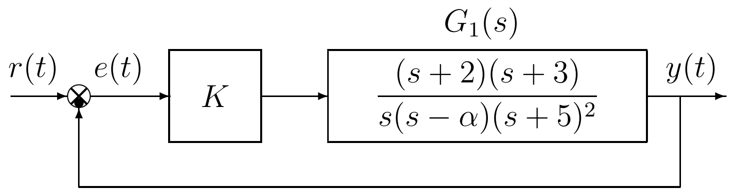
Controlli Automatici B
15 Febbraio 2024 - Esercizi

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

a1) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



Posto $\alpha = 1$, tracciare qualitativamente il luogo delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $K > 0$. Determinare esattamente la posizione degli asintoti. Determinare la posizione dei punti di diramazione "solo in modo qualitativo". Nota: non é necessario calcolare le intersezioni con l'asse immaginario.

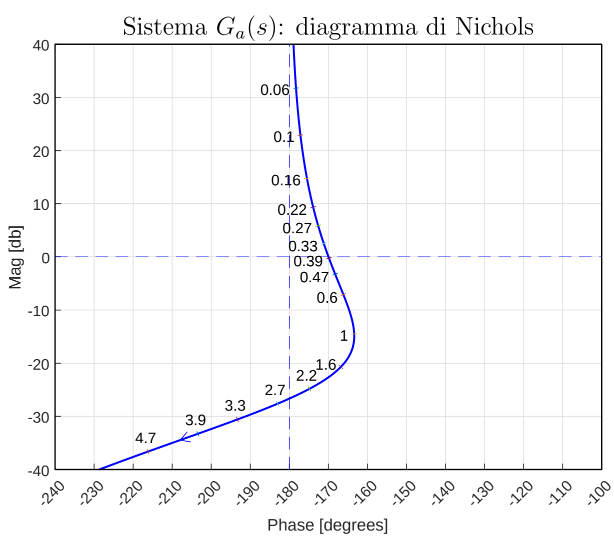
a.2) Posto $K = 30$, tracciare qualitativamente il contorno delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $\alpha > 0$. Nella graficazione si tenga conto che: a) la posizione dei poli del sistema retroazionato quando $K = 30$ e $\alpha = 0$ è: $p_{1,2} \simeq -2.5 \pm 1.5\,j$, e $p_{3,4} \simeq -2.5 \pm 4\,j$,; b) il sistema retroazionato é stabile per $0 < \alpha < \alpha^*$ (il valore di α^* non deve essere determinato). Determinare la posizione dei punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

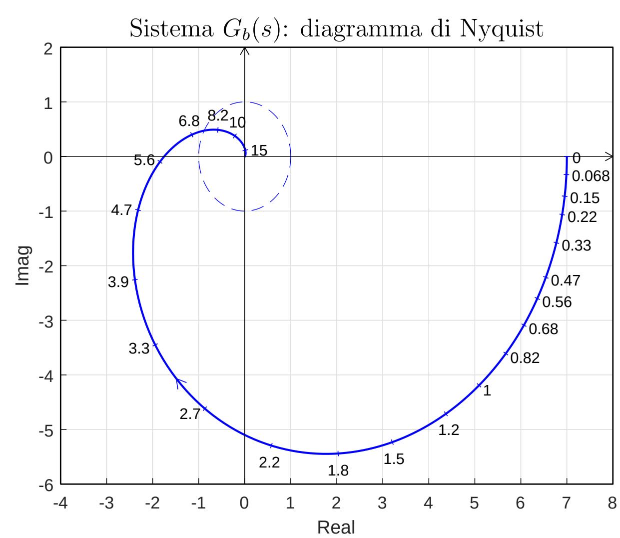
a.3) Sia data la seguente funzione di trasferimento $G_3(s)$ che descrive il legame tra la tensione in ingresso $V(s)$ e la velocità angolare in uscita $\omega(s)$ di un motore elettrico in corrente continua:

$$G_3(s) = \frac{\omega(s)}{V(s)} = \frac{K_e}{(R + L\,s)(b + J\,s) + K_e^2}$$

Posto $R = 1$, $b = 1$, $L = 1$ e $K_e = 1$, mostrare graficamente come si muovono sul piano complesso i poli della funzione $G_3(s)$ al variare del parametro $J > 0$. Calcolare il valore J^* 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 $G_b(s)$:

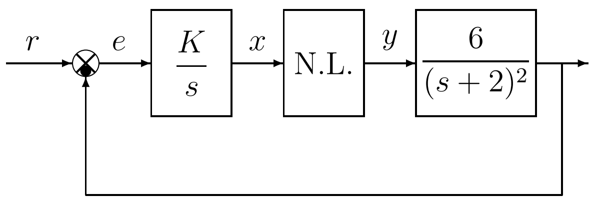


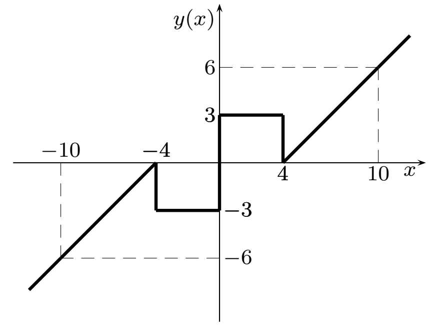


b.1) Per il sistema $G_a(s)$, progettare una rete correttrice in modo da garantire al sistema compensato un margine di fase $M_\varphi = 50^o$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno.

b.2) Per il sistema $G_b(s)$, progettare una rete correttrice in grado di garantire che il sistema compensato passi per il punto $B = (-0.5, -0.5)$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno;

c) Si consideri il seguente sistema non lineare retroazionato:





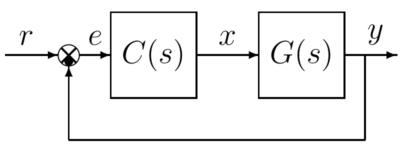
c.1) Posto $K = 1$, determinare per quale valore r_1 dell'ingresso r il punto di lavoro del sistema retroazionato é posizionato in $(x_1, y_1) = (10, 6)$.

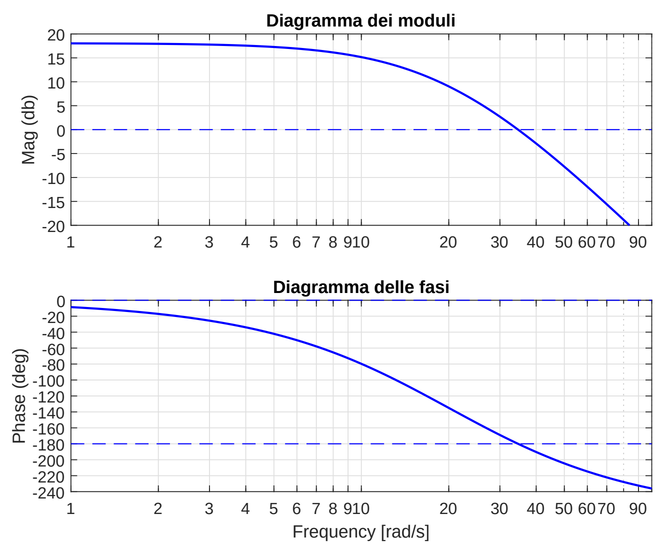
c.2) Posto $K = 1$ ed utilizzando il criterio del cerchio, dire se il sistema retroazionato è stabile o meno nell'intorno del punto $(x_1, y_1) = (10, 6)$.

c.3) Disegnare in modo qualitativo l'andamento della funzione descrittiva $F(X)$ per $X > 0$. Utilizzare le variabili m_1, m_2, ... per rappresentare gli eventuali valori minimi e massimi "non noti" della funzione $F(X)$.

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

d) Sia dato il seguente sistema retroazionato e i diagrammi di Bode della funzione $G(s)$ riportati a fianco.





d.1) Posto $C(s) = 1$, determinare la larghezza di banda ω_f del sistema $G(s)$ e il corrispondente tempo di salita T_r:

$\omega_f \simeq$ $\qquad\qquad$ $T_r \simeq$

d.2) Posto $C(s) = 1$, determinare la larghezza di banda ω_{f0} del sistema retroazionato $G_0(s)$ e il corrispondente tempo di salita T_{r0}:

$\omega_{f0} \simeq$ $\qquad\qquad$ $T_{r0} =$

d.3) Progettare una rete correttrice $C(s)$ in modo da garantire al sistema compensato un margine di fase $M_\varphi = 60°$ in corrispondenza della pulsazione $\omega_A = 10$. (Nota: leggere il modulo e la fase del punto A sui diagrammi di Bode.)

e) Utilizzando il metodo della corrispondenza poli-zeri, discretizzare il seguente sistema tempo-continuo:

$$D(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = \frac{(s+3)}{(s+2)}$$

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:

$$y(n+1) = -0.6\, y(n) + 4\, x(n)$$

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

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

Controlli Automatici B

15 Febbraio 2024 - 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:

$$G(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{1 + 5\,z^{-1} + 3\,z^{-2}}{2 + 4\,z^{-1} + 6\,z^{-2} + z^{-3}} \qquad \rightarrow$$

2. Calcolare le successioni discrete $x(k)$ corrispondenti alle seguenti funzioni complesse $X(z)$:

$$X(z) = \frac{2\,z}{(z - e^{-3\,T})} \quad \rightarrow \quad x(k) = \qquad\qquad X(z) = \frac{5\,T\,z}{(z-1)^2} \quad \rightarrow \quad x(k) =$$

3. A fianco è riportato il luogo delle radici del sistema $G(s) = \frac{-10}{(s+5.5)(s^2+4.75)}$ al variare del parametro $K > 0$. Calcolare:

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

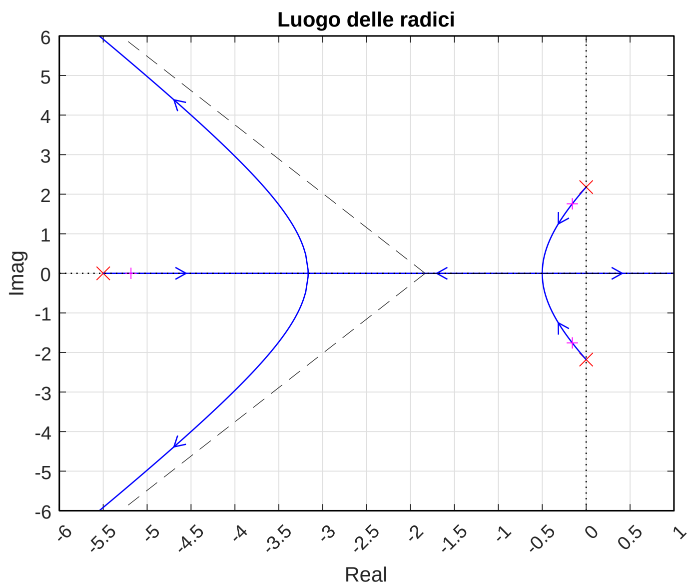
$$\sigma_0 =$$

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:

$$\ldots < K < \ldots$$



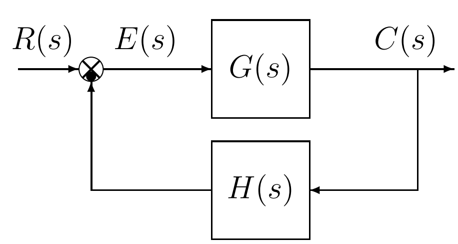
4. Il valore a regime $x(\infty)$ della sequenza $x(k)$ corrispondente alla funzione $X(z) = \frac{z(z+1)}{(z-1)(z-0.5)}$ è:

○ $x(\infty) = 0$ ○ $x(\infty) = 1$ ○ $x(\infty) = 2$ ○ $x(\infty) = 4$

5. Per poter applicare il criterio del cerchio, la caratteristica non lineare $y(x)$ deve:

○ passare per l'origine
○ essere ad un sol valore
○ essere contenuta nel I e III quadrante
○ essere simmetrica rispetto all'origine

6. Si consideri il sistema retroazionato riportato di fianco. Scrivere il legame che lega la variazione relativa del sistema $H(s)$ alla variazione relativa del sistema retroazionato $G_0(s)$ quando varia un parametro β interno alla funzione di trasferimento $H(s)$:

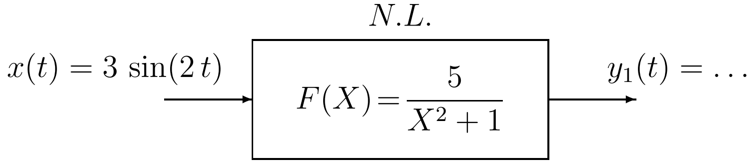


$$\frac{\Delta G_0(s)}{G_0(s)} = \qquad\qquad \frac{\Delta H(s)}{H(s)}$$

7. Indicare, tra i seguenti sistemi discreti $G(z)$, quello che ha la risposta impulsiva che tende a zero “più rapidamente”:

○ $G(z) = \frac{1}{z(z+0.5)}$ ○ $G(z) = \frac{1}{z(3z-1)}$ ○ $G(z) = \frac{1}{z(3z+2)}$ ○ $G(z) = \frac{1}{z(z-0.3)}$

8. Sia $x(t) = 3\sin(2\,t)$ un segnale periodico posto in ingresso ad un elemento non lineare N.L. caratterizzato da una funzione descrittiva $F(X) = \frac{5}{X^2+1}$. Indicare qual è l’andamento temporale $y_1(t)$ della fondamentale del segnale periodico che si ha all’uscita del blocco non lineare:



9. Scrivere la funzione di trasferimento $H_0(s)$ del ricostruttore di ordine 0:

$$H_0(s) =$$

10. Scrivere il margine di ampiezza K^* e la pulsazione ω^* di attraversamento del semiasse reale negativo del seguente sistema a ritardo finito:

$$G(s) = \frac{\alpha\, e^{-t_0\, s}}{s} \qquad \rightarrow \qquad K^* = \qquad\qquad \omega^* =$$

11. Tracciare i diagrammi di bode (moduli e fasi) di una rete ritardatrice $C(s) = \frac{(1+\tau_1\, s)}{(1+\tau_2\, s)}$, $(\tau_1 < \tau_2)$:

12. La trasformazione bilineare è definita come segue:

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

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

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

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

$$G(s) =$$

15. Sia $X(z) = \mathcal{Z}[x(k)]$. Enunciare il teorema della traslazione “in anticipo” nel tempo:

$$\mathcal{Z}[x(t+nT)] =$$