

IL DISTANZIAMENTO DEI TRENI E LA REGOLAZIONE DEL TRAFFICO SULLA LINEA A DELLA FERROVIA METROPOLITANA DI ROMA

Lo scopo di una ferrovia metropolitana è quello di trasportare il maggior numero possibile di passeggeri, alla massima velocità commerciale e in condizioni di sicurezza e regolarità dell'esercizio. Il sistema di segnalamento, gli impianti di distanziamento dei treni e per la regolazione del traffico rappresentano gli strumenti indispensabili per raggiungere tale scopo.

L'elevato grado di utilizzazione degli impianti, la ripetitività delle operazioni, i distanziamenti minimi tra i treni, i perturbamenti accidentali della circolazione e la rapidità richiesta negli interventi di regolazione del traffico rendono indispensabili, per le linee ferroviarie metropolitane, alti livelli di automazione, in modo da sfruttare la potenzialità massima delle linee stesse ed assicurare un corretto svolgimento del traffico. Assume quindi particolare importanza poter disporre di una dirigenza operativa centrale (D.C.O.) ed anche sollevare questa da alcune funzioni di carattere ripetitivo, fornendo nel minor tempo possibile informazioni sulla posizione dei treni mediante sistemi per il riconoscimento automatico degli stessi e per la formazione automatica degli itinerari. Un elemento che condiziona in maniera rilevante il rispetto dell'orario e la conseguente regolarità dell'esercizio è il tempo di fermata in banchina, fattore questo molto variabile, dovuto a cause accidentali e perciò non prevedibili con la necessaria tempestività. Particolare cura va perciò rivolta anche a questo aspetto del problema, dando al personale di macchina la possibilità di tenerlo costantemente sotto controllo.

Il sistema di segnalamento realizzato sulla linea A della metropolitana di Roma si compone di impianti per la sicurezza della marcia dei treni, identificati con la sigla A.T.S. (*Automatic Train Supervision*) e di impianti per la regolazione del traffico, identificati con la sigla A.T.S. (*Automatic Train Supervision*). I primi si basano su tecniche note, seppure adattate alle esigenze specifiche di una ferrovia metropolitana; i secondi costituiscono un sottosistema originale, progettato tenendo conto di risultati ottenuti all'estero. Tutto il complesso delle apparecchiature è stato studiato e realizzato dalla SASIB di Bologna.

Il tratto entrato in esercizio della linea metropolitana A di Roma collega il quartiere Appio-Tuscolano con il quartiere Prati; si snoda cioè per 13,981 km da via Anagnina a via Ottaviano, tagliando trasversalmente la città a Nord-Ovest e toccando, con 22 stazioni, 15 sono semplici fermate mentre le restanti 7 sono dotate di deviatori e tronchini che permettono passaggi da un binario all'altro e manovre di ricovero. La linea è completamente sotterranea, se si esclude il ponte sul Tevere fra le stazioni di Flaminio e Lepanto. I tratti fra le stazioni di Anagnina e Colli Albani e fra le stazioni Flaminio e Ottaviano sono costituiti da una galleria a doppio binario, mentre nella tratta fra le stazioni di Colli Albani e Flaminio ciascuno dei binari è posto in una galleria a sé stante. Conseguentemente le banchine, la cui lunghezza è di 120 metri, sono in posizione centrale quando la linea si svolge in due gallerie affiancate ciascuna a semplice binario, mentre sono laterali nelle gallerie a doppio binario. La trazione è a 1500Vc.c. con linea di contatto aerea; l'armamento impiega rotaie da 50 kg per metro lineare ed i convogli immessi sulle linee possono avere composizioni a due, quattro o sei vetture.

Impianti per la sicurezza della marcia dei treni (A.T.P.)

Gli apparati di terra che costituiscono l'A.T.P. si suddividono in apparati centrali elettrici per la sicurezza della marcia dei treni nell'ambito delle stazioni ed in apparati di blocco automatico sia per la sicurezza della marcia dei treni in linea che per il loro distanziamento. Gli apparati centrali elettrici sono del tipo a pulsanti di itinerario e, in condizione di normale esercizio, sono autocomandati dai treni o telecomandati dal posto centrale di dirigenza del traffico (D.C.O.), ma possono anche essere abilitati al comando locale per eventuali particolari esigenze di servizio. Gli apparati di blocco automatico consentono un distanziamento minimo di 90 secondi tra due treni successivi, marcianti alla velocità massima di 80 km/h ed hanno sezioni di blocco normalmente non inferiori a 210 m, per garantire l'arresto del treno in caso di mancato rispetto di riduzioni di velocità. I circuiti di binario sono in corrente alternata, fissa a 75 Hz se il binario è libero, e codificata a 75 – 120 – 180 – 270 periodi al minuto nel momento in cui il treno occupa il binario. Così si può disporre di cinque livelli di velocità: quattro corrispondenti ai codici, più la marcia a vista corrispondente all'assenza di codice. I segnali che il treno incontra, insieme alle informazioni ripetute a bordo dipendentemente alle diverse situazioni di libertà della linea, sono i seguenti (fig. 1): 1. Tre sezioni a valle libere (codice 270); via libera con velocità massima di 80 km/h; primo segnale verde; secondo segnale giallo; terzo segnale rosso; quarto segnale rosso; 2. Tre sezioni a valle libere ma la configurazione della linea non permette la velocità massima (codice 180); via libera con velocità massima di 65 km/h; primo segnale giallo lampeggiante; secondo segnale giallo; terzo segnale rosso; quarto segnale rosso; 3. Due sezioni a valle libere (codice 120); via libera con velocità di 50 km/h; primo segnale giallo; secondo segnale rosso; terzo segnale rosso; 4. Due sezioni a valle libere ma la configurazione della linea non permette la velocità di 50 km/h (codice 75); via libera con velocità massima di 30 km/h; primo segnale rosso/giallo; secondo segnale rosso; terzo segnale rosso; 5. Una sezione a valle libera (assenza di codice); marcia a vista con velocità massima di 15 km/h; primo segnale rosso; secondo segnale rosso.

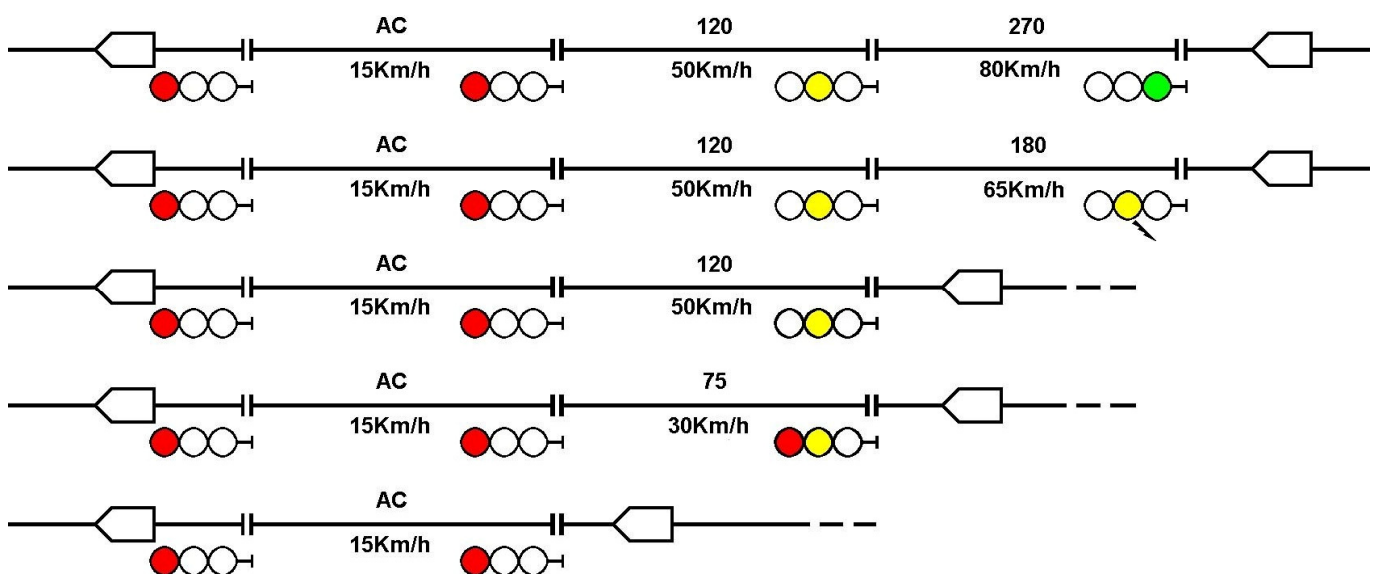


fig. 1. Blocco automatico; AC, assenza di codice; i valori di 75, 120, 180 e 270 indicano la frequenza delle correnti corrispondenti in diversi livelli di velocità.

Da quanto sopra risulta che è stato adottato il criterio della *tratta tampone* alle spalle del treno oltre all'introduzione degli aspetti sussidiari di giallo lampeggiante e rosso/giallo onde favorire la fluidità del traffico. La struttura degli apparati di blocco ha le seguenti caratteristiche: a) impiego di due relè di binario, anziché uno solo, con un dispositivo di controllo tale da rendere impossibile la rieccitazione dei relè se non si completa regolarmente il ciclo di diseccitazione di entrambi; b) alimentazione del circuito di binario con l'impiego di un apposito relè che controlla l'efficienza del segnale, nel senso che toglie l'alimentazione fissa o codificata al binario qualora si verifichi una discordanza negli aspetti del segnale stesso, oppure si verifichi la sua mancata efficienza; c) circuito di comando del relè seguente di codice realizzato in modo da stabilire una concordanza tra comando e controllo appropriato dell'aspetto del segnale; qualora tale concordanza venisse a mancare si determinerebbe l'assenza o la degradazione del codice; d) circuito di comando e controllo del segnale in grado di denunciare un eventuale guasto della lampada principale e, successivamente, anche di quella di riserva; e) tensione di alimentazione di fase invertita ad ogni successivo circuito di binario, in modo da garantire l'integrità dei giunti isolanti. Nelle zone di confine fra due stazioni, o fermate, aventi sorgenti di alimentazione distinte, dove non è possibile risolvere il problema del controllo di rottura del giunto isolante con l'inversione di fase della tensione di alimentazione, si è fatto ricorso ad un apposito dispositivo di controllo d'integrità del giunto.

Gli impianti di bordo (fig. 2) svolgono funzioni di A.T.P. e di A.T.S. Le funzioni di A.T.P. vengono svolte dalla ripetizione continua dei segnali a bordo, dal controllo di velocità e dalla ripetizione discontinua. Le funzioni di A.T.S. vengono svolte dalla apparecchiatura di trasmissione terra-treno e viceversa.

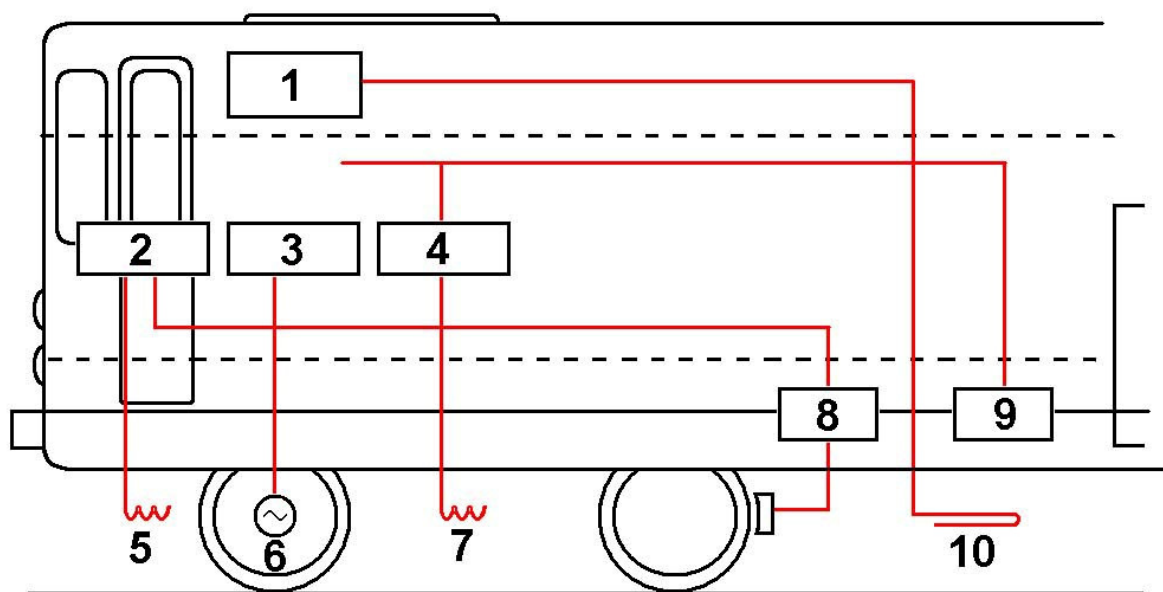


fig. 2. Complesso delle apparecchiature di bordo (A.T.P.) e A.T.S.): 1. Trasmissione dati terra-treno; 2. Ripetizione continua; 3. Controllo di velocità; 4. Ripetizione discontinua; 5. Captatore; 6. Rivelatore velocità; 7. Unità di bordo; 8. Comando frenatura; 9. Consenso apertura porte; 10. Antenna;

L'apparecchiatura per la ripetizione continua dei segnali di bordo (fig. 3) fornisce al macchinista ripetizioni ottiche conformi allo stato di occupazione delle sezioni di blocco a valle e, quindi, all'aspetto dei segnali di via attraverso codici appropriati. Ad ogni codice captato è associato un valore massimo di velocità che deve essere rispettato per garantire la sicurezza.

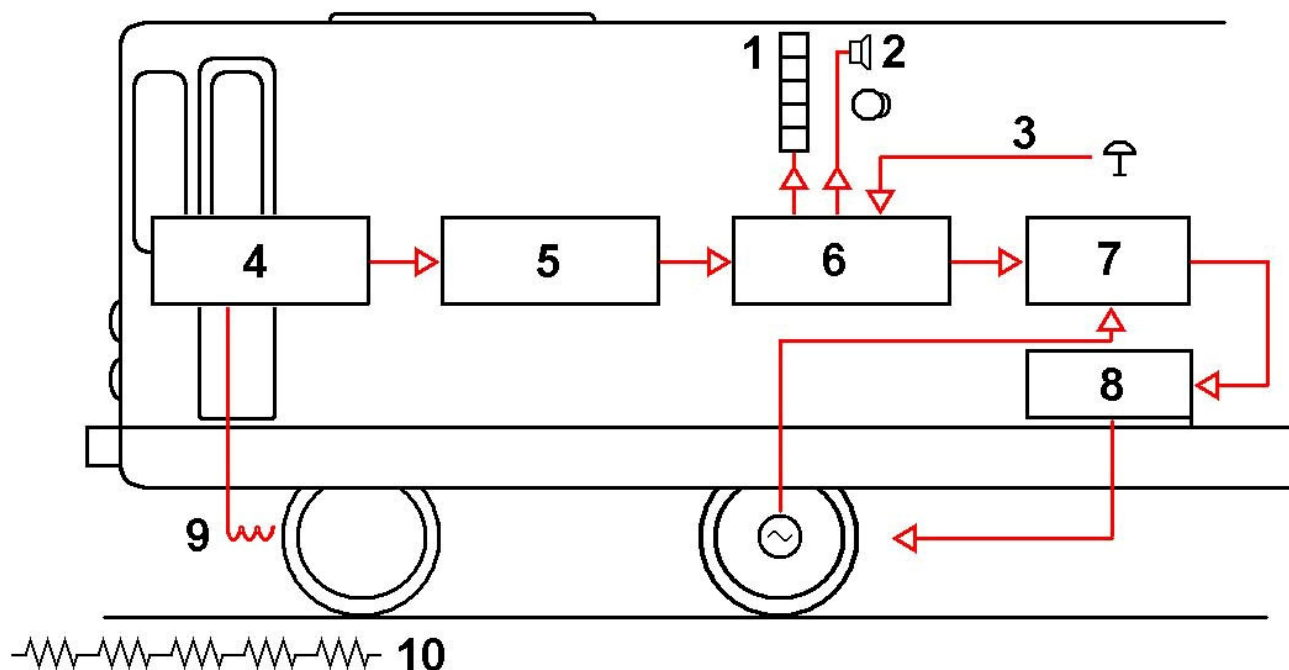


fig. 3. Ripetizione continua dei segnali a bordo (A.T.P.); 1. Ripetizioni ottiche; 2. Ripetizioni acustiche; 3. Riconoscimento assenza codice; 4. Filtro amplificatore; 5. Decodificazione; 6. Unità elaborazione; 7. controllo velocità; 8. Comando frenatura; 9. Captatore; 10. Codice; 11. Rivelatore velocità;

Alla ripetizione continua è collegato il controllo della velocità che confronta, istante per istante, il valore della velocità limite consentito dalla situazione della via con la velocità reale del treno. L'apparire di una condizione più restrittiva sulle ripetizioni ottiche è accompagnata dal suono continuo di una tromba, se la velocità del treno è superiore alla velocità limite. Il controllo di velocità predispone l'intervento della frenatura di emergenza sospendendone però l'applicazione per tre secondi. Entro questo termine di tempo il macchinista deve iniziare l'azione frenante manuale e, solo quando la velocità reale del treno è scesa al disotto del limite di sicurezza, cessa il suono della tromba avvertendo che si può interrompere l'azione frenante. Altrimenti entra azione la frenatura di emergenza fino all'arresto del treno. L'ingresso del treno in una zona con assenza di codice è segnalata al macchinista dal trillo continuo di una campana indipendentemente dalla velocità reale del treno; la campana si tace soltanto se il macchinista aziona il pedale di riconoscimento. Poiché all'assenza di codice è associato il valore massimo di 15 km/h, il passaggio da presenza di codice ad assenza di codice, qualora il treno marci ad una velocità superiore, comporta le operazioni già descritte perchè si configura una condizione più restrittiva, e cioè suono della tromba, predisposizione alla frenatura e sospensione per tre secondi, azionamento manuale della frenatura e tacitazione della tromba quando, per effetto dell'azione frenante, la velocità sia scesa al disotto dei 15 km/h.

Da quanto descritto si deduce che la ripetizione continua dei segnali consente la marcia a velocità inferiore a 15 km/h e quindi il superamento dei segnali permissivi, posti a via impedita e cioè preceduti da una sezione con assenza di codice. Questa possibilità, voluta per consentire l'accodamento di treni senza dover escludere il controllo di velocità, non garantisce il rispetto dei segnali imperativi posti a protezione di stazioni di confluenza, quando questi segnali siano a via impedita e cioè siano preceduti da un circuito di binario con assenza di codice. Pertanto, la ripetizione continua dei segnali, nella situazione di assenza di codice, viene integrata dalla ripetizione discontinua costituita da unità di terra, poste in corrispondenza dei segnali imperativi da proteggere, e da corrispondenti unità di bordo integrate da un complesso di apparecchiature di elaborazione (fig. 4). L'azione di comando della frenatura, per effetto della ripetizione discontinua, si attua solo quando l'aspetto del segnale imperativo è a via impedita per il quale non esisterebbe il condizionamento del sistema continuo su velocità al disotto di 15 km/h.

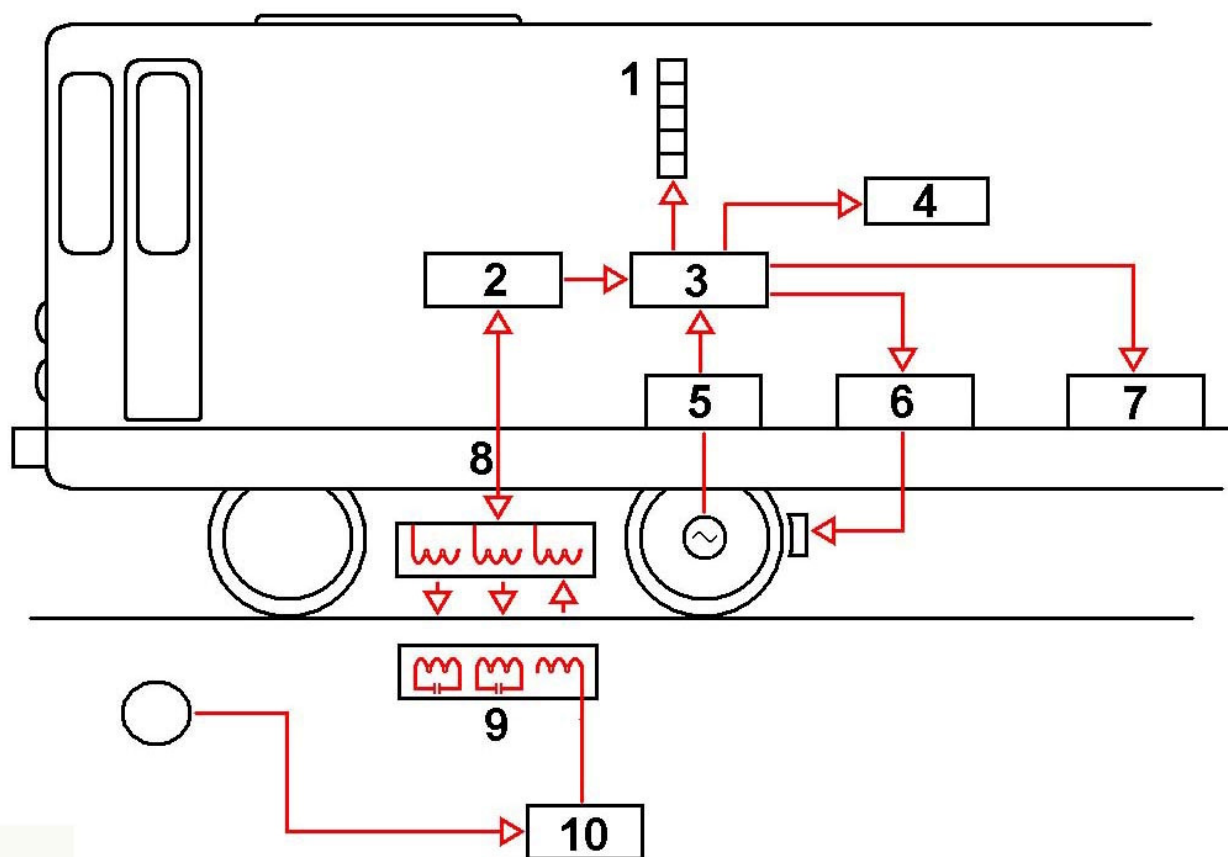


fig. 4. Ripetizione discontinua dei segnali a bordo A.T.P.); 1. Ripetizione ottica; 2. Rivelazione; 3. Elaborazione; 4. Riarmo; 5. Controllo velocità; 6. Comando frenatura; 7. Consenso apertura porte; 8. Unità di bordo; 9. Unità di terra; 10. ACEI B.A.

Il sistema discontinuo interviene anche per la individuazione della posizione, destra o sinistra, delle banchine e per il consenso di apertura delle porte del convoglio. Lungo la linea, prima di ogni banchina, è posata, all'esterno del binario, una unità di terra alimentata ad una frequenza

fissa e diversa a seconda che la banchina che segue sia situata a destra od a sinistra. Al passaggio del treno, l'unità passiva di bordo del sistema discontinuo capta la frequenza che, associata alla informazione di velocità reale prossima allo zero, accende una lampada incorporata nei pulsanti relativi al comando di apertura porte destre o sinistre, che sono a disposizione del macchinista.

L'apparecchiatura di ripetizione continua dei segnali a bordo, tramite due bobine captatrici installate davanti al primo asse del treno preleva dal binario, per accoppiamento induttivo, le informazioni codificate proprie del sistema di blocco automatico. Seguendo lo schema a blocchi della fig. 3, si nota che l'informazione proveniente dal binario viene filtrata ed amplificata per essere poi decodificata e rivelata tramite l'eccitazione di appositi relè di codice. Una logica mista relè-elettronica provvede alle funzioni di rivelazione ottico-acustiche e di intervento sul circuito frenante.

Il sistema discontinuo di ripetizione dei segnali a bordo è un sistema induttivo che ha la particolarità di rivelare tutti i segnali imperativi, indipendentemente dal loro aspetto. Vale a dire che al superamento di detti segnali, il sistema fornisce sempre, all'apparato frenante, il comando di frenatura di emergenza, che però viene sospeso se l'aspetto del segnale è di via libera o, invece, viene confermato quando l'aspetto è di arresto. La fig. 4 mostra lo schema a blocchi dal quale si rileva che il sistema discontinuo consiste di unità di terra e unità di bordo, nonché di una logica di rivelazione e di elaborazione. Le unità di terra, poste in corrispondenza dei segnali da proteggere, sono costituite da due bobine passive ma accordate, mediante condensatori, su due diverse frequenze, nonché da una bobina suscettibile di essere alimentata da un segnale alternato di frequenza determinata. L'unità di bordo è costituita da due bobine, alimentate rispettivamente da due oscillatori, e da una bobina di captazione.

Il funzionamento, in prossimità di un segnale imperativo, è quindi il seguente: le due bobine attive di bordo, accoppiandosi con le due bobine passive di terra, attenuano progressivamente il loro segnale fino all'annullamento, mentre la bobina di captazione di bordo, accoppiandosi con la bobina attiva di terra, ne capterà o meno il segnale a seconda che la bobina di terra risulti alimentata (segnale a via libera) o disalimentata (segnale a via impedita). La scomparsa a bordo di uno o di entrambi i segnali delle bobine attive determina l'applicazione della frenatura, a meno che non venga contemporaneamente captata, dalla bobina passiva, la condizione di via libera. L'apparecchiatura di controllo della velocità assolve principalmente alla funzione di comandare l'applicazione della frenatura qualora la velocità del treno superi il valore limite consentito dal blocco automatico e, quindi, dalla ripetizione dei segnali a bordo. Inoltre impedisce l'apertura delle porte fino a quando la velocità del treno non sia divenuta prossima allo zero. Il controllo di velocità (schema a blocchi in fig. 5) è assicurato da una ruota dentata, direttamente calettata su un asse delle ruote motrici cui si affaccia, in posizione radiale, un sensore magnetico. La rotazione dell'ingranaggio determina la generazione di una frequenza direttamente proporzionale alla velocità del rotabile. Detto segnale, opportunamente elaborato da una logica elettronica a sicurezza intrinseca, fornisce sia l'uscita da associare alla ripetizione dei segnali a bordo per l'eventuale applicazione della frenatura di emergenza, sia l'uscita da associare al sistema di rivelazione delle banchine per elaborare il consenso di apertura delle porte del treno.

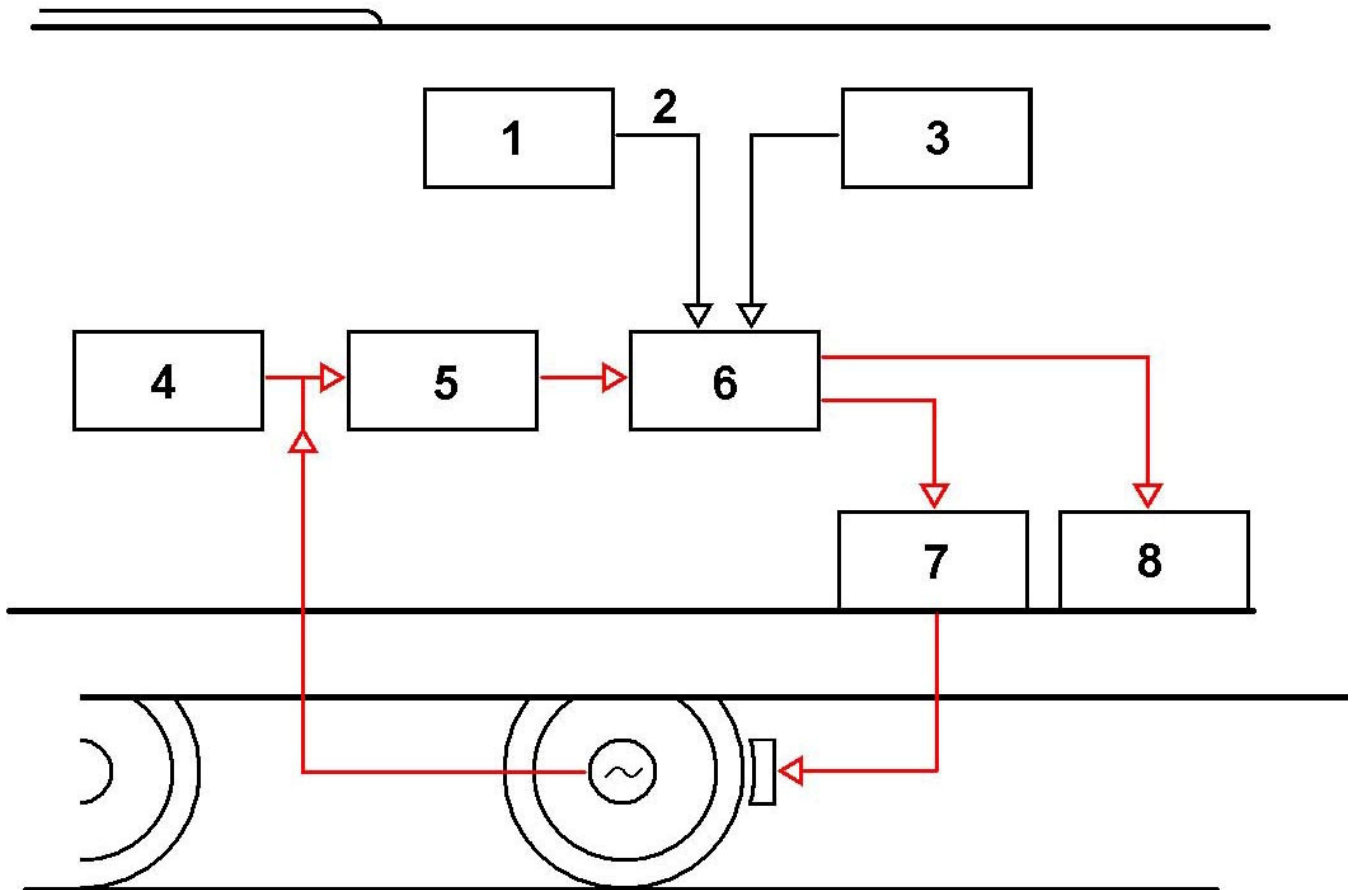


fig. 5. Controllo di velocità (A.T.P.): 1. Ripetizione continua; 2. Codici; 3. Ripetizione discontinua; 4. Oscillatore; 5. Amplificatore; 6. Unità di elaborazione; 7. Comando relè di velocità; 8. Consenso apertura porte; 9. Rivelatore velocità;

Impianti per la regolazione del traffico (A.T.S.)

La regolazione del traffico viene assicurata da un sistema articolato su più impianti autonomi ma collegati tra loro, in modo da fornire la massima flessibilità a garanzia della regolarità dell'esercizio. La fig. 6 mostra l'insieme ed i collegamenti del sistema il quale risulta costituito da un impianto di telecomando e telecontrollo degli apparati di sicurezza di terra; da un impianto di riconoscimento e visualizzazione del numero e della destinazione dei treni; da un impianto di trasmissione di dati terra-treno e viceversa.

L'insieme di questi impianti realizza le seguenti funzioni: comando e controllo, a distanza, dal posto centrale operativo degli enti del segnalamento; visualizzazione, su un quadro sinottico al posto centrale del numero e della destinazione di ciascun treno, in ciascuna sezione di blocco ed in ogni stazione; autocomando da parte dei treni, degli itinerari e degli istradamenti; comando e accensione dei cartelli indicatori delle destinazioni dei treni fermi in banchina, ad uso del pubblico; indicazione ai macchinisti dello scarto di orario per mezzo di visualizzatori numerici posti in testa alle banchine.

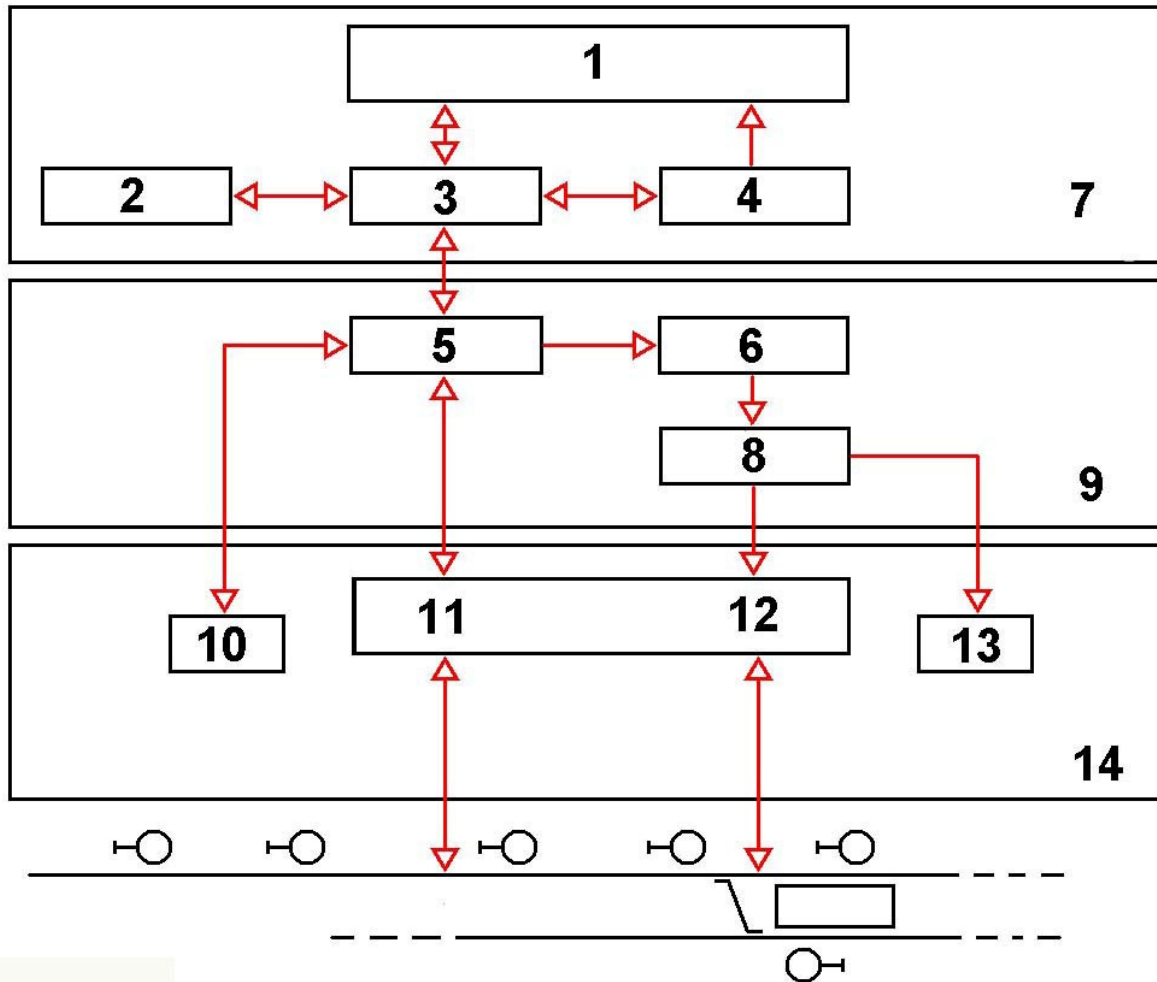


fig. 6. Telecomando e regolazione del traffico (A.T.S.): 1. Banco di comando e quadro luminoso; 2. Programmatore; 3. Telecomando; 4. Numero del treno; 5. Telecomando; 6. Trasmissione dati terra-treno; 7. A.T.S. posto centrale; 8. Autocomando; 9. A.T.S. posti satelliti; 10. Orario macchinisti; 11. Blocco automatico; 12. Apparat centrali elettrici; 13. Avviso passeggeri; 14. A.T.P. impianti di stazione.

Un programmatore, elaborando i dati di base, fornitigli dagli impianti fondamentali, ed utilizzando il telecomando per la trasmissione dei dati elaborati, assicura le seguenti funzioni: apertura, ad orario, dei segnali di partenza alle stazioni di testa; realizzazione del confronto fra orario teorico programmato ed orario reale del treno, tramite le informazioni di posizione e di identificazione del treno stasso. L'indicazione iniziale dello scarto di orario viene trasmessa dal programmatore all'impianto di riconoscimento del numero del treno il quale a sua volta, attraverso il telecomando, trasferisce al visualizzatore numerico della banchina interessata. Detto visualizzatore, realizzato con logica statica, attraverso un proprio dispositivo automatico visualizza un conteggio a scalare del tempo, secondo per secondo, da un massimo di più 30 s ad un minimo di meno 90 s.

Nel sistema di telecomando e telecontrollo, le elaborazioni che presiedono alla trasmissione dei comandi ed alla ricezione dei controlli al posto centrale sono eseguite dal computer mentre, ai

posti satelliti, le elaborazioni dei comandi ricevuti e dei controlli da trasmettere sono eseguite da apparecchiature allo stato solido, non computerizzate.

Le 22 stazioni o fermate sono state raggruppate in 19 posti satelliti; inoltre, allo scopo di mantenere al disotto di un secondo il tempo di restituzione dei controlli al posto centrale, i posti satelliti sono stati distribuiti su quattro distinte direttrici di ricetrasmissione: in fig. 7 è riportata tale suddivisione. Il sistema elabora i 1640 comandi ed i 3224 controlli richiesti dall'impianto, ma è in grado di elaborare fino a 25000 comandi e 5000 controlli.

Il sistema è basato sul principio della chiamata ciclica: il posto centrale interroga continuamente, di norma in sequenza, i diversi posti satelliti che compongono il sistema. Questi ultimi rispondono trasmettendo lo stato dei propri controlli. Oltre alla interrogazione, il posto centrale può far seguire la trasmissione di un comando. La trasmissione dei comandi e dei controlli è contemporanea e sfrutta le caratteristiche del sistema *full duplex*. La funzione di chiamata ciclica è concepita in modo da permettere al sistema di assegnare una priorità specifica alla elaborazione dei comandi rispetto a quella dei controlli. Lo svolgimento della chiamata ciclica viene alterato nel caso in cui il posto satellite interrogato o il posto centrale riconoscano un'anormalità nel messaggio ricevuto; in questo caso il posto centrale, anziché interrogare il posto satellite successivo, interroga nuovamente il posto satellite stesso. Qualora le comunicazioni fra il posto centrale ed un posto satellite permanessero nella situazione anormale, dopo tre interrogazioni successive il posto centrale passa ad interrogare il posto satellite successivo; da questo momento il posto satellite in stato anormale viene interrogato ogni 30 secondi, anziché una volta al secondo come avviene di norma. La chiamata ciclica tornerà normale solo quando il posto satellite avrà risposto positivamente alla interrogazione. Il sistema di trasmissione impiega parole a 12 bit, nelle due direzioni, ad una velocità di 1800 bit/s.

Il sistema di telecomando si compone, in realtà, di due sottosistemi perfettamente uguali che si fondono in uno solo a livello di banco di manovra e di quadro luminoso, nonché delle linee di ricetrasmissione. L'operatore, agendo su uno degli organi alloggiati sul pannello di comando, imposta un determinato comando determinando la variazione di un ente del modulo di ingresso.

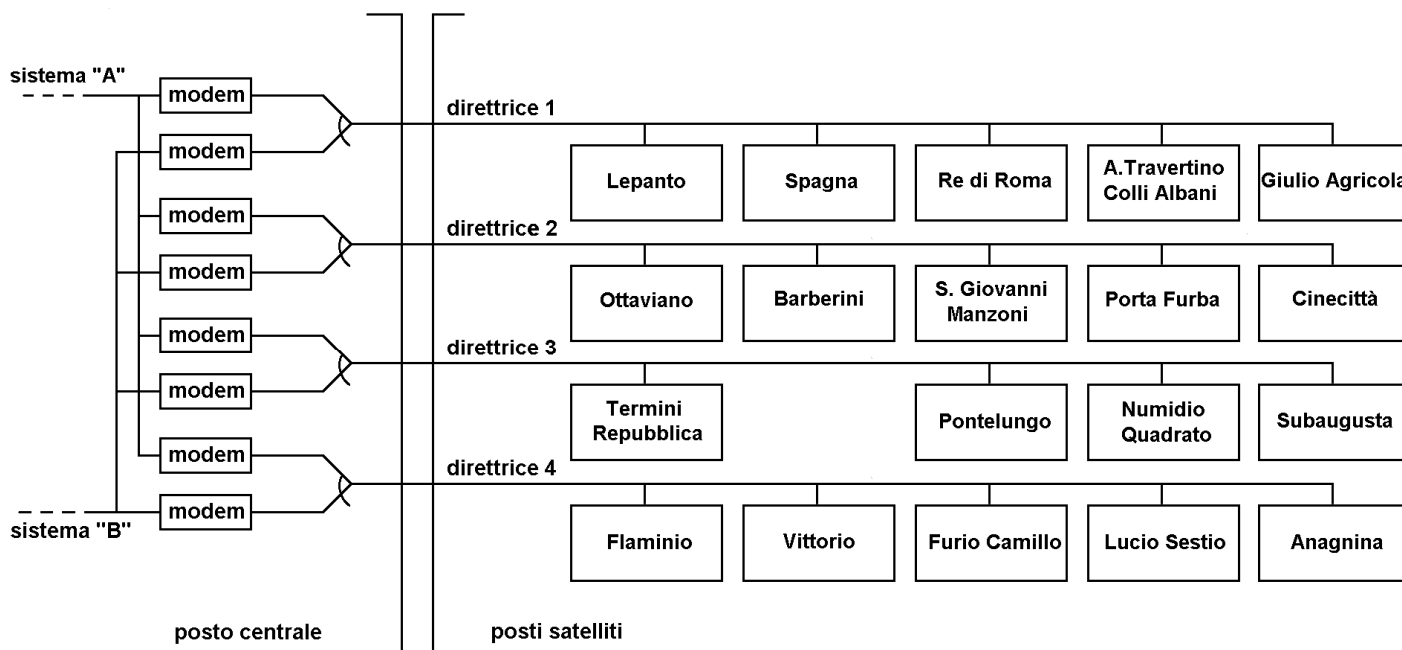


fig. 7

I moduli di scansione, che continuamente saggiano lo stato del modulo di ingresso, non appena rilevano la variazione avvenuta, provvedono a trasferire lo stato degli enti dal modulo di ingresso al rispettivo computer del sistema operativo, dopo opportune verifiche, provvede a trasferire all'appropriato modulo di elaborazione, tramite il modulo di controllo, l'intero messaggio relativo al posto satellite al quale il comando impostato dall'operatore era indirizzato. Il modulo di elaborazione, infine, tramite il corrispondente modem, comanda la trasmissione del messaggio sulla direttrice cui appartiene il posto satellite destinatario. Si fa rilevare che il computer non operativo, pur non intervenendo nel comandare la trasmissione dei messaggi, è tuttavia sempre aggiornato sullo stato completo dei comandi impartiti dall'operatore, cioè esso è in grado di diventare operativo in qualsiasi momento. Per quanto riguarda la ricezione dei controlli, ciascuna direttrice opera indipendentemente dalle altre. Un posto satellite, appartenente ad un determinata direttrice, risponde alla chiamata ciclica trasmettendo il messaggio dei propri controlli; questi giungono ai modem corrispondenti dei due sistemi e di qui ai moduli di elaborazione. I moduli di elaborazione, a loro volta, smistano il messaggio al computer, tramite i relativi moduli di controllo. Il solo computer del sistema operativo, dopo opportuna elaborazione, provvede a trasferire tramite il modulo di controllo, lo stato dei controlli ai moduli di uscita relè e lampade; questi ultimi, infine, determinano il comando dei relè di interfaccia o l'accensione delle lampade del quadro luminoso. Così, come per i comandi, anche nei confronti dei controlli provenienti dalla periferia, il computer non operativo è continuamente aggiornato, potendo in tal modo divenire operativo in qualsiasi momento.

Nella fig. 8 è rappresentato lo schema a blocchi delle apparecchiature di un tipico posto satellite; è rappresentata anche l'apparecchiatura di terra del sistema di comunicazione terra-treno che, a rigore, non fa parte del telecomando ma che trova alloggio negli stessi armadi. Il messaggio di comando, trasmesso dal posto centrale al posto satellite, giunge, tramite il modem, al modulo di elaborazione il quale, dopo aver riconosciuto per proprio l'indirizzo del messaggio, lo memorizza nel modulo di memoria.

Quando il modulo di elaborazione, al termine della ricezione, verifica che il messaggio non si è alterato durante la trasmissione, dà un comando al modulo di memoria il quale fa divenire operativi i comandi memorizzati. I comandi in uscita dal modulo di memoria possono andare direttamente agli organi da comandare, oppure al sistema di trasmissione dati terra-treno interessato. Da rilevare che il modulo di memoria ha la capacità di assegnare un carattere di temporaneità o di stabilità ai comandi ricevuti; pertanto, nel primo caso, il comando si annulla automaticamente dopo un certo tempo, mentre nel secondo caso, per l'annullamento, è necessario che il posto centrale trasmetta il comando opposto. Per quanto riguarda la trasmissione dei controlli al posto centrale, tutti gli enti controllati sono collegati al modulo di ingresso.

Quando il modulo di elaborazione riconosce di essere interessato alla chiamata ciclica, esso semplicemente trasferisce lo stato del modulo di ingresso al modem e, di qui, alla direttrice. Il sistema di riconoscimento del numero del treno completa le indicazioni fornite dal quadro luminoso; ne risulta che quest'ultimo non fornisce una rappresentazione anonima dello avanzamento dei convogli, ma mette in evidenza anche i numeri che contraddistinguono i convogli stessi. Le elaborazioni che presiedono all'avanzamento del numero del treno sul quadro luminoso sono eseguite da computer.

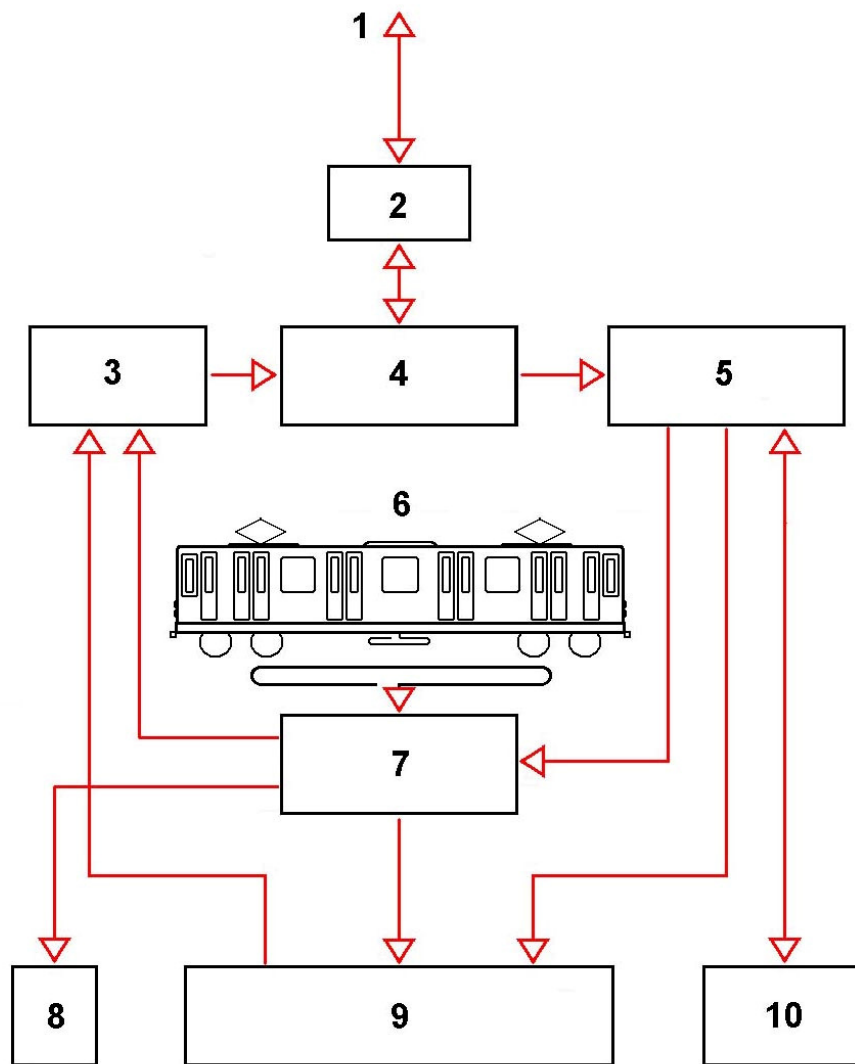


Fig. 8. Schema a blocchidelle apparecchiature installate in un posto satellite:

1. Direttrice; 2. Modem; 3. Modulo ingresso; 4. Modulo di elaborazione; 5. Modulo di memoria; 6. trasmissione dati terra-treno; 7. Trasmissione dati terra-treno; 8. Avviso passeggeri; 9. Controlli/autocomando/comandi A.C.E.I. – B.A. 10. Orario macchinisti. Il sistema di comunicazione terra-treno, a rigore, non fa parte del telecomando ma è ubicato negli stassi armadi.

Come accade per il sistema di telecomando, anche le apparecchiature del sistema di riconoscimento del numero del treno sono raddoppiate, ciò allo scopo di rendere il sistema stesso completamente affidabile per la regolarità.

Oltre alla funzione primaria di rappresentazione del numero del treno, il sistema assicura anche le seguenti funzioni: ricezione di controlli dal sistema di telecomando; trasmissione di messaggi al programmatore; ricezione di messaggi dal programmatore; ricezione di comandi dalla tastiera associata al video display; trasmissione di comandi al sistema di telecomando; visualizzazione e stampa del risultato delle elaborazioni eseguite, nonché memorizzazione delle stesse; caricamento dei programmi di elaborazione propri e del sistema di telecomando. Quando un treno, fermo su uno stazionamento, trasmette al posto satellite, tramite l'apparecchiatura di trasmissione dati terra-treno, il proprio numero e la propria destinazione, queste informazioni giungono, tramite telecomando, al posto centrale e qui, tramite il canale di comunicazione, ai

computer del numero del treno. Inoltre vengono consegnate ai computer anche le informazioni relative al numero del circuito di binario relativo allo stazionamento. I computer elaborano i dati ricevuti al fine di consegnare ai moduli di visualizzazione del quadro luminoso il numero del treno, la sua destinazione e l'indirizzo caratteristico dello stazionamento; quest'ultima operazione è realizzata solo dal computer operativo, mentre quello che funziona come riserva, si limita a memorizzare i risultati ottenuti. I moduli di visualizzazione del quadro luminoso operano la decodifica dell'indirizzo ricevuto, consentendo l'alimentazione diretta dell'indicatore numerico interessato che pertanto è l'unico ad evidenziare le informazioni ricevute. L'acquisizione delle informazioni viene ottenuta, come accennato, soltanto negli stazionamenti, ove sono presenti le apparecchiature terra-treno. Per le sezioni di blocco non dotate di collegamento terra-treno, è il sistema che provvede a trasferire l'informazione da un display a quello successivo in tempo reale, cioè accompagnando la reale marcia del treno.

Il numero del treno può essere inserito nel sistema anche dall'operatore (ad esempio: all'inizio del servizio di un treno che parte da un binario di ricovero) a condizione che la sezione interessata sia effettivamente occupata dal treno. In tal caso l'operatore, agendo sulla tastiera associata al video-display, imposta il numero della sezione interessata nonché il numero del treno ed il sistema provvede a memorizzare tali informazioni sull'indicatore relativo. Il trasferimento di un numero del treno da un indicatore numerico a quello successivo avviene di norma all'atto dell'occupazione della sezione di blocco posta a valle; tuttavia, particolari elaborazioni consentono il trasferimento del numero in maniera diversa. Se la sezione di blocco a valle è occupata da un altro treno, l'indicatore numerico relativo visualizza il numero del treno a valle. Il numero del secondo treno viene trasferito dall'indicatore numerico relativo alla sezione a monte al video-display; non appena viene liberata la sezione a monte, l'indicatore primitivo si spegne mentre quello relativo alla sezione a valle lampeggia. Quando il primo treno occupa la sezione successiva, il numero del secondo treno viene trasferito dal video-display all'indicatore numerico il quale cessa di lampeggiare.

L'impianto per la trasmissione terra-treno impiega un sistema di comunicazione che opera mediante accoppiamento induttivo tra un avvolgimento portato dal treno (antenna) ed un conduttore (loop) posato lungo i binari in corrispondenza delle zone nelle quali si prevede di realizzare la trasmissione. Nel caso della linea A della metropolitana di Roma questa trasmissione avviene in corrispondenza delle banchine, per tutta la loro lunghezza. Con questo sistema il treno potrà anche ricevere, dalla via, qualsiasi informazione necessaria per un sistema di guida automatica; inoltre potrà trasmettere tutti i dati riferiti a se stesso ed alla propria marcia. Le apparecchiature di terra e quelle di bordo si compongono di una sezione trasmittente e di una sezione ricevente.

In assenza di trasmissione, il trasmettitore di bordo comunica con continuità il proprio messaggio, intercalando pause, al termine di ogni ciclo, per dare modo al ricevitore di bordo di sentire un'eventuale comunicazione da terra al treno; sempre in assenza di trasmissione, le apparecchiature di terra sono in quiete, il trasmettitore è bloccato ed il ricevitore è in fase di ascolto. Quando l'antenna di bordo viene ad accoppiarsi al loop di terra, supponendo il treno in fase di trasmissione, al termine della trasmissione stessa, se a terra è stato ricevuto un messaggio completo, si verificano due avvenimenti contemporanei: inibizione del trasmettitore, sblocco del ricevitore a bordo e viceversa (sblocco del trasmettitore ed inibizione del ricevitore a terra). In questa fase, se la terra non ha nuove comunicazioni da fare, essa ripeterà il messaggio ricevuto dal treno. Terminata la trasmissione da terra, il trasmettitore di bordo

riprende le sue funzioni e le modalità del colloquio si ripetono secondo la sequenza descritta fino a quando il treno permane nella zona di trasmissione.

Il sistema utilizza un messaggio di tipo digitale a salti di frequenza: la frequenza portante è di 20,9 kHz; il livello logico **1** corrisponde ad un livello positivo di 21,945 kHz, mentre il livello **0** corrisponde ad un livello negativo di 19,855 kHz. Normalmente è il macchinista che imposta a bordo il numero del treno e la sua destinazione; tali elementi vengono trasmessi a terra in corrispondenza delle banchine e, da queste, al posto centrale tramite il telecomando. Pertanto può essere il dirigente del traffico che, dal posto centrale, corregge, cambia o imposta il numero e la destinazione del treno.

L'informazione relativa alla destinazione viene trasmessa direttamente agli ACEI per essere utilizzata per l'autocomando degli itinerari ed istradamenti e per attivare gli avvisi al pubblico, mediante appositi cartelli luminosi.

L'organizzazione del sistema completo di telecomando e telecontrollo del traffico è realizzata in modo da potersi adeguare ad esigenze contingenti nel modo seguente: se il programmatore viene escluso, si verifica la mancanza del confronto fra la situazione reale e quella programmata con la conseguenza che all'operatore centrale, nonché al macchinista, vengono a mancare le indicazioni degli spostamenti di orario ed al capolinea non si ottiene l'apertura automatica del segnale di partenza. Il sistema può continuare a funzionare, in quanto l'operatore può sostituirsi al programmatore nel controllo della circolazione dei treni. Se va fuori servizio il sistema che fornisce il numero del treno, sul quadro luminoso vengono a mancare le indicazioni dei treni e, come conseguenza, il programmatore non può funzionare. Anche in questo caso l'operatore può sostituire il programmatore seppure con disagio in quanto, sul quadro luminoso, non compare il numero del treno.

Se va fuori servizio un'apparecchiatura di terra o di bordo del sistema di trasmissione dati terra-treno, l'operatore potrà sostituire il programmatore e, venendo a mancare il comando automatico degli itinerari, dovrà comandarli attraverso i pulsanti del pannello di comando e telecomando. Se il telecomando di un posto satellite viene a mancare, al posto centrale non giungono le relative informazioni ed allora, se strettamente indispensabile, si dovrà abilitare il posto. Potrebbe infine verificarsi il completo isolamento del posto centrale; come conseguenza si verificherebbero la mancanza delle informazioni relative agli ACEI ed al blocco automatico, la mancanza delle informazioni relative al numero ed alla destinazione dei treni, la mancanza delle informazioni del quadro luminoso, nonché l'impossibilità per il programmatore di eseguire qualsiasi confronto e di dare qualsiasi comando diretto. In questo caso il completo isolamento del posto centrale operativo, si renderebbe necessaria l'abilitazione dei posti satelliti aventi funzioni di capilinea: i treni potrebbero ancora circolare regolarmente e provvedere al comando automatico degli itinerari, nonché dei cartelli dei passeggeri, tramite le apparecchiature di trasmissione dati terra-treno e l'autocomando. (R.C.)

Il presente articolo è stato tratto dall' "Enciclopedia Curcio di scienza e tecnica - anno 1982 " e rieditato nella forma attuale per una migliore lettura da Giancarlo Giacobbo anno 2011.

La linea è stata successivamente prolungata dalla fermata Ottaviano al nuovo capolinea Mattia Battistini con l'aggiunta nel mezzo di altre quattro fermate.