

Esercizio 1

Si consideri il sistema descritto dalla seguente funzione di trasferimento

$$G(z) = \frac{0.16z}{z^2 - z + 0.16}.$$

- 1.1 Si verifichi con il programma che il sistema e' asintoticamente stabile.
- 1.2 Si prevedano le caratteristiche fondamentali della risposta allo scalino (valore asintotico, tempo di risposta, etc.), sulla base del guadagno e dei poli e zeri del sistema (si utilizzi il programma per calcolare poli e zeri). Si tracci quindi la risposta allo scalino con il programma.
- 1.3 Si tracci il diagramma di Bode del modulo su carta e si verifichi poi con il programma la sua correttezza.
- 1.4 Sulla base del diagramma di Bode, si prevedano le caratteristiche fondamentali della risposta all'ingresso $u(t) = 2\text{sen}(0.5t)$. Si verifichi quindi la correttezza delle valutazioni con il programma.
- 1.5 Quale e' la risposta all'ingresso $u(t) = 2\text{sen}(2\pi t + \pi/2)$?

Esercizio 2

- 2.1 Per la funzione di trasferimento dell'esercizio precedente, si determini un approssimante del 1° ordine.
- 2.2 Si confrontino i diagrammi di Bode di $G(z)$ e dell'approssimante determinato.
- 2.3 Si confrontino le risposte allo scalino di $G(z)$ e dell'approssimante determinato.

Esercizio 3

Si risponda agli stessi quesiti dell'esercizio precedente con riferimento alla funzione di trasferimento

$$G(z) = \frac{0.76z - 0.6}{z^2 - z + 0.16}.$$

Si giustifichi la differenza tra le approssimanti del 1° ordine nei 2 casi.

Esercizio 4

Si vuole progettare un sistema dinamico con le seguenti caratteristiche: 1) quando il sistema viene alimentato con un ingresso costante, a regime la sua uscita e' uguale all'ingresso; 2) quando viene alimentato con un segnale sinusoidale a pulsazione $\omega = \pi/4$, a regime la sua uscita vale zero; 3) la durata del transitorio al 5% e' inferiore a 2.

4.1 Si determini la funzione di trasferimento $G(z)$ del sistema e si traccino i diagrammi di Bode associati.

4.2 Si verifichi la correttezza della scelta fatta simulando il comportamento del sistema progettato.

Esercizio 5

Si consideri un sistema retroazionato (con retroazione unitaria negativa) in cui la funzione di trasferimento in linea di andata è

$$G(z) = \frac{\mu z^2}{z^3 + 1.4z^2 + 0.73z + 0.2} \quad \mu = 0.1.$$

5.1 Si valuti mediante il criterio di Nyquist se il sistema retroazionato è asintoticamente stabile.

5.2 Si prevedano le caratteristiche fondamentali della risposta allo scalino (valore asintotico, tempo di risposta, etc.) del sistema retroazionato, sulla base del guadagno e dei poli e zeri della funzione di trasferimento in anello chiuso. Si tracci quindi per mezzo del programma la risposta allo scalino del sistema in anello chiuso.

5.3 Si ricavi il valore di μ che porta il sistema in anello chiuso al limite dell'instabilità (cioè con poli in anello chiuso sul cerchio di raggio unitario). Attraverso il programma, si studi il comportamento dinamico del sistema per tale valore di μ . Il comportamento è in accordo con le aspettative?

Esercizio 6 Si consideri il sistema a tempo continuo con funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{1}{s^2 + 0.4s + 1}.$$

Si vuole costruire uno schema di controllo digitale per tale sistema.

6.1 Si ricavi per mezzo del programma la funzione di trasferimento $G(z)$ del sistema a segnali campionati (periodo del mantentore di ordine zero e del campionatore pari a $\log_e(2)$). Si verifichi che il sistema ottenuto è a fase minima.

6.2 Si prevedano le caratteristiche fondamentali della risposta allo scalino (valore asintotico, tempo di risposta, etc.) di $G(z)$ e si verifichino tali previsioni con il programma.

6.3 Per controllare il sistema si usa il controllore digitale

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

che contiene un integratore e cancella tutte le singolarità di $G(z)$. Calcolare le funzioni di trasferimento in anello chiuso tra segnale di riferimento e uscita campionata ($F(z)$), e tra segnale di riferimento e ingresso di controllo ($H(z)$). Si noti che con questa scelta di $R(z)$ gli zeri di $G(z)$ sono poli di $H(z)$ ed i poli di $G(z)$ sono zeri di $H(z)$. Prevedere l'andamento dell'uscita campionata e dell'ingresso di controllo a fronte di uno scalino sul segnale di riferimento.

6.4 Si predisponga con il programma lo schema di controllo con il regolatore progettato, il sistema a tempo continuo ed il mantentore di ordine zero. Si consideri un segnale di riferimento a scalino e si visualizzi l'andamento dell'uscita a tempo continuo e della sua versione campionata. Si noti il manifestarsi del fenomeno delle "oscillazioni nascoste". Motivare quanto osservato sulla base dell'andamento della variabile di controllo e delle caratteristiche di $H(z)$.

Esercizio 7 Per cercare di migliorare la risposta allo scalino del sistema $G(z)$ nell'esercizio 5, si utilizza il regolatore in retroazione

$$R(z) = \frac{z^3 + 1.4z^2 + 0.73z + 0.2}{0.1z^2(z - 1)}.$$

7.1 Si verifichi che il sistema di controllo é asintoticamente stabile (si osservi che il regolatore utilizzato contiene un integratore e cancella tutte le singolaritá di $G(z)$) e si ricavi la funzione di trasferimento del sistema retroazionato.

7.2 Si tracci per mezzo del programma la risposta ad uno scalino del sistema in anello chiuso. Si osservi che essa va al valore di regime 1 in un numero finito di passi. Si motivi il comportamento osservato sulla base dell'espressione della funzione di trasferimento tra l'ingresso e l'uscita del sistema retroazionato. Si visualizzi anche l'andamento della variabile di controllo in ingresso al sistema $G(z)$. Si motivi il comportamento osservato sulla base dell'espressione della funzione di trasferimento tra l'ingresso al sistema retroazionato e quello di controllo.