

Fondamenti di Automatica

PROF. ROCCO

10 FEBBRAIO 2020

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 seguente sistema dinamico non lineare:

$$\dot{x}_1(t) = -x_1(t) + \sqrt{x_2(t)}$$

$$\dot{x}_2(t) = -2x_2(t) + x_1(t)x_3(t)$$

$$\dot{x}_3(t) = -x_1(t) + u(t)$$

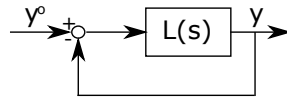
$$y(t) = x_1(t) + x_2(t)\sqrt{x_3(t)}$$

1. Si determinino lo stato e l'uscita di equilibrio corrispondenti all'ingresso $u(t) = \bar{u} = 2$.
2. Si valuti se lo stato di equilibrio determinato al punto precedente è stabile, asintoticamente stabile, o instabile.

3. Si valuti se il sistema linearizzato intorno allo stato di equilibrio determinato precedentemente è completamente raggiungibile.
4. Sapendo che la funzione di trasferimento del sistema linearizzato intorno allo stato di equilibrio determinato precedentemente ha denominatore di grado 2, spiegare se il sistema stesso è completamente osservabile.

ESERCIZIO 2

Con riferimento al sistema di controllo in retroazione di figura



con funzione d'anello

$$L(s) = \rho \frac{s + 1}{(s - 1)(s + 2)(s + 3)}$$

1. Si tracci il luogo delle radici diretto.

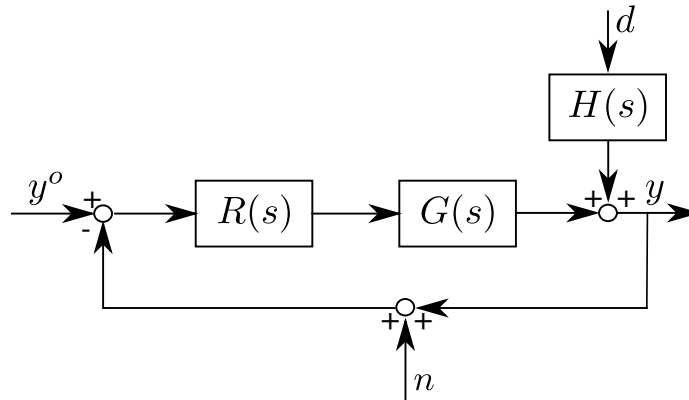
2. Si tracci il luogo delle radici inverso.

3. Sulla base dei luoghi tracciati, si determini l'insieme dei valori di ρ per cui il sistema in anello chiuso è asintoticamente stabile.

4. Si determini il valore di $\rho \neq 0$ per cui almeno un polo del sistema in anello chiuso ha parte reale pari a -2 .

ESERCIZIO 3

Si consideri il seguente sistema di controllo, con y variabile controllata, y^o riferimento, d disturbo non misurabile sulla linea di andata e n disturbo di misura:



dove

$$G(s) = \frac{10}{s(1 + 0.1s)(1 + 10s)} \quad H(s) = \frac{5}{1 + 0.2s}$$

1. Si determini la funzione di trasferimento $R(s)$ del regolatore in modo tale che:

- con riferimento $y^o(t) = ram(t)$, disturbo $d(t) = sca(t)$ e in assenza di disturbo $n(t)$, l'errore $e(t) = y^o(t) - y(t)$ soddisfi la limitazione, a transitorio esaurito, $|e_\infty| < 0.15$.
- Il disturbo $n(t) = N \sin(\omega t)$, con N ampiezza arbitraria e $\omega \geq 1 \text{ rad/s}$, sia attenuato sull'uscita y di un fattore almeno pari a 10;
- Il margine di fase φ_m sia maggiore o uguale di 65° ;
- La pulsazione critica ω_c sia maggiore o uguale di 0.1 rad/s .

2. Supponendo ora che il disturbo $d(t)$ sia misurabile, si disegni un possibile schema per la compensazione diretta di tale disturbo e si scriva (senza dettagliare i conti) la condizione che dovrebbe soddisfare un compensatore $C(s)$ per annullare esattamente l'effetto sull'uscita di regime dovuto al segnale $d(t) = \sin(2t)$. Per semplicità, si supponga in quest'analisi che $y^\circ(t) = n(t) = 0$.

ESERCIZIO 4

Si consideri un sistema a tempo discreto di funzione di trasferimento:

$$G(z) = \frac{6(z-1)}{6z^2 + 5z + 1}$$

1. Si determinino tipo e guadagno di $G(z)$ e si spieghi se tale guadagno coincide con il guadagno statico del sistema.

2. Si discuta la stabilità del sistema.

3. Si calcoli l'espressione analitica ($y(k) = \dots$) della risposta di $G(z)$ allo scalino unitario.

4. Si determinino, facendo uso degli appositi teoremi, il valore iniziale e, se possibile, il valore finale della risposta di $G(z)$ allo scalino unitario.