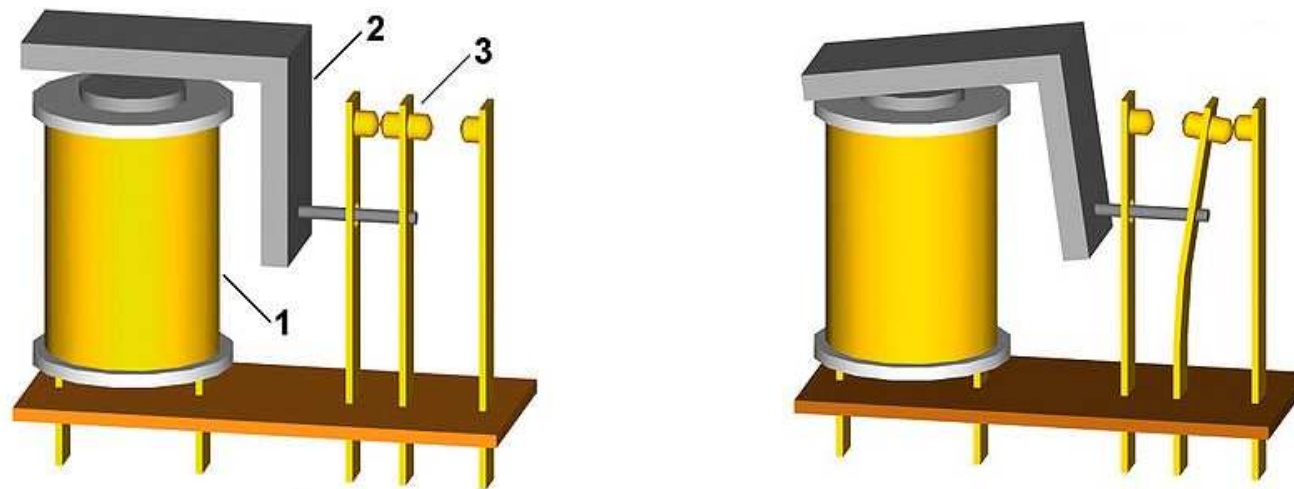


PCL – Cenni storici

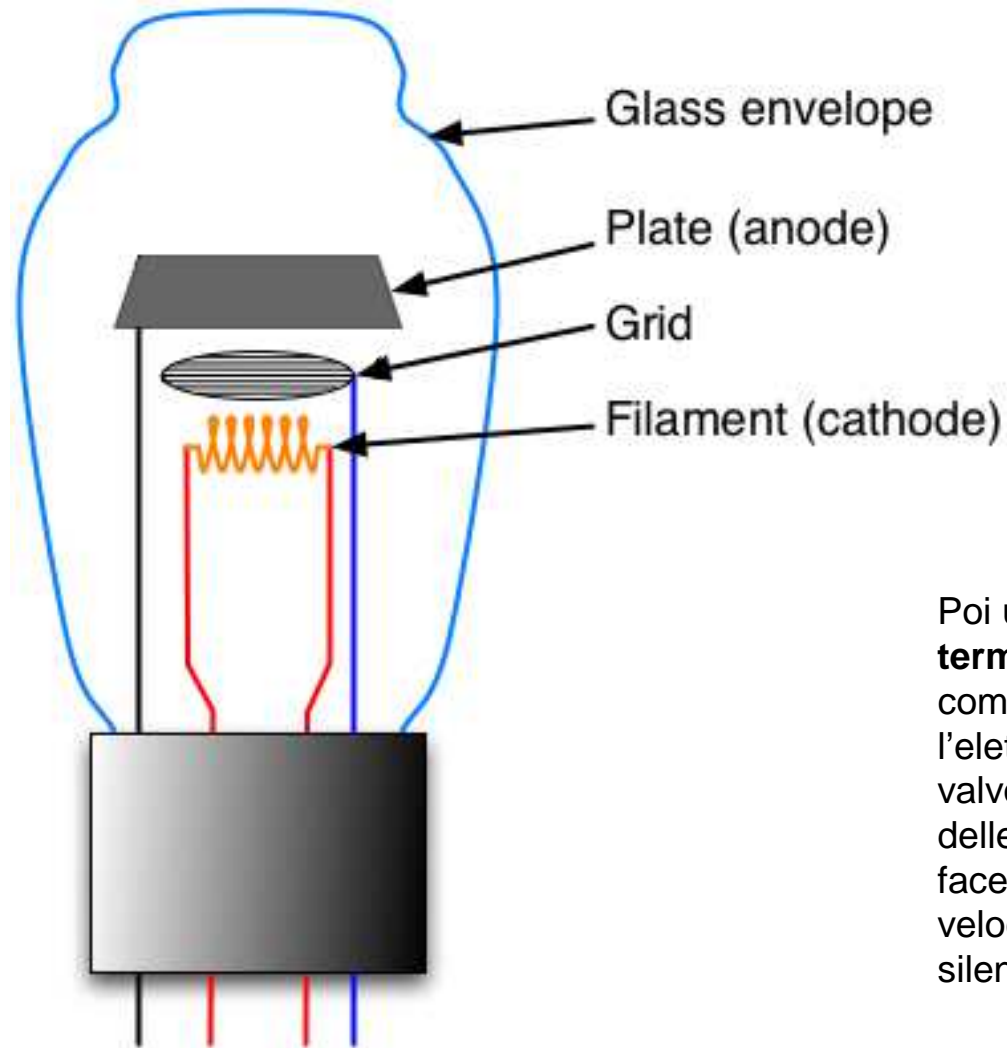
All'inizio c'era l'Elettrotecnica, e l'automazione si realizzava con relè e relativi contatti collegati in serie o in parallelo. In questo modo per far funzionare un qualunque macchinario, semplice o complesso, si cablavano i vari componenti elettrici nella sequenza esatta, realizzando quindi il circuito richiesto dal problema.

La logica di ogni componente era ovviamente a due stati, che si identificava con il relè eccitato o meno. Gli elettrotecnici, senza volerlo, avevano messo in pratica la logica binaria di George Boole (matematico inglese, 1815-1864), utilizzando relè e circuiti elettrici!

Il relè è un interruttore che non viene azionato a mano ma da un elettromagnete.

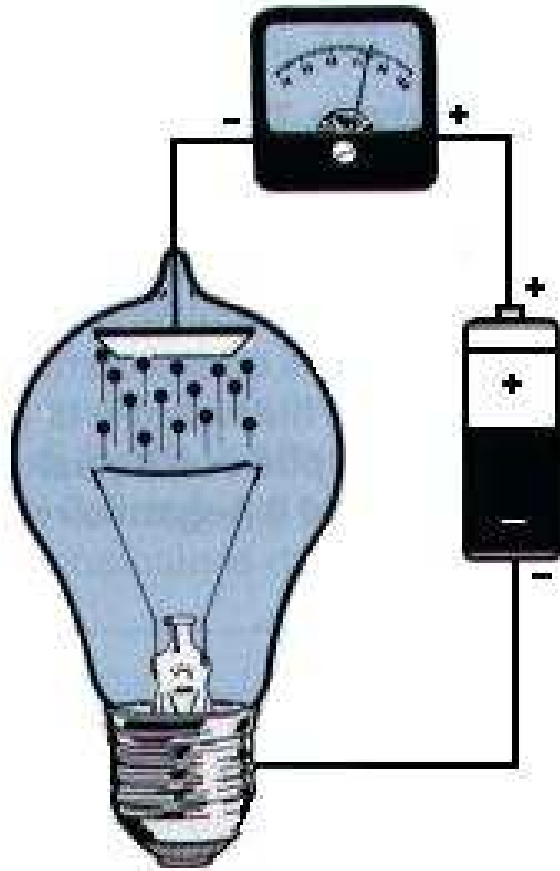


PCL – Cenni storici



Poi un giorno arrivarono le “**valvole termoioniche**”, cosicché si cominciò realmente ad intravedere l’elettronica digitale. Questi circuiti a valvole, infatti, potevano eseguire delle operazioni logiche che si facevano con i relè, ma molto più velocemente (e soprattutto nel silenzio!).

PCL – Cenni storici



THOMAS EDISON voleva risolvere il problema che riguardava la sua lampadina con filamento ad incandescenza: dopo ore di funzionamento il vetro diventava piuttosto nero riducendo quindi la luminosità iniziale (alimentata con una serie di Pile). Provò ad inserire al di sopra del filamento, una lamina sottile di metallo: una specie di schermo raccoglitore delle impurità rilasciate dal filamento durante l'incandescenza.

Non eliminò il fenomeno dell'annerimento dell'ampolla di vetro ma - di contro scoprì un fenomeno nuovo che negli anni seguenti si rilevò di grande importanza: **IL PASSAGGIO DI ELETTRONI E QUINDI DI CORRENTE ELETTRICA ATTRAVERSO IL VUOTO D'ARIA PRESENTE ALL'INTERNO DELLA SUA LAMPADINA.**

Praticamente scoprì che dal filamento della lampadina - senza contatto alcuno - scorreva un flusso di elettroni e cioè di corrente elettrica verso la lamina metallica applicata al di sopra del filamento stesso. Accertò che collegando una pila alla sua lampadina (modificata con la lamina metallica) e con il Negativo sul filamento ed il Positivo sulla lamina, avveniva un passaggio di corrente attraverso il VUOTO senza nessun collegamento di rame o metallico. Accertò anche che invertendo le polarità della Pila (positivo sul filamento e Negativo sulla lamina), il passaggio di corrente cessava completamente.

PCL – Cenni storici

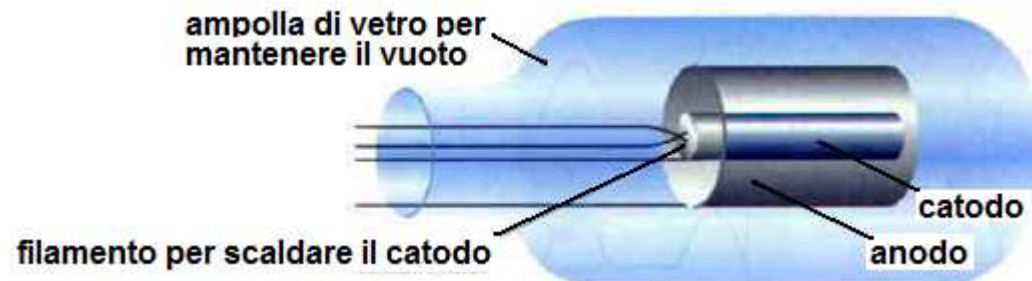
Le **valvole termoioniche** (o tubi a vuoto) sono ampole di materiale dielettrico (di solito vetro) che presentano al loro interno un catodo e un anodo fra i quali avviene passaggio di elettroni.

L'emissione di elettroni da parte del catodo avviene per mezzo termico, ossia il catodo, portato ad alta temperatura, emette elettroni per lo stesso fenomeno che porta all'evaporazione delle molecole di un liquido. Infatti gli elettroni che alla superficie del metallo si muovono più velocemente superano un dislivello di potenziale ed escono dal metallo ("evaporano"). Questo effetto prende il nome effetto termoionico.

Il riscaldamento del catodo avviene per via elettrica e può essere diretto o indiretto. Nel primo caso si applica una differenza di potenziale direttamente al catodo attraverso due reofori (è *chiamato reoforo il filo conduttore terminale dei componenti elettrici*) che escono dall'ampolla (la corrente circolante provoca il riscaldamento del catodo per effetto Joule), mentre nel secondo caso il catodo ha la struttura di un tubicino dentro cui è posta una resistenza elettrica che riscalda il catodo stesso. Di solito l'anodo ha forma cilindrica allungata e il catodo è posto al suo interno, così viene facilitata la raccolta da parte dell'anodo degli elettroni emessi dal catodo. Un dispositivo del genere svolge una funzione molto interessante:

- Se fra catodo e anodo non c'è d.d.p., non circola corrente: gli elettroni emessi ritornano al catodo poiché richiamati dalle cariche positive che essi avevano abbandonato.
- Se fra anodo e catodo c'è una d.d.p. negativa (il catodo è a potenziale superiore a quello dell'anodo), a maggior ragione non circola corrente poiché il campo applicato stesso spinge gli elettroni verso il catodo
- Se fra anodo e catodo c'è una d.d.p. positiva (il catodo è a potenziale inferiore a quello dell'anodo), gli elettroni emessi possono finire sull'anodo, facendo circolare corrente sui due reofori che escono dall'ampolla e che sono collegati al catodo e all'anodo.

Il tubo a vuoto quindi apre e chiude il circuito elettrico, interrompendo o meno la corrente, in dipendenza del potenziale applicato all'anodo. Per d.d.p. elevate il passaggio dall'anodo al catodo avviene per tutti gli elettroni, mentre per d.d.p. più limitate, solo gli elettroni emessi con maggiore energia giungono al catodo.



PCL – Cenni storici

Poi venne il transistor, componente inventato nel 1945 nei laboratori Bell della compagnia telefonica americana AT&T, è che segnò la vera rivoluzione nel ramo della tecnologia elettrica. Il transistor ha soppiantato le valvole. Era nata una nuova era : l' **Elettronica Digitale**. Le valvole termoioniche amplificano i segnali in tensione mentre i transistor amplificano i segnali in corrente.

Con il transistor si scinde l'elettrotecnica una nuova disciplina tecnica basata sull'elaborazione di segnali elettrici a bassissima energia, ossia l'Elettronica. L'elettronica aveva quindi come scopo non di inviare elettricità come forma di energia, ma come segnale che esprime un preciso significato, come si faceva con il telefono o con il telegrafo.

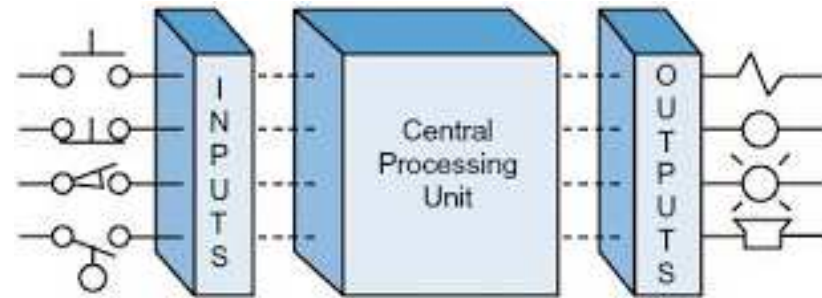
In pratica il relè viene virtualmente sostituito da una cella di memoria del circuito elettronico, denominata bit, dove gli stati possono essere 1 e 0.

<i>Elettrotecnica</i>	<i>Elettronica</i>
Collegamento in serie di contatti	Logica AND
Collegamento in parallelo	Logica OR
Relè Eccitato	Bit = 1 (VERO)
Relè Diseccitato	Bit = 0 (FALSO)

PLC - Introduzione

Un sistema, progettato per automatizzare una macchina/impianto, è costituito da tre parti essenziali:

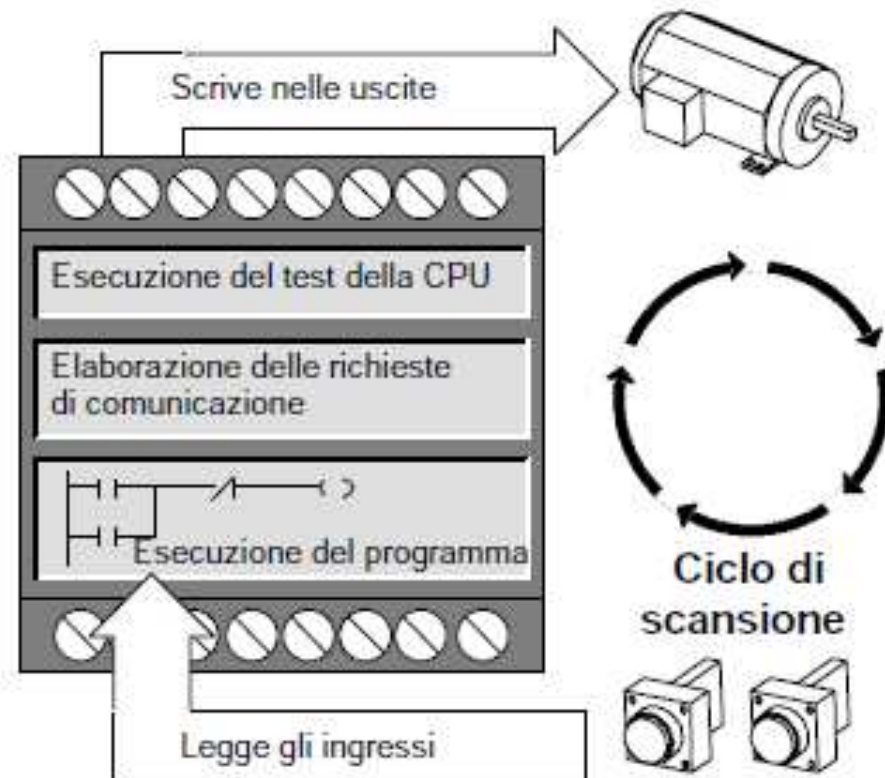
- sezione di ingresso;
- sezione di elaborazione;
- sezione di uscita.



Le **sezioni di ingresso** e di **uscita** svolgono prevalentemente il compito di porta per i segnali elettrici che provengono dall'impianto e quelli che vanno a comandare gli apparati azionatori.

Il controllo delle condizioni che consentono l'attivazione degli automatismi della macchina è identificabile con la **sezione di elaborazione**.

È possibile realizzare un automatismo con componenti elettromeccanici (relè, temporizzatori) oppure utilizzando circuiti statici, cioè circuiti elettronici che realizzano le funzioni logiche fondamentali (AND, OR, NOT), le funzioni di conteggio, addizione e memorizzazione.

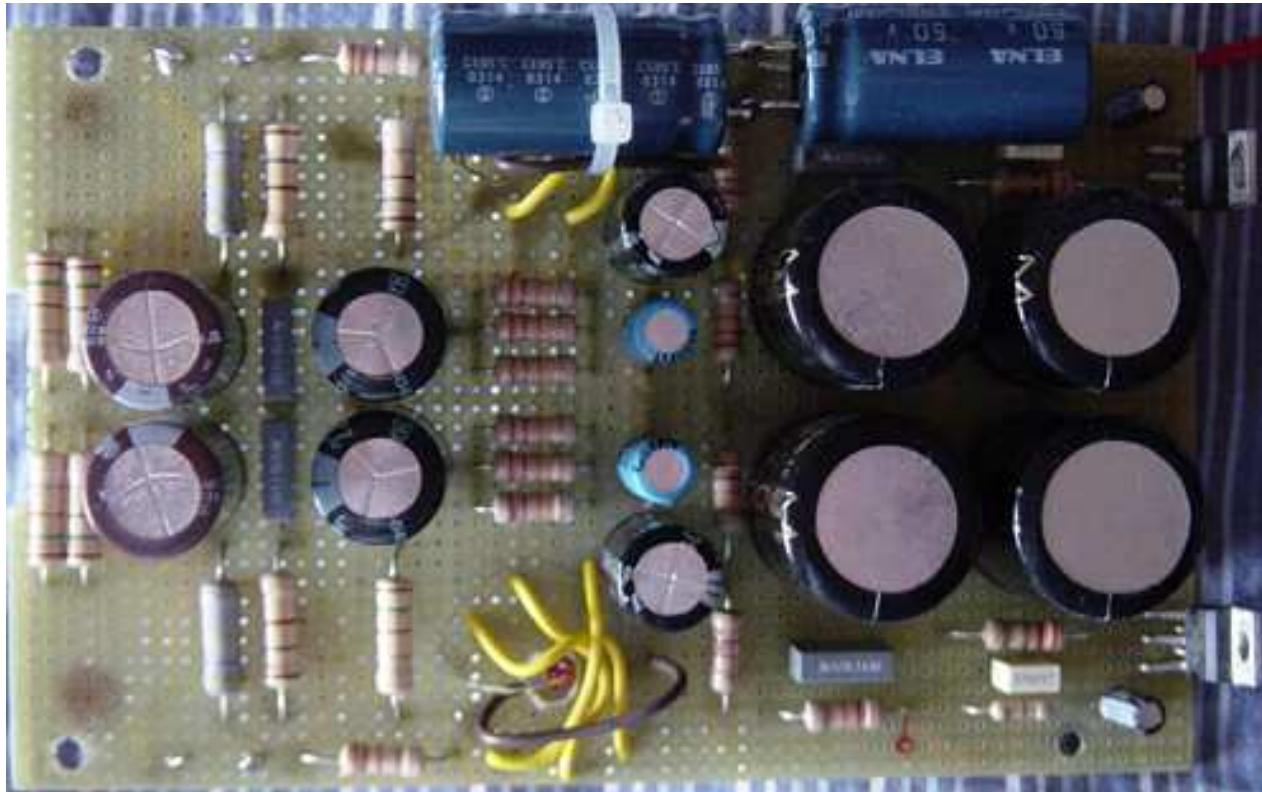


PLC - Introduzione

In base alla tecnologia adottata si parla di:

- sistema con logica cablata (di tipo **elettromeccanico**);
- sistema con logica cablata statica (di tipo **elettronico**).

Quest'ultimo tipo sono delle **reti combinatorie** cioè reti in cui il valore che assume l'uscita (o le uscite) in un certo istante è funzione soltanto del valore che in quell'istante assumono gli ingressi. $\{ F(I_1, I_2, \dots, I_n) \rightarrow U_1, U_2, \dots, U_m \}$



PLC - Introduzione

Dai sistemi con logica a relè si è passati ai sistemi a logica statica.

I principali motivi che hanno spinto verso questa innovazione sono i seguenti:

- i sistemi produttivi richiedono prestazioni sempre più sofisticate e quindi un aumento del volume e della complessità della sezione di elaborazione. Questo causa una maggiore estensione dei circuiti elettromeccanici che risultano quindi più ingombranti rispetto a quelli statici;
- i relè hanno una durata limitata nel tempo se il numero di commutazioni è elevato, mentre i componenti statici, non avendo organi meccanici in movimento, sono praticamente esenti da usura;
- il tempo di commutazione dei relè è elevato rispetto a quello dei circuiti statici;
- l'impiego dei circuiti a relè risulta oneroso ed impraticabile quando bisogna realizzare funzioni complesse come il conteggio, la temporizzazione e la memorizzazione.

Per contro i circuiti a relè presentano alcuni vantaggi:

- affidabilità molto buona quando non è richiesto un elevato numero di commutazioni;
- alimentazione che non richiede particolari requisiti;
- ottima immunità ai disturbi;
- manutenzione e ricerca guasti che non necessitano di strumentazione particolare, costosa, né di personale particolarmente specializzato.

PLC - Introduzione

Tuttavia i sistemi a logica cablata, sia statici che elettromeccanici, hanno il grosso svantaggio: quello di offrire scarsa flessibilità a eventuali modifiche della funzione logica.

Si tenga presente che molte volte è necessario apportare modifiche a causa di varianti od estensioni del progetto, per errori e lacune evidenziate in sede di primo impiego della macchina o dell'impianto. Ogni variazione al progetto comporta una modifica del cablaggio. Nel caso di circuiti statici integrati, le cui connessioni sono realizzate con circuiti stampati, una modifica al cablaggio non è facile da realizzare.

Per ovviare all'inconveniente della scarsa flessibilità si sono adottate soluzioni che impiegano un elaboratore.

Un elaboratore è un apparecchiatura che esegue una serie di comandi (o istruzioni) in sequenza, registrati precedentemente nella sua memoria elettronica.

L'insieme delle istruzioni, che svolgono una funzione richiesta, costituisce il programma applicativo.

Risulta quindi evidente che, disponendo di un'apparecchiatura in grado di realizzare le principali funzioni logiche richieste per la conduzione di una macchina o di un processo secondo un determinato programma memorizzato, è possibile modificare un intero ciclo produttivo anche in fase operativa, semplicemente cambiando il programma.

PLC - Introduzione

L'innovazione di questi sistemi rispetto ai sistemi classici di automazione (sia a relè che statici) è rappresentata dalla programmabilità.

I PLC rappresentano l'implementazione della dizione “a logica programmata”, contrapposta a quella di “logica cablata”.

I primi PLC nacquero per la gestione di soli ingressi e uscite digitali, con una “lista di istruzioni” (linguaggio di programmazione) composto da sole operazioni logiche.

Visto il successo sul mercato, le case costruttrici pensarono di ampliare le possibilità di utilizzo dei PLC per poterli utilizzare in controlli di processo sempre più complessi. Vennero così realizzate schede per la gestione di ingressi e uscite analogiche, per il controllo di temperatura, per il controllo di dosaggio, per il posizionamento degli assi elettrici, ecc. *Ad esempio Siemens produce modelli di PLC per impieghi civili dedicati alla gestione degli ascensori ed alla gestione degli impianti di riscaldamento.*

Questo sviluppo dei PLC ha fatto sorgere la necessità di semplificare la comunicazione uomo-macchina. Per questo motivo sono nati i “**pannelli operatore**” (HMI) cioè dei dispositivi che, allacciati direttamente al bus del PLC, rendono possibile la modifica dei parametri di processo.

Oggi è possibile, addirittura, collegare il PLC con un personal computer il quale assume il ruolo di “supervisore” nel controllo di processo, relegando al PLC il compito di esecutore.

PLC - Introduzione

Oggi sul mercato esistono diversi modelli di controllori a logica programmabile. Fra le maggiori case costruttrici possiamo ricordare Siemens, Allen-Bradley, Telemecanique, Omron, C.G.E. e Hitachi.

La scelta fra un modello e l'altro è legata a molti fattori, primo fra tutti, alla conoscenza specifica del linguaggio di programmazione (diverso per ogni casa costruttrice).

Risulta praticamente impossibile conoscere in modo approfondito i linguaggi di programmazione e la gamma di prodotti di ogni singola casa costruttrice per operare di conseguenza una scelta del prodotto da impiegare.

La scelta di illustrare i prodotti **Siemens** è determinata dal fatto che la casa detiene circa il 40% del mercato relativo dei PLC. L'esperienza insegna che una volta effettuata la scelta sulla casa costruttrice i tecnici si specializzano sempre di più sui prodotti della stessa e difficilmente si potrà pensare ad una scelta diversa.



PLC - Introduzione

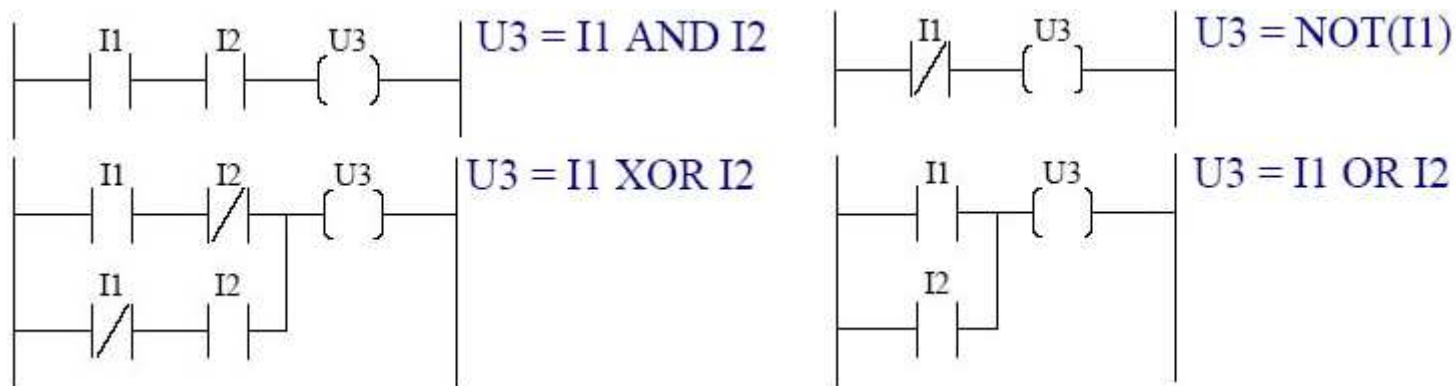
CONFRONTO PLC – PROCESSORI

Le modalità operative per i **PLC** e per i **microprocessori** sono analoghe per cui possono avere impieghi equivalenti. La fondamentale differenza sta nel linguaggio di programmazione.

Il PLC permette di programmare con un linguaggio evoluto, non in assembler come per i microprocessori,

Si può dire perciò che la programmazione non avviene in micro istruzioni (tipiche del linguaggio assembler), ma tramite macroistruzioni.

I moderni PLC possono essere programmati tramite PC col software fornito dalle case costruttrici, che mette a disposizione diversi linguaggi. Tra questi il più semplice è il **ladder**. Un diagramma **ladder** si basa su una logica piuttosto simile a quella di uno schema elettromeccanico: i suoi elementi base non sono altro che relè virtuali.

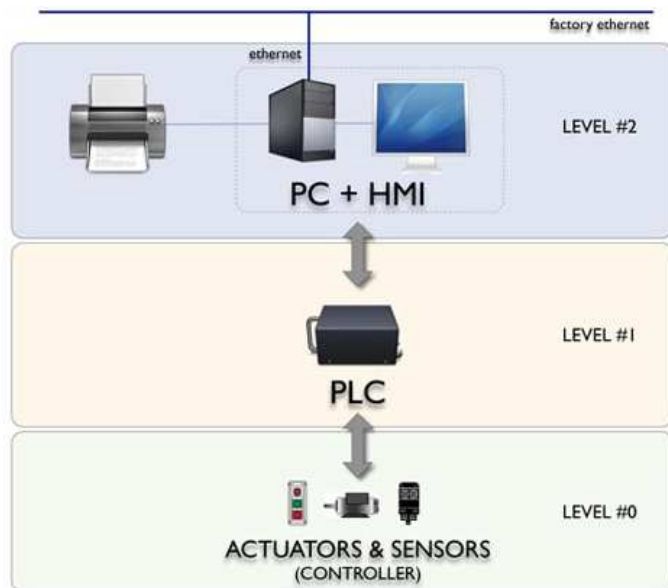


PLC - Introduzione

CONFRONTO PLC – PROCESSORI

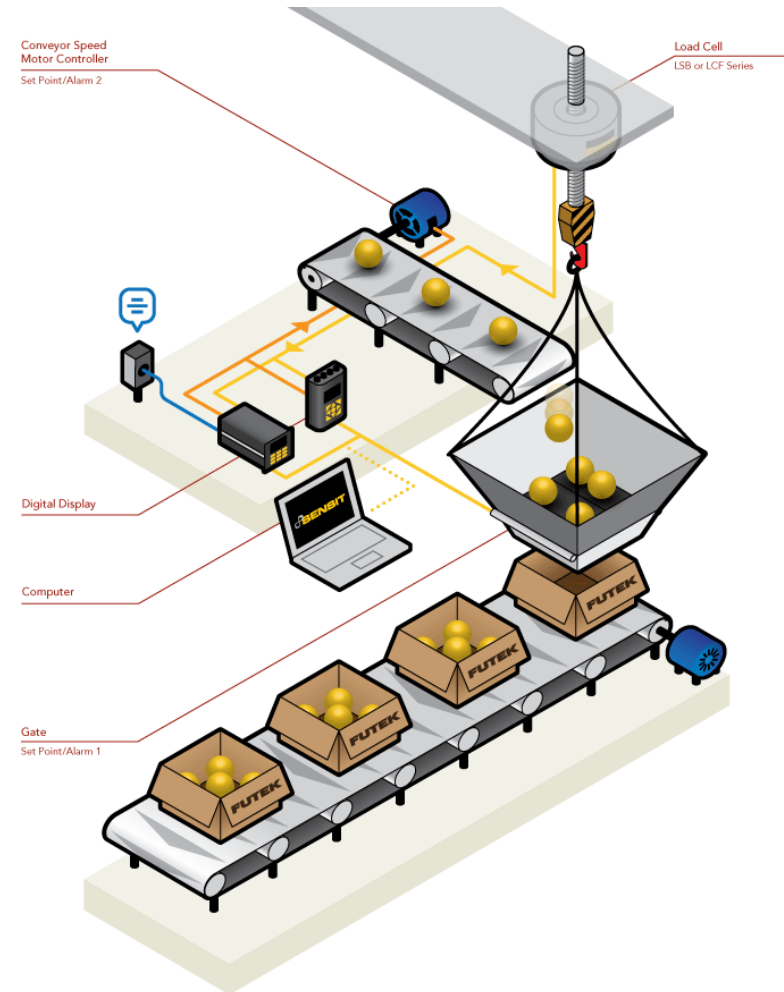
L'uso di Macro istruzioni penalizza, per certi versi, le prestazioni di un PLC rispetto a quelle di un microprocessore relativamente alla velocità di esecuzione (nei PLC questo problema può essere risolto utilizzando più processori che lavorano contemporaneamente).

La difficoltà di programmazione in linguaggio assembler ha fatto sì che i PLC si diffondessero maggiormente nell'automazione sia civile che industriale.



HMI: Human machine interface

Oggi questa differenza non è più così marcata poiché è possibile programmare i microprocessori con linguaggi evoluti e in molte situazioni il PLC ora è governato da microprocessori e svolge il ruolo di **esecutore**.



PLC - Struttura

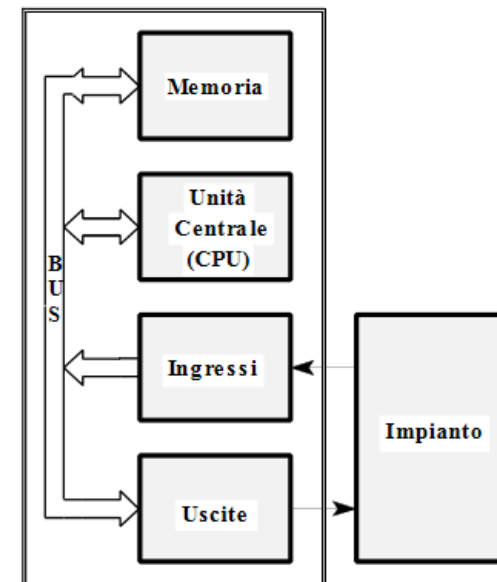
DEFINIZIONE:

Il **controllore a logica programmabile** è un apparecchiatura in grado di eseguire sequenzialmente un insieme ordinato di istruzioni scritte nella propria memoria. Le istruzioni hanno il compito di acquisire lo stato dei segnali digitali o analogici provenienti dalla macchina, elaborare questi segnali secondo preordinate funzioni logiche e matematiche e, in base ai risultati dell'elaborazione, determinare lo stato delle uscite che comandano gli attuatori della macchina.

Un PLC è fondamentalmente costituito da una CPU che comunica con l' ambiente esterno attraverso terminali di ingresso ed uscita. I terminali di ingresso rilevano lo stato dei sensori installati sulla macchina (ad es. pulsanti, fotocellule, finecorsa). Mediante i terminali di uscita vengono invece comandati i dispositivi di azionamento e segnalazione.

Un PLC è costituito fondamentalmente da cinque parti:

- sezione **CPU** è il cervello del sistema, prende tutte le decisioni logiche;
- sezione di **MEMORIA**, è il supporto fisico dove sono registrate le istruzioni che costituiscono il programma applicativo e i dati necessari per funzioni ausiliarie;
- sezione di **INGRESSO**, riceve i segnali elettrici (digitali o analogici) provenienti dall'impianto (finecorsa, pressostati, pulsanti, selettori, ecc.);
- sezione di **USCITA**, riceve i segnali prodotti dall'elaborazione e li adatta per comandare con potenze adeguate i vari organi attuatori (motori, elettrovalvole, teleruttori, frizioni, visualizzatori, lampade, ecc.);
- **BUS**, consente la comunicazione tra le varie sezioni.



PLC - Struttura

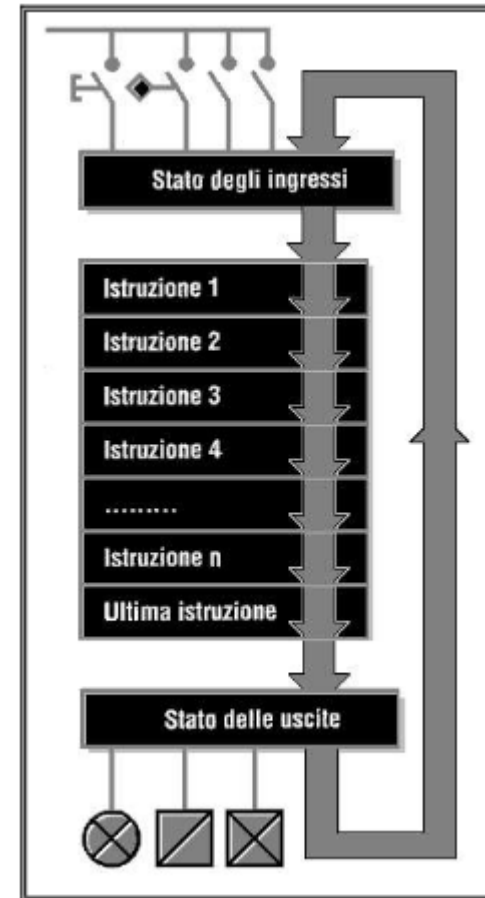
LA CPU DEL PLC:

La **CPU**, Central Processing Unit o unità centrale costituisce l'intelligenza del PLC.

Essa legge lo stato dei segnali di ingresso provenienti dalla macchina da controllare ed esegue, in sequenza, le istruzioni registrate in memoria. In base ai risultati dell'elaborazione provvede ad aggiornare lo stato delle uscite del sistema

Oggi le CPU sono state costituite dal microprocessore, che ha notevolmente migliorato le prestazioni di velocità e potenza di elaborazione e ha drasticamente ridotto l'ingombro.

Lo scambio di informazioni tra il microprocessore, le sezioni I/O e memoria avviene mediante una struttura chiamata BUS. I dati sono trasmessi con «parole» costituite da un certo numero di bit: per esempio 4,8,16,32; da qui la dizione di microprocessori a 4,8,16,32 bit.



PLC - Struttura

LA MEMORIA DEL PLC:

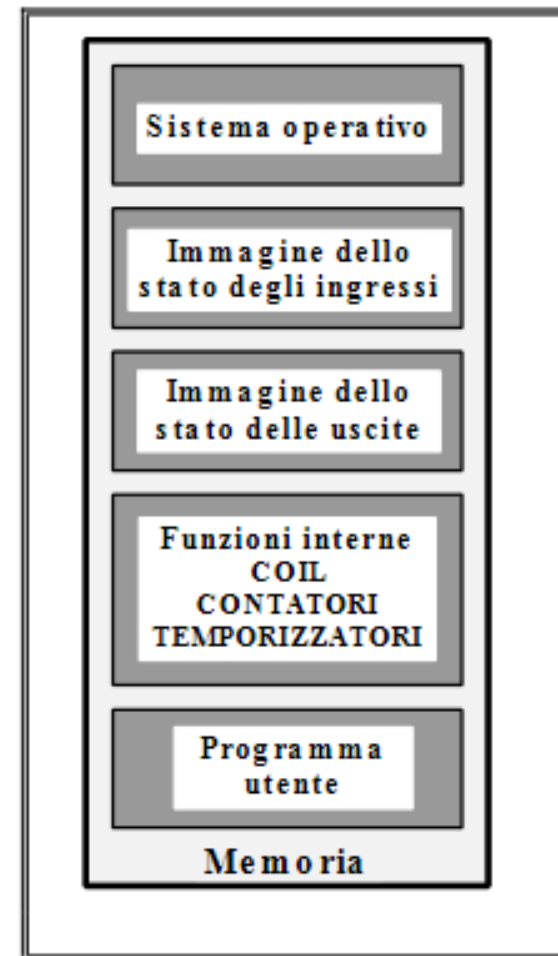
Normalmente si intende per **memoria** del PLC solamente la memoria che contiene il programma applicativo.

In realtà in un PLC la memoria è suddivisa in diverse zone, ciascuna adibita a compiti differenti. Si può in generale considerare la memoria suddivisa nelle seguenti parti:

- memoria per il programma utente;
- memoria per le funzioni interne;
- memoria per lo stato degli ingressi e delle uscite;
- memoria per il software di sistema (sistema operativo).

La quantità di memoria disponibile per contenere il programma utente e i dati varia a secondo del modello e della casa costruttrice del PLC.

L'estensione in memoria è misurata in **Kwords**, dove K è l'abbreviazione di kilo; in questo ambiente, anziché 1000 vale 1024. Una Word in genere può essere di 8 o 16 bit. Se un costruttore indica una memoria massima di 8K significa 8 x 1024 word, la quantità di memoria coincide con il numero di istruzioni inseribili in memoria.



PLC - Struttura

LA MEMORIA PER IL «PROGRAMMA UTENTE» NEL PLC

La memoria per il **programma utente** contiene le istruzioni che costituiscono il programma. Le istruzioni sono registrate in memoria una dopo l'altra, in modo sequenziale.

La CPU legge ed esegue ciascuna delle istruzioni seguendo un ciclo di scansione che parte dalla prima istruzione fino all'ultima, per poi ricominciare da capo.

Questa memoria è di tipo RAM, di solito realizzata con tecnologia CMOS. Essendo una memoria volatile è necessario salvaguardarne il contenuto nel caso di mancanza improvvisa di tensione; per questo motivo è prevista una alimentazione supplementare, con una piccola batteria tampone al litio.

Locazioni di memoria	CODICE MNEMONICO	Locazioni di memoria	CODICE BINARIO
0	STR 001	0	1010000000000001
1	AND NOT 002	1	1011000000000010
2	OUT 040	2	1100000000101000
3	STR NOT 040	3	1110000000000010
...	AND 002	...	1101000000000100
99	OUT 041	99	1100000000101001
100		100	
101		101	
...		...	
...		...	
4094		4094	
4095		4095	

Ogni istruzione è codificata in binario. Nello esempio a ogni istruzione logica corrisponde una parola binaria di 16 bit. I primi 4 bit (più significativi) rappresentano il codice operativo (STR=1010, AND NOT=1011, etc.). I rimanenti bit rappresentano l'indirizzo dell'operando o l'operando stesso.

PLC - Struttura

LA MEMORIA PER LE FUNZIONI INTERNE

La memoria per le funzioni interne è una memoria indirizzabile dall'utente che contiene le funzioni ausiliarie e i risultati intermedi prodotti durante l'esecuzione. Per esempio, nel normale funzionamento di un PLC può essere necessario non trasferire direttamente in uscita il risultato di una funzione logica, ma immagazzinare tale valore in un bit di memoria per poterlo utilizzare come variabile di ingresso in altre equazioni logiche.

Lo stato di questo risultato intermedio è detto bit interno di immagazzinamento, flag, **merker**, bobina interna.

I PLC dispongono di funzioni standard come: **temporizzatori**, **contatori** e i registri a scorrimento (shift register) che sono di grande aiuto nella programmazione di sistemi di controllo. Anche questa memoria è di tipo RAM CMOS, con batteria tampone.

LA MEMORIA PER LO STATO DEGLI INGRESSI E DELLE USCITE

E' la zona di memoria del PLC riservata agli ingressi e alle uscite. Questa zona, ha una allocazione di tipo statico, cioè i dati I/O sono registrati sempre negli stessi indirizzi. Nei programmi utente i dati sono allocati dinamicamente e cioè nelle zone di memoria che di volta in volta sono libere.

In questi indirizzi viene registrata all'inizio di ogni ciclo di scansione un'immagine dello stato degli ingressi; in base al loro valore e alla funzione logica voluta dal programma utente è aggiornata la zona che contiene l'immagine delle uscite. Il valore di uno stato di ingresso o di uscita è molte volte di tipo on-off. I PLC sono progettati per indirizzare singolarmente ogni bit della memoria immagine di I/O.

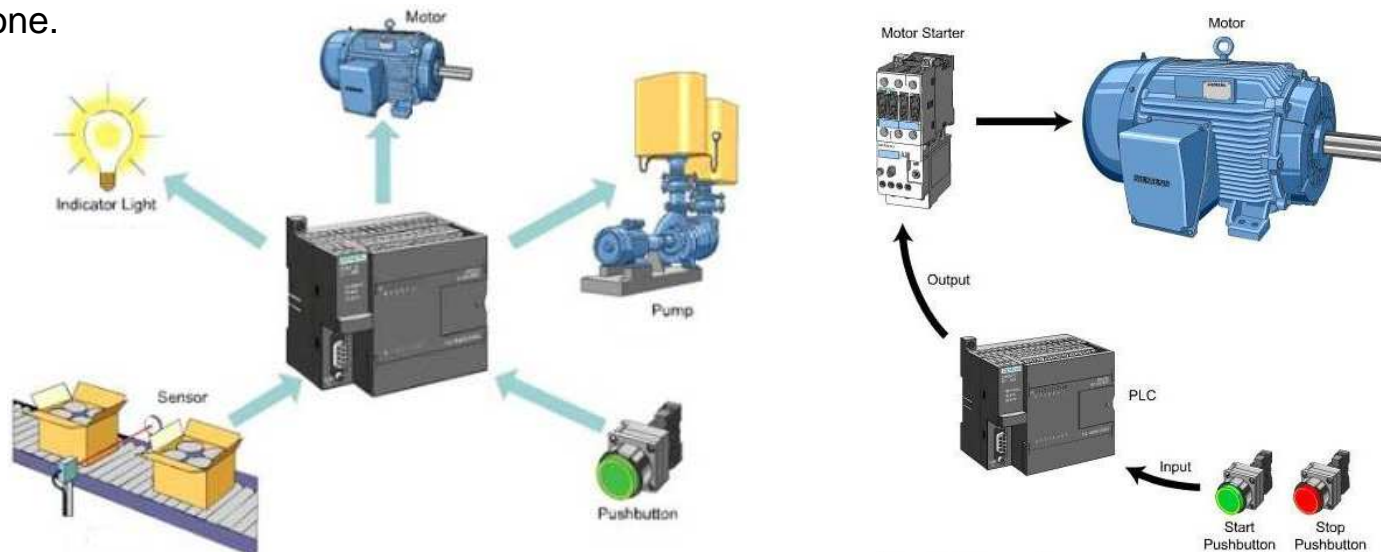
PLC - Struttura

LA MEMORIA PER SOFTWARE DI SISTEMA

I controllori a logica programmabile (PLC) sono dotati anche di una memoria non volatile di tipo ROM o **EPROM**, nella quale è memorizzato il **sistema operativo**, cioè una serie di programmi definiti dal costruttore indispensabili per gestire il corretto funzionamento di tutto l'hardware. Senza sistema operativo un controllore a logica programmabile, così come qualsiasi calcolatore, non sarebbe altro che un insieme di circuiti elettronici senza vita.

Le funzioni principali del sistema operativo sono:

- diagnostica del sistema, intesa come segnalazione di guasti, presenza dell'alimentazione, ecc.;
- controllo della scansione e della durata del programma utente;
- caricamento dei programmi applicativi da dispositivi di programmazione esterni al controllore;
- pilotaggio di eventuali periferiche collegate al controllore programmabile attraverso interfaccia di comunicazione.



PLC - Struttura

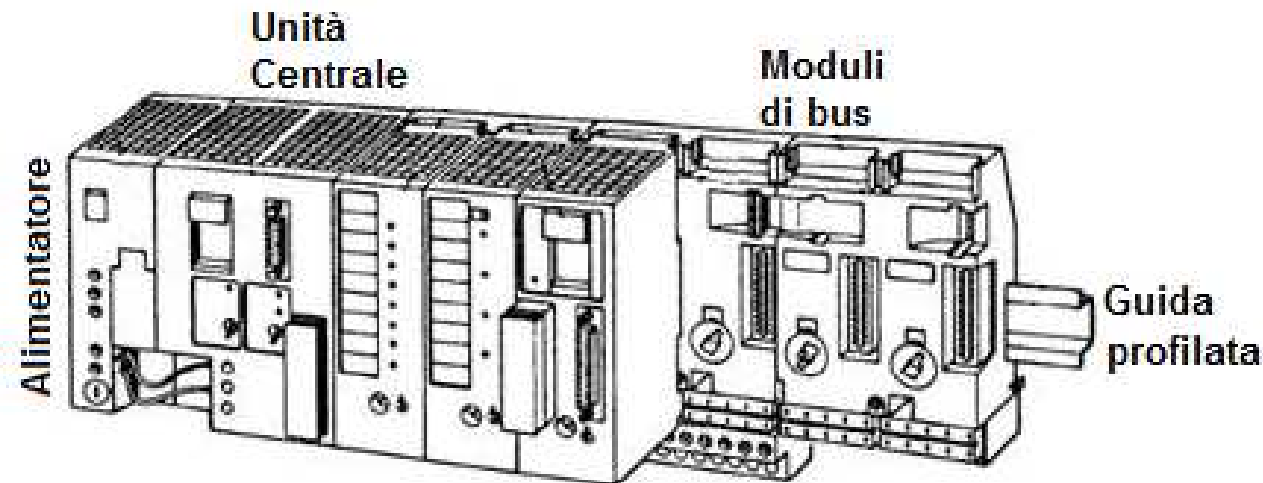
SEZIONI DI INGRESSO E USCITA

Il PLC è un apparecchiatura fortemente orientata all'interfacciamento con dispositivi industriali.

Le sue sezioni di ingresso e uscita devono essere compatibili con una vasta gamma di segnali elettrici che vanno dai 5V DC ai 220V AC, dai segnali digitali a quelli analogici.

La disponibilità di diverse soluzioni di I/O è uno degli elementi più importanti per valutare le prestazioni di un modello o di una marca di PLC;

Dal punto di vista costruttivo il PLC si presenta come un **rack** robusto e protetto. Lo chassis può alloggiare un numero di schede (moduli) variabile da modello a modello.



Blocchi: ingressi/uscite digitali/analogici, comparatori, contatori e temporizzatori.

PLC - Struttura

LE UNITE' DI INGRESSO E USCITA

Per ogni unità di ingresso i dati tecnici più significativi sono:

- **Numero di ingressi** : è il numero di ingressi collegabili a ciascuna unità
- **Tensione d'ingresso** : è il valore nominale di tensione che può essere applicato a ciascun ingresso. Se il valore di tensione è inferiore a una determinata soglia, quel segnale è interpretato come 0 logico; se il valore di tensione è superiore, il segnale è considerato 1 logico. Per ciascuna unità sono specificati gli intervalli di tensione in cui il segnale vale 1 oppure 0 logico.
- **tempo di ritardo** : un segnale di ingresso viene acquisito correttamente se il suo livello logico si mantiene per un tempo superiore al tempo di ritardo. È importante valutare questo parametro quando bisogna acquisire segnali che potrebbero variare velocemente, per non rischiare di perdere delle informazioni.

Per ogni unità di uscita i dati tecnici più significativi sono:

- **Numero delle uscite**: è il numero di punti di uscita disponibili sulla scheda, ai quali sono collegati gli organi attuatori. Sono disponibili per quasi tutti i modelli unità a 4, 8, 16, 32 punti di uscita.
- **Tensione di alimentazione**: è il valore nominale di tensione fornito dal singolo punto di uscita.
- **Corrente di uscita**: è il valore nominale di corrente che un singolo punto di uscita può fornire. *Esistono schede da 0.1A, 0.5A, 1A, 2A. È importante, nella scelta degli utilizzatori, che tale limite di corrente non venga superato. A questo scopo, tra i dati tecnici, sono dichiarate anche le potenze ammissibili con carichi resistivi e carichi induttivi.*
- **Frequenza di commutazione**: stabilisce la massima velocità di commutazione con cui è possibile comandare un attuttore.

PLC - Funzionamento

Il programma eseguito dal PLC funziona è contenuto nella **memoria utente**. Le istruzioni sono registrate una dopo l'altra.

Il funzionamento del PLC è ciclico, cioè la CPU per elaborare il programma legge ed esegue in sequenza le istruzioni, partendo dalla prima. Dopo l'elaborazione dell'ultima istruzione l'esecuzione ricomincia da capo.

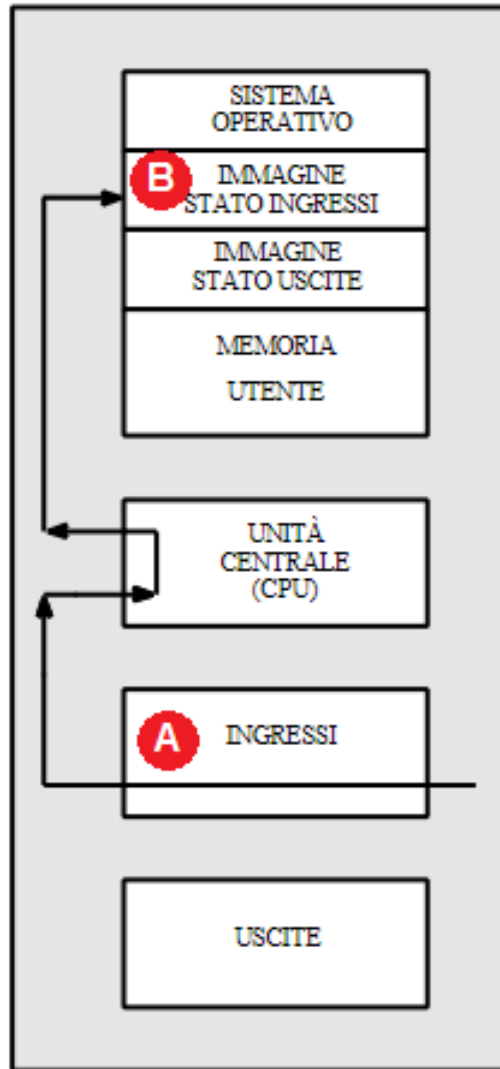
All'inizio di ogni ciclo di scansione la CPU interroga i segnali d'ingresso e li registra nella memoria immagine dello stato degli ingressi, in modo da creare una "fotografia" della situazione del processo. Durante l'elaborazione del programma tutte le interrogazioni sul valore degli ingressi fanno riferimento a questa memoria immagine. In questo modo **lo stato dei segnali di ingresso si conserva inalterato per un intero ciclo di elaborazione**, cosicché i cambiamenti di segnale che si verificano durante il ciclo non possono creare disturbi.

I risultati prodotti dall'elaborazione durante il ciclo sono registrati temporaneamente nella memoria immagine dello stato delle uscite. Solo al completamento del ciclo di programma il contenuto della memoria immagine è trasferito alle corrispondenti unità di uscita;

In seguito viene attivato un nuovo ciclo di elaborazione. Il tempo necessario per scandire tutte le istruzioni del programma viene chiamato **tempo di ciclo**.

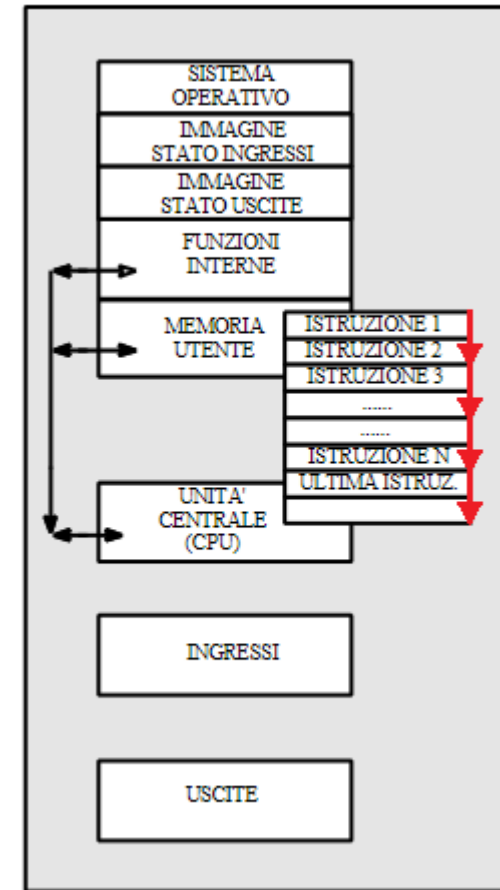
Il tempo di ciclo è un parametro importante per individuare la potenza del PLC ed è in stretta dipendenza dalla velocità di lavoro della CPU e dal tipo di istruzioni. L'ordine di grandezza dei tempi di ciclo per le istruzioni va da qualche millisecondo alle decine di millisecondi. Si comprende che se il tempo di ciclo è molto breve è possibile cogliere in tempo reale tutte le variazioni dei segnali del processo senza perdere informazioni.

PLC - Funzionamento



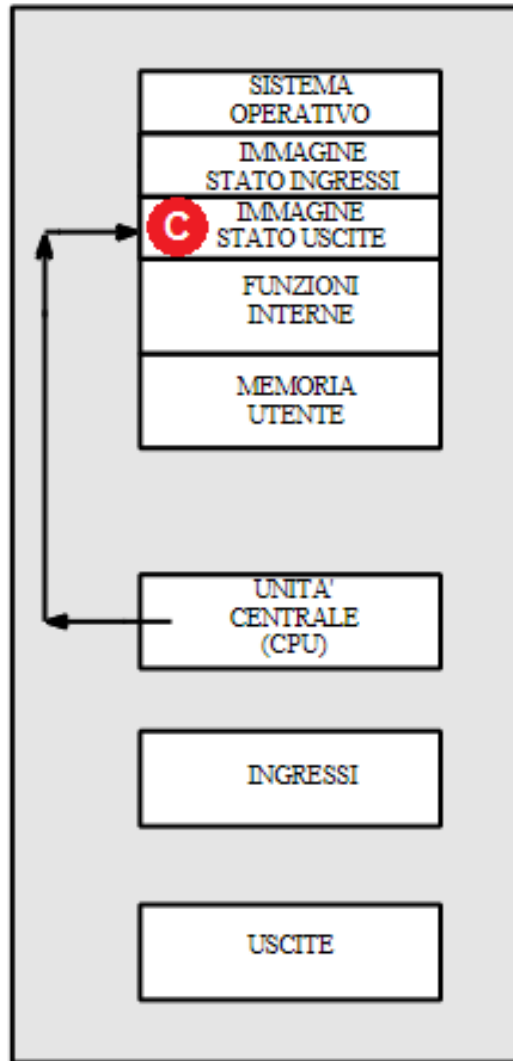
Prima di iniziare la scansione del programma applicativo, la CPU interroga i segnali d'ingresso (**A**) e li registra nella memoria immagine dello stato degli ingressi (**B**). Durante l'elaborazione del programma tutte le interrogazioni sul valore degli ingressi fanno riferimento a questa memoria immagine.

In questo modo lo stato dei segnali d'ingresso si conserva inalterato per un intero ciclo di elaborazione, cosicché i cambiamenti di segnale che si verificano durante il ciclo non possono creare disturbi.



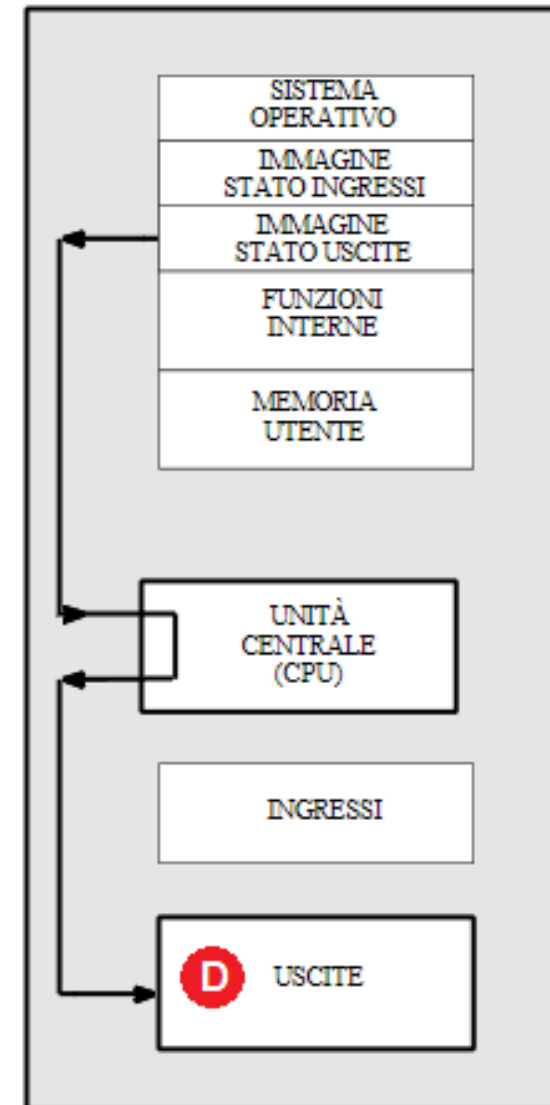
Il funzionamento del PLC è ciclico, cioè la CPU per elaborare il programma legge ed esegue in sequenza le istruzioni, partendo dalla prima fino all'ultima istruzione del programma.

PLC - Funzionamento



I risultati prodotti dall'elaborazione durante il ciclo sono registrati temporaneamente nella memoria immagine dello stato delle uscite (C).

Solo al completamento del ciclo di programma il contenuto della memoria immagine è trasferito alle corrispondenti unità; in seguito viene attivato un nuovo ciclo di elaborazione.



PLC - Funzionamento

Riassumendo l'esecuzione di un programma nel PLC ha tre fasi diverse:

- **Prima fase:** l'unità di governo legge gli ingressi, forma il PAE (immagine di processo degli ingressi);
- **Seconda fase:** utilizzando il valore degli ingressi riportati nel PAE, l'unità di governo esegue il programma, e nel contempo forma il PAA (immagine di processo delle uscite);
- **Terza fase:** L'unità di governo aggiorna le uscite leggendo i valori riportati dall'esecuzione del programma nel PAA.

All'accensione vengono azzerati tutti i contatori, i temporizzatori ed i merker non ritentivi. Dopo che il programma è stato caricato e lanciato, il PLC esegue in modo ripetitivo tutte le istruzioni, dalla prima all'ultima e poi riprende dalla prima e ripete ciclicamente il programma.

Durante l'esecuzione del programma, la CPU comunica con i blocchi esterni solo due volte:

La prima comunicazione avviene all'inizio del programma, per acquisire i dati di input dai moduli di ingresso, con questi valori si crea l'immagine dello stato degli ingressi PAE, che verrà utilizzata durante tutta l'esecuzione del programma.

Quindi se un'ingresso varia durante l'esecuzione del programma, dopo che il PAE è stato caricato, non produce nessuna influenza sul risultato di quel ciclo di programma. I risultati che vengono ottenuti durante l'esecuzione del programma, non influenzano immediatamente le uscite del PLC, ma vengono memorizzati formando il PAA, immagine delle uscite,

La seconda comunicazione, avviene al termine dell'esecuzione del programma, per aggiornare i blocchi di output con i risultati delle elaborazioni contenuti nel PAA. Dopo l'aggiornamento delle uscite si riprende dalla prima fase.

FINE 1° LEZIONE