

Fondamenti di Automatica

PROF. ROCCO

13 APRILE 2022

COGNOME E 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 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 tempo invariante in forma di stato:

$$\dot{x}_1 = x_1 x_2 + x_2 \sin(u)$$

$$\dot{x}_2 = x_2^2 - \cos(u)$$

$$y = x_1 + x_2 u$$

Domanda 1.1 Si determinino gli stati e le uscite di equilibrio corrispondenti all'ingresso $u = \bar{u} = 0$.

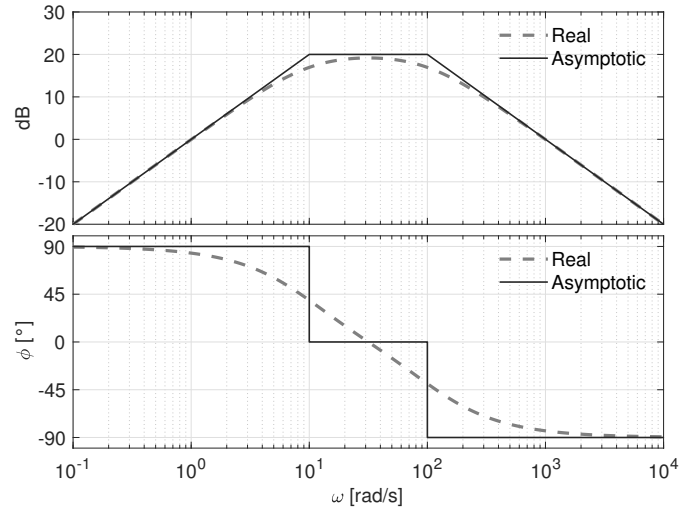
Domanda 1.2 Si determini l'espressione del sistema linearizzato intorno allo stato di equilibrio calcolato al punto precedente e caratterizzato da $\bar{x}_2 > 0$, e si valuti la stabilità dell'equilibrio.

Domanda 1.3 Si determini, utilizzando la definizione, l'espressione della funzione di trasferimento per il sistema linearizzato precedentemente trovato.

Domanda 1.4 Sulla base dell'espressione della funzione di trasferimento ricavata al punto precedente, si spieghi se il sistema è completamente raggiungibile e osservabile.

Esercizio 2

Si consideri il sistema LTI con funzione di trasferimento $G(s)$, i cui diagrammi di Bode della risposta in frequenza sono riportati nella seguente figura:



Domanda 2.1 Si indichi (motivando adeguatamente la risposta) quale delle seguenti funzioni di trasferimento è quella corretta e si calcoli il valore del parametro T .

$$G_1(s) = \frac{1}{s(s+10)(Ts+1)} \quad G_2(s) = \frac{10s}{(-s+10)(Ts+1)} \quad G_3(s) = \frac{10s}{(s+10)(Ts+1)} \quad G_4(s) = \frac{Ts+1}{s(-0.1s+1)}$$

Domanda 2.2 Aiutandosi con i diagrammi di Bode sopra rappresentati, si calcoli approssimativamente l'uscita del sistema $y(t)$ a transitorio esaurito, a fronte dell'ingresso

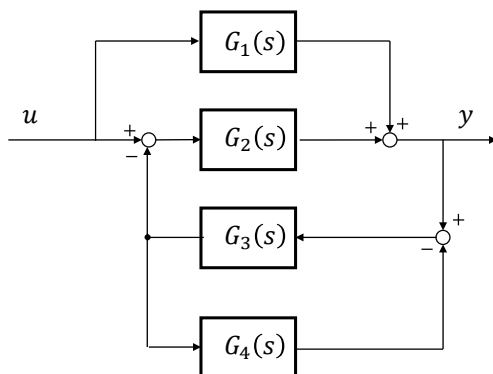
$$u(t) = 2 + 0.5 \sin(30t).$$

Domanda 2.3 Calcolare la risposta analitica $y(t)$ del sistema, a fronte dell'ingresso $u(t) = \text{sca}(t)$.

Domanda 2.4 Tracciare il diagramma polare di $G(s)$.

Esercizio 3

Si consideri il sistema descritto dallo schema a blocchi di figura:



Domanda 3.1 Elaborando lo schema a blocchi, si determini l'espressione della funzione di trasferimento dall'ingresso u all'uscita y .

Domanda 3.2 Si spieghi se è necessario e/o sufficiente che una o più delle funzioni di trasferimento $G_1(s)$, $G_2(s)$, $G_3(s)$ e $G_4(s)$ sia asintoticamente stabile perché lo sia il sistema nel suo complesso.

Domanda 3.3 Posto ora $G_1(s) = 0$, $G_2(s) = \frac{\alpha}{(1+s)^2}$, $G_3(s) = \frac{1}{s}$ e $G_4(s) = 2$ si determini l'intervallo dei valori del parametro α per cui il sistema complessivo è asintoticamente stabile.

Domanda 3.4 Sempre mantenendo l'espressione delle funzioni di trasferimento del punto precedente, si determini il parametro α in modo che il guadagno della funzione di trasferimento dall'ingresso u all'uscita y assuma valore 1. Che valore assume in questo caso l'uscita a transitorio esaurito quando l'ingresso subisce una variazione $u(t) = 2sca(t)$?