

**ESERCIZIO 1**

Si debba progettare un sistema di controllo in anello chiuso per stabilizzare il sistema con funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{s}{(1+0.2s)(1-4s)}$$

**1.1)** Mediante il *luogo delle radici* dimostrare che è impossibile stabilizzare il sistema con un regolatore ad azione puramente proporzionale, cioè descritto da  $R(s) = k$ .

**1.2)** Dopo aver spiegato perché si può prevedere che in questo caso il *baricentro del luogo delle radici* non si conservi al variare di  $k$ , si calcoli tale baricentro in funzione di  $k$ .

**1.3)** Sempre utilizzando il luogo delle radici, si dica come potrebbe essere progettato un regolatore  $R(s)$  del primo ordine in grado di stabilizzare il sistema.

**ESERCIZIO 2**

Si consideri il sistema MIMO, con ingresso vettoriale  $u$  e uscita vettoriale  $y$ , descritto dalla seguente matrice di trasferimento:

$$G(s) = \begin{bmatrix} \frac{1}{1+2s} & \frac{0.2}{(1+2s)^2} \\ \frac{-1}{1+3s} & \frac{1}{1+4s} \end{bmatrix}$$

**2.1)** Progettare un *disaccoppiatore* per tale sistema.

**2.2)** Si spieghi qual è l'utilità di tale disaccoppiatore ai fini del controllo e si disegni lo schema a blocchi (espanso) del sistema disaccoppiato.

**2.3)** Mediante la tecnica del *Relative Gain Array* si valuti se, per controllare il sistema, sarebbe stato proponibile uno schema di tipo decentralizzato.

**ESERCIZIO 3**

Si consideri il seguente segnale a tempo discreto:

$$f(k) = \begin{cases} 2 & , \quad k = 0 \\ 1 & , \quad k = 1 \\ 0 & , \quad k < 0, k > 1 \end{cases}$$

**3.1)** Calcolare la *trasformata Zeta* del segnale.

**3.2)** Calcolare lo *spettro* a tempo discreto di  $f(k)$ . In particolare, valutare se lo *spettro di ampiezza* è più elevato a bassa o ad alta frequenza.

**3.3)** Supponendo di alimentare con il segnale  $f(k)$  un mantenitore ZOH con periodo di mantenimento pari a  $T = 0.1$ , dire come è fatto il segnale di uscita e calcolarne la corrispondente trasformata di Laplace.

**ESERCIZIO 4**

Si consideri un regolatore digitale in anello chiuso descritto dalla funzione di trasferimento

$$R^*(z) = \frac{3z}{z+1}$$

**4.1)** Scrivere il corrispondente algoritmo di controllo nel dominio del tempo.

**4.2)** Calcolare la risposta allo scalino associata a  $R^*(z)$ .

**4.3)** Dire, motivando la risposta, se il regolatore  $R^*(z)$  può derivare dalla discretizzazione mediante il metodo di *Eulero in avanti* di un regolatore analogico, con un'opportuna scelta del periodo di campionamento. In caso di risposta affermativa, calcolare la funzione di trasferimento di tale regolatore analogico.

**4.4)** Si supponga di utilizzare il regolatore  $R^*(z)$  per controllare un sistema descritto dalla funzione di trasferimento a segnali campionati

$$G^*(z) = \frac{1}{z-0.5}$$

Disegnare lo schema a blocchi e giudicare la stabilità del sistema di controllo risultante.