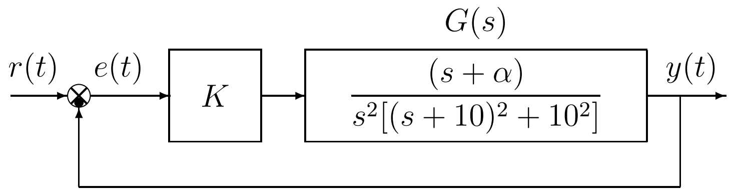
Nr.

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

Controlli Automatici B - INFO
6 febbraio 2026 - Esercizi

a) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



a.1) Posto $\alpha = 2$, tracciare qualitativamente il luogo delle radici del sistema retroazionato per $K > 0$. Determinare esattamente la posizione degli asintoti. Determinare per quali valori di K il sistema retroazionato è stabile. Determinare la posizione di eventuali punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

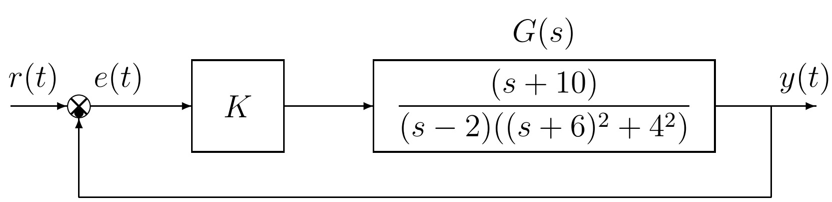
a.2) Posto $K = 700$, tracciare qualitativamente il contorno delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $\alpha > 0$. Nella graficazione si tenga conto che: a) la posizione dei poli del sistema retroazionato quando $K = 700$ e $\alpha = 0$ è la seguente: $p_1 = 0$, $p_2 \simeq -6$, $p_{3,4} \simeq -7 \pm 8.2\,j$. 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:

$$G(s) = \frac{4}{(4+s)(\beta+s)+16}$$

Utilizzando la metodologia del contorno delle radici mostrare come si spostano sul piano complesso i poli della funzione $G(s)$ al variare del parametro $\beta > 0$. Calcolare il valore β^* a cui corrisponde il minimo tempo di assestamento del sistema $G(s)$ alla risposta al gradino.

b) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



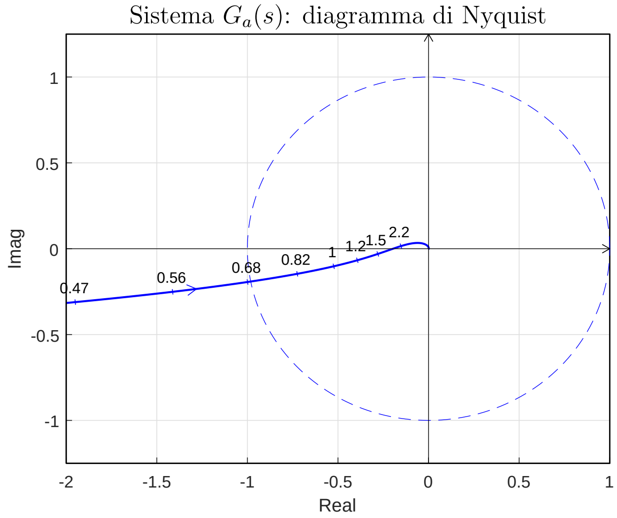
b.1) Tracciare qualitativamente il luogo delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $K > 0$. Determinare per quale valore K_0 il sistema retroazionato presenta il minimo tempo di assestamento alla risposta al gradino.

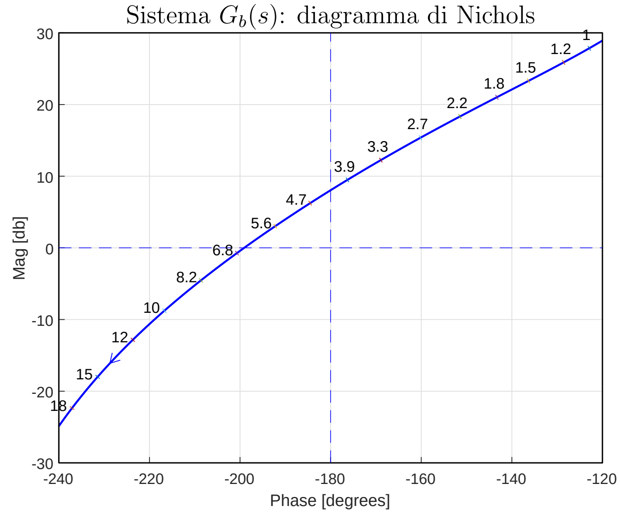
b.2) Sia data la seguente funzione di trasferimento $G_3(s)$:

$$G_3(s) = \frac{1}{s^2 + \alpha\, s + 4}$$

Mostrare graficamente come si muovono sul piano complesso i poli della funzione di trasferimento $G_3(s)$ al variare del parametro $\alpha > 0$.

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

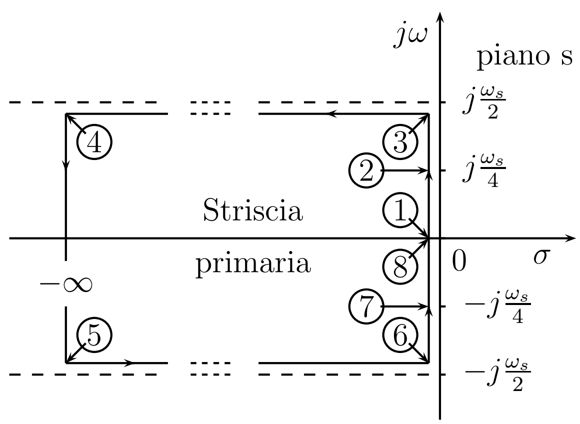


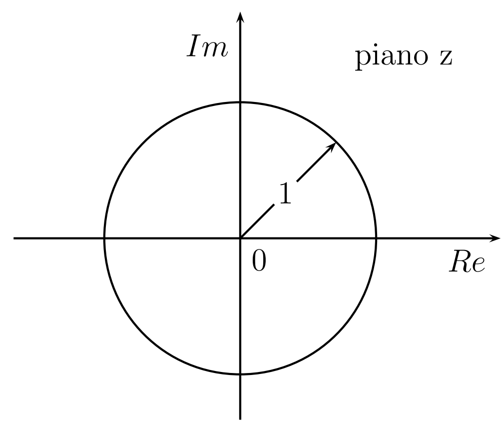


c.1) Per il sistema $G_a(s)$, progettare una rete correttrice $C(s)$ in grado di garantire al sistema compensato un margine di fase $M_\varphi = 60°$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno;

c.2) Per il sistema $G_b(s)$ progettare una rete ritardatrice in grado di garantire al sistema compensato un margine di ampiezza $M_a = 5$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno;

d) Indicare sul piano z dove sono collocati i punti della striscia primaria numerati da 1 a 8:





e) Partendo da condizioni iniziali nulle, calcolare la risposta $y(n)$ della seguente equazione alle differenze:

$$y(n+1) = 0.3\,y(n) + 7\,x(n)$$

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

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

$$D(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = \frac{(s+4)}{s}$$

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

Nr.

Controlli Automatici B - INFO
6 febbraio 2026 - Domande Teoriche

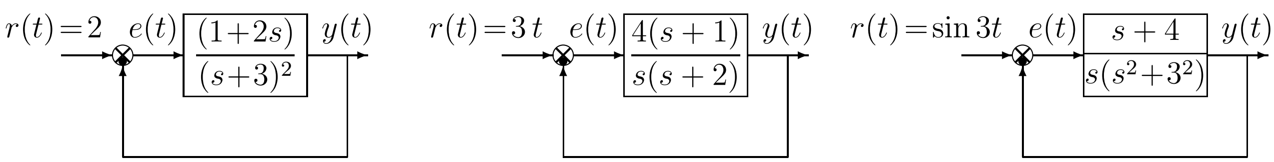
Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

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:

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

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



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

3. Nel progetto di una rete correttrice del primo ordine $G(s) = \frac{1+\tau_1 s}{1+\tau_2 s}$, le formule di inversione:

- ◯ consentono di calcolare τ_1 e τ_2 in modo che la rete sia sempre stabile
- ◯ si possono utilizzare solo se sono note le regioni di ammissibilità
- ◯ consentono di calcolare τ_1 e τ_2 in funzione dell'amplificazione M e dello sfasamento φ desiderati alla pusazione ω
- ◯ nessuna delle precedenti

4. Calcolare la $\mathcal{Z}$-trasformata $X(z)$ dei seguenti segnali tempo continui $x(t)$ quando $t = k\,T$:

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

5. A fianco è riportato il luogo delle radici del sistema $G(s) = \frac{2(s-1)}{(s+2)(s^2+4)}$ al variare del parametro $K > 0$. Calcolare:

1) L'ascissa σ_0 corrispondente alla condizione di allineamento dei tre poli:

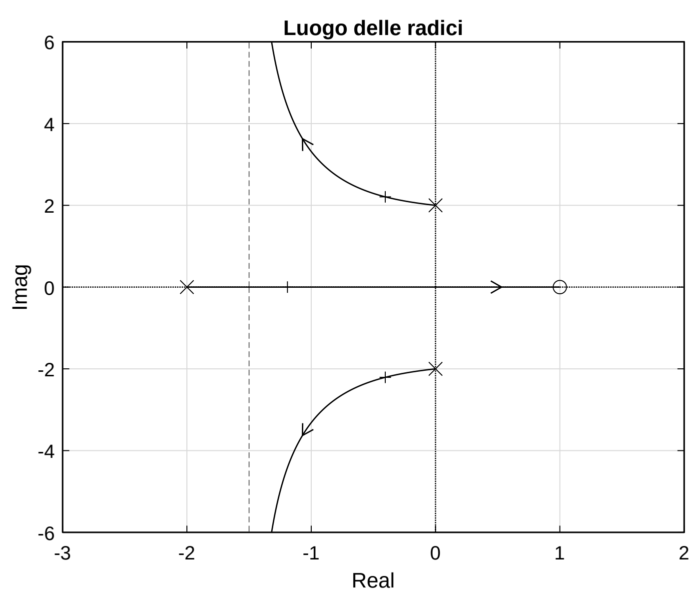
$\sigma_0 =$

2) Il valore K_0 corrispondente alla condizione di allineamento dei tre poli:

$K_0 =$

3) Il valore minimo K_1^* e il valore massimo K_2^* del parametro K per la stabilità asintotica del sistema retroazionato:

$$\ldots = K_1^* < K < K_2^* = \ldots$$



6. Calcolare il valore iniziale $y_0 = \lim_{k\to 0} y(k)$ e il valore finale $y_\infty = \lim_{k\to\infty} y(k)$ del segnale $y(k)$ corrispondente alla seguente funzione $Y(z)$:

$$Y(z) = \frac{z(1+2\,z)}{(z-1)(z-0.5)} \qquad \to \qquad y_0 = \qquad\qquad y_\infty =$$

7. 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 tipo di $G(s)$
   - ◯ coincide con il numero di poli di $G(s)$
   - ◯ coincide con il numero di zeri di $G(s)$

8. Nota la relazione fondamentale $z = e^{sT}$ fra le variabili complesse $s = \sigma + j\omega$ e $z = M\,e^{j\varphi}$, è possibile affermare che:
   - ◯ il modulo M di z è funzione della parte reale σ di s
   - ◯ la fase φ di z è funzione della parte reale σ di s
   - ◯ il modulo M di z è funzione della parte immaginaria ω di s
   - ◯ la fase φ di z è funzione della parte immaginaria ω di s

9. Sia dato il sistema discreto $G(z)$ caratterizzato dal periodo di campionamento T. Fornire l'espressione analitica della funzione di risposta armonica $F(\omega)$ della funzione discreta $G(z)$:

$$G(z) = \frac{z}{z-0.5} \qquad \to \qquad F(\omega) =$$

10. Indicare quale dei seguenti sistemi discreti $G(z)$ tende a zero "più rapidamente":
    - ◯ $G(z) = \frac{1}{z(z+0.5)}$
    - ◯ $G(z) = \frac{1}{z(4\,z+1)}$
    - ◯ $G(z) = \frac{1}{z(2\,z+1)}$
    - ◯ $G(z) = \frac{1}{z(z+2)}$

11. Il metodo delle differenze in avanti per discretizzare un sistema $G(s)$:
    - ◯ garantisce che $G(z)$ sia stabile se $G(s)$ è stabile
    - ◯ approssima s tramite un rapporto incrementale
    - ◯ consiste nel sostituire $s = (z-1)/T$
    - ◯ consiste nel sostituire $s = (1-z^{-1})/T$

12. Fornire l'enunciato del Teorema del baricentro: *La somma dei poli del sistema ottenuto chiudendo in retroazione un sistema dinamico descritto da una funzione di trasferimento $G(s)$ razionale fratta con ...*

13. Nel piano z i luoghi dei punti a coefficiente di smorzamento δ costante
    - ◯ sono rette uscenti dall'origine
    - ◯ sono tratti di spirali verso l'origine
    - ◯ sono circonferenze centrate nell'origine
    - ◯ nessuna delle precedenti risposte

14. La presenza della funzione $e^{-t_0\,s}$ nel guadagno d'anello:
    - ◯ altera il modulo del guadagno d'anello
    - ◯ significa che il guadagno d'anello è una funzione trascendente
    - ◯ non consente di utilizzare il criterio di Nyquist
    - ◯ rappresenta un ritardo finito

15. Sia $X(z) = \mathcal{Z}[x(k)]$ la $\mathcal{Z}$-trasformata della successione $x(k)$. Per $n = 1, 2, \ldots$, enunciare il teorema della traslazione in ritardo nel tempo:

$$\mathcal{Z}[x(k-n)] =$$