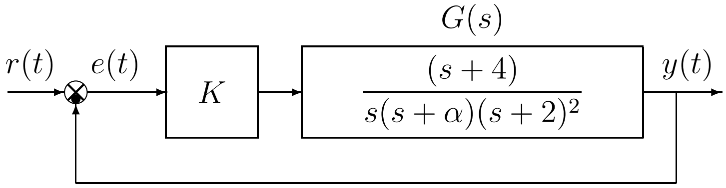
Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

Controlli Automatici B - INFO
9 gennaio 2026 - Esercizi

a) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



a.1) Posto $\alpha = 1$, tracciare qualitativamente il luogo delle radici del sistema retroazionato per $K > 0$. Determinare esattamente la posizione degli asintoti. Determinare la posizione di eventuali punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

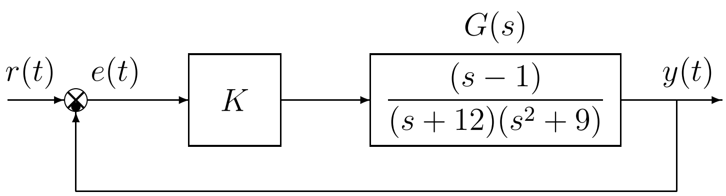
a.2) Posto $K = 81$, tracciare qualitativamente il contorno delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $\alpha > 0$. Nella graficazione si tenga conto che: a) la posizione dei poli del sistema retroazionato quando $K = 81$ e $\alpha = 0$ è la seguente: $p_{1,1} \simeq -4 \pm 1.12\,j$, $p_{3,4} \simeq 2 \pm 3.84\,j$. Determinare la posizione dei punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

a.3) Sia data la seguente funzione di trasferimento che descrive la dinamica di un sistema fisico al variare di un parametro β:

$$G(s) = \frac{(s+3)}{s^3 + 13\,s^2 + (42+\beta)\,s + 5\,\beta}$$

Utilizzando la metodologia del contorno delle radici mostrare come si spostano sul piano complesso i poli della funzione $G(s)$ al variare del parametro $\beta > 0$. Determinare la posizione di eventuali punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

b) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



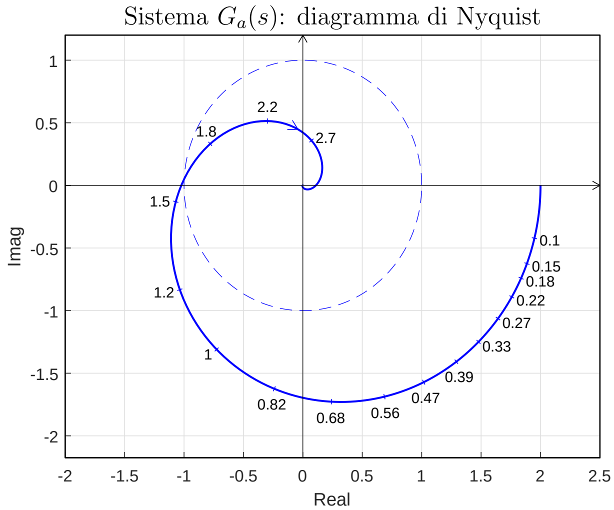
b.1) Tracciare qualitativamente il luogo delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $K > 0$. Determinare per quale valore di K il sistema retroazionato è stabile. Determinare per quale valore K_0 il sistema retroazionato presenta il minimo tempo di assestamento alla risposta al gradino.

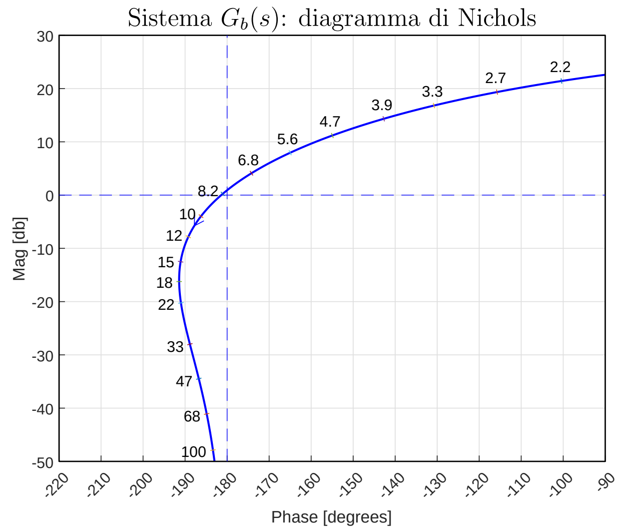
b.2) Sia data la seguente funzione di trasferimento $G_3(s)$:

$$G_3(s) = \frac{s+2}{\alpha s^2 + (\alpha+1)s + 2}$$

Mostrare graficamente come si muovono sul piano complesso i poli della funzione di trasferimento $G_3(s)$ al variare del parametro $\alpha > 0$. Calcolare il valore α^* a cui corrisponde il minimo tempo di assestamento del sistema $G_3(s)$ alla risposta al gradino.

c) Siano date le seguenti due funzioni di risposta armonica dei sistemi $G_a(s)$ e $G_b(s)$:





c.1) Per il sistema $G_a(s)$, progettare una rete correttrice $C(s)$ in grado di garantire al sistema compensato un margine di ampiezza $M_a = 10$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno;

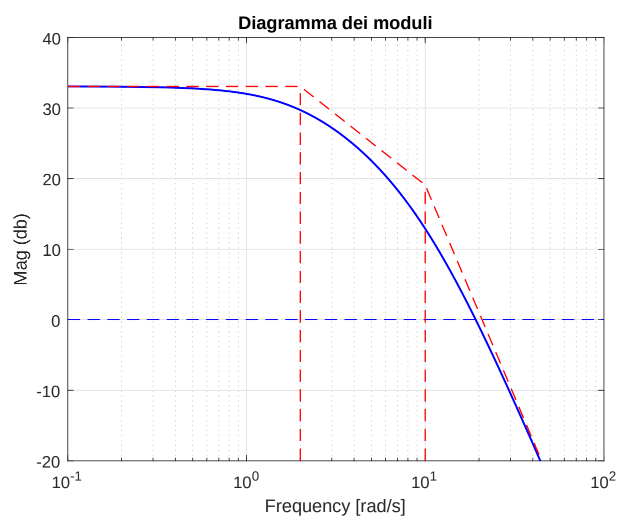
c.2) Per il sistema $G_b(s)$ progettare una rete anticipatrice in grado di garantire al sistema compensato un margine di fase $M_\varphi = 60°$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno;

d) Fornire una stima della larghezza di banda ω_f e del tempo di salita t_r del sistema $G_1(s)$ di cui a fianco è riportato il diagramma di Bode dei moduli:

$$\omega_f \simeq \qquad\qquad t_r \simeq$$

Fornire inoltre una stima della larghezza di banda ω_{f0} e del tempo di salita t_{r0} del corrispondente sistema retroazionato:

$$\omega_{f0} \simeq \qquad\qquad t_{r0} \simeq$$



e) Partendo dalla condizione iniziale nulla $y(0) = 0$, calcolare la risposta $y(n)$ del seguente sistema dinamico discreto:

$$y(n+1) = 0.5\, y(n) + 3\, x(n)$$

quando in ingresso è presente il gradino unitario $x(n) = 1$.

f) Utilizzando il metodo della trasformazione bilineare, discretizzare il seguente sistema tempo-continuo:

$$D(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = \frac{(s+3)}{(s+1)}$$

giungendo anche alla determinazione della corrispondente equazione alle differenze. Si utilizzi il periodo di campionamento $T = 0.1$.

Nr.

Controlli Automatici B - INFO
9 gennaio 2026 - Domande Teoriche

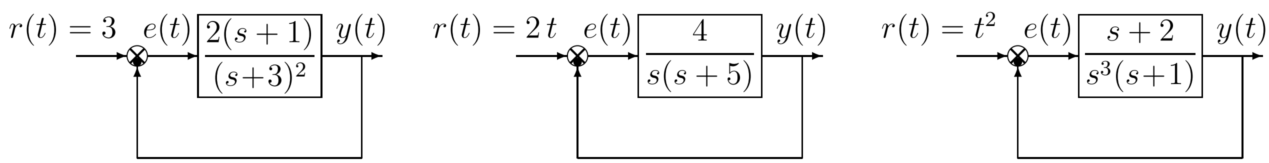
Nome:	
Nr. Mat.:	
Firma:	

Rispondere alle domande e ai test che seguono. Per ciascuno dei test segnare con una crocetta le affermazioni che si ritengono corrette.

1. Scrivere la funzione di trasferimento discreta $G(z) = \frac{Y(z)}{X(z)}$ corrispondente alla seguente equazione alle differenze:

   $3\, y_{k+2} + 4\, y_{k+1} + 6\, y_k + 5\, y_{k-1} = x_k + 2\, x_{k-1} \qquad \rightarrow \qquad G(z) =$

2. Calcolare l'errore a regime $e(\infty)$ per i seguenti sistemi retroazionati:



   $e(\infty) =$ $\qquad$ $e(\infty) =$ $\qquad$ $e(\infty) =$

3. Calcolare la $\mathcal{Z}$-trasformata $X(z)$ dei seguenti segnali $x(t)$ quando $t = k\,T$, $a > 0$ e $b > 0$:

   $x(t) = 2\,t \quad \rightarrow \quad X(z) =$ $\qquad\qquad$ $x(t) = 2\,a^{-3\,t} \quad \rightarrow \quad X(z) =$

4. A fianco è riportato il luogo delle radici del sistema $G(s) = \frac{-100}{(s+9.5)(s^2+16)}$ al variare del parametro $K > 0$. Calcolare:

   4.1) La posizione σ_0 dei due poli dominanti nella condizione di minimo tempo di assestamento:

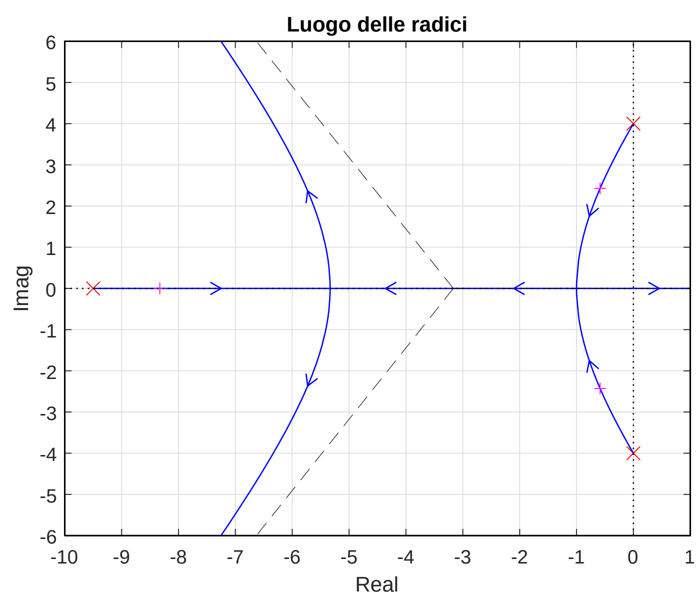
   $\sigma_0 =$

   4.2) Il valore K_0 corrispondente alla condizione di minimo tempo di assestamento:

   $K_0 =$

   4.3) Per quali valori di K il sistema retroazionato è stabile:

   $\ldots < K < \ldots$



5. Il valore iniziale $x(0)$ della sequenza $x(k)$ corrispondente alla funzione $X(z) = \frac{z(2\,z+1)}{(z-1)(z-0.5)}$ è:

   ◯ $x(0) = 0$ $\qquad$ ◯ $x(0) = 1$ $\qquad$ ◯ $x(0) = 2$ $\qquad$ ◯ $x(0) = 6$

6. Il valore a regime $x(\infty)$ della sequenza $x(k)$ corrispondente alla funzione $X(z) = \frac{z(2\,z+1)}{(z-1)(z-0.5)}$ è:

   ◯ $x(\infty) = 0$ $\qquad$ ◯ $x(\infty) = 1$ $\qquad$ ◯ $x(\infty) = 2$ $\qquad$ ◯ $x(\infty) = 6$

7. Scrivere la funzione di trasferimento $H_0(s)$ del ricostruttore di ordine zero:

   $H_0(s) =$

8. Si scelgano quelle corrette fra le seguenti affermazioni riguardanti le regioni di ammissibilità nel progetto di reti correttrici:

   ○ contengono un numero infinito di punti
   ○ il loro tracciamento dipende dalla specifica fornita in termini di margine di fase o di ampiezza
   ○ sono tracciabili sui diagrammi di Nyquist, di Nichols e di Bode
   ○ il loro tracciamento dipende dal guadagno ad anello aperto

9. Scrivere la funzione di trasferimento $G(s)$ di un regolatore standard PI e a fianco disegnare qualitativamente il corrispondente diagramma di Bode dei moduli:

   $G(s) =$

10. Si scelgano quelle corrette fra le seguenti affermazioni per un sistema del primo ordine in catena aperta:

   ○ la larghezza di banda è direttamente proporzionale alla costante di tempo
   ○ la larghezza di banda è inversamente proporzionale alla costante di tempo
   ○ la larghezza di banda è direttamente proporzionale al tempo di salita
   ○ la larghezza di banda è inversamente proporzionale al tempo di salita

11. Calcolare la soluzione $y(n)$ della seguente equazione alle differenze a partire dalla condizione iniziale $y(0) = y_0$:

$$2\,y(n+1) + 0.6\,y(n) = 0 \qquad \rightarrow \qquad y(n) =$$

12. Come si determina la funzione di risposta armonica $F(\omega)$ di un sistema discreto $G(z)$?

   ○ $F(\omega) = G(e^{j\omega})$ ○ $F(\omega) = G(j\omega)$ ○ $F(\omega) = G(j\omega T)$ ○ $F(\omega) = G(e^{j\omega T})$

13. Sia $1 + KG(s) = 0$ l'equazione caratteristica di un sistema retroazionato. Il numero di asintoti presenti nel luogo delle radici al variare di K:

   ○ coincide con il grado relativo di $G(s)$ ○ coincide con il numero di zeri di $G(s)$
   ○ coincide con il numero di poli di $G(s)$ ○ coincide con il tipo di $G(s)$

14. Si consideri il sistema retroazionato riportato nella figura a fianco. Si scelgano quelle corrette fra le seguenti affermazioni:

   ○ il sistema retroazionato è robusto alle variazioni del parametro β se il guadagno d'anello è in modulo molto grande
   ○ il sistema retroazionato è robusto alle variazioni del parametro α se il guadagno d'anello è in modulo molto grande
   ○ il sistema retroazionato è robusto alle variazioni del parametro β se il guadagno d'anello è in modulo molto piccolo
   ○ il sistema retroazionato è robusto alle variazioni del parametro α se il guadagno d'anello è in modulo molto piccolo