

ESERCIZIO 1

Si consideri il sistema a tempo continuo di ordine $n = 1$ descritto dalle seguenti equazioni:

$$\dot{x}(t) = -5x(t) + 10u(t)$$

$$y(t) = -x(t)$$

1.1) Spiegare perché tale sistema è detto *dinamico*.

1.2) Spiegare cosa si intende per *movimento forzato dello stato*, e calcolarne l'espressione quando $u(t) = e^{-5t}$, $t \geq 0$.

1.3) Ricavare la funzione di trasferimento del sistema.

1.4) Valutare come risponde il sistema all'ingresso $u(t) = \sin(t)$.

1.5) Dire se il sistema rimane asintoticamente stabile sotto l'azione del controllore $u(t) = -0.2y(t)$.

ESERCIZIO 2

Si consideri il seguente sistema a tempo discreto:

$$\begin{aligned}x_{k+1} &= Ax_k + Bu_k \\ y_k &= Cx_k\end{aligned}, \quad A = \begin{bmatrix} -0.1 & 0 \\ 1 & 0.1 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad C = [0 \quad 1]$$

2.1) Calcolare l'uscita di equilibrio corrispondente all'ingresso costante \bar{u} .

2.2) Calcolando i primi valori del movimento dello stato con $u_k = \bar{u}$ e $x_0 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$, dimostrare che lo stato x_0 non può essere uno stato di equilibrio per alcun valore di \bar{u} .

2.3) Spiegare cosa si intende per *stabilità* del sistema.

2.4) Giudicare la stabilità del sistema.

ESERCIZIO 3

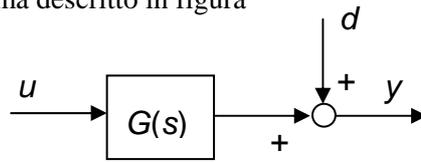
Si consideri un sistema a tempo continuo, con ingresso u e uscita y , descritto dalla funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{10}{s^2 + \alpha s + 4}$$

- 3.1)** Discutere per quali valori del parametro α il sistema è asintoticamente stabile.
- 3.2)** Assumendo l'asintotica stabilità, determinare il valore a transitorio esaurito della risposta allo scalino.
- 3.3)** Valutare per quali valori di α la risposta allo scalino presenta delle oscillazioni.
- 3.4)** Discutere come varia il tempo di assestamento della risposta allo scalino al variare di α .

ESERCIZIO 4

Si debba controllare il sistema descritto in figura



dove u rappresenta la variabile manipolabile, d è un disturbo, e $G(s) = \frac{0.05}{(1+2s)(1+0.2s)}$.

- 4.1)** Si consideri dapprima uno schema di controllo *in anello aperto*. Spiegare come si potrebbe progettare un controllore in anello aperto per il sistema in esame, e quali sarebbero gli inconvenienti di tale soluzione.
- 4.2)** Per controllare lo stesso sistema, si consideri ora uno schema di controllo *in anello chiuso*. Disegnare lo schema a blocchi con un controllore in anello chiuso $R(s) = 1/s$.
- 4.3)** Valutare la pulsazione critica e il margine di fase del sistema di controllo risultante.
- 4.4)** Valutare qual è la *banda passante* di tale sistema di controllo nei confronti rispettivamente del segnale di riferimento w e del disturbo d .
- 4.5)** Spiegare perché il controllore in anello chiuso considerato è efficace in presenza di un disturbo d a scalino.