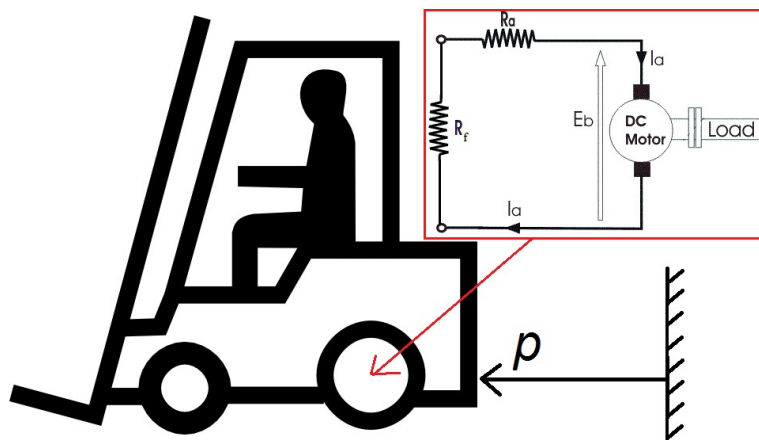


Prova TIPO – D per:

- **Esame di “FONDAMENTI DI AUTOMATICA” (9 CFU):** 6 degli 8 esercizi numerici + 4 delle 5 domande a risposta multipla (v. ultime due pagine)
NOTA: nell’effettiva prova d’esame i due esercizi e la domanda non richiesti verranno scartati a priori dal docente (lo studente riceverà un testo già adattato al numero di CFU)
- **Esame di “FONDAMENTI DI AUTOMATICA” (6 CFU) / “CONTROLLI AUTOMATICI”:** tutti gli 8 esercizi numerici + 5 domande a risposta multipla (v. ultime 2 pagine)

ESERCIZIO 1.

Si consideri un carrello elevatore a trazione elettrica. Si vuole caratterizzare l’azione frenante del motore elettrico del carrello quando ai suoi terminali è collegata una resistenza di frenatura, anziché il generatore alimentato dalle batterie del mezzo.



Il modello dinamico di tale sistema corrisponde a quello di una massa smorzata, alla quale oltre all’attrito meccanico si somma quello equivalente determinato dalla corrente del motore elettrico (indotta dalla tensione contro-elettromotrice) che scorre sulle resistenze in serie R_a (intrinseca degli avvolgimenti del motore) ed R_f (inserita solo per la frenata). Considerando per semplicità che i parametri del motore includano già il rapporto di riduzione e di trasformazione del moto del motore DC da rotativo a lineare, il sistema risulta descritto dalla seguente equazione differenziale:

$$m\ddot{p} + b\dot{p} + \frac{k_m^2}{R_a + R_f}p = 0$$

Si determini il corrispondente modello dinamico nello spazio degli stati, del tipo:

$$\dot{x}(t) = Ax(t);$$

fissando le seguenti scelte per le variabili di stato:

$$x_1 = p; x_2 = \dot{p};$$

RISPOSTA:

$$A =$$

ESERCIZIO 2.

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

$$m = 1000; \quad b = 100; \quad R_a = 10; \quad R_f = 90; \quad k_m = 300;$$

e si determini lo spazio percorso e la velocità raggiunta in 12 secondi dal veicolo (i.e. $x(t)$ con $t=12$) in tale modalità di frenata, considerando una velocità iniziale di 5 m/s, vale a dire:

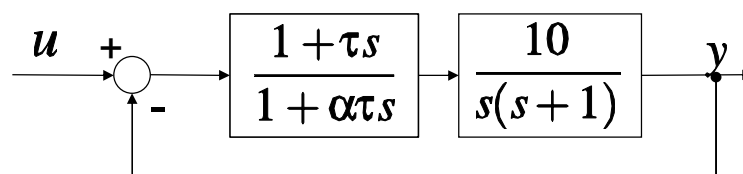
$$x(0) = [0 \quad 5]^T$$

RISPOSTA:

$$x(12) =$$

ESERCIZIO 3.

Si consideri il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



e si progettino i parametri del controllore α e τ in modo tale che lo zero del controllore “cancelli” (i.e. si semplifichi con) uno dei poli del sistema controllato ed il sistema chiuso in retroazione risulti avere coefficiente di smorzamento $\delta = 0,5 = 1/2$.

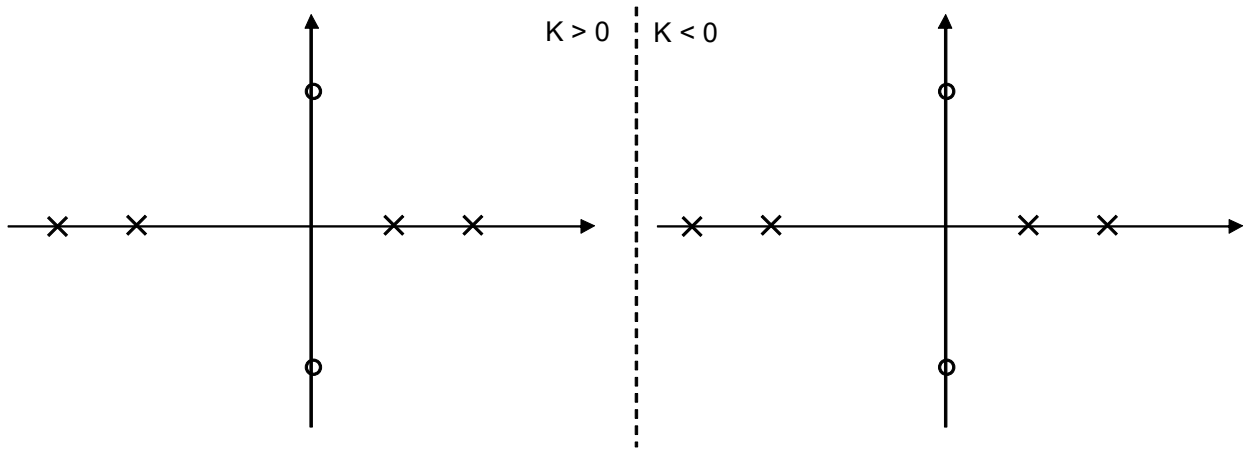
RISPOSTA:

$$\alpha =$$

$$\tau =$$

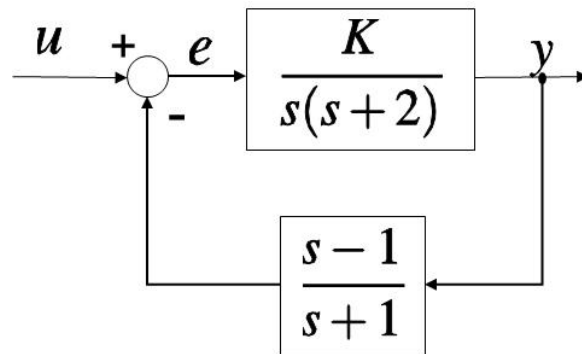
ESERCIZIO 4.

Si tracci l'andamento qualitativo del luogo delle radici per un sistema in retroazione la cui funzione di trasferimento d'anello abbia poli (X) e zeri (O) come indicato in figura:



ESERCIZIO 5.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



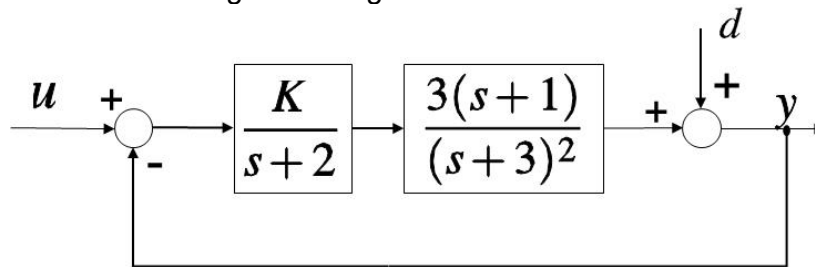
si determini l'intervallo di valori di K tali per cui il sistema ad anello chiuso risulti essere ASINTOTICAMENTE STABILE.

RISPOSTA:

K

ESERCIZIO 6.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



Si progetti il valore di K tale per cui risulti

$$\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = 0, 1$$

quando ai segnali $u(t)$ e $d(t)$ sono applicati rispettivamente un segnale nullo ed un segnale a gradino unitario:

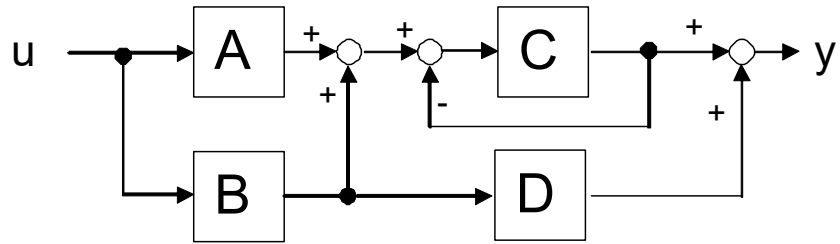
$$u(s) = 0; \quad d(s) = \frac{1}{s}$$

RISPOSTA:

$K =$

ESERCIZIO 7.

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



RISPOSTA:

$$Y / U =$$

ESERCIZIO 8.

Data la seguente funzione di trasferimento:

$$G(s) = \frac{10}{(1+s)(1+3s)}$$

se ne calcoli in modo analitico il relativo margine di fase.

RISPOSTA:

$$M_f =$$

TEST A RISPOSTA MULTIPLA

DOMANDA 1.

Un sistema dinamico, lineare e stazionario, presenta, con ingresso nullo e stato iniziale non nullo, uscita sinusoidale. Il sistema considerato può essere di ordine (dimensione del vettore di stato):

- 1
- 2
- 3
- 4

DOMANDA 2.

Il polinomio caratteristico di un sistema dinamico lineare, stazionario e tempo continuo, è:

$$\lambda^2(\lambda + 1)^2$$

Il sistema:

- ha un modo semplicemente stabile
- ha due modi asintoticamente stabili
- ha un modo instabile
- potrebbe avere un modo instabile

DOMANDA 3.

Un sistema meccanico costituito da sole masse e molle ideali interconnesse tra loro, senza smorzatori o altri effetti dissipativi per attrito, è un sistema:

- non completamente controllabile
- asintoticamente stabile
- semplicemente stabile
- instabile

DOMANDA 4.

Per avere errore a regime nullo a fronte del segnale di ingresso a rampa:

$$U(s) = \frac{R_0}{s^2}$$

la funzione di trasferimento di anello del sistema retroazionato:

- deve avere almeno un polo nell'origine
- deve avere almeno due poli nell'origine
- deve avere una costante di velocità K_v finita
- deve avere una costante di velocità K_v infinita

DOMANDA 5.

Un sistema avente funzione di trasferimento $G(s)$ con due poli e due zeri posizionati in modo alterno sull'asse reale (i.e. partendo da sinistra: un polo \rightarrow uno zero \rightarrow un polo \rightarrow uno zero; oppure: uno zero \rightarrow un polo \rightarrow uno zero \rightarrow un polo), presenta un luogo delle radici:

- che per $K > 0$ evolve tutto sull'asse reale
- che per $K < 0$ evolve tutto sull'asse reale
- che può evolvere anche al di fuori dell'asse reale
- che ha un asintoto