

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

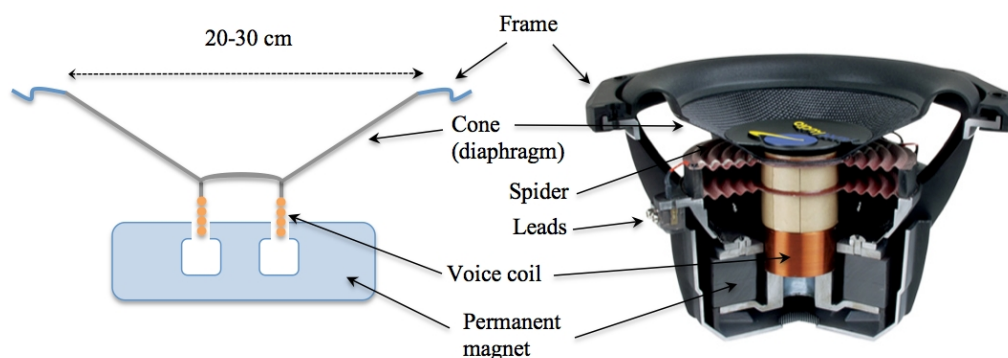
Prova scritta – 9 giugno 2017

COGNOME e NOME: _____

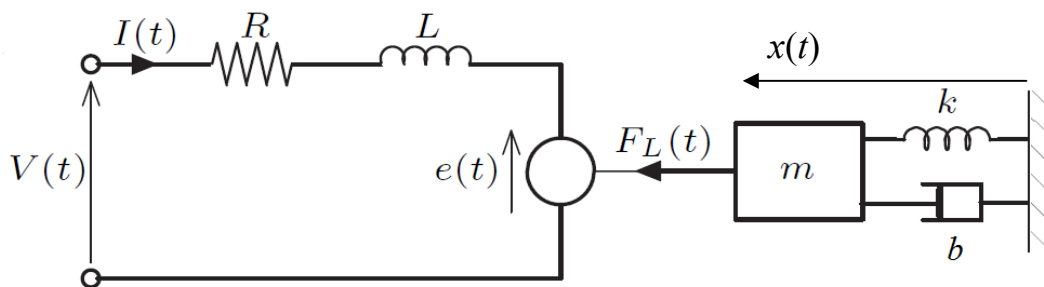
MATRICOLA: _____

ESERCIZIO 1.

Si consideri un altoparlante ad attrazione magnetica per la riproduzione sonora, rappresentato dalla seguente figura:



Tale dispositivo è un sistema elettromeccanico che può essere schematizzato dal diagramma seguente, che evidenzia la presenza di un circuito elettrico RL e di un gruppo massa-molla-smorzatore azionato dalla forza di attrazione magnetica F_L :



Le equazioni differenziali che descrivono il modello dinamico del sistema sono le seguenti:

$$V = RI + L\dot{I} + k_A \dot{x}$$

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + k_E x = k_A I$$

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:

$$x_1 = I; x_2 = x; x_3 = \dot{x}; u = V; y = x_2$$

RISPOSTA:

$$A =$$

$$B =$$

$$C =$$

$$D =$$

ESERCIZIO 2.

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

$$m = 0,1; \quad b = 0,4; \quad k_E = 0,6; \quad R = 4; \quad L = 0,5; \quad k_A = 0,5$$

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.

Per il sistema con i valori numerici indicati nell'Esercizio 2, si progetti una retroazione stato-ingresso (i.e. $u = Hx + v$), in modo tale che:

- gli autovalori assegnabili del sistema chiuso in retroazione siano tutti reali e distinti;
- il più lento di tali autovalori abbia tempo di assestamento (al 5%) di 0,3 secondi e gli altri assegnabili abbiano valori assoluti progressivi di una unità (es. -10, -11, ecc.).

RISPOSTA:

$$H =$$

ESERCIZIO 4.

Si calcoli la funzione di trasferimento $G(s)$ del sistema avente la seguente risposta impulsiva:

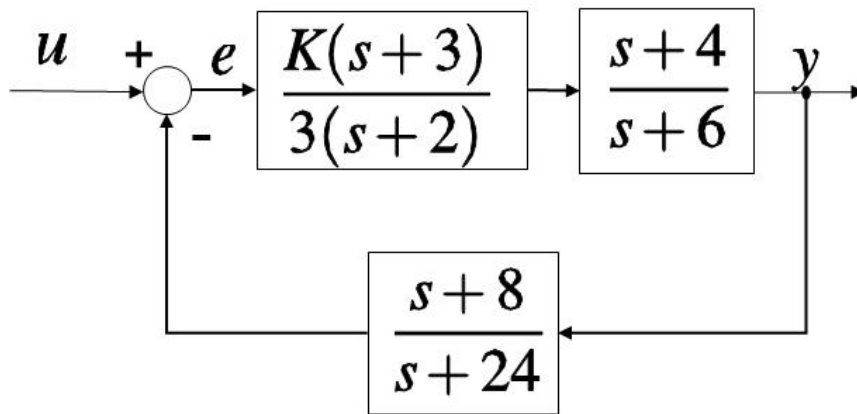
$$W(t) = 2e^{-4t} + 5e^{-2t}$$

RISPOSTA:

$$G(s) =$$

ESERCIZIO 5.

Dato il sistema descritto dal seguente schema a blocchi:



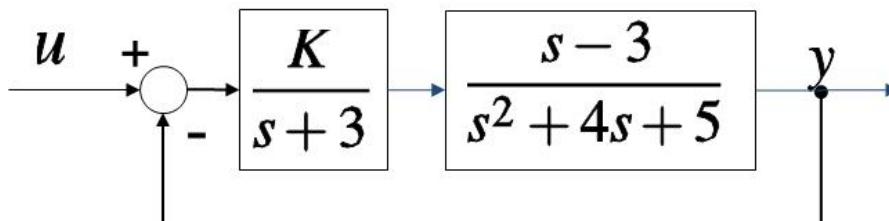
si progetti il valore di K affinché risulti $e(\infty) = 0.1$ con $u(s) = 1/s$ (gradino unitario).

RISPOSTA:

$K =$

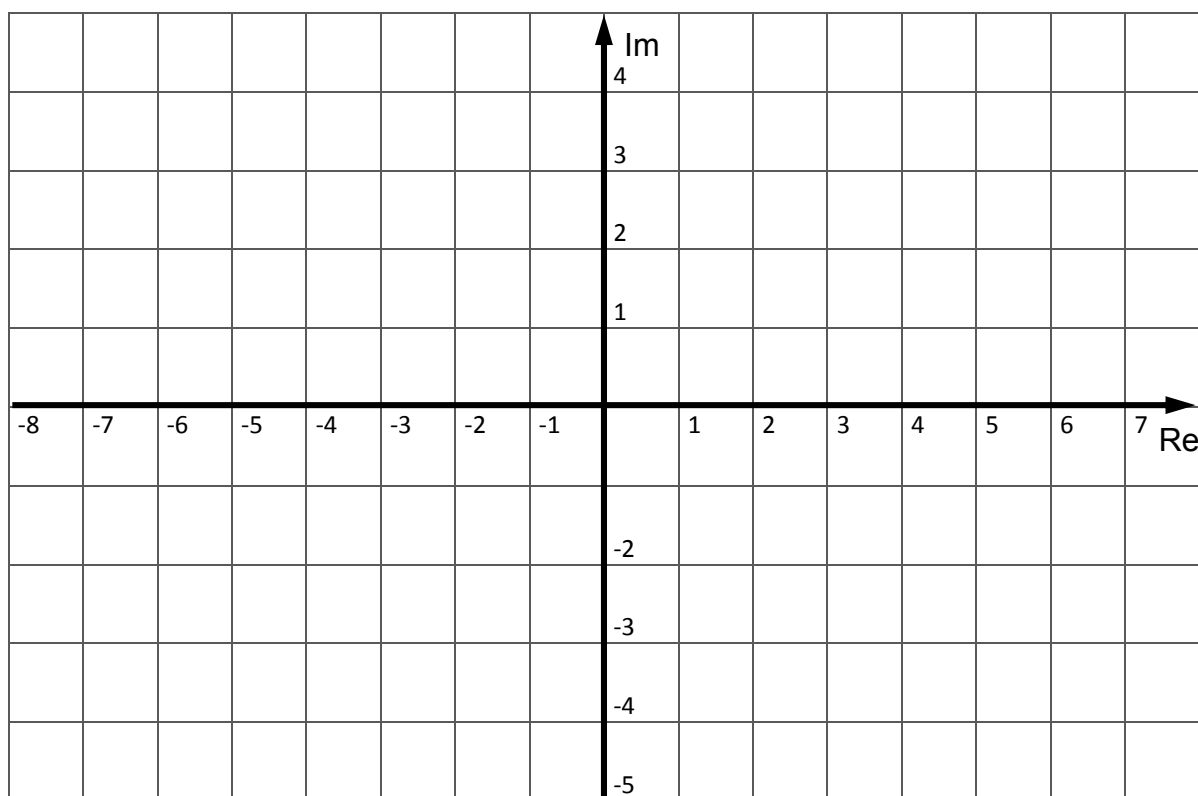
ESERCIZIO 6.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



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

RISPOSTA (tracciare il luogo nel riquadro di pagina successiva):



ESERCIZIO 7.

Dato il sistema dal diagramma a blocchi dell'Esercizio 6, si determini il valore di $K > 0$ per cui il sistema risulti semplicemente stabile. Si specifichi inoltre se per tale valore di K il sistema risulti avere un polo nullo oppure una coppia di poli puramente immaginari (senza necessariamente calcolarli).

RISPOSTA:

$K =$

☐

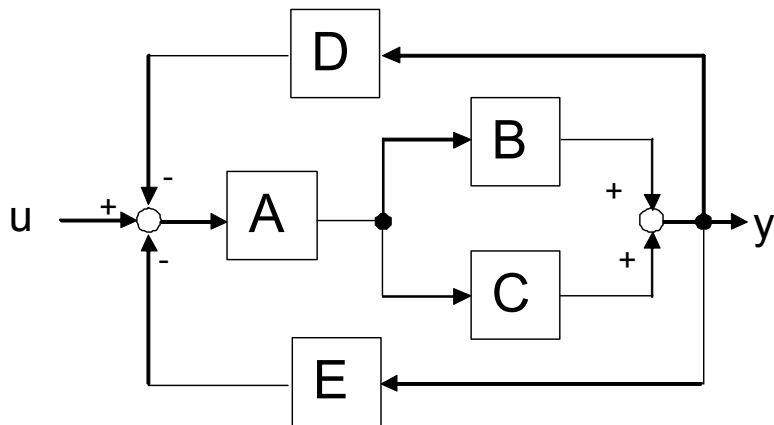
POLO NULLO

☐

POLI PURAMENTE IMMAGINARI

ESERCIZIO 8.

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

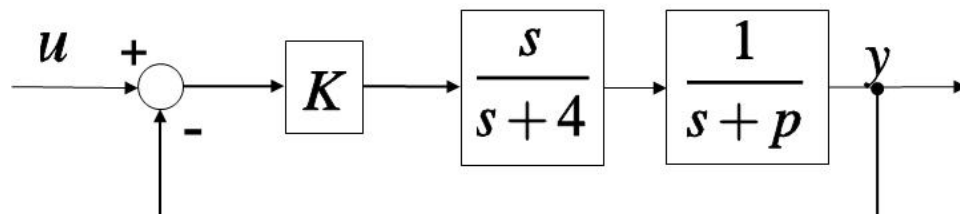


RISPOSTA:

$$Y / U =$$

ESERCIZIO 9.

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 $\omega_n = 4$ e tempo di assestamento $T_a = 1$ secondo.

RISPOSTA:

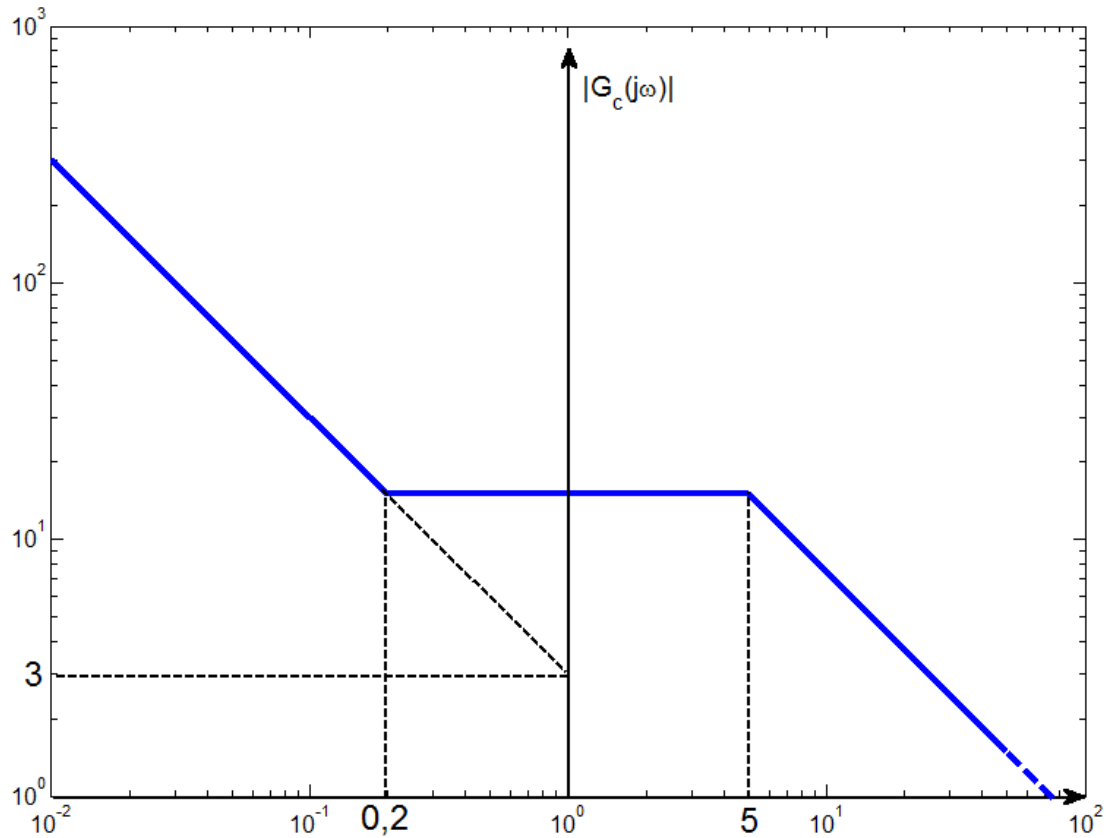
$$K = \qquad p =$$

ESERCIZIO 10.

Un controllore è stato progettato con una costante di guadagno, un integratore puro ed una rete anticipatrice:

$$G_c(s) = \frac{K(1+\tau s)}{s(1+\alpha\tau s)}$$

Tale controllore, supposto a fase minima, ha il seguente diagramma di Bode:



Si determino dal diagramma i parametri del controllore:

RISPOSTA:

$K =$

$\tau =$

$\alpha =$
