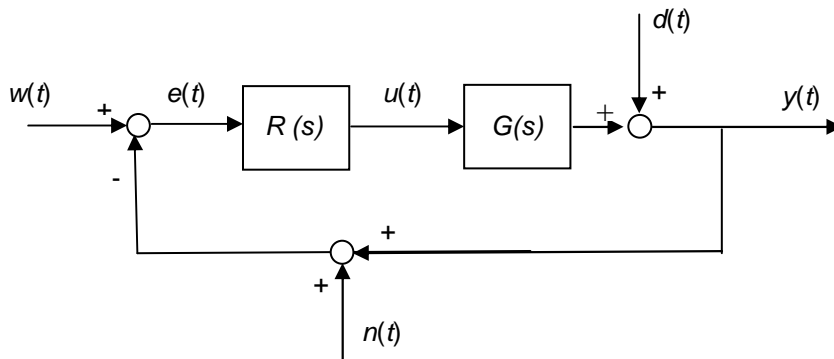


ESERCIZIO 1

Si supponga che il sistema di controllo mostrato in figura sia asintoticamente stabile e che

$$G(s) = \frac{\mu}{1 + s\tau} \quad , \quad R(s) = k$$



1.1) Inserire nello schema un compensatore ad azione in feed-forward del riferimento, spiegando brevemente quale potrebbe essere l'utilità di tale componente.

1.2) Dimostrare che la presenza del compensatore non può in alcun modo migliorare le prestazioni del sistema in termini di attenuazione dei disturbi d e n .

1.3) Progettare il compensatore ad azione in feed-forward del riferimento per migliorare le prestazioni statiche del sistema di controllo.

1.4) Una volta progettato il compensatore, valutare il degrado di prestazioni che si verificherebbe se il guadagno μ del sistema sotto controllo subisse una perturbazione di $\pm 10\%$ rispetto al valore nominale.

1.5) Realizzare in modo equivalente la precedente compensazione con uno schema di pre-filtraggio del riferimento.

ESERCIZIO 2

Si consideri un sistema in anello chiuso, con retroazione negativa, avente funzione d'anello

$$L(s) = \frac{\rho}{s^2(s+6)}$$

2.1) Tracciare il luogo delle radici diretto e inverso.

2.2) Utilizzando il luogo delle radici mostrare che per ogni valore di $\rho \neq 0$ il sistema in anello chiuso è instabile.

2.3) Verificare il risultato precedente mediante il calcolo del polinomio caratteristico in anello chiuso.

2.4) Calcolare il valore di ρ per cui il sistema in anello chiuso presenta due poli coincidenti con parte reale negativa. In corrispondenza, si valuti la posizione nel piano complesso del terzo polo.

ESERCIZIO 3

Si debba progettare un regolatore digitale per controllare il sistema con funzione di trasferimento $G(s) = \frac{0.1}{s}$. A tale scopo si voglia discretizzare il regolatore analogico di riferimento descritto da $R^o(s) = \frac{1+10s}{1+0.1s}$.

3.1) Supponendo che campionatore e mantenitore operino entrambi con periodo T , scegliere un valore di tale periodo adeguato al sistema di controllo che si intende realizzare.

3.2) Ricavare mediante il metodo di Tustin la funzione di trasferimento del regolatore digitale.

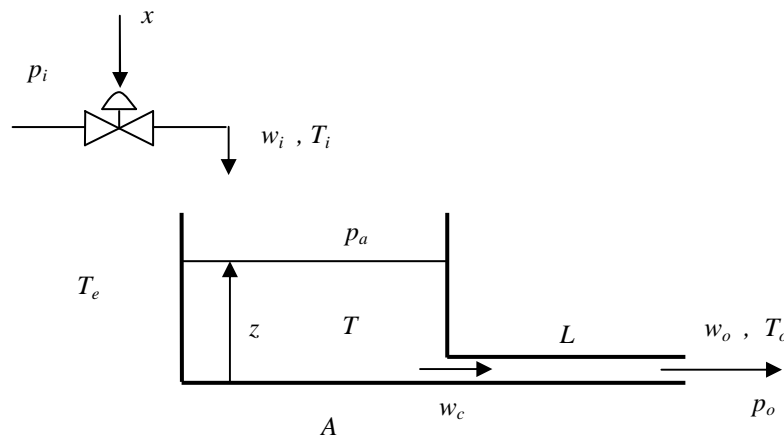
3.3) Verificare che, in corrispondenza di $\omega = 1$, il modulo della risposta in frequenza dei due regolatori, quello analogico di riferimento e quello digitale, è pressoché identico.

3.4) Valutare il margine di fase del sistema di controllo in corrispondenza del regolatore analogico di riferimento e del regolatore digitale progettato. Cosa si può concludere, in ciascuno dei due casi, sulle eventuali oscillazioni della variabile controllata in risposta a uno scalino del riferimento?

ESERCIZIO 4

Si consideri il sistema termo-idraulico schematicamente descritto in figura, dove le variabili da controllare sono il livello z e la temperatura T del liquido nel serbatoio. Le variabili manipolabili sono la posizione x dello stelo della valvola (supposta lineare) e la temperatura T_e dell'ambiente che circonda il serbatoio. Le pressioni p_i e p_a , la temperatura T_i e la portata w_o sono da 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 scarico e con A_c la sua sezione. Si ipotizzi infine che:

- il liquido sia perfettamente miscelato e si possa trascurare il lavoro meccanico di miscelazione;
- la potenza termica che il liquido riceve dall'ambiente circostante sia esprimibile come $k_e(T_e - T)$;
- l'energia totale del liquido, trascurando i termini di energia cinetica e potenziale, sia approssimabile con la sua entalpia, cioè, in termini specifici, $e_t \cong e = h = cT$, dove c è il calore specifico del liquido.



4.1) Scrivere il modello dinamico del sistema.

4.2) Determinare i valori di \bar{x} e \bar{T}_e che mantengono il sistema in equilibrio con $z = \bar{z}$ e $T = \bar{T}$.

4.3) Ricavare il modello linearizzato intorno alla condizione di equilibrio determinata al punto precedente.

4.4) Per il sistema in esame, disegnare lo schema a blocchi di un sistema di controllo con struttura decentralizzata, supponendo di poter misurare le variabili z e T .

4.5) Supponendo di voler utilizzare un controllore P per il livello e un controllore PI per la temperatura, spiegare con quali criteri andrebbero progettati, tenendo conto in particolare della saturazione sulla variabile di controllo x . Dire inoltre se i due anelli di regolazione interagiscono tra di loro.

4.6) Si supponga ora di poter misurare, anziché T , la temperatura T_o in uscita dalla condotta. Discutere come ciò influenzerebbe il progetto del controllore di temperatura.