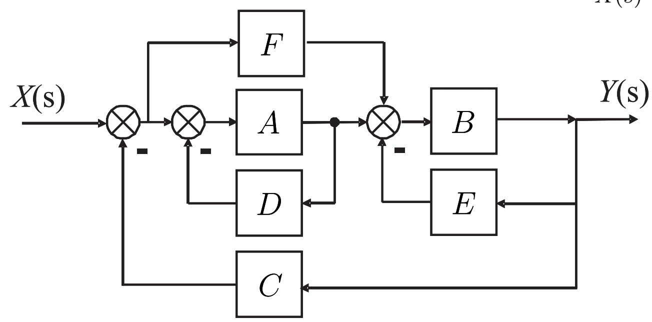
Automatic Controls
21 Dicembre 2018 - Esercizi

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

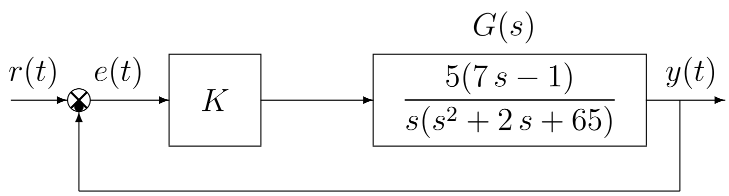
Si risolvano i seguenti esercizi.

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

$G_1(s) = \ldots$



b) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



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

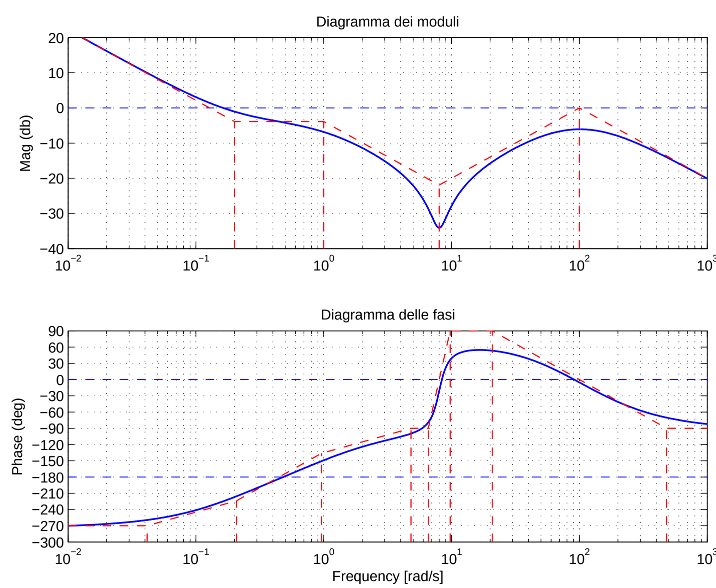
b.2) Tracciare i diagrammi asintotici di Bode delle ampiezze e delle fasi della funzione $G(s)$.

b.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^*.

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

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

$G(s) = \ldots$

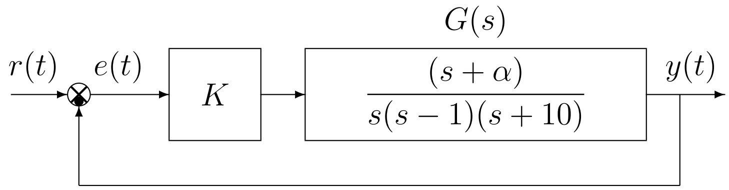


Stimare in modo approssimato eventuali valori di δ.

c.2) Calcolare il valore della funzione di risposta armonica $G(j\omega)$ in corrispondenza della pulsazione $\omega = 2$:

$G(j2) =$

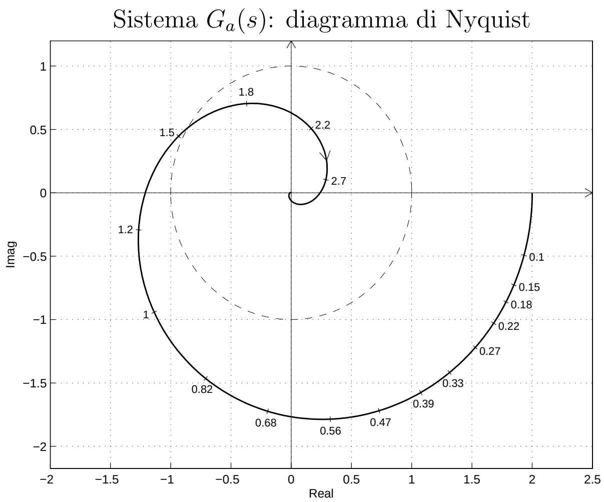
d) Sia dato il seguente sistema retroazionato:



d.1) Posto $\alpha = 1$, tracciare qualitativamente il luogo delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $K > 0$. Determinare esattamente la posizione degli asintoti. Determinare la posizione di eventuali punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

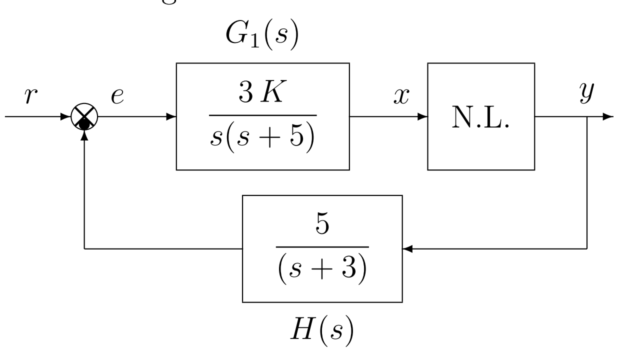
d.2) Posto $K = 18$, tracciare qualitativamente il contorno delle radici del sistema retroazionato al variare del parametro $\alpha > 0$. Determinare esattamente la posizione e il centro degli asintoti. Determinare la posizione di eventuali punti di diramazione "solo in modo qualitativo".

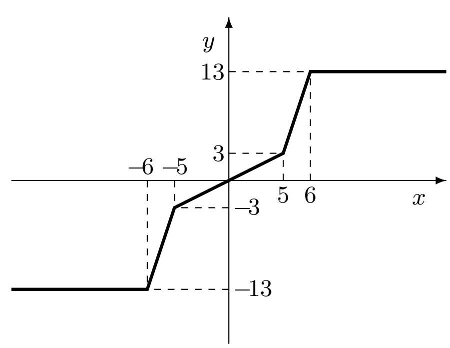
e) Sia data la seguente funzione di risposta armonica del sistema $G_a(s)$:



Per il sistema $G_a(s)$, progettare una rete correttrice $C(s)$ in grado di garantire al sistema compensato un margine di ampiezza $M_a = 5$. Scegliere il valore della pulsazione ω che si ritiene più opportuno;

f) Si consideri il seguente sistema non lineare retroazionato:





f.1) Posto $K = 1$, determinare per quale valore r^* del riferimento r il punto di lavoro del sistema retroazionato coincide con il punto $(x_0, y_0) = (5, 3)$.

f.2) Disegnare in modo qualitativo l'andamento della funzione descrittiva $F(X)$ della non linearità N.L. assegnata, prendendo l'origine come punto di lavoro. Utilizzare delle variabili (per esempio: m_1, m_2, ...) per rappresentare gli eventuali valori non noti minimi e massimi della funzione $F(X)$.

f.3) Discutere "qualitativamente" (in funzione anche dei parametri m_1 ed m_2) l'esistenza o meno di cicli limite nel sistema retroazionato al variare del guadagno $K > 0$.

e) Utilizzando il metodo delle differenze all'indietro, discretizzare la seguente rete correttrice

$$D(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = \frac{(s+2)}{(s+3)}$$

giungendo anche alla determinazione della corrispondente equazione alle differenze. Si utilizzi il periodo di campionamento $T = 0.1$.

Controlli Automatici - Prima parte

21 Dicembre 2018 - Domande

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

Si risponda alle seguenti domande.

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

$$\mathcal{L}[4\,t^3\,e^{-2\,t}] = \qquad\qquad \mathcal{L}[2\cos(4\,t)\,e^{-5\,t}] =$$

2. Calcolare la trasformata di Laplace inversa $g(t)$ delle seguente funzione di trasferimento $G(s)$:

$$\mathcal{L}^{-1}\left[\frac{12}{s(s+2)(s+3)}\right] = \mathcal{L}^{-1}\left[\frac{}{s} + \frac{}{s+2} + \frac{}{s+3}\right] =$$

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

$$2\dddot{y}(t)+3\,\ddot{y}(t)+5\,\dot{y}(t)+y(t) = 6\,\ddot{x}(t)+7\,x(t) \qquad \rightarrow \qquad G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} =$$

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

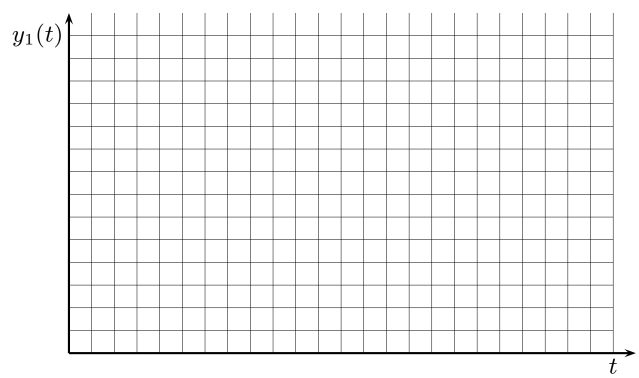
$$x(t) = 5 + 3\cos(2t + \tfrac{\pi}{3}) \longrightarrow \boxed{G(s) = \frac{4}{s+1}} \longrightarrow y(t) \simeq \ldots$$

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

$$G(s) = \frac{300\,(2+0.1\,s)(s^2+200s+40000)}{(0.5\,s+25)(0.1\,s+20)(s^2+4s+400)(s^2+60s+925)}$$

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 $y_1(t)$:

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



6. Calcolare l'evoluzione libera del sistema $3\,\dot{y}(t) + 5\,y(t) = 0$ con condizione iniziale $y(0) = 2$.

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

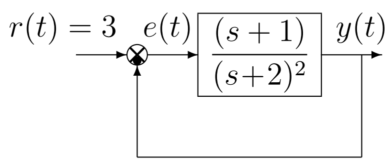
7. Scrivere il modulo $M(\omega) = |G(j\omega)|$ e la fase $\varphi(\omega) = \arg G(j\omega)$ della funzione di risposta armonica del seguente sistema $G(s)$ supponendo $t_0 > 0$:

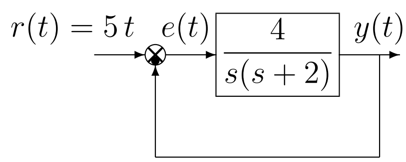
$$G(s) = \frac{(1-2\,s)}{s(s+4)}\,e^{-2\,t_0 s} \qquad \rightarrow \qquad \begin{cases} M(\omega) = \\ \varphi(\omega) = \end{cases}$$

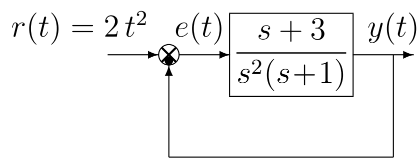
8. Un sistema in retroazione negativa avente $G(s)$ sul ramo diretto, $H(s)$ sul ramo di retroazione e con un elevato guadagno statico d'anello

   ◯ è poco sensibile alle variazioni parametriche di $H(s)$
   ◯ è poco sensibile alle variazioni parametriche di $G(s)$
   ◯ è poco sensibile alla presenza di disturbi costanti esterni agenti sul sistema

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



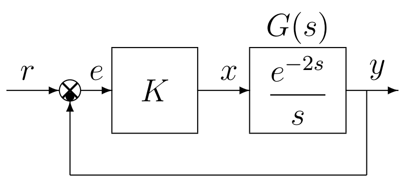




$e(\infty) =$ $\qquad$ $e(\infty) =$ $\qquad$ $e(\infty) =$

10. Tracciare i diagrammi di bode (moduli e fasi) di una rete anticipatrice $C(s) = \frac{(1+\tau_1\, s)}{(1+\tau_2\, s)}$, $(\tau_1 > \tau_2)$:

11. Sia dato il seguente sistema retroazionato. Per quale valore di K il sistema retroazionato è stabile?



$\ldots < K < \ldots$

12. Quale dei seguenti parametri della risposta al gradino di un sistema $G(s)$ è maggiormente influenzato dalla larghezza di banda ω_f del sistema stesso:

   ◯ tempo di ritardo T_r $\qquad$ ◯ tempo di assestamento T_a
   ◯ tempo di salita T_s $\qquad$ ◯ massima sovraelongazione S

13. Calcolare la $\mathcal{Z}$-trasformata $X(z)$ dei seguenti segnali tempo continui $x(t)$ quando $t = k\,T$:

   $x(t) = 2^{-3t} \quad \rightarrow \quad X(z) =$ $\qquad$ $x(t) = 5\,t \quad \rightarrow \quad X(z) =$

14. Scrivere l'equazione alle differenze corrispondente alla seguente funzione di trasferimento:

$$G(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{3z+5}{4\,z^2 + 2\,z + 1 + 2\,z^{-2}} \qquad \rightarrow$$

15. Sia $X(z) = \mathcal{Z}[x(k)]$. Enunciare il teorema della traslazione "in anticipo" nel tempo:

$$\mathcal{Z}[x(t+nT)] =$$

16. In un sistema discreto a segnali campionati, qual è il legame che lega la variabile discreta z e la variabile s di Laplace?

$$z =$$

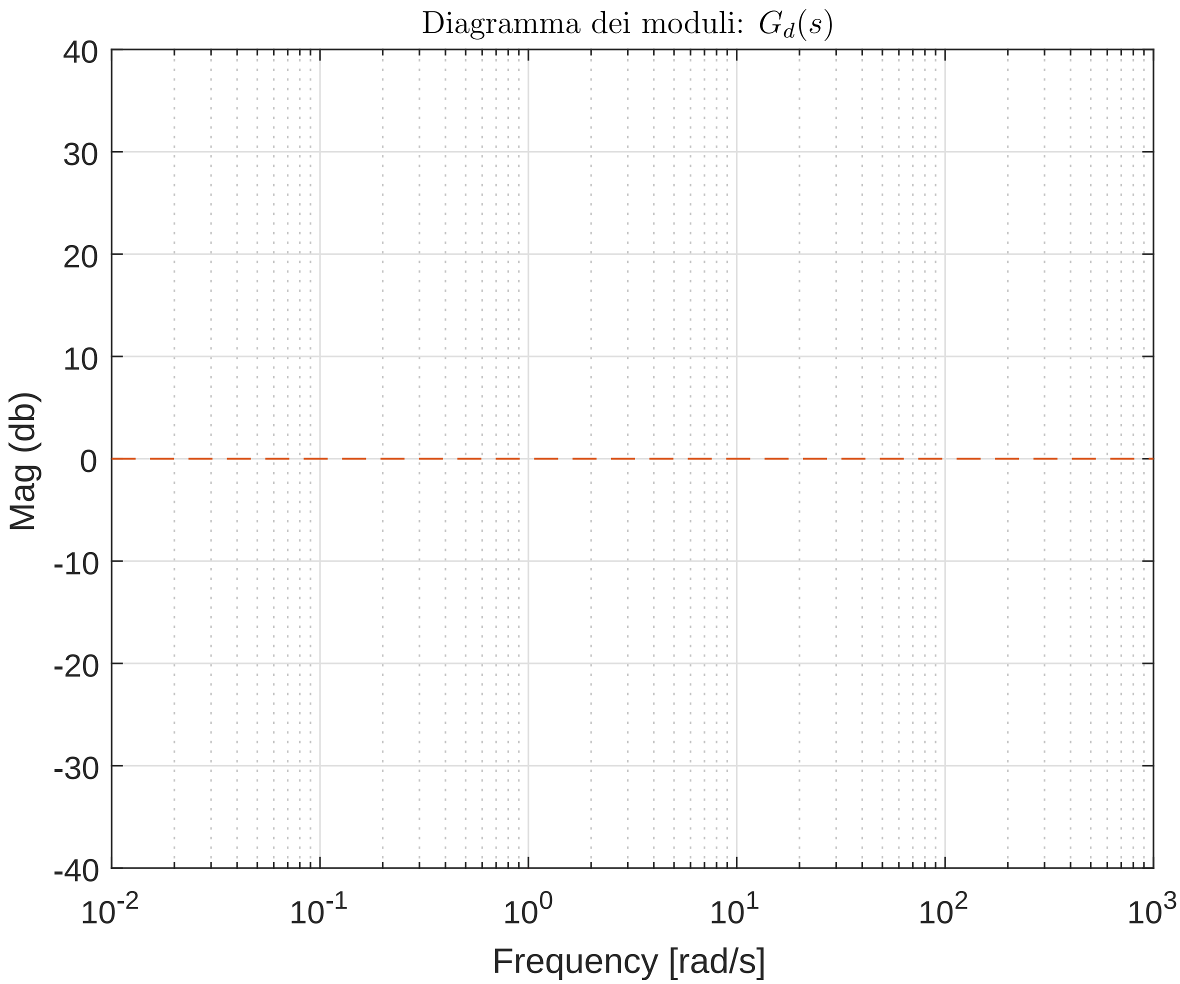


Diagramma dei moduli: $G_d(s)$
Mag (db)
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
10^{-2}
10^{-1}
10^{0}
10^{1}
10^{2}
10^{3}
Frequency [rad/s]

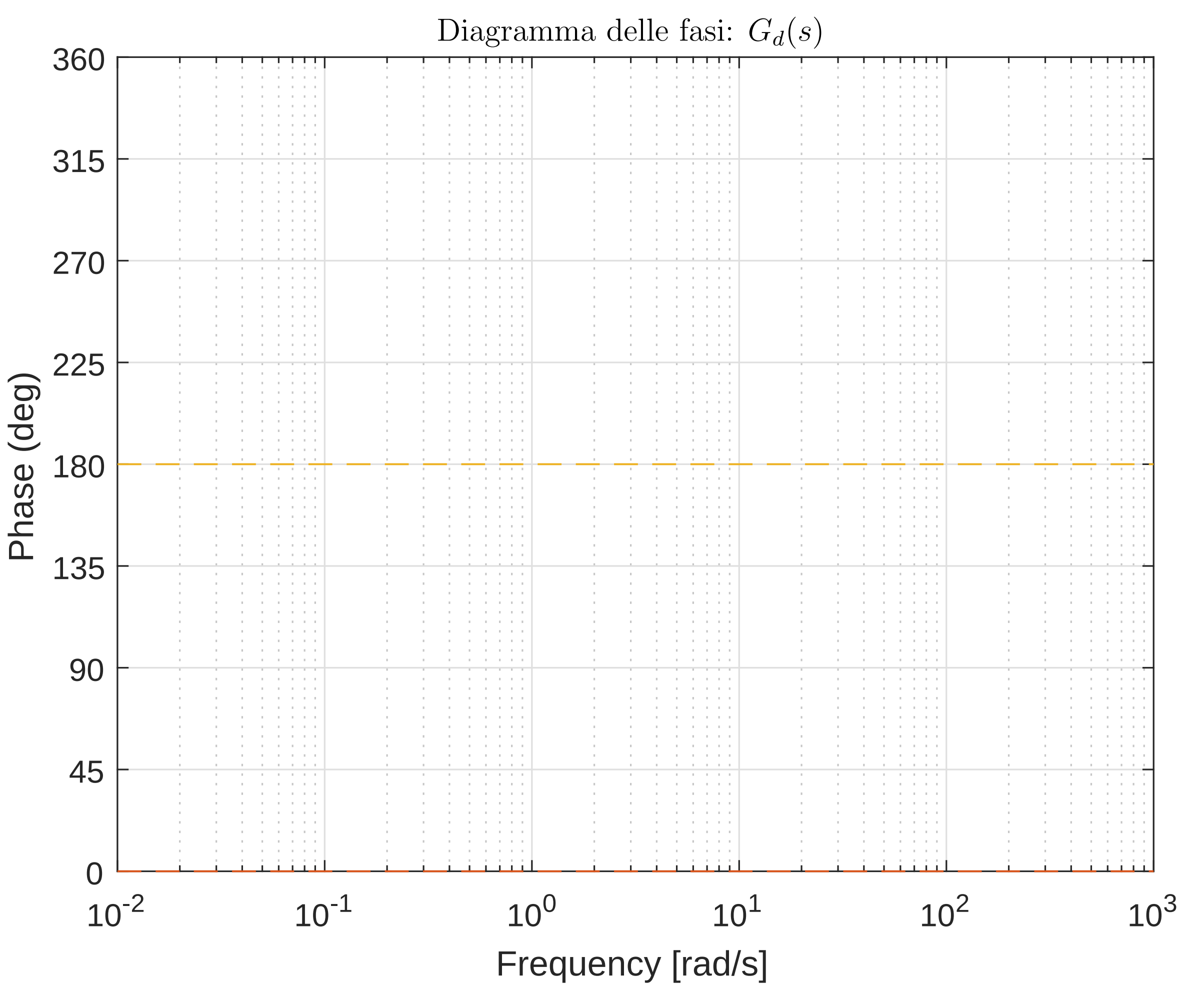


Diagramma delle fasi: $G_d(s)$
Phase (deg)
360
315
270
225
180
135
90
45
0
10^{-2}
10^{-1}
10^{0}
10^{1}
10^{2}
10^{3}
Frequency [rad/s]

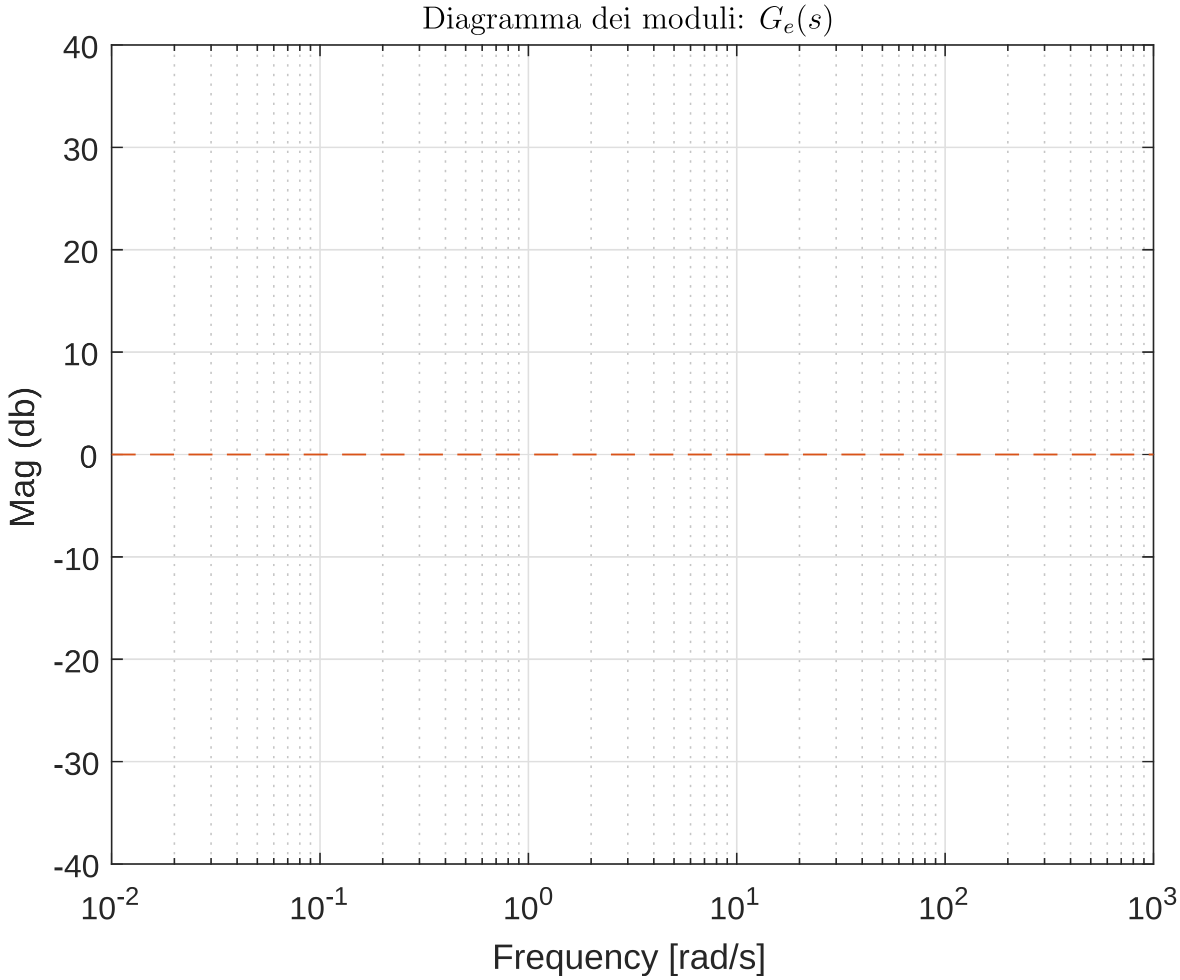


Diagramma dei moduli: $G_e(s)$
Mag (db)
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
10^{-2}
10^{-1}
10^{0}
10^{1}
10^{2}
10^{3}
Frequency [rad/s]

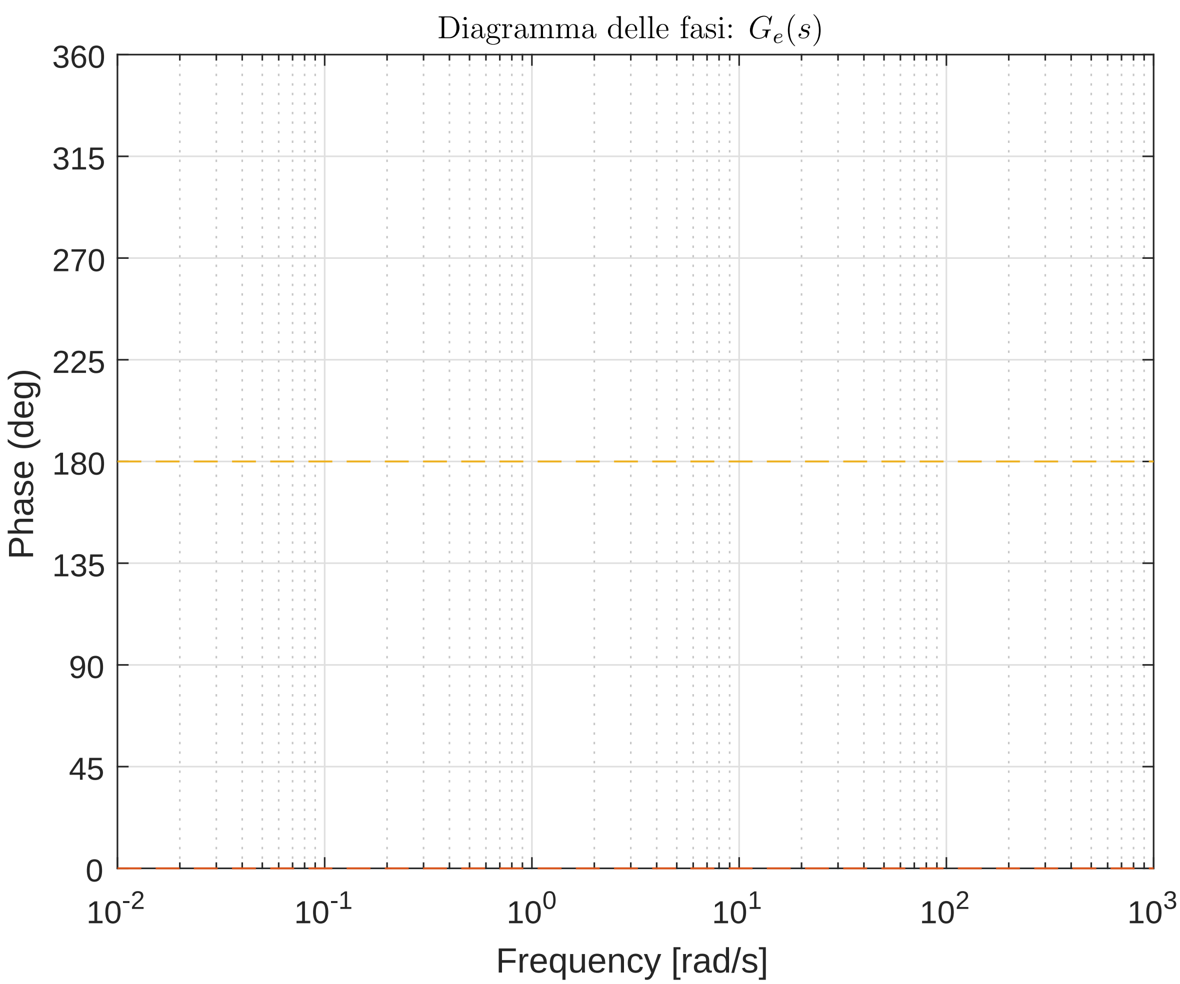


Diagramma delle fasi: $G_e(s)$
Phase (deg)
360
315
270
225
180
135
90
45
0
10^{-2}
10^{-1}
10^{0}
10^{1}
10^{2}
10^{3}
Frequency [rad/s]