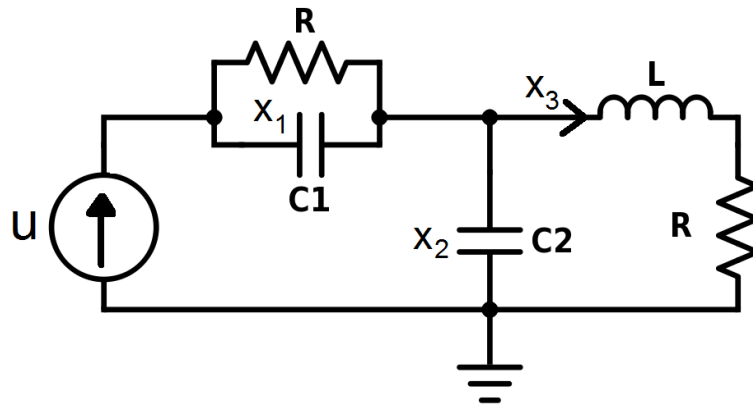


Prova TIPO – F per:

- **Esame di “FONDAMENTI DI AUTOMATICA” (9 crediti):** 6 dei 10 esercizi numerici (nell’effettiva prova d’esame verranno selezionati a priori dal docente) + domande a risposta multipla (v. ultime due pagine)
 - **Esame di “FONDAMENTI DI AUTOMATICA” (6 crediti) / “CONTROLLI AUTOMATICI”:** tutti i 10 esercizi numerici (escluse le domande a risposta multipla nelle ultime 2 pagine)
-

ESERCIZIO 1.

Si consideri il seguente circuito elettrico passivo:



Applicando le leggi di Kirchhoff e le formule di base dei componenti RLC, si ottiene il seguente modello matematico:

$$C_1 \dot{x}_1 + \frac{x_1}{R} = u$$

$$C_2 \dot{x}_2 + x_3 = u$$

$$L \dot{x}_3 + R x_3 = x_2$$

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

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

considerando le ovvie scelte per stato e ingresso, mentre l’uscita sia fissata $y = x_1$;

RISPOSTA:

$$A =$$

$$B =$$

$$C =$$

$$D =$$

ESERCIZIO 2.

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

$$R = 2; \quad C_1 = 0,25; \quad C_2 = 0,5; \quad L = 0,25;$$

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

RISPOSTA:

$$Q^T =$$

$$\text{rango}(Q^T) =$$

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

ESERCIZIO 3.

Per il sistema con i valori numerici indicati nell'Esercizio 2, si progetti un osservatore in catena chiusa dello stato (osservatore identità), cioè del tipo:

$$\dot{\hat{x}}(t) = A\hat{x}(t) + Bu(t) + K(C\hat{x}(t) - y(t))$$

i cui autovalori assegnabili risultino tutti reali ed uguali tra loro (se quelli assegnabili sono più di uno), con un tempo di assestamento (al 5%) di 0,1 secondi.

RISPOSTA:

$$K =$$

ESERCIZIO 4.

Si calcoli la risposta impulsiva del sistema descritto dal seguente modello matematico ingresso-uscita nel dominio del tempo:

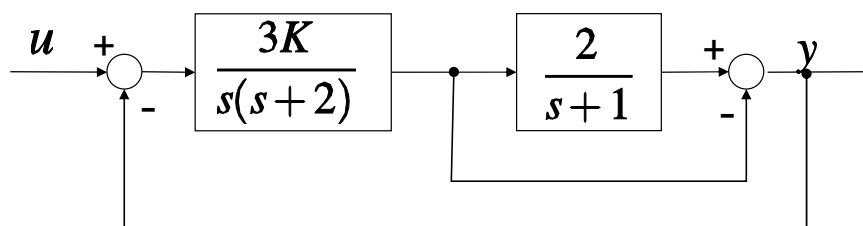
$$\dot{y}(t) + 4y(t) = 2u(t)$$

RISPOSTA:

$$W(t) =$$

ESERCIZIO 5.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



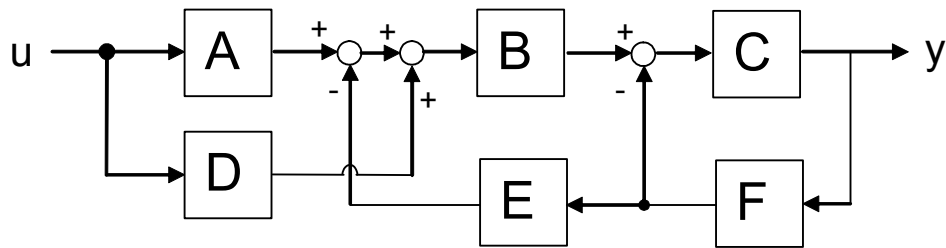
si determini l'intervallo di valori di K tali per cui il sistema ad anello chiuso risulti essere ASINTOTICAMENTE STABILE.

RISPOSTA:

$$K$$

ESERCIZIO 6.

Si determini la funzione di trasferimento del seguente schema a blocchi:

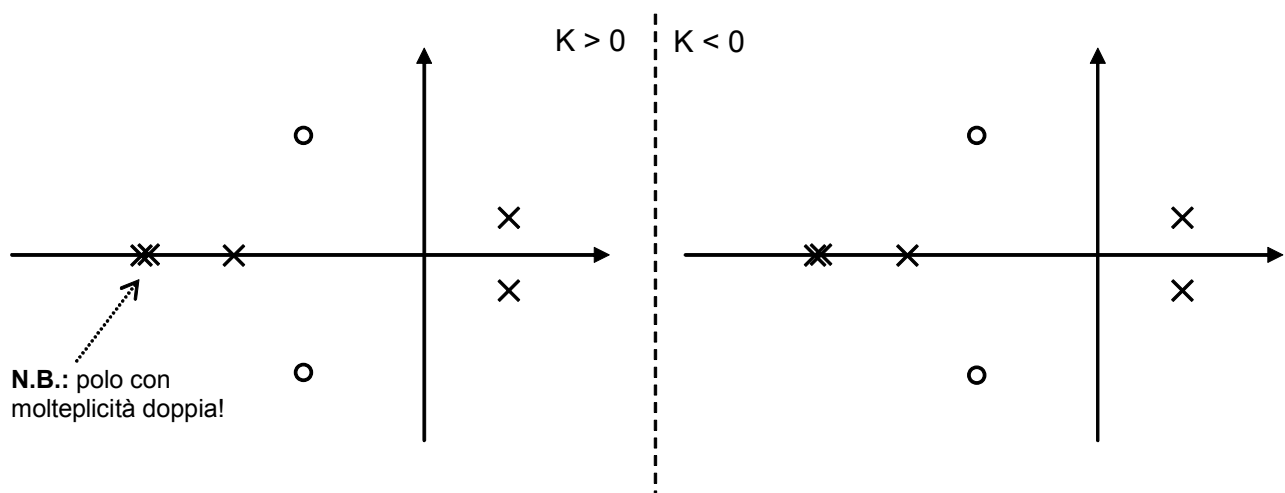


RISPOSTA:

$$Y / U =$$

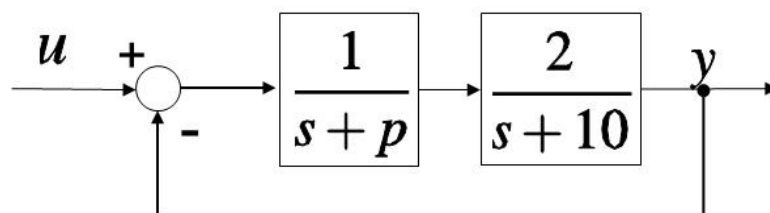
ESERCIZIO 7.

Si tracci l'andamento qualitativo del luogo delle radici per un sistema in retroazione la cui funzione di trasferimento d'anello abbia poli (X) e zeri (O) come indicato in figura:



ESERCIZIO 8.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



si calcoli il valore di p per il quale il sistema chiuso in retroazione risulti avere tempo di assestamento pari a 0,3 secondi.

RISPOSTA:

$$p =$$

ESERCIZIO 9.

Si calcoli la risposta $y(t)$ del sistema avente funzione di trasferimento ed al quale è applicato un ingresso a gradino unitario (trasformata di Laplace $U(s) = 1/s$):

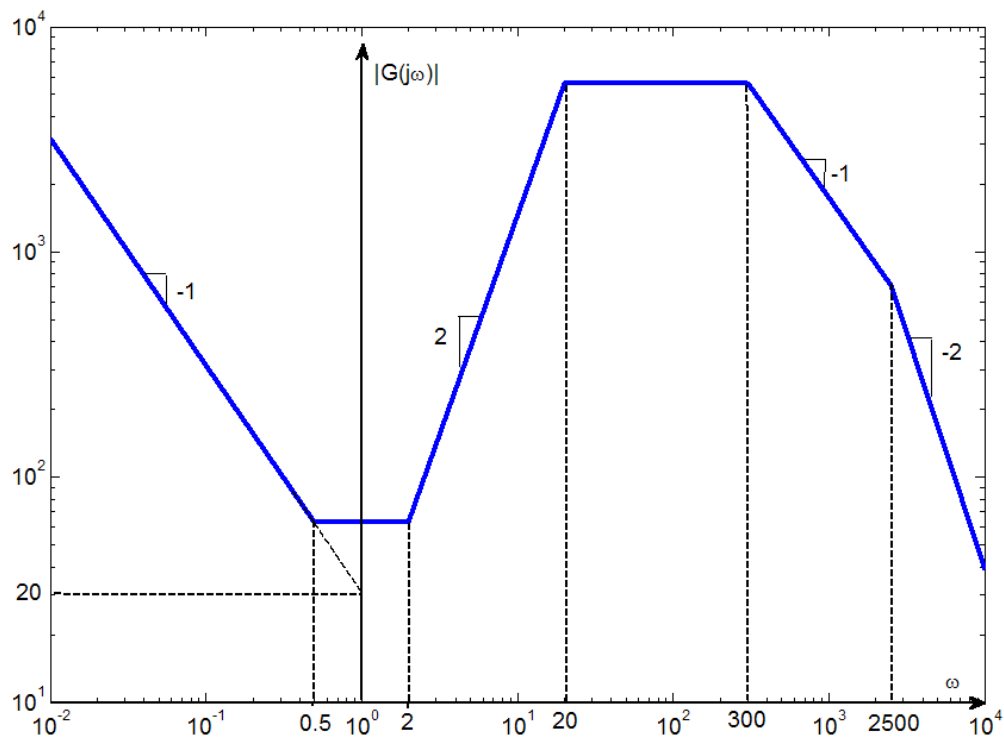
$$G(s) = \frac{7s+24}{s^2+7s+12}$$

RISPOSTA:

$$y(t) =$$

ESERCIZIO 10.

Dato il seguente diagramma di Bode delle ampiezze:



si determinino le incognite della corrispondente funzione di trasferimento, supposta a fase minima:

$$G(s) = \frac{K(1+2s)(1+as)^{m_a}}{s(1+\frac{s}{20})^2(1+bs)^{n_b}(1+\frac{s}{2500})}$$

RISPOSTA:

$K =$

$a =$

$m_a =$

$b =$

$n_b =$

TEST A RISPOSTA MULTIPLA

DOMANDA 1.

La stabilità di un sistema lineare e stazionario:

- ☐ È funzione delle condizioni iniziali di un sistema
- ☐ È funzione del valore degli ingressi
- ☐ È funzione del valore dei disturbi
- ☐ È funzione degli autovalori del sistema

DOMANDA 2.

L'ingresso $u(t)$ e l'uscita $y(t)$ di un sistema sono legati dalla relazione $\dot{y}(t) = u(t)$

Tale sistema:

- ☐ ha una funzione di trasferimento pari a $G(s) = Y(s) / U(s) = s$
- ☐ ha una funzione di trasferimento pari a $G(s) = Y(s) / U(s) = 1 / s$
- ☐ ha una funzione di trasferimento pari a $G(s) = Y(s) / U(s) = 1 / (s+1)$
- ☐ è puramente dinamico

DOMANDA 3.

La matrice di trasferimento del sistema dinamico lineare, stazionario e tempo continuo:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = A(t)x(t) + B(t)u(t) \\ y(t) = C(t)x(t) + D(t)u(t) \end{cases}$$

è data da:

- ☐ $BA^{-1}C + D$
- ☐ $C(sI - A)^{-1}B + D$
- ☐ $\text{agg}(sI - A) / \det(sI - A)$
- ☐ $Ce^{As}B + D$

DOMANDA 4.

Il luogo delle radici di una funzione di trasferimento di anello avente n poli e m zeri, con $n > m$, presenta almeno un asintoto reale:

- ☐ quando $K > 0$ (luogo diretto) e $n - m$ è dispari
- ☐ quando $K > 0$ (luogo diretto) e $n - m$ è pari
- ☐ quando $K < 0$ (luogo inverso) e $n - m$ è dispari
- ☐ quando $K < 0$ (luogo inverso) e $n - m$ è pari

DOMANDA 5.

Sia $F(s)$ una funzione razionale fratta nella variabile di Laplace s . La scomposizione in fratti semplici mediante il metodo dei residui, cioè:

$$F(s) = \frac{N(s)}{D(s)} = \sum_{i=1}^n \frac{k_i}{s - p_i}$$

nella quale i valori p_i sono i poli (tutti distinti) di $F(s)$, n è il grado di $D(s)$, m è il grado di $N(s)$ e:

$$k_i = \left[(s - p_i) \frac{N(s)}{D(s)} \right]_{s=p_i}$$

- ☐ è sempre possibile
- ☐ è possibile solo se la funzione $F(s)$ è propria ($m \leq n$)
- ☐ è possibile solo se la funzione $F(s)$ è strettamente propria ($m < n$)
- ☐ è sempre impossibile

DOMANDA 6.

Il criterio di Routh per lo studio di stabilità di un sistema retroazionato:

- ☐ è un criterio necessario e sufficiente
- ☐ è un criterio solo sufficiente
- ☐ si applica solo a sistemi ad anello aperto che siano stabili
- ☐ è un metodo basato sull'approssimazione

DOMANDA 7.

Posto $0 < b < a$, il sistema avente la funzione di trasferimento:

$$G(s) = \frac{(s+a)}{(s+b)}$$

risulta essere:

- ☐ una rete anticipatrice a guadagno statico (i.e. $G(0)$) unitario
- ☐ una rete anticipatrice a guadagno statico (i.e. $G(0)$) non unitario
- ☐ una rete ritardatrice a guadagno statico (i.e. $G(0)$) unitario
- ☐ una rete ritardatrice a guadagno statico (i.e. $G(0)$) non unitario

DOMANDA 8.

Il sistema avente la seguente funzione di trasferimento:

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

può essere reso asintoticamente stabile con uno schema ad anello chiuso che includa:

- ☐ un regolatore P
- ☐ un regolatore PI
- ☐ un regolatore PD
- ☐ un filtro passa-basso del primo ordine