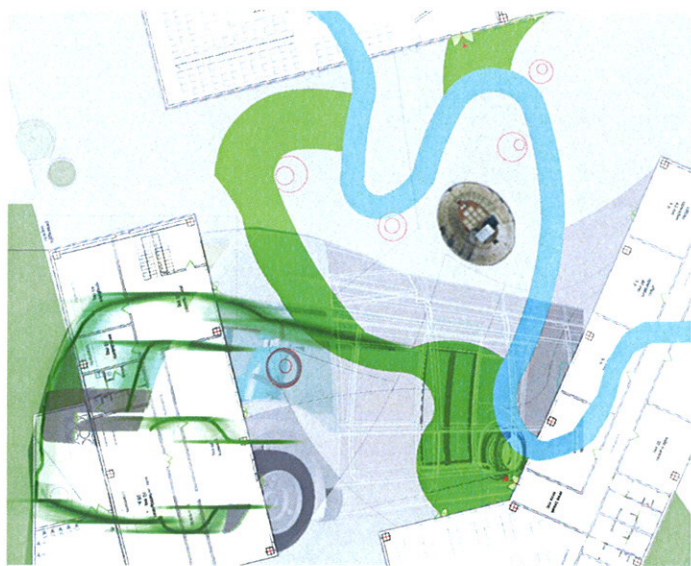


SISTEMA DI TRASPORTO PUBBLICO DI TIPO FILOVIARIO

GARA D'APPALTO PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA,
L'ESECUZIONE DEI LAVORI E LA FORNITURA DEI VEICOLI

OFFERTA TECNICA
B2 - PROGETTO DEFINITIVO



PROGETTO :

IMPIANTI LINEA DI CONTATTO

RELAZIONE TECNICA SISTEMA DI RILEVAZIONE ROTTURA FILO DI CONTATTO

CONCORRENTE
ATI:

SOVECO
COSTRUZIONI SPA

CONSORZIO COOPERATIVE COSTRUZIONI
CCC

Società cooperativa
(MANDATARIA/CAPOGRUPPO)

APTS
Advanced Public
Transport Systems bv

ALPIQ
Alpiq InTec Verona S.p.A.



MAZZI
Impresa Generale Costruzioni
S.p.A.

Balfour Beatty
Rail

SCALA	-
RIF. N°	PDG0100RT03A.doc
ALLEGATO N°	PD G0100 RT03A

PROGETTAZIONE
COSTITUENDO R.T.P.:



(MANDATARIA/CAPOGRUPPO)

DIRETTORE TECNICO

Dott. Ing. Massimo Raccosta



DIRETTORE TECNICO

Dott. Arch. Valentina Butterini

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORAZIONE	REDATTO	VISTO	APPROVATO
A	Dic. 2010	Emissione	Technital	Follesa	Tittarelli	Renso

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.
This document may not be copied, reproduced or published, either in part or entirely, without the written permission. Unauthorized use will be prosecuted by law.

1.	SCOPO DEL DOCUMENTO	2
2.	GENERALITÀ	2
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
4.	ARCHITETTURA	4
5.	MODALITÀ DI INTERVENTO	5
6.	FUNZIONALITÀ.....	8
7.	STRUTTURA DEGLI APPARATI PLF	9
8.	POSTO CENTRALE	10
9.	MANUTENZIONE.....	11
9.1.	UNITÀ PLF.....	11
9.2.	UNITÀ "TLX" POSTE IN SSE	11

1. SCOPO DEL DOCUMENTO

Scopo della presente Relazione Tecnica è quello di descrivere le caratteristiche principali del sistema "PLF" (Protezione Linea Ferro-filo-tranviaria); tale sistema consentirà di rilevare la possibile rottura del filo di contatto della linea filoviaria TPTF di Verona e provvedere ad azioni protettive (apertura dell'interruttore extrarapido) per garantire la sicurezza elettrica.

2. GENERALITÀ

La rottura della linea di contatto non garantisce, allo stato attuale delle cose, per molte ragioni (ad es. alta impedenza dell'anello di guasto oppure non sufficiente di/dt) lo sgancio dell'interruttore di sottostazione, lasciando pertanto la linea in tensione con grave pericolo per le persone e le cose che ne venissero accidentalmente a contatto direttamente o indirettamente in conseguenza della rottura stessa.

Il sistema PLF rileva in tempi rapidi la rottura del filo e di conseguenza invia il comando di apertura degli extrarapidi in SSE; assolvendo ai requisiti di protezione per la sicurezza elettrica e la messa a terra degli impianti fissi nel settore filoviario, in ottemperanza alla norma Europea EN 50122-1/ 1998 – 03.

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il sistema è stato realizzato in accordo alle seguenti norme:

- **CEI – EN 50121-4:2007-08** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie, metropolitane – Compatibilità elettromagnetica
Parte 4 : Emissione ed immunità delle apparecchiature di segnalamento e Telecomunicazioni.
- **CEI-EN50122-1:1998-03** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie, metropolitane – Installazioni fisse,
Parte1 : Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a Terra.
- **CEI-EN50124-1:2001-09** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie, metropolitane – Coordinamento degli isolanti.
Parte1 : Requisiti base- Distanze in aria e distanze superficiali al per tutta l'apparecchiatura elettrica ed elettronica.
- **CEI-EN50124-1/A1/A2 :2005-09 (VARIANTE)** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Coordinamento degli isolanti
Parte1 : Requisiti base - Distanze in aria e distanze superficiali per tutta l'apparecchiatura elettrica ed elettronica.
- **CEI-EN50163:2006-10** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane: tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione.

4. ARCHITETTURA

L'architettura del sistema descritta nel seguito è riportata schematicamente nel documento PD G0101 PT04A.

In ogni sezione di tracciato compresa tra due sottostazioni verrà installato in linea un numero variabile di dispositivi periferici PLF, che dipenderà dalla lunghezza stessa della sezione. La distanza tra due PLF sarà compresa tra 250 e 400m in funzione delle caratteristiche della linea. Ogni PLF verrà installato a metà (circa) tra due collegamenti equipotenziali e collegato con 3 cavi, rispettivamente al:

- Conduttore positivo di andata (→)
- Conduttore positivo di ritorno (←)
- Conduttore negativo di andata o di ritorno

Lungo il tracciato compreso tra le due sottostazione verrà posato un cavo in fibra ottica tipo Afumex, multimodale 62,5/125um che alle due estremità si attesterà nel quadro TLX presente in sottostazione ed in linea verrà collegato in entra/esci ad ogni PLF.

La connessione in fibra permetterà la comunicazione tra ogni PLF con le unità Front End presenti all'interno dei quadri TLX.

Ogni unità Front End di sottostazione comunicherà con il Posto centrale (centro di controllo) attraverso il Sistema di Telecomunicazione, descritto nel dettaglio nella relazione tecnica specifica (PD E0300 RT06A).

Nelle sezioni di linea semplice bifilare (dove esiste un unico senso di percorrenza del filobus), il dispositivo PLF verrà collegato alla linea con soli due conduttori (positivo e negativo).

Si riporta nella figura 1 un esempio di montaggio del dispositivo periferico PLF:



Figura 1: Esempio di installazione del dispositivo PLF.

5. MODALITÀ DI INTERVENTO

La funzione di ogni PLF è riconoscere e rilevare entro un tempo $t \leq 70$ ms la rottura della linea di contatto, diagnosticare il tipo di guasto: filo di contatto o collegamento equipotenziale e provvedere ad azioni protettive per garantire la sicurezza elettrica.

Rilevato l'evento, l'unità PLF invia, attraverso il collegamento in fibra ottica, un segnale alla Unità di Front-End in sottostazione, che eccita un relè. Un contatto di questo è usato per comandare l'apertura dell'alimentatore della tratta guasta. La chiusura del contatto avviene con un ritardo massimo di 20ms dal rilevamento del guasto.

La messa fuori tensione della linea avviene quindi per la forzata apertura dell'interruttore extrarapido.

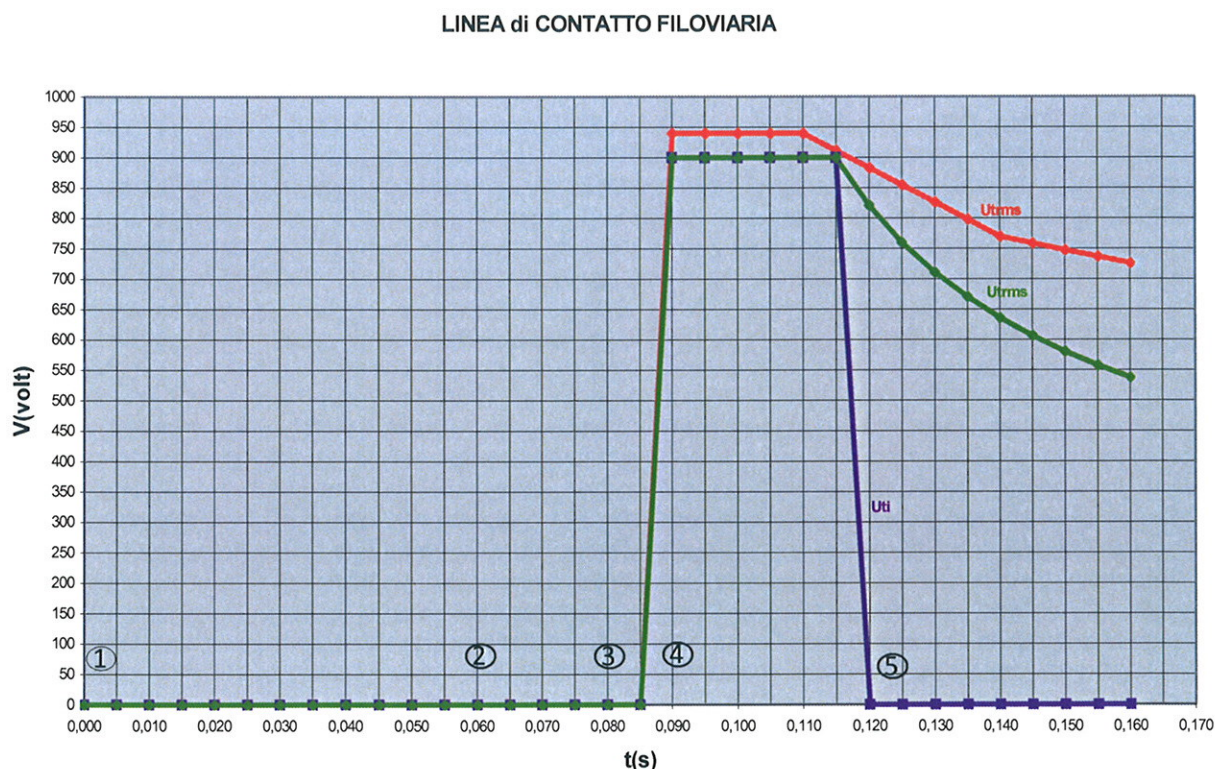
L'unità Front End contestualmente al ricevimento del comando di apertura, ha il compito di inviare al Posto Centrale il messaggio di intervento del sistema.

Il tempo totale necessario per togliere la tensione alla linea aerea a seguito del guasto è minore o uguale di 120ms e questo permette al sistema di garantire che il valore efficace della tensione di contatto sia sempre inferiore a quello ammesso dalla Norma.

Attraverso la trasmissione via cavo in F.O. il Posto centrale è immediatamente avvertito dell'evento contestualmente al messaggio di comando di apertura inviato all'extrarapido della SSE. In tal modo, sono garantite le condizioni di sicurezza nel periodo transitorio immediatamente successivo al guasto, e inoltre saranno inibiti i tentativi automatici di rimessa in tensione della linea di contatto. Solo dopo la riparazione del guasto sarà possibile dal Posto Centrale inviare un ordine al "PLF" allarmato, al fine di escludere il comando di apertura attivato in precedenza dall'Unità Front End.

A miglior spiegazione della modalità di intervento sopra descritta, si riporta in Figura 2 e tabella 1 un esempio di funzionamento del Sistema.

Figura 2 –ANDAMENTO TEMPORALE delle TENSIONI DI CONTATTO (U_t)



ANDAMENTI DELLA TENSIONI DI CONTATTO U_t IN FUNZIONE DEL TEMPO

Eventi:

- 1 Rottura filo di contatto o collegamento equipotenziale $t=0$ (origine)
- 2 Riconoscimento rottura filo di contatto $t=60\text{ms}$
- 3 Comando di apertura extrarapido di SSE via Unità di Front End $t=80\text{ms}$
- 4 Presenza tensione di contatto $t=90\text{ms}$
- 5 Apertura I di SSE $t=120\text{ms}$

Legenda andamenti della tensione:

Linea blu : Valore istantaneo della tensione di linea (U_{ti})

Linea verde: Valore efficace della tensione di contatto(U_{trms}) in funzione della durata

Linea rossa: Valore efficace della tensione di contatto (U_{trms} amm.) ammesso dalla norma CEI-EN 50122-1 – 1998-03 ed III in funzione della durata.

Si osserva in figura 2 che dall'evento n. 1, istante di rottura del filo di contatto o del collegamento equipotenziale, sono necessari al Sistema 60ms, evento n. 2, prima di riconoscere il guasto, ne occorrono ulteriori 20ms per trasferire l'informazione del "comando di apertura" all'interruttore extrarapido,

arrivando a 80ms, evento n. 3. L'interruttore extrarapido completa la manovra di apertura in circa 35ms, per un totale di circa 120ms.

Si sottolinea che dall'istante di rottura filo, sono necessari 90ms (evento n.4) prima di avere una tensione di contatto a seguito di un collegamento accidentale del filo positivo del bifilare con un corpo estraneo posto nelle vicinanze; andamento di colore verde della tensione Utrms riportato nel grafico di figura 1.

Nell'intervallo di tempo tra 90 e 120ms l'andamento del valore efficace della tensione Utrms che coincide con quello istantaneo della tensione di linea Uti, andamento di colore blu, risulta sempre inferiore a quello della tensione di contatto Utrms amm. ammessa dalla norma CEI EN 50122-1, rappresentato in colore rosso. In quanto la tensione Utrms risulta pari a 900V che coincide con il valore massimo della tensione presente in linea, mentre la Utrms amm. è pari a 940V.

Per meglio spiegare il grafico di figura 2 viene anche descritto in forma tabellare nella Tabella 1

Tabella 1: ESPLICATIVA delle TENSIONI di CONTATTO con RIFERIMENTO al DIAGRAMMA di Figura 1
(E = 900V)

LINEA CON TENSIONE NOMINALE DI 750V (+20%;-30%)				
T (s)	Ut(rms) ammessa (V)	Uti (V)	Ut(rms) (V)	NOTA
0,000	0	0	0	ISTANTE DI ROTTURA FILO DI CONTATTO E START PROCESSO DI IDENTIFICAZIONE DEL GUASTO
0,005	0	0	0	LASSO DI TEMPO NECESSARIO AL SISTEMA PER RILEVARARE IL GUASTO
0,010	0	0	0	
0,015	0	0	0	
0,020	0	0	0	
0,025	0	0	0	
0,030	0	0	0	
0,035	0	0	0	
0,040	0	0	0	
0,045	0	0	0	LASSO DI TEMPO NECESSARIO AL SISTEMA PER RILEVARARE IL GUASTO
0,050	0	0	0	
0,055	0	0	0	
0,060	0	0	0	RICONOSCIMENTO DEL GUASTO DA PARTE DEL SISTEMA
0,065	0	0	0	LASSO DI TEMPO NECESSARIO PER TRASFERIRE ALL'UNITÀ FRONT END IL COMANDO DI APERTURA
0,070	0	0	0	
0,075	0	0	0	

0,080	0	0	0	COMANDO DI APERTURA DELL'INTERRUTTORE DI SSE mediante contatto pulito dall'Unità Front End
0,085	0	0	0	
0,090	940,0	900	900	ATTIVAZIONE (START) TENSIONE DI CONTATTO
0,095	940,0	900	900	
0,100	940,0	900	900	
0,105	940,0	900	900	
0,110	940,0	900	900	
0,115	911,7	900	900	EXTRARAPIDO APERTO
0,120	883,3	0	821,6	TOLTA TENSIONE ALLA LINEA DI CONTATTO
0,125	855,0	0	760,6	
0,130	826,7	0	711,5	
0,135	798,3	0	670,8	
0,140	770,0	0	636,4	
0,145	759,0	0	606,8	
0,150	748,0	0	580,9	
0,155	737,0	0	558,2	
0,160	726,0	0	537,9	

LEGENDA :

T (s)	=	tempo trascorso dall'istante di rottura del filo/equipotenziale
Ut rms	=	valore efficace della tensione di contatto ammesso dalla norma
amm.	=	<u>CEI-EN 50122-1-dd1998-03 ed.III</u> in funzione della durata.
Utrms	=	valore efficace della tensione di contatto in funzione della durata
Uti	=	valore istantaneo della tensione di contatto

6. FUNZIONALITÀ

Il controllo della linea è eseguito anche in condizioni di assenza della tensione o di un temporaneo fuori servizio della linea, con modalità ad intermittenza ogni 10s, per un periodo massimo di 5 giorni, in cui il PLF riceve l'alimentazione dalla sua batteria di "back up". Dopo tale periodo il dispositivo si disattiva automaticamente, dandone comunicazione al Posto Centrale e rimanendo in attesa del ripristino della tensione sulla linea di contatto. Rimane comunque attivo per qualche mese un circuito di supervisione, in grado di richiamare istantaneamente in servizio il PLF al ritorno della tensione di linea.

Il dispositivo periferico PLF assolve anche le seguenti funzione:

- provvedere al monitoraggio continuo dello stato della linea di contatto per rilevarne istantanei cambiamenti nei parametri elettrici
- eseguire periodicamente in modo automatico l'auto-diagnostica mediante simulazione di guasti di linea per controllare la propria efficienza;
- comunicare al Posto Centrale, automaticamente o su richiesta dell'operatore, ogni situazione di anomalia operativa (sconnessione PLF dalla linea, test della simulazione di guasto non andato a buon fine, anomalia contattore, tensione di batteria fuori range, rete in Fibra Ottica fuori servizio ecc) attivando, tra l'altro, su pagina video-grafica, un codice colore (grigio,verde,giallo,rosso) associato ad ogni dispositivo, presente sul tracciato.

Il guasto di un PLF, non comporta l'apertura dell'extrarapido da parte della protezione, mantenendo quindi la continuità di esercizio. Il PLF stesso invia un allarme al Posto Centrale per programmare la riparazione.

L'Unità Front End di SSE è conforme alla normativa di compatibilità elettromagnetica valida per ambiente ferroviario ossia la CEI-EN 50121-4 del 2007/08 Parte 4: "Emissione delle apparecchiature di segnalamento e telecomunicazione".

7. STRUTTURA DEGLI APPARATI PLF

Gli apparecchi PLF periferici sono gestiti da una unità di controllo a microprocessore che esegue un test continuo sulla linea, attivando le azioni protettive nel caso di guasto.

E' composto dai seguenti blocchi funzionali:

Unità di controllo a microprocessore in configurazione ridondata, con generatore di segnali. Molte funzioni sono implementate in firmware sulla scheda: auto-diagnostica, auto-taratura, generazione ed analisi dei segnali, comando al contattore , segnalazione a led, comunicazione via fibra ottica , verso il Centro di Controllo;

Interfaccia di linea, con isolamento galvanico di 5,5kV eff. - 50 Hz – 60s tra Unità di controllo e linea di contatto (600Vcc-750Vcc);

Convertitore ottico/elettrico con link via cavo in fibra ottica.

L'alimentazione è derivata dal bifilare attraverso un converter DC/DC $400 \div 1000 \text{ Vcc} / 12-14 \text{ Vcc} - 2,2\text{A}$, con isolamento galvanico tra alta e bassa tensione di 5,5kV eff. – 50Hz – 60s; ed è presente inoltre una Batteria di back up 7,5 Ah / 12 Vcc con vita utile di 5 anni.

L'apparecchiatura è contenuta in quadro poliestere con protezione IP43 e dimensioni 400(B) x 400(H) x 200(P) mm .

Peso completo in condizione operativa: 15 daN

Funzionamento ammesso con $-15^{\circ}\text{C} < \text{Tambiente esterna} < 45^{\circ}\text{C}$

8. POSTO CENTRALE

Dal Posto Centrale sono gestiti i parametri riguardanti le attività funzionali e di manutenzione del sistema, tra cui:

- inviare ad ogni PLF, mediante il Sistema di Telecomunicazione e il cavo in Fibra Ottica, i settaggi delle modalità di funzionamento e le relative soglie di intervento;
- registrare e segnalare alla postazione operatore gli eventi;
- visualizzare su richiesta o in modo automatico, le informazioni relative ai test effettuati dai dispositivi PLF (es: auto-diagnosi , livello della batteria, ecc.);
- memorizzare i parametri operativi e dati storici.

I dati sono presentati sottoforma di liste (eventi e risultati di test) in formato grafico.

9. MANUTENZIONE

9.1. UNITÀ PLF

E' richiesto un controllo ciclico dello stato di carica della batteria tampone 12V-7,5Ah posta a bordo PLF e può essere eseguito periodicamente dal Centro di Controllo, senza intervento sul posto del personale addetto. Tale operazione va effettuata semestralmente, a seguito del primo anno di utilizzo in campo della batteria.

E' richiesto un controllo visivo, con cadenza semestrale, dello stato delle unità PLF, in particolare:

- All'interno dell'armadio: per rilevare l'eventuale presenza di scariche elettriche, infiltrazioni d'acqua, accumulo di polvere, presenza di insetti.
- All'esterno dell'armadio: per accertarsi che le bocchette di aerazione non siano ostruite , che ramaglie non ostacolino l'accesso al PLF, che la struttura di sostegno PLF-Palo e PLF – Tirante sia integra.

Inoltre è richiesto un controllo visivo, con cadenza semestrale, dell'integrità e corretta disposizione (scavalco isolatore di sostegno linea) dei cavi di collegamento PLF- Linea di Contatto, della loro connessione ai morsetti di linea , delle fascettature di ammaraggio dei cavi ai rispettivi tiranti /mensole.

Il dispositivo PLF non necessita infine, dopo la messa in servizio, di alcuna taratura/compensazione Hardware-Software, di rabbocco di elettrolito delle batterie tampone, di controllo elettrico strumentale della componentistica elettronica/elettrica .

9.2. UNITÀ "TLX" POSTE IN SSE

Si consiglia comunque un controllo visivo, con cadenza semestrale, dello stato delle unità TLX per rilevare l'eventuale presenza di scariche elettriche, accumulo di polvere, presenza di insetti.

Il dispositivo TLX non necessita quindi, dopo la messa in servizio, di alcuna taratura/compensazione Hardware-Software e di controllo elettrico strumentale della componentistica elettronica/elettrica .