

**ESERCIZIO 1**

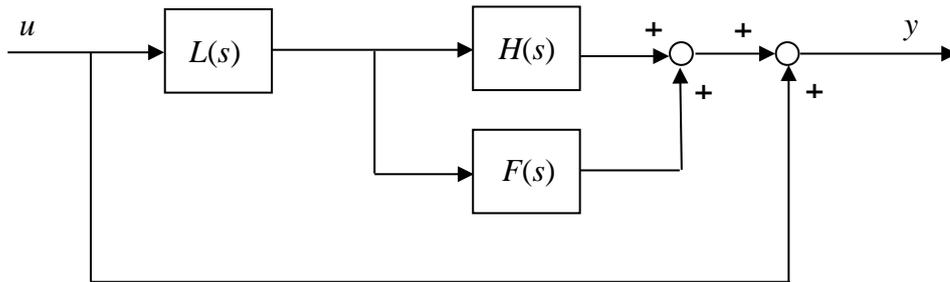
Si consideri il sistema LTI descritto dalle seguenti equazioni:

$$\begin{aligned}\dot{x}_1(t) &= \frac{1}{2}(2u(t) + x_2(t)) \\ \dot{x}_2(t) &= -(2x_2(t) + x_1(t)) \\ y(t) &= x_1(t) + x_2(t)\end{aligned}$$

- 1.1)** Calcolare stato e uscita di equilibrio corrispondenti al generico ingresso costante  $\bar{u}$ .
- 1.2)** Giudicare la stabilità di tutti gli stati di equilibrio.
- 1.3)** Calcolare la funzione di trasferimento  $G(s)$  tra l'ingresso  $u(t)$  e l'uscita  $y(t)$ .
- 1.4)** Valutare poli, zeri, guadagno e tipo della funzione di trasferimento  $G(s)$ . Sulla base di tali valori, disegnare poi l'andamento qualitativo della risposta allo scalino.

**ESERCIZIO 2**

Si consideri il sistema dinamico descritto dal seguente schema a blocchi:



**2.1)** Calcolare la funzione di trasferimento  $G(s)$  tra l'ingresso  $u(t)$  e l'uscita  $y(t)$ .

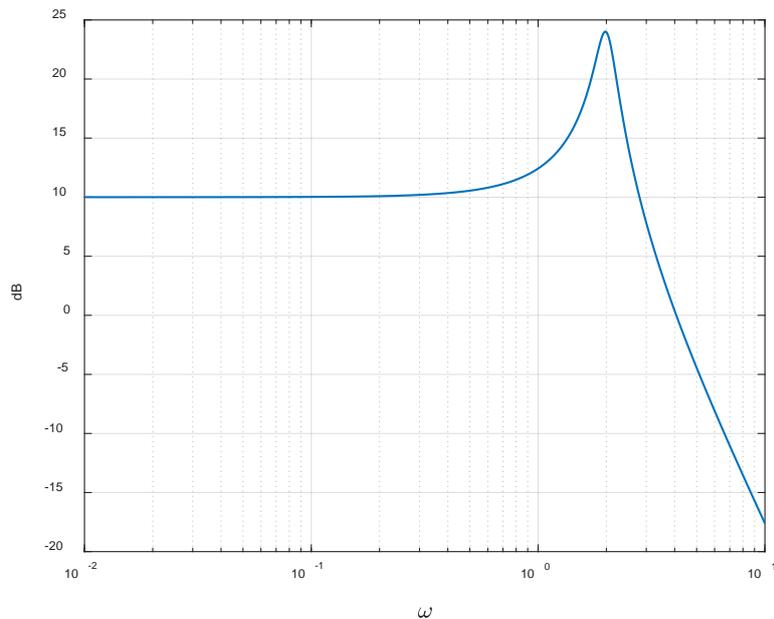
**2.2)** Dire, motivando la risposta, se la funzione di trasferimento  $G(s)$  può essere *strettamente propria*.

**2.3)** Supponendo  $L(s) = \frac{2}{s}$ ,  $H(s) = 3$ ,  $F(s) = \frac{1}{1+8s}$ , calcolare la risposta  $y(t)$  all'impulso  $u(t) = \text{imp}(t)$ .

**2.4)** Con riferimento alla risposta all'impulso, determinare il valore asintotico  $y(\infty)$  e valutare quanto tempo si deve aspettare perché tale valore venga raggiunto "in pratica".

### ESERCIZIO 3

Nella figura è mostrato il diagramma di Bode del modulo associato a un sistema del secondo ordine asintoticamente stabile con ingresso  $u(t)$  e uscita  $y(t)$  e funzione di trasferimento  $G(s)$ , con guadagno positivo.



**3.1)** Si valuti l'andamento a regime dell'uscita quando l'ingresso è  $u(t) = sca(t) + \cos(5t)$ .

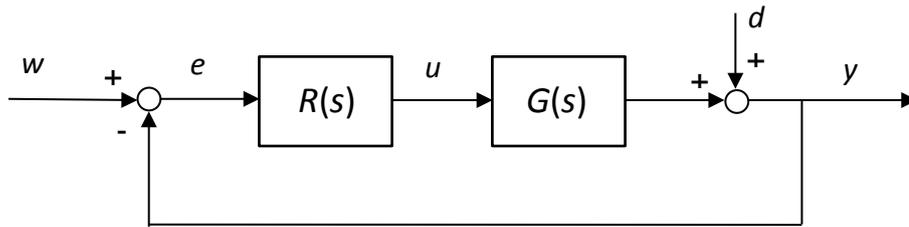
**3.2)** Spiegare perché il sistema non può essere classificato come un *filtro passa-basso*.

**3.3)** Dal diagramma di Bode ricavare una stima, anche approssimata, della funzione di trasferimento  $G(s)$ .

**3.4)** Considerando ora la risposta allo scalino del sistema, valutare approssimativamente il tempo di assestamento  $t_a$ , la massima sovraelongazione relativa  $\Delta$  e il periodo delle oscillazioni  $T$  (inteso come distanza tra due picchi successivi).

**ESERCIZIO 4**

Si consideri il seguente sistema di controllo.



4.1) Con riferimento a tale sistema si dica come andrebbe calcolata la *pulsazione critica*  $\omega_c$ .

4.2) Si spieghi perché è in generale opportuno ottenere un valore elevato di  $\omega_c$ .

4.3) Si spieghi quali sono invece almeno due considerazioni che suggeriscono di limitare il valore di  $\omega_c$ .

4.4) Nel caso in cui sia  $R(s) = 50$ ,  $G(s) = \frac{0.1}{1+4s}$ , calcolare il valore di  $\omega_c$ .