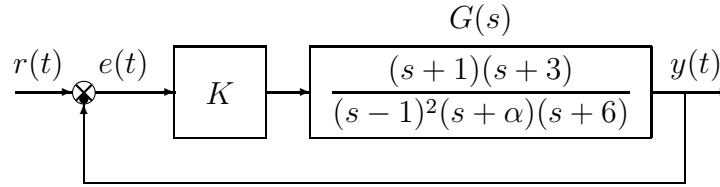


Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

a) Sia dato il seguente sistema retroazionato:

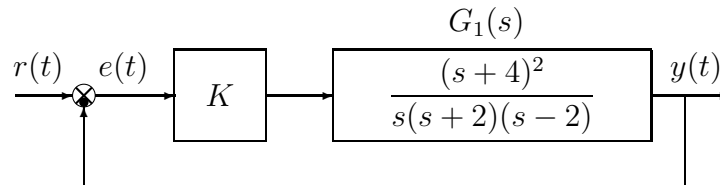


- a.1) Posto  $\alpha = 4$ , tracciare qualitativamente il luogo delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro  $K > 0$ . Determinare esattamente la posizione degli asintoti. Determinare la posizione di eventuali punti di diramazione “solo in modo qualitativo”.
- a.2) Posto  $K = 45$ , 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  $K = 45$  e  $\alpha = 0$  è:  $p_{1,2} \simeq 0.6 \pm 6j$ ,  $p_3 \simeq -0.85$  e  $p_4 \simeq -4.4$  e che il sistema retroazionato è stabile per  $\alpha_1^* < \alpha < \alpha_2^*$ . Determinare la posizione dei punti di diramazione “solo in modo qualitativo”.
- a.3) Sia data la seguente funzione di trasferimento  $G(s)$  che descrive la dinamica di un sistema fisico:

$$G(s) = \frac{s + 1}{s^2 + (\beta + 3)s + 4\beta}$$

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  $\beta^*$  in corrispondenza del quale si ha il minimo tempo di assestamento della risposta al gradino del sistema  $G(s)$ .

b.1) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



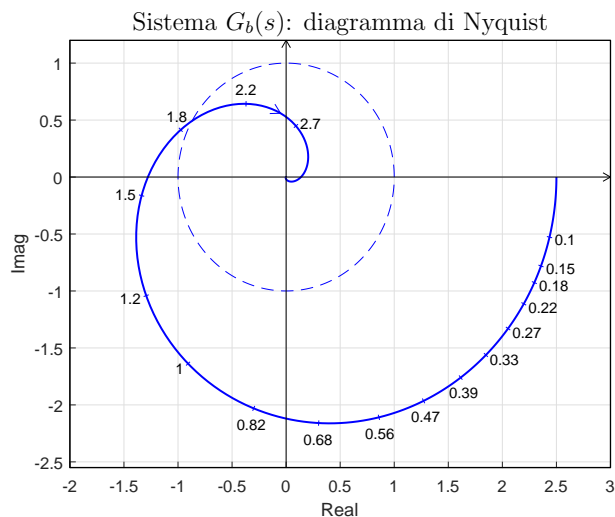
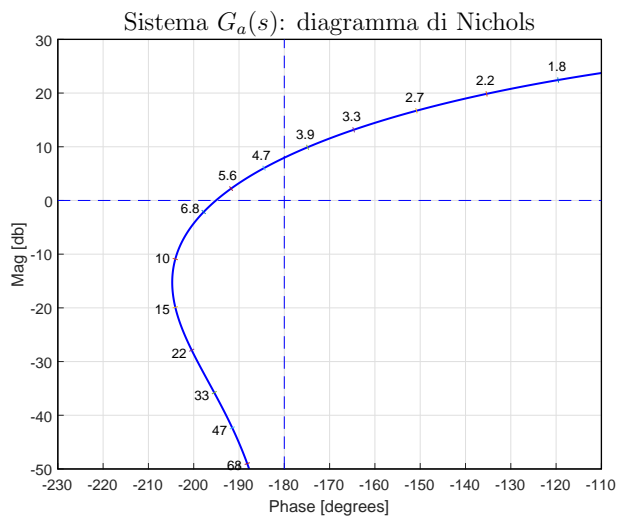
Tracciare qualitativamente il luogo delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro  $K > 0$ . Determinare la posizione degli asintoti, le intersezioni  $\omega^*$  con l’asse immaginario e i corrispondenti valori del guadagno  $K^*$ . Determinare la posizione dei punti di diramazione “solo in modo qualitativo”.

b.2) Sia data la seguente funzione di trasferimento  $G(s)$ :

$$G(s) = \frac{1}{M s^2 + s + 2}$$

Mostrare graficamente come si muovono sul piano complesso i poli della funzione  $G(s)$  al variare del parametro  $M > 0$ . Determinare esattamente la posizione dei punti di diramazione e calcolare il valore  $M^*$  a cui corrisponde il minimo tempo di assestamento della risposta al gradino del sistema  $G(s)$ .

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

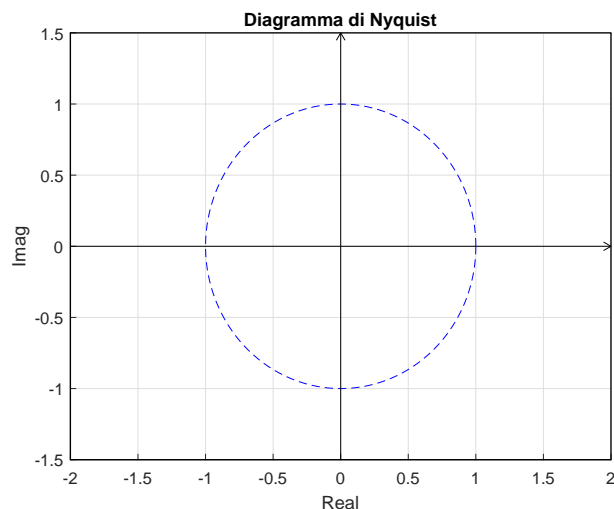


- c.1) Per il sistema  $G_a(s)$  progettare una rete anticipatrice in modo che la funzione di risposta armonica del sistema compensato passi per il punto  $B = (-160^\circ, -10 \text{ db})$ . Scegliere il valore della pulsazione  $\omega$  che si ritiene più opportuno;
- c.2) Per il sistema  $G_b(s)$ , progettare una rete correttiva  $C(s)$  in grado di garantire al sistema compensato un margine di ampiezza  $M_a = 5$ . Scegliere il valore della pulsazione  $\omega$  che si ritiene più opportuno;
- d) Sulla figura riportata a fianco, disegnare l'adattamento qualitativo, per  $K = 1$ , del diagramma di Nyquist del seguente sistema a ritardo finito:

$$G(s) = \frac{K e^{-2s}}{(s+1)}$$

Indicare per quali dei seguenti valori del parametro  $K$  il sistema retroazionato è sicuramente stabile:

- $K < 1$                         $K > 1$   
  $K < 2$                         $K > 2$



- e) Utilizzando il metodo della trasformazione bilineare, discretizzare il seguente sistema tempo-continuo:

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

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

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

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

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

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.

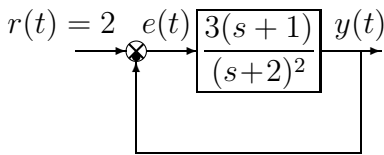
1. Scrivere la funzione di trasferimento discreta  $G(z) = \frac{Y(z)}{X(z)}$  corrispondente alla seguente equazione alle differenze:

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

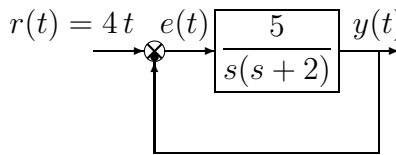
2. Calcolare il valore iniziale  $y_0 = \lim_{k \rightarrow 0} y(k)$  e il valore finale  $y_\infty = \lim_{k \rightarrow \infty} y(k)$  del segnale  $y(k)$  corrispondente alla seguente funzione  $Y(z)$ :

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

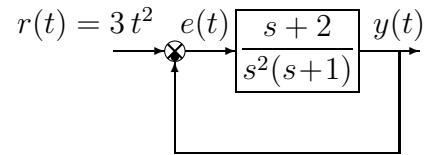
3. Calcolare l'errore a regime  $e(\infty)$  per i seguenti sistemi retroazionati:



$$e(\infty) =$$

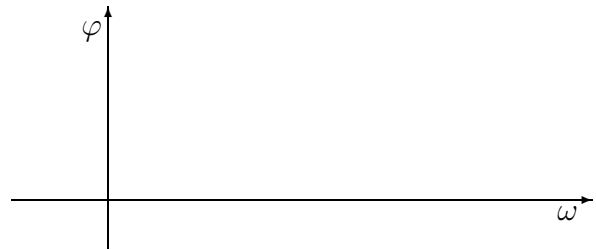
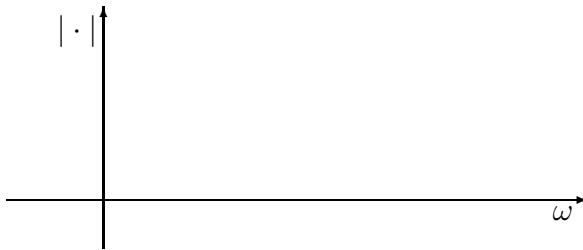


$$e(\infty) =$$



$$e(\infty) =$$

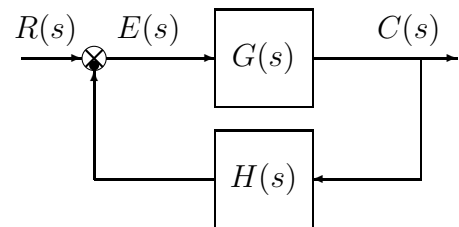
4. Tracciare i diagrammi di bode (moduli e fasi) di una rete anticipatrice  $C(s) = \frac{(1+\tau_1 s)}{(1+\tau_2 s)}$ , ( $\tau_1 > \tau_2$ ):



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

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

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  $\alpha$  interno alla funzione di trasferimento  $G(s)$ :



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

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

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

