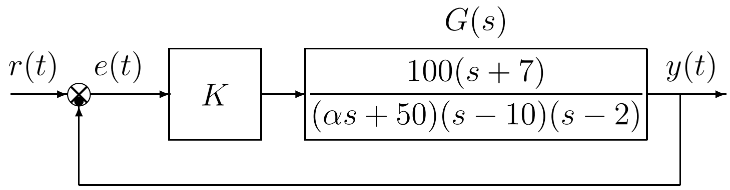
Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

Controlli Automatici B (Zanasi)
6 Febbraio 2025 - Esercizi

a) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



a.1) Posto $\alpha = 1$, tracciare qualitativamente il luogo delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $K > 0$. Determinare per quali valori di K il sistema retroazionato è asintoticamente stabile. Determinare inoltre la posizione degli asintoti, le intersezioni ω^* con l'asse immaginario e i corrispondenti valori del guadagno K^*. Determinare la posizione dei punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

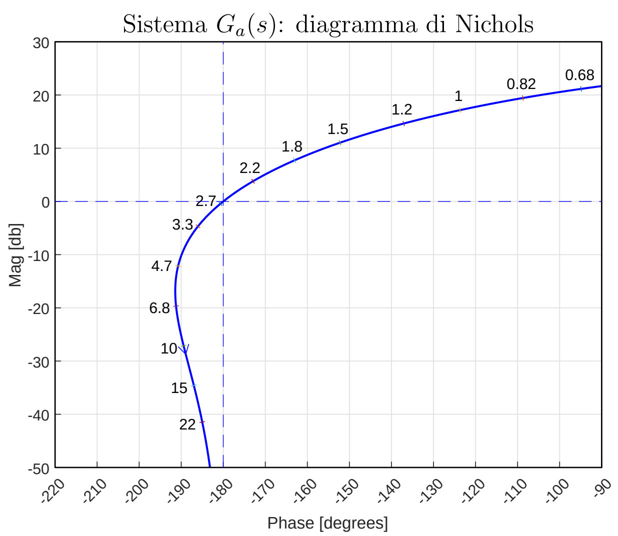
a.2) Posto $K = 10$ nel sistema retroazionato sopra definito, tracciare qualitativamente il contorno delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $\alpha > 0$. Il calcolo di α^* non è necessario. Determinare la posizione dei punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

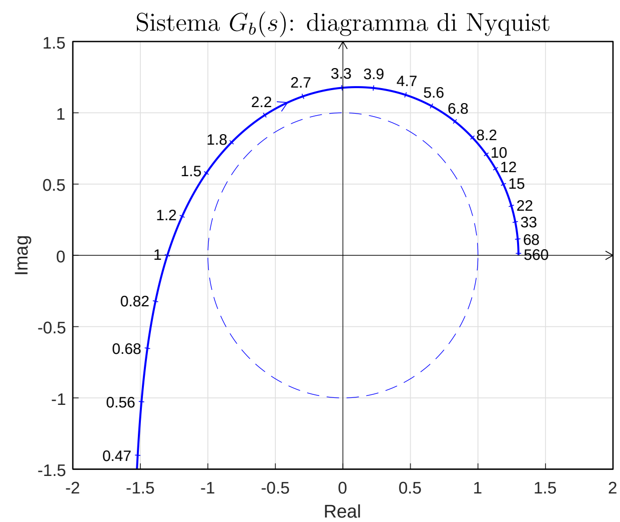
a.3) Sia data la seguente funzione di trasferimento:

$$G_3(s) = \frac{2}{(R + L\,s)(s + 2) + 4}$$

Posto $R = 1$, mostrare graficamente come si muovono sul piano complesso i poli della funzione di trasferimento $G_3(s)$ al variare del parametro $L > 0$. Determinare esattamente la posizione dei punti di diramazione. Calcolare il valore L^* a cui corrisponde il minimo tempo di assestamento del sistema $G_3(s)$ alla risposta al gradino.

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

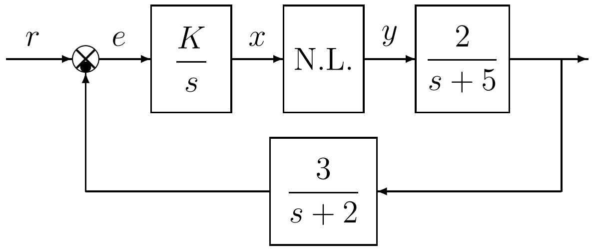


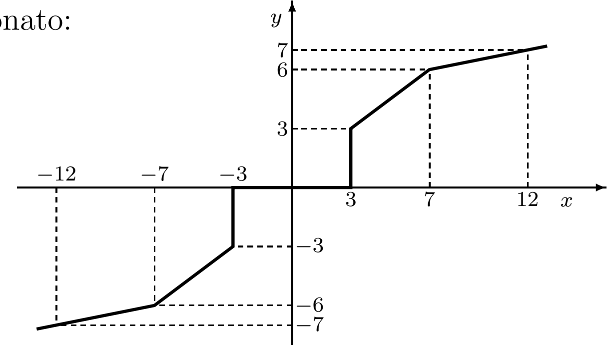


b.1) Per il sistema $G_a(s)$, progettare una rete anticipatrice in grado di garantire al sistema compensato un margine di fase $M_\varphi = 50^o$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno.

b.2) Per il sistema $G_b(s)$, progettare una rete correttrice in modo da garantire al sistema compensato un margine di ampiezza $M_a = 5$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno.

c) Si consideri il seguente sistema non lineare retroazionato:





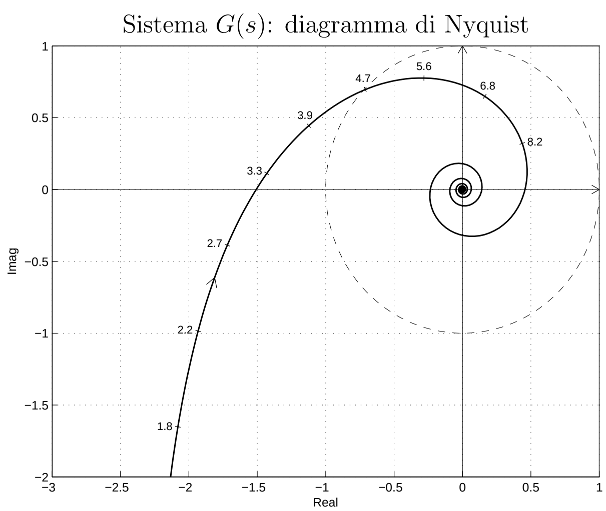
c.1) Posto $K = 1$, determinare per quale valore r_1 dell'ingresso r il punto di lavoro del sistema retroazionato è posizionato in $(x_1, y_1) = (5, 4.5)$.

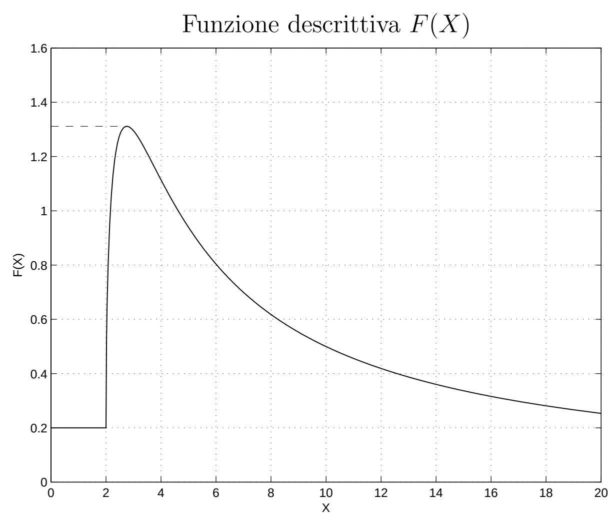
c.2) Posto $K = 1$ ed utilizzando il criterio del cerchio, dire se il sistema retroazionato è stabile o meno nell'intorno del punto $(x_1, y_1) = (5, 4.5)$.

c.3) Disegnare in modo qualitativo l'andamento della funzione descrittiva $F(X)$ della non linearità $y(x)$ nell'intorno del punto $(0, 0)$. Utilizzare delle variabili (per esempio: m_1, m_2, ...) per rappresentare gli eventuali valori non noti minimi e massimi della funzione $F(X)$.

c.4) Discutere "qualitativamente" (in funzione anche dei parametri m_1, m_2, ...) l'esistenza o meno di cicli limite nel sistema retroazionato al variare del guadagno $K > 0$.

d) Dato il diagramma di Nyquist di un sistema $G(s)$ posto in retroazione negativa su di una non linearità $y = y(x)$ di cui viene fornita la funzione descrittiva $F(X)$.





d.1) Nei limiti della precisione dei grafici forniti, determinare l'ampiezza X^*, la pulsazione ω^* e la stabilità degli eventuali cicli limite stabili presenti nel sistema retroazionato.

d.2) Progettare i parametri τ_1 e τ_2 di una rete correttrice $C(s) = \frac{1+\tau_1 s}{1+\tau_2 s}$ da mettere in cascata al sistema $G(s)$ in modo che nel sistema retroazionato sia presente un ciclo limite stabile di ampiezza $X^* = 3$ in corrispondenza della pulsazione $\omega^* = 2.2$.

e) Utilizzando il metodo delle differenze all'indietro, discretizzare il seguente sistema tempo-continuo:

$$D(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = \frac{(s+1)}{(s+4)}$$

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

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

$$y(n+1) = -0.4\, y(n) + 7\, x(n)$$

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

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

Controlli Automatici B

6 Febbraio 2025 - Domande Teoriche

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

1. Scrivere l'equazione alle differenze corrispondente alla seguente funzione di trasferimento:

$$G(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{5z^2 + 3z + 2}{4\,z^3 + 2\,z^2 + 2\,z + 2} \qquad \rightarrow$$

2. La funzione di risposta armonica $F(\omega)$ di un sistema discreto $G(z)$ si determina nel seguente modo:

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

3. L'uso di una rete anticipatrice è consigliato

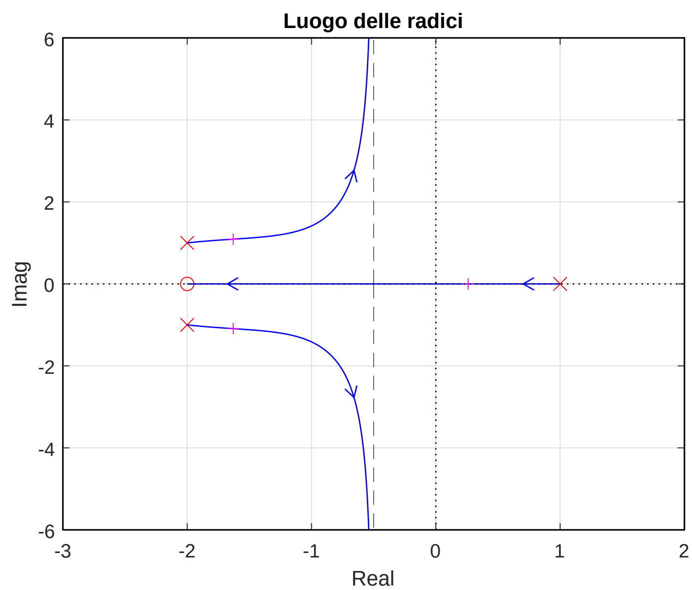
   ◯ per stabilizzare sistemi con margini di fase fortemente negativi
   ◯ se si desidera aumentare il coefficiente di smorzamento δ dei poli dominanti
   ◯ se si desidera aumentare la larghezza di banda del sistema

4. La trasformazione bilineare è definita come segue:

   ◯ $s = \frac{2}{T}\frac{z-1}{z+1}$ ◯ $s = \frac{2}{T}\frac{1+z^{-1}}{1-z^{-1}}$ ◯ $s = \frac{2}{T}\frac{z+1}{z-1}$ ◯ $s = \frac{2}{T}\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}$

5. In corrispondenza di una radice multipla di ordine h il luogo delle radici

   ◯ presenta h rami entranti
   ◯ presenta h rami uscenti
   ◯ le tangenti ai rami entranti dividono il piano in settori uguali
   ◯ le tangenti ai rami uscenti coincidono con le tangenti ai rami entranti



6. A fianco è riportato il luogo delle radici del sistema $G(s) = \frac{2(s+2)}{(s-1)((s+2)^2+1)}$ 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:

   $K_0 =$

7. Calcolare la $\mathcal{Z}$-trasformata $X(z)$ dei seguenti segnali $x(n)$:

   $x(n) = (-1)^n \quad \rightarrow \quad X(z) =$ $\qquad\qquad$ $x(n) = 2\,n \quad \rightarrow \quad X(z) =$

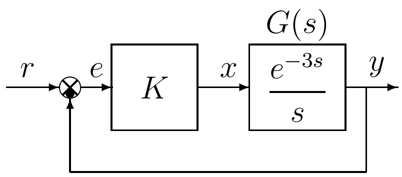
8. Posto $T = 0.5$ e utilizzando la corrispondenza tra piano-s e piano-z, calcolare il tempo di assestamento T_a della risposta impulsiva $g(k)$ del sistema discreto $G(z) = \frac{z}{z-0.8}$:

$$T_a =$$

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. Sia dato il seguente sistema retroazionato. Per quale valore di K il sistema retroazionato è stabile con un margina di fase $M_\varphi = 45°$?

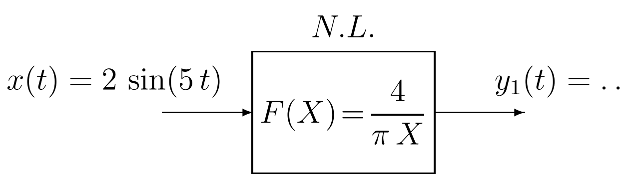


$$K =$$

11. 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 $Y(z)$:

$$Y(z) = \frac{z\,(2+6\,z)}{(z-1)(z-0.6)} \qquad \to \qquad y_0 = \qquad\qquad y_\infty =$$

12. Sia $x(t) = 2\,\sin(5\,t)$ un segnale periodico posto in ingresso ad un elemento non lineare N.L. caratterizzato da una funzione descrittiva $F(X) = \frac{4}{\pi X}$. Indicare qual è l'andamento temporale $y_1(t)$ della fondamentale del segnale periodico che si ha all'uscita del blocco non lineare:



13. 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:

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