Esame di “FONDAMENTI DI AUTOMATICA” (6 crediti) / “CONTROLLI AUTOMATICI” (A.A. fino al 2017/2018)

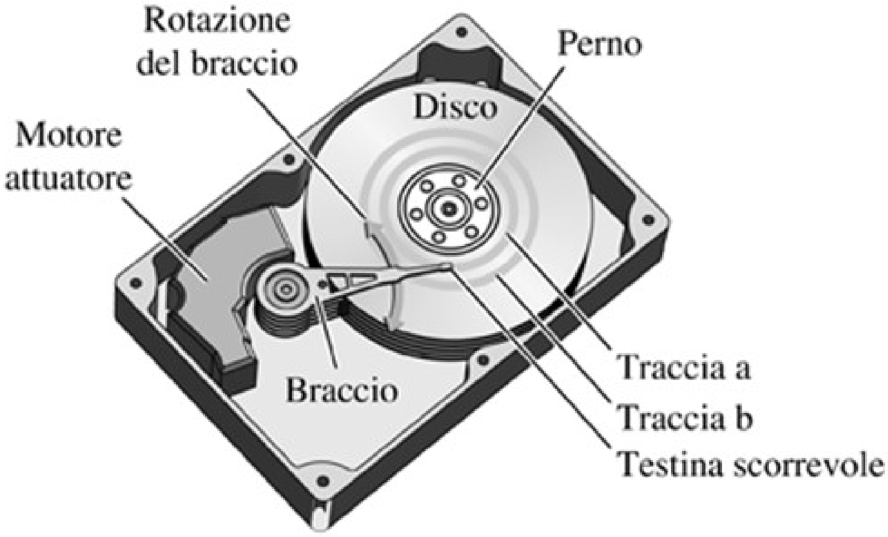
Prova scritta – 21 febbraio 2020

COGNOME e NOME: ____

MATRICOLA: ____

ESERCIZIO 1.

Si consideri il meccanismo di posizionamento della testina di lettura di un hard-disk, la costruzione è mostrata nella seguente figura:



(fonte: "Controlli automatici" – R.C.Dorf, R.H. Bishop, Ed. Pearson)

Considerando solamente le equazioni dinamiche del motore (normalmente di tipo *Voice-Coil*) per la rotazione del braccio di supporto della testina e la meccanica flessibile dello stesso braccio, si ottiene un modello matematico semplificato descritto dalle seguenti equazioni differenziali:

$$L_a \dot{I}_a + R_a I_a + K_m \dot{\theta} = V_m$$

$$J_t \ddot{\theta} + B_t \dot{\theta} + K_t \theta = K_m I_a$$

Si determini il corrispondente modello dinamico nello spazio degli stati, <u>di ordine 3</u> e del tipo:

$$\dot{x}(t) = \boldsymbol{A}x(t) + \boldsymbol{B}u(t);\; y(t) = \boldsymbol{C}x(t) + \boldsymbol{D}u(t)$$

Fissando le seguenti scelte per le variabili di stato, ingresso e uscita:

$$x_1 = I_a;\; x_2 = \theta;\; x_3 = \dot{\theta};\; u = V_m;\; y = x_2;$$

RISPOSTA:

A = *B* =

C = *D* =

ESERCIZIO 2.

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

L_a = 0,1 ; R_a = 1; K_m = 8; K_t = 4; B_t = 0,8 ; J_t = 0,2

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

RISPOSTA:

Q^T = rango(Q^T) =

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

ESERCIZIO 3.

Dato il seguente sistema dinamico ed il corrispondente valore dello stato all'istante $t = 3$ secondi:

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -3 \end{bmatrix} x(t) \qquad x(3) = \begin{bmatrix} 3e^{-4} \\ e^{-6} \end{bmatrix}$$

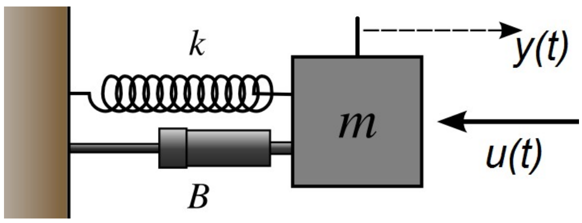
Si calcoli il valore dello stato $x(t)$ all'istante $t = 1$ secondo:

RISPOSTA:

x(1) =

ESERCIZIO 4.

Si consideri il seguente sistema massa-molla-smorzatore (ingresso = forza applicata, uscita = spostamento della massa):



per il quale il modello matematico nello spazio degli stati risulta essere:

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

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

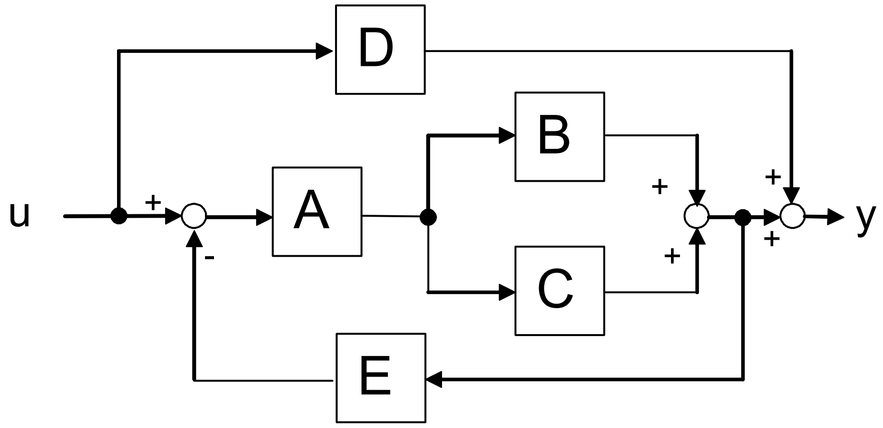
Si determini la corrispondente funzione di trasferimento G(s).

RISPOSTA:

G(s) =

ESERCIZIO 5.

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

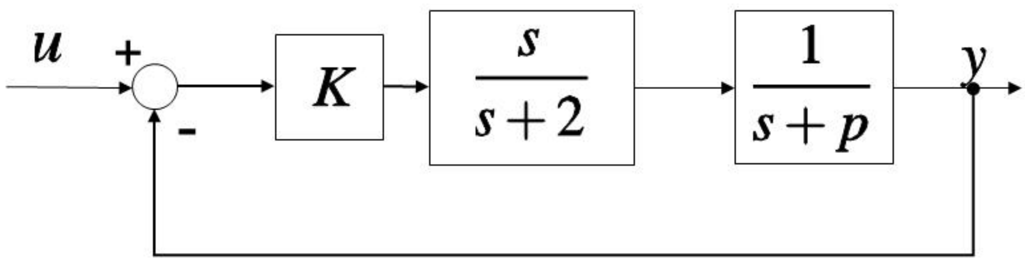


RISPOSTA:

Y / U =

ESERCIZIO 6.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



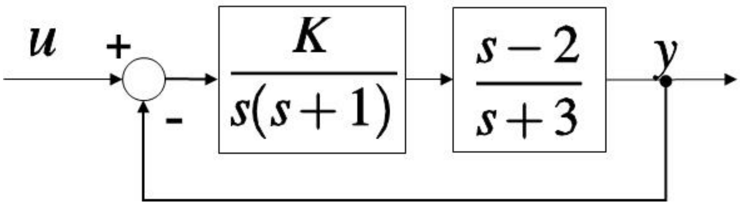
si determinino i valori di K e p tali che il sistema ad anello chiuso risulti avere pulsazione naturale $\omega_n = 12$ e tempo di assestamento $T_a = 0.6$ secondi.

RISPOSTA:

$K =$ $p =$

ESERCIZIO 7.

Dato il seguente sistema in retroazione:



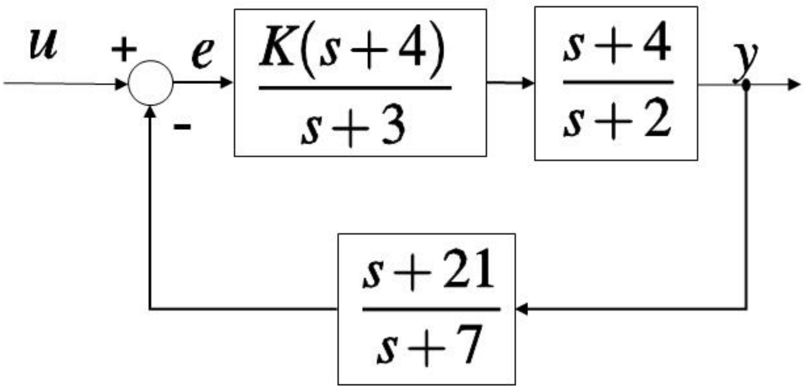
si calcoli il valore di $K \neq 0$ tale per cui il sistema considerato risulti <u>SEMPLICEMENTE STABILE</u>. Una volta determinato il valore di K, si calcolino i corrispondenti poli puramente immaginari.

RISPOSTA:

K = $p_{1,2}$ =

ESERCIZIO 8.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



si determini il valore di K tale per cui il sistema risulti avere errore a regime pari a:

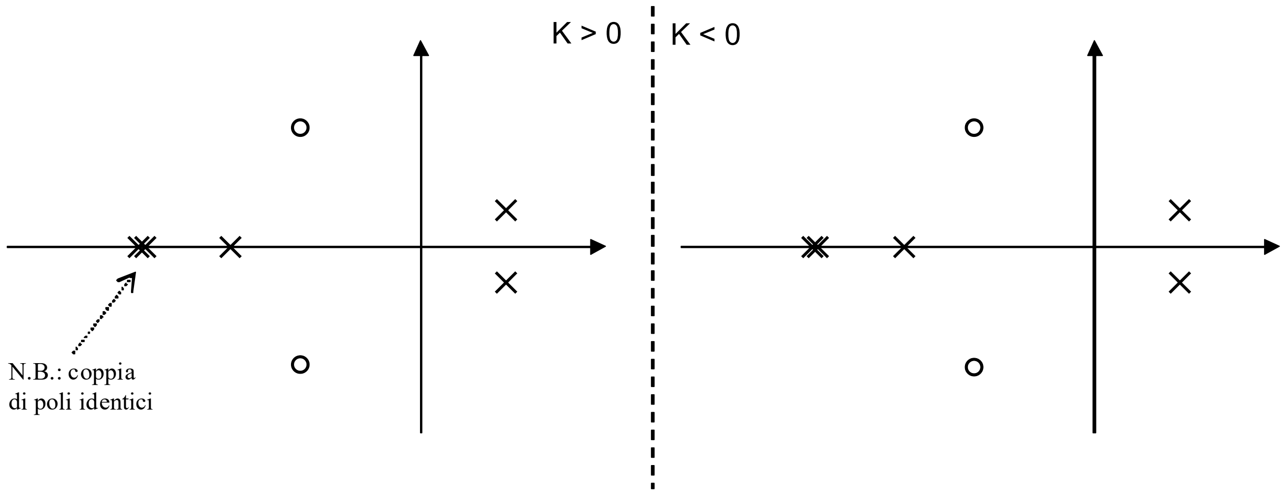
$e(\infty) = 0,2$ con ingresso a gradino unitario ($U(s) = 1/s$)

RISPOSTA:

K =

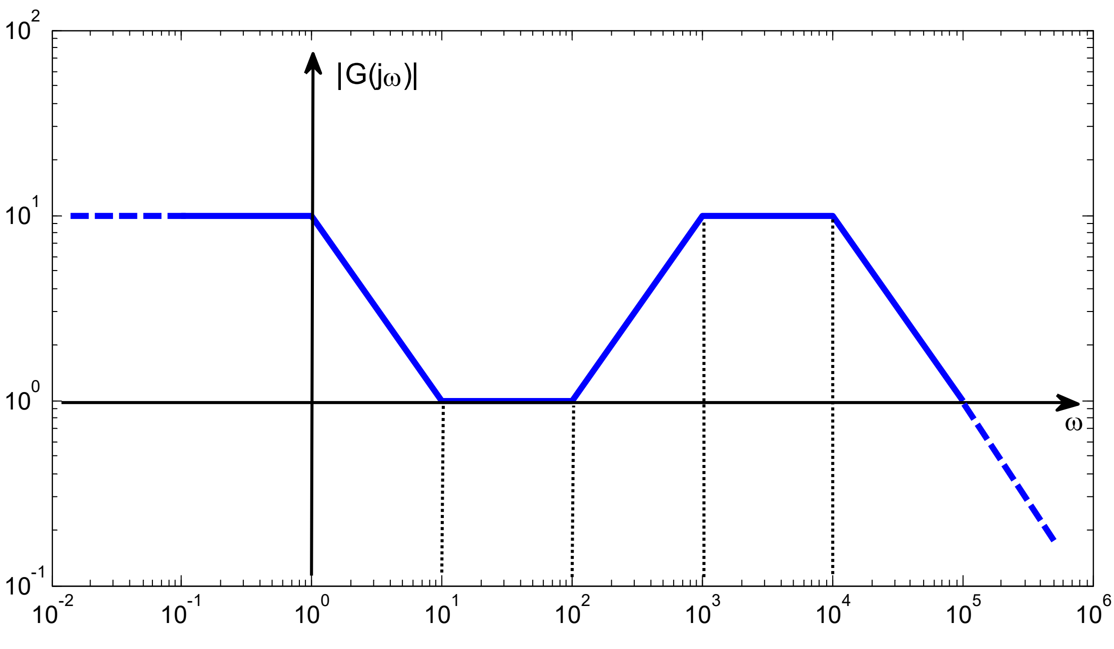
ESERCIZIO 9.

Si tracci l'andamento qualitativo del luogo delle radici del sistema con poli (x) e zeri (o) della funzione di trasferimento d'anello come indicato in figura:



ESERCIZIO 10.

Dato il seguente diagramma di Bode delle ampiezze:



si determini la funzione di trasferimento $G(s)$, supposta a fase minima.

RISPOSTA:

$$G(s)=$$