

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

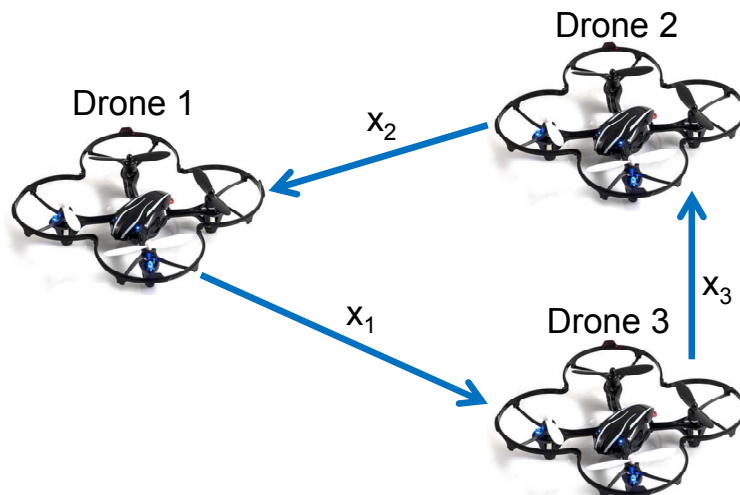
Prova scritta – 20 giugno 2017

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 $b_3 = 0$. Per quando riguarda la variabile di uscita invece, si consideri $y = X_i$, con:

- $i = 1$, se il proprio numero di matricola termina con 0.
- $i = 2$, se il proprio numero di matricola termina con una cifra pari diversa da 0.
- $i = 3$, se il proprio numero di matricola termina con una cifra dispari.

Si verifichi poi se il sistema considerato risulti o meno completamente osservabile, in base al proprio numero di matricola, calcolando la matrice di osservabilità ed il relativo rango.

RISPOSTA:

$$A =$$

$$B =$$

$$C =$$

$$D =$$

$$Q^T =$$

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

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

ESERCIZIO 2.

Per il sistema ottenuto all'Esercizio 1, 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 reali ed uguali tra loro (se quelli assegnabili sono più di uno), con un tempo di assestamento (al 5%) di 1 secondo.

RISPOSTA:

$$K =$$

ESERCIZIO 3.

Si calcoli la risposta impulsiva del sistema:

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

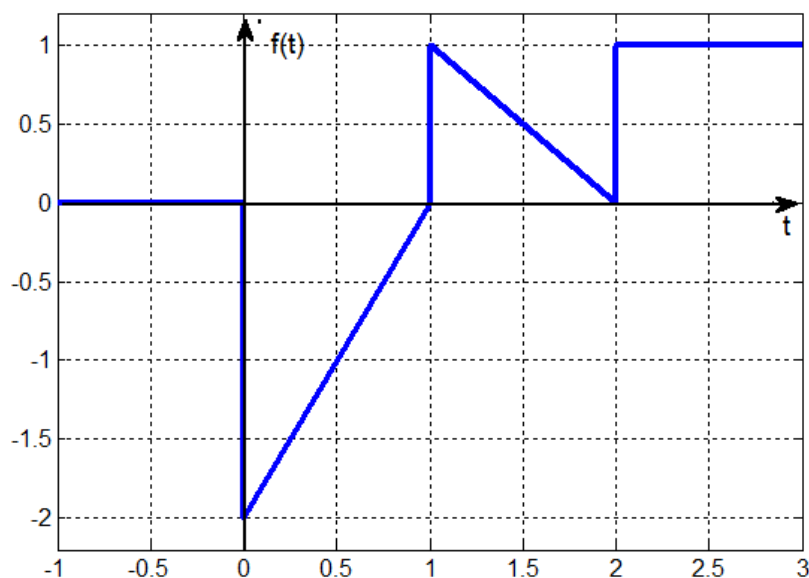
$$A = \begin{bmatrix} -5 & 0 \\ 1 & -3 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix}$$

RISPOSTA:

$$W(t) =$$

ESERCIZIO 4.

Dato il segnale $f(t)$ avente andamento nel tempo come indicato in figura, si determini la trasformata di Laplace $F(s)$ di detto segnale:

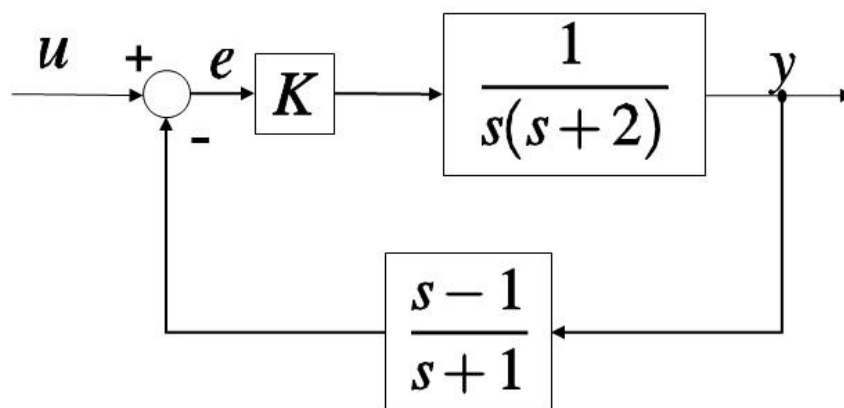


RISPOSTA:

$$F(s) =$$

ESERCIZIO 5.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



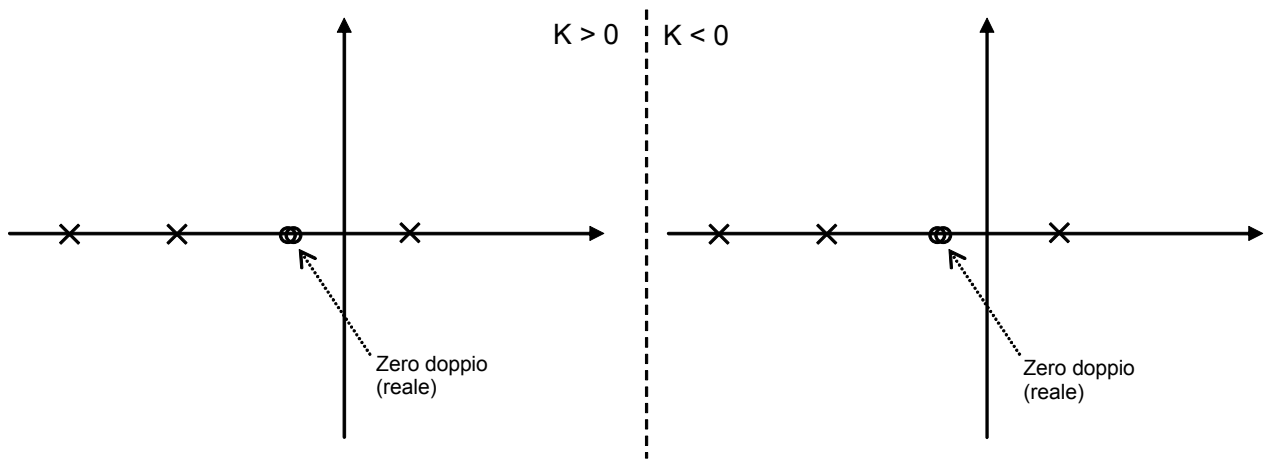
si determinino i valori di K tali per cui il sistema chiuso in retroazione risulti essere asintoticamente stabile.

RISPOSTA:

$$K$$

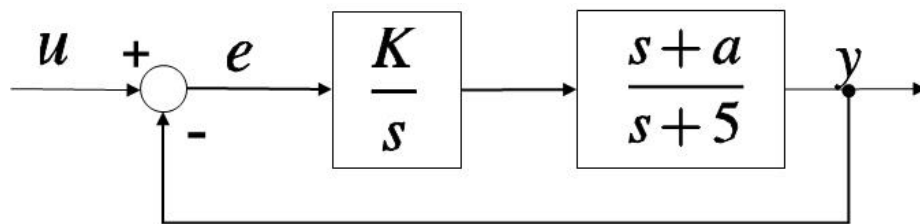
ESERCIZIO 6.

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 7.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:

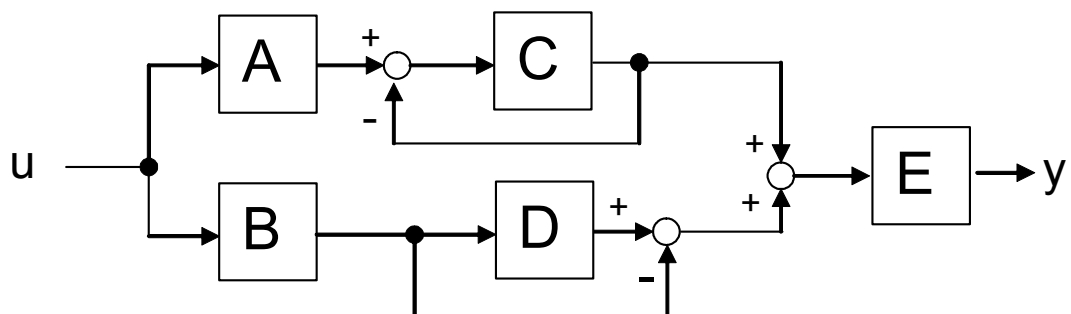


si determinino i valori di K e a tali che il sistema ad anello chiuso risulti avere una coppia di poli complessi e coniugati in $p_{1,2} = -3 \pm j 2$

RISPOSTA:

$$K = \quad \quad \quad a =$$

ESERCIZIO 8.

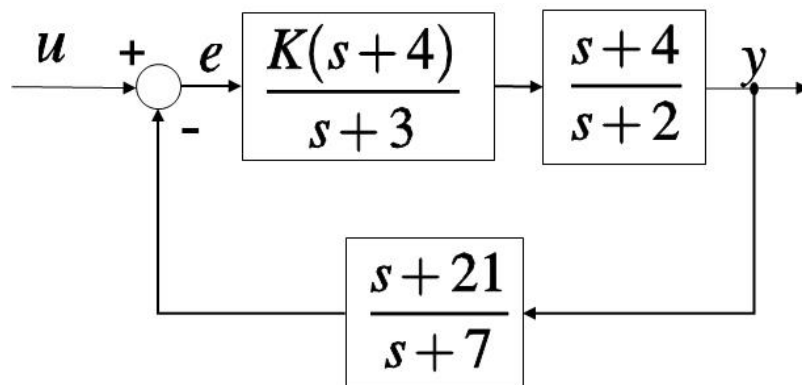


RISPOSTA:

$$Y / U =$$

ESERCIZIO 9.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



si determini il valore di K tale per cui il sistema risulti avere errore a regime pari a:

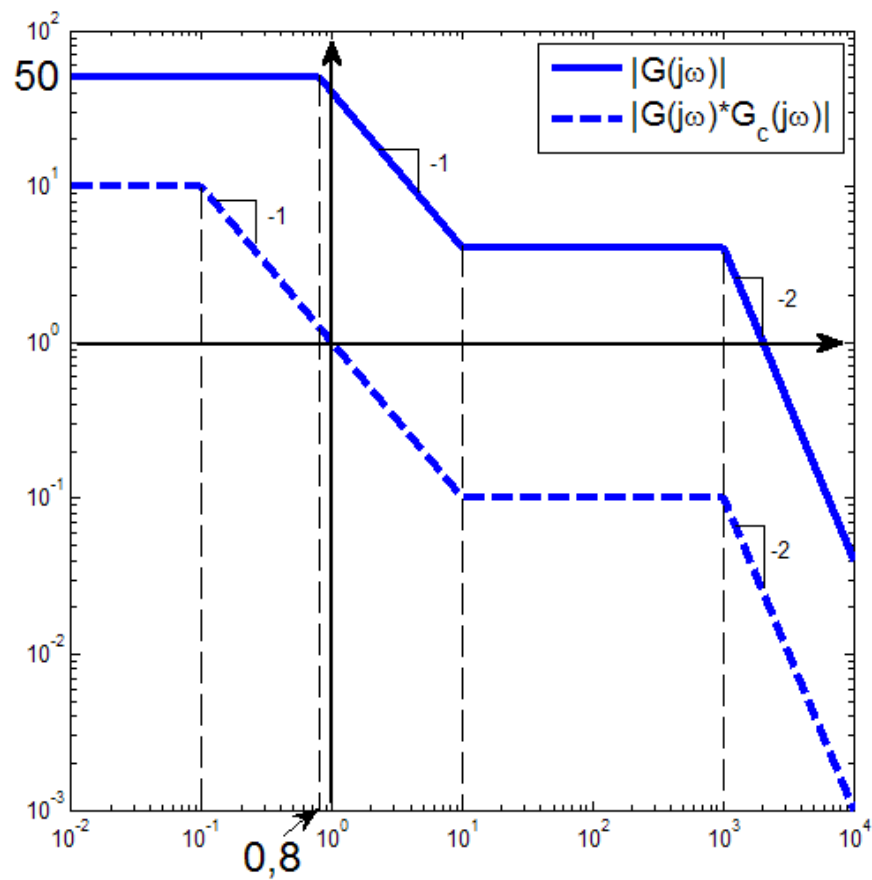
$$e(\infty) = 0,2 \text{ con ingresso a gradino unitario } (U(s) = 1/s)$$

RISPOSTA:

$$K =$$

ESERCIZIO 10.

Dati i seguenti diagrammi di Bode delle ampiezze:



si determinino le funzioni di trasferimento $\mathbf{G(s)}$ e $\mathbf{G_c(s)}$, supposte entrambe a fase minima.

RISPOSTA:

$G(s) =$

$G_c(s) =$