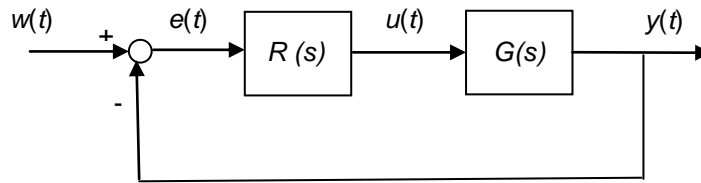


ESERCIZIO 1

Nel sistema di controllo mostrato in figura sia $R(s) = \frac{\mu}{1 + s\tau}$, $\mu > 0$, $\tau > 0$, $G(s) = \frac{0.1}{(s + 0.1)(s + 0.5)}$.



- 1.1) Determinare il valore di τ per cui il baricentro del luogo delle radici è $x_b = -0.4$.
- 1.2) Per tale valore di τ , tracciare l'andamento qualitativo del luogo delle radici diretto.
- 1.3) Sempre con lo stesso valore di τ , determinare (anche approssimativamente) l'intervallo di valori del guadagno μ per cui il sistema di controllo è asintoticamente stabile.
- 1.4) In base alla precedente analisi valutare qual è la massima precisione statica ottenibile dal sistema di controllo a fronte di un segnale di riferimento w a scalino.

ESERCIZIO 2

Si consideri il sistema MIMO con due ingressi $u_i, i = 1, 2$, e due uscite $y_i, i = 1, 2$, descritto dalla matrice di trasferimento

$$G(s) = \begin{bmatrix} \frac{8(1+s)}{1+10s} & 2 \\ -4 & \frac{4}{1+s} \end{bmatrix}$$

2.1) Per sistemi di questo genere, spiegare qual è in generale lo scopo di un disaccoppiatore.

2.2) Progettare un disaccoppiatore secondo lo schema “all’indietro”.

2.3) Verificare che il disaccoppiatore progettato non provoca cancellazioni illecite.

2.4) Supponendo ora di essere costretti a controllare il sistema con uno schema decentralizzato, si scelgano gli accoppiamenti più favorevoli tra ingressi e uscite.

2.5) Con riferimento allo schema di controllo decentralizzato, si supponga di aver progettato la funzione di trasferimento $R_2(s)$ per il controllo della variabile y_2 e di voler procedere al progetto dell’altro controllore $R_1(s)$ secondo la strategia di progetto sequenziale. Quale sarebbe in tal caso la funzione di trasferimento $G_{11}^*(s)$ su cui effettuare il progetto?

ESERCIZIO 3

Si supponga di dover progettare un sistema di controllo per un sistema con funzione di trasferimento $G(s)$ di ordine $n = 5$ che presenta una costante di tempo dominante uguale a $\tau_{\max} = 20$ e guadagno negativo. Il regolatore analogico $R^o(s) = \frac{-2(1+4s)}{s}$ permette di ottenere un sistema in anello chiuso 2 volte più veloce rispetto a $G(s)$, senza significative oscillazioni nella risposta allo scalino. Si consideri ora la realizzazione digitale di tale controllore.

3.1) Si scelga un valore adeguato del periodo di campionamento T .

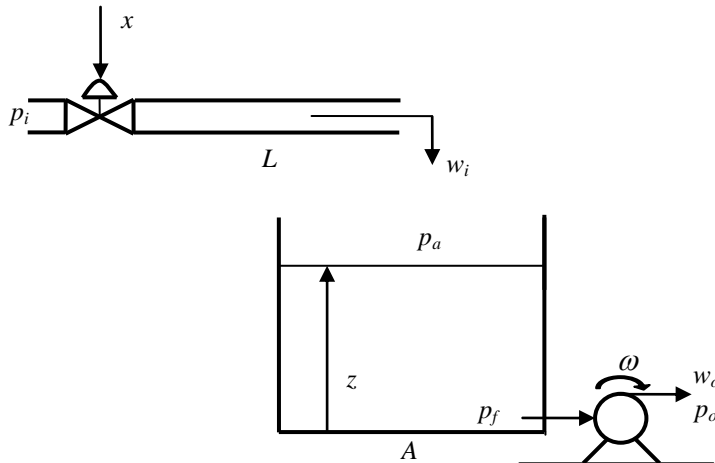
3.2) Si ricavi mediante il metodo di Tustin la funzione di trasferimento $R^*(z)$ del regolatore digitale e se ne deduca la corrispondente legge di controllo nel dominio del tempo.

3.3) Si calcoli la risposta in frequenza $R^*(e^{j\omega T})$ e si dimostri che, per $\omega \rightarrow 0$, il modulo tende all'infinito e la fase tende a 90° .

3.4) Si valuti il ritardo totale introdotto dalla digitalizzazione del regolatore, tenendo conto che il tempo di elaborazione τ_e necessario per il calcolo della legge di controllo è $\tau_e = 0.1T$. Valutare poi l'effetto di tale ritardo sul margine di fase del sistema di controllo.

ESERCIZIO 4

Si consideri il processo idraulico schematizzato in figura e si supponga che la pompa (che si assume estragga il liquido dal fondo del serbatoio) abbia una prevalenza descritta da $H = \alpha\omega^2 - \beta w_o^2$, dove ω è la velocità di rotazione e w_o è la portata erogata dalla pompa. Le pressioni p_i , p_o e p_a si possono considerare parametri costanti. Si indichino inoltre con ρ la densità del liquido, con A l'area del serbatoio, con L la lunghezza della condotta di afflusso e con A_c la sua sezione.



- 4.1) Supponendo inizialmente che la lunghezza L sia trascurabile, scrivere il modello dinamico del processo.
- 4.2) In corrispondenza di una generica condizione di equilibrio, calcolare l'unico autovalore del sistema linearizzato e verificare che esso è negativo.
- 4.3) Sulla base del calcolo precedente discutere se un aumento del parametro β della pompa porta a un rallentamento o a una velocizzazione della dinamica del sistema linearizzato.
- 4.4) Sul modello linearizzato calcolare la funzione di trasferimento $G(s)$ tra la variazione della velocità della pompa $\delta\omega$ e la variazione del livello δz e fare l'analisi dimensionale del suo guadagno.
- 4.5) Discutere i criteri che si potrebbero usare per progettare un regolatore PI per il controllo del livello tramite la variazione di velocità della pompa.
- 4.6) Discutere come cambierebbe il modello del processo se la lunghezza L della condotta di afflusso non fosse trascurabile.