Controlli Automatici B

(Prof. Rocco)

Anno accademico 2011/2012

Appello del 29 Febbraio 2012

Cognome:..

Nome: ....

Matricola:...............................

Firma:...

Avvertenze:

- Il presente fascicolo si compone di **8** 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 l'ultima pagina 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.

Utilizzare questa pagina SOLO in caso di correzioni o se lo spazio a disposizione per qualche domanda non è risultato sufficiente

Esercizio 1

Si consideri un generico sistema dinamico lineare tempo invariante:

$$\dot{\boldsymbol{x}}(t) = \boldsymbol{A}\boldsymbol{x}(t) + \boldsymbol{B}\boldsymbol{u}(t)$$
$$\boldsymbol{y}(t) = \boldsymbol{C}\boldsymbol{x}(t)$$

1.1 Si scriva l'espressione delle matrici $\boldsymbol{A}$ e $\boldsymbol{B}$ per il sistema in forma canonica di controllo.

1.2 Si consideri ora il sistema dinamico di equazioni:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_1 + x_2 \\ \dot{x}_2 = x_2 + u \end{cases}$$
$$y = x_1 + x_2$$

Si progetti, se possibile, una legge di controllo che, misurando le variabili di stato, assegni gli autovalori del sistema in anello chiuso nei punti -1 e -2.

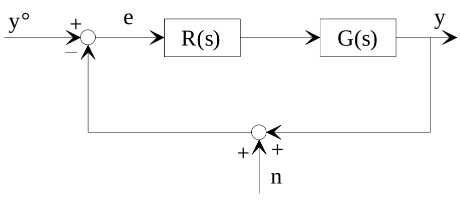
1.3 Si consideri ora il ricostruttore dello stato di equazioni:

$$\begin{cases} \dot{\tilde{x}}_1 = \tilde{x}_1 + \tilde{x}_2 \\ \dot{\tilde{x}}_2 = \tilde{x}_2 + u - 4(\tilde{y} - y) \end{cases}$$
$$\tilde{y} = \tilde{x}_1 + \tilde{x}_2$$

Si calcolino le posizioni degli autovalori della dinamica dell'errore di stima dello stato conseguente all'utilizzo di questo ricostruttore dello stato.

Esercizio 2

Si consideri il sistema di controllo di figura:



in cui $G(s) = \dfrac{30}{s+3}$.

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

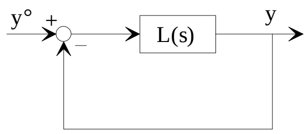
- In assenza del disturbo n, l'errore e a transitorio esaurito, e_∞, sia nullo quando $y°(t)$ = sca(t)
- Un disturbo n, trasformabile secondo Fourier, avente componenti armoniche significative solo a pulsazioni maggiori di $\overline{\omega} = 3 rad/s$, sia attenuato sull'uscita y almeno di un fattore 1000.
- Il margine di fase φ_m sia maggiore o uguale di 60° e la pulsazione critica ω_c sia maggiore o uguale di 0.1 *rad/s*.

2.2 Si tracci l'andamento qualitativo della risposta di y a uno scalino unitario in $y°$, in assenza del disturbo n.

2.3 Si determini un valore adeguato del tempo di campionamento per la realizzazione digitale del controllore $R(s)$.

Esercizio 3

Si consideri il sistema dinamico in retroazione:



in cui $L(s) = k\,\dfrac{1-s}{s(1+s)^2}$.

3.1 Si tracci il luogo delle radici diretto.

3.2 Si tracci il luogo delle radici inverso.

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

3.4 Si verifichi il risultato del punto precedente con il criterio di Routh.

Esercizio 4

Si consideri un sistema dinamico lineare tempo invariante a tempo discreto:

$$\boldsymbol{x}(k+1) = \boldsymbol{A}\boldsymbol{x}(k) + \boldsymbol{B}\boldsymbol{u}(k)$$
$$\boldsymbol{y}(k) = \boldsymbol{C}\boldsymbol{x}(k) + \boldsymbol{D}\boldsymbol{u}(k)$$

4.1 Si scrivano le formule per il calcolo del movimento libero e forzato del sistema.

4.2 Si spieghi come si calcola lo stato di equilibrio corrispondente ad un ingresso costante e sotto quali condizioni esso esiste ed è unico.

4.3 Posto ora:

$$\boldsymbol{A} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \boldsymbol{B} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{C} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

si determinino lo stato e l'uscita di equilibrio corrispondente all'ingresso costante $u = \bar{u} = 1$.

4.4 Si discuta la stabilità dello stato di equilibrio.