Esame di "FONDAMENTI DI AUTOMATICA" (6 crediti) / "CONTROLLI AUTOMATICI" (A.A. fino al 2017/2018)

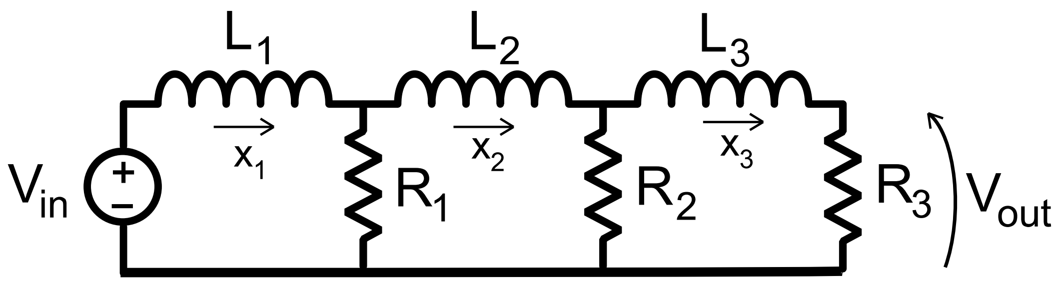
Prova scritta – 21 gennaio 2020

COGNOME e NOME: ____

MATRICOLA: ____

ESERCIZIO 1.

Si consideri il circuito elettrico passivo mostrato dalla seguente figura:



Applicando le opportune leggi di Kirchhoff e di Ohm, il modello matematico del sistema può essere descritto tramite le seguenti equazioni differenziali:

$$L_1\dot{x}_1 = V_{in} - (x_1 - x_2)R_1$$
$$L_2\dot{x}_2 = (x_1 - x_2)R_1 - (x_2 - x_3)R_2$$
$$L_3\dot{x}_3 = (x_2 - x_3)R_2 - x_3R_3$$

Si noti che la tensione V_{out}, corrispondente all'uscita del sistema, risulta essere pari alla quantità $R_3\ x_3$.
Si determini il corrispondente modello dinamico nello spazio degli stati, <u>di ordine 3</u> e del tipo:

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

Fissando le ovvie scelte per le variabili di stato e le seguenti per quelle di ingresso e uscita:

$$u = V_{in};\ y = V_{out} = R_3 x_3;$$

RISPOSTA:

$A =$

$B =$

$C =$

$D =$

ESERCIZIO 2.

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

$$R_1 = 1;\quad R_2 = 3;\quad R_3 = 5;\quad L_1 = 0{,}1;\quad L_2 = 0{,}5;\quad L_3 = 0{,}2;$$

e si verifichi se il sistema sia o meno <u>completamente osservabile</u>, calcolando la matrice di osservabilità ed il relativo rango.

RISPOSTA:

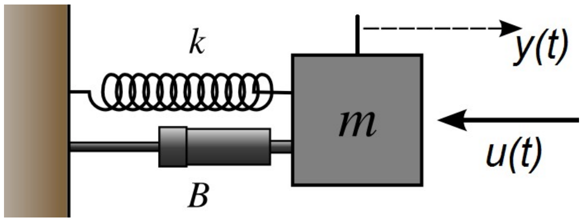
$Q^T =$

rango(Q^T) =

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

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:

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

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

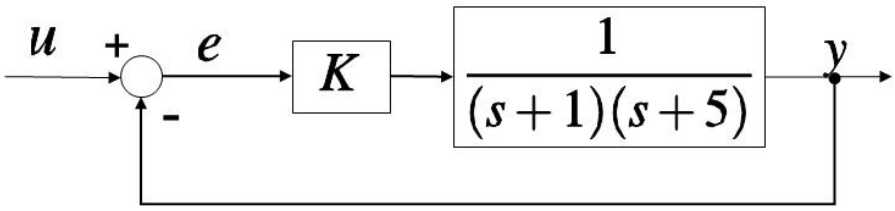
Si determini la corrispondente funzione di risposta impulsiva W(t).

RISPOSTA:

W(t) =

ESERCIZIO 4.

Dato il seguente sistema in retroazione:



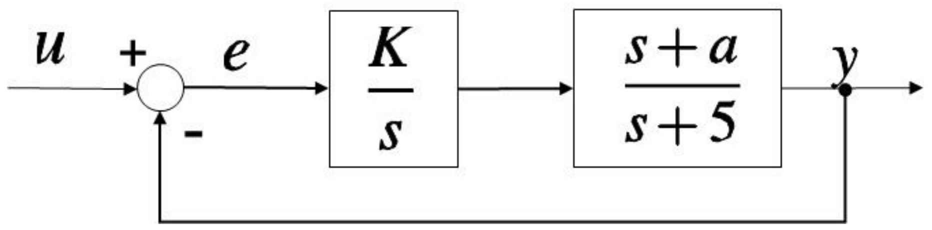
al quale viene applicato un ingresso a gradino unitario (U(s) = 1/s) si calcoli il valore di *K* tale per cui il sistema considerato risulti avere errore a regime e(∞) = 0,2.
Una volta determinato il valore di *K*, si calcoli il coefficiente di smorzamento δ che il sistema chiuso in retroazione risulta avere per tale valore di progetto.

RISPOSTA:

K = δ =

ESERCIZIO 5.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



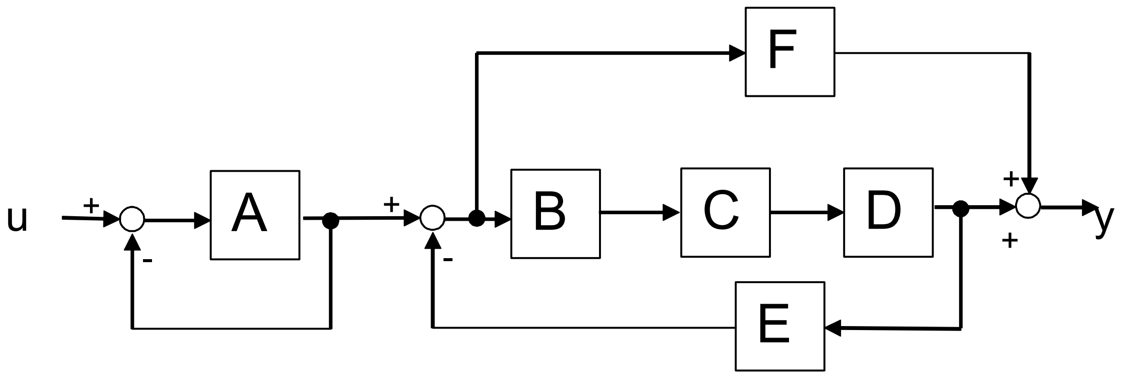
si determinino i valori di K e a tali che il sistema ad anello chiuso risulti avere una coppia di poli complessi e coniugati in $p_{1,2} = -3 \pm j\,2$

RISPOSTA:

$K =$ $a =$

ESERCIZIO 6.

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



RISPOSTA:

Y / U =

ESERCIZIO 7.

Determinare l'espressione sinusoidale (<u>a regime</u>) dell'uscita y(t) del sistema avente funzione di trasferimento pari a:

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{2}{s(s+1)}$$

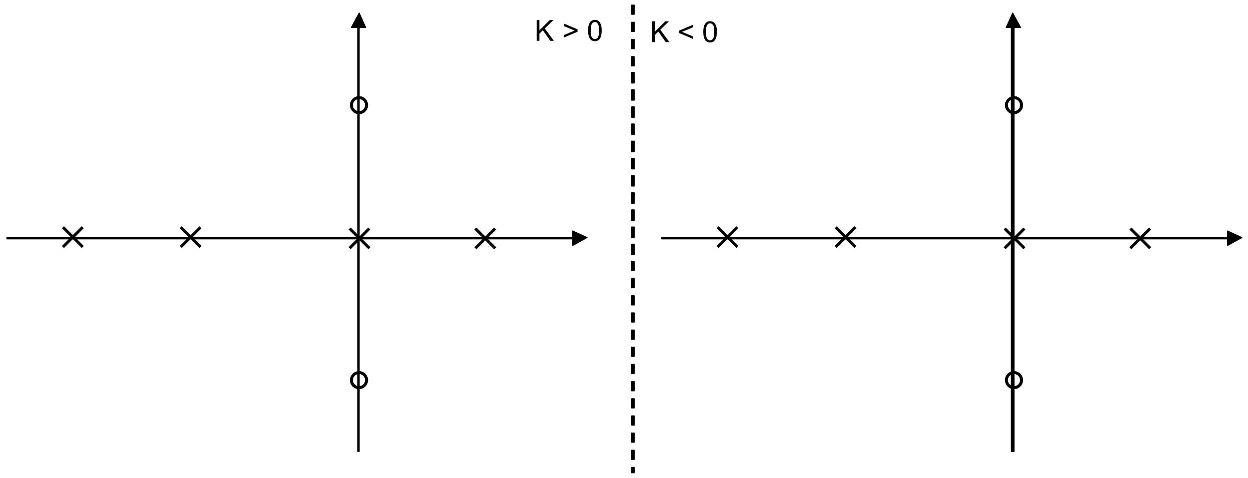
al cui ingresso è applicato il segnale u(t) = sen(t)

RISPOSTA:

y(t) =

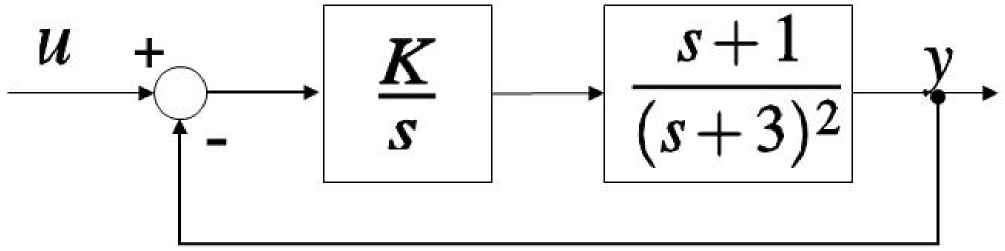
ESERCIZIO 8.

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 9.

Dato il sistema descritto dallo schema a blocchi mostrato nel seguito:



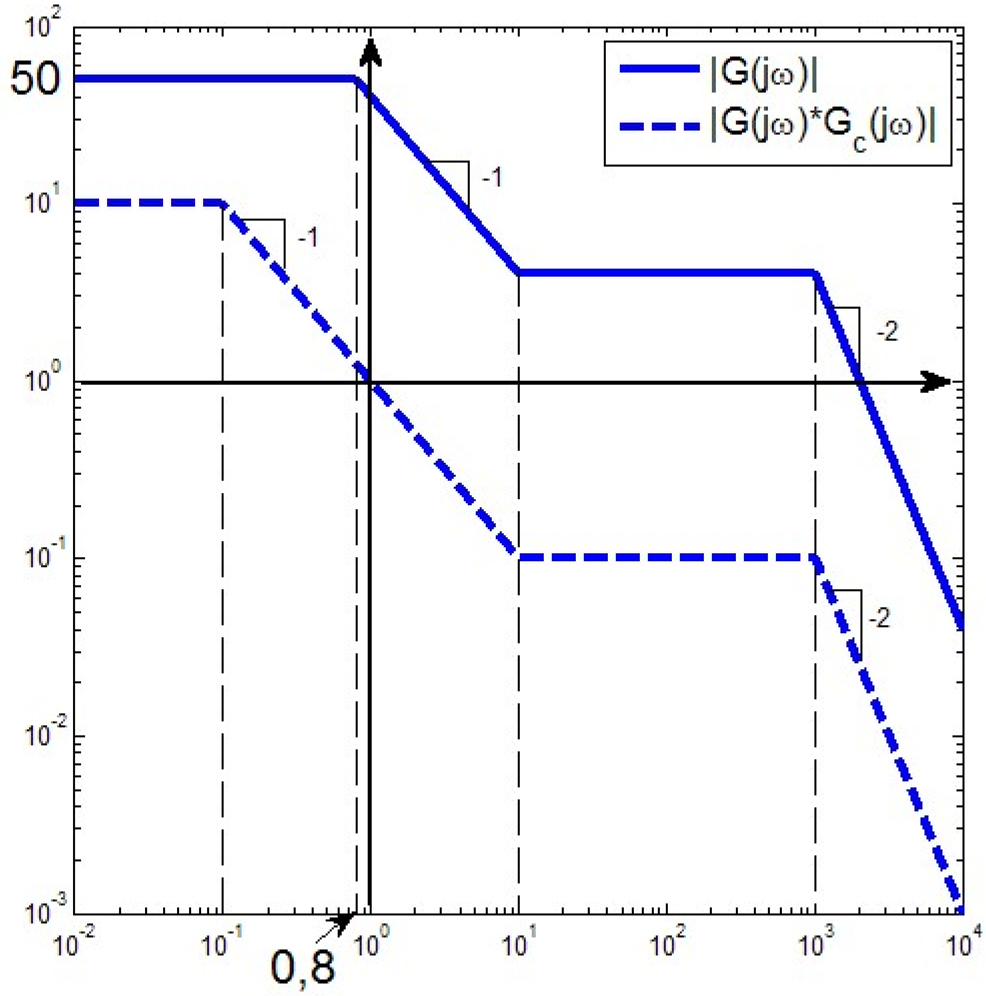
Si determinino i valori di K tali per cui il sistema chiuso in retroazione risulti asintoticamente stabile.

RISPOSTA:

K

ESERCIZIO 10.

Dati i seguenti diagrammi di Bode delle ampiezze:



si determinino le funzioni di trasferimento $G(s)$ e $G_c(s)$, supposte entrambe a fase minima.

RISPOSTA:

$G(s) =$

$G_c(s) =$