Controlli Automatici - Prima parte
6 Novembre 2025 - Esercizi - INFO

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

Si risolvano i seguenti esercizi.

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

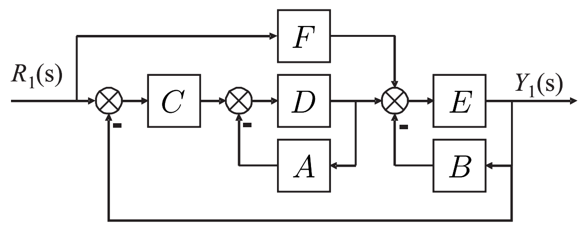
$$x_1(t) = (3 + 2\,e^{-5t})\sin(6t), \qquad\qquad x_2(t) = (6 + 2\,t^3)\,e^{-2\,t}$$

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

$$G_1(s) = \frac{30}{s(s+2)(s+5)} \qquad\qquad G_2(s) = 2 + \frac{6}{(s+5)^3}$$

b) Relativamente allo schema a blocchi di figura, calcolare la funzione di trasferimento $G(s) = \frac{Y_1(s)}{R_1(s)}$:

$G(s) = \ldots$



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:

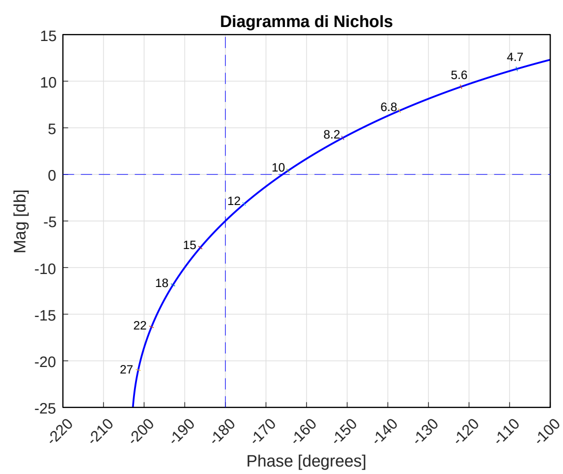
c.1) il margine di ampiezza M_a del sistema;

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 $M_\varphi = 50$;

c.4) il guadagno K_α per cui il sistema $K_\alpha\,G(s)$ ha un margine di ampiezza $M_\alpha = 5$;

$G_1(j\omega)$



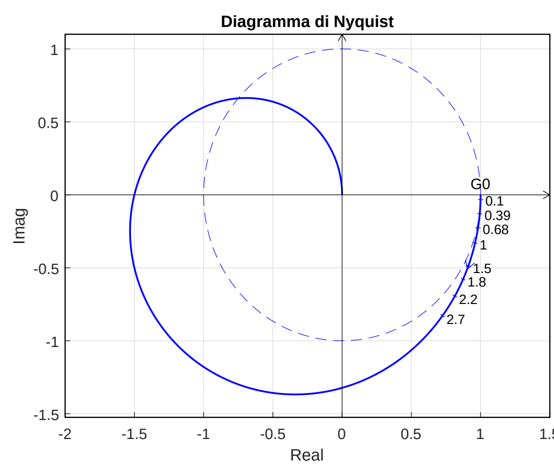
c.1) $M_a =$.........

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

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

c.4) $K_a =$ ....

$G_2(j\omega)$



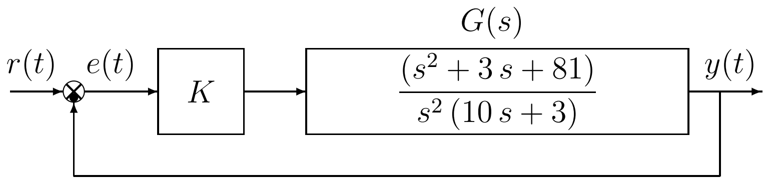
c.1) $M_a =$.........

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

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

c.4) $K_a =$ ....

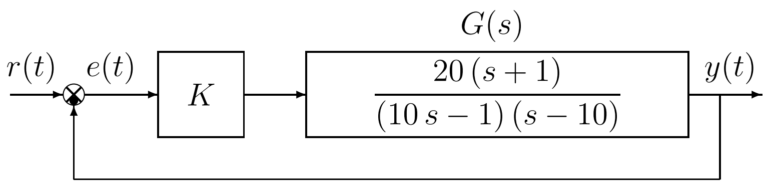
d) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



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

d.2) Disegnare qualitativamente il diagramma di Nyquist "completo" della funzione $G(s)$. Calcolare esattamente la posizione σ_a di un eventuale asintoto verticale.

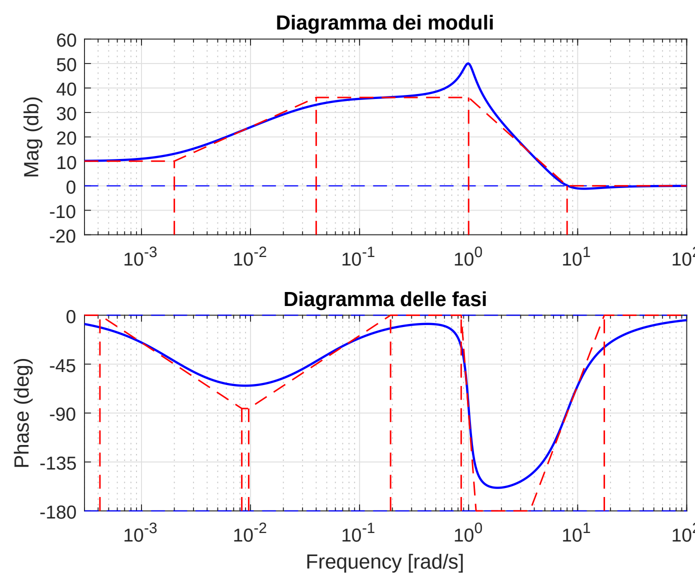
e) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



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

e.2) Disegnare qualitativamente il diagramma di Nyquist "completo" della funzione $G(s)$.

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



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

$G(s) = \ldots$

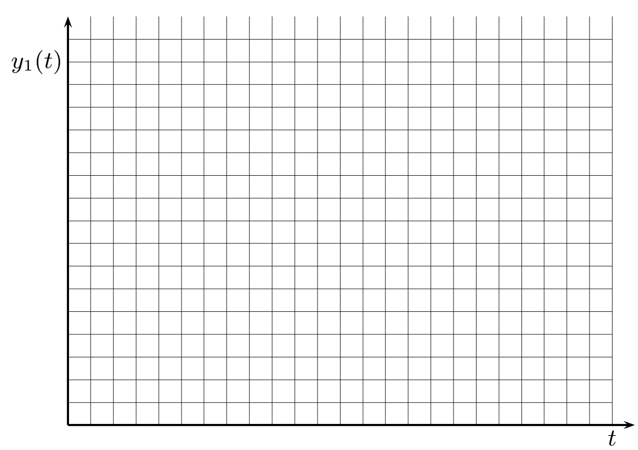
Stimare in modo approssimato eventuali valori di δ.

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

$$G(s) = \frac{3\,s+4}{2\,s+1}$$

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

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



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

Controlli Automatici - Prima parte

6 Novembre 2025 - Domande - INFO

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:

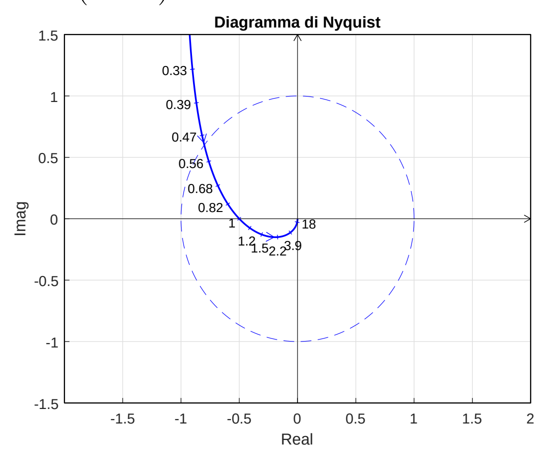
$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{s^2 + 2\,s + 3}{s^4 + 3\,s^3 + 6\,s^2 + \,s + 4} \qquad \rightarrow \qquad \dots$$

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:

$$\dots \quad K \quad \dots$$

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



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

$$x(t) = 12 + 4\cos(8t) \longrightarrow \boxed{G(s) = \frac{5}{s+6}} \longrightarrow y(t) \simeq \dots$$

4. 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 ...*

5. Scrivere la funzione di trasferimento $G(s)$ di un sistema del secondo ordine caratterizzato da un guadagno statico $G(0) = 3$, da una pulsazione naturale $\omega_n = 4$ e da un tempo di assestamento $T_a = 2$ s alla risposta al gradino:

$$G(s) =$$

6. Calcolare l'evoluzione libera del sistema $3\dot{y}(t) + 2\,y(t) = 0$ partendo dalla condizione iniziale $y(0) = 4$.

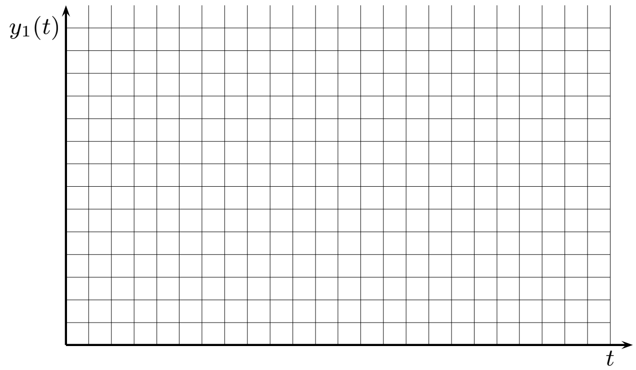
$$Y(s) = \qquad\qquad\qquad y(t) =$$

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

$$G(s) = \frac{20(12+s)(3s+30)}{(2s+12)(0.4s+5)(s^2+0.6s+4)}$$

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 $y_1(t)$:

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



8. In un sistema del 2^o ordine la distanza del poli dall'origine (a parità di direzione) influisce sui seguenti parametri della risposta al gradino

◯ tempo di ritardo
◯ tempo di salita
◯ coefficiente di smorzamento
◯ tempo di assestamento

9. Un sistema caratterizzato da funzione di trasferimento $G(s)$ è asintoticamente stabile se:

◯ tutti i modi temporali di $G(s)$ rimangono limitati per $t \to \infty$
◯ almeno un modo temporale di $G(s)$ tende a zero per $t \to \infty$
◯ tutti i modi temporali di $G(s)$ tendono a zero per $t \to \infty$
◯ la $G(s)$ non presenta modi temporali

10. Dato uno schema a blocchi caratterizzato da un ingresso X e da un'uscita Y, scrivere la formula di Mason per calcolare la funzione di trasferimento $G = \frac{Y}{X}$:

11. Si faccia riferimento al diagramma di Bode dei moduli di un sistema $G(s)$ a fase minima.

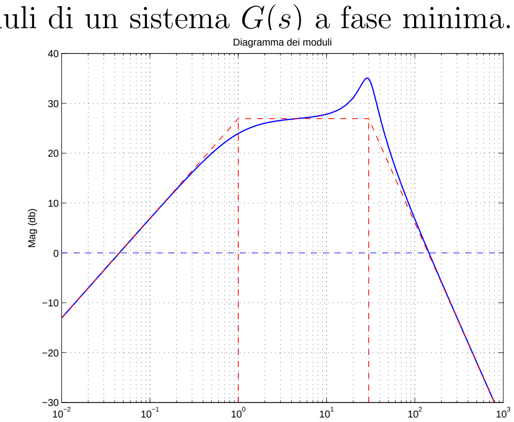
Utilizzando la formula di Bode, calcolare in modo approssimato la fase φ del sistema $G(s)$ in corrispondenza delle seguenti pulsazioni ω:

$\omega_1 = 0.04 \quad \to \quad \varphi_1 \simeq$

$\omega_2 = 1 \quad \to \quad \varphi_2 \simeq$

$\omega_3 = 30 \quad \to \quad \varphi_3 \simeq$

$\omega_4 = 400 \quad \to \quad \varphi_4 \simeq$



12. 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 $G(s)$:

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

Diagramma dei moduli: $G_d(s)$

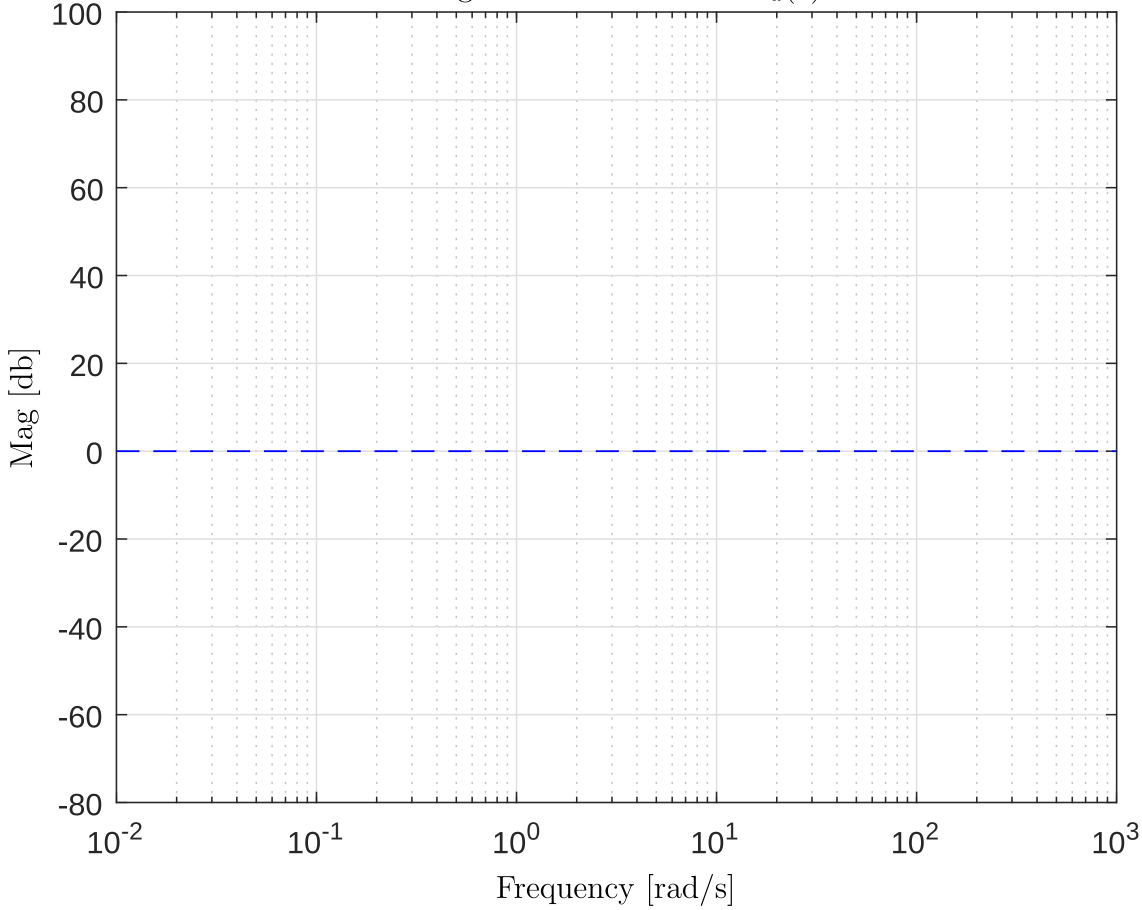
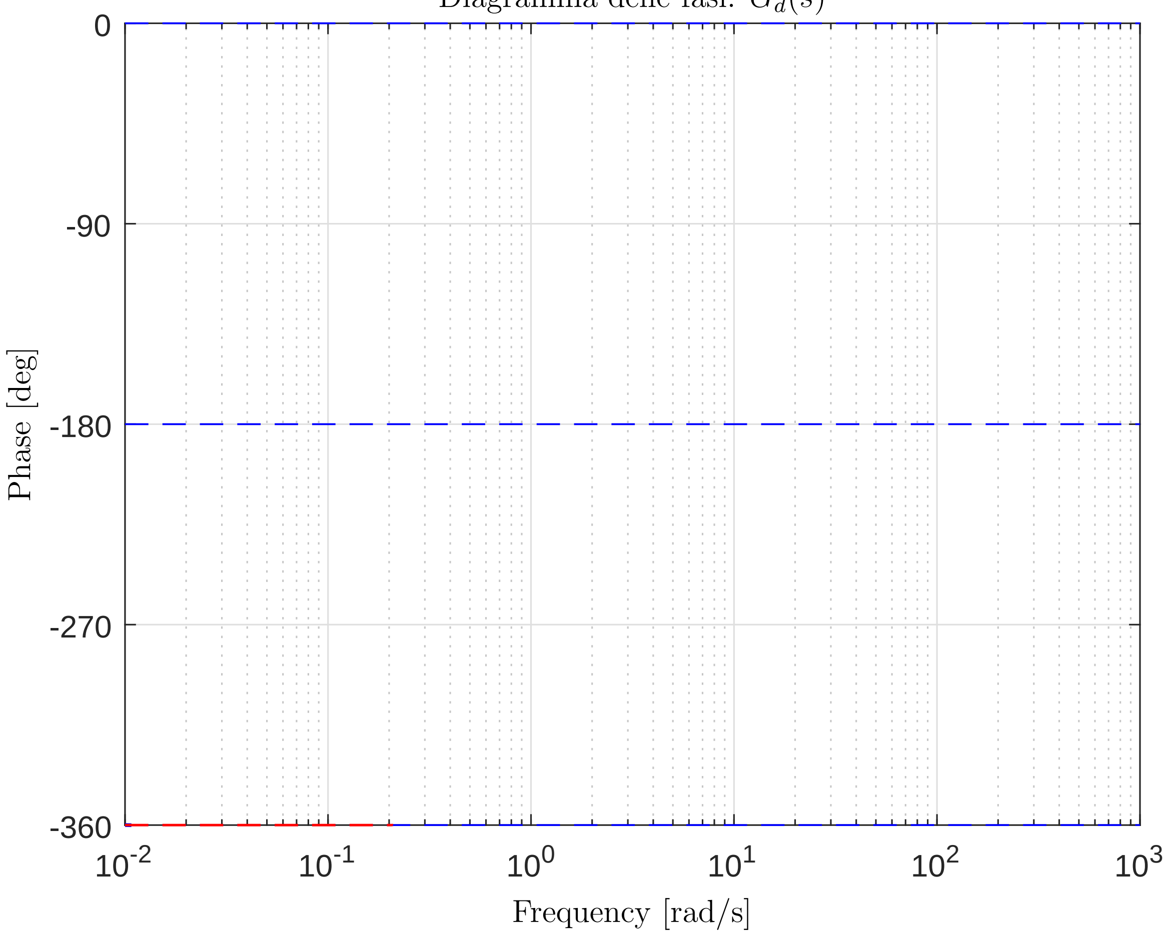


Diagramma delle fasi: $G_d(s)$



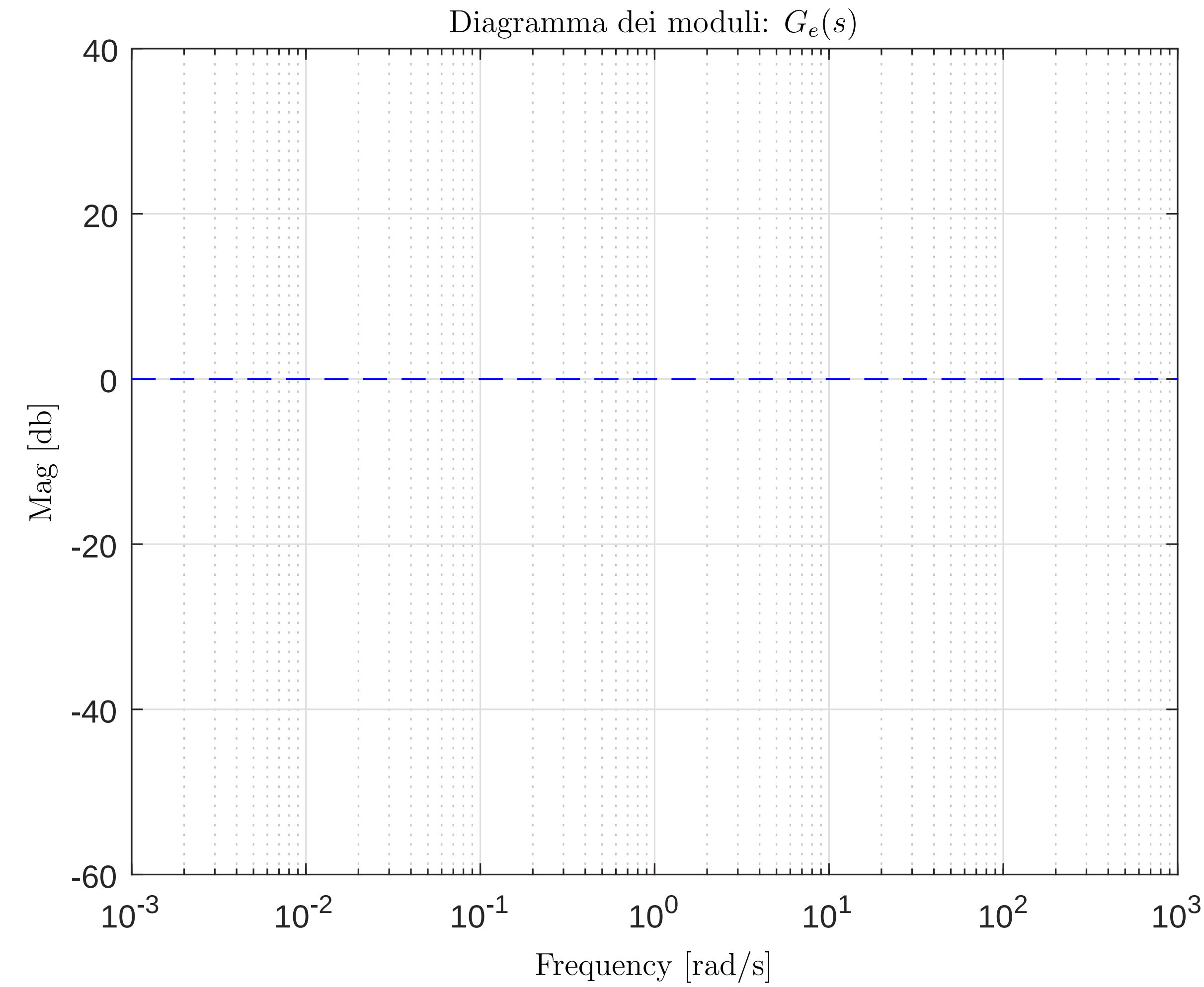


Diagramma dei moduli: $G_e(s)$
Mag [db]
40
20
0
-20
-40
-60
10^{-3} 10^{-2} 10^{-1} 10^{0} 10^{1} 10^{2} 10^{3}
Frequency [rad/s]

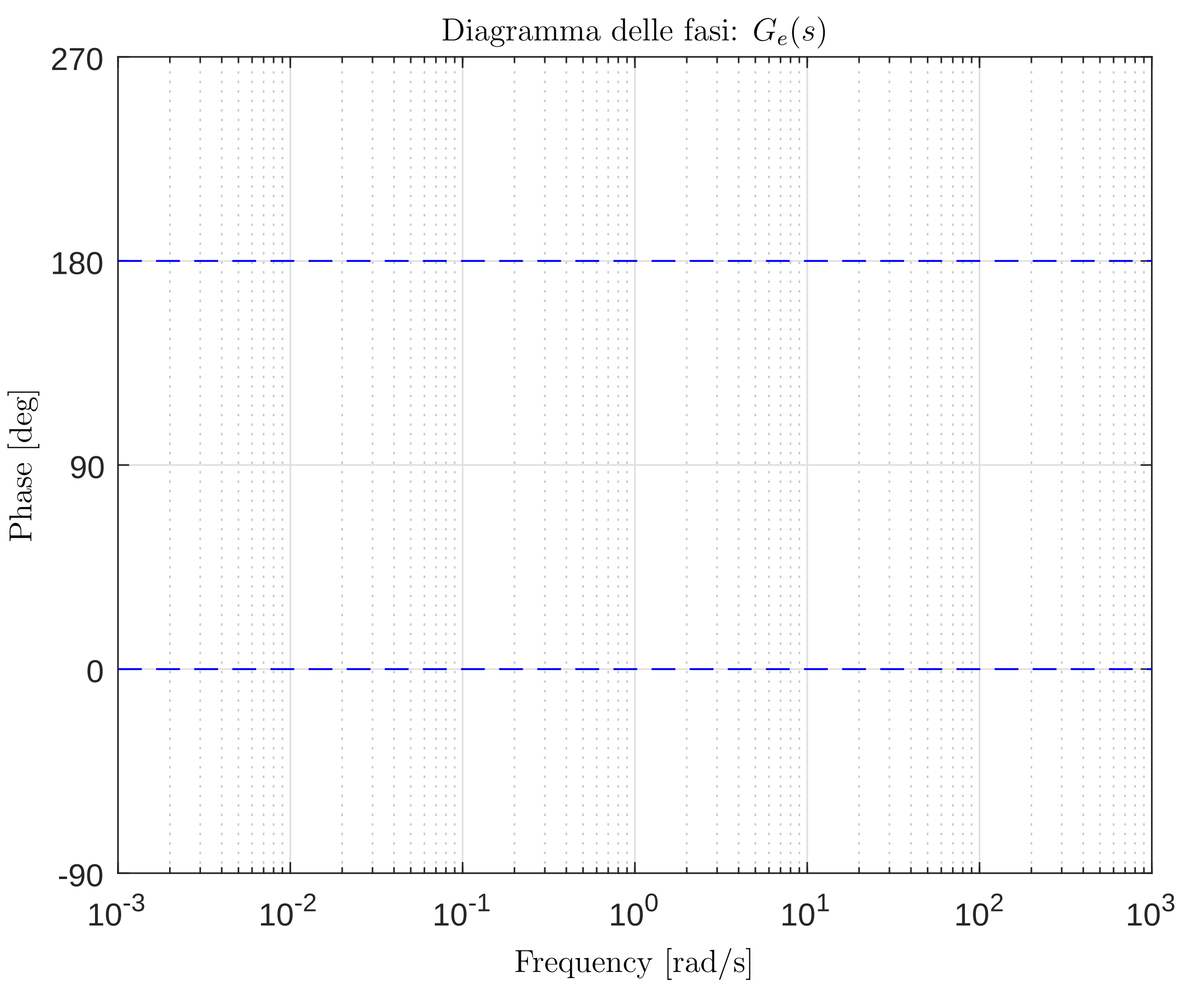


Diagramma delle fasi: $G_e(s)$
Phase [deg]
270
180
90
0
-90
10^{-3} 10^{-2} 10^{-1} 10^{0} 10^{1} 10^{2} 10^{3}
Frequency [rad/s]