

# Esame di “FONDAMENTI DI AUTOMATICA” (9 CFU)

Prova scritta – 7 giugno 2022 – Testo A

COGNOME e NOME: \_\_\_\_\_

MATRICOLA: \_\_\_\_\_

## ESERCIZIO 1.

Si consideri un sistema di Adaptive Cruise Control (ACC) con interazione Vehicle-to-Vehicle (V2V), nel quale si ipotizza come variabile manipolabile l'acceleratore del veicolo *Leader*, mentre nei veicoli seguenti con guida autonoma (detti veicoli *Ego*) la velocità è regolata in modo da mantenere una distanza di sicurezza dai veicoli precedenti, come schematizzato nella seguente figura:



Considerando un unico veicolo Ego, il modello matematico del sistema può essere descritto tramite le seguenti equazioni differenziali:

$$\begin{aligned}M_L \dot{v}_L &= F_L - B_L v_L \\M_E \dot{v}_E &= K D - B_E v_E \\ \dot{D} &= v_L - v_E\end{aligned}$$

nelle quali  $M_L$ ,  $B_L$ ,  $M_E$  e  $B_E$  sono le masse e i coefficienti di attrito combinato (i.e. rotolamento e aerodinamico) dei due veicoli, le cui velocità sono  $v_L$  e  $v_E$ , mentre  $D$  è la distanza relativa e  $K$  è il guadagno del regolatore di velocità nel veicolo Ego.

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 le variabili di stato, ingresso e uscita:

$$x_1 = v_L; x_2 = v_E; x_3 = D; u = F_L; y = D;$$

**RISPOSTA:**

$A =$

$B =$

$C =$

$D =$

---

## ESERCIZIO 2.

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

$$M_L = 1000; \quad M_E = 800; \quad B_L = B_E = 200; \quad K = 400;$$

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 descritto dalla seguente funzione di trasferimento:

$$G(s) = \frac{5s+6}{s^2+5s+6}$$

si calcoli l'espressione in funzione del tempo dell'uscita  $y(t)$  quando in ingresso è applicato un gradino di ampiezza unitaria (i.e.  $U(s) = 1/s$ ).

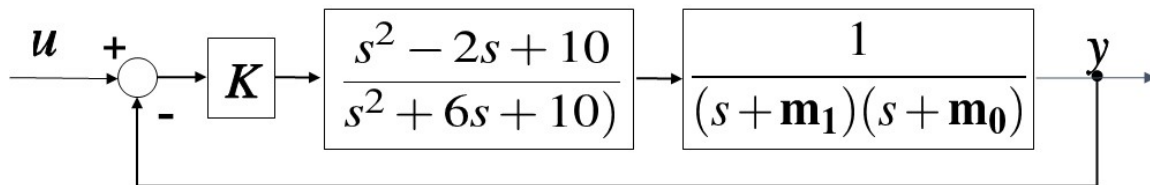
**RISPOSTA:**

$$y(t) =$$

---

**ESERCIZIO 4.**

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:

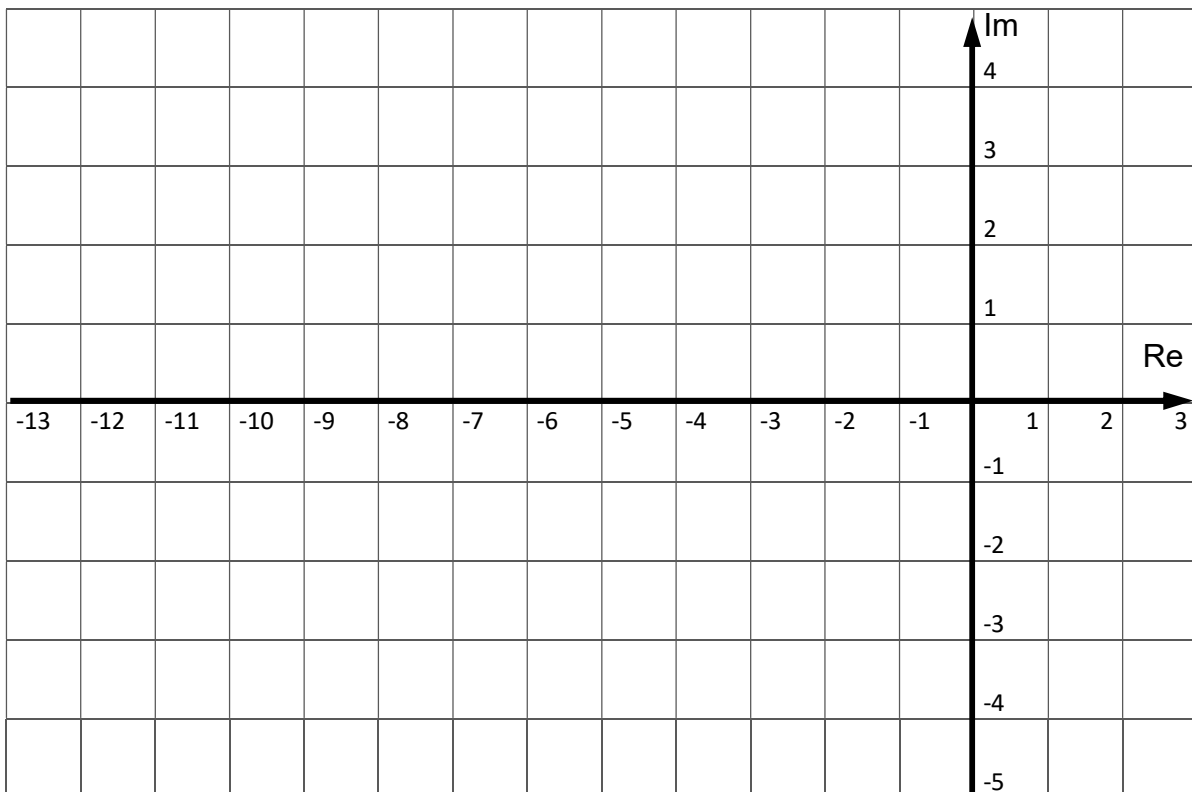


si disegnano i corrispondenti luoghi delle radici per  $K > 0$  (luogo diretto) e per  $K < 0$  (luogo inverso). Nel caso siano presenti asintoti, si tenga conto della posizione del relativo centro.

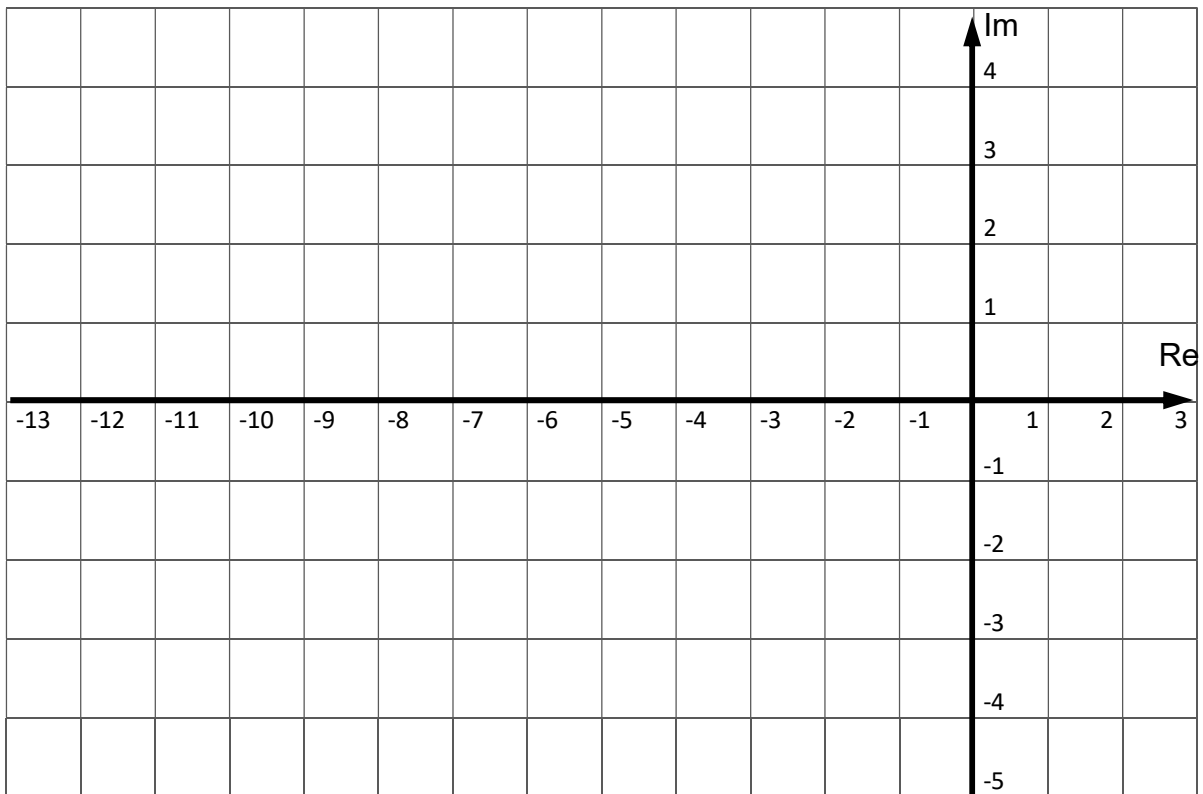
**NOTA:**  $m_1$  e  $m_0$  sono rispettivamente la penultima e l'ultima cifra a destra del proprio numero di matricola (considerate anche se nulle).

**RISPOSTA:**

$K > 0$

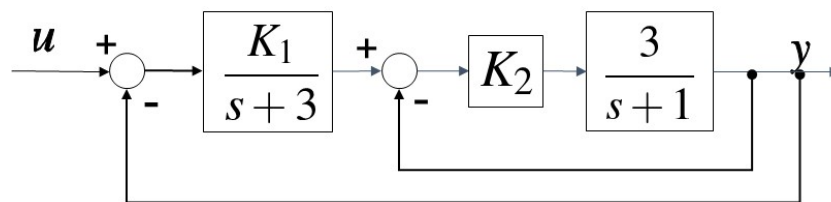


$K < 0$



### 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  $\delta = 0,6$  e tempo di assestamento  $T_a = m_0$  secondi.

**NOTA:**  $m_0$  è l'ultima cifra a destra del proprio numero di matricola. Se  $m_0=0$ , la si sostituisca con 5.

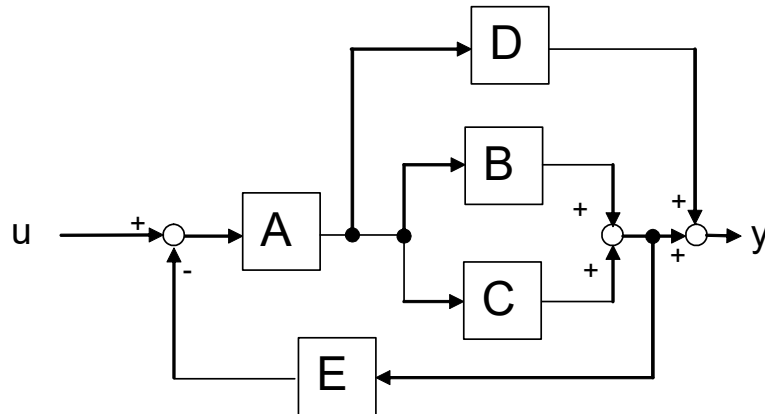
**RISPOSTA:**

$K_1 =$

$K_2 =$

### ESERCIZIO 6.

Si determini la funzione di trasferimento tra ingresso  $U$  e uscita  $y$  corrispondente al seguente diagramma a blocchi:



**RISPOSTA:**

$$G = Y/U =$$

---

## TEST A RISPOSTA MULTIPLA

---

### DOMANDA 1.

Un sistema singolo ingresso / singola uscita, descritto dal modello matematico

$$\dot{x}(t) = u(t); \quad y(t) = x(t)$$

- è instabile
- ha una funzione di trasferimento con un polo nullo
- ha una funzione di trasferimento con un polo a modulo unitario
- è puramente dinamico

### DOMANDA 2.

Un sistema dinamico lineare e stazionario caratterizzato dalla seguente matrice di transizione:

$$e^{At} = \begin{bmatrix} 1 & e^{-2t} \\ 0 & 2e^{-2t} \end{bmatrix}$$

- è completamente controllabile
- è instabile
- è semplicemente stabile
- è asintoticamente stabile

### DOMANDA 3.

Un sistema con funzione di trasferimento  $G(s)$  pari a:

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

risulta essere:

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

### DOMANDA 4.

Si vuole progettare un controllo in retroazione per il sistema avente funzione di trasferimento:

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

in modo da ottenere errore a regime nullo per ingressi a rampa. Il controllore per tale sistema:

- può essere un regolatore PI
- può essere un regolatore PD
- deve avere almeno due poli nell'origine
- deve avere almeno un polo nell'origine