ESERCIZIO 1

Si consideri un sistema a tempo continuo retroazionato (con retroazione negativa) con funzione d'anello

$$L(s) = \frac{k(1+0.1s)}{\left(1+0.01s^2\right)}$$

1.1) Tracciare il luogo delle radici diretto e il luogo delle radici inverso.

1.2) Usando il luogo delle radici, determinare il valore di k per cui il sistema retroazionato ha due poli reali negativi coincidenti.

1.3) Verificare il risultato precedente calcolando il polinomio caratteristico in anello chiuso.

1.4) Considerando un generico sistema retroazionato, dare una giustificazione del fatto che sia il luogo diretto sia quello inverso sono sempre simmetrici.

ESERCIZIO 2

Si consideri il sistema MIMO con ingressi $u_i(t),\, i=1{,}2$ e uscite $y_i(t),\, i=1{,}2$ descritto da

$$G(s)=\begin{bmatrix} \dfrac{-3}{1+2s} & \dfrac{0.5}{1+10s} \\ \dfrac{-10}{1+s} & \dfrac{2}{1+s} \end{bmatrix}$$

2.1) Disegnare lo schema a blocchi del sistema.

2.2) Dovendo progettare uno schema di controllo decentralizzato, valutare qual è il miglior accoppiamento tra ingressi e uscite e valutare quanto è elevato il grado di interazione.

2.3) Supponendo invece di utilizzare uno schema di controllo centralizzato, progettare un opportuno disaccoppiatore, e spiegare quali sono i vantaggi derivanti dal suo impiego.

ESERCIZIO 3

Si consideri un sistema lineare a tempo discreto con matrice dinamica

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & -\alpha & 0 \end{bmatrix}$$

3.1) Verificare che il polinomio caratteristico della matrice *A* è $\varphi(\lambda) = \lambda^3 + \alpha\lambda + 1$.

3.2) Verificare che non esiste alcun valore del parametro α per cui il sistema è asintoticamente stabile.

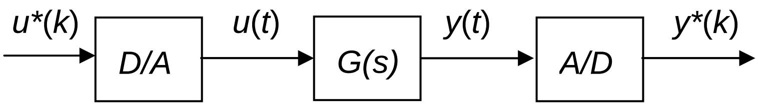
3.3) Ponendo ora $\alpha = 0$, dire se il sistema è stabile (semplicemente) oppure instabile. Spiegare anche cosa questo significa in termini di movimento del sistema quando l'ingresso è nullo e lo stato viene perturbato.

3.4) Sempre con $\alpha = 0$, si calcolino i primi valori del movimento libero del sistema a partire da un generico stato iniziale $x(0) = \begin{bmatrix} x_{10} \\ x_{20} \\ x_{30} \end{bmatrix}$. Si dimostri inoltre che tale movimento è periodico (di periodo $T = 6$).

ESERCIZIO 4

Si consideri il sistema a segnali campionati mostrato in figura, dove i due convertitori operano con il medesimo periodo di campionamento *T*, e

$$G(s) = \frac{0.8(1+4s)}{(1+2s)(1+3s)(1+5s)}$$



4.1) Spiegare come si potrebbe calcolare la funzione di trasferimento del sistema a segnali campionati (senza effettuare in dettaglio il calcolo), e spiegare cosa essa rappresenta.

4.2) Sapendo che, approssimativamente,

$$G^*(z) = \frac{\rho(z-0.735)(z+0.725)}{(z-0.782)(z-0.664)(z-0.541)}$$

è la funzione di trasferimento del sistema a segnali campionati, determinare il valore di ρ e del periodo di campionamento *T*.

4.3) Valutare il tempo di latenza e il tempo di assestamento associati alla funzione $G^*(z)$, spiegandone il significato.

4.4) Progettare un controllore digitale mediante il metodo ad assegnamento del modello, utilizzando $F(z) = \frac{1}{z^2}$ come modello di riferimento.