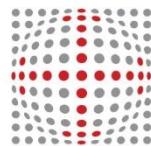




Comune di **Pisa**



Comune di San Giuliano Terme



PISAMO
AZIENDA PER LA MOBILITÀ SPA

SISTEMA TRANVIARIO DI PISA – LINEA 1 PIAZZA DEI MIRACOLI – OSPEDALE CISANELLO/CNR

IMPIANTI

Sistemi di monitoraggio e gestione dell'esercizio

Relazione specialistica sistemi di monitoraggio e gestione dell'esercizio

	COMUNE DI PISA IL DIRIGENTE Ing. Maurizio Iannotta		PISAMO s.p.a. IL DIRETTORE TECNICO Ing. Alessandro Fiorindi		ARCHITECNA ENGINEERING s.r.l. COORDINATORE DELLA PROGETTAZIONE: Ing. Santi Caminiti
--	--	--	---	--	---

PROGETTISTI							
 architecna engineering							

COMMESSA	FASE	CATEGORIA	DISCIPLINA	TIPO	NUMERO	REV.	NOME FILE
T R P I	I M	I M P	S M G	R L	0 0 1	A	TRPI-IM-IMP-SMG-RL-001-A

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	DIC. 24	PRIMA EMISSIONE	F. MORI	A. TORTORELLA	S. CAMINITI
B					
C					
D					

Relazione specialistica sistemi di monitoraggio e gestione dell'esercizio

Indice

Relazione specialistica sistemi di monitoraggio e gestione dell'esercizio.....	2
Premessa.....	3
Acronimi.....	3
Sistema di supervisione e controllo dell'esercizio	3
Sicurezza	4
Sistema di segnalamento	5
Posto centrale di controllo.....	5
Segnalamento di linea.....	6
Localizzazione	9
Semaforizzazione e priorità semaforica	9
Sistemi trasmissivi ed informativi	12
Rete di comunicazione.....	12
Diffusione sonora e Pannelli informativi	12
Impianto TVCC	14
Impianti telefonici e dati.....	14
Sincronizzazione oraria	15
Sistema di tariffazione.....	15
Telecomando e telecontrollo SSE (SCADA)	15
Posto periferico SCADA.....	16

Premessa

Scopo della presente relazione è descrivere l'architettura dell'impianto di segnalamento di linea e di localizzazione dei veicoli, nonché del Sistemi Trasmissivi ed Informativi e SCADA del nuovo impianto tramviario di Pisa, Piazza dei Miracoli – Stazione – Ospedale Cisanello e diramazione per il polo CNR e parcheggio scambiatore di San Giuliano Terme.

Acronimi

CDB	Circuito Di Binario
CM	Cassa di manovra
LAN	Local Area Network
LB	Loop Buffer
PCC	Posto Centrale di Controllo
PPB	Posto Periferico di Bordo
PPC	Posto Periferico di Controllo
PPRF	Posto Periferico di Rilevamento in Fermata
PPRI	Posto Periferico di Rilevamento in Incrocio
SIL	Safety Integrity Level
SP	Servizio Provvisorio
UTC	Urban Traffic Controller

Sistema di supervisione e controllo dell'esercizio

Il regolamento di esercizio in un sistema tranviario è fondamentalmente basato sul principio della marcia a vista regolato da tabelle orarie. In particolare, la marcia a vista impone al Conducente di procedere nel percorso stabilendo e controllando la via in modo tale da poter fermare prontamente il veicolo, nel tratto di visuale libera, appena se ne manifesti il bisogno.

Il cadenzamento nella marcia, le partenze dai capolinea e dalle fermate, vengono definite da tabelle orarie pre-schedulate (servizio).

Il Conducente del tram inoltre è soggetto all'osservanza della regolamentazione del Codice della Strada vigente ed è responsabile del rispetto delle indicazioni della segnaletica luminosa e fissa disposta lungo il tracciato e della distanza tra il proprio veicolo a quello che lo precede.

In ogni caso il Conducente resta l'unico responsabile della marcia del veicolo pertanto dovrà arrestare il veicolo stesso negli spazi opportuni al fine di evitare qualsiasi tipo di collisione.

Nel caso della tranvia il sistema di trasporto a guida vincolata attraversa tratte urbane e parte della sede è protetta e delimitata lateralmente da elementi di separazione fisica atti a ridurre o eliminare i rischi di invasione della sede da parte dei veicoli o pedoni non autorizzati; esso assume la denominazione, definita dalla normativa UNI 8379, di Tramvia Veloce o metrotranvia.

Il modello completo della tranvia è realizzato con lo scambio informativo tra:

- Impianto di segnalamento di linea;
- Impianto di localizzazione e priorità semaforica;
- Sistema di telecomunicazioni;
- SCADA per gestione impianti fissi;
- SCADA per gestione impianti di trazione;
- Sistema di manutenzione;
- Sistema UTC Tramvia;
- Sistema di comunicazione radio.

Ciascun sottosistema, opportunamente configurato, è composto da apparecchiature elettroniche installate presso il Posto Centrale di Controllo (PCC), lungo il tracciato della tranvia (PPCS, PPRF, PPRI) ed a bordo dei tram (PPB).

Caratteristica importante dell'impianto è la modularità dei suoi sottosistemi, operativamente indipendenti e capaci di comunicare tra loro tramite una rete di comunicazione.

L'impianto di Segnalamento assicura i transiti in sicurezza nei tratti singolari di linea quali:

- zone di manovra: capolinea;
- zone a scarsa visibilità: curve;
- nei tratti di circolazione banalizzata a singolo binario;
- intersezioni con viabilità ordinaria (incroci stradali, pedonali).

In tali aree sono previsti degli apparati che permettono di ottenere un adeguato livello di sicurezza al fine di garantire i transiti dei veicoli ed evitare collisioni e/o deragliamenti in corrispondenza dei deviatoi.

Pertanto, il Conducente, nella gestione della marcia del veicolo, deve scrupolosamente attenersi alle indicazioni di ausilio fornite dagli apparati di linea e di bordo le quali, comunque, non lo sollevano dalle responsabilità della conduzione in regime di “marcia a vista”.

In relazione a quanto riportato, di seguito verranno descritte le caratteristiche principali ed i requisiti funzionali degli apparati del Sistema di Segnalamento, con l'obiettivo di definire specifiche modalità di esercizio per la gestione della circolazione, nonostante siano state mantenute le condizioni di marcia a vista tipiche dei sistemi tranviari.

Il Sistema di Segnalamento è costituito dai seguenti impianti:

- controllo e comando zone di manovra (capolinea);
- localizzazione dei veicoli;
- regolazione della marcia;
- priorità semaforica.

Tali impianti saranno realizzati utilizzando i seguenti apparati:

- PCC → Server
- Veicolo → Apparati di bordo
- Linea → PPRI, PPRF, PPC

Tutte le funzionalità del Sistema di Segnalamento sono controllate e visualizzate al Posto Centrale di Controllo (PCC), il quale, opportunamente aggiornato, è in grado di visualizzare e far gestire agli operatori di centro il regolare svolgimento dell'esercizio di tutte le linee, intervenendo mediante l'invio di messaggi mirati o generalizzati ai conducenti e con azioni tendenti a riportare alla normalità eventuali situazioni anomale della circolazione.

La priorità semaforica consente al veicolo in approccio ad un incrocio con la viabilità ordinaria di ottenere il preferenziamento, limitando al minimo possibile le perturbazioni al regolare svolgimento del servizio.

Sicurezza

Nel seguito viene fornita una breve descrizione dei requisiti adottati per quanto riguarda la classe di sicurezza degli apparati dell'impianto di segnalamento. Gli apparati dislocati nei tratti di linea sono progettati e realizzati in accordo ai requisiti necessari a certificarne l'adeguatezza nell'ambito di installazioni per cui sia stato prefissato un grado di integrità della sicurezza SIL3, definito secondo la norma EN50129, specifica per apparati in applicazioni ferrotranviarie.

La norma EN 50129 riprende i contenuti generali della norma IEC 61508 per definire il processo di analisi e documentazione necessari a certificare l'adeguatezza del dispositivo a operare in un sistema o processo per il quale sia stato precedentemente prefissato un obiettivo di livello di integrità della sicurezza, solitamente indicato come SIL (Safety Integrity Level).

L'obiettivo corrisponde per definizione a un “tasso di guasto pericoloso” (frequenza di accadimento di un guasto pericoloso) tollerabile, definito in tab. A.1 per sistemi o processi continuativi; sono previsti i seguenti obiettivi SIL:

SIL	Failure rate [guasti pericolosi/h]
SIL4	$10^{-9} \text{ r} < 10^{-8}$
SIL3	$10^{-8} \text{ r} < 10^{-7}$
SIL2	$10^{-7} \text{ r} < 10^{-6}$
SIL1	$10^{-6} \text{ r} < 10^{-5}$

Per l'analisi del rischio associato all'applicazione è necessario riferirsi al grafico del rischio indicato nella norma IEC 61508.

Per quanto riguarda l'architettura degli apparati elettronici di segnalamento, la stessa norma EN 50129 fornisce delle linee guida riguardanti l'architettura costruttiva più consona al livello di SIL prefissato.

Si può rilevare come l'adozione di una struttura elettronica fondata sul concetto di "sicurezza composita" sia tra quelle altamente raccomandate per una esecuzione SIL3 e descritta in questi termini: "Con questa tecnica ogni funzione correlata con la sicurezza è svolta da almeno due unità. Ognuna di queste unità deve essere indipendente da tutte le altre, per evitare malfunzionamenti di modo comune. Le attività non restrittive sono autorizzate a procedere unicamente quando un sufficiente numero di unità concorda. Un guasto pericoloso in una delle unità deve essere individuato e messo in stato negato in un tempo sufficientemente breve da evitare l'insorgere di un guasto simile in un'altra unità".

Questo concetto è ripreso anche nella tab. E.4 della stessa norma, dove si mette in luce come la sola duplicazione delle unità logiche, senza una funzione di comparazione sicura, non soddisfi il grado di SIL 3 richiesto.

A fronte di tutto quanto sopra riportato, la scelta costruttiva adottata per gli apparati di controllo dell'impianto di segnalamento (armadi PPC) prevede la duplicazione dell'HW di elaborazione (CPU con struttura fail-safe dual channel di comunicazione) con comparazione sicura dei risultati, derivata dall'adozione di un sw di comparazione "application-independent".

Questo schema prevede uno scambio ciclico di criteri di verifica dell'"allineamento" tra le CPU utilizzando entrambi i canali disponibili. Nel caso di perdita di allineamento, a causa di una failure dell'HW, il canale rimasto vitale consente l'immediata negazione di tale failure attraverso l'interruzione in sicurezza dell'intero sistema PPC. In generale il PPC spegne in modo permanente le funzioni di supporto e, in particolare, seziona tutte le alimentazioni del campo oscurando il segnale di protezione scambi.

Nel caso tale condizione accada si ricorrerà, per la continuazione del servizio, alla condizione di esercizio "in degrado", definita nel regolamento di esercizio della tramvia.

La gestione delle funzioni di sicurezza legate ai transiti nei tratti singolari del tracciato (rilevazione della condizione dell'area libera/occupata, della posizione degli aghi del deviatoio ecc.), viene quindi affidata interamente ed esclusivamente alle funzioni di sicurezza residenti nel controllore PPC situato lungo linea ed alla ripartizione di compiti tra le due CPU presenti nella logica di apparato.

Il Posto di controllo centralizzato (PCC) non interviene in alcun modo nel determinare le condizioni di transito; quindi, un'eventuale anomalia del PCC o della rete di telecomunicazioni non influisce sulla sicurezza di queste aree, che viene sempre garantita a livello di Posto Periferico di Controllo (PPC).

Sistema di segnalamento

Il Sistema di Segnalamento è costituito principalmente dai seguenti impianti integrati nel contesto del modello tranviario:

- Posto Centrale di Controllo;
- Impianto di Segnalamento di linea;
- Impianto di Localizzazione e regolazione tram;
- Impianto di priorità semaforica.

Lo scopo di tali impianti è quello di fornire uno strumento tecnologico modulare di supervisione e controllo delle numerose e complesse funzioni che coinvolgono molti aspetti di gestione della tramvia, quali l'instradamento, il transito in sicurezza (la logica di controllo periferica è basata su apparati a microprocessore in classe di sicurezza SIL3), il parcheggio della flotta di tram, la priorità semaforica agli incroci stradali, la localizzazione e visualizzazione al PCC della flotta tranviaria lungo il percorso della linea, la regolazione del servizio.

Ciascun sottosistema, opportunamente configurato, è composto da apparecchiature elettroniche installate presso la centrale di controllo, lungo il tracciato della tranvia ed a bordo dei tram. Caratteristica importante del Sistema sarà la modularità dei suoi impianti, operativamente indipendenti e capaci di comunicare tra loro attraverso la rete di comunicazione.

Posto centrale di controllo

Il Posto Centrale di Controllo consente al personale della sala di controllo di interagire, mediante workstation, con tutti i sottosistemi di telecomunicazione e supervisione degli impianti situati al Posto Centrale di Controllo stesso e lungo linea. Le workstation del Posto Centrale di Controllo costituiscono un'interfaccia uomo-macchina che permette agli operatori di gestire il normale esercizio e le situazioni di emergenza.

Il sistema di Posto Centrale prevede inoltre la seguente reportistica degli eventi:

- registrazione dei transiti con data e ora relativa al passaggio per ogni veicolo su ciascun loop della linea;
- accesso diretto (dalla workstation operatore) ad un’interfaccia completa di elaborazione statistica (tempi di percorrenza per ogni servizio, tempi di stazionamento alle fermate, servizi non eseguiti, etc.).

Segnalamento di linea

Le principali funzionalità del pacchetto software che gestisce il segnalamento di linea sono:

Visualizzazioni:

Sinottico di dettaglio

Sinottici allarmi ausiliari

- Mimico di linea
- Diagnostica apparati a campo (allarmi)
- Elaborazioni:
- Storicizzazione dati di impianto
- Gestione comunicazioni terra-bordo- terra
- Localizzazione per zone di competenza
- Operazioni:
- Formazione instradamenti
- Impostazione rotte (instradamenti) e movimentazione deviatoi con procedure di emergenza.

La funzione dell’impianto di segnalamento è quella di garantire transiti sicuri in tutti quei punti della linea che possono essere potenzialmente critici in quanto interessati da “rotte”, la cui attuazione contemporanea non è fattibile senza rischio di collisione.

In situazioni di questo tipo l’apparato “locale” di segnalamento garantisce l’attuazione in sequenza di fasi che consentono di servire i convogli tranviari attraverso:

- il rilevamento passivo dei convogli nei c.d.b. (circuiti di binario);
- la ricezione delle richieste di attuazione (attraverso loop di comunicazione);
- la prenotazione delle richieste;
- il controllo e predisposizione dei segnali di protezione scambi;
- la verifica delle rotte;
- il blocco delle rotte conflittuali con verifica su matrice di sicurezza;
- la manovra deviatoi (elettrici);
- l’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 microprocessori con livello di sicurezza SIL3. La segnalazione sarà costituita da un segnale a più luci. L’attuazione consisterà nel posizionare effettivamente gli scambi secondo lo schema previsto. Le rotte saranno delimitate da CDB. 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.

Si precisa che, anche in questo caso, il Conducente rimane l’unico responsabile nella gestione della marcia del veicolo e deve scrupolosamente attenersi alle indicazioni dei segnali posti lungo la linea tranviaria. Infatti, il regime di marcia rimane “a Vista” e comunque la presenza di tali apparati non solleva dalle responsabilità della conduzione e di verifica della via in quanto non in marcia automatica.

Funzionalità

Le funzionalità dell’impianto di segnalamento sono distribuite e realizzate da apparati collocati nei tre livelli: Centro, Bordo, Periferia.

Le principali funzioni sono:

- verifica dello stato degli enti di campo;
- verifica delle rotte conflittuali;
- controllo in sicurezza delle aree di scambio;
- supervisione a livello centrale dei movimenti del tram;
- gestione allarmi e diagnostica;
- registrazione cronologica degli eventi.

Tali funzioni saranno realizzate dall’impianto di segnalamento attraverso le seguenti fasi:

- prenotazione comando normalmente attuato dal conducente a bordo veicolo;
- acquisizione dei controlli/stati relativi agli apparati di segnalamento di linea;
- verifica dello stato dell'area (anomalie, bloccamento o prenotazioni in atto);
- comando manovra deviatoi;
- elaborazione e verifica degli stessi, utilizzando opportuni algoritmi semplici dedicati ad ogni singola tipologia di controlli ed algoritmi complessi che mettono in relazione varie tipologie di controlli, al fine di mettere a disposizione delle altre unità funzionali lo stato puntuale di tutti gli enti che compongono la segnaletica e lo stato degli allarmi associati;
- bloccamento della rotta (o della manovra della cassa del deviatoio);
- manovra segnale: autorizzazione a procedere nella marcia;

liberazione:

- elastica: man mano che il tram avanza libera parzialmente la zona di percorso e l'area di scambio per permettere movimenti compatibili contemporanei;
- rigida: avviene sul punto finale dall'ente preposto a tale funzionalità;
- rappresentazione dello stato, degli allarmi e dell'esito dei comandi sull'interfaccia operatore delle postazioni interessate;
- invio nei posti periferici di comandi per la manovra elettrica dei deviatoi, effettuati dal Posto Centrale di Controllo solo nel caso di funzionamento degradato e previa autorizzazione del Dirigente Centrale Operativo (es. mancanza di comunicazione bordo-terra), evidenziando eventuali errori di trasmissione e/o di acquisizione da parte delle logiche periferiche.

Gestione tipica del comando e controllo delle zone di manovra

Il transito in sicurezza dei veicoli consiste nel verificare la rotta inibendo i movimenti conflittuali (mediante le matrici di compatibilità) e nel garantire il blocco del deviatoio per tutto il tempo che intercorre tra il comando di azionamento (che avviene a fronte della richiesta di rotta acquisita tramite loop) e la liberazione del deviatoio stesso (che avviene dopo il transito del tram sul circuito di binario a valle della cassa di manovra). Ciò impedisce che il deviatoio possa essere azionato da un tram accodato causando un deragliamento del tram in transito.

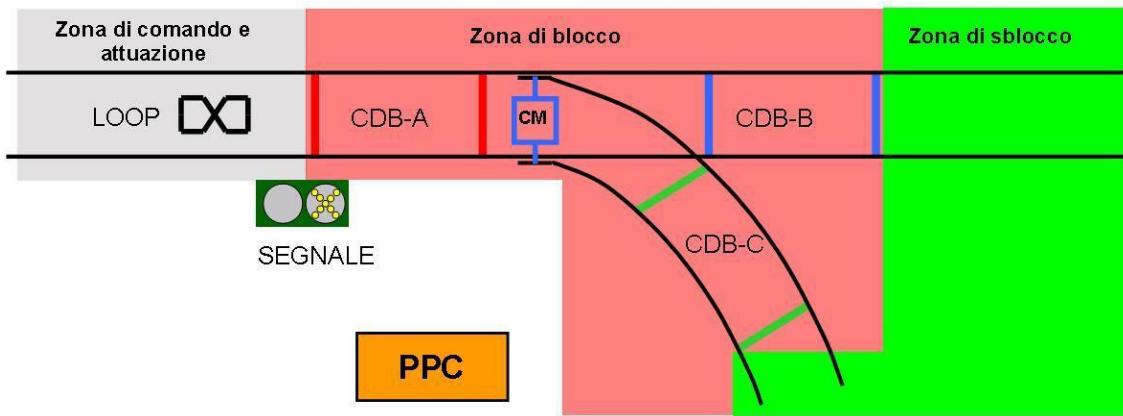
Eventuali richieste di rotta che pervengono durante il transito di un altro tram non autorizzate dal PPC, vengono memorizzate dallo stesso ed eseguite non appena le condizioni di sicurezza lo consentono.

Di seguito si vuole fornire un esempio dell'applicazione funzionale delle fasi precedentemente riportate, utilizzando degli apparati tipici dell'impianto di segnalamento ed associandoli alle singole funzioni.

Gli enti principali sono:

- gli apparati di trasmissione da bordo (transponder) all'apparato di terra (loop) per la richiesta da bordo veicolo di una rotta;
- gli apparati di bloccamento (il circuito di binario a monte della cassa di manovra CDB-A);
- gli apparati di liberazione (i circuiti di binario a valle della cassa di manovra in direzione del corretto tracciato CDB-B e in direzione deviata dal corretto tracciato CDB-C); in casi particolari, quando la geometria del tracciato non consente l'utilizzo dei circuiti di binario induttivi o capacitivi, possono essere utilizzati in alternativa dei mass detector (certificato SIL3);
- gli apparati di rilevamento della posizione dei deviatoi con casse di manovra ad azionamento elettrico e meccanico (micro-switch interni alla cassa di manovra);
- i segnali tranviari;
- la cassa di manovra deviatoio (CM);
- la Postazione Periferica di Controllo dell'area (PPC).

Lo schema successivo mostra una disposizione tipica degli apparati di segnalamento per la gestione in sicurezza di una zona con una comunicazione semplice:



Il conducente, quando il tram transita sul loop, invia la richiesta di rotta, prenotazione, in accordo con la tabella seguente che indica come le singole rotte sono attivabili dal sistema di bordo:

INSTRADAMENTO	ATTIVAZIONE
Retta (normale)	Manipolatore bordo (joystick) in avanti (dritto)
Deviata	Manipolatore bordo (joystick) a destra

Il loop di comando è posizionato ad una distanza dalla linea di stop dipendente da:

- velocità del veicolo in quel tratto di linea;
- tempo di reazione del sistema (tempo in cui il conducente deve verificare lo stato della lanterna ed accertarsi che la stessa indichi la direzione richiesta);
- reazione dell'autista/impianto (tempo totale di reazione dell'autista e dell'impianto frenante);
- spazio di frenata.

Ad esempio, per una velocità di 15 km/h avremo una distanza di circa 21m.

Il segnale di protezione scambi viene normalmente posizionato 4 m dopo la linea di stop, in modo da essere visibile dal conducente che impegna la rotta.

La lunghezza tipica dei CDB induttori (HFP) è di 20 m, mentre la lunghezza minima per il corretto funzionamento è 8 m, ma si impone una lunghezza maggiore per garantire che all'interno del CDB ci siano sempre almeno 2 assi.

La lunghezza massima è di 400 m.

La lunghezza dei CDB capacitivi (HSK) può variare tra i 3 m ed i 12 m, in base alla geometria della linea.

La richiesta comporta la fase di verifica della via e delle rotte conflittuali in funzione dell'acquisizione dello stato degli enti e della verifica della matrice di conflittualità terminata la quale, per l'esecuzione della rotta, il PPC provvede a:

- comando: posizionare il deviatoio in conformità alla rotta richiesta;
 - elaborazione: verificare dalla matrice di sicurezza che la posizione assunta dal deviatoio sia conforme con la richiesta ricevuta;
- Al termine delle suddette operazioni il PPC si pone in stato di bloccato e la cassa di manovra è bloccata (bloccamento);
- manovra segnale: posizionare il segnale in conformità alla posizione assunta dal deviatoio o della rotta.

Il tram può impegolare il deviatoio e, non appena viene rilevato dal CDB-A, il PPC provvede a posizionare il segnale di via impedita in modo tale che un eventuale tram in accodamento non possa impegolare indebitamente l'area.

Il PPC verifica che il transito sia effettuato il modo corretto e si riporta nello stato di libero quando il tram transita sul CDB a valle della cassa di manovra (CDB-B per la retta e CDB-C deviata): fase di liberazione.

Pertanto, il transito in sicurezza dei veicoli consiste nel verificare la rotta inibendo i movimenti conflittuali (mediante le matrici di compatibilità) e nel garantire il blocco del deviatoio per tutto il tempo che intercorre tra il comando di azionamento (che avviene a fronte della richiesta di rotta acquisita tramite loop) e la liberazione del deviatoio stesso (che avviene dopo il transito del tram sul circuito di binario a valle della cassa di manovra). Ciò

impedisce che il deviatoio possa essere azionato da un tram accodato causando un deragliamento del tram in transito.

Eventuali richieste di rotta che pervengono durante il transito di un altro tram non autorizzate dal PPC, vengono memorizzate dallo stesso ed eseguite non appena le condizioni di sicurezza lo consentono.

Tratti singolari di linea

Le zone singolari di linea in cui si rende necessario l'impiego dell'impianto di segnalamento per la loro gestione sono:

- Capolinea
- Comunicazioni semplici
- Comunicazioni doppie.

Si precisa che il Servizio Provvisorio lungo la linea tranviaria è attuato mediante una comunicazione semplice che, in caso di interruzione di un tratto di linea, consente, attraverso una opportuna procedura contenuta nel regolamento di esercizio, di continuare il servizio in modalità degradata.

La comunicazione, provvista di cassa di manovra ad azionamento manuale con ritorno a molla (bistabile) è regolata da segnali provvisori SP. L'interruzione di linea ed il passaggio al servizio degradato vengono gestiti dall'operatore di Posto Centrale di Controllo, il quale avvisa, tramite radio, i conducenti dei primi veicoli in arrivo sulla zona di Servizio Provvisorio per ogni senso di marcia, affinché questi siano pronti ad attuare la necessaria procedura.

Lo stato del segnale SP è acquisito dal Posto Centrale di Controllo per mezzo di un Concentratore di Allarmi Periferico di stati digitali.

Localizzazione

Le principali funzionalità del pacchetto software che gestisce la localizzazione e la regolarizzazione sono:

Visualizzazioni:

- Semi-topologica della linea
- Cartografia di linea
- Orario grafico
- Stato servizio veicoli
- Diagnostica apparati a campo (allarmi)

Elaborazioni:

- Calcolo anticipo e ritardo
- Calcolo intertempo tra i mezzi
- Calcolo previsioni di arrivo alle fermate
- Calcolo indicatori prestazionali

Operazioni:

- Regolarizzazione ad orario o ad intertempo
- Gestione della chiamata in fonia
- Gestione messaggi dai o verso i veicoli

Anche l'impianto di localizzazione permette all'operatore del PCC di supervisionare in tempo reale lo stato periferico.

Semaforizzazione e priorità semaforica

Per rendere realisticamente attuabile l'esercizio ipotizzato è necessario prevedere

- la centralizzazione degli impianti semaforici;
- la realizzazione di un sottosistema di area che si occupi della gestione delle semaforizzazioni nell'area adiacente la sede tranviaria;
- il preferenziamento per la tramvia.

Centralizzazione

Per gli impianti semaforici delle intersezioni e degli attraversamenti pedonali è stata prevista la centralizzazione. Tali impianti sono fisicamente collegati con i nodi di rete dei posti periferici di fermata e avranno un coordinamento funzionale dal Posto Centrale del sistema UTC (Urban Traffic Controller) tramvia che gestirà la regolarità di esercizio e la semaforizzazione nelle aree di conflitto.

La centralizzazione prevede l'installazione di:

- regolatori semaforici, equipaggiati a gruppi di segnali con la predisposizione a due attuazioni;
- unità periferiche multifunzionali (MFU) con dotazione MODC e protezione telefonica;
- la realizzazione di un collegamento all'unità di elaborazione del posto periferico di fermata mediante cavo dedicato.

Si precisa quanto segue:

- sono proposti centralini a gruppi di segnali stimati in base al numero di gruppi semaforici (lanterne semaforiche e cicalini pedonali) relativi al singolo in esame, per aumentare la flessibilità complessiva del coordinamento semaforico centralizzato;
- il numero e la localizzazione delle spire semaforiche rientrano in quelle più generali previste per la gestione del traffico urbano;
- il collegamento tra la centrale UTC tramvia e l'unità di elaborazione del posto periferico è previsto tramite cavo ottico.

Sistema di controllo semaforico

Il sistema di controllo semaforico a Livello centrale è realizzata tramite un sistema UTC Tramvia con lo specifico compito di realizzare un coordinamento funzionale nella regolazione delle intersezioni stradali lungo la tramvia, una gestione centralizzata di tutti i parametri, e consentire inoltre una visione globale del traffico pubblico e privato. Tale gestore ha il compito di:

- attuare i criteri di preferenziamento del trasporto su ferro come sotto descritti
- effettuare la regolazione dei piani semaforici in funzione dei dati di traffico
- colloquiare con il sottosistema di localizzazione
- trasmettere e gestire le informazioni riguardanti i flussi di traffico verso l'UTC comunale

È così possibile implementare gli algoritmi per generare “onde verdi” semaforiche con variazioni dinamiche in funzione dei dati di localizzazione dei tram in modo tale da consentire a quest'ultimi l'attraversamento degli incroci senza fermata.

In particolare, l'impianto di localizzazione (a cura del sistema di segnalamento tramviario) invia al sistema UTC i dati di localizzazione dei veicoli. L'apparato di localizzazione periferico, per ciascun senso di marcia attraverso contatti liberi da tensione (Digital output), rende disponibili al regolatore semaforico di ciascun informazioni sulla presenza del tram nelle varie situazioni (anticipo, orario, ritardo, in prossimità dell'incrocio, oppure con richiesta forzata della fase semaforica di bordo e liberazione dell'incrocio).

Inoltre, il sistema di controllo semaforico ha il compito di garantire il preferenziamento dei tram agli incroci per consentire una adeguata velocità commerciale.

Per il raggiungimento di tali scopi, in condizioni di normale esercizio il riferimento per la circolazione dei veicoli è rappresentato dalla tabella oraria, mentre in condizioni anomale il sistema permette l'applicazione di due diverse logiche di regolazione:

- il mantenimento della frequenza di passaggio dei veicoli, e quindi la creazione di una nuova tabella oraria “traslata nel tempo”;
- il rispetto della tabella oraria originaria, e quindi l'assegnazione a ogni veicolo di una tabella corrispondente a una corsa differente.

Sistema di asservimento semaforico

Gli elementi che compongono il sistema di asservimento semaforico sono:

- un sistema di localizzazione del veicolo mediante trasmissione continua via radio;
- un sistema di richiesta di attuazione per il preferenziamento semaforico tramite tre loop di terra (1-priorità, 2-comando, 3-rilascio). Eventualmente il primo trasponder di priorità può essere associato, in caso di spazi ridotti, con quello di comando dell'precedente o con quello di localizzazione nella fermata precedente.

- una unità di elaborazione che svolge attività di sincronizzazione semaforica, richiesta di attuazione e comando dei segnali semaforici tramviari dell'incrocio;
- una unità periferica multifunzione (MFU) per la regolazione dell'stradale;
- semaforo a barre per il tram e il semaforo a tre luci per i veicoli gommati

Macro-regolazione

Durante il funzionamento normale il posto centrale monitorizza in tempo reale l'evolversi della posizione di ogni tram. Ogni scostamento rispetto all'orario di servizio determina il ricalcolo da parte del PCC di tutti i piani semaforici. Sul ciclo di ogni incrocio influiscono le informazioni provenienti da tutti i tram circolanti in linea, ciascuna pesate tramite un opportuno coefficiente che tiene conto della distanza rispetto all' e del livello di priorità associato a ciascun tram determinato in base al tipo di regolazione scelta (regolazione ad orario, regolazione ad intervallo di orario).

Quando un tram sopraggiunge ad un incrocio stradale trova già i cicli semaforici regolati per il suo attraversamento senza fermata; tuttavia, sono frequenti gli imprevisti nella circolazione (ad esempio una fermata) che possono ritardare o anticipare la marcia di pochi secondi (qualche decina al massimo) e non permettono al tram di raggiungere l'nel tempo previsto dal sistema di macro-regolazione.

Microregolazione

A questi meccanismi di macro-regolazione si affiancano le logiche di microregolazione implementate nei posti periferici di fermata. Esse consentono (anche nel caso di funzionamento degradato, senza coordinamento da parte del PCC) di attivare i criteri di preferenziamento sulla base delle tabelle orarie trasmesse dai tram stessi.

A livello periferico il sistema è strutturato da una unità logica di collocata nello stesso armadio di contenimento dell'unità periferica di fermata. Ad essa sono collegati i tre loop di terra posti in prossimità dell'incrocio che hanno il compito di attuare la fase semaforica per il preferenziamento del mezzo pubblico all'incrocio. I loop di terra, e in particolare il primo di priorità e il secondo di comando, consentono di effettuare l'attuazione della richiesta di preferenziamento esattamente quando il tram si trova in corrispondenza dell'incrocio e del rispettivo semaforo tramviario tramite la trasmissione, con il sistema di accoppiamento dei transponder bordo-terra, del telegramma all'unità di elaborazione di terra (e al sistema di regolazione e preferenziamento del posto centrale tramite una trasmissione continua via radio) ai fini dell'asservimento semaforico e che contiene le informazioni di:

- tabella oraria di ogni veicolo che effettua una richiesta di preferenziamento;
- numero di servizio del veicolo.

In base a queste informazioni calcola la condizione del veicolo rispetto alla tabella orario (anticipo-puntuale-ritardo) e stabilisce il livello di priorità da associare al veicolo tramviario. La risoluzione dei conflitti di priorità per il preferenziamento viene gestita a livello di posto centrale sulla base della scelta dei criteri di regolarità.

Il segnale del passaggio del tram arriva al posto periferico che lo filtra con i criteri di regolazione scelti dal posto centrale e giunge come richiesta di attuazione alla unità periferica multifunzione (MFU) situata in prossimità dell'incrocio stradale e collegata fisicamente con l'unità periferica di fermata che lo esegue aprendo una finestra di verde al veicolo e bloccando tutti i flussi in conflitto con quello del tram. Eventuali richieste contemporanee sono filtrate dal posto centrale sulla base dei criteri di regolazione attuati.

Il segnale proveniente dal terzo loop posto alla fine dell'incrocio consente di chiudere la fase semaforica dedicata al tram continuando con le altre fasi del ciclo semaforico.

Il sistema è quindi in grado di garantire un'accurata precisione nella rilevazione della posizione del veicolo tramviario.

In caso di degrado delle comunicazioni tra posto centrale e posto periferico le logiche periferiche continuano a funzionare consentendo di effettuare la sola regolazione ad orario. Il sistema di microregolazione esegue l'attuazione delle fasi semaforiche dedicate al tram sulla base delle informazioni di anticipo o ritardo rispetto ai dati dell'orario di servizio forniti dal tram stesso.

In caso di malfunzionamento del sistema di trasponder bordo-terra dovrà essere il posto centrale ad effettuare la richiesta di attuazione del preferenziamento dei tram ai posti periferici.

Sistemi trasmissivi ed informativi

Rete di comunicazione

Il sistema trasmissivo è basato su di una Rete in Fibra Ottica che utilizza Switch Ethernet di Layer 3 per ogni nodo di rete, ovvero in corrispondenza di ogni fermata.

Tali apparati garantiscono le caratteristiche richieste in termini di switching/Routing/priorità dei diversi flussi di traffico dati che devono essere trasportati dalla rete in oggetto.

La linea avrà una propria rete in fibra ottica con topologia ad anello che garantirà, in caso di guasto in un tratto di linea, la richiusura del traffico dati sul ramo di rete attivo. La richiusura avverrà al PCC.

La caratteristica della fibra monomodale risponderà alle norme CCITT in vigore. Il cavo a fibre ottiche presenterà guaina di polietilene rispondente alla Norma tecnica in vigore con pezzature della lunghezza massima reperibile sul mercato.

La fornitura e posa in opera sarà realizzata in accordo alle buone regole dell'arte, ed alle normative CCITT.

La finestra di lavoro della fibra ottica sarà anch'essa in accordo alle normative CCITT in relazione alla velocità/capacità del sistema trasmissivo.

I cavi a F.O. saranno terminati sui telai delle fermate e SSE della tramvia installati in appositi armadi in caso di spillamento (drop-insert).

Al fine di rispondere al meglio ai requisiti richiesti, la soluzione proposta presenta le seguenti funzionalità:

- Gestione del protocollo IP;
- Gestione del Routing, per gli instradamenti del traffico e per la realizzazione della protezione ad anello;
- Gestione del protocollo per la gestione del multicasting (necessario per la gestione del TVCC);
- Configurazione e garanzia della Qualità del Servizio (QoS).

Per le utenze di TVCC, la Telefonìa di fermata e la Diffusione Sonora (in quanto scambiano dati sensibili ai ritardi di trasmissione) saranno adottate politiche di Qualità del Servizio (QoS).

Come già accennato la rete proposta è una Gigabit Ethernet ed è disposta su ring ottico con protezione ad anello che distribuisce, tramite switch di tipo L3, tutti i servizi di comunicazione da e verso le fermate tramite interfacce ethernet.

L'architettura per entrambe le linee prevede un nodo principale ridondato situato nel PCC (Posto Comando Centrale), dal quale parte un anello al quale sarà collegato l'anello della linea 3.2.2, che conserverà le fermate.

Tale configurazione permette che, in caso di guasto di uno degli elementi del trasporto dell'informazione dal centro alla fermata, sia consentito il funzionamento della rete anche in condizioni degradate senza perdita di dati sensibili.

I nodi della rete garantiranno la corretta assegnazione delle priorità di trasmissione ai pacchetti appartenenti ad ogni flusso, in modo che a ciascuna applicazione sia assicurata la Qualità del servizio richiesta, anche in caso di congestione della rete.

Il progetto prevede il collegamento degli impianti trasmissivi ed informativi mediante rete in F.O. che si attesta al Deposito: è prevista la realizzazione di un PCC per tutti i sottosistemi (DOTE, Segnalamento, Localizzazione, Informazione all'utenza e TVCC).

Diffusione sonora e Pannelli informativi

Il sistema consente all'operatore del PCC di effettuare la diffusione di annunci sonori di servizio o per gli utenti nelle fermate, tramite pannelli informativi e altoparlanti posti nelle fermate.

Gli annunci ai viaggiatori a terra possono riguardare:

- ora;
- tempo d'attesa;
- destinazione prossimo tram;
- coincidenze;
- annuncio prossimo tram in arrivo;
- perturbazioni impreviste;
- passaggi senza sosta;
- evacuazione;
- informazioni varie di gestione;

- informazioni in tempo differito;
- pubblicità;
- informazioni culturali, sportive, a carattere locale;
- ulteriori informazioni.

Le apparecchiature previste per il tele annuncio nelle fermate sono costituite da un amplificatore di potenza e da una coppia di altoparlanti (una per ogni banchina).

L'amplificatore sarà collegato ad un codec audio/video che sarà a sua volta collegato in rete ethernet (con connettore RJ45) allo switch L3 di fermata.

La diffusione nelle fermate dei messaggi audio sarà possibile in tre modalità:

- Modalità Automatica: attraverso la quale vengono diffusi nelle stazioni messaggi in accordo con gli eventi generati dal sistema di localizzazione veicoli.
- Modalità Manuale: con la quale ogni operatore al Posto Centrale ha la possibilità di selezionare dalla sua postazione un messaggio audio da diffondere nelle stazioni.
- Modalità “Dal vivo” (live): grazie alla quale l'operatore al posto centrale può diffondere messaggi dal vivo verso le fermate selezionate.

Le priorità sono gestite dallo SCADA di PCC. In modalità live ogni operatore può diffondere messaggi dal vivo verso la/le stazioni selezionate. La modalità di selezione della zona sarà solo manuale tramite consolle e con diffusione dei messaggi solo “dal vivo”. Per la diffusione sonora nelle fermate sarà inoltre previsto un dispositivo per la riproduzione dei messaggi preregistrati.

I messaggi selezionati dall'Operatore hanno sempre priorità superiore rispetto a quelli Automatici gestiti dal Sistema di Gestione integrato SCADA.

Il sistema di diffusione sonora di messaggi al pubblico è realizzato per il supporto degli utilizzatori della linea tranviaria. Non è previsto alcun Sistema di Diffusione Sonora in deposito.

I pannelli informativi nelle fermate permettono una buona visibilità dei messaggi fino a 10- 15 m di distanza. Il sistema di informazioni al pubblico di tipo visivo sarà realizzato tramite Pannelli informativi luminosi a 2 righe i quali collegati con la rete Gigabit in fermata, ricevono dal PCC le informazioni necessarie ad una corretta informazione ai passeggeri in attesa nelle fermate. Da PCC sarà implementata la possibilità di implementare un comando di reset elettrico ai pannelli.

Il sottosistema di informazione al pubblico è costituito dai seguenti blocchi:

- sistema di gestione integrato nello scada di PCC;
- rete di trasporto gigabit ethernet;
- pannelli informativi.

Le funzioni svolte dal sottosistema sono:

- visualizzazione dell'arrivo del treno;
- segnalazioni di eventuali ritardi;
- destinazione prossimo tram;
- eventuali tempi di attesa;
- visualizzazione di messaggi inviati dagli operatori del PCC.

Il sottosistema PI è organizzato in due livelli: Centrale e Periferico.

A livello centrale (PCC) saranno presenti le postazioni operatore, il sistema di gestione integrato SCADA di PCC e quello di trasmissione dati Gigabit Ethernet, mentre a livello periferico (fermate) saranno presenti i dispositivi di distribuzione e visualizzazione dei messaggi informativi (cartelli indicatori luminosi a led).

L'interconnessione tra gli apparati centrali e periferici avverrà per mezzo della rete multiservizio Gigabit Ethernet.

In caso di anomalia di uno dei qualsiasi elementi della rete, la configurazione in ZLS (Zero Loss Services) permetterà al PCC il controllo dei cartelli tramite un percorso alternativo nella rete.

Il Sistema di gestione integrato SCADA al PCC, riceve dal sottosistema di localizzazione dei veicoli AVLS, i dati relativi al numero e alla posizione dei Tram lungo la linea. Lo SCADA automaticamente provvederà ad aggiornare i cartelli indicatori con le informazioni riguardo l'arrivo del prossimo treno o eventuali condizioni di ritardo o sospensione del servizio dovuto esempio a scioperi. Questo tipo di messaggi è chiamato messaggio automatico.

Gli operatori al PCC, abilitati alla funzione, possono inviare dei messaggi manuali direttamente sui cartelli indicatori, selezionando da pagina video una fermata, gruppi di fermate o tutte le fermate.

I messaggi selezionati dall'Operatore hanno sempre priorità superiore rispetto a quelli Automatici gestiti dal Sistema di Gestione integrato SCADA.

Le informazioni visualizzate saranno di tipo alfanumerico e la tecnologia utilizzata sarà a matrice di led. Non sono previsti vincoli particolari sul numero massimo di caratteri che compongono un messaggio, infatti, i pannelli informativi possono visualizzare messaggi su più pagine.

Impianto TVCC

Il sistema prevede due sistemi di controllo e gestionali tra loro integrati.

- Centrale locale di gestione del sistema di sicurezza (antintrusione) e TVCC: è costituita da più apparecchiature alle quali è demandato il compito di gestire localmente in automatico le procedure degli eventi di routine e allarme. Ha la funzione di concentratore di dati e gestione TVCC ed è ubicato in apposito armadio nelle fermate;
- Centrale di gestione del posto centrale: nella centrale convergono le informazioni provenienti dalle aree sorvegliate dell'intera tratta tranviaria ed è presente:
 - apparecchiature video con il compito di monitorare le immagini di tutti i sistemi TVCC della tratta tranviaria;
 - apparecchiature di telecontrollo e telesegnalazione.

Al PCC è previsto un dispositivo di registrazione degli eventi in grado di registrare in modo automatico le immagini ricevute dalle telecamere di banchina (che sono visualizzate su monitor al PCC) e registrate su supporto magnetico per creare un archivio generale.

Il sistema di scambio dati tra centrale locale e posto centrale previsto, è tale da ottimizzare lo sfruttamento del canale di trasmissione a disposizione mediante compressione della sorgente video con tecniche standard.

Saranno installate due telecamere per fermata, in grado di tenere sotto controllo visivo tutta l'area della fermata medesima.

Il sistema TVCC è basato su telecamere IP, il cui uso, in associazione con la rete di trasporto Gigabit Ethernet, permette di trasferire le immagini al Posto Centrale.

Ogni fermata è dotata inoltre di opportune interfacce IP per la gestione della parte Audio e le comunicazioni da e verso il PCC. Le telecamere, una per ogni banchina e complete di custodia da esterni, saranno collegate agli switch di fermata. L'operatore al PCC avrà la possibilità di selezionare, tramite il sistema di gestione integrato (tramite SCADA o PC di Management), uno o più flussi video da mandare su uno o più monitor presenti al PCC. Tutte le selezioni avverranno tramite tecniche di multicasting IP.

Impianti telefonici e dati

Il sistema di telefonia automatica consentirà la gestione delle comunicazioni telefoniche interne delle tranvie, nonché le comunicazioni telefoniche esterne verso la rete telefonica pubblica, avvalendosi del PABX, con le espansioni valutate, già previsto per le linee esistenti.

Il sistema di telefonia provvederà a fornire il servizio di comunicazione in voce nei seguenti punti:

- Fermate;
- SSE.

Al posto centrale sarà previsto un PABX dotato di interfacce per telefoni VoIP.

Tale PABX sarà collegato alla rete telefonica pubblica tramite interfacce dedicate verso la rete telefonica pubblica ISDN e la rete pubblica ISDN.

Al centro di controllo PCC il PABX sarà dotato di licenze VoIP e predisposizioni necessarie per l'interfacciamento verso la telefonia pubblica.

Il sistema telefonico centralizzato comunica con la periferia delle Fermate e le SSE ove sono installati i telefoni VoIP connessi agli switch.

Tutti i telefoni VOIP saranno monitorati e diagnosticati centralmente tramite protocollo SNMP.

Il PABX potrà interconnettere i telefoni di periferia con i telefoni PCC e con i telefoni VoIP. I telefoni VoIP saranno telefoni alimentati esternamente poiché gli switch della rete dati non supportano il Power over ethernet.

Per la comunicazione tra gli operatori al PCC ed il personale di manutenzione lungo linea e nelle fermate, il servizio di comunicazione verrà gestito dai telefoni VOIP che utilizzeranno la rete di trasporto Gigabit Ethernet.

I due sistemi di telefonia, PABX e VOIP, sono collegati tra loro, tramite le interfacce disposte al PCC. Il sistema di Telefonia Automatica sarà costituito dai seguenti blocchi:

- il centralino PABX;

- i telefoni (VOIP);
- il software di gestione.

In ogni fermata il telefono VOIP sarà connesso via ethernet allo switch concentratore. Tutti i telefoni VOIP saranno monitorati dal centro. L'istradamento della chiamata telefonica e la gestione di tutto il sistema verranno realizzati tramite il software di gestione installato al PCC.

La Telefonìa di linea sarà di asservimento al personale, lungo la linea, nelle fermate e nelle SSE e potrà comunicare con il PCC o con altri operatori di altre fermate tramite il servizio di telefonìa VoIP.

Sincronizzazione oraria

L'impianto Sincronizzazione Oraria, utilizzato sia ad uso pubblico che per esigenze di servizio, sarà in grado di effettuare la sincronizzazione di tutti gli elementi ad esso collegati.

Gli apparati che necessitano sincronizzazione sono:

- orologi nelle stazioni;
- calcolatori del PCC via ethernet;
- Codec Audio Video.

La sincronizzazione sarà effettuata dagli apparati MTC (Master Time Center, per la distribuzione del segnale orario) e dall'apparato di ricezione del riferimento temporale GPS (facente parte della fornitura per Linea 1), sfruttando la rete trasmissione dati per la trasmissione del segnale di clock.

Il segnale di sincronizzazione sarà distribuito sia sulla rete multiservizio di linea 2 e 3, che sulla rete del PCC.

Sia gli orologi analogici e digitali, che i Master Time Server (apparati per la distribuzione del segnale di sincronizzazione in fermata) sono dotati di quarzo interno il quale permette di mantenere il riferimento temporale anche in assenza del collegamento con il riferimento temporale.

Sistema di tariffazione

Il sistema di tariffazione è costituito dalle seguenti apparecchiature:

- Emettitrici Automatiche di titoli di viaggio (una per ciascun marciapiede di ogni fermata);
- Unità centrale di gestione (al Posto Centrale di comando e Controllo della tramvia - PCC).

L'emittrice automatica emette titoli di viaggio su supporto cartaceo oblitterabile. Inoltre, essa consente la ricarica di smart card sia contact che contact-less.

L'unità centrale del sistema di tariffazione automatica consente l'attività di monitoraggio delle suddette apparecchiature e potrà essere interfacciata con il sistema di gestione delle politiche tariffarie della Tramvia.

Telecomando e telecontrollo SSE (SCADA)

Il sottosistema SCADA consente agli operatori del Posto Centrale una gestione caratterizzata dalle seguenti funzioni principali:

Telecomando / telecontrollo SSE

- Rappresentazione dello stato dell'impianto sulla postazione operatore interessate mediante sinottico generale dell'impianto e sinottici particolari per sottosistemi.
- Telecomando e telecontrollo delle alimentazioni (monitoraggio della linea ENEL a 15 kV, apparati di trasformazione dell'energia da MT a BT delle SSE),
- Supervisione e controllo della alimentazione di trazione (750 V cc)
- Acquisizione dello stato di enti di SSE e degli allarmi associati (es. stato delle molle, continuità delle bobine di chiusura ed apertura, stato dei relè magnetotermici, ecc.)
- Invio comandi agli enti periferici di SSE (telecomando)
- Acquisizione di misure di SSE dal campo
- Archiviazione degli ultimi allarmi acquisiti dall'impianto
- Riconfigurazione alimentazioni.

La riconfigurazione della alimentazione MT è prevista in caso di guasto sul sistema MT, oppure di mancanza di tensione in uno dei punti di consegna.

Il sottosistema SCADA è costituito da una sezione centrale, ubicata al PCC, ed una sezione periferica, ubicata in ciascuna SSE ed interfacciata con la sezione centrale.

Posto periferico SCADA

Ogni SSE dispone di un posto periferico dello SCADA. Questo si compone di HW commerciale (PLC), si interfaccia con gli apparati di campo tramite opportune schede IO remotate alloggiate negli stessi apparati di campo, è fornito di un opportuno SW, e svolge la funzione di gestione, comando e controllo degli enti componenti la SSE e le fermate.

Gli enti oggetto di monitoraggio sono i seguenti:

- Quadro MT
- Trasformatore
- Raddrizzatore
- Interruttori extrarapidi
- Trasformatore servizi ausiliari
- Interruttori di manovra - sezionatori positivi
- Servizi ausiliari ca - cc
- Masse interne
- Quadro BT
- Sezionatori di linea
- UPS
- Caricabatterie

L'insieme degli apparati di monitoraggio, in ciascun sito periferico, è collocato in un armadio.

La comunicazione tra gli apparati del sottosistema allocati nei diversi siti avviene attraverso una infrastruttura di telecomunicazione i cui punti di ingresso, dal punto di vista degli apparati del Telecomando SSE e gestione della manutenzione, sono connettori di una rete locale Ethernet IEEE802.3

Il sistema SCADA dal posto centrale si interfaccia con il campo attraverso l'unità di governo (PLC) delle SSE ed in particolare tramite le schede I/O remotate.

Il grafico fornisce una rappresentazione di massima dell'architettura prevista per il governo delle SSE; si distingue l'armadio con la CPU, le schede di interfaccia verso i dispositivi di campo (Digital Input e Output e di acquisizione seriale su protocollo Modbus), ed i collegamenti all'interno della SSE, in ControlNET ridondante per la connessione delle schede I/O remotate e la CPU.

Inoltre, è visibile il collegamento tra PLC e Pannello di controllo locale e tra PLC e switch di stazione che è realizzato con cavo cat. 6.

Nella SSE inoltre sarà fornito e configurato un pannello operatore per la visualizzazione locale dell'allarmistica relativa alla SSE e con funzione di sinottico.