

Fondamenti di Automatica

PROF. ROCCO

23 AGOSTO 2021

COGNOME E NOME:

MATRICOLA:

FIRMA: _____

Avvertenze:

- Il presente fascicolo si compone di **10** pagine (compresa la copertina). Tutte le pagine utilizzate vanno firmate.
- Durante la prova non è consentito uscire dall'aula per nessun motivo se non consegnando il compito o ritirandosi.
- Nei primi 30 minuti della prova non è consentito ritirarsi.
- Durante la prova non è consentito consultare libri o appunti di alcun genere.
- Non è consentito l'uso di calcolatrici con display grafico.
- Le risposte vanno fornite **esclusivamente negli spazi** predisposti. Solo in caso di correzioni o se lo spazio non è risultato sufficiente, utilizzare la controcopertina del fascicolo.
- La chiarezza e l'**ordine** delle risposte costituiranno elemento di giudizio.
- Al termine della prova va consegnato **solo il presente fascicolo**. Ogni altro foglio eventualmente consegnato non sarà preso in considerazione.

ESERCIZIO 1

Si consideri il sistema dinamico lineare invariante e a tempo continuo in forma di stato:

$$\begin{aligned}\dot{\mathbf{x}} &= \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{B}u \\ y &= \mathbf{C}\mathbf{x} + \mathbf{D}u\end{aligned}$$

dove

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \alpha \end{bmatrix} \quad \mathbf{B} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \alpha \end{bmatrix} \quad \mathbf{C} = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \mathbf{D} = 0$$

1. Si valuti per quali valori di $\alpha \in \mathbb{R}$ il sistema è asintoticamente stabile.

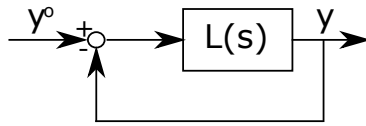
2. Si valuti per quali valori di $\alpha \in \mathbb{R}$ il sistema è completamente raggiungibile.

3. Si valuti per quali valori di $\alpha \in \mathbb{R}$ il sistema è completamente osservabile.

4. Si determini l'espressione della funzione di trasferimento per il sistema del presente esercizio, commentando il risultato alla luce di quanto trovato nei precedenti punti.

ESERCIZIO 2

Si consideri il sistema di controllo di figura, con y variabile controllata e y^o riferimento:



in cui:

$$L(s) = \frac{\mu}{s(1 + 0.2s)^2}$$

1. Si tracci il luogo delle radici al variare di $\mu > 0$.

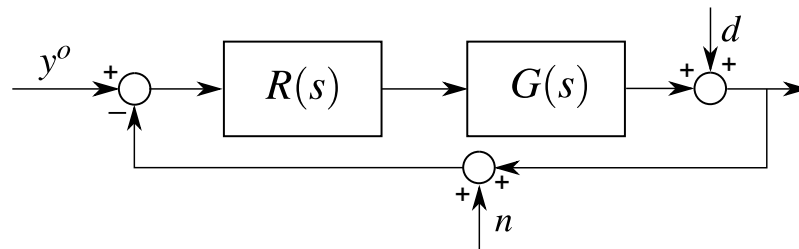
2. Si tracci il luogo delle radici al variare di $\mu < 0$.

3. Si determini con il luogo delle radici il valore $\bar{\mu}$ di μ per cui uno dei poli in anello chiuso si trova nel punto $\bar{s} = -7$, spiegando se per tale valore il sistema in anello chiuso è asintoticamente stabile.

4. Con il valore di $\bar{\mu}$ determinato al punto precedente, si tracci l'andamento qualitativo della risposta di y a uno scalino unitario in y^o .

ESERCIZIO 3

Si consideri il seguente schema di controllo



dove

$$G(s) = \frac{300}{(1+s)(s+30)}$$

1. Si determini la funzione di trasferimento di un regolatore $R(s)$, di tipo PI, in modo tale che:
 - l'errore a transitorio esaurito, e_∞ , sia nullo con riferimento $y^o(t)$ a scalino di ampiezza arbitraria;
 - il margine di fase φ_m sia maggiore o uguale di 80° ;
 - Il disturbo $d = \sin(0.3t)$ sia attenuato a regime, sull'uscita y , di un fattore almeno pari a 10;
 - Il disturbo $n = \sin(100t)$ sia attenuato a regime, sull'uscita y , di un fattore almeno pari a 100;
 - la pulsazione critica ω_c sia almeno di 1 rad/s.

2. Si dica, motivando la risposta, se al sistema descritto dalla funzione di trasferimento $G(s)$ è applicabile il metodo di taratura di Ziegler e Nichols in anello chiuso.
3. Si determini il tempo di assestamento della risposta del sistema in anello chiuso ad uno scalino unitario sul riferimento.

ESERCIZIO 4

Si consideri un sistema in anello chiuso formato dal sistema da controllare

$$G(s) = \frac{2}{(1 + 0.1s)(1 + 0.01s)^2}$$

e dal controllore

$$R^o(s) = 5 \frac{1 + 0.1s}{s}$$

1. Si determini il periodo di campionamento T_c per la conversione digitale del regolatore $R^o(s)$ in modo che tale conversione comporti un decremento di margine di fase di 5° .

2. Si determini l'espressione $R(z)$ del regolatore digitale utilizzando il metodo di Eulero implicito.

3. L'errore in ingresso al regolatore sia costituito dal seguente segnale

$$e(t) = 5 \sin(100 t) + 10 \sin(200 t)$$

Si dica se, con il periodo di campionamento calcolato al passo precedente, si verifica aliasing e, in caso positivo, si determini la pulsazione dell'armonica di aliasing che si genera.

4. Ipotizzando che i primi 5 campioni della variabile di controllo siano

$$u^*(0) = 2, \quad u^*(T_c) = 4, \quad u^*(2T_c) = 1, \quad u^*(3T_c) = 5, \quad u^*(4T_c) = 7$$

si disegni l'andamento del segnale $u(t)$ ottenuto a valle di un ZOH.