

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

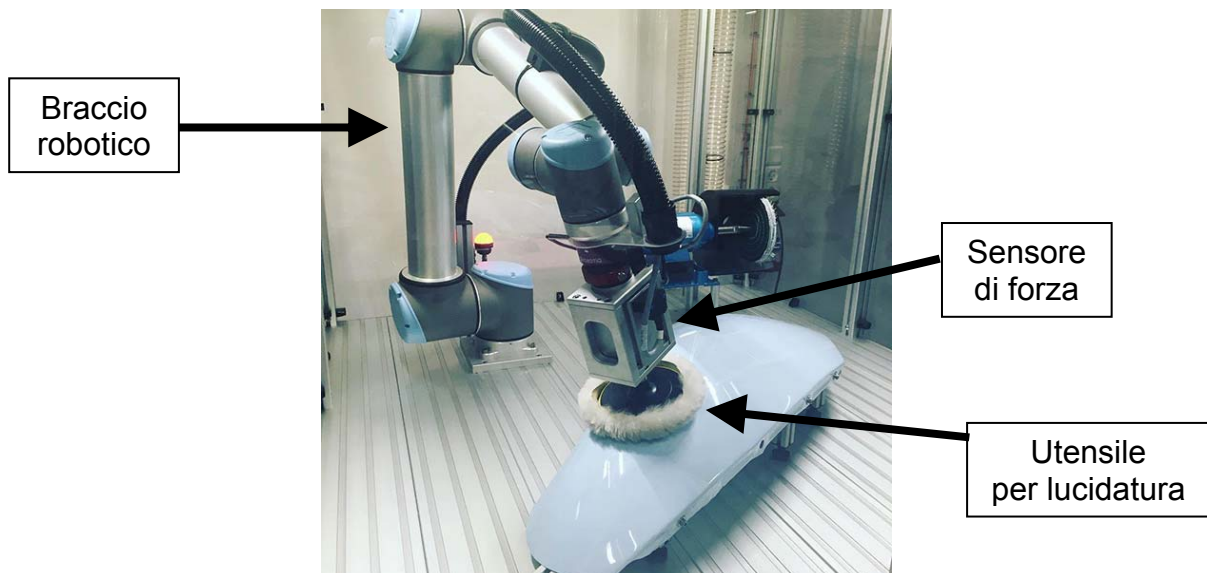
Prova scritta – 28 giugno 2018

COGNOME e NOME: _____

MATRICOLA: _____

ESERCIZIO 1.

Si vuole realizzare un sistema robotico per la lucidatura automatica della superficie di lamiera, costituito da un braccio meccanico articolato sulla cui flangia terminale è installato l'utensile per lucidatura. Tra la flangia del robot e l'utensile vero e proprio è inserito un sensore di forza, allo scopo di mantenere sempre l'utensile in contatto con la superficie da lucidare anche qualora questa non sia planare, regolando la forza di contatto misurata.



Considerando solo movimenti e forze nella direzione normale alla superficie da lucidare, che la posizione della superficie di contatto p_s sia sempre l'origine degli spostamenti (i.e. $p_s=0$), che la posizione dell'utensile sia governata dalla forza generata da un attuatore elettrico comandato da una tensione proporzionale all'errore rispetto a un riferimento p_i e che la forza di contatto sia proporzionale alla differenza tra la posizione dell'utensile p_r e p_s , il modello del sistema si può descrivere con le seguenti equazioni:

$$L_m \dot{I}_m + R_m I_m + K_m \dot{p}_r = K_c (p_i - p_r)$$

$$M \ddot{p}_r + B_d \dot{p}_r + F_n = K_m I_m$$

$$F_n = K_s (p_r - p_s) = K_s p_r$$

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:

$$x_1 = p_r; x_2 = \dot{p}_r; x_3 = I_m; u = p_i; y = F_n;$$

RISPOSTA:

$$A =$$

$$B =$$

$$C =$$

$$D =$$

ESERCIZIO 2.

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

$$R_m = 0,4; \quad L_m = 0,1; \quad K_m = 1; \quad K_c = 4;$$

$$M = 2; \quad B_d = 4; \quad K_s = 6;$$

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:

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

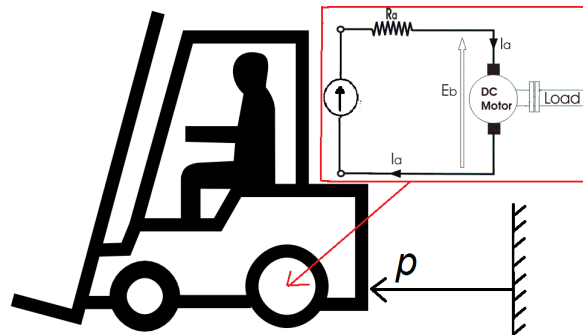
i cui autovalori assegnabili risultino tutti reali ed uguali tra loro (se quelli assegnabili sono più di uno), con un tempo di assestamento (al 5%) di 0,5 secondi.

RISPOSTA:

$$K =$$

ESERCIZIO 4.

Un carrello elevatore azionato da un motore elettrico comandato in corrente, del tipo schematizzato nella figura seguente:



risulta avere il seguente modello nello spazio degli stati:

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

con:

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

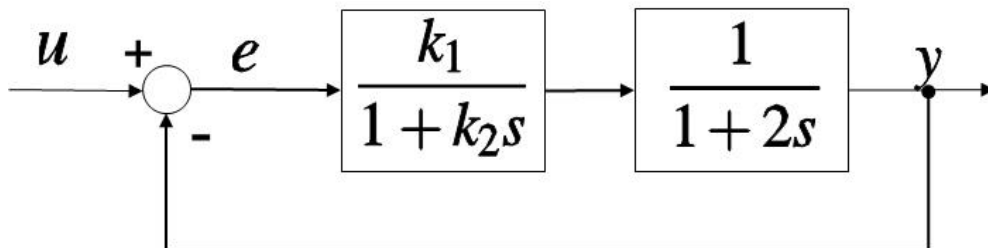
Si calcoli la corrispondente funzione di trasferimento del sistema considerato.

RISPOSTA:

$$G(s) =$$

ESERCIZIO 5.

Dato il seguente sistema in retroazione:



si progettino i valori di k_1 e k_2 tali per cui il sistema ad anello chiuso risulti avere tempo di assestamento $T_a = 0,4$ secondi e pulsazione naturale $\omega_n = 2,5$ rad/s.

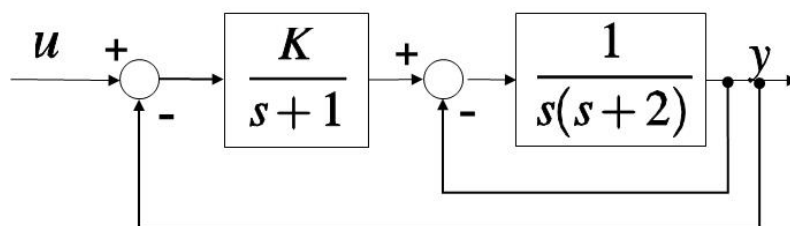
RISPOSTA:

$$k_1 =$$

$$k_2 =$$

ESERCIZIO 6.

Dato il sistema descritto dallo schema a blocchi della seguente figura:



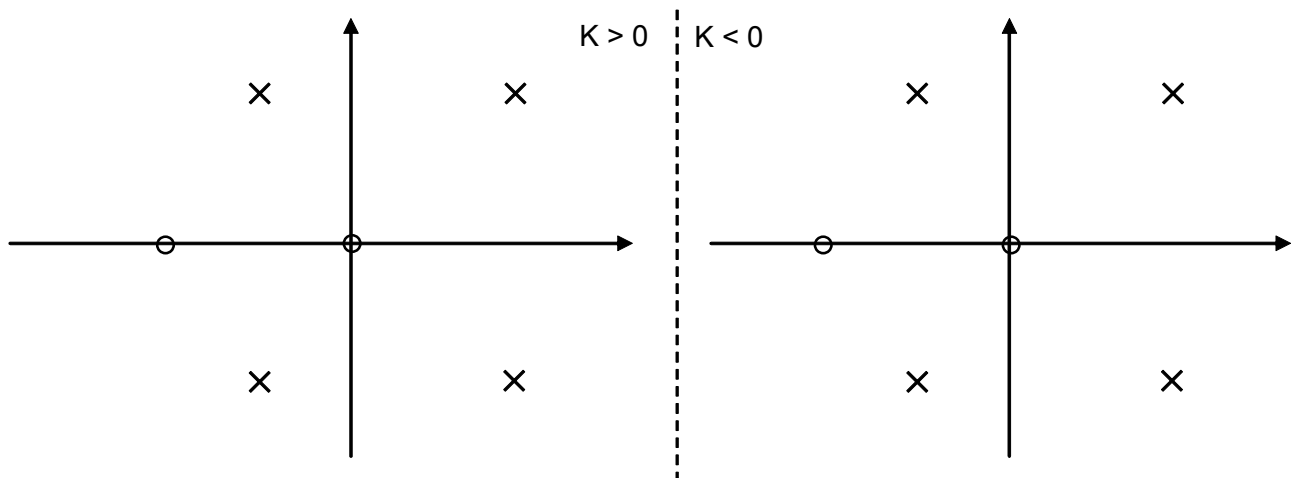
determinare l'intervallo dei valori di K per i quali il sistema complessivo risulti asintoticamente stabile

RISPOSTA:

$$K$$

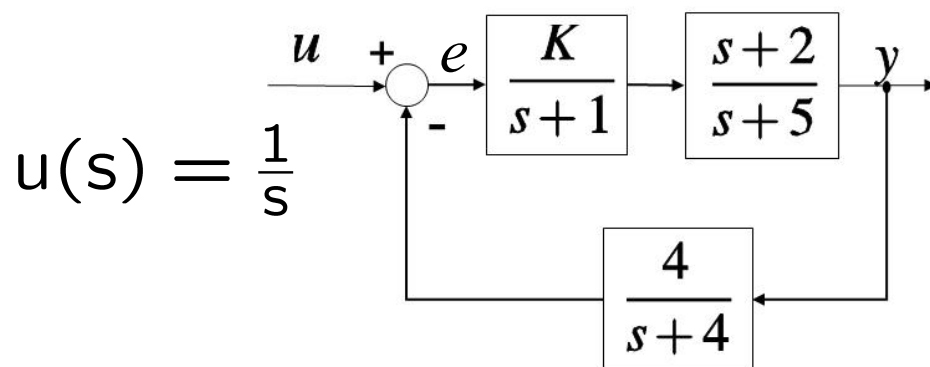
ESERCIZIO 7.

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 sistema descritto dallo schema a blocchi della seguente figura



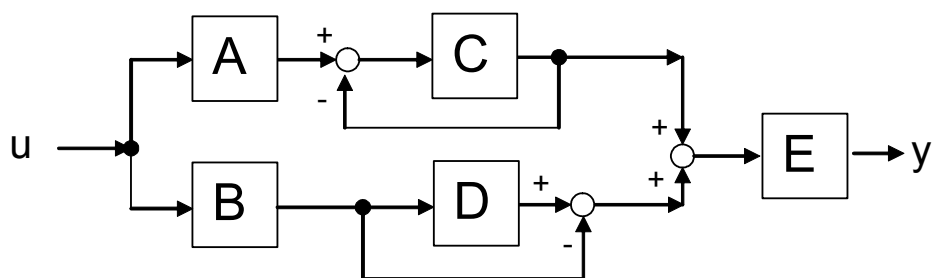
si determini il valore di K tale per cui l'errore a regime risulti $e(\infty) = 0,2$

RISPOSTA:

$$K =$$

ESERCIZIO 9.

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

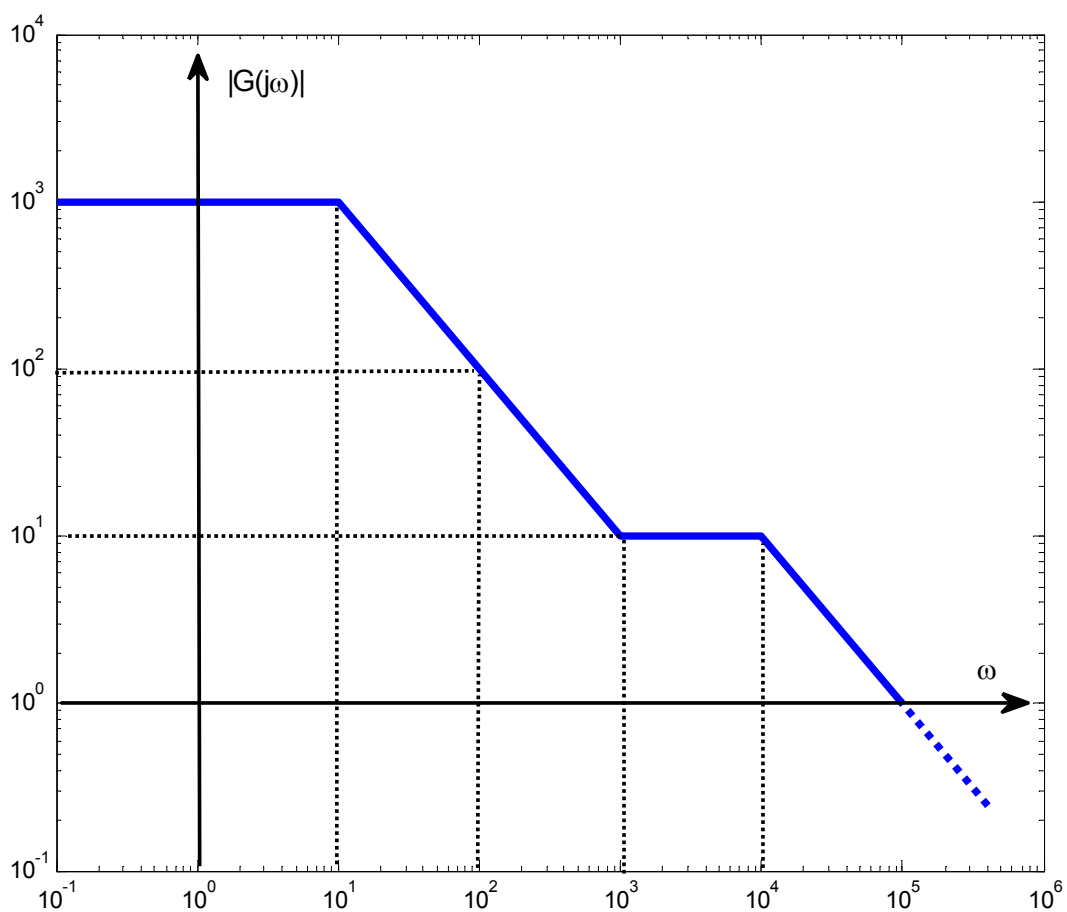


RISPOSTA:

$$Y / U =$$

ESERCIZIO 10.

Dato il seguente diagramma di Bode, si determini la funzione di trasferimento $G(s)$, supposta a fase minima:



RISPOSTA:

$$G(s) =$$