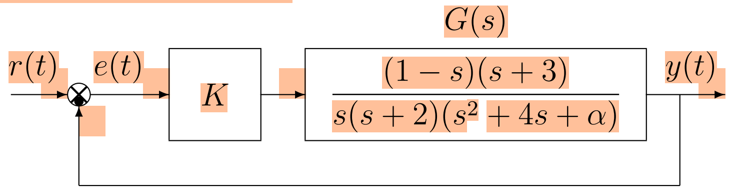
Controlli Automatici B
7 Giugno 2022 - Esercizi

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

a) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



a.1) Posto $\alpha = 8$, tracciare qualitativamente il luogo delle radici del sistema retroazionato nei seguenti due casi: $K > 0$ e $K < 0$. Determinare esattamente la posizione degli asintoti. Determinare la posizione di eventuali punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

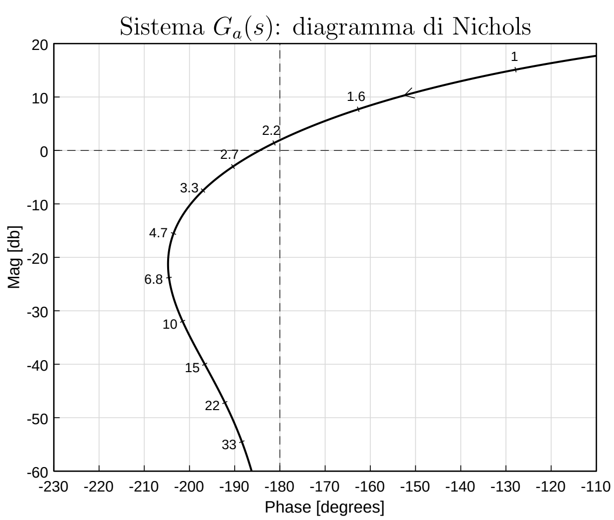
a.2) Posto $K = 64$, tracciare qualitativamente il contorno delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $\alpha > 0$. Nella graficazione si tenga conto che: a) la posizione dei poli del sistema retroazionato quando $K = 64$ e $\alpha = 0$ è: $p_1 \simeq -10.1$, $p_2 \simeq -2.9$, $p_3 \simeq 1$, e $p_4 \simeq 6$. Determinare la posizione dei punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

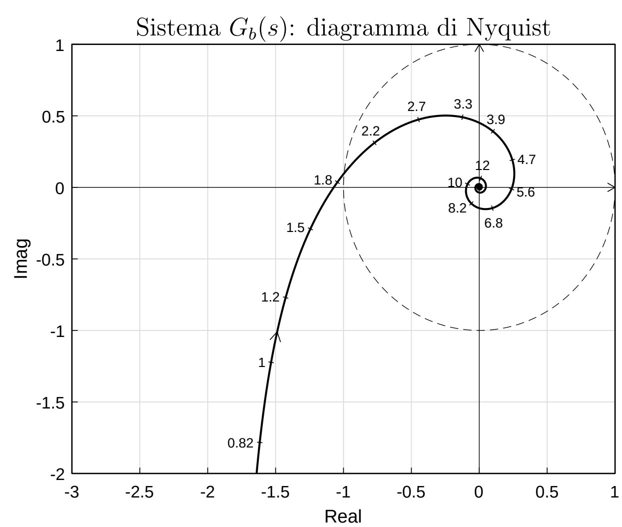
a.3) Sia data la seguente funzione di trasferimento che descrive la dinamica di un sistema fisico al variare di un parametro β:

$$G(s) = \frac{(s+5)}{s^3 + 8s^2 + (\beta+7)\,s + 2\,\beta}$$

Utilizzando la metodologia del contorno delle radici mostrare come si spostano sul piano complesso i poli della funzione $G(s)$ al variare del parametro $\beta > 0$. Calcolare il valore β^* di β in corrispondenza del quale si ha il minimo tempo di assistamento della risposta al gradino del sistema $G(s)$. Determinare la posizione di eventuali punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

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

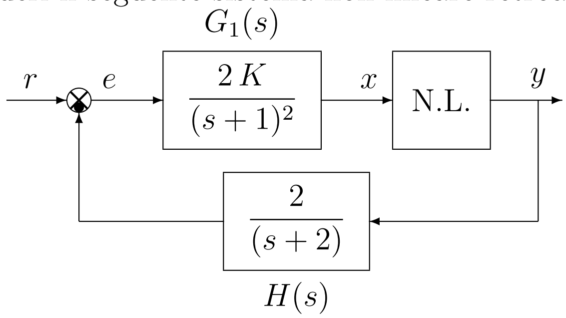


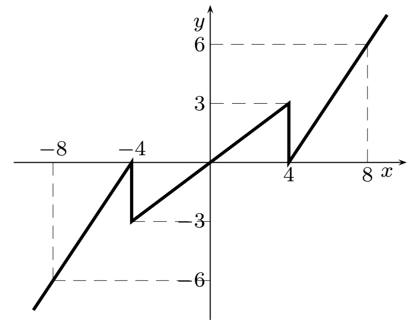


b.1) Per il sistema $G_a(s)$ progettare una rete anticipatrice in modo che la funzione di risposta armonica del sistema compensato passi per il punto $B = (-160°, -10 \text{ db})$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno;

b.2) Per il sistema $G_b(s)$ progettare una rete ritardatrice in grado da garantire al sistema compensato un margine di ampiezza $M_\alpha = 4$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno;

c) Si consideri il seguente sistema non lineare retroazionato:





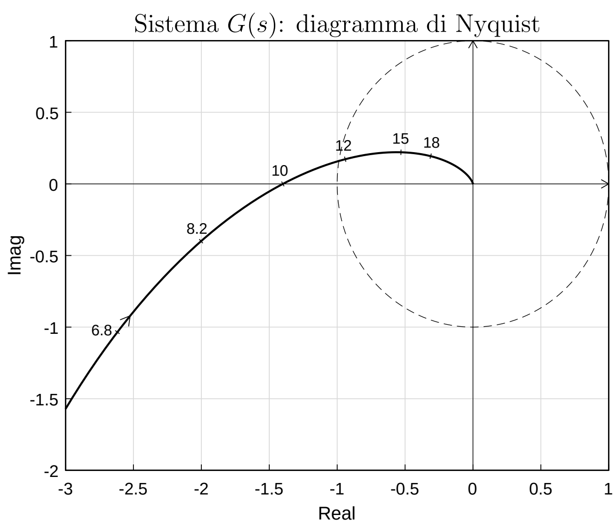
c.1) Posto $K = 1$, determinare per quale valore r^* dell'ingresso r il punto di lavoro del sistema retroazionato é posizionato in $(x_1, y_1) = (8, 6)$.

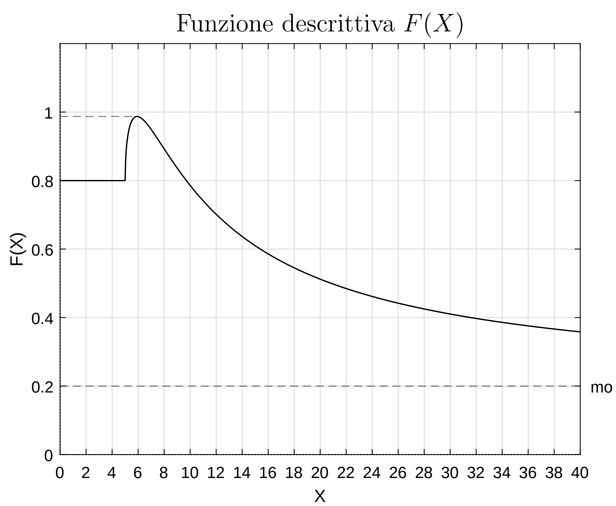
c.2) Posto $K = 1$ ed utilizzando il criterio del cerchio, dire se il sistema retroazionato è stabile o meno nell'intorno del punto $(x_1, y_1) = (8, 6)$.

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, ... per rappresentare gli eventuali valori minimi e massimi "non noti" della funzione $F(X)$.

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

d) 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^* e la pulsazione ω^* del ciclo limite presente all'interno del 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 nel sistema retroazionato sia presente un ciclo limite stabile di ampiezza $X^* = 32$ in corrispondenza della pulsazione $\omega^* = 15$.

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

$$D(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = \frac{(s+2)}{s(s+4)}$$

giungendo anche alla determinazione della corrispondente equazione alle differenze. Si utilizzi il periodo di campionamento $T = 0.2$.

f) Partendo da condizioni iniziali nulle, calcolare la risposta $y(n)$ della seguente equazione alle differenze

$$y(n+1) = 0.4\, y(n) + 2\, x(n)$$

quando in ingresso è presente il gradino unitario $x(n) = 1$.

Controlli Automatici B

7 Giugno 2022 - Domande Teoriche

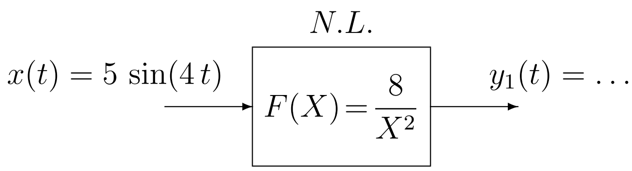
Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

Rispondere alle domande e ai test che seguono. Per ciascuno dei test segnare con una crocetta le affermazioni che si ritengono corrette.

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

   $6\, y_{k+2} + 4\, y_{k+1} + 5\, y_k + 3\, y_{k-1} = 2\, x_{k+1} + x_{k-1} \quad \rightarrow \quad G(z) =$

2. Sia $x(t) = 5 \sin(4\,t)$ un segnale periodico posto in ingresso ad un elemento non lineare N.L. caratterizzato da una funzione descrittiva $F(X) = \frac{8}{X^2}$. Indicare qual è l'andamento temporale $y_1(t)$ della fondamentale del segnale periodico che si ha all'uscita del blocco non lineare:



3. Posto $T = 0.4$ 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 $G(z) = \frac{z}{z-0.6}$:

   $T_a =$

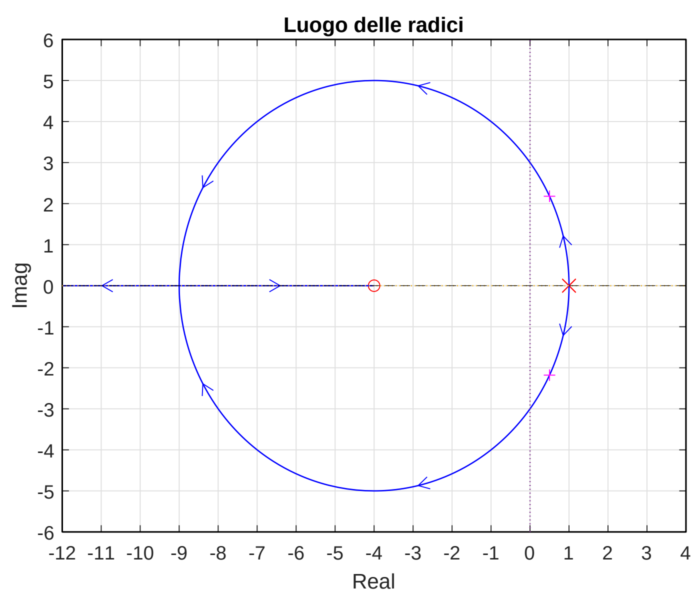
4. A fianco è riportato il luogo delle radici del sistema $G(s) = \frac{(s+4)}{(s-1)^2}$ al variare del parametro $K > 0$. Calcolare:

   4.1) Il valore K_0 corrispondente alla condizione di minimo tempo di assestamento del sistema retroazionato:

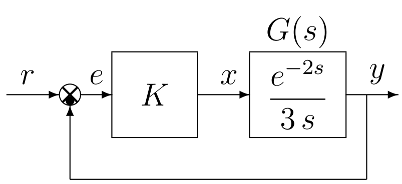
   $K_0 =$

   4.2) Per quali valori di K il sistema retroazionato è stabile:

   $\ldots < K < \ldots$



5. Sia dato il seguente sistema retroazionato. Per quale valore di K il sistema retroazionato è stabile con un margine di fase $M_\varphi = 60°$?



   $K =$

6. 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 $Y(z)$:

   $Y(z) = \dfrac{z\,(3+z)}{(1-z)(1+2\,z)} \quad \rightarrow \quad y_0 = \qquad\qquad y_\infty =$

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

   $G(s) =$

8. Tipicamente, quali delle seguenti reti correttrici è bene utilizzare se si vuole stabilizzare un sistema in retroazione caratterizzato da un margine di fase fortemente negativo?

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

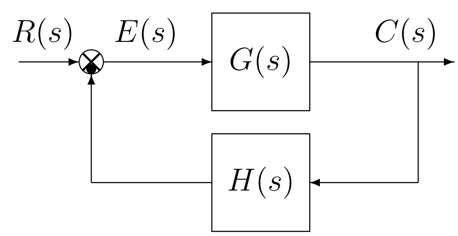
9. Calcolare la soluzione $y(n)$ della seguente equazione alle differenze a partire dalla condizione iniziale $y(0) = 5$:

$$3\,y(n+1) + 0.6\,y(n) = 0 \qquad \rightarrow \qquad y(n) =$$

10. Indicare, tra i seguenti sistemi discreti $G(z)$, quelli che tendono a zero "più lentamente":

    ◯ $G(z) = \frac{1}{z(z+0.5)}$ ◯ $G(z) = \frac{1}{z(3z-2)}$ ◯ $G(z) = \frac{1}{z(3z+2)}$ ◯ $G(z) = \frac{1}{z(z-0.3)}$

11. Si consideri il sistema retroazionato riportato di fianco. Scrivere il legame che lega la variazione relativa del sistema $G(s)$ alla variazione relativa del sistema retroazionato $G_0(s)$ quando varia un parametro α interno alla funzione di trasferimento $G(s)$:



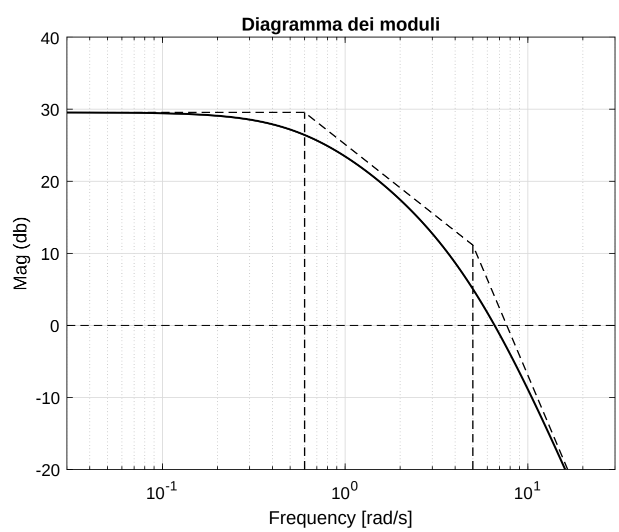
$$\frac{\Delta G_0(s)}{G_0(s)} = \qquad\qquad \frac{\Delta G(s)}{G(s)}$$

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:

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

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

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



13. Sia dato un sistema dinamico non lineare retroazionato (di quelli trattati a lezione) caratterizzato dalla presenza di un solo ciclo limite stabile. Nei limiti della precisione del metodo della funzione descrittiva, é possibile affermare che:

    ◯ il sistema é instabile se la condizione iniziale é molto lontana dall'origine;
    ◯ il sistema tende al ciclo limite anche se la condizione iniziale é vicina all'origine;
    ◯ il sistema tende al ciclo limite anche se la condizione iniziale é lontana dall'origine;