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

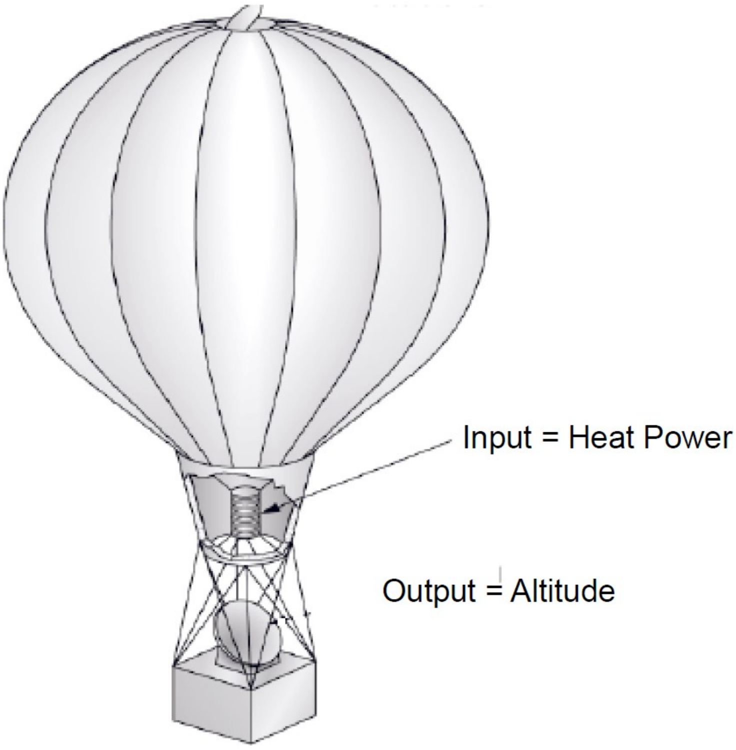
Prova scritta – 7 giugno 2019

COGNOME e NOME: ____

MATRICOLA: ____

ESERCIZIO 1.

Si consideri il problema della regolazione di quota dell’aerostato ad aria calda mostrato nella seguente figura:



Ipotizzando di considerare le quantità fisiche come piccole variazioni rispetto ad una opportuna condizione operativa, il modello matematico del sistema si può esprimere con le seguenti equazioni differenziali che descrivono la dinamica della temperatura interna all’aerostato T e della quota z:

$$C_t\dot{T} + \frac{1}{R_t}T = q$$

$$m\ddot{z} + f\dot{z} = E_q T$$

nelle quali C_t e R_t sono rispettivamente la capacità termica e la resistenza termica del contenitore di aria calda, q è il calore generato dal bruciatore, m è la massa complessiva dell'aerostato, f il coefficiente d'attrito corrispondente alla resistenza aerodinamica ed E_q esprime il rapporto tra la spinta ascensionale data dall'aria calda e la temperatura dell'aria all'interno dell'aerostato.

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:

$$x_1 = T;\ x_2 = z;\ x_3 = \dot{z};\ u = q;\ y = x_2;$$

RISPOSTA:

$A =$ $B =$

$C =$ $D =$

ESERCIZIO 2.

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

$$C_t = 20;\quad R_t = 0{,}5;\quad m = 25;\quad f = 2{,}5;\quad E_q = 5;$$

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:

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

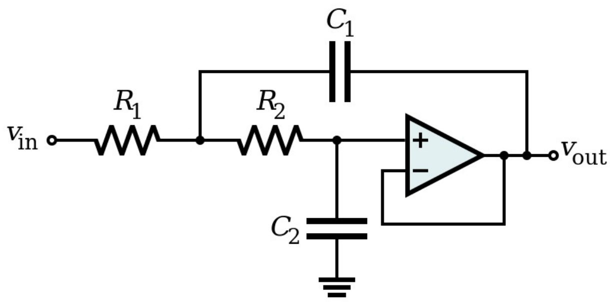
i cui autovalori assegnabili risultino tutti uguali a -1.

RISPOSTA:

$K =$

ESERCIZIO 4.

Il seguente circuito elettrico attivo, con topologia detta di Sallen-Key:



risulta avere il seguente modello nello spazio degli stati:

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 0 & -6 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} u(t)$$

$$y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} x(t)$$

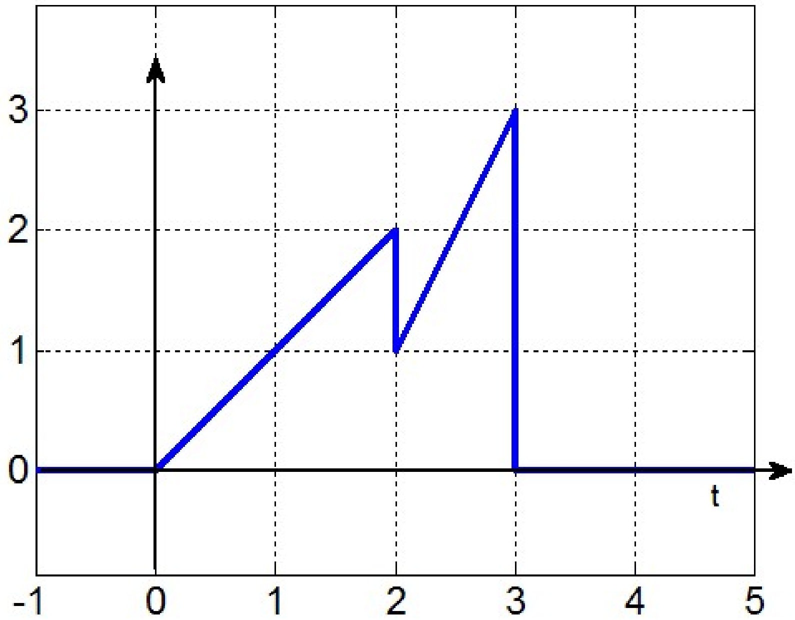
Si determini la corrispondente funzione di risposta impulsiva.

RISPOSTA:

W(t) =

ESERCIZIO 5.

Data la funzione avente il seguente andamento nel tempo:



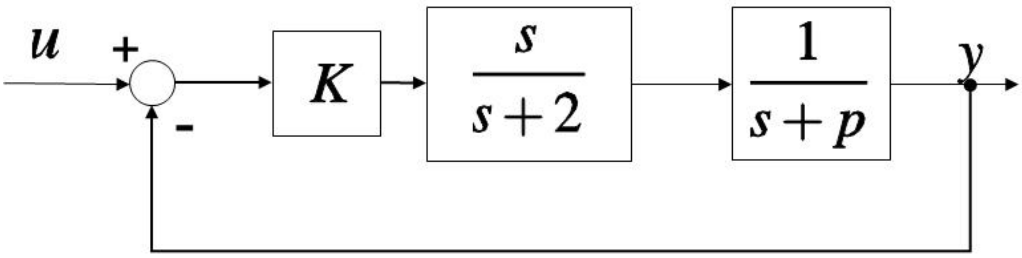
si calcoli la corrispondente funzione trasformata secondo Laplace.

RISPOSTA:

F(s) =

ESERCIZIO 6.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



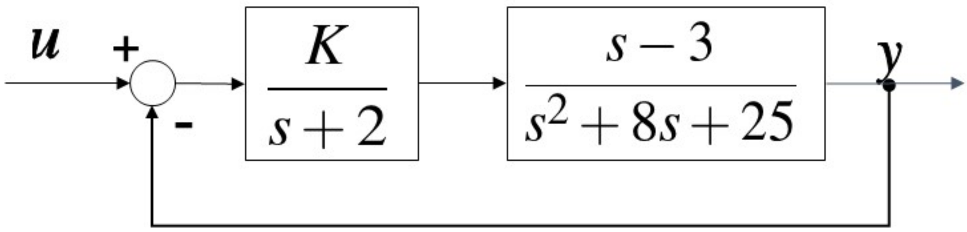
si determinino i valori di K e p tali che il sistema ad anello chiuso risulti avere pulsazione naturale $\omega_n = 8$ e tempo di assestamento $T_a = 0.8$ secondi.

RISPOSTA:

$K =$ $\qquad\qquad\qquad\qquad$ $p =$

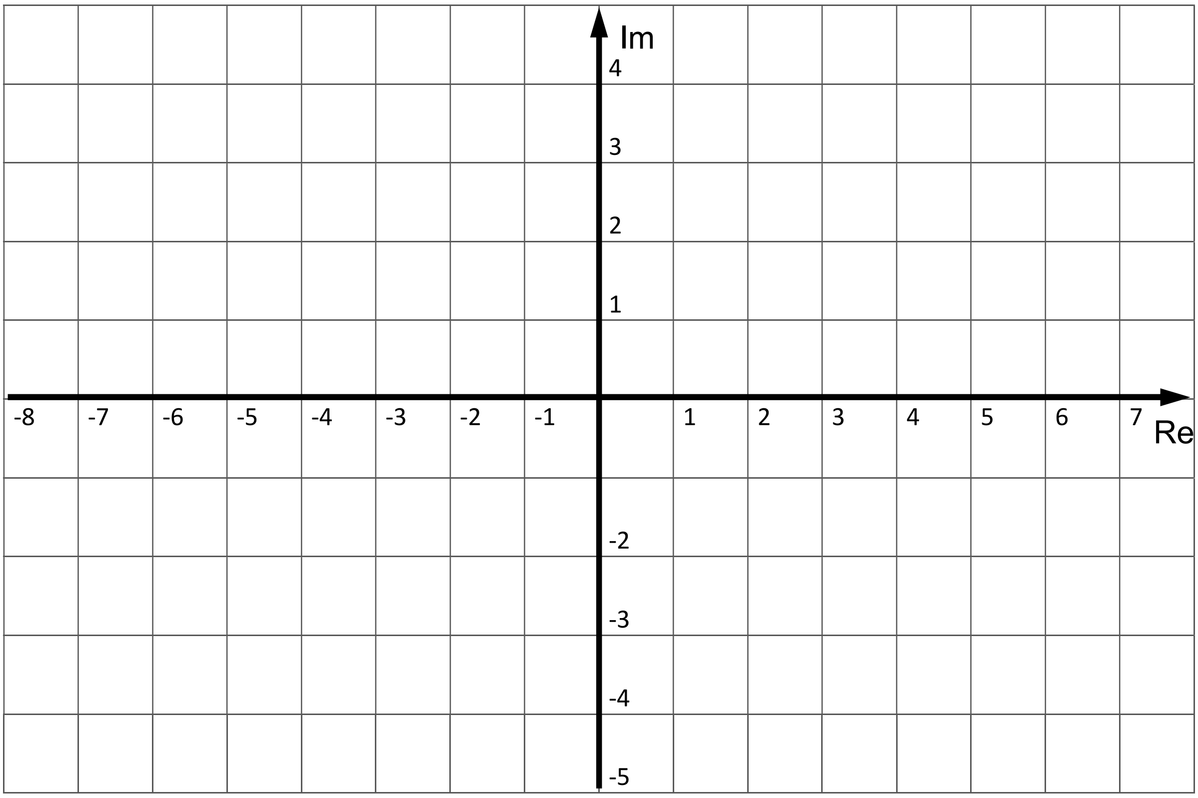
ESERCIZIO 7.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



si disegni il corrispondente luogo delle radici valido per $K > 0$ (luogo diretto) e si determini, se esiste, il valore di K compatibile con il luogo diretto per cui il sistema risulti semplicemente stabile.

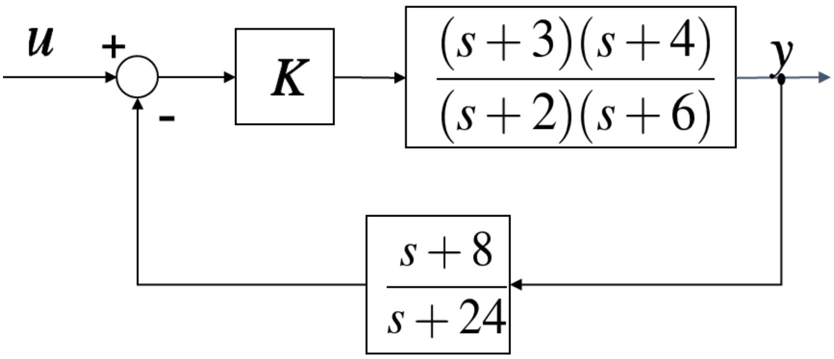
RISPOSTA:



K =

ESERCIZIO 8.

Dato il sistema descritto dal seguente schema a blocchi:



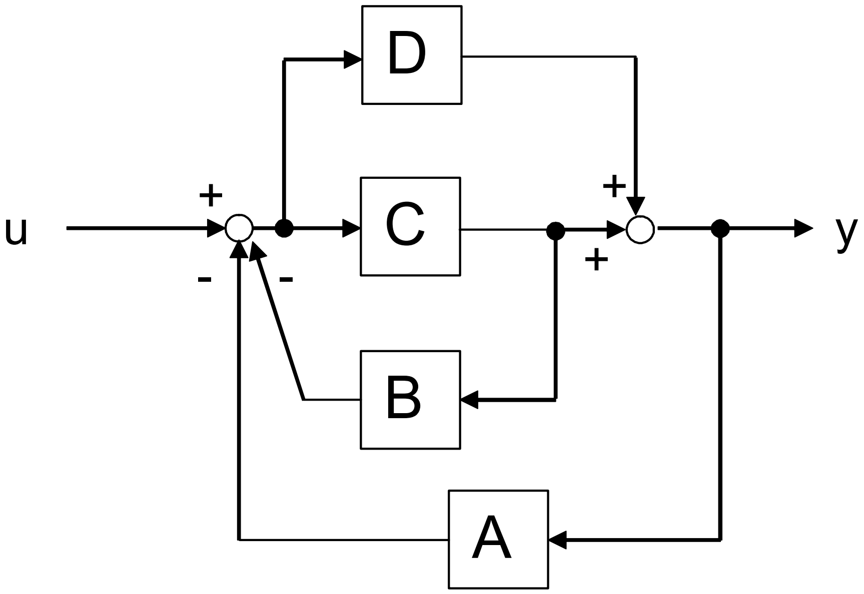
si progetti il valore di K affinchè risulti $e(\infty) = 0.1$ con ingresso a gradino unitario (i.e. $u(s) = 1/s$)

RISPOSTA:

$K=$

ESERCIZIO 9.

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

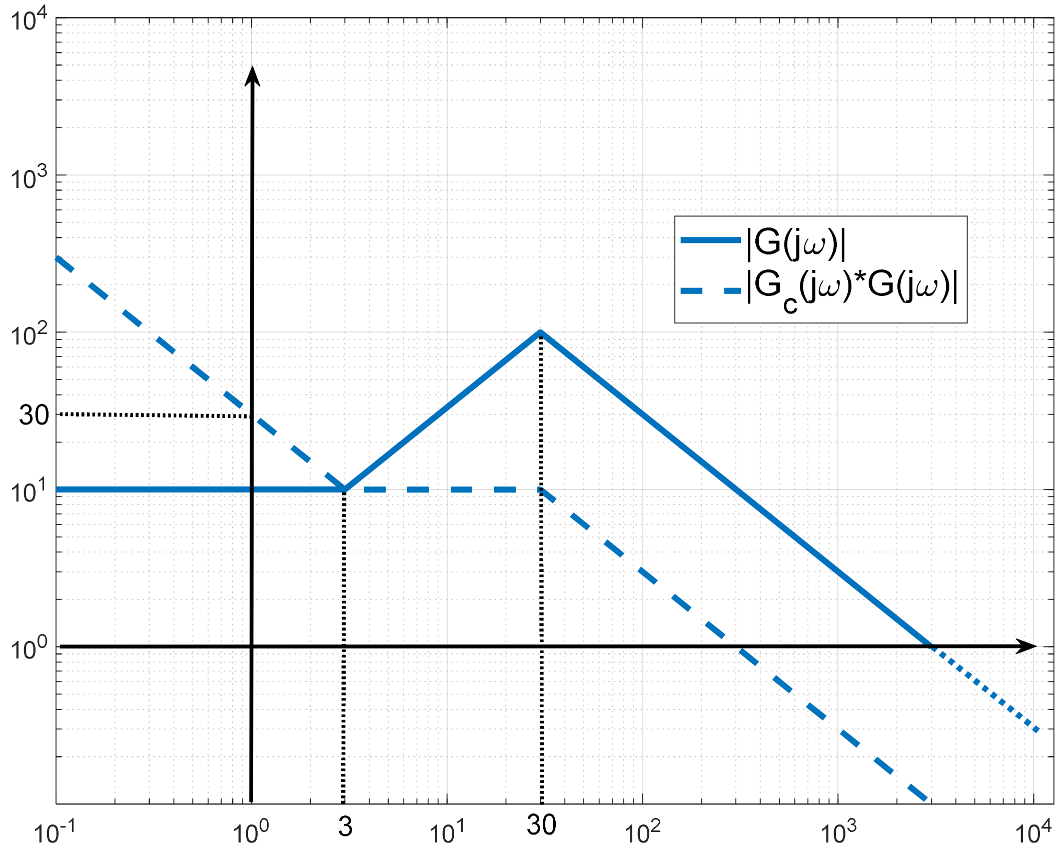


RISPOSTA:

Y/U =

ESERCIZIO 10.

Dati i seguenti diagrammi di Bode delle ampiezze, si determinino le funzioni di trasferimento $G(s)$ e $G_c(s)$, supponendo che entrambe siano a fase minima:



RISPOSTA:

$G(s) =$

$G_c(s) =$