ESERCIZIO 1

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

$$L(s) = \frac{\rho(s-1)}{(s+2)(s-2)(s+4)}$$

1.1) Tracciare il luogo delle radici diretto e inverso.

1.2) Utilizzando il luogo delle radici verificare se esistono valori (positivi o negativi) del parametro ρ per cui il sistema in anello chiuso risulta asintoticamente stabile.

1.3) Utilizzando il luogo delle radici, determinare il valore del parametro ρ per cui il sistema in anello chiuso ha un polo in $s = -3$.

1.4) Calcolare la somma dei poli in anello chiuso al variare del parametro ρ.

ESERCIZIO 2

Si consideri il sistema MIMO con 2 ingressi (u_1, u_2) e 2 uscite (y_1, y_2), descritto dalla matrice di trasferimento

$$G(s) = \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{s} \\ \frac{10}{1+5s} & \frac{-2}{1+5s} \end{bmatrix}$$

2.1) Verificare che il sistema non possiede zeri.

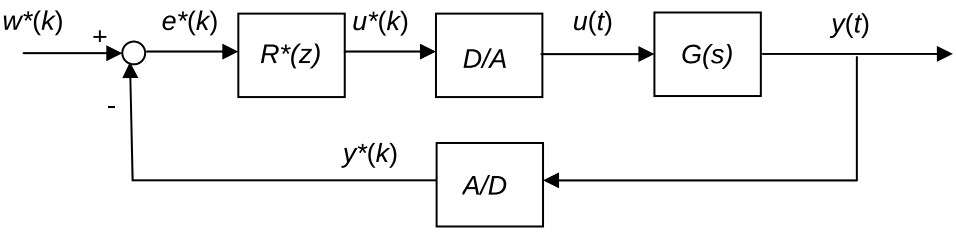
2.2) Disegnare lo schema a blocchi dettagliato del sistema descritto da $G(s)$.

2.3) Progettare un disaccoppiatore per il sistema.

2.4) Calcolare la matrice di trasferimento tra il vettore di ingresso v e il vettore di uscita y del sistema disaccoppiato e verificare che tale matrice è diagonale. Spiegare poi come potrebbero essere progettati i due regolatori che utilizzano v per controllare y in modo da ottenere per entrambi gli anelli $\omega_c > 0.5$ e $\varphi_m > 75°$.

ESERCIZIO 3

Si consideri il sistema di controllo digitale illustrato in figura, dove i convertitori A/D e D/A operano entrambi con periodo $T = 0.1$, e il regolatore digitale è descritto da $R^*(z) = \frac{3}{z-1}$.



3.1) Descrivere nel dominio del tempo la legge di controllo associata al regolatore digitale.

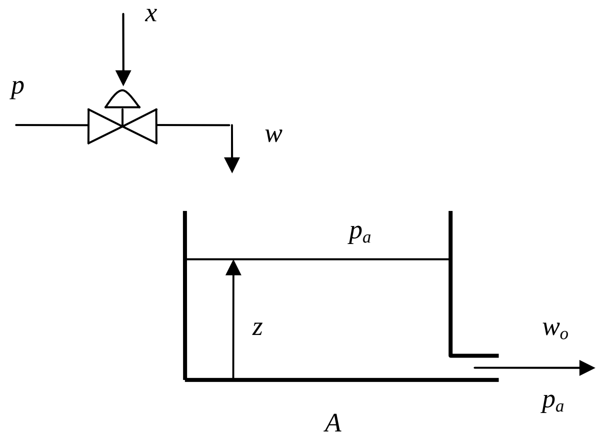
3.2) Si supponga ora che il sistema con ingresso $u^*(k)$ e uscita $y^*(k)$ sia descritto dalla funzione di trasferimento $G^*(z) = \frac{0.1}{z-0.5}$. Sulla base di ciò determinare poli, zeri e guadagno della funzione di trasferimento (a tempo continuo) $G(s)$.

3.3) Calcolare la funzione di trasferimento tra $w^*(k)$ e $y^*(k)$ e verificarne l'asintotica stabilità.

3.4) Supponendo che sia $w^*(k) = sca^*(k)$, valutare, anche approssimativamente, il tempo di assestamento e il valore di regime di $y^*(k)$.

ESERCIZIO 4

Si consideri il sistema idraulico descritto in figura, dove A rappresenta l'area del serbatoio, ρ è la densità del fluido, p_a è la pressione atmosferica (supposta costante), k è il coefficiente della valvola (supposta lineare) e A_v la sua apertura massima. La portata w_o e la pressione p sono imposte dall'esterno e vanno considerate come disturbi. L'unica variabile di ingresso manipolabile è la posizione x dello stelo della valvola.



4.1) Scrivere il modello del sistema.

4.2) Assegnati i valori costanti $\overline{w}_o$, $\overline{p}$, $\overline{z}$, determinare il valore di $\overline{x}$ che mantiene il sistema in equilibrio.

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 in anello chiuso di controllo di livello.

4.5) Supponendo di utilizzare per il controllo di livello un regolatore P (cioè ad azione puramente proporzionale), spiegare perché tale regolatore non garantirebbe buone prestazioni statiche in presenza di disturbi costanti.

4.6) Progettare un compensatore in anello aperto per attenuare l'effetto del disturbo δp. Verificare poi che i parametri di tale compensatore dipendono dalla condizione di equilibrio usata per la linearizzazione. Commentare tale fatto in termini di robustezza.