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

Controlli Automatici - Prima parte
10 Aprile 2018 - Esercizi

Si risolvano i seguenti esercizi.

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

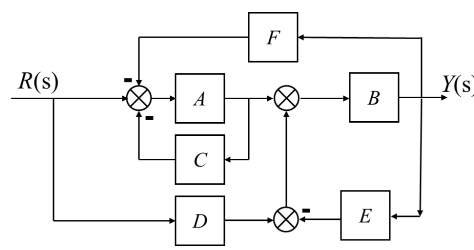
$$x_1(t) = [3 - 5\,e^{-3\,t}]\,\cos(2t), \qquad\qquad x_2(t) = [5t^2 + 2\,\sin(3t)]e^{-4t}$$

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

$$G_1(s) = \frac{20}{s(s+2)^2}, \qquad\qquad G_2(s) = 2 + \frac{5(s-3)}{(s-3)^2+49}$$

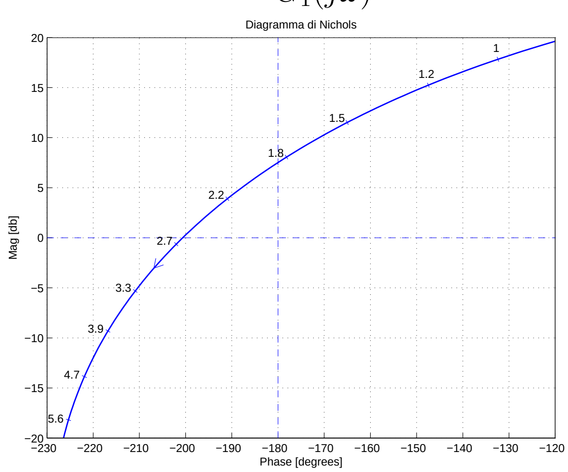
b) Relativamente allo schema a blocchi di figura, calcolare la funzione di trasferimento $G(s) = \frac{Y(s)}{R(s)}$:

$G(s) = \ldots$

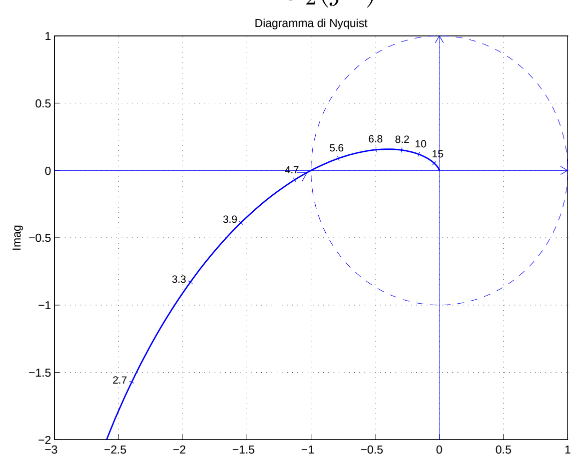


c) I diagrammi riportati sotto sono relativi a due sistemi a fase minima $G_1(s)$ e $G_2(s)$.
Per ciascuno dei due sistemi e nei limiti della precisione consentita dai grafici, calcolare:
c.1) il margine di ampiezza M_a del sistema;
c.2) il margine di fase M_φ del sistema;
c.3) il guadagno K_φ per cui il sistema $K_\varphi\,G(s)$ ha un margine di fase $M_\varphi = 30$;
c.4) il guadagno K_α per cui il sistema $K_\alpha\,G(s)$ ha un margine di ampiezza $M_\alpha = 10$;

$G_1(j\omega)$



$G_2(j\omega)$



c.1) $M_a =$.........

c.2) $M_\varphi =$ ....

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

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

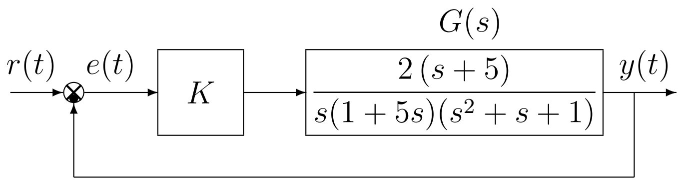
c.1) $M_a =$.........

c.2) $M_\varphi =$ ....

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

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

d) Sia dato il seguente sistema retroazionato:

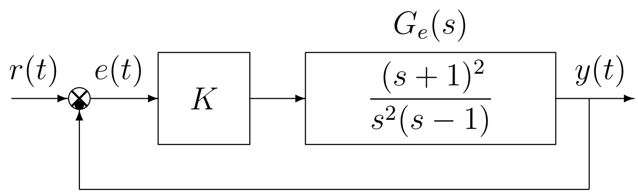


d.1) Determinare per quali valori di K il sistema retroazionato è asintoticamente stabile.

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) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



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

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

e.3) Disegnare qualitativamente il diagramma di Nyquist "completo" della funzione $G_e(s)$. Calcolare esattamente la posizione σ_a di un eventuale asintoto verticale e le eventuali intersezioni σ_i^* con l'asse reale.

f) Si faccia riferimento ai diagrammi di Bode della funzione $G(s)$ mostrati in figura.

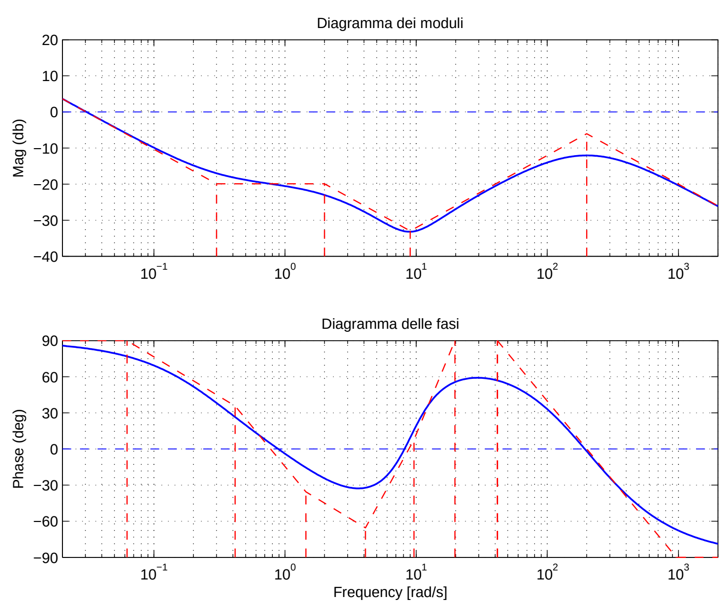
f.1) Nei limiti della precisione consentita dal grafico, ricavare l'espressione analitica della funzione $G(s)$.

$G(s) = \ldots$

Stimare in modo approssimato eventuali valori di δ.

f.2) Calcolare la risposta a regime $y_\infty(t)$ del sistema $G(s)$ quando in ingresso è presente il segnale:

$$x(t) = 2\,\sin(0.06\,t) + \cos(3\,t - \tfrac{\pi}{4}).$$



f.2) La risposta a regime del sistema $G(s)$ al segnale dato è la seguente:

$$y_\infty(t) =$$

Controlli Automatici - Prima parte

10 Aprile 2018 - Domande

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

Si risponda alle seguenti domande.

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

$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{(s+3)^2}{3\,s^4 + s^3 + 6\,s^2 + \,s + 4} \qquad \rightarrow \qquad \ldots$$

Applicare il Criterio di Routh al polinomio a denominatore della funzione $G(s)$:

4	
3	
2	
1	
0	

○ Il sistema $G(s)$ é stabile

○ Il sistema $G(s)$ é instabile

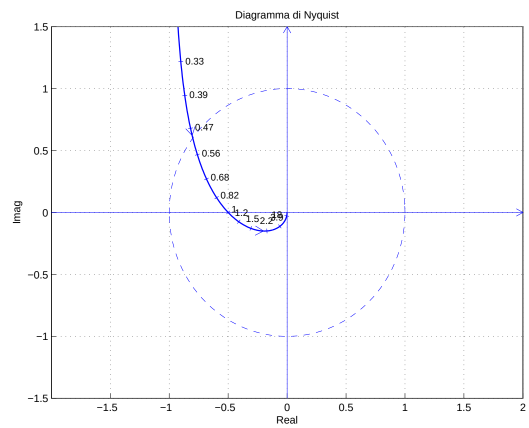
○ Il sistema $G(s)$ é a fase minima

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

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

$$\ldots \quad K \quad \ldots$$

Calcolare dal grafico, in modo approssimato, i valori limite dell'intervallo di ammissibilità del parametro K.



3. Per un sistema del 2^o ordine privo di zeri, scrivere le funzioni $S(\delta)$ e $M_R(\delta)$ che legano la massima sovraelongazione $S\%$ e il picco di risonanza M_R al coefficiente di smorzamento δ:

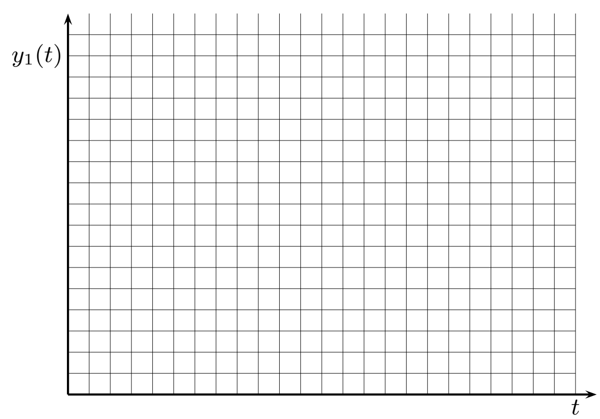
$S(\delta) =$ $\qquad\qquad$ $M_R(\delta) =$

4. Utilizzando i teoremi del valore iniziale e del valore finale, disegnare l'andamento qualitativo $y_1(t)$ della risposta al gradino del seguente sistema:

$$G(s) = \frac{6s-3}{3s+2}$$

Calcolare il valore iniziale y_0, il valore finale y_∞ e il tempo di assestamento T_a della risposta al gradino $y_1(t)$:

$y_0 =$ $\qquad$ $y_\infty \simeq$ $\qquad$ $T_a \simeq$



5. Calcolare l'evoluzione libera del sistema $4\dot{y}(t) + 3\,y(t) = 0$ con condizione iniziale $y(0) = 5$.

$Y(s) =$ $\qquad\qquad$ $y(t) =$

6. Calcolare la risposta a regime $y(t)$ del sistema $G(s)$ quando in ingresso è presente il seguente segnale sinusoidale $x(t)$:

$$x(t) = 4 + 4\cos\left(2t - \tfrac{\pi}{3}\right) \longrightarrow \boxed{\overset{G(s)}{\dfrac{12}{(s+2)^2}}} \longrightarrow y(t) \simeq \ldots$$

7. 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 $Y(s)$:

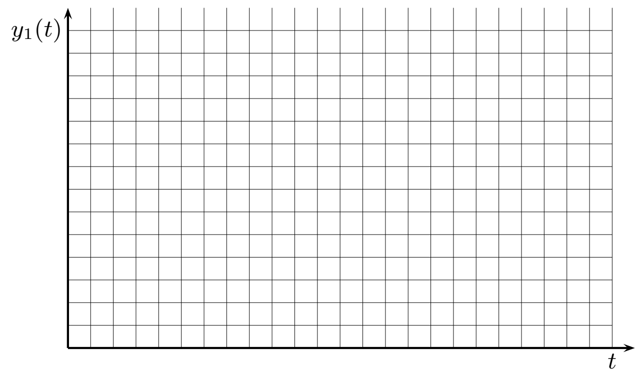
$$Y(s) = \frac{2\,(3+5\,s)(s-4)}{s(2\,s+1)(7\,s+3)} \qquad \rightarrow \qquad y_0 = \qquad\qquad y_\infty =$$

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

$$G(s) = \frac{30(1+0.5s)(s+20)(s^2+16s+60^2)}{(3s+18)(5s+1)(s^2+30s+900)(s^2+5s+64)}$$

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

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



9. In figura sono mostrati i diagrammi di Bode di un sistema lineare $G(s)$ a fase minima. Nei limiti della precisione del grafico, calcolare:
   a) la posizione del polo dominante p_1 del sistema $G(s)$:

      $p_1 \simeq \ldots\ldots$

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

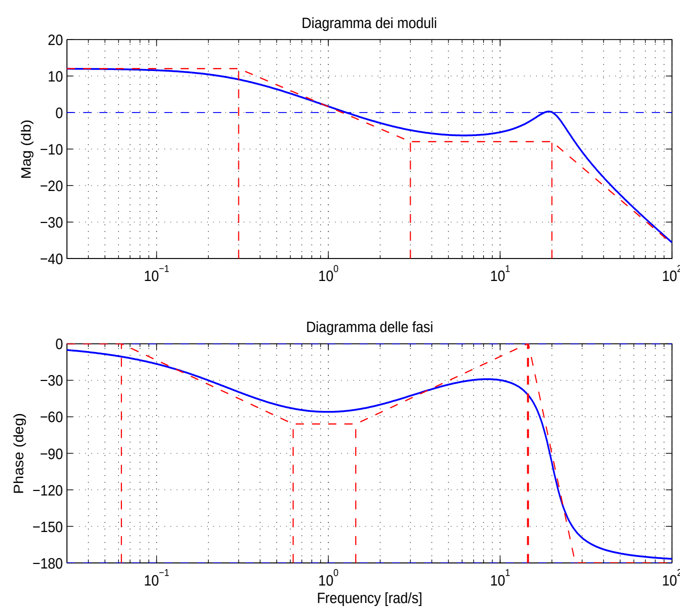
      $T_a \simeq \ldots\ldots$

   c) i margini di stabilità del sistema $G(s)$:

      $M_\varphi \simeq \ldots\ldots$, $\qquad M_a \simeq \ldots\ldots$

   d) il guadagno statico K_0 del sistema $G(s)$:

      $K_0 \simeq \ldots\ldots$



10. 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 $t_0 > 0$:

$$G(s) = \frac{(3\,s-2)(1+2s)}{s^2(s+5)^2}\, e^{-4\,t_0 s} \quad \rightarrow \quad \begin{cases} M(\omega) = \\ \varphi(\omega) = \end{cases}$$

Diagramma dei moduli: $G_d(s)$

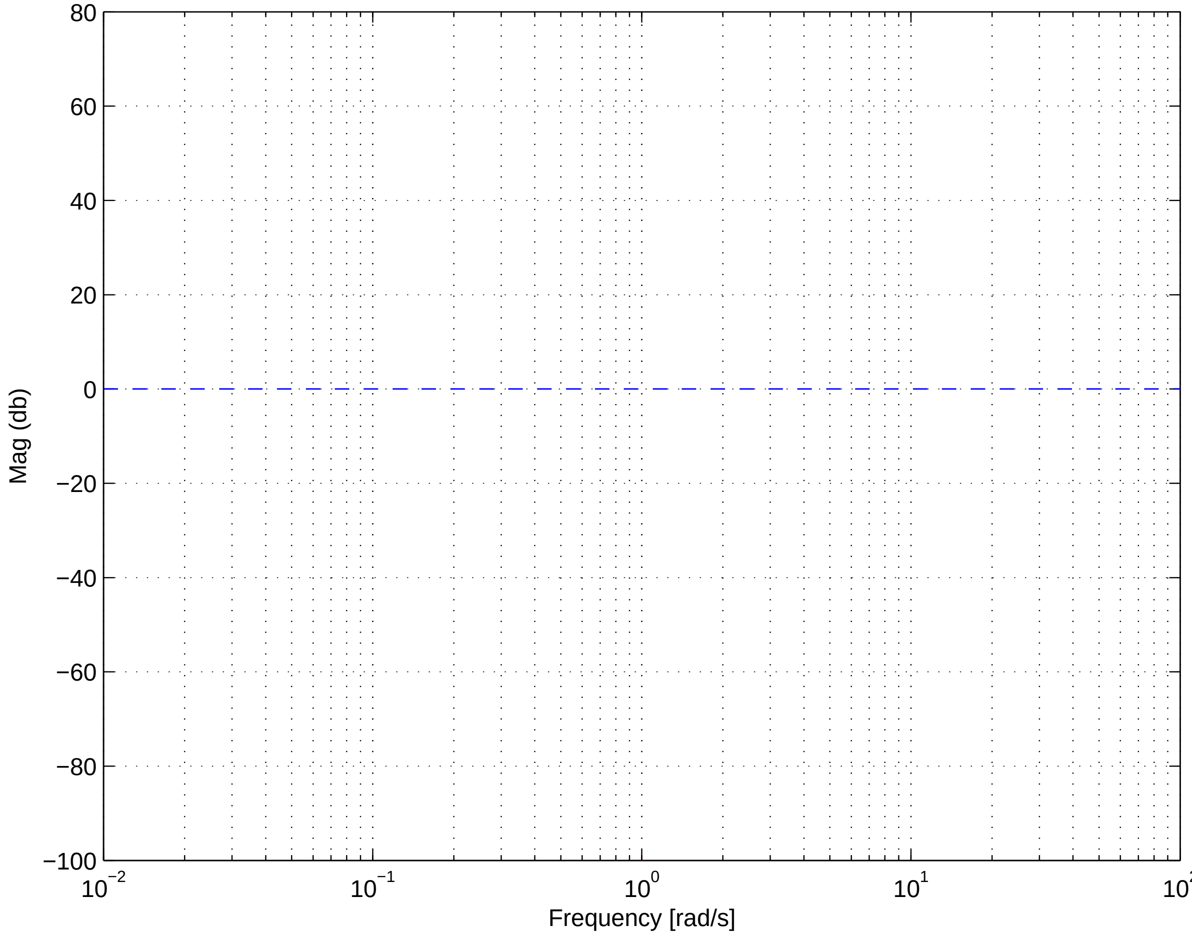


Diagramma delle fasi: $G_d(s)$

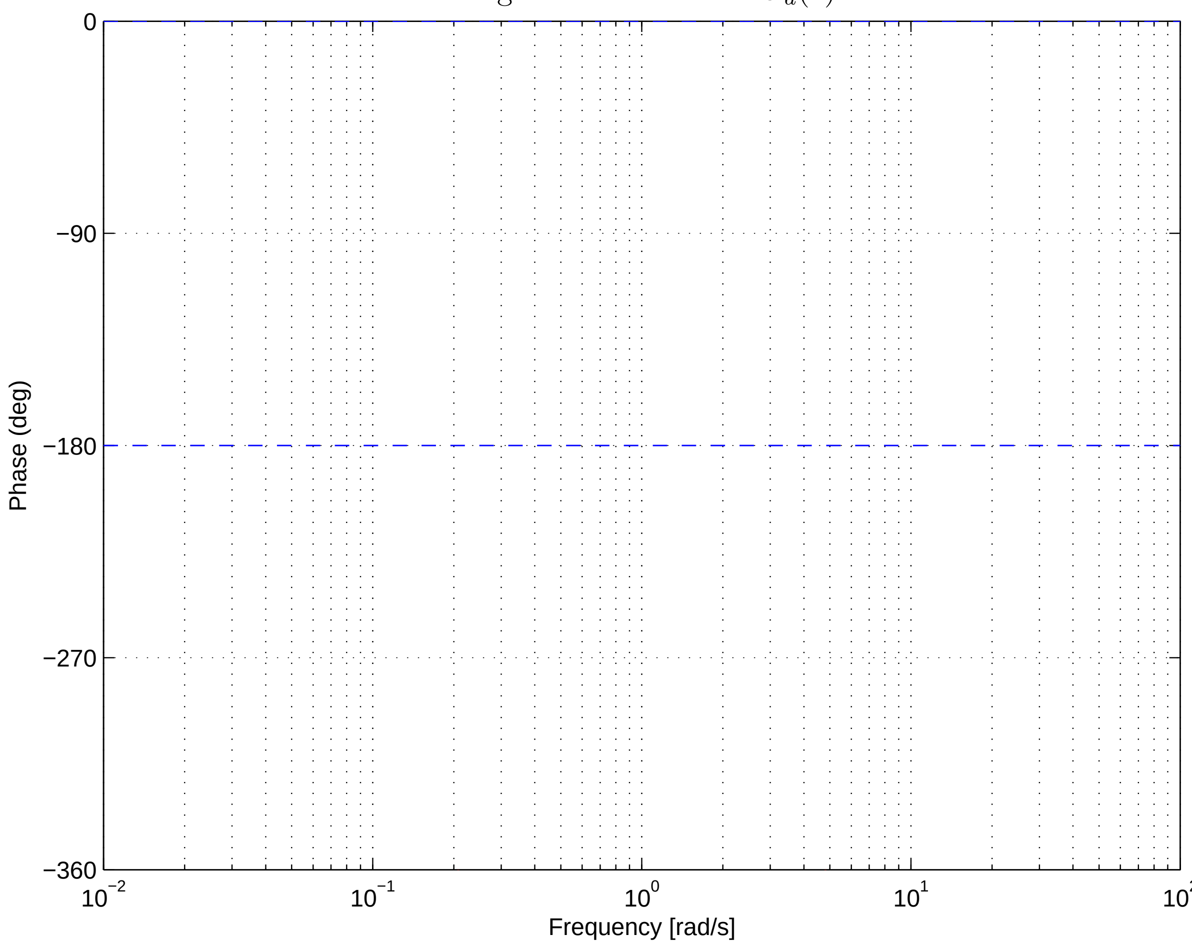


Diagramma dei moduli: $G_e(s)$

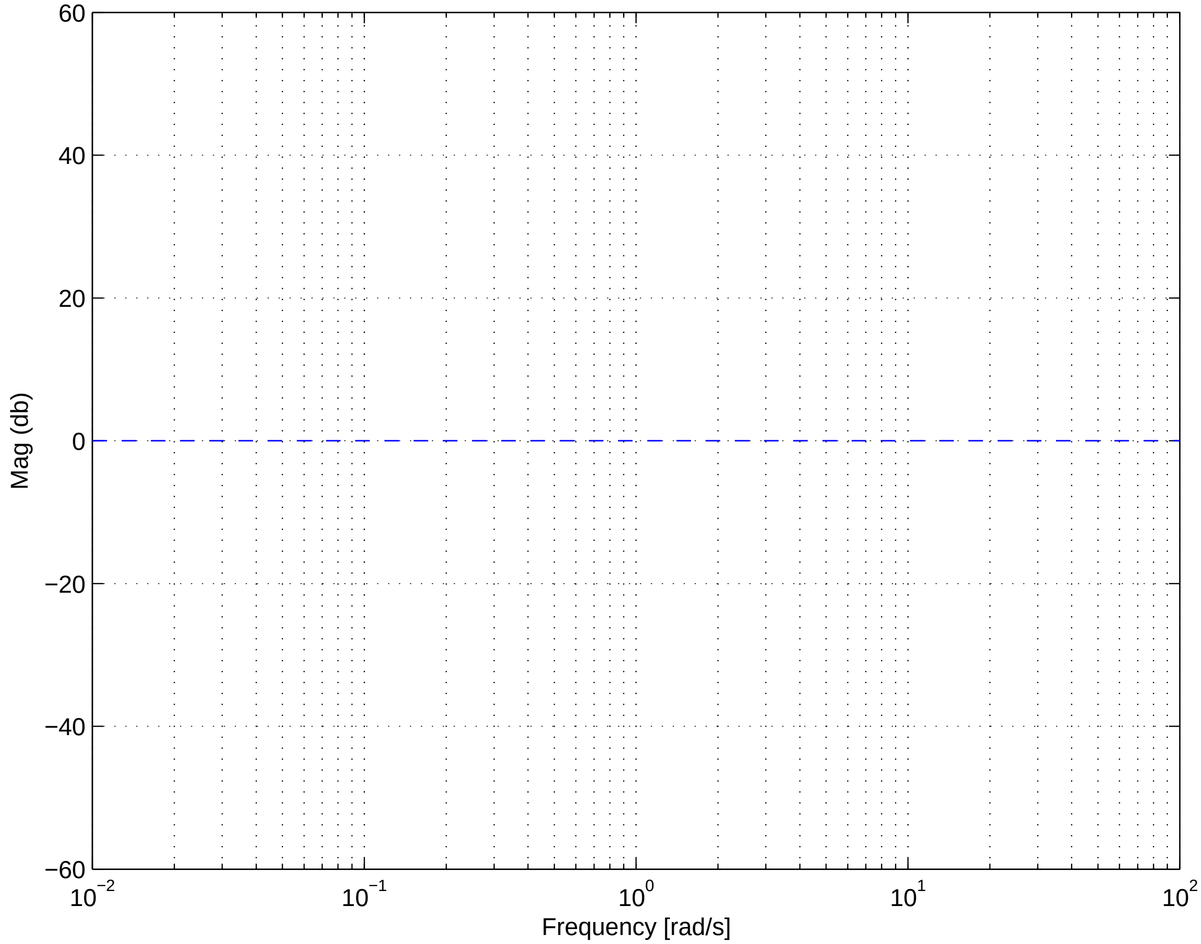


Diagramma delle fasi: $G_e(s)$