

Esame di “FONDAMENTI DI AUTOMATICA” (9 CFU)

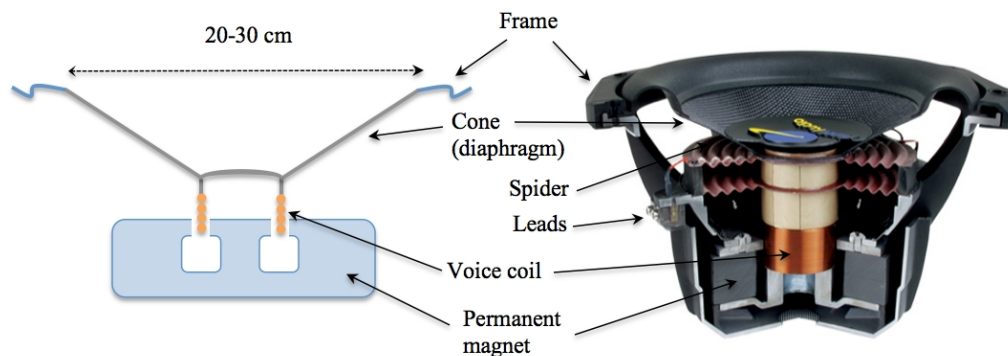
Prova scritta – 9 giugno 2017

COGNOME e NOME: _____

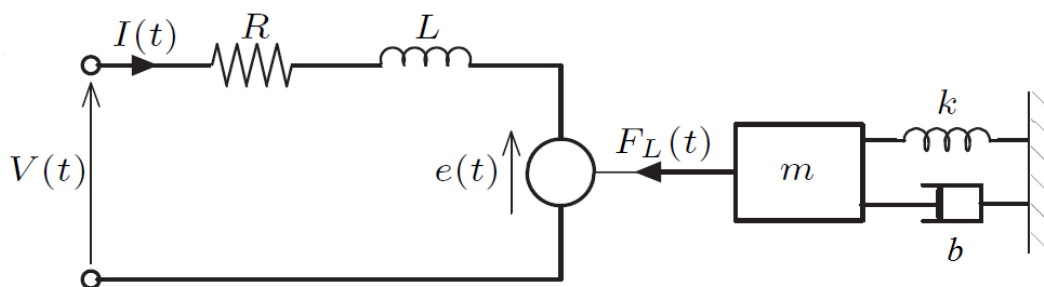
MATRICOLA: _____

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:

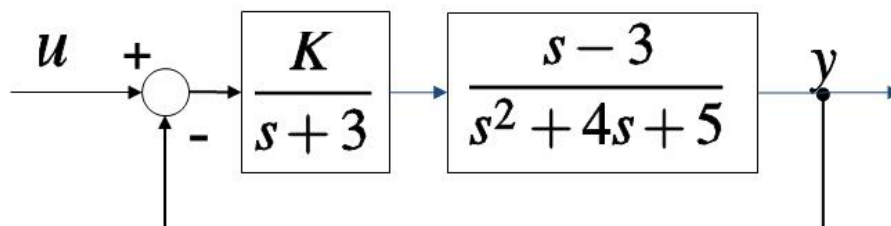
- gli autovalori assegnabili del sistema chiuso in retroazione siano tutti reali e distinti;
- il più lento di tali autovalori abbia tempo di assestamento (al 5%) di 0,3 secondi e gli altri assegnabili abbiano valori assoluti progressivi di una unità (es. -10, -11, ecc.).

RISPOSTA:

$$H =$$

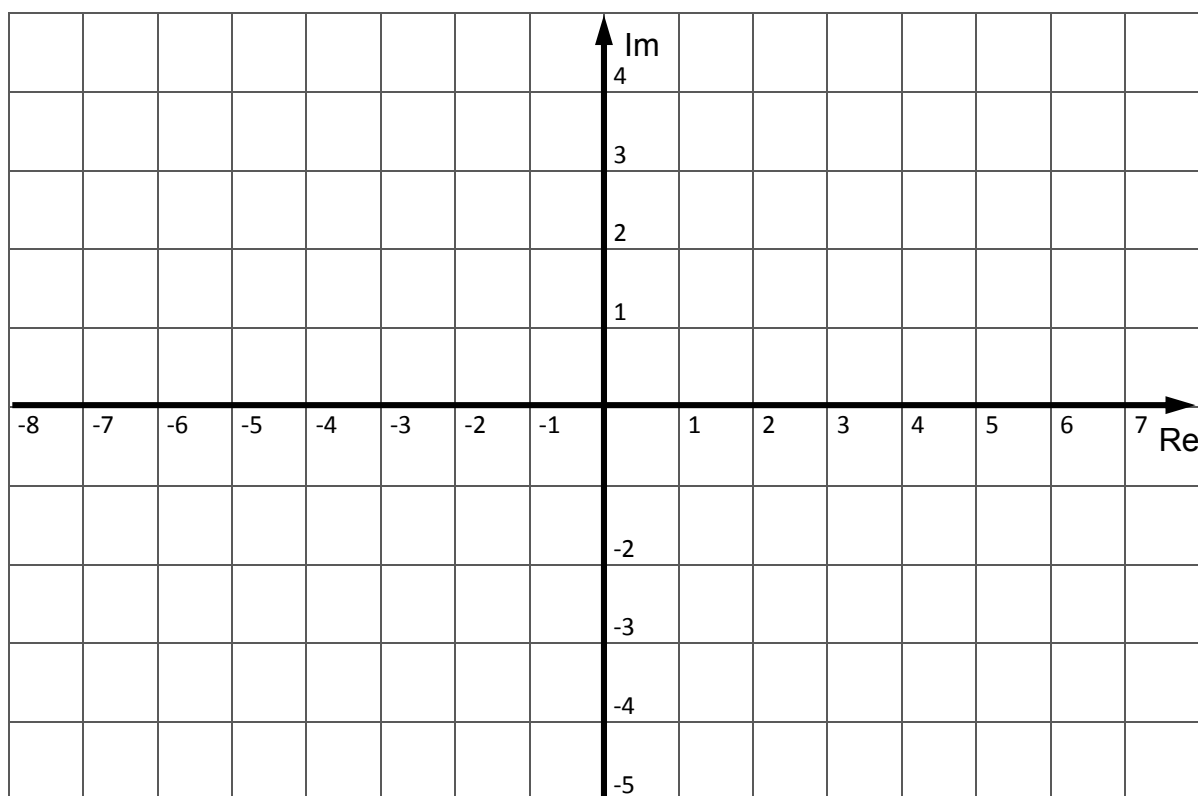
ESERCIZIO 4.

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 5.

Dato il sistema dal diagramma a blocchi dell'Esercizio 4, 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:

$K =$

☐

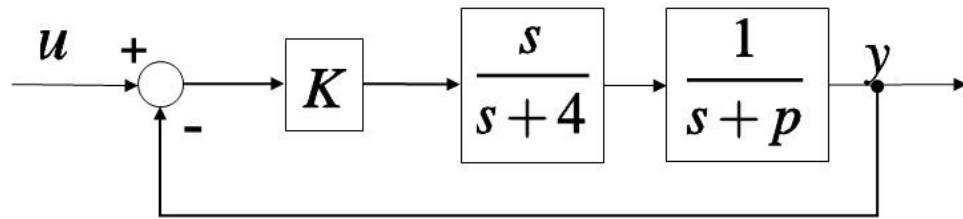
POLO NULLO

☐

POLI PURAMENTE IMMAGINARI

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

RISPOSTA:

$K =$

$p =$

TEST A RISPOSTA MULTIPLA

DOMANDA 1.

Il moto libero di un sistema dinamico, lineare, stazionario, continuo e di ordine due, è del tipo:

$$\begin{aligned}x_1(t) &= e^t x_1(0) \\ x_2(t) &= e^{-2t} x_2(0)\end{aligned}$$

Il sistema considerato:

- ☐ è completamente controllabile
- ☐ può essere completamente controllabile
- ☐ è asintoticamente stabile
- ☐ è semplicemente stabile.

DOMANDA 2.

Il sistema

$$\begin{aligned}\dot{x}(t) &= -2x(t) + u(t) \\ y(t) &= 2x(t)\end{aligned}$$

ha funzione di risposta impulsiva pari a:

- ☐ $W(t) = e^{-2t}$
- ☐ $W(t) = 2e^{-2t}$
- ☐ $W(t) = e^{2t}$
- ☐ $W(t) = 2e^{2t}$

DOMANDA 3.

La retroazione tra stato stimato (mediante osservatore identità) e ingresso in un sistema dinamico, lineare e stazionario, consente di assegnare arbitrariamente gli autovalori del sistema chiuso in retroazione se il sistema osservato è:

- ☐ completamente controllabile
- ☐ completamente osservabile
- ☐ completamente osservabile e completamente controllabile
- ☐ asintoticamente stabile

DOMANDA 4.

Un sistema dinamico lineare e stazionario caratterizzato dalla seguente matrice di transizione:

$$e^{At} = \begin{bmatrix} 1 & e^{-2t} \\ 0 & 2e^{-2t} \end{bmatrix}$$

- ☐ è completamente controllabile
- ☐ ha modi instabili
- ☐ ha un modo semplicemente stabile
- ☐ ha un modo asintoticamente stabile

DOMANDA 5.

L'errore a regime del sistema :

$$G(s) = \frac{10}{s(s+1)}$$

chiuso in retroazione unitaria negativa, quando in ingresso è presente un gradino unitario:

$$u(s) = \frac{1}{s}$$

è pari a:

- ☐ $e(\infty) = 0$
- ☐ $e(\infty) = 0,1$
- ☐ $e(\infty) = 1$
- ☐ $e(\infty) = 10$

DOMANDA 6.

Una rete correttrice ad ritardo e anticipo

$$G(s) = \frac{(1+\tau_1 s)(1+\tau_2 s)}{(1+\alpha\tau_1 s)(1+\frac{\tau_2}{\alpha} s)}$$

caratterizzata dalla pulsazione centrale $\omega_n = 1/\sqrt{\tau_1\tau_2}$

- ☐ Attenua l'ampiezza per $\omega \in]0, \infty[$
- ☐ Amplifica l'ampiezza per $\omega \in]0, \infty[$
- ☐ Attenua e introduce un ritardo di fase per $\omega \in]0, \omega_n[$
- ☐ Amplifica e introduce un anticipo di fase per $\omega \in]0, \omega_n[$

DOMANDA 7.

La risposta frequenziale di un sistema dinamico lineare e stazionario SISO, caratterizzato da una funzione di trasferimento $G(s)$ con tutti i poli a parte reale negativa:

- ☐ si può ottenere da $G(s)$ ponendo $s = j \omega$
- ☐ consente di calcolare la risposta libera del sistema
- ☐ consente di determinare la matrice di transizione dello stato del sistema
- ☐ consente di calcolare, a regime, il valore dell'uscita sinusoidale del sistema, quando all'ingresso è applicato un ingresso sinusoidale

DOMANDA 8.

Il regolatore standard di tipo PID, nella forma ideale:

$$C(s) = K_p \left(1 + T_d s + \frac{1}{T_i s} \right)$$

- ☐ è un sistema fisicamente realizzabile
- ☐ non è un sistema fisicamente realizzabile
- ☐ è caratterizzato da una coppia di zeri reali se $T_i \geq 4T_d$
- ☐ è caratterizzato da una coppia di poli reali se $T_i \geq 4T_d$