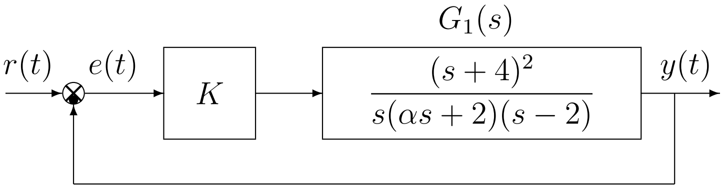
Nr.

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

Controlli Automatici B
27 Giugno 2016 - Esercizi

a1) 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 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 $K = 8$ nel sistema retroazionato sopra definito, 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 nei punti $p_1 \simeq -5.48$ e $p_2 \simeq -7.72$ sono presenti due punti di diramazione del contorno delle radici. Il calcolo di α^* non è necessario. Determinare la posizione degli altri punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

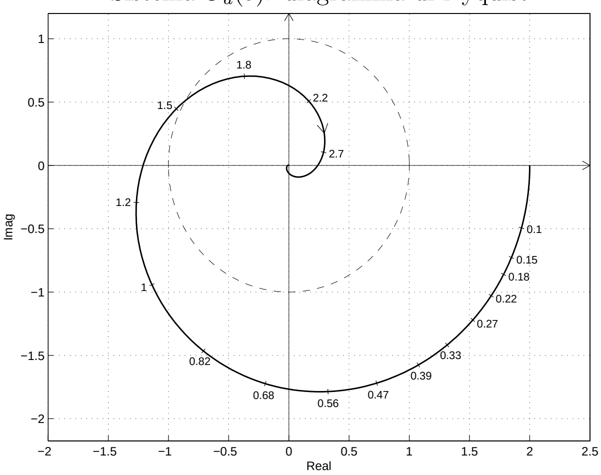
a.3) Sia data la seguente funzione di trasferimento $G_3(s)$ che descrive il legame tra la tensione in ingresso $V(s)$ e la velocità angolare in uscita $\omega(s)$ di un motore elettrico in corrente continua:

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

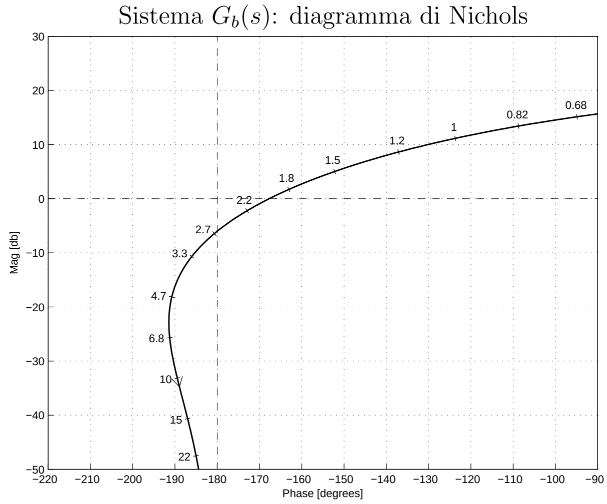
Posto $J = 1$, $L = 1$, $K_e = 4$ e $R = 4$, mostrare graficamente come si muovono sul piano complesso i poli della funzione $G_3(s)$ al variare del parametro $b > 0$. Calcolare il valore b^* a cui corrisponde il minimo tempo di assestamento del sistema $G_3(s)$ alla risposta al gradino.

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

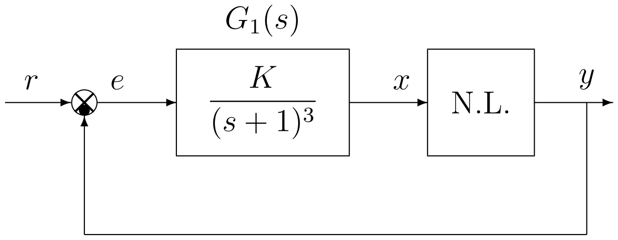


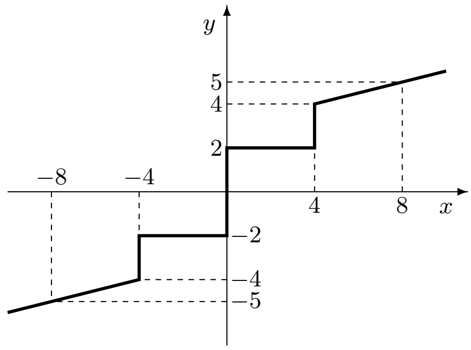
b.1) Per il sistema $G_a(s)$, progettare una rete correttrice $C(s)$ in grado di garantire al sistema compensato un margine di ampiezza $M_a = 5$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno;

b.2) Per il sistema $G_b(s)$ progettare una rete anticipatrice in grado di garantire al sistema compensato un margine di fase $M_\varphi = 50°$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno;

b.3) Sempre per il sistema $G_b(s)$ progettare una rete ritardatrice in grado di garantire al sistema compensato un margine di ampiezza $M_a = 10$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno;

c) Si consideri il seguente sistema non lineare retroazionato:





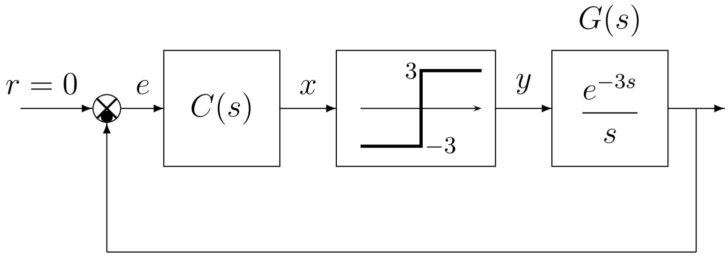
c.1) Posto $K = 1$, determinare per quale valore r^* del riferimento r il punto di lavoro del sistema retroazionato coincide con il punto $(x_0, y_0) = (-8, -5)$.

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 $(x_0, y_0) = (-8, -5)$.

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 dei parametri ausiliari (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) Si consideri il seguente sistema non lineare retroazionato:



d.1) Posto $C(s) = 1$, determinare l'ampiezza X^* e la pulsazione ω^* dell'oscillazione autosostenuta presente all'interno nel sistema retroazionato.

d.2) Posto $C(s) = K$, determinare il valore di K in modo da garantire che l'oscillazione autosostenuta presente all'interno del sistema retroazionato abbia un'ampiezza $X^* = 4$.

d.3) Progettare una rete correttrice $C(s) = \frac{1+\tau_1 s}{1+\tau_2 s}$ in modo che l'oscillazione autosostenuta presente all'interno del sistema sia caratterizzata da un'ampiezza $X^* = 2$ e da una pulsazione $\omega^* = 0.3$.

e) Partendo dalla condizione iniziale $y(0) = 5$, calcolare la risposta $y(n)$ del seguente sistema dinamico discreto:

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

quando in ingresso è presente il segnale discreto $x(n) = 2^n$.

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

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

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

Nr.

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

Controlli Automatici B

27 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. Sia dato il sistema discreto $G(z)$ caratterizzato dal periodo di campionamento T. Fornire l'espressione analitica della funzione di risposta armonica $F(\omega)$ della funzione discreta $G(z)$:

$$G(z) = \frac{z}{z-0.5} \qquad \rightarrow \qquad F(\omega) =$$

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

1) L'ascissa σ_0 corrispondente alla condizione di allineamento dei tre poli:

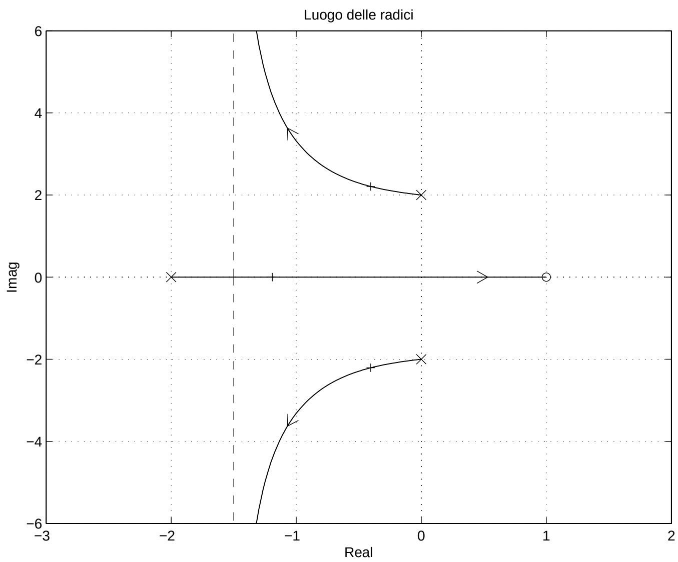
$\sigma_0 =$

2) Il valore K_0 corrispondente alla condizione di allineamento dei tre poli:

$K_0 =$

3) Il valore minimo K_1^* e il valore massimo K_2^* del parametro K per la stabilità asintotica del sistema retroazionato:

$$\ldots = K_1^* < K < K_2^* = \ldots$$



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

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

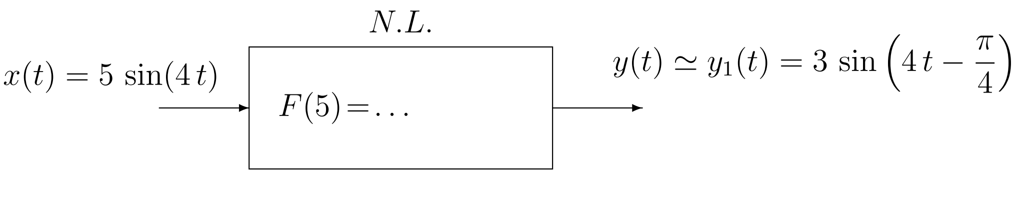
4. Calcolare il valore iniziale $y_0 = \lim_{k\to 0} y(k)$ e il valore finale $y_\infty = \lim_{k\to\infty} y(k)$ del segnale $y(k)$ corrispondente alla seguente funzione $Y(z)$:

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

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

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

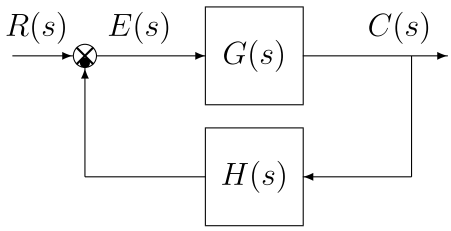
6. Sia $y_1(t) = 3\,\sin(4\,t - \frac{\pi}{4})$ la fondamentale del segnale periodico $y(t)$ che si ha all'uscita del blocco non lineare N.L. sollecitato in ingresso dal segnale periodico $x(t) = 5\,\sin(4\,t)$. Calcolare il valore della funzione descrittiva $F(X)$ in corrispondenza del valore $X = 5$:



7. Indicare quale dei seguenti sistemi discreti $G(z)$ tende a zero "più rapidamente":

○ $G(z) = \frac{1}{z(z+0.5)}$ ○ $G(z) = \frac{1}{z(2\,z+1)}$ ○ $G(z) = \frac{1}{z(z+2)}$ ○ $G(z) = \frac{1}{z(4\,z+1)}$

8. 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 $G(s)$:

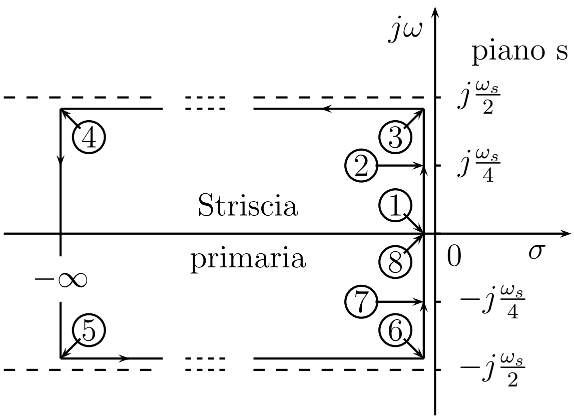


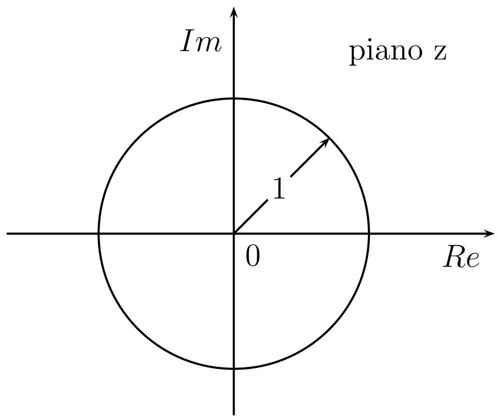
$$\frac{\Delta G_0(s)}{G_0(s)} = \qquad\qquad\qquad \frac{\Delta G(s)}{G(s)}$$

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

$G(s) =$

10. Indicare sul piano z dove sono collocati i punti della striscia primaria numerati da 1 a 8:





11. Date le seguenti caratteristiche non lineari simmetriche rispetto all'origine, determinare "qualitativamente" gli andamenti delle corrispondenti funzioni descrittive $F_1(X)$ ed $F_2(X)$: