

**APPUNTI DI AUTOMAZIONE**

***GUIDA ai  
SISTEMI di  
CONTROLLO***

Corso introduttivo  
ai sistemi di automazione industriale  
e loro gestione tramite PLC

*A cura di Marco Dal Prà*

Versione n. 1.0 - Gennaio 2008

## CAPITOLO 1.

# INTRODUZIONE all'AUTOMAZIONE

### **1.1 Generalità**

L'automazione è una disciplina nata con lo scopo di far funzionare macchine senza la necessità che l'uomo sia presente, o comunque sia indispensabile durante il normale funzionamento.

Nel mondo industriale questo ha come scopo l'aumento dei ritmi di produzione ed il miglioramento nella qualità dei prodotti, ma a ciò si è aggiunto il controllo della sicurezza della macchina e soprattutto degli operatori che la sovrintendono.

Il compito è tutt'altro che facile, soprattutto perchè ogni giorno vengono inventate delle nuove macchine, ognuna delle quali ha criteri di funzionamento diversi dalle precedenti.

Le norme tecniche nate per questo settore sono quindi in continuo aumento, per comprire i settori che vengono via via occupati da nuove macchine e da nuovi dispositivi accessori che le compongono.

Proprio la dinamicità del settore automazione ha portato sul mercato, fin dai primi anni '70, i controllori a logica programmabile o PLC (acronimo di Programmable Logic Controller), dispositivi elettronici che possono essere utilizzati per far funzionare una macchina a seconda di un programma prestabilito.

Questi apparecchi non sono altro che dei micro computer che sulla base di un programma fanno compiere alla macchina una determinata sequenza di operazioni allo scopo di realizzare il prodotto desiderato.

## CAPITOLO 2.

# CONCETTI BASE dei SISTEMI di CONTROLLO

### **2.1 Premessa**

Prima di affrontare dal punto di vista tecnico il mondo della macchine degli impianti automatici, analizziamo alcuni concetti che sono basilari sia delle fisica che del comportamento umano.

I sistemi di regolazione e controllo hanno infatti un comportamento che è analogo a quello delle azioni umane, quindi con i concetti che seguono si comprenderanno meglio i capitoli seguenti.

Da un certo punto di vista questo ragionamento è ovvio, in quanto lo scopo dei sistemi di l'automazione è quello di sostituirsi all'uomo nel controllo delle macchine; per realizzarle quindi, niente di meglio se non ispirarsi all'uomo stesso.

### **2.2 Azione e Reazione Umana**

La vita dell'uomo, in ogni azione che compie, è costellata di esempi del concetto di azione e reazione : nel compito di afferrare la penna, ad esempio, il nostro cervello prima di decidere di alzare il braccio attende di sentire che la penna è stata afferrata con pressione sufficiente.

Se invece l'oggetto da sollevare è un martello, il cervello regolerà lo sforzo muscolare sulle dita in modo che la presa sia salda in confronto al peso del martello stesso.

A ciò si deve aggiungere che se durante l'azione di sollevamento il cervello inizia a percepire una perdita di aderenza, ossia che il martello ci sta scivolando, esso reagirà aumentando lo sforzo sulla presa.

Ad ogni azione che compie, quindi, l'uomo è sempre pronto a coglierne gli esiti per comportarsi, ossia reagire, di conseguenza.

Questo comportamento avviene in quattro fasi, riassunte nella seguente tabella :

<b>Fase</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Svolta da</b>
1.	la decisione di compiere una azione	il cervello
2.	lo sforzo necessario per eseguirla	i muscoli
3.	la percezione verificare il compiersi dell'azione	i cinque sensi
4.	le azioni correttive per portarla a buon termine	il cervello

Per concludere si può dire che l'azione ha un segnale "di ritorno" che avvisa il cervello di quello che sta facendo.

Questo concetto si ritroverà più avanti, indicato con il termine "**retroazione**".

### **2.3 Azioni senza reazione**

Negli esempi che abbiamo portato si sono indicati casi nei quali l'uomo, con i suoi sensi, ha modo di percepire se le sue azioni stanno andando come dovrebbero o se bisogna attuare delle correzioni.

Vi sono però dei casi dove l'uomo è impossibilitato a cogliere, o percepire, gli esiti delle proprie azioni.

Ad esempio, in una nave, l'ufficiale di macchina, se pur messo in condizione di controllare il motore ed il timone, non potrà mai guidare la nave, in quanto dalla sala macchine non può vedere nulla di ciò che sta fuori.

Un esempio più banale è quello del cuoco con il raffreddore : ha la possibilità di salare gli alimenti che prepara, ma dato che non può sentire gusti e sapori, non può capire se il sale è sufficiente oppure no.

Questi sono casi in cui non c'è modo di verificarne il buon andamento di una azione, e manca quindi il segnale di ritorno.

A seguire seguenti si vedrà come questi concetti vengono riproposti nello stesso modo nei sistemi di controllo e regolazione.

## CAPITOLO 3.

### ANELLI

#### 3.1 Generalità

Al fine di chiarire alcuni concetti che verranno esposti in seguito, si danno alcune nozioni estremamente basilari sui sistemi di regolazione.

I sistemi di controllo di una macchina o di un qualunque processo possono essenzialmente essere divisi in due categorie : sistemi ad anello chiuso e sistemi ad anello aperto.

#### 3.2 Sistemi ad anello Chiuso

I sistemi ad anello chiuso sono sistemi di controllo completi, ossia dotati di capacità di correggere una azione in corso di svolgimento, emulando il comportamento umano nei quattro fattori indicati al primo capitolo.

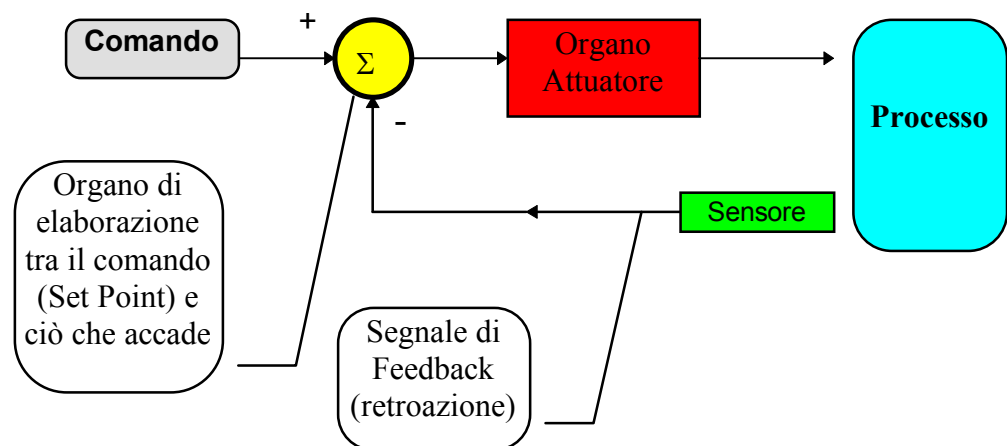


Figura : Sistema di controllo ad anello chiuso

Un sistema ad anello chiuso viene indicato come sistema dotato di retroazione, ossia il segnale che dalla macchina torna al sistema di controllo per avvisarla di quanto sta succedendo, ad esempio tramite un sensore. Graficamente si forma quindi un anello che coinvolge tutti gli elementi del sistema.

In particolare i sistemi di controllo ad anello chiuso si compongono in questo modo :

1. da un segnale di start o set-point che avvia il processo
2. da un organo di potenza che lo esegue
3. da un sensore che percepisce l'andamento dell'azione
4. da una unità di controllo che decide come correggere l'azione in corso sulla base del segnale di ritorno proveniente dal sensore

**Nota**

in inglese il segnale di retroazione viene identificato come *feedback*.

### 3.3 Sistemi ad anello Aperto

Nei sistemi ad anello aperto il sistema di controllo non è a conoscenza dell'esito della sua azione di comando, in quanto manca il sensore sul processo con il relativo segnale di retroazione.

In particolare si compone in questo modo :

1. da un segnale di start o set-point che avvia il processo
2. da un organo di potenza che lo esegue

Mancando il segnale di retroazione non è quindi un sistema di regolazione ma solo di comando.

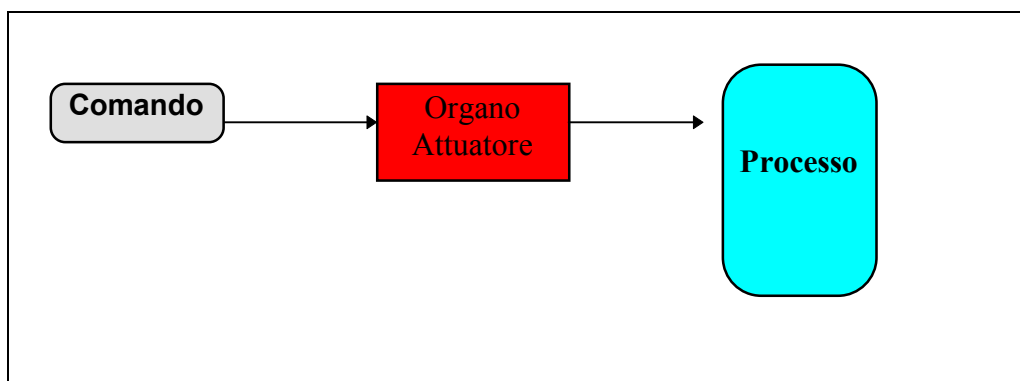


Figura : Sistema di controllo ad anello aperto

## CAPITOLO 4.

# LOGICHE CABLATE

### 4.1 Sistemi a logica cablata

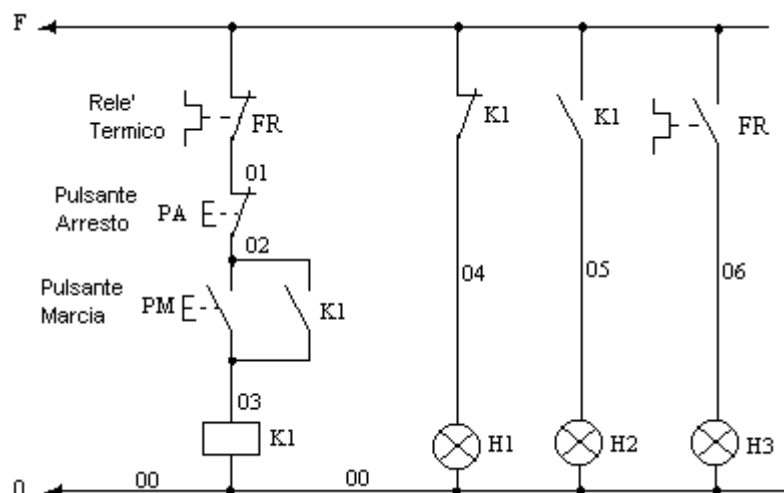
Per realizzare il comando a distanza o tramite automatismo, di un qualunque utilizzatore di potenza, è generalmente necessario realizzare un circuito di comando.

Il circuito di comando, oltre a mantenere lontano dall'operatore le parti elettriche di potenza, gli permette di usare manipolatori di piccole dimensioni anche se effettua il comando di motori di notevole potenza.

Un piccolo pulsante, infatti, può avviare indifferentemente un'elettropompa da 5 kW oppure da 500kW, senza che l'operatore possa avvertirne la differenza.

Il circuito di comando, inoltre, permette di ottenere delle logiche di sicurezza che impediscono di eseguire manovre errate o pericolose : un pannello comandi diventa in questo modo "a prova di stupido", in quanto qualunque manovra venga compiuta, questa non potrà mai essere pericolosa.

Il classico esempio di circuito a logica cablata è quello per l'avviamento di un motore tramite due pulsanti start-stop ed il contatto del relè termico, che è rappresentato nello schema funzionale nella figura seguente.



Questo sistema, concettualmente, rappresenta una funzione logica di tipo set-reset, nella quale vi sono segnali entranti (i comandi dell'operatore e il consenso di sicurezza) ed un segnale in uscita (il comando del motore).

La funzione logica viene realizzata tramite dei cablaggi, tipicamente un circuito FELV (<sup>1</sup>), che interconnettono la bobina con i pulsanti, i contatti e le spie luminose.

## **4.2 Svantaggi e Limiti**

Con il progredire del mondo industriale, soprattutto nel campo delle macchine automatiche, si è avuto il conseguente aumento nell'utilizzo dei circuiti elettrici di comando, per i quali, come già introdotto nel capitolo 3°, si sono iniziati ad intravedere i limiti.

Le logiche cablate hanno infatti alcuni svantaggi, ed in particolare :

- La complessità di un quadro a logica cablata aumenta in modo esponenziale con il numero di utilizzatori da esso asserviti;
- La logica presenta un alto numero di cablaggi interni e di relè ausiliari che ne diminuiscono di fatto l'affidabilità;
- La ricerca di un qualunque guasto è lunga e laboriosa;
- Il numero di contatti messi a disposizione da ciascun relè è limitato a 2 o 3, per cui in molti casi risulta necessario installare più relè in parallelo;
- Ogni relè o temporizzatore aggiunto necessita di maggiore spazio nel quadro;
- Nel caso siano necessarie modifiche o ampliamenti, si presentano lunghi tempi di fermo impianto sia per studiare che per realizzare le modifiche.

Si era quindi manifestata la necessità di sostituire le logiche cablate con un sistema più efficiente nel funzionamento e più pratico sia nella realizzazione che nella modifica.

---

<sup>1</sup> Norma CEI 64-8 ed EN60204-1

## CAPITOLO 5.

## LOGICHE PROGRAMMATE

**5.1 Sistemi a logica cablata**

Proprio al fine di semplificare la costruzione di circuiti per il controllo di macchine ed impianti, sono stati ideati i "controllori a logica programmabile" (comunemente chiamati PLC, acronimo anglosassone di **Programmable Logic Controller**), dispositivi nei quali la vecchia logica cablata viene invece programmata all'interno di un microprocessore.

La loro caratteristica fondamentale sta nel fatto che pur essendo dispositivi elettronici, e quindi funzionanti a bassissima tensione, si adattano a funzionare negli ambienti industriali con notevoli disturbi ed elevate correnti elettriche.

Al loro interno, infatti, si trova un microprocessore di tipo semplice ma di elevata affidabilità e dotato di particolari interfacce di ingresso/uscita che lo possono connettere direttamente a segnali elettrici di impianti e macchinari.

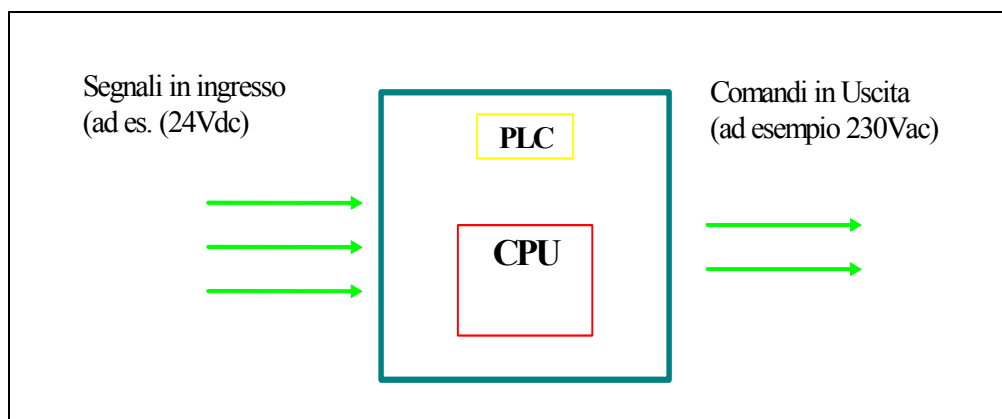


Figura : Schema esemplificativo di un PLC.

Il funzionamento di un PLC è piuttosto semplice :

- In primo luogo le interfacce di "ingresso" (chiamate semplicemente ingressi) acquisiscono lo stato dei segnali provenienti da pulsanti, sensori e contatti;
- In una seconda fase il microprocessore, elaborando il programma sulla base degli ingressi e dei dati interni, produce dei segnali che vengono inviati alle interfacce di uscita (chiamate semplicemente uscite)

- Nella terza fase i segnali di uscita sono trasmessi agli attuatori (motori, elettrovalvole, consensi, ecc.) che mettono in moto la macchina.

Questa elaborazione, o meglio ciclo, dura tipicamente da 1 a 5 ms (millisecondi) ed è continuamente ripetuta cosicché da dare l'impressione che tutte le operazioni vengono eseguite istantaneamente senza alcuna interruzione.

Il programma caricato nel PLC deve essere realizzato dall'utente a seconda del funzionamento che deve ottenere nella propria macchina o nel proprio impianto.

Oggi tipicamente per programmare un PLC si utilizzano software su Personal Computer con sistema operativo standardizzato, per il cui utilizzo non sono necessarie particolari cognizioni di informatica.

## **5.2 Vantaggi del PLC**

Utilizzare un PLC per realizzare un impianto di automazione comporta una serie di vantaggi sia per chi lo installa che per chi lo utilizza.

In particolare si evidenzia che :

- il cablaggio di un quadro di automazione diventa elementare in quanto basta portare ciascun segnale individualmente sulla morsettiera del PLC;
- è semplice controllare eventuali anomalie o scoprire guasti;
- è possibile "programmare" centinaia di relè ausiliari, temporizzatori e contatori senza aumentare lo spazio occupato nel quadro.
- è possibile, tramite il software di programmazione, modificare il funzionamento dell'automatismo anche mentre questo è in funzione o con pause di pochi istanti
- è possibile adattare il funzionamento alle esigenze di produzione (ad es. per un cambio formato), sostituendo il programma;
- alta affidabilità del prodotto : i casi di guasto sono rarissimi, e tipicamente avvengono nei primi giorni di funzionamento per difetti di produzione, o errori di montaggio/cablaggio.

Si deve comunque tenere conto che per le funzioni di sicurezza è sempre necessario utilizzare una logica cablata (Norma EN60204-1 art. 11.3.4), a meno che non si utilizzino particolari PLC in commercio progettati per le sole funzioni di sicurezza.

### **5.3 Caratteristiche**

I PLC si differenziano tra loro per il numero di segnali digitali che possono gestire fisicamente, ovvero che possono essere connessi, cosicchè è consuetudine, per riconoscere la "taglia" di un PLC, indicare quanti segnali di ingresso ed uscita ha a disposizione nei suoi morsetti.

Nel mercato sono reperibili varie taglie di PLC a partire da modelli che gestiscono 10 segnali digitali fino ad arrivare a modelli da oltre 1.000 Ingressi / Uscite.

L'offerta che oggi viene proposta dai produttori di PLC nel mercato è molto ampia, ed ognuno nel proprio catalogo ha vari modelli a disposizione che possono adattarsi ad infinite situazioni e configurazioni.

## **Conclusione**

Il PLC ha soppiantato ampiamente la vecchia maniera di fare i quadri elettrici di automazione, introducendo il concetto di programma nel controllo di macchine ed impianti.

La regola pratica che se ne ricava è che quando un circuito elettrico ha più di 4-5 relè, è già conveniente installare un PLC.

Si può comunque dire che il termine PLC oggi, non ha più nulla a che vedere con i dispositivi nati con questa sigla vent'anni fa, con i quali si possono realizzare delle applicazioni che a quel tempo erano impensabili.

## **COPYRIGHT - Proprietà del Documento**

Questo documento è stato redatto da Marco Dal Prà, perito industriale iscritto all'albo della Provincia di Venezia.

### ***Cosa si può fare***

Il documento può essere liberamente utilizzato e distribuito per scopi didattici sia da parte di studenti che di docenti di scuole pubbliche di ogni grado, e di corsi di specializzazione pubblici.

Può essere liberamente stampato per uso personale da chiunque sia interessato ad approfondire l'argomento in proprio.

### ***Cosa non si può fare***

Il documento non può essere replicato, su altri siti internet, mailing list, pubblicazioni cartacee (riviste) e cd-rom, ciò indipendentemente dalle finalità di lucro.

E' proibito utilizzarlo a scopo di lucro, come ad esempio da parte di società private che a qualsiasi titolo tengano corsi di aggiornamento e/o di specializzazione.

Per tali finalità è possibile prendere accordi che dovranno essere formulati in forma scritta da entrambe le parti.

### ***Esclusione di Responsabilità***

I contenuti del presente documento sono utilizzabili così come sono.

Nonostante i controlli fatti prima di renderlo di pubblico dominio nel sito internet, **non** è possibile assicurare che il documento sia esente da errori e/o omissioni.

Nessuna responsabilità può essere attribuita all'autore del documento per l'utilizzo dello stesso.

### ***Note***

I marchi citati nel presente documento sono di proprietà dei relativi produttori.

### ***Aggiornamenti***

Il presente documento può essere aggiornato dall'autore a sua discrezione e senza alcun preavviso.

Ad esempio l'autore può decidere di effettuare un aggiornamento sulla base di libere segnalazioni fatte dai lettori, all'indirizzo [dalpra.marco@gmail.com](mailto:dalpra.marco@gmail.com).

In ogni caso, ciò non avviene a cadenza periodica.

Per verificare la presenza di una versione più aggiornata consultare il sito [www.marcodalpra.it](http://www.marcodalpra.it).