



Volfango Furgani

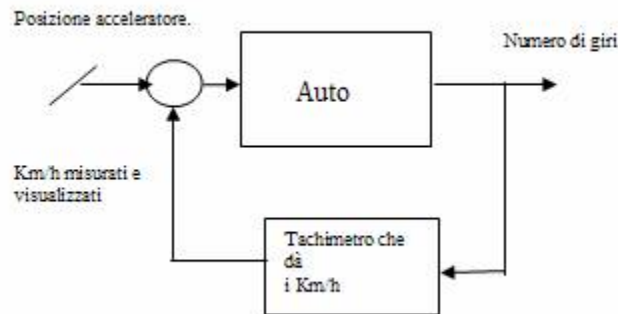
SEMPLICI CONSIDERAZIONI SUI CONTROLLI

3 July 2004

Molti mi chiedono notizie sui sistemi controreazionati, sui poli, sugli zeri e via così. Mi pare che prima di affrontare questi argomenti sia buona norma di carattere generale avere una idea intuitiva e qualitativa dei problemi che con questi metodi rigorosi ed astratti si vogliono risolvere. L'inevitabile matematica successiva potrà, forse, apparire meno ostica, se si è consapevoli che nelle formule che si stanno affrontando, si studiano esigenze che nella tecnica o nella vita quotidiana si incontrano comunemente. L'astrazione, è bene sottolinearlo, nasce quando si riesce a trovare un metodo di studio applicabile a vaste classi di situazioni diverse con una radice culturale comune. Se, inizialmente, si affronta la soluzione generale senza avere una idea spicciola di qualche specifico problema, c'è il rischio concreto di cadere dalle nuvole. Nel tentativo di chiarire di cosa ci si occupa quando si parla di poli, zeri e sistemi a reazione, provo a raccontare la favoletta della doccia, tra l'altro molto citata. Pierino ritorna sudato da una attività sportiva. E' fiducioso di carattere. Quindi apre l'acqua e si mette sotto il getto senza alcun controllo. Nella tecnica un sistema di questo tipo si chiama ad anello aperto. D'istinto è una cosa che, normalmente, non si fa, per timore di scottarsi. Prima si controlla con una mano la temperatura dell'acqua. Bisogna farlo mentalmente predisposti a ritirarla rapidissimamente, prima, cioè, che la capacità termica della nostra mano si sia caricata provocandoci ustioni od assideramento. Questi tentativi possono ripetersi fino a quando non siamo certi di avere disponibile acqua per noi gradevole e potere finalmente fare la desiderata doccia. Questo sistema si chiama ad anello chiuso. Si misura la grandezza di uscita, nel caso la temperatura dell'acqua, derivante dagli ingressi impostati e quindi dall'angolo di apertura del rubinetto. Lo stesso accade se vogliamo mantenerci, guidando l'auto od una moto a velocità costante o variabile in modo da noi programmato. Se impostiamo solo la posizione dell'acceleratore e non guardiamo il tachimetro, difficilmente riusciamo a raggiungere gli obbiettivi di rispettare sia i limiti di velocità che la nostra tabella di marcia. In questo caso è proprio l'indicatore di velocità che ci permette di raggiungere e mantenere la velocità desiderata. Si dice che lavoriamo ad anello chiuso od in reazione perché il controllo della velocità reagisce modificando l'impostazione dell'acceleratore. L'uscita, costituita dal tachimetro, e l'ingresso, dato dalla posizione del pedale si influenzano a vicenda in un anello chiuso di interazione mutua. In questo modo possiamo regolare la velocità del nostro mezzo adeguandoci alle circostanze esterne.

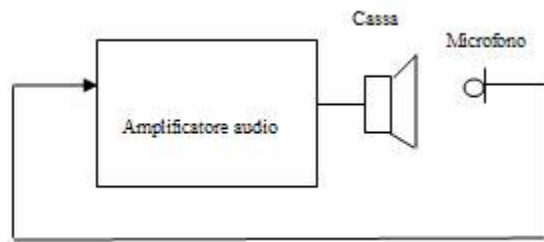
Ad anello aperto si impostano i valori degli ingressi, il set point, come si dice, e si spera che le uscite abbiano il valore desiderato. Se il diavolo non ci mette la coda.

Per noi il demonio è impersonato dai disturbi: la temperatura iniziale dell'acqua è più fredda del solito, la pressione del gas è anormalmente bassa e l'acqua impiega più tempo a scaldarsi, prima di noi ha fatto la doccia uno che ama la sauna e così via. Nei sistemi elettronici i disturbi sono inevitabili. Pensate alla quantità di onde elettromagnetiche di tutte le frequenze nelle quali siamo immersi. Riflettete sul fatto che all'interno di un dispositivo le cariche elettriche si muovono in modo diverso a temperature diverse. Voglio dire che i disturbi che si sovrappongono ai nostri segnali non solo provengono dall'ambiente esterno, ma nascono all'interno del sistema stesso. Per ridurre l'influenza ed ottenere le prestazioni desiderate, bisogna verificare se i risultati raggiunti sono quelli previsti e serve quindi un controllo ad anello chiuso ed a reazione negativa, volta cioè a ridurre i disturbi come quello schematizzato in figura.



Vediamo come avviene la compressione dei disturbi. Il nostro scopo è mantenere costante la velocità dell'auto che partecipa ad una gara di regolarità e supponiamo di incontrare un rettilineo in leggera pendenza. La velocità dell'auto varia. In salita tende a diminuire in discesa ad aumentare. L'accorto pilota tiene d'occhio il tachimetro e regola di conseguenza la posizione dell'acceleratore. Senza tachimetro e quindi ad anello aperto non sarebbe possibile. Coi disturbi non ce la caviamo sempre così bene. Torniamo alla doccia. Se il tubo di collegamento fra doccia e serbatoio di acqua calda è particolarmente lungo, si crea un ritardo fra l'istante in cui la rotazione del rubinetto impartisce il comando acqua più fredda e l'istante in cui l'acqua comincia effettivamente ad essere meno calda. Se chi fa la doccia è in uno stato di viva impazienza, o peggio, il controllo è in mano ad un automa privo di buon senso e non adeguatamente istruito, possono nascere difficoltà ad ottenere il valore dell'uscita desiderato. Ci sono situazioni di instabilità in cui il valore dell'uscita non raggiunge mai quello desiderato: oscilla attorno al set point a se ne allontana indefinitamente fino a quando le inevitabili non linearità presenti nel sistema lo

portano in saturazione. Non è garantito che in questa situazione tutti i componenti, dimensionati per il regime lineare, funzionino correttamente. La presenza di un ritardo in un sistema è non solo molto comune, ma di fatto la regola. Basti pensare ad un motore elettrico che per cambiare velocità subisce il ritardo meccanico dovuto all'inerzia delle parti rotanti ed il ritardo elettrico dovuto al fatto che la corrente non cresce istantaneamente in un avvolgimento induttivo. Vediamo un altro esempio di come un disturbo può esaltarsi in presenza di un anello chiuso esaminando il caso dell'effetto Larsen che consiste in un fischio che si produce se il microfono e le casse sono in visibilità acustica. L'uscita delle casse entra nell'ingresso microfonico e prova un'oscillazione acustica che si traduce in un fischio.



Rimedi possibili che hanno una qualche valenza più generale sono cambiare la configurazione del sistema modificando posto al microfono o diminuire il guadagno dell'amplificatore almeno in assenza di segnale utile, cioè di qualcuno che stia parlando od usando effettivamente il microfono.

Alla fine mi basta dire che ogni ritardo è misurato da una costante di tempo e l'inverso della costante di tempo cambiata di segno dà il valore del polo. Almeno nei casi più semplici nei quali gli elementi di ritardo non interagiscono fra loro. Lo studio matematico dei sistemi si focalizza su quelli che hanno uno o due ritardi ai quali sono associati i relativi poli perché la matematica coinvolta è relativamente semplice. Se un sistema presente molte cause di ritardo, di solito si esamina quella che dall'analisi emerge come più importante o le due che si evidenziano di pari rilevante significatività: ecco i sistemi del primo e del secondo ordine. Si studia poi con cura che il sistema non oscilli ed infine che l'errore statico che nasce come differenza fra il valore dell'uscita desiderata in corrispondenza al set point imposto e quello realmente ottenuto sia piccolo ad un livello per noi soddisfacente.