Controlli Automatici B

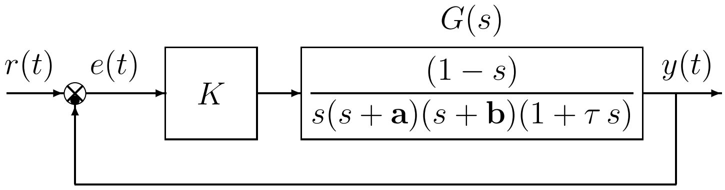
30 Marzo 2005 - Esercizi

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

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

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:



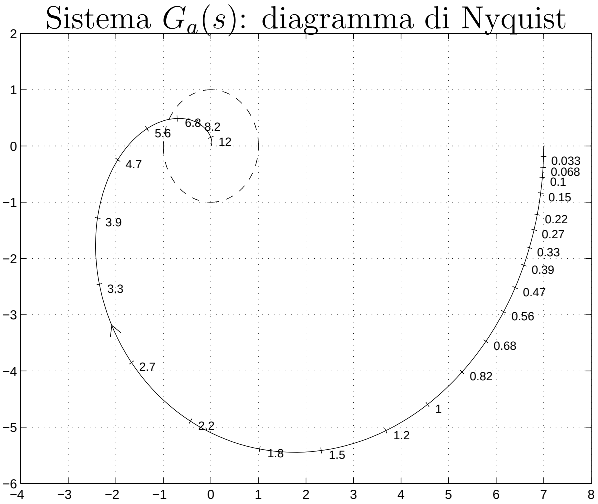
a.1) Posto $\tau = 0$, tracciare qualitativamente il luogo delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro K. Si proceda al tracciamento del luogo delle radici sia per $K > 0$, che per $K < 0$. Determinare esattamente gli asintoti, le intersezioni ω^* con l'asse immaginario e i corrispondenti valori del guadagno K^*. Determinare la posizione dei punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

a.2) Utilizzando il teorema del baricentro, calcolare esattamente la posizione dei 3 poli p_1, p_2 e p_3 del sistema retroazionato quando $\tau = 0$ e $K = K^*$.

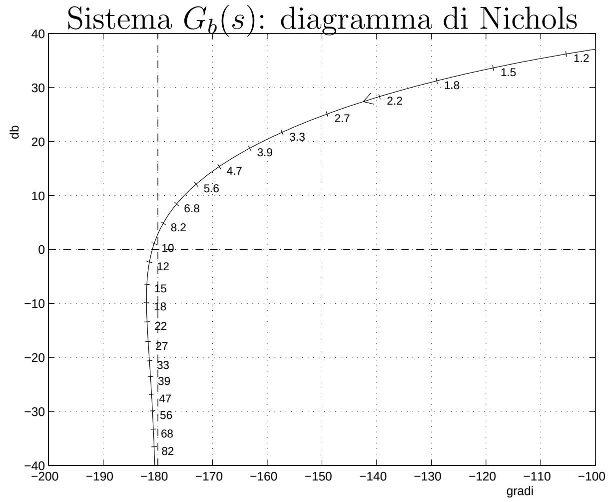
a.3) Posto $K = K^*$, tracciare qualitativamente il contorno delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $\tau > 0$. Determinare la posizione dei punti di diramazione e le intersezioni con l'asse immaginario "solo in modo qualitativo". Nel tracciamento del contorno delle radici si tenga conto del fatto che il sistema retroazionato è stabile per $0 < \tau < \tau^*$ dove τ^* un valore positivo che non deve essere calcolato.

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

Sistema $G_a(s)$: diagramma di Nyquist



Sistema $G_b(s)$: diagramma di Nichols

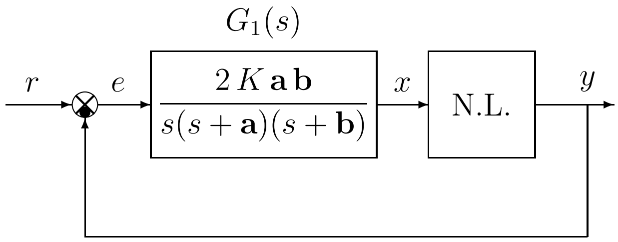


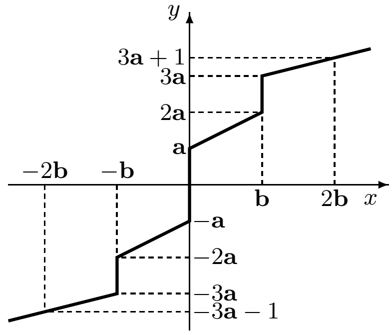
b.1) Per il sistema $G_a(s)$, progettare una rete correttrice in grado da garantire al sistema compensato un margine di ampiezza $M_a = 2 + \mathbf{a}$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno;

b.2) Per il sistema $G_b(s)$, progettare una rete anticipatrice in modo da garantire al sistema compensato un margine di fase $M_\varphi = (40 + \mathbf{b})^o$. 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 portare il punto A, caratterizzato dalla pulsazione $\omega_A = 3.9$, a passare per il punto B caratterizzato dalle seguenti coordinate: $B = (-140^o,\ 0\,\mathrm{db})$;

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 $(x_1,\, y_1) = (-2\mathbf{b},\, -3\mathbf{a} - 1)$.

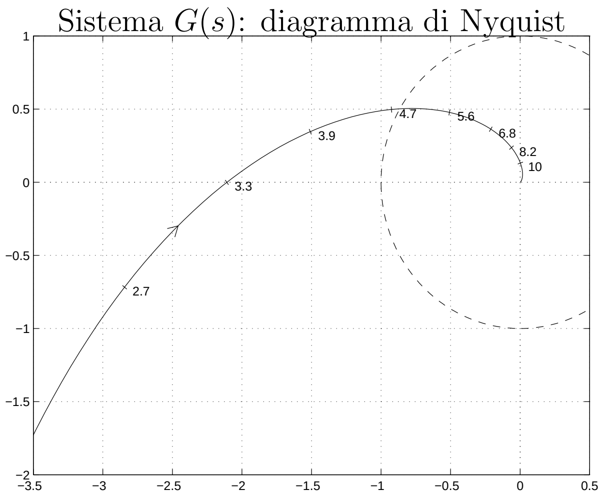
c.2) Posto $K = 1$ ed utilizzando il criterio del cerchio, dire se il sistema retroazionato è stabile o meno nell'intorno del punto $(x_1,\, y_1) = (-2\mathbf{b},\, -3\mathbf{a} - 1)$.

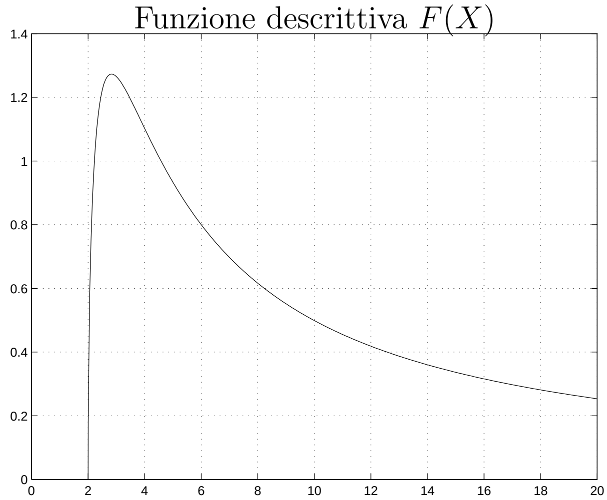
c.3) Fornire l'espressione esatta della funzione descrittiva $F(X)$ della non linearità $y(x)$ nell'intorno del punto $(0,\; 0)$ per $X \leq \mathbf{b}$. Disegnare in modo qualitativo l'andamento della funzione descrittiva $F(X)$ per $X > 0$. Utilizzare delle variabili (per esempio: $m_1,\, m_2,\, \ldots$) 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 ed m_2) 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^* dell'eventuale ciclo limite presente nel sistema retroazionato per $X^* < \mathbf{b}$.

d) Sia dato il diagramma di Nyquist di un sistema $G(s)$ 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 $C(s) = \frac{1+\tau_1 s}{1+\tau_2 s}$ da mettere in cascata al sistema $G(s)$ in modo che il sistema retroazionato abbia un ciclo limite stabile di ampiezza $X^* = 4$ in corrispondenza della pulsazione $\omega^* = 2.7$.

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

$$D(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = \mathbf{a}\,\frac{s+1}{s+\mathbf{b}}$$

giungendo anche alla determinazione della corrispondente equazione alle differenze. Si utilizzi il periodo di campionamento $T = 0.04$. Per chi ha $\mathbf{b} = 1$, porre $\mathbf{b} = 2$ in modo che non avvenga la cancellazione polo-zero all'interno della funzione $D(s)$.

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

$$y(n+2) - 0.25\,y(n) = \mathbf{b}\,x(n+1)$$

Controlli Automatici B
30 Marzo 2005 - 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 giuste. La risposta al test è considera corretta solo se tutte le affermazioni corrette sono state contrassegnate.

1. Scrivere la formula che esprime il centro degli asintoti σ_a del luogo delle radici di un sistema avente n poli p_i ed m zeri z_i è

$$\sigma_a =$$

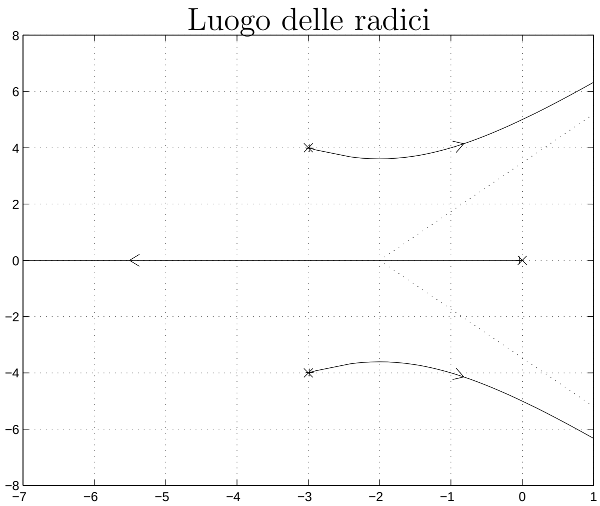
2. Dato il sistema $G(s) = N(s)/D(s)$, tutte le radici "doppie" del corrispondente luogo delle radici che sono presenti sull'asse reale si determinano risolvendo, rispetto ad s, l'equazione

   ◯ $\frac{dG(s)}{ds} = 0$
   ◯ $\frac{d}{ds}[1 + K\,G(s)] = 0$
   ◯ $\frac{dD(s)}{ds} + K\frac{dN(s)}{ds} = 0$
   ◯ $\frac{dN(s)}{ds}D(s) - \frac{dD(s)}{ds}N(s) = 0$

3. Il metodo del contorno delle radici studia le curve descritte dalle radici dell'equazione caratteristica al variare (da 0 all'infinito)

   ◯ delle sole costanti di tempo relative ad un polo o ad uno zero
   ◯ di un qualunque parametro che compare nell'equazione caratteristica
   ◯ di un qualunque parametro che entra linearmente nell'equazione caratteristica

4. 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:

   $\sigma_0 =$

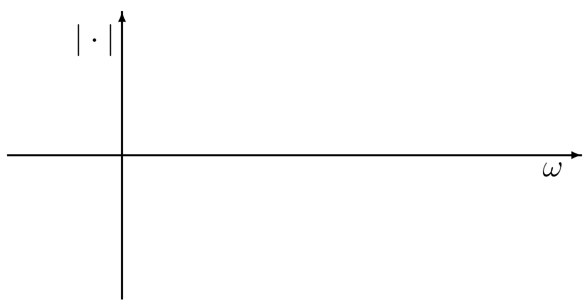
   4.2) Il valore K_0 corrispondente alla condizione di allineamento dei tre poli:

   $K_0 =$

   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^*:

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

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



   $G(s) =$

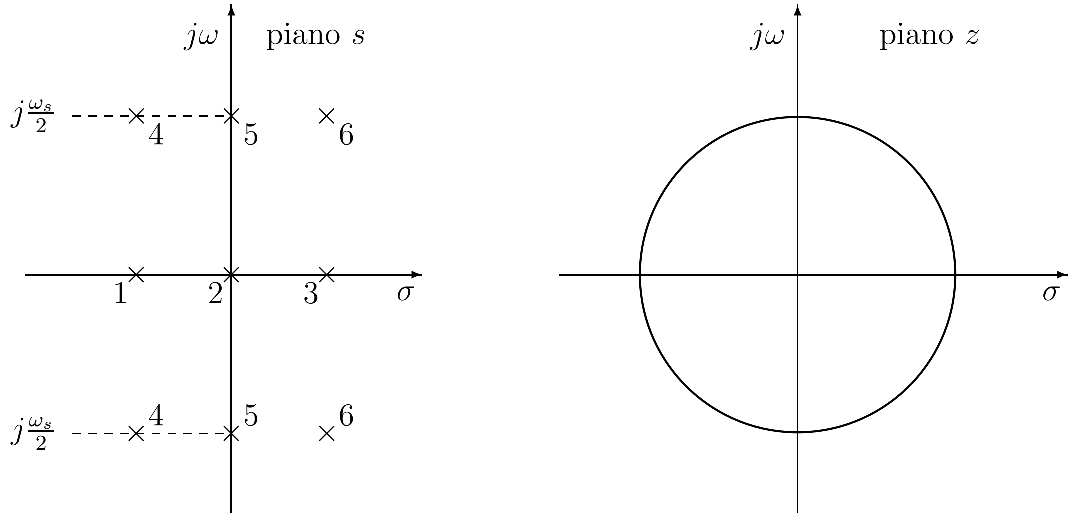
6. Tipicamente, quali delle seguenti reti correttrici è bene utilizzare se si vuole migliorare il transitorio di un sistema in retroazione caratterizzato da un margine di ampiezza leggermente maggiore di 1?

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

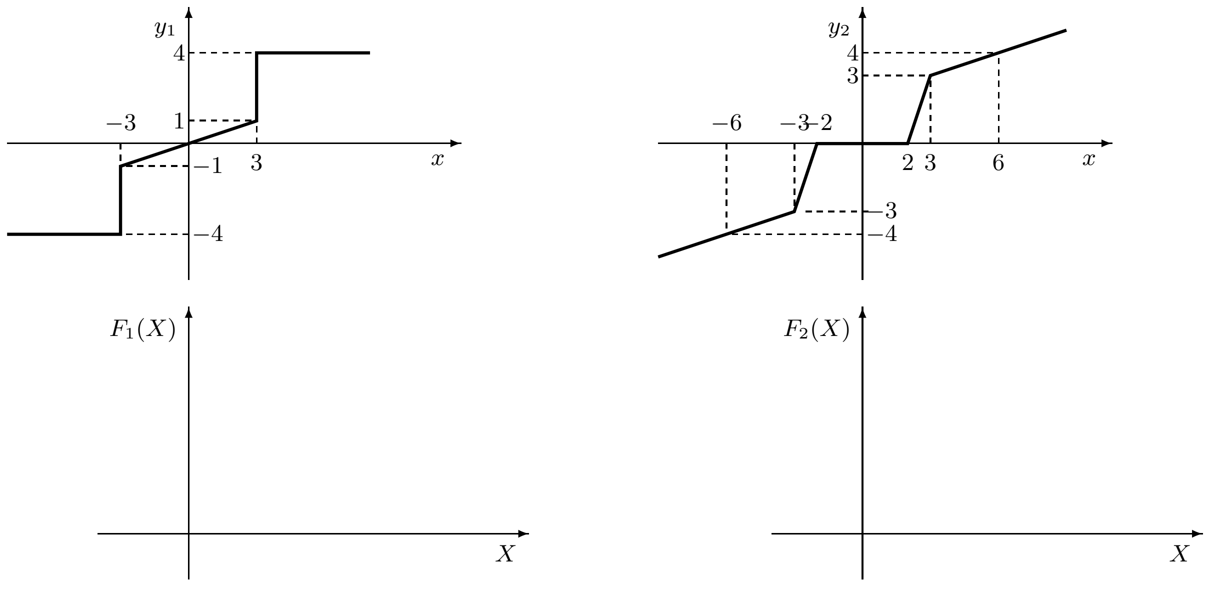
7. Calcolare la soluzione $y(n)$ della seguente equazione alle differenze a partire dalla condizione iniziale $y(0) = y_0$:

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

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



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

$$y(n) = -2\,y(n-1) - 3\,y(n-2) + 4\,x(n-1) + 6\,x(n-2) \qquad \rightarrow \qquad G(z) =$$