



Comune di Napoli



Azienda Napoletana Mobilità S.p.A.

TRASPORTO DI SUPERFICIE
ESERCIZIO TRAZIONE ELETTRICA
INFRASTRUTTURE TRAZIONE ELETTRICA



REALIZZAZIONE IMPIANTO DI SEGNALAMENTO DELLA LINEA TRANVIARIA N. 4 DI NAPOLI

DISCIPLINARE TECNICO

Prat.

Elab.

File

PROGETTO DI FATTIBILITA'

EMISSIONE: Ottobre 2020

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

1.1 Impianto di segnalamento di linea

La funzione dell'impianto di segnalamento prevista per la linea 4 della rete tranviaria della città di Napoli – S. Giovanni/p.zza S. Nazzaro, deve essere principalmente, quella di garantire transiti sicuri in tutti quei punti della linea che possono essere potenzialmente critici e di ottimizzare il cadenzamento tra i rotabili. Questi punti sono interessati da "rotte" la cui attuazione contemporanea presenterebbe, in assenza di segnalamento, rischi di collisione.

In situazioni di questo tipo, soprattutto in caso di linee protette in corsia propria, l'apparato "locale" di segnalamento garantisce l'attuazione in sequenza di fasi che consentono di servire i convogli tranviari attraverso:

- rilevamento passivo dei convogli nei c.d.b. (circuiti di binario)
- la ricezione delle richieste di attuazione (attraverso loop di comunicazione)
- prenotazione delle richieste
- il controllo e predisposizione dei segnali tranviari ed indicazione posizione aghi scambio
- verifica rotte
- blocco delle rotte conflittuali con verifica su matrice di sicurezza
- la manovra deviatori elettrici
- attuazione sequenziale delle rotte richieste.

A questa sequenza logica corrisponde una struttura di macchina che prevede sempre una ridondanza di controlli con logica di controllo basata su PLC. La segnalazione sarà costituita da un segnale a più luci.

L'attuazione consisterà nel posizionare effettivamente gli scambi secondo lo schema previsto. Le rotte dovranno essere delimitate da c.d.b..

Quindi l'impianto di segnalamento gestisce intere aree garantendo i transiti di un veicolo in sicurezza impedendo di fatto la formazione di rotte incompatibili da parte di un altro veicolo.

1.2 Impianto di segnalamento di deposito

La gestione delle rotte all'interno del deposito di S. Giovanni, da cui ha origine la linea 4, in condizioni di normale esercizio, sarà effettuata dall'operatore di posto centrale che si interfacerà con la postazione on site di deposito. Solo in caso di funzionamento degradato il conducente, a seguito dell'autorizzazione dell'operatore di posto centrale di deposito, potrà impartire manualmente i comandi sulle rotte, previo azionamento di un apposito pulsante locale installato sulle paline dei segnali, all'inizio delle rotte stesse.

Infatti tutti i segnali di indicazione delle rotte in deposito dovranno essere corredati di una indicazione luminosa supplementare, indicante la rotta preimpostata dall'operatore del segnalamento all'interno dell'area di deposito sotto forma di caratteri alfanumerici luminosi.

L'impianto di segnalamento di deposito permette le operazioni necessarie alla movimentazione interna al deposito ed inoltre verifica il funzionamento dei dispositivi ad esso collegati consentendo l'integrazione verso la centrale operativa posta al deposito di Carlo III.

Permette la verifica della sicurezza delle manovre e segnala errori, anomalie o guasti al PCC. Da quest'ultimo sarà consentita la visualizzazione ed il monitoraggio di tutti gli enti dell'impianto di segnalamento di deposito, permettendo agli operatori la scelta di rotte o di operazioni correlate alla movimentazione in modo sicuro e controllato.

Al fine di rendere maggiormente operative le aree di lavaggio e servizio i movimenti previsti dovranno essere gestiti

localmente dal personale di manovra o manutenzione e pertanto non dovranno essere controllati dagli apparati di segnalamento.

I movimenti in deposito dovranno essere gestiti attraverso una matrice di sicurezza che garantirà il rispetto dei vincoli di funzionamento.

I dati trasmessi dai dispositivi installati a bordo delle vetture, quali ad esempio l'identificazione della vettura, il rilevamento della posizione della vettura (per aree di competenza), lo scambio bordo-terra delle informazioni utili per scopi di manutenzione ed archiviazione statistica dovranno essere acquisiti dall'impianto.

Tutte le apparecchiature dell'impianto di segnalamento di deposito dovranno essere controllate da un apparato a microprocessore con grado di sicurezza AK6.

1.3 Impianto di localizzazione e di regolazione

Un requisito fondamentale per la supervisione della flotta tranviaria ANM deve essere rappresentato dalla possibilità di visualizzare, sull'interfaccia topografica (map manager) operatore delle posizioni interessate, la posizione dei convogli tranviari, sia in linea in modo continuo che in deposito per zone.

Le funzioni di localizzazione del veicolo vengono espletate attraverso l'installazione di loop di comunicazione in punti della linea stabiliti in fase progettuale.

Tale dispositivi dovranno essere collegati ai relativi apparati di controllo, che provvedono a trasferire i dati di localizzazione al nodo di rete ("switch ethernet") geograficamente più vicino (posto in fermata nell'armadio di telecontrollo).

L'impianto di localizzazione si divide in:

1. localizzazione in fermata
2. localizzazione agli incroci.

In funzione delle caratteristiche fisiche del tracciato deve essere possibile associare ad un apparato di localizzazione entrambe le funzioni di localizzazione in fermata e di localizzazione agli incroci (ad esempio quando incroci semaforici stradali si trovano nelle vicinanze delle Fermate).

Pertanto i punti di rilevamento fissi lungo la linea dovranno essere in comune a quelli che ricevono i comandi di sincronizzazione semaforica inviati dai veicoli posizionati nei pressi degli incroci stradali intersecati dal flusso tranviario ed inoltre le stesse postazioni dovranno essere disposte nelle fermate.

La localizzazione inoltre viene resa continua, mediante l'apparato di bordo del segnalamento che con l'ausilio delle informazioni della linea prevaricate e la distanza fornita dall'odometro e capace di AutoLocalizzarsi e trasmettere al Posto Centrale di Controllo mediante il sistema radio la sua posizione.

Attraverso le informazioni ricevute al Posto Centrale di Controllo il Sistema di Segnalamento realizza la visualizzazione della posizione del veicolo sul tracciato (fermate, incroci, capilinea) su un opportuno quadro sinottico. Verrà pertanto visualizzata l'intera flotta con l'ID tram e lo stato in cui ritrova il veicolo (anticipo, ritardo, orario, fuori servizio, etc.).

1.4 Localizzazione in fermata

La localizzazione in fermata prevede l'installazione di due loop, per ogni senso di marcia, uno in ingresso ed uno in uscita dalla banchina. A tali loop oltre la funzione di localizzazione dovranno essere associate altre funzionalità quali:

- ai loop di ingresso alla banchina deve essere associata la funzione di standby dell'invio dei messaggi di localizzazione del bordo tramite radio;
- ai loop di uscita dalla banchina deve essere associata la funzione di clear dei pannelli di informazione passeggeri posizionati nelle banchine della fermata stessa.

1.5 Localizzazione agli incroci

La localizzazione in prossimità degli incroci semaforici stradali con il traffico veicolare permette di calcolare la previsione di arrivo del mezzo tranviario con una maggior precisione. Quando tale funzione viene gestita dal Centro di Controllo viene chiamata macroregolazione della fase semaforica tranviaria.

Quando tale funzione viene gestita in periferia viene chiamata microregolazione in quanto le informazioni fornite dagli apparati dislocati lungo linea, nei pressi dell'incrocio stesso, dovranno essere puntuali e consentono di avere un maggior affinamento delle previsioni di arrivo.

Infatti il veicolo tranviario percorrendo parti di linea promiscua con il traffico veicolare potrebbe avere delle perturbazioni non prevedibili; allora si prevede di installare due loop, per ogni senso di marcia, ad ogni incrocio semaforico con le seguenti funzioni:

- Priorità
- Rilascio.

1.6 Regolazione della marcia

Al posto centrale il Sistema di Segnalamento invia al sistema di telecontrollo ed al sistema di controllo semaforico rispettivamente le previsioni di arrivo del mezzo tranviario in fermata ed agli incroci.

Il Sistema di Segnalamento svolge inoltre la funzione di regolazione del traffico tranviario.

Nel caso di indisponibilità del sistema radio, il sistema di bordo effettua in locale le operazioni di regolazione, determinando autonomamente lo stato di ritardo/anticipo, in funzione di parametri pre impostati. Ciò deve essere possibile in quanto esso dispone delle tabelle orarie previste per un dato servizio e dei dati forniti dall'odometro di bordo.

Il caricamento del file di servizio avviene generalmente in deposito nelle apposite aree di carico e scarico dati, all'atto della inizializzazione del veicolo, prima dell'uscita dall'area di deposito.

Inoltre, al termine della corsa, sempre nelle suddette aree di carico e scarico dati, il veicolo trasferisce al Posto Centrale di Controllo i dati di manutenzione ed archiviazione statistica.

Il sistema di Posto Centrale gestisce l'invio real time delle informazioni di allarme da bordo tramite il sistema radio (ad es. fault di podometro, allarme apertura porte, uomo morto, etc.).

2.1 impianto di priorit  semaforica

Uno degli aspetti qualificanti di una tranvia deve essere certamente la gestione efficiente dell'attraversamento degli incroci semaforizzati, con richiesta di priorit  automatica da parte del veicolo in approccio.

Dall'analisi dei piani schematici delle linee, si esamina come ogni tratta compresa tra due fermate deve essere generalmente interessata da alcuni attraversamenti stradali trasversali da parte del traffico privato.

Questi, se non opportunamente gestiti, creerebbero un notevole rallentamento nella circolazione dei veicoli pubblici, causando una diminuzione non trascurabile della velocità commerciale del tram e, quindi, una caduta dell'attrattiva che il mezzo pubblico può esercitare sugli utenti.

In virtù di ciò deve essere consigliabile un impianto di priorità semaforica in grado di inviare segnali di input al regolatore semaforico per far predisporre la semaforizzazione stradale in modo da favorire il mezzo pubblico, dopo aver rilevato l'approccio del tram all'incrocio.

Generalmente gli attraversamenti dovranno essere caratterizzati dall'incrocio di una strada ordinaria con la sede tranviaria. Ciò significa che normalmente, in assenza di tram in approccio, per l'incrocio stradale viene eseguito il normale ciclo delle fasi semaforiche delle direzioni confluenti. La richiesta di priorità deve quindi inserire la fase tranviaria all'interno di questi cicli. In questo caso dovranno essere rispettati i vincoli esistenti di minimo tempo di verde sulla direzione incrociante e minimo tempo di sgombero dell'incrocio da parte dei mezzi stradali.

La priorità semaforica consente all'Esercente di tendere all'obiettivo principale dell'esercizio che deve essere quello di garantire il rispetto dell'orario teorico, sia per fornire un servizio regolare agli utenti, sia per mantenere invariata la propria organizzazione interna in termini di veicoli circolanti e di personale viaggiante.

3.1 Segnalamento, Telecomunicazioni e Telecomandi

I sistemi di segnalamento e supervisione del traffico tranviario, dovranno essere adeguati per il controllo di una tratta, per le caratteristiche funzionali.

La supervisione dell'esercizio tranviario fa sempre riferimento al "Posto di Centrale di Controllo (PCC)", realizzato in appositi locali presso il Centro di Rimessa e Manutenzione (CRM)".

un tipo di esercizio previsto deve essere con "marcia a vista", integrato da alcune informazioni di ausilio che il conducente può richiedere o ricevere dal responsabile del PCC. In particolare, nelle situazioni di perturbazione della regolarità del traffico che dovranno eccezionalmente determinarsi in caso di anomalo funzionamento di qualche componente del sistema.

Al PCC viene raffigurata in ogni istante la reale posizione di ciascuno scambio, che viene riportata attraverso la rete di comunicazione in fibra ottica. Dal tram si può telecomandare l'azionamento degli scambi motorizzati (ove presenti).

Dovranno essere previsti circuiti di binario che consentono l'immobilizzazione del deviatoio e quindi un primo controllo di inibizione dell'azionamento dello scambio stesso.

Uno o più segnali laterali lungo linea fungono da ausilio al conducente, nel senso che forniscono con congruo anticipo l'informazione di transitabilità o di non transitabilità delle rotte o dello scambio, indicando la via libera o la posizione degli aghi.

Il sistema di localizzazione dei veicoli segnala al PCC la posizione, in tempo reale, di ciascun veicolo lungo il tracciato.

I dati che il transponder di bordo comunica ai ricevitori di terra vengono elaborati da un microprocessore locale, il quale smista la comunicazione al PCC attraverso la dorsale principale di comunicazione tra il PCC stesso e la periferia.

Una volta rilevata la posizione del tram sulla linea, l'elaboratore del PCC é in grado di gestire le indicazioni dei pannelli a messaggio variabile installati presso le fermate.

Gli apparati di segnalamento, supervisione e controllo dell'esercizio tranviario dovranno essere in grado di governare l'intera struttura tranviaria.

La configurazione del sistema, nei suoi componenti principali, deve essere composta dai seguenti apparati o sottoinsiemi funzionali:

1. Posto Centrale Controllo (PCC) – Deposito di Carlo III;
2. Posto Periferico di Controllo Linea (PPCL);
3. Posto Periferico di Controllo Deposito (PPCD) – remote control.

3.2 Requisiti funzionali del sistema

il Sistema di Segnalamento e Supervisione del traffico, soddisfa, in regime di marcia a vista, i seguenti obiettivi:

1. prevenire collisioni e possibili deragliamenti sugli scambi;
2. regolamentare la circolazione nelle sezioni di linea terminali e intermedie;
3. consentire al Dirigente Centrale, la supervisione della circolazione tranviaria.

Un sistema computerizzato di supervisione del traffico tranviario deve essere posizionato nel PCC per permettere all'Operatore Centrale di controllare, regolare ed ottimizzare la circolazione.

Il Sistema di Segnalamento ad apparati (PPCL e PPCD) controlla le seguenti aree:

- deviatori;
- sezioni di linea a doppio binario;
- sezioni di linea in ingresso ed uscita deposito;
- stazioni terminali e intermedie.

Il controllore locale di segnalamento manovra, controlla e garantisce la sicurezza dei movimenti dei tram ed deve essere collegato al PCC per trasmettere informazioni relative agli apparati di segnalamento di terra e di bordo.

Il Sistema di Supervisione del Traffico ha le seguenti funzioni minime:

- funzioni di sistema (stati generali del sistema - identificazione operatore - data - ora - allarmi);
- funzioni operative (telecontrollo traffico, telecomando deviatori, riconoscimento tram, tram describer, visualizzazione enti periferici e traffico tranviario, registrazioni eventi).

La funzione telecontrollo traffico acquisisce i controlli dagli apparati di segnalamento quali ad esempio:

- cdb libero/occupato;
- controllo posizione deviatori;
- aspetto dei segnali;
- allarmi, anomalie apparati.

La funzione tram describer fornisce una rappresentazione dell'identità e della posizione di ciascun convoglio in circolazione.

La visualizzazione del traffico consente di rappresentare in maniera chiara ed univoca tutte le informazioni legate alle funzioni di supervisione.

La registrazione eventi acquisisce, elabora ed archivia i principali allarmi ed informazioni statistiche di tutto il sistema.

3.3 Geometria di sistema

La geometria del sistema deve essere stabilita in base alle seguenti ipotesi di lavoro che devono tener conto della tipologia di tram in dotazione ad ANM, ovvero tram SIRIO e tram CT 139K, per i quali si presentano le seguenti caratteristiche di geometria:

- velocità di approccio circa 15 km/h
- decelerazione di servizio 1,2 m/s²
- decelerazione di emergenza 2 m/s²
- tempo di azionamento della cassa 1 s
- tempo di elaborazione del sistema di controllo 100 ms
- tempo di reazione del conducente (ad esempio: dal momento che vede il segnale che si pone in condizione di stop, all'inizio della frenatura), più il tempo di intervento della frenatura 1 s e con i seguenti vincoli da rispettare:
- in tutte le possibili situazioni, in caso di eventuale discordanza aghi a seguito del comando di scambio, il veicolo si deve poter arrestare prima della punta scambi;
- in caso di eventuale discordanza aghi a seguito del comando di scambio, deve essere rispettata la condizione più vincolante di arresto prima del segnale.

La geometria di sistema del comando scambi, e in particolare il posizionamento dei dispositivi di rilevazione della presenza del tram (cdb o mass detector), devono garantire che gli aghi rimangano bloccati fino a completa liberazione dello scambio da parte del tram (in modo da impedire la manovra indebita da parte del mezzo successivo).

Il blocco dello scambio deve essere assicurato per tutti i rotabili tranviari circolanti sulla rete di Napoli, e quindi per le varie lunghezze di veicolo e per le varie sporgenze della "coda" del tram rispetto al carrello posteriore.

Tale funzionalità deve essere verificata sia progettualmente (tramite apposita Relazione Tecnica da presentare in fase di approvazione materiali) sia, ad opere ultimate, tramite il collaudo in campo.

3.4 LOGICA DI SISTEMA

La richiesta di azionamento, dall'unità di ricezione di terra, viene inviata all'unità di elaborazione, che svolge un'azione di decodifica del segnale, e solo dopo averlo riconosciuto e convalidato dà il consenso all'esecuzione del comando.

Nell'operazione di verifica e convalida della richiesta, l'unità di elaborazione tiene conto delle informazioni provenienti dai sistemi di controllo. Infatti, a seguito della richiesta di posizionamento dello scambio, i dispositivi di controllo verificano che le condizioni dello scambio in quel momento siano compatibili con il comando effettuato. Solo se la verifica dà esito positivo deve essere possibile l'abilitazione del percorso richiesto.

Una volta avvenuta l'operazione di posizionamento dello scambio si effettuano altri controlli, quali:

- verifica della posizione finale dello scambio, attraverso i sensori di prossimità della cassa di manovra;
- verifica dell'occupazione dell'area di scambio, attraverso il circuito di binario e il mass detector, per evitare che venga effettuato un nuovo comando, quando il veicolo non deve essere ancora transitato.

A seguito della verifica di questi controlli, l'unità di elaborazione pilota il segnale, posto all'ingresso della zona scambi, il quale assume l'aspetto corrispondente alla posizione del deviatoio.

Nel caso in cui un comando non possa essere realizzato subito, l'unità di elaborazione, essendo dotata di memoria, conserva nel corso di un azionamento eventuali richieste successive.

Il sistema di comando scambi deve funzionare, a seconda delle esigenze, sia con il comando di tipo tradizionale a "lancio di corrente", sia con il radiocomando.

In caso di veicolo attrezzato con entrambi i sistemi, la discriminazione su quale delle due informazioni utilizzare deve essere effettuata su base temporale, secondo ciodeve essere l'ordine di arrivo all'unità di controllo: in funzione della disposizione delle apparecchiature di ricezione, il radiocomando arriva sempre (se presente e se funzionante) prima del comando in corrente. In tal caso gli apparati di terra ignorano l'informazione (successiva di qualche centinaio di ms) proveniente dal sistema tradizionale in corrente.

Ne consegue che un tram con trasponder guasto può comunque comandare lo scambio, senza alcun intervento aggiuntivo da parte del conducente.

Indipendentemente dalla provenienza della richiesta di azionamento, e comunque anche in caso di comando "NO" (posizione invariata), viene attivata la logica di sicurezza, basata sull'occupazione in sequenza del circuito di binario e del mass detector. Questi sistemi inibiscono, se occupati, qualsiasi manovra dello scambio.

Ciò deve essere importante, in particolare, nel caso di più veicoli in sequenza, dato che la distanza tra la punta scambio e la zona di comando consente la contemporaneità di due tram (uno in fase di transito e quello seguente già in fase di comando).

Una volta avvenuto il passaggio del veicolo, il sistema provvede alla liberazione dello scambio.

Il segnale, deve essere posto circa 8 m prima della punta scambio, dovrà avere sempre un aspetto congruo a ciò che deve essere stato rilevato dai dispositivi di sicurezza: in particolare la condizione di stop viene data in situazione di dispositivi occupati (veicolo in transito) o in caso di discordanza aghi.

In sintesi le funzione che vengono svolte durante l'esecuzione di un azionamento sono:

1. trasmissione da bordo a terra della richiesta di azionamento;
2. verifica della compatibilità della richiesta con lo stato dello scambio;
3. attuazione del comando;
4. conferma da parte dei sensori di prossimità della cassa di manovra della corretta posizione finale degli aghi;
5. blocco dello scambio per un eventuale azionamento successivo;
6. liberazione dello di scambio.

4.1 CARATTERISTICHE APPARATI DI BORDO

Per le apparecchiature di bordo si rimanda alla proposta tecnologica del fornitore tenendo presente la dotazione per i tram SIRIO e CT 139K

4.2 CARATTERISTICHE APPARATI DI TERRA

Sistema di controllo

Il sistema di controllo, situato nell'armadio, deve essere indicativamente costituito dai seguenti componenti:

- modulo di input,
- modulo di elaborazione,
- modulo di alimentazione,
- modulo di controllo cdb e mass detector,
- modulo di output.

I singoli moduli dovranno essere connessi alla tensione di rete attraverso un'unità di alimentazione che deve essere dotata di circuito di protezione centrale che isola la tensione verso i singoli moduli in caso di guasto.

Il modulo di input costituisce l'interfaccia verso i dispositivi interni ed esterni all'armadio di alimentazione e controllo.

Gli input che devono essere gestiti sono:

- 1) comando di azionamento dal dispositivo di ricezione dati del radiocomando;
- 2) posizione aghi (dai sensori di prossimità della cassa di manovra);
- 3) guasto segnale;
- 4) controllo occupazione cdb;
- 5) controllo occupazione mass detector.

Le caratteristiche più importanti del modulo di input sono:

- controllo di sicurezza a due canali;
- input tutti optoisolati;
- input fail-safe (vengono controllati a intervalli regolari).

Gli input fail-safe dovranno essere in particolare utilizzati per il comando di azionamento, per il controllo della posizione aghi e per il controllo dello stato di occupazione del circuito di binario e del mass detector.

Questi input vengono gestiti da un'unità di elaborazione costituita da un sistema a microprocessore con memorie EPROM programmabili e memorie RAM volatili per la lettura e scrittura dati.

L'unità di elaborazione del comando scambi consente di effettuare tutte le funzionalità riguardanti la sicurezza e la logica di commutazione degli scambi tranviari attraverso un gruppo di comando e controllo, costituito da un sistema a microprocessore e da circuiti di tipo elettronico.

Il modulo di output fornisce le connessioni per i dispositivi e i sistemi esterni all'armadio.

In base ai risultati ottenuti dall'unità di elaborazione il modulo va ad agire sul circuito che chiude l'alimentazione della cassa di manovra e i comandi del segnale.

Le caratteristiche principali del modulo sono:

- controllo di sicurezza a due canali;

- output tutti optoisolati;
- output fail-safe;
- output standard.

Il modulo controllo circuito di binario e mass detector contiene le apparecchiature di armadio destinate alla funzionalità dei suddetti sistemi.

L'unità di controllo del "mass detector", attraverso il sistema di alimentazione e ricezione, deve essere in grado di rilevare l'entrata o l'uscita del veicolo dall'area della bobina e di elaborare la seguente indicazione:

- bobina del "mass detector" occupata;
- bobina del "mass detector" non occupata.

Le caratteristiche più importanti del rilevatore di massa sono:

- sistema di misura a doppio canale;
- separazione galvanica tra sistema di misura e unità digitale;
- temperatura stabilizzata;
- calibrazione automatica.

Le variazioni lente di frequenza (per temperatura e vita dei componenti) sono riconosciute dal sistema e automaticamente compensate. Il sistema valuta non solo la frequenza del segnale ma valuta anche la sua ampiezza.

Il modulo di controllo del circuito di binario serve per rilevare il corto circuito assiale causato dal veicolo su rotaia.

Questo modulo fornisce l'alimentazione delle rotaie attraverso il trasformatore alimentatore e riceve il segnale di ritorno attraverso il trasformatore ricevitore.

Tale modulo deve dare come informazione in uscita:

- circuito di binario occupato;
- circuito di binario libero.

Come per il modulo del rilevatore di massa, il modulo relativo al circuito di binario deve avere le seguenti caratteristiche:

- sistema di misura a doppio canale;
- separazione galvanica tra sistema di misura e unità digitale;
- temperatura stabilizzata;
- calibrazione automatica.

Il sistema deve essere in grado di riconoscere e correggere le variazioni lente dell'ampiezza della tensione alternata, che si dovranno verificare per effetto di:

- variazioni della resistenza del suolo e della resistenza complessiva del circuito di binario;
- influenza della temperatura ambiente;
- invecchiamento dei componenti.

Il modulo di alimentazione di potenza contiene l'arrivo, dal quadro elettrico di fermata corrispondente, dell'energia a 230 V.

All'interno dell'armadio dovranno essere previste le apparecchiature di protezione per fenomeni di sovracorrente e sovratensione, nonché gli interruttori differenziali come previsti da normativa.

La cassa di manovra viene alimentata a 230 V direttamente da questo scomparto.

L'attivazione viene effettuata solamente se le condizioni di controllo dovranno essere tutte verificate dalla logica posta a monte del sistema di potenza.

Il modulo di alimentazione di potenza fornisce anche i 24 Vcc per il modulo di alimentazione secondario. L'alimentatore stabilizzato deve essere meccanicamente e elettricamente separato dalla parte di potenza a 230 V.

L'alimentatore deve essere autoprotetto dalle sovratensioni in ingresso.

Il modulo di alimentazione secondario (convertitore cc/cc) ha in ingresso una tensione nominale di 24 Vcc e fornisce in uscita le tensioni richieste per il funzionamento dei diversi moduli che compongono l'unità di elaborazione del comando scambi.

Le caratteristiche principali di questo modulo sono:

- uscite di alimentazione: 5 Vcc, 12 V cc
- disattivazione automatica in caso di guasto;
- logica di ripristino.

La tensione di alimentazione del modulo viene fornita dal pannello di alimentazione di potenza presente nell'armadio.

4.3 Duplicazione della logica di sicurezza

Tutti i moduli inerenti la sicurezza (CPU, moduli di input e output, circuiti per mass detector e cdb, bus dati di connessione dei moduli suddetti, ecc.) devono essere duplicati al fine di garantire un controllo di sicurezza sulla logica di azionamento della cassa di manovra.

In complesso, deve essere garantita, per le funzioni inerenti la sicurezza, la classe 6 secondo la norma DIN V 19250.

4.4 Dispositivi di comando

Sulla linea aerea di contatto, all'interno dell'area di comando delimitata devono essere installati sia il dispositivo di comando a lancio di corrente, sia il dispositivo di rilevazione del transito.

Il primo dispositivo deve essere costituito da una slitta collegata alla linea aerea tramite una resistenza di caduta (shunt). Al passaggio del pantografo della vettura tranviaria con "corrente" vale a dire con il manettino di comando scambi in posizione "attiva", la tensione ai capi dello shunt, provocata dalla corrente che l'attraversa, viene inviata al modulo di interfaccia posto all'interno dell'armadio di comando, il quale provvederà a sua volta ad inviarlo all'unità di elaborazione per la manovra e il bloccamento dello scambio.

Il secondo dispositivo, costituito da un sensore induttivo di prossimità, ha il compito di inviare all'unità di elaborazione l'informazione del transito per il bloccamento dello scambio a seguito del passaggio sul primo dispositivo "senza corrente" cioè deve essere con il manettino di comando scambi in posizione "disattiva".

Il sensore induttivo di prossimità dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- distanza di intervento 10÷60 mm regolabili
- tensione di alimentazione 20÷250 Vca
- frequenza max. di lavoro 50 Hz
- corrente max. di uscita 300 mA

- limiti di temperatura $-25 \div +70^{\circ}\text{C}$
- contenitore in plastica

La risalita dei cavi di collegamento sarà effettuata dal palo TE più vicino ai dispositivi di comando. I cavi dovranno essere protetti da canaletta fissata al palo stesso.

4.5 Allarmi per sistema di teleoperazioni

All'interno dell'armadio di alimentazione e controllo deve essere predisposta anche una sezione dedicata al Sistema di Teleoperazioni, che deve essere localmente costituito da un PLC.

Il PLC del sistema di teleoperazioni deve essere collegato al PLC della fermata adiacente attraverso un bus dati.

Il PLC deve gestire i seguenti allarmi:

- presenza alimentazione;
- assenza alimentazione;
- logica di comando funzionante (watch dog);
- logica di comando non funzionante;
- allarme non urgente sul funzionamento della logica di comando (riequilibrativo di allarmi secondari);
- discordanza deviatore (se permane almeno tre minuti);
- guasto segnale;
- allarme temperatura armadio (da apposita sonda);
- allarme funzionamento unità di ricezione dati di terra;
- apertura porta;
- pulsante manutenzione.

Tutti i contatti sopra riportati, del tipo on-off liberi da potenziale, devono essere portati su morsettiera di interfaccia sezionabile.

Tutte le verifiche e simulazioni degli allarmi verso il sistema di teleoperazioni si intendono comprese e compensate nell'importo forfetario contrattuale.

4.6 Circuito di binario

Il circuito di binario, così come il mass detector, dovranno essere dei sistemi di tipo passivo per la rilevazione del mezzo, cioè deve essere non deve essere richiesta la trasmissione di nessun segnale da bordo del veicolo a terra per attivarli, essendo sufficiente la presenza del veicolo nell'area interessata per provocarne l'occupazione.

Il tratto interessato dal circuito di binario deve essere delimitato da due connessioni di corto circuito. Queste connessioni dovranno essere realizzati con corde in rame da 240 mm² isolate che vengono fissate alle rotaie da entrambi i lati del binario. Il fissaggio deve essere effettuato con bulloni e capicorda specifici per usi ferroviari, tipo Cembre AR60 o equivalenti. In caso di sede pavimentata, la corda deve essere protetta mediante tubo corrugato di tipo pesante. Le connessioni di corto circuito devono essere di lunghezza minima, devono avere un andamento il più possibile rettilineo, e devono essere fissati in modo stabile in caso di sede non pavimentata.

Nel tratto di binario limitato dalle connessioni non devono esistere collegamenti conduttivi fra le due rotaie. Tale requisito dovrà essere garantito dall'Appaltatore che dovrà operare il necessario coordinamento con le opere relative alla sede tranviaria e all'armamento.

Il tratto di binario interessato viene collegato ad un trasmettitore ed ad un ricevitore, che dovranno essere collocati nell'armadio di terra. Questi dispositivi non dovranno essere collegati direttamente al binario, ma vengono interposti dei trasformatori. Un trasformatore ha la funzione di trasduttore del segnale sul circuito di binario e l'altro ha la funzione di trasformatore ricevitore dal circuito di binario. Entrambi i trasformatori dovranno essere esterni al circuito di binario e dovranno essere collegati alle rotaie, ad una distanza di $1,5 \pm 0,5$ m dalle connessioni di corto circuito, secondo quanto previsto dalle normative.

Le apparecchiature dei circuiti di binario dovranno essere protette (sia su sede pavimentata sia non pavimentata) da apposite cassette, specifiche per applicazioni ferroviarie e tranviarie, con le seguenti caratteristiche:

- carrabilità ai carichi per asse da 12 tonnellate;
- costruzione in ghisa;
- fissaggio alla rotaia mediante imbullonamento;
- ingresso cavi possibile da tutti i lati, con pressacavi;
- viterie e bulloni in acciaio inox;
- guarnizioni di tenuta e pressacavi, per protezione IP67 da acqua, polvere e sporcizia;

Le connessioni alla rotaia devono essere realizzate con collegamenti specifici per applicazioni ferroviarie e tranviarie, tipo KKT o similari, con garanzia di resistenza di contatto inferiore a $3 \text{ m}\Omega$.

Il trasmettitore alimenta il circuito di binario con un segnale sinusoidale a 8 kHz, che in assenza di veicolo si propaga lungo le rotaie e si richiude attraverso il ricevitore. Il ricevitore percepisce il segnale di tensione, lo misura e lo confronta con un determinato valore di soglia. Il confronto fra tensione misurata e tensione di riferimento consente di determinare lo stato di occupazione o di liberazione del circuito di binario. Infatti, quando un tram impegna il circuito di binario, le rotaie vengono cortocircuitate dagli assi per cui si ha una diminuzione dell'ampiezza del segnale.

Il ricevitore segnala alla logica di controllo l'avvenuta variazione di tensione. La logica di controllo provvede al blocco dell'area scambi, per tutta la durata di attraversamento del circuito di binario.

Il ricevitore deve rilevare con sicurezza il veicolo su rotaia se la resistenza di corto circuito assiale deve essere bassa, di valore inferiore a $0,3 \Omega$.

La lunghezza del circuito di binario dipende dalla distanza tra due assi successivi di un veicolo. Infatti, se si realizza un circuito di binario di lunghezza inferiore alla distanza fra gli assi, l'interblocco può essere, anche se per poco, liberato, consentendo la possibilità di acquisire un eventuale comando successivo effettuato proprio in quell'istante. Pertanto, per avere la sicurezza che l'occupazione permanga per l'intero passaggio del mezzo, deve essere necessario che la lunghezza del circuito di binario sia fissata in modo che almeno tre assi del veicolo la interessino contemporaneamente (ciò deve essere verificato per tutte le tipologie di tram in circolazione a Napoli).

4.7 Mass detector

Il "mass detector" deve essere un circuito di localizzazione che consiste in pratica in un rilevatore di massa metallica.

Questo dispositivo deve essere costituito da una coppia generatore / ricevitore di segnale sinusoidale e da un carico reattivo costituito da una bobina.

Il generatore e il ricevitore dovranno essere collocati all'interno dell'unità di elaborazione mentre l'avvolgimento deve essere posto in mezzo alle rotaie, poco prima della cassa di manovra.

La bobina deve essere un avvolgimento di risonanza.

Quando un tram transita sopra il mass detector provoca una riduzione della corrente assorbita dall'elemento reattivo.

Il ricevitore rileva tale variazione e reagisce segnalando l'avvenuto cambiamento di stato all'unità di elaborazione.

Solo quando la coda della vettura disimpegna completamente la spira di rilevamento, lo stato del mass detector cambia e contemporaneamente comunica il consenso alla liberazione dello scambio.

La liberazione dello scambio, deve in ogni caso avvenire dopo che il tram sia transitato oltre la cerniera dell'ago, in modo da evitare la manovra intempestiva dello scambio da parte di un successivo tram già in fase di comando.

Il circuito di blocco scambio funziona in maniera corretta se nella zona contigua alla bobina di risonanza non ci dovranno esseremasse in ferro. Pertanto, deve essere responsabilità dell'Appaltatore coordinare le diverse opere (armamento, opere civili di alloggiamento degli impianti, ecc.) al fine di garantire il corretto funzionamento del mass detector.

4.8 Segnale

Il conducente deve conoscere lo stato dello scambio, cioè deve sapere se esiste uno stato di blocco e se la posizione degli aghi deve essere concorde con la direzione che deve seguire. Per questo, in posizione di visibilità fin da prima dell'impegno della zona di invio a terra del comando, viene installato un segnale semaforico che riproduce tutte le informazioni relative allo scambio.

Il segnale fornisce tre informazioni:

- posizione di retto tracciato;
- posizione di deviata;
- posizione di stop (scambio impegnato o discordanza aghi).

Una delle suddette informazioni deve sempre essere attiva. In caso contrario il sistema viene considerato fuori servizio.

Il segnale dovrà essere installato su palina oppure a sospensione (sostenuto da tiranti), a seconda delle condizioni di visibilità locali. La Stazione appaltante si riserva di precisare in corso d'opera, caso per caso, la collocazione del segnale. Dovranno essere tenuti in conto anche le eventuali richieste del Ministero dei Trasporti, della Polizia Municipale e dell'Esercente.

Il segnale deve avere le seguenti caratteristiche:

1. due luci sovrapposte, di diametro circa 30 cm;
2. materiale luci: policarbonato ad alta resistenza;
3. tecnologia a LED, ad alta luminosità con elevato angolo di apertura (per visibilità anche fuori asse), colore ambra, vita media oltre 100.000 ore;
4. alimentazione 24 Vcc;
5. simbolo luce superiore (segnale di stop): croce a "X";
6. simbolo luce inferiore (segnale di posizione): freccia a destra (">"), freccia a sinistra ("<"), freccia in su ("^") (retto tracciato); naturalmente solo una delle due frecce dx / sx viene utilizzata in un dato scambio;
7. dispositivo di autodiagnostica, con misura della corrente e confronto con una soglia prefissata, al fine di consentire la comunicazione dell'eventuale guasto all'unità di controllo; in caso di guasto del segnale, l'unità di controllo deve mettere automaticamente fuori servizio il sistema.

Il segnale deve essere conforme al tipo adottato sulla rete tranviaria di Napoli, per le tranvie in esercizio.

4.9 Interfacciamento con sistema semaforico

Dovranno essere disponibili, all'interno dell'armadio di comando scambi due contatti rel deve essere puliti (liberi da potenziale) relativi rispettivamente alla posizione normale e rovescia dello scambio. Tale informazione sarà utilizzata nel dispositivo di interfaccia con la centralina semaforica per la gestione delle fasi semaforiche.

Le informazioni dovranno essere disponibili in un apposita morsettiera contrassegnata.

4.10 Armadio

L'armadio stradale di alloggiamento delle apparecchiature avrà le medesime caratteristiche costruttive e funzionali dell'armadio tecnico di fermata.

Le dimensioni dovranno essere definite dal costruttore del sistema, in funzione degli apparati elettrici ed elettronici in esso contenuti, e tenendo presenti le situazioni in cui deve essere previsto di gestire più casse di manovra da un unico armadio.

Tutti i cavi entranti o uscenti dall'armadio dovranno essere attestati su apposite morsettiere dotate di scaricatori per sovratensioni. Non deve essere ammesso il collegamento diretto a schede o a cestelli.

4.11 Installazione in campo

Si intendono compresi negli oneri dell'Appaltatore tutte le attività e i materiali di installazione necessari alla completa funzionalità di impianto e in particolare:

- percorsi cavi, pozzetti, tubazioni, polifore, ecc., scavi e opere accessorie compresi;
- cavi;
- cassette, morsettiera, armadi, accessori vari;
- attività di ingegneria e di coordinamento progettuale con le altre opere costituenti la tranvia.

SISTEMA DI RICETRASMISSIONE TERRA-BORDO

Gli apparati del sistema di ricetrasmissione terra-bordo devono essere compatibili, da un punto di vista funzionale e prestazionale, con gli analoghi apparati che dovranno essere stati installati nelle tranvie di Napoli e sul materiale rotabile di nuova generazione. La Stazione appaltante si riserva pertanto di comunicare all'Appaltatore, prima della fase di approvazione materiali, i dati di riferimento per ottenere il corretto interfacciamento con gli apparati di bordo e gli apparati di terra che devono essere installati nella tranvia oggetto del presente appalto.

Il sistema di ricetrasmissione terra-bordo a cui si deve fare riferimento per la suddetta compatibilità, in quanto deve essere adottato per le tranvie attualmente in esercizio a Napoli, in particolare essendo montato su un significativo numero di veicoli deve essere il TRANS-X.

Pertanto la descrizione che segue deve essere quindi da intendersi come riferimento prestazionale e funzionale generale del sistema di ricetrasmissione, e suscettibile quindi di integrazioni con i dati di interfacciamento sopra citati.

Il sistema di ricetrasmissione terra-bordo deve essere basato sul principio di accoppiamento induttivo tra trasponder di bordo e spira (loop) di terra.

Il sistema deve essere specifico per applicazioni tranviarie o ferroviarie, e referenziato come quantità e rilevanza delle applicazioni.

La quantità di informazioni trasmesse a terra e a bordo, i tempi di trasmissione, il tasso d'errore, ecc. devono essere compatibili con i requisiti funzionali generali dell'applicazione.

Il sistema di terra deve fornire un segnale di autodiagnostica al PLC di teleoperazioni e all'unità di controllo.

Sia il dispositivo di controllo bordo sia quello di terra devono essere dotati di linea seriale per l'interfacciamento con altri dispositivi.

Deve essere garantita l'assoluta insensibilità ai disturbi, alle interferenze da veicoli sul binario opposti o da effetti elettromagnetici circostanti, in particolare per quanto riguarda possibili indebiti comandi di attivazione della cassa di manovra.

Il sistema di ricetrasmisione dovrà essere documentato in dettaglio, in particolare per quanto riguarda l'interfaccia (frequenza, modulazione, protocollo, messaggi, ecc.) tra terra e bordo, tra l'unità di terra e il resto del sistema, e tra l'unità di bordo e gli altri apparati di bordo. La Stazione appaltante si riserva di utilizzare in futuro tale documentazione per effettuare, anche tramite terzi, eventuali interfacciamenti con apparecchiature di bordo o di terra di altri fornitori; ciò limitatamente ad applicazioni relative alla rete tranviaria di Napoli.

Il sistema di ricetrasmisione di terra dovrà essere fisicamente, meccanicamente ed elettricamente separato dal resto del sistema, in modo da consentire l'eventuale futura sostituzione dello stesso con altro sistema di ricetrasmisione.

Il sistema deve soddisfare i seguenti dati tecnici:

- alimentazione $9\text{ Vcc} \div 48\text{ Vcc}$
- potenza assorbita con alimentazione a 24 V:
- * dispositivo di terra 6 W
- * dispositivo di bordo 20 W
- trasmettitore tensione di trasmissione regolabile tramite parametro SW
- ricevitore sensibilità regolabile tramite parametro SW
- frequenza trasmettitore 37,8 kHz
- tipologia di modulazione PSK
- comunicazione dati bidirezionale: velocità di trasmissione 19,2 kbps
- ingressi 7 digitali a separazione di potenziale
- uscite 2 a relè deve essere
- interfacce 1 RS232, RS485
- 1IBIS-Slave 1 interfaccia bus di campo LON, coppia incrociata 78,7 kbits/s