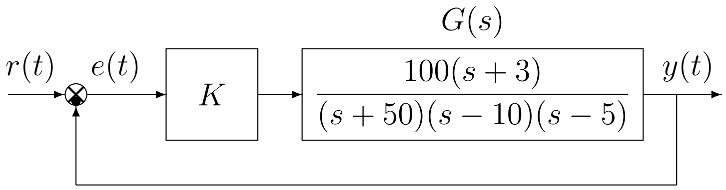
Nr.

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

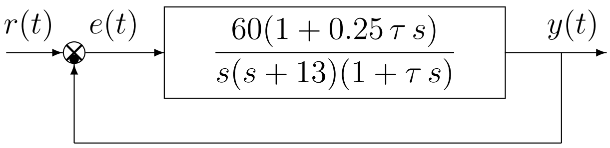
Controlli Automatici B
10 Giugno 2013 - Esercizi

a1) Tracciare qualitativamente il luogo delle radici del seguente sistema retroazionato al variare del parametro $K > 0$.

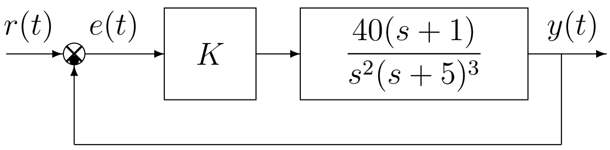


Determinare esattamente la posizione degli asintoti, le intersezioni ω^* con l'asse immaginario e i corrispondenti valori del guadagno K^*. Determinare la posizione dei punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

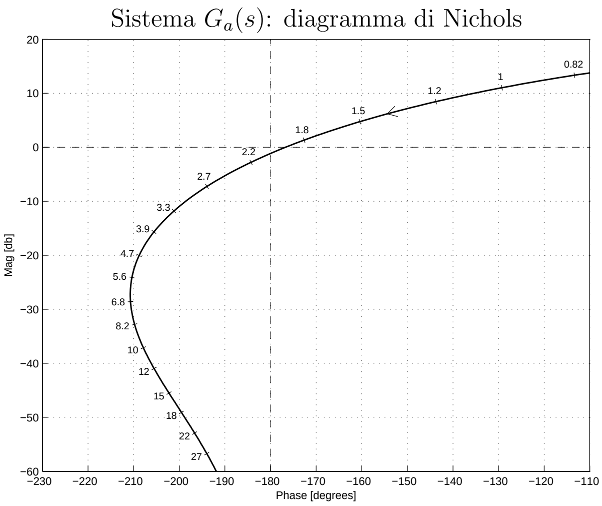
a2) Tracciare qualitativamente il contorno delle radici del seguente sistema retroazionato al variare del parametro $\tau > 0$. Determinare la posizione dei punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

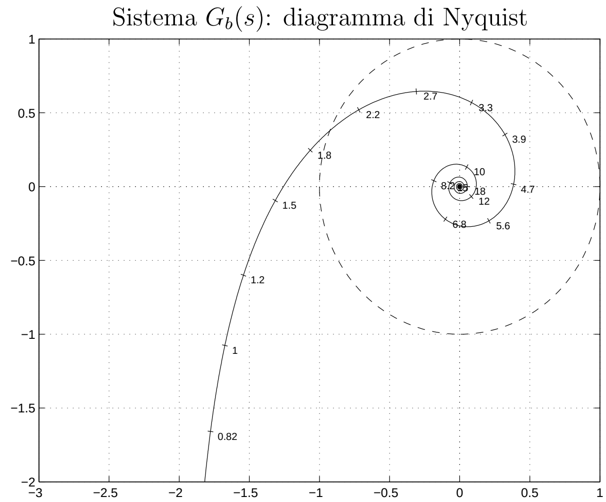


a3) Tracciare qualitativamente il luogo delle radici del seguente sistema retroazionato al variare del parametro $K > 0$. Determinare in modo esatto la posizione degli asintoti e in "modo qualitativo" tutto gli altri aspetti del luogo delle radici. Nel tracciamento del luogo delle radici si tenga presente che il sistema retroazionato è stabile per $0 < K < 16.1$.



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

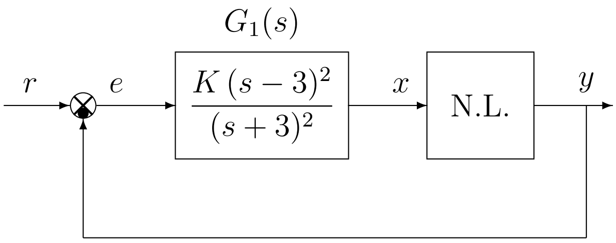


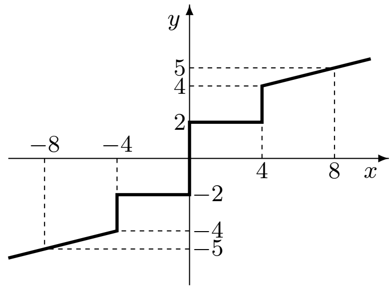


b.1) Per il sistema $G_a(s)$ progettare una rete anticipatrice in modo da imporre al sistema retroazionato un margine di fase $M_\varphi = 40^o$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno;

b.2) Per il sistema $G_b(s)$ progettare una rete ritardatrice in grado da garantire al sistema compensato un margine di ampiezza $M_\alpha = 5$. 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^* del riferimento r il punto di lavoro del sistema retroazionato coincide con il punto $(x_0,\, y_0) = (2,\, 2)$.

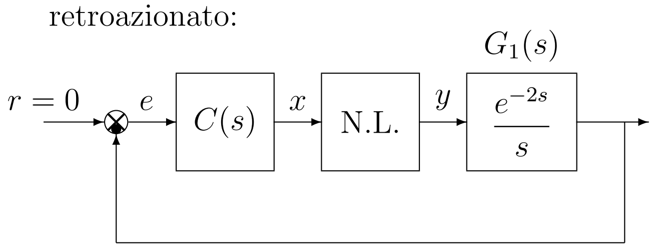
c.2) Posto $K = 1$, $r = r^*$ ed utilizzando il criterio del cerchio, dire se il sistema retroazionato è stabile nell'intorno del punto di lavoro $(x_0,\, y_0) = (2,\, 2)$.

c.3) Posto $r = 0$ il punto di lavoro coincide con l'origine. Disegnare in modo qualitativo l'andamento della funzione descrittiva $F(X)$ della non linearità N.L. assegnata, prendendo l'origine come punto di lavoro. Utilizzare delle variabili (per esempio: $m_1,\ m_2,\ \ldots$) per rappresentare gli eventuali valori non noti minimi e massimi della funzione $F(X)$.

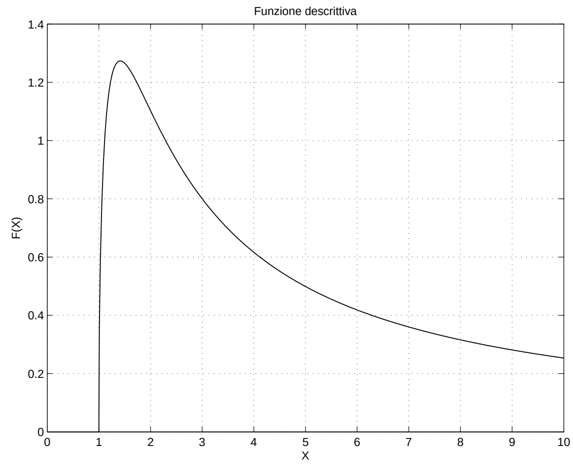
c.4) Discutere "qualitativamente" (in funzione anche dei parametri $m_1,\ m_2,\ \ldots$) l'esistenza o meno di cicli limite nel sistema retroazionato al variare del guadagno $K > 0$.

c.5) Posto $K = 1$, determinare l'ampiezza X^* e la pulsazione ω^* di un eventuale ciclo limite stabile presente nel sistema retroazionato.

d) Si consideri il seguente sistema non lineare retroazionato:



dove la nonlinarità è caratterizzata dalla funzione descrittiva $F(X)$ mostrata in figura.



d.1) Posto $C(s) = 1$ determinare la pulsazione ω e l'ampiezza X (approssimata) delle eventuali oscillazioni autosostenute presenti nel sistema retroazionato.

d.2) Calcolare i parametri τ_1 e τ_2 di una rete ritardatrice $C(s) = \frac{1+\tau_1 s}{1+\tau_2 s}$ in modo che all'interno del sistema retroazionato sia presente un'oscillazione autosostenuta di ampiezza $X = 2$ e pulsazione $\omega = 0.5$.

e) Partendo da condizione iniziale nulla $y(0) = 0$, calcolare la risposta $y(n)$ del seguente sistema dinamico discreto:

$$y(n+1) = 2\,y(n) + 3\,x(n)$$

alla successione di campioni in ingresso $x(n) = 0.5^n$.

f) Utilizzando il metodo delle differenze all'indietro, discretizzare la seguente rete correttrice:

$$D(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = \frac{(s+6)}{s(s+1)}$$

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

Nr. [ ]

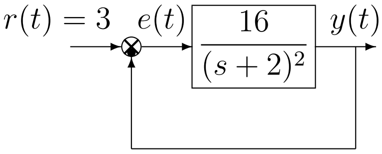
Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

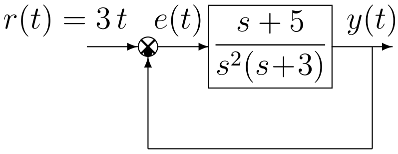
Controlli Automatici B

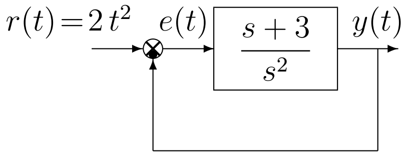
10 Giugno 2013 - Domande Teoriche

Rispondere alle domande e ai test che seguono. Per ciascuno dei test segnare con una crocetta le affermazioni che si ritengono giuste. La risposta al test è considerata corretta solo se tutte le affermazioni corrette sono state contrassegnate.

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







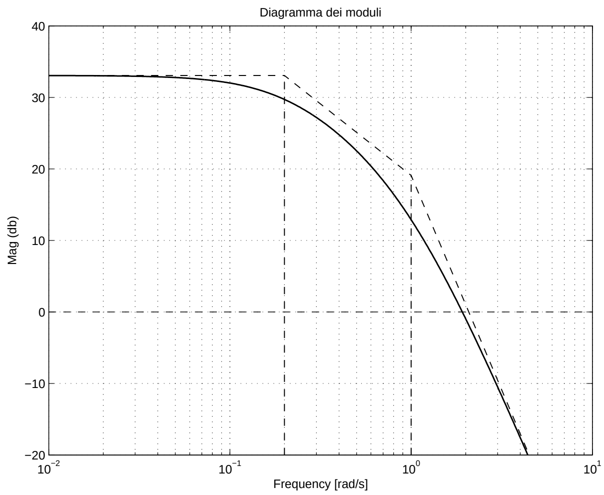
$e(\infty) =$ $\qquad$ $e(\infty) =$ $\qquad$ $e(\infty) =$

2. 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:

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

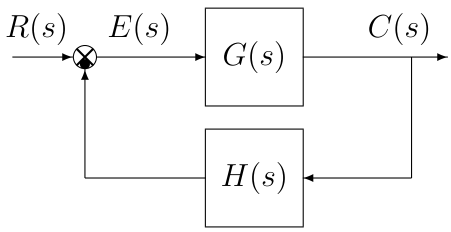


3. Nel metodo di descretizzazione per "corrispondenza poli/zeri" applicato alla funzione $D(s)$, la compensazione del guadagno k alle alte frequenze prevede l'utilizzo della relazione

◯ $\lim_{s\to\infty} G(s) = \lim_{z\to-1} G(z)$ $\qquad$ ◯ $\lim_{s\to 0} G(s) = \lim_{z\to 1} G(z)$

◯ $\lim_{s\to\infty} G(s) = \lim_{z\to\infty} G(z)$ $\qquad$ ◯ $\lim_{s\to 0} G(s) = \lim_{z\to-1} G(z)$

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



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

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

$$y_k = 2\,y_{k-1} - 3\,y_{k-2} + 4\,x_k + 7\,x_{k-1} \qquad \to \qquad G(z) =$$

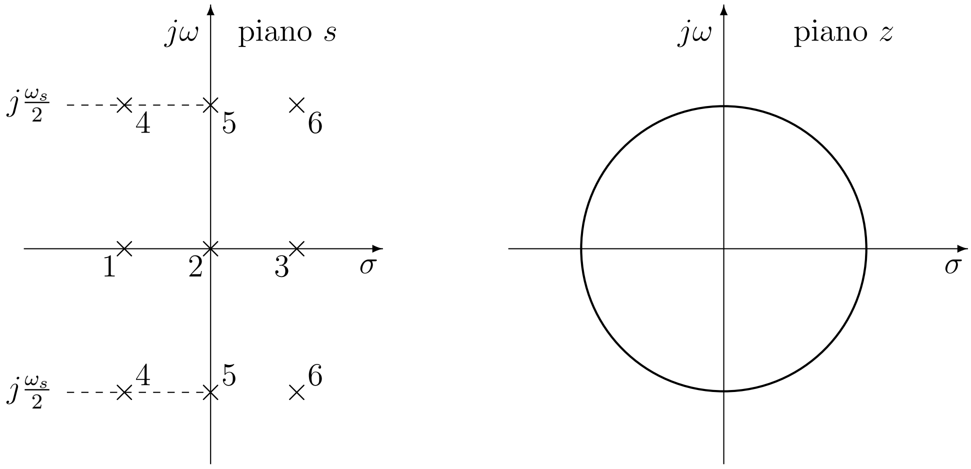
6. Il sistema dinamico discreto $G(z) = \frac{1}{z^2(z^2-1)}$

◯ è asintoticamente stabile $\qquad$ ◯ è semplicemente stabile $\qquad$ ◯ è instabile

7. Calcolare l'evoluzione libera $y(n)$ della seguente equazione alle differenze, essendo $y(0) = 3$:

$$y(n+1) + 0.5\,y(n) = 0 \qquad \rightarrow \qquad y(n) =$$

8. In base al legame teorico a tra il piano s e il piano z, tracciare qualitativamente sul piano z le posizioni dei poli 1, 2, 3, …, 6 che sono stati evidenziati con delle crocette sul piano s:



9. 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

10. Tipicamente, quali delle seguenti reti correttrici è bene utilizzare se si vuole stabilizzare in retroazione un sistema caratterizzato da un margine di fase fortemente negativo?

- ◯ una rete anticipatrice;
- ◯ un regolatore PD;
- ◯ una rete ritardatrice;
- ◯ un regolatore PI;

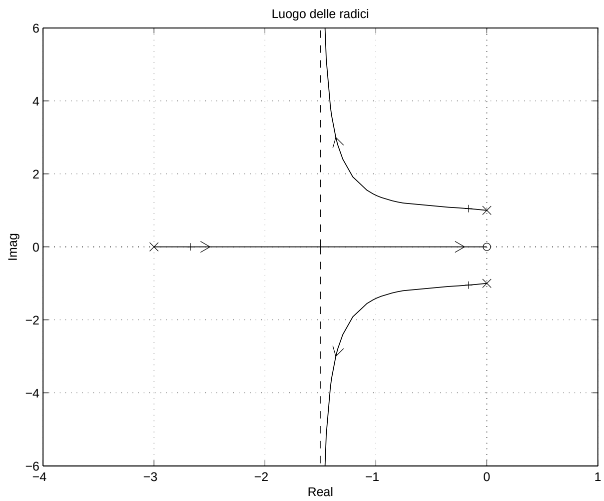
11. A fianco è riportato il luogo delle radici del sistema $G(s) = \frac{s}{(s+3)(s^2+1)}$ al variare del parametro $K > 0$. Calcolare:

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

$$\sigma_0 =$$

2) Il valore K^* corrispondente alla condizione di allineamento dei tre poli:

$$K^* =$$



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

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

$x(t) = 2\,t \quad \rightarrow \quad X(z) =$

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

- ◯ $x(\infty) = 0$
- ◯ $x(\infty) = 1$
- ◯ $x(\infty) = 2$
- ◯ $x(\infty) = 4$

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

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