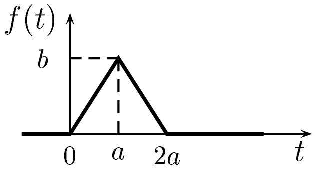
Controlli Automatici - Primo Compito
12 Novembre 2003 - Esercizi
Compito Nr. $a =$ $b =$

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	
C.L.:	Info. ‖ Elet. ‖ Telec. ‖ Altro.

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

a) Calcolare la trasformata di Laplace $X(s)$ dei seguenti segnali temporali $x(t)$:

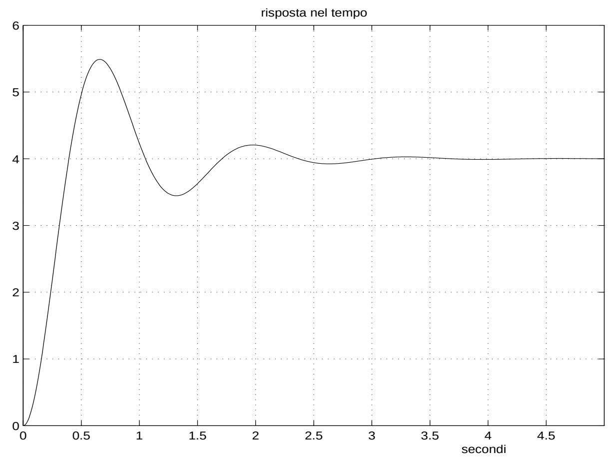
$$x_1(t) = a\,t^3\,e^{-b\,t}, \qquad x_2(t) = b\,e^{at}\cos[(a+b)\,t],$$



b) Calcolare la risposta impulsiva $g_i(t)$ delle seguenti funzioni di trasferimento $G_i(s)$:

$$G_1(s) = \frac{a\,s+b}{(s-a)^2+b^2}, \qquad G_2(s) = \frac{a}{s^2(1+a\,s)}, \qquad G_3(s) = \frac{a\,s}{s+b}$$

c) In figura è mostrata la risposta $x(t)$ di un sistema massa, molla e smorzatore descritto dall'equazione differenziale $\ddot{x} + B\,\dot{x} + K\,x = F$, quando in ingresso viene posto un gradino di forza F pari a $F = 100\,N$.



c.1) Determinare la posizione dei poli dominanti del sistema:

$$p_{1,2} = \ldots\ldots + j\ \ldots\ldots$$

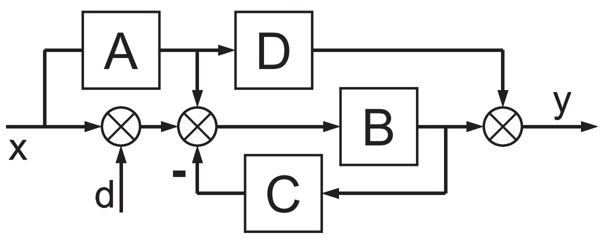
c.2) ed il valore dei parametri B e K (rispettivamente coefficiente di attrito lineare e rigidità della molla);

$K = \ldots\ldots$ $\qquad$ $B = \ldots\ldots$

d) Relativamente allo schema a blocchi riportato in figura, calcolare le funzioni di trasferimento $G_1(s)$ e $G_2(s)$:

$$G_1(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$$

$$G_2(s) = \frac{Y(s)}{D(s)}$$



e) Sia data la seguente funzione di trasferimento:

$$G(s) = \frac{10b(s^2+0.4as+4)}{s(s-5b)(1+\frac{s}{200})^2}$$

e.1) Tracciare i diagrammi asintotici di Bode delle ampiezze e delle fasi della funzione $G(s)$;

e.2) Leggere in modo approssimato dai diagrammi asintotici di Bode i valori del modulo e della fase della funzione $G(s)$ in corrispondenza della pulsazione $\omega = 100$:

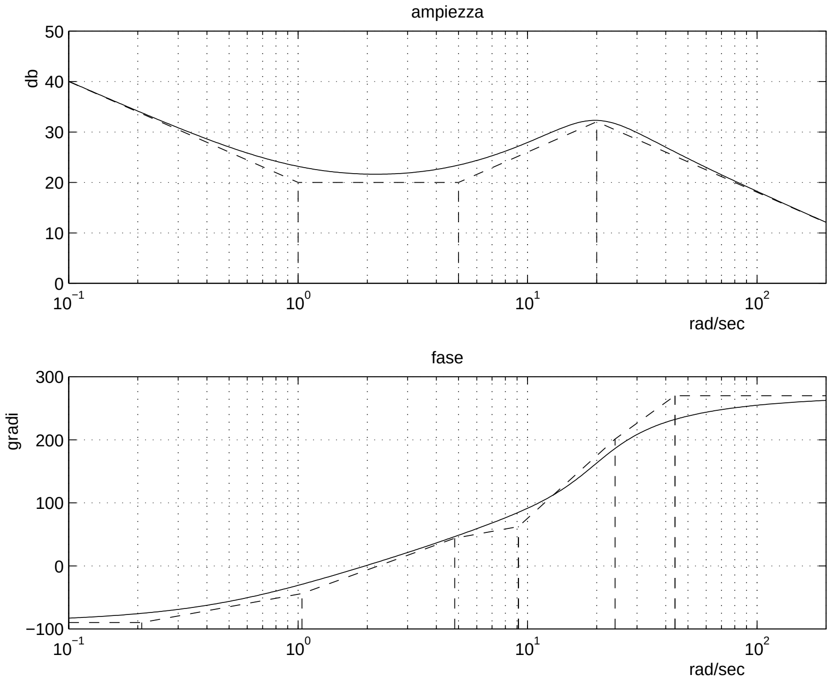
$$|G(j\,100)| = \ldots\ldots\ldots \qquad \arg[G(j\,100)] = \ldots\ldots\ldots$$

f) Si faccia riferimento ad un sistema $G(s)$ i cui diagrammi di Bode sono mostrati in figura. Nei limiti della precisione consentita dal grafico si risponda alle seguenti domande:

f.1) calcolare la risposta "a regime" $y_\infty(t)$ del sistema $G(s)$ quando in ingresso è presente il segnale:
$x(t) = a\cos(5b\,t + \pi/3)$;

f.2) calcolare per quale valore di $\omega_0 = \ldots\ldots$ il sistema si comporta come un semplice guadagno $K_0 > 0$. Calcolare inoltre il valore di tale guadagno: $K_0 = \ldots\ldots$

f.3) ricavare l'espressione analitica della funzione di trasferimento $G(s)$. Giustificare brevemente la soluzione trovata.



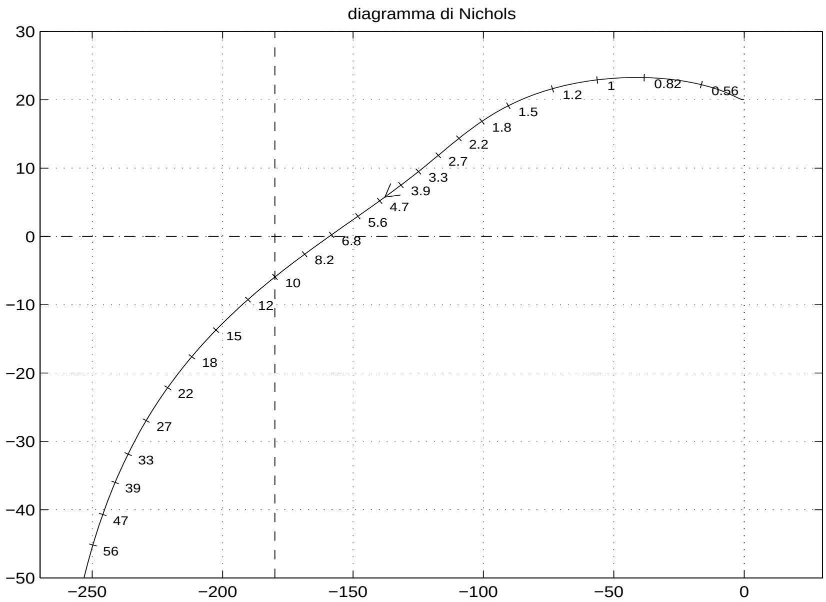
g) Si faccia riferimento ad un sistema $G(s)$ il cui diagramma di Nichols è mostrato in figura. Nei limiti della precisione consentita dal grafico si risponda alle seguenti domande:

g.1) calcolare la risposta "a regime" $y_\infty(t)$ del sistema $G(s)$ quando in ingresso è presente il segnale:
$x(t) = b + 10\,\sin(2a\,t)$;

g.2) calcolare per quali valori di ω il sistema si comporta come un semplice guadagno K. Calcolare inoltre i corrispondenti valori di K.

$\omega_1 = \ldots\ldots \qquad K_1 = \ldots\ldots$

$\omega_2 = \ldots\ldots \qquad K_2 = \ldots\ldots$



h) Si faccia riferimento al diagramma di Bode dei moduli mostrato in figura.

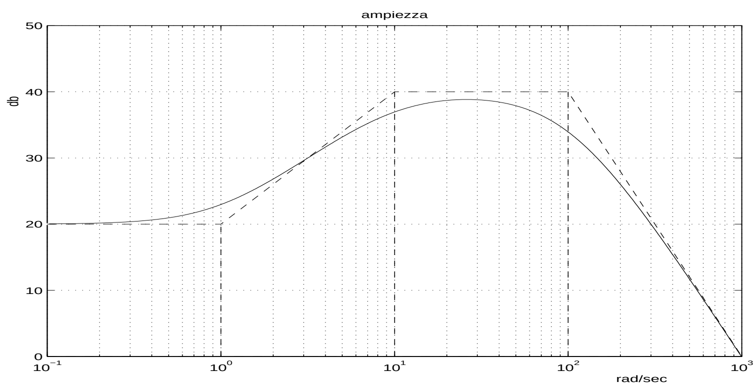
h.1) sapendo che il sistema è a fase minime, stimare "indicativamente" la fase del sistema in corrispondenza delle seguenti pulsazioni:

$\omega_1 = 0.1 \quad \rightarrow \quad \varphi_1 \simeq \ldots\ldots$

$\omega_2 = 1 \quad \rightarrow \quad \varphi_2 \simeq \ldots\ldots$

$\omega_3 = 35 \quad \rightarrow \quad \varphi_3 \simeq \ldots\ldots$

$\omega_4 = 1000 \quad \rightarrow \quad \varphi_4 \simeq \ldots\ldots$



Controlli Automatici - Primo Compito
12 Novembre 2003 - Domande
Compito Nr. $a =$ $b =$

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	
C.L.:	Info. ‖ Elet. ‖ Telec. ‖ Altro.

Negli esercizi che seguono, si sostituisca ad a e b i valori assegnati e si risponda alle domande. Per ciascuno dei test a soluzione multipla, segnare con una crocetta le affermazioni che si ritengono giuste. Alcuni test contengono più affermazioni giuste e si considerano superati quando "tutte" le affermazioni giuste sono contrassegnate.

1. Scrivere, in funzione dei segnali $x(t)$ e $y(t)$, l'equazione differenziale corrispondente alla seguente funzione di trasferimento:

$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{s^2 + a}{s^3 + 2\,s^2 + b\,s + 3} \qquad \rightarrow$$

2. Nella scomposizione in fratti semplici, qual è la posizione della coppia di poli complessi coniugati $p_{1,2} = \sigma \pm j\omega$ corrispondente all'andamento temporale $g_1(t) = 3\,e^{-a\,t}\cos(b\,t + 0.2)$:

$$p_{1,2} = \sigma \pm j\omega = \qquad \pm j$$

3. Scrivere la funzione di trasferimento $G(s)$ di un ritardo puro di durata "a" in cascata con un guadagno puro di ampiezza "b":

$$G(s) =$$

4. Calcolare il valore iniziale $y_0 = \lim_{t\to 0^+}$ del segnale $y(t)$ corrispondente alla seguente trasformata di Laplace $Y(s)$:

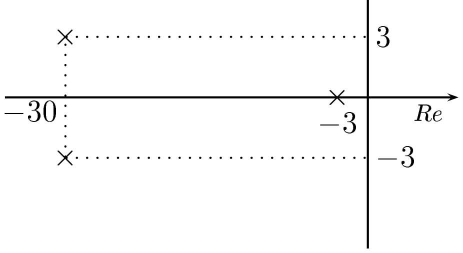
$$Y(s) = \frac{b\,s^2 + 1}{s(s+a)} \qquad \rightarrow \qquad y_0 =$$

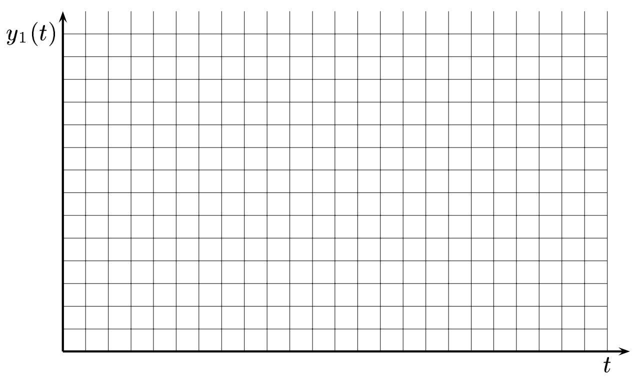
5. Calcolare il valore il valore finale $y_\infty = \lim_{t\to\infty}$ del segnale $y(t)$ corrispondente alla seguente trasformata di Laplace $Y(s)$:

$$Y(s) = \frac{s - b}{s(s^2 + 5s + a)} \qquad \rightarrow \qquad y_\infty =$$

6. Disegnare l'andamento qualitativo $y(t)$ della risposta al gradino unitario del sistema $G_1(s)$. Calcolare il guadagno statico $K_0 = \ldots\ldots$ e fornire una stima del tempo di assestamento $T_a = \ldots\ldots$ s.

$$G_1(s) = \frac{100}{(s+3)[(s+30)^2+3^2]}$$





7. Scrivere il modulo $M(\omega) = |G(j\omega)|$ e la fase $\varphi(\omega) = \arg G(j\omega)$ della funzione di risposta armonica del seguente sistema $G(s)$:

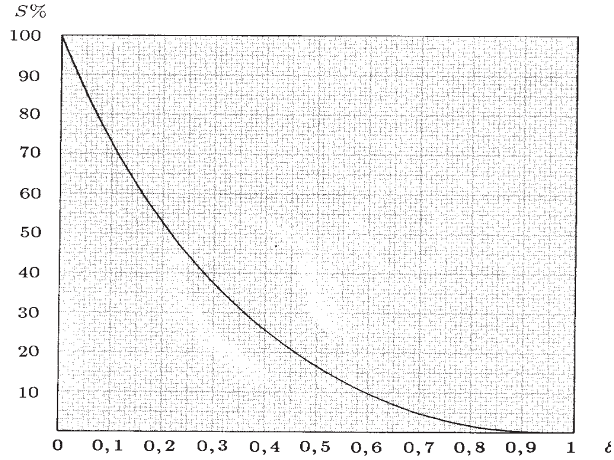
$$G(s) = \frac{e^{-t_0 s}}{s+a} \qquad \rightarrow \qquad \begin{cases} M(\omega) = \\ \\ \varphi(\omega) = \end{cases}$$

8. Calcolare l'evoluzione libera (cioè per $x = 0$) del sistema $\dot{y} + a\,y = x$ partendo dalla condizione iniziale $y(0) = b$.

$$y(t) = \qquad\qquad\qquad\qquad t > 0$$

9. Sia dato il seguente sistema $G(s)$:

$$G(s) = \frac{(s+4.5)(s+476)}{(s+4773)(s+16)(s+99)(s^2+0.3s+250)(s^2+83s+4780)}$$



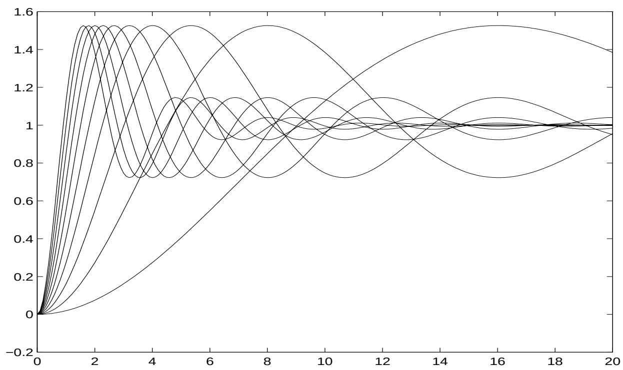
Stimare qualitativamente il tempo di assestamento T_a e la massima sovraelongazione $S\%$ del sistema $G(s)$ alla risposta al gradino:

$T_a =$

$S\% =$

Eventualmente, se lo si ritiene utile, si utilizzi il grafico riportato a fianco.

10. Si considerino le risposte al gradino unitario riportate in figura.



Quali di questo parametri rimangono costanti per tutti i sistemi che hanno generato gli andamenti riportati in figura?

- ◯ tempo di assestamento T_a;
- ◯ massima sovraelongazione $S\%$;
- ◯ coefficiente di smorzamento δ;
- ◯ picco di risonanza M_R;
- ◯ pulsazione naturale ω_n;

11. Il diagramma di bode dei moduli del sistema $G(s) = \frac{1-\tau s}{1+\tau s}$ è:

- ◯ una retta orizzontale
- ◯ una curva ascendente
- ◯ una curva discendente

12. Il sistema dinamico $G(s) = \frac{2(s+1)}{s+2}$

- ◯ ha un guadagno statico unitario
- ◯ ha guadagno unitario alle elevate frequenze ($\omega \to \infty$)
- ◯ ha una fase positiva per tutte le pulsazioni

13. La massima sovraelongazione in % del sistema $G(s) = \frac{1}{s^2+1}$ in risposta ad un gradino unitario è

- ◯ $S = 0\,\%$
- ◯ $S = 10\,\%$
- ◯ $S = 100\,\%$