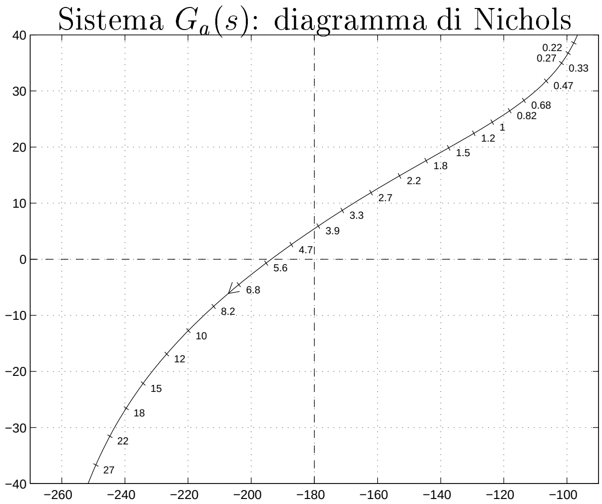
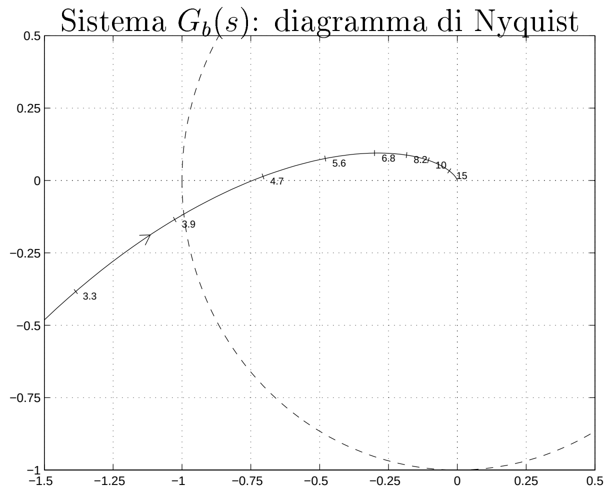
Controlli Automatici B
22 Marzo 2003 - Esercizi
Compito Nr. $a =$ $b =$

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

Negli esercizi che seguono, si sostituisca ad a e b i valori assegnati e si risponda alle domande.

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

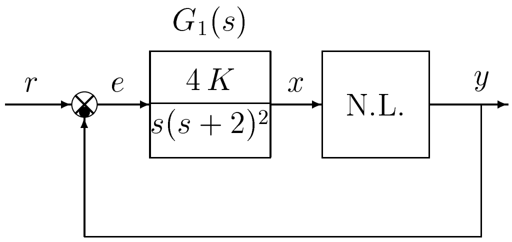


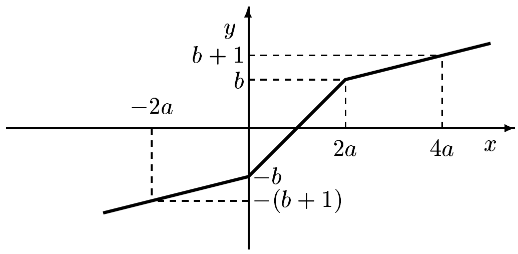


a.1) Per il sistema $G_a(s)$ progettare una rete ritardatrice in grado da garantire al sistema compensato un margine di ampiezza $M_a = 2\,b$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno;

a.2) Per il sistema $G_b(s)$ progettare una rete anticipatrice in grado di garantire al sistema compensato un margine di fase $M_\varphi = (30 + a)^o$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno;

b) Si consideri il seguente sistema non lineare retroazionato:





b.1) Posto $K=1$, determinare il punto di lavoro $(x_0,\ y_0)$ corrispondente all'ingresso $r=b$.

b.2) Posto $K=1$, e applicando il criterio del cerchio, determinare se il punto di lavoro $(x_0,\ y_0)$ calcolato al punto precedente è asintoticamente stabile o meno;

b.3) Posto $K=1$, determinare per quale valore r^* del riferimento r il punto di lavoro del sistema retroazionato è $(x_1,\ y_1) = (a,\ 0)$.

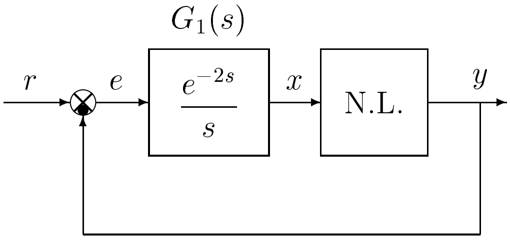
b.4) Disegnare in modo qualitativo l'andamento della funzione descrittiva $F(X)$ della non linearità $y(x)$ nell'intorno del punto di equilibrio $(x_1,\ y_1) = (a,\ 0)$.

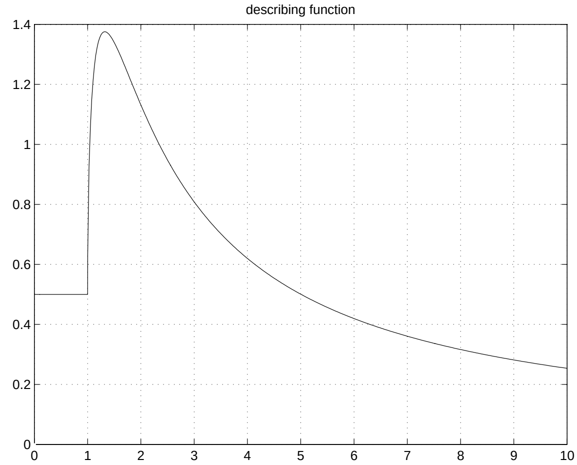
b.5) Per $K = 1$ determinare se esistono o meno cicli limite nel sistema.

b.6) Discutere l'esistenza o meno di cicli limite nel sistema al variare del parametro K.

b.7) Determinare la pulsazione ω^* corrispondente agli eventuali cicli limite presenti nel sistema.

c) Si consideri il seguente sistema non lineare retroazionato:





dove la nonlinarità è caratterizzata dalla funzione descrittiva $F(X)$ mostrata in figura.

Supponendo che l'ingresso sia nullo, $r(t) = 0$, determinare la pulsazione ω e l'ampiezza X (approssimata) delle eventuali oscillazioni autosostenute presenti nel sistema retroazionato.

d) Calcolare la risposta $y(k)$ al gradino unitario $u(k) = 1$ del seguente sistema tempo discreto:

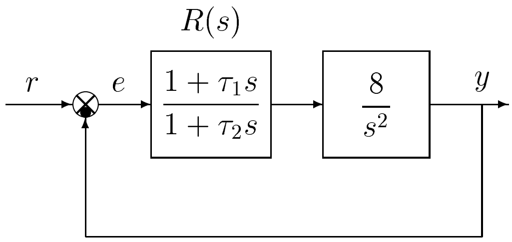
$$y(k+1) + a\, y(k) = u(k)$$

e) Utilizzando il metodo della trasformazione bilineare, discretizzare la seguente rete correttrice

$$D(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = 2\, \frac{1 + 0.3\, s}{1 + 0.5\, s}$$

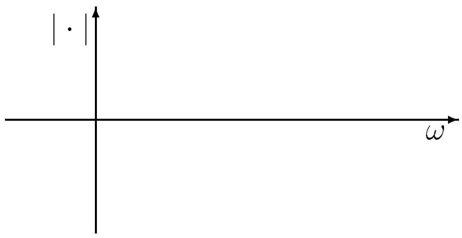
giungendo anche alla determinazione della corrispondente equazione alle differenze. Si utilizzi il periodo di campionamento $T = 0.1$.

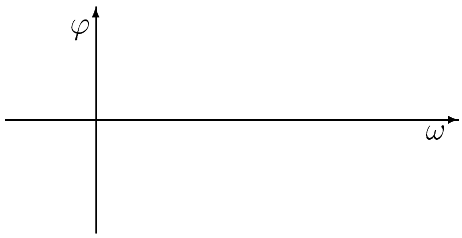
f) Si faccia riferimento al seguente sistema retroazionato:



Calcolare i parametri τ_1 e τ_2 della rete correttrice $R(s)$ in modo che il sistema abbia un margine di fase $M_\varphi = 45^o$ in corrispondenza della pulsazione $\omega = 4$

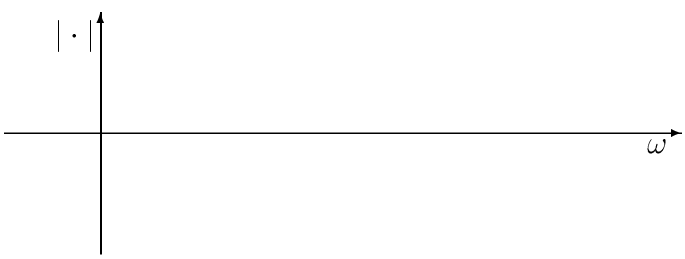
g) Disegnare qualitativamente i diagrammi asintotici di Bode (delle ampiezze e delle fasi)di una rete ritardatrice:





h) Scrivere la funzione di trasferimento $G(s)$ di un regolatore PID e graficarne qualitativamente il diagramma di Bode dei moduli:

$G(s) =$



Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

Controlli Automatici B
22 Marzo 2003 - Domande Teoriche

Per ciascuno dei seguenti test segnare con una crocetta le affermazioni che si ritengono giuste. Alcuni test sono seguiti da più affermazioni giuste e si considerano superati quando queste vengono contrassegnate tutte.

1. Per poter applicare il criterio di Popov ad un sistema $G(s)$ retroazionato su una non linearità $y = f(x)$

   ○ il sistema $G(s)$ deve essere a fase minima
   ⊗ la non linearità $y = f(x)$ deve essere di tipo "a settore"
   ○ la non linearità $y = f(x)$ deve essere simmetrica rispetto all'origine
   ⊗ il sistema $G(s)$ deve avere tutti i poli nel semipiano negativo, eccezion fatta per un polo nell'origine

2. 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 al gradino del sistema da controllare
   ○ richiede la conoscenza della risposta impulsiva del sistema da controllare
   ⊗ è applicabile in modo approssimato anche al controllo di sistemi non lineari

3. L'utilizzo di un regolatore standard di tipo PD è utile

   ⊗ per migliorare la prontezza del sistema retroazionato
   ⊗ per aumentare la larghezza di banda del sistema retroazionato
   ⊗ per migliorare il margine di fase del sistema

4. Per poter applicare il metodo base della funzione descrittiva ad un sistema $G(s)$ retroazionato su una non linearità $y = f(x)$

   ○ il sistema $G(s)$ deve essere a fase minima
   ○ la non linearità $y = f(x)$ deve essere di tipo "a settore"
   ⊗ la non linearità $y = f(x)$ deve essere simmetrica rispetto all'origine

5. Pensando al legame teorico esistente tra le variabili complesse z ed s, indicare quali delle seguenti funzioni di trasferimento discrete $C(z)$ sono (a meno di una costante) delle reti anticipatrici:

   ○ $C(z) = \frac{(z-0.2)}{(z-0.6)}$
   ⊗ $C(z) = \frac{(z-0.4)}{(z-0.2)}$
   ⊗ $C(z) = \frac{(z-0.6)}{(z-0.4)}$
   ○ $C(z) = \frac{(z-0.4)}{(z-0.8)}$

6. Indicare quale dei seguenti sistemi discreti $G(z)$ ha la risposta impulsiva $g(k)$ che tende a zero più rapidamente:

   ○ $G(z) = \frac{1}{z(z+2)}$
   ⊗ $G(z) = \frac{1}{z(z-0.2)}$
   ○ $G(z) = \frac{1}{(z+0.3)}$
   ○ $G(z) = \frac{1}{(z-0.5)}$

7. Sia $Y(X)\sin(\omega t + \varphi(X))$ la fondamentale del segnale periodico $y(t)$ presente all'uscita della nonlinearità algebrica $y(t) = f[x(t)]$ in risposta all'ingresso $x(t) = X\sin(\omega t)$. La funzione descrittiva $F(X)$ è definita nel modo seguente:

$$F(X) =$$

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

$$2\,y(k) + 4\,y(k-1) + 5\,y(k-2) = x(k-1) + 3\,x(k-2) \qquad \rightarrow \qquad G(z) =$$

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

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

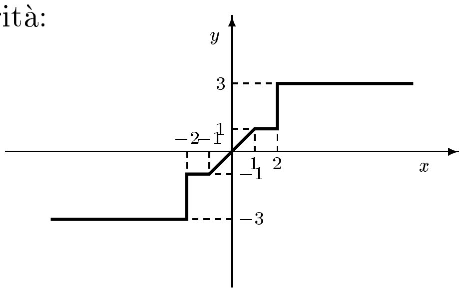
10. Sia $G(z)$ la trasformata Z della successione numerica $g(k)$. Scrivere gli enunciati dei teoremi del valore iniziale e del valore finale:

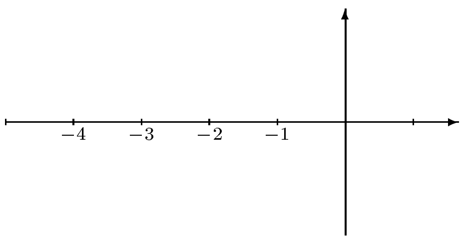
$$g(0) = g(k)|_{k=0} = \qquad\qquad \lim_{k\to\infty} g(k) =$$

11. Scrivere il legame esistente tra la funzione di trasferimento $G(z)$ di un sistema dinamico discreto e la corrispondente funzione di risposta armonica $F(\omega)$:

$$F(\omega) =$$

12. Sia (0, 0) il punto di lavoro. Disegnare il cerchio critico corrispondente alle seguente non linearità:





13. Scrivere la funzione descrittiva $F(X)$ di un relè ideale e riportare il corrispondente andamento qualitativo:

$$F(X) =$$