

Controlli Automatici - Prima parte
13 Aprile 2026 - 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 $x(t)$:

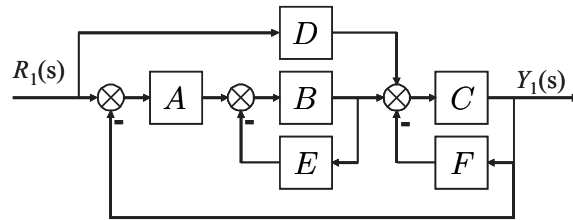
$$x_1(t) = [t^3 + \cos(4t)] e^{-3t}, \quad x_2(t) = 2t^3 + 3\delta(t - 5)$$

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

$$G_1(s) = 4 + \frac{12}{s(s+2)(s+3)}, \quad G_2(s) = \frac{16e^{-2s}}{s^2 + 64}$$

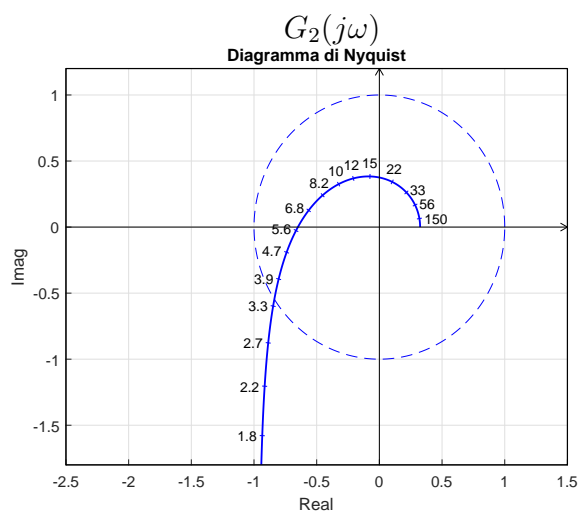
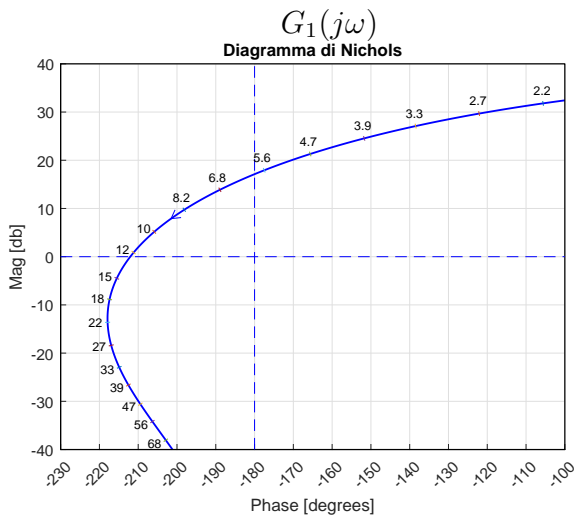
b) Relativamente allo schema a blocchi di figura, calcolare la funzione di trasferimento $G(s) = \frac{Y_1(s)}{R_1(s)}$:

$G(s) = \dots$



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 $M_\alpha = 5$;



c.1) $M_a = \dots$

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

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

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

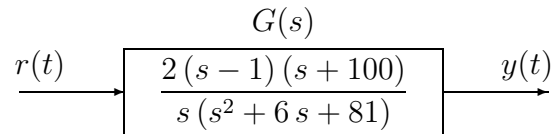
c.1) $M_a = \dots$

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

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

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

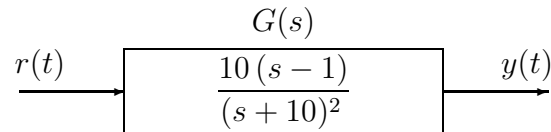
d) Sia dato il seguente sistema ad anello aperto:



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 ad anello aperto:



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 $G(s)$. Calcolare esattamente la posizione σ_a di un eventuale asintoto verticale.

e.3) Disegnare l'andamento qualitativo $y(t)$ della risposta al gradino unitario del sistema $G(s)$.

Valore a regime y_∞ per $t \rightarrow \infty$:

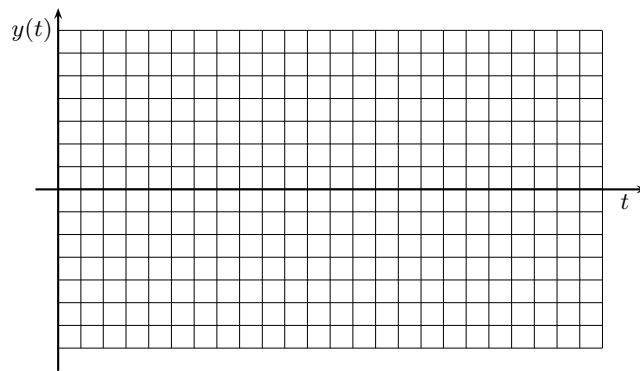
$$y_\infty =$$

Tempo di assestamento T_a :

$$T_a \simeq$$

Il periodo T_w dell'eventuale oscillazione smorzata:

$$T_w \simeq$$

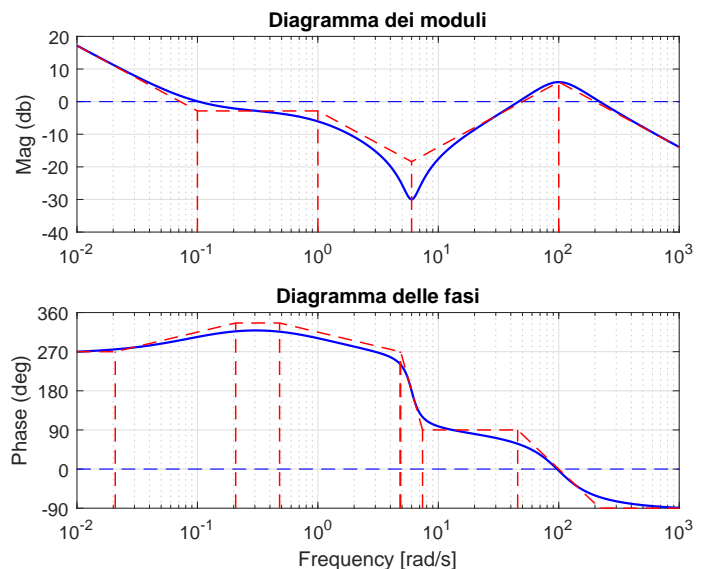


f) Si faccia riferimento ai diagrammi di Bode della funzione $G(s)$ mostrati in figura.

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

$G(s) = \dots$

Stimare in modo approssimato eventuali valori di δ .



Controlli Automatici - Prima parte

13 Aprile 2026 - Domande - INFO

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

Si risponda alle seguenti domande.

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

$$3 \ddot{y}(t) + 2 \dot{y}(t) + 5 y(t) = 4 \ddot{x}(t) + 3 x(t) \quad \rightarrow \quad G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} =$$

2. Un numero complesso è:

- una coppia ordinata di numeri interi; una coppia ordinata di numeri immaginari;
 una coppia ordinata di numeri reali; nessuna delle altre opzioni;

3. Ridurre un sistema in forma minima significa:

- trovare il numero minimo di funzioni di trasferimento che lo descrivono;
 non trovare alcuna funzione di trasferimento;
 trovare un numero di funzioni di trasferimento pari al numero degli ingressi per il numero delle uscite;
 trovare una sola funzione di trasferimento;

4. Sia $F(s)$ la trasformata di Laplace del segnale $f(t)$. Fornire l'enunciato del Teorema della traslazione in s :

$$\mathcal{L}[e^{-at} f(t)] =$$

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

$$Y(s) = \frac{6(s^2 + 3s + 1)}{s(s+2)(s+4)(s+3)} \quad \rightarrow \quad y_0 = \quad \quad y_\infty =$$

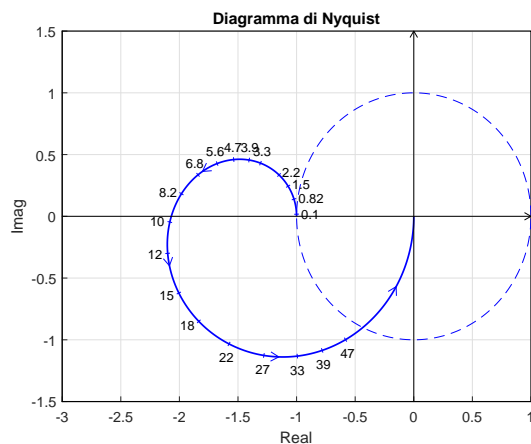
6. Sia dato il diagramma di Nyquist (vedi figura) della seguente funzione $G(s) = \frac{60(s-3)}{(9-s)(20-s)}$.

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 :

$$\bar{K}_1 \simeq \dots, \quad \bar{K}_2 \simeq \dots$$



7. Calcolare l'evoluzione forzata del sistema $2\dot{y}(t) + 3y(t) = 4\delta(t)$.

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

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

$$x(t) = 2 + \sqrt{10} \sin(3t) \xrightarrow{G(s)} \boxed{\frac{s+4}{s+1}} y(t) \simeq \dots$$

9. Scegliere le opzioni corrette fra le seguenti relative alla scomposizione in fratti semplici:

- nel caso di poli multipli, tutte le costanti a numeratore della scomposizione sono residui;
- nel caso di soli poli semplici, tutte le costanti a numeratore della scomposizione sono residui;
- nel caso di poli semplici, i modi divergono per $t \rightarrow \infty$ solo se la parte reale del polo è positiva;
- nel caso di poli multipli, i modi divergono per $t \rightarrow \infty$ solo se la parte reale del polo è positiva;

10. Calcolare i parametri a e b della funzione di trasferimento $G(s) = \frac{a}{s+b}$ caratterizzata da un guadagno statico $G(0) = 3$ e da un tempo di assestamento $T_a = 0.2$ s alla risposta al gradino:

$$G(s) = \frac{a}{s+b} \quad \rightarrow \quad a = \dots \quad b = \dots$$

11. Scegliere le opzioni corrette nel seguente confronto fra diagrammi di Bode, Nyquist e Nichols:

- il diagramma di Nyquist, a differenza dei diagrammi di Bode, mette in evidenza la dipendenza diretta da ω ;
- il diagramma di Nyquist offre minor precisione rispetto ai diagrammi di Bode, soprattutto per ω molto piccole e molto grandi;
- il diagramma di Nichols offre una migliore visualizzazione di moduli molto piccoli e molto grandi rispetto al diagramma di Nyquist;
- il diagramma di Nichols, a differenza dei diagrammi di Bode, mette in evidenza la dipendenza diretta da ω ;

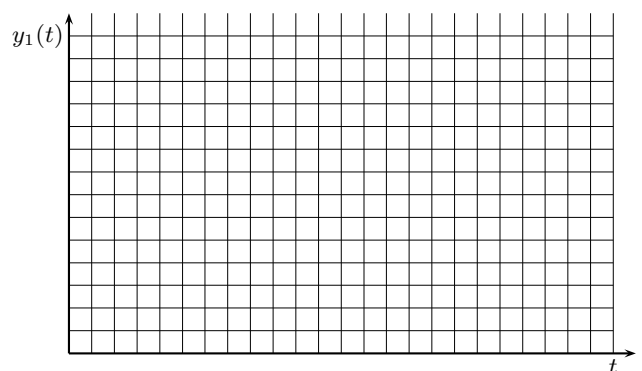
12. Disegnare l'andamento qualitativo $y_1(t)$ della risposta al gradino unitario del seguente sistema:

$$G(s) = \frac{300(15 + 0.5s)(s^2 + 12s + 900)}{(5s + 20)(0.3s + 4)(s^2 + 18s + 400)(s^2 + 0.4s + 9)}$$

Calcolare inoltre:

- a) il valore a regime y_∞ della risposta al gradino per $t \rightarrow \infty$;
- 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 $y_1(t)$;

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



13. 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 $t_0 > 0$:

$$G(s) = \frac{(10 - s)(s + 2)}{s(s + 3)^2} e^{-2t_0s} \quad \rightarrow \quad \begin{cases} M(\omega) = \\ \varphi(\omega) = \end{cases}$$

Diagramma dei moduli: $G_d(s)$

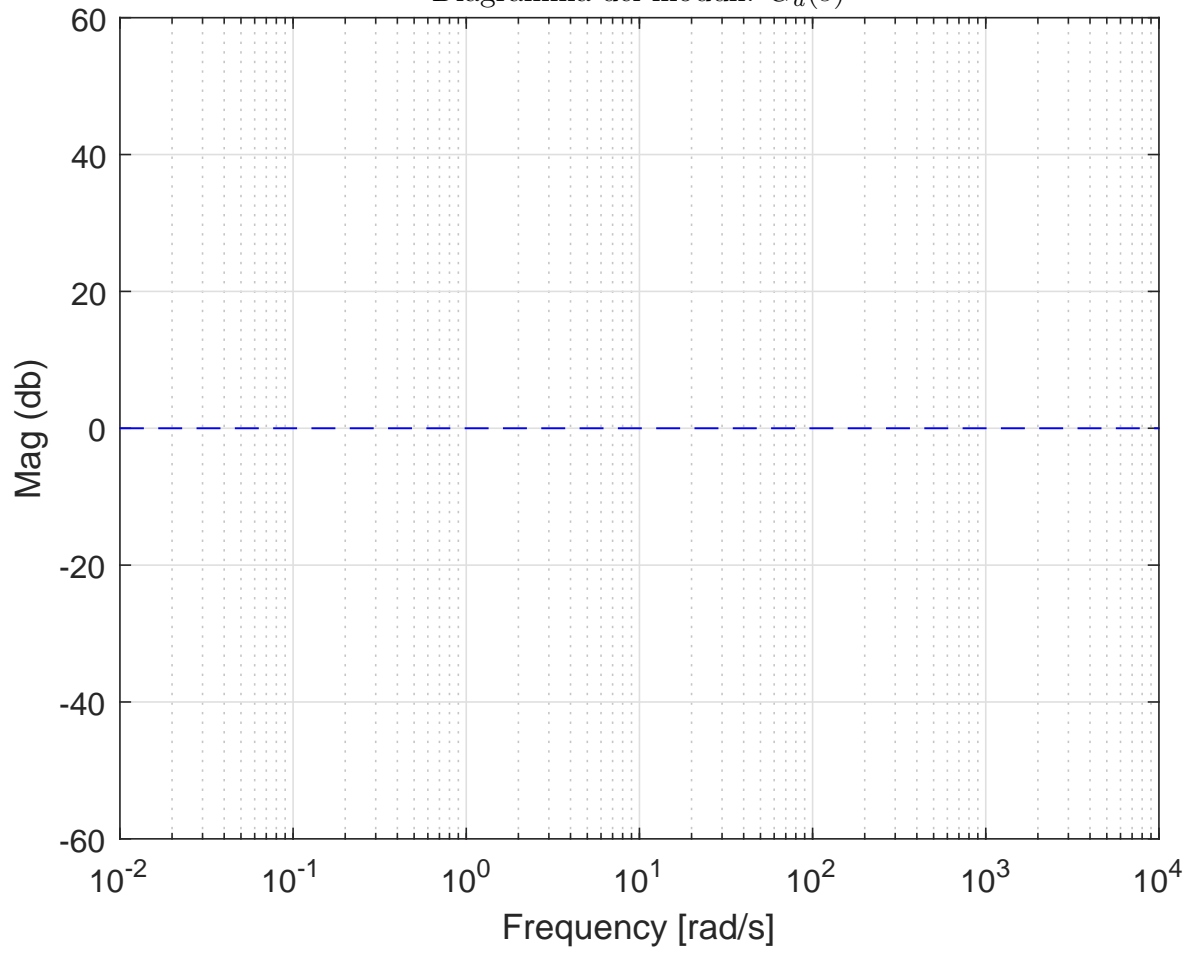


Diagramma delle fasi: $G_d(s)$

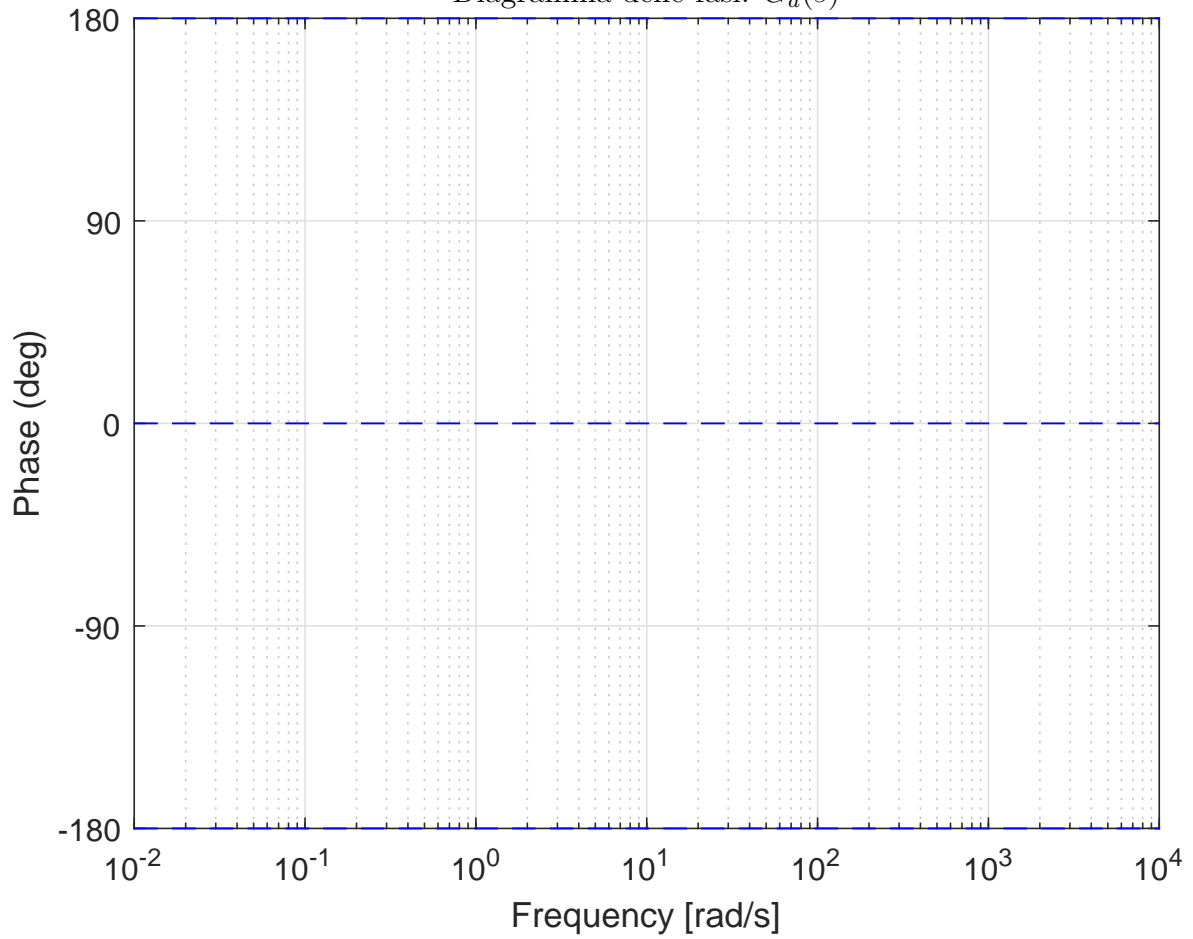


Diagramma dei moduli: $G_e(s)$

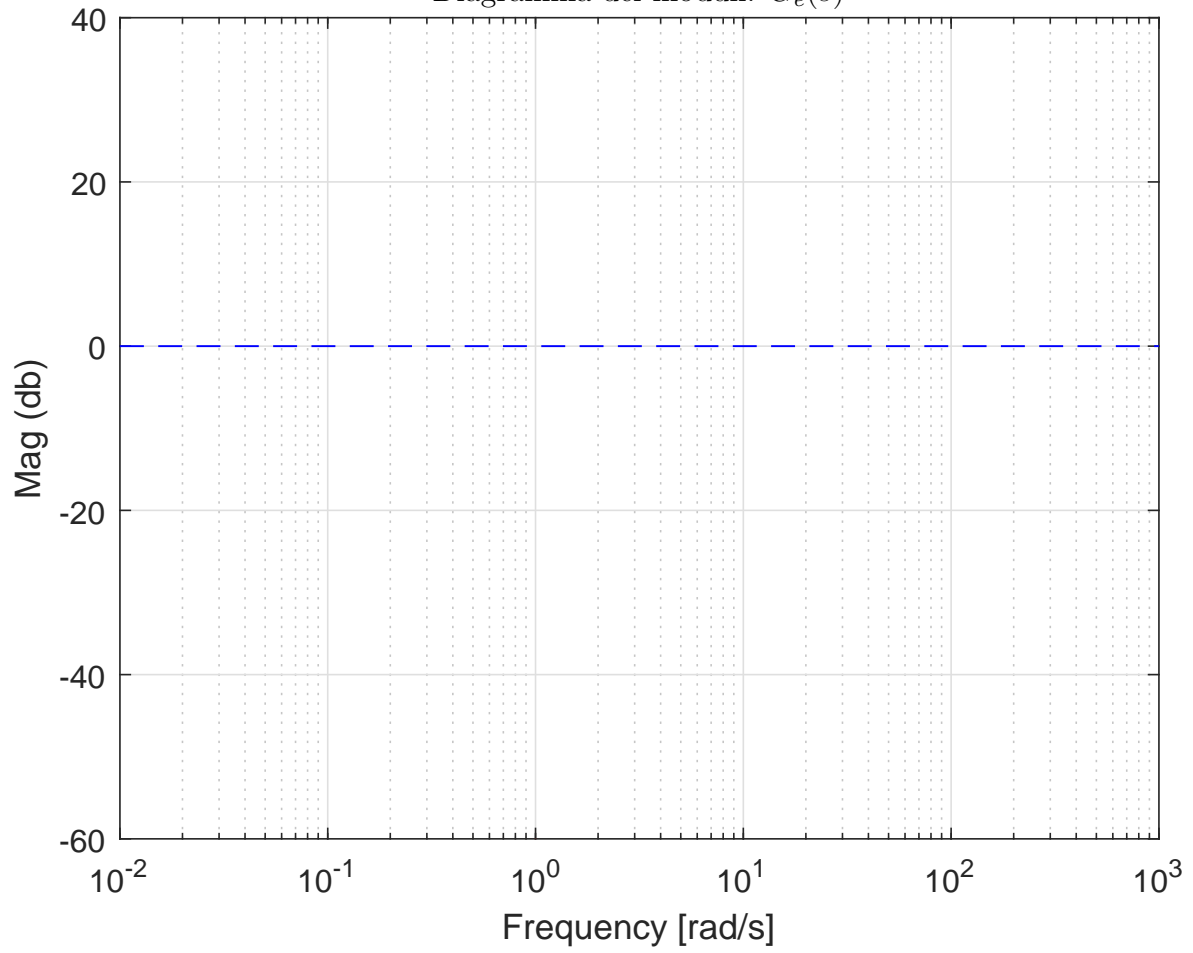


Diagramma delle fasi: $G_e(s)$

