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

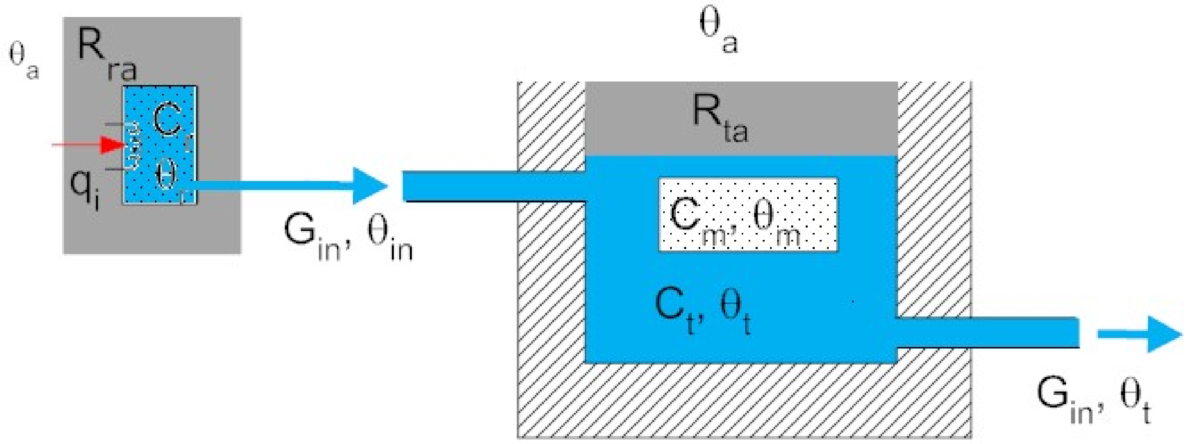
Prova scritta – 24 luglio 2019

COGNOME e NOME: ____

MATRICOLA: ____

ESERCIZIO 1.

Si consideri un sistema per il riscaldamento di parti metalliche, costituito da un contenitore principale nel quale vengono tenute in immersione le parti e nel quale viene fatto circolare un fluido mantenuto ad opportuna temperatura, grazie ad un altro contenitore ausiliario per il riscaldamento del fluido stesso. Il sistema è schematizzato alla figura seguente, che mostra il contenitore ausiliario di riscaldamento del fluido a sinistra e quello principale di riscaldamento delle parti metalliche a destra:



Indicando con Θ_m, Θ_t, Θ_{in} rispettivamente la temperatura del metallo, quella del contenitore principale e quella del fluido in ingresso a quest’ultimo, il modello matematico del sistema si può esprimere con le seguenti equazioni (<u>nell’ipotesi che la temperatura ambiente sia nulla</u>):

$$C_m\dot{\theta}_m + \frac{\theta_m - \theta_t}{R_{mt}} = 0$$

$$C_t\dot{\theta}_t + \frac{\theta_t}{R_{ta}} = \frac{\theta_m - \theta_t}{R_{mt}} + G_{in}c_p\left(\theta_{in} - \theta_t\right)$$

$$C_r\dot{\theta}_{in} + \frac{\theta_{in}}{R_{ra}} = q_i$$

nelle quali: R_{mt} è la resistenza termica tra il metallo e il fluido; R_{ta} è la resistenza termica tra il contenitore con le parti metalliche e l'ambiente; R_{ra} è la resistenza termica tra il contenitore di riscaldamento del fluido e l'ambiente, C_m è la capacità termica del metallo; C_t è la capacità termica del contenitore principale; C_r è la capacità termica del contenitore ausiliario; G_{in} è la portata di fluido entrante/uscente dal contenitore principale (che si suppone costante), c_p è il calore specifico del fluido utilizzato e q_i è il calore erogato al contenitore ausiliario.

Si determini il corrispondente modello dinamico nello spazio degli stati, di ordine 3 e del tipo:

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

fissando le seguenti scelte per stato, ingresso e uscita:

$$x_1 = \theta_m;\ x_2 = \theta_t;\ x_3 = \theta_{in};\ u = q_i;\ y = x_1;$$

RISPOSTA:

$A =$ $B =$

$C =$ $D =$

ESERCIZIO 2.

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

$$R_{mt} = 2;\ R_{ta} = 1;\ R_{ra} = 0{,}5;\ C_m = 2;\ C_t = 5;\ C_r = 10;$$

$$G_{in} = 0{,}1;\quad c_p = 25;$$

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

RISPOSTA:

Q^T = 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 uguali a -3.

RISPOSTA:

K =

ESERCIZIO 4.

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

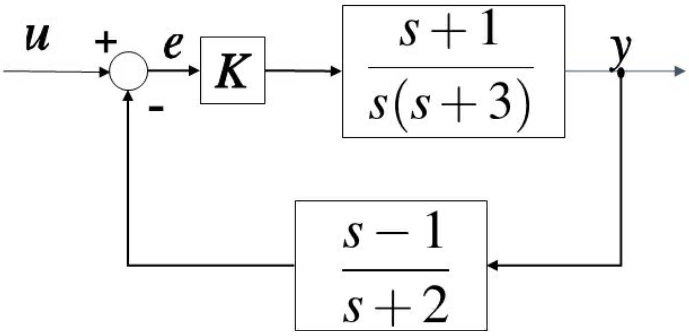
$$W(t) = 2\mathrm{e}^{-4t} + 5\mathrm{e}^{-2t}$$

RISPOSTA:

G(s) =

ESERCIZIO 5.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



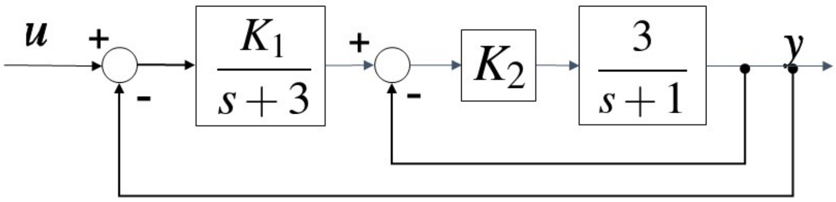
si determini l'intervallo di valori di K tali per cui il sistema ad anello chiuso risulti essere ASINTOTICAMENTE STABILE.

RISPOSTA:

K

ESERCIZIO 6.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



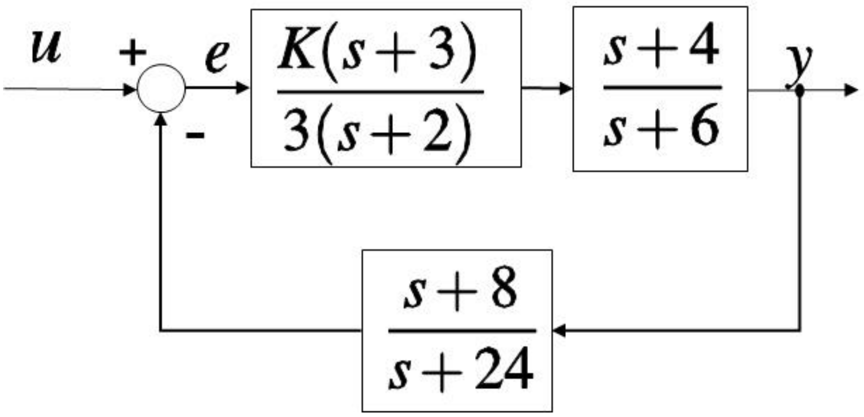
si determinino i valori di K_1 e K_2 tali per cui il sistema chiuso in retroazione risulti avere coefficiente di smorzamento $\delta = 0{,}5$ e tempo di assestamento $T_a = 2$ secondi.

RISPOSTA:

$K_1 =$ $K_2 =$

ESERCIZIO 7.

Dato il sistema descritto dal seguente schema a blocchi:



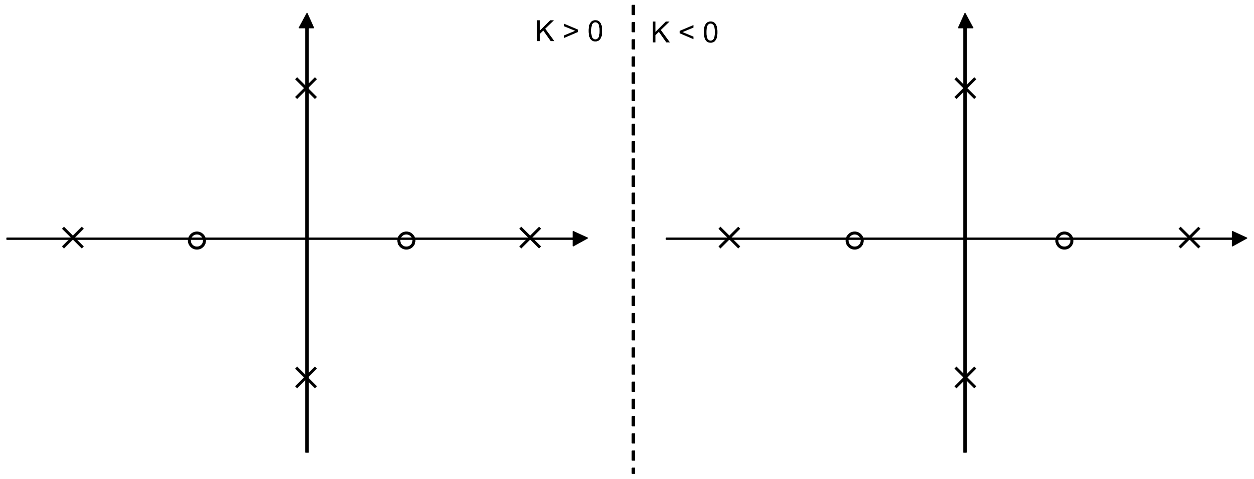
si progetti il valore di K affinchè risulti $e(\infty) = 0.1$ con u(s) = 1 / s

RISPOSTA:

K =

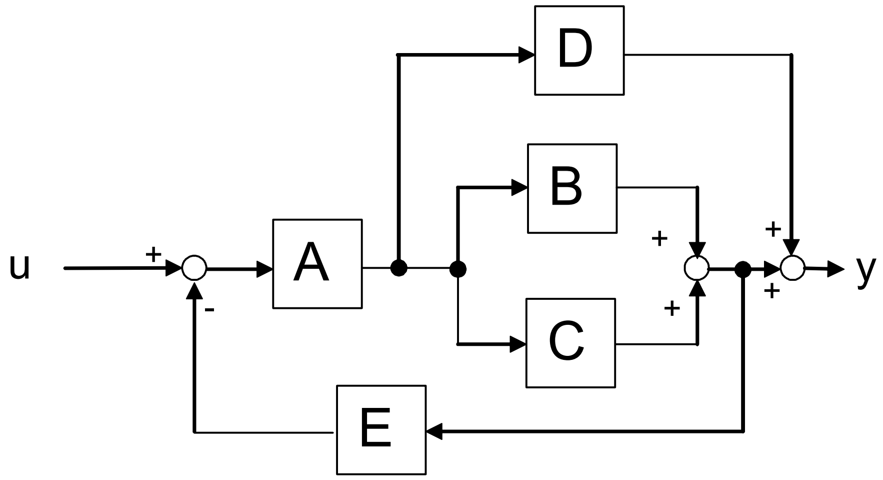
ESERCIZIO 8.

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.

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



RISPOSTA:

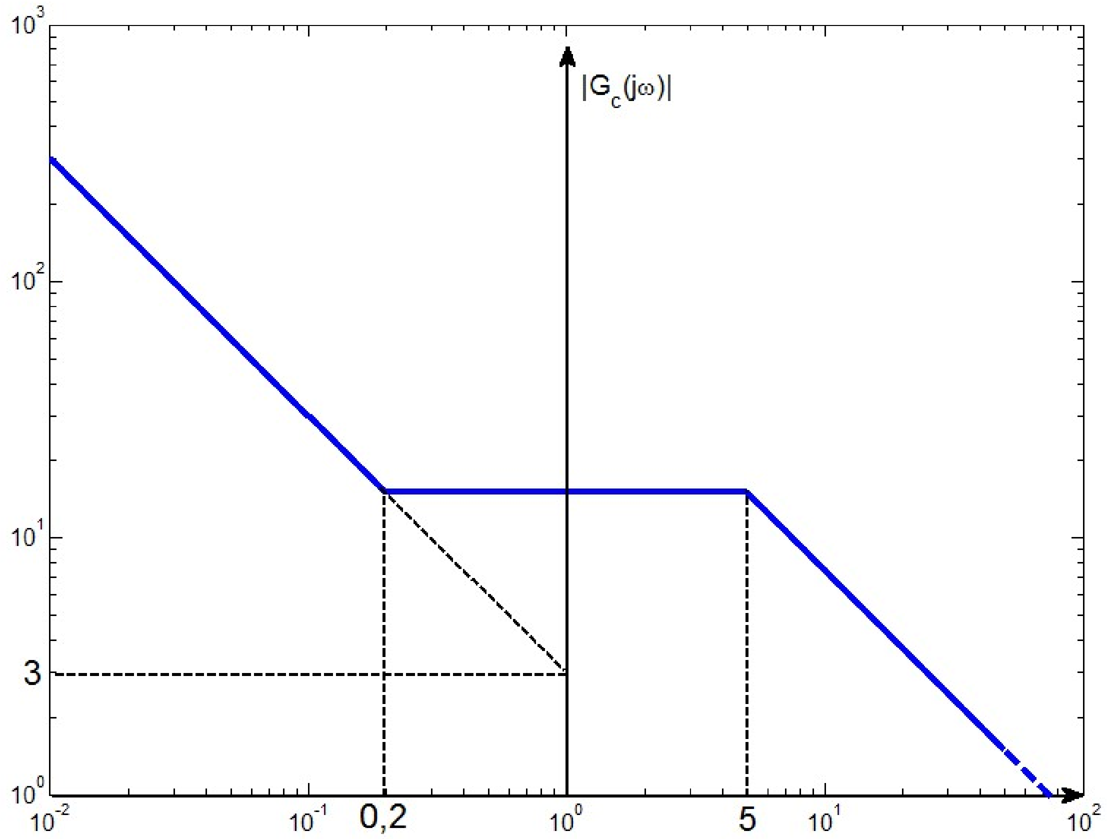
Y / U =

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:

$K =$ $\tau =$ $\alpha =$