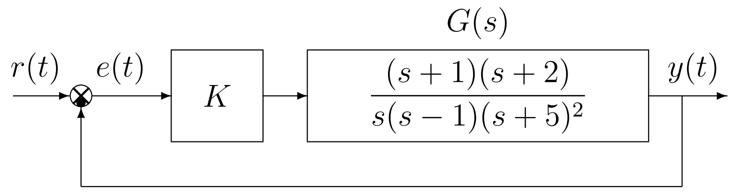
Nr.

Controlli Automatici B
10 Giugno 2014 - Esercizi

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

a) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



a.1) Tracciare qualitativamente il luogo delle radici del 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 di eventuali punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

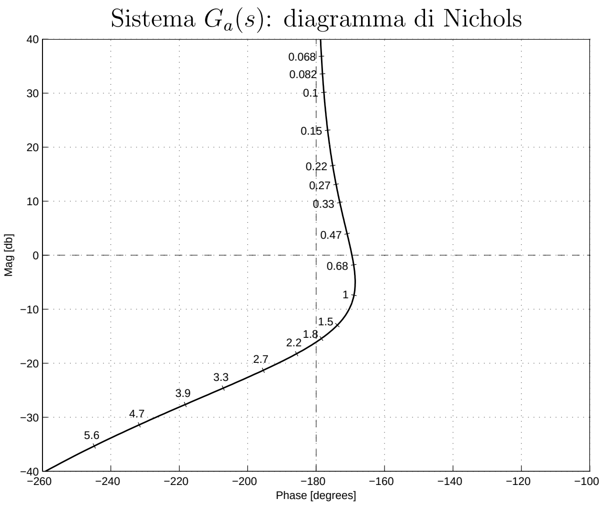
a.2) Sia la seguente funzione di trasferimento che descrive la dinamica di una frizione idraulica:

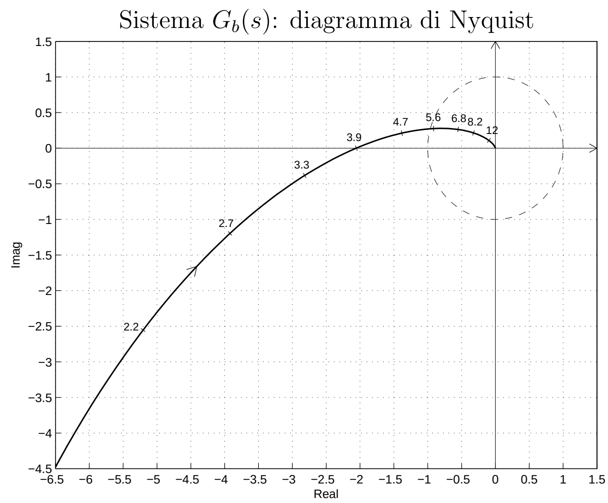
$$G(s) = \frac{K_m}{m_p s^3 + (1 + m_p)s^2 + (2 + K_m)s + K_m}$$

Utilizzando la metodologia del contorno delle radici mostrare come si spostano sul piano complesso i poli della funzione $G(s)$ al variare di $m_p > 0$ quando $K_m = 1$. Determinare la posizione di eventuali punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

a.3) Facendo sempre riferimento alla funzione di trasferimento $G(s)$ definita al punto a.2, mostrare come si spostano sul piano complesso i poli della funzione $G(s)$ al variare di $K_m > 0$ quando $m_p = 1$. Determinare esattamente la posizione e il centro degli asintoti e determinare per quale valore $\bar{K}_m$ del parametro K_m il sistema $G(s)$ 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 $G_b(s)$:



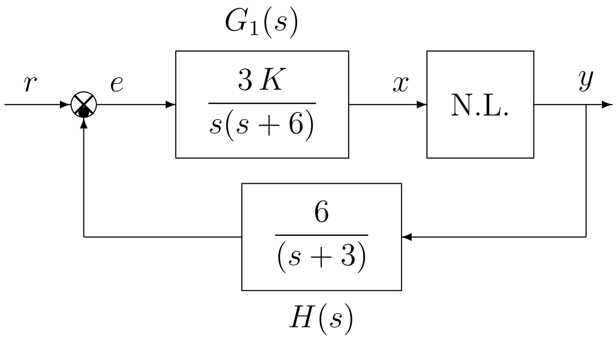


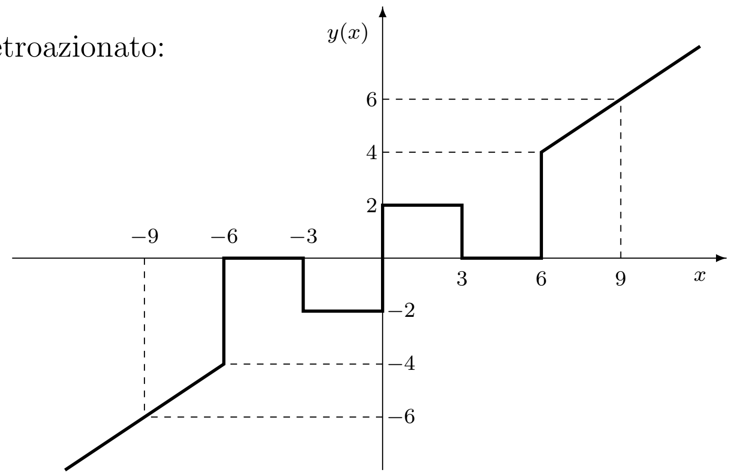
b.1) Per il sistema $G_a(s)$, progettare una rete correttrice in modo da garantire al sistema compensato un margine di fase $M_\varphi = 60^o$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno.

b.2) Per il sistema $G_b(s)$, progettare una rete correttrice in grado di garantire al sistema compensato un margine di ampiezza $M_a = 4$. 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 anticipatrice $C(s) = K\,\dfrac{1+\tau_1\, s}{1+\tau_2\, s}$ in modo da garantire al sistema compensato un margine di fase $M_\varphi = 50^\circ$ in corrispondenza della pulsazione $\omega_A = 3.9$.

c) Si consideri il seguente sistema non lineare retroazionato:





c.1) Posto $K = 1$, calcolare i punti di lavoro $(x_i,\, y_i)$ corrispondenti ai valori $r_1 = 2$ ed $r_2 = 12$ dell'ingresso r.

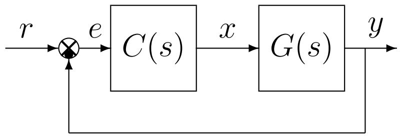
c.2) Posto $K = 1$, utilizzare il criterio del cerchio per verificare se il sistema retroazionato è stabile nell'intorno del punto $(x_0,\, y_0) = (9,\, 6)$.

c.3) Disegnare in modo qualitativo l'andamento della funzione descrittiva $F(X)$ della non linearità $y(x)$ nell'intorno del punto $(0,\, 0)$. Utilizzare le variabili $m_1,\ m_2,\ m_3,\ \ldots$ per rappresentare gli eventuali valori minimi e massimi "non noti" della funzione $F(X)$.

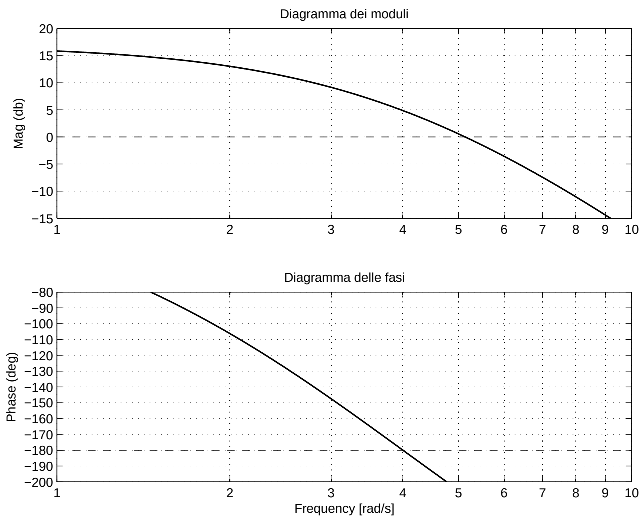
c.4) Discutere "qualitativamente", anche in funzione dei parametri $m_1,\ m_2,\ m_3,\ \ldots$, l'esistenza o meno di cicli limite nel sistema retroazionato al variare del guadagno $K > 0$.

c.5) Posto $K = 1$, calcolare l'ampiezza X^* e la pulsazione ω^* del più piccolo ciclo limite stabile presente nel sistema retroazionato.

d) Sia dato il sistema retroazionato riportato sotto e i diagrammi di Bode della funzione $G(s)$ riportati a fianco.



Progettare una rete correttrice $C(s)$ in modo da garantire al sistema compensato un margine di fase $M_\varphi = 50°$ in corrispondenza della pulsazione $\omega_A = 2$.

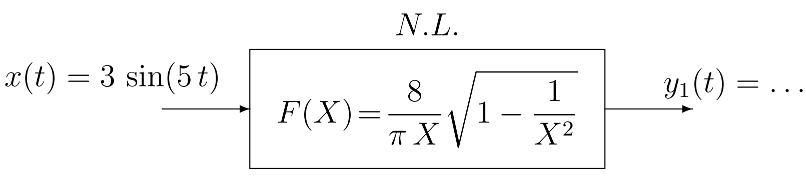


e) Utilizzando il metodo delle differenze all'indietro, discretizzare la seguente rete correttrice:

$$D(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = \frac{(s+3)}{s(s+1)}$$

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

f) Sia $x(t)$ un segnale periodico posto in ingresso ad un elemento non lineare N.L. caratterizzato dalla funzione descrittiva $F(X)$ riportata sotto. Indicare qual è l'andamento temporale $y_1(t)$ della fondamentale del segnale periodico che si ha all'uscita del blocco non lineare:



Nr. $\boxed{}$

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

Controlli Automatici B

10 Giugno 2014 - 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 le successioni discrete $x(k)$ corrispondenti alle seguenti funzioni complesse $X(z)$:

$$X(z) = \frac{2\,z}{(z - e^{-3\,T})} \quad \rightarrow \quad x(k) = \qquad\qquad X(z) = \frac{3\,T\,z}{(z-1)^2} \quad \rightarrow \quad x(k) =$$

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

$G(s) =$

3. Posto $T = 1$ e utilizzando la corrispondenza tra piano-s e piano-z, calcolare il tempo di assestamento T_a della risposta impulsiva $g(k)$ del sistema discreto $G(z) = \frac{z}{z-0.5}$:

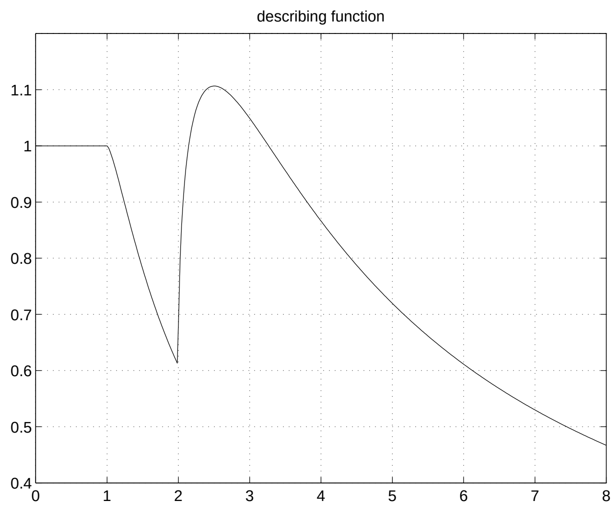
$$T_a =$$

4. Quella riportata a fianco è la funzione descrittiva $F(X)$ di una non linarità posta in retroazione su di un sistema lineare $G(s)$ caratterizzato da un margine di ampiezza $M_\alpha = 0.8$. Fornire una stima dell'ampiezza X^* di ciascun ciclo limite (stabile e instabile) eventualmente presente all'interno del sistema retroazionato:

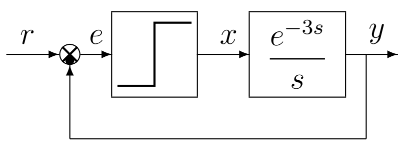
$X_1^* = \ldots$ Stabile? $\boxed{\text{si}}$, $\boxed{\text{no}}$

$X_2^* = \ldots$ Stabile? $\boxed{\text{si}}$, $\boxed{\text{no}}$

$X_3^* = \ldots$ Stabile? $\boxed{\text{si}}$, $\boxed{\text{no}}$



5. Sia dato il seguente sistema retroazionato. Per la presenza del relé ideale il sistema sicuramente oscilla. Fornire il valore della pulsazione ω^* di oscillazione:



$\omega^* =.$

6. Calcolare la soluzione $y(n)$ della seguente equazione alle differenze a partire dalla condizione iniziale $y(0) = 2$:

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

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

$$y_k = -3\,y_{k-1} - 2\,y_{k-2} - 4\,y_{k-3} + x_k + 5\,x_{k-2} \qquad \rightarrow \qquad G(z) =$$

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

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

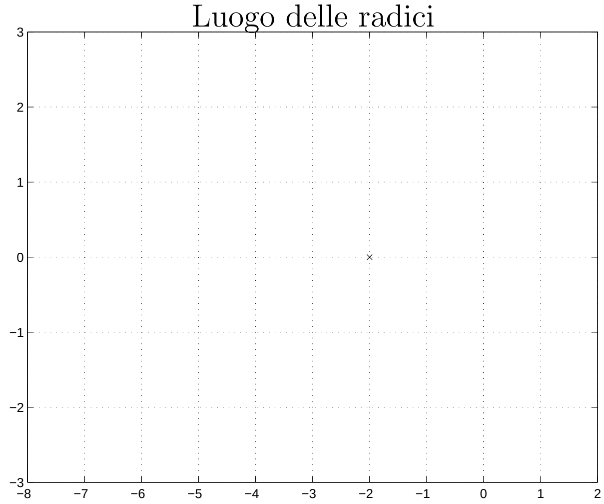
al variare del parametro $K > 0$.

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):

$$\bar{K} =$$



9. Calcolare il valore iniziale $y_0 = \lim_{k\to 0} y(k)$ e il valore finale $y_\infty = \lim_{k\to\infty} y(k)$ del segnale $y(k)$ corrispondente alla seguente funzione $Y(z)$:

$$Y(z) = \frac{z\,(2\,z+4)}{(z-1)(z+0.5)} \qquad \rightarrow \qquad y_0 = \qquad\qquad y_\infty =$$

10. 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:

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

11. 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 $H(s)$
- ◯ è poco sensibile alle variazioni parametriche di $G(s)$
- ◯ presenta una forte attenuazione dei disturbi costanti agenti sul sistema

12. 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:

$$\omega_f \simeq \qquad\qquad t_r \simeq$$

Fornire inoltre una stima della larghezza di banda ω_{f0} e del tempo di salita t_{r0} del corrispondente sistema retroazionato:

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