

Sistemi di Supervisioe

S.C.A.D.A.

SPECIFICA

TECNICA

a cura di Marco Dal Prà

Edizione 3.1
Gennaio 2008

PRESENTAZIONE

Questa specifica tecnica si occupa di descrivere l'architettura di un Sistema di Supervisione utilizzato per il controllo di un processo di automazione industriale.

Questi sistemi sono oggi basati su software di mercato denominati SCADA, e funzionanti su comuni Personal Computer.

Marco Dal Prà

1. GENERALITA'

Per il controllo e la supervisione dei processi industriali si utilizzano appositi software denominati SCADA, sigla che significa: **Supervision, Control And Data Acquisition**.

Questi programmi rappresentano in forma grafica sullo schermo di un PC lo stato di un segnale presente in un impianto.

La forma grafica può essere planimetrica (legata al disegno della macchina) oppure in forma tabellare (allarme) oppure ancora in forma di grafico temporale, o con la simbologia del processo che viene controllato (ad esempio un impianto termico, chimico, elettrico, ecc).

Dato che il software non cambia a seconda dei PLC usati, in fase di installazione si dovrà configurare anche un apposito driver che provvede ad interpretare al software SCADA il protocollo di comunicazione (linguaggio) dei PLC al quale è collegato.

2. SVILUPPO

Lo sviluppo dell'applicazione di supervisione con un software SCADA non costituisce una vera e propria programmazione, ma si tratta di una modellazione del software fino a fargli assumere la forma voluta.

Le fasi di programmazione, o meglio configurazione, si distinguono in :

- configurazione del driver di comunicazione (quanti PLC ci sono nella rete)
- assegnazione delle TAG, ovvero di un nome a ciascuna variabile (in, out, ecc..)
- tracciatura delle pagine grafiche e loro animazione
- tracciature di pagine grafiche di controllo e navigazione (menu')

Si descrive in seguito l'architettura per un sistema di supervisione e controllo.

3. ARCHITETTURA

3.1. Generalità

Per realizzare un sistema di controllo completo, si deve utilizzare un sistema costituito da una architettura suddivisa in tre livelli, ognuno occupato da determinate apparecchiature :

| | Livello | Esempi | Sistema |
|--------------|----------------|---------------------------------------|------------|
| ALTO | Informativo | Interfacce operatore e Stazioni SCADA | SdS |
| MEDIO | Controllo | Controllori Programmabili (PLC/DCS) | SRC |
| BASSO | Bordo Macchina | Sensori, Strumenti, Attuatori, ecc.. | - |

Tralasciando il livello basso, ossia quello dei dispositivi, si dovrà tenere conto che gli altri due livelli dovranno essere realizzati con i sistemi raffigurati nella Figura 1 e descritti in seguito.

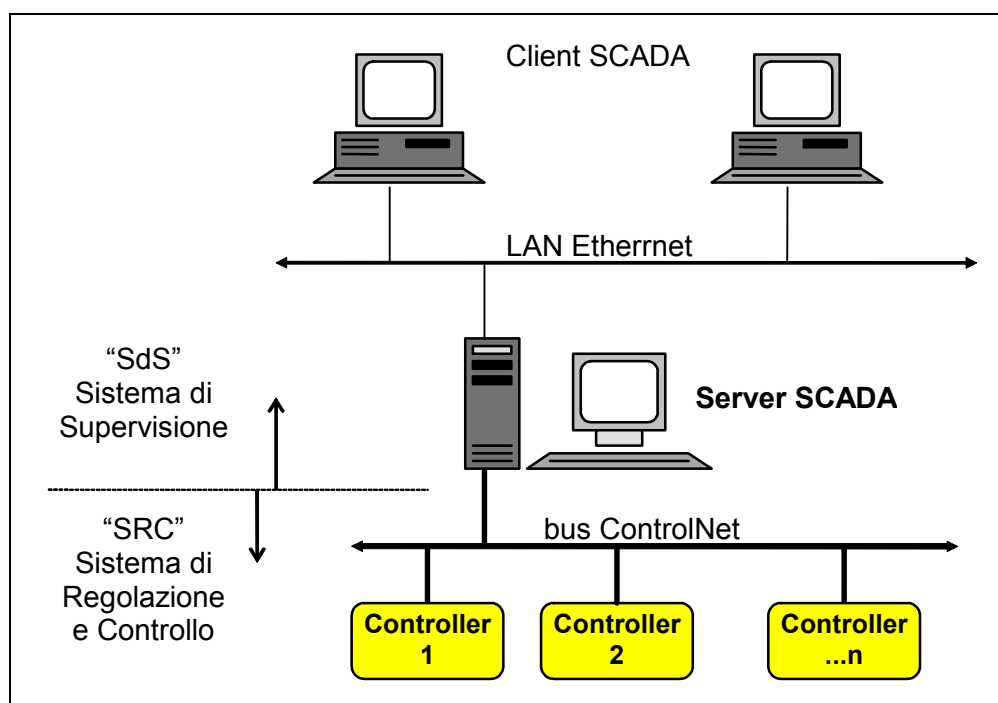


Figura 1 - Struttura tipica di un sistema di controllo e supervisione

3.2. Sistema di Supervisione (SdS)

Il sistema di supervisione (SdS) è il complesso delle apparecchiature che interfacciano i sistemi di regolazione e controllo con gli operatori, tramite mezzi informatici.

E' tipicamente composto da PC con software SCADA.

Tra i compiti di un SdS, oltre che quello di interfaccia Uomo/Macchina, vi è quello di archiviare i dati di funzionamento dell'impianto e di coordinare le comunicazioni tra sistemi diversi.

3.3. Sistema Regolazione e Controllo (SRC)

Il compelsso formato dalle apparecchiature atte a comandare e regolare tutti gli attuatori di un processo o di un impianto, sia in modo automatico, che in modo manuale, ossia tramite comandi impartiti da un operatore.

Il Sistema di regolazione e controllo è tipicamente composto da apparecchiature quali PLC o DCS, a stretto contatto con il processo, e quindi collocate direttamente all'interno di macchinari e quadri elettrici.

Il funzionamento automatico è normalmente eseguito da appositi software, personalizzati per l'impianto, ad eccezione per le funzioni di sicurezza che devono essere svolte da logiche cablate.

Per il funzionamento in manuale, questo deve avvenire sempre entro i limiti di sicurezza decisi per ciascuna funzione, a significare che il SRC deve sorvegliare anche le azioni compiute dagli operatori.

3.4. Reti di comunicazione

Dato che nell'impianto vi sono apparecchiature disposte secondo una gerarchia a tre livelli, risulta necessario che ogni livello sia dotato di una rete per mettere in comunicazione le proprie apparecchiature, cosicché per ciascuno di essi sono necessarie reti con caratteristiche diverse.

| Livello | Tipo di rete | Apparecchiature | Esempi |
|--------------|-----------------------------|--------------------------|------------|
| ALTO | Rete di Supervisione | Stazioni SCADA | Ethernet |
| MEDIO | BUS di Controllo | Controllori (PLC / DCS) | ControlNet |
| BASSO | BUS di Campo | Input/Output distribuiti | DeviceNet |

Questa suddivisione verticale dei sistemi di automazione comporta vantaggi in termini di prestazioni, di efficienza e di affidabilità, in quanto :

- In ciascuna rete transita il traffico di dati per cui è stata concepita
- Il traffico per i BUS è predeterminabile in fase di progetto
- Le prestazioni della rete di alto livello (supervisione) non influenza in alcun modo il Processo di Controllo e quindi il funzionamento dell'impianto.

Questo ultimo elemento è particolarmente importante per aumentare l'affidabilità del sistema in caso di fuori servizio (anche temporaneo) del sistema di supervisione o della rete LAN, quindi deve essere considerato come vincolante.

Nella tabella che segue sono indicate le caratteristiche principali delle reti che dovranno essere impiegate per realizzare il Sistema di Supervisione e Controllo oggetto della presente specifica.

| Tipo | Necessità | Velocità | Prerogative |
|-----------------------------|---|------------|---|
| LAN Ethernet | <ul style="list-style-type: none"> • Scambio di pacchetti dati di notevoli dimensioni • determinismo ininfluente • Numero illimitato di nodi | 100 Mb/s | <ul style="list-style-type: none"> • Compatibilità tra sistemi eterogenei • Funzioni Statistiche e Amministrative |
| Bus di Controllo | <ul style="list-style-type: none"> • Elevata affidabilità, • Alte Prestazioni • Determinismo. • Reti di medie dimensioni con non meno di 32 nodi | 5 Mbit/s | <ul style="list-style-type: none"> • Programmazione, • Diagnostica avanzata • Ridondanza del cavo • Modello Produttore/ Consumatore |
| Bus di Campo | <ul style="list-style-type: none"> • Controllo di I/O • Pacchetti dati di piccole dimensioni • Immunità ai disturbi • Lunghezza contenuta • Rete di almeno 60 nodi | 250 kbit/s | <ul style="list-style-type: none"> • Riduzione dei costi di cablaggio • Praticità di installazione • Determinismo e sincronismo |

I BUS di Campo e di Controllo dovranno essere di tipo aperto, per supportare la connessione di apparecchiature anche di costruttori diversi.

4. Caratteristiche Prestazionali

Sono elencate in seguito le prestazioni minime che deve soddisfare, in generale, il sistema di supervisione e controllo :

- Tempo di reazione automatica nell'ambito di una unità Controller (digital input - logica di elaborazione - digital output) < 250 msec
- Tempo di reazione automatica tra più' unità Controller (digital input Controller 1 - semplice logica di elaborazione - digital output Controller 2) < 500 msec
- Tempo di reazione a richiesta da pulpito virtuale (richiesta di manovra da MMI locale - semplice logica di elaborazione - digital output) < 250msec
- Tempo di accettazione di richiesta da pulpito virtuale su MMI locale e remoto (richiesta dell'operatore - segnalazione di accoglimento della richiesta) < 1 sec
- Tempo di comparsa di sinottico su MMI locale (richiesta operatore - comparsa del sinottico completo) < 4 sec
- Tempo di rinfresco dei sinottici di supervisione e dei pulpiti virtuali su MMI locale < 1 sec
- Tempo di emissione di segnalazione di allarme (digital input - emissione segnalazione di allarme su MMI locale) < 4 sec
- Tempo di ciclo per la funzione di regolazione (analog inputs - elaborazione PID - analog outputs) < 400 msec

5. Ridondanza

Vi sono molti casi in cui il funzionamento del sistema di supervisione deve essere assicurato in ogni momento, in modo da garantire elevata continuità di esercizio.

Tipicamente in questi casi il sistema deve essere in grado di accettare opzioni di ridondanza, sui seguenti componenti :

- sulle Unità controller (CPU Sistema di Regolazione e Controllo),
- sulle reti di comunicazione di controllo e supervisione,
- sul sistema di supervisione (stazioni Server SCADA).

6. Margini di Espansione

Rispetto al dimensionamento indicato nel progetto, un sistema di supervisione e controllo deve avere i seguenti margini :

Sistema di Regolazione e Controllo

- Riserva installata di In/Out Digitali 20% dei punti cablati
- Riserva installata di In/Out Analogiche 10% dei punti cablati
- Riserva installabile di moduli 20%*
- Riserva espandibile di moduli 30%**
- Riserva di potenza degli Alimentatori 30%
- Riserva risorse di elaborazione 50%
- Riserva di memoria programmi 30%
- Riserva di memoria dati 30%
- Riserva sui canali di comunicazione 50%

* (possibilità di inserire moduli nei rack forniti)

** (possibilità di aggiungere rack con ulteriori moduli liberi)

Sistema di Supervisione

- Riserva di punti sul DataBase 30%
- Riserva di Memoria RAM di sistema 40%

7. SISTEMA di SUPERVISIONE

7.1. Generalità

Il sistema di supervisione (SdS) è il complesso delle apparecchiature che interfacciano i sistemi di regolazione e controllo con gli operatori.

Al sistema di supervisione è demandato il compito di rappresentare tramite pagine grafiche il funzionamento dell'impianto, nonché accettare comandi dall'operatore per la conduzione dell'impianto stesso.

Oltre al compito di interfaccia Uomo/Macchina, un SdS deve anche archiviare i dati di funzionamento dell'impianto e di coordinare le comunicazioni tra tutti gli SRC presenti anche se eterogenei.

7.2. Architettura

Ai sensi della presente specifica, un Sistema di Supervisione si intende costituito da elaboratori standard (Personal Computer) equipaggiati con software di tipo SCADA e connessi tra loro tramite una LAN (Figura 2).

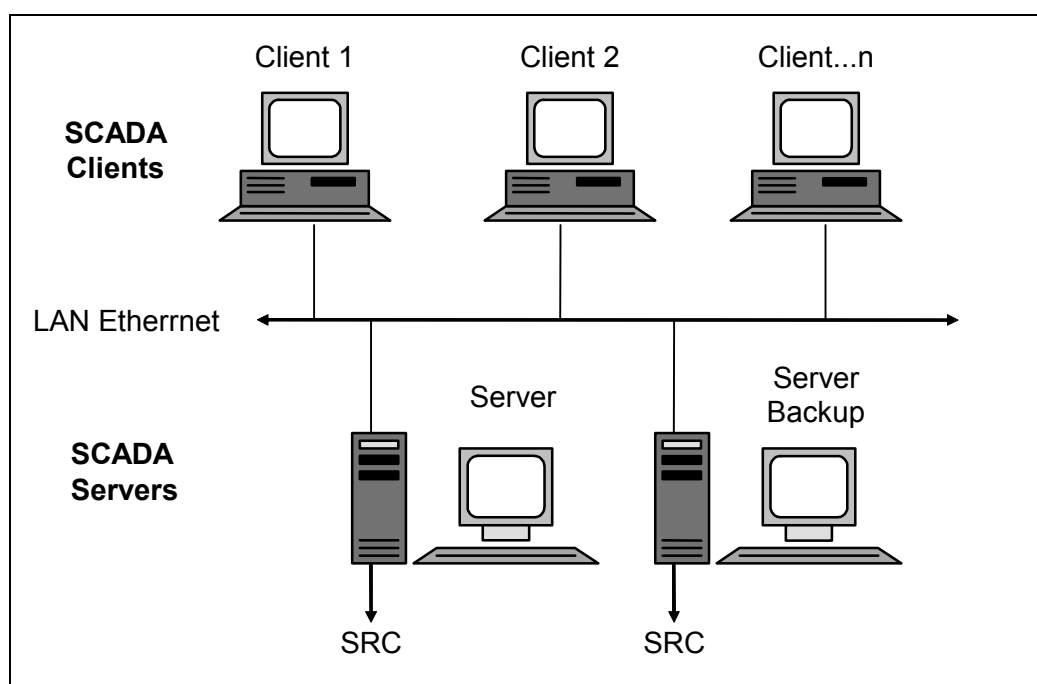


Figura 2 - Struttura tipica di un Sistema di Supervisione

Gli elaboratori (PC) che costituiscono un SdS possono essere :

- Stazioni Client - curano solamente l'interfaccia grafica uomo/impianto (HMI);
- Stazioni Server - assolvono alla funzione di scambio dati tra i Sistemi di Regolazione e Controllo e il database interno (RTDB), nel quale sono archiviati in tempo reale tutti i parametri dell'impianto; hanno inoltre la funzione Client.

In un sistema di supervisione non ci devono essere limiti al numero di stazioni server o client che possono essere installate, se non i limiti fisici di memoria dei PC o di velocità della rete.

La tipologia richiesta è di tipo Client/Server, nella quale i dati richiesti dalle stazioni Client sono solo quelli in corso di visualizzazione ; in ogni caso qualunque client avrà a disposizione i dati di tutti i server connessi alla rete.

Nei Client non vi devono essere duplicazioni dei DataBase di impianto (RTDB).

E' consentita la duplicazione del DataBase solo per le stazioni server di BackUp, che intervengono automaticamente in sostituzione delle stazioni principali in caso di guasto.

Il software sarà del tipo concepito in modo che prevalga l'uso del mouse, mentre l'uso della tastiera sarà ridotto al minimo per l'introduzione di set-point e password.

7.3. Caratteristiche di Sicurezza

Dato che il Sistema di Supervisione può avere temporanei fuori servizio per svariate cause quali, ad esempio :

- modifiche sulla configurazione del Database,
- modifiche sull'aspetto delle pagine grafiche,
- ricaricamento di software (reload),
- commutazione da Server Principale a Server di Backup,
- anomalie o guasti,
- ecc;

è importante tenere presente che ciò non deve provocare, nell'ordine :

1. pericolo per le persone e per le cose,
2. situazioni critiche in termini di impatto ambientale,
3. riduzione di produttività dell'impianto.

7.4. Strategie in caso di Mancanza Tensione

In caso di Mancanza Tensione il Sistema di Supervisione rimarrà fuori servizio, e la conduzione dell'impianto viene completamente demandata ai Sistemi di Regolazione e Controllo (SRC).

Fatte salve disposizioni inerenti gli SRC, il Sistema di Supervisione al ritorno dell'alimentazione elettrica deve rimettersi autonomamente in funzione in un tempo non

superiore a 2 minuti e ricaricare lo stato di tutte le variabili dell'impianto senza influenzare il processo.

Ciò significa che l'arresto e l'avviamento del SdS non deve influire sul funzionamento dell'impianto.

8. SERVER SCADA

8.1. Caratteristiche Hardware

Le stazioni destinate a Server SCADA sono tipicamente costituite da PC standard di mercato, con la robustezza destinata alla fascia professionale.

Dato che tali macchine rimangono perennemente accese, si dovranno privilegiare scelte in termini di affidabilità, e dissipazione del calore.

8.2. Caratteristiche Software

Nel SERVER viene tipicamente installato un software SCADA di mercato; si sconsigliano soluzioni costituite da software scritti appositamente, in quanto non sono collaudate e non offrono alcuna garanzia in termini di affidabilità.

Il software di supervisione hanno invece tipicamente ampia diffusione sul mercato, anche a livello internazionale.

Oltre alle caratteristiche generali indicate nei precedenti capitoli, il software SCADA deve avere le seguenti caratteristiche minime :

1) Caratteristiche di sistema

- Software sviluppato quantomeno a 32bit
- Collegamento in rete nativo
- Sicurezza Individuale per ogni Utente
- Configurazione e Modifica On-Line
- Supporto OLE for Process Control (OPC)
- Capacità di gestire fino ad 8 Driver contemporaneamente (8 tipi di comunicazioni diverse,
- Ampia disponibilità di Driver di comunicazione

2) Caratteristiche Supervisione

- Architettura Client / Server,
- Database Real Time interno con assegnazione di un nome ad ogni variabile elaborata (tag),
- Gestione di tag digitali, analogiche e stringa,
- Aggiornamento delle tag a tempo o ad evento (change of state) per aumentare l'efficienza dei driver di comunicazione,

- Gestione degli Allarmi,
- Raccolta e Gestione Dati,
- Realizzazione completa di Report,
- Schedulazione di Eventi,
- Opzione ridondanza warm/cold .

3) Caratteristiche Grafiche

- Visualizzazione grafica di processi
- Grafica Object-Oriented
- Trend in tempo reale
- Visualizzazione grafica delle variabili storizzate
- Visual Basic for Application (VBA) incorporato
- Supporto ActiveX

4) Caratteristiche di Licenza

La Licenza con cui verrà fornito il SERVER deve essere di tipo RunTime, e completa di quanti driver di comunicazione sono necessari per realizzare l'applicazione perfettamente funzionante.

Il numero di tag massime gestibili dovrà essere almeno il 20% superiore a quanto previsto nel progetto.

La licenza deve dare la possibilità di configurare solamente :

- Funzioni di configurazione di base (driver, reti, file e directory)
- Gli utenti con password, livelli ed autorizzazioni,
- L'avvio dei processi allo start-up

8.3. Personalizzazione

Il SERVER deve essere personalizzato e configurato per l'impianto in oggetto.

In primo luogo dovranno essere installati e configurati tutti i driver per assicurare al server la comunicazione con le apparecchiature in campo quali :

- i Sistemi di Regolazione e Controllo,
- il Sistema Analizzatori Energia Elettrica,
- i Sistemi di controllo giri, inverter ed altre apparecchiature presenti nel processo (tipicamente con protocollo ModBus),
- altri PLC e controller di impianti ausiliari, per i quali è richiesta la supervisione.

In secondo luogo dovranno essere configurate, nel DataBase interno (RTDB), tutte le variabili dell'impianto e dei relativi macchinari e quadri elettrici, sia analogiche che digitali, sia di ingresso che di uscita.

Per ogni variabile (tag), a seconda dei casi , si deve realizzare :

1. la conversione in unità ingegneristiche,
2. la configurazione di una o più soglie di allarme,
3. l'abilitazione a funzionare solo in determinati range.

Per le variabili analogiche si potranno stabilire più soglie quali Low, Low-Low, High, High-High e rate of change, con la possibilità di introdurre una dead-band.

In sostituzione ai registratori su carta, il software Server sarà configurato anche per la registrazione delle variabili sia digitali che analogiche.

Le variabili potranno essere registrate a tempo o ad evento, con intervalli di campionamento configurabili a piacere.

La consultazione dell'archivio storico avverrà in modo semplice facendo scorrere nel monitor i grafici tracciati dalle penne "virtuali".

Si deve infine configurare il server in modo che tutti gli allarmi, gli eventi, gli accessi e i cambi di password, siano registrati in appositi file con cadenza giornaliera.

8.4. Opzione di Sviluppo

Qualora richiesto il server può essere fornito nella versione sviluppo anziché nella versione runtime.

In particolare questa opzione deve permettere :

- l'aggiunta, la rimozione o la modifica delle variabili (Data Base Manager),
- la configurazione degli allarmi,
- la modifica delle elaborazioni interne (programmi e/o processi)
- la modifica delle pagine grafiche
- la configurazione dei trend (storicizzazione)

9. CLIENT SCADA

9.1. Caratteristiche Hardware

Le stazioni destinate a Client SCADA devono essere costituite da PC standard di mercato, di primaria marca.

Particolare attenzione dovrà essere riposta al monitor, di almeno 19" con diagonale in formato 4/3.

In alcuni casi sono preferibili workstation con 2 monitor, per assicurare all'operatore maggiori funzionalità.

9.2. Caratteristiche Software

Nel CLIENT deve essere installato un software di supervisione SCADA pienamente compatibile con la versione Server.

Oltre alle caratteristiche generali indicate nei precedenti capitoli, il software client deve avere le seguenti caratteristiche minime :

Nel PC di tipo Client viene rappresentato l'impianto tramite apposite pagine grafiche, ognuna dedicata ad una specifica zona o macchina.

Le pagine grafiche saranno di tipo dinamico, ossia gli oggetti rappresentati cambieranno di aspetto a seconda del reale stato dell'elemento che rappresentano (ad es. un livello di un serbatoio, la posizione di una valvola, la corrente assorbita da un motore, la pressione nella caldaia, ecc..).

La grafica sfrutterà tutta la potenza messa oggi a disposizione dalle tecnologie Microsoft quali ActiveX, COM e VBA.

Il Client, o viewer, è un software che deve rappresentare tramite pagine grafiche l'impianto controllato, nelle quali il contenuto varia dinamicamente con il variare delle grandezze associate; L'uso di tali software, per gli operatori, è simile alla navigazione internet : si visualizzano pagine che contengono pulsanti, oggetti animati, indicatori, ecc.

Ogni oggetto può essere collegato o meno ad una variabile del database, in modo che cambi posizione, colore o altre caratteristiche a seconda del valore che assume la variabile stessa.

Altri oggetti serviranno per permettere all'operatore di comandare attuatori, motori e altri dispositivi in modo manuale e/o automatico, oppure per introdurre nuovi set-point modificando on-line il funzionamento dell'impianto.

Sarà possibile effettuare i comandi per ogni singolo componente, intendendo per tale un organo di impianto (valvola, interruttore, ecc.) il cui azionamento è possibile indipendentemente dall'azionamento di altri organi.

Saranno inoltre realizzati comandi automatici per l'inserzione e la disinserzione di utenze per cause di processo, disturbi o dopo un certo numero di ore lavorative.

Al fine di ottimizzare il funzionamento della telegestione, la stazione Client non deve duplicare il database interno alla stazione server, ma prelevare solamente i dati necessari per le pagine grafiche correntemente visualizzate.

Nei PC saranno presenti tutte le pagine grafiche necessarie alla conduzione e supervisione dell'impianto, quali :

- Pagina generale dell'impianto,
- Pagina Allarmi
- Pagina impostazione set-point loop di regolazione
- Schema elettrico Media Tensione (Interruttori e Trasformatori)
- Schema elettrico Bassa Tensione
- Pagine per la consultazione dei dati storicizzati
- Pagina per la visualizzazione in tempo reale dei Trend
- Grandezze elettriche : kW, kW/h, Cos φ , correnti e tensioni (sia istantanei che quelli storicizzati) rappresentate su uno schema elettrico
- Stato dei dispositivi elettronici e dei sensori
- Stato della rete in campo (fieldbus)
- Pagina Diagnostica PLC/DCS
- Pagina impianti e sistemi ausiliari

COPYRIGHT - Proprietà del Documento

Questo documento è stato redatto da Marco Dal Prà, perito industriale iscritto all'albo di Venezia.

Cosa si può fare

Il documento può essere liberamente utilizzato e distribuito per scopi didattici sia da parte di studenti che di docenti di scuole pubbliche di ogni grado, e di corsi di specializzazione pubblici.

Può essere liberamente stampato per uso personale da chiunque sia interessato ad approfondire l'argomento in proprio.

Cosa non si può fare

Il documento non può essere replicato, su altri siti internet, mailing list, pubblicazioni cartacee (riviste) e cd-rom, ciò indipendentemente dalle finalità di lucro.

E' proibito utilizzarlo a scopo di lucro, come ad esempio da parte di società private che a qualsiasi titolo tengano corsi di aggiornamento e/o di specializzazione.

Per tali finalità è possibile prendere accordi che dovranno essere formulati in forma scritta da entrambe le parti.

Esclusione di Responsabilità

I contenuti del presente documento sono utilizzabili così come sono.

Nonostante i controlli fatti prima di renderlo di pubblico dominio nel sito internet, non è possibile assicurare che il documento sia esente da errori e/o omissioni.

Nessuna responsabilità può essere attribuita all'autore del documento per l'utilizzo dello stesso.

Note

I marchi citati nel presente documento sono di proprietà dei relativi produttori.

Aggiornamenti

Il presente documento può essere aggiornato dall'autore a sua discrezione e senza alcun preavviso.

Ad esempio l'autore può decidere di effettuare un aggiornamento sulla base di libere segnalazioni fatte dai lettori, all'indirizzo dalpra.marco@gmail.com.

In ogni caso, ciò non avviene a cadenza periodica.

Per verificare la presenza di una versione più aggiornata consultare il sito www.marco dalpra.it.