

Controlli Automatici B

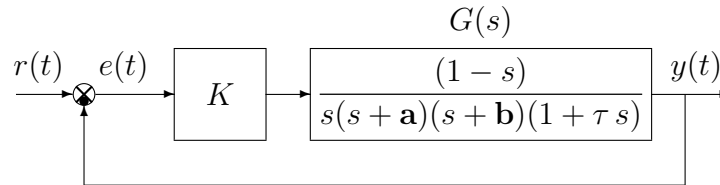
6 Aprile 2009 - Esercizi

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:

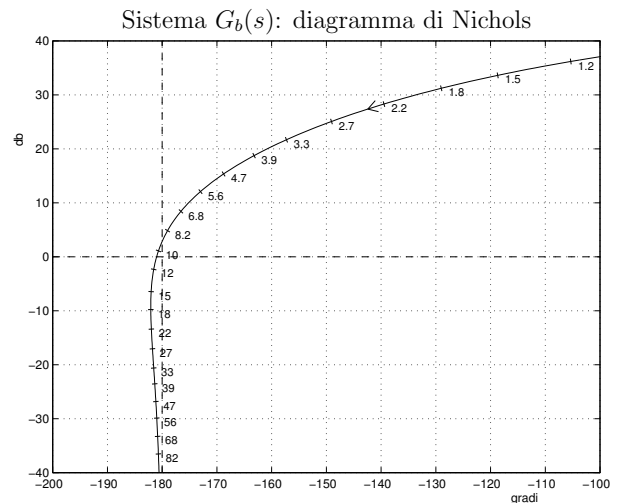
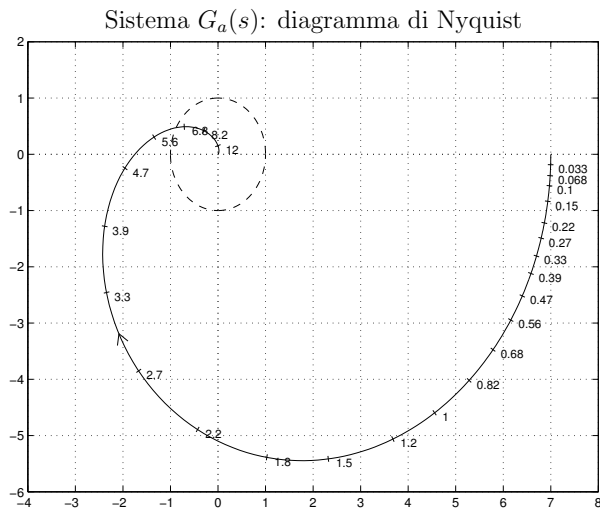


a.1) Posto $\tau = 0$, tracciare qualitativamente il luogo delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro K . Si proceda al tracciamento del luogo delle radici sia per $K > 0$ che per $K < 0$. Determinare esattamente gli asintoti, le intersezioni ω^* con l'asse immaginario e i corrispondenti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

a.2) Calcolare la posizione dei 3 poli p_1, p_2 e p_3 del sistema retroazionato quando $\tau = 0$ e $K = K^*$. Si consiglia di utilizzare il teorema del baricentro.

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 per $K = K^*$ il sistema retroazionato è instabile per $\tau > 0$.

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

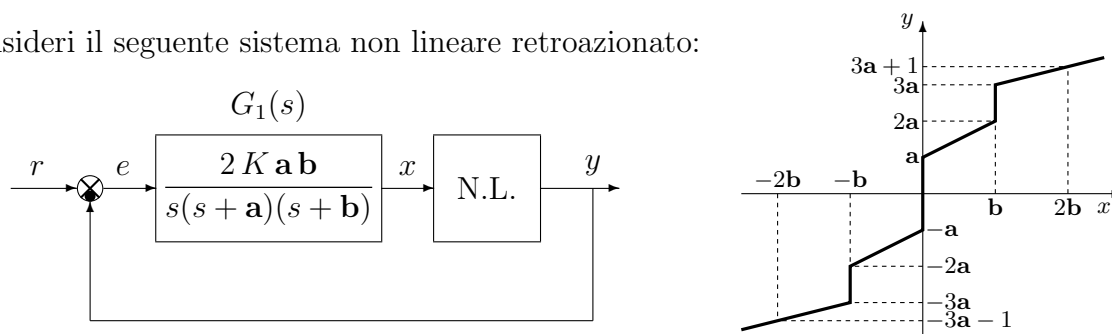


b.1) Per il sistema $G_a(s)$, progettare una rete correttiva in modo da garantire al sistema compensato un margine di ampiezza $M_\alpha = 2 + \mathbf{a}$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno;

b.2) Per il sistema $G_b(s)$, progettare una rete anticipatrice in modo da garantire al sistema compensato un margine di fase $M_\varphi = (40 + \mathbf{b})^\circ$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno;

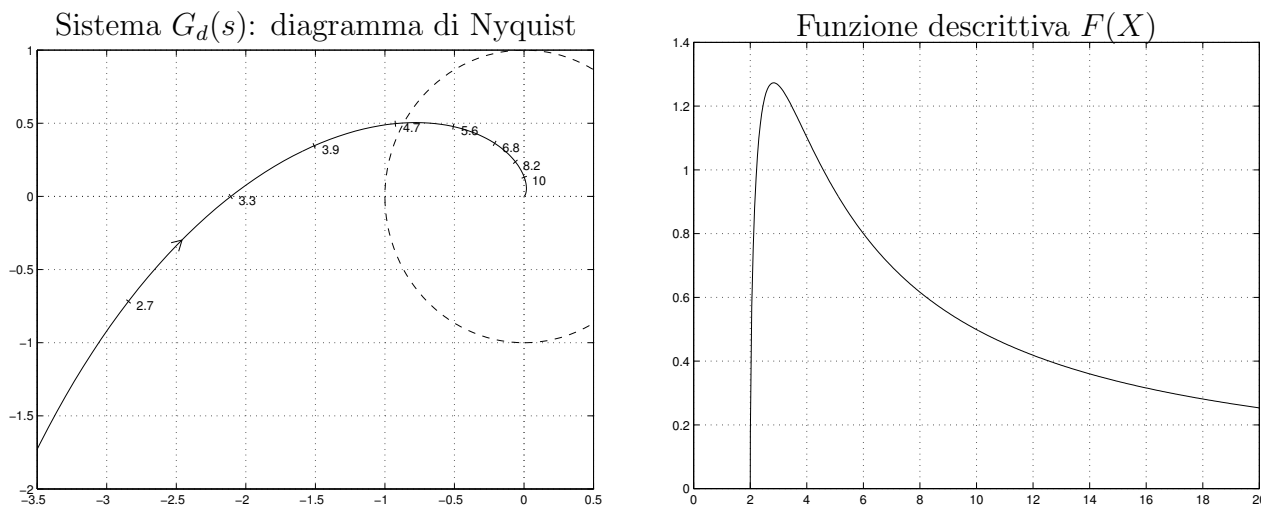
b.3) Sempre per il sistema $G_b(s)$, progettare i parametri K, τ_1 e τ_2 di una rete correttiva $C_3(s) = K \frac{1 + \tau_1 s}{1 + \tau_2 s}$ in modo da portare il punto A , caratterizzato dalla pulsazione $\omega_A = 5.6$, a passare per il punto B caratterizzato dalle seguenti coordinate: $B = (-140^\circ + \mathbf{a}, -12 \text{ db})$.

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 $(x_1, y_1) = (-2b, -3a - 1)$.
- c.2) Posto $K = 1$ ed utilizzando il criterio del cerchio, dire se il sistema retroazionato è stabile o meno nell'intorno del punto $(x_1, y_1) = (-2b, -3a - 1)$.
- c.3) Fornire l'espressione esatta della funzione descrittiva $F(X)$ della non linearità $y(x)$ nell'intorno del punto $(0, 0)$ per $X \leq b$. Disegnare in modo qualitativo l'andamento della funzione descrittiva $F(X)$ per $X > 0$. Utilizzare le variabili m_1, m_2, \dots per rappresentare gli eventuali valori minimi e massimi "non noti" della funzione $F(X)$.
- c.4) Discutere "qualitativamente", anche in funzione dei parametri m_1, m_2, \dots , 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 $X^* < b$.

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 correttiva $C_d(s) = \frac{1+\tau_1 s}{1+\tau_2 s}$ da mettere in cascata al sistema $G_d(s)$ in modo che il sistema retroazionato abbia un ciclo limite stabile di ampiezza $X^* = 6$ in corrispondenza della pulsazione $\omega^* = 2.7$.

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

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

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 $x(n) = (1, 0, 0, \dots)$ del seguente sistema dinamico discreto, partendo da condizioni iniziali nulle:

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

Controlli Automatici B
6 Aprile 2009 - 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 considerata 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 $G(s)$ avente n poli p_i ed m zeri z_i :

$$\sigma_a =$$

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 $G(s) = \frac{1}{s(s^2+6s+25)}$ 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:

$$\sigma_0 =$$

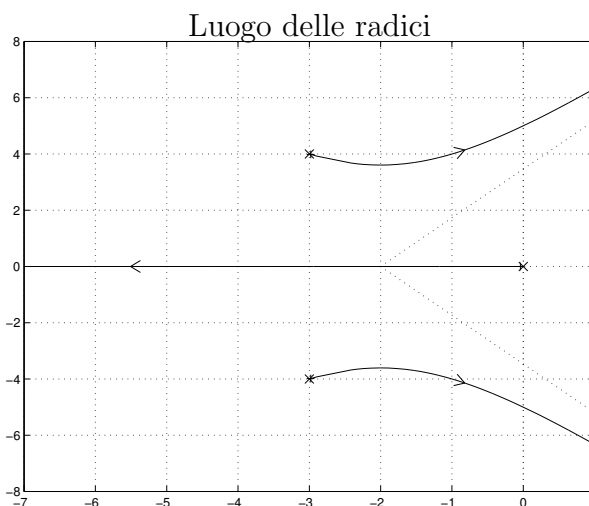
- 4.2) Il valore K_0 corrispondente alla condizione di allineamento dei tre poli:

$$K_0 =$$

- 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^* :

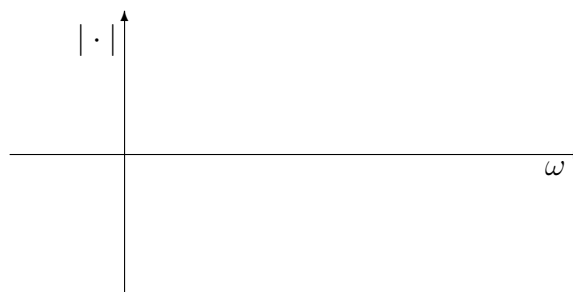
$$p_1^* =$$

$$K^* =$$



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:

$$G(s) =$$



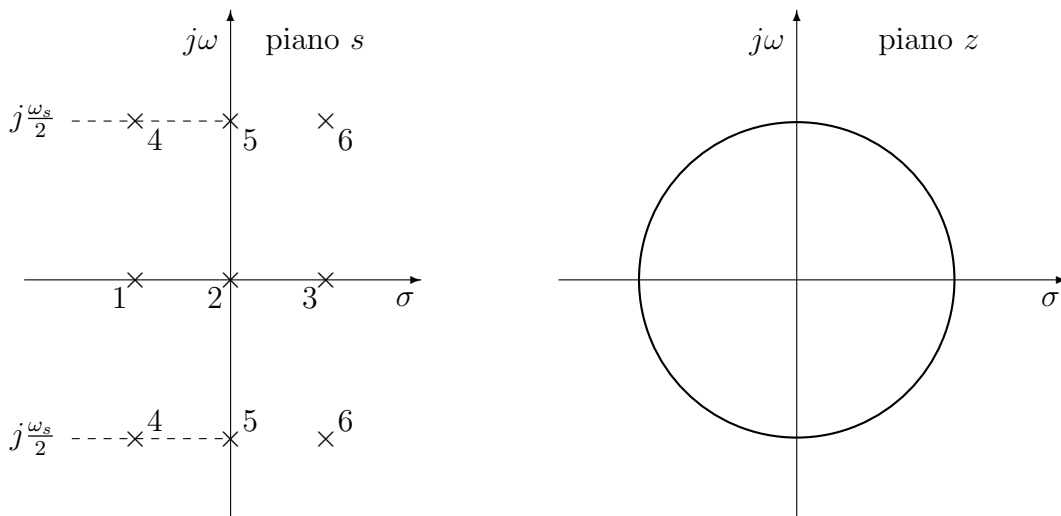
6. Tipicamente, quali delle seguenti reti correttive è bene utilizzare se si vuole migliorare il transitorio di un sistema in retroazione caratterizzato da un margine di ampiezza leggermente maggiore di 1?

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

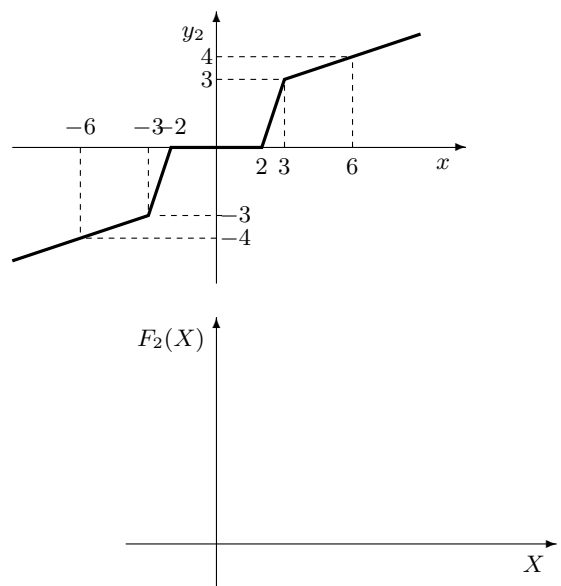
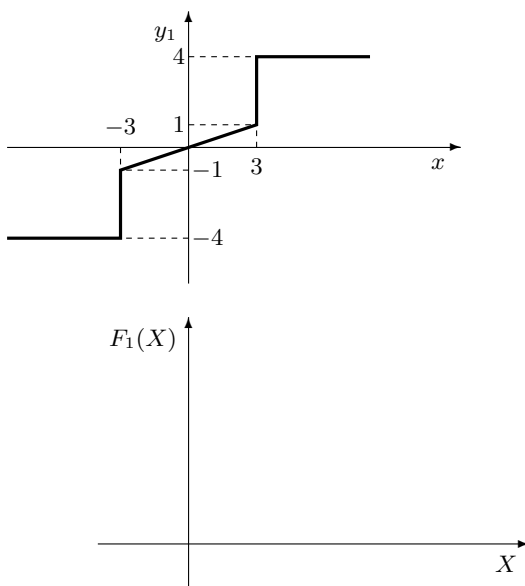
7. Calcolare la soluzione $y(n)$ della seguente equazione alle differenze a partire dalla condizione iniziale $y(0) = y_0$:

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

8. In base al legame teorico esistente 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:

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