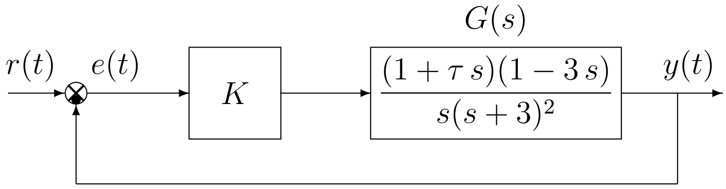
Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

Controlli Automatici B
8 Giugno 2015 - Esercizi

a.1) Sia dato il seguente sistema retroazionato:

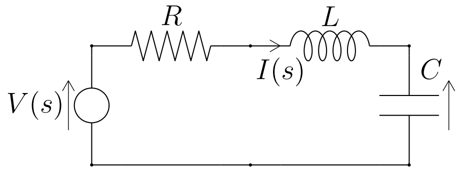


Posto $\tau = 0$ tracciare qualitativamente il luogo delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro K. Tracciare il luogo delle radici sia per $K > 0$ che per $K < 0$. Determinare esattamente la posizione degli asintoti, le intersezioni ω^* con l'asse immaginario e i corrispondenti valori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

a.2) Posto $K = 1.25$ nel sistema retroazionato sopra definito, tracciare qualitativamente il contorno delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $\tau > 0$. Nella graficazione del contorno si tenga conto che: i) per $\tau = 0$ i poli del contorno sono posizionati in $p_1 = -0.5$, $p_2 = -0.5$ e $p_3 = -5$; ii) il sistema retroazionato è stabile per $\tau < \tau^*$. Determinare la posizione dei punti di diramazione "solo in modo qualitativo". Il calcolo di τ^* è facoltativo.

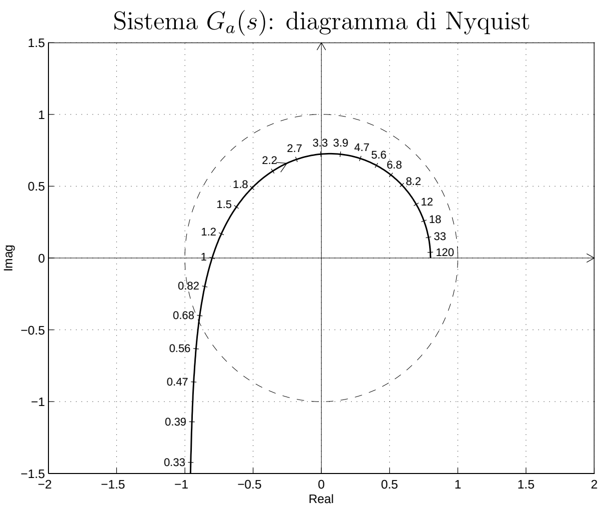
a.3) Sia data la funzione $G(s)$ che descrive la dinamica del sistema mostrato in figura:

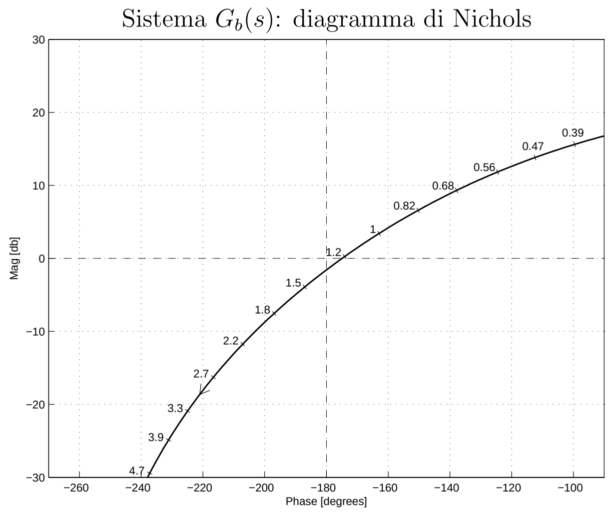
$$G(s) = \frac{I(s)}{V(s)} = \frac{C\, s}{CL\, s^2 + RC\, s + 1} \qquad \Leftrightarrow$$



Posto $C = 1$ e $R = 1$, calcolare il valore dell'induttanza L a cui corrisponde il minimo tempo di assestamento della risposta al gradino del sistema $G(s)$.

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



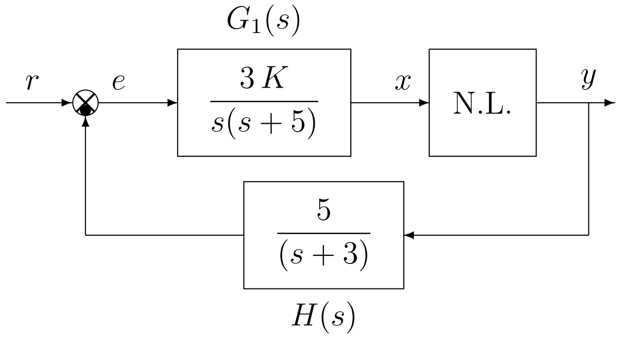


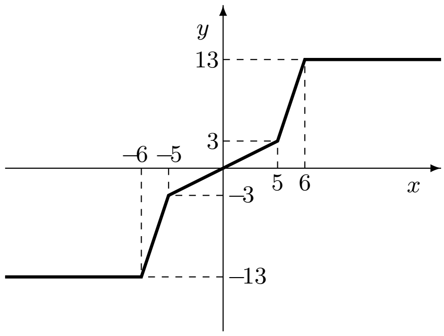
b.1) Per il sistema $G_a(s)$, progettare una rete correttrice in grado di garantire al sistema compensato un margine di ampiezza $M_a = 5$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno;

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

b.3) Sempre per il sistema $G_b(s)$, progettare una rete ritardatrice in modo che la funzione di risposta armonica del sistema compensato passi per il punto $B = (-160^o, -10 \text{ db})$. 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 $(x_0, y_0) = (5, 3)$.

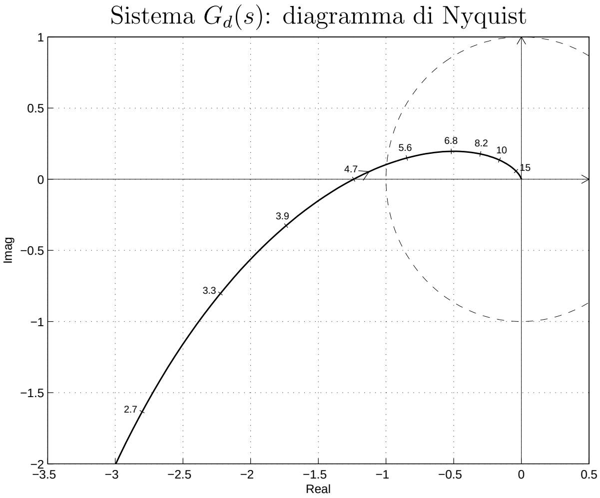
c.2) Posto $K = 1$, $r = r^*$ ed utilizzando il criterio del cerchio, dire se il sistema retroazionato è stabile nell'intorno del punto di lavoro $(x_0, y_0) = (5, 3)$.

c.3) 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 $F(X)$.

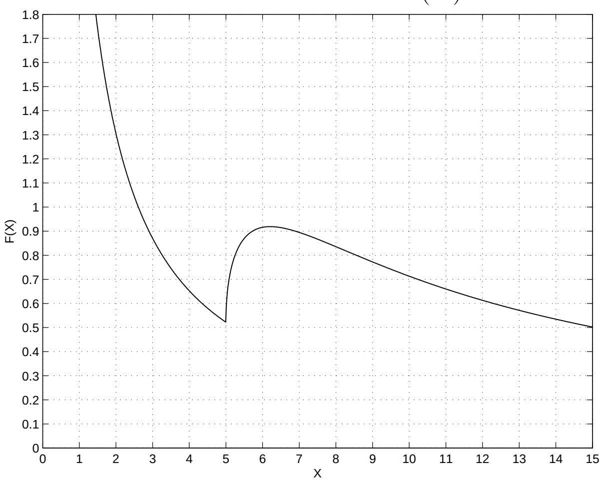
c.4) Discutere "qualitativamente" (in funzione anche dei parametri m_1 ed m_2) l'esistenza o meno di cicli limite nel sistema retroazionato al variare del guadagno $K > 0$.

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 $F(X)$.

Sistema $G_d(s)$: diagramma di Nyquist



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 $C_d(s) = \frac{1+\tau_1 s}{1+\tau_2 s}$ da mettere in cascata al sistema $G_d(s)$ in modo che il sistema retroazionato abbia un ciclo limite stabile di ampiezza $X^* = 2.6$ in corrispondenza della pulsazione $\omega^* = 6.8$.

e) Partendo dalla condizione iniziale $y(0) = 2$, calcolare la risposta $y(n)$ del seguente sistema dinamico discreto:

$$y(n + 1) + 0.4\, y(n) = 3\, x(n)$$

quando in ingresso è presente un gradino di ampiezza unitaria $x(n) = 1$.

f) Utilizzando il metodo delle trasformazione bilineare, discretizzare la seguente rete correttrice:

$$D(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = \frac{(s + 5)}{s(s + 1)}$$

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
8 Giugno 2015 - 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. Il tempo di assestamento T_a della risposta impulsiva $g(k)$ del sistema discreto $G(z) = \frac{z}{z-0.5}$ è:

   ○ $T_a = 3\,|\frac{1}{T}\ln(0.5)|$; ○ $T_a = 3/|T\ln(0.5)|$; ○ $T_a = 3/|\frac{1}{T}\ln(0.5)|$;
   ○ $T_a = 3\,|\frac{1}{T}\log_{10}(0.5)|$; ○ $T_a = 3/|T\log_{10}(0.5)|$; ○ $T_a = 3/|T\log_{10}(0.5)|$;

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

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

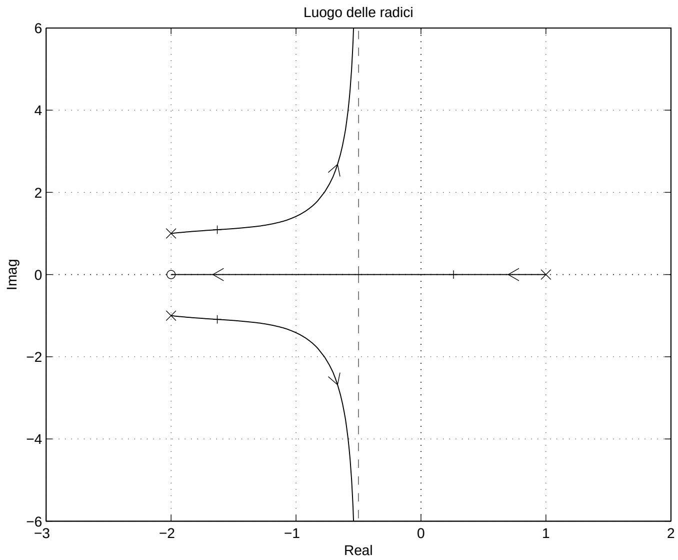
   $\sigma_0 =$

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

   $K_0 =$

   3) Il valore limite K^* per la stabilità del sistema retroazionato:

   $K^* =$



3. Il valore iniziale $x(0)$ della sequenza $x(k)$ corrispondente alla funzione $X(z) = \frac{z+2}{(z-1)(z+0.5)}$ è:

   ○ $x(0) = 0$ ○ $x(0) = 1$ ○ $x(0) = 2$ ○ $x(0) = 6$

4. Il valore a regime $x(\infty)$ della sequenza $x(k)$ corrispondente alla funzione $X(z) = \frac{z+2}{(z-1)(z+0.5)}$ è:

   ○ $x(\infty) = 0$ ○ $x(\infty) = 1$ ○ $x(\infty) = 2$ ○ $x(\infty) = 6$

5. L'uso di un regolatore standard di tipo PD è consigliato:

   ○ Se si desidera avere errore a regime nullo per ingresso a gradino
   ○ Se si desidera introdurre un anticipo di fase alle alte frequenze
   ○ Se si desidera introdurre una amplificazione delle ampiezze alle alte frequenze
   ○ Per stabilizzare sistemi retroazionati con margini di fase fortemente negativi

6. Scrivere l'equazione alle differenze corrispondente alla seguente funzione di trasferimento:

$$G(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{3z+5}{z^3 + 6\,z^2 + 4\,z + 2} \qquad \to$$

7. Scrivere la funzione di trasferimento $H_0(s)$ del ricostruttore di ordine 0:

$$H_0(s) =$$

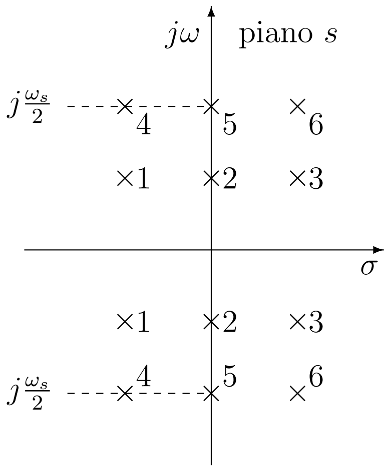
8. La funzione discreta $D(z)$ riportata sotto è stata ottenuta dalla funzione $D(s)$ utilizzando il metodo della corrispondenza poli-zeri. Calcolare il parametro k imponendo l'uguaglianza dei guadagni alle alte frequenze:

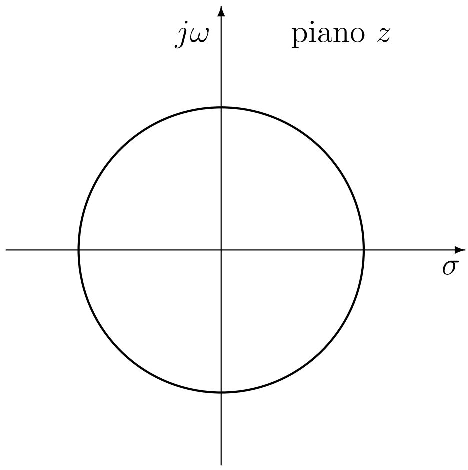
$$D(s) = \frac{s+1}{s+2} \qquad \rightarrow \qquad D(z) = k\,\frac{z-e^{-T}}{z-e^{-2T}} \qquad \rightarrow \qquad k =$$

9. Un sistema in retroazione negativa avente $G(s)$ sul ramo diretto, $H(s)$ sul ramo di retroazione e con un elevato guadagno statico d'anello

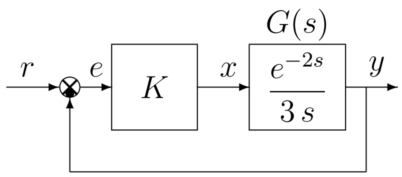
   ◯ è poco sensibile alle variazioni parametriche di $G(s)$
   ◯ è molto sensibile alle variazioni parametriche di $H(s)$
   ◯ è molto sensibile alla presenza di disturbi costanti agenti sul sistema

10. 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:





11. Sia dato il seguente sistema retroazionato che è stabile per $K < K^*$. Determinare il valore di K^* e il valore della pulsazione ω^* per la quale la $G(j\omega)$ attraversa il semiasse reale negativo:



$K^* =$ $\qquad\qquad$ $\omega^* =$

12. La $\mathcal{Z}$-trasformata $X(z)$ della sequenza $x(kT)$ è definita nel seguente modo:

$$X(z) =$$

13. Fornire la definizione di larghezza di banda ω_f di un sistema dinamico $G(s)$:

   ...

14. Quale dei seguenti parametri della risposta al gradino di un sistema $G(s)$ è maggiormente influenzato dalla larghezza di banda ω_f del sistema stesso:

   ◯ tempo di ritardo T_r $\qquad$ ◯ tempo di assestamento T_a
   ◯ tempo di salita T_s $\qquad$ ◯ massima sovraelongazione S

15. La funzione di risposta armonica $F(\omega)$ di un sistema discreto $G(z)$ si determina nel seguente modo:

   ◯ $F(\omega) = G(e^{j\omega})$ $\qquad$ ◯ $F(\omega) = G(e^{j\omega T})$ $\qquad$ ◯ $F(\omega) = G(j\omega)$ $\qquad$ ◯ $F(\omega) = G(j\omega T)$