



Comune di Bologna



Sostenibilità
è Bologna



PUMS
BOLOGNA
METROPOLITANA

RTI Progettisti:

SYSTRA

SOTECNI
SYSTRA GROUP



AEGIS
CANTARELLI + PARTNERS



STUDIO MATTIOLI
Architettura - Ingegneria - Design



cooperative archeologia

PROGETTO DEFINITIVO DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

FSC

Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione

Intervento finanziato con risorse
FSC 2014-2020 - Piano operativo della Città
metropolitana di Bologna
Delibera CIPE n.75/2017



ALIMENTAZIONE ELETTRICA ELABORATI GENERALI SISTEMA DI SUPERVISIONE E CONTROLLO (SCADA) - RELAZIONE TECNICA

COMUNE DI BOLOGNA
SETTORE MOBILITA' SOSTENIBILE E INFRASTRUTTURE

IL DIRETTORE DEL SETTORE
ING. CLETO CARLINI

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ING. GIANCARLO SGUBBI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO
ING. MIRKA RIVOLA

SEGRETERIA TECNICA
ING. BARBARA BARALDI
GEOM. AGNESE FERRO
ARCH. VIRGINIA BORRELLO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

RESPONSABILE DI COMMESSA
ING. PAOLO MARCHETTI

COORDINATORE TECNICO
ING. ALESSANDRO PIAZZA

SISTEMA TRANVIARIO
ING. SANTI CAMINITI

ARCHITETTURA E INSERIMENTO URBANISTICO
ARCH. SEBASTIANO FULCI DE SARNO

OPERE A VERDE
ARCH. NICOLA CANTARELLI

OPERE STRUTTURALI
ING. STEFANO TORTELLA

SEGNALAMENTO E TELECOMUNICAZIONI
ING. ALBERTO FORCHINO

AMBIENTE
PROF. MATTEO MATTIOLI

SICUREZZA
ARCH. SERGIO MOSCHEO

ARCHEOLOGIA
DOTT. CRISTINA BIGAZZI

BIM MANAGER
GEOM. MIRKO CASAROLI

RESP. INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
ING. SANTI CAMINITI

IMPIANTI TECNOLOGICI
ING. JEREMIE WAJS

STUDI TRASPORTISTICI
ING. ANDREA SPINOSA

VIABILITA' INTERFERENTE E SOTTOSERVIZI
ING. PIETRO CAMINITI

IDRAULICA E IDROLOGIA
ING. ANDREA BENVENUTI

DEPOSITO
ING. GIORGIO COLETTI

ARMAMENTO
ING. MAURIZIO FALZEA

GEOLOGIA E GEOTECNICA
DOTT. GEOL. ANTONIO PAONE

TRAZIONE ELETTRICA
ING. DOMENICO D'APOLLONIO

IMPIANTI MECCANICI
ING. MATTEO MARIOTTI

PIANI ECONOMICI E FINANZIARI
ING. BORIS ROWENCZYN

COMMESSA	FASE	LOTTO	WBS	DISCIPLINA	TIPO	NUMERO	REV.	SCALA	NOME FILE
B381	D	X00	IAE	XXX	RT	07	A		B381-D-X00-IAE-XXX-RT-07-A

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	Nov. 2020	EMISSIONE	TORTORELLA	D'APOLLONIO	S. CAMINITI
B					
C					
D					

Indice

1. PREMESSA.....	2
1.1 NORME DI RIFERIMENTO.....	2
2. DESCRIZIONE GENERALE.....	4
3. ARCHITETTURA DEL SISTEMA DI COMANDO E CONTROLLO	7
4. POSTO PERIFERICO DI SSE.....	8
4.1 OSCILLOPERTURBOGRAFIE DELLE PROTEZIONI	11
5. POSTO PERIFERICO DI FERMATA	14
6. SISTEMA DI SUPERVISIONE (HMI/SCADA).....	15
6.1 AREE DATI.....	16
6.2 GESTIONE TELECONTROLLI	18
6.3 GESTIONE TELECOMANDI.....	19

1. PREMESSA

Scopo del presente documento è descrivere il sottosistema di supervisione e controllo (SCADA) da realizzare nell'ambito dei lavori della nuova linea Rossa della città di Bologna. In particolare il presente documento descrive il sistema SCADA per la diagnostica dei seguenti sottosistemi:

- Sottostazioni elettriche
- Impianti luce e forza motrice delle fermate in linea.

1.1 NORME DI RIFERIMENTO

CEI EN 61000-3-2	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase)
CEI EN 61000-3-3	Parte 3-3: Limiti - Limitazione delle variazioni di tensioni, delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale ≤ 16 A per fase e non soggette ad allacciamento su condizione
CEI EN 60950	Apparecchiature per la tecnologia dell'informazione - Sicurezza
CEI EN 60870	Sistemi ed apparecchiature di telecontrollo
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
Legge 186, 1 marzo 1968	Disposizioni concernenti la produzione dei materiali e l'installazione degli impianti elettrici
D.Lgs. 159/16	Attuazione dell'articolo 1 della legge 18 agosto 2016, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
D.M. 22/01/2008 n.37	Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2

	dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici
D.Lgs. 86/16	Attuazione della direttiva 214/35/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione
DPR 24 luglio 1996 n. 503	Disposizioni legislative in materia di abbattimento delle materie architettoniche ed in particolare
73/23/CEE emendata dalla direttiva 93/68/CEE	Direttiva Bassa tensione
Direttiva EMC	Compatibilità Elettromagnetica (89/336/CEE emendata dalle direttive 92/31/CEE, 93/68/CEE e 93/97/CEE Attuazione direttive CEE relative alla compatibilità elettromagnetica
	Disposizioni particolari dei Vigili del Fuoco in materia di impianti elettrici.

2. DESCRIZIONE GENERALE

Il Sistema di Comando e Controllo Tramviario SCADA, situato al PCC, ha come obiettivo il conseguimento di un elevato livello di qualità del servizio mettendo a disposizione strumenti e procedure operative che consentano:

- la maggior diagnostica possibile degli impianti per il supporto alla manutenzione al fine di prevenire i guasti o di ridurre al minimo gli effetti degli stessi;
- garantire la maggiore disponibilità per il servizio al pubblico in termini d'informazione (es. fermate) e sicurezza.

La funzione dello SCADA è quella di mediare ed integrare le funzionalità complesse e specifiche di ogni sottosistema rendendole all'operatore semplificate e fruibili tramite un'interfaccia grafica omogenea ed operativa, dove poter svolgere il proprio esercizio.

L'architettura proposta per il servizio di gestione integrata riguarda i seguenti sottosistemi:

- Sottostazioni Elettriche (SSE);
- TVCC;
- Diffusione Sonora;
- Pannelli Informativi;
- Allarmistica in generale in fermata.

In particolare, per quanto riguarda le SSE, il sistema permetterà agli operatori della Postazione Centrale di Controllo, di effettuare la supervisione ed il telecontrollo degli apparati per la trazione elettrica (alimentazione, trasformazione e distribuzione).

Per fare ciò al Posto Centrale verranno raccolte le informazioni provenienti dai vari PLC che saranno installati.

L'interfacciamento tra il sistema di supervisione ed i PLC di controllo sarà realizzato mediante rete Ethernet TCP-IP, mentre l'interfaccia verso dispositivi ausiliari dei vari sottosistemi della SSE ed eventuali protezioni multifunzioni, sarà realizzato mediante protocollo Modbus-TCP.

Le informazioni acquisite saranno trattate e proposte all'utente in tempo reale, tramite rappresentazione grafica e tabellare, e come elaborato storico allarmi per la diagnostica. Il sistema consentirà livelli di accesso diversificati in modo da assegnare responsabilità differenti agli operatori (solo visualizzazione; visualizzazione e comando; visualizzazione, comando e parametrizzazione).

L'acquisizione delle informazioni necessarie dai nuovi sistemi ausiliari (diagnostica generale), sarà realizzata tramite protocollo Modbus-TCP ed i segnali saranno acquisiti direttamente ai sistemi di automazione installati al PCC.

Tramite le postazioni operatore ed un interfaccia Uomo-Macchina (HMI) di tipo grafico, gli operatori potranno gestire in modo integrato tutti i gli apparati appartenenti ai sottosistemi sopra indicati.

Lo SCADA è fisicamente e logicamente suddiviso in client e server. Il software server risiede in un PC server mentre il software client, necessario alla visualizzazione delle pagine video degli operatori, risiede nelle workstation operatore. Il server provvede a gestire le informazioni provenienti dai sottosistemi e inviarle in forma grafica ai vari client degli operatori.

Lo SCADA condivide le workstation operatore con gli applicativi dei diversi sottosistemi realizzando di fatto una integrazione visiva delle interfacce grafiche.

Grazie all'uso di tecnologie software di mercato, lo SCADA sarà in grado di scambiare dati anche con altri sottosistemi che fanno parte dell'impianto tecnologico della Tranvia.

Il sistema SCADA consentirà inoltre agli operatori del PCC una gestione caratterizzata dalle seguenti funzioni principali per le sottostazioni elettriche:

- Telecomando / telecontrollo SSE
- Rappresentazione dello stato dell'impianto sulla postazione operatore mediante sinottico generale dell'impianto e sinottici particolari per i vari sottosistemi
- Telecomando e telecontrollo delle alimentazioni e monitoraggio della linea MT (Media tensione) ENEL, apparati di trasformazione dell'energia da MT a BT (Bassa Tensione) delle SSE

-
- Supervisione e controllo dell'alimentazione di trazione elettrica
 - Acquisizione dello stato di enti di SSE e degli allarmi associati
 - Invio comandi agli enti periferici di SSE
 - Acquisizione di misure energetiche delle SSE quali ad esempio qualità della rete e monitoraggio delle oscillo-perturbo-grafie, mediante schede di comunicazione RS 485 interfacciate con i vari strumenti presenti nei quadri elettrici
 - Archiviazione degli ultimi allarmi acquisiti dall'impianto.

3. ARCHITETTURA DEL SISTEMA DI COMANDO E CONTROLLO

Il Sistema di Comando e Controllo Tranviario è composto principalmente da:

- Posto Centrale di Controllo e Comando (PCC)
- Concentratori Periferici (PLC locali ed apparecchiature varie) installati in ogni singola fermata e nelle SSE.

Il Posto Centrale per il controllo centralizzato della linea oggetto di progettazione coinvolge i seguenti sottosistemi:

- Sottosistema di Aiuto Esercizio (SAE): supervisione della circolazione tramviaria e della gestione del parco rotabili e del personale;
- Sottosistema di Controllo del Traffico: controllo e gestione della circolazione tramviaria e stradale interagendo con le unità multifunzionali periferiche;
- Sottosistema di Aiuto Informazione (SAI): gestione gli apparati informativi per gli utenti alle fermate;
- Sistema di Gestione Tecnica Centralizzata: gestione dell'energia di trazione, supervisione degli impianti fissi di linea, delle sottostazioni di energia, nonché della diagnostica dei sistemi dei rotabili, dei sistemi di bordo e dei punti periferici.

4. POSTO PERIFERICO DI SSE

Ogni SSE dispone di un posto periferico dello SCADA. Questo si compone di HW commerciale (armadio RTU), che si interfaccia con gli apparati di campo tramite opportune schede I/O remotate alloggiate negli stessi apparati di campo e inoltre mediante una scheda di comunicazione RS485 che raccoglie tutte le informazioni che i vari apparati in campo rendono disponibili, tramite il protocollo Modbus. Inoltre è fornito di un opportuno SW, che svolge la funzione di gestione, comando e controllo degli enti componenti la SSE:

- Quadro MT
- Quadro generale BT servizi ausiliari
- Centraline termometriche trasformatori di trazione
- Centralina termometrica trasformatore servizi ausiliari
- Raddrizzatori
- Interruttori extrarapidi
- Interruttori di manovra - sezionatori positivi
- Servizi ausiliari ca - cc
- Masse interne
- Sezionatori di linea
- Sezionatori di 1° e 2° fila
- UPS
- Caricabatterie
- Centrale rivelazione incendi
- Centrale Antintrusione.

Negli elaborati di progetto è illustrato lo schema del posto periferico SCADA, in cui sono visibili l'armadio RTU che si interfaccia col PCC tramite collegamento in fibra ottica, i moduli I/O posti negli apparati periferici, la rete Controlnet di collegamento tra RTU e moduli I/O, il modulo Modbus, con la relativa rete seriale RS485 per la trasmissione delle

misure degli apparati periferici, ed il Pannello Operatore che consente di visualizzare su uno schermo touch screen gli stati e gli allarmi del posto periferico e di inviare i comandi agli enti di SSE.

I grafici forniscono una rappresentazione di massima dell'architettura prevista per il governo delle SSE; si distingue l'armadio RTU, le schede di interfaccia verso i dispositivi di campo (Digital Input ed Output e di acquisizione seriale su protocollo Modbus), ed i collegamenti all'interno della SSE in Control-NET per la connessione delle schede I/O remote e l'armadio RTU.

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 remote e la scheda Modbus ES485.

Si prevede un sistema di controllo ridondante dei PLC della sottostazione elettrica, per garantire continuità di servizio, maggiore disponibilità e affidabilità in caso di guasto.

Tutti gli ingressi digitali saranno cablati direttamente a morsettiera, tutte le uscite digitali saranno interfacciate tramite moduli a relè, tutti gli I/O analogici saranno acquisiti direttamente a morsettiera (non è prevista l'installazione di separatori galvanici).

Sulla portella di ciascun quadro sarà previsto un Terminale operatore 15".

Di seguito una descrizione dei principali componenti architetture di periferia relativi al sistema Telecomando SSE (SCADA).

Unità di controllo remota (RTU)

L'unità di controllo remota costituisce un'unica architettura di controllo integrata per applicazioni di controllo discreto, di azionamenti, di movimento e di processo.

Questa architettura integrata fornisce un motore di controllo comune, un unico software di programmazione e supporto delle comunicazioni per le varie piattaforme hardware.

L'unità di controllo utilizza un sistema operativo multitasking e multiprocesso, adoperando, inoltre, lo stesso set di istruzioni in più linguaggi di programmazione. L'unità incorpora l'architettura NetLinx per comunicare tramite le reti EtherNet/IP, ControlNet e DeviceNet.

Remote I/O

I moduli I/O remoti offrono tutte le funzionalità dei più diffusi sistemi di I/O “rack-based” ma con minori spazi.

Tale Sistema permette di eliminare l’ingombro dei cavi di relazione circolanti per le stanze tecniche potendosi installare direttamente a bordo macchina, diminuendo così costi e tempi di installazione. Più nodi ed accessori per semplificarne l’installazione e favorirne l’espandibilità possono essere aggiunti al variare dei requisiti. I remote I/O saranno installati su barra DIN isolata.

Rete di campo Controlnet.

Principali caratteristiche:

- Previsioni altamente deterministiche e affidabili sui tempi di consegna dei dati.
- Elevata ripetibilità i tempi di trasmissione sono costanti e non influenzati dai dispositivi connessi alla rete o dai dati che stanno lasciando la rete.
- Controllo ad alta velocità (5 Mbit/sec) e capacità di gestione dati che garantiscono prestazioni I/O potenziate.
- Backup caldo, ridondanza dei supporti di comunicazione e opzioni di sicurezza intrinseca che rendono ControlNet ideale per i settori industriali più esigenti.
- Gamma estremamente ampia di controllori, I/O, HMI, azionamenti e soluzioni per il controllo del movimento ControlNet che si possono connettere.

Pannello Operatore:

pannello operatore touch-screen da 15 pollici. I display luminosi, con grafica a colori a 18 bit, presentano funzionalità avanzate maschere preconfigurate integrate in ogni terminale. Tutti i terminali sono programmati utilizzando un ambiente di sviluppo comune, in grado di programmare anche applicazioni di supervisione multiclient, multi server di alto livello.

I terminali includono di default la connessione Ethernet/IP e tutti sono dotati di comunicazioni RS232 per operare con qualunque controllore Allen-Bradley (comunicazioni con terze parti disponibili con Kep Ware). I moduli opzionali, installabili

sul campo, consentono le comunicazioni su ControlNet, DeviceNet, RIO, DH+, DH485, Modbus Plus e PROFIBUS.

L'Hardware del Posto Periferico SCADA di SSE sarà installato in un apposito quadro di dimensioni massime pari a 800 x 600 x 2000 (lxhxp) mm. Il quadro sarà installato all'interno della SSE e dovrà avere IP30 a porte chiuse e IP20 a porte aperte. L'indice di protezione agli urti deve essere almeno IK07. Il quadro sarà accessibile solo dal fronte e dovrà prevedere l'ingresso cavi dal basso. Sulla portella sarà alloggiato il pannello operatore touch screen.

Il quadro sarà alimentato a 230 V 50 Hz da sbarra normale, a 230 V 50 Hz da UPS, 110 V e 24 V in corrente continua. L'alimentazione da sbarra normale deve essere utilizzata per alimentare una presa all'interno del quadro, ed eventuali apparecchiature ausiliarie (illuminazione interna, scaldiglia anticondensa), mentre le altre alimentazioni saranno utilizzate per il PLC, il Pannello Operatore, i remote I/O all'interno del quadro, ecc.

4.1 OSCILLOPERTURBOGRAFIE DELLE PROTEZIONI

Mediante SW specifici commerciali, installati sul Server dello SCADA, sarà possibile:

- la parametrizzazione, diagnostica, upload/download e configurazione (vedi figura 1);
- la visualizzazione ed analisi (vedi figura 2)

dei dati di oscillografia delle protezioni delle SSE.

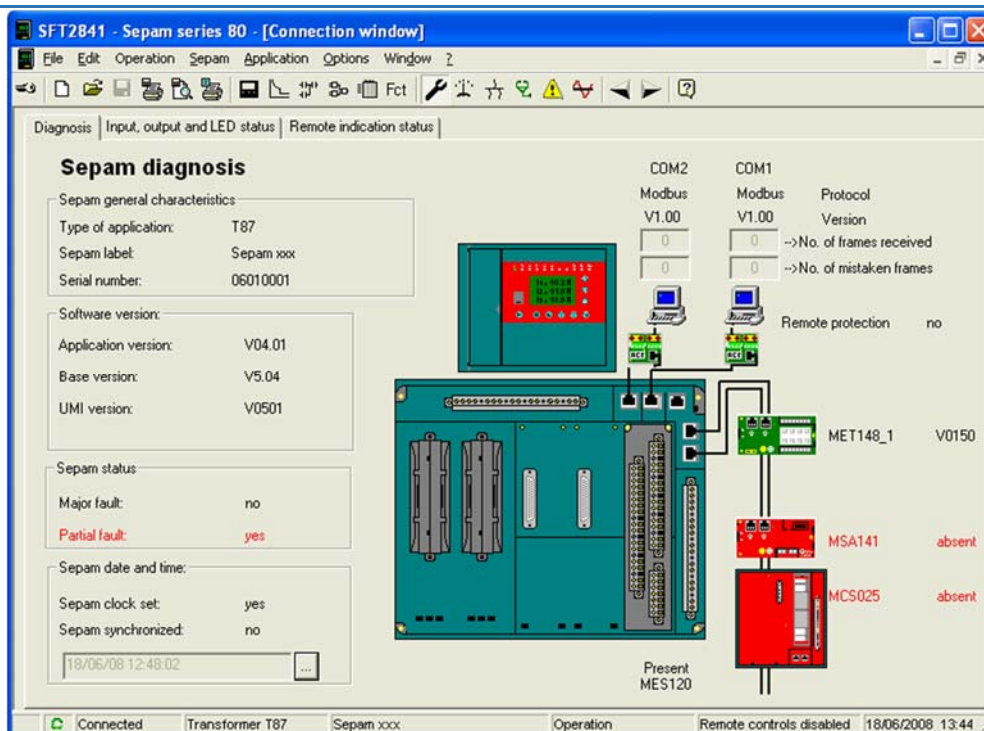


Figura 1 - Esempio di interfaccia grafica del SW

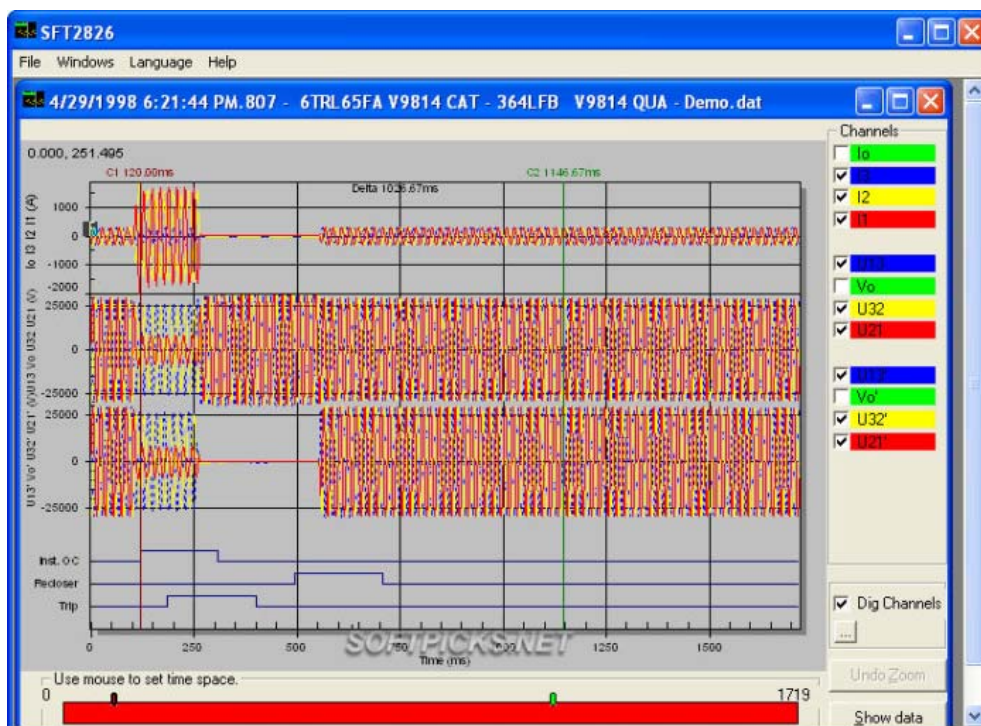


Figura 2 - Esempio di analisi delle Oscilloperturbografie delle protezioni delle SSE

Il SW, mediante la sua interfaccia grafica, consente all'operatore di PCC l'impostazione e il controllo del funzionamento delle unità di protezione.

Pertanto permette di:

- caricare, scaricare e modificare le impostazioni di protezione e dei parametri;
- ottenere tutte le misure e informazioni utili durante la messa in servizio;
- monitorare lo stato della rete elettrica;
- eseguire la diagnostica di qualsiasi evento interessi la rete elettrica.

Inoltre viene usato per visualizzare, analizzare e stampare i dati relativi ai disturbi registrati con le oscillografie delle protezioni, in particolare:

- analisi dei dati di registrazione delle oscillografie;
- selezione dei segnali analogici e dei dati logici per la visualizzazione;
- zoom e misurazione del tempo che trascorre tra gli eventi;
- visualizzazione di tutti i valori numerici registrati;
- esportazione dei dati in formato file;
- stampa delle curve e/o dei valori numerici registrati.

5. POSTO PERIFERICO DI FERMATA

Il sottosistema è costituito da una rete di PLC (Programmable logic controller) nelle fermate e da una parte di supervisione al Centro di Controllo (PCC), dedicata in particolare alla supervisione degli allarmi degli impianti non-TE (Trazione Elettrica) presenti presso le fermate. Il sistema di supervisione è integrato nella piattaforma SCADA su cui si basa il sistema di telecontrollo di PCC.

La raccolta degli allarmi e della diagnostica delle apparecchiature è realizzata mediante PLC distribuiti nelle fermate; per i PLC nelle fermate una parte degli I/O sono dedicati alla raccolta allarmi degli apparati di fermata e del quadro elettrico.

Il quadro elettrico di alimentazione delle utenze di fermata viene alimentato in bassa tensione dal QGBT della sottostazione elettrica più vicina.

Le utenze di fermata sono costituite dall'impianto di illuminazione e di forza motrice, dalle telecomunicazioni, emettitrici ed obliterate dei biglietti e pannelli informativi.

Il sistema di telecontrollo segnala la presenza di tensione al quadro (in arrivo dalla SSE) e lo stato degli interruttori di distribuzione dell'energia. E' prevista una morsettiera di appoggio per la parte relativa agli allarmi degli apparati di comunicazione nelle fermate.

La rete di collegamento utilizzata per l'interconnessione dei PLC è la dorsale di rete in standard Gigabit Ethernet. I PLC sono dotati di porta ethernet e gestiscono il protocollo TCP/IP.

6. SISTEMA DI SUPERVISIONE (HMI/SCADA)

Sarà fornito un sistema di supervisione al Posto Centrale PCC tipo Server/Client, predisposto per la visualizzazione delle pagine video di diagnostica.

Il software di gestione dello SCADA è caratterizzato da:

- interfaccia con sistema operativo Windows estremamente semplificata ed “user friendly”;
- modalità editor in linguaggio “Ladder”, “Functional Block”, “Based Structured Text” e “Sequential Functional Chart” compatibili con la IEC 1131;
- modalità avanzate e veloci di diagnostica e “troubleshooting”;
- semplicità di configurazione e comunicazione.

I software presentano struttura e funzioni che consistono nel definire le corrispondenze tra le aree di memoria generate in automatico a partire dalle singole liste di interfaccia e i reali ingressi e uscite cablati sul campo, nonché alle funzioni correlate.

Il software, sviluppato in linguaggio LADDER per facilitarne la lettura, è strutturato in maniera modulare con una o più routine (a seconda delle apparecchiature gestite) per ogni utenza; ciascuna di queste si interfaccia con una routine di Input ed una di Output per effettuare la particolarizzazione di cui sopra e con le routine per l'esecuzione e gestione dei comandi.

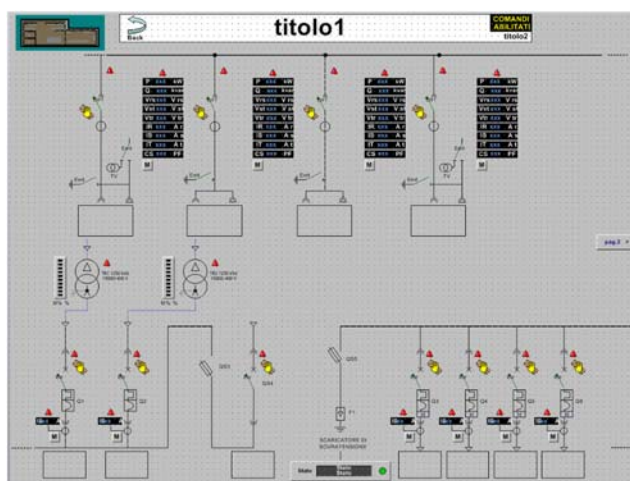


Figura 1 - Sinottico

6.1 AREE DATI

La memoria del PLC destinata a contenere le informazioni da gestire sia in ingresso che in uscita si può suddividere principalmente in due grosse aree.

La prima è intrinsecamente definita, infatti, nel momento in cui all'interno del software si definisce un gruppo di I/O remoti, automaticamente verranno definite una serie di variabili e precisamente:

- una word di "Dati" per ogni modulo I/O digitale da 16 (1 INT), due per ogni modulo da 32 (1 DINT), otto per ogni modulo di ingressi analogici (8 INT, uno per ogni misura);
- una word di configurazione per ogni modulo (1 INT);
- due word ad uso interno del software per la determinazione di condizioni di anomalia della scheda (1 DINT);
- alcune variabili di tipo booleano (ON/OFF) per le schede di Input analogiche per le segnalazioni di Underrange ed Overrange (valori di corrente in ingresso al di fuori del range previsto).

La seconda area, definita invece dall'utente, è composta da tutti i dati che devono essere gestiti dal posto centrale e quindi sarà composta per ogni ente controllato da una struttura costituita da un insieme di bit così realizzata:

- un bit per ogni input digitale il cui nome sarà un simbolico dello stato monitorato;
- tre bit per ogni comando:
 - il primo il bit il cui nome sarà un simbolico del comando gestito, è quello che lo SCADA va a forzare in corrispondenza dell'invio comando;
 - un bit di comando "in esecuzione", è quello che forza l'attivazione della uscita digitale corrispondente;
 - un bit di "time out", è quello che indica la conclusione della gestione comando con esito negativo;
- una word per ogni misura analogica;
- una word per i dati di underrange ed overrange per ogni modulo analogico;

- un bit di risolutivo di allarme nel caso che il numero di allarmi per l'ente considerato sia diverso da 0;
- un bit di inconsistenza per ogni coppia di stati antitetici.

Tutti i dati gestiti in questa area di interfaccia SCADA/PLC sono mappati all'interno del PLC in maniera univoca, di modo che per ogni PLC la stessa informazione sia resa disponibile allo SCADA puntando sempre alla stessa struttura dati ed in particolare allo stesso bit della struttura, analogamente per ogni comando inviato al PLC.

Si consideri per esempio un ente del sistema, costituito da due stati, due allarmi e due comandi, la struttura corrispondente sarà realizzata come di seguito o in modo equivalente:

struttura ENTE

ENTE . STATO_1
ENTE . STATO_2
ENTE . INCONSISTENZA_STATO_1_STATO_2
ENTE . ALLARME_1
ENTE . ALLARME_2
ENTE . CUMULATIVO_ALLARMI
ENTE . COMANDO_1
ENTE . COMANDO_1_IN_ESECUZIONE
ENTE . COMANDO_1_TIMEOUT
ENTE . COMANDO_2
ENTE . COMANDO_2_IN_ESECUZIONE
ENTE . COMANDO_2_TIMEOUT

Fine struttura

Si consideri invece un ente del sistema costituito da 2 misure, la struttura corrispondente sarà uguale alla precedente con la sola differenza che gli elementi della struttura non conterranno solo bit (underrange ed overrange), ma anche word per la gestione delle misure equivalente a quella sotto riportata:

struttura ENTE

ENTE . MISURA_1

ENTE . OVERRANGE_MISURA_1
ENTE . UNDERRANGE_MISURA_1
ENTE . MISURA_2
ENTE . OVERRANGE_MISURA_2
ENTE . UNDERRANGE_MISURA_2

Fine struttura

Al fine di ottimizzare le comunicazioni con i livelli software superiori alle strutture sono poi accorpate in una unica struttura, definita “MAP”, che nel suo insieme rappresenta proprio l’area di interfaccia SCADA/PLC che sarà quindi costituita come di seguito o in modo equivalente:

struttura MAP

MAP . struttura ENTE_1
MAP . struttura ENTE_2
...
MAP . struttura ENTE_(n)

Fine struttura

6.2 GESTIONE TELECONTROLLI

Ogni segnale digitale viene acquisito dal campo, sotto forma di informazione binaria, dalle schede di Input digitali ed automaticamente trasferito nella area di memoria corrispondente. Nel ladder (routine) degli “Input” si effettua il passaggio dalle word “Dati” in cui avviene la archiviazione automatica alle strutture create ad hoc nel PLC per la gestione delle logiche locali ed il successivo passaggio dati a SCADA. E’ quindi generato un ladder per ogni utenza, all’interno del quale:

- sono valutati i cumulativi di allarme, utili, a livello SCADA, per l’identificazione veloce dell’ente allarmato;
- sono richiamate le routine di comando ed acquisiti i ritorni della gestione comandi;
- sono valutate le incongruenze per gli stati antitetici.

Le informazioni analogiche vengono acquisite dalle schede di Input analogiche e, a ciascuna di esse, è associata una intera “word” nella area di memoria corrispondente e almeno due bit per le informazioni di underrange ed overrange. Il valore assunto da tale word sarà proporzionale al valore di corrente acquisito in ingresso dal canale della scheda, ed il valore già scalato secondo i parametri definiti dalla lista di interfaccia sarà passato nell’area di memoria destinata all’interfaccia PLC/SCADA. Le informazioni analogiche, prelevate tramite rete Modbus, saranno trasferite allo SCADA su aree di scambio dati compatibili con l’informazione contenuta (resa disponibile dal dispositivo di campo Slave Modbus), tali informazioni saranno trasferite a SCADA così come generate dal dispositivo di campo; inoltre se previste dal dispositivo di campo, dovranno essere fornite informazioni di underrange ed overrange.

6.3 GESTIONE TELECOMANDI

Alla richiesta di invio di un comando da SCADA corrisponderà la scrittura di un bit all’interno della area di memoria condivisa del PLC (bit “comando xxx”); questo gestirà l’esecuzione del comando, settando ad “1” il bit di “in esecuzione” che darà il via alla logica di gestione locale del comando e passato a SCADA manifesterà la presa in consegna della richiesta di comando.

L’invio di qualunque comando a qualunque ente controllato è sempre gestito alla stessa maniera, nel senso che la sequenza di azioni da compiere è sempre la stessa dato che ogni controllo sull’abilitazione del comando viene effettuato a livello SCADA; questo è il motivo per cui nella struttura proposta le routine di gestione comando sono esterne ai ladder generati per ogni utenza e parametrizzate in modo da essere accessibili da ogni ladder utenza che abbia necessità di richiamarle.

La parametrizzazione della routine sarà realizzata mediante lo scambio tra routine di comando e routine richiamanti una struttura di comando così costituita:

- 1 bit per l’invio comando;

- 1 bit di feedback, utilizzato per verificare se il comando ha avuto buon esito, in pratica è il bit di “stato” dell’apparato di campo;
- 1 bit per la segnalazione di “in esecuzione” del comando richiesto;
- 1 bit per la segnalazione di “time out” del comando richiesto;
- 10 bit destinati ad uso interno per la gestione della logica di comando;
- 1 timer per la gestione della durata di esecuzione del comando intesa come tempo per il quale viene tenuta alta l’uscita corrispondente prima che venga decretato il “time out”, tale timer è configurato di default a 10 secondi.

La gestione del comando dalla richiesta via SCADA al completamento dell’esecuzione è classificabile come una successione di eventi sequenziali ed in quanto tali schematizzabili semplicemente con linguaggio SFC mediante fasi e transizioni. L’algoritmo rappresentato sarà così facilmente traducibile, tramite l’utilizzo di regole ben definite, in linguaggio ladder e quindi implementabile sul PLC.