

IL PLC /1

- Programmable Logic Controller (Controllore a Logica Programmabile)
- Apparecchiatura elettronica programmabile per il controllo di macchine / processi industriali
- Nasce come elemento sostitutivo della logica cablata e dei quadri di controllo a relè
- Si qualifica in breve tempo come elemento insostituibile nell'automazione di fabbrica, ovunque sia necessario un controllo elettrico di una macchina



DEFINIZIONE DI PLC (IEC 1131)

Sistema elettronico a funzionamento digitale, destinato all'uso in ambito industriale, che utilizza una **memoria programmabile** per l'archiviazione interna di istruzioni orientate all'utilizzatore per l'implementazione di funzioni specifiche, come quelle logiche, di sequenziamento, di temporizzazione, di conteggio e calcolo aritmetico, e per controllare, mediante ingressi ed uscite sia digitali che analogici, vari tipi di macchine e processi

PERCHÉ IL PLC ?

Perché offre . . .

- AFFIDABILITÀ
- FLESSIBILITÀ
- SEMPLICITÀ D'USO
- FACILE MANUTENIBILITÀ
- ECONOMICITÀ
- ESPANDIBILITÀ
- NOTEVOLI POTENZIALITÀ
- DIAGNOSTICA SOFISTICATA

DOVE USARE I PLC ?

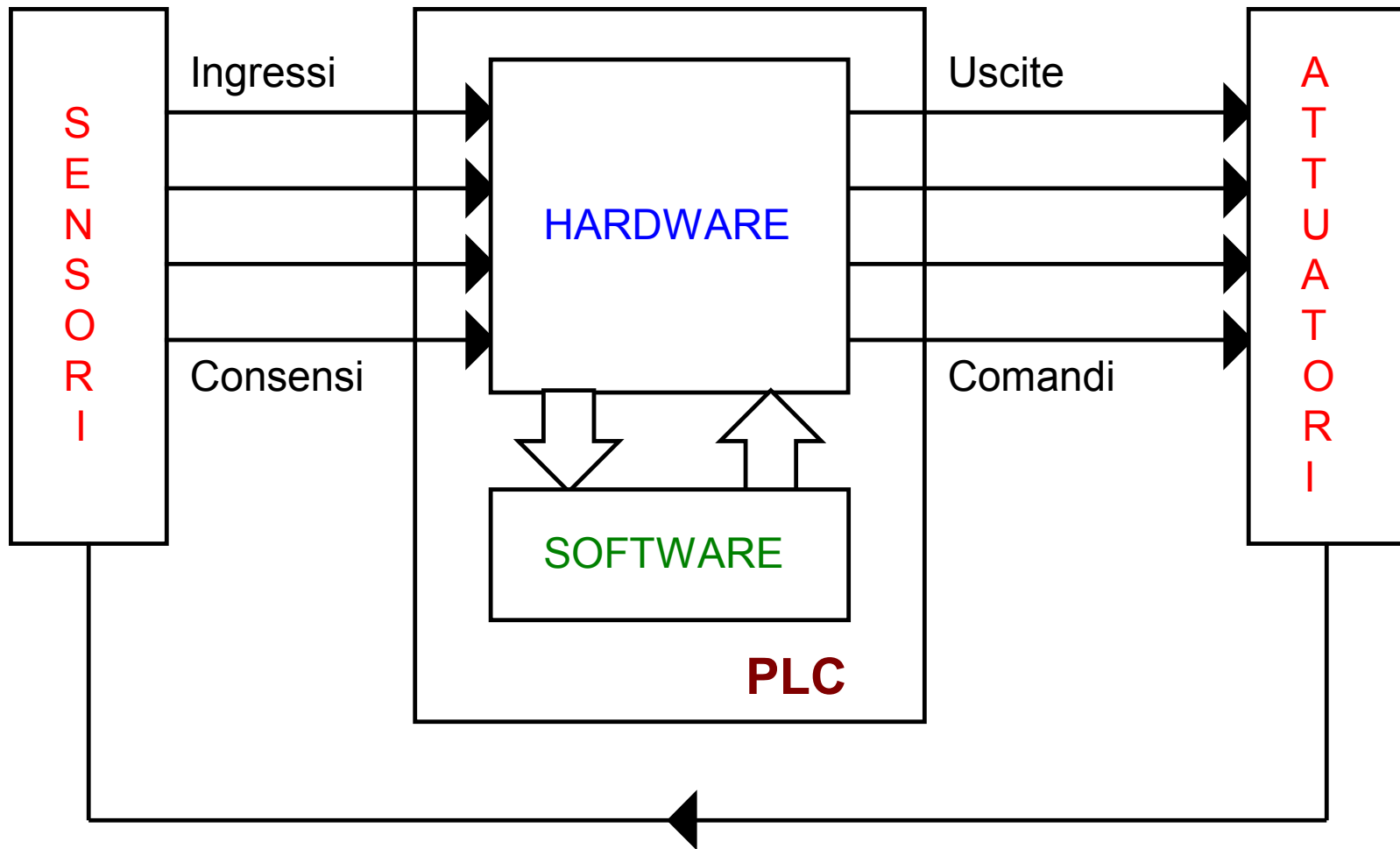
In tutte quelle applicazioni dove ...

- Sono richiesti più di 10 I/O
- Si deve garantire un prodotto affidabile
- È richiesta una apparecchiatura con caratteristiche industriali
- Si devono prevedere espansioni e modifiche nella logica di controllo
- Sono richieste funzioni sofisticate come:
 - √ Connessioni a computer, terminali, stampanti, . . .
 - √ Elaborazioni matematiche
 - √ Posizionamenti
 - √ Regolazioni PID

TIPICHE APPLICAZIONI DEI PLC

- MACCHINE UTENSILI
- MACCHINE PER LO STAMPAGGIO
- MACCHINE PER IMBALLAGGIO
- MACCHINE PER IL CONFEZIONAMENTO
- ROBOT / MONTAGGIO
- REGOLAZIONE PROCESSI CONTINUI
- MACCHINE TESSILI
- SISTEMI DI MOVIMENTAZIONE/TRASPORTO
- CONTROLLO ACCESSI

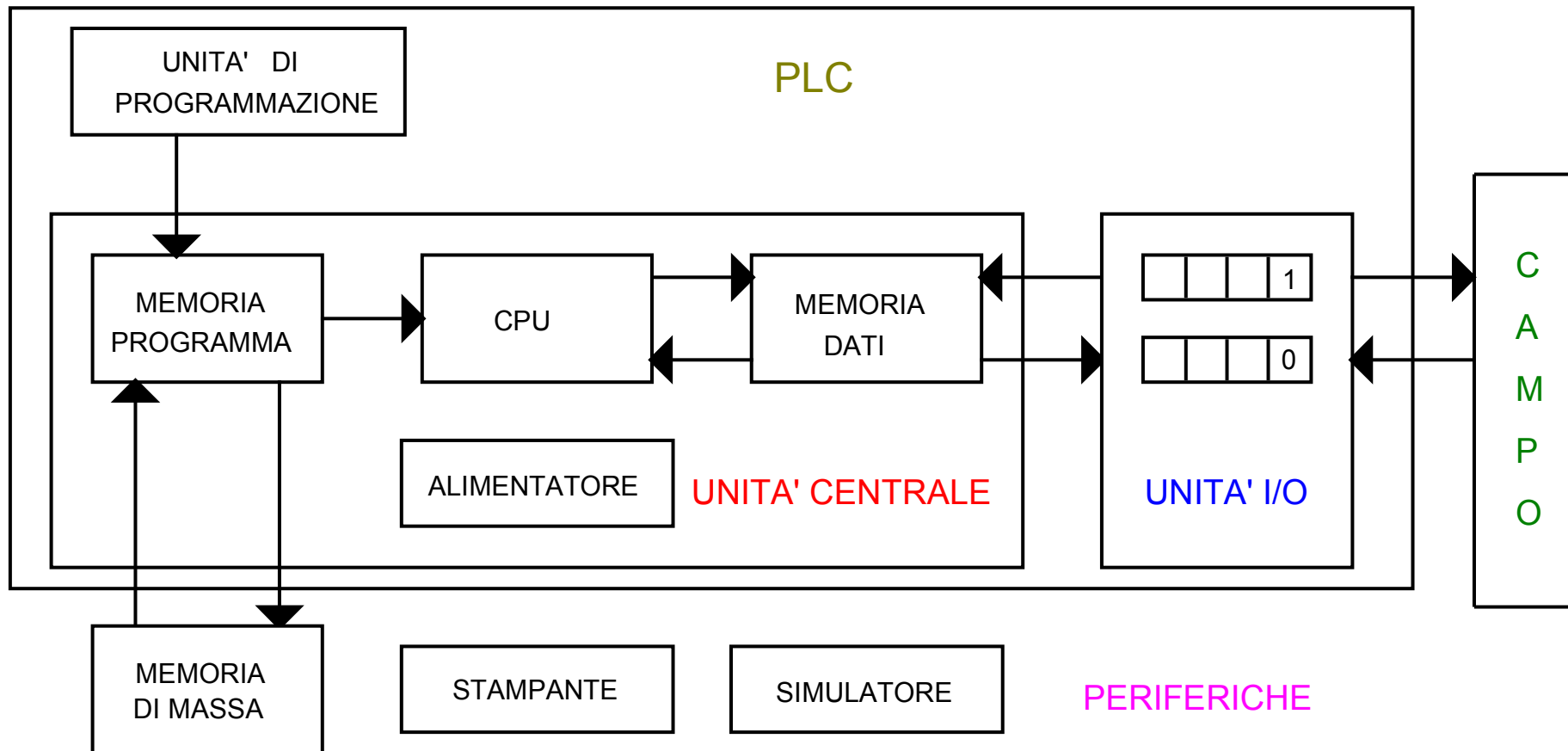
PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DEL PLC



STRUTTURA DI UN PLC /1

- ALIMENTATORE
- UNITÀ CENTRALE
- MEMORIA DATI E MEMORIA PROGRAMMI
- UNITÀ DI INPUT/OUTPUT
- PERIFERICHE

STRUTTURA DI UN PLC /2



STRUTTURA DI UN PLC /3

ALIMENTATORE

- Provvede a fornire i corretti livelli di tensione per il funzionamento dei vari dispositivi elettronici
- Esistono diversi modelli, in funzione della tensione di rete:
 - 110 Vac
 - 230 Vac
 - 24 Vdc

STRUTTURA DI UN PLC /4

CPU

- È quel dispositivo che determina l'esecuzione del programma, dei calcoli e di tutte le elaborazioni logiche
- Interagisce con la memoria, i moduli di I/O e le periferiche
- La sua potenza si esprime attraverso il *set delle istruzioni* e la *velocità di elaborazione*

STRUTTURA DI UN PLC /5

MEMORIA

Esistono diversi dispositivi di memoria:

- RAM: Consente rapide operazioni di lettura/scrittura. Deve essere sempre alimentata. Una batteria "tampono" mantiene i dati nel caso di caduta della tensione di alimentazione
- EPROM: Non richiede alimentazione, ma per poter essere "scritta" richiede un particolare dispositivo (programmatore di EPROM). La cancellazione avviene tramite raggi ultravioletti
- EEPROM: Riassume i vantaggi di Ram ed EPROM

STRUTTURA DI UN PLC /6

MEMORIA DI SISTEMA

- Contiene il sistema operativo (firmware) del PLC, costituito da:
 - routine di autotest iniziale
 - dati del setup
 - librerie

STRUTTURA DI UN PLC /7

MEMORIA DI PROGRAMMA

- Contiene la sequenza di istruzioni (programma utente) che verrà eseguita dalla CPU
- Esistono diverse possibilità:
 - RAM (per sviluppo e collaudo)
 - EPROM (per programma definitivo)
 - EEPROM (sia per fase di sviluppo che per versione definitiva)

STRUTTURA DI UN PLC /8

MEMORIA DATI

- Contiene le informazioni relative alle varie aree dati interne e di I/O
- Poichè, in funzione delle elaborazioni del programma, è necessario effettuare sulle aree dati veloci operazioni di lettura e di scrittura, è possibile utilizzare soltanto memorie di tipo RAM

STRUTTURA DI UN PLC /9

BATTERIA

- Il mantenimento della memoria dati anche a fronte di cadute di alimentazione, viene assicurato da una batteria tampone
- Questa batteria alimenta anche l' eventuale RAM utilizzata per la memoria programmi
- La batteria ha una durata nominale di circa 5 anni (in relazione all' uso e all' ambiente)
- La fase di scaricamento della batteria viene segnalata in modo automatico dal PLC
- Uno scaricamento completo determina la perdita di dati e programma (se questo è in RAM)

STRUTTURA DI UN PLC /10

MODULI DI I/O

- Permettono il collegamento del PLC al mondo esterno
- Sono disponibili:
 - Moduli di INGRESSO DIGITALE (AC,DC,AC/DC)
 - Moduli di USCITA DIGITALE(Relè, Transistor, Triac)
 - Moduli di comunicazione
 - Moduli speciali (AD-DA, Contatori veloci, Controlli assi, PID, ...)

STRUTTURA DI UN PLC /11

PERIFERICHE

- Permettono il "colloquio" tra l'operatore (programmatore) ed il PLC
- Console di programmazione
- Console di programmazione grafica
- Interfaccia per personal computer
- Interfaccia stampante
- Programmatore di EPROM

STRUTTURA DI UN PLC /12

Altri dispositivi dell' unità centrale

- Selettore della modalità operativa
- Connettore per unità di programmazione
- Selettore RAM/EPROM
- Circuiti di autodiagnosi
- Relè di RUN o inibitore delle uscite
- Indicatori dello stato degli I/O
- Morsetterie I/O
- Connettore per espansione I/O

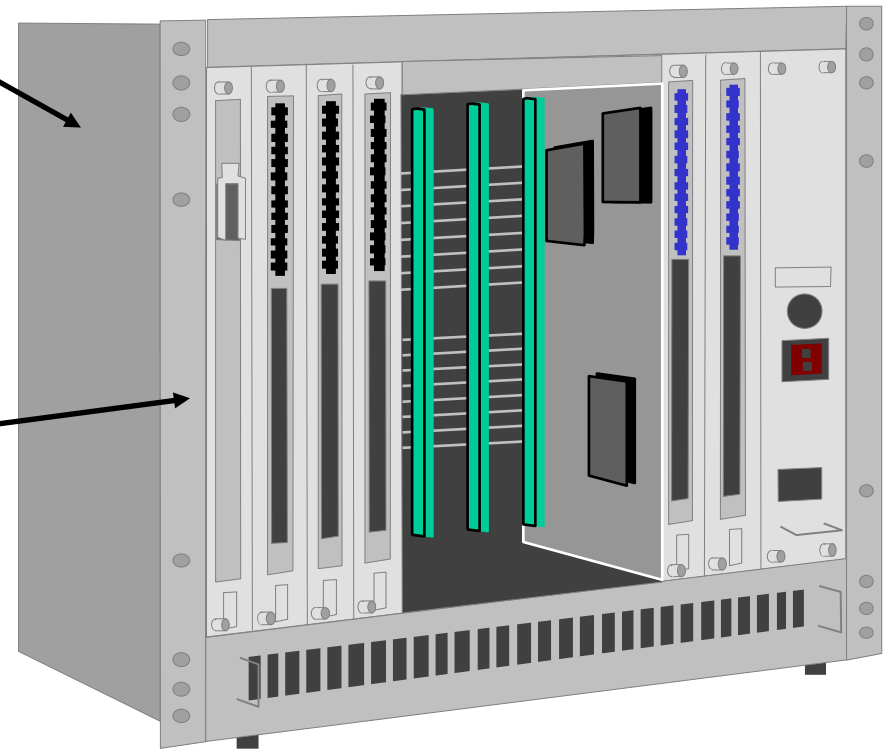
COME SI PRESENTA UN PLC /1

ARMADIO (CESTELLO O RACK)

- contiene gli altri moduli
- assicura la connessione elettrica attraverso il bus sul fondo del rack

MODULO PROCESSORE

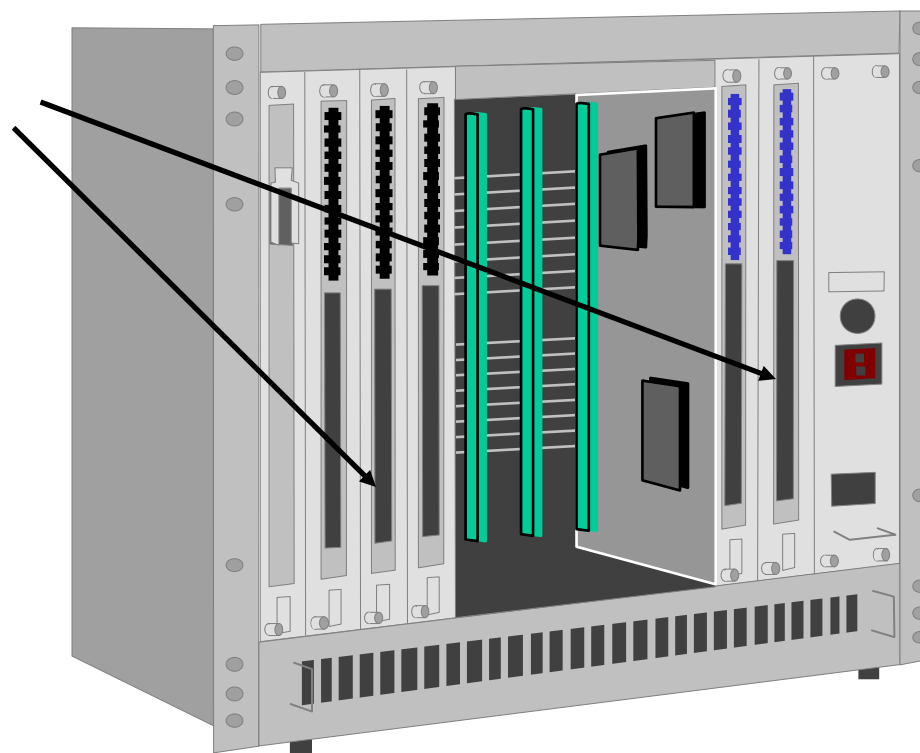
- scheda a microprocessore
- controlla e supervisiona tutte le operazioni eseguite all'interno del sistema



COME SI PRESENTA UN PLC /2

MODULI I/O

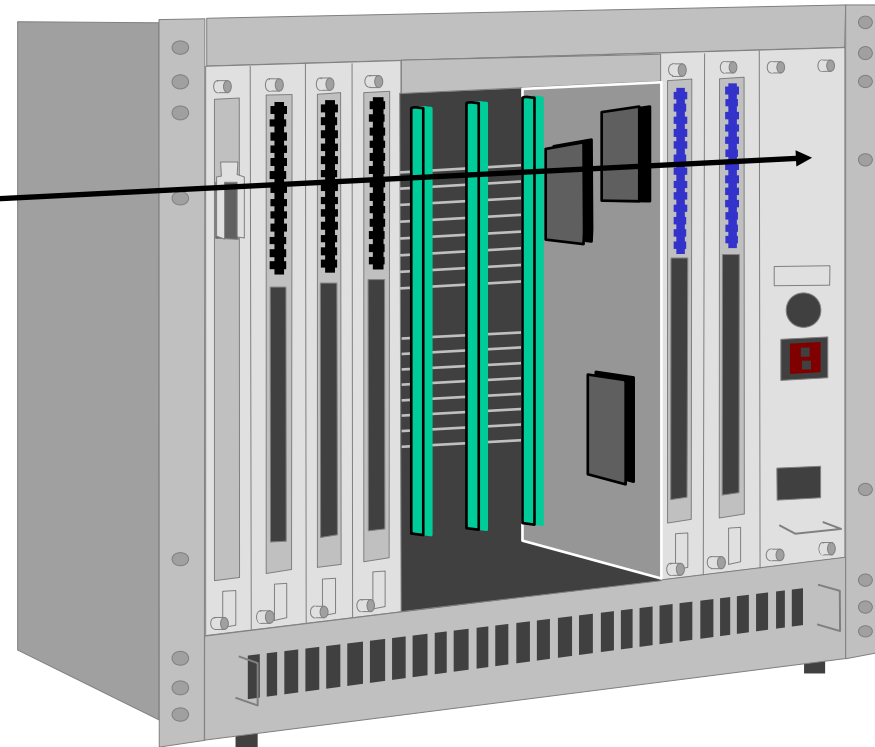
- schede che permettono l'interfacciamento del modulo processore con il mondo esterno



COME SI PRESENTA UN PLC /3

ALIMENTATORE

- alimentazione per tutte le schede presenti nel cestello


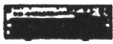





CARATTERISTICHE DI UN PLC /1

- Numero max. I/O
- Tipologia moduli di I/O
- Criterio costruttivo (monoblocco, modulare)
- Massima dimensione del programma (capacità di memoria)
- Set di istruzioni
- Tempo di scansione
- Espandibilità
- Moduli speciali
- Periferiche
- Collegabilità in rete





CARATTERISTICHE DI UN PLC /2

PLC OMRON COMPATTI

Caratteristiche	SP10/16/20	SK20	C20	C_K	C_H
					
N.o di I/O nella CPU	10/16/20	20	28	20/28/40/60	20/28/40/60
Espandibilità max. (N.o di I/O)	-	-	140	148	240
Memoria programma	100/220 istr.	220 istr.	1,2 k	1,2 k	2,9 k
Set di istruzioni	34/38	38	27	49	142
Tempo di esecuzione per k istruzioni base	0,2 μ s/istr.	0,2 μ s/istr.	10 ms	10 ms	0,75 ms
Relè interni (bit)	322/480	336	296	296	7024
Temporizzatori o contatori	16	16	48	48	512
Memorie dati (word)	-	16	-	64	2000

CARATTERISTICHE DI UN PLC /3

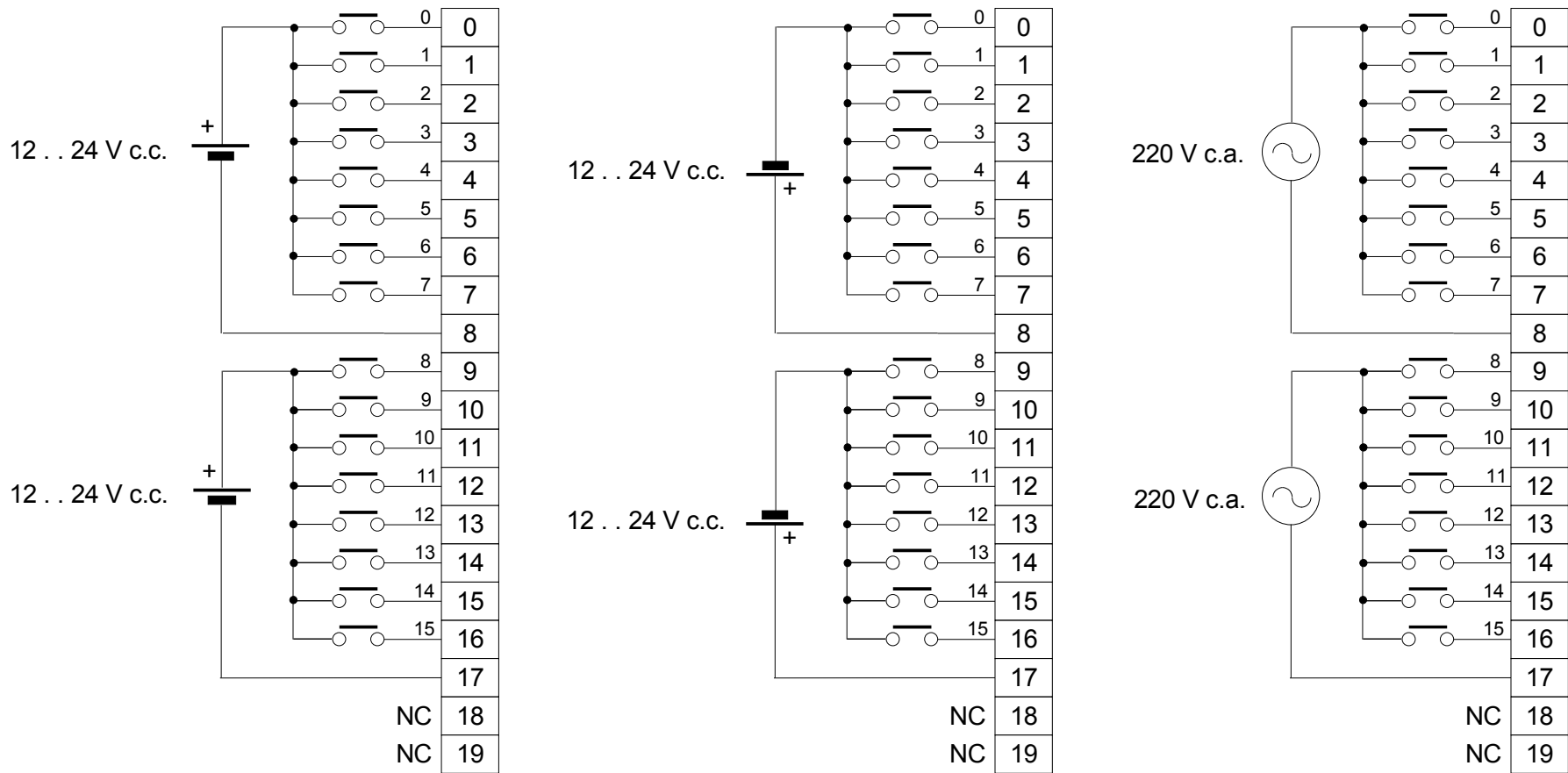
PLC OMRON MODULARI /1

Caratteristiche	CQM1 CPU 11/21	CQM1 CPU 4_	C200H	C200HS
				
N.o max. di I/O locali	128	192	880	880
N.o max. di I/O remoti	-	-	1296	1296
Memoria programma	3,2 kword	7,2 kword	6,6 kword	15,2 kword
Set di istruzioni	222	228	170	239
Tempo di esecuzione per k istruzioni base	0,5 ms	0,5 ms	0,75 ms	0,375 ms
Relè interni (bit)	7024	7024	7024	7904
Temporizzatori o contatori	512	512	512	512
Memorie dati (word)	1536	6656	2000	6656

MODULI DI INGRESSO DIGITALE /1

- Trasducono una tensione *tutto o niente* in uno stato logico interpretabile dalla CPU
- Utilizzo di disaccoppiatori ottici
- Tipologie:
 - per soli segnali in corrente continua (5 - 12 - 24 V)
 - NPN (logica negativa)
 - PNP (logica positiva)
 - per soli segnali in corrente alternata (110 - 220 V)
 - universali
 - per conteggio veloce

MODULI DI INGRESSO DIGITALE /2

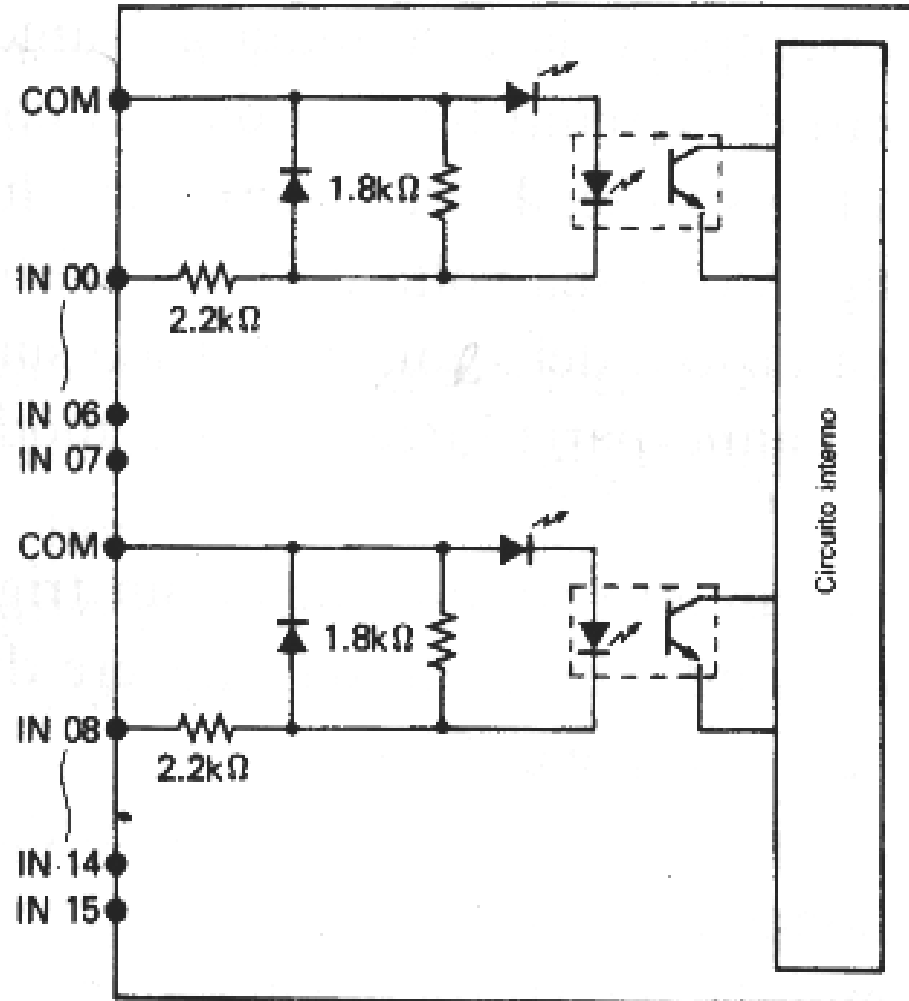


Schemi di cablaggio per ingressi C.C. 24 V PNP, C.C. 24 V NPN, 220 V A.C. nei modelli OMRON SYSMAC C20

MODULI DI INGRESSO DIGITALE /3

Circuito elettrico di ingresso di un PLC OMRON SYSMAC C20.

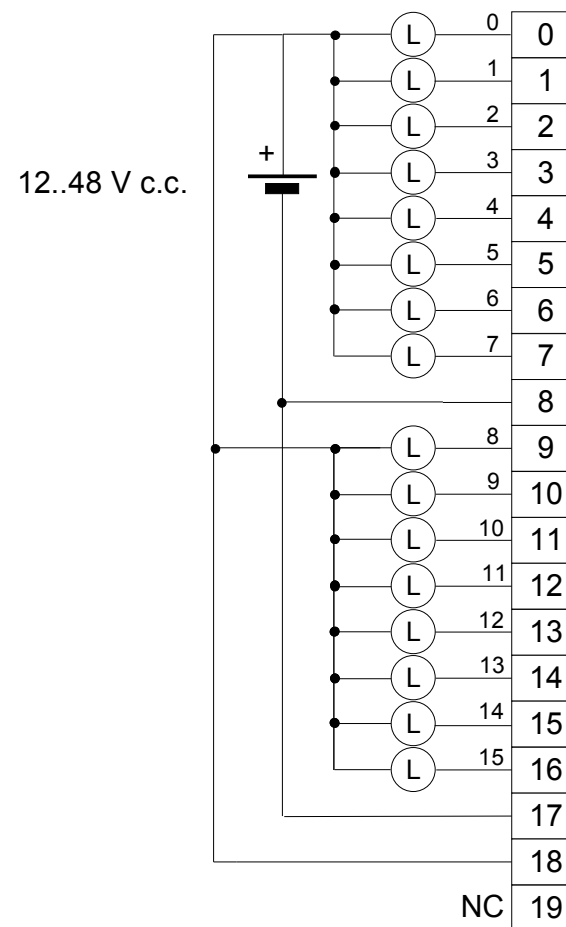
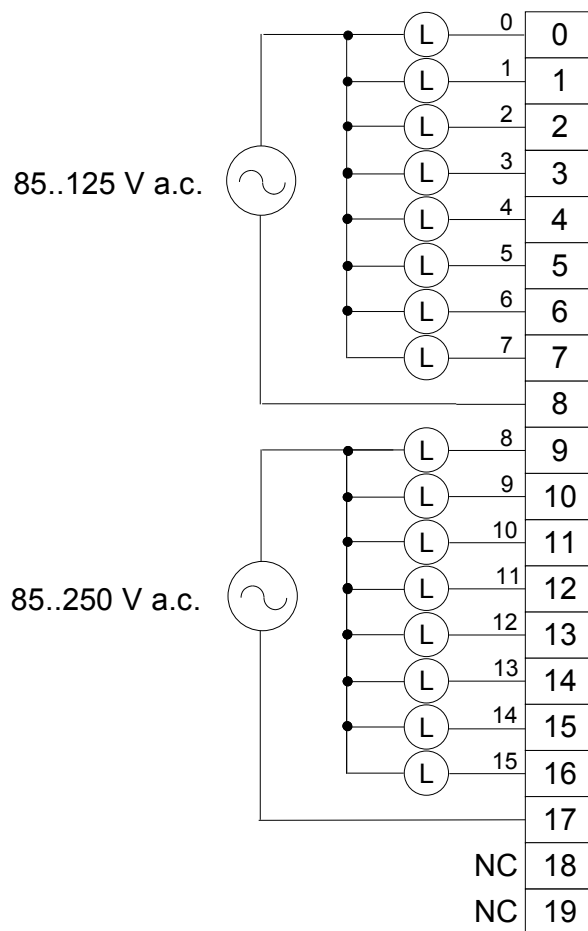
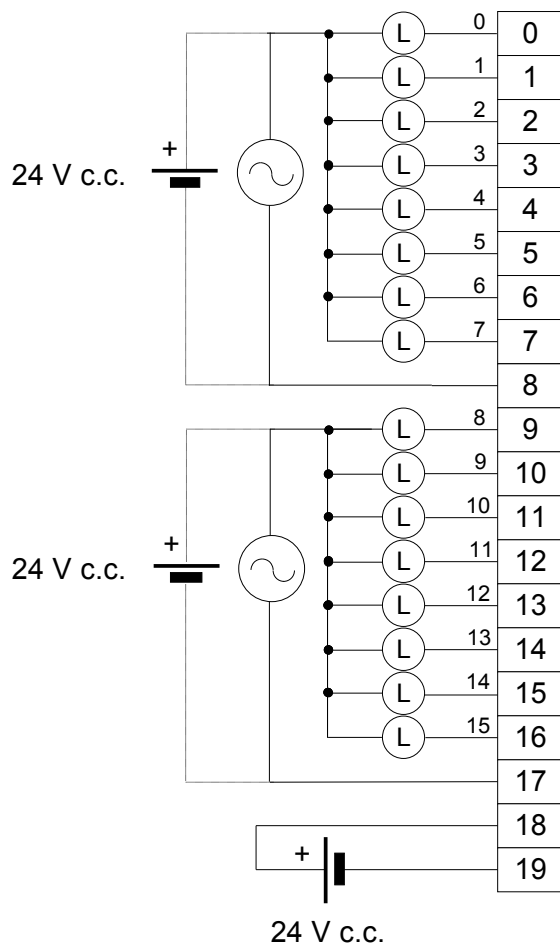
La configurazione è per segnali C.C., con accoppiamento NPN



MODULI DI USCITA DIGITALE /1

- Trasducono gli stati logici presenti nella memoria dati di Output in segnali elettrici che commutano fisicamente il punto di uscita
- Utilizzo di disaccoppiatori ottici
- Tipologie:
 - triac
 - triac per carichi in C.A. (110 - 220 V)
 - transistor
 - carichi in C.C. (5, 12 ,24 V)
 - relè
 - per carichi in C.A. (110 - 220 V)
 - per carichi in C.C. (5, 12, 24 V)

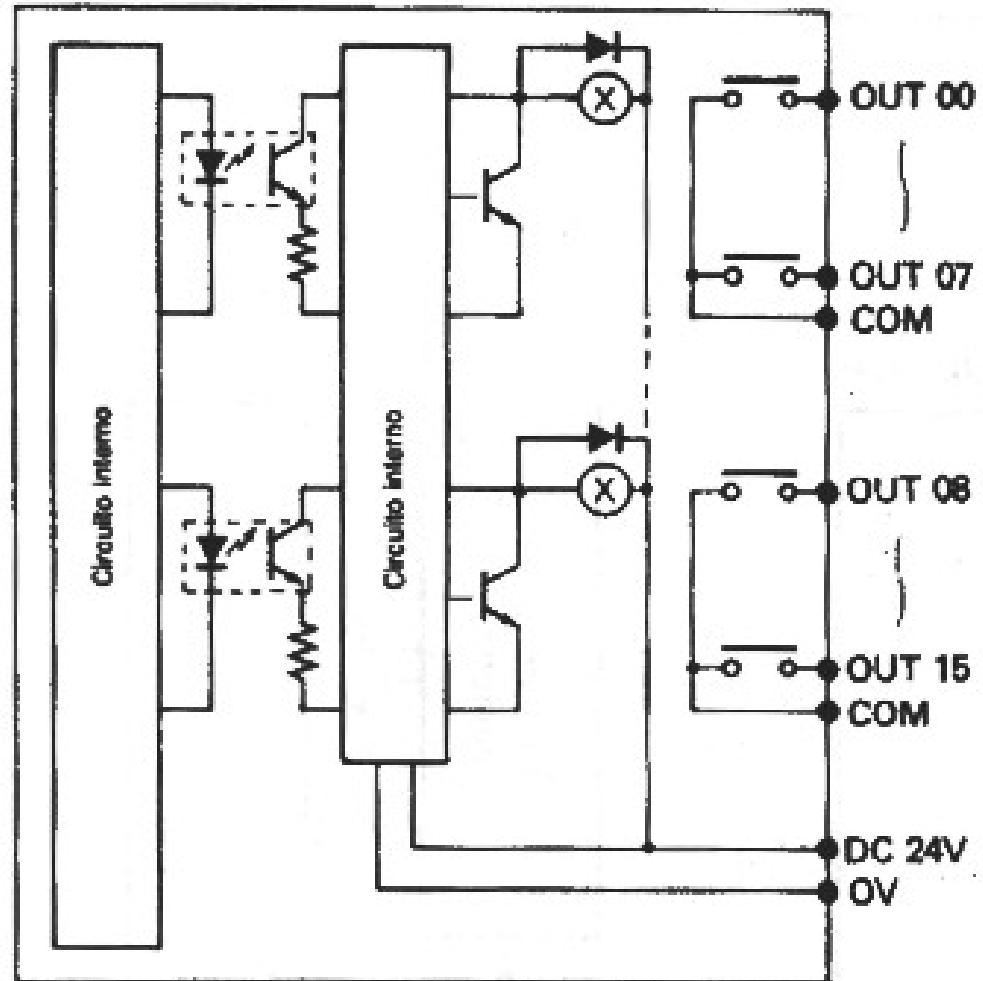
MODULI DI USCITA DIGITALE /2



Schemi di cablaggio per uscite a relè, a triac e a transistor nei modelli OMRON SYSMAC C20

MODULI DI USCITA DIGITALE /3

Schema interno e di cablaggio di uscite digitali a relè (A.C. e D.C.) in PLC OMRON SYSMAC C20.

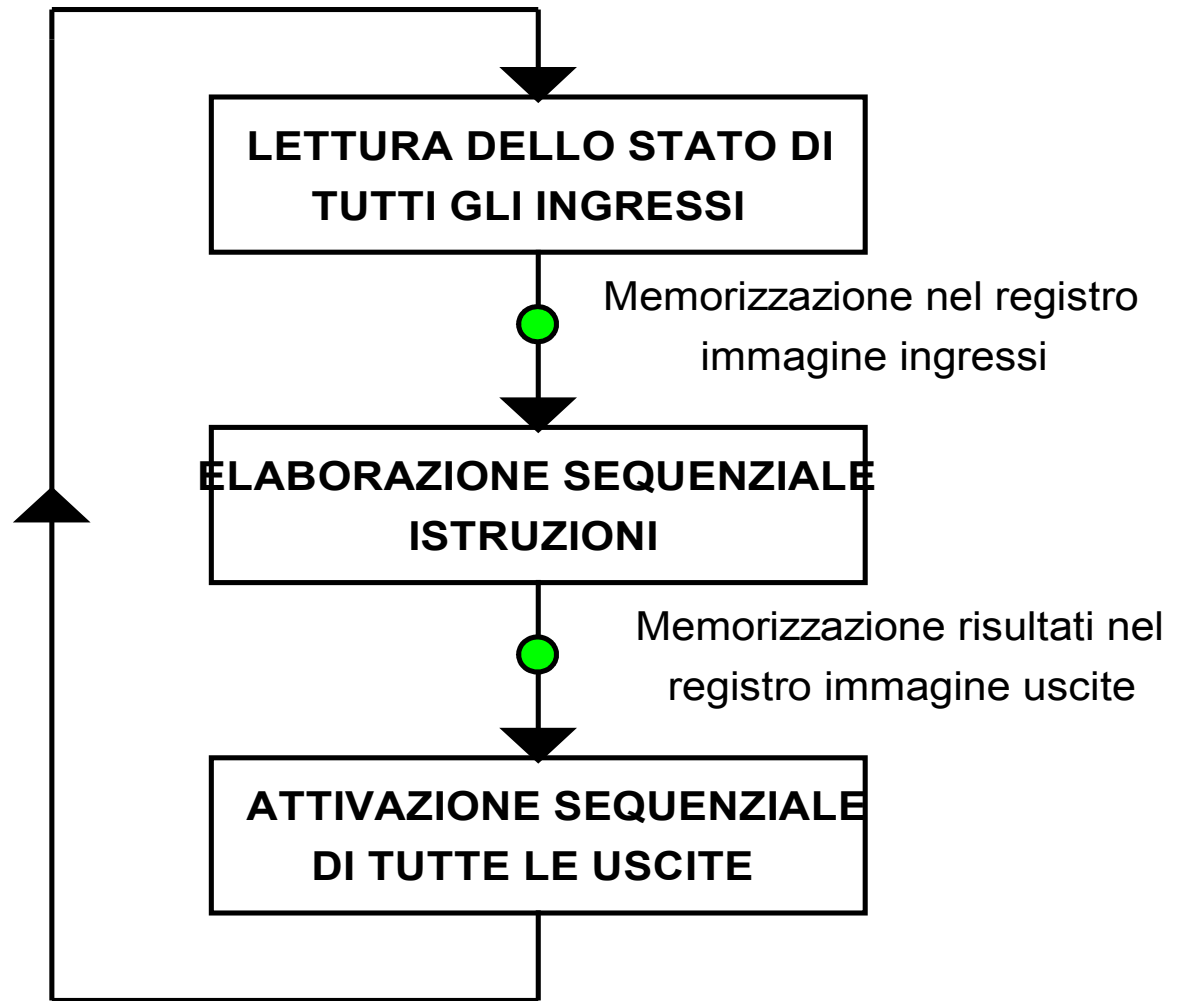


MODULI SPECIALI

- Moduli intelligenti
- Moduli per l' interfacciamento di termocoppie
- Moduli di conteggio veloce
- Moduli di posizionamento assi
- Moduli ASCII
- Moduli PID (Proportional Integrative Derivative)
- Orodatario
- Moduli di comunicazione
- Moduli di backup

LA SCANSIONE DEL PLC /1

Scansione sincrona di
ingresso e di uscita



LA SCANSIONE DEL PLC /2



MODALITÀ CICLICA

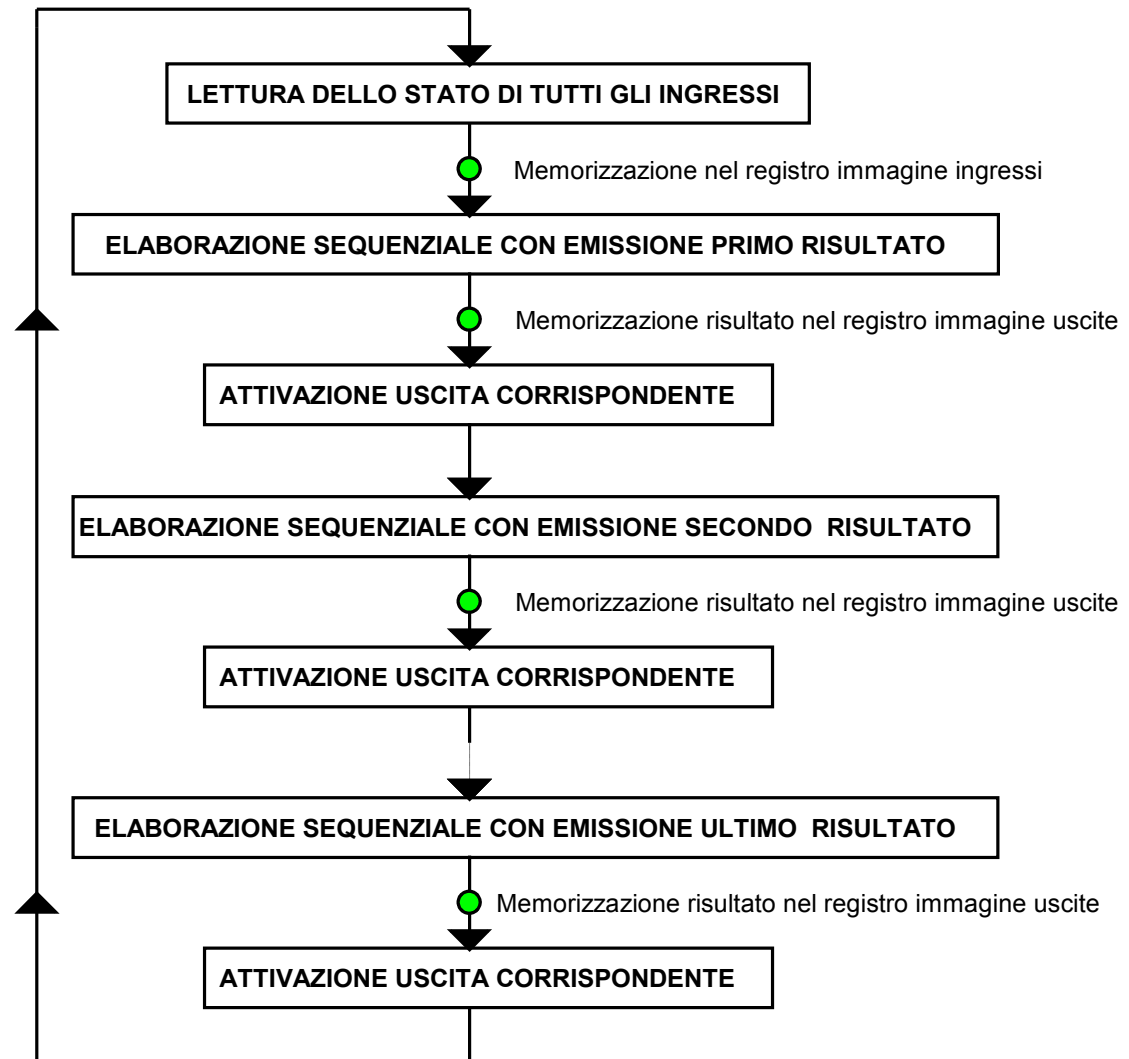
IN SEQUENZA

- LETTURA INGRESSI
- ESECUZIONE PROGRAMMA
- TEMPO DI ATTESA
- AGGIORNAMENTO USCITE
- GESTIONE DELLA RETE

TEMPO DI SCANSIONE
INTERVALLO DI TEMPO
NECESSARIO PER ESEGUIRE
UN CICLO DEL
PROGRAMMA

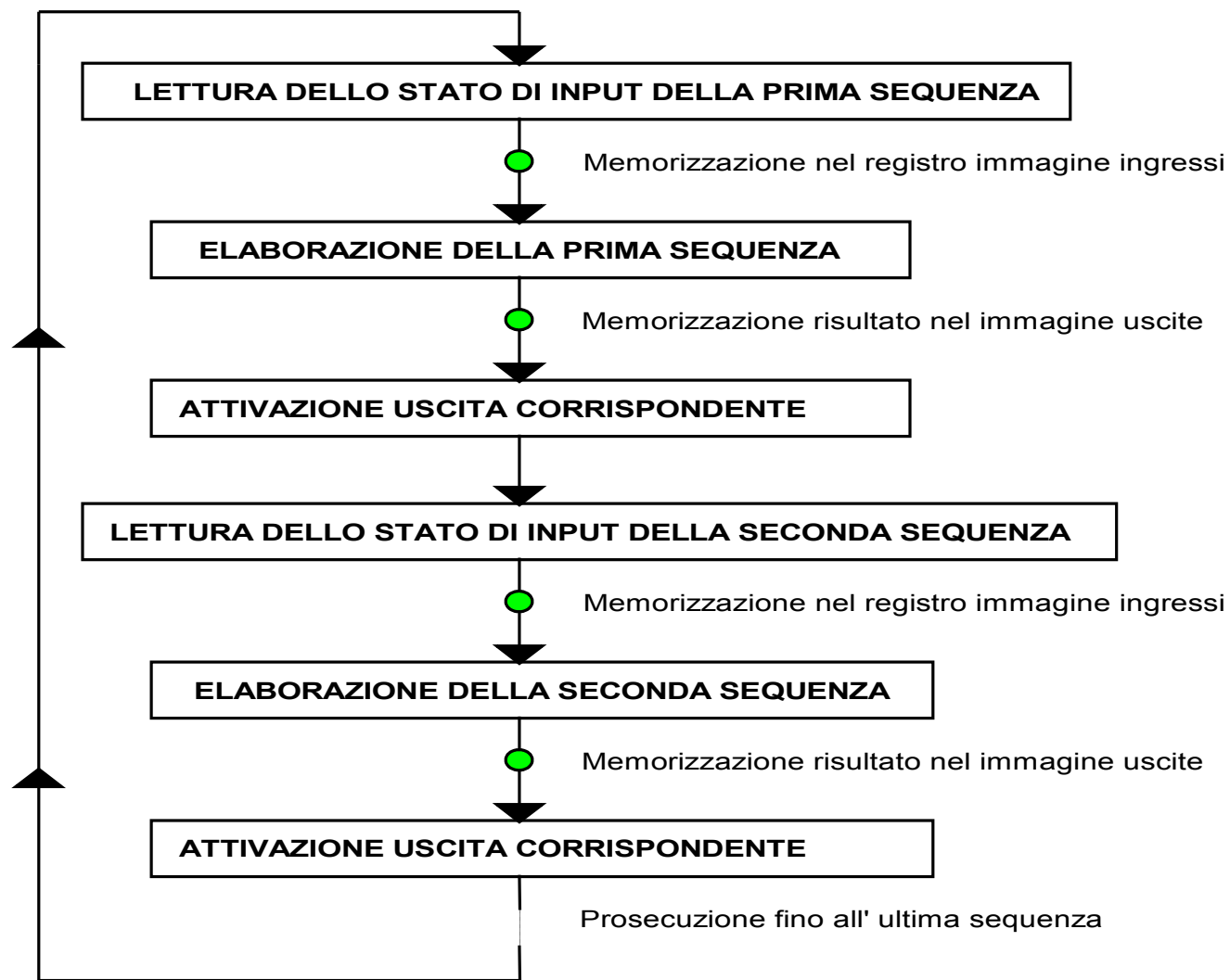
LA SCANSIONE DEL PLC /3

Scansione sincrona di ingresso e asincrona di uscita



LA SCANSIONE DEL PLC /4

Scansione asincrona di ingresso e di uscita



ELEMENTI FUNZIONALI DEL PLC

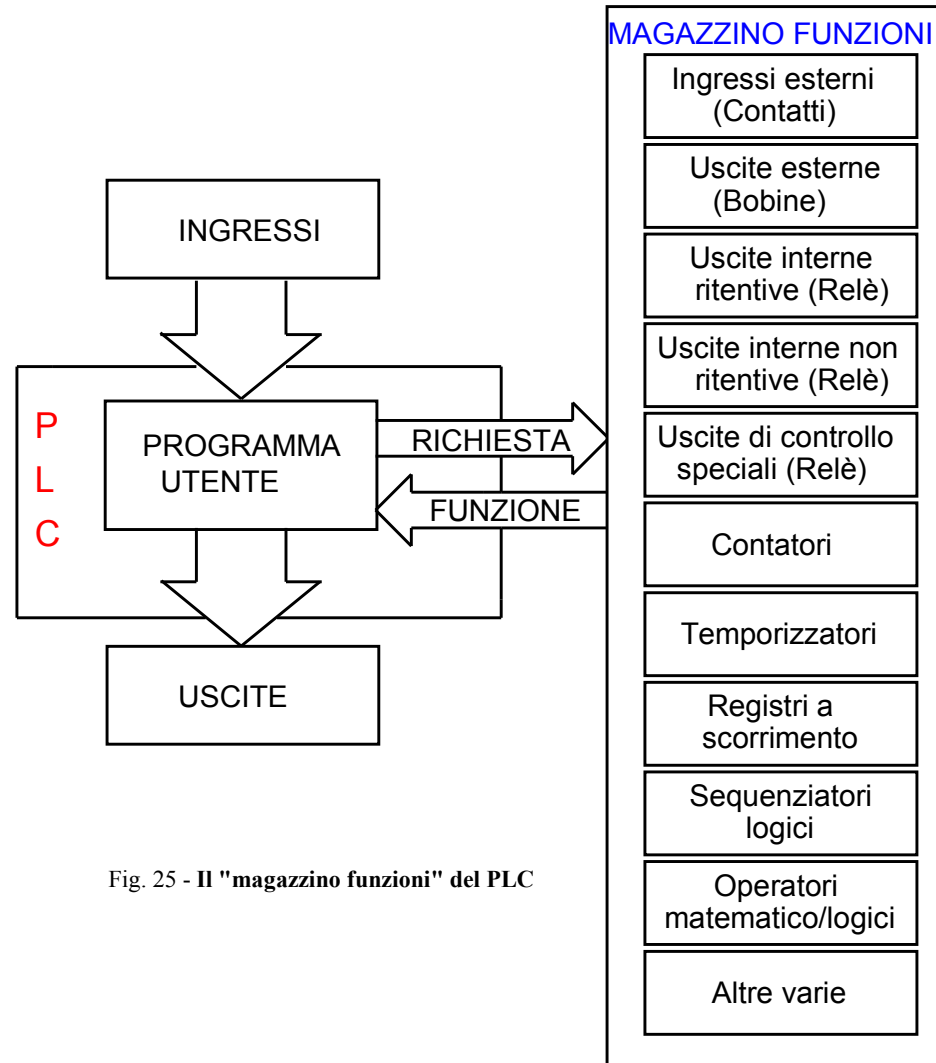
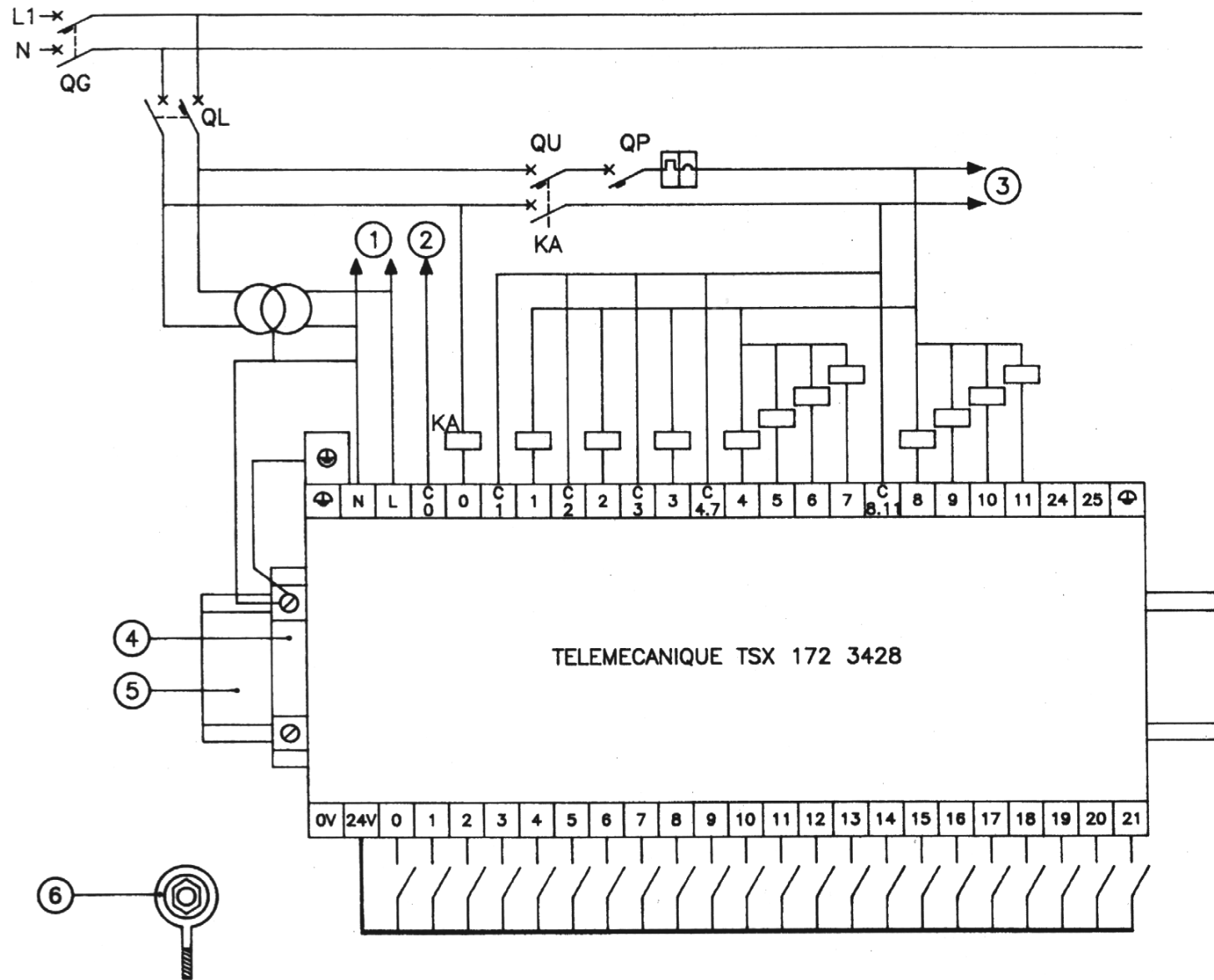


Fig. 25 - Il "magazzino funzioni" del PLC

LA MESSA IN SERVIZIO DEL PLC

- Conformità alle norme vigenti (Es.: CEI 664, CEI 65A, CEI 68, CEI 69, RINA)
- Adeguata distanza tra il PLC ed eventuali altre apparecchiature
- Correttezza e funzionalità del cablaggio
 - cavi schermati quando necessario
 - cavi opportunamente dimensionati
- Eventuale inserimento di soppressori d' arco
- Prestare attenzione alla rimozione delle cartucce di memoria



LA LOGICA CIM /1

CIM (Computer Integrated Manufacturing) : Definizione e Ambito

Definizione

Impiego articolato e cooperante della tecnologia informatica nei processi di

- progettazione,
- produzione,
- distribuzione,

per acquisire un durevole vantaggio competitivo.

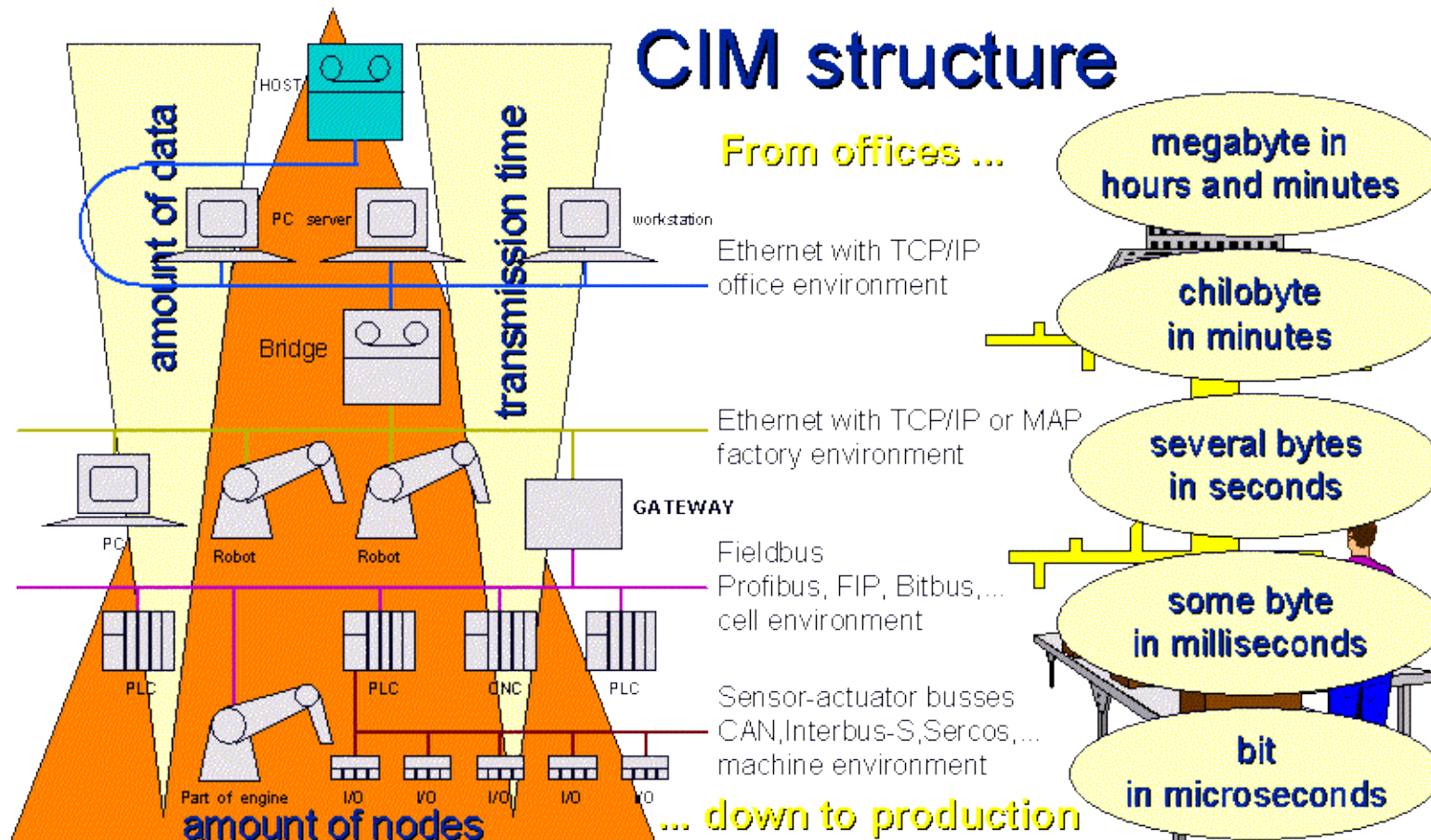
Ambito

Tutte le funzioni dell'impresa che possono

- essere assistite dall'elaboratore,
- essere automatizzate e quindi eseguite e controllate dall'elaboratore,
- con un alto livello di integrazione.

LA LOGICA CIM /2

La piramide CIM (Computer Integrated Manufacturing)



LA LOGICA CIM /3

La piramide CIM

Livello 0: sensori, attuatori, tools legati al processo esecutivo

Livello 1: sistemi industriali che comandano direttamente i processi al livello 0 (*comando individuale delle macchine e del processo – controllo di macchina*)

Livello 2: workshop computer (*comando centralizzato delle macchine e del processo – controllo di cella*)

Livello 3: high performance computer per il management e la supervisione delle unità di processo (*gestione della produzione – controllo di area*)

Livello 4: mainframe per il governo del management, gestione commesse e amministrazione centrale delle attività di fabbrica (*pianificazione della gestione globale*)

LA LOGICA CIM /4

Livello 0: sensori/attuatori

E' costituito dall'insieme dei sensori e degli attuatori, ossia dai dispositivi di campo che vengono interfacciati direttamente all'impianto industriale costituendo la sezione di ingresso – uscita del sistema di controllo.

La funzione del livello 0 è quella di riportare al livello sovrastante le misure di processo e di attuare i comandi ricevuti da esso. Il livello di intelligenza richiesto ai dispositivi di campo è limitata, dovendo essi soltanto trasdurre grandezze fisiche di varia natura (es. temperatura, pressione, tensione, ecc.) a segnali tipicamente di tipo elettrico (corrente e tensione) e viceversa.

E' bene notare come sia crescente la tendenza di dotare sensori ed attuatori di intelligenza dedicata anche alla gestione di una interfaccia di comunicazione digitale e seriale.

LA LOGICA CIM /5

Livello 1: Controllo di macchina

E' costituito dai controllori, solitamente di tipo automatico o semiautomatico, interfacciati con i sensori e gli attuatori dei dispositivi meccanici facenti parte di una stessa unità operatrice.

Le apparecchiature del livello 1 sono i controllori a logica programmabile (*PLC, Programmable Logic Controller*), semplici sistemi di controllo distribuito (*DCS, Distributed Control System*), centri di lavorazione a controllo numerico (*CNC, Computer Numeric Controller*).

Le funzioni cui il controllo di macchina è preposto sono la regolazione diretta delle variabili e la realizzazione sequenziale di operazioni; tali operazioni non sono in genere molto complesse, ma devono essere coordinate con quelle fatte eseguire alle altre macchine attraverso l'operato del livello superiore.

LA LOGICA CIM /6

Livello 2: Controllo di cella

I controllori costituenti questo livello regolano il funzionamento di tutte le macchine operatrici costituenti una cella di lavoro attraverso la comunicazione con i relativi controllori; le operazioni svolte a questo livello sono analoghe a quelle del livello 1 risultando soltanto più complesse e a maggior spettro in varietà e dimensioni.

In modo analogo i controllori PLC e DCS del livello 2 sono più potenti in termini di capacità elaborativa, memoria, comunicazione, ecc.; crescente interesse, soprattutto dal punto di vista economico, rivestono le moderne soluzioni di automazione basate su Personal Computer (PC).

LA LOGICA CIM /7

Livello 3: Controllo di area

E' costituito dal sistema di supervisione, controllo e acquisizione dati (*Supervisory Control And Data Acquisition SCADA*); le apparecchiature su cui sono implementate le piattaforme software sono tipicamente *Work Station* o PC nelle applicazioni più semplici.

Le funzioni svolte a livello 3 sono quelle legate alla gestione dell'intero processo controllato: gestione operativa intesa come impostazione del lotto da produrre o dei cicli di lavorazione, gestione delle situazioni di allarme, analisi dei risultati, ecc.

Il controllo di area differisce sostanzialmente da quello di macchina e di cella, in quanto i requisiti di elaborazione real-time sono fortemente ridotti; le funzioni infatti che devono essere svolte a questo livello sono fortemente dipendenti dall'operatore eventualmente coadiuvato da sistemi automatici di tipo gestionale che però lavorano su orizzonti temporali e con obiettivi completamente differenti.

Restano invece molto importanti i tempi di risposta dell'intero sistema per quanto concerne la rilevazione e segnalazione di eventuali situazioni di allarme in cui l'operatore può e deve essere in grado di prendere provvedimenti.

BUS DI CAMPO /1

Un bus di campo è . . .

un sistema per la comunicazione industriale, nel quale due o più apparecchiature possono scambiarsi informazioni usufruendo di un unico fascio di conduttori, ai quali possono accedere secondo particolari regole chiamate *protocolli*

Il bus di campo nei PLC

Nel 1973 venne per la prima volta inclusa in alcuni PLC la capacità di *comunicare attraverso bus* dedicati; questa innovazione consente di collocare il PLC in un punto molto distante dalla macchina che controlla

BUS DI CAMPO /2

I vantaggi del bus di campo . . .

- La comunicazione tramite bus di campo permette lo scambio di dati che sarebbero più difficilmente o non affatto trasmissibili in altro modo
- Lo scambio di dati si effettua secondo un meccanismo standard

Conseguentemente si ha . . .

- Flessibilità di estensione
- Raccordo di moduli diversi su di una stessa linea
- Possibilità di collegamento di prodotti di fabbricanti diversi
- Distanze coperte dal bus superiori a quelle raggiunte mediante cablaggio tradizionale
- Riduzione massiccia di cavi e relativo costo
- Estensione dei campi di applicazione
- Riduzione dei costi globali
- Semplificazione della messa in servizio
- Riduzione dei costi di engineering (una volta acquisita l'esperienza necessaria)
- Disponibilità di strumenti di messa in servizio e diagnosi

BUS DI CAMPO /3

Gli svantaggi del bus di campo . . .

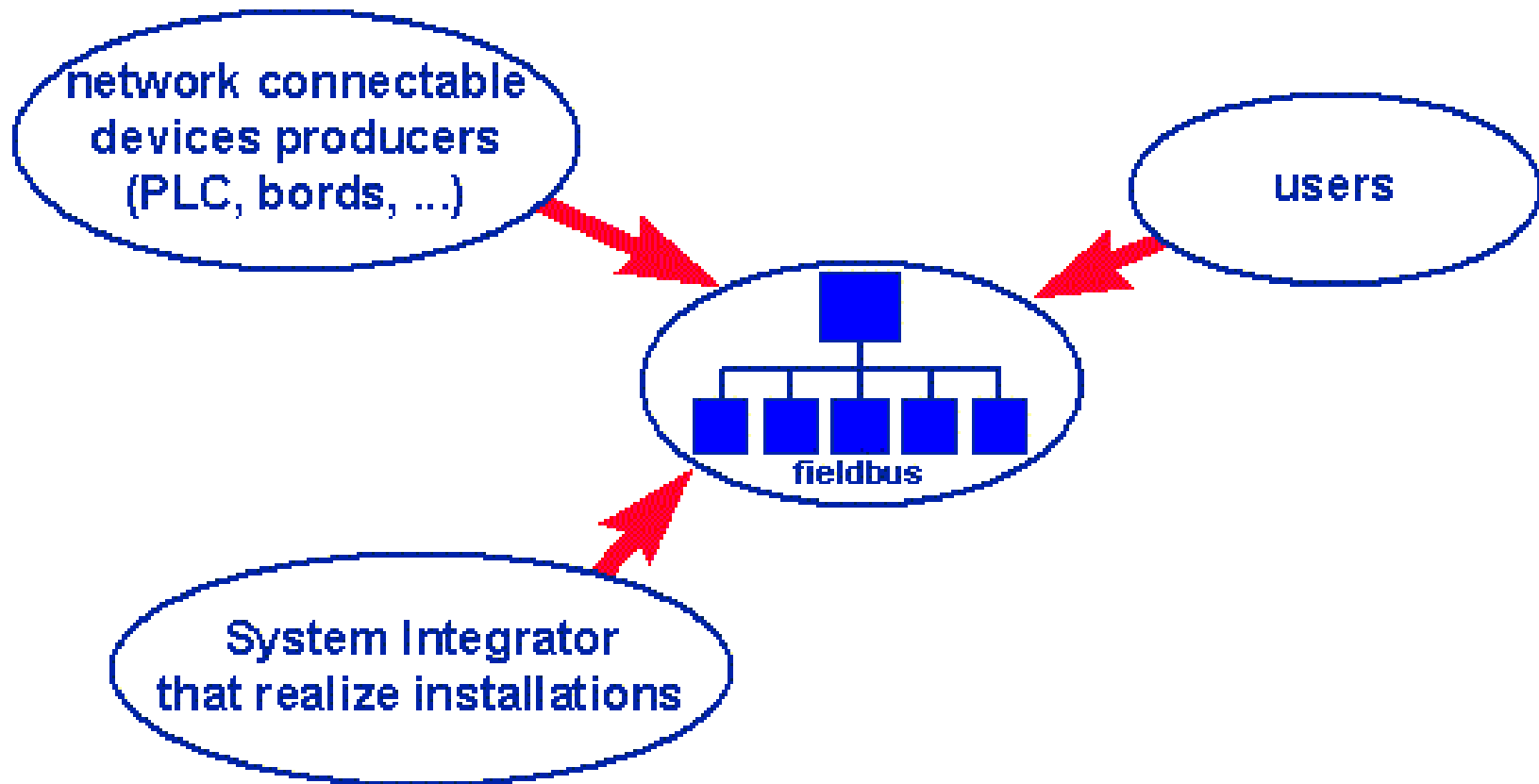
- Necessità di conoscenze superiore
- Investimento in strumenti e accessori (tools di monitoraggio e diagnosi, ecc) abbastanza onerosi
- Costi apparentemente maggiori
- Compatibilità tra prodotti di fornitori distinti non sempre priva di problemi come si vuol spesso far credere

BUS DI CAMPO /4

Chi è interessato ai bus di campo . . .

- Operatori che lavorano su macchine che utilizzano i bus di campo
- Operatori che realizzano sistemi di automazione facenti ricorso ai bus di campo (*System integrator*)
- Produttori e fornitori di elementi collegabili ai bus di campo

BUS DI CAMPO /5



TOPOLOGIA DI RETE /1

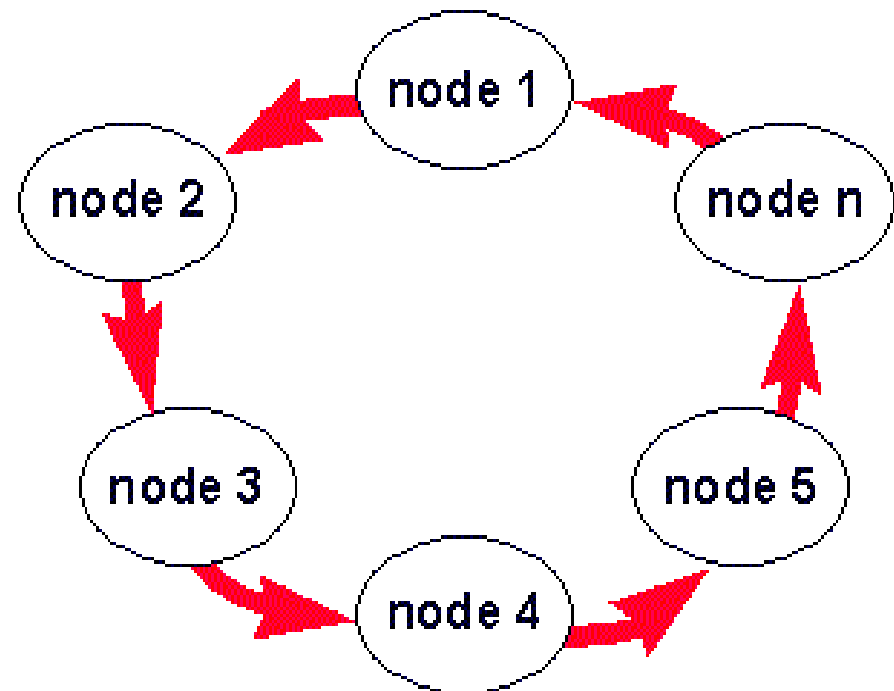
Struttura ad anello (Ring)

Vantaggi

- Il segnale è rigenerato in ogni nodo
- La comunicazione è unidirezionale

Svantaggi

- Difficoltà nell'estendere la rete
- Arresto delle comunicazioni in caso di guasto di un componente del circuito



TOPOLOGIA DI RETE /2

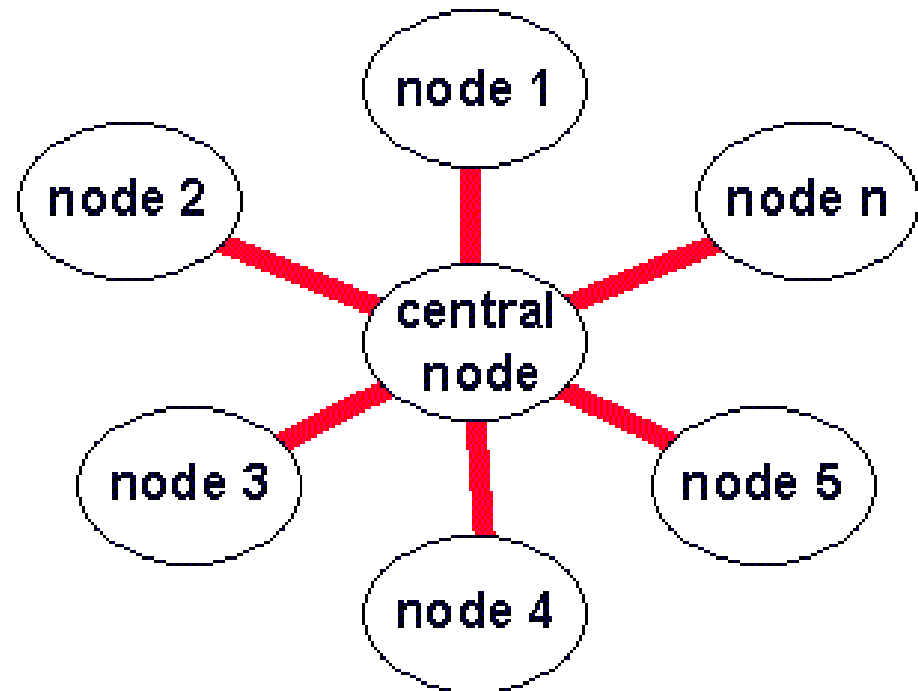
Struttura a stella

Vantaggi

- Facilità nell'estendere la rete
- La comunicazione non si interrompe in caso di guasto di un componente del circuito (purchè questo non sia il nodo centrale)

Svantaggi

- Notevole quantità di cavi
- Non si possono coprire grandi distanze senza aggiungere hardware apposito (ad es. *repeater*)



TOPOLOGIA DI RETE /3

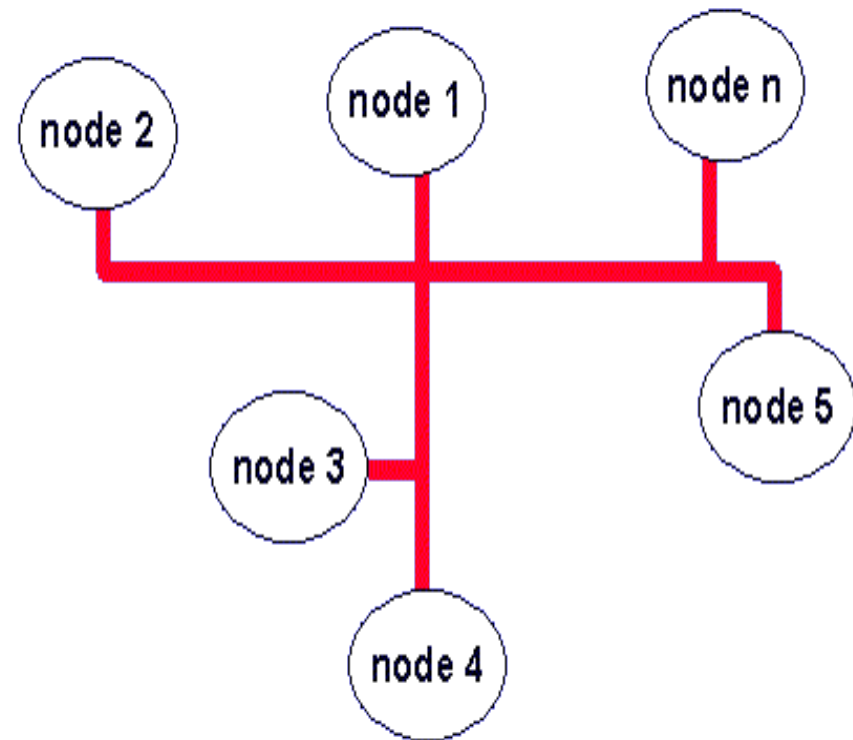
Struttura ad albero

Vantaggi

- Facilità nell'estendere la rete
- La comunicazione non si interrompe in caso di guasto di un componente del circuito

Svantaggi

- Non si possono coprire grandi distanze senza aggiungere hardware apposito (ad es. *repeater*)



INTERFACCE PER LA COMUNICAZIONE

RS-232

- Per comunicazioni punto a punto
- Trasmissione con potenziali riferiti a massa
- Possibile comunicazione *full-duplex*

RS-422

- Per comunicazioni punto a punto
- Trasmissione differenziale
- Possibile comunicazione *full-duplex*

RS-485

- Per comunicazioni su bus
- Trasmissione differenziale
- Possibile comunicazione *half-duplex*

ISO 11519 (low speed) /ISO 11898 (high speed)

- Per comunicazioni su bus
- Trasmissione differenziale
- Possibile comunicazione *full-duplex* (con controllo delle collisioni)

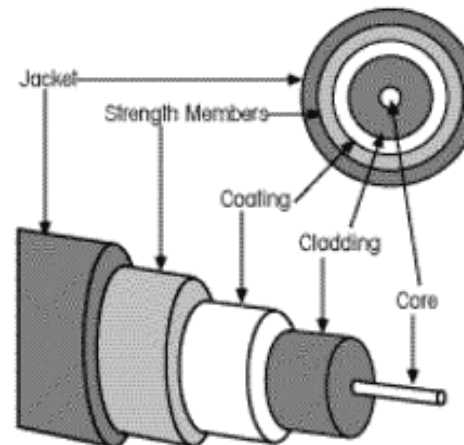
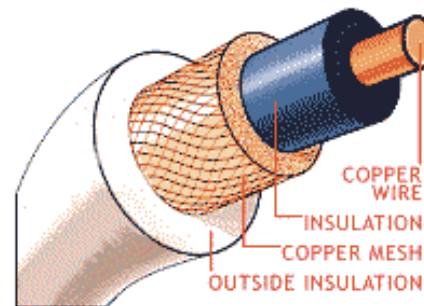
MEZZI FISICI DI TRASMISSIONE /1

Si caratterizzano principalmente per:

- la banda passante (la massima velocità di trasmissione dei dati consentita, misurata in Hz o più spesso in bit/s),
- l'immunità ai disturbi,
- la lunghezza massima consentita senza necessità di ripetitori,
- il costo,
- la durata,
- l'affidabilità.

MEZZI FISICI DI TRASMISSIONE /2

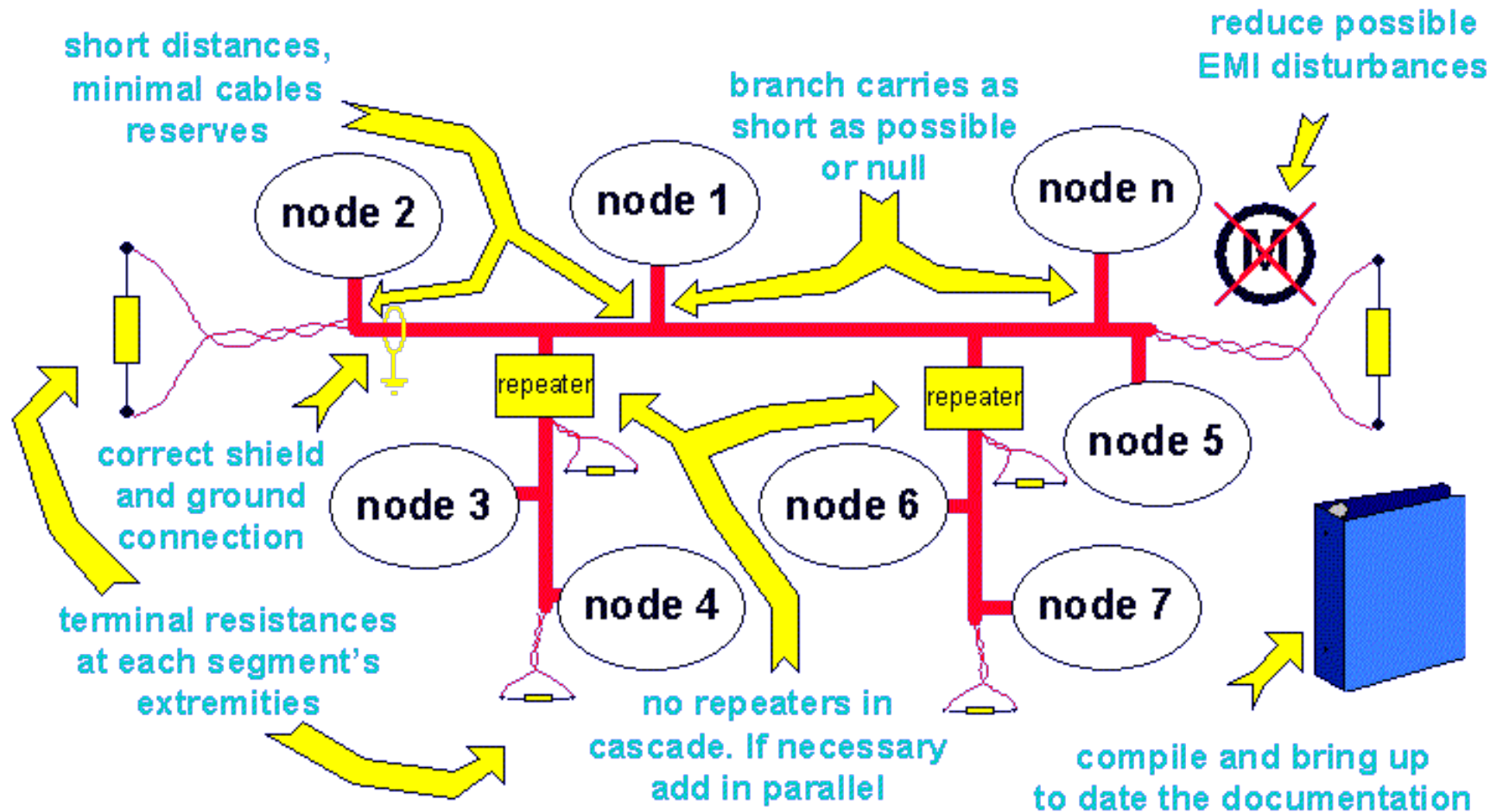
- Doppino telefonico
- Cavo coassiale
- Fibre ottiche
- Onde convogliate
- Onde radio
- Ethernet



ASPETTI FISICI DEI COLLEGAMENTI /1

- Riflessione del segnale agli estremi della linea
 - Arrotondamento del segnale
 - Terminazione della linea
- Biforcazioni possibilmente tramite *splitter*
- Limite di 32 (o 64) nodi per segmento di rete (o utilizzo di *repeater*)
- Evitare di inserire *repeater* in cascata
- Ottimizzazione della lunghezza del cavo
- Separazione delle linee di comunicazione dai cavi di potenza
- Messa a terra della schermatura dei cavi
- Pianificazione dei percorsi dei rami della rete
- Aggiornamento della documentazione

ASPETTI FISICI DEI COLLEGAMENTI /2



MECCANISMI DI COMUNICAZIONE

- Master-slave (BitBus)
- Multi-master
 - CSMA/CD (Ethernet)
 - CSMA/CA (Controller Area Network *CAN*)
- Token passing (Process Field Bus *Profibus*)
- Soluzioni specifiche (InterBus-S, Serial time communication system *Sercos*, Factory Instrumentation protocol *FIP*, ecc)