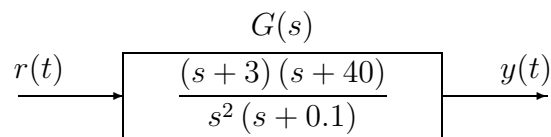




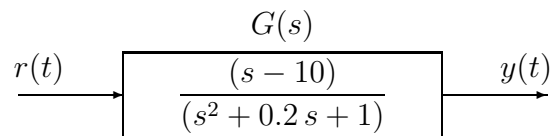
d) Sia dato il seguente sistema ad anello aperto:



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  $\sigma_a$  di un eventuale asintoto verticale.

e) Sia dato il seguente sistema ad anello aperto:



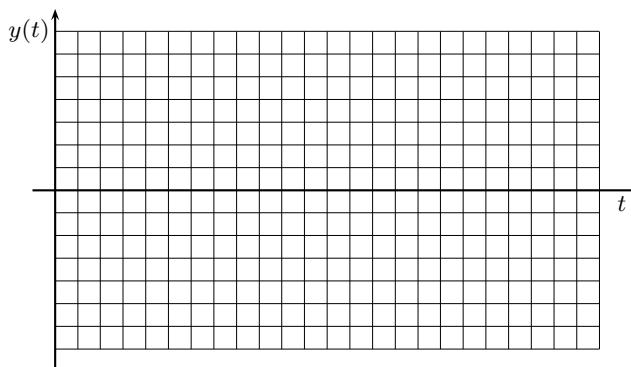
e.1) Tracciare i diagrammi asintotici di Bode delle ampiezze e delle fasi della funzione  $G(s)$ .

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

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

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

$$y_\infty =$$



Tempo di assestamento  $T_a$ :

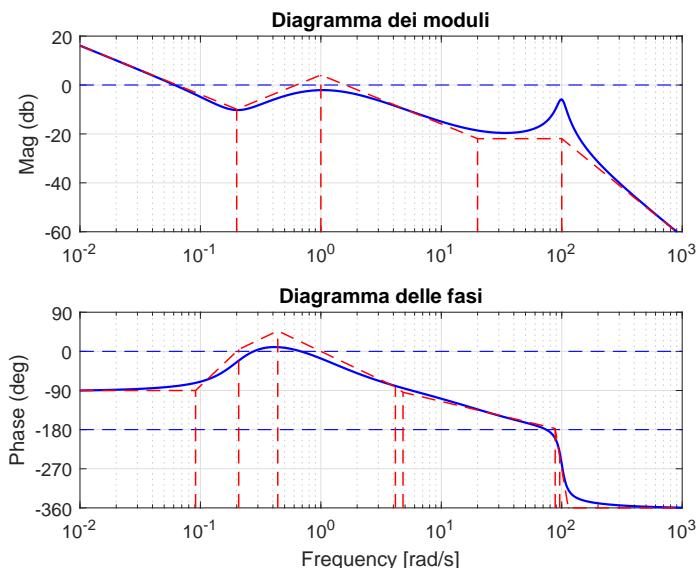
$$T_a \simeq$$

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  $\delta$ .



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:

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

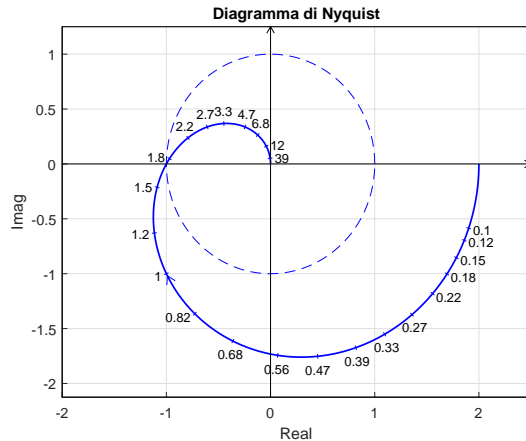
2. Sia dato il diagramma di Nyquist (vedi figura) della seguente funzione  $\frac{3(1-s)}{(s+1)^2}$ .

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

- $K_1^* < K < K_2^* < 0$ ;
- $K_1^* < K < K_2^*$ ;
- $0 < K_1^* < K < K_2^*$ ;
- $(K < K_1^*) \cup (K > K_2^*)$ ;

Indicare i valori dei parametri  $K_1^*$  e  $K_2^*$ :

$$K_1^* = \dots \quad K_2^* = \dots$$



3. Calcolare, a regime, il segnale sinusoidale in uscita  $y(t)$  del seguente sistema dinamico quando in ingresso è presente il segnale sinusoidale  $x(t)$ :

$$x(t) = 3 + 2 \cos(4t) \quad \rightarrow \quad \boxed{\frac{10}{(s+3)}} \quad \rightarrow \quad y(t) \simeq \dots$$

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. 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  $Y(s)$ :

$$Y(s) = \frac{2(4s-5)(s+1)}{s[(s+2)^2+1]} \quad \rightarrow \quad y_0 = \quad y_\infty =$$

6. La formula di Bode per il calcolo della fase di un sistema a partire dal diagramma delle ampiezze

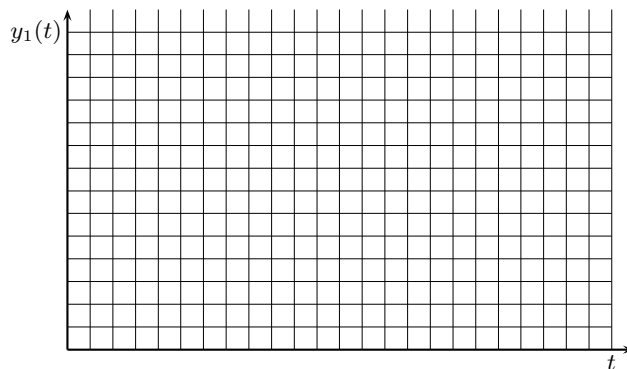
- è valida per i sistemi lineari stabili       è una formula approssimata  
 è valida per i sistemi a fase minima       è una formula esatta

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

$$G(s) = \frac{48(6 + 0.5s)(2s + 20)}{(2s + 18)(0.5s + 1)(s^2 + 10s + 64)}$$

Calcolare inoltre:

- a) il valore a regime  $y_\infty$  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  $T_w$  dell'eventuale oscillazione smorzata presente sul segnale  $y_1(t)$ :



$y_\infty =$                        $T_a \simeq$                        $T_w \simeq$

8. Calcolare i parametri  $a$ ,  $b$  e  $c$  della funzione di trasferimento  $G(s)$  caratterizzata da un guadagno statico  $G(0) = 5$ , da una pulsazione naturale  $\omega_n = 3$  e da un tempo di assestamento  $T_a = 2$  s alla risposta al gradino:

$$G(s) = \frac{a}{s^2 + bs + c} \quad \rightarrow \quad a = \dots \quad b = \dots \quad c = \dots$$

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

- tempo di salita                                       tempo di ritardo  
 coefficiente di smorzamento                       tempo di assestamento

10. Nella scomposizione in fratti semplici, qual è la posizione  $p_{1,2}$  e il grado di molteplicità  $\nu$  della coppia di poli complessi coniugati  $p_{1,2} = \sigma \pm j\omega$  corrispondente all'andamento temporale  $g_1(t) = 3te^{2t} \cos(5t + 4)$ :

$$p_{1,2} = \sigma \pm j\omega = \quad \pm j \quad \nu =$$

11. Un ritardo puro  $G(s) = e^{-t_0s}$ :

- è un sistema dinamico       è un sistema lineare       è un sistema a fase minima

12. La pulsazione di risonanza  $\omega_R$  di un sistema del 2° ordine è:

- $\omega_R = \omega_n \delta \sqrt{1 - \delta^2}$         $\omega_R = \omega_n \sqrt{1 - 2\delta^2}$         $\omega_R = \omega_n \sqrt{1 - \delta^2}$         $\omega_R = \omega_n \delta \sqrt{1 - 2\delta^2}$

13. Sia  $X(s)$  la trasformata di Laplace del segnale  $x(t)$ . Fornire l'enunciato del "Teorema della derivata":

$$\mathcal{L}[\dot{x}(t)] =$$

14. 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  $G(s)$ :

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

Diagramma dei moduli:  $G_d(s)$

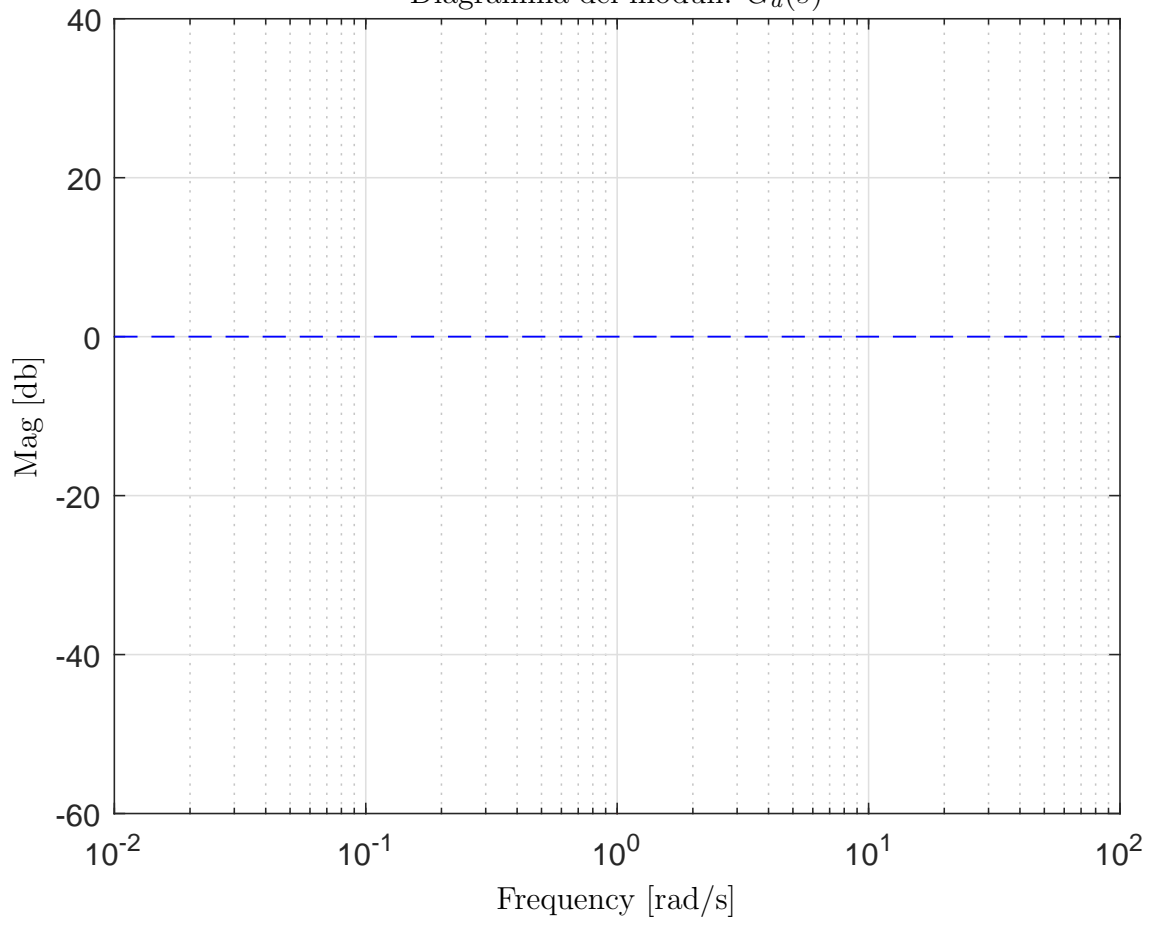


Diagramma delle fasi:  $G_d(s)$

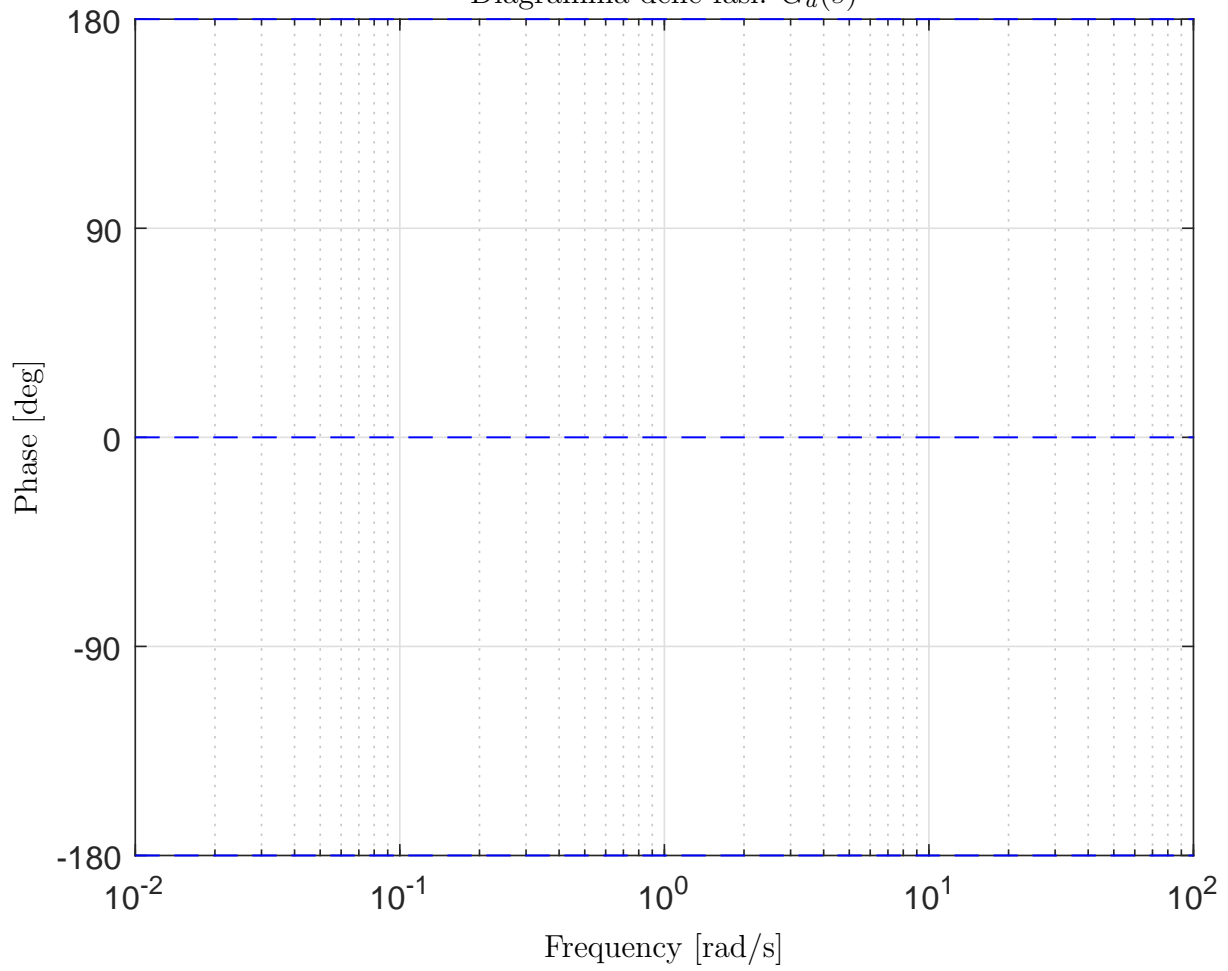


Diagramma dei moduli:  $G_e(s)$

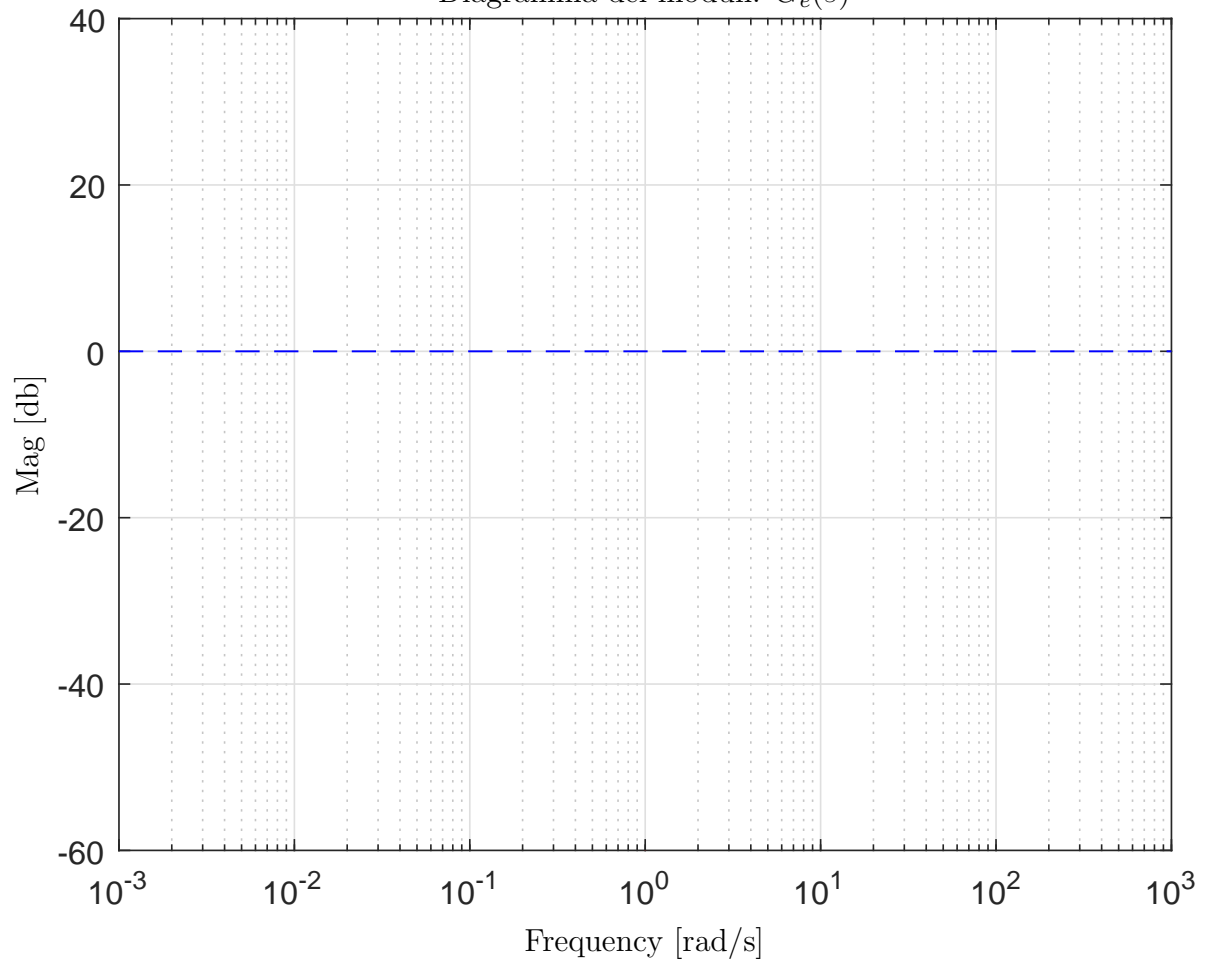


Diagramma delle fasi:  $G_e(s)$

