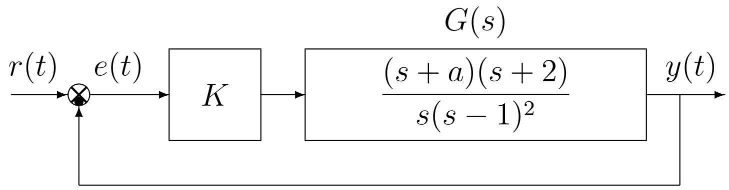
Controlli Automatici B
4 Luglio 2019 - Esercizi

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

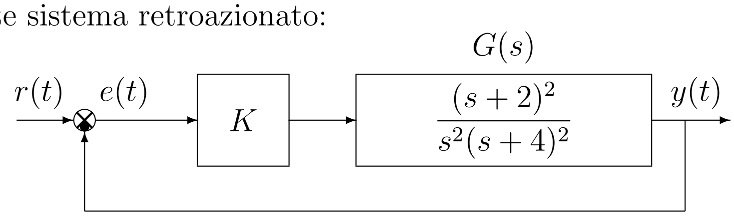
a) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



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, le intersezioni ω^* con l'asse immaginario e i corrispondenti valori del guadagno K^*. Determinare la posizione di eventuali punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

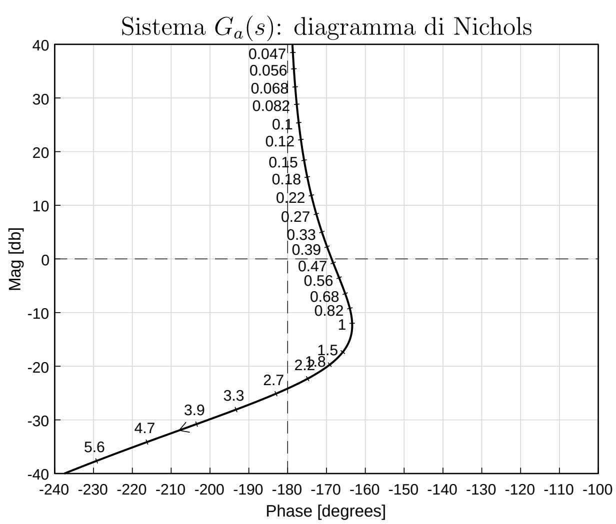
a.2) Posto $K = 6$, tracciare qualitativamente il contorno delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $a > 0$. Determinare esattamente la posizione degli asintoti e le eventuali intersezioni ω^* con l'asse immaginario. Determinare inoltre per quale valore $\bar{a}$ del parametro a il sistema retroazionato presenta il minimo tempo si assestamento. Determinare la posizione degli eventuali punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

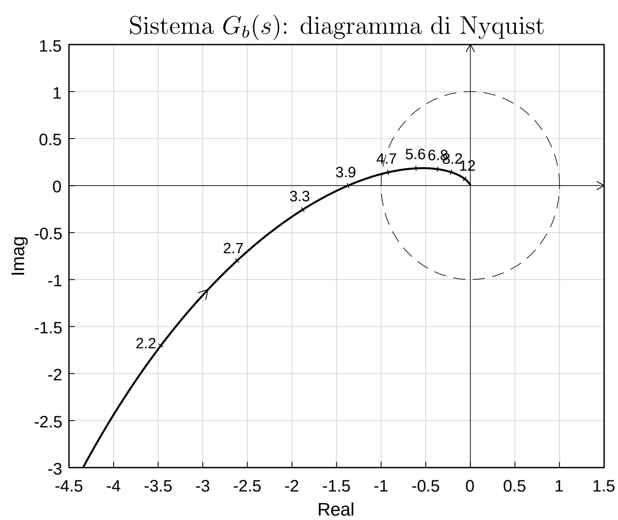
a.3) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



Tracciare qualitativamente il luogo delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $K > 0$. Determinare in modo esatto la posizione degli asintoti e in modo "qualitativo" tutti gli altri aspetti del luogo delle radici.

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

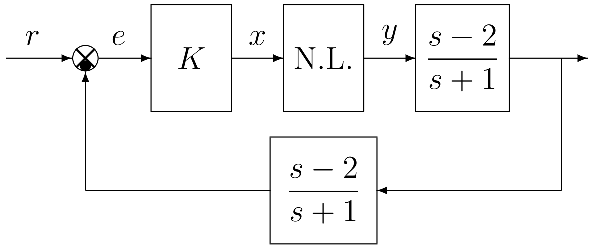


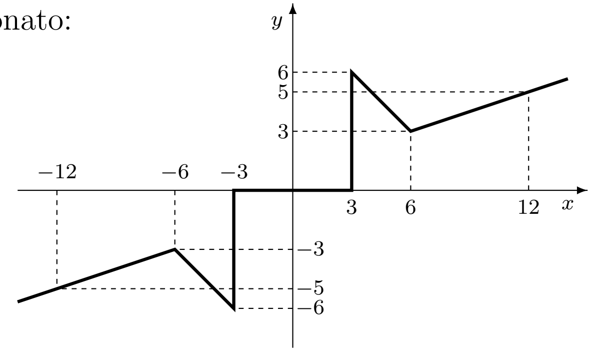


b.1) Per il sistema $G_a(s)$, progettare una rete correttrice in modo da garantire al sistema compensato un margine di fase $M_\varphi = 50^o$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno.

b.2) Per il sistema $G_b(s)$, progettare una rete correttrice in grado di garantire al sistema compensato un margine di ampiezza $M_a = 8$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno.

c) Si consideri il seguente sistema non lineare retroazionato:





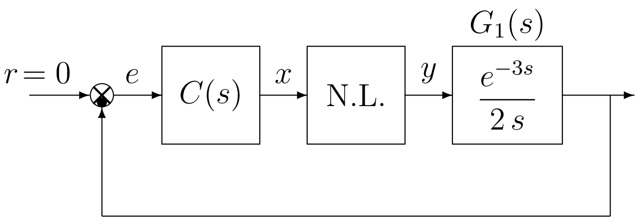
c.1) Posto $K = 1$, determinare per quali valori r_1 ed r_2 dell'ingresso r i punti di lavoro del sistema retroazionato sono posizionati in $(x_1, y_1) = (1, 0)$ e in $(x_2, y_2) = (3, 3)$.

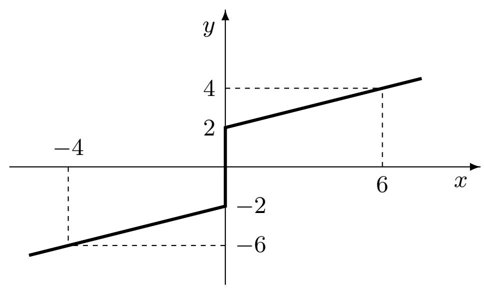
c.2) Posto $K = 1$, $r = r_1$ ed utilizzando il criterio del cerchio, dire se il sistema retroazionato è stabile o meno nell'intorno del punto $(x_1, y_1) = (1, 0)$.

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 le variabili m_0, m_1, m_2, ... per rappresentare gli eventuali valori minimi e massimi "non noti" della funzione $F(X)$.

c.4) Discutere "qualitativamente", anche in funzione dei parametri m_0, m_1, m_2, ..., l'esistenza o meno di cicli limite nel sistema retroazionato al variare del guadagno $K > 0$.

d) Si consideri il seguente sistema non lineare retroazionato:





dove la nonlinearità è caratterizzata dalla funzione $y = f(x)$ mostrata in figura.

d.1) Posto $C(s) = 1$, calcolare l'ampiezza X^* e la pulsazione ω^* dell'oscillazione autosostenuta presente all'interno del sistema.

d.2) Calcolare i parametri τ_1 e τ_2 di una rete correttrice $C(s) = \frac{1+\tau_1 s}{1+\tau_2 s}$ in modo da garantire che all'interno del sistema retroazionato sia presente un'oscillazione autosostenuta la cui pulsazione ω_c e la cui ampiezza X_c siano: $\omega_c = \frac{\pi}{9}$ e $X_c = 1$.

e) Utilizzando il metodo della corrispondenza poli-zeri, discretizzare la seguente rete correttrice

$$D(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = \frac{(s+2)^2}{s(s+1)}$$

giungendo anche alla determinazione della corrispondente equazione alle differenze. Si utilizzi il periodo di campionamento $T = 0.1$ e si imponga l'uguaglianza dei guadagni alle alte frequenze.

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

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

g) Calcolare la risposta $y(n)$ del seguente sistema dinamico discreto:

$$y(n+1) + 0.5\, y(n) = 2\, x(n)$$

quando $x(n) = 0$ e la condizione iniziale del sistema é $y(0) = 3$.

Controlli Automatici B

4 Luglio 2019 - 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.

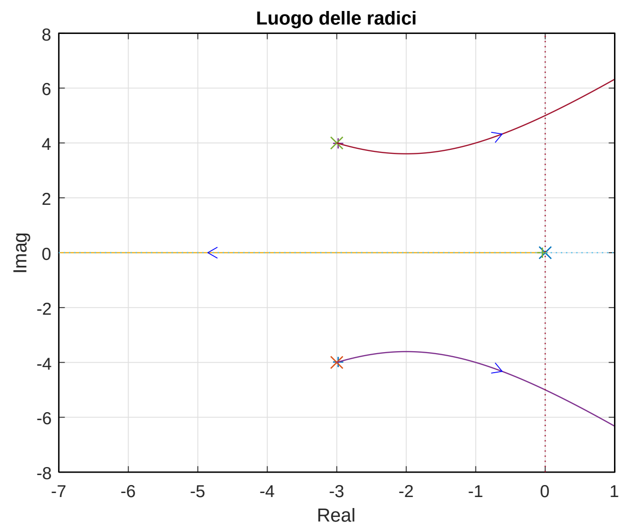
1. Scrivere la funzione $G(z) = \frac{Y(z)}{X(z)}$ corrispondente alla seguente equazione alle differenze:

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

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

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

3. A fianco è riportato il luogo delle radici del sistema $G(s) = \frac{1}{s(s^2+6\,s+25)}$ al variare del parametro $K > 0$. Utilizzando, quando è possibile, il teorema del baricentro calcolare:



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

$$\sigma_0 =$$

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

$$K_0 =$$

4.3) La posizione p_1^* del polo sull'asse reale quando gli altri 2 poli si trovano sull'asse immaginario $p_{2,3}^* = \pm j\omega^*$ e il corrispondente valore del guadagno K^*:

$$p_1^* = \qquad\qquad K^* =$$

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

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

5. La funzione $G(s) = K(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s)$, che rappresenta un regolatore standard PID,

- ◯ è fisicamente realizzabile
- ◯ non è fisicamente realizzabile
- ◯ è un modello ideale semplificato dei PID realizzati fisicamente

6. Una rete ritardatrice viene inserita in un anello di controllo

- ◯ per ridurre gli errori a regime per ingresso a gradino
- ◯ per migliorare l'andamento "a regime" del sistema retroazionato
- ◯ per migliorare l'andamento "in transitorio" del sistema retroazionato

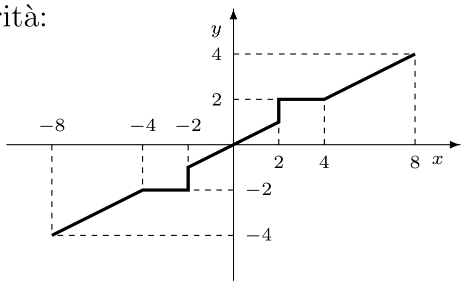
7. Pensando al legame teorico esistente tra le variabili complesse z ed s, indicare quali delle seguenti funzioni di trasferimento discrete $C(z)$ sono (a meno di una costante) delle reti ritardatrici :

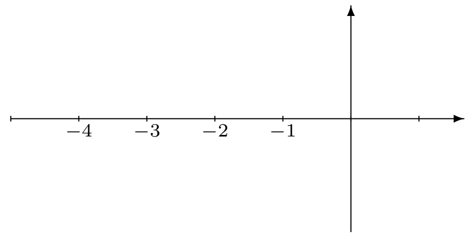
◯ $C(z) = \frac{(z+0.2)}{(z-0.6)}$ ◯ $C(z) = \frac{(z-0.4)}{(z-0.2)}$ ◯ $C(z) = \frac{(z-0.6)}{(z-0.4)}$ ◯ $C(z) = \frac{(z-0.4)}{(z-0.8)}$

8. Indicare quale dei seguenti sistemi discreti $G(z)$ ha la risposta impulsiva $g(k)$ che tende a zero più "lentamente":

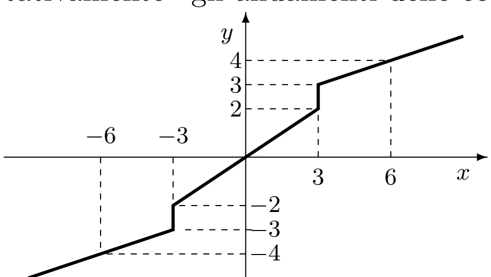
   ◯ $G(z) = \frac{1}{z(z+0.2)}$ ◯ $G(z) = \frac{1}{z(z-0.4)}$ ◯ $G(z) = \frac{1}{(z+0.6)}$ ◯ $G(z) = \frac{1}{(z-0.8)}$

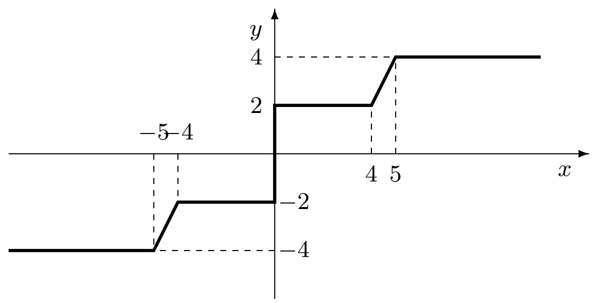
9. Sia (0, 0) il punto di lavoro. Disegnare il cerchio critico corrispondente alle seguente non linearità:

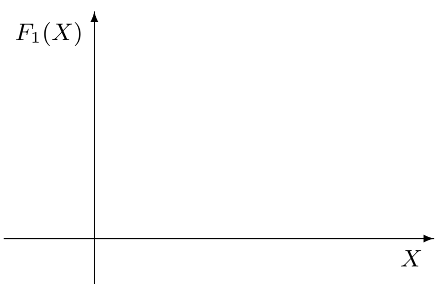


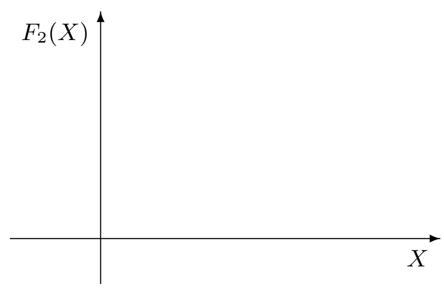


10. Date le seguenti caratteristiche non lineari simmetriche rispetto all'origine, determinare "qualitativamente" gli andamenti delle corrispondenti funzioni descrittive $F_1(X)$ ed $F_2(X)$:









11. Per poter applicare il metodo base della funzione descrittiva ad un sistema $G(s)$ retroazionato su una non linearità $y = f(x)$

   ◯ il sistema $G(s)$ deve essere a fase minima
   ◯ la non linearità $y = f(x)$ deve essere di tipo "a settore"
   ◯ la non linearità $y = f(x)$ deve essere simmetrica rispetto all'origine

12. Sia $Y(X)\sin(\omega t + \varphi(X))$ la fondamentale del segnale periodico $y(t)$ presente all'uscita di una non linearità algebrica $y(t) = f(x(t))$ in risposta al segnale $x(t) = X\sin(\omega t)$ in ingresso. Fornire la definizione di funzione descrittiva $F(X)$:

$$F(X) =$$

13. La funzione descrittiva $F(X)$ di un relè ideale di ampiezza Y_1 è:

   ◯ $F(X) = \frac{\pi X}{4 Y_1}$ ◯ $F(X) = \frac{\pi Y_1}{4 X}$ ◯ $F(X) = \frac{4 X}{\pi Y_1}$ ◯ $F(X) = \frac{4 Y_1}{\pi X}$

14. Il teorema del baricentro del luogo delle radici puó essere applicato

   ◯ anche a funzioni $G(s)$ trascendenti
   ◯ solo a funzioni $G(s)$ con grado relativo $r > 2$
   ◯ solo a funzioni $G(s)$ con grado relativo $r \geq 2$
   ◯ anche a funzioni $G(s)$ razionali fratte e instabili