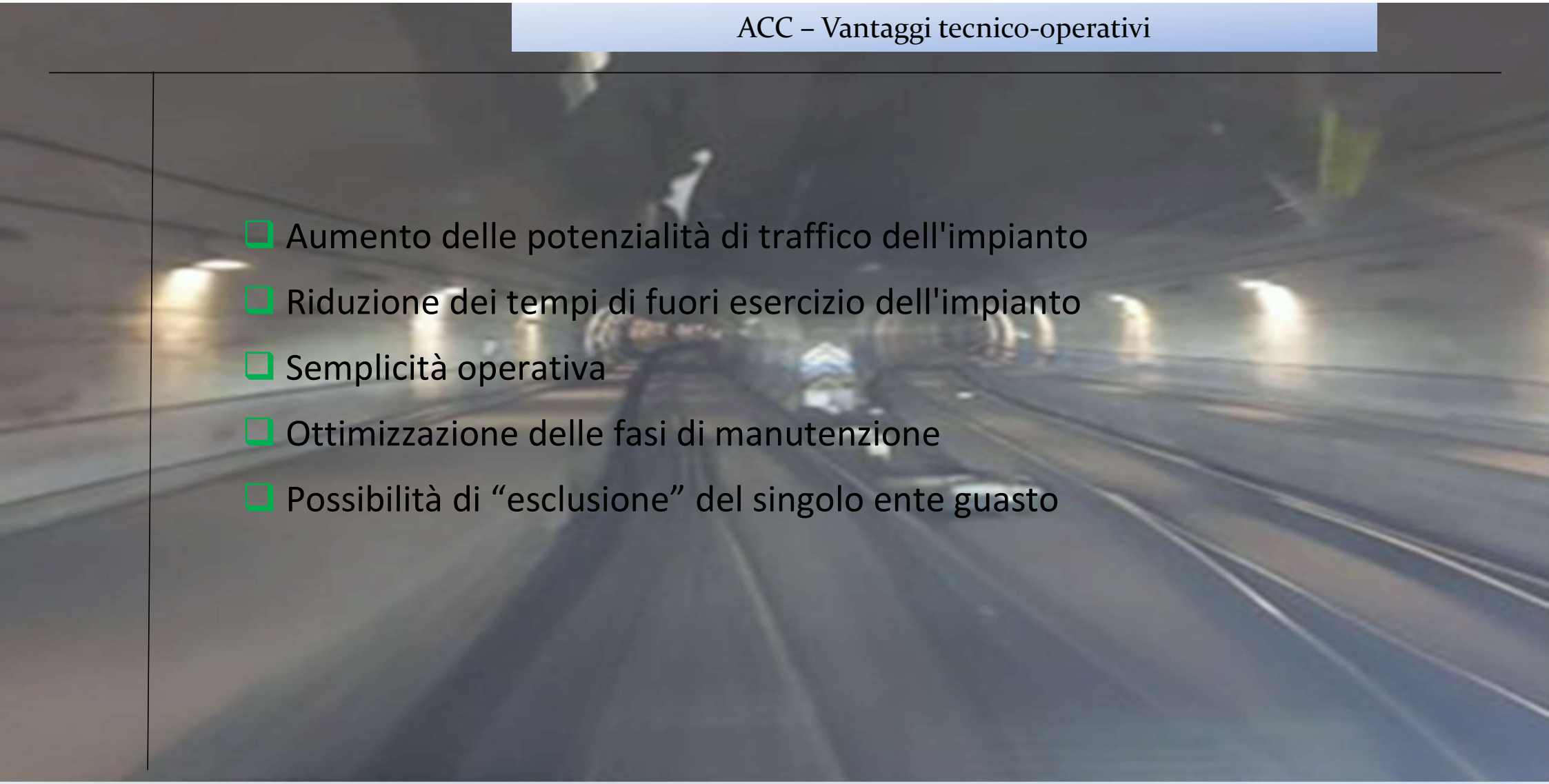
Trattandosi di un ACEI a tutti gli effetti - solo di tipo più evoluto - conserva le stesse caratteristiche tipo la liberazione elastica e la possibilità di essere telecomandato.

(*) 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.



- 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

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

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.

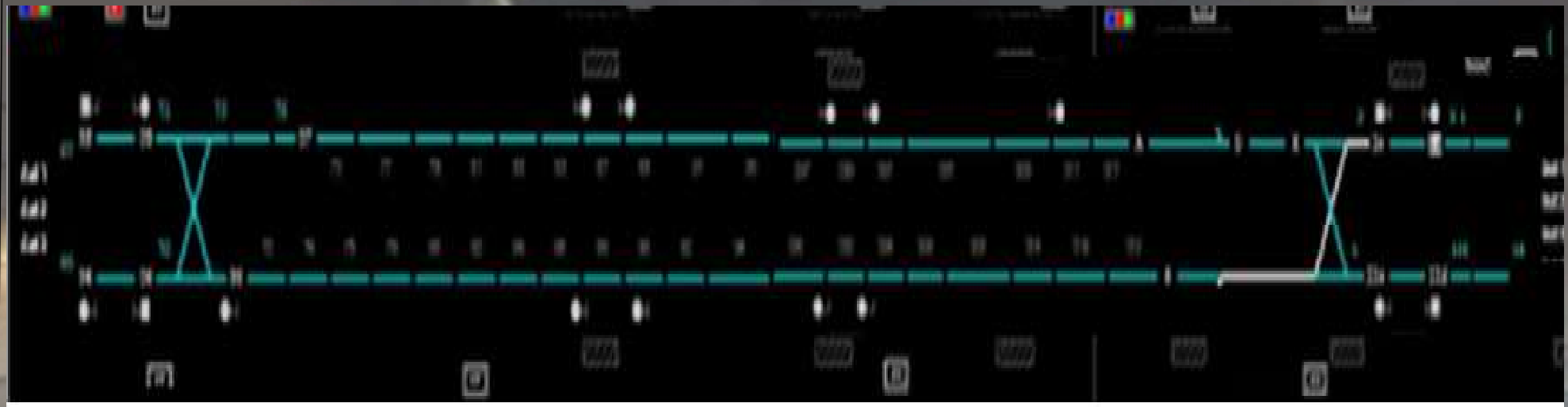


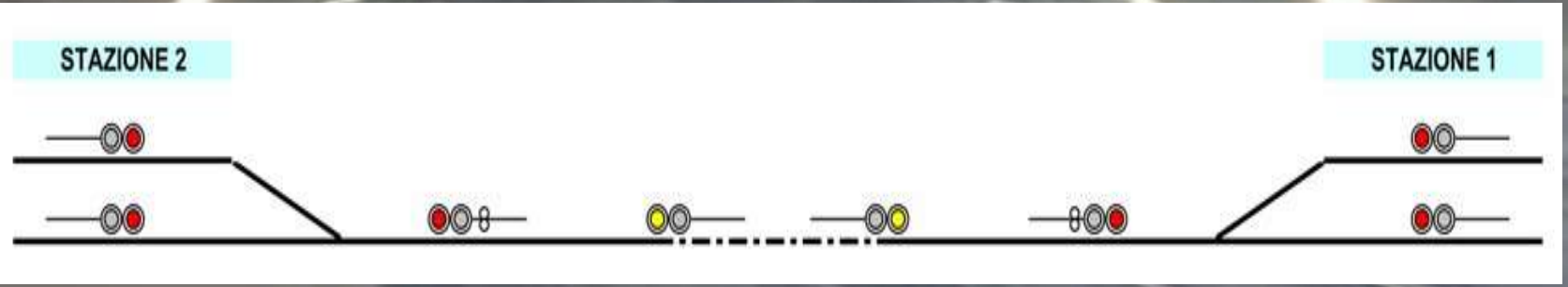
Immagine Train Describer CTC stato di risposo



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:

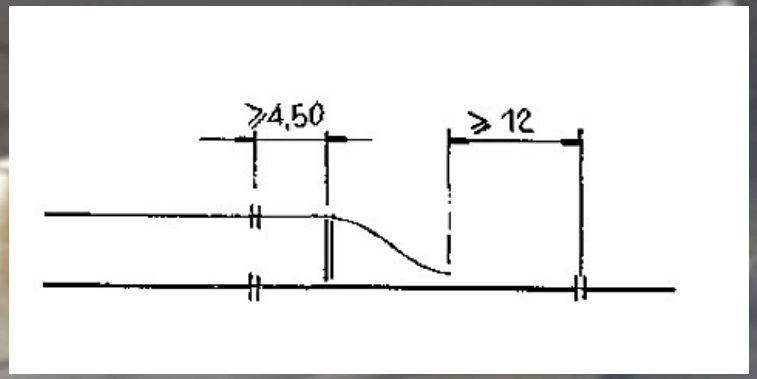
- ✓ **CdB di liberazione,**
- ✓ **CdB di occupazione,**
- ✓ **CdB di stazionamento**
- ✓ **CdB di immobilizzazione**

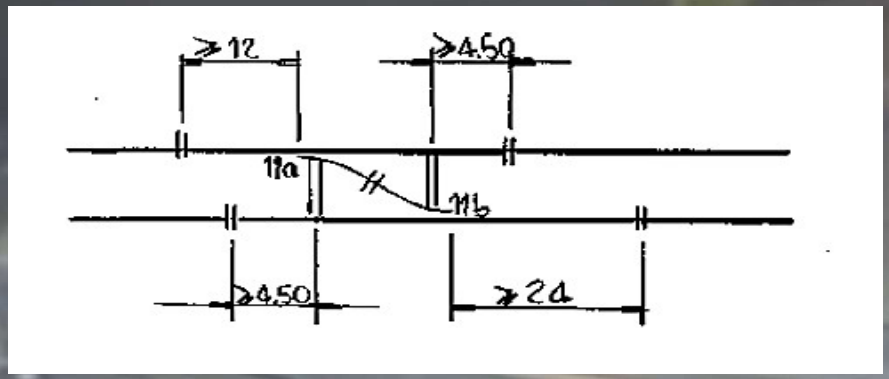
Ma anche altro… (localizzazione per sistemi integrati all'IS)

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 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 TECNOLOGICO: Il circuito di binario *ad audiofrequenza*

Segnalamento laterale

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

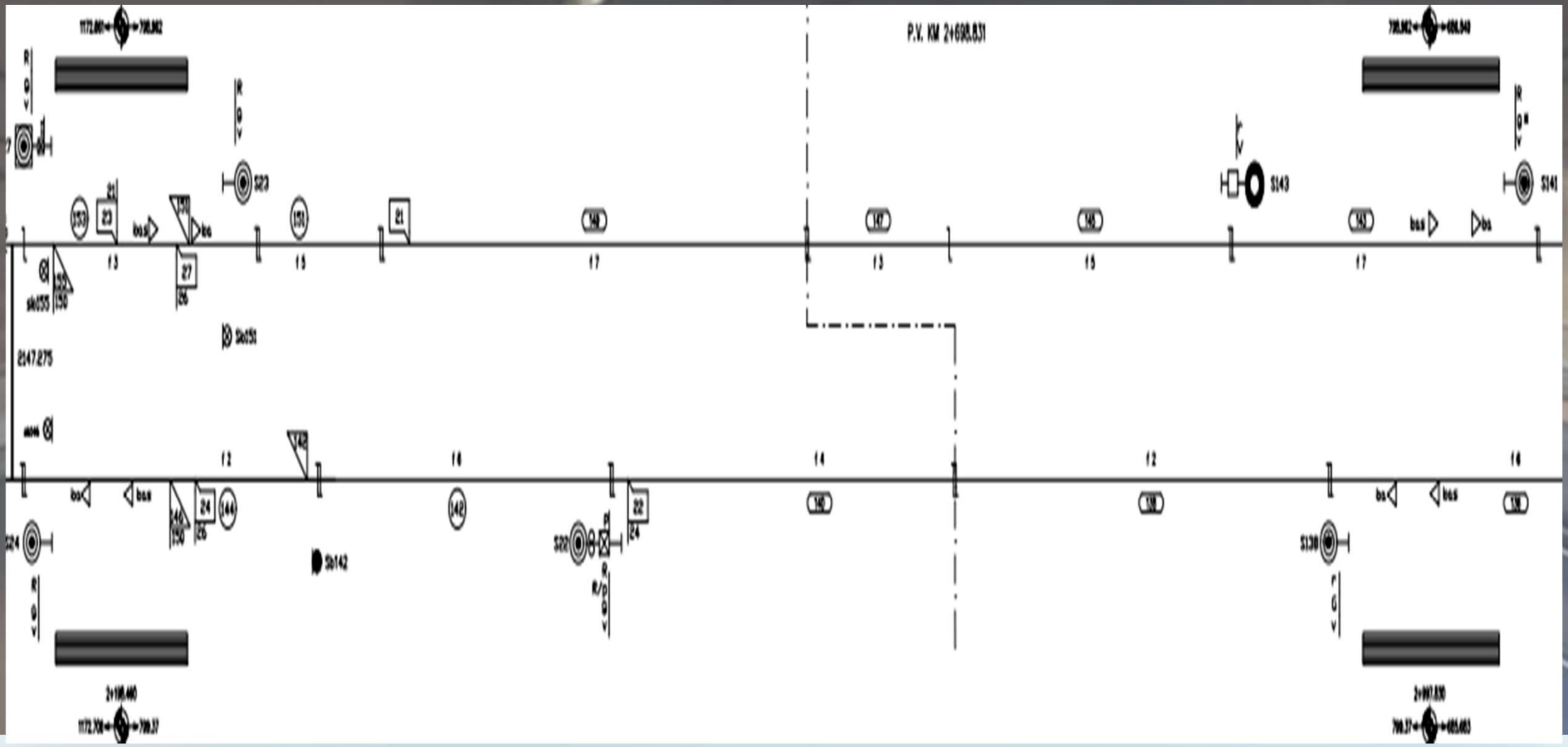
In aggiunta/ o sostituzione di detto segnalamento implica di norma la presenza di altre forme di segnalamento automatico e più evoluti e sistemi di trasmissione/acquisizione dati (via radio SST→ SSB con codifica digitale), implicando un colloquio diretto terra/bordo.

INTERLOCKING E Telegramma

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.

Ad es. Fu elaborato un 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. Che permettono anche la ***gestione del traffico in «interlocking» con Telegramma:***

- ✓ LUNGHEZZA CDB (CHE SI STA PERCORRENDO--> PER DETERMINARE APPUNTAMENTO CON GIUTO SUCCESSIVO)
- ✓ PENDENZA MAX / ALTRI DATI CARATTERISTICI
- ✓ DIREZIONE DI MARCIA
- ✓ VELOCITA' (DI INGRESSO E DI USCITA NELLA SBA -->SELEZIONE CURVE)
- ✓ FREQUENZA CDB (--->PROSSIMO APPUNTAMENTO)
- ✓ altre info (EMERGENZA, CRC, ETC)


P.V. KM 21+698.831

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.

CDB in audiofrequenza…in conclusione

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.****»*



Gli Scambi

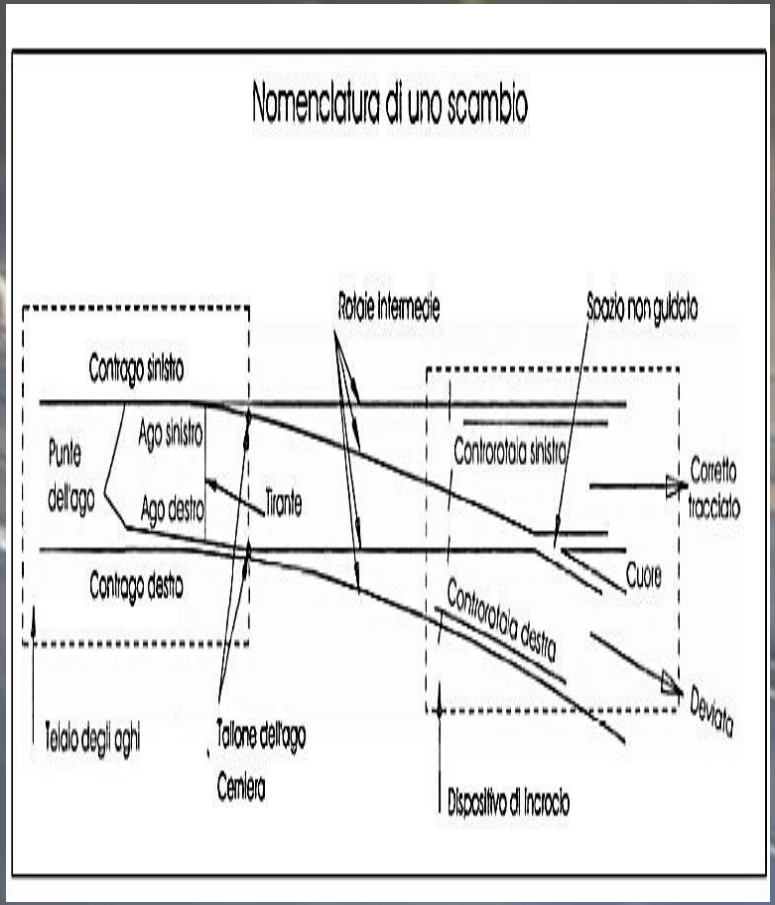
Gli apparecchi del binario: deviatoio semplice

METROPOLITANE PESANTE/LEGGERA



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 del-l'ago discosto
11 - Tiranteria di manovra
12 - Cerniera elastica



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.

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.*



I Segnali…vari tipi e funzioni

- **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





IL PIANO SCHEMATICO IS e la TABELLA DELLE CONDIZIONI

Elementi fisici del PS

Tra gli elementi FISICI riportati sul PIANO SCHEMATICO troviamo:

- segnali per treni e manovre
- circuiti di binario
- deviatoi
- passaggi a livello
- fabbricati e marciapiedi

Elementi logici del PS

Tra gli elementi LOGICI riportati sul PIANO SCHEMATICO troviamo:

- distanze tra segnali
- distanze tra segnali e giunti cdb
- distanze tra segnali e traverse limite o enti
- posizioni traverse limite
- velocità deviata deviatoi
- numerazione enti

(Slides facoltative)
Approfondimenti PS



Simbologie del piano schematico

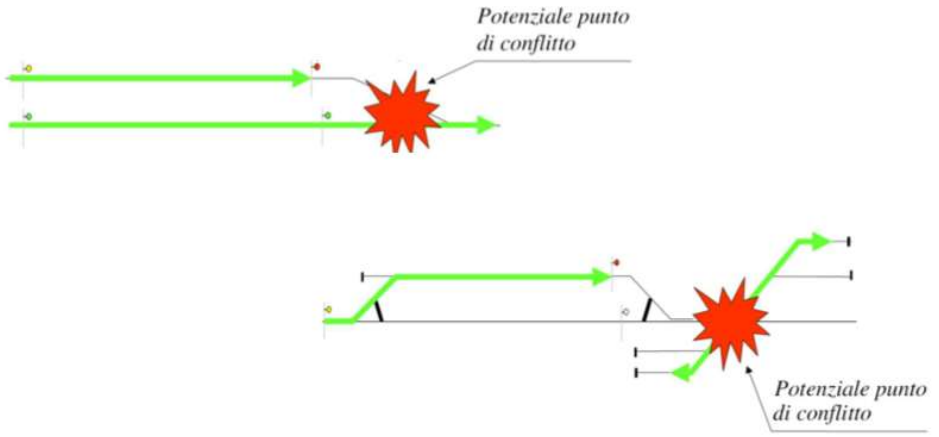
RECAP: Il Piano Schematico

E' compilato sulla base della planimetria e del programma di esercizio.

Esso riporta tutti gli elementi che caratterizzano l'impianto stesso.

E tiene conto degli aspetti relativi alla sicurezza.

OLTRE AL POSIZIONAMENTO DEI DEVIATOI PARTICOLARE CURA DOVRA' ESSER POSTA ALLE INCOMPATIBILITA' TRA GLI ITINERARI.





La Tabella delle Condizioni

Il **collegamento di sicurezza**
è un **vincolo meccanico o elettrico o logico**, tra gli organi per la manovra di un segnale e i deviatoi od eventuali altri meccanismi (chiusure di PL, scarpe fermacarri, ecc) interessati dal movimento comandato dal segnale stesso, tale da soddisfare le seguenti condizioni:

1. per **disporre il segnale a via libera** è necessario che i deviatoi e gli altri meccanismi interessati siano disposti ed assicurati nella posizione voluta.
2. per rimuovere i deviatoi e gli altri meccanismi da questa posizione, occorre che il segnale **sia ridisposto a via impedita**.

I due punti citati rappresentano il cuore della «logica» della sicurezza della circolazione:

- un segnale (o un ente qualsiasi che permette una «liberatoria» al movimento) deve essere possibile solo dopo che tutti gli enti interessati abbiano assunto le posizioni corrette e che esse siano state controllate.
- inoltre tali enti non devono risultare più utilizzabili fino ad un nuovo ciclo: è il concetto di «immutabilità» che negli IS viene definito molto spesso con il termine «**bloccamento**». Lo stesso termine «blocco» utilizzato per il distanziamento prese nome, a suo tempo, dal fatto che se un treno si immette in linea la circolazione per essa deve essere bloccata.

La ***tabella delle condizioni*** è la tabella che riporta i legami logici che servono per:

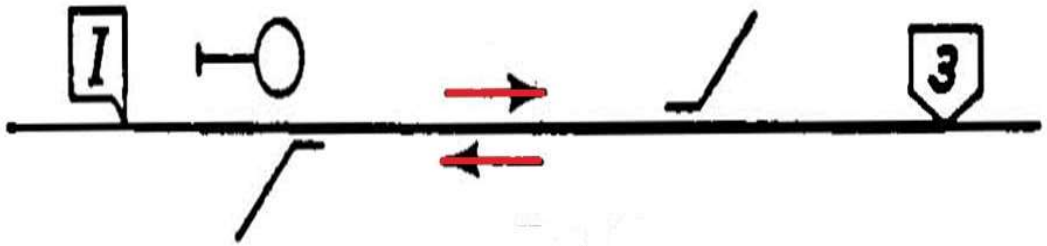
- La formazione degli itinerari
- Il bloccamento degli itinerari
- L'apertura segnali
- L'occupazione del segnale
- La liberazione dell'Itinerario in un PdS (Posto di Servizio)

Per la tipologia dei contenuti, la tabella alcune volte è suddivisa in

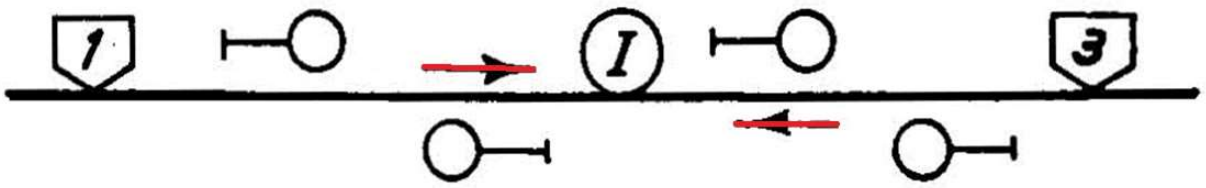
- TABELLA DELLE CONDIZIONI che riporta le condizioni degli enti fisici
- TABELLA DELLE INCOMPATIBLITA' che riporta le condizioni degli elementi logici

(Slides facoltative)
Approfondimenti Tdc

Itinerari inversi



I·3 e 3·I hanno lo stesso percorso in comune.

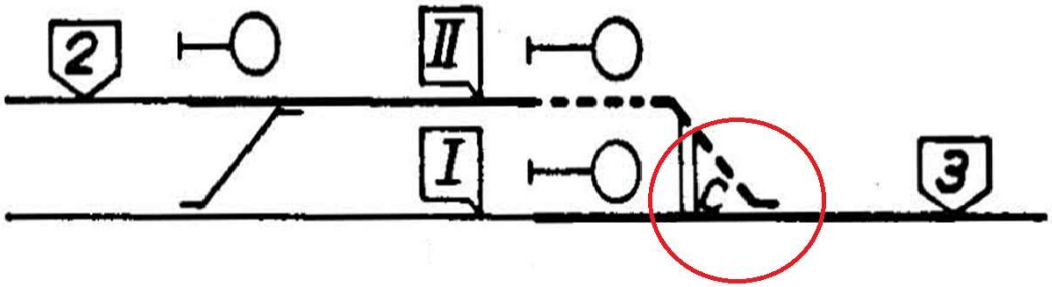


1·I e 3·I hanno lo stesso punto finale (I) e provengono da direzioni opposte.

Itinerari opposti

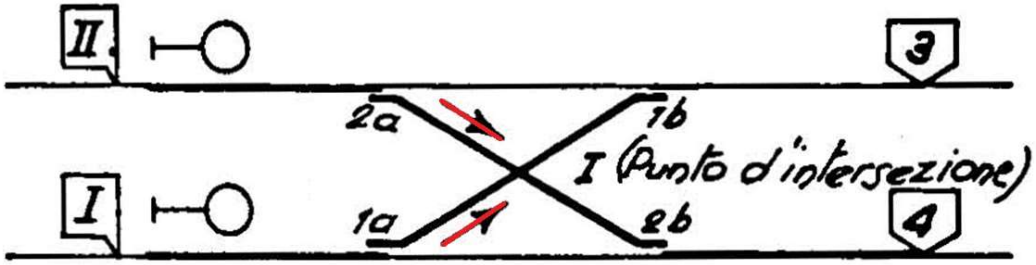
(Slides facoltative)
Approfondimenti Tdc

Itinerari convergenti

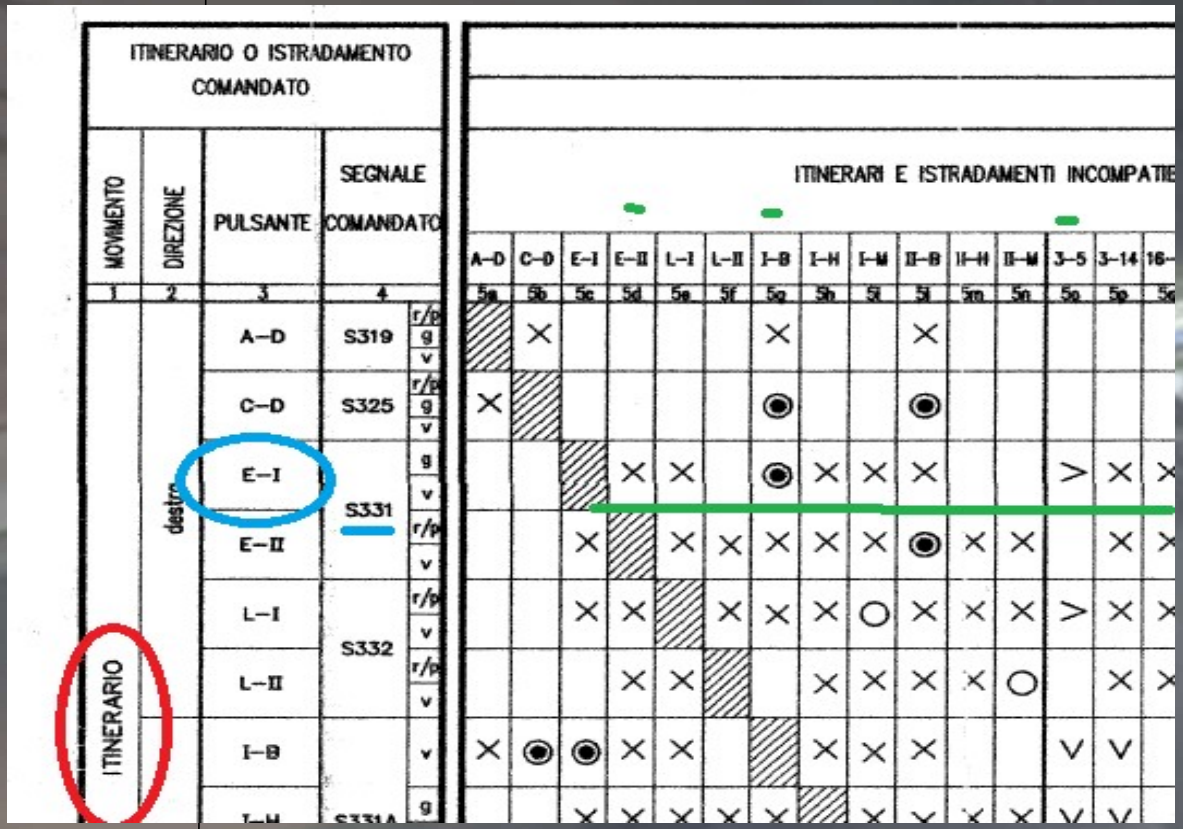


2·II è convergente nel punto C con I·3.

Itinerari intersecanti



I·3 e II·4 si intersecano nel punto I

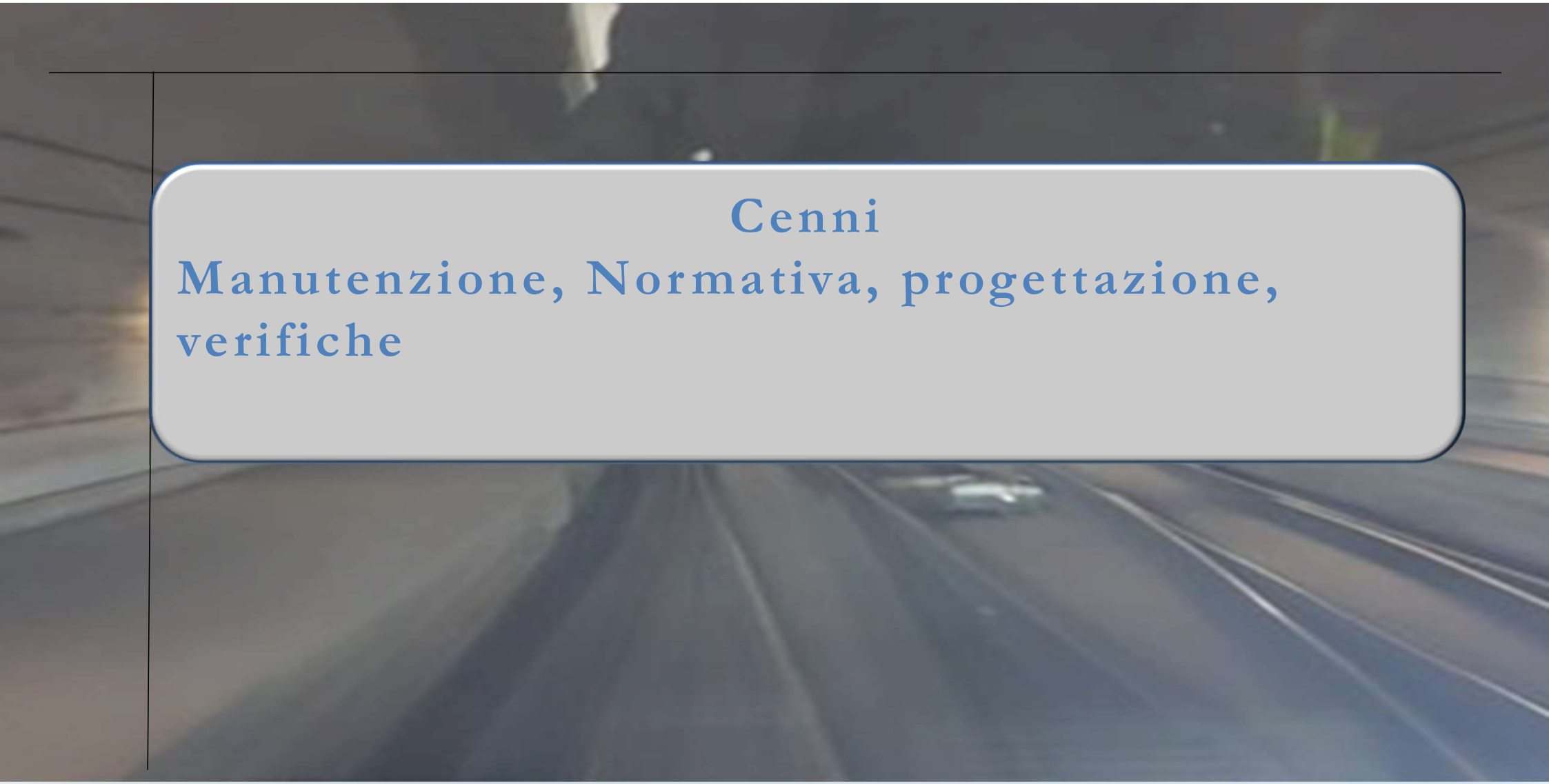


itinerari e le incompatibilità

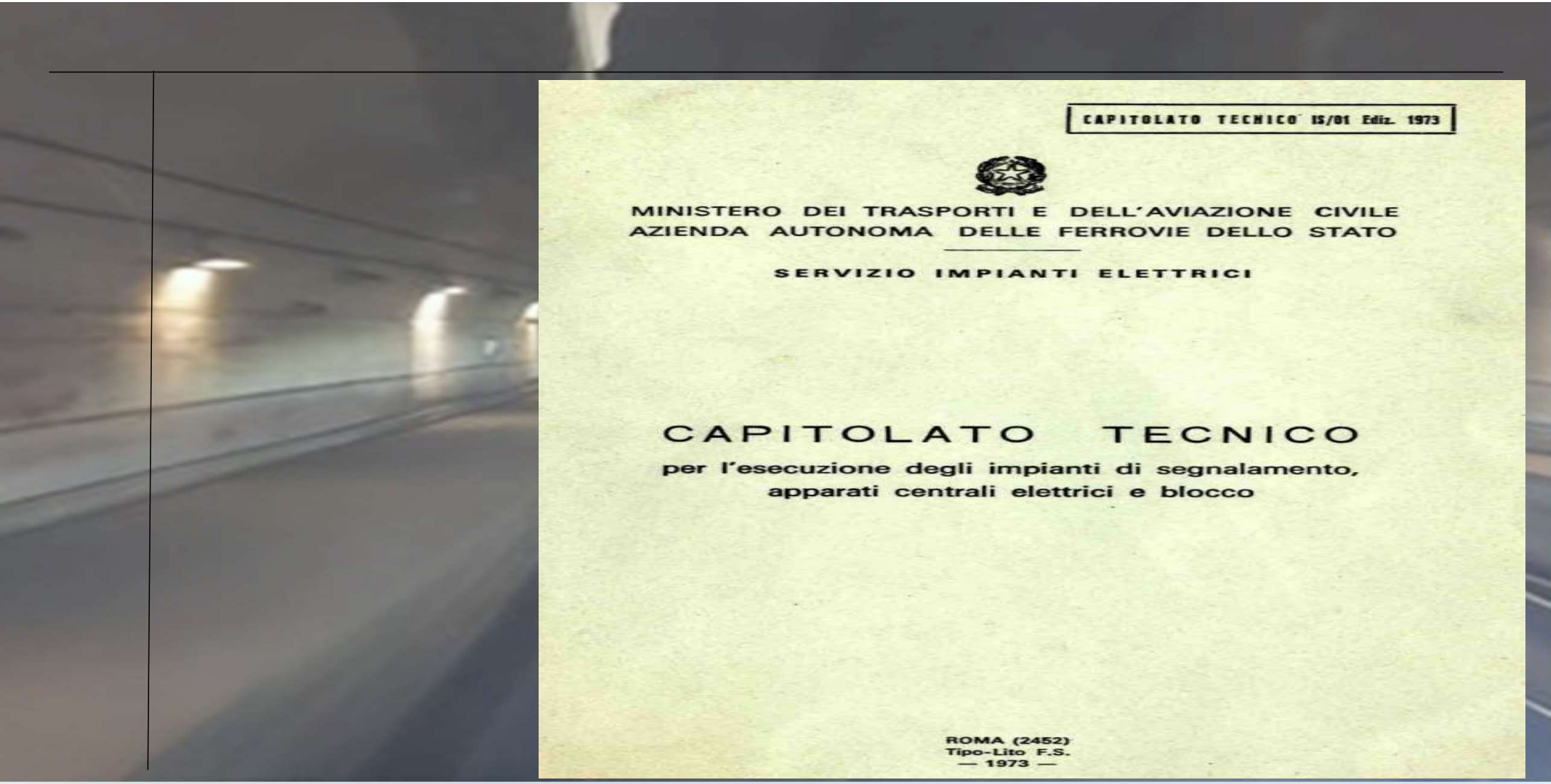
Si consideri, per esempio, l'itinerario **E-I**, (il cui segnale associato è il **S331**.)

Fra le tante incompatibilità sono evidenziate:

- l' E-II per «**deviatoio**»
- Il II-B per movimento «**inverso**» – «**opposto**»
- Il 3-5 per «**ordine**» di prosecuzione



Cenni
Manutenzione, Normativa, progettazione, verifiche



CAPITOLATO TECNICO IS/01 Ediz. 1973

MINISTERO DEI TRASPORTI E DELL'AVIAZIONE CIVILE
AZIENDA AUTONOMA DELLE FERROVIE DELLO STATO

SERVIZIO IMPIANTI ELETTRICI

CAPITOLATO TECNICO

per l'esecuzione degli impianti di segnalamento, apparati centrali elettrici e blocco

ROMA (2452)
Tipo-Lito F.S.
— 1973 —



10.11 – La lunghezza di un circuito di binario o di ogni suo ramo singolo, intesa come distanza tra l'estremità di entrata e quella di uscita dei veicoli (caso dei deviatoi), non deve essere inferiore, di norma, a 36 metri e per i binari attrezzati per la ripetizione continua dei segnali in locomotiva, a 100 m.

I circuiti di binario di occupazione dei segnali da treno hanno inizio a 20÷38 metri a valle del segnale relativo; per i segnali di partenza è ammessa una distanza maggiore.

L'inizio di un circuito di binario che si trova a valle di un segnale basso di manovra è stabilito a circa un metro da questo.

I circuiti di binario di immobilizzazione dei deviatoi si estendono di regola almeno per dodici metri avanti la punta dei deviatoi semplici e del deviatoio *a* di una comunicazione e per ventiquattro al di là della punta *b*; sul calcio l'estensione oltre la traversa limite deve essere la massima possibile con un limite inferiore assoluto di 4,50 metri e nel rispetto delle norme vigenti quando si tratti di deviatoi inseriti alle estremità dei binari di stazionamento.

Quando i circuiti di binario sono associati alle scarpe fermacarri per le protezioni laterali, essi vanno estesi per almeno un metro a monte della scarpa stessa, rispetto al senso di marcia inibito.



10.14 – Lo shunt limite dei circuiti di binario, ossia il più alto valore di resistenza di un elemento conduttore che posto tra le due fughe di rotaie provochi la caduta del relè, non deve essere inferiore a:

(OCCUPAZIONE del CDB)

– 0,8 ohm nei circuiti di binario con una fuga isolata;

– 0,50 ohm in quelli a due fughe isolate e perciò attrezzati con connessioni induttive, quando trattasi di stazione;

– 0,25 ohm nei circuiti di binario con connessioni induttive, in linea.

Tali valori limiti devono essere garantiti nelle condizioni più sfavorevoli di massicciata secca e di tensione di alimentazione massima.

10.15 – I circuiti di binario che risultino disturbati dalla saturazione dei trasformatori provocata dalla corrente continua del ritorno T.E. possono essere attrezzati con dispositivi a ponte, il cui compito è



MINISTERO DEI TRASPORTI

FERROVIE DELLO STATO

DIREZIONE GENERALE

NORME

PER

L'UBICAZIONE E L'ASPETTO DEI SEGNALI

MINISTERO DEI TRASPORTI
E DELL'AVIAZIONE CIVILE
AZIENDA AUTONOMA DELLE
FERROVIE DELLO STATO
DIREZIONE GENERALE

SERVIZIO IMPIANTI ELETTRICI

ISTRUZIONE IS.46 EDIZ.1971

ISTRUZIONE PER LE VERIFICHE CHE DEVONO PRECEDERE L'ATTIVAZIONE DEGLI IMPIANTI DI SEGNALAMENTO.

1 – Scopo e principi generali delle prove	pag.	1
2 – Organizzazione delle prove	"	2
2.01 – Commissione di verifica e personale di assistenza	"	2
2.02 – Metodo di lavoro	"	2
2.03 – Documenti delle prove	"	3
2.04 – Successione delle verifiche	"	4
3 – Modalità di esecuzione delle verifiche	"	6
3.01.00 – Verifiche generiche di piazzale	"	6
3.01.01 – Deviatoi	"	6
3.01.02 – Circuiti di binario	"	7
3.01.03 – Segnali	"	7
3.01.04 – Apparecchiature varie di piazzale	"	8
3.01.05 – Cavi	"	9
a) spunta dei conduttori	"	10
b) misura di isolamento	"	10
c) misura di resistenza	"	11
3.02.00 – Verifiche generiche di cabina	"	11
3.02.01 – Banco di manovra	"	12
3.02.02 – Quadro luminoso	"	12
3.02.03 – Telai di sostegno apparecchiature	"	13
3.02.04 – Spunta dei conduttori	"	13
3.02.05 – Verifica del tipo e delle caratteristiche degli apparecchi	"	15
3.03.00 – Verifiche di funzionamento	"	16
3.03.01 – Verifica delle condizioni	"	16
a) verifica positiva e negativa delle condizioni	"	17
b) verifica dei circuiti chiusi neutri	"	18
c) circuiti con rami in parallelo	"	18
d) verifica dell'isolamento di un circuito	"	18
3.03.02 – Esempio di apparecchiatura per l'esecuzione della verifica delle condizioni	"	19
3.03.03 – Verifica delle operazioni.		

Dalla tradizione ai metodi comuni di dimostrazione della sicurezza

Regolamento di esecuzione (UE) n. 402/2013 della Commissione del 30 aprile 2013 relativo al metodo comune di sicurezza per la determinazione e valutazione dei rischi

CENELEC EN 50126 - riguarda la definizione dei requisiti RAMS specifici ed ottenere la conformità ai requisiti.

CENELEC EN 50128 - riguarda l'applicazione degli standard di sicurezza sullo sviluppo, fornitura e manutenzione di software relativi alla sicurezza per i sistemi di controllo e monitoraggio ferroviari. Definisce i SIL (Safety Integrity Levels) per la misura di affidabilità e/o riduzione del rischio.

CENELEC EN 50129 – riguarda la sicurezza funzionale dei sistemi elettronici relativi alla sicurezza (compresi i sottosistemi e le apparecchiature) per applicazioni di segnalamento ferroviario. La norma si applica a tutte le fasi del ciclo di vita di un sistema elettronico relativo al segnalamento ferroviario, con particolare attenzione alle fasi che vanno dalla definizione dei requisiti del sistema all'accettazione del sistema.

CENELEC EN 50159 - Riguarda la sicurezza dei sistemi di trasmissione del segnalamento ferroviario.

CENELEC EN 50716

Nel 2023 è arrivata la CENELEC EN 50716 ….la nuova norma per lo sviluppo software nei sistemi ferroviari
sostituisce ed integra le norme ~~CENELEC EN~~ **~~50128~~**~~:2011 (A1/A2:2020) e la CENELECEN~~ **~~50657~~**~~:2017 (A1:2023)~~

CEI EN 50128

Classificazione CEI: 9-72

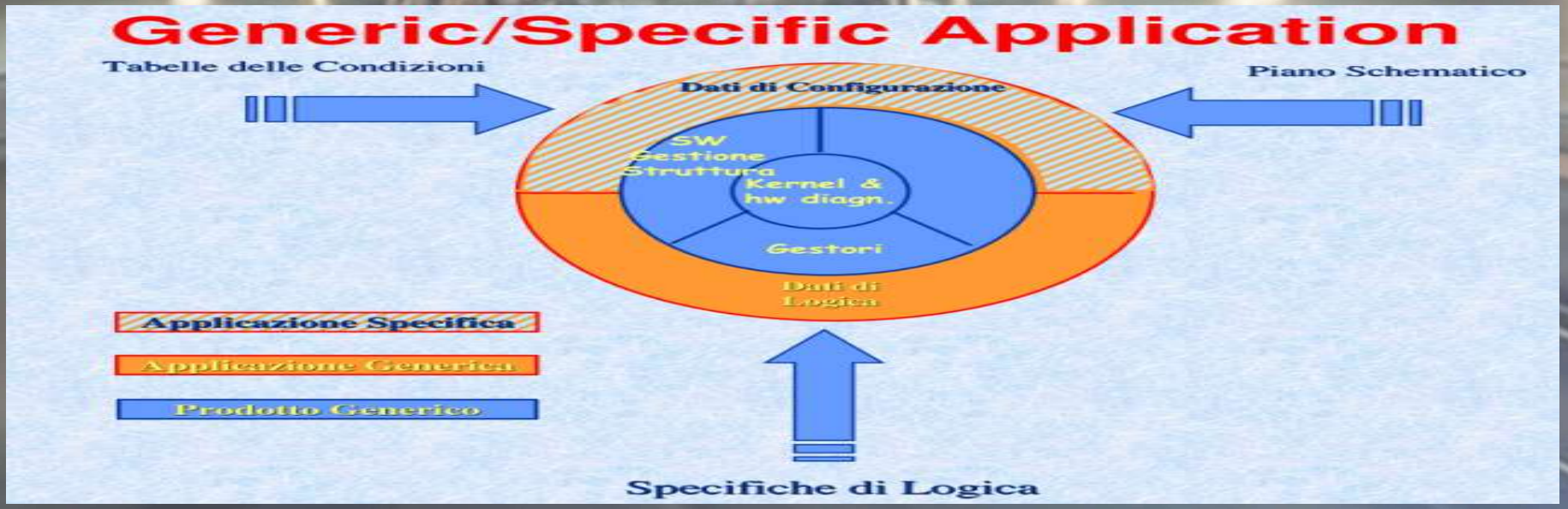
Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Sistemi di telecomunicazione, segnalamento ed elaborazione - Software per sistemi ferroviari di comando e di protezione

DATA PUBBLICAZIONE: **2011-11**
INIZIO VALIDITÀ: **2011-12**
FINE VALIDITÀ: **2026-10**
LINGUA: **EN**
PAGINE: **130**
FASCICOLO: **11590 E**
COMITATO: **CEI-SC9A, CEI-CT9**

Prodotto Generico, Applicazione Generica, Applicazione Specifica

Definizioni date dalla norma EN 50129 per quanto riguarda prodotti ed applicazioni.

- **Prodotto**: insieme dell'hardware e software che rimane invariato e può essere riutilizzato per diverse applicazioni.
- **Applicazione Generica**: insieme dell'hardware e software che rimane invariato e può essere riutilizzato per una determinata classe/tipo di applicazioni che presenti caratteristiche funzionali comuni.
- **Applicazione Specifica**: insieme dell'hardware e software che può essere utilizzato solo per una particolare specifica installazione.



Safety Case ed ISA Report

Il processo di verifica e validazione, come previsto dalle Cenelec di Settore, per un Sistema di Segnalamento, prevede di eseguire varie attività nel percorso da effettuare per raggiungere la certificazione di sicurezza per l'esercizio viaggiatori tra cui:

- L'analisi delle condizioni applicative.
- L'analisi dei documenti di input necessari allo sviluppo del progetto.
- Le verifiche dei dati di configurazione dell'impianto ACC.
- Le verifiche e le prove (riguardanti apparati, interfacce, integrazione di enti e apparati).
- Verifica e valutazione delle non conformità con impatto sulla sicurezza o sulla disponibilità dell'ACC

Queste attività rientrano nel più ampio percorso che consento l'emissione formale dei:

- **SAETY CASE**: Dossier di Sicurezza (di applicazione generica e specifica)
- I relativi rapporti di valutazione dell'Indipendent Safety Assessor (**ISA - REPORT**).

Safety Case ed ISA Report

- SAFETY CASE DI APPLICAZIONE GENERICA
- ISA Report Applicazione Generica
- SAFETY CASE APPLICAZIONE SPECIFICA
- ISA Report Applicazione Specifica

Il percorso di validazione e certificazione dell'applicazione specifica, prende in carico quello, che viene eseguito logicamente in precedenza, di validazione e certificazione dei **prodotti** e dell'**applicazione generica**.

Nell'ambito della valutazione delle condizioni applicative di applicazione specifica, si analizza l'idoneità applicativa dei prodotti e dell'applicazione generica. Qualora in ambito di applicazioni specifica si rilevano delle mancanze da applicazione generica o da prodotto si effettua all'indietro l'adeguamento "delle parti" costituenti l'applicazione.

In particolare, in ambito di **applicazione specifica,** al fine di traguardare i requisiti di progetto, si effettuano verifiche tra cui:

- Verifica del progetto di Base
- Verifica dei dati di configurazione
- Verifiche tecniche
- Verifiche di concordanza cabina-piazzale.

Cosa si intende per PROVEN USE?



Impianti di TELECOMUNICAZIONI
Impianti di automazione

METROPOLITANE PESANTE/LEGGERA

Tipologia Di Sistema di Telecomunicazioni		Disposizione Tipica Apparecchiature	
SISTEMA DI TRASMISSIONE	**FUNZIONE PREVALENTE**	**LINEA CAMERE DI VENTILAZIONE/SSE**	**STAZIONE PCO**
RADIO TERRA-TRENO	Garantisce le comunicazioni radio in fonia lungo la linea, tra i conducenti dei veicoli e gli operatori di PCO;	Sistema Radio in Galleria (Antenne/Cavo fessurato).	(Se previsto) Sistema Radio in Stazione (Antenne/Cavo fessurato)
TELEFONICO RETE GENERALE	Consente i collegamenti telefonici tra il personale di servizio nelle stazioni/edifici, il personale al PCO;	Telefoni Spesso presenti nelle camere di ventilazione lungo linea.	Telefoni di Stazione (Aree aperte al pubblico e non) Armadi Server e postazioni Utente al PCO e STAZIONE
TELEFONICO RETE MOVIMENTO	Consente i collegamenti registrati tra il personale di servizio nelle stazioni ed in linea, il personale al PCO;	Telefoni presenti in prossimità della testa banchina.	Telefoni rete M in stazione presso il BAS Armadi Server e postazioni Utente al PCO e STAZIONE
TELEFONICO EMERGENZA DI LINEA	Chiamate di emergenza monodirezionali dalla periferia verso il locale BAS e il PCO.	Apparecchi telefonici installati in galleria.	Centralina telefonica posta al PCO interconnessa con i telefoni in linea ed il sistema di registrazione.
CITOFONICO DEVIATOI	Apparecchi telefonici che consentono le comunicazioni di servizio tra il PCO (od il locale DL) ed i deviatoi in linea.	In prossimità dei deviatoi telefoni collegati con un apparecchio capolinea al PCO od il locale DL.	
CITOFONI DI EMERGENZA (INFO/SOS)	Tale impianto consente ai viaggiatori di segnalare situazioni di emergenza e chiedere soccorso al personale.		Apparecchi in banchina e nell'atrio delle stazioni, per comunicare con l'Agente di Stazione e/o con il PCO. Armadio Server di PCO (Server ASTRO)
DIFFUSIONE SONORA	Consente al personale addetto alla conduzione dell'esercizio di comunicare con i passeggeri ed operatori in linea inviando messaggi audio Generale (da PCO) e Locale (da postazione agente di stazione).	Diffusori acustici (Eventuali) Pannelli visivi.	Altoparlanti in tutte le aree aperte al pubblico e aree non aperte al pubblico.
VIDEOSORVEGLIANZA (TVCC)	Consente la videosorveglianza delle stazioni e la visione Live da PCO e dal banco AS. Il sistema TVCC può prevedere la registrazione video delle immagini.	(Eventuali) Telecamere lungo linea	Telecamere principalmente installate per la visione di: Atri di ingresso, Banchine, scale mobili, ascensori, Tornelli di accesso, Citofoni di emergenza, Macchine emettitrici di biglietti, Altre aree di accesso ai servizi/rilevanti
SISTEMI INFORMATIVI A CARTELLI	Consentono di inviare al pubblico informazioni visive di immediata fruibilità per l'uso della metropolitana. Tempo di attesa, destinazione del veicolo in arrivo, altre informazioni di interesse generale.		Cartelli Indicatori LED nelle banchine e nell'atrio delle stazioni.

Introduzione - Evoluzione dei sistemi di trasmissione

Nel passaggio dalle tecnologie ed architetture di Telecomunicazioni DEDICATE a quelle CONDIVISE e con l'aumento di complessità dei sistemi di comunicazione, cambiano i paradigmi di progettazione anche delle FUNZIONI che utilizzano il sistema di TELECOMUNICAZIONI… in quanto diminuisce la possibilità di usare un sistema di trasmissione su cui si ha il pieno controllo.

In generale si deve considerare il caso in cui non siano possibili assunzioni sul sistema di trasmissione, sia esso chiuso o aperto.

I sistemi di trasmissione possono essere usati per connettere contemporaneamente sia sistemi vitali che non vitali

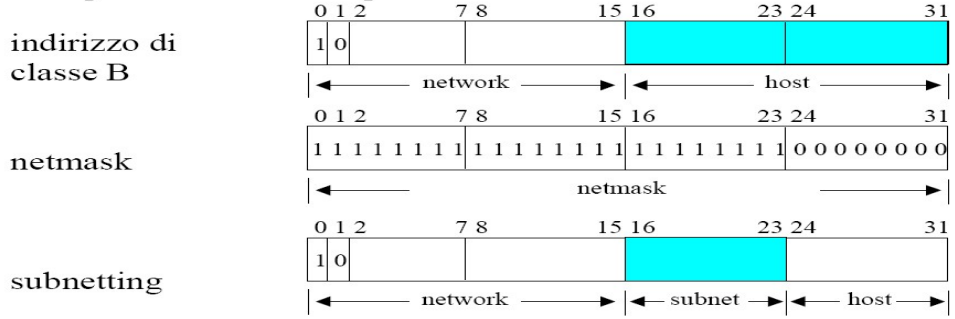
Indirizzi IP

- Un **indirizzo IP** (IPv4) è un **numero a 32 bit** (normalmente scritto come quattro numeri decimali tra 0 e 255, separati da punti, detti anche *dotted quad*) diviso in **due parti**:
  - Numero della **Rete**
  - Numero dell'**Host**
- Due **host** che condividano lo **stesso numero di rete**, appartengono alla **stessa rete**
- Per **separare il numero di rete dal numero dell'host** si utilizza la **netmask**
  - La netmask è un **numero a 32 bit** (come l'indirizzo IP), nel quale **i bit più significativi** sono tutti ad **1** ed i **meno significativi** a **0**
  - Nella netmask tutti **i bit del numero di rete** sono a **1**, quelli del **numero di host** a **0**

Private Addresses

- 10.0.0.0/8
  - 1 class A prefix
- 172.16.0.0/16 - 172.31.0.0/16
  - 16 class B prefixes
- 192.168.0.0/24 - 192.168.255.0/24
  - 256 class C prefixes
- Not assigned to any public network
- Cannot be used to communicate with Internet nodes
  - Uniqueness is not guaranteed
  - Can be used within private networks

Vediamo un esempio di indirizzo di una classe B, a cui viene applicata una netmask 255.255.255.0 , in modo che la parte host viene partizionata in una parte subnet ed una host di 8 bit ciascuna.



Con il subnetting dell'esempio qui sopra, a partire da uno stesso indirizzo di classe B, otteniamo 256 diverse sottoreti, ciascuna con 254 indirizzi disponibili per gli host (256 -broadcast(1) -questo(0)).

Standard de iure e de facto - Caratteristiche comuni alle tecnologie di una rete IP

- ***STACK E VIRTUAL CHASSIS***: *Switch impilabili o "stackable" …**genera ridondanza e scalabilità***
- ***LINK AGGREGATION***: *architettura resiliente ad esempio costituita da un aggregato di fibra con "**throughput**" di 2x10Gb. Link Aggregation (IEEE 802.3ad) consente di combinare N (N>1) connessioni fisiche in connessioni virtuali.*
- ***VLANS AND VLAN TAGGING (802.1Q)***: *Per la rete di trasmissione ogni sottosistema o utente diverso è associabile ad una VLAN, cioè una rete locale virtuale o dominio di broadcast che può comprendere più switch fisici SEGREGANDOLI a livello LOGICO..o gestendo le regole di visibilità tra loro. IEEE 802.1q è lo standard di rete che definisce il metodo per separare i servizi di una rete aggiungendo un'etichetta, "tag" a un pacchetto.*

Il sistema di trasmissione utilizza le VLAN per separare il traffico associato à differenti utenze. Il traffico non può essere inoltrato tra due porte appartenenti a diverse VLAN a meno che non esista un percorso di "routing" valido.

- ***SPANNING TREE***: *Lo Spanning Tree Protocol (STP) e il Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) sono protocolli L2 che mantengono una topologia senza loop e si basano sugli standard IEEE 802.1d e 802.1w. L'STP previene i loop nella rete, assicurando che ci sia un solo collegamento attivo tra 2 switch.*

Questo viene fatto trasferendo uno dei collegamenti ridondanti in uno stato di blocco, lasciando solo un collegamento che inoltra attivamente il traffico. Se il collegamento attivo si interrompe, lo Spanning Tree fa passare il collegamento bloccato allo stato di inoltro, in modo che ci sia sempre un percorso attraverso la rete.RSTP fornisce un ripristino significativamente più veloce in risposta a modifiche o errori di rete, accelerando le modifiche alla topologia che consentono alle porte bloccate di passare direttamente allo stato di inoltro.

I sistemi di trasmissione devono essere considerati **non sicuri**

Occorre prevedere delle contromisure.

Tutti i sistemi di trasmissione sono potenzialmente possibili per applicazioni di tipo Ferroviario/TGV, a patto di utilizzare un protocollo di sicurezza capace di

- ✓**individuare gli errori**
- ✓**iniziare una reazione in sicurezza**
- ✓**garantire le prestazioni richieste**

....La Telefonia....

Sistema Telefonico

Per consentire la comunicazione tra i diversi locali e i diversi siti, è sempre necessario un sistema telefonico che, normalmente per una metropolitana, è suddiviso un una rete Movimento (registrata) ed in una **rete Generale**, quest'ultima interconnessa a PSTN.

Sistema Citofonico di Emergenza di stazione

Il sistema citofonico di emergenza è generalmente composto da:

- dispositivi di chiamata, dislocati negli atrii e nelle banchine di stazione
- postazioni operatore, di stazione e PCO

Questi dispositivi permettono le seguenti tipologie di chiamata:

- chiamata di emergenza (SOS)

chiamata di richiesta informazioni (INFO)

Sistema Telefonico di Emergenza di Linea

La rete di Telefonia d'Emergenza lungo linea può essere prevista, ad uso del personale in servizio, nei seguenti siti:

- **lungo linea;**
- **in prossimità delle camere di ventilazione in galleria;**
- **ad inizio e fine delle banchine;**

IL personale potrà effettuare comunicazioni d'emergenza con il personale operante al PCO.

Sistemi di Diffusione Sonora EVAC

Gli **impianti EVAC -** Emergency Voice and Communication, sono impianti di rafforzamento e di distribuzione del suono utilizzati per effettuare una rapida ed ordinata mobilitazione degli occupanti di aree interne o in esterni in situazioni di pericolo o di emergenza.

Un **impianto di diffusione sonora Evac** si rivela estremamente utile in situazioni di emergenza dove c'è bisogno di dirigere un grande numero di persone non preparate o disabili o dove ci siano, per varie ragioni, problemi di esodo nella fuga. *Un'evacuazione, se guidata da un sistema EVAC, è molto più veloce di una evacuazione "suggerita" dalle normali sirene di allarme antincendio e pannelli luminosi lampeggianti.*

Deve permettere pertanto la chiara comunicazione → pressione sonora ed intelligibilità

La normativa prevede requisiti in termini di livello di pressione acustica degli annunci vocali di emergenza (anche in funzione del livello del rumore di fondo)e del livello di intelligibilità che gli annunci. Gli indici dell'intelligibilità STI (Speech Transmission Index) e/o STIPA (Speech Transmission Index for Pubblic Address Systems), sono previsti nella norma CEI EN 60268-16.

ALCUNE CARATTERISTICHE TECNICHE PROGETTUALI

- **ACUSTICA**: Progettazione acustica, per assicurarsi che vengano rispettati i requisiti minimi di pressione sonora ed intelligibilità imposti dalle normative vigenti in materia (comprende anche eventuali interventi di "correzione acustica" dell'ambiente)
- **DIMENSIONAMENTO AMPLIFICATORI**: Definizione delle caratteristiche, il numero, tipo di collegamento e posizionamento dei diffusori acustici. Comporta nella composizione della "catena elettroacustica" il corretto dimensionamento delle potenze delle elettroniche di amplificazione previste.
- **ALIMENTAZIONE**: Il sistema EVAC in caso di mancanza dell'alimentazione di rete deve essere dotato di alimentazione di "backup" che possa far funzionare il sistema in modalità EMERGENZA anche dopo la perdita dell'alimentazione primaria.
- **AFFIDABILITA'**: L'affidabilità è un punto focale identificato dalla normativa. A tal fine concorrono l'idoneità dei componenti, una corretta progettazione, un corretto cablaggio delle linee.
- **DIAGNOSTICA**: Deve eseguire la diagnosi ricorrente ed automatica della linea dei diffusori acustici, del microfono, degli amplificatori.
- **RIDONDANZA**: La progettazione e realizzazione deve prevedere la Ridondanza, ad es. in caso di malfunzionamento accertato del canale di amplificazione, deve sostituirlo automaticamente con l'amplificatore di riserva (commutazione tramite un commutatore di linea interno

CENNI NORMATIVI EVAC

In generale i sistemi EVAC e le apparecchiature di cui sono composti, devono soddisfare i requisiti imposti da normative europee e italiane, relativi alla loro progettazione, esecuzione, corretto funzionamento ed efficienza. Le principali sono:

- *CEI EN 60849 (2007-09) - Fornisce le caratteristiche e i metodi di prova necessari per la specifica del sistema.*
- *UNI EN 54-13 "Valutazione di compatibilità dei componenti di un sistema"→ soluzione conforme*
- *UNI 9795:2021 - Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio*
- *UNI ISO 7240-19:2010 - Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Parte 19: Progettazione, installazione, messa in servizio, manutenzione ed esercizio dei sistemi di allarme vocale per scopi d'emergenza*

Esistono alcune disposizioni di prevenzione incendi e/o sicurezza sul lavoro, espresse nei rispettivi Decreti Ministeriali, che ne richiedono esplicitamente l'installazione per alcune attività. *Queste attività sono, ad esempio:*

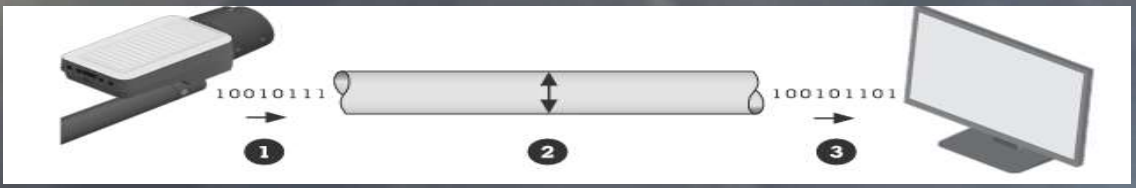
- *attività commerciali di superficie superiore a 400 mq (D.M. 27/07/2010).*
- *uffici con più di 100 persone (D.M. 22/02/2006).*
- *locali di pubblico spettacolo (D.M. 19/08/96).*
- *strutture alberghiere con più di 25 posti letto (D.M. 09/04/94).*
- *scuole con più di 501 persone (D.M. 26/08/92).*
- *strutture sanitarie e ospedali (D.M. 18/09/02)*
- *impianti sportivi con numero di spettatori superiore a 100 (D.M.18/03/96).*
- *Metropolitane (D.M. 21 ottobre 2015 e D.M. 11/01/88).*
- *D.M. 21 ottobre 2015 prevenzione incendi nelle metropolitane*

Sistemi di Videosorveglianza e di Videoregistrazione - TVCC

Caratteristiche:

- **Principali architetture di sistema;**
- **Funzioni Evolute (motion detection, analisi movimento, gestione allarmi, integrazione con altri sistemi)**
- **Registrazioni Video;**

- **Principali soluzioni tecnologiche**
- **Cenni normativi…ed EMC nel farroviario**
- **Caratteristiche prestazionali (frame rate, risoluzione, jitter…)**



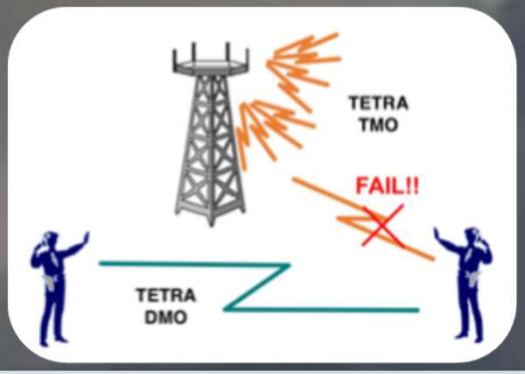
Sistemi PMR - Radio Terra-Treno

Un sistema Radio Terra-Treno deve poter consentir la comunicazione tra terminali mobili (veicolari o portatili) e fissi (postazioni operatore di PCO). Può consentire di definire più gruppi, in modo da separare gli utenti che partecipano ad attività differenti. È possibile ad esempio definire un gruppo "treni" per inviare messaggi simultanei a tutti i terminali veicolari, e più gruppi di manutenzione.

Il TETRA (standard ETSI) rappresenta la soluzione maggiormente diffusa per le metro.

Caratteristiche:

- **Standard e normativa di settore;**
- **Soluzioni tecnologiche;**
- **Caratteristiche tecniche e funzionali;**





i sottosistemi di automazione realizzano

- ✓ **telecomando,**
- ✓ **telecontrollo (stati e misure)**
- ✓ **telediagnosi (allarmi)**
- ✓ **storicizzazione (eventi)**

degli impianti di

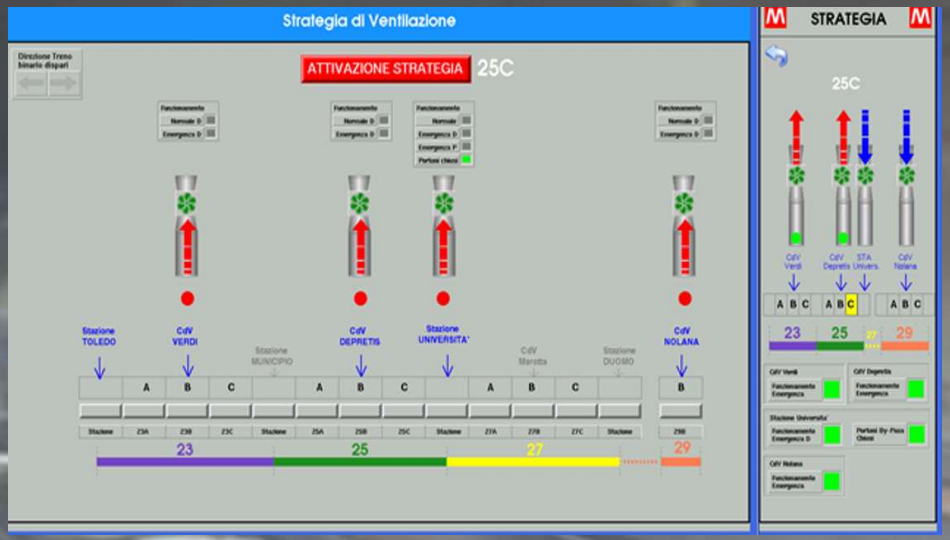
alimentazione di potenza
ausiliari
di telecomunicazione
di ventilazione primaria
Etc.

Principali Funzionalità interconnesse con SCADA
QGBT, Cabina MT/BT, Sotto Stazione Elettrica, Ldc
Telecomunicazioni
Ascensori, Scale Mobili
Ventilazione primaria, Rilevazione Incendi, Condizionamento e Ventilazione Secondaria, Facalex, OO.CC., Aggottamento, Tornelli

VENTILAZIONE PRIMARIA..IL CONTROLLO E COMANDO TRAMITE SCADA

Il continuo miglioramento degli standard di sicurezza nella progettazione dei sistemi di trasporto pubblico ha portato gradualmente ad affrontare le tematiche relative alla prevenzione incendi con più attenzione e avvalendosi di programmi di calcolo di fluidodinamica computazionale.

Il principale problema della situazione emergenziale legata agli incendi nelle metropolitane è quello della gestione dei fumi e per questo è necessario prevedere un adeguato sistema di ventilazione di emergenza.

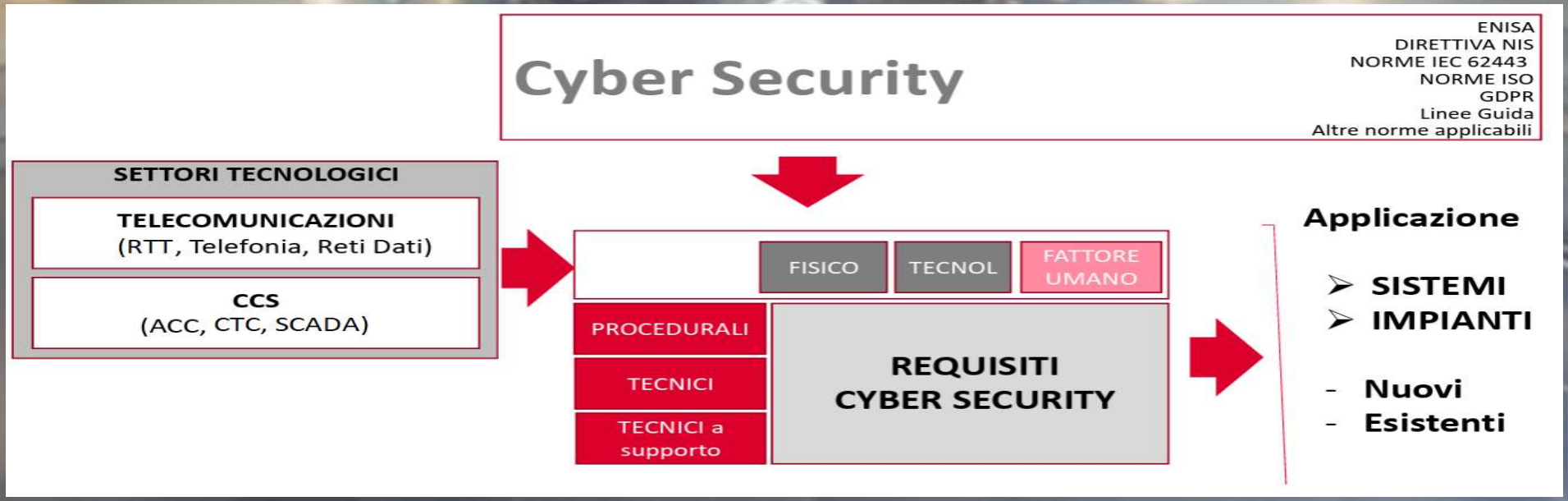




Cybersecurity - la sicurezza dei sistemi TGV OT (Operational Technology)

Attacchi informatici sempre più sofisticati richiedono soluzioni innovative ed un approccio dinamico per garantire la sicurezza di dati sensibili e infrastrutture critiche.

- ***Prevenzione, proattività e reattività***
- ***proteggere l'infrastruttura dalle minacce digitali.***
- ***Resilienza***



Diagnostica, Fault Management, Segnalazioni



Diagnostica nelle TLC e Grazie alle TLC

- NMS,
- Diagnostica SCADA,
- Applicativi Diagnostici Proprietari del sistema tecnologico adottato;
- Protocolli/Standards (es. SNMP)…ma li usiamo?

Fault Management Garantire la continuità e disponibilità operativa dei servizi TLC

- Si occupa di identificare, isolare e risolvere i problemi che possono verificarsi all'interno della rete. Questo processo è essenziale per garantire che i servizi siano sempre disponibili e funzionino correttamente. In pratica, il Fault Management include attività come il monitoraggio continuo della rete, l'analisi dei dati per rilevare anomalie, la segnalazione di guasti e la gestione delle riparazioni. Utilizza strumenti e tecnologie avanzate per automatizzare il rilevamento dei problemi e per facilitare la risposta rapida, riducendo così i tempi di inattività e migliorando l'affidabilità del servizio.
- L' efficienza delle telecomunicazioni e degli OT permette disaster recovery…ridondanza…etc.

Evoluzione / Discontinuità Tecnologica

- Il mondo delle telecomunicazioni e degli OT è «veloce», i fornitori tecnologici rispondono al mercato con nuove linee di prodotto e nuovi modelli di business….bisogna gestire la migrazione continua avendo ben chiari i requisiti prestazionali e di sicurezza…

Possibili modelli e soluzioni per la gestione "NIS2 oriented": Organizzazione OT di esercizio, SOC OT (Security Operations Center), integrazione procedure di esercizio e di segnalazione incidenti OT.



Grazie per l’attenzione