Nr.

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

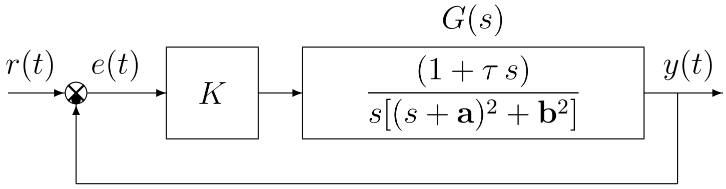
Controlli Automatici B

12 Aprile 2007 - Esercizi

Compito Nr. **a =** **b =**

Negli esercizi che seguono, si sostituisca ad **a** e **b** i valori assegnati e si risponda alle domande.

a) Sia dato il seguente sistema retroazionato:

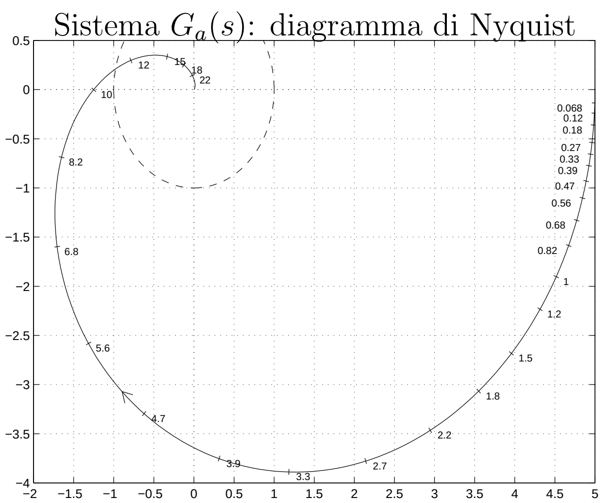


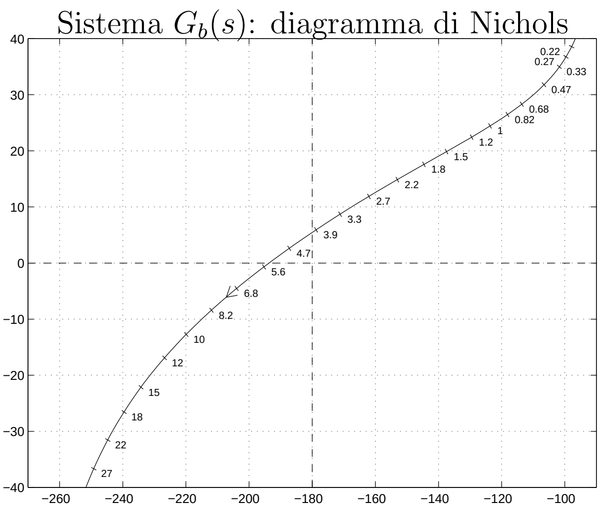
a.1) Posto $\tau = 0$, tracciare qualitativamente il luogo delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $K > 0$. Nella graficazione del luogo delle radici si tenga conto del fatto che sull'asse reale negativo sono presenti 2 punti di diramazione. Determinare "esattamente" la posizione dei 2 punti di diramazione. Determinare inoltre esattamente la posizione degli asintoti, le intersezioni ω^* con l'asse immaginario e i corrispondenti valori del guadagno K^*.

a.2) Posto $\tau = 0$ e $K = K^*$, determinare la posizione p_1, p_2 e p_3 dei poli del sistema retroazionato.

a.3) Posto $K = K^*$, tracciare qualitativamente il contorno delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $\tau > 0$. Determinare esattamente la posizione degli asintoti e le intersezioni ω^* con l'asse immaginario. Determinare la posizione degli eventuali punti di diramazione "solo in modo qualitativo". Calcolare per quale valore τ^* il sistema retroazionato presenta il minimo tempo di assestamento alla risposta al gradino.

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



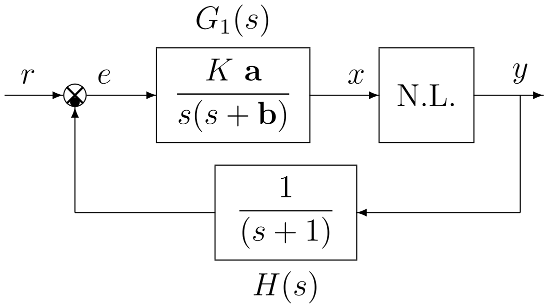


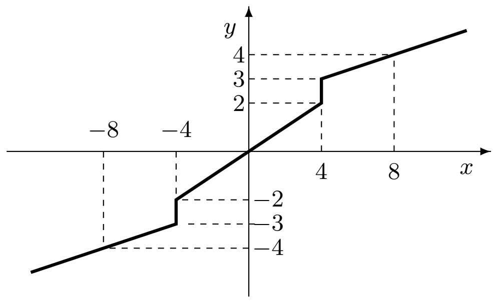
b.1) Per il sistema $G_a(s)$, progettare una rete correttrice $C(s)$ in grado di far passare la funzione di risposta armonica del sistema $C(s)G_a(s)$ per il punto B caratterizzato dalle seguenti coordinate: $B = (-0.5,\ -0.5)$;

b.2) Per il sistema $G_b(s)$ progettare una rete ritardatrice in grado da garantire al sistema compensato un margine di ampiezza $M_a = \mathbf{a}$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno;

b.3) Sempre per il sistema $G_b(s)$, progettare i parametri K, τ_1 e τ_2 di una rete correttrice $C(s) = K\,\dfrac{1+\tau_1\, s}{1+\tau_2\, s}$ in modo da garantire al sistema compensato un margine di fase $M_\varphi = (40+\mathbf{a})^o$ e una larghezza di banda del sistema retroazionato $\omega_{f0} = 3.3$;

c) Si consideri il seguente sistema non lineare retroazionato:

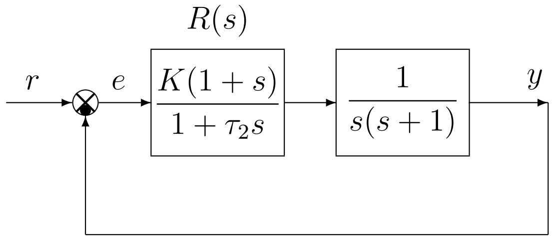




c.1) Posto $K = 1$, determinare se in base al criterio del cerchio il punto di lavoro (x_0, y_0) corrispondente all'ingresso $r = -1$ è asintoticamente stabile o meno.

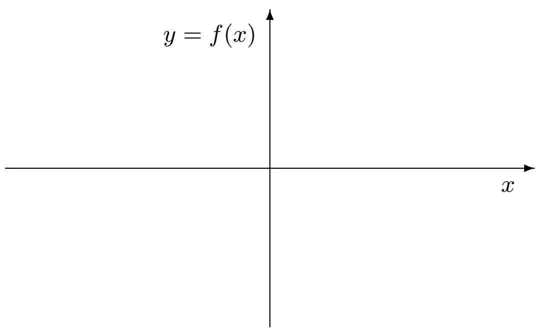
c.2) Posto $r = 0$ il punto di lavoro coincide con l'origine. Disegnare in modo qualitativo l'andamento della funzione descrittiva $F(X)$ della non linearità N.L. assegnata, prendendo l'origine come punto di lavoro. Utilizzare delle variabili (per esempio: m_1, m_2, ...) per rappresentare gli eventuali valori non noti minimi e massimi della funzione $F(X)$. Discutere "qualitativamente" l'esistenza o meno di cicli limite nel sistema retroazionato al variare del guadagno $K > 0$.

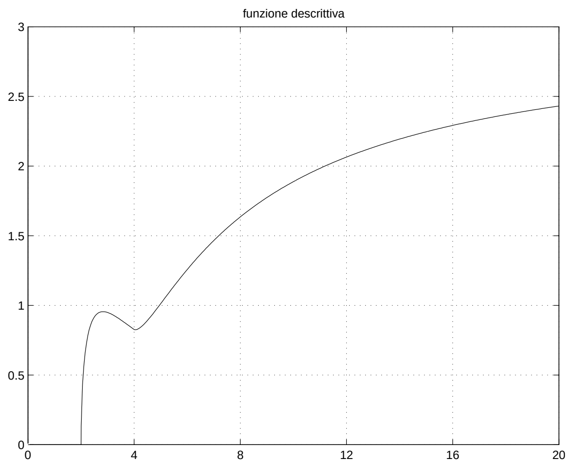
d) Si faccia riferimento al seguente sistema retroazionato:



Lo zero della rete correttrice $R(s)$ è stato posizionato in corrispondenza del polo in $p_1 = -1$ del sistema $G(s)$ operando in questo modo una cosiddetta "cancellazione polo-zero" (eliminare questi 2 termini dal sistema retroazionato). Calcolare il valore dei parametri K e τ_2 in modo che il sistema retroazionato abbia 2 poli reali coincidenti in $p_{1,2} = -5$.

e) Si consideri la funzione descrittiva $F(X)$ mostrata in figura relativa ad una non linearità $y = f(x)$ statica e simmetrica rispetto all'origine.





Dalla forma della $F(X)$ cercare di ricostruire l'andamento "qualitativo" della funzione $y = f(x)$ sapendo che il valore finale F_∞ a cui tende la $F(X)$ quando $X \to \infty$ è $F_\infty = 3$.

f) Utilizzando il metodo della "trasformazione bilineare", discretizzare la seguente rete correttrice

$$D(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = \frac{3 + \mathbf{a}\, s}{6 + \mathbf{b}\, s}$$

giungendo anche alla determinazione della corrispondente equazione alle differenze. Si utilizzi il periodo di campionamento $T = 0.2$.

g) Calcolare la risposta all'impulso $g(n)$ del seguente sistema dinamico discreto

$$G(z) = \frac{z(z+1)}{(z-0.1\,\mathbf{a})(z+0.1\,\mathbf{b})}$$

Nr.

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

Controlli Automatici B
12 Aprile 2007 - 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 considera corretta solo se tutte le affermazioni corrette sono state contrassegnate.

1. 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

2. 1) Disegnare qualitativamente il luogo delle radici del seguente sistema retroazionato:

$$G(s) = \frac{K}{(s+2)^3}$$

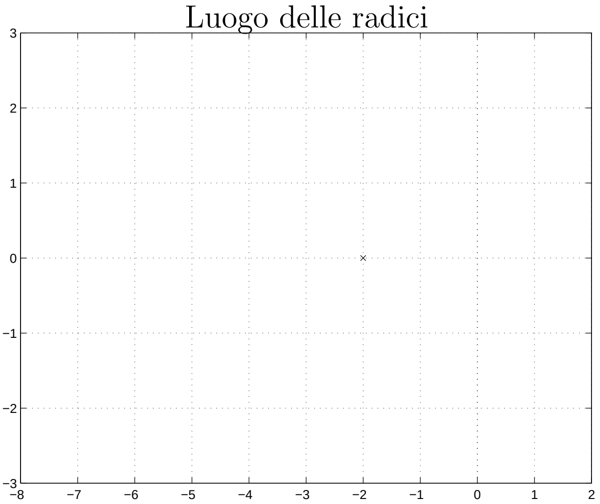
   al variare del parametro $K > 0$.

   2) Quando 2 dei 3 poli del sistema retroazionato si trovano sull'asse immaginario, $p_{1,2} = \pm j\omega^*$, il terso polo p_3 dove si trova?

   $p_3 =$

   3) Determinare per quale valore $\bar{K}$ di K i due poli $p_{1,2} = \pm j\omega^*$ del sistema retroazionato si trovano sull'asse immaginario e il terzo polo p_3 si trova nel punto calcolato in 2):

   $\bar{K} =$



3. L'uso di una rete anticipatrice è consigliato

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

4. Una rete ritardatrice del tipo $D(s) = \frac{1+\tau_1 s}{1+\tau_2 s}$ con $\tau_2 > \tau_1$ 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

5. Fornire l'enunciato del Criterio del cerchio:

   Nell'ipotesi che la funzione di trasferimento della parte lineare del sistema $G(s)$ abbia ...

   ...

   condizione ...

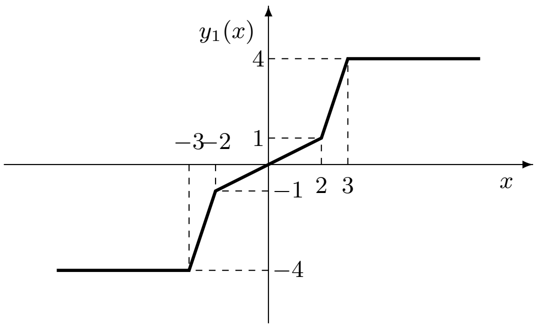
   affinché il sistema in retroazione sia...

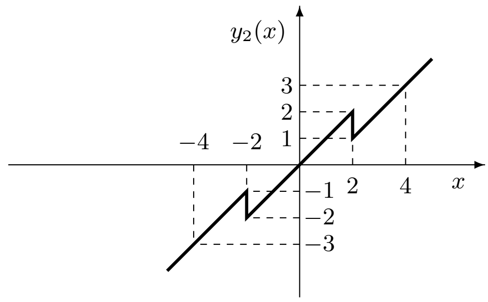
   è che ...

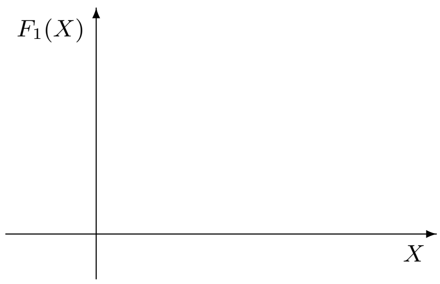
6. Calcolare la funzione di trasferimento $G(z) = \frac{Y(z)}{X(z)}$ corrispondente alla seguente equazione alle differenze:

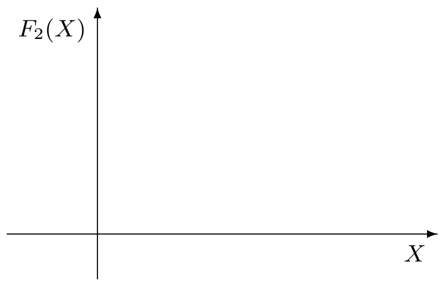
$$y(k+1)+2\,y(k)+4\,y(k-1) = 5\,x(k)+3\,x(k-1) \qquad \rightarrow \qquad G(z) =$$

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









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

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

9. Sia $X(z) = \mathcal{Z}[x(k)]$ la $\mathcal{Z}$-trasformata della successione $x(k)$. Per $n = 1, 2, \ldots$, enunciare il teorema della traslazione nel tempo nei 2 casi a) ritardo, e b) anticipo:

$$a) \qquad \mathcal{Z}[x(t-nT)] =$$

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

10. Scrivere la funzione di trasferimento $G(s)$ di un ricostruttore di ordine zero e disegnare qualitativamente l'andamento della corrispondente funzione di risposta armonica $G(j\omega)$ (solo il diagramma dei moduli in scala lineare):

$$G(s) =$$