PROVA SCRITTA DI FONDAMENTI DI AUTOMATICA
A.A. 2019/2020

17 settembre 2020

Nome e Cognome:	
gruppo:	Gruppo A
esercizio:	Esercizio 1 - 4 domande
intervallo di tempo a disposizione:	45 minuti

Note: Scrivere le risposte su un singolo foglio bianco usando penna nera. Non scrivere con inchiostro blu o a matita. Non consegnare fogli aggiuntivi. La chiarezza e precisione nelle risposte sarà oggetto di valutazione.

Dichiaro che le risposte a questo esercizio sono frutto del mio e solo del mio lavoro e che non mi sono consultato con altri.

Domanda 1.1.
Si faccia riferimento allo schema a blocchi seguente:

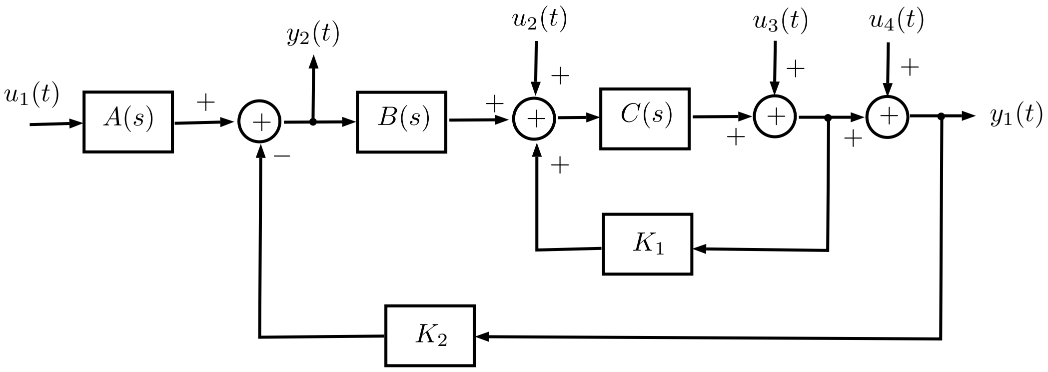

Figura 1: Schema a blocchi

dove $A(s)$, $B(s)$ e $C(s)$ sono funzioni di trasferimento strettamente proprie, mentre K_1 e K_2 numeri reali.

- Determinare la funzione di trasferimento tra l'ingresso u_2 e l'uscita y_1.
- Si dica (**motivando adeguatamente le risposte**) se fra i blocchi $A(s)$, $B(s)$, $C(s)$ ce n'è uno (o più di uno) la cui instabilità comporta necessariamente l'instabilità del sistema complessivo
  1. nel caso in cui $K_1 \neq 0$ e $K_2 \neq 0$
  2. nel caso in cui $K_1 = K_2 = 0$.

Nome e Cognome:

gruppo: Gruppo A

esercizio: Esercizio 1 – 4 domande

intervallo di tempo a disposizione: 45 minuti

Domanda 1.2.
Si consideri il sistema **non lineare a tempo continuo** descritto dalle equazioni di stato

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) &=& x_2(t) + [2 - x_1(t)]\; u(t) \\ \dot{x}_2(t) &=& x_1(t) + [2 + 4x_2(t)]\, u(t) \\ \\ y(t) &=& [1 - x_1(t)]\; [1 - x_2(t)]\; [1 - u(t)] \end{cases}$$

(a) Si determini il valore dell'ingresso costante $\bar{u}$ tale che, in corrispondenza di tale ingresso, lo stato $[\bar{x}_1\ ,\ \bar{x}_2]^T = [0\ ,\ 0]^T$ sia stato di equilibrio per il sistema.

(b) Si determini l'espressione del sistema linearizzato in corrispondenza dello stato di equilibrio $[\bar{x}_1\ ,\ \bar{x}_2]^T = [0\ ,\ 0]^T$ e dell'ingresso di equilibrio $\bar{u}$ appena determinato.

(c) Si analizzi la stabilità dello stato di equilibrio $[\bar{x}_1\ ,\ \bar{x}_2]^T = [0\ ,\ 0]^T$.

Domanda 1.3.
Il regolatore a tempo continuo descritto dalla FdT

$$R(s) \;=\; 25.0 \cdot \frac{(1\,+\,s)}{s\,(1 + 0.5\,s)}$$

permette di ottenere, controllando un opportuno processo $G(s)$ [di cui per lo svolgimento dell'esercizio non è necessario conoscere l'espressione], le prestazioni seguenti:

- margine di fase: $\varphi_m = 59°$
- pulsazione di modulo unitario ad anello aperto: $\omega_c = 8.9$ rad/s

Si discretizzi il regolatore $R(s)$ a tempo continuo, utilizzando la tecnica approssimata di "**Tustin**" , scegliendo opportunamente il periodo di campionamento, in modo da garantire il rispetto del teorema fondamentale del campionamento e da stimare per la diminuzione del margine di fase il valore massimo di

$$|\delta_\varphi| \leq 12°$$

Motivare le scelte fatte.

Nome e Cognome:

gruppo: Gruppo A

esercizio: Esercizio 1 – 4 domande

intervallo di tempo a disposizione: 45 minuti

Domanda 1.4.
Si consideri il sistema dinamico a tempo continuo descritto dalla funzione di trasferimento seguente:

$$G(s) = 10\,\frac{4 + 0.2\,s + s^2}{(1 + 0.025\,s)\;(16 + 6\,s + s^2)}$$

(a) Si traccino i diagrammi asintotici di Bode della risposta in frequenza del sistema, utilizzando la carta semi-logaritmica a disposizione.

(b) Sfruttando il **teorema della risposta in frequenza**, si determini l'espressione analitica della risposta a regime $y_{\mathrm{regime}}(t)$ del sistema descritto dalla funzione di trasferimento G(s), nei seguenti casi, in cui il segnale d'ingresso $u(t)$ è:

1. $u(t) = \cos(2\,t) \cdot 1(t)$
2. $u(t) = 2\,\sin(5\,t) \cdot 1(t)$
3. $u(t) = 1(t)$