



# Tecniche di controllo del processo

Il controllore PID può essere utilizzato come blocco all'interno di configurazioni di controllo più complesse.

## Controllo split range

Il controllo split range con banda morta è applicato laddove si dispone di due attuatori che intervengono sulla medesima variabile controllata ( $y$ , **fig. 1**), per esempio il controllo di una temperatura, all'interno di un range ( $y_m \div y_M$ ), mediante riscaldatore e ventilatore, oppure il controllo dell'addensante e del diluente in un miscelatore.

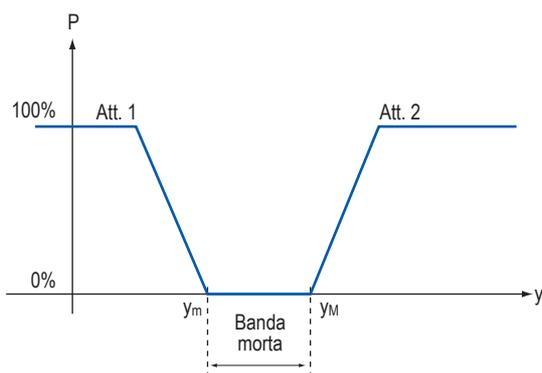


Fig. 1. Controllo split range.

## Controllo con selettore

Il controllo con selettore (*gain scheduling*) si ha quando si dispone di due o più set di parametri per un solo attuatore, che intervengono per esempio per tratti differenti della dinamica di uscita (**fig. 2**), il primo ( $PID_1$ ) per la risposta rapida alle variazioni del set point (SP), e il secondo ( $PID_2$ ) per una maggiore reiezione ai disturbi.

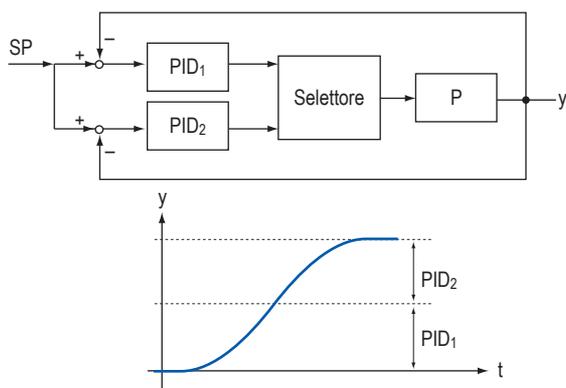


Fig. 2. Gain scheduling.

## Feed forward

La tecnica feed forward (contributo in avanti), in contrapposizione al feed back, è utilizzata in regolazione per intervenire in anticipo sui disturbi misurabili, ovvero su quelle variazioni che si sa già produrranno un disturbo in uscita, compensandone in anticipo gli effetti sulla dinamica di uscita (**fig. 3**).

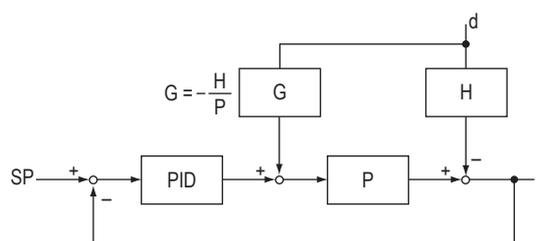


Fig. 3. Regolazione con feed forward.

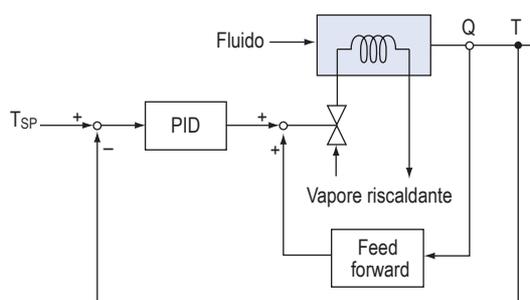


Fig. 4. Esempio di regolazione con tecnica feed forward.

Un esempio è il controllo della temperatura di un fluido riscaldato mediante scambiatore di calore (**fig. 4**).

Se la portata richiesta ( $Q$ ) dovesse aumentare (disturbo additivo), sicuramente la temperatura tenderebbe a diminuire; pertanto rilevando le variazioni della portata si può agire subito sull'apertura della valvola vapore, senza aspettare l'intervento del regolatore PID sull'errore di temperatura.

La tecnica feed forward è utilizzata anche nelle applicazioni di inseguimento, per aggiungere sulla variabile di controllo un contributo diretto, in anticipo, proporzionale al set point (**fig. 5**), senza la necessità di attendere l'errore per poi compensarlo.

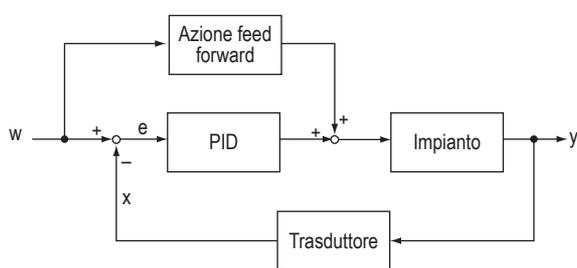


Fig. 5. Inseguimento con feed forward.

Il problema maggiore è che il guadagno del blocco di feed forward va dimensionato esattamente sul processo da controllare e quindi è da ritardare laddove i parametri del processo dovessero cambiare (fig. 6).

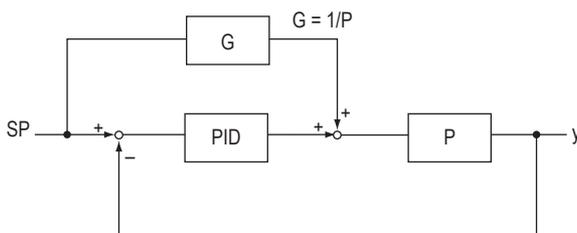


Fig. 6. Taratura di feed forward.

### Controllo in cascata

Nel caso di processi composti, per esempio da due parti (fig. 7), una veloce ( $P_2$ ), facile da controllare, e una lenta ( $P_1$ ) più difficile da controllare, un disturbo su  $P_2$  verrebbe compensato in modo lento.

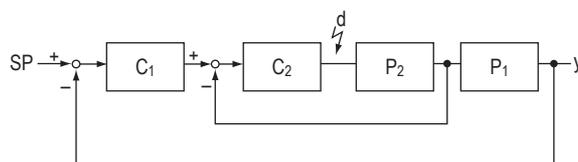


Fig. 7. Controllo di un processo composto.

Scomponendo il controllore in due parti, con  $C_2$  aggressivo che controlla la sezione veloce ( $P_2$ ), si è in grado di compensare rapidamente il disturbo in modo che arrivi attenuato su  $P_1$ .

### Controllo di rapporto

Si ha controllo di rapporto quando la variabile da controllare non è una grandezza fisica, ma il suo rapporto con un'altra presa a riferimento (fig. 8).

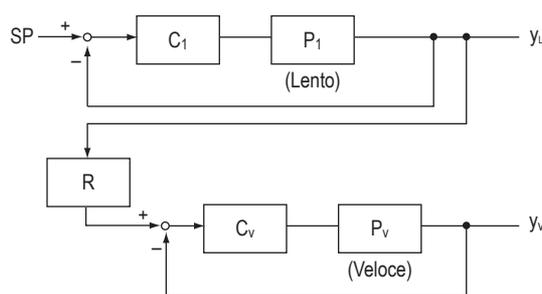


Fig. 8. Controllo di rapporto.

Se i due processi sono uno lento e l'altro veloce, il valore di set point si fa giungere al processo lento e in rapporto R al secondo. In questo modo un disturbo sul processo lento viene tenuto in rapporto dal processo veloce, e un disturbo sul processo veloce si compensa rapidamente e il rapporto non viene perso.