

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

Prova scritta – 7 giugno 2022

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.

Considerando $D_0 = 0$, 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:

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

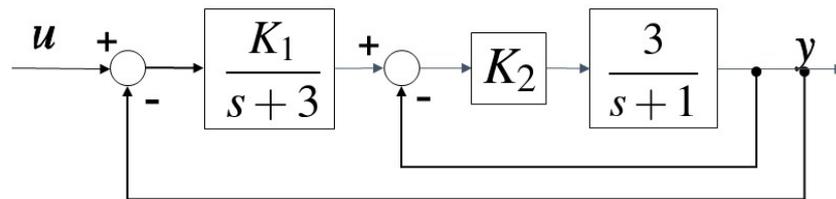
si calcoli l'espressione in funzione del tempo dell'uscita $y(t)$ quando in ingresso è applicato un gradino di ampiezza unitaria (i.e. $U(s) = 1 / s$).

RISPOSTA:

$$y(t) =$$

ESERCIZIO 4.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



si 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.

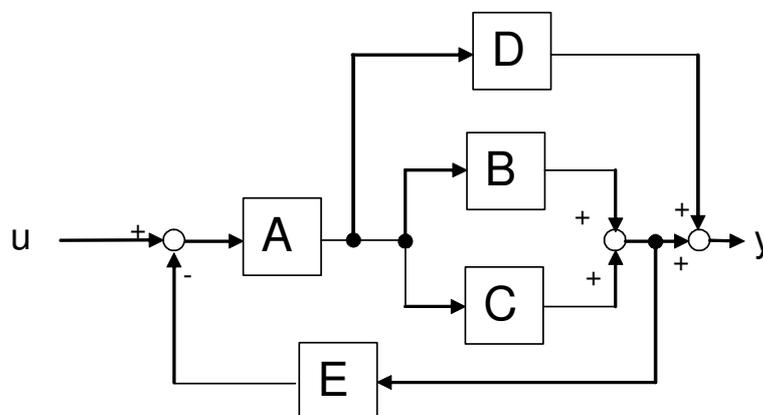
RISPOSTA:

$$K_1 =$$

$$K_2 =$$

ESERCIZIO 5.

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

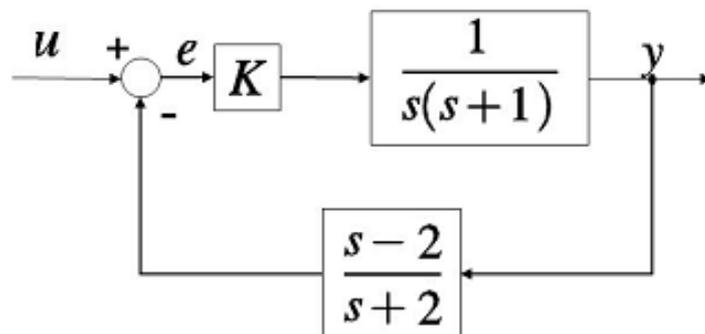


RISPOSTA:

$$G = Y/U =$$

ESERCIZIO 6.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:

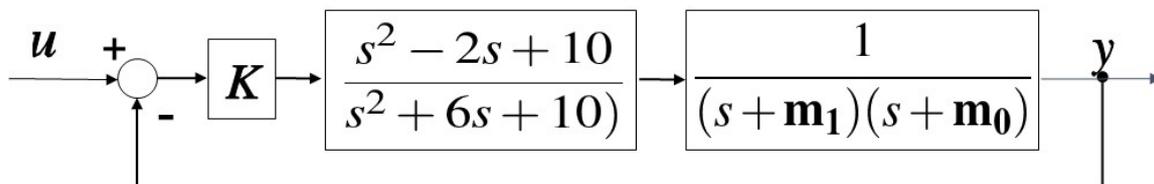


si determinino i valori di K tali per cui il sistema chiuso in retroazione risulti essere asintoticamente stabile.

RISPOSTA:

ESERCIZIO 7.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:

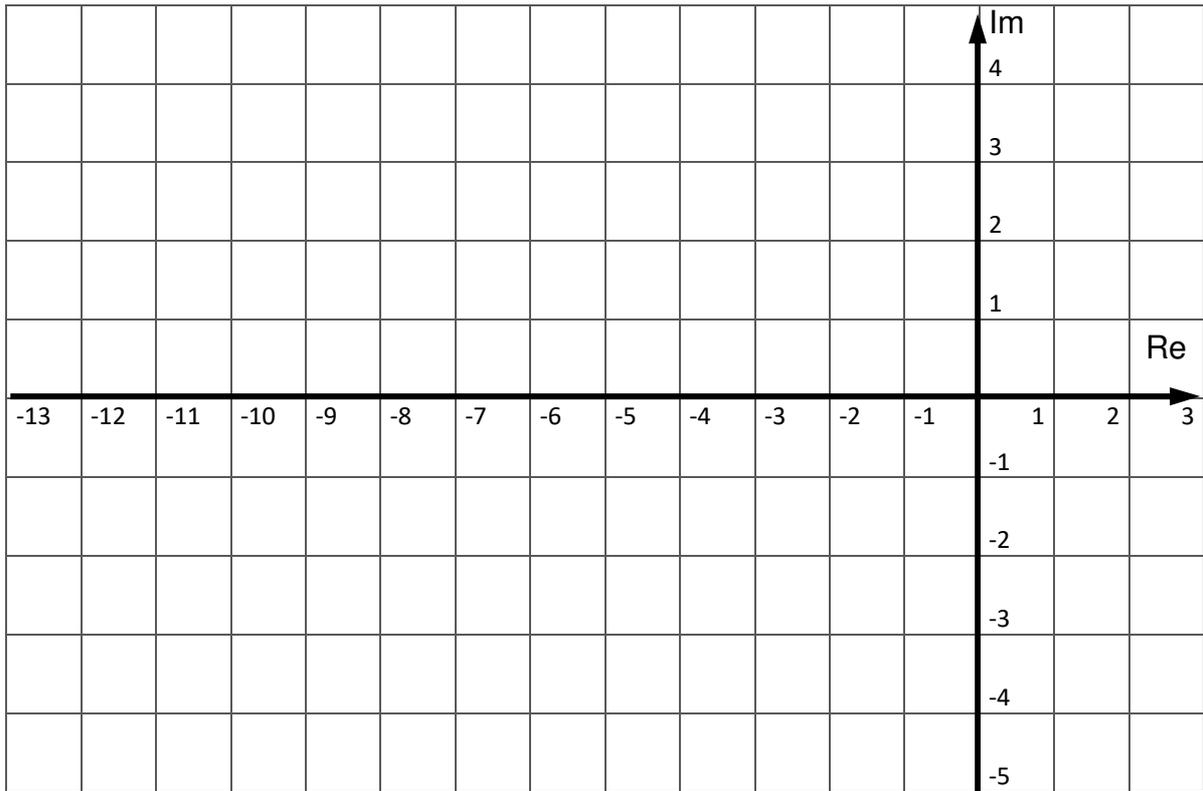


si disegnino i corrispondenti luoghi delle radici per $K > 0$ (luogo diretto) e per $K < 0$ (luogo inverso). Nel caso siano presenti asintoti, si tenga conto della posizione del relativo centro.

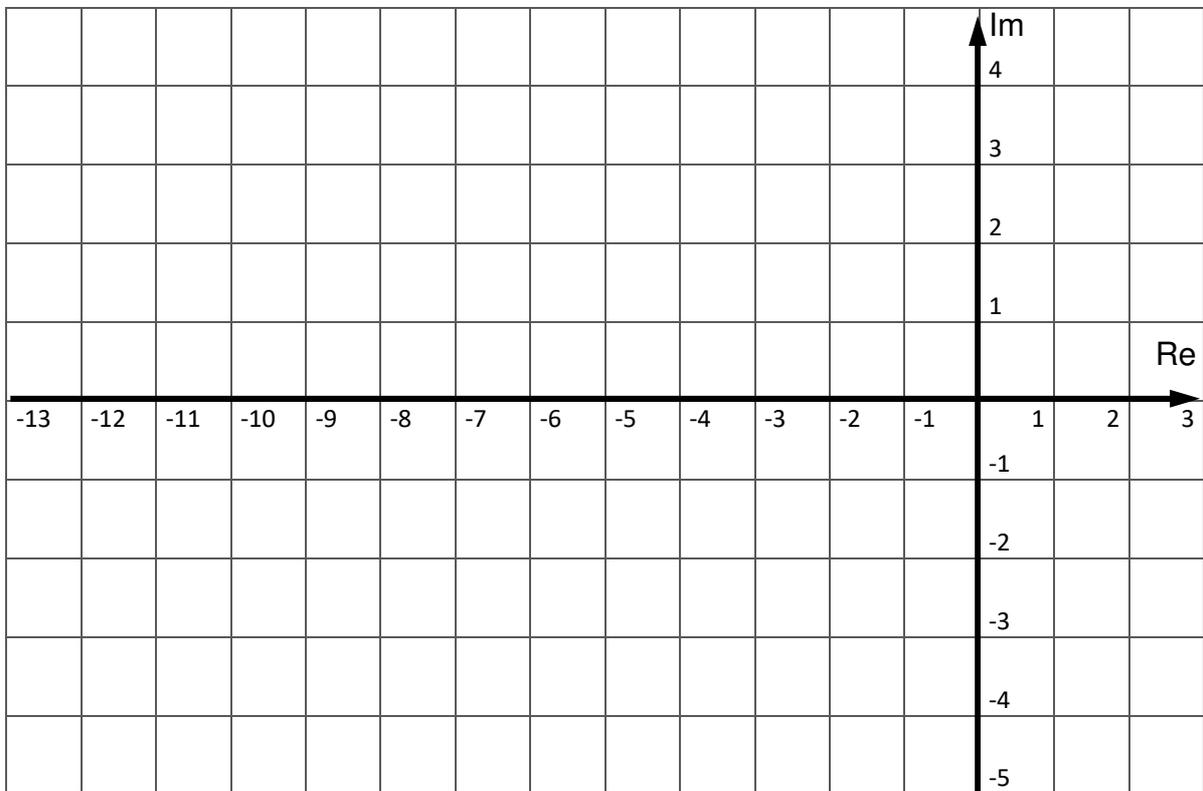
NOTA: m_1 e m_0 sono rispettivamente la penultima e l'ultima cifra a destra del proprio numero di matricola (considerate anche se nulle).

RISPOSTA:

$K > 0$

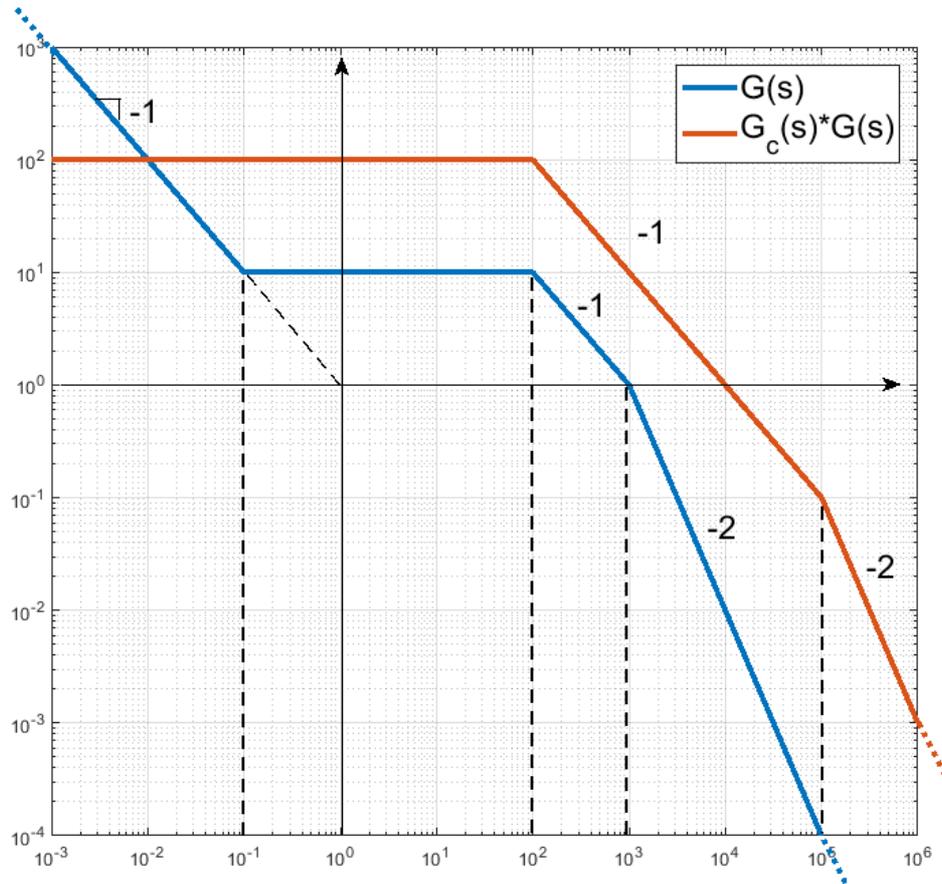


$K < 0$



ESERCIZIO 8.

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.

NOTA: si osservi che il grafico NON riporta direttamente il diagramma di Bode di $G_c(s)$, ma quello di $G_c(s) \cdot G(s)$, come riportato nella legenda in alto.

RISPOSTA:

$G(s) =$

$G_c(s) =$

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.

Gli elementi della matrice di risposta impulsiva sono funzioni che tendono a zero al tendere del tempo all'infinito nei sistemi dinamici, lineari e stazionari:

- semplicemente stabili
- asintoticamente stabili
- completamente controllabili
- completamente osservabili

DOMANDA 4.

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 5.

Il tempo di salita T_s della risposta al gradino di un sistema è definito come:

- il tempo necessario per raggiungere il 50% del valore finale
- il tempo necessario per raggiungere il 90% del valore finale
- il tempo necessario per passare dal 10% al 90% del valore finale
- il tempo necessario perché l'uscita rimanga entro il $\pm 5\%$ del valore finale