Fondamenti di Automatica

(Prof. Rocco)

Anno accademico 2017/2018

Appello del 5 Settembre 2018

Nome:

Matricola:

Firma:..

Avvertenze:

- Il presente fascicolo si compone di **10** pagine (compresa la copertina).
- 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 il retro della copertina 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 descritto dalla seguente equazione differenziale:

$$\ddot{y}(t) + \dot{y}(t) + y(t) = u^2(t)$$

1. Si scriva una rappresentazione di stato del sistema con ingresso $u(t)$ e uscita $y(t)$, scegliendo come variabili di stato $x_1 = y$ e $x_2 = \dot{y}$.

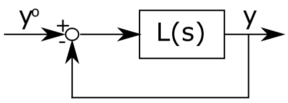
2. Si calcolino stato e uscita di equilibrio del sistema con ingresso costante $u(t) = \bar{u} = 0$.

3. Si linearizzi il sistema non lineare nell'intorno dell'equilibrio calcolato al punto precedente e si studi la stabilità dell'equilibrio stesso, se possibile.

4. Si scriva l'espressione generica del movimento libero $\delta x_l(t)$ del sistema linearizzato con stato iniziale $\delta x(0)$. Si spieghi, senza eseguire conti, a che valore tende, per $t \to \infty$, tale movimento libero nel caso in cui sia $\delta x(0) = [1 \;\; 1]'$.

ESERCIZIO 2

Con riferimento al sistema di controllo in retroazione di figura



con funzione d'anello

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

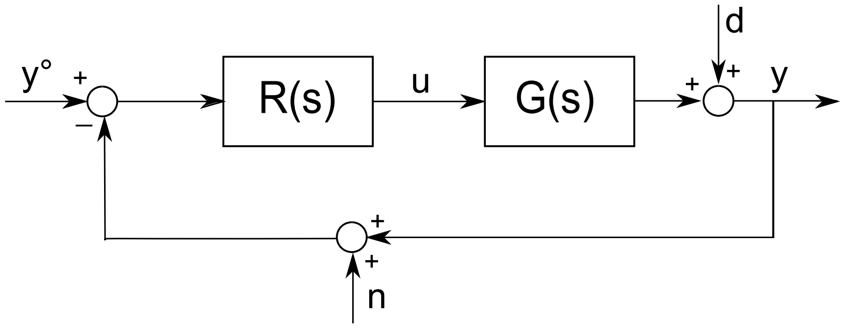
1. Si tracci il luogo delle radici diretto.

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



in cui:

$$G(s) = \frac{100}{(1+10s)(1+0.01s)}$$

1. Si determini la funzione di trasferimento $R(s)$ del regolatore in modo tale che:
   - l'errore $e = y^\circ - y$ a transitorio esaurito, e_∞, sia nullo quando y° è uno scalino di ampiezza arbitraria e d e n sono nulli
   - un disturbo $d(t) = sin(\omega t)$, con $\omega \leq 0.1$ rad/s, sia attenuato sull'uscita y di un fattore almeno pari a 10
   - un disturbo $n(t) = sin(\omega t)$, con $\omega \geq 30$ rad/s, sia attenuato sull'uscita y di un fattore almeno pari a 100
   - il margine di fase φ_m sia maggiore o uguale di 70°;
   - la pulsazione critica ω_c sia maggiore o uguale di 0.5 rad/s

2. Con il regolatore progettato al punto precedente, si calcoli l'errore a transitorio esaurito e_∞ quando il riferimento non è più uno scalino ma una rampa unitaria, $y^o(t) = ram(t)$, in assenza dei disturbi d e n.

ESERCIZIO 4

Si supponga di avere progettato un controllore a tempo continuo di funzione di trasferimento:

$$R^o(s) = \frac{2s+1}{s+\alpha}$$

dove $\alpha \in \mathbb{R}$.

1. Il controllore viene realizzato in tecnologia digitale utilizzando il Metodo di Eulero all'indietro (e Eulereo implicito). Qual è la funzione di trasferimento $R(z)$ del controllore digitale risultante per un generico tempo di campionamento T?

2. Si determini l'insieme dei valori di α per cui il regolatore a tempo discreto $R(z)$ è asintoticamente stabile.

3. Posto $\alpha = 1, T = 1$ si scriva l'equazione alle differenze che esprime il legame tra l'ingresso e l'uscita del controllore $R(z)$ a tempo discreto.

4. Si scriva utilizzando uno pseudocodice di programmazione l'algoritmo che deve essere eseguito dal controllore digitale a ogni passo di campionamento.