Esame di "FONDAMENTI DI AUTOMATICA" (6 CFU) / "CONTROLLI AUTOMATICI"

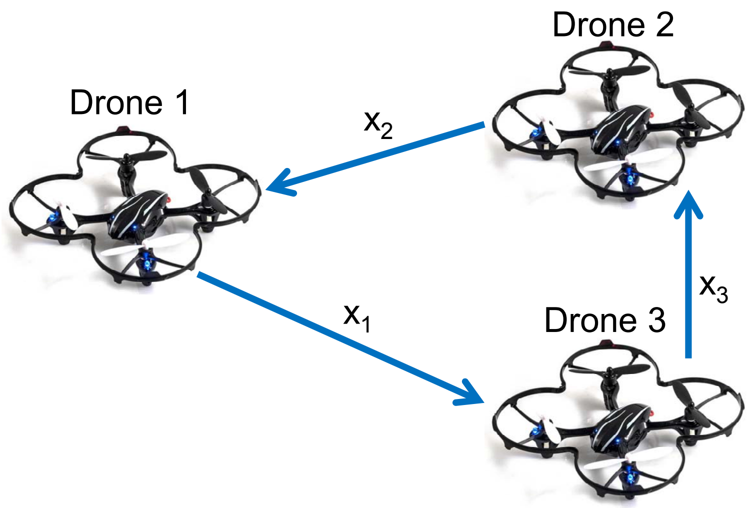
Prova scritta – 23 febbraio 2018

COGNOME e NOME: ____

MATRICOLA: ____

ESERCIZIO 1.

Si vuole realizzare un sistema di sorveglianza costituito da una flotta di droni di tipologia quadricottero. Per coordinare e sincronizzare il moto dei quadricotteri è prevista una rete di comunicazione wireless low-power, con la quale ogni drone può inviare la propria posizione nello spazio solo ad uno dei droni vicini e solo uno dei droni può inviare la propria posizione al sistema di supervisione centralizzato. Come caso specifico si considerino tre droni con il seguente schema di comunicazione:



Al fine di mantenere un moto coordinato della flotta, ogni drone è programmato per regolare la propria velocità in funzione della distanza con l'altro drone del quale riceve la posizione via rete wireless, più un eventuale comando esterno fornito dal supervisore centralizzato. Considerando per semplicità la posizione del drone come una variabile scalare, indicata con x_i, le equazioni differenziali che descrivono il moto della flotta di tre droni sono esprimibili come segue:

$$\dot{x}_i = -(x_i - x_j) + b_i u$$

con le seguenti combinazioni degli indici *i* e *j*: [i=1, j=2], [i=2, j=3], [i=3, j=1].
Si determini il corrispondente modello dinamico nello spazio degli stati, del tipo:

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

fissando le posizioni dei droni come variabili di stato e considerando:

- $b_1 = 1$, $b_2 = 0$ e $b_3 = 0$.
- $y = x_3$

Si verifichi poi se il sistema considerato risulti o meno completamente controllabile, calcolando la matrice di raggiungibilità ed il relativo rango.

RISPOSTA:

$A =$ $B =$

$C =$ $D =$

$P =$ rango(P) =

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

ESERCIZIO 2.

Per il sistema con le matrici ottenute all'Esercizio 1, si progetti una retroazione stato-ingresso (i.e. $u = H\,x + v$), in modo tale che:

- gli autovalori assegnabili del sistema chiuso in retroazione siano tutti reali e distinti;
- il più lento di tali autovalori abbia tempo di assestamento (al 5%) di 3 secondi e gli altri assegnabili abbiano valori assoluti progressivi di una unità (es. -1, -2, ecc.).

RISPOSTA:

$H =$

ESERCIZIO 3.

Dato il sistema ed il relativo valore dello stato all’istante t = 4 s:

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -4 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} x(t) \qquad x(4) = \begin{bmatrix} 1 \\ e \end{bmatrix}$$

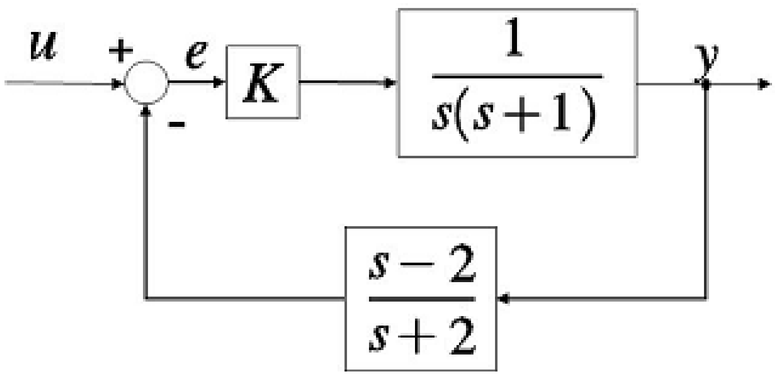
Si calcoli il valore dello stato all’istante iniziale (t = 0).

RISPOSTA:

x(0) =

ESERCIZIO 4.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



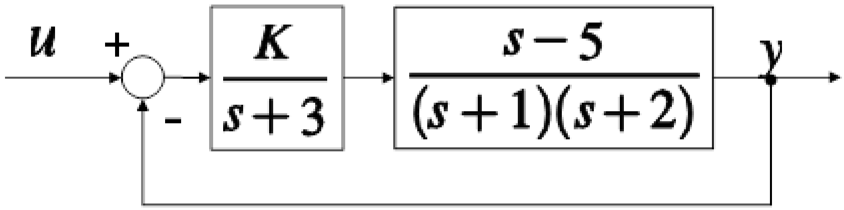
si determinino i valori di K tali per cui il sistema chiuso in retroazione risulti essere asintoticamente stabile.

RISPOSTA:

K

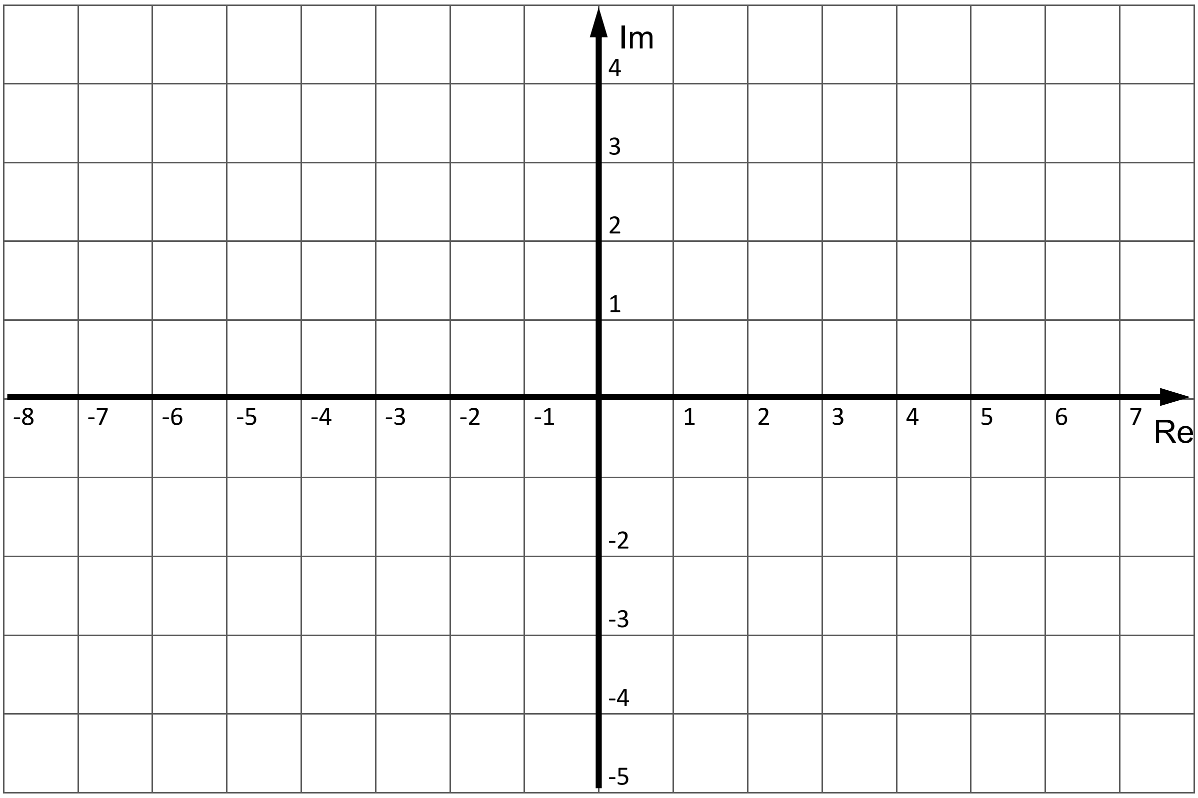
ESERCIZIO 5.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



si disegni il corrispondente luogo delle radici valido per $K > 0$ (luogo diretto).

RISPOSTA:



ESERCIZIO 6.

Si calcoli la risposta impulsiva del sistema avente la seguente funzione di trasferimento:

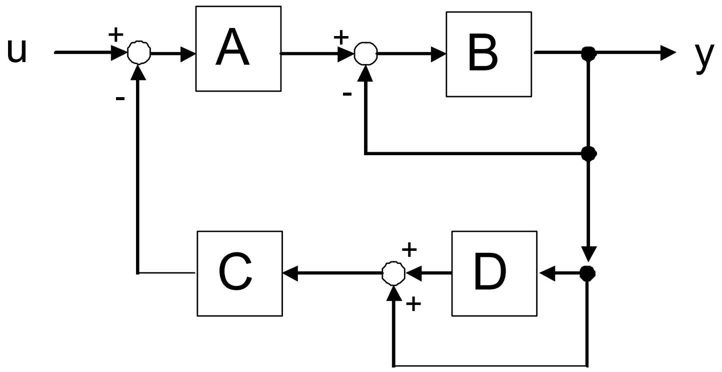
$$G(s) = \frac{7s+12}{s^2+11s+28}$$

RISPOSTA:

W(t) =

ESERCIZIO 7.

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

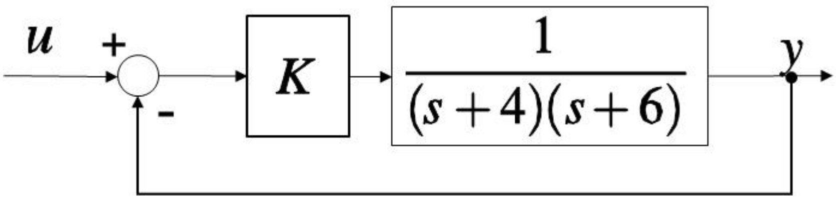


RISPOSTA:

Y/U =

ESERCIZIO 8.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



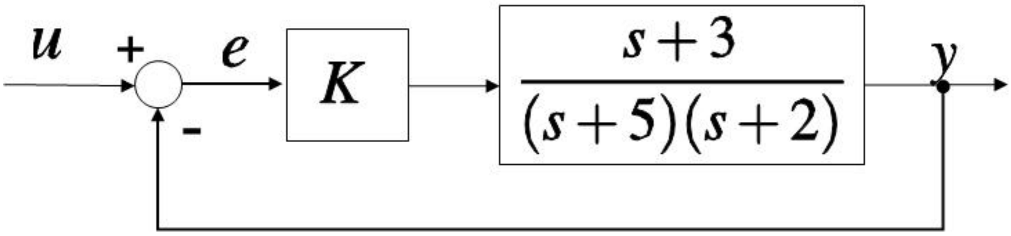
si determini il valore di K tale che il sistema ad anello chiuso risulti avere coefficiente di smorzamento $\delta = 0,4$

RISPOSTA:

K =

ESERCIZIO 9.

Si determini il valore di K tale per cui l’errore a regime, in risposta ad un gradino unitario (U(s) = 1/s), del seguente sistema in retroazione:



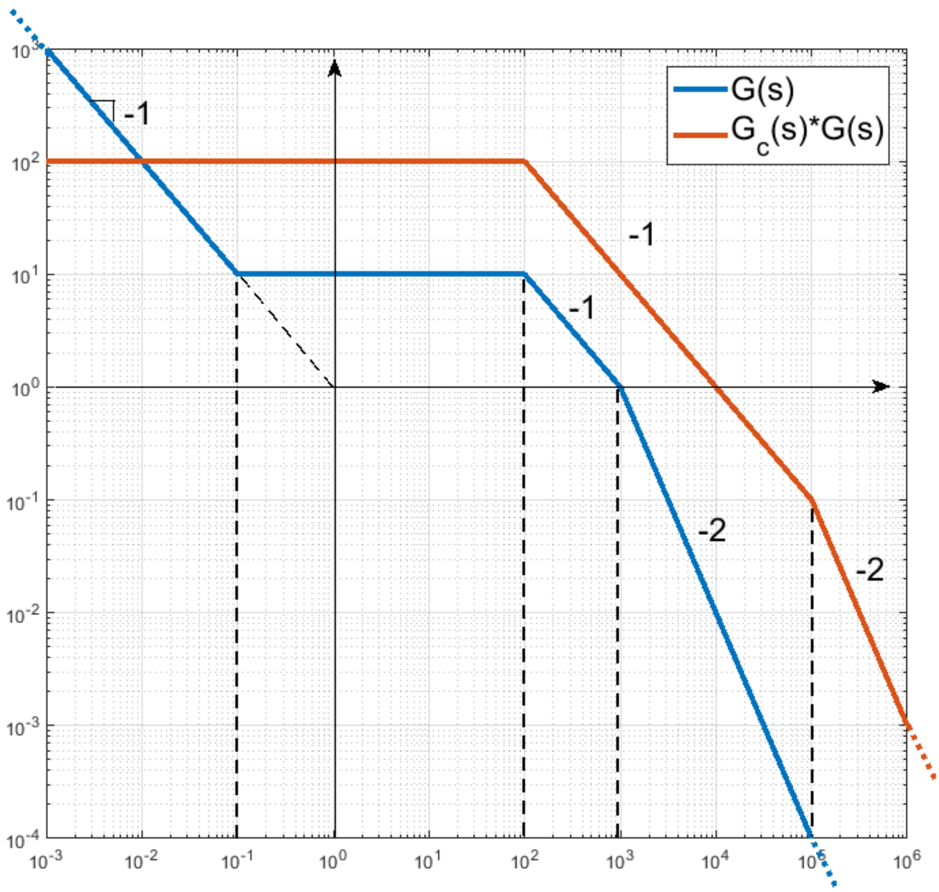
corrisponda a $e(\infty) = 0,1$

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:

$G(s) =$

$G_c(s) =$