

GASPERI SAMUEL

IL PLC

Il **PLC** (**controllore logico programmabile**) è il più diffuso controllore usato nell'automazione industriale, si tratta di un apparato progettato e costruito per poter operare in condizioni elettriche anche ostili (24/24 h in condizioni critiche di temperatura, umidità e sbalzi di tensione).

Trattandosi di un elaboratore a tutti gli effetti, il PLC è costituito da una parte hardware formata da cavi e altri oggetti fisici e da una parte software costituita, dalle istruzioni che formano il programma che deve essere eseguito.

Esso, acquisisce i segnali d'ingresso che gli giungono dai sensori di campo e in base al loro valore e a quanto stabilito dal programma, emette i necessari segnali di uscita indirizzandoli verso gli attuatori.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Il microprocessore contenuto nel plc controlla i segnali elettrici di input provenienti dai sensori e dai trasduttori (ingressi) facenti parte del sistema da controllare; quando avvengono variazioni dello stato del segnale il microprocessore li elabora e seguendo le istruzioni presenti nel programma invia i comandi verso le uscite alle quali sono collegati gli attuatori del sistema da controllare

SENSORI:

DIGITALI(Pulsanti,Selettori,Fine
Corsa,Ternostato,Flussostato,Pressostato,Fotocellula,Int. Di
Prossimità,Galleggianti,.....)

ANALOGICI(Termocoppia,Termo resistenza,Dinamo tachimetrica,.....)

PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL PLC

Il plc è un dispositivo diventato di comune impiego per risolvere problemi di automazione grazie alle seguenti caratteristiche:

-Flessibilità: Come sappiamo spesso è possibile modificare radicalmente il funzionamento di un ciclo di produzione operando modifiche sul programma utente senza modificare sostanzialmente la struttura hardware dell'impianto

-Affidabilità: L'affidabilità dei sistemi gestiti con logica programmabile è superiore a quella in logica cablata tradizionale, perché il plc oltre a svolgere numerose funzioni è in grado di effettuare servizi di autodiagnostica ed essendo un'apparecchiatura elettronica non ha bisogno di manutenzioni particolari

-Riciclo: Un plc programmato per svolgere una determinata funzione può essere disinstallato e installato in un altro impianto cambiando programmazione

-Costo: Con lo sviluppo della tecnologia e con la diffusione dei plc il costo di questi dispositivi si è abbassato in maniera decisiva; ad esempio possiamo trovare dei micro plc al costo di poche decine di euro

-Possibilità di essere utilizzati in reti di controllo centralizzate facenti parte di un sistema controllato da un pc di supervisione

-Possibilità di essere utilizzati per risolvere problemi di automazione in ambito civile (Home Automation) svolgendo compiti di tipo domotico

STRUTTURA DEL PLC

Un controllore programmabile ha un hardware composto da tre componenti fondamentali:

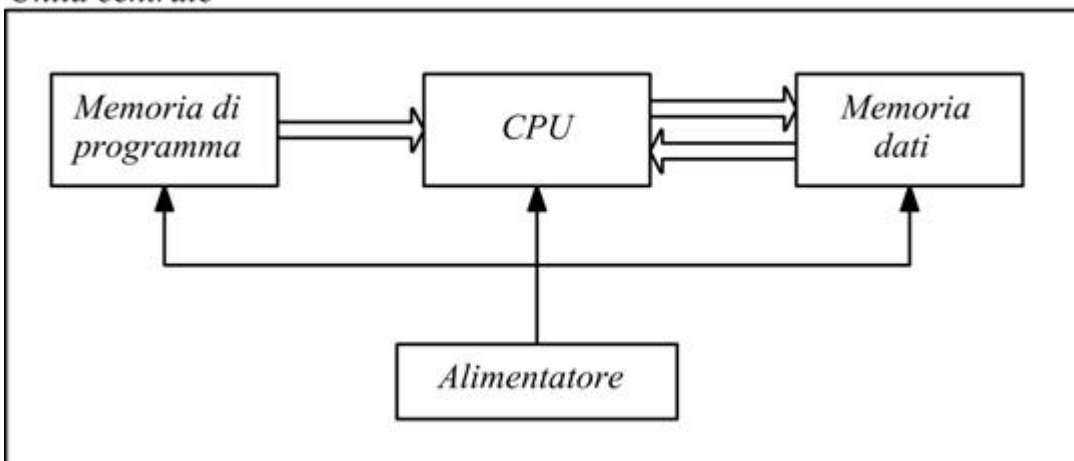
- **unità centrale**, cioè la parte che organizza le attività del controllore;
- **unità ingressi/uscite (I/O)** che consente il collegamento tra l'unità centrale ed il sistema da controllare;

- **unità di programmazione** che consente l'interfaccia uomo/macchina; questo dispositivo consente di scrivere il programma nella memoria del PLC.

Unità centrale

È la parte che organizza tutte le attività del controllore; dallo schema a blocchi in figura, essa è costituita da elementi fondamentali: scheda processore (CPU), memorie, alimentatore.

Unità centrale



Scheda processore (CPU)

Denominata anche CPU (central processor unit), è la parte più importante del PLC perché consente la coordinazione di tutte le attività del comando. La CPU legge i segnali d'ingresso rilevati da pulsanti, finecorsa, sensori e trasduttori vari. Le funzioni fondamentali svolte sono: Lettura, interpretazione ed abilitazione alle istruzioni contenute nel programma utente

- Operazioni aritmetiche
- Autodiagnosi
- Generazioni Impulsi di sincronismo
- Esecuzione di temporizzazione e conteggio

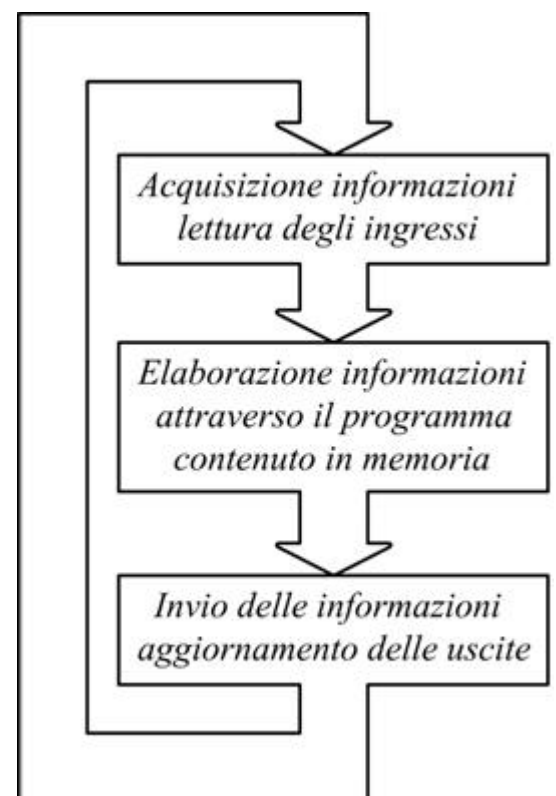
Il tempo totale richiesto dalla CPU per eseguire le operazioni di autodiagnosi, lettura ed esecuzione del programma viene chiamato CICLO DI SCANSIONE

Il PLC esegue ciclicamente delle scansioni che possono essere

- sincrona di ingresso e di uscita
- sincrona di ingresso e asincrona di uscita
- asincrona di ingresso e di uscita

Nella scansione sincrona di ingresso e di uscita sia la lettura che l'invio dei dati avvengono in sincronismo, cioè simultaneamente per tutti gli ingressi e per tutte le uscite.

Nella scansione sincrona di ingresso e asincrona di uscita, tutti gli ingressi vengono letti simultaneamente, mentre l'invio dei dati alle uscite vengono fatti in tempi diversi.



Nella scansione asincrona di ingresso e di uscita, sia la lettura degli ingressi che l'aggiornamento delle uscite vengono fatti in tempi diversi; in questo caso sia le uscite che gli ingressi vengono aggiornati ogni volta che si ottiene un risultato durante l'esecuzione del programma; il tempo di

risposta (il tempo che passa tra la variazione degli ingressi e la corrispondente variazione delle uscite) è notevolmente ridotto rispetto ai due precedenti casi.

Alimentatore

Viene utilizzato per convertire la tensione di rete (generalmente in 230V) in una tensione continua necessaria al funzionamento della CPU e dei dispositivi di ingresso.

Memorie

Le memorie presenti nel plc sono di 2 tipi: ROM e RAM

ROM: è una memoria non volatile ossia i dati non si perdono alla mancanza di tensione. In essa viene caricato il programma di sistema da parte del costruttore, tale programma non è modificabile ed equivale al sistema operativo di un pc.

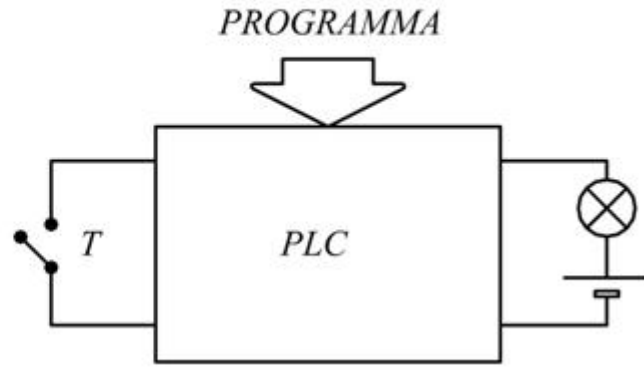
RAM: è una memoria di tipo volatile nella quale viene scritto e letto il programma utente. Essendo una memoria volatile per non far perdere i dati alla mancanza di tensione, la ram deve risultare sempre alimentata o soccorso da batteria a litio (di lunga durata) o da condensatori ad elevata velocità

Un sistema a logica cablata si presenta rigido nel senso che ad una piccola variazione del funzionamento corrisponde spesso una rilevante modifica del circuito. Nella logica programmabile invece si possono ottenere rilevanti modifiche alla logica di funzionamento con piccole variazioni sul cablaggio e modifiche al programma utente. Essa si fa preferire quindi in caso di sistemi complessi o che comunque sono soggetti a modificare nella logica cablata sensore ed attuatore sono collegati fisicamente tramite conduttori; nella logica programmabile non esiste collegamento fisico anzi sensori e attuatori sono completamente separati e l'unica cosa che li unisce è quella di far parte del programma utente nel quale vengono inserite le istruzioni necessarie a risolvere l'automazione richiesta

LOGICA CABLATA



LOGICA PROGRAMMATA



Moduli di ingresso

I moduli di ingresso acquisiscono i segnali provenienti dal sistema da controllare rendendoli compatibili con la CPU. I Moduli di ingresso possono essere digitali (On-Off) o analogici. Il segnale che arriva agli ingressi analogici è un segnale di tipo discreto ossia compreso in un certo range, il segnale digitale invece può assumere solo due valori 1 e 0

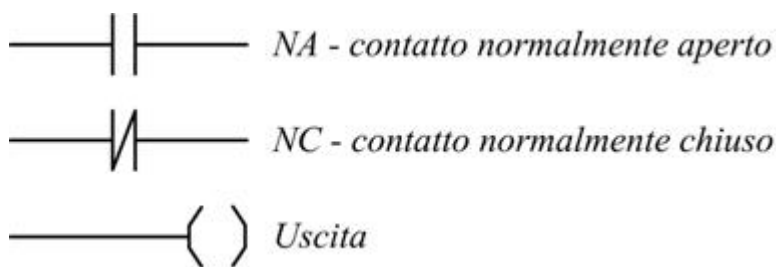
CLASSIFICAZIONE DEI PLC IN FUNZIONE DI INGRESSI E USCITE DISPONIBILI

Gamma bassa → Fino al 256 tra I/O Gamma media → da 256 – 512 tra I/O
Gamma alta → I/O > 512

PROGRAMMAZIONE

Il PLC non prevede tastiere e schermi quindi la sua programmazione avviene tramite dispositivi esterni. Esistono dei terminali dalle funzionalità limitate che, tramite un piccolo display e una tastiera, permettono di programmare direttamente la memoria del PLC. Generalmente, per la programmazione avviene tramite un personal computer con software forniti dal costruttore del PLC che permette funzionalità di programmazione molto più complesse. Il PC può rimanere connesso al PLC tramite una rete informatica permettendo all'utente di eseguire il monitoraggio del sistema, oltre alla possibilità di sviluppare e caricare direttamente i programmi.

Un PLC può supportare sia linguaggi letterali che linguaggi grafici; il linguaggio più diffuso per la soluzione di problemi di automazione col PLC è, appunto, il diagramma a contatti o ladder. Il linguaggio ladder è il più usato in campo internazionale per i PLC. esso è composto da due righe verticali e da linee orizzontali sulle quali vengono disegnati gli elementi costituenti il sistema da controllare. Nella barra di alimentazione verticale sinistra vengono collegati gli elementi di Input; nella barra dei ritorni, verticale destra vengono collegate le uscite, da notare che la barra dei ritorni oramai viene completamente omessa e viene considerata di default. Viene utilizzato il contatto aperto quando si deve attuare un'uscita quando il contatto si trova a livello alto. Viene utilizzato un contatto chiuso se occorre attivare un'uscita quando il contatto è off o aperto. Nel disegnare il programma ci sono alcune tecniche da rispettare per esempio prima si inseriscono i contatti in parallelo poi in serie, quando c'è un parallelo di contatti prima il "lato" con più componenti, i contatti software possono essere ripetuti senza problemi. I simboli più ricorrenti in linguaggio ladder sono:



Classificazione e mercato dei PLC

Visto il crescente impiego di questi dispositivi in applicazioni di automazione e visto lo sviluppo che quest'ultima sta avendo negli ultimi decenni, il mercato è in continua espansione e mette a disposizione dell'utente una gamma sempre più vasta di prodotti. La classificazione di questi controllori può essere fatta in base a diversi criteri. Il primo criterio è quello che distingue i PLC secondo le loro dimensioni, cioè secondo il numero massimo di I/O e la quantità di memoria messi a disposizione dell'utente.

- **Micro PLC:** sono controllori monoblocco che gestiscono al massimo 64 ingressi/uscite, generalmente tutti di tipo digitale. La memoria messa a disposizione del programmatore va da 1Kbyte a 2Kbyte e il set di istruzioni

disponibili comprende: quelle di base, quelle di temporizzazione e conteggio, oltre a quelle necessarie per operazioni aritmetiche.

- **Piccoli PLC:** hanno una struttura modulare e trattano da 64 a 512 punti di ingresso/uscita in prevalenza digitali. Per avere a disposizione una sezione di ingresso/uscita analogica è di solito necessario espandere il sistema con dei moduli analogici appositi. Possiedono una memoria che arriva generalmente fino a 4K e la capacità di connettersi in rete ad altri dispositivi o a moduli per la gestione di I/O remoto. Il set di istruzioni a disposizione del programmatore è più completo rispetto ai micro PLC.

- **Medi PLC:** possono arrivare a trattare da 256 a 2048 terminali di I/O e ad avere una memoria di qualche decina di Kbyte. Hanno una struttura modulare e sono espandibili, oltre che con i moduli base, con moduli speciali e moduli per la comunicazione su bus.

- **Grandi PLC:** sono caratterizzati dalla possibilità di poter gestire un numero molto elevato di ingressi/uscite, di solito qualche migliaio, e dalla disponibilità di centinaia di Kbyte di memoria. Hanno una potenza di calcolo molto superiore rispetto a quelli visti in precedenza e per questo vengono utilizzati come supervisori di impianti automatizzati e come interfacciamento tra PLC di minori dimensioni e calcolatori di gestione (esempio: PC che realizzano l'interfaccia utente per il controllo del processo).

I controllori programmabili si possono anche distinguere in base al criterio costruttivo adottato.

- **Monoblocco (o compatti):** sono quei dispositivi che vengono offerti in una configurazione rigida e compatta che non può essere modificata. In alcuni casi esiste la possibilità di aumentare il numero di ingressi/uscite collegando il PLC ad un altro blocco specifico uguale, sia nella dimensione che nelle prestazioni, all'unità di base. I dispositivi di questo tipo sono di solito di gamma bassa.

- **Modulari:** sono quei PLC configurabili dall'utente in base alle esigenze specifiche dell'applicazione. I vari moduli che compongono il sistema vengono montati su un rack e collegati tramite cavi appositi o bus.

Tipicamente tutti i PLC di taglia media o alta sono modulari. Figura 1.7: PLC monoblocco Siemens Logo[7]. Figura 1 Sistema PLC modulare Siemens S7-

300[7]. Un'ultima classificazione dei controllori può essere fatta in base all'impiego per cui sono progettati.

- **Sequenziali:** sono i PLC di prima generazione, nati per sostituire i quadri elettromeccanici e sono impiegati nella realizzazione di automatismi che funzionano secondo una logica sequenziale. Ovviamente, rispetto ai primi, gli attuali PLC sequenziali mettono a disposizione altre funzionalità oltre a 14 PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER quelle classiche della logica sequenziale: calcoli matematici, elaborazione di segnali digitalizzati, conteggio veloce⁴, ecc. Solitamente si presentano come PLC compatti o modulari di taglia media o piccola.
- **Multifunzione:** sono dei dispositivi con una potenza di calcolo maggiore e mettono a disposizione dell'utente un maggior numero di funzionalità. Vengono utilizzati nelle applicazioni in cui sono richieste, oltre alle funzioni caratteristiche della logica sequenziale, le seguenti prestazioni: misura, regolazione PID, controllo assi, dialogo tra PLC e periferiche, comunicazione tra PLC.

Utilizzo dei PLC in applicazioni di automazione industriale

I sistemi di controllo programmabili, contrariamente a quelli custom¹, non sono progettati per il controllo di un particolare sistema, ma hanno caratteristiche generali che consentono di adattarli alle diverse problematiche di controllo che si possono presentare in campo industriale[5] [1]. La modularità dei PLC consente di adattare il controllore alle specifiche richieste dal processo e di modificarlo a piacere se tali specifiche dovessero cambiare. Il progettista si deve quindi limitare a scegliere ed assemblare i componenti che meglio soddisfano le necessità del caso, mentre l'unico sforzo progettuale si riduce alla scrittura del software di controllo. Proprio per questi motivi e per la facilità con la quale è possibile programmarlo, il PLC è diventato uno dei componenti fondamentali nell'automazione industriale. Allo stato attuale la quasi totalità degli impianti automatizzati di dimensioni medio-grandi sfrutta i controllori programmabili per la gestione dei processi, mentre per quelli di taglia più piccola si preferisce spesso sfruttare ancora

controllori elettromeccanici. A seconda delle dimensioni del processo, esistono varie possibilità di configurazione del PLC. Nei processi di piccole dimensioni, dove tutti i dispositivi da controllare sono nelle vicinanze della CPU, l'intero controllore viene messo all'interno di un quadro elettrico principale dal quale partono e arrivano tutte le linee che lo collegano ad attuatori e sensori. In questo caso vengono utilizzati sia PLC monoblocco che PLC modulari di piccole dimensioni. Nei processi di dimensioni medio-grandi, dove i dispositivi controllati dal PLC possono essere anche molto lontani dalla CPU, si rende necessaria la realizzazione di sistemi di controllo distribuiti (DCS) nei quali i vari moduli che compongono il controllore sono connessi tra loro tramite reti di comunicazione.

Gestione delle emergenze

Mentre un guasto nei sistemi di controllo elettromeccanici porta generalmente ad una interruzione del funzionamento dell'impianto, nelle apparecchiature a logica programmata un guasto può portare a funzionamenti incontrollati e a situazioni pericolose per l'utente. Per questo motivo esistono normative in ambito di sicurezza dei macchinari, che prescrivono come si devono gestire situazioni di emergenza negli impianti automatizzati. Tale norma prevede che tutti i comandi di arresto e di emergenza devono essere realizzati esclusivamente con dispositivi elettromeccanici cablati e mediante contatti di interruzione. I PLC non possono dunque essere utilizzati per gestire queste situazioni, ma possono essere impiegati soltanto per rilevare ed elaborare dati relativi all'arresto. Quando il circuito manda in stato di emergenza il sistema, il PLC provvede comunque ad arrestare tutti gli attuatori interessati, segnala all'operatore il dispositivo che ha causato l'arresto e dà il consenso a riavviare l'automatismo quando l'emergenza rientra. Tipicamente per gestire queste situazioni si utilizzano degli appositi moduli di emergenza completamente svincolati dal PLC.

PROGETTO

Si avvia il ciclo della sequenza semaforica facendo passare un solo senso di marcia, dopo un tempo parametrizzabile T_1 viene avviato l'altro senso di marcia bloccando con il rosso il senso precedente. Con l'uso del crepuscolare ho svolto la modalità notturna ovvero lampeggiando con le luci gialle.

