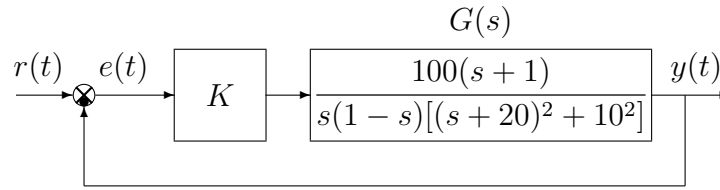


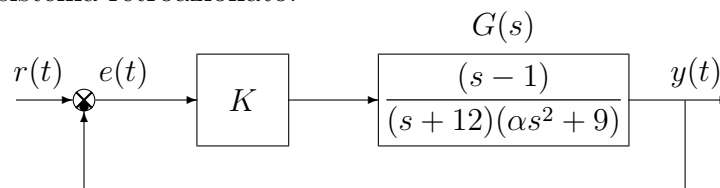
Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

a.1) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



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. Non calcolare le intersezioni con l'asse immaginario. Nella graficazione del luogo delle radici si tenga conto che: a) il sistema retroazionato è stabile per $5.46 < -K < 168.7$. b) per $K < 0$ il luogo delle radici ha 3 punti doppi di diramazione sull'asse reale negativo in $p_1 = -17.24$, in $p_2 = -7.45$ e in $p_3 = -3.06$.

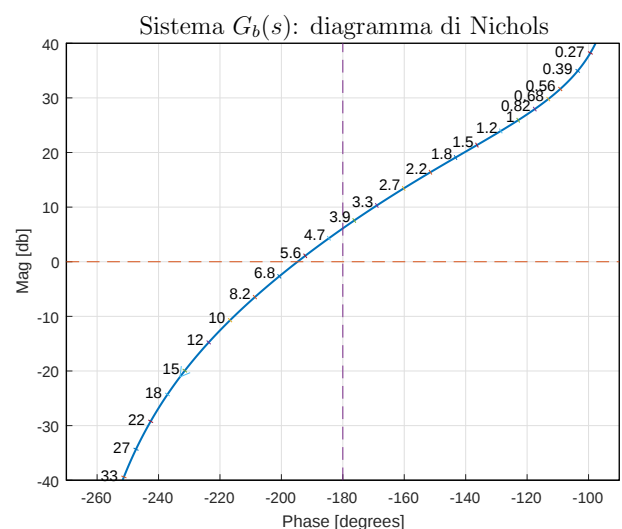
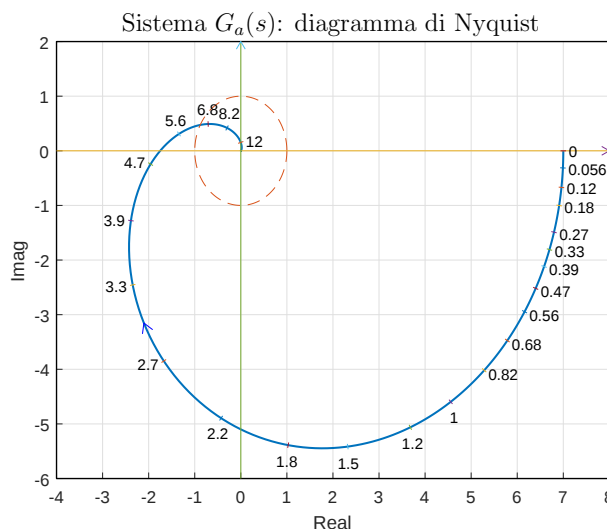
a.2) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



Posto $\alpha = 1$, 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 per quale valore K_0 il sistema retroazionato presenta il minimo tempo di assestamento alla risposta al gradino.

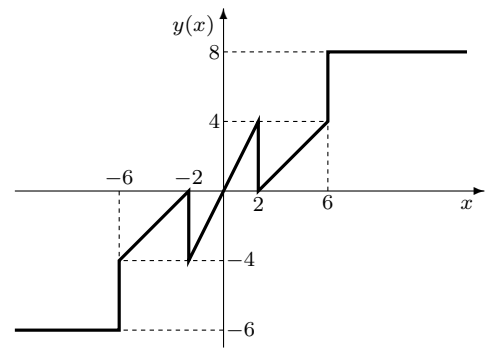
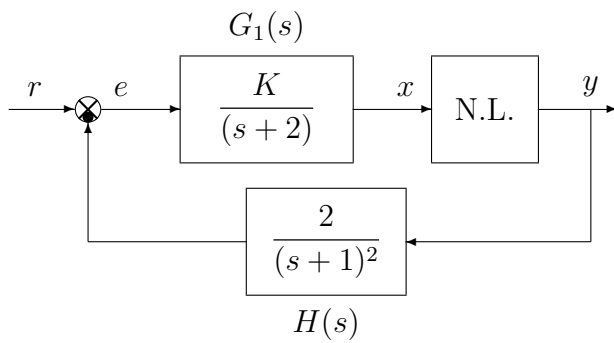
a.3) Posto $K = 1$, tracciare qualitativamente il contorno delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $\alpha > 0$. Nella graficazione del contorno delle radici si tenga conto che il sistema retroazionato è stabile per $\alpha > 0$. Determinare la posizione dei punti di diramazione "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 correttiva in grado di garantire che il sistema compensato passi per il punto $B = (-0.5, -0.5)$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno;
- b.2) Per il sistema $G_b(s)$, progettare una rete correttiva in grado di garantire al sistema compensato un margine di ampiezza $M_\alpha = 10$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno.

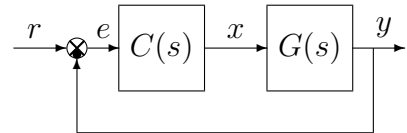
c) Si consideri il seguente sistema non lineare retroazionato:



- c.1) Posto $K = 1$, determinare per quali valori r_1 ed r_2 dell'ingresso r i punti di lavoro del sistema retroazionato sono posizionati in $(x_1, y_1) = (4, 2)$ e in $(x_2, y_2) = (6, 6)$.
- c.2) Posto $K = 1$ ed utilizzando il criterio del cerchio, dire se il sistema retroazionato è stabile o meno nell'intorno del punto $(x_0, y_0) = (0, 0)$.
- 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 delle variabili (per esempio: $m_1, m_2, \dots$) per rappresentare gli eventuali valori non noti minimi e massimi della funzione $F(X)$.
- c.4) Discutere "qualitativamente" (in funzione anche dei parametri $m_1, m_2, \dots$) l'esistenza o meno di cicli limite nel sistema retroazionato al variare del guadagno $K > 0$.

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

- d.1) Posto $C(s) = 1$, determinare l'errore a regime e_p del sistema retroazionato per ingresso a gradino unitario:



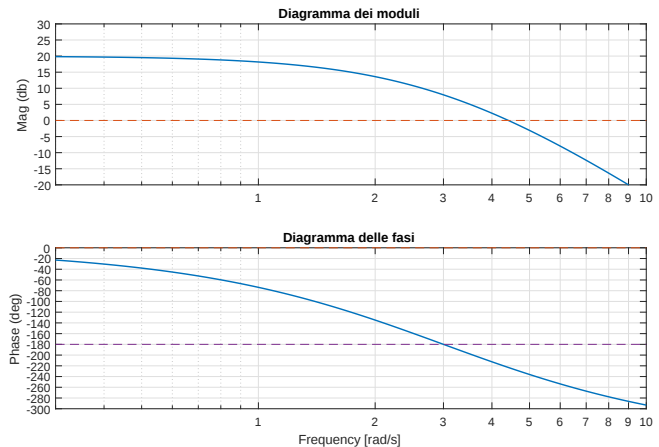
$$e_p =$$

- d.2) Posto $C(s) = 1$, determinare la larghezza di banda ω_f del sistema $G(s)$ e il corrispondente tempo di salita T_r :

$$\omega_f = \quad T_r =$$

- d.3) Posto $C(s) = 1$, determinare la larghezza di banda ω_{f0} del sistema retroazionato $G_0(s)$ e il corrispondente tempo di salita T_{r0} :

$$\omega_{f0} = \quad T_{r0} =$$



- d.4) Progettare una rete correttiva $C(s)$ in modo da garantire al sistema compensato un margine di fase $M_\varphi = 60^\circ$ in corrispondenza della pulsazione $\omega_A = 1$.

- e) Partendo da condizione iniziale $y(0) = 2$, calcolare la risposta $y(n)$ al gradino unitario $x(n) = (1, 1, 1, \dots)$ del seguente sistema dinamico discreto:

$$y(n+1) = 0.5y(n) + 3x(n)$$

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

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

giungendo anche alla determinazione della corrispondente equazione alle differenze. Si utilizzi il periodo di campionamento $T = 0.1$ e si imponga l'uguaglianza dei guadagni alle basse frequenze.

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:

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

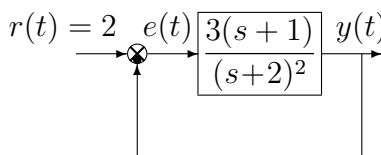
2. Calcolare il valore iniziale $y_0 = \lim_{k \rightarrow 0} y(k)$ e il valore finale $y_\infty = \lim_{k \rightarrow \infty} y(k)$ del segnale $y(k)$ corrispondente alla seguente funzione $Y(z)$:

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

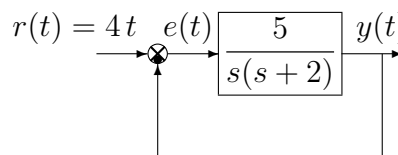
3. Posto $T = 0.2$, calcolare il tempo di assestamento T_a della risposta impulsiva $g(k)$ del sistema discreto $G(z) = \frac{z}{z-0.5}$:

$$T_a =$$

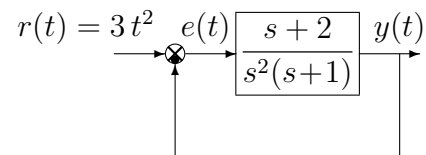
4. Calcolare l'errore a regime $e(\infty)$ per i seguenti sistemi retroazionati:



$$e(\infty) =$$



$$e(\infty) =$$

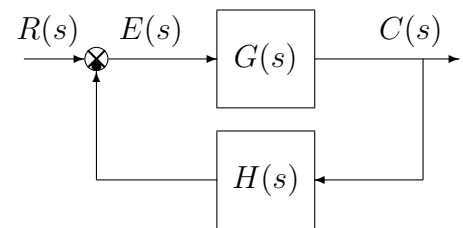


$$e(\infty) =$$

5. Indicare quale dei seguenti sistemi discreti $G(z)$ tende a zero “più lentamente”:

$$\bigcirc G(z) = \frac{1}{z(z+0.6)} \quad \bigcirc G(z) = \frac{1}{z(3z-1)} \quad \bigcirc G(z) = \frac{1}{z(z+0.8)} \quad \bigcirc G(z) = \frac{1}{z(z-0.4)}$$

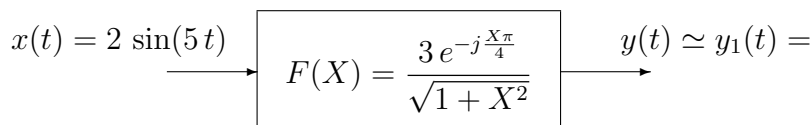
6. Si consideri il sistema retroazionato riportato di fianco. Scrivere il legame che lega la variazione relativa del sistema $G(s)$ alla variazione relativa del sistema retroazionato $G_0(s)$ quando varia un parametro α interno alla funzione di trasferimento $G(s)$:



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

7. Sia $F(X) = \frac{3e^{-j\frac{X\pi}{4}}}{\sqrt{1+X^2}}$ la funzione descrittiva del un blocco non lineare N.L. sollecitato in ingresso dal segnale periodico $x(t) = 2 \sin(5t)$. Calcolare la fondamentale $y_1(t)$ del segnale periodico $y(t)$ che si ha all'uscita del blocco non lineare:

N.L.



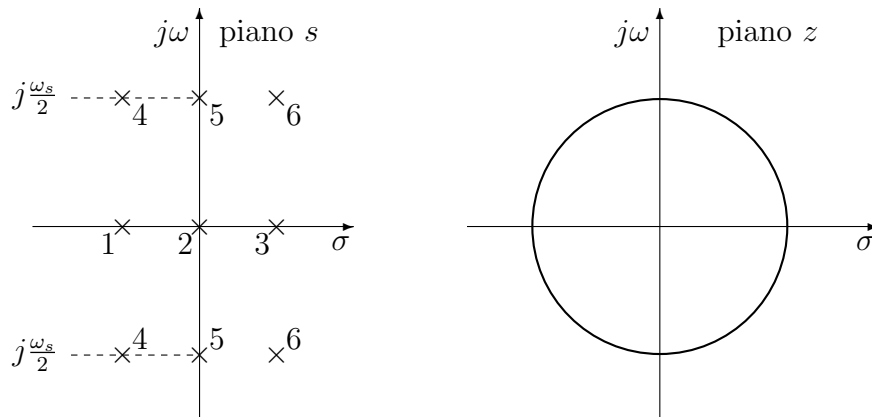
8. Calcolare la $\mathcal{Z}$ -trasformata $X(z)$ dei seguenti segnali tempo continui $x(t)$ quando $t = kT$:

$$x(t) = 3^{-2t} \quad \rightarrow \quad X(z) = \quad x(t) = 4t \quad \rightarrow \quad X(z) =$$

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

$$y(n+1) - 0.7 y(n) = 0 \quad \rightarrow \quad Y(z) = \frac{2z}{(z - 0.7)} \quad \rightarrow \quad y(n) =$$

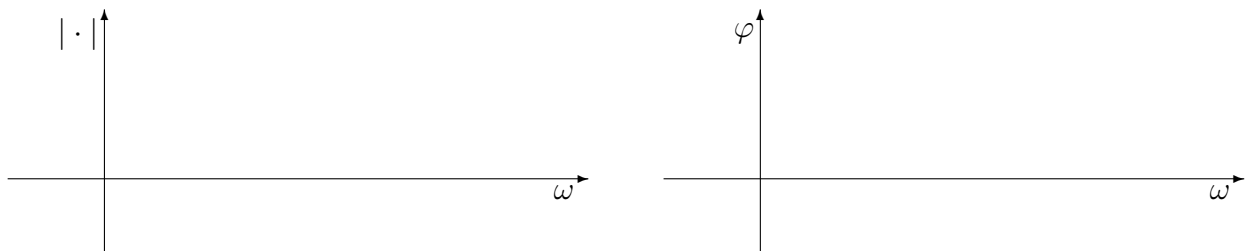
10. In base al legame teorico a tra il piano s e il piano z , tracciare qualitativamente sul piano z le posizioni dei poli 1, 2, 3, ..., 6 che sono stati evidenziati con delle crocette sul piano s :



11. Sia $X(z) = \mathcal{Z}[x(k)]$. Enunciare il teorema della traslazione “in anticipo” nel tempo:

$$\mathcal{Z}[x(t + nT)] =$$

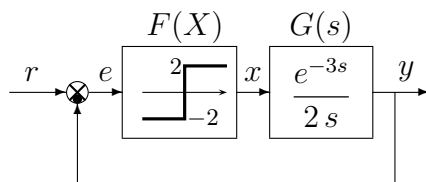
12. Tracciare i diagrammi di bode (moduli e fasi) di una rete ritardatrice $C(s) = \frac{(1+\tau_1 s)}{(1+\tau_2 s)}$, ($\tau_1 < \tau_2$):



13. La trasformazione bilineare è definita come segue:

$$\bigcirc s = \frac{2}{T} \frac{1+z^{-1}}{1-z^{-1}} \quad \bigcirc s = \frac{2}{T} \frac{z-1}{z+1} \quad \bigcirc s = \frac{2}{T} \frac{z+1}{z-1} \quad \bigcirc s = \frac{2}{T} \frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}$$

14. Sia dato il sistema retroazionato riportato qui sotto. Calcolare:



- c) la Funzione descrittiva $F(X)$ del relé ideale:

$$F(X) =$$

- d) la pulsazione ω^* dell'oscillazione autosostenuta presente all'interno del sistema retroazionato:

$$\omega^* =$$

- a) il margine di stabilità K^* del sistema $G(s)$:

$$K^* =$$

- b) L'intersezione σ_0 della funzione $G(j\omega)$ con il semiasse reale negativo:

$$\sigma_0 =$$

- e) l'ampiezza X^* dell'oscillazione autosostenuta presente all'interno del sistema retroazionato:

$$X^* =$$