

**Esame di “FONDAMENTI DI AUTOMATICA” (9 CFU)
(A.A. fino al 2017/2018)**

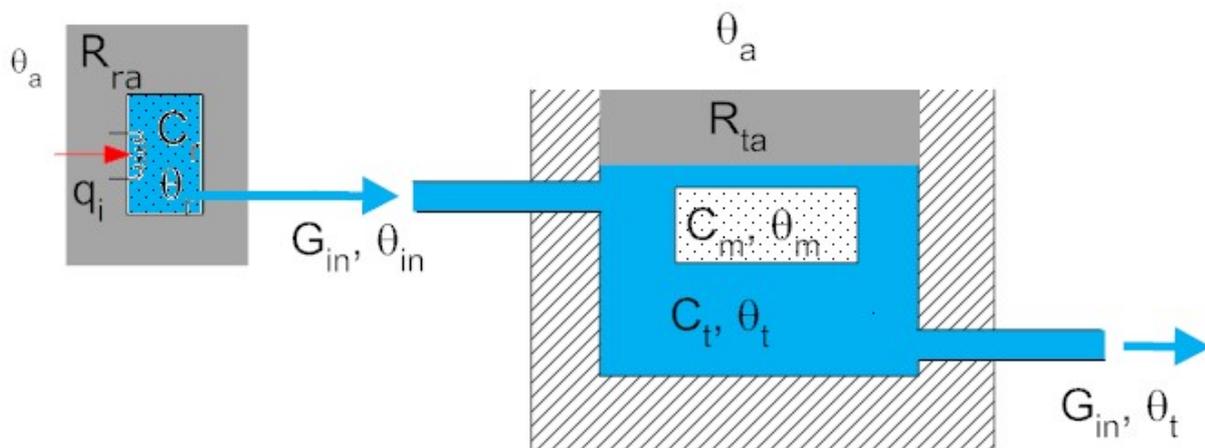
Prova scritta – 24 luglio 2019

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 (nell'ipotesi che la temperatura ambiente sia nulla):

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

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

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

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:

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

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

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

RISPOSTA:

$$Q^T =$$

$$\text{rango}(Q^T) =$$

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:

$$\dot{\hat{x}}(t) = A\hat{x}(t) + Bu(t) + K(C\hat{x}(t) - y(t))$$

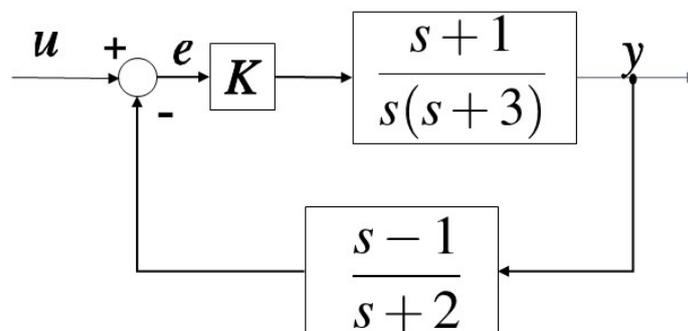
i cui autovalori assegnabili risultino tutti uguali a -3 .

RISPOSTA:

$$K =$$

ESERCIZIO 4.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



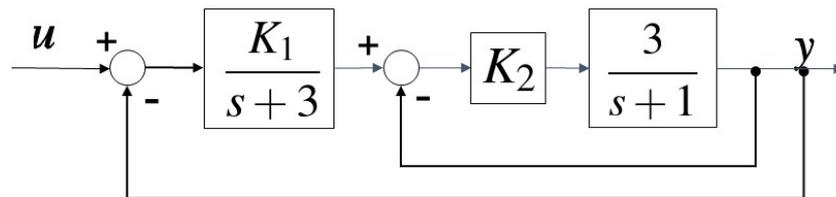
si determini l'intervallo di valori di K tali per cui il sistema ad anello chiuso risulti essere ASINTOTICAMENTE STABILE.

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.

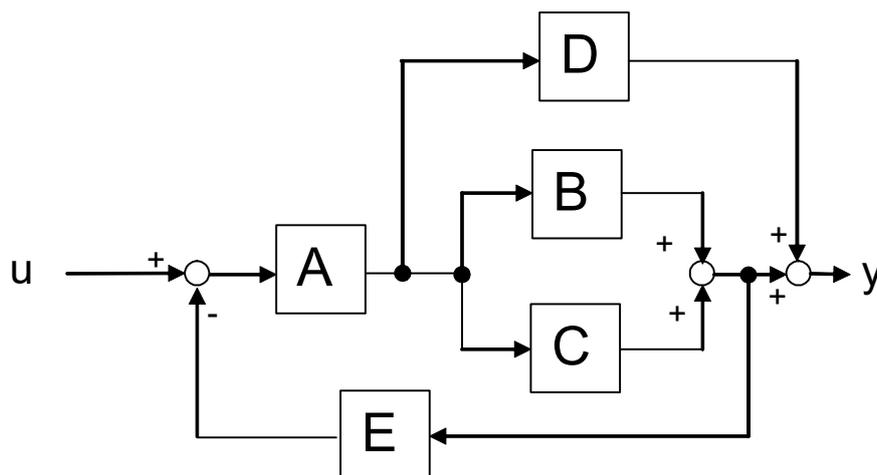
RISPOSTA:

$K_1 =$

$K_2 =$

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:

- asintoticamente stabile
- semplicemente stabile
- instabile
- lineare e stazionario

DOMANDA 2.

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

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

Il sistema:

- presenta modi semplicemente stabili
- presenta modi asintoticamente stabili
- presenta modi instabili
- 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:

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

DOMANDA 4.

Una struttura meccanica costituita da sole masse e molle ideali (senza attriti), è un sistema:

- asintoticamente stabile
- semplicemente stabile
- instabile
- certamente non raggiungibile-controllabile

DOMANDA 5.

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

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

DOMANDA 6.

La risposta al gradino unitario del sistema avente la seguente funzione di trasferimento:

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

- ha un valore di regime pari a 1
- ha un valore di regime pari a $1/\tau$
- per $t = 0+$ ha una pendenza pari a τ
- per $t = 0+$ ha una pendenza pari a $1/\tau$

DOMANDA 7.

Il regolatore standard di tipo PID, nella forma ideale seguente:

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

- è un sistema fisicamente realizzabile
- non è un sistema fisicamente realizzabile
- è sempre caratterizzato da una coppia di zeri reali distinti
- è sempre caratterizzato da una coppia di poli reali distinti

DOMANDA 8.

Nel diagramma di Bode di una rete anticipatrice, all'aumentare di ω da zero all'infinito:

- compare prima l'effetto del polo e poi dello zero
- compare prima l'effetto dello zero e poi del polo
- la fase è sempre positiva
- la fase è sempre negativa