Esame di “FONDAMENTI DI AUTOMATICA” (9 CFU)

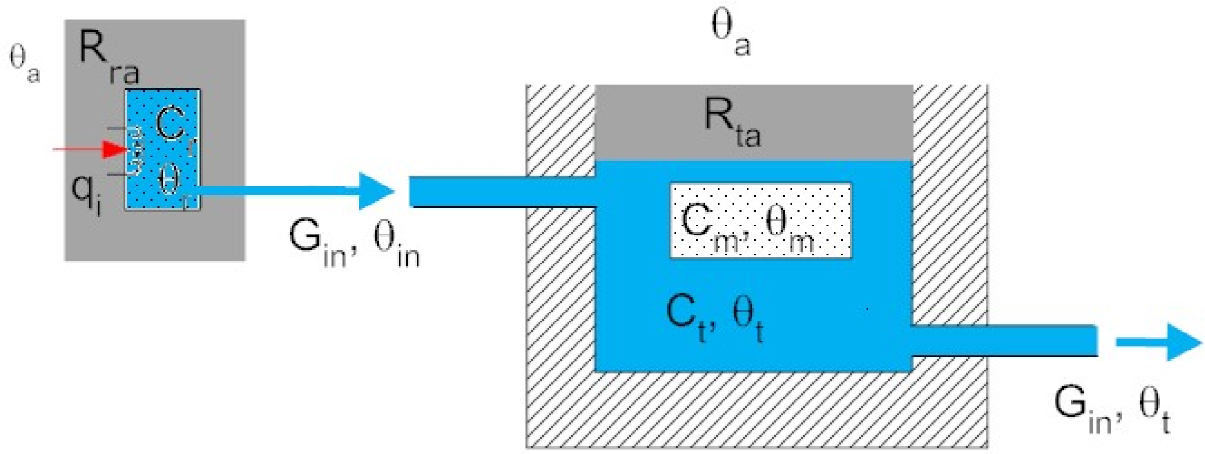
Prova scritta – 24 luglio 2019

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:

$$R_{mt} = 0{,}025;\ R_{ta} = 0{,}1;\ R_{ra} = 1;\ C_m = 200;\ C_t = 100;\ C_r = 100;$$

$$G_{in} = 0{,}1;\quad c_p = 1000;$$

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

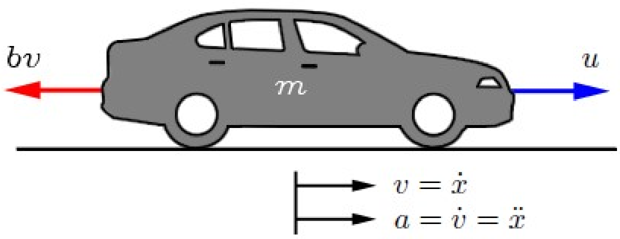
RISPOSTA:

$Q^T =$ rango(Q^T) =

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

ESERCIZIO 3.

Si consideri il modello dinamico di un'automobile comunemente utilizzato per la regolazione automatica della velocità (*cruise control*):



Nelle condizioni di assenza del comando u (i.e. rallentamento libero), il modello è costituito dalla seguente equazione nello spazio degli stati:

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -\frac{1}{20} \end{bmatrix} x(t)$$

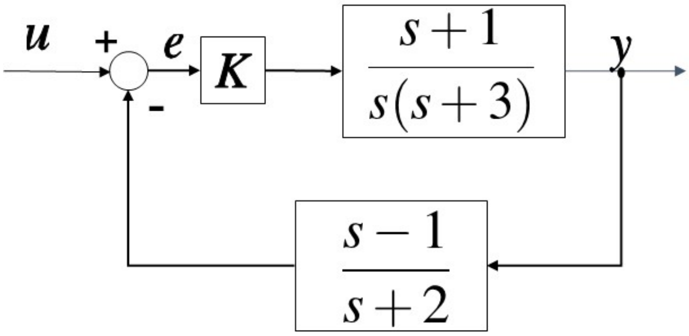
Si calcoli lo stato raggiunto dal sistema al tempo $t_1 = 60$ a partire dallo stato iniziale $x(0) = [\,0 \quad 20\,]^T$ (i.e. $t_0 = 0$)

RISPOSTA:

$x(60) =$

ESERCIZIO 4.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



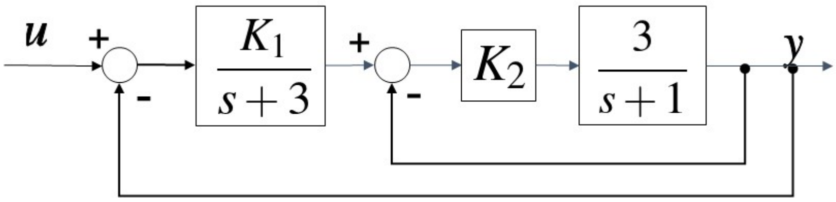
si determini l'intervallo di valori di K tali per cui il sistema ad anello chiuso risulti essere ASINTOTICAMENTE STABILE.

RISPOSTA:

K

ESERCIZIO 5.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



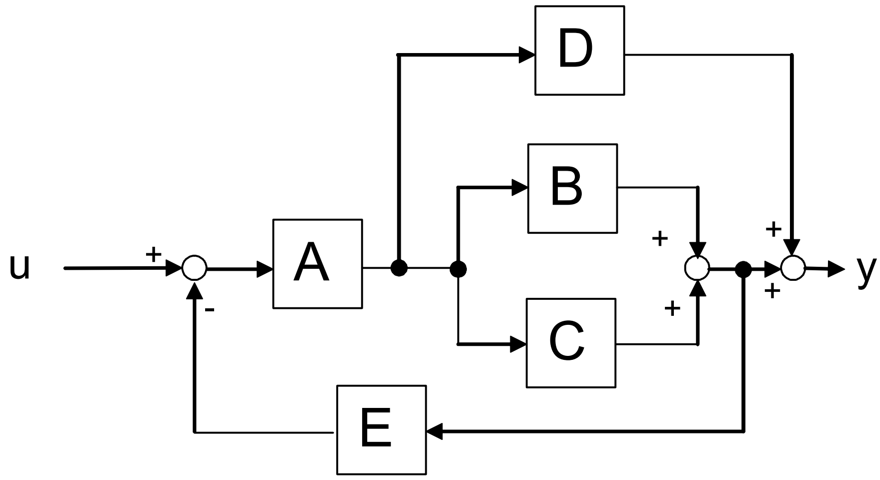
si determinino i valori di K_1 e K_2 tali per cui il sistema chiuso in retroazione risulti avere coefficiente di smorzamento $\delta = 0{,}5$ e tempo di assestamento $T_a = 2$ secondi.

RISPOSTA:

$K_1 =$ $K_2 =$

ESERCIZIO 6.

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



RISPOSTA:

Y / U =

TEST A RISPOSTA MULTIPLA

DOMANDA 1.
Due sistemi dinamici, lineari e stazionari, asintoticamente stabili, collegati in cascata danno luogo ad un sistema:

O asintoticamente stabile
O semplicemente stabile
O instabile
O lineare e stazionario

DOMANDA 2.
Il polinomio caratteristico di un sistema dinamico lineare, stazionario e tempo continuo, è:

$$\lambda^3(\lambda+2)$$

Il sistema:

O presenta modi semplicemente stabili
O presenta modi asintoticamente stabili
O presenta modi instabili
O può presentare modi instabili

DOMANDA 3.
La funzione di trasferimento di un sistema dinamico a tempo continuo è:

$$G(s) = \frac{(s+2)(s+1)}{s(s+3)}$$

Tale sistema:

O è puramente dinamico
O è asintoticamente stabile
O è semplicemente stabile
O è a fase minima

DOMANDA 4.
Il luogo delle radici di una funzione di trasferimento di anello, con n poli ed m zeri ($n > m$), presenta almeno un asintoto reale:

O quando $K > 0$ (luogo diretto) e $n - m$ è dispari
O quando $K > 0$ (luogo diretto) e $n - m$ è pari
O quando $K < 0$ (luogo inverso) e $n - m$ è dispari
O quando $K < 0$ (luogo inverso) e $n - m$ è pari