

AUTOMAZIONE INDUSTRIALE: IL P.L.C.

Negli anni 70 BEDFORD ASSOCIATES propose una macchina chiamata MODular DIGital CONtroller (modicon) ai maggiori produttori di auto. Altre compagnie proposero schemi basati su computer. il Modicon fu il primo PLC ad essere commercializzato e prodotto in larga scala. Il motivo principale per il quale nacque l'esigenza del PLC fu la necessità di eliminare i costi elevati per rimpiazzare i sistemi di controllo complicatissimi basati su relè. Le esigenze di innovazione erano tali da richiedere continue variazioni dello schema relè con grossi rischi di errore ad ogni modifica

PLC

Programmable Logic Controller

in italiano significa Controllore a Logica Programmabile; è un'apparecchiatura elettronica programmabile per il controllo di macchine e di processi industriali. Nasce come elemento sostitutivo della logica cablata e dei quadri di controllo a relè e si qualifica in breve tempo come elemento insostituibile nell'automazione di fabbrica; la caratteristica fondamentale che distingue il PLC dalla logica cablata è la FLESSIBILITA', ovvero la possibilità di variare in poco tempo la logica di funzionamento dell'impianto senza dover variare il cablaggio elettrico. Lo sviluppo di software di programmazione sempre più potenti ha fatto sì che anche il debug (la diagnostica) sia molto più semplice ed immediato.

La logica cablata

Per logica cablata s'intende l'insieme di apparecchiature di tipo elettrodinamico (relè temporizzatori...) o di tipo elettronico (reti logiche combinatorie) che, poste all'interno di un quadro o su schede, governano una macchina o un insieme di macchine (processo di lavorazione).

La logica cablata a relè era la tecnologia preponderante nell'impiantistica industriale fino all'evento del PLC. Queste macchine sono diffuse in tutto il mondo in svariati modelli; sono apparecchiature robuste adatte a lavorare in condizioni ambientali gravose. Sono semplici da utilizzare e da capire, nella loro semplicità permettono di seguire operazioni più complesse.

Gli svantaggi della logica cablata

L'utilizzo in sistemi complessi risulta economicamente dispendioso ed il cablaggio elaborato è oneroso in termini d'ingombro e di assorbimenti di potenza elettrica

I contatti che lo supportano risultano spesso essere insufficienti al fabbisogno (carenze di espansibilità)

La durata dell'apparecchiatura è limitata soprattutto alle parti suscettibili al movimento (contatti relè).

L'uso della logica cablata è dunque limitata a:

- Sistemi automatici di piccoli e semplici taglie
- Impianti in cui non è prevista alcuna espansione del sistema o flessibilità
- Impianto in cui non è necessario l'interfacciamento con periferiche intelligenti (monitor, Stampanti, reti di comunicazione) non supportati da relè stessi.

Negli impianti realizzati a logica cablata:

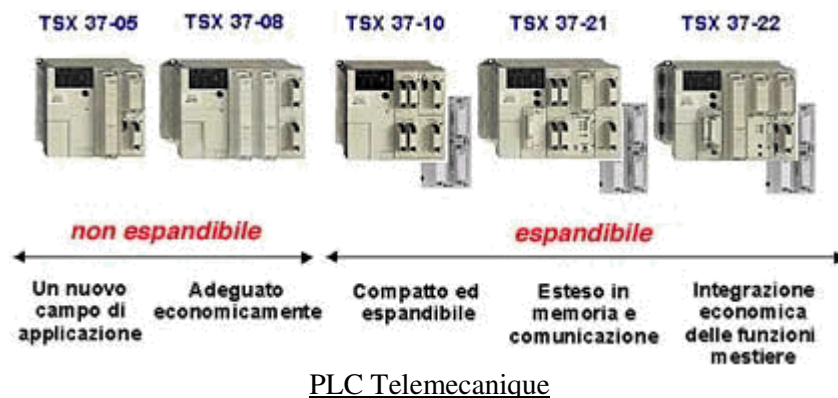
- I circuiti risultano difficilmente modificabili
- I costi di cablaggio e di manutenzione sono elevati
- Gli impianti sono complessi e non riconvertibili
- La ricerca guasti risulta difficoltosa e non immediata

La logica programmabile

Una logica di tipo programmabile prevede l'utilizzo di un apparecchiatura standard che gestisce il controllo di una macchina o di un'automazione non in base al cablaggio di dispositivi ma secondo un determinato programma che è definito dall'utilizzatore (cliente) e memorizzato in particolari dispositivi integrati nella macchina stessa che può essere all'occorrenza modificato ed eventualmente riscritto.

I vantaggi della logica programmabile:

- **Riduzione dei componenti:** il PLC si sostituisce a un gran numero di relè trattando guadagno in volume e dimensioni di ingombro.
- **Riduzione del cablaggio** :le connessioni del PLC si riducono al collegamento:
 - dell'alimentazione
 - dei sensori e degli ingressi
 - delle uscite
- **Maggior comodità:** il programma è una successione di istruzioni che può essere scritta e modificata in qualsiasi momento tramite il terminale di programmazione o il personal computer
- **Riduzione dei costi** :ogni giorno l'uso del PLC è conveniente anche in semplici applicazioni nelle quali si utilizzano alcuni relè e funzioni ausiliarie (temporizzatori, contattori, ecc.).
- **Interfacciabilità:** stampanti, computer, monitor e terminali di dialogo sono facilmente interfacciabili al PLC consentendo così la sorveglianza on line delle funzioni del PLC (monitoraggio).
- **Riutilizzo dei componenti** :nel caso di eliminazione di un macchinario l'apparecchiatura di comando è riutilizzabile per applicazioni diverse.
- **Più informazioni** :la manutenzione, la ricerca dei guasti e la messa a punto sono facili grazie a spie luminose sul PLC segnalanti i vari stati di funzionamento, informazioni facilmente accessibili all'operatore tramite terminali di programmazione e regolazione.



Parti costituenti il PLC

Il PLC o controllore a logica programmabile è un apparecchiatura a base informatica “dedicata” alle apparecchiature industriali avente il compito di sostituire l'unità di governo dell'elemento produttivo.

Come tutti i sistemi di elaborazione dati, il PLC è composto da due parti fondamentali: l'Hardware ed il Software

L'Hardware è la struttura fisica del sistema in altre parole la parte meccanica (telaio) elettronica (CPU memorie ecc.) ed elettrica (alimentazione, collegamenti alla rete, ecc.).

Il Software è l'insieme dei programmi e dei sottoprogrammi che consentono la gestione dell'hardware e la risoluzione dei problemi affidati al sistema.

Per capacità di memoria si intende la quantità di informazioni che il PLC riesce a memorizzare. Solitamente è espressa in Kbyte o Kword .

$$\begin{aligned}1 \text{ kBit} &= 1024 \text{ Bits} \\1 \text{ KByts} &= 1024 \cdot 8 \text{ Bit} = 8192 \text{ Bit} \\1 \text{ Kword} &= 1024 \cdot 16 \text{ Bit} = 16384 \text{ Bit}\end{aligned}$$

La memoria programma dati

La memoria di una logica programmabile è suddivisa in due parti: memoria programma e memoria dati.

Nella memoria programma sono immagazzinate dall'utilizzatore le istruzioni di programma che debbono essere eseguite in sequenza dalla CPU. Questo può risiedere nel PLC (On Board) oppure può essere su cartuccia.

Nella zona di **memoria dati** solitamente situata nel PLC (on Board) sono immagazzinati i risultati intermedi dei calcoli e diversi stati delle variabili.

I vari tipi di memoria

R.A.M. (Random Access Memory) memoria di lettura e scrittura che può contenere i dati oppure i dati di programma. Caratteristiche: velocità elevata, costo relativamente basso, volatile.

R.O.M. (Read Only Memory) memoria permanente di sola lettura utilizzata per contenere i firmware (set di istruzioni).

P.R.A. (Programmable Read Only Memory) memoria permanente di sola lettura. Può essere programmata una sola volta anche dall'utente.

E.N.P.A.M. (Erasable Programmable Read only Memory) memoria permanente di sola lettura utilizzata per il Back up del programma. Scrivibile per via cancellazione raggi ultra violetti (venti minuti circa) con scaricatore di P.R.O.M.

E.E.P.R.O.M. (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) questa memoria non necessita di scrittore e cancellatore di P.R.O.M. perché scritta e cancellata direttamente nel P.L.C.

Classificazione dei P.L.C.

Con riferimento alla quantità di ingressi e di uscite che gestisce un P.L.C. si dice:

Gamma bassa quando può controllare un numero Max di 64 I/O
Gamma media quando controlla un numero di I/O compreso tra 64 e 512
Gamma alta quando controlla più di 512 I/O (normalmente 1024 o 2048)

Le interfacce di I/O

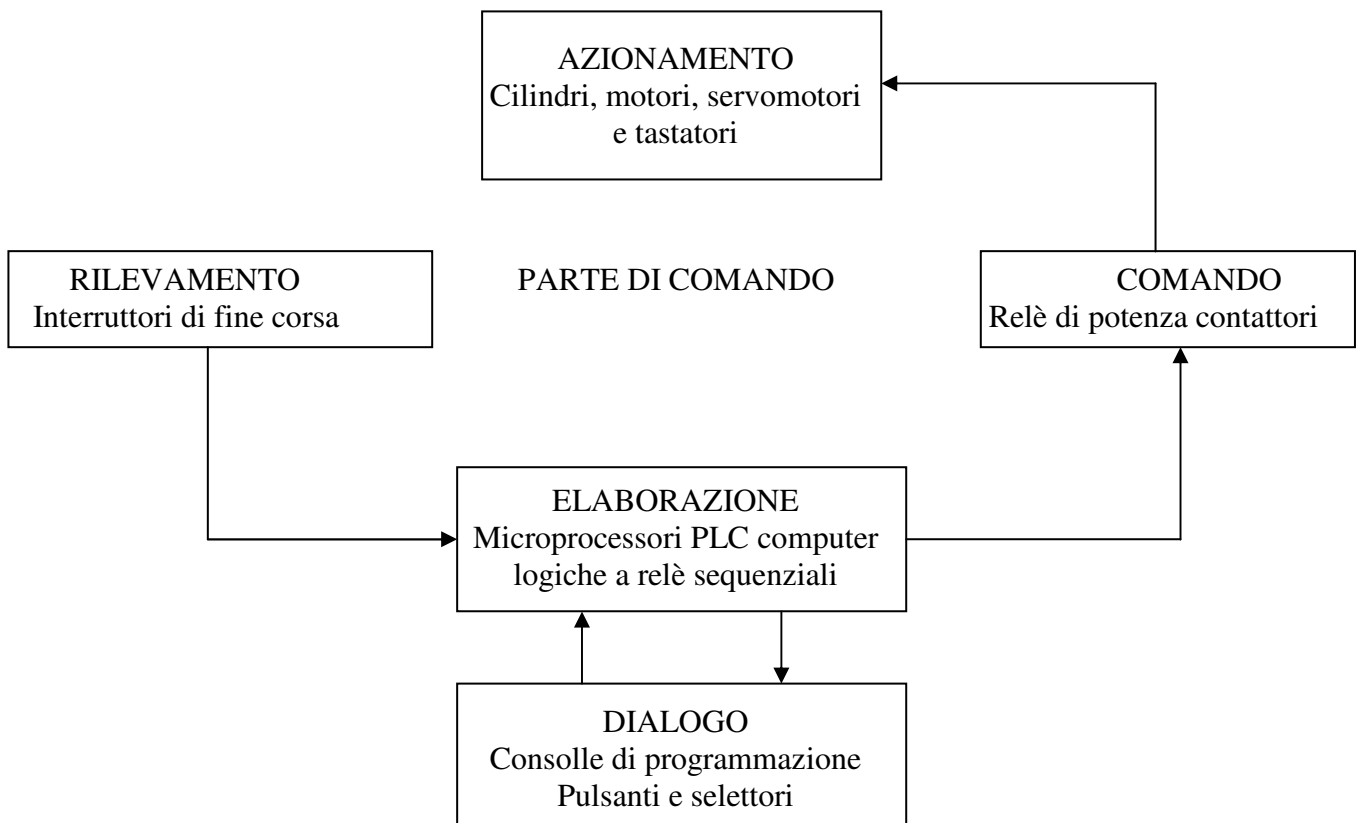
Interfacce d'ingresso trasmettono al P.L.C. lo stato dell'automatismo trasformando i segnali elettrico provenienti dai settori e dai pulsanti dei segnali comprensibili dal controllore.

Il microprocessore trasferisce poi queste informazioni nel registro immagine degli ingressi della memoria dei dati.

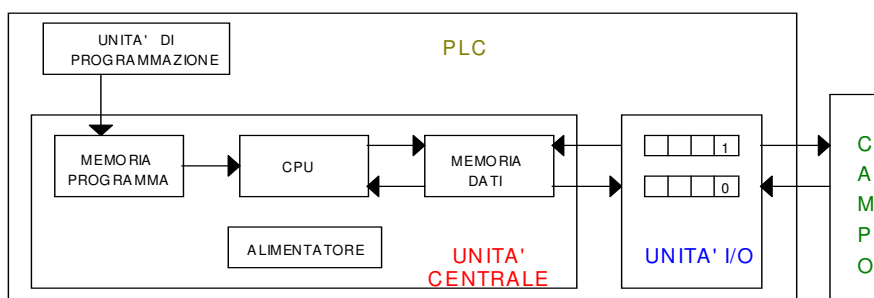
Interfacce d'uscita impartiscono all'automatismo i comandi elaborati dal P.L.C. trasmettono ai pre-azionatori e agli strumenti di dialogo (spie luminose ecc.) gli ordini di comando e segnalazione che risultano dall'esecuzione del programma. Il processore crea questi ordini nel registro immagine delle uscite, nelle memorie dati e li trasferisce alle interfacce d'uscita ove vengono trasformati in segnali elettrici.

SCHEMA A BLOCCHI D'UN AUTOMATISMO

SCHEMA OPERATIVO

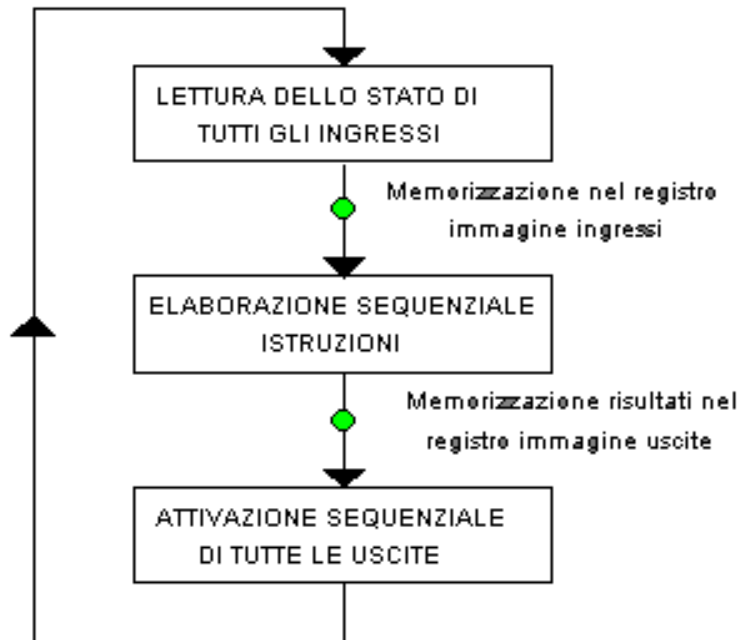


STRUTTURA HARDWARE DI UN PLC



CICLO DI SCANSIONE

(ciclo di funzionamento del PLC)



LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE

Normativa IEC1131-3:

LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE:

- **GRAFICI :**
 - Diagramma a contatti (Ladder Diagram) LD
 - Schema a blocchi funzionale (Functional Block Diagram) FBD
 - Sequential Function Chart SFC o diagramma funzionale in sequenza GRAFCET

- **LETTERALI :**
 - Lista istruzioni (Instruction List) IL
 - Letterale strutturato (Structured Text) ST

COME PROGRAMMARE IL PLC

Per programmare correttamente un PLC è necessario ...

1. determinare ciò che il sistema deve eseguire ed in quale ordine;
2. determinare il numero e il tipo di I/O (ingressi/uscite) che necessitano per il collegamento dei sensori e degli attuatori;
3. determinare la configurazione hardware che dovrà avere il PLC e le caratteristiche della CPU che supporterà i vari moduli;
4. effettuare l'indirizzamento degli I/O;

5. approntare uno schema elettrico, un diagramma di flusso ed un elenco di azioni che chiariscano inequivocabilmente la successione delle operazioni da svolgere, comprese eventuali situazioni di allarme;
6. codificare lo schema redatto in un programma editabile e trasferibile nella CPU tramite console di programmazione o personal computer;
7. inserire nel PLC il programma con i relativi parametri di lavoro;
8. ricercare eventuali errori di programmazione per quanto concerne la sintassi del programma o gli errori di esecuzione;
9. testare a banco il programma editato eseguendo una simulazione
10. testare che il collegamento elettrico degli ingressi e delle uscite corrisponda a quello usato nel programma
11. collegare il PLC al sistema da controllare e verificarne il corretto funzionamento
12. salvataggio del programma definitivo su eprom, eeprom o flash eprom



PLC con pannello operativo

Differenza tra un circuito a relè e la logica del PLC

In un circuito di tipo a relè (od a logica cablata) l'attivazione delle uscite avviene in modo parallelo e quindi il rinfresco delle stesse avviene con tempi legati alla sola risposta delle singole apparecchiature.

In un circuito a logica programmabile l'elaborazione avviene in modo sequenziale:

1. elaborazione segnali in ingresso
2. elaborazione programma
3. elaborazione stato uscite

Quadro di automazione con PLC



I MINI PLC

L'utilizzo dei **mini Plc** ha reso possibile l'esecuzione di **processi automatici** che invece realizzati con **logica cablata**, avrebbero richiesto più tempo nella messa in opera, nell'acquisto di un numero **maggiore** di **componenti elettrici** e nell'utilizzo di **maggiore spazio dei quadri** di comando.

I mini Plc che si trovano in commercio sono caratterizzati dal **numero di ingressi**, dal numero delle **uscite** e dalle **funzioni integrate di programmazione**. Alle funzioni integrate di programmazione corrispondono il **temporizzatore luce scale**, l'**orologio programmatore settimanale**, il **contatore avanti e indietro**, il **relè ad impulsi** ecc., elementi che svolgono la stessa funzione dei componenti elettromeccanici ed elettronici.



Mini- PLC di tipo modulare

La scelta tra la realizzazione dell'impianto a **logica cablata** o a **logica programmata** deve essere fatta confrontando il **costo dei componenti**, la **complessità del cablaggio** e la probabilità che il processo possa cambiare in funzione del nuovo **ciclo di lavoro**; eventuali cambiamenti di processo possono essere eseguiti aggiornando il programma residente nella memoria del mini Plc senza dover ricablare il quadro.

Le fasi di programmazione del mini Plc sono:

1. descrizione del processo di lavoro;
2. diagramma di flusso, che permette di scomporre il processo di lavoro in semplici sottoprogrammi;
3. definizione ed assegnazione degli ingressi, delle uscite e delle funzioni integrate;
4. elaborazione del programma utente;
5. simulazione del programma per la correzione di eventuali errori;
6. trasferimento del programma al mini Plc;
7. documentazione di progetto.
- 8.

QUANDO IL PLC E' INDISPENSABILE?

In alcuni casi ormai il PLC non è più una scelta, ma diventa una necessità, questo accade quando si devono costruire macchine o impianti che devono prevedere espansioni e modifiche nella logica di controllo , oppure quando sono richieste alcune funzioni speciali come le seguenti

- Connessioni a computer, terminali, stampanti,
- Elaborazioni matematiche
- Posizionamenti

APPLICAZIONI TIPICHE DEL 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

L'automazione industriale, già da diversi anni utilizza il PLC, al fine di ottimizzare la produzione, evitare e gestire i fermi-produzione e aumentare il livello di sicurezza negli ambienti di lavoro.

L'uso del PLC, tuttavia, sta entrando in maniera sempre più diffusa, anche nell'impiantistica civile e del terziario, dove si utilizzano i MINI-PLC, che raccolgono le funzioni elementari sopra elencate.

Nell'ambito della domotica (vedere "L'Informatore n° 97) il PLC ha rappresentato il precursore degli attuali sistemi che si trovano in commercio, i quali basano i loro concetti sugli stessi principi che regolano i sistemi automatici con il PLC stesso.