

PARTE PRIMA

CONCETTI BASE dei SISTEMI DI CONTROLLO

Nonostante il libro abbia un taglio molto pratico e basato sul mondo dell'automazione reale, questa prima parte del libro, in via del tutto eccezionale, contiene nozioni puramente teoriche e qualche cenno storico.

Il tutto è comunque affrontato in modo discorsivo e con esempi concreti.

Capitolo Primo

AZIONE & REAZIONE

1.1. Premessa

Prima di affrontare il mondo della macchine e dell'automazione dei processi industriali iniziamo con alcuni concetti che sono basilari sia della fisica che del comportamento umano.

I sistemi di regolazione 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 anche ovvio, in quanto lo scopo dei sistemi per l'automazione ed il controllo delle macchine è quello di sostituirsi all'uomo; per realizzarle quindi, niente di meglio se non ispirarsi all'uomo stesso.

1.2. 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.

In questo comportamento sono coinvolti quattro fattori :

1. la decisione di compiere una azione
2. lo sforzo necessario per eseguirla
3. la percezione verificare il compiersi dell'azione
4. le azioni correttive per portarla a buon termine.

Nell'uomo, ognuno dei sopracitati fattori, viene svolto da :

1. Per prendere la decisione : il cervello
2. Per compiere l'azione : un muscolo
3. Per valutarne gli esiti : i cinque sensi.
4. Per apporre correzioni : nuovamente il cervello.

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

1.3. Azioni senza reazione

Negli esempi che abbiamo portato finora si sono sempre 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, cosa tipicamente causata dai mezzi usati per compierle.

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 vedrebbe dove sta andando.

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 una azione è stata eseguita ma non c'è modo di verificarne il buon andamento : manca quindi il segnale di ritorno, ossia la retroazione.

1.4. Conclusione

Le azioni che compie l'uomo possono essere controllate o non controllate.

Nelle prime esiste un senso, o segnale di ritorno, che ci avvisa se l'azione è andata a buon fine; nelle seconde non esiste questo segnale quindi non si può sapere quale è l'esito della nostra azione.

Nei capitoli seguenti si vedrà come questi fattori vengono riproposti “tali e quali” nei sistemi di controllo e regolazione.

Capitolo Secondo

SISTEMI di REGOLAZIONE

2.1 Introduzione

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.

2.2 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.

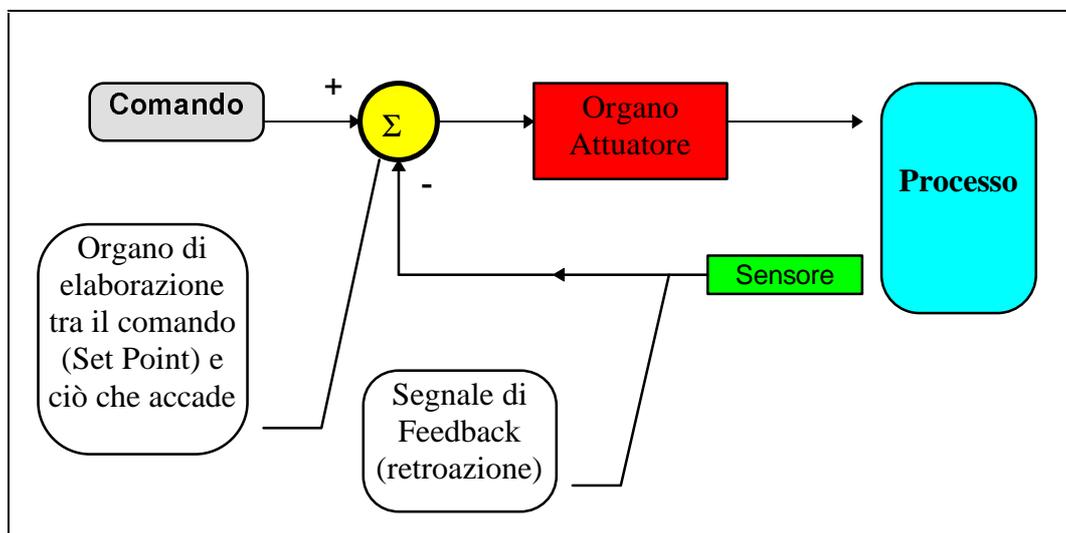


Figura : Sistema di controllo ad anello chiuso

Un sistema ad anello chiuso viene indicato come sistema dotato di retroazione, ossia il segnale che dalla macchina torna al sistema di controllo tramite un sensore.

In particolare 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 con *feedback*.

2.3 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.

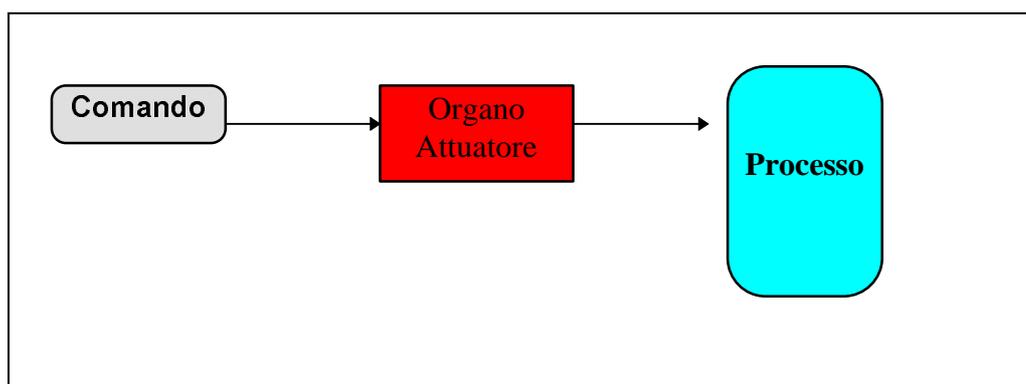


Figura : Sistema di controllo ad anello aperto

Capitolo Terzo

BREVE STORIA dell'AUTOMAZIONE

3.1 Introduzione

Prima di iniziare a discutere di un qualunque argomento, è sempre bene fare qualche cenno storico : lo fanno tutti ed anch'io non sono da meno.

Il termine automazione è stato coniato nel mondo industriale per individuare le apparecchiature necessarie per far funzionare una macchina o un processo in modo automatico, ossia senza l'intervento dell'uomo.

3.2 L'età del vapore

Al mio caro lettore sembrerà impossibile, ma invece gli automatismi sono sistemi che hanno iniziato la loro comparsa all'epoca della rivoluzione industriale e delle macchine a vapore.

La necessità era quella di avere macchine sempre più veloci e precise, ma dato che erano condotte dall'uomo, questo non avrebbe mai potuto soddisfare questi requisiti.

Erano così necessari dei meccanismi in grado di correggere automaticamente qualunque elemento di disturbo che alterava il funzionamento della macchina stessa.

Il più famoso automatismo inventato nell'epoca, considerato il precursore di tutti gli altri, è regolatore di velocità di J.Watt per le locomotive a vapore.

Lo scopo era di mantenerne costante la velocità a prescindere dal peso trainato o dalle pendenze della strada ferrata, ma poté essere poi applicato a qualunque macchina a vapore.

Il funzionamento del regolatore era piuttosto semplice : due pesi oscillanti, messi in rotazione dalle ruote della locomotiva, a causa della forza centrifuga si alzavano ed abbassavano regolando, tramite una leva, la valvola principale del vapore.

Il regolatore, basandosi sulla velocità reale e confrontandola in modo meccanico con quella prestabilita, riusciva quindi ad ottenere la potenza necessaria per aumentare o diminuire la velocità.

Questo dispositivo non era innovativo nel suo funzionamento, ma nel suo esito : si era costituito un meccanismo in grado di condurre "da solo" una locomotiva.

La seconda rivoluzione industriale era cominciata.

3.3 L'industria del dopoguerra

I sistemi di regolazione di tipo meccanico hanno le loro origini nel secolo scorso, ma si sono via via sempre più perfezionati raggiungendo elevati livelli di precisione ed affidabilità.

Essi hanno costituito la base dei sistemi di controllo industriali chimici e termici fino agli anni '70 sfruttando per il loro funzionamento dei veri e propri segnali pneumatici : le valvole che comandavano il processo erano comandate da aria compressa, e così anche i trasduttori nell'impianto e gli indicatori nel quadro di controllo.

Ma come dice il proverbio "non c'è rosa senza spine", anche questi sistemi avevano i loro problemi e le relative controindicazioni : innanzi tutto erano meccanicamente rigidi, cosicché le modifiche richiedevano lavori su particolari tubazioni in rame.

La ricerca di eventuali guasti o perdite nei circuiti pneumatici era inoltre particolarmente laboriosa e dispendiosa in termini di tempo.

La tecnologia ha quindi iniziato a cercare altri sistemi per sostituire quello meccanico-pneumatico con qualcosa di più pratico e flessibile, nonché facilmente adattabile a qualunque modifica del processo.

Si è quindi pensato di sostituire i segnali pneumatici con segnali elettrici, i quali non potevano avere perdite lungo il percorso, ed i cui collegamenti erano molto più rapidi da installare.

Anche se negli anni '50-'60 erano già presenti le valvole (ad esempio nei televisori), queste non furono mai adottate nel mondo industriale in quanto la loro affidabilità era assai scarsa, per cui si dovette attendere l'avvento dei semiconduttori per dare inizio a quella che era la rivoluzione dell'elettronica.

Frattanto, nel mondo elettrotecnico, tutto procedeva con i soliti circuiti composti da pulsanti, commutatori, relè e lampadine : nulla era cambiato se non l'introduzione delle materie plastiche che avevano iniziato a migliorare l'estetica di questi componenti, nonché ridurre la dimensione.

3.4 La rivoluzione elettronica

Negli anni '70, l'invenzione del transistor e dei diodi a semiconduttore ha fatto nascere e sviluppare un mondo tecnologico mai esistito prima : l'elettronica.

Con questa tecnologia l'elettricità non rappresentava più solamente una fonte di energia, ma anche un vettore per trasportare a distanza dei segnali : era l'avvento dell'elettronica analogica.

Data la buona affidabilità subito dimostrata dai semiconduttori, con il transistor si potevano pilotare segnali elettrici provenienti da sensori dislocati nell'impianto e quindi regolare valvole o motori per il controllo del processo industriale di lavorazione.

Il tutto faceva capo a delle piccole schede di costo basso e di semplice sostituzione, per le quali occorreva poca energia elettrica e poco spazio (ad esempio i termoregolatori).

Era finita l'era dell'aria compressa : ora la base dei sistemi di controllo erano i millivolt ed i milliamper.

3.5 La rivoluzione digitale

Nel finire degli anni '70 le aziende produttrici di sistemi elettronici industriali hanno iniziato a intravedere, nel mondo dei microprocessori, un nuovo modo di realizzare i sistemi di controllo dei processi e delle macchine.

Il motivo era molto semplice : si poteva sviluppare un unico prodotto per tutte le applicazioni, ma personalizzabile per ogni cliente mediante la semplice modifica del software al suo interno.

Nella maggior parte dei casi l'apparecchiatura sarebbe stata fornita senza alcun software, e sarebbe stato il cliente a svilupparlo su misura per la propria applicazione.

In quel periodo i “mondi tecnologici” che attendevano questa nuova rivoluzione erano essenzialmente due :

1. Il mondo dei segnali analogici, per il controllo e la regolazione dei processi chimici e termici,
2. Il mondo dei segnali elettrici on/off, per il controllo di macchinari e dispositivi elettrici convenzionali

Dato che le due tecnologie erano molto diverse tra loro, così come lo erano i clienti che le richiedevano, la strada si è naturalmente divisa :

- da un lato sono nati i dispositivi programmabili per il trattamento di segnali analogici per effettuare regolazione di processi, successivamente sfociati nell'acronimo DCS (Distributed Control System);
- dall'altro lato sono nati i dispositivi per l'elaborazione dei segnali digitali, con lo scopo di sostituire i vecchi quadri composti da relè, temporizzatori, contaimpulsori, ecc. - conosciuti poi con l'acronimo PLC (Programmable Logic Controller).

Anche i produttori di questi sistemi si sono divisi in due, ognuno con il suo bagaglio di esperienze e di specialisti, ma il secondo gruppo, quello dei PLC, ha ottenuto una fetta di mercato notevolmente più ampia.

3.6 PLC & DCS

Come abbiamo visto la strada dei sistemi di controllo per impianti e macchinari industriali si è divisa in due settori, tra quelli prettamente dedicati alla gestione dei segnali digitali e quelli dedicati ai segnali analogici.

In realtà il cuore di questi dispositivi era sempre basato su microprocessori, ma l'utilizzazione era molto diversa :

- i PLC erano dispositivi stand-alone ottimizzati per le operazioni con i singoli bit, e dal costo contenuto;
- i DCS erano concepiti per la gestione di grandi numeri ed elaborazioni matematiche complesse, nonché ad essere collegati in rete tra più stazioni.

Per quanto riguarda le reti di collegamento dei DCS, tra le quali la più conosciuta è la INFINET di Elsas-Bailey, con esse si potevano rapidamente costituire sistemi di controllo per interi stabilimenti, e da qui il nome Distributed Control System, concetto che nei PLC ancora non esisteva.

I sistemi DCS sono stati quindi sviluppati prevalentemente per le grandi industrie di processo (chimiche, petrolifere e farmaceutiche, termoelettriche e nucleari), dandogli un aspetto di maggior affidabilità e professionalità rispetto ai PLC, ma ciò si pagava in termini di costi notevolmente maggiori sia per la parte hardware, tipicamente ridondante, che per la parte software, tipicamente sviluppata da personale altamente specializzato.

I PLC invece erano stati concepiti senza uno scopo preciso ma per accontentare più clienti ed applicazioni possibili, rendendo disponibili ampie gamme di accessori a corollario di ogni PLC, ed utili per qualunque situazione.

Nel mercato, quindi, i PLC hanno fatto la parte del leone con numerosissimi pezzi venduti da numerosi costruttori presenti in varie parti del mondo, mentre il mercato dei sistemi DCS è rimasto come prodotto di nicchia.

3.7 Il PLC oggi

Con lo sviluppo delle nuove reti e dei nuovi standard nei linguaggi di programmazione, i PLC di oggi hanno raggiunto una maturità ed una struttura tale che stanno insidiando le basi dei vecchi sistemi DCS.

L'avvento dei sistemi di supervisione su Personal Computer ha inoltre completato il sistema di controllo di macchina e di fabbrica basato su PLC, che alla sua nascita mancava di uno strumento per registrare l'andamento della produzione e delle anomalie agli impianti.

Nonostante i fautori dei sistemi DCS siano ancora convinti che non esistano alternative ad esso, l'evoluzione dei PLC li smentisce nei fatti.

Con l'installazione di PLC connessi in reti altamente veloci, oggi si possono costituire dei sistemi di controllo distribuiti in modo molto economico ed altamente efficiente, facendo diventare ormai completamente superato il concetto di DCS.

3.8 Conclusione

La storia dimostra che i concetti per rendere automatiche le macchine non sono cambiati, ma sono cambiati i mezzi per metterle in pratica.

Al giorno d'oggi l'automazione è incentrata su dispositivi elettronici a microprocessore, per cui il buon funzionamento di qualunque macchina o processo è tutto basato sul software eseguito dal processore stesso.

Nei capitoli che seguono è affrontata la tecnica per progettare un sistema controllato da PLC, ma i criteri sono validi anche per un sistema DCS o per qualunque sistema elettronico di comando.