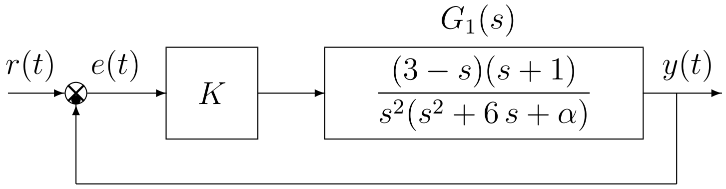
Nr.

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

Controlli Automatici B
7 Giugno 2016 - Esercizi

a1) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



Posto $\alpha = 81$, 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 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 $K = 50$ nel sistema retroazionato sopra definito, tracciare qualitativamente il contorno delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $\alpha > 0$. Nella graficazione del contorno si tenga conto che per $\alpha = 0$ i poli del contorno sono posizionati in $p_{1,2} \simeq 3 \pm 2j$, $p_3 \simeq -1$ e $p_4 = \simeq -11$ e che il sistema retroazionato è stabile per $\alpha > \alpha^*$. Il calcolo di α^* non è necessario. Determinare la posizione dei punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

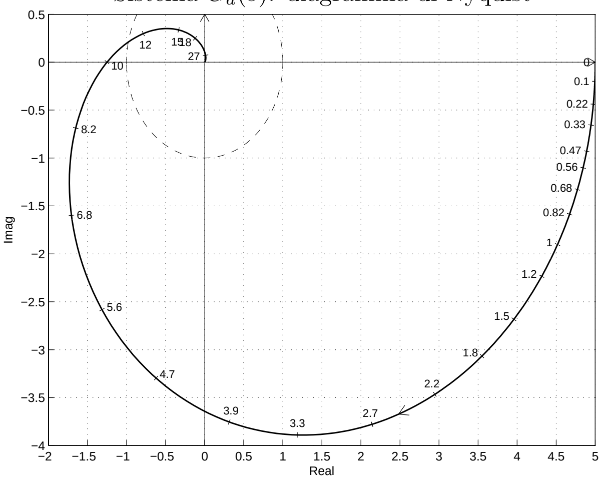
a.3) Sia data la seguente funzione di trasferimento $G_3(s)$ che descrive il legame tra la tensione in ingresso $V(s)$ e la velocità angolare in uscita $\omega(s)$ di un motore elettrico in corrente continua:

$$G_3(s) = \frac{\omega(s)}{V(s)} = \frac{K_e}{(R + L\,s)(b + J\,s) + K_e^2}$$

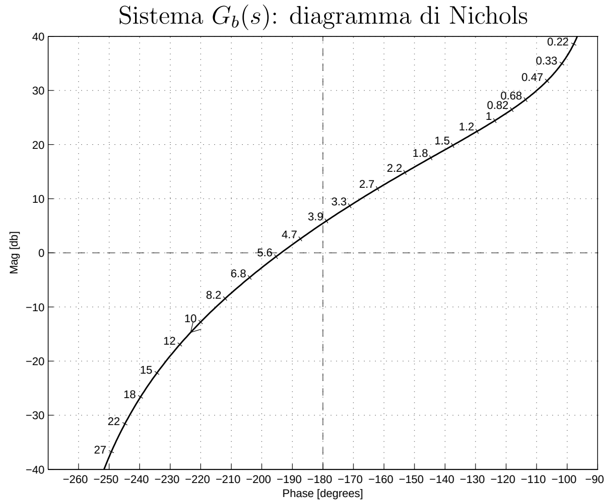
Posto $J = 1$, $R = 1$, $K_e = 2$, e $b = 2$, mostrare graficamente come si muovono sul piano complesso i poli della funzione di trasferimento $G_3(s)$ al variare del parametro $L > 0$. Determinare esattamente la posizione dei punti di diramazione.

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

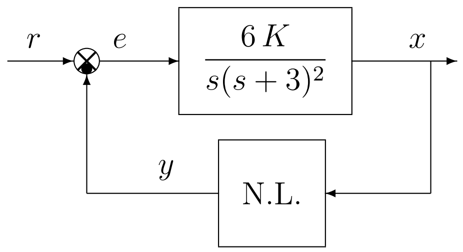


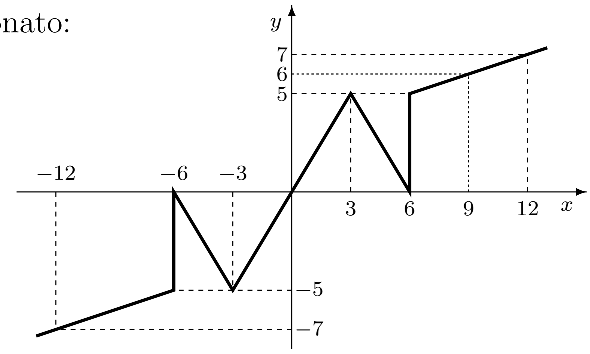
b.1) Per il sistema $G_a(s)$, progettare una rete correttrice $C(s)$ in grado di far passare la funzione di risposta armonica del sistema $C(s)G_a(s)$ per il punto B caratterizzato dalle seguenti coordinate: $B = (-0.4,\ -0.4)$.

b.2) Per il sistema $G_b(s)$ progettare una rete ritardatrice in grado da garantire al sistema compensato un margine di ampiezza $M_a = 5$. 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 $M_\varphi = 50^o$ e una larghezza di banda del sistema retroazionato $\omega_{f0} = 2.7$;

c) Si consideri il seguente sistema non lineare retroazionato:





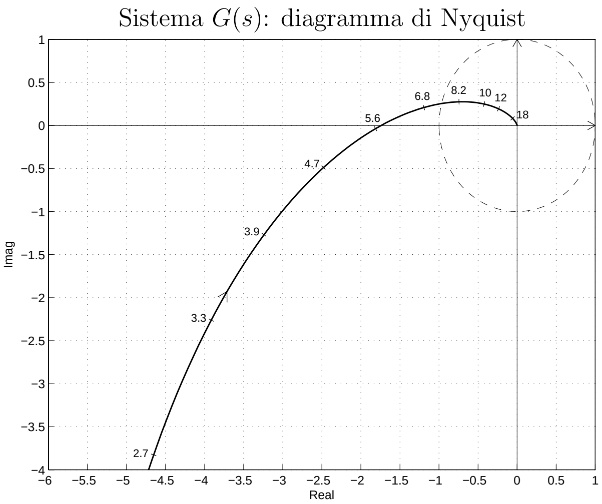
c.1) Posto $K = 1$, determinare per quale valore r^* del riferimento r il punto di lavoro del sistema retroazionato coincide con il punto $(x_0, y_0) = (9, 6)$.

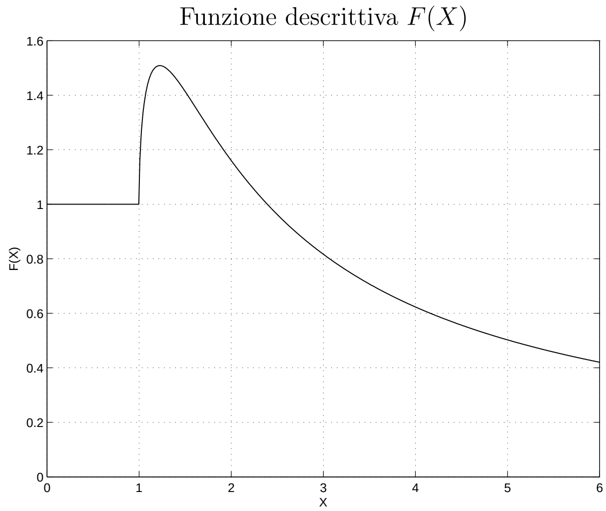
c.2) Posto $K = 1$, $r = r^*$ ed utilizzando il criterio del cerchio, dire se il sistema retroazionato è stabile nell'intorno del punto di lavoro $(x_0, y_0) = (9, 6)$.

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, m_2, ...) l'esistenza o meno di cicli limite nel sistema retroazionato al variare del guadagno $K > 0$.

d) Sia dato il diagramma di Nichols 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 $\bar{X}^*$, la pulsazione $\bar{\omega}^*$ 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 $X^* = 2$ in corrispondenza della pulsazione $\omega^* = 3.9$.

e) Partendo da condizione iniziale nulla $y(0) = 0$, calcolare la risposta $y(n)$ al gradino unitario $x(n) = (1, 1, 1, \ldots)$ del seguente sistema dinamico discreto:

$$y(n+1) = 0.7\,y(n) + 5\,x(n)$$

f) Utilizzando il metodo della corrispondenza poli-zeri, discretizzare la seguente rete correttrice:

$$D(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = \frac{(s+1)}{(s+3)^2}$$

giungendo anche alla determinazione della corrispondente equazione alle differenze. Si utilizzi il periodo di campionamento $T = 0.2$ e si imponga l'uguaglianza dei guadagni alle basse frequenze.

Nr.	

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

Controlli Automatici B

7 Giugno 2016 - 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 il parametro β del sistema discreto $G(z) = \frac{z}{z-\beta}$ in modo che la risposta impulsiva $g(k)$ del sistema $G(z)$ abbia tempo di assestamento pari a T_a:

$$\beta =$$

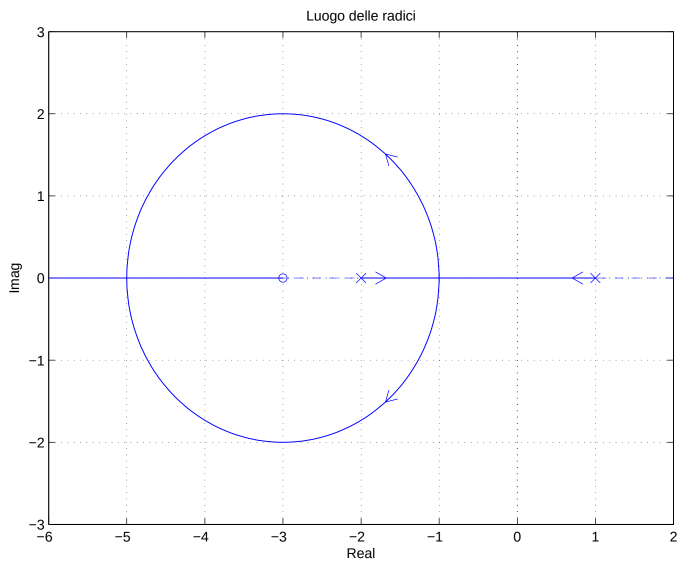
2. A fianco è riportato il luogo delle radici del sistema $G(s) = \frac{(s+3)}{(s+2)(s-1)}$ posto in retroazione negativa al variare del parametro $K > 0$. Calcolare:

   1) Il valore K_a corrispondente alla condizione di minimo tempo di assestamento del sistema retroazionato:

   $$K_a =$$

   2) Il valore limite K^* dell'intervallo di stabilità $K > K^*$ del sistema retroazionato:

   $$K^* =$$



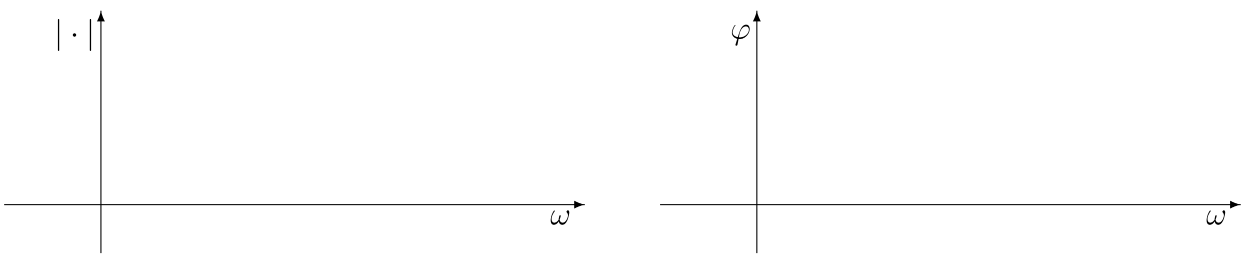
3. Calcolare la $\mathcal{Z}$-trasformata $X(z)$ dei seguenti segnali tempo continui $x(t)$ quando $t = kT$:

$x(t) = 5\,t \quad \rightarrow \quad X(z) =$ $\qquad\qquad$ $x(t) = 3\,a^{-2t} \quad \rightarrow \quad X(z) =$

4. Sia $X(z) = \mathcal{Z}[x(k)]$. Enunciare il teorema della "moltiplicazione per a^k":

$$\mathcal{Z}[a^k x(k)] =$$

5. Tracciare i diagrammi di bode (moduli e fasi) di una rete anticipatrice $C(s) = \frac{(1+\tau_1\, s)}{(1+\tau_2\, s)}$, $(\tau_1 > \tau_2)$:



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

$$G(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{5 + 3z^{-1}}{3\,z + 2 + 6\,z^{-1} + 4\,z^{-2}} \quad \rightarrow$$

7. Indicare quali dei seguenti sistemi discreti $G(z)$ sono "asintoticamente" stabili:

○ $G(z) = \frac{1}{z(z+0.7)}$ ○ $G(z) = \frac{1}{z(z+1)}$ ○ $G(z) = \frac{1}{z(2z+1)}$ ○ $G(z) = \frac{1}{z(z+2)}$

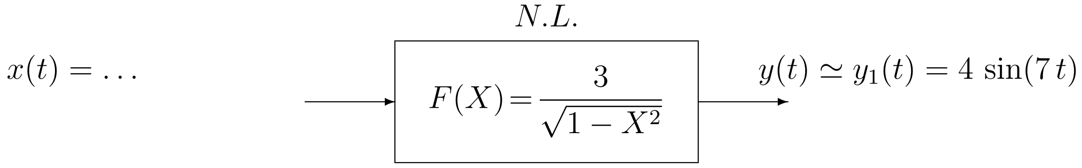
8. Calcolare la soluzione $c(n)$ della seguente equazione alle differenze a partire dalla condizione iniziale $c(0) = c_0$:

$$c(n+1) = (1+i)c(n) \qquad \rightarrow \qquad c(n) =$$

Calcolare il capitale finale $c_{10} = c(10)$ che si ottiene in 10 anni partendo da un capitale iniziale $c_0 = 1000$ ed utilizzando da un tasso di interesse fisso $i = 0.05$.

$$c_{10} =$$

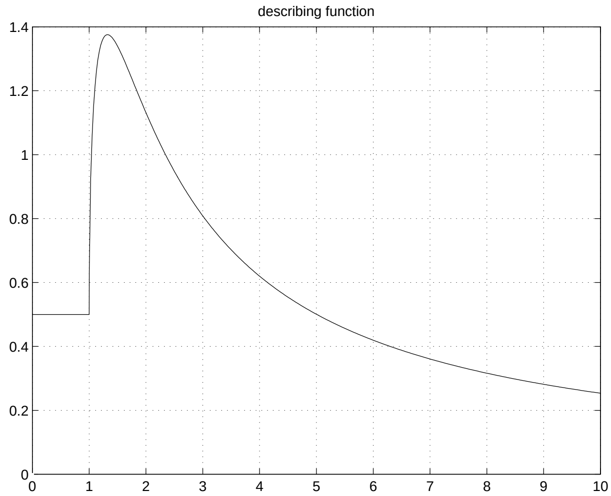
9. Sia $y_1(t) = 4\,\sin(7\,t)$ la fondamentale del segnale periodico $y(t)$ che si ha all'uscita del blocco non lineare N.L. caratterizzato dalla funzione descrittiva $F(X) = \frac{3}{\sqrt{1-X^2}}$. Calcolare l'andamento temporale $x(t)$ del segnale periodico presente all'ingresso dell'elemento non lineare N.L.



10. Quella riportata a fianco è la funzione descrittiva $F(X)$ di una non linarità posta in retroazione su di un sistema lineare $G(s)$ il cui diagramma di Nyquist interseca l'asse rele negativo nel punto $\sigma_0 = -1.25$. 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? $\boxed{\text{si}}$, $\boxed{\text{no}}$



11. 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 ...

12. Il metodo di Ziegler-Nichols per determinare i valori di primo tentativo dei parametri di un regolatore standard PID

   ◯ richiede la conoscenza esatta del modello del sistema da controllare
   ◯ richiede la conoscenza della risposta impulsiva del sistema da controllare
   ◯ richiede la conoscenza della risposta al gradino del sistema da controllare
   ◯ è applicabile in modo approssimato anche al controllo di sistemi non lineari

13. Un sistema in retroazione negativa avente $G(s)$ sul ramo diretto, $H(s)$ sul ramo di retroazione ed avente un elevato guadagno di anello, risulta poco sensibile

   ◯ alle variazioni parametriche di $H(s)$
   ◯ alle variazioni parametriche di $G(s)$
   ◯ ai disturbi additivi agenti sul sistema