



SCUOLA DI INGEGNERIA
SCUOLA DI INGEGNERIA



Costruzioni Meccaniche e Tecnologie

AUTOMATICA: RETI INFORMATICHE PER L'AUTOMAZIONE

Docente: Francesco Pierri

Percorsi Abilitanti Speciali (PAS)
Classe A033 Educazione tecnica nella scuola media

Introduzione

I moderni sistemi di automazione richiedono una notevole integrazione, realizzabile attraverso le reti di comunicazione informatiche, che consentono lo scambio di dati, informazioni e la condivisione di risorse.



Modello CIM

Tra i vari livelli del modello CIM, è necessario prevedere una rete di comunicazione, che sia in grado di far comunicare tra loro dei sistemi di natura differente (pc, PLC, microcontrollori).

Inoltre in un sistema automatizzato ci sono esigenze diverse ai vari livelli.

Tra i vari livelli c'è una organizzazione gerarchica: ogni livello comunica direttamente con quello superiore da cui riceve comandi e a cui fornisce informazioni e con quello inferiore a cui invia comandi e da cui riceve informazioni.



Modello CIM

- Partendo dal livello più basso e proseguendo verso l'alto sono necessarie via via minori quantità di informazioni scambiate, di maggiore qualità e con frequenze di aggiornamento minori.
- Al livello più basso (livello di campo) le informazioni saranno le letture dei vari sensori, e i comandi le azioni di attuazione.
- Ai livelli più alti si parla di controllo di gestione e di coordinamento, a questi livelli le informazioni sono dati complessi e strutturati ma i tempi di elaborazione sono lunghi.

Classificazioni reti di comunicazione

All'interno di un sistema automatizzato, c'è bisogno sia di un flusso di informazioni orizzontale (all'interno dello stesso livello) sia di un flusso di informazioni di tipo verticale tra livelli diversi.

Data la struttura gerarchica del modello CIM, anche le reti di comunicazione devono essere di tipo gerarchico.

Al livello più alto ci sono reti che collegano le workstation degli uffici, i server, non servono requisiti di particolare robustezza o particolari requisiti temporali.

Classificazioni reti di comunicazione

Ai livelli inferiori, servono sistemi di comunicazione che supportino il controllo di cella, macchine e campo.

I nodi che fanno parte di queste reti di comunicazione, non sono semplici personal computer, ma comprendono dispositivi specifici per i sistemi di controllo (PLC, microcontrollori) e al livello più basso, dispositivi in grado di “dialogare” con il processo, come sensori ed attuatori.

I dati trattati sono molto più semplici, spesso una semplice stringa di bit, ma devono essere trattati in tempi rapidi (alte frequenze) e soprattutto certi. A questi livelli si parla di comunicazione in real time.

Classificazioni reti di comunicazione

Vantaggi delle reti informatiche rispetto ad altri metodi di comunicazione:

1. è possibile far comunicare sottosistemi eterogenei sia dal punto di vista hardware che software
2. riducono la complessità dei cablaggi
3. è possibile aggiungere rimuovere componenti "a caldo", cioè senza interrompere la produzione

Definizione

Una rete si può definire come un insieme interconnesso di elaboratori autonomi.

La parola autonomi esclude le connessioni del tipo master-slave nelle quali l'attività di un elemento (slave) è condizionata da quella di un altro (master) come succede nella connessione computer-stampante o pc-sistema centrale.

Il termine interconnessi implica la capacità di scambiare informazioni tra i vari nodi della rete.

Reti di calcolatori

Sistema client-server

Normalmente in ambito aziendale c'è la necessità di condividere risorse come programmi o dati. Tali risorse possono essere immagazzinate su computer detti server, a cui gli utenti accedono tramite altri computer detti client (esempio: World Wide Web). In un sistema client server ci sono due processi che comunicano, il primo in esecuzione sulla macchina client e il secondo sulla macchina server. Durante la comunicazione il processo client invia una richiesta al processo server, il quale completa il compito richiesto ed invia una risposta al client.

Sistema peer-to-peer

In questo caso un certo numero di utenti formano un gruppo all'interno del quale avviene la comunicazione. Non esiste più la distinzione tra client e server, ma ogni utente è sia client (richiede servizi) che server (fornisce servizi)

Definizioni e classificazioni

Esistono due grandi famiglie di reti: reti **broadcast** e reti **punto-punto**.

Nelle reti broadcast esiste un unico canale di comunicazione condiviso da tutte le macchine. I messaggi spediti da una macchina, divisi in piccole parti detti ***pacchetti*** sono ricevuti da tutte le macchine, esiste una stringa di bit in ogni pacchetto che rappresenta l'indirizzo della comunicazione, in questo modo una macchina riceve il pacchetto verifica se è diretto a lei e in caso contrario lo scarta. Quello che distingue le varie reti è il modo in cui il canale viene allocato alle varie macchine.

Nelle reti punto-punto coppie di macchine sono collegate mediante un ramo dedicato della rete, un pacchetto deve compiere un certo percorso per raggiungere un nodo della rete, eventualmente passando per altri nodi intermedi che ricevono il messaggio e lo rispediscono.

Definizioni e classificazioni

Si possono dividere le reti, a seconda dell'area all'interno della quale si connettono i vari elaboratori, in:

- WAN (World Area Network) collega elaboratori dislocati in ogni parte del globo;
- LAN (Local Area Network) connette macchine in un'area limitata (edificio, fabbrica);
- MAN (Metropolitan Area Network) che hanno una estensione tipicamente urbana

Distanza fra i processori	Ambito	Tipo di rete
10 m	Stanza	Rete locale
100 m	Edificio-Fabbrica-Impianto	Rete locale
1 km	Campus	Rete locale
10 km	Città	Rete metropolitana
100 km	Nazione	Rete geografica
1000 km	Continente	Rete geografica
10.000 km	Pianeta	Rete geografica (Internet)

Definizioni e classificazioni

Gli elementi fondamentali di una rete sono:

- la topologia;
- il mezzo trasmissivo;
- il protocollo di accesso al canale di comunicazione.

Topologia

La topologia definisce l'architettura fisica di una rete, ossia come i vari nodi sono collegati tra di loro.

Le topologie più diffuse sono di tre tipi:

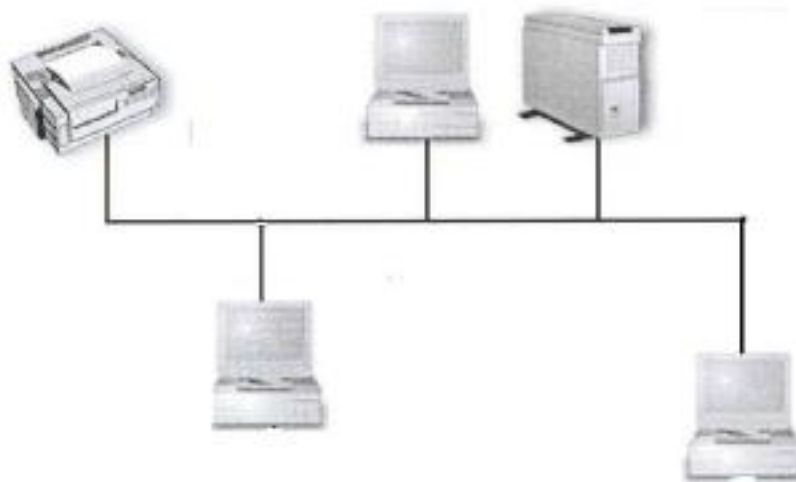
1. a bus o ad anello aperto;
2. a ring o ad anello chiuso;
3. a stella;

Esistono poi reti con topologia ibrida cioè parte a bus e parte a stella o ad anello.

La topologia a bus

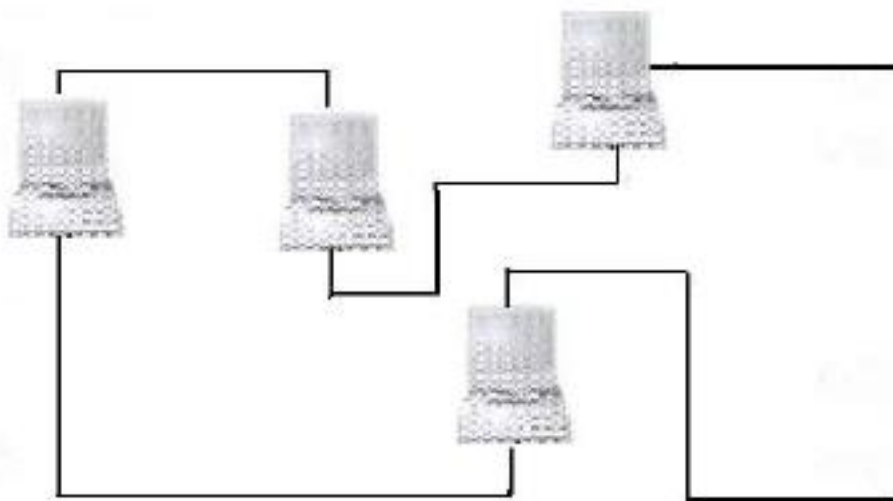
E' la struttura più diffusa e prevede che i nodi siano affacciati su un'unico bus che raccoglie tutti i messaggi inviati dalla rete.

Ha il vantaggio di non comportare problemi per l'aggiunta o la rimozione di nodi, in quanto le informazioni viaggiano in modo indipendente, lo svantaggio principale è nell'accesso al mezzo trasmissivo, in quanto c'è un unico instradamento possibile tra i nodi.



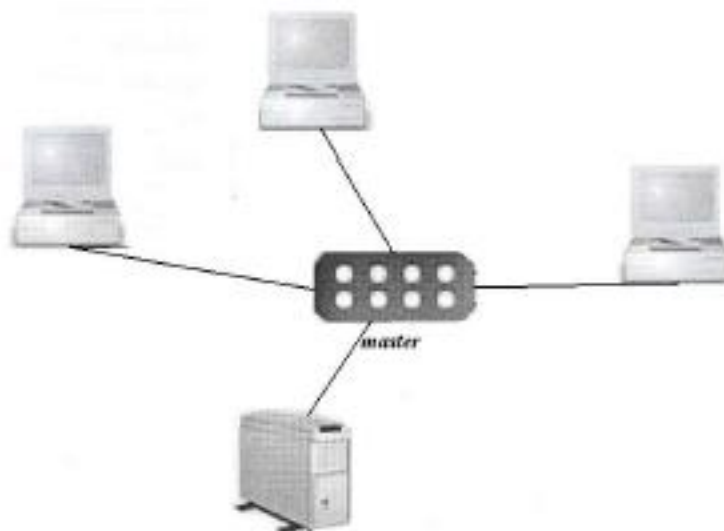
La topologia ad anello chiuso

Tutti i nodi sono posti secondo una struttura ad anello, i messaggi inviati passano di nodo in nodo fino a raggiungere il nodo destinatario. I limiti di questa struttura sono la difficile riconfigurabilità e il fatto che se si guasta un nodo si interrompe tutto l'anello. Si usa per l'automazione d'ufficio.



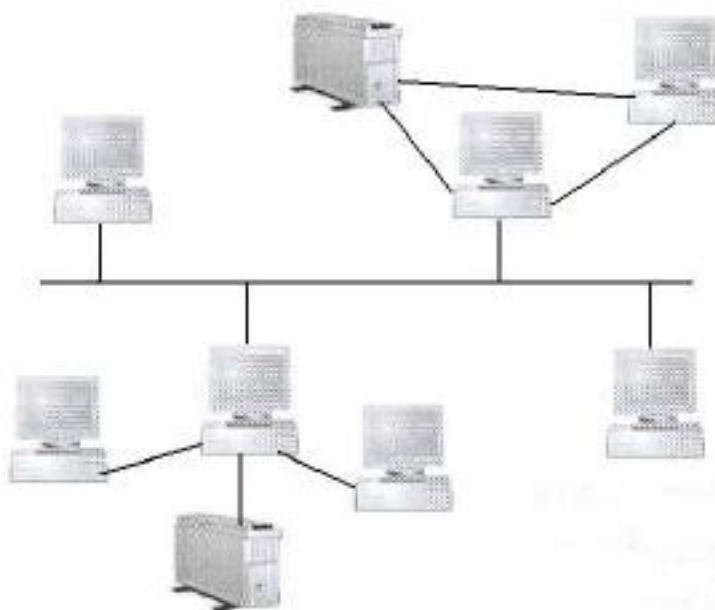
La topologia a stella

E' previsto un nodo chiamato master a cui tutti gli altri sono connessi. Se un nodo vuole comunicare con un altro manda il messaggio al master che lo inoltra al destinatario opportuno. Il vantaggio è che non c'è il rischio di perdere le comunicazioni tra i nodi. Il limite di questa rete è che se cade il nodo master si blocca tutta la rete.



Topologie miste

Sono topologie che cercano di sfruttare i vantaggi delle topologie particolari senza averne gli svantaggi. Ad esempio si può avere uno schema a bus al quale si collegano gruppi di nodi collegati tra loro ad anello o a stella.



Il mezzo trasmissivo

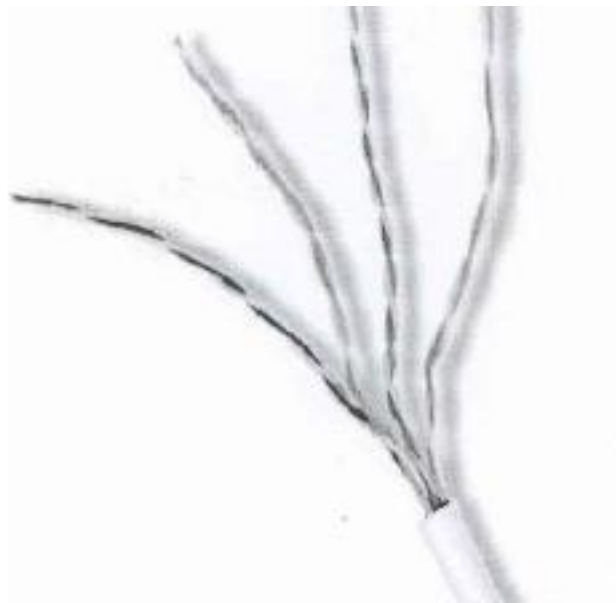
Il mezzo trasmissivo è il supporto fisico attraverso cui passano le informazioni. Le sue caratteristiche influenzano le prestazioni della rete.

I mezzi più utilizzati sono:

- il doppino intrecciato;
- il cavo coassiale;
- la fibra ottica.

Il doppino intrecciato

E' composto da una coppia di fili in rame intrecciati tra loro. E' il mezzo trasmissivo più economico e facile da installare, ma è scarsamente schermato contro i disturbi. La velocità di trasmissione è di qualche Mbit/s e le distanze massime di qualche centinaio di metri.



Il cavo coassiale

E' composto da un nucleo interno di rame, da una corona di materiale isolante e da una maglia di conduttore che fa anche da protezione per i campi esterni, permettendo velocità superiori al doppino. Ha una maggiore larghezza di banda passante quindi può sostenere più canali di trasmissione. Ha velocità di trasmissione di qualche centinaia di Mbit/sec. Lo svantaggio è che costa di più ed è di più difficile installazione rispetto al doppino.



La fibra ottica

Al contrario dei precedenti che trasportavano l'informazione mediante un segnale elettrico, nella fibra ottica essa è trasmessa mediante un segnale luminoso. Questo ha il vantaggio di essere insensibile ai disturbi di tipo magnetico e permette velocità di trasmissione estremamente elevate.

Ha una banda passante molto elevata e quindi permette la trasmissione su canali multipli.

Gli svantaggi sono il prezzo molto elevato e la difficoltà di installazione. Inoltre necessita di sistemi di trasduzione del segnale elettrico (tipico dei calcolatori) in segnale luminoso e viceversa.

Il metodo di accesso

Definisce come i vari nodi possono accedere alla rete evitando conflitti. Un conflitto si ha quando due nodi tentano di spedire due informazioni in modo contemporaneo. Si ha una collisione delle due informazioni che vanno così perse (o vengono distorte). Esistono metodi statici e dinamici, nel primo caso l'accesso al mezzo è stabilito a priori con una politica di suddivisione. Nei metodi dinamici il canale è assegnato ad un nodo solo se questo deve effettivamente trasmettere.

Esistono diversi metodi di accesso, i più comuni sono:

- metodo di accesso centralizzato (polling);
- metodo di accesso a gettone (token);
- metodo CSMA/CD
- metodo produttore/consumatore;
- metodo a divisione di tempo.

Il metodo di accesso centralizzato

Esiste un nodo master che interroga sistematicamente gli altri nodi consentendogli di inviare informazioni se ne hanno la necessità. E' un metodo deterministico (è calcolabile il tempo massimo necessario affinché due nodi possano comunicare) e molto affidabile (non possono esserci collisioni), ma non consente alte velocità di trasmissione né la possibilità di dare priorità di accesso. E' semplice da gestire e da implementare.

Il metodo di accesso a gettone

Prevede l'esistenza di una particolare stringa di bit (il gettone o token) che viene passata in sequenza tra tutti i nodi della rete connessi ad anello (token ring): quando un nodo riceve un token lo trattiene per un certo tempo e poi lo ritrasmette accodandogli eventualmente un messaggio. E' un metodo di accesso deterministico.

A volte l'anello non è fisico ma logico e quindi riconfigurabile, si parla allora di token bus.

Il metodo di accesso CSMA/CD

E' l'acronimo di *Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection*.

Secondo questo metodo ogni nodo, prima di trasmettere, ascolta la portante presente sul mezzo trasmissivo per essere sicuro che il canale sia libero. Questo non assicura che non vi siano collisioni e quindi durante la trasmissione il nodo rimane in ascolto per rilevare eventuali collisioni (confronta la potenza del segnale sulla portante con quello trasmesso); se ve ne sono state ritrasmette il messaggio dopo un breve periodo di attesa definito in modo casuale.

Il principale problema di questo metodo è il non essere deterministico. La sua efficienza dipende dal numero di nodi collegati.

Il metodo a divisione di tempo

Ad ogni nodo viene concesso ciclicamente un intervallo di tempo in cui può trasmettere informazioni. E' un metodo che assicura il pieno determinismo ma è di difficile implementazione per la necessità di avere una sincronizzazione temporale tra tutti i nodi. Si noti che al nodo viene concesso un intervallo temporale per la trasmissione anche se non ha comunicazioni da effettuare.

Reti per l'automazione

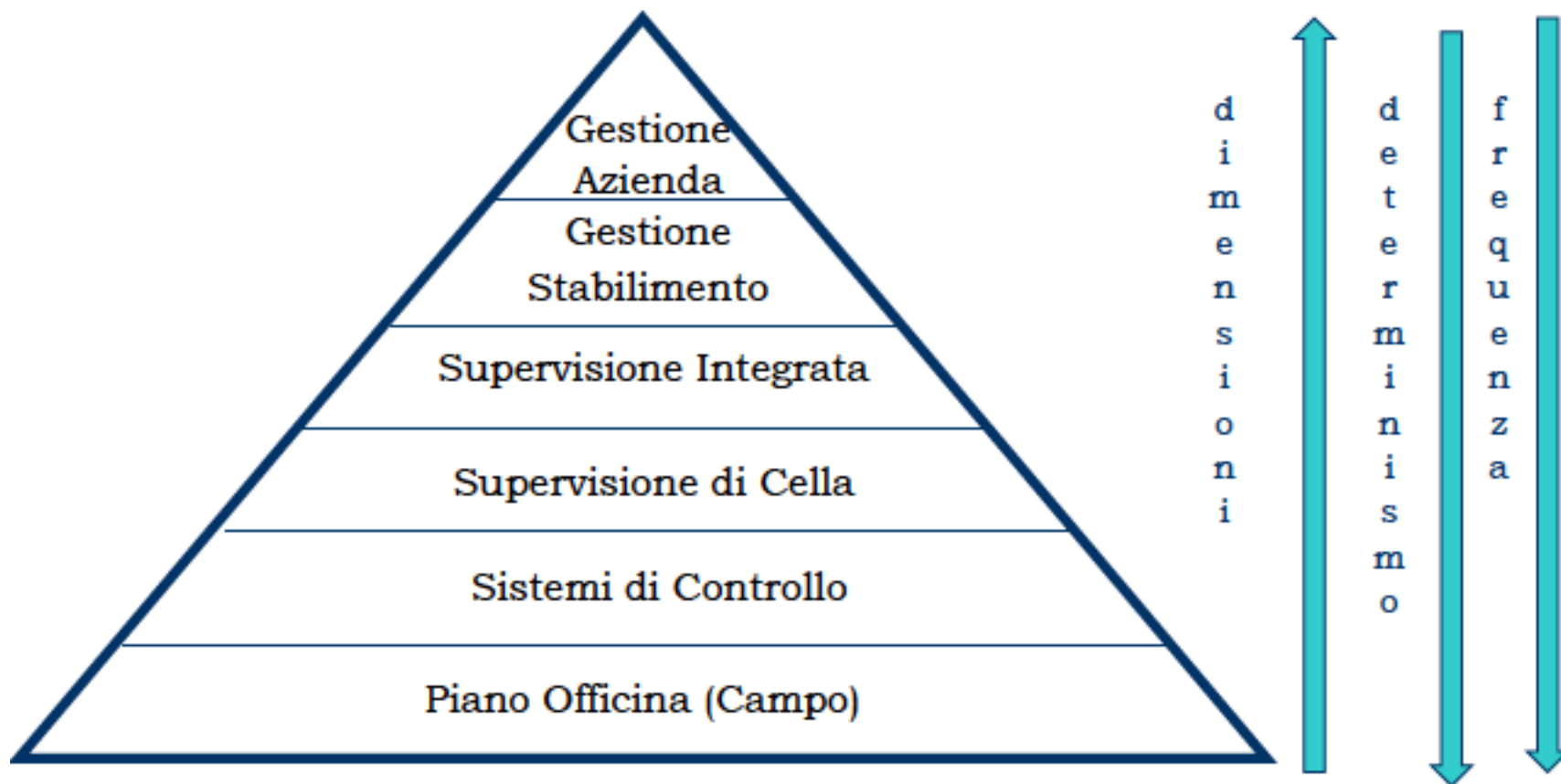
Nei sistemi automatizzati c'è una forte esigenza di comunicare sia tra i livelli più bassi del sistema che tra quelli più alti. Nei livelli inferiori c'è l'esigenza di scambiare una gran mole di informazioni semplici, da trasferire necessariamente entro tempi piccoli e certi, mentre ai livelli più alti l'esigenza è quella di trasferire informazioni complesse in intervalli temporali più grandi e di durata non necessariamente determinata.

Allora in un sistema automatizzato sono necessarie diverse tipologie di reti informatiche, ognuna specializzata per il compito cui è dedicata.

Possiamo individuare 3 tipi di reti:

- reti per l'informazione;
- reti per il controllo;
- reti per il campo.

Reti per l'automazione



Reti per l'informazione

Assicurano le comunicazioni tra i dispositivi dedicati al controllo e quelli dedicati alla gestione dell'impianto. Trattano informazioni complesse da inviare con frequenze non molto elevate e non c'è bisogno di assicurare il trasferimento del messaggio entro intervalli di tempo determinati.

Riguardano i livelli superiori del modello CIM (dal terzo in su)

Reti per il controllo

Assicurano le comunicazioni tra i dispositivi di controllo e di supervisione degli impianti. Trattano informazioni non molto complesse, ma per cui è importante assicurare la loro trasmissione in tempi certi e piccoli. Generalmente basati su gestione a token (deterministica).

Riguardano i livelli inferiori del modello CIM (dal primo al terzo)

Reti di campo

Sono state introdotte per l'interfacciamento tra i dispositivi di controllo e i dispositivi del piano officina, i sensori e attuatori.

In una rete di campo sensori e attuatori diventano a tutti gli effetti dei nodi della rete, ciò richiede che siano dotati di un minimo di capacità di elaborazione che gli permetta di comunicare tramite la rete.

Gli elementi caratteristici di queste reti sono:

- brevità dei messaggi scambiati con esigenza di velocità elevate;
- tempistica rigorosamente stringente;
- messaggi rivolti a più nodi contemporaneamente

Riguardano il piano di campo del modello CIM



Bibliografia

P. Chiacchio, F. Basile. *Tecnologie informatiche per l'automazione* (II eds.). McGraw-Hill.

G. Magnani, G. Ferretti, P. Rocco. *Tecnologie dei sistemi di controllo* (II eds.). McGraw-Hill

C. Bonivento, L. Gentili, A. Paoli. *Sistemi di automazione industriale – Architetture e controllo*. McGraw-Hill.