

4. - CONTROLLORI PROGRAMMABILI

4.1 - DESCRIZIONE DI UN CONTROLLORE PROGRAMMABILE

Un controllore programmabile, come qualsiasi altro sistema più complesso (minicomputer, computer, ecc.), è un sistema logico in grado di realizzare un insieme ordinato di operazioni definite da comandi.

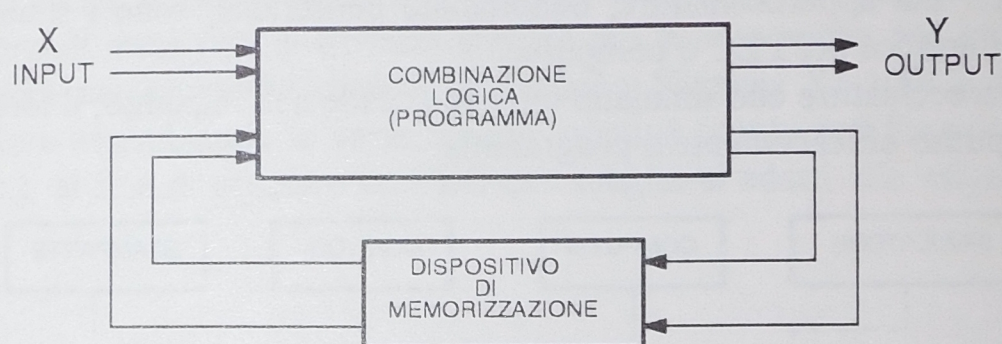


Fig. 4.1 - Circuito sequenziale con memoria.

I comandi, comunemente detti **istruzioni**, sono stabiliti per ogni tipo di controllore in fase di progettazione dello stesso, vanno così a costituire il cosiddetto **linguaggio di programmazione**.

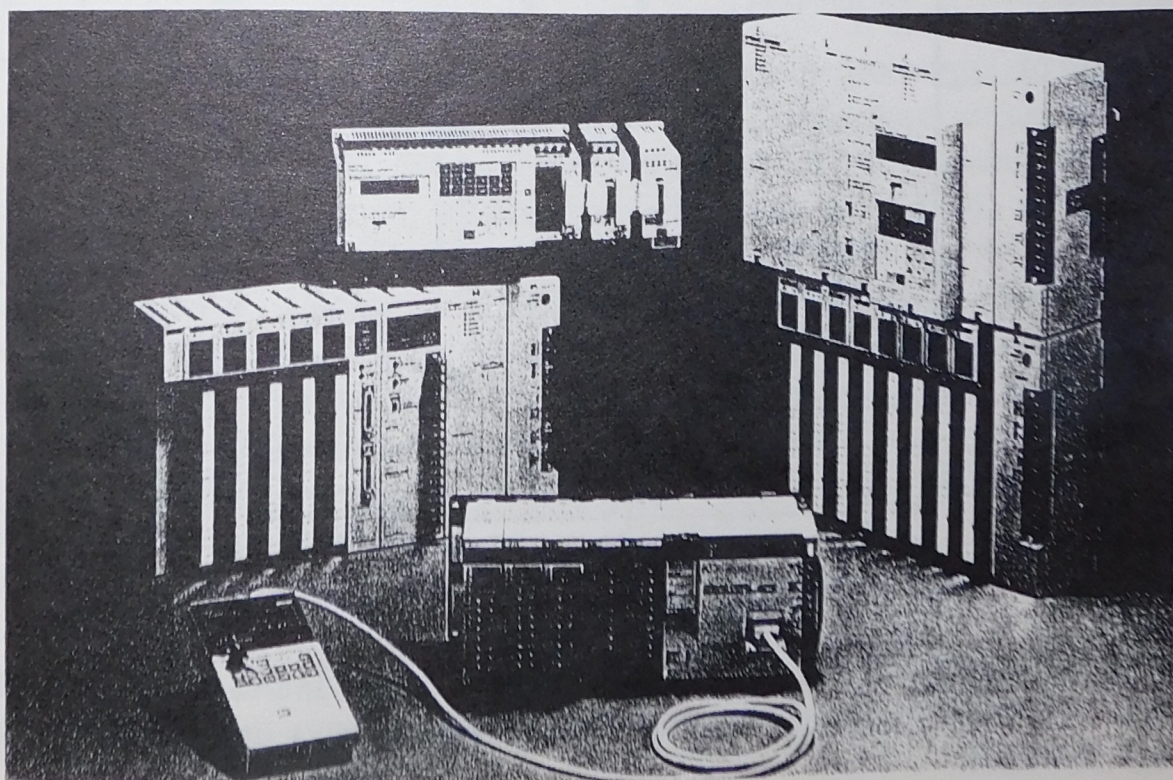


Fig. 4.2 - Controllori programmabili Omron serie SYSMAC.

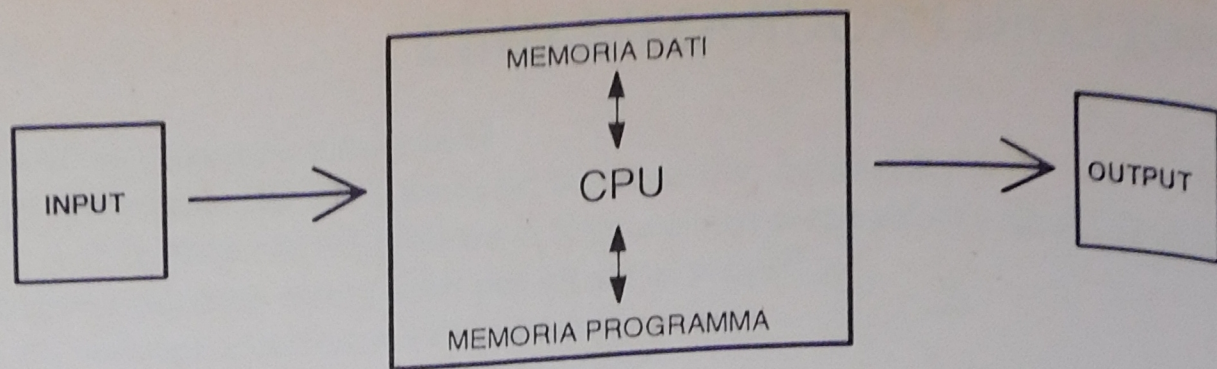


Fig. 4.3 - Architettura di un computer.

L'insieme delle successive istruzioni con cui si realizza, attraverso il controllore, l'elaborazione richiesta sui dati in ingresso è chiamato **programma** (software) ed è memorizzato in un'apposita memoria **programma**; i dati relativi allo stato degli ingressi e delle uscite sono invece memorizzati nella memoria di lavoro o **memoria dati**.

La parte del PLC che coordina ed organizza tutte le attività sopradette è denominata unità centrale (**CPU**), tra essa ed il sistema da controllare troviamo le unità d'ingresso e di uscita, che hanno il compito di adattare i segnali elettrici esistenti fra circuiti esterni e la circuiteria interna del PLC.

Collegata al controllore possiamo trovare l'unità di programmazione, che consente di inserire il programma in un'apposita memoria interna.

Oltre alle unità precedentemente citate si possono utilizzare altre apparecchiature che aumentano le possibilità del controllore: tali apparecchiature, denominate periferiche, sono i simulatori, le memorie di massa, le stampanti, le interfacce per PLC o computer.

I simulatori sono apparecchiature che simulano ciò che accade nell'impianto; il loro uso consente, entro certi limiti, di mettere a punto efficacemente il programma.

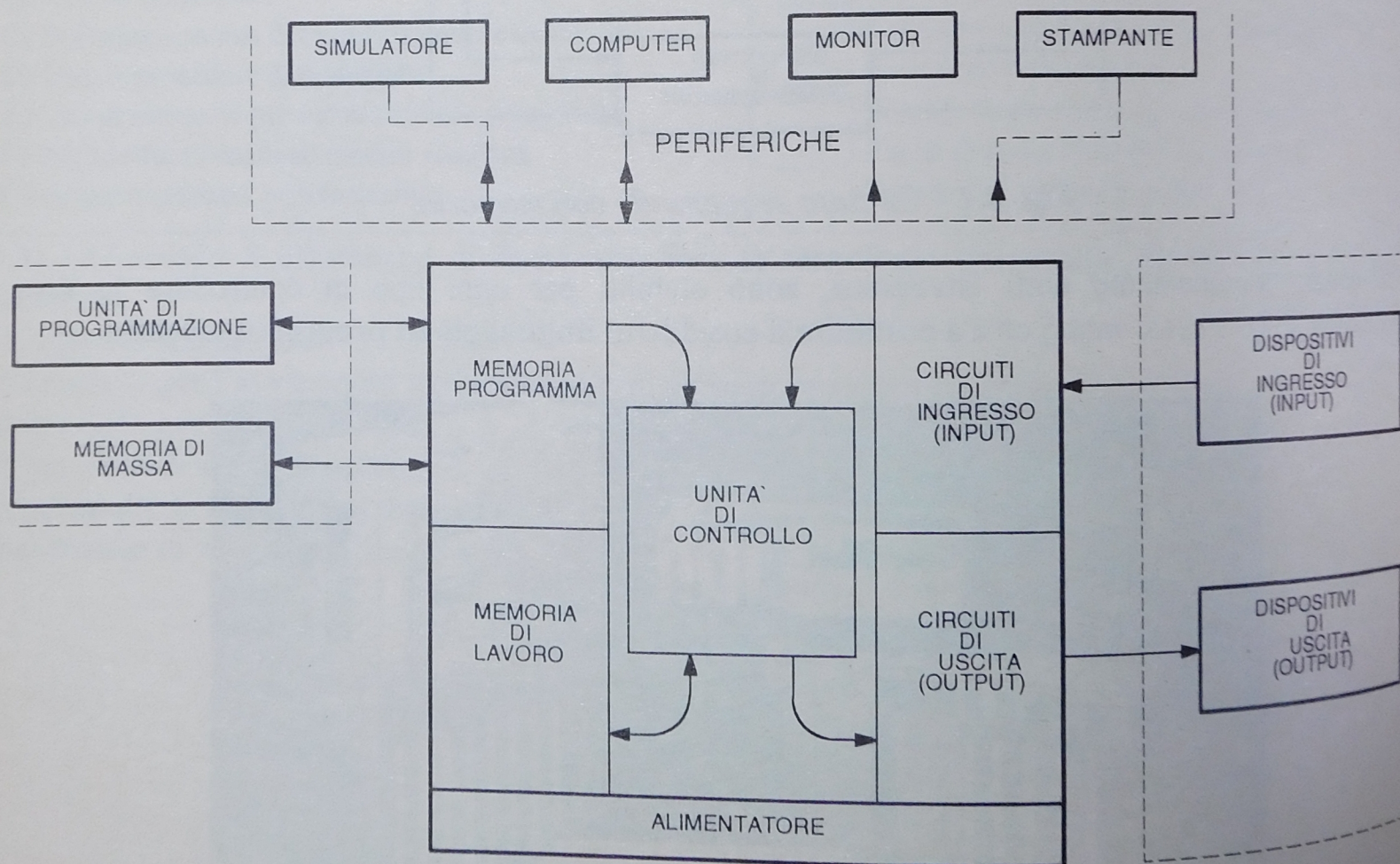


Fig. 4.4 - Struttura di un controllore logico programmabile e relative periferiche.

Le memorie di massa permettono di memorizzare i programmi anche quando non sono inseriti nel controllore, ciò evita di dover riscrivere il programma e consentono un'eventuale sua facile e rapida installazione su di un altro PLC.

Le stampanti consentono, mediante opportune interfacce, di stampare il listato delle istruzioni e una serie di informazioni sul programma.

Particolare importanza rivestono le interfacce per collegare il controllore con altri PLC o computer, in particolare nel primo caso è possibile collegare in rete diversi PLC in modo da riuscire a soddisfare le esigenze di automazione di grandi impianti.

Nel caso che il controllore venga collegato ad un computer è possibile programmarlo attraverso di esso invece di utilizzare i costosi videoterminali dedicati, si possono inoltre stampare i programmi, memorizzarli su memorie di massa ed eseguire tutta una serie di controlli sia durante la fase di programmazione che di normale funzionamento.

Una grandezza che caratterizza le potenzialità di un controllore è il numero complessivo degli ingressi e delle uscite (numero I/O).

In generale si possono identificare tre classi di apparecchiature:

- piccole unità con un massimo di 128 I/O,
- medie unità con un massimo di 1024 I/O,
- grandi unità con un numero uguale o maggiore di 1024 I/O.

Volendo gestire un numero più elevato di I/O si possono collegare in rete più controllori.

I controllori si possono suddividere anche a seconda dell'aspetto realizzativo. Si sono venute a creare caratteristiche comuni ai diversi costruttori rispetto a macchine legate alla stessa fascia prezzo/prestazioni.

Per le piccole unità si possono trovare PLC in un unico blocco (vedere nei successivi capitoli i modelli National PL20, Toshiba EX20, Omron C20, C20K, C40H, Siemens S5-95U), contenente l'unità centrale e le unità di ingresso e di uscita; possono essere ampliati con unità di espansione con un numero fisso di I/O.

Per le medie e le grandi unità (ma si trovano sempre più spesso anche per piccole unità) si adottano schede modulari (vedere nei successivi capitoli il modello Siemens S5-100U), le quali consentono di configurare il controllore assemblando le varie schede, ognuna con la sua funzione (unità centrale, unità I/O, alimentatore, ecc.), al fine di ottenere un PLC che meglio si adatti alle esigenze di una determinata automazione.

4.2 - UNITÀ CENTRALE

L'unità centrale di elaborazione dati, detta CPU (Central Processing Unit), può essere realizzata con uno o più microprocessori (μP) oppure con un processore cablato realizzato con più circuiti integrati.

In presenza di più CPU si parla di elaborazione in multiprocessing.

È il centro di attività di tutto il sistema, in pratica coordina tutte le attività del PLC.

Va a cercare nelle memorie le funzioni che gli vengono richieste, le analizza per poterle riconoscere, le esegue ad una ad una, in modo sequenziale, per gestire il funzionamento completo di ogni processo.

Per mezzo di periferiche il microprocessore recepisce tutte le informazioni che provengono dal mondo esterno (tramite interruttori, trasduttori, ecc.), quindi, svolgendo il programma, invia per mezzo di altre periferiche i risultati delle sue operazioni all'esterno (attraverso contattori, relè, trasduttori, attuatori, video, stampanti, calcolatori).

In pratica la CPU sostituisce i cablaggi e alcune funzioni come quelle svolte dai temporizzatori e dai contatori, con la differenza che in una logica cablata, che opera in parallelo cioè contemporaneamente, nel PLC la CPU esegue le proprie funzioni in modo sequenziale; ne consegue la grande importanza della velocità con la quale vengono svolte le operazioni.

L'unità centrale può essere suddivisa in diverse parti: unità logica ALU, unità di controllo UTC, memoria istruzioni ROM, registri, contatore di programma PC.

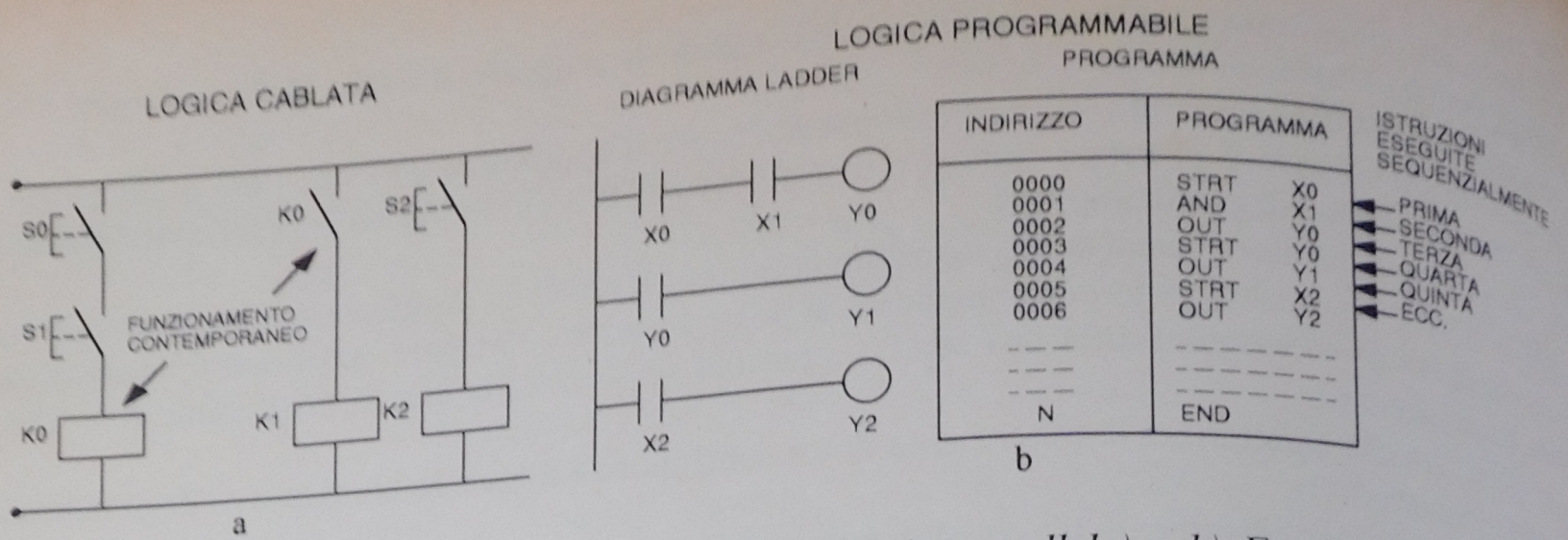


Fig. 4.5 - a) Funzionamento di logica cablata (in parallelo) - b) Funzionamento di logica programmabile dotata di microprocessore (sequenziale).

I compiti che queste unità devono svolgere sono di interrogare lo stato logico degli ingressi e porre il contenuto nella memoria di ingresso (dati), controllare la successione con cui le istruzioni del programma vengono lette, interpretare le istruzioni, modificare il contatore di programma (calcolando nuovi indirizzi per esempio in caso di salto), generare segnali che producono l'esecuzione delle istruzioni della ALU nella memoria di uscita (dati), verificare la corretta trasmissione di un'istruzione, verificare che non venga trasmesso un dato finché non sia finita la trasmissione di quello precedente, eseguire le operazioni aritmetiche fondamentali.

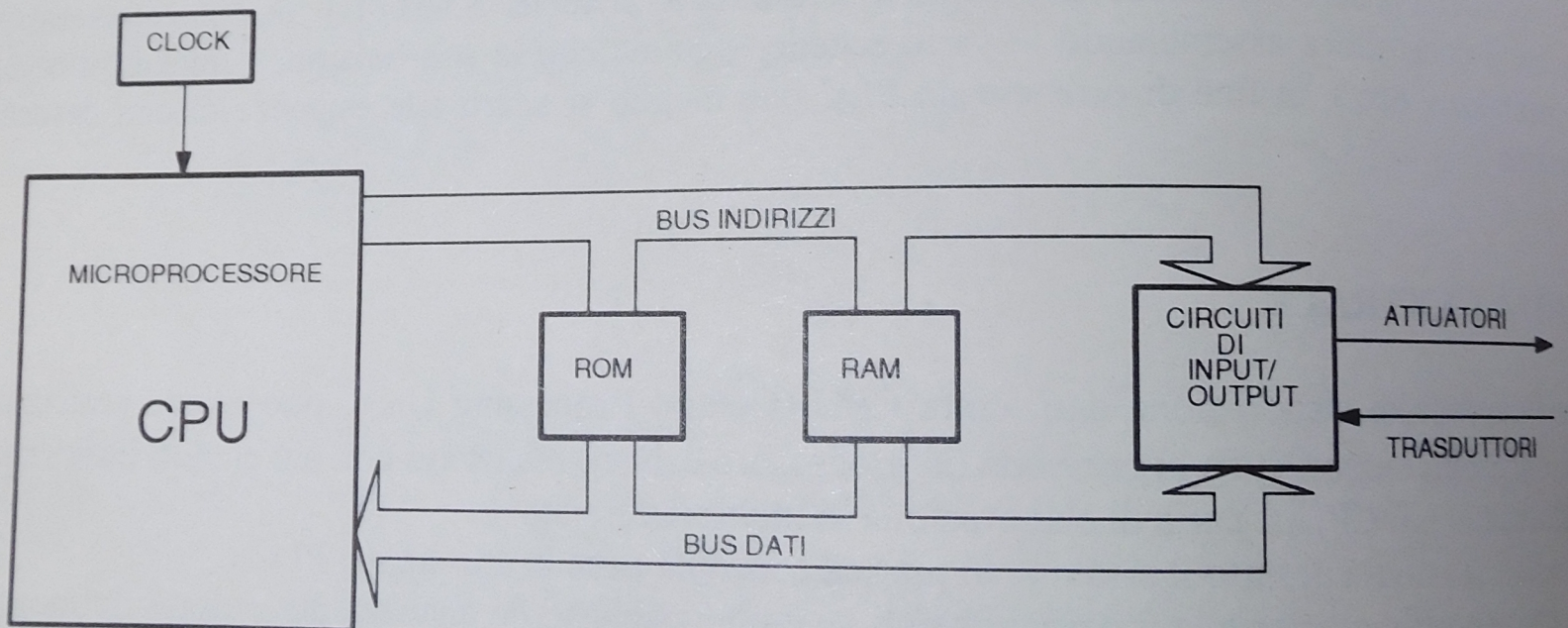


Fig. 4.6 - Architettura di un microcomputer o PLC.

4.3 - CARATTERISTICHE DEI MICROPROCESSORI

Il microprocessore è un particolare circuito integrato in grado di eseguire un programma e di controllare i dispositivi necessari per tale esecuzione. Le principali applicazioni del microprocessore sono la sostituzione di logiche cablate elettroniche con logiche programmabili in grado di risolvere diversi problemi con programmi distinti oppure garantire il funzionamento come unità centrale (CPU) in un computer o PLC.

I controllori programmabili e i computer hanno caratteristiche strettamente legate al microprocessore su cui si basano, poichè sia la loro potenza sia le altre prestazioni sono condizionate dalle caratteristiche della loro CPU, costituita appunto da un microprocessore.

Le prestazioni caratteristiche di un microprocessore sono le seguenti:

- lunghezza della parola processata: le lunghezze più comuni della parola dei microprocessori attuali sono 4, 8, 16, 32, 64 bit. La precisione di calcolo del microprocessore e la sua capacità di indirizzamento aumenta con l'aumentare della lunghezza della parola elaborata;

- capacità di indirizzamento della memoria: questa caratteristica è normalmente legata alla lunghezza della parola elaborata. La capacità massima utilizzabile da un microprocessore è stabilita dalle sue capacità di indirizzamento;
- velocità di esecuzione delle istruzioni: si definisce ciclo di istruzione il tempo impiegato dal microprocessore per eseguire completamente un'istruzione. Tale tempo è diverso in funzione del tipo di istruzione eseguita. Una misura più omogenea è il ciclo macchina, cioè il tempo necessario al microprocessore per eseguire un'operazione elementare, che costituisce parte di una qualsiasi istruzione completa;
- registri speciali: è importante nei microprocessori il numero dei registri speciali. Alcuni microprocessori dispongono di un unico registro (chiamato accumulatore) nell'unità aritmetico-logica, ma esistono dispositivi che incorporano due accumulatori, fatto che amplia la loro potenza e velocità di elaborazione. Per gli altri registri è in genere possibile utilizzare una parte della memoria RAM come registri propri del microprocessore oppure è in uso inserire vari registri di lavoro all'interno del microprocessore;
- capacità di interrupt: l'esecuzione di un programma può essere interrotta in alcuni casi (es. in caso di emergenza). Una caratteristica fondamentale del microprocessore è la capacità di recepire e gestire un determinato numero di interruzioni. Mediante tali interruzioni si possono stabilire le comunicazioni necessarie con altri dispositivi o apparecchiature, senza che ciò influisca sulla corretta esecuzione del programma in corso.

Tutte le funzioni del microprocessore sono comandate da opportuni impulsi di sincronismo denominati nel loro complesso **clock** (orologio).

Questi circuiti possono essere incorporati nel chip stesso, ad eccezione del quarzo, che per ragioni di ingombro è posto all'esterno del microprocessore.

La frequenza di oscillazione del quarzo è compresa tra 1 e diverse decine di MHz (es. 100-150 MHz).

In genere, a parità di altri fattori (tipo di microprocessore, memorie, BUS, ecc.), una maggiore velocità di clock contribuisce ad una maggiore velocità operativa.

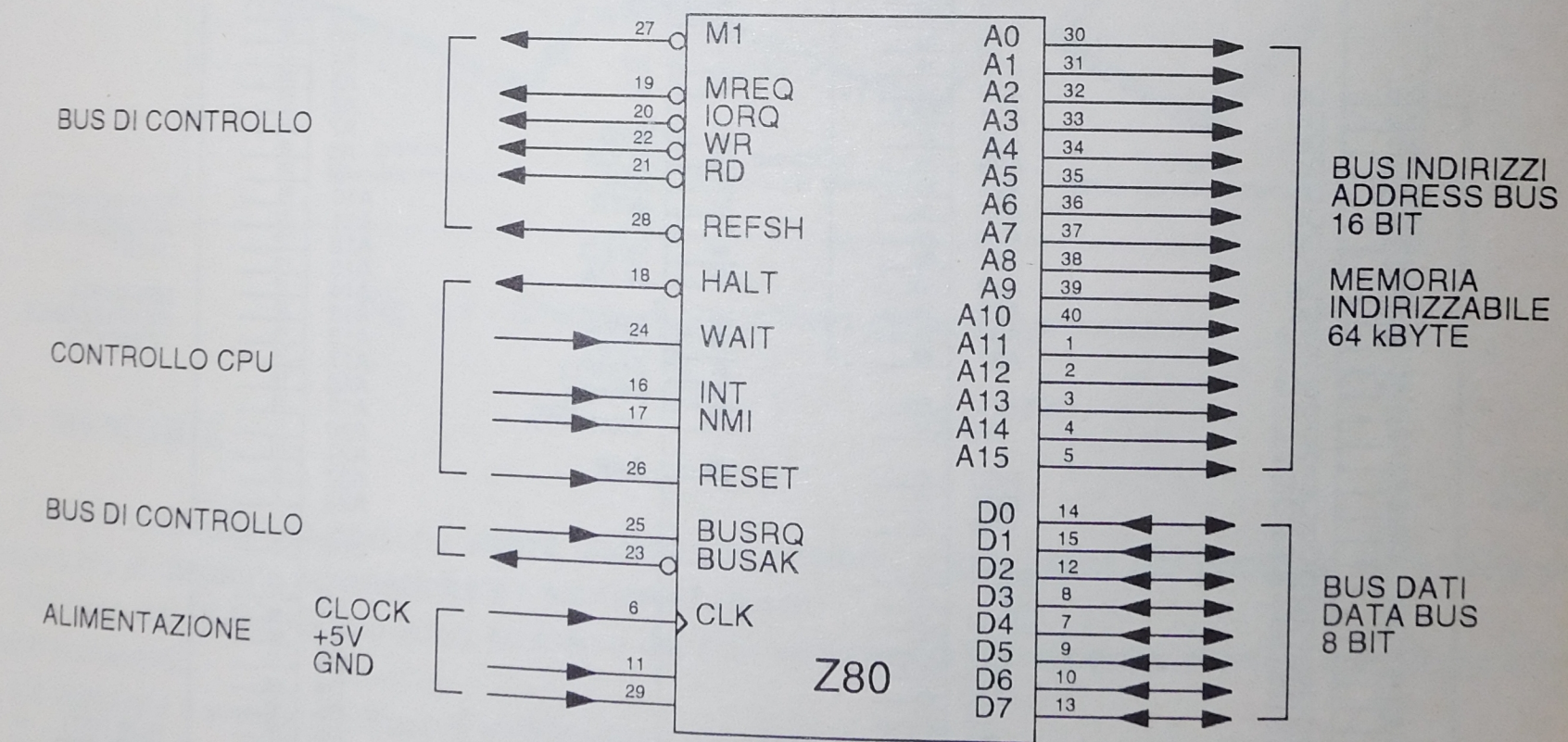


Fig. 4.7 - Microprocessore Z80 della Zilog/SGS, CPU del controllore programmabile FPC 404 della Festo: distribuzione delle funzioni sui terminali.

4.4 - DESCRIZIONE DEI BUS DI COMUNICAZIONE

I bus sono delle linee di comunicazione (vedi ad esempio le piste di rame nei circuiti stampati), che permettono il dialogo tra le varie parti di un microcomputer o PLC. Ne esistono di diversi tipi. Su ogni bus transitano in parallelo i bit che compongono una determinata informazione specifica.

In particolare abbiamo:

BUS DATI: può essere costituito da 4, 8, 16, 32, 64 conduttori sui quali può viaggiare un uguale numero di bit.

Il numero di bit del bus dati può dare un'indicazione della bontà del PLC, in quanto maggiore è il numero dei bit maggiore è la precisione della macchina e maggiore è la sua velocità nello scambiare i dati tra i vari stadi della macchina.

Sarebbe come far viaggiare delle automobili su una strada statale (bus a 8 bit) oppure su di una autostrada a 2 o 3 corsie (bus a 16 o 32 bit): ovviamente nel secondo caso le automobili si potranno muovere più agevolmente e velocemente.

BUS INDIRIZZI: permette di individuare il numero dell'istruzione del programma che si vuole eseguire, che verrà poi inviata attraverso il bus dati all'unità centrale; è in grado inoltre di individuare una locazione di memoria nella quale la CPU vuole effettuare un'operazione di lettura o di scrittura.

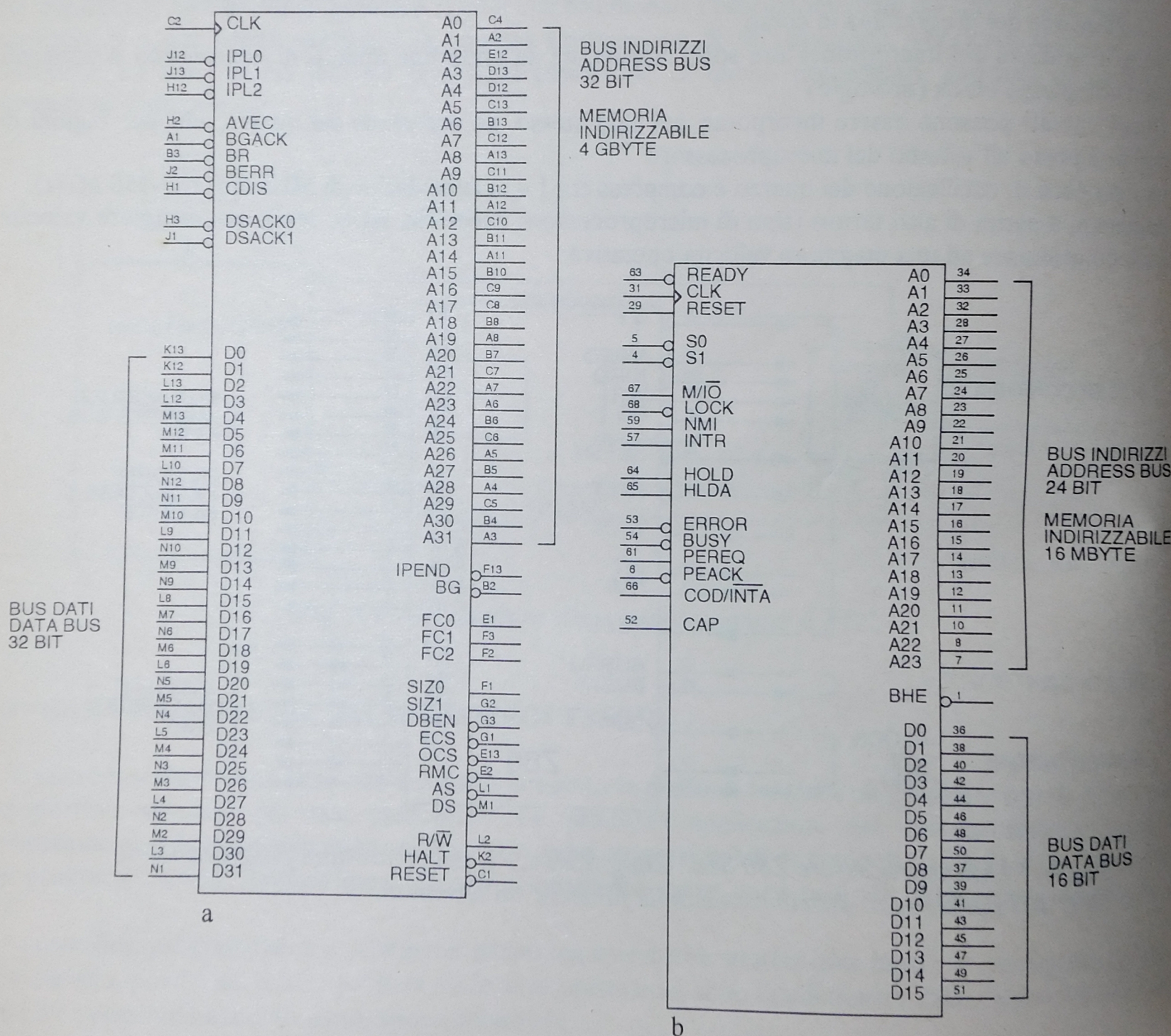


Fig. 4.8 - Microprocessori: a) Motorola 68020 - b) INTEL 80286.

Il bus indirizzi identifica la capacità di indirizzamento di un microprocessore, per esempio se è a 16 bit esso potrà controllare 2^{16} , cioè 65536 locazioni diverse di memoria, se si tratta di byte saranno 65536 byte equivalenti a 64 kbyte.

Esistono comunque microprocessori con capacità ben più elevate (es. $2^{20} = 1048576$), anche in questo caso se si tratta di byte avremo 1048576 byte equivalenti ad 1 Mbyte.

In pratica quindi il bus indirizzi permette di definire la massima quantità di memoria che il controllore o il computer può gestire, ciò è in relazione alla quantità di memoria che l'utente ha a disposizione per i propri programmi: maggiore quantità di memoria equivale a poter scrivere programmi più complessi o comunque più lunghi.

BUS DI CONTROLLO: anche questo è un insieme di conduttori sui quali transitano le informazioni che controllano il susseguirsi delle operazioni nella macchina.

In particolare può essere usato per determinare se in una locazione di memoria, dopo averla individuata per mezzo del bus indirizzi, si vuole, mediante il bus dati, scrivere o leggere un dato.

BUS I/O: permette di collegare all'unità centrale le unità di espansione, le unità di ingresso e di uscita, dando così la possibilità di espandere a seconda delle esigenze il controllore.

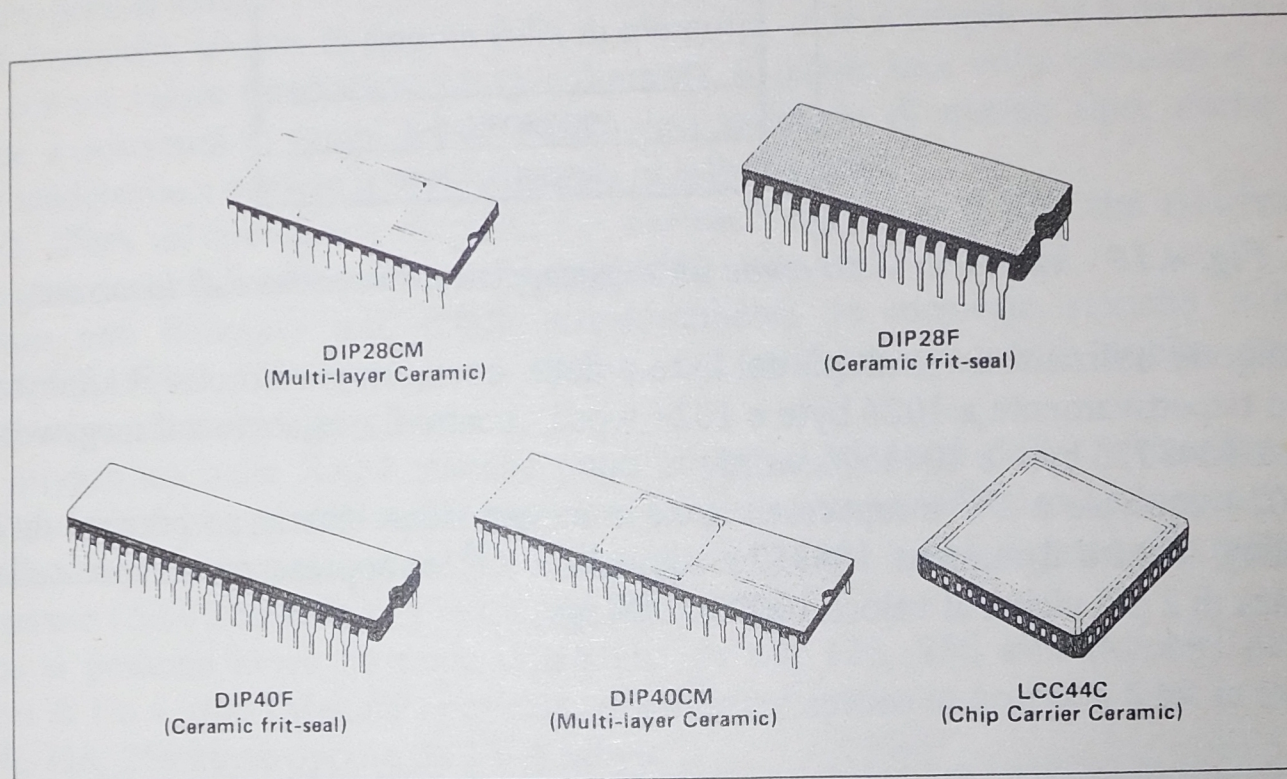


Fig. 4.9 - Esempi di contenitori per microprocessori.

4.5 - MEMORIE

I tipi di memoria che possono essere utilizzati si possono raggruppare dal punto di vista della tecnica costruttiva in memorie **magnetiche** e a **semiconduttore**.

Nel caso dei PLC si fa uso quasi esclusivo del tipo semiconduttore e normalmente a tecnologia CMOS a basso consumo.

Le memorie a semiconduttore si suddividono solitamente in memorie volatili e non volatili.

Il concetto di volatilità è legato alla capacità o meno di una memoria di mantenere le informazioni al cessare dell'alimentazione elettrica. Le memorie volatili perdono il loro contenuto informativo al cessare dell'alimentazione; le memorie non volatili, al contrario, lo mantengono.

Un PLC deve avere una memoria utente non volatile per il programma applicativo, in modo che lo spegnimento voluto o accidentale del PLC non pregiudichi la presenza del programma.

Infatti un PLC esegue un lavoro in funzione del programma che contiene e tale programma non può per cause accidentali andare perso, in quanto le conseguenze potrebbero essere molto gravi sia in termini economici (spreco di materie prime a causa del blocco dell'impianto oppure danni allo stesso) sia in termini di sicurezza degli addetti all'impianto, che potrebbero trovarsi in situazioni pericolose per la loro incolumità.