Controlli Automatici A
Compito Completo
20 Dicembre 2007 - Esercizi

Compito Nr. $a =$

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

Negli esercizi che seguono, si sostituisca ad a il valore assegnato e si risponda alle domande.

a.1) Calcolare la trasformata di Laplace $X(s)$ dei seguenti segnali temporali $x(t)$:

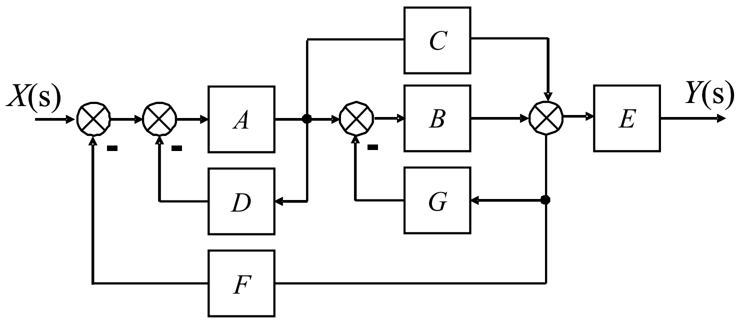
$$x_1(t) = e^{-a\,t}\,(t^2 - 2)\ , \qquad\qquad x_2(t) = 3\,e^{a\,t}\,\sin(5\,t)$$

a.2) Calcolare la risposta impulsiva $g_i(t)$ delle seguenti funzioni di trasferimento $G_i(s)$:

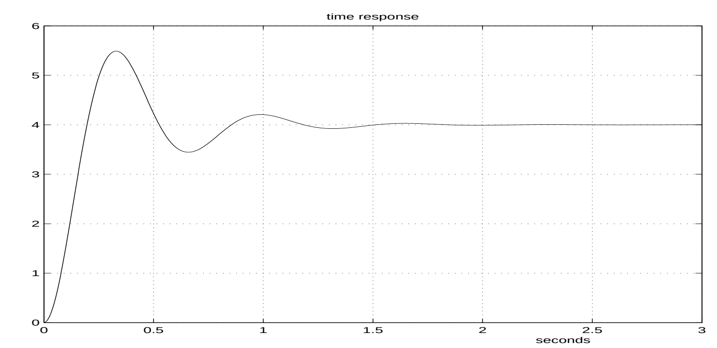
$$G_1(s) = \frac{a}{(4\,s+1)(s+2)^2}\ , \qquad\qquad G_2(s) = \frac{a}{(s^2+a^2)}\,e^{-10\,s}$$

b) Relativamente allo schema a blocchi riportato in figura, calcolare la funzione di trasferimento $G_1(s)$:

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

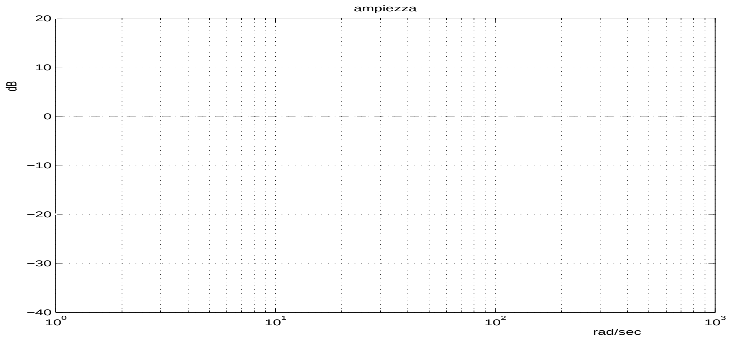


c) In figura è mostrata la risposta $y(t)$ di un sistema lineare $G(s)$ stabile del "secondo" ordine quando in ingresso è presente un gradino $x(t) = 4$. Nei limiti della precisione del grafico:



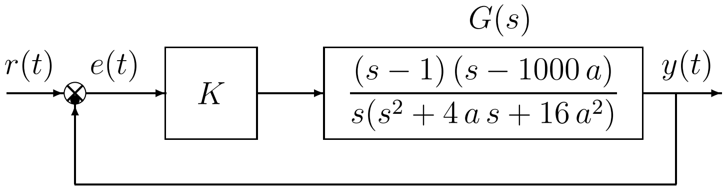
c.1) determinare la funzione di trasferimento del sistema $G(s)$ stimando anche qualitativamente il valore del coefficiente di smorzamento:

$G(s) = \ldots$



c.2) nello schema riportato a lato tracciare il diagramma di Bode delle ampiezze della funzione $G(s)$.

d) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



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

d.2) Determinare per quali valori del parametro K il sistema retroazionato è asintoticamente stabile.

d.3) Disegnare qualitativamente il diagramma di Nyquist "completo" della funzione $G(s)$. Calcolare esattamente la posizione σ_a di un eventuale asintoto verticale, le eventuali intersezioni σ_i^* con l'asse reale e i corrispondenti valori delle pulsazioni ω_i^*.

d.4) Calcolare, in funzione del parametro K, l'errore a regime $e(\infty)$ del sistema retroazionato nel caso in cui $r(t) = 5\,t^2$.

e) I diagrammi di Bode riportati sotto sono relativi ad un sistema a fase minima $G(s)$. Nei limiti della precisione consentita dai grafici:

1) Indicare il margine di ampiezza M_α e il margine di fase M_φ.

2) Calcolare per quali valori del guadagno $K_p > 0$ il sistema $K_p\,G(s)$ posto in retroazione unitaria è stabile.

3) Determinare per quale valore K_φ del guadagno il sistema $K_\varphi\,G(s)$ presenta un margine di fase pari a $M_\varphi = (30 + 3a)$.

4) Determinare per quale valore K_α del guadagno il sistema $K_\alpha\,G(s)$ presenta un margine di ampiezza pari a $M_\alpha = (3 + a)$.

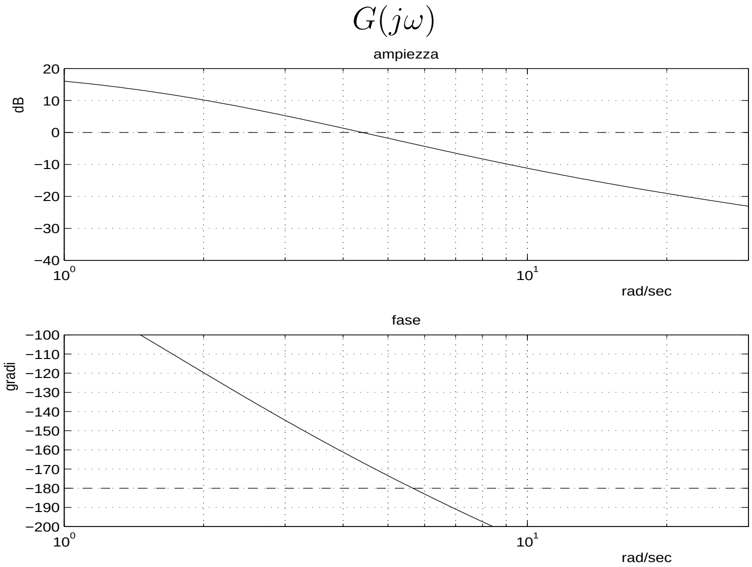
1) $M_\alpha =$.........

$M_\varphi =$.........

2) ....$< K_p <$.........

3) $K_\varphi =$ ....

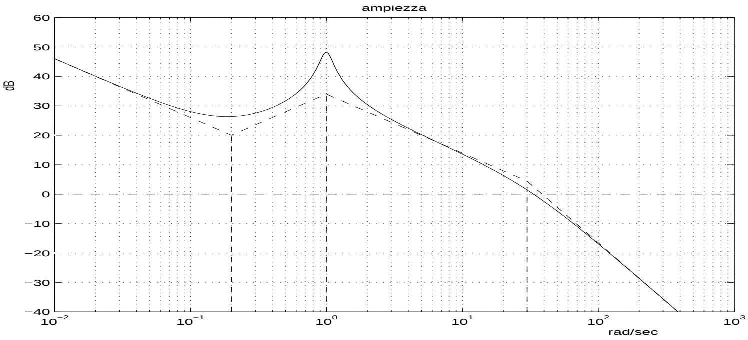
4) $K_\alpha =$ ....



f) Si faccia riferimento ad un sistema $G(s)$ a fase minima il cui diagramma di Bode delle ampiezze è mostrato in figura.

Nei limiti della precisione consentita dal grafico, ricavare l'espressione analitica della funzione di trasferimento $G(s)$.

$G(s) \simeq$



Controlli Automatici
20 Dicembre 2007 - Domande
Compito Nr. $\boxed{a =\quad}$

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

Negli esercizi che seguono, si sostituisca ad "a" il valore assegnato e si risponda alle domande.

1. Scrivere la funzione di trasferimento $G(s)$ corrispondente alla seguente equazione differenziale:

$$a\dddot{y}(t)+3\,\ddot{y}(t)+5\,\dot{y}(t)+y(t) = 3a\,\ddot{x}(t)+7\,x(t) \qquad \rightarrow \qquad G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} =$$

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

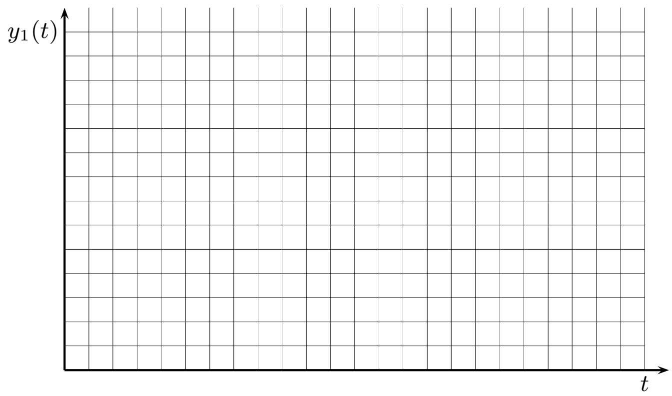
$$Y(s) = \frac{a\,(2\,s^2+3)}{s(s+1)(2\,s+100)} \qquad \rightarrow \qquad y_0 = \qquad\qquad y_\infty =$$

3. Sia $F(s)$ la trasformata di Laplace del segnale $f(t)$. Fornire l'enunciato del "Teorema dell'integrale":

$$\mathcal{L}\left[\int_0^t f(\tau)d\tau\right] =$$

4. Disegnare l'andamento qualitativo $y_1(t)$ della risposta al gradino unitario del seguente sistema:

$$G(s) = \frac{(3+0.05\,s)(s^2+80\,s+6400)}{(6+0.3\,s)(1+0.05\,s)(s^2+100)}$$



Calcolare inoltre:
1) il guadagno statico K_0 del sistema;
2) il tempo di assestamento T_a della risposta al gradino;
3) il periodo T dell'eventuale oscillazione smorzata presente nella risposta al gradino:

$K_0 =$ $\qquad\qquad$ $T_a \simeq$ $\qquad\qquad$ $T \simeq$

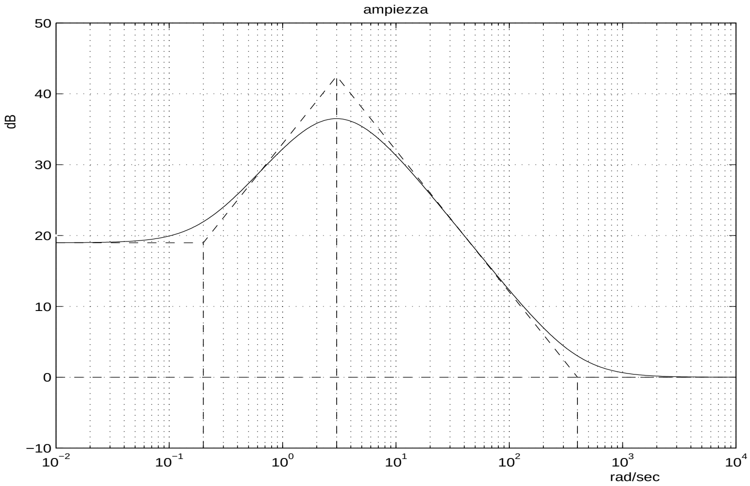
5. Si faccia riferimento al diagramma di Bode dei moduli mostrato in figura. Sapendo che il sistema è a fase minime, stimare "indicativamente" la fase del sistema in corrispondenza delle seguenti pulsazioni:

$\omega_1 = 0.2 \quad \rightarrow \quad \varphi_1 \simeq \ldots\ldots$

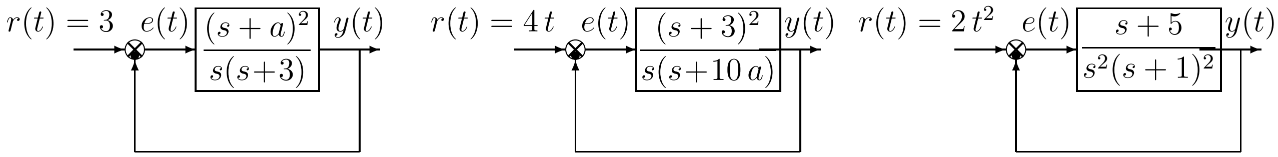
$\omega_2 = 3 \quad \rightarrow \quad \varphi_2 \simeq \ldots\ldots$

$\omega_3 = 40 \quad \rightarrow \quad \varphi_3 \simeq \ldots\ldots$

$\omega_4 = 10000 \quad \rightarrow \quad \varphi_4 \simeq \ldots\ldots$



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



$e(\infty) =$ $\qquad$ $e(\infty) =$ $\qquad$ $e(\infty) =$

7. Data la funzione di trasferimento $G(s) = \dfrac{K}{s^2 + 8s + 20}$, il valore della pulsazione ω della risposta al gradino unitario del sistema $G(s)$ è pari a:

◯ $\omega = \sqrt{2}$
◯ $\omega = \sqrt{20}$
◯ $\omega = 20$
◯ $\omega = 2$

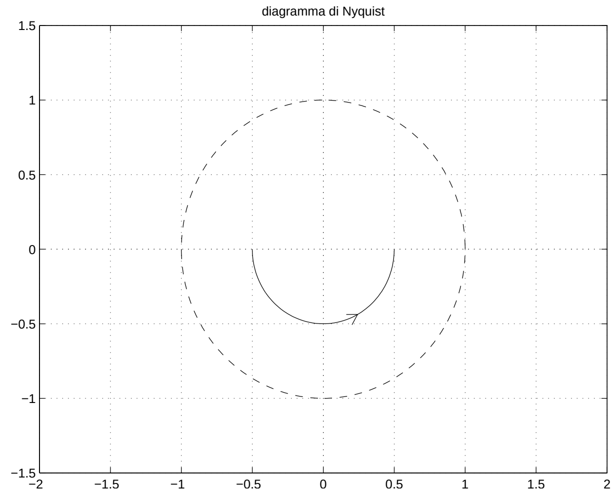
8. Sia dato il diagramma di Nyquist (vedi figura) della seguente funzione $G(s) = 0.5\dfrac{(s+1)}{(s-1)}$.

Utilizzando il criterio di Nyquist è possibile affermare che il sistema retroazionato $K\,G(s)$ è stabile per i seguenti valori di K:

◯ $(K < 0,\ |K| >> 1)$;
◯ $(K < 0,\ |K| << 1)$;
◯ $(K > 0,\ |K| << 1)$;
◯ $(K > 0,\ |K| >> 1)$;

Calcolare i valori limite K_1^* e K_2^*:

$K_1^* = \ldots$ $\qquad$ $K_2^* = \ldots$



9. Sia $y(t) = Y(\omega)\sin(\omega t + \varphi(\omega) + \varphi_0)$ la risposta asintotica di un sistema lineare stabile all'ingresso sinusoidale $x(t) = X\sin(\omega t + \varphi_0)$. Fornire la "definizione" di funzione di risposta armonica $F(\omega)$:

$F(\omega) = \ldots$

10. Si faccia riferimento al diagramma di Nichols mostrato in figura relativo ad un sistema lineare $G(s)$ asintoticamente stabile .

Nei limiti della precisione consentita dal grafico, calcolare la risposta a "regime" $y_\infty(t)$ del sistema $G(s)$ quando in ingresso è presente il segnale:

$$x(t) = 2\,\cos(a\,t)$$

Risposta a "regime":

$y_\infty(t) \simeq$