Controlli Automatici
Recupero Prima Parte
15 Giugno 2012 - Esercizi

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

Si risponda alle seguenti domande.

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

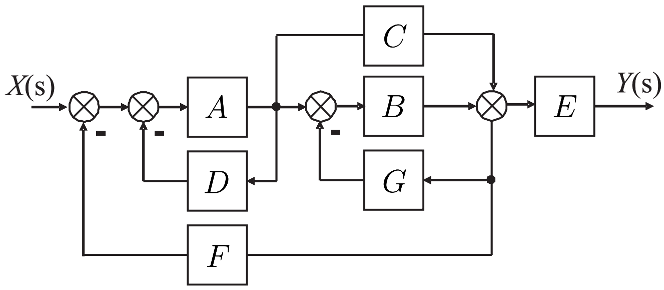
$$x_1(t) = 2\,\delta(t) + 3\,e^{5\,t}\sin(3\,t), \qquad\qquad x_2(t) = 3\,t^3\,e^{-5t} + 5\,\cos(9\,t)$$

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

$$G_1(s) = \frac{2\,s^2+10}{s(s+3)}, \qquad\qquad G_2(s) = \frac{3}{s}\,e^{-3\,s} + \frac{6}{(s+5)^2+2^2}$$

b) Relativamente allo schema a blocchi riportato in figura, calcolare la funzione di trasferimento $G_1(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$:

$G_1(s) = \ldots$



c) In figura è mostrato il diagramma di Bode dei moduli di un sistema lineare $G(s)$ a fase minima. Nei limiti della precisione del grafico, calcolare:

c.1) il guadagno statico del sistema $G(s)$:

$$G(0) = \ldots\ldots$$

c.2) la posizione $p_{1,2}$ dei poli dominanti del sistema $G(s)$:

$$p_{1,2} \simeq \ldots\ldots \pm j\ \ldots\ldots$$

c.3) il tempo di assestamento T_a della risposta al gradino del sistema $G(s)$:

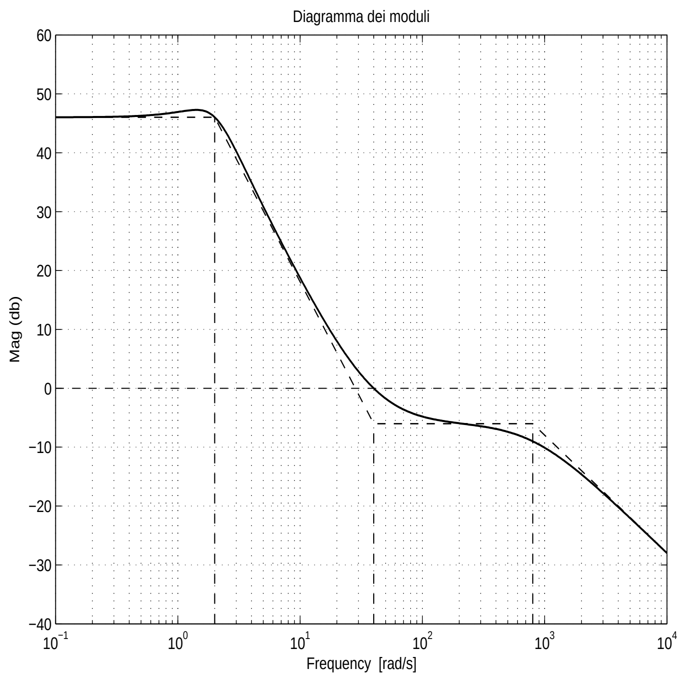
$$T_a \simeq \ldots\ldots$$

c.4) la larghezza di banda ω_f del sistema $G(s)$:

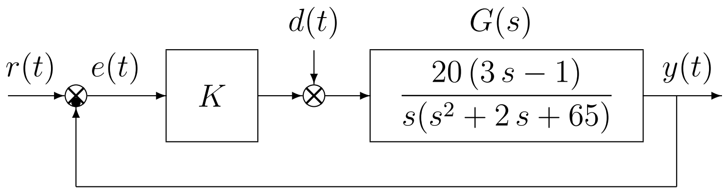
$$\omega_f \simeq \ldots\ldots$$

c.5) l'errore a regime e_p del sistema $G(s)$ retroazionato per ingresso a gradino unitario:

$$e_p \simeq \ldots\ldots$$



d) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



d.1) Determinare per quali valori di K il sistema retroazionato è asintoticamente stabile.

d.2) Tracciare i diagrammi asintotici di Bode delle ampiezze e delle fasi della funzione $G(s)$.

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^*.

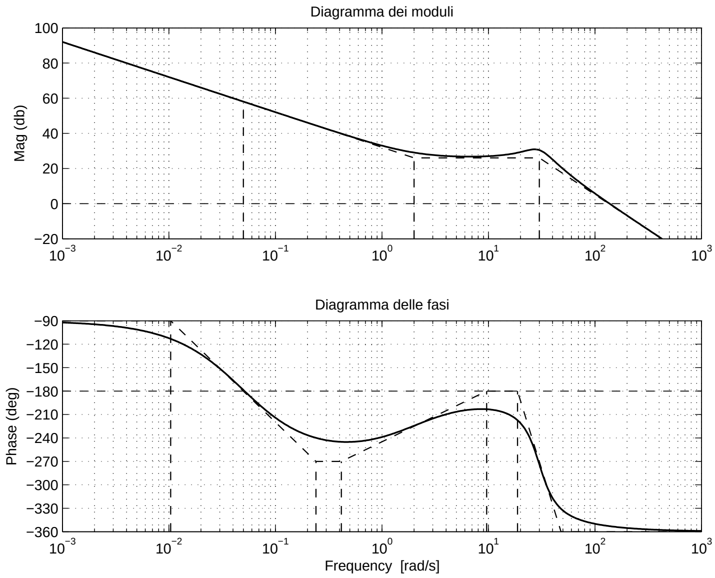
e) Si faccia riferimento ad un sistema $G(s)$ i cui diagrammi di Bode sono mostrati in figura. Nei limiti della precisione consentita dal grafico si risponda alle seguenti domande:

e.1) calcolare la risposta oscillatoria “a regime” $y_\infty(t)$ del sistema quando in ingresso è presente il segnale:

$x(t) = 5\,\cos(0.04\,t - \frac{\pi}{4})$;

e.2) ricavare l'espressione analitica della funzione di trasferimento $G(s)$. Stimare in modo approssimato eventuali valori di δ.

$G(s) \simeq$

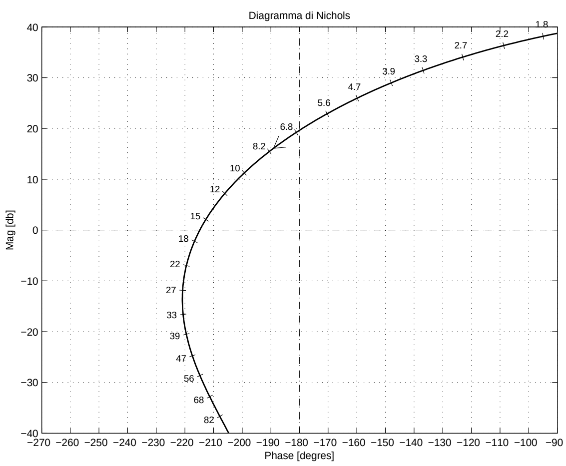


f) I diagrammi riportati sotto sono relativi a due sistemi a fase minima $G_1(s)$ e $G_2(s)$. Nei limiti della precisione consentita dai grafici, calcolare:

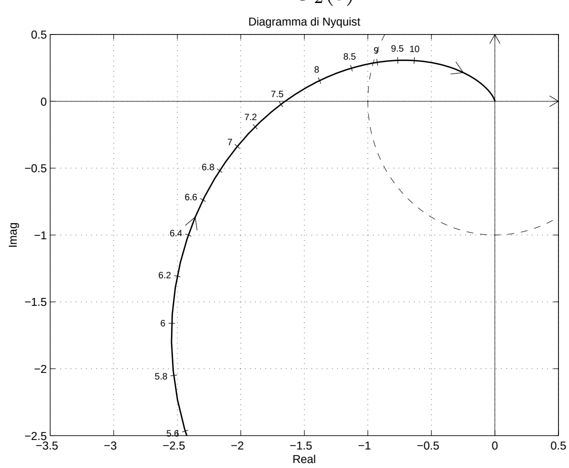
f.1) il margine di ampiezza M_a e il margine di fase M_φ dei sistemi $G_1(s)$ e $G_2(s)$;

f.2) il guadagno K_φ per cui il sistema $K_\varphi\, G_2(s)$ ha un margine di fase $M_\varphi = 45^o$ e il guadagno K_a per cui il sistema $K_a\, G_2(s)$ ha un margine di ampiezza $M_a = 5$;

$G_1(s)$



$G_2(s)$



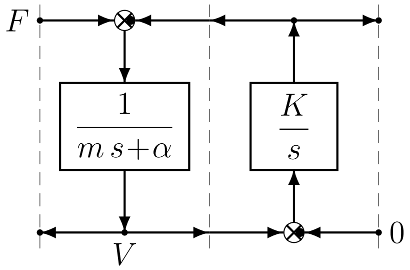
f.1) $M_a =$......... $M_\varphi =$......... f.1) $M_a =$......... $M_\varphi =$.........

f.2) $K_\varphi =$......... $K_a =$......... f.2) $K_\varphi =$......... $K_a =$.........

Controlli Automatici
Recupero Prima Parte
15 Giugno 2012 - Domande

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

1. Dato il seguente schema a blocchi, calcolare la funzione di trasferimento $G(s)$ che lega l'ingresso F all'uscita V e scrivere la corrispondente equazione differenziale che lega i segnali $F(t)$ e $V(t)$:



$$G(s) = \frac{V(s)}{F(s)} =$$

......

2. Relativamente al diagramma di Nyquist della funzione $G(s)$, calcolare la posizione σ_a dell'asintoto verticale e lo sfasamento $\Delta\varphi$ introdotto da $G(j\omega)$ quando ω varia da 0^+ a ∞:

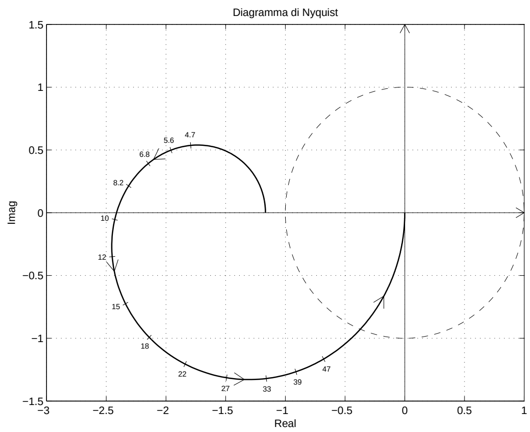
$$G(s) = \frac{(s+1)(5\,s+3)}{s(3\,s^2+5\,s-1)} \qquad \rightarrow \qquad \sigma_a = \qquad\qquad \Delta\varphi =$$

3. Enunciare il criterio di Nyquist nella formulazione valida anche per sistemi instabili ad anello aperto. Fornire sia l'ipotesi che la tesi del criterio.

Criterio di Nyquist. *Nell'ipotesi ...*

4. Sia dato il diagramma di Nyquist (vedi figura) della seguente funzione $G(s) = \frac{70(s-3)}{(9-s)(20-s)}$.

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

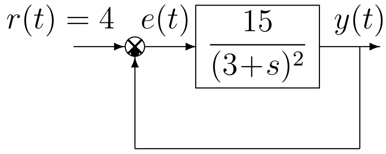


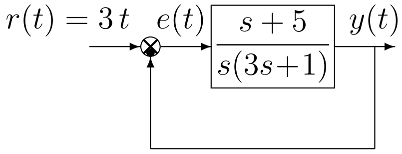
- ◯ $0 < K < \bar{K}_2 < \infty$;
- ◯ $0 < \bar{K}_1 < K < \infty$;
- ◯ $0 < \bar{K}_1 < K < \bar{K}_2$;
- ◯ nessuno dei precedenti;

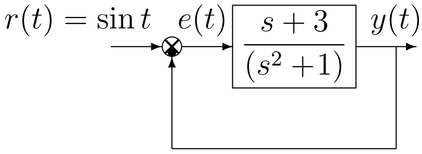
Calcolare (se esistono) i valori $\bar{K}_1$ e $\bar{K}_2$:

$\bar{K}_1 \simeq \ldots$, $\bar{K}_2 \simeq \ldots$.

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







$e(\infty) == 1.5$ $\qquad$ $e(\infty) =$ $\qquad$ $e(\infty) =$

6. Calcolare l'evoluzione libera del sistema $L\,\dot{y}(t) + R\,y(t) = 0$ partendo dalla condizione iniziale $y(0) = 3$.

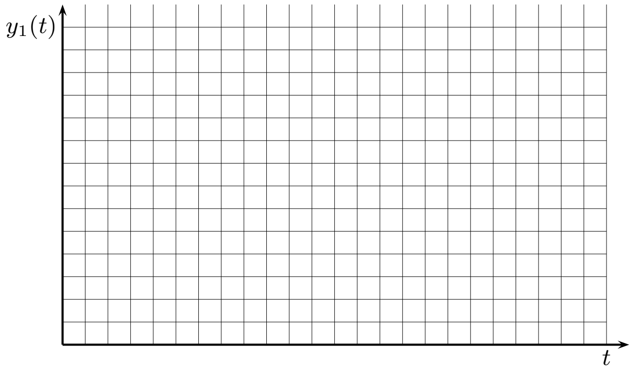
$$y(t) = \qquad\qquad\qquad\qquad , \qquad\qquad t > 0.$$

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

$$G(s) = \frac{50(4 + 0.1\,s)(s^2 + 80\,s + 4000)}{(20 + 0.2\,s)(9 + 0.5\,s)(s^2 + 12\,s + 100)(s^2 + s + 10)}$$

Calcolare inoltre:
1) il valore a regime y_∞ della risposta al gradino per $t \to \infty$;
2) il tempo di assestamento T_a della risposta al gradino $y_1(t)$;
3) il periodo T_ω dell'eventuale oscillazione smorzata presente sul segnale $y_1(t)$:

$y_\infty =$ $\qquad\qquad$ $T_a \simeq$ $\qquad\qquad$ $T_\omega \simeq$



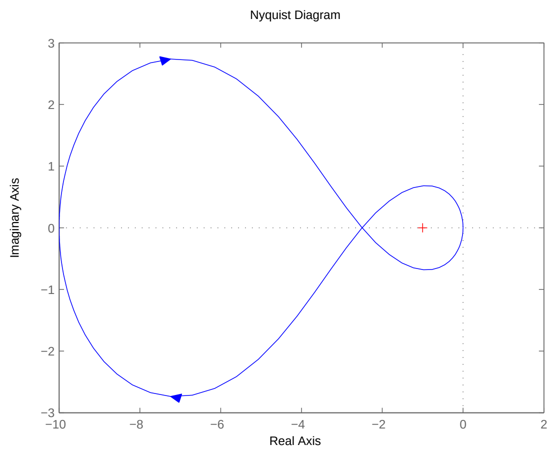
8. Calcolare il valore iniziale $y_0 = \lim_{t \to 0^+} y(t)$ e il valore finale $y_\infty = \lim_{t \to \infty} y(t)$ del segnale $y(t)$ corrispondente alla seguente trasformata di Laplace $Y(s)$:

$$Y(s) = \frac{2\,(3 - 5\,s)(s + 3)}{s(4\,s - 1)(5\,s + 10)} \qquad \to \qquad y_0 = \qquad\qquad\qquad y_\infty =$$

9. Sia dato il diagramma di Nyquist (vedi figura) della seguente funzione $G(s) = \frac{2(s+1)}{(s-1)(s+0.2)}$.

Utilizzando il criterio di Nyquist è possibile affermare che il sistema retroazionato sarà caratterizzato sa:

- ◯ due poli a parte reale negativa;
- ◯ due poli a parte reale positiva;
- ◯ un polo a parte reale positiva e uno a parte reale negativa;
- ◯ due poli sul cui segno nulla si pu desumere.



10. Sia $y(t) = M(\omega)\cos(\omega t + \phi(\omega) + \varphi_0)$ la risposta asintotica di un sistema lineare stabile all'ingresso sinusoidale $x(t) = N\cos(\omega t + \varphi_0)$. Fornire la "definizione" di funzione di risposta armonica $F(\omega)$ utilizzando i simboli che caratterizzano i segnali $x(t)$ e $y(t)$:

$$F(\omega) = \ldots$$

11. 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 $G(s)$ supponendo $t_0 > 0$:

$$G(s) = \frac{(s+3)^2}{s(s+5)^2}\,e^{-t_0 s} \qquad \to \qquad \begin{cases} M(\omega) = \\ \varphi(\omega) = \end{cases}$$