

# CONFRONTO TRA SISTEMI A MICROCONTROLLORE e CONTROLLORI LOGICI PROGRAMMABILI (PLC)

Rif. Emmanuel Odunlade Circuit Digest

## Controllore logico programmabile

Un **controllore logico programmabile** (PLC) è semplicemente un dispositivo informatico per scopi speciali progettato per l'uso in sistemi di controllo industriale e altri sistemi in cui l'affidabilità del sistema è elevata.



*Quadro elettrico industriale con PLC e teleruttori*

Inizialmente sono stati sviluppati per sostituire relè, sequenze e timer cablati utilizzati nel processo di produzione dall'industria dell'automazione, ma oggi si sono ampliati e vengono utilizzati da tutti i tipi di processi di produzione, comprese le linee basate su robot. Al giorno d'oggi, probabilmente non esiste una sola fabbrica al mondo che non disponga di una macchina o di un'attrezzatura che funziona con PLC. Il motivo principale della loro ampia adozione e utilizzo è profondamente radicato nella loro robustezza e **capacità di resistere alle condizioni ambientali particolarmente difficili** associate alle attività produttive industriali. Sono anche un buon esempio di **sistemi operativi in tempo reale** poiché hanno un'elevata capacità di produrre output su input specifici in un periodo di tempo abbastanza breve, che è un requisito fondamentale per gli ambienti industriali in quanto, reazioni ritardate potrebbero interrompere l'intera operazione.

## Microcontrollori



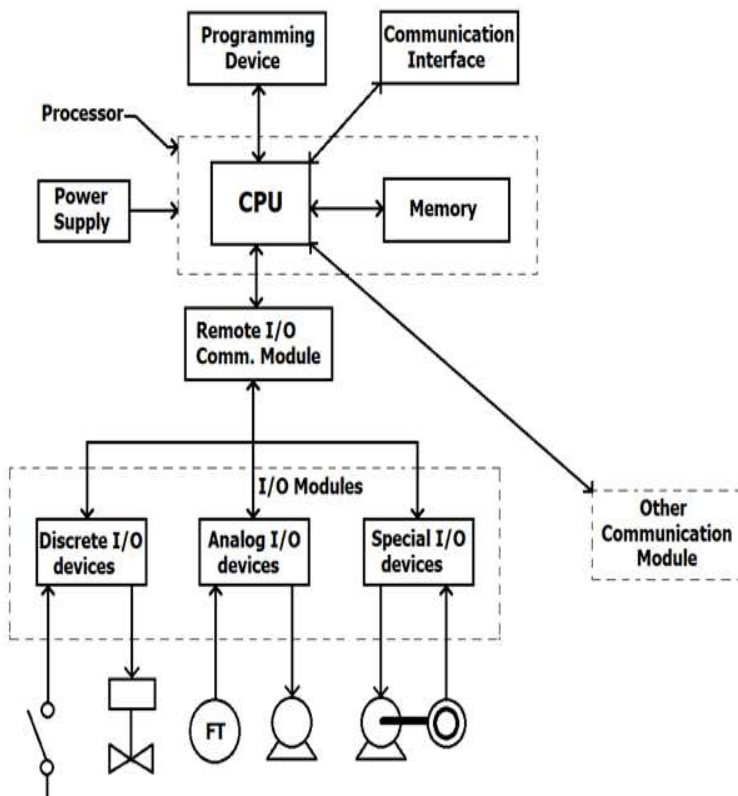
I **microcontrollori**, d'altro canto, sono piccoli dispositivi informatici su un singolo chip che contengono uno o più core di elaborazione, con memoria RAM e ROM integrata insieme a porte di ingresso e uscita (I/O) programmabili per scopi speciali e generali. Vengono ormai utilizzati in tutti i tipi di dispositivi di uso quotidiano, soprattutto nelle applicazioni in cui è necessario eseguire solo attività ripetitive specifiche. Di solito sono spogli e montati su

schede senza contenitori o alimentatori specifici e non possono essere utilizzati come dispositivi autonomi senza le connessioni necessarie. A differenza dei PLC, **non dispongono di interfacce come display e switch integrati** poiché di solito dispongono solo di GPIO a cui collegare sensori e attuatori .

## 1. Architettura

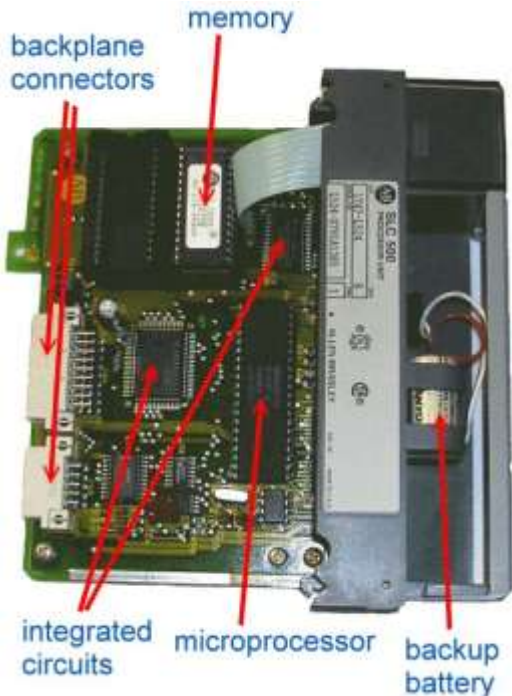
### Architettura dei PLC

I PLC generalmente possono essere definiti microcontrollori di alto livello. **Sono essenzialmente costituiti da un modulo processore, dall'alimentatore e dai moduli I/O .**



Il modulo processore è costituito dall'unità di elaborazione centrale (CPU) e dalla memoria. Oltre ad un microprocessore, la CPU contiene almeno un'interfaccia attraverso la quale può essere programmata (USB, Ethernet o RS232) insieme alle reti di comunicazione. L'alimentatore è solitamente un modulo separato e i moduli I/O sono separati dal processore. I tipi di moduli I/O includono moduli discreti (on/off), analogici (variabili continui) e speciali come il controllo del movimento o i contatori ad alta velocità. I dispositivi di campo sono collegati ai moduli I/O.

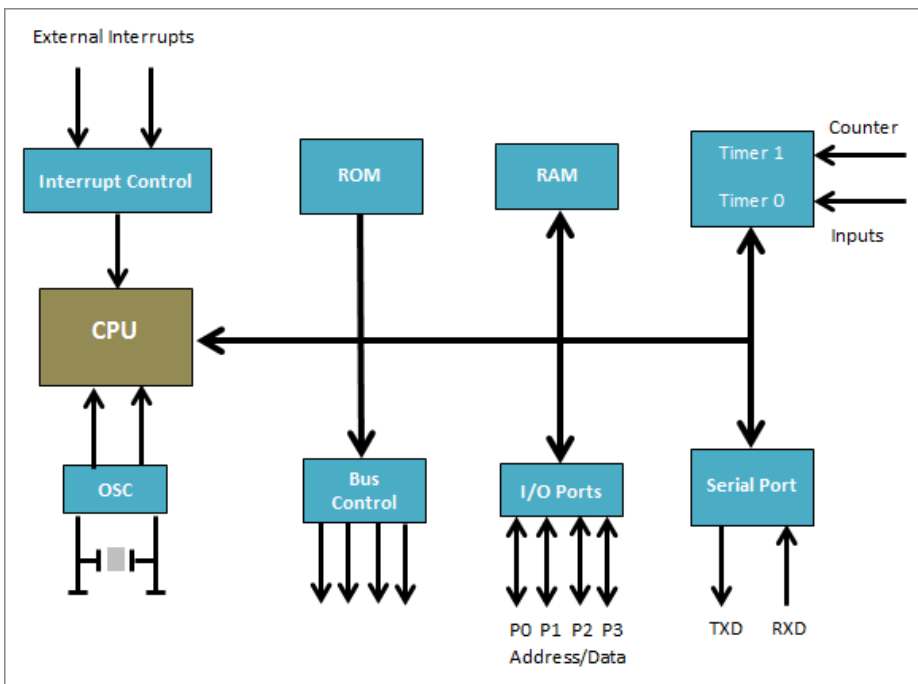
A seconda del numero di moduli I/O posseduti dal PLC, questi possono trovarsi nello stesso contenitore del PLC o in un contenitore separato. Alcuni piccoli PLC chiamati nano/micro PLC di solito hanno tutte le parti, inclusi alimentazione, processore, ecc., nello stesso contenitore.



### Architettura del microcontrollore

L'architettura dei PLC sopra descritta è in qualche modo simile ai microcontrollori in termini di componenti, ma il microcontrollore implementa tutto su un unico chip, dalla CPU alle porte I/O e alle

interfacce necessarie per la comunicazione con il mondo esterno. Una generica architettura di microcontrollore è mostrata a fianco.



Nei sistemi programmabili elettronici è fondamentale lo scambio di informazioni digitali . Tale scambio avviene tramite protocolli che ne definiscono le regole con cui devono essere scambiati i dati tra dispositivi. Nei microcontrollori ormai ci sono dei protocolli standardizzati ( USB, SPI, I2C ) che permettono a dispositivi di marche ed architettura diversa di poter colloquiare agevolmente tra di loro.

Naturalmente, anche nel campo dei PLC si sono definiti degli standard: in generale pur supportando configurazioni e particolari necessità per tipologia di applicazione, tutti i produttori aderiscono tutti allo standard industriale (IEC 61131-3). Questo standard promuove l'interoperabilità tra moduli e parti.

Nel senso che PLC di marche diverse possono interagire tra di loro e, in alcuni casi programmi scritti per un PLC di una determinata marca può girare su PLC di marca diversa.

## 2. Interfacce

I PLC sono progettati per interfacciarsi con sensori, attuatori e moduli di comunicazione di livello industriale e sono quindi dotati di valori nominali di corrente e tensione che sono spesso incompatibili con i microcontrollori senza hardware aggiuntivo.

I PLC solitamente utilizzano Ethernet e diverse varianti dei protocolli di comunicazione seriale RS come RS-232, RS-485. Oggigiorno l'avvento [dell' IOT , Internet delle cose](#) industriale sta creando un aumento del numero di dispositivi PLC collegati in grado di trasmettere dati tramite interfacce di comunicazione wireless.

I PLC, sono disponibili in dimensioni diverse, dai piccoli dispositivi (con pochi pin/moduli IO) definiti blocchi costitutivi ai grandi PLC giganti montati su rack con centinaia di IO.

Anche i **microcontrollori** dispongono di sensori, attuatori e moduli progettati per soddisfare le loro esigenze specifiche che potrebbero essere difficili da interfacciare con un PLC. Tuttavia, di solito sono progettati per gestire l'elaborazione di un numero inferiore di porte I/O.

## 3. Prestazioni, Robustezza e Affidabilità

**Questo è di gran lunga il punto in cui il PLC si distingue maggiormente** . Come accennato inizialmente, il PLC è stato progettato per l'uso in ambienti industriali ed è stato quindi progettato per poter resistere a diverse condizioni ambientali avverse, come intervalli di temperatura estremi, disturbi e rumore elettrico, manipolazione brusca ed elevata quantità di vibrazioni. I PLC dispongono di un sistema operativo di

base molto reattivo in grado di produrre segnali di output nel più breve tempo possibile dopo la valutazione di un input. Questo è molto importante nel sistema industriale poiché la tempistica rappresenta una parte importante dell'impianto/processo di produzione.

**I microcontrollori** tuttavia sono meno robusti. In base alla progettazione, non sono stati progettati per fungere da dispositivi autonomi come i PLC. Sono stati progettati per essere integrati in un sistema. Ciò fornisce una spiegazione al loro aspetto meno robusto rispetto ai PLC.

#### 4. I Requisiti di abilità per l'uso dei dispositivi

**Uno degli attributi chiave del PLC è la scarsa conoscenza tecnica richiesta** per la programmazione e, in generale, per il suo funzionamento.

Il PLC è stato progettato per essere utilizzato sia da esperti di automazione altamente qualificati che da tecnici di fabbrica con poca o nessuna formazione formale. È relativamente facile individuare e diagnosticare i guasti. I moderni dispositivi PLC sono solitamente dotati di uno schermo che semplifica il monitoraggio senza strumenti sofisticati.

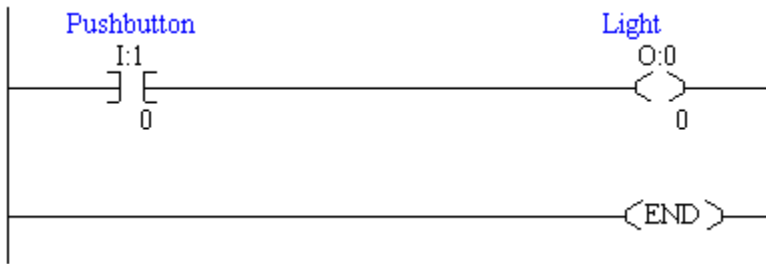
**I microcontrollori, invece, richiedono una più profonda conoscenza dei linguaggi di programmazione**. I progettisti devono avere una buona conoscenza dei principi dell'ingegneria elettrica e della programmazione per essere in grado di progettare circuiti complementari per il microcontrollore. I microcontrollori richiedono anche strumenti speciali (ad esempio oscilloscopio) per la diagnosi dei guasti e la risoluzione dei problemi del firmware. Sebbene attualmente esistano diverse piattaforme semplificate come Arduino, è ancora molto più complessa dei PLC plug and play sia dal punto di vista della connessione, dal punto di vista della programmazione che dalla facilità d'uso.

#### 5. Programmazione

Per ragioni di semplicità e facilità d'uso da parte di tutte le classi di conoscenza, **i PLC sono stati originariamente progettati per essere programmati utilizzando una programmazione visiva** che imita le connessioni/schemi dei diagrammi logici dei relè. Ciò ha ridotto i requisiti di formazione per i tecnici esistenti. Il linguaggio di programmazione principale e più popolare utilizzato per i PLC è la logica Ladder e il linguaggio di programmazione con elenco di istruzioni.

**La logica ladder utilizza simboli, anziché parole**, per emulare il controllo logico a relè del mondo reale, che è un ricorso dei sistemi di automazione in logica cablata. Questi simboli sono interconnessi da linee per indicare il flusso di corrente attraverso relè, come contatti e bobine. Il numero di simboli è aumentato enormemente nel corso

degli anni consentendo agli ingegneri di implementare facilmente funzionalità di alto livello.



Sopra è mostrato un **esempio di codice basato su logica/diagramma ladder** . Di solito assomiglia ad una scala, da qui il nome. Questo aspetto semplificato rende i PLC molto facili da programmare, tanto che se si riesce ad analizzare uno schema è anche possibile svolgere una programmazione (semplificata) dei PLC.

Per un controllo più articolato dei sistemi automatici industriali, si rende necessaria la programmazione con linguaggi ad alto livello quali, per esempio, C, C++ e basic . Ma ancora adesso, tutti i produttori di PLC aderiscono ancora allo standard dei sistemi di controllo IEC 61131/3 del settore e supportano i linguaggi di programmazione stabiliti dalla normativa. standard che includono; Diagramma ladder, testo strutturato, diagramma a blocchi funzione, elenco istruzioni e diagramma di flusso sequenziale.

I PLC moderni vengono solitamente programmati tramite software applicativo basato su uno qualsiasi dei linguaggi sopra menzionati, in esecuzione su un PC collegato al PLC utilizzando una qualsiasi delle interfacce USB, Ethernet, RS232, RS-485, RS-422.

**I microcontrollori d'altra parte sono programmati utilizzando linguaggi di basso livello come assembly o linguaggi di alto livello come C e C++ tra gli altri .**

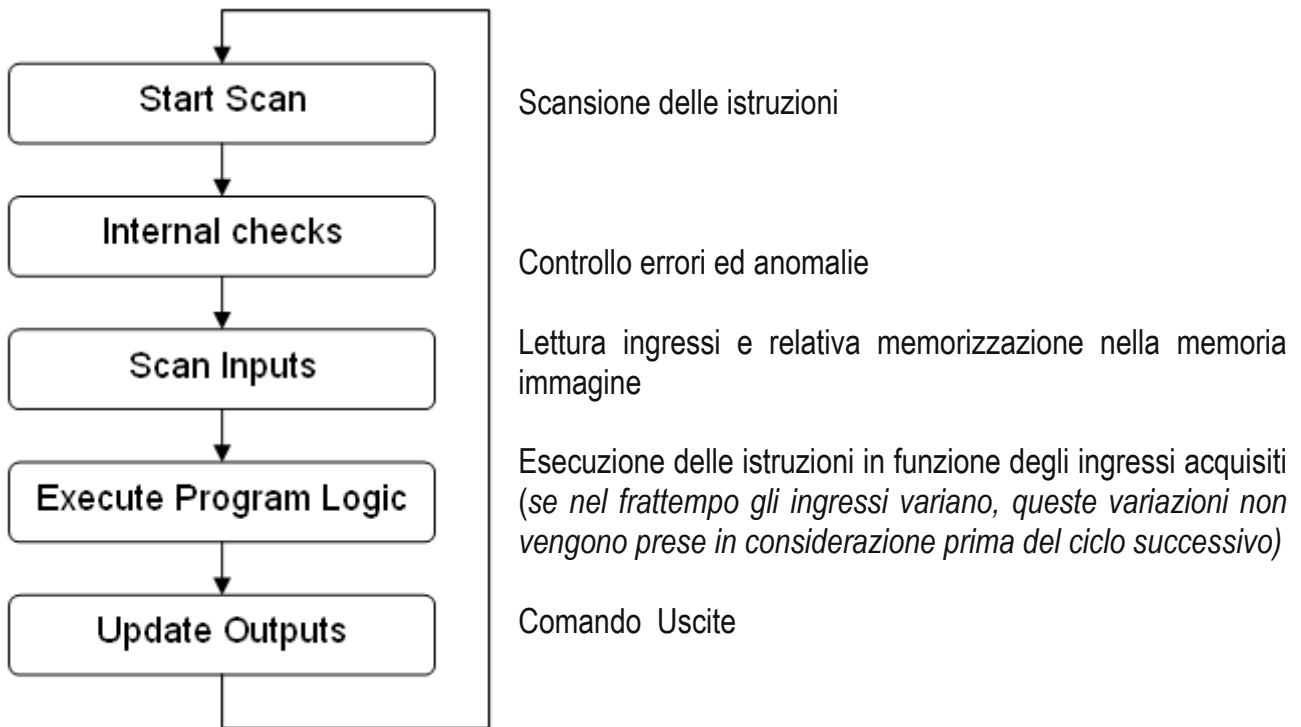
Il loro uso, di solito richiede un elevato livello di esperienza con il linguaggio di programmazione utilizzato e una comprensione generale dei principi dello sviluppo del firmware. I programmatori di solito devono comprendere concetti come le strutture dei dati ed è necessaria una profonda conoscenza dell'architettura del microcontrollore per sviluppare un ottimo firmware per il progetto.

I microcontrollori vengono solitamente programmati anche tramite software applicativo in esecuzione su un PC e solitamente sono collegati a quel PC tramite un componente hardware aggiuntivo solitamente chiamato **programmatori** .

Il funzionamento dei programmi sul PLC è comunque molto simile a quello del microcontrollore. Il PLC utilizza un controller dedicato, pertanto elabora sempre un

solo programma. Un ciclo attraverso il programma è chiamato **scansione** ed è simile a un microcontrollore che esegue un ciclo.

Di seguito è mostrato un **ciclo operativo attraverso il programma in esecuzione sul PLC**.



## 6. Applicazioni

I **PLC** sono gli elementi di controllo primari utilizzati nei sistemi di controllo industriale. Trovano applicazione nel controllo di macchine industriali, nastri trasportatori, robot e altri macchinari delle linee di produzione. Vengono utilizzati anche nei sistemi basati su SCADA e nei sistemi che richiedono un elevato livello di affidabilità e capacità di resistere a condizioni estreme.

Sono utilizzati nelle applicazioni industriali

I **microcontrollori** trovano invece applicazione nei dispositivi elettronici di uso quotidiano. Sono i principali elementi costitutivi di numerosi dispositivi elettronici di consumo e dispositivi intelligenti.

## Sostituzione dei PLC nelle applicazioni industriali con microcontrollori

L'avvento di schede microcontrollore facili da usare ha ampliato l'ambito di utilizzo dei microcontrollori; ora vengono adattati per alcune applicazioni per le quali i microcontrollori erano considerati inappropriati, dai mini computer fai-da-te a diversi sistemi di controllo complessi.



| Sistemi a Microcontrollore  | PLC   |
|---|---|
| Costi molto bassi ( da 50 a 300€ )  | Più costosi . (PLC 16Inp e 16Out >1500€)  |
| Non adatti ad ambienti industriali se non si adotta hardware specifico                                | Adatti ad applicazioni industriali (più robusti e resistenti a condizioni ambientali avverse)                     |
| Programmazione più flessibile a basso livello (assembler) o con linguaggi ad alto livello o visuali . | Programmazione semplice per semplici applicazioni (applicazioni complicate necessitano di programmatori esperti ) |
| Generalmente più veloci   | Relativamente bassa potenza di calcolo  |
| Maggiore difficoltà di interfacciamento con sensori e attuatori di tipo industriale                   | Maggiore reperibilità di sensori e attuatori specifici per applicazioni industriali                               |

### **Perché i microcontrollori spesso non vengono utilizzati al posto dei PLC ,**

I sistemi a microcontrollore sono molto meno costosi rispetto ai PLC , ma per poter essere utilizzati in ambiente industriale devono essere “irrobustiti” dotandoli di circuiti di alimentazione immuni ai disturbi, filtri, circuiti di isolamento galvanico sia agli ingressi che alle uscite , ecc...

Inoltre i sensori e gli attuatori industriali sono generalmente progettati secondo lo standard IEC che di solito dispongono di un set di corrente/tensione e interfacce che potrebbero non essere direttamente compatibili con i microcontrollori e richiedendo una sorta di hardware di supporto che potrebbe far aumentare i costi.



*l Esempio di PLC realizzato con tecnologia ARDUINO*