



# Lezione #6

## Introduzione ai PLC



- Introduzione ai controllori a logica programmabile
- Cenni storici
- Struttura e moduli principali

# Controllori a Logica Programmabile

- Il **PLC (Programmable Logic Controller)** è il dispositivo che si è imposto come standard per il controllo logico sequenziale
- Esso ha assunto un ruolo fondamentale nell'automazione industriale grazie alle sue caratteristiche di **affidabilità, espandibilità, semplicità di programmazione e flessibilità**

- I primi sistemi di automazione industriale erano realizzati con **dispositivi elettromeccanici**
  - Componenti di potenza direttamente interfacciabili con il campo
  - Elaborazione dei segnali lenta
  - Quadri cablati ingombranti
  - Sistemi poco flessibili e **difficilmente riprogrammabili**

# Controllori a Logica Programmabile

Motivazione



Quadro di comando di un ascensore  
(Creative Elevadores)



# Cenni storici

- Alla fine degli anni '60 lo sviluppo dell'elettronica digitale portò le industrie a richiedere lo sviluppo di controllori logico/sequenziali **riprogrammabili**
- Con i sistemi cablati non era infatti possibile **utilizzare lo stesso controllore per impianti diversi**, anche se simili tra loro  
→ **alti costi di progettazione**

- Nel 1968 la **General Motors** elenca una serie di specifiche richieste per i controllori di nuova generazione
  - Facilità di **(ri)programmazione, anche direttamente sul luogo di funzionamento**
  - Facilità di manutenzione e scalabilità  
→ **architettura modulare**
  - Costruzione **robusta**
  - **Interfacciamento semplice** con sensori e attuatori standard e con sistemi centralizzati di raccolta dati
  - **Dimensioni, consumi e costi ridotti**

# Cenni storici

- Il primo PLC che soddisfacesse queste specifiche fu proposto da Bedford Associates  
→ **Modicon 084** (era il loro 84° progetto)



- Il marchio Modicon (Modular Digital Controller) fu venduto nel 1977 a [Gould Electronics](#), poi alla tedesca [AEG](#) e in seguito alla francese [Schneider Electric](#)

# Cenni storici

- A metà '70 Allen-Bradley introdusse il primo PLC **basato su microprocessore**, l'8080
- Durante la seconda metà degli anni '70 e negli anni 80', lo sviluppo dei PLC vide una progressiva **riduzione delle dimensioni**, l'aumento della **capacità di memoria**, del numero di **I/O**, l'introduzione di **linguaggi di programmazione** più potenti, lo sviluppo della **comunicazione** con periferiche e calcolatori, l'introduzione di moduli dedicati al controllo di variabili analogiche (PID, servo...)

- 1993: il Comitato Elettrotecnico Internazionale (IEC) emana lo standard **IEC 61131**, che regola la struttura HW e SW dei PLC
- 1996: lo standard viene recepito dal Comitato Elettrotecnico Italiano

# Standard IEC 61131

“

*Un sistema elettronico a funzionamento digitale, destinato all'uso in ambito industriale, che utilizza una memoria programmabile per l'archiviazione interna di istruzioni orientate all'utilizzatore per l'implementazione di funzioni specifiche [...] e per controllare, mediante ingressi e uscite sia digitali sia analogiche, vari tipi di macchine e processi*

- Standard IEC 61131

# PLC moderni

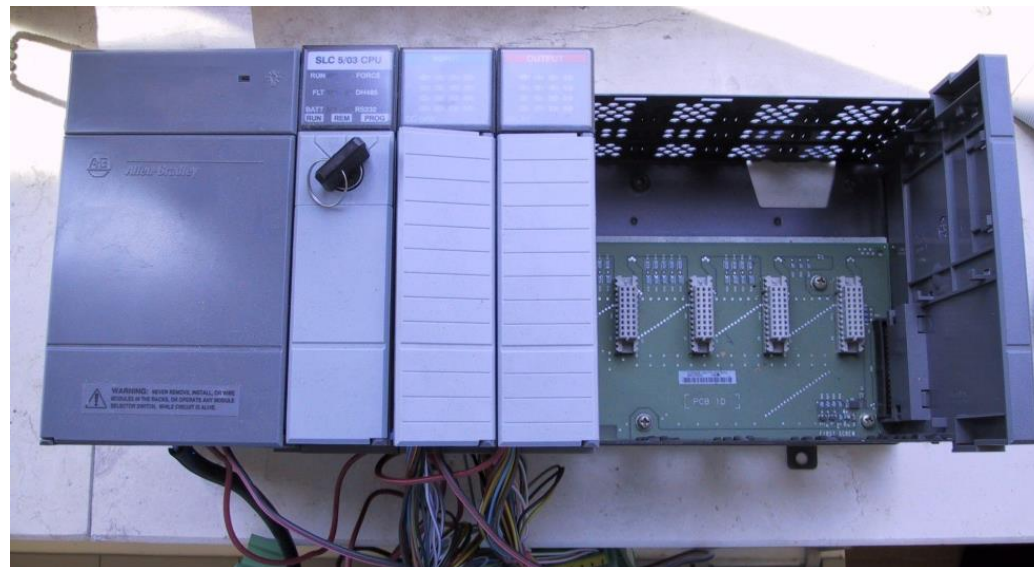
- I moderni PLC possono essere **multiprocessore**, sono in grado di connettersi a **reti informatiche** e in generale possono eseguire **funzioni complesse**
- In breve, hanno le caratteristiche di un **calcolatore convenzionale**, ma sono adatti **all'utilizzo in ambito industriale**

- I PLC hanno tipicamente **architettura modulare a bus**, contenuta in un telaio o in un armadio (**rack**)
- Moduli principali
  - Processore
  - Alimentatore
  - Interfaccia I/O
  - Moduli di comunicazione, interfaccia di rete

- Il **rack** contiene i vari moduli e ne assicura la connessione elettrica e meccanica attraverso il **bus**
- Il bus di un PLC è proprietario: **non è possibile utilizzare insieme moduli di case costruttrici diverse**



- Il **rack** deve garantire un'opportuna **resistenza fisica** e un'adeguata **schermatura elettromagnetica**
- Un rack è caratterizzato anche dal **numero di slot** disponibili



- I primi PLC usavano **microprocessori custom** che svolgevano poche, semplici operazioni (anche a 1 solo bit)
- I PLC moderni montano microprocessori «standard» con un **set di istruzioni più ampio** e possono avere architetture **multiprocessore** (ossia differenti microprocessori dedicati a diverse operazioni)
- Oggi è possibile realizzare anche *soft-PLC* usando PC o microcontrollori

La **memoria** è in genere divisa in

- **System Memory**
  - **SO** (memoria ROM o PROM, non volatile) e **dati di lavoro** (memoria RAM non accessibile all'utente)
- **Application Memory**
  - Dedicata alle **applicazioni**, realizzata con memorie RAM di vario tipo

- **Application Memory** (cont'd)
  - La parte di AM dedicata ai **dati di I/O** è in genere divisa in due parti ed è accessibile **solo al SO**
  - La parte della AM dedicata alle **applicazioni utente** deve naturalmente essere **non volatile** (RAM statiche con batterie tampone, EPROM/EEPROM)
  - L'accesso in scrittura deve essere abilitato **solo durante la fase di programmazione**
  - La parte dedicata ai **dati di lavoro** dei programmi è volatile e **accessibile all'utente e ai programmi stessi**

## Modalità di esecuzione

- **Periodica**  
e.g. ogni 20ms
- **Ciclica**  
il programma ricomincia appena terminato
- **Ad eventi**  
istruzioni svolte all'occorrenza di eventi particolari

- Deve garantire una tensione **stabile, priva di interferenze e fluttuazioni**
  - Trasformatore
  - Rettificatore
  - Stabilizzatore
  - Circuito di protezione
- Deve inoltre segnalare la mancanza di alimentazione per far sì che il PLC possa avviare le procedure di spegnimento

## Caratteristiche tecniche

- Potenza massima
- Possibilità di connessione in parallelo (per **aumentare la potenza** o ottenere **ridondanza**)
- Possibilità di inviare segnali di *shutdown*
- Presenza di indicatori

- Il modulo alimentatore va **dimensionato opportunamente**, tenendo conto delle necessità di potenza di moduli potenzialmente molto diversi tra loro

- Schede di interfaccia tra la logica interna del PLC e i segnali esterni (sia **analogici** che **digitali**)
- Realizzano l'**adattamento** e il **condizionamento** dei segnali tra i livelli di tensione e corrente propri del PLC e quelli dei singoli sensori/attuatori

- Livelli di tensione per i **moduli digitali**
  - (0,24)V, (0,220)V (**DC o AC**)
  - (0,5)V (TTL) e (0,50)V (**DC**)
- Livelli per i **segnali analogici**
  - (-5,5)V
  - (-10,10)V
  - (0,5)V
  - (4,20)mA
- **Trasmissione in corrente** spesso utilizzata poiché meno sensibile ai disturbi e poiché consente di risparmiare un cavo (si fa variare l'assorbimento di corrente sulle linee di alimentazione)

I moduli sono tipicamente dotati di

- **Filtri** per il rumore (→ piccoli ritardi)
- **Led** per indicare lo stato del segnale
- Circuiti per la **conversione AD/DA** (spesso con circuiti **mux/demux** in modo da utilizzare un unico convertitore per più segnali)
- **Dispositivi di potenza** per pilotare gli attuatori (in uscita) e **protezioni** dai cortocircuiti
- **Fotoaccoppiatori/trasformatori** che isolino galvanicamente gli I/O dall'elettronica interna del PLC

## Caratteristiche tecniche

- Range dei segnali
- Possibilità di ricevere ingressi *single/ended* o differenziali
- Risoluzione di conversione
- Rappresentazione dei dati
- Velocità di conversione

- Esistono moduli per l'interfacciamento con particolari **sensori di uso comune** (termocoppie, RTD, estensimetri)
- Sono disponibili moduli di **I/O remoto** per sistemi di automazione delocalizzati (connettono un PLC *master* a uno *slave* tramite bus seriali ad alta velocità, e.g. *Profibus DP*)

# Struttura

## Terminale di programmazione

- I PLC (soprattutto quelli di vecchia generazione) possono essere dotati di un **terminale di programmazione**
- I PLC moderni vengono generalmente **programmati tramite PC**, spesso con **sistemi proprietari** e.g. Siemens Step7 (quello di Stuxnet...)



# Struttura

## Terminale di programmazione

- Si è inoltre diffusa la possibilità di programmare i PLC **da remoto** sfruttando una connessione di rete
- Questo rende la programmazione **più agevole** e consente di **risparmiare sui costi** dovuti agli spostamenti del progettista



- La modularità dei PLC è stata sfruttata nel corso del tempo per introdurre **moduli con funzionalità specifiche**:
  - Moduli coprocessore
  - I/O remoti e comunicazione su rete
  - PID
  - Servo (per motori passo) o Encoder (con contatori ad alta velocità)
  - Man-Machine Interface
  - Moduli di *backup* (processori di riserva possono sostituire quello principale in tempi brevissimi in caso di guasto)
  - Lettori di codici a barre, sistemi di visione...
  - ecc.

# Riferimenti e risorse

- [1] Cap. 6
- [3] Cap. 8
- [Video #1](#) di introduzione ai PLC
- [Video #2](#)
- [Storia dei PLC](#)



# Fine Lezione #6

Introduzione ai PLC

