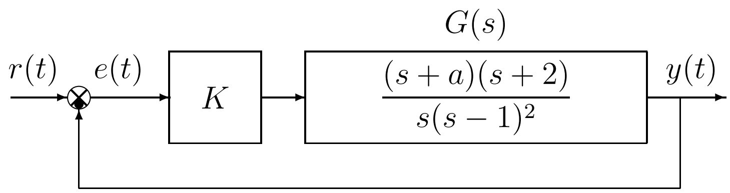
Controlli Automatici B

13 settembre 2024 - Esercizi

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

a) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



a.1) Posto $a = 1$, tracciare qualitativamente il luogo delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $K > 0$. Determinare esattamente la posizione degli asintoti. Determinare la posizione di eventuali punti di diramazione "solo in modo qualitativo". Nota: non è richiesto il calcolo delle intersezioni del luogo delle radici con l'asse immaginario.

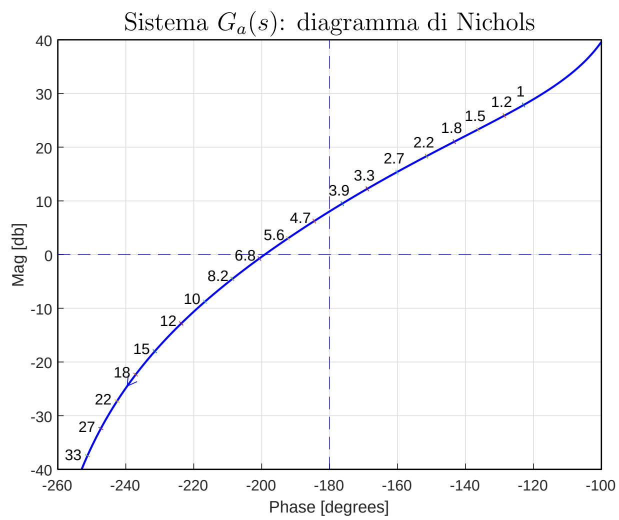
a.2) Posto $K = 6$, tracciare qualitativamente il contorno delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $a > 0$. Determinare esattamente la posizione degli asintoti. Determinare inoltre per quale valore del parametro a il sistema retroazionato presenta il minimo tempo di assestamento. Determinare la posizione degli eventuali punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

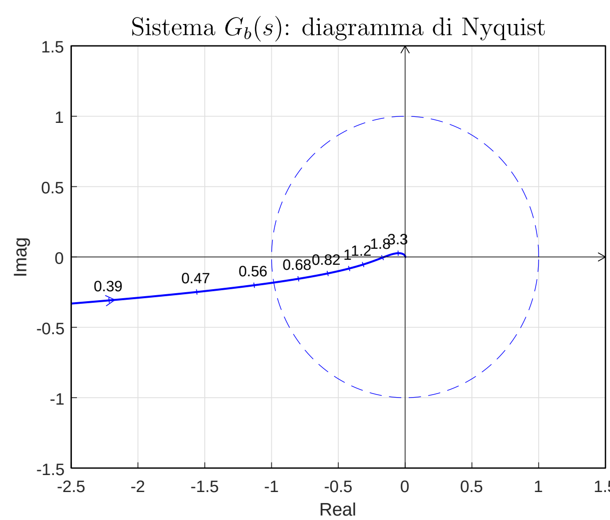
a.3) Sia data la seguente funzione di trasferimento $G_3(s)$ che descrive il legame tra la tensione $V(s)$ e la velocità angolare $\omega(s)$ di un motore elettrico in corrente continua:

$$G_3(s) = \frac{\omega(s)}{V(s)} = \frac{2}{(1 + L\,s)(2 + s) + 4}$$

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.

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

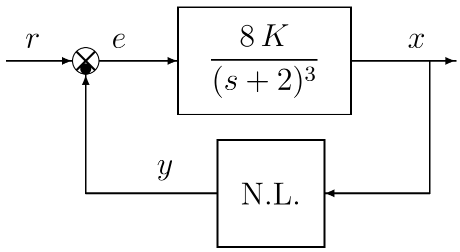


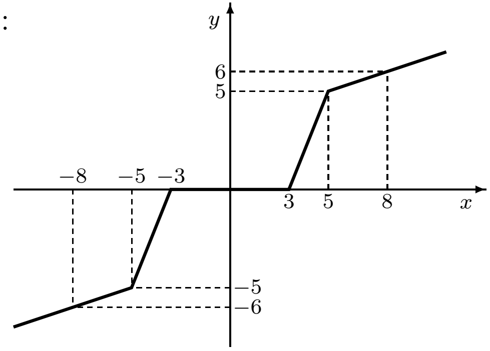


b.1) Per il sistema $G_a(s)$, progettare una rete ritardatrice in grado di garantire al sistema compensato un margine di ampiezza $M_a = 5$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno.

b.2) Per il sistema $G_b(s)$, progettare una rete correttrice in modo da garantire al sistema compensato un margine di fase $M_\varphi = 60^o$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno.

c) Si consideri il seguente sistema non lineare retroazionato:





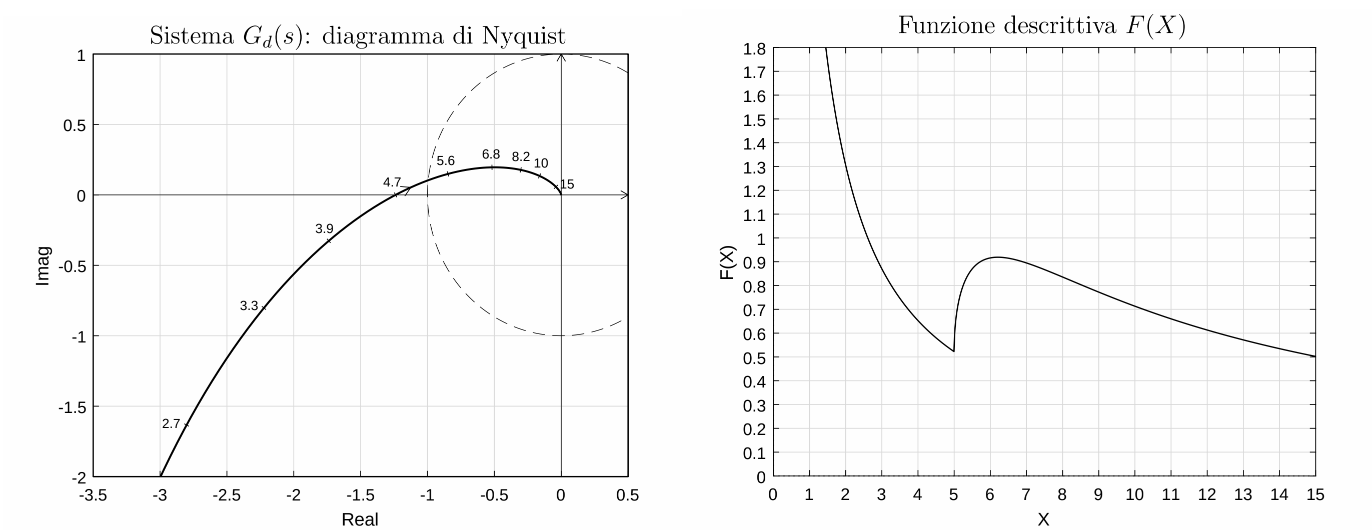
c.1) Posto $K = 1$, determinare per quali valori r_1 ed r_2 dell'ingresso r i punti di lavoro del sistema retroazionato sono posizionati in $(x_0,\, y_0) = (0,\, 0)$ e in $(x_1,\, y_1) = (-5,\, -5)$.

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

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: $m_1,\, m_2,\, \ldots$) per rappresentare gli eventuali valori non noti minimi e massimi della funzione $F(X)$.

c.4) Discutere "qualitativamente" (in funzione anche dei parametri $m_1,\, m_2,\, \ldots$) l'esistenza o meno di cicli limite nel sistema retroazionato al variare del guadagno $K > 0$. Calcolare la pulsazione ω^* degli eventuali cicli limite presenti nel sistema retroazionato.

d) Sia dato il diagramma di Nyquist di un sistema $G_d(s)$ 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 presenti nel sistema retroazionato.

d.2) Progettare i parametri τ_1 e τ_2 di una rete correttrice $C_d(s) = \frac{1+\tau_1\, s}{1+\tau_2\, s}$ da mettere in cascata al sistema $G_d(s)$ in modo che il sistema retroazionato abbia un ciclo limite stabile di ampiezza $X^* = 2.61$ in corrispondenza della pulsazione $\omega^* = 6.8$.

e) Utilizzando il metodo della trasformazione bilineare, discretizzare la seguente rete correttrice:

$$D(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = 3\,\frac{s+1}{s+5}$$

giungendo anche alla determinazione della corrispondente equazione alle differenze. Si utilizzi il periodo di campionamento $T = 0.05$.

f) Calcolare la risposta all'impulso unitario $x(n) = (1,\, 0,\, 0,\, \ldots)$ del seguente sistema dinamico discreto, partendo da condizioni iniziali nulle:

$$y(n+2) - 0.36\, y(n) = 6\, x(n+1)$$

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

Controlli Automatici B

13 settembre 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:

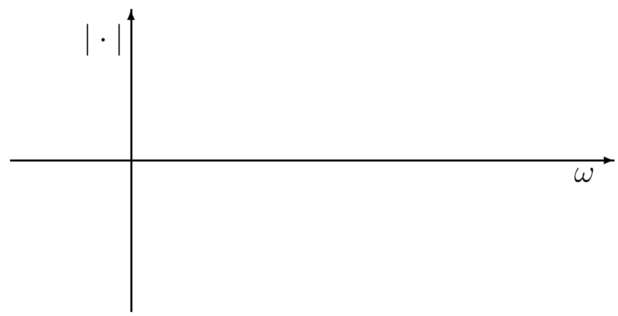
$$G(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{3z+5}{4\,z^2 + 2\,z + 1 + 2\,z^{-2}} \qquad \rightarrow$$

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

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

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

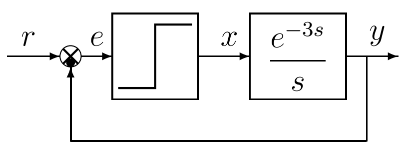
$$G(s) =$$



4. Posto $T = 1$ 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 $G(z) = \frac{z}{z-0.5}$:

$$T_a =$$

5. Sia dato il seguente sistema retroazionato. Per la presenza del relé ideale il sistema sicuramente oscilla. Fornire il valore della pulsazione ω^* di oscillazione:



$$\omega^* = .$$

6. Calcolare la soluzione $y(n)$ della seguente equazione alle differenze a partire dalla condizione iniziale $y(0) = 2$:

$$y(n+1) - 0.3\,y(n) = 0 \qquad \rightarrow \qquad y(n) =$$

7. In un sistema discreto a segnali campionati, qual è il legame che lega la variabile discreta z e la variabile s di Laplace?

$$z =$$

8. Sia $G(z)$ la $\mathcal{Z}$-trasformata della successione numerica $g(k)$. Scrivere gli enunciati dei teoremi del valore iniziale e del valore finale:

$$g(0) = g(k)|_{k=0} = \qquad\qquad g(\infty) = \lim_{k\to\infty} g(k) =$$

9. 1) Disegnare qualitativamente il luogo delle radici associato al seguente sistema:

$$G(s) = \frac{K\,(s+2)}{(s+2)^2+2^2}$$

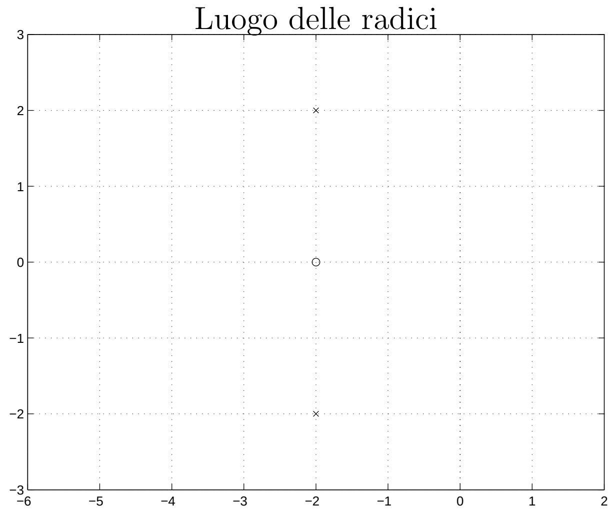
al variare del parametro $K > 0$.

2) Determinare esattamente la posizione del punto di diramazione σ_0 sull'asse reale:

$\sigma_0 =$

3) Determinare il valore $\bar{K}$ corrispondente alla condizione di minimo tempo di assestamento per il sistema retroazionato:

$\bar{K} =$



10. Sia $Y(X)\sin(\omega t + \varphi(X))$ la fondamentale del segnale periodico $y(t)$ presente all'uscita della nonlinearità algebrica $y(t) = f[x(t)]$ in risposta all'ingresso $x(t) = X\sin(\omega t)$. La funzione descrittiva $F(X)$ è definita nel modo seguente:

$$F(X) =$$

11. Il metodo di Ziegler-Nichols per determinare i valori di primo tentativo dei parametri di un regolatore standard PID

- ○ richiede la conoscenza esatta del modello del sistema da controllare
- ○ richiede la conoscenza della risposta impulsiva del sistema da controllare
- ○ richiede la conoscenza della risposta al gradino del sistema da controllare
- ○ è applicabile in modo approssimato anche al controllo di sistemi non lineari

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

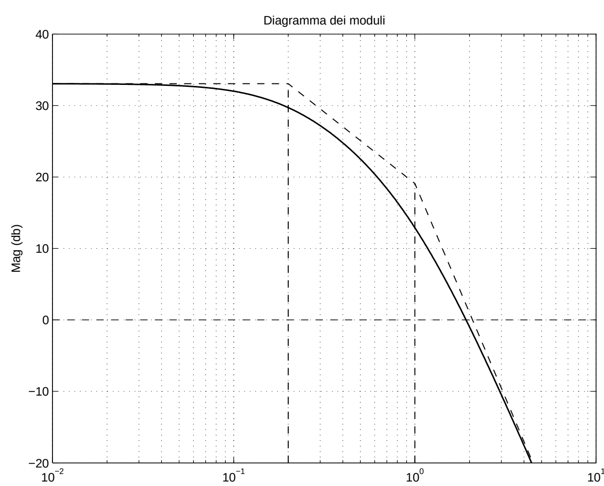
$$H_0(s) =$$

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:

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

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

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



14. Calcolare la $\mathcal{Z}$-trasformata $X(z)$ delle seguenti due successioni numeriche $x(k)$:

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