


M.M. STRUTTURE ED INFRASTRUTTURE
DEL TERRITORIO S.p.A.
Il Direttore dei Lavori
(Prof. Ing. GIULIO GIOVANARDI)

M.M. STRUTTURE ED INFRASTRUTTURE
DEL TERRITORIO S.p.A.
Il Direttore Ufficio Napoli
(dr. ing. GIORGIO WETTER)

M.N. METROPOLITANA DI NAPOLI S.p.A.
Il Vice Presidente
(Dott. Ing. Gabriele Ruoppolo)

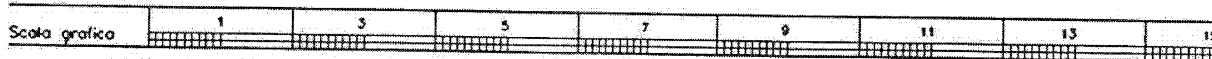
0	NOV-93	Emissione			
Aggior.	Data		Dis.	Verif.	Visto

 **Comune di Napoli** Linea 1 della metropolitana

MM METROPOLITANA DI NAPOLI S.p.A.
CONCESSIONARIA PER LA PROGETTAZIONE
E COSTRUZIONE DELLA METROPOLITANA

MM METROPOLITANA MILANESE
STRUTTURE ED INFRASTRUTTURE DEL TERRITORIO S.p.A.
PROGETTAZIONE E DIREZIONE LAVORI

ts COLLABORAZIONE ALLA
PROGETTAZIONE E DIREZIONE LAVORI
Tecnosistem S.p.a.



Titolo **IMPIANTI DI SEGNALEMENTO ED AUTOMAZIONE**

**RELAZIONE DI INTEGRAZIONE AL PROGETTO
ESECUTIVO**

Scala	Dimensioni	Riferimento	Sostitutisce	Nome file
MM Nr				
ts Nr				
		MM Commessa	Posizionamento	Co. Unità Qual. Progressivo
		Nr	8 0 0 0 0 4	S G L 7 3 3 3



*Progettazione e direzione lavori
Metropolitana Milanese S.p.A.*

IDENTIFICATION CODE

80 - 7333

REV.

0

SHEET

1 di 81

METRO NAPOLI - LINEA 1

**INTEGRAZIONE AL PROGETTO ESECUTIVO DEGLI
IMPIANTI DI SEGNALAMENTO / AUTOMAZIONE**

DOC. 80 - 7333 rev. 0 (novembre 1993)



INDICE

1. SCOPO DEL DOCUMENTO	5
2. CARATTERISTICHE GENERALI DEL SISTEMA	6
2.1. STRUTTURA FUNZIONALE.....	7
2.1.1. Impianto di terra	7
2.1.1.1. Cabina.....	8
2.1.1.1.1. Interfacce con il sistema di segnalamento	8
2.1.1.2. Piazzale	9
2.1.2. Impianto di bordo.....	10
2.1.3. La configurazione del sistema ATIS.....	12
2.1.3.1. Definizioni	13
2.1.3.2. Architettura	14
2.1.3.3. Impianto di terra	17
2.1.3.3.1. Interfaccia Topografica.....	17
2.1.3.3.1.1. Il sottosistema vitale NS.....	19
2.1.3.3.1.1.1. Funzioni	19
2.1.3.3.1.1.2. Configurazione	19
2.1.3.3.1.2. Il sottosistema non vitale RDT	20
2.1.3.3.1.2.1. Funzioni	20
2.1.3.3.1.2.2. Configurazione	21
2.1.3.3.2. Posti Periferici.....	22
2.1.3.3.2.1. Funzioni	24
2.1.3.3.2.2. Configurazione	24
2.1.3.3.3. Il circuito di binario	25
2.1.3.4. Impianto di bordo.....	26
2.1.3.4.1. ATP continuo.....	27
2.1.3.4.1.1. Funzioni	31
2.1.3.4.1.2. Configurazione	31
2.1.3.4.2. ATP discontinuo.....	32
2.1.3.4.2.1. Funzioni	33
2.1.3.4.2.2. Configurazione	34
2.1.3.4.2.1. Boe	34
2.1.3.4.3. ATO.....	36
2.1.3.4.3.1. Funzioni	36
2.1.3.4.3.2. Configurazione	37
2.1.3.4.4. Relazioni ATP / ATO	37
2.1.3.5. Rispetto norma UNIFER 9855/1 (aprile '91)	38

... OMISSIS...



1. SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del documento in oggetto è quello di illustrare le caratteristiche principali dell'impianto di segnalamento di Metro Napoli con particolare riguardo alle parti innovative che lo costituiscono e che lo differenziano rispetto agli impianti di tipo tradizionale ormai conosciuti e di descrivere secondo quali procedure e quali normative si è pervenuti alla definizione, progettazione, realizzazione con le relative verifiche del sistema.

In particolare vengono analizzate le attività progettuali con le procedure di verifiche e controllo che sono applicate nello sviluppo del sistema sia dal punto di vista dell'hardware che del relativo software, i criteri con i quali vengono realizzate tutte le prime installazioni e le eventuali successive integrazioni ed i contenuti più significativi della documentazione di supporto elaborata per ogni attività di progetto.

Il sistema adottato per la metropolitana di Napoli è poi confrontato nelle sue parti, con quanto già realizzato, verificato ed approvato ad oggi in Italia, evidenziando tutto ciò per cui differisce ed altresì quale ente ha svolto la funzione di controllo e certificazione.

Al presente documento sono allegati tutti i documenti che si ritengono strettamente integrativi; tutti gli altri elaborati richiamati, sono già inseriti nella documentazione di progetto.



2. CARATTERISTICHE GENERALI DEL SISTEMA

Il sistema di segnalamento previsto per la metropolitana di Napoli rappresenta un'interessante integrazione tra alcune parti che possono essere definite "tradizionali" ed altre, definite "innovative", che lo differenziano dagli impianti conosciuti ad oggi in Italia.

L'impianto di segnalamento è distinguibile in più sottoinsiemi funzionali tra loro strettamente interallacciati e cioè:

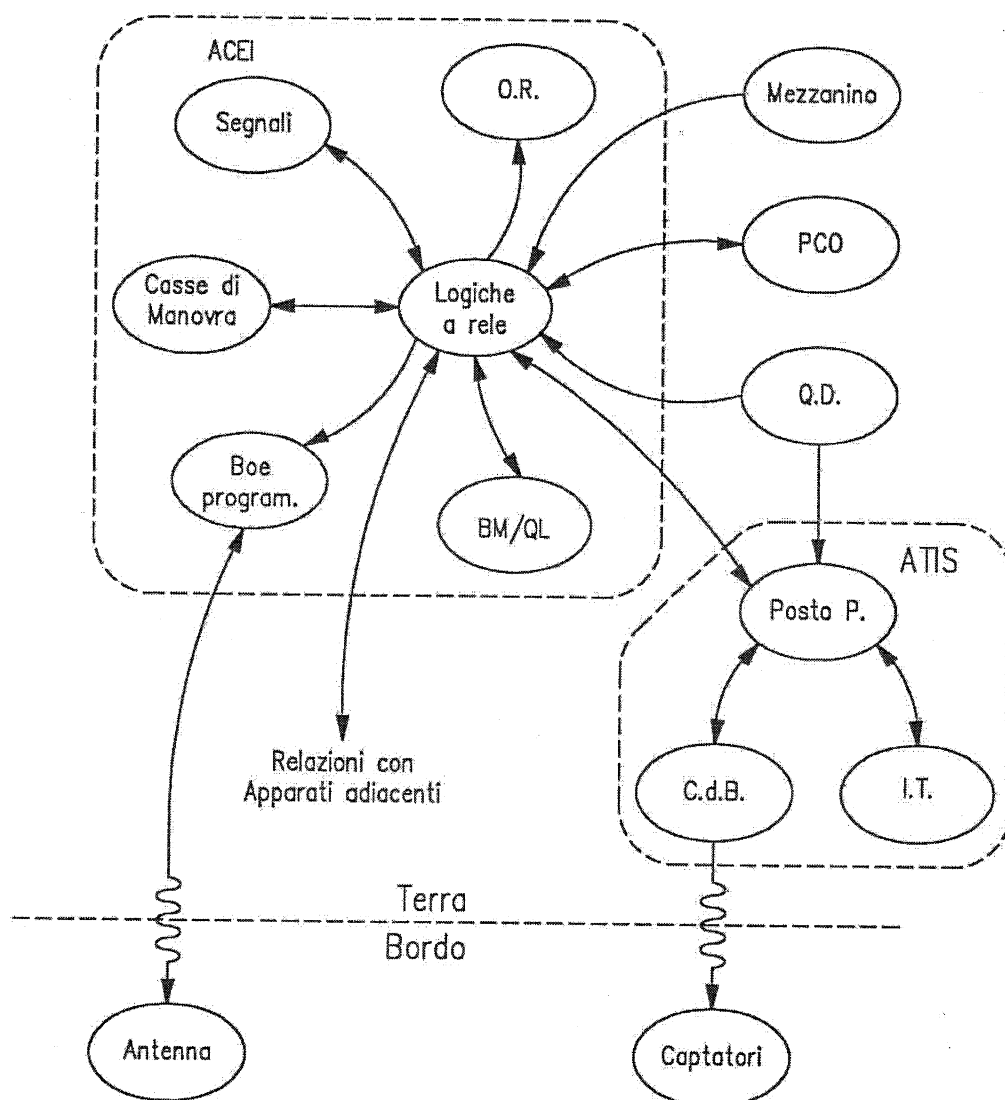
1. gli apparati di terra che realizzano le funzioni di comando e controllo degli enti di piazzale (segnali, casse di manovra,...);
2. gli apparati di terra che realizzano il libero/occupato ed il distanziamento dei treni nel rispetto della sicurezza della marcia;
3. gli apparati di bordo che assumono le informazioni generate (in sicurezza dagli apparati di terra) e realizzano il controllo del moto del veicolo.

Mentre le funzioni di cui al punto 1 sono realizzate con logiche di tipo tradizionale che non necessitano, almeno in questo contesto, di particolari descrizioni dedicate, scopo di queste pagine è quello di illustrare le principali caratteristiche di quelle apparecchiature che, per svolgere le funzioni di cui ai punti 2 e 3, utilizzano tecnologie a microprocessore considerate innovative.

2.1. STRUTTURA FUNZIONALE

Le figure seguenti hanno lo scopo di definire globalmente la struttura dell'impianto e le caratteristiche di base delle varie interfacce.

2.1.1. Impianto di terra





2.1.1.1. Cabina

Il paragrafo realizza una sintetica descrizione delle funzioni e delle caratteristiche degli enti di cabina definiti nella figura che sono riferibili agli impianti classificati di "tipo tradizionale".

Logiche a relè:

costituiscono il cuore dell'impianto di segnalamento dove risiedono tutti i collegamenti di incompatibilità tra i movimenti e le logiche che permettono il comando degli itinerari ed istradamenti.

Sono del tipo tradizionale ed utilizzano relè tipo FS80.

BM/QL (Banco di Manovra / Quadro Luminoso):

è la consolle di comando e controllo della stazione dal posto locale.

Sono del tipo Siliani, comunemente utilizzati in campo FS.

Il BM realizza il comando verso l'apparato ed utilizza le levette ed i pulsanti montati sul pannello inclinato posto alla base del QL che fornisce le ripetizioni ottiche che consentono di conoscere con immediatezza e continuità la situazione dell'impianto.

OR (Orologio Registratore):

è il registratore cronologico di eventi nel quale sono registrate le principali variabili dell'impianto.

La definizione degli stati da registrare è funzione delle caratteristiche del segnalamento.

Le funzioni di cui sopra sono realizzate con l'apparecchiatura "MARKER 60" della Battaglia Rangoni, il cui utilizzo è ormai diffuso in campo FS.

QD (Quadro di Distribuzione):

è il quadro per la distribuzione ed il controllo delle alimentazioni alle logiche di cabina ed agli enti di piazzale.

L'operatore ha la possibilità di operare sul pannello comandi del quadro in funzione delle condizioni di anomalia di funzionamento definite dal regolamento di esercizio.

2.1.1.1.1. Interfacce con il sistema di segnalamento

Analizziamo ora le principali interconnessioni tra l'impianto di segnalamento ed altri sistemi ad esso connessi.

PCO (Posto Centrale Operativo):

è il sistema centralizzato che consente di formare i movimenti previsti per tutte le stazioni della linea metropolitana.

Riceve dagli apparati locali i controlli necessari per definirne lo stato ed è in grado di comandare tutti gli eventuali interventi di soccorso o di verifiche di manutenzione.

Mezzanino:

è l'agente di stazione, localizzato in prossimità di ogni cabina, che è in grado di intervenire su appositi tasti di soccorso nei casi si verificassero condizioni di pericolo per i passeggeri.



2.1.1.2. Piazzale

Il paragrafo realizza una sintetica descrizione delle funzioni e delle caratteristiche degli enti di piazzale definiti nella figura che sono riferibili agli impianti classificati di "tipo tradizionale".

Segnali:

sono l'interfaccia tra l'apparato ed il macchinista.

Assumono aspetti diversi in funzione dei movimenti formati (di treno o di manovra).

I segnali alti sono del tipo a fuochi di colore e solo costruttivamente si differenziano tra quelli "ATR", installati in galleria, rispetto a quelli "SL80", installati all'aperto.

I primi sono stati utilizzati nelle metropolitane di Roma, Milano, Genova, i secondi, oltrechè sulla metropolitana di Genova, sono utilizzati in campo FS.

I segnali bassi sono le classiche "marmotte" a tre luci tipo FS.

Casse di manovra:

sono gli apparecchi che discriminano i percorsi impostati.

Sono del tipo utilizzato dalle FS (L88 e P64) e vengono utilizzate in funzione delle caratteristiche dell'armamento (UNI50 - 60).



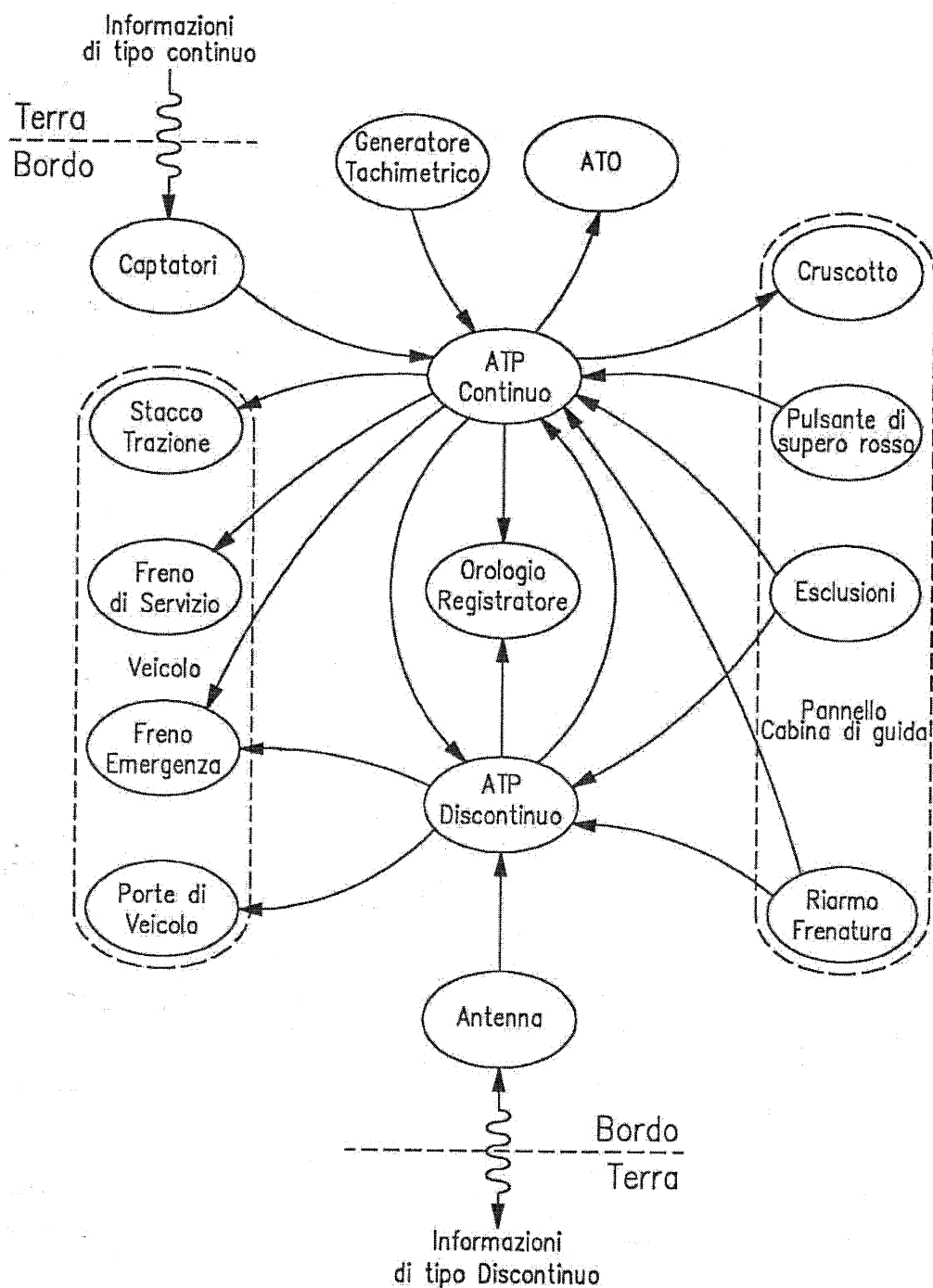
2.1.2. Impianto di bordo

La figura riportata individua la struttura funzionale del sistema di bordo.

In particolare le apparecchiature di bordo che hanno funzioni di sicurezza (ATP continuo e discontinuo) e che più avanti sono descritte come parte integrante del sistema di segnalamento "innovativo" previsto per la metropolitana di Napoli, relazionano con l'impianto di terra attraverso i captatori (ATP continuo) e l'antenna (ATP discontinuo).

Inoltre le apparecchiature ATP per l'espletamento delle relative funzioni relazionano funzionalmente con la logica di bordo (stacco trazione, freno di servizio, freno di emergenza, porte di veicolo), con il pannello della cabina di guida (cruscotto, pulsante di supero rosso, esclusioni, riarmo di frenatura) e con l'ATO che, seppure sotto la supervisione dell'ATP, svolge le funzioni tipiche dei sistemi per la guida automatica del treno.

E' previsto infine l'utilizzo dell'orologio registratore che è in grado di acquisire, memorizzare e restituire le informazioni sullo stato delle variabili caratteristiche del veicolo sotto controllo.





2.1.3. La configurazione del sistema ATIS

Il sistema ATIS (Audiofrequency Transmission and Interlocking System) è il complesso di apparecchiature che realizza, in sicurezza, le funzioni di Blocco Automatico (BA).

In particolare le principali funzioni sviluppate sono:

- rilevazione della presenza del treno (libero/occupato);
- integrità della rotaia;
- selezione e trasmissione (terra ---> treno) delle necessarie informazioni sullo stato del segnalamento per permettere alle apparecchiature di bordo di regolare la marcia dei treni.

La configurazione adottata per la metropolitana di Napoli prevede una struttura centralizzata denominata Interfaccia Topografica (IT) connessa, attraverso una rete in fibra ottica, con i Posti Periferici (PP) dislocati negli apparati di linea.

Essi costituiscono l'interfaccia con i circuiti di binario (cdb) che sono il supporto di trasmissione delle informazioni verso il treno.

Il sistema ATIS si interfaccia con le apparecchiature ATP di bordo (continuo e discontinuo) che hanno in carico la sicurezza della marcia del treno.

Interfaccia Topografica	T.M.R. (Triple Modular Redundancy) Logica a microcalcolatore con architettura "2 su 3"
Canale di comunicazione	In fibra ottica
Posto Periferico e c.d.b.	Logica a microcalcolatore con architettura "2 su 2" C.D.B. in audiofrequenza (da 9,5 a 16,5 KHz) Tipo di modulaz. F.S.K. (Frequency Shift Keying)
Apparecchiature di bordo	A.T.P. (Automatic Train Protection) Logica a microcalcolatore con architettura "2 su 2"



2.1.3.1. Definizioni

Audiofrequency Transmission and Interlocking System (ATIS)

E' il sistema che garantisce la gestione in sicurezza del blocco automatico (BA), ovvero l'espletamento delle funzioni di cui ai punti 2 e 3.

Esso è caratterizzato dai blocchi funzionali ed architetturali di seguito descritti, ovvero:

- Interfaccia Topografica;
- Posti Periferici;

Le apparecchiature di bordo che si interfacciano con il sistema ATIS sono:

- ATP continuo;
- ATP discontinuo.

Interfaccia Topografica (IT)

E' costituita dalle apparecchiature elettroniche che, in funzione delle informazioni provenienti dalla linea, selezionano i codici che devono essere trasmessi verso il campo.

Posti Periferici (PP)

Sono le apparecchiature elettroniche che definiscono, attraverso la periferia dei circuiti di binario, lo stato di libero/occupato del tratto di binario controllato.

Il PP è anche il gestore del flusso informativo che viene scambiato tra la logica a relè (presente in ogni apparato) e l'IT.

Circuito di binario (cdb)

E' la periferica che costituisce il mezzo per la trasmissione a bordo del veicolo delle informazioni necessarie alle apparecchiature ATP per la regolazione in sicurezza della marcia dei treni.

In particolare il cdb è utilizzato per:

- rilevare la presenza del treno in un determinato tratto di binario;
- controllare l'eventuale rottura della rotaia.

Automatic Train Protection (ATP)

Per ATP si intende il complesso di apparecchiature elettroniche a microcalcolatore dedicate al controllo, in sicurezza, della marcia dei treni ed al comando, in sicurezza, della frenatura di emergenza.

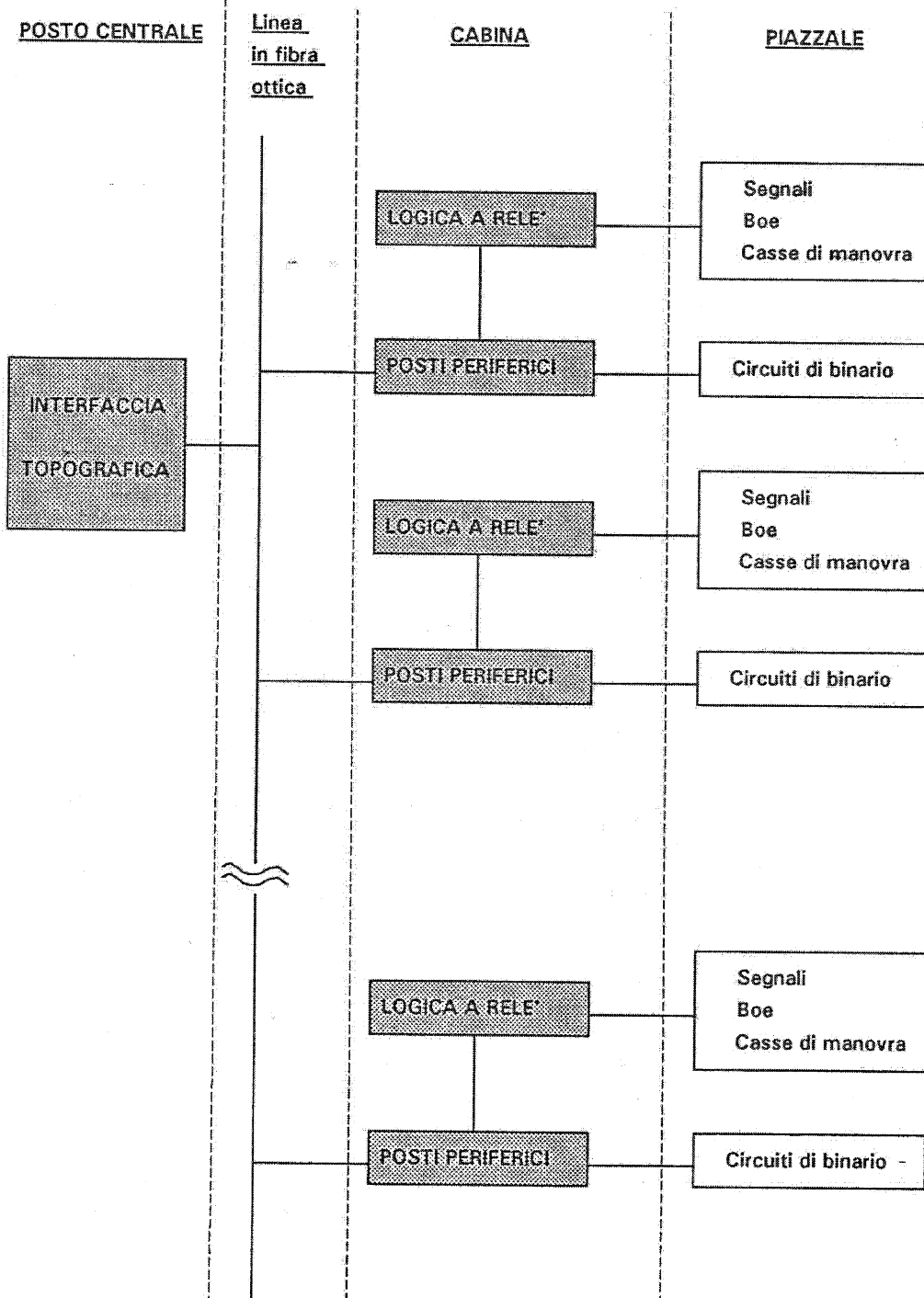
In particolare l'ATP si suddivide nei due sottosistemi ATP continuo (ATPc) ed ATP discontinuo (ATPd) che svolgono rispettivamente le seguenti funzioni:

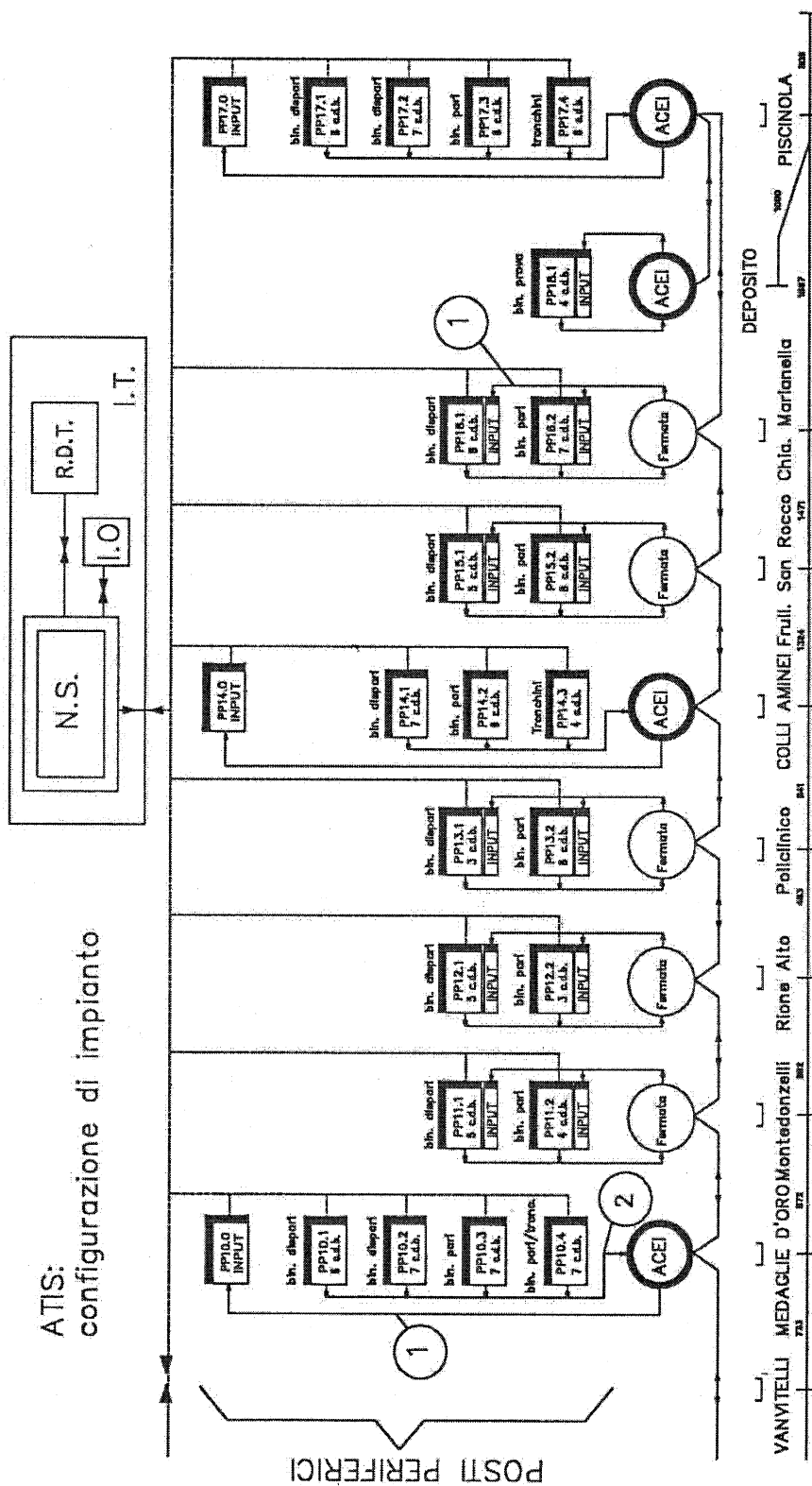
- controllo continuo a curve di velocità (ATPc);
- controllo discontinuo del rispetto di determinati vincoli in punti singolari della linea (ATPd).

Automatic Train Operation (ATO)

Per ATO si intende quel complesso di apparecchiature di bordo che, non in sicurezza e sotto il rigido controllo dell'ATP, svolgono le funzioni tipiche dei sistemi per la guida automatica del treno.

2.1.3.2. Architettura





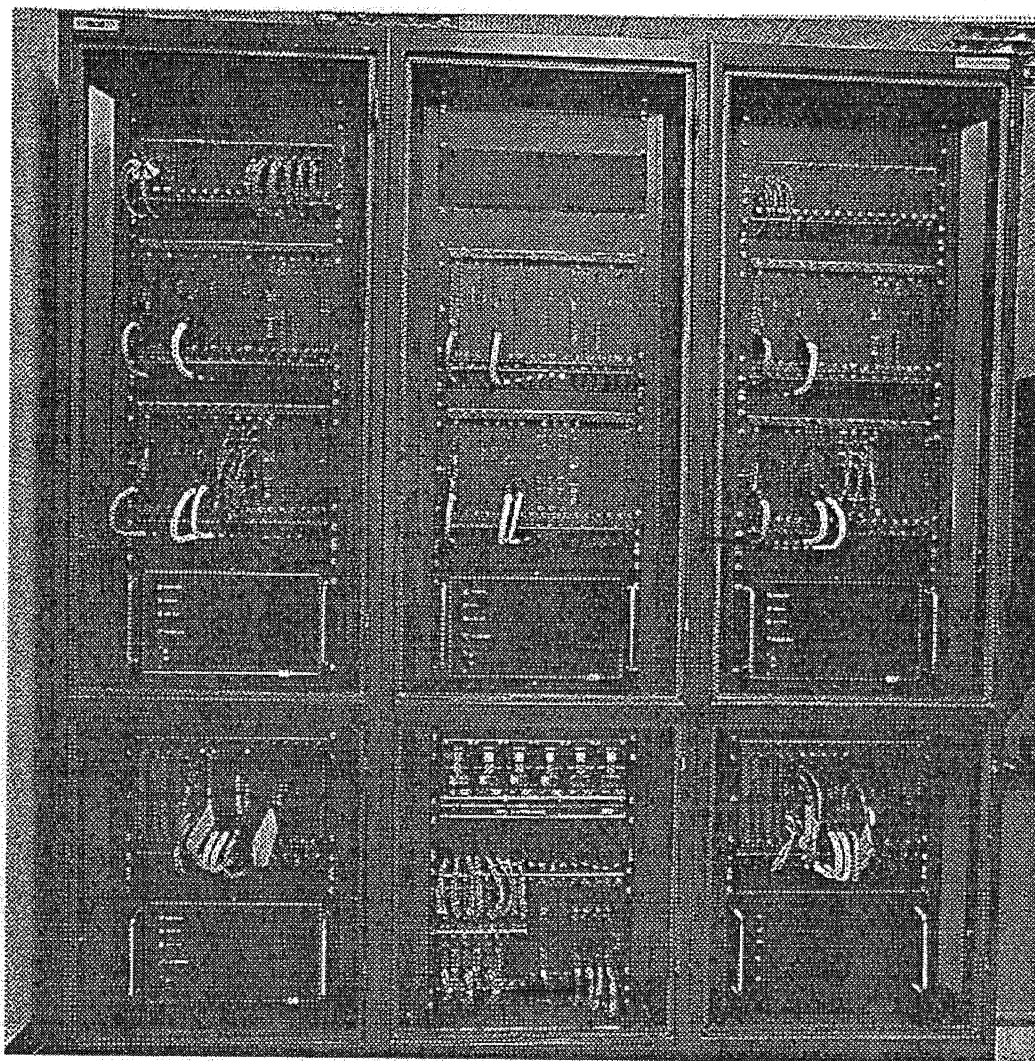


LEGENDA

	NUCLEO IN SICUREZZA Seleziona i codici di velocità per ogni Sezione di Blocco Automatico/circuito di binario e colloquia con i PP
	E' l'unità che realizza le funzioni di : <ul style="list-style-type: none">- Registrazione ;- Diagnostica ;- Telecontrollo
	E' l'interfaccia operatore che permette di impartire comandi di rallentamento e controllare le varie fasi di funzionamento del Blocco Automatico.
 * = N° di apparato	E' il POSTO PERIFERICO che colloquia con l'ACEI. Invia al posto centrale (I.T.) le informazioni necessarie per la gestione dei codici di velocità SBA/cdb
 caso a) caso b) * = N° di apparato n = N° di armadio	E' il POSTO PERIFERICO di controllo dei c.d.b. Ogni armadio può governare : caso a) : - Fino a 9 c.d.b. se l'armadio non riceve input digitali dall'apparato caso b) : - Fino a 8 c.d.b. se l'armadio riceve input digitali dall'apparato
	Rappresenta la logica a rele' che realizza le classiche funzioni di un APPARATO CENTRALE ELETTRICO a pulsanti di ITINERARIO.
	E' la logica a rele' che relaziona con i segnali di ingresso / uscita dalle fermate e presiede la funzione di marcia interstazionale.
	Collegamenti in cavo comune (rame)
	Collegamenti in fibra ottica
	Ingressi digitali in uscita dalla logica a rele' che definiscono lo stato dei movimenti o del blocco da codificare
	Uscite analogiche 24 V.= 100 mA. ad uso di libero / occupato verso logica a rele'

2.1.3.3. Impianto di terra

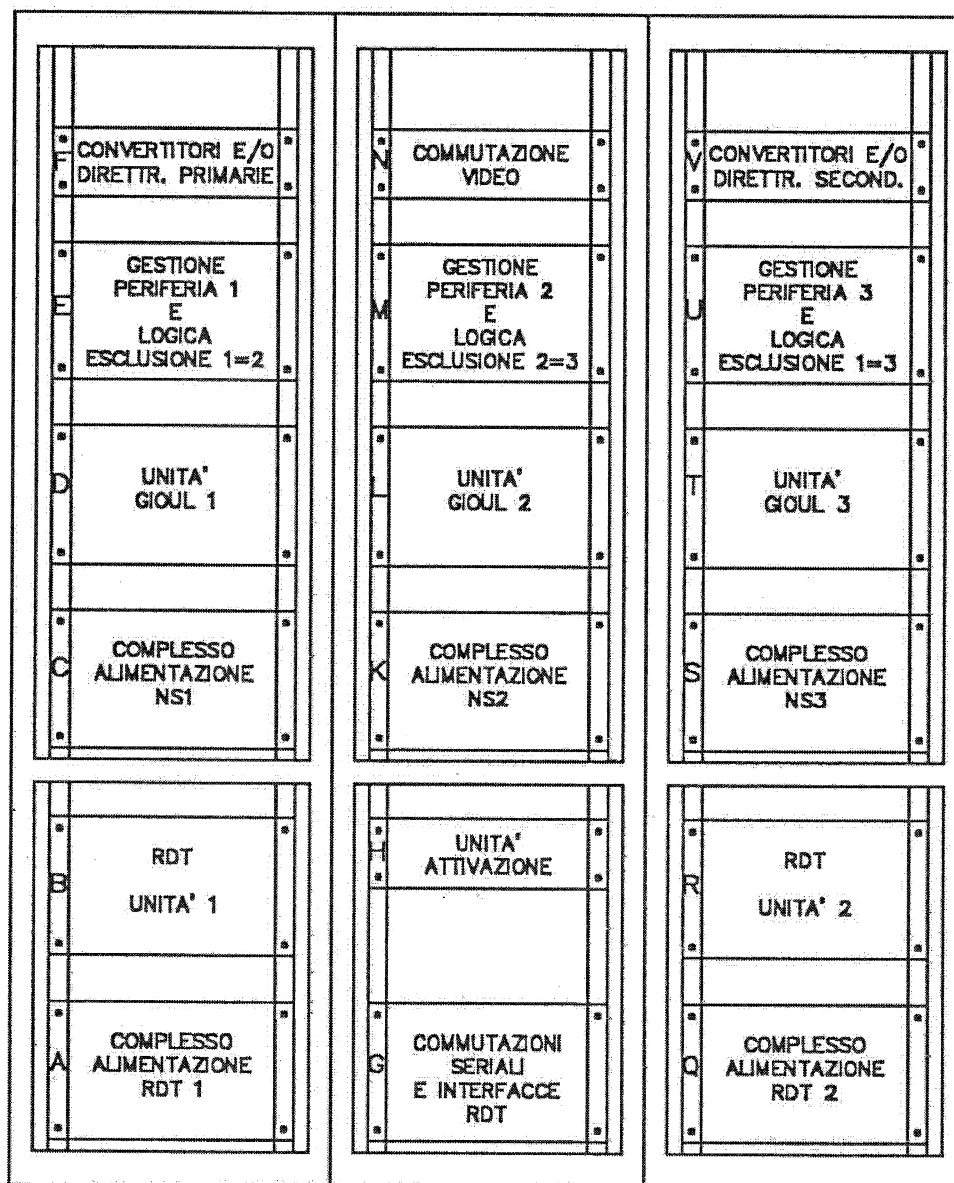
2.1.3.3.1. Interfaccia Topografica



L'Interfaccia Topografica costituisce il posto centrale per la gestione e la selezione dei codici.

Essa si interfaccia con i Posti Periferici di linea che realizzano la trasmissione in sicurezza delle informazioni che, attraverso i circuiti di binario, vengono inviate alle apparecchiature di bordo che hanno in carico la sicurezza della marcia dei treni.

La figura rappresenta l'armadio che contiene le apparecchiature di tipo vitale e non. L'Interfaccia Topografica è poi completata da un'Interfaccia Operatore che consente il controllo ed il comando da parte degli addetti alla manutenzione del sistema.



L'interfaccia Topografica (IT) è composta da:

- un nucleo in sicurezza (NS) basato su tre sezioni a calcolatore collegate in parallelo in modo da realizzare una logica di elaborazione a maggioranza "2 su 3";
- un dispositivo hardware esterno, a sicurezza intrinseca, in grado di rilevare eventuali discordanze di una sezione e di intervenire in tal caso isolandola dalla configurazione (logica di esclusione, LE);
- un sottosistema non vitale di Registrazione, Diagnosi e Telecontrollo (RDT);
- un'unità di attivazione dell'Interfaccia Topografica (manuale o automatica);



- un'interfaccia operatore (IO) che consente il controllo ed il comando in sicurezza dello stato dell'impianto in tutte le sue condizioni di funzionamento.

2.1.3.3.1.1. Il sottosistema vitale NS

2.1.3.3.1.1.1. Funzioni

- Selezione codici

La "selezione codici" è la funzione primaria realizzata dal NS il quale conoscendo la topografia della linea, gli stati dei movimenti, gli aspetti dei segnali, lo stato di libertà o meno dei cdb, definisce, attraverso un programma applicativo dedicato la scelta, in sicurezza, dei codici di pertinenza.

- Gestione rete di comunicazione con i Posti Periferici

La rete di comunicazione tra l'Interfaccia Topografica ed i Posti Periferici è realizzata da linee in fibra ottica che permettono una elevatissima velocità di trasmissione e garantiscono l'immunità dai disturbi.

- Gestione interfaccia operatore

L'interfaccia operatore è la periferica attraverso la quale è possibile effettuare le operazioni elencate:

- interventi di rallentamento (operazioni di impostazione di una nuova velocità massima, inferiore a quella canonica), su un determinato cdb e di una conseguente nuova sequenza di velocità;
- visualizzazione degli stati relativi al Blocco Automatico (cdb, segnali, bloccamenti, velocità,...)

- Gestione comunicazione con RDT

2.1.3.3.1.1.2. Configurazione

Il nucleo in sicurezza è suddiviso in due unità logiche dedicate rispettivamente alle gestioni logiche in sicurezza ed alla gestione dell'interfaccia operatore (GIOUL) la prima, ed alla gestione dei collegamenti con la periferia la seconda (GP).

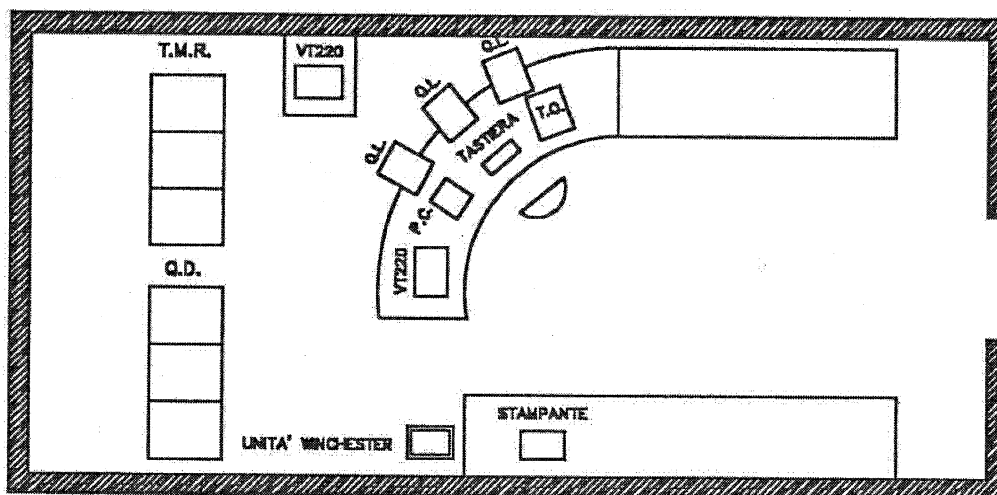
In conseguenza il nucleo in sicurezza risulta costituito da tre sezioni identiche, ognuna costituita da due unità (GIOUL + GP) aventi la specializzazione sopra indicata, che operano in parallelo sincronizzandosi reciprocamente tramite scambi dati; un'unità esterna, la logica di esclusione (LE), svolge le funzioni di controllo della concordanza dei risultati ottenuti. Ciascuna delle tre sezioni di cui sopra è provvista inoltre di un proprio complesso di alimentazione.

La configurazione del nucleo in sicurezza è poi completata con:

- N. 1 unità di commutazione video, che provvede al controllo dei video in sicurezza previsti (video QL, Quadro Luminoso e video TO, Terminale Operatore);
- N. 2 cestelli (collegamento sulle direttrici primarie e secondarie) contenenti i moduli che hanno la funzione di convertire il segnale in uscita dal NS in segnale ottico in partenza verso i Posti Periferici di linea e viceversa (convertitori E/O direttrici primarie o secondarie).

Il nucleo in sicurezza comprende infine un'interfaccia operatore, costituita dalla tastiera funzionale e da video che danno indicazioni simili a quelle tipiche di un quadro sinottico che sono a disposizione per interagire con il sistema ed impartire i comandi previsti.

Interfaccia Operatore



La figura rappresenta una schematizzazione del locale ATIS, sito a Colli Aminei, che consente lo svolgimento di tutte le funzioni relative all'Interfaccia Topografica.

In particolare la dicitura TMR è relativa all'architettura triplicata dell'IT, il QD è l'armadio di alimentazione del sistema, mentre tutte le funzioni relative all'Interfaccia Operatore sono realizzate a mezzo di personal computer, tastiera funzionale, video (in sicurezza e non in sicurezza) e stampanti, ovvero tutto quanto ritenuto necessario per la gestione del colloquio tra il sistema e gli operatori addetti alla manutenzione che devono interagire con lo stesso.

2.1.3.3.1.2. Il sottosistema non vitale RDT

2.1.3.3.1.2.1. Funzioni

Le principali funzioni svolte da RDT sono:

- gestione del collegamento con il NS tramite linea seriale ad alta velocità;
- gestione del collegamento con il Posto Centrale Operativo (PCO);
- verifica continua del funzionamento degli elementi del sistema;
- registrazione di tutti gli eventi significativi relativi agli enti di piazzale;
- guida operatore per interventi di manutenzione;



- visualizzazione dello stato del piazzale;
- gestione della commutazione tra le unità master e slave in caso di malfunzionamento;
- controllo del codice completo inviato ai Posti Periferici.

2.1.3.3.1.2.2. Configurazione

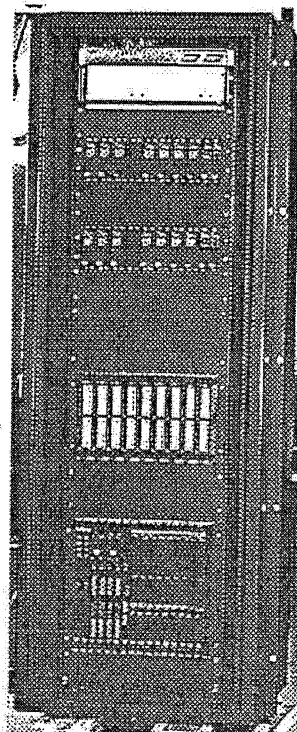
E' costituito da due microcalcolatori identici in configurazione ridondante (riserva reciproca immediata): in ogni ciclo di operazioni uno dei due è operativo verso il mondo esterno, mentre il secondo si limita ad acquisire le informazioni ad esso provenienti, in modo da essere pronto ad intervenire in caso di malfunzionamento del primo.

Ciascuna unità RDT è provvista di un proprio complesso di alimentazione.

La configurazione della parte non in sicurezza è poi completata con un cestello di "commutazioni seriali ed interfacce RDT" utilizzato per il controllo del funzionamento delle due unità attraverso l'uso di un circuito diagnostico in grado di:

- abilitare l'accesso al BUS dell'interfaccia di processo da parte solo del microcalcolatore dell'unità master;
- comandare la commutazione delle linee seriali.

2.1.3.3.2. Posti Periferici



Ogni PP è in grado di gestire un numero massimo di nove enti che nel caso della metropolitana di Napoli sono:

- moduli di gestione della logica dei circuiti di binario;
- moduli di acquisizione input digitali dalla logica a relè.

I primi costituiscono l'interfaccia verso il campo e hanno in uscita la condizione di libero/occupato verso la logica a relè e l'Interfaccia Topografica.

I secondi consentono la trasmissione di tutte le informazioni in uscita dalle logiche a relè che sono necessarie al sistema centralizzato di selezione codici per l'attuazione delle funzioni previste.

In particolare analizzando l'armadio rappresentato in figura dal basso verso l'alto, il cestello denominato ATC9 è composto dai moduli che realizzano rispettivamente le seguenti funzioni:

- trasmissione e ricezione dei segnali in fibra ottica;
- moduli attrezzati con i microcalcolatori di sicurezza;
- modulo di watch-dog di sistema per il controllo sicuro di efficienza del cestello;
- modulo di gestione dei cdb (un modulo per ogni cdb);
- eventuale modulo di acquisizione di ingressi digitali dalle logiche a relè.



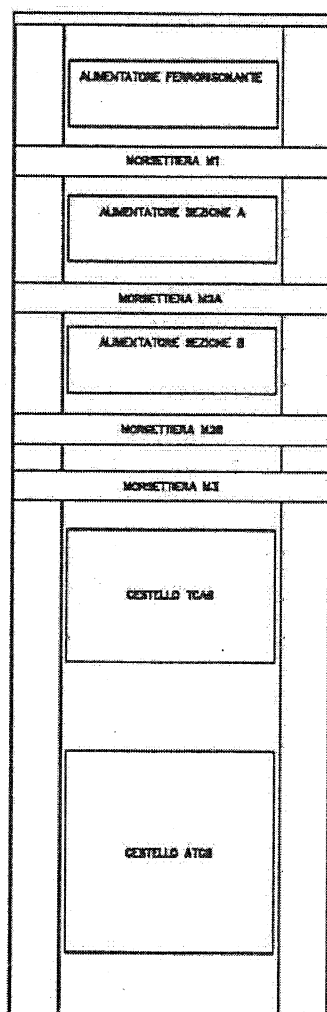
Nota:

L'ultimo modulo menzionato è presente in questa configurazione nei soli apparati di fermata; nelle stazioni i moduli in oggetto sono installati in un armadio dedicato.

Il cestello denominato TCA9 consente l'interfacciamento con il binario svolgendo le funzioni di amplificazione e di adattamento del segnale da inviare sul piazzale. Esso prevede l'installazione di un modulo per ogni cdb in gestione.

Completano la configurazione i cestelli alimentatori (sezione A, B e ferrorisonanti) che forniscono tutte le tensioni necessarie al funzionamento dell'armadio.

VISTA SCHEMATICA ARMADIO





2.1.3.3.2.1. Funzioni

Le principali funzioni svolte dai PP sono:

- controllo libero/occupato;
- acquisizione stati;
- gestione della rete di comunicazione ad alta velocità con l'IT;
- gestione dialogo con l'operatore e diagnostica on-line;
- funzioni di auto-diagnostica.

2.1.3.3.2.2. Configurazione

Il Posto Periferico utilizza un'architettura "2 su 2" basata su due microcalcolatori che operano in parallelo in modo indipendente e sono galvanicamente separati, affinché sia minima la possibilità che entrambi possano subire contemporaneamente malfunzionamenti generati da una causa comune esterna.

La sincronizzazione tra essi non è continua, ma è scandita da "cicli di elaborazione" assai brevi per entrambe le unità, alla fine dei quali viene effettuato uno scambio dei risultati ed un confronto per verificare la reciproca correttezza.

Ogni canale di uscita vitale può essere forzato nello stato più permissivo (stato attivo) solo se è constatata tale correttezza e se entrambe le unità di elaborazione impongono contemporaneamente tale condizione attraverso i loro circuiti logici.

Questo condizionamento delle uscite vitali è realizzato impiegando circuiti "AND fail-safe" sulle uscite logiche delle due unità, adottando per essi solo componenti discreti per i quali l'analisi dei guasti è in grado di determinare ogni causa di possibile malfunzionamento ed i relativi effetti.

Inoltre l'apparecchiatura è dotata di un modulo "watch-dog" che controlla in modo continuativo il corretto funzionamento della coppia di unità centrali del sistema.

Il BUS di tipo sincrono è fisicamente suddiviso in due sezioni A e B, contenenti le stesse linee, rigorosamente separate e protette da interferenze reciproche e da disturbi elettromagnetici esterni.

Ciascuno dei due moduli unità centrale sui quali è basata l'architettura duale del sistema, insiste su una di tali sezioni e può accedere alle risorse di sistema fisicamente allocate nei moduli collegati alla stessa sezione.

Le due unità di processo eseguono gli stessi cicli di elaborazione, pilotate da due segnali indipendenti di clock ad alta stabilità.

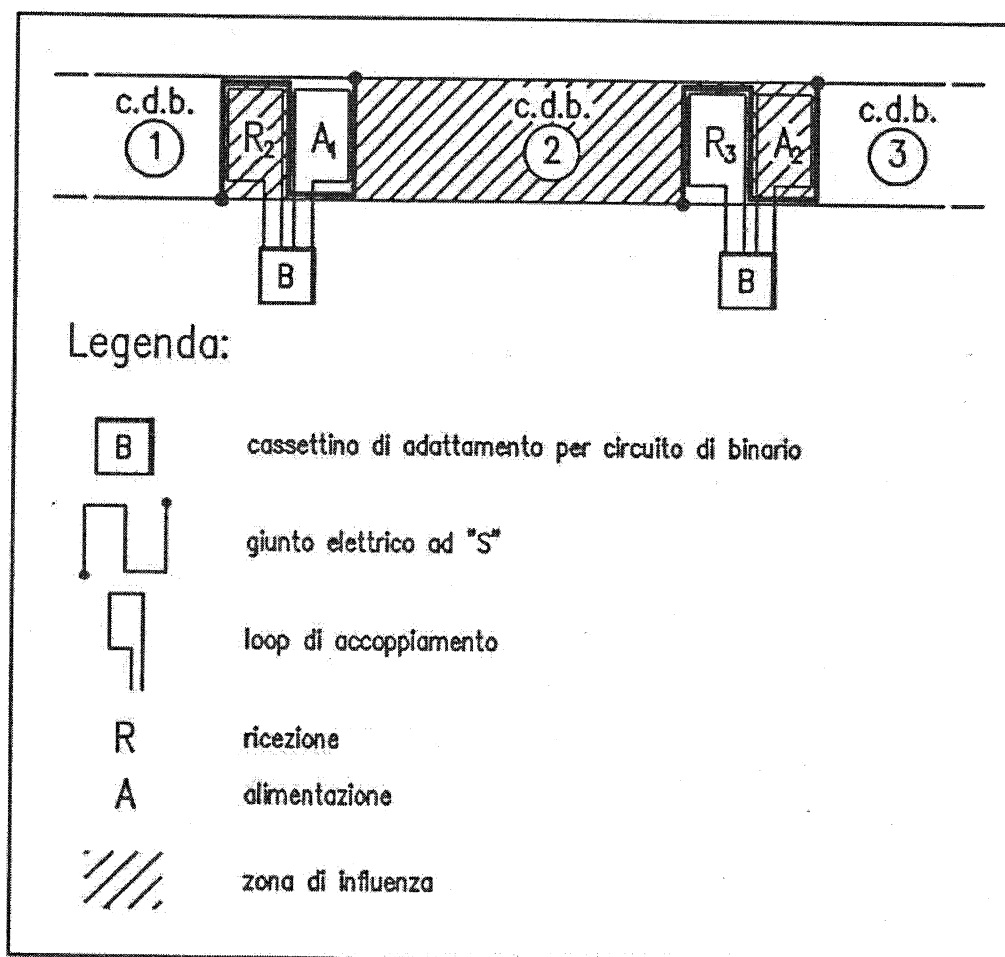
Un segnale, che perviene ad entrambe, consente di effettuare la sincronizzazione dei cicli stessi.

Ogni unità di processo è dotata di una interfaccia parallela di collegamento con l'altra unità centrale, attraverso la quale viene effettuato lo scambio dei dati.

Entrambe acquisiscono gli stessi segnali mediante appositi moduli di ingresso che sono utilizzati per i cicli di elaborazione interna che determinano i risultati da confrontare e, con moduli di output contenenti i circuiti di "AND fail-safe", attivano le uscite vitali verso il campo.

Tali circuiti sono inoltre soggetti ad un segnale di abilitazione emesso dal modulo di watch - dog di sistema.

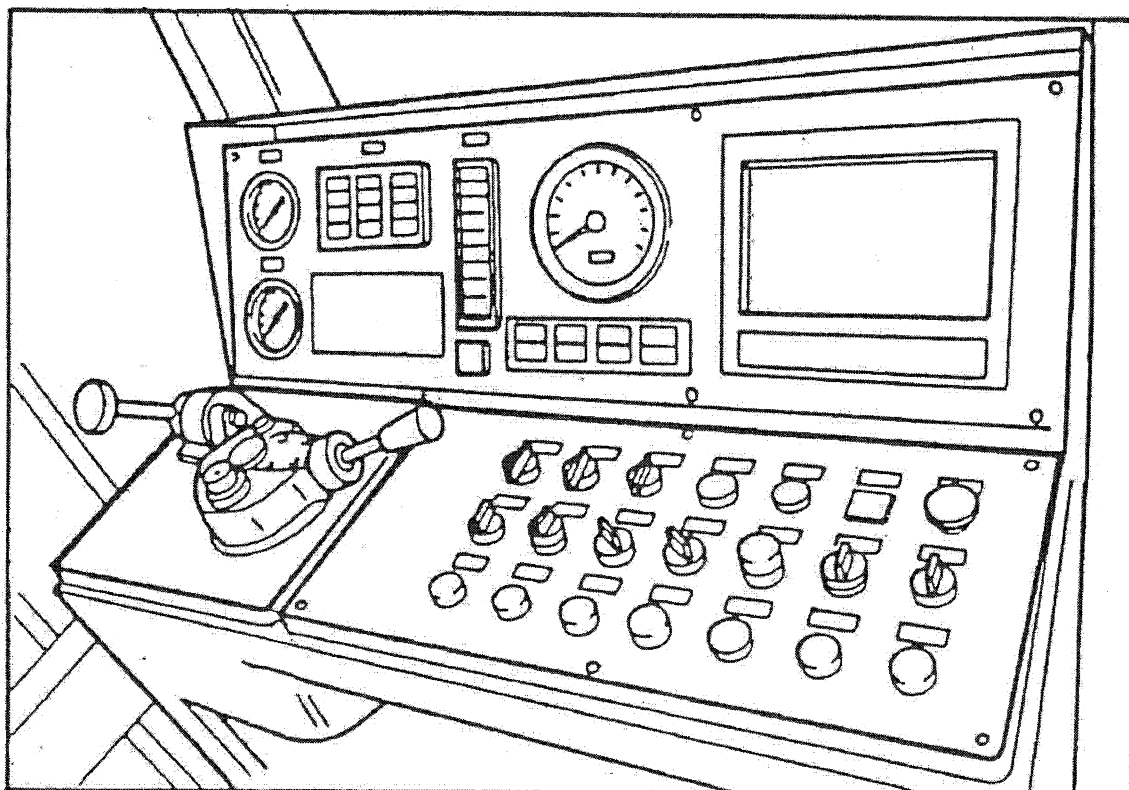
2.1.3.3.3. Il circuito di binario



Caratteristiche tecniche:

Lunghezza	da 36 a 300 m.
Range di conduttanza	$0 \div 0.5 \text{ S/Km}$
Valore di shunt	$\leq 0.5 \Omega$
Potenza massima per cdb	40 Watt
Estensione del cdb	7 m.
Distanza max. tra cdb ed Posti Periferici	2 Km.

2.1.3.4. Impianto di bordo



Il sistema ATP è del tipo a controllo continuo di velocità del veicolo, integrato da un controllo discontinuo ed è stato realizzato a logica programmata (microcalcolatore in sicurezza).

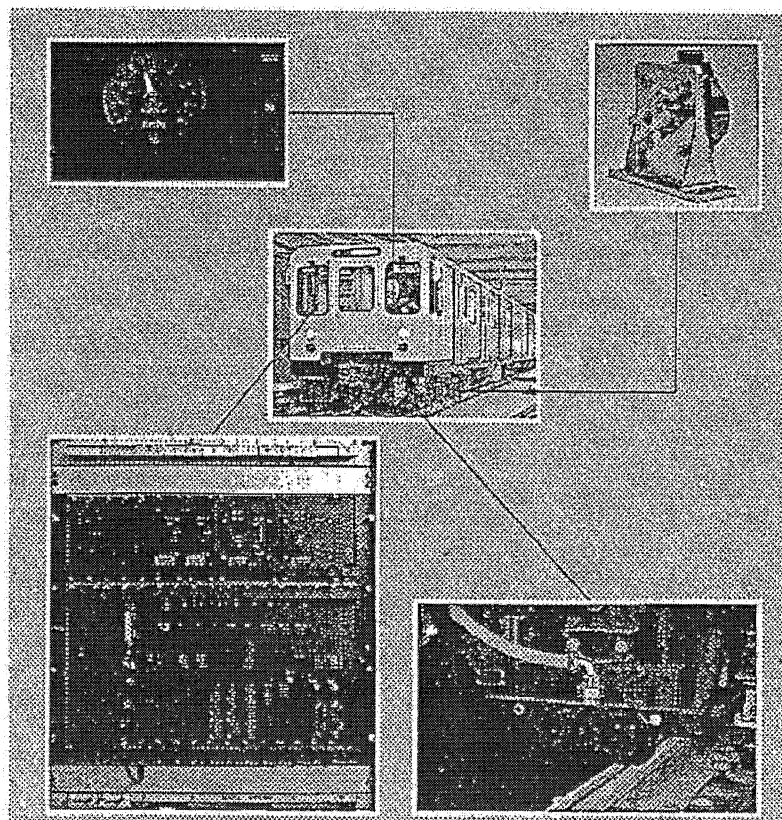
Esso è in grado di supervisionare e proteggere istante per istante la marcia del treno in accordo con i limiti imposti dal segnalamento disponendo essenzialmente di:

- dati variabili provenienti dalla linea e da punti caratteristici di essa (informazioni di tipo continuo e discontinuo);
- dati inerenti il veicolo (velocità reale del treno, diametro ruote,...).

Il mancato rispetto dei limiti previsti, nonché l'avaria di una delle apparecchiature o la rilevazione di guasti da parte delle stesse, provoca il comando dei sistemi di frenatura del veicolo che garantiscono l'arresto del treno in condizioni di sicurezza.

Gli interventi sui sistemi frenanti rispettano la norma UNI 9153 - Requisiti generali del sistema frenante delle metropolitane.

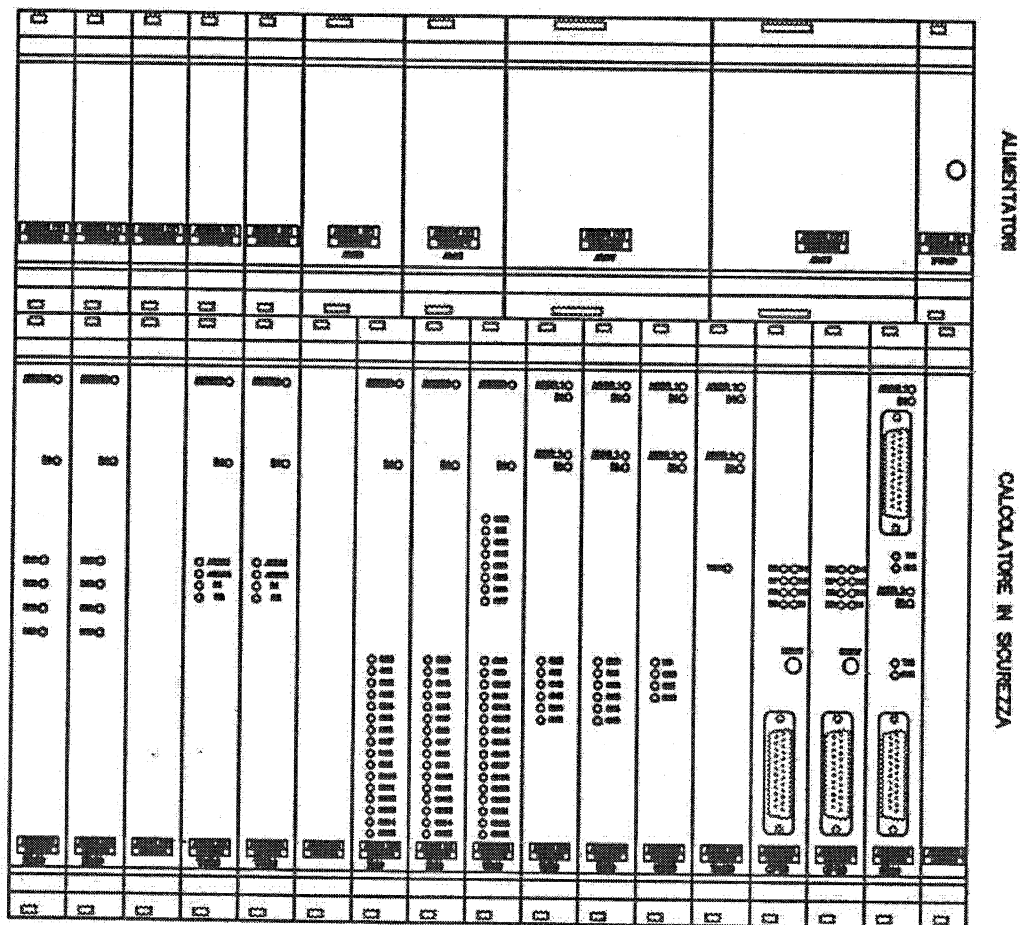
2.1.3.4.1. ATP continuo



Il sistema ATP continuo è costituito dalle seguenti apparecchiature:

- unità di elaborazione per applicazioni vitali (in basso a sinistra);
- captatori di codici (in basso a destra);
- trasduttori di velocità (in alto a destra);
- interfaccia operatore per ogni cabina di guida (in alto a sinistra è rappresentato il tachimetro);
- interfaccia con la logica di veicolo.

Unità di elaborazione

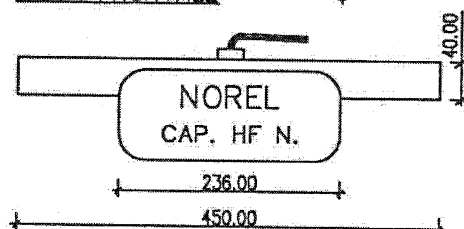


La configurazione del cestello prevista per la metropolitana di Napoli comprende, da sinistra sul frontale, i moduli aventi le seguenti funzioni:

- ricevitori del segnale FSK;
- misura della velocità;
- ingressi digitali vitali;
- uscite digitali (vitali e non);
- watch-dog di sistema;
- uscite analogiche;
- microcalcolatori in sicurezza;
- I/O seriali asincrone.

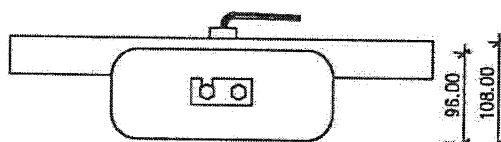
Captatori di codice

VISTA FRONTALE



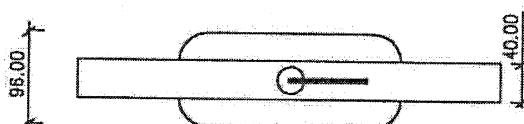
Il captatore è un elemento passivo, che non richiede alcuna alimentazione, montato nel sottocassa del veicolo, anteriormente al primo asse, sopra la rotaia, a distanza di 20-30 cm. dal piano di rotolamento.

VISTA POSTERIORE



Tramite accoppiamento induttivo con il campo magnetico generato dalla corrente di segnale del circuito di binario, fornisce in uscita una tensione, che può essere decodificata per la ripetizione a bordo e la trasmissione unidirezionale terra ----> bordo.

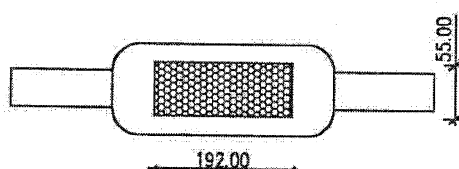
VISTA SUPERIORE



Esso fornisce una tensione che dipende solo dall'ampiezza e non dalla frequenza della corrente nelle rotaie.

L'uso di due captatori, uno sopra ciascuna delle due rotaie e collegati in contro-serie, permette di cancellare i disturbi dovuti alla corrente di trazione.

VISTA INFERIORE





Trasduttori di velocità

Il trasduttore di velocità, che ha la funzione di trasferire all'ATP continuo informazioni circa lo spazio percorso e la velocità del rotabile, è un generatore di impulsi di tipo passivo DEUTA tipo DF 4 che sopporta fino a 4 canali indipendenti ed è costituito da componenti tutti passivi.

Ciascun canale genera un segnale impulsivo che ha una frequenza proporzionale alla velocità di rotazione angolare ed una polarità dipendente dal senso di rotazione. L'ampiezza del segnale in uscita è invece indipendente dalla velocità stessa.

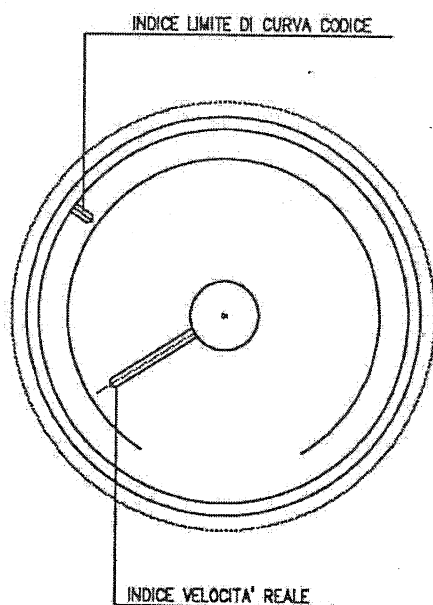
I trasduttori di velocità sono montati sugli assi motorici mediante un opportuno interfacciamento meccanico (dispositivo riduttore) che ne consente la loro utilizzazione. In totale è previsto il montaggio di N.8 apparecchi per ogni unità di trazione (N. 4 per ogni cassa M12, M3).

In particolare l'ATP continuo utilizza N. 2 trasduttori (in particolare due canali per apparecchio) per ogni cassa montati sugli assi 2 e 3.

Tachimetro

Il tachimetro utilizzato è del tipo DEUTA EGS 3/2 a doppio indice.

L'indice interno (di colore giallo) segnala la velocità reale del veicolo, quello esterno (di colore rosso) segue l'andamento della curva di codice.





2.1.3.4.1.1. Funzioni

Il sottosistema ATP continuo per svolgere le sue funzioni di seguito descritte, ha la necessità di disporre principalmente dei seguenti dati:

- codici di velocità;
- velocità reale del treno;
- senso di marcia del treno.

Inoltre l'ATP continuo prevede la memorizzazione di N. 2 profili di frenatura (una coppia dei suddetti per ogni valore di riferimento, curva di codice e di ATP) che gli consentono di raffrontare la velocità reale del treno con i limiti imposti e conseguentemente essere pronto eventualmente ad intervenire.

Note le informazioni di cui sopra l'ATP continuo realizza le seguenti funzioni:

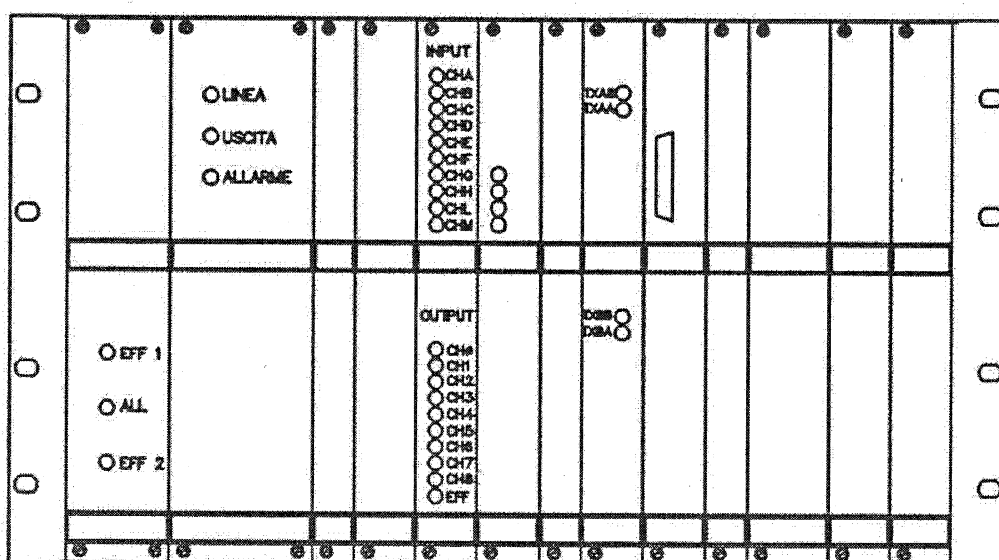
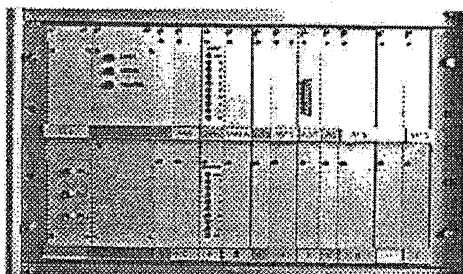
- controllo dell'accelerazione;
- verifica di possibile sfondamento della curva di codice;
- confronto dei valori spazio/velocità reali del veicolo con quelli di riferimento memorizzati a bordo ed intervento che dipende dal regime di marcia impostato (marcia manuale o automatica).

2.1.3.4.1.2. Configurazione

E' una configurazione in logica " 2 su 2 " che utilizza gli stessi criteri di funzionamento descritti per la configurazione dei Posti Periferici.

In particolare l'unità di elaborazione è un sistema modulare e configurabile con u nucleo centrale in sicurezza ed un'ampia disponibilità di moduli di I/O e di interfaccia sia di tipo sicuro che non sicuro.

2.1.3.4.2. ATP discontinuo



L'unità logica di bordo comprende i seguenti moduli:

- trasmettitore a 141 KHz.;
- alimentatore;
- di protezione del modulo di ingresso;
- di interfaccia di uscita di sicurezza;
- di diagnostica;
- d'uscita in sicurezza per la frenatura;
- di interfaccia di ingresso in sicurezza;
- microcalcolatore in sicurezza;
- di alimentazioni ed uscite non in sicurezza;
- ricevitore del messaggio codificato;



- di interfaccia a radio-frequenza per il modulo di cui sopra;

Antenna

I due captatori, ciascuno operante per un solo senso di marcia, sono sistemati su entrambi i lati del veicolo a circa 1 metro dalla punta del treno.

Ogni captatore contiene le seguenti parti principali:

- rilevatore presenza boa;
- antenna ricezione dati;
- un circuito oscillante per la trasmissione dell'energia.

In assenza di accoppiamento con la boa di linea l'impedenza del circuito magnetico è estremamente bassa; il circuito infatti lavora in regime di saturazione.

In queste condizioni l' "unità logica" ricava il segnale proveniente dall' "oscillatore".
L'interpretazione è "assenza di accoppiamento".

Quando il captatore si accoppia con una boa di linea il flusso generato dal magnete permanente (interno alla boa) dissatura il circuito magnetico; l'impedenza del circuito magnetico cresce sensibilmente in modo da ridurre il livello del segnale in ingresso all' "unità logica".

L'interpretazione è "presenza di accoppiamento".

2.1.3.4.2.1. Funzioni

Il sottosistema ATP discontinuo svolge le seguenti funzioni:

- acquisizione di informazioni da punti caratteristici della linea (lato banchina, train-stop, fine linea, fine inversione automatica, consenso aperture porte, annullamento di tale consenso, controllo velocità)
- acquisizione da parte del sottosistema ATP continuo di alcuni segnali come "efficienza continuo", "treno fermo".
- autotest continuo;
- test della scheda d'interfaccia;
- test dei captatori magnetici (continuo).

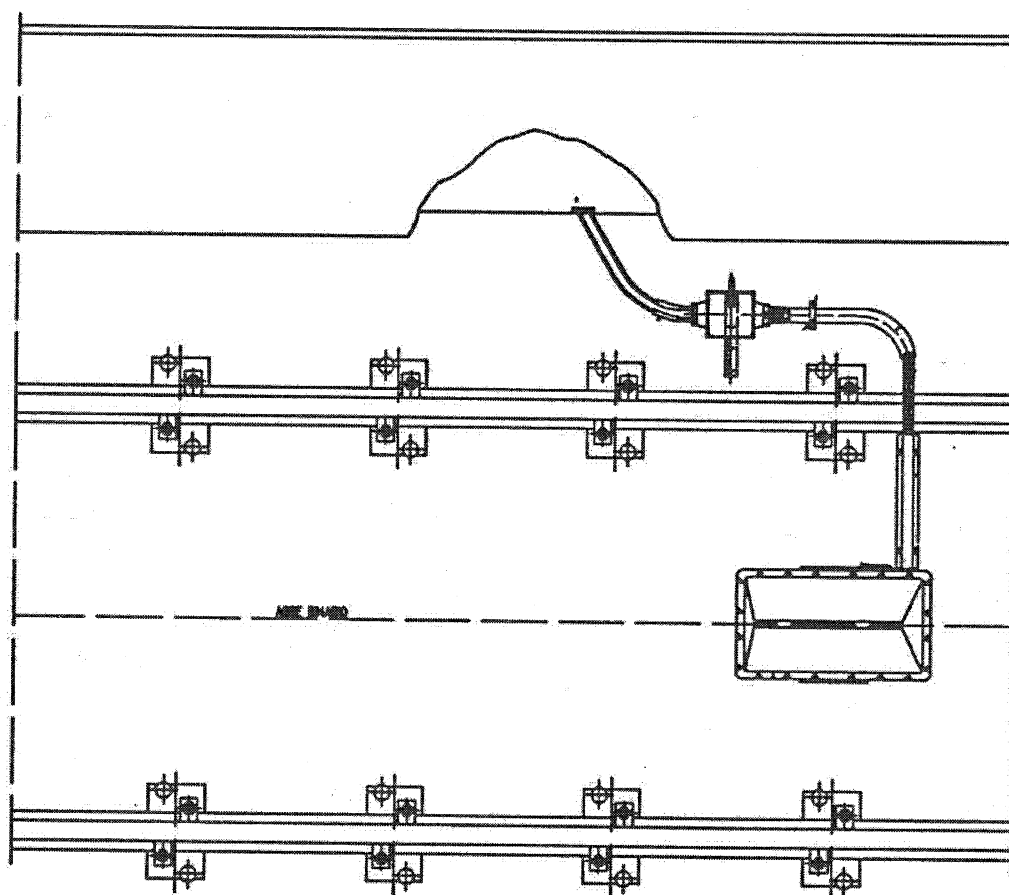
Con determinate modalità l'ATP discontinuo è in grado di comandare la frenatura di emergenza.

2.1.3.4.2.2. Configurazione

Il sottosistema discontinuo è una apparecchiatura basata su due microcalcolatori in sicurezza, la cui struttura è costituita dal confronto continuo della concordanza del comportamento di ogni microcalcolatore.

La condizione richiesta è perciò " 2 su 2 " pena il blocco dell'alimentazione in sicurezza, con conseguente azzeramento di tutte le uscite e quindi comando della frenatura di soccorso.

2.1.3.4.2.1. Boe



Le boe trasferiscono informazioni da punti singoli della linea verso la logica di bordo montata sul veicolo.

Le boe sono di due tipi:

- programmabili, per la trasmissione delle condizioni di via libera incondizionata e/o condizionata;



- non programmabili per la trasmissione del consenso all'apertura porte, annullamento di tale consenso, train-stop a via impedita permanente.

Esse sono costituite dai seguenti sottosistemi:

- magnete;
- antenna ricevente energia;
- stabilizzatore di tensione;
- codificatore dati;
- interfaccia al segnale;
- trasmettitore;
- antenna ricevente.



2.1.3.4.3. ATO

Il sistema Automatic Train Operation (ATO) per la guida automatica del treno è di tipo modulare ed è progettato per soddisfare diversi livelli di automazione, in funzione delle esigenze imposte dall'impianto in cui viene applicato.

In particolare le principali funzioni per le quali è impiegato nel sistema Metro Napoli sono l'arresto a bersaglio, l'inversione automatica al capolinea, l'apertura automatica delle porte, l'autodiagnostica e la telediagnosi.

Dato che le condizioni di esercizio impongono la presenza del macchinista a bordo, ad esso vengono demandate le sole funzioni di supervisione generale e di comando di "start" per le partenze dalle banchine e le inversioni ai capolinea.

Nel caso in cui il macchinista dovesse intervenire anche per la frenatura, questo comando manuale avrebbe sempre la priorità rispetto a quello impartito dal calcolatore.

L'ATO è un'apparecchiatura "non in sicurezza" pertanto il rispetto del limite di velocità imposto dall'impianto di segnalamento avviene sotto la supervisione del sistema ATP.

2.1.3.4.3.1. Funzioni

L'apparecchiatura ATO svolge le funzioni, nel presente documento solo richiamate, che sono ampiamente trattate nella documentazione relativa di dettaglio.

Arresto a bersaglio

L'arresto a bersaglio consiste nel posizionamento di precisione in banchina del treno nella posizione predeterminata (scarto quadratico medio ≤ 0.5 m.).

La frenatura viene attuata con valori di decelerazione non pericolosi per i passeggeri.

Durante la fase di arresto a bersaglio vengono captate due boe la cui progressiva teorica è memorizzata e che servono alla correzione della progressiva corrente; la frenatura viene eseguita seguendo una curva ottimale memorizzata che consente l'arresto di precisione.

Apertura automatica delle porte

Conclusa la fase di arresto a bersaglio, previo consenso dell'ATP discontinuo che controlla in sicurezza il corretto posizionamento del treno nei confronti della banchina e la condizione di treno fermo (condizione che l'ATP continuo trasmette al discontinuo), l'ATO è in grado di comandare l'apertura automatica delle porte di veicolo.

La chiusura delle porte è subordinata ad un comando del macchinista.

Guida automatica lungo linea

Per marcia automatica si intendono le attività legate al controllo e comando della marcia attuata agendo sugli organi di trazione e frenatura per condurre il treno da una stazione alla successiva con modalità di percorrenza stabilita dalla programmazione di tratta e comunicate all'ATO tramite l'apparecchiatura DTT (Dati Terra Treno) tipicamente durante il transito e la sosta del treno in stazione.

Inversione automatica al capolinea

Realizza automaticamente le funzioni di controllo e comando del treno per le inversioni al capolinea in assenza del macchinista a bordo.



L'inversione viene avviata mediante apposito comando dalla banchina, ed è attuata sotto la protezione del sistema ATP.

In particolare si intende il complesso di attività che consentono al treno, giunto al capolinea, di avanzare sul tronchino, invertire il senso di marcia, quindi posizionarsi all'inizio della banchina di partenza; il tutto è svolto senza la presenza a bordo del macchinista che in questa fase si limita a fornire il consenso all'inizio dell'inversione e a sorvegliare il corretto svolgimento delle operazioni dalla banchina.

Autodiagnostica

L'ATO è in grado di rilevare guasti e malfunzionamenti al suo interno mediante opportuni controlli sui segnali di ingresso e di uscita.

Inoltre l'ATO è in grado di trasmettere su linea seriale ad un personal computer i parametri più importanti utilizzati per controllare la marcia del treno quali spazio percorso rispetto al punto di arresto nella precedente stazione, velocità del treno, limiti di velocità impostati da ATP, velocità programmata, profilo della velocità di riferimento durante l'arresto a bersaglio, configurazione delle I/O digitali e valori di riferimento di trazione e frenatura.

Telediagnostica

L'ATO raccoglie le informazioni diagnostiche di guasto fornite dalle diverse apparecchiature e le invia a terra tramite il sistema di scambio dati terra-treno (DTT).

2.1.3.4.3.2. Configurazione

L'impianto di bordo è costituito da un sistema di elaborazione, da un cruscotto che comprende alcune segnalazioni utili all'operatore oltreché un pannello di esclusioni, un trasduttore di velocità tipo pick-up ruota dentata ed un captatore di boa per ogni direzione di marcia.

L'interfaccia verso l'impianto di terra è costituita da boe magnetiche di tipo passivo installate lungo linea.

2.1.3.4.4. Relazioni ATP / ATO

Il funzionamento dell'ATO è strettamente subordinato a quello dell'ATP che è sempre in grado di intervenire (così come il macchinista che può sempre decidere di subentrare nel funzionamento); inoltre nessun modo di guasto del sistema ATO può interferire su quello ATP.

Il canale di comunicazione ATP ---> ATO è del tipo seriale ed è unidirezionale da ATP verso ATO.

In particolare le informazioni che ATP trasmette ad ATO sono tutte quelle che gli consentono di regolare la marcia del treno nel rispetto dei limiti imposti dal segnalamento, come, per esempio, le velocità di ingresso / uscita dalla sezione di blocco percorsa, l'andamento della velocità di codice, lo spazio percorso, la velocità reale, il profilo di frenatura relativo.



2.1.3.5. Rispetto norma UNIFER 9855/1 (aprile '91)

1) Premessa

Si deve fare riferimento alla prima parte della norma relativa alle generalità ed alle prescrizioni relative alla guida automatica con macchinista a bordo, in quanto il progetto degli impianti di Segnalamento / Automazione della linea 1 della metropolitana di Napoli prevede la presenza a bordo del macchinista.

2) Scopo e campo di applicazione

La norma si applica a linee metropolitane con guida automatica come è previsto per la linea 1 della metropolitana di Napoli nella sua configurazione impiantistica completa.

3) Riferimenti

a) 7508 Metropolitane - Banchine di stazione

Le prescrizioni contenute in tale norma non riguardano direttamente le funzioni degli apparati di sicurezza oggetto del presente documento.

La rispondenza a dette prescrizioni è comunque assicurata sulla base delle già concesse approvazioni agli ulteriori progetti (opere civili, finiture, ecc.) consegnati.

b) UNI 8882 - Veicoli per metropolitane e metropolitane leggere

Modalità per l'apertura e chiusura delle porte. Requisiti di sicurezza.

La rispondenza alle prescrizioni citate in tale norma può essere confermata per quanto riguarda le funzioni di competenza degli apparati di Segnalamento / Automazione previsti nel progetto per la linea 1 della metropolitana di Napoli.

In particolare vengono assicurati gli asservimenti di sicurezza delle operazioni di apertura e chiusura porte:

- asservimento velocità;
- asservimento di lato.

Oltre a questi controlli gli apparati di Segnalamento / Automazione della linea 1 prevedono la valutazione del corretto posizionamento del treno in banchina come ulteriore condizione sull'apertura automatica delle porte nelle stazioni, come prescritto nel successivo punto 5.8 della norma in oggetto.

Per quanto riguarda, invece, gli asservimenti di sicurezza dei circuiti di trazione alla chiusura porte e le operazioni di chiusura porte, nonché le segnalazioni ottico-acustiche, si deve fare riferimento al progetto del materiale rotabile già approvato.

4) Definizioni

Gli impianti di segnalamento / automazione previsti nel progetto per la linea 1 della metropolitana di Napoli sono rispondenti alle definizioni citate, con particolare riferimento alle voci:

- 4.3 "in sicurezza";
- 4.4 ATP;
- 4.5 ATO;
- 4.6 Ripetitore ATP continuo;
- 4.7 Ripetitore ATP discontinuo.



5) Prescrizioni

La configurazione impiantistica prevista nel progetto degli impianti di Segnalamento / Automazione della linea 1 di Metro Napoli corrisponde puntualmente all'architettura citata nella norma in oggetto, ed in particolare, l'effettuazione della marcia automatica è possibile, come precisato nella stessa, solo alla condizione della presenza congiunta e del corretto funzionamento dei seguenti sistemi di controllo:

- ATP continuo;
- ATP discontinuo;
- ATO;
- oltre alla presenza, sempre richiesta, del macchinista.

Le funzioni ATP (continuo e discontinuo) sono state progettate in modo tale che a fronte di qualunque guasto il sistema si porti in una condizione più restrittiva (principio della "sicurezza intrinseca").

Inoltre, per un qualsiasi guasto a componenti discreti o a funzioni inerenti la sicurezza, viene garantito il comando della frenatura di soccorso fino all'arresto completo del treno.

Le funzioni di ATO, ATP continuo, ATP discontinuo, uomo morto, sono realizzate da dispositivi separati che realizzano in sicurezza le rispettive funzioni di protezione con la dovuta gradualità nel degrado.

La separazione fisica di tali apparecchiature garantisce la protezione da guasti di tipo "comune" alle suddette apparecchiature.

Per il regime di marcia automatica, è prevista nel progetto degli impianti di segnalamento / automazione della linea 1 della metropolitana di Napoli l'apertura automatica delle porte comandata dal sistema ATO, la quale è condizionata alla verifica dei controlli riportati nel punto 5.8 effettuati, in sicurezza, dai sistemi ATP continuo e discontinuo.

Si conferma inoltre, la rispondenza ai singoli punti della norma elencati nel seguito che riportano alcune prescrizioni di dettaglio a carico dei sistemi di Segnalamento / Automazione.

5.3 L'espletamento della funzione ATP non è influenzata dall'espletamento della guida automatica, inoltre le due funzioni sono eseguite da apparecchiature distinte.

5.4 La funzione di guida automatica è realizzata nel rispetto delle limitazioni imposte dalla funzione ATP e comunque sempre controllata, ai fini delle condizioni di sicurezza, dal sistema ATP, il cui corretto funzionamento è condizione necessaria per l'espletamento della funzione di guida automatica.

5.5 Vedi il punto precedente 5.4

5.6 Consenso alla partenza in marcia automatica da parte del macchinista tramite un apposito pulsante (start) previsto sul banco di guida.

5.7 Arresto di precisione nelle stazioni

Nella metropolitana di Napoli è previsto l'arresto di precisione nelle stazioni.

La precisione di arresto risulta congruente con le prescrizioni riportate nelle norme UNI 7508 per quanto concerne la correlazione tra la lunghezza della banchina e quella del treno.

5.8 Già citate in precedenza.

5.9 Durante la sosta in stazione viene garantito il mantenimento del corretto posizionamento del treno. La chiusura delle porte è demandata al macchinista.



5.10 Controllo della direzione di marcia

Il sistema ATP continuo effettua il controllo del senso di marcia, comandando la frenatura di soccorso fino all'arresto del treno a seguito dell'avvio del treno nel senso di marcia errato (illegale).

5.11 Inversione automatica ai capolinea

Nel progetto degli impianti di Segnalamento / Automazione della linea 1 della metropolitana di Napoli è prevista l'effettuazione della retrocessione automatica ai capolinea, senza macchinista a bordo.

Al riguardo, le predisposizioni impiantistiche nelle banchine delle stazioni terminali per il comando di avviamento delle procedure di inversione, sono state realizzate in accordo a quanto previsto dalla norma.

Nota:

In particolare è previsto l'arresto del treno all'inizio della banchina per raccogliere il macchinista al quale devono essere affidate le successive operazioni di ingresso in stazione ed apertura delle porte.

5.12 Interventi in caso di guasto e regimi di marcia degradati

Nel progetto degli impianti di Segnalamento / Automazione della linea 1 della metropolitana di Napoli è previsto nelle condizioni di normale esercizio il regime di guida automatica sotto la protezione dei sistemi ATP (continuo e discontinuo) con l'esclusione della funzione uomo morto come riportato nella norma in esame.

Sono inoltre previsti i seguenti livelli di marcia progressivamente degradata in relazione all'avaria dei diversi sottosistemi, in particolare:

a) regime di marcia automatica con retrocessione automatica ai capolinea.

ATP continuo	Funzionante
ATP discontinuo	Funzionante
ATO	Funzionante
uomo morto	Escluso

b) regime di marcia manuale (operata dal macchinista sotto la protezione dei sistemi ATP)

ATP continuo	Funzionante
ATP discontinuo	Funzionante
uomo morto	Funzionante
ATO	Escluso

c) regime di marcia interstazionale (marcia manuale operata dal macchinista alla velocità massima di 30 Km/h, sotto la protezione del sistema ATP discontinuo che controlla in punti discreti la velocità)

uomo morto	Funzionante
ATP discontinuo	Funzionante
ATP continuo	Escluso
ATO	Escluso



d) regime di marcia eccezionale (marcia manuale operata dal macchinista sotto la sua completa responsabilità alla velocità massima di 15 Km/h, come previsto dai regolamenti di esercizio vigenti per la linea metropolitana di Napoli.

uomo morto	Funzionante
ATP discontinuo	Escluso
ATP continuo	Escluso
ATO	Escluso

CONCLUSIONI

Il raffronto punto punto tra il Progetto di Sistema degli impianti di Segnalamento / Automazione della linea 1 della metropolitana di Napoli ed il Progetto di Norma UNIFER n° E10.17.927.1 effettuato nei paragrafi precedenti, mostra la piena e completa rispondenza dell'intero Progetto del Sistema, sia dal punto di vista di ogni singolo sottosistema, sia dal punto di vista complessivo della Norma sopracitata.

L'analisi effettuata evidenzia, tra l'altro, come in alcuni casi il Progettista ha inserito nel Progetto del Sistema in oggetto ulteriori cautele e precauzioni.

... *OMISSIS*...