

Fondamenti di Automatica

PROF. ROCCO

7 FEBBRAIO 2022

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 non lineare invariante e a tempo continuo in forma di stato:

$$\dot{x}_1 = x_1x_2 - x_3 + u$$

$$\dot{x}_2 = x_3^2$$

$$\dot{x}_3 = x_1 - 4x_2$$

$$y = x_1^2$$

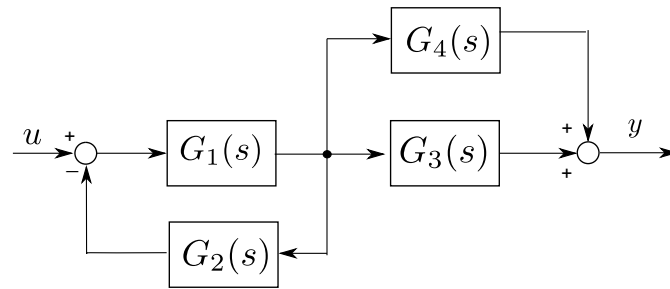
1. Si determinino gli stati e le uscite di equilibrio corrispondenti all'ingresso $u = \bar{u} = -1$.
2. Si determini l'espressione del sistema linearizzato intorno allo stato di equilibrio calcolato al punto precedente e caratterizzato da $\bar{x}_1 \geq 0$, e si valuti la stabilità dell'equilibrio.

3. Si determini, utilizzando la definizione, l'espressione della funzione di trasferimento per il sistema linearizzato precedentemente trovato.

4. Si determinino il tipo della funzione di trasferimento e il guadagno statico del sistema linearizzato precedentemente trovato.

ESERCIZIO 2

Si consideri il sistema dinamico lineare e invariante descritto dallo schema a blocchi di figura.



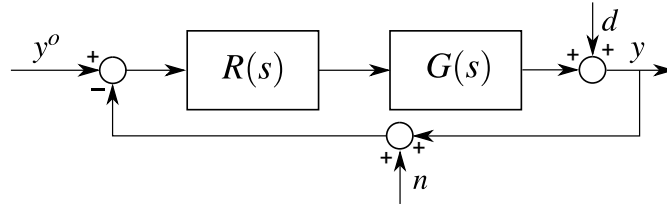
1. Si determini la funzione di trasferimento $G(s)$ da $u(t)$ a $y(t)$.
2. Con riferimento alla funzione di trasferimento $G(s)$ da $u(t)$ a $y(t)$ si risponda, motivando adeguatamente la risposta, alle seguenti domande:
 - (a) è necessario che $G_1(s)$, $G_2(s)$, $G_3(s)$, $G_4(s)$ siano asintoticamente stabili perché lo sia il sistema nel suo complesso?

(b) è sufficiente che $G_1(s)$, $G_2(s)$, $G_3(s)$, $G_4(s)$ siano asintoticamente stabili perché lo sia il sistema nel suo complesso?

3. Assumendo $G_1 = 1$, $G_2 = \frac{1}{s+2}$, $G_4 = \frac{1}{s+1}$, $G_3 = \frac{1}{s^2+3s+2}$, si tracci il grafico della risposta di $G(s)$ allo scalino unitario, indicandone il tempo di assestamento.

ESERCIZIO 3

Si consideri il seguente schema di controllo



dove

$$G(s) = \frac{1 - 10s}{1 + 10s}$$

1. Si determini la funzione di trasferimento di un regolatore $R(s)$, di ordine non superiore a 2, in modo tale che:

- l'errore a transitorio esaurito, e_∞ , sia nullo con riferimento $y^\circ(t)$ a scalino di ampiezza arbitraria e $n(t) = d(t) = 0$;
- il disturbo $d(t) = D \sin(\omega_D t)$, con D costante arbitraria e $\omega_D \leq 0.001 \text{ rad/s}$, sia attenuato a regime, sull'uscita y , di un fattore almeno pari a 10;
- il disturbo $n(t) = N \sin(\omega_N t)$, con N costante arbitraria e $\omega_N \geq 1 \text{ rad/s}$, sia attenuato a regime, sull'uscita y , di un fattore almeno pari a 1000;
- il margine di fase φ_m sia maggiore o uguale di 70° ;
- la pulsazione critica ω_c sia maggiore o uguale di 0.01 rad/s .

2. Si tracci la risposta allo scalino unitario del sistema (in anello aperto) di funzione di trasferimento $G(s)$.

ESERCIZIO 4

Si consideri un controllore digitale, con funzione di trasferimento $R(z)$, descritto in termini del legame tra il suo ingresso (l'errore discreto $e^*(k)$) e la sua uscita (la variabile di controllo discreta $u^*(k)$) da:

$$u^*(k) = e^*(k - 1) - 0.75u^*(k - 1)$$

1. Si chiarisca, giustificando la risposta, se l'equazione alle differenze data corrisponde a un sistema dinamico strettamente proprio o no.

2. Si determini la funzione di trasferimento, $R(z)$, del controllore digitale.

3. Si verifichi se il controllore digitale del punto precedente può derivare dalla discretizzazione, mediante il metodo di Tustin, del controllore analogico

$$R^o(s) = \frac{4(1 - 1.4s)}{7(1 + 0.2s)}$$

In caso affermativo si determini anche il periodo di campionamento T compatibile con tale discretizzazione.

4. Supponendo che l'errore sia $e^*(k) = (0.25)^k$, $k \geq 0$, si trovi l'andamento analitico della variabile di controllo discreta $u^*(k)$, utilizzando il metodo di antitrasformazione di Heaviside.