

Esame di “FONDAMENTI DI AUTOMATICA” (6 crediti) / “CONTROLLI AUTOMATICI”

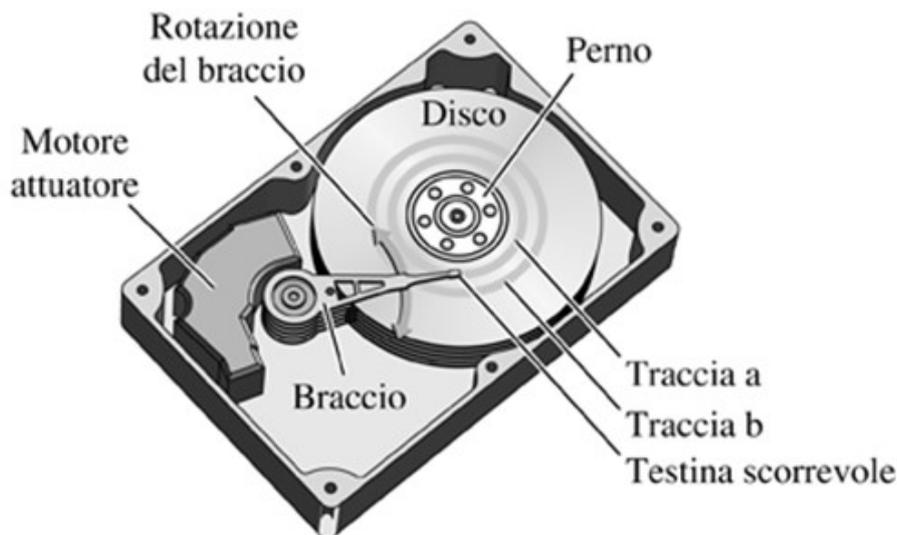
Prova scritta – 21 febbraio 2020

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, di ordine 3 e del tipo:

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

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 completamente osservabile, calcolando la matrice di osservabilità ed il relativo rango.

RISPOSTA:

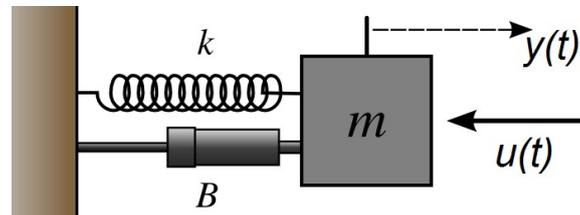
$$Q^T =$$

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

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

ESERCIZIO 3.

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:

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

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

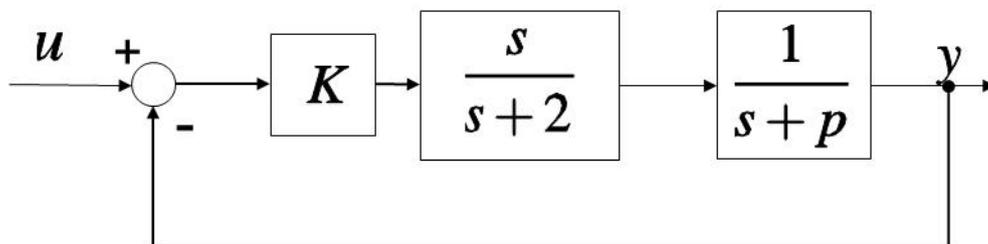
Si determini la corrispondente funzione di trasferimento $G(s)$.

RISPOSTA:

$$G(s) =$$

ESERCIZIO 4.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



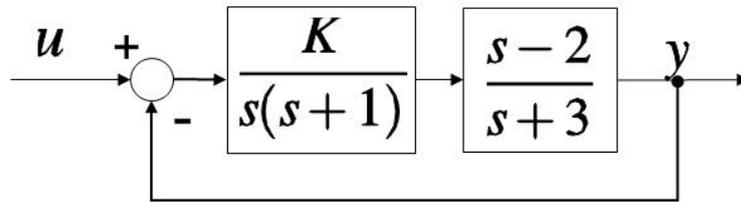
si determinino i valori di K e p tali che il sistema ad anello chiuso risulti avere pulsazione naturale $\omega_n = 12$ e tempo di assestamento $T_a = 0.6$ secondi.

RISPOSTA:

$$K = \quad p =$$

ESERCIZIO 5.

Dato il seguente sistema in retroazione:



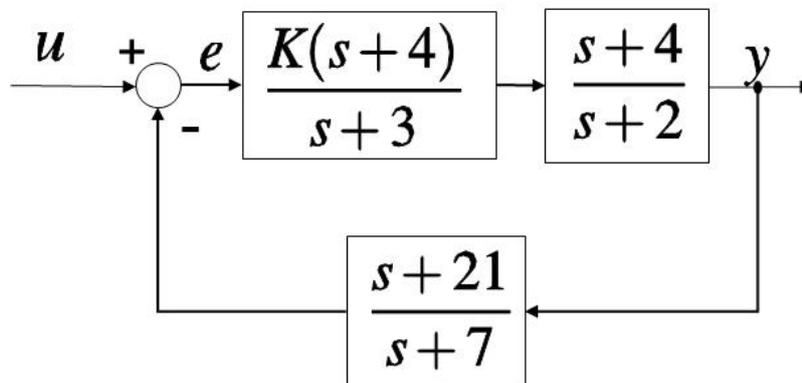
si calcoli il valore di $K \neq 0$ tale per cui il sistema considerato risulti SEMPLICEMENTE STABILE. Una volta determinato il valore di K , si calcolino i corrispondenti poli puramente immaginari.

RISPOSTA:

$$K = \qquad p_{1,2} =$$

ESERCIZIO 6.

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:

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

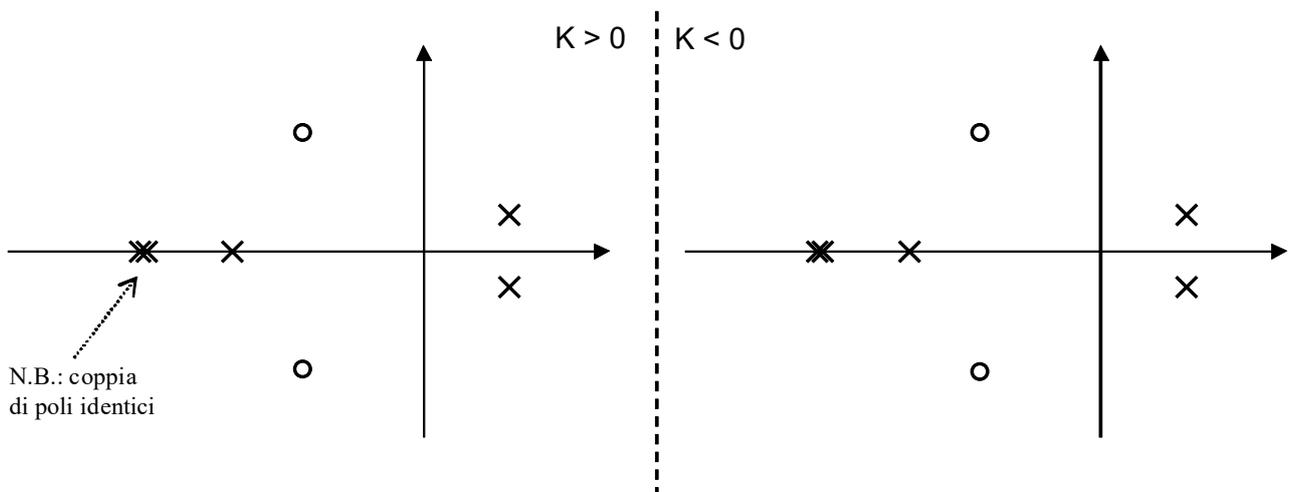
RISPOSTA:

$$K =$$

ESERCIZIO 7.

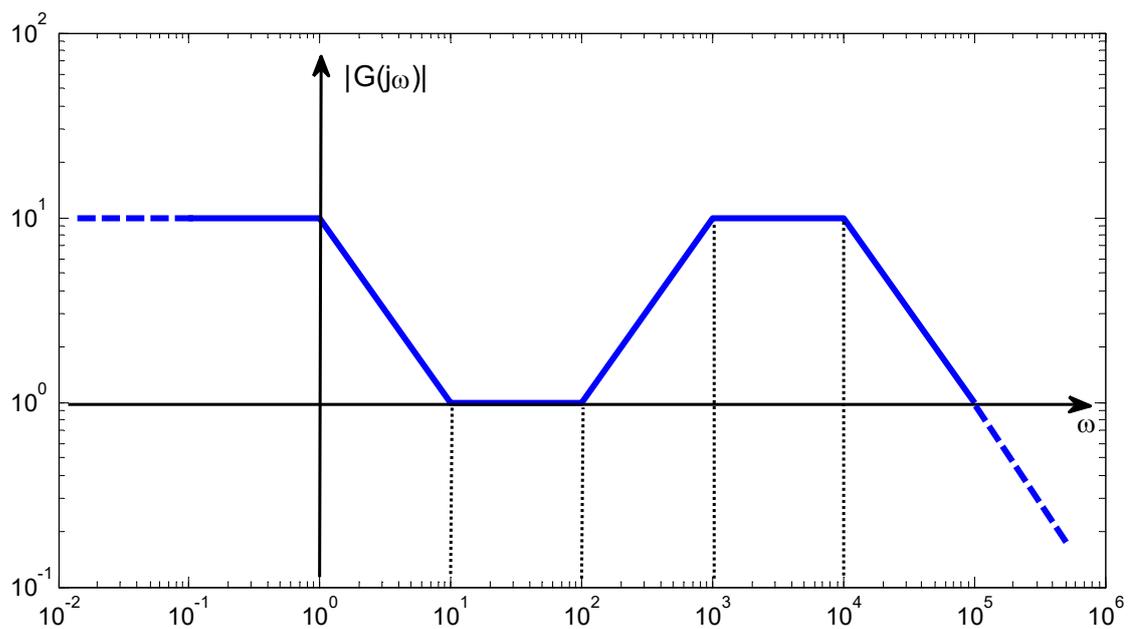
Si tracci l'andamento qualitativo del luogo delle radici del sistema con poli (x) e zeri (o)

della funzione di trasferimento d'anello come indicato in figura:



ESERCIZIO 8.

Dato il seguente diagramma di Bode delle ampiezze:



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

RISPOSTA:

$$G(s) =$$

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

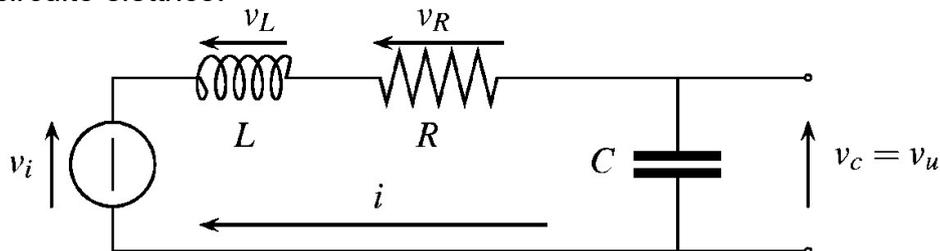
DOMANDA 2.

Gli elementi dell'esponenziale e^{At} di una matrice A (ad elementi reali) NON tendono a zero quanto t tende all'infinito. Ne consegue che la matrice A:

- è singolare
- ha tutti gli autovalori a parte reale positiva
- ha tutti gli autovalori a parte reale negativa
- ha almeno un autovalore con parte reale nulla o positiva

DOMANDA 3.

Il seguente circuito elettrico:



costituisce un sistema che, per qualunque valore di $L > 0$, $R > 0$ e $C > 0$:

- è instabile
- è asintoticamente stabile
- è semplicemente stabile
- è caratterizzato da una funzione di trasferimento del primo ordine

DOMANDA 4.

Il tempo di assestamento (al +/- 5%) del sistema avente la seguente funzione di trasferimento:

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

risulta essere

- $T_a = 1$
- $T_a = 2$
- $T_a = 3$
- $T_a = 3/2$

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:

- $e(\infty) = 0$
- $e(\infty) = 1$
- $e(\infty) = 2$
- $e(\infty) = 3$