

### ESERCIZIO 1

Si consideri il sistema dinamico lineare invariante e a tempo continuo in forma di stato:

$$\begin{aligned}\dot{\mathbf{x}} &= \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{B}u \\ y &= \mathbf{C}\mathbf{x} + \mathbf{D}u\end{aligned}$$

dove

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & -3 & 0 \\ \alpha & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \mathbf{B} = \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \mathbf{C} = [1 \ 0 \ 0] \quad \mathbf{D} = 0$$

1. Si valuti per quali valori di  $\alpha \in \mathbb{R}$  il sistema è asintoticamente stabile.

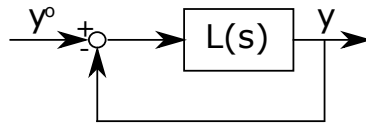
2. Si valuti per quali valori di  $\alpha \in \mathbb{R}$  il sistema è completamente raggiungibile.

3. Si valuti per quali valori di  $\alpha \in \mathbb{R}$  il sistema è completamente osservabile.

4. Si determini l'espressione della funzione di trasferimento per il sistema del presente esercizio, commentando il risultato alla luce di quanto trovato nei precedenti punti.

## ESERCIZIO 2

Si consideri il sistema di controllo di figura:



in cui  $L(s) = \frac{\rho}{(s+1)^2(s+10)}$ .

1. Si tracci il luogo delle radici diretto.

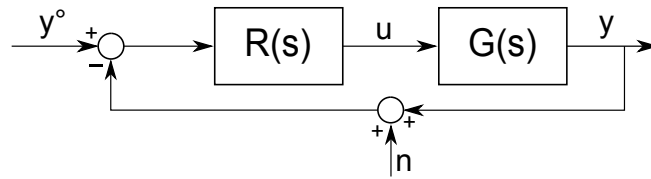
2. Si tracci il luogo delle radici inverso.

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

4. Si valuti se, quando il sistema in anello chiuso ha almeno un polo a parte reale  $-15$ , esso è asintoticamente stabile.

### ESERCIZIO 3

Si consideri il sistema di controllo schematizzato in figura



dove  $G(s) = 1000 \frac{1-s}{(1+10s)^2}$ .

1. Si progetti un regolatore con funzione di trasferimento  $R(s)$  tale che siano soddisfatte le seguenti specifiche:
  - (a) l'errore a transitorio esaurito,  $e_\infty$ , sia nullo quando  $y^o(t) = A \sin(\bar{\omega}t)$ , con  $A$  costante arbitraria, e  $n(t) = 0$ ;
  - (b) un disturbo  $n(t) = 10 \sin(\bar{\omega}t)$ , con  $\bar{\omega} \geq 10 \text{ rad/s}$ , sia attenuato sull'uscita  $y(t)$  di un fattore pari almeno a 100;
  - (c) il margine di fase sia maggiore o uguale di  $70^\circ$ ;
  - (d) la pulsazione critica sia maggiore o uguale di  $0.1 \text{ rad/s}$ .

2. Si scrivano le definizioni delle tre funzioni di sensitività (sensitività, sensitività complementare e sensitività del controllo).

3. Con riferimento al regolatore progettato al punto 1, si tracci, utilizzando le usuali approssimazioni, il diagramma di Bode del modulo della funzione di sensitività.

#### ESERCIZIO 4

Si consideri un sistema a tempo discreto di funzione di trasferimento:

$$G(z) = \frac{z - 1}{4z^2 - 1}$$

1. Si determini il tipo di  $G(z)$  e il valore del guadagno statico del sistema di cui  $G(z)$  è la funzione di trasferimento.

2. Si discuta la stabilità del sistema.

3. Si calcoli l'espressione analitica ( $y(k) = \dots$ ) della risposta di  $G(z)$  allo scalino unitario e si mostri che il valore finale è coerente con quanto trovato al punto 1 e al punto 2.

4. Si calcolino i primi 5 campioni della risposta del sistema alla rampa unitaria.