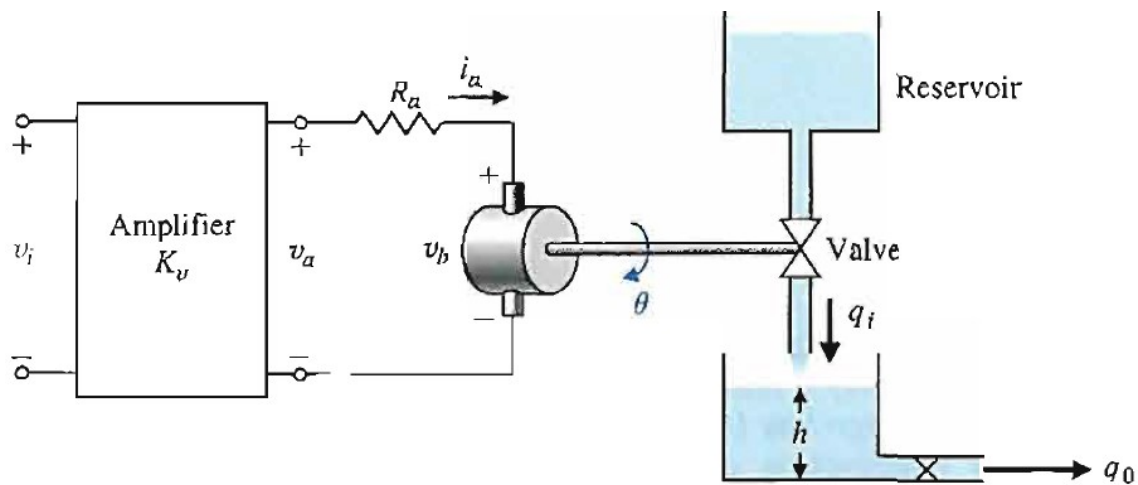


## Prova TIPO – E per:

- **Esame di “FONDAMENTI DI AUTOMATICA” (9 CFU):** 6 degli 8 esercizi numerici + 4 delle 5 domande a risposta multipla (v. ultime due pagine)  
**NOTA:** nell’effettiva prova d’esame i due esercizi e la domanda non richiesti verranno scartati a priori dal docente (lo studente riceverà un testo già adattato al numero di CFU)
- **Esame di “FONDAMENTI DI AUTOMATICA” (6 CFU) / “CONTROLLI AUTOMATICI”:** tutti gli 8 esercizi numerici + 5 domande a risposta multipla (v. ultime 2 pagine)

### ESERCIZIO 1.

Si consideri un sistema per il riempimento automatizzato di un serbatoio, caratterizzato da una valvola proporzionale azionata da un motore elettrico a corrente continua, secondo lo schema mostrato in figura:



(Figura adattata da “Modern Control Systems” di R. Dorf – R. Bishop, Pearson International Ed.)

Considerando trascurabili l’induttanza nel motore e l’attrito meccanico all’albero del gruppo motore/valvola, il modello matematico del sistema è costituito dalle seguenti equazioni:

$$R_a I_a + K_m \dot{\theta} = K_v v_i$$

$$J \ddot{\theta} = K_m I_a$$

$$P \dot{h} = K_i \theta - K_o h$$

Si determini il corrispondente modello dinamico nello spazio degli stati, del tipo:

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t); y(t) = Cx(t) + Du(t)$$

fissando le seguenti scelte per stato, ingresso e uscita:

$$x_1 = h; x_2 = \theta; x_3 = \dot{\theta}; u = v_i; y = h = x_1;$$

**RISPOSTA:**

$$A =$$

$$B =$$

$$C =$$

$$D =$$

---

## ESERCIZIO 2.

Dato il modello ottenuto nell'Esercizio 1, si sostituiscano i seguenti valori per i parametri fisici:

$$P = 0,5; K_i = 1; K_o = 0,5;$$

$$J = 0,25; R_a = 8; K_m = 2; K_v = 20;$$

e si verifichi se il sistema sia o meno completamente controllabile, calcolando la matrice di raggiungibilità ed il relativo rango.

**RISPOSTA:**

$$P =$$

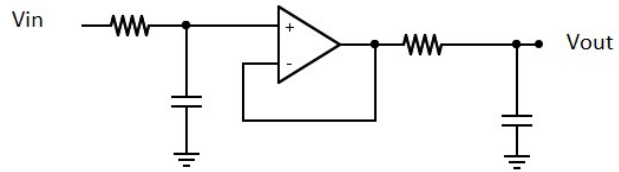
$$\text{rango}(P) =$$

Perciò il sistema E' / NON E' completamente controllabile.

---

### ESERCIZIO 3.

Un sistema costituito dal circuito elettronico del tipo mostrato a fianco risulta avere il seguente modello nello spazio degli stati:



$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t); y(t) = Cx(t)$$

con:

$$A = \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 2 & -3 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Si determini la funzione di trasferimento del sistema considerato.

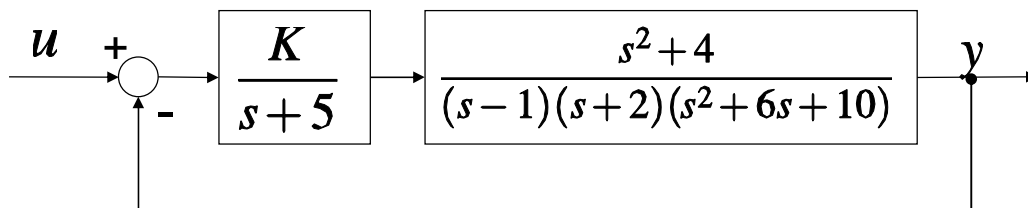
**RISPOSTA:**

$$G(s) =$$

---

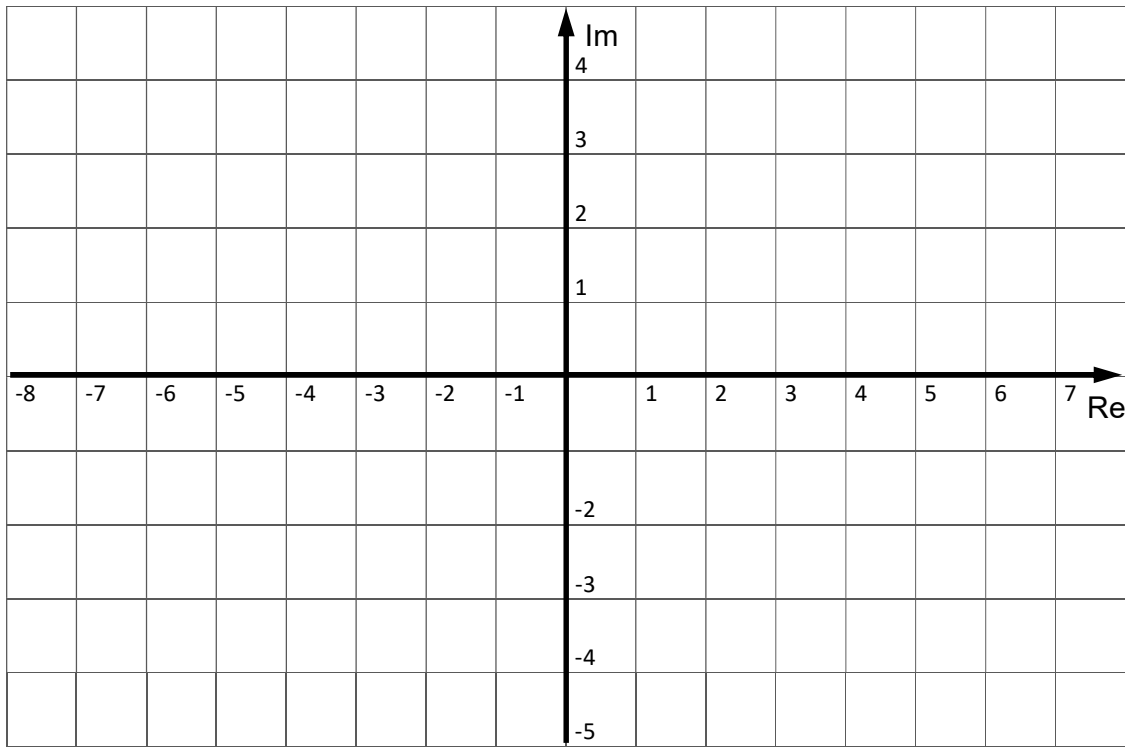
### ESERCIZIO 4.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



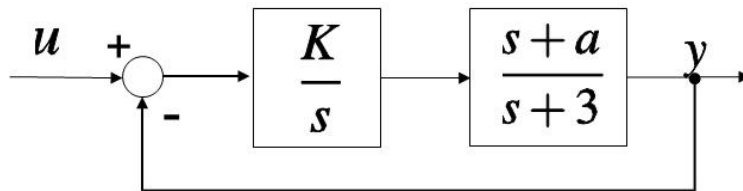
si disegni il corrispondente luogo delle radici valido per  $K > 0$  (luogo diretto).

**RISPOSTA:**



**ESERCIZIO 5.**

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



si determinino i valori di  $K$  e  $a$  tali che il sistema ad anello chiuso risulti avere una coppia di poli complessi e coniugati in  $p_{1,2} = -1 \pm j 2$

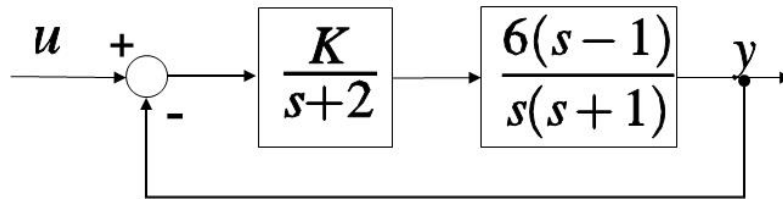
**RISPOSTA:**

$$K =$$

$$a =$$

### ESERCIZIO 6.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



si determini l'intervallo di valori di  $K$  tali per cui il sistema ad anello chiuso risulti essere ASINTOTICAMENTE STABILE.

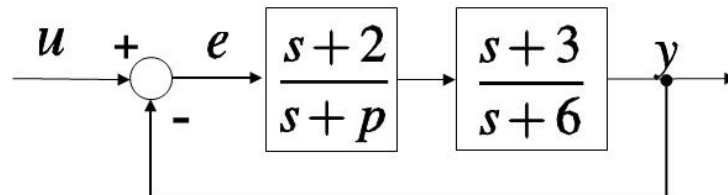
**RISPOSTA:**

$K$

---

### ESERCIZIO 7.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



si calcoli il valore di  $p$  tale per cui risulti

$$\lim_{t \rightarrow \infty} e(t) = 0$$

quando all'ingresso  $u(t)$  è applicato un gradino unitario, cioè:

$$u(s) = \frac{1}{s}$$

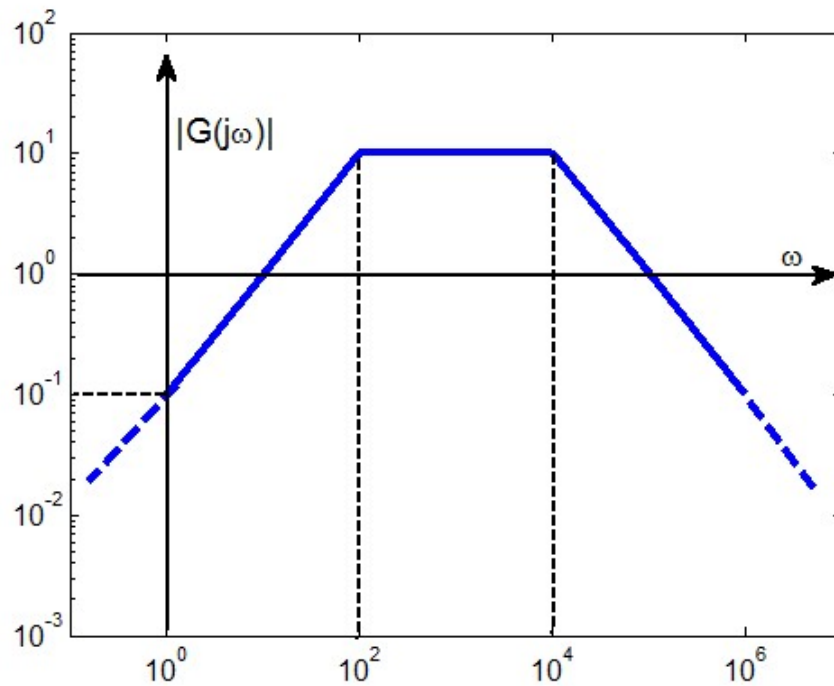
**RISPOSTA:**

$p =$

---

### ESERCIZIO 8.

Dato il seguente diagramma di Bode delle ampiezze:



si determinino i coefficienti della corrispondente funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{K(s+p)}{(1+\tau_1 s)(1+\tau_2 s)}$$

supponendo che sia a fase minima:

**RISPOSTA:**

K =            p =             $\tau_1$  =             $\tau_2$  =

---

## TEST A RISPOSTA MULTIPLA

---

### DOMANDA 1.

Un sistema singolo ingresso / singola uscita, descritto dal modello matematico

$$\dot{x}(t) = u(t); \quad y(t) = x(t)$$

- è semplicemente stabile
- ha una funzione di trasferimento con un polo nullo
- ha una funzione di trasferimento con un polo a modulo unitario
- è puramente dinamico

### DOMANDA 2.

Il sistema lineare e stazionario la cui funzione di trasferimento  $G(s)$  ha tutti i poli posizionati sull'asse immaginario, ciascuno avente molteplicità unitaria:

- è instabile
- è asintoticamente stabile
- è semplicemente stabile
- dipende dal posizionamento degli zeri

### DOMANDA 3.

La funzione di trasferimento  $G(s)$  di un sistema asintoticamente stabile:

- può avere poli a parte reale positiva
- può avere zeri a parte reale positiva
- è certamente a fase minima
- può avere poli puramente immaginari

### DOMANDA 4.

La risposta impulsiva del sistema avente la seguente funzione di trasferimento:

$$G(s) = \frac{1}{s^2(s+3)}$$

- è limitata, ma non tende a zero per  $t \rightarrow \infty$
- è limitata e tende a zero per  $t \rightarrow \infty$
- tende a  $\infty$  per  $t \rightarrow \infty$
- può tendere a  $\infty$  in un intervallo di tempo limitato

### DOMANDA 5.

L'errore a regime del sistema:

$$G(s) = \frac{1}{s^2(s+2)}$$

chiuso in retroazione unitaria negativa, quando in ingresso è presente una rampa unitaria:

$$u(s) = \frac{1}{s^2}$$

è pari a:

$e(\infty) = 10$

$e(\infty) = 1$

$e(\infty) = 0,1$

$e(\infty) = 0$