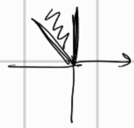
ES. Traccia diagr. di Nichols da quello di Nyquist

1) Ho sicuramente 2 poli nell'origine: perché ho fase $-180°$, ma con $\omega \to 0$, $||_{dB} \to +\infty$.

2) Con $\omega \to +\infty$, ho fase di $-270°$ e modulo in dB a $-\infty$. $\Rightarrow ||=0$.

Quindi alla fine vedo nell'origine dall'alto. Nell'intorno dell'origine ho fase tra $-270°$ e $-225°$.

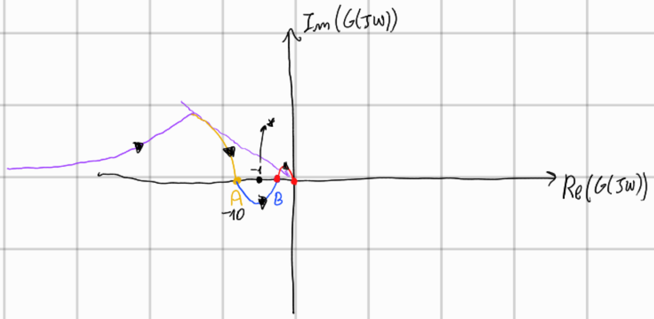


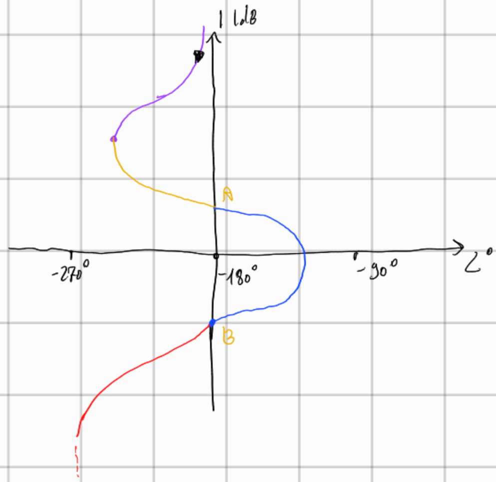
Adesso, da quale quadrante parto? All'inizio ho $-180 < \varphi < -225$, quindi parto da sopra.

Nota: i decibel diventano sempre più negativi

Con $\omega \to 0$, modulo va a $+\infty$. Perché? Lo vedo dal pto di partenza della curva.

Nota: fase è sempre più negativa, quindi giro sempre in senso orario.





Ci fermiamo a $-230°$ qualitativamente.

A e B sono a $-180°$, cioè sull'asse reale negativo

In A, gain = 21 dB, cioè circa 10.

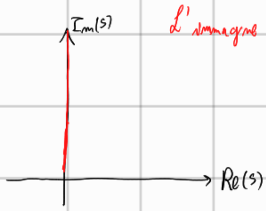
B ho -20 dB $\Rightarrow$ ho 0,1 di modulo

Qui ritorno con fase che negativamente cresce.

Orientato come? La ω cresce dall'alto verso il basso.

*-1 è il punto critico.

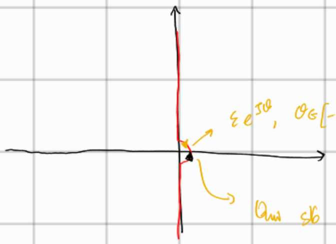
NOW:



L'immagine del tratto è il nostro grafico (se considero l'asintoto corrisponde all'immagine di tratto). Ma mi servirà anche una curva limitata. Quindi taglio il polo.

NOTA: per rappresentare anche $\omega<0$, $G(j\omega)=G^*(j\omega)$, quindi ribaltato rispetto a x.

NON CONOSCO ALTRI TERMINI DI $G(s)$.
IGNORABILI PERCHÉ $\omega \to 0$?



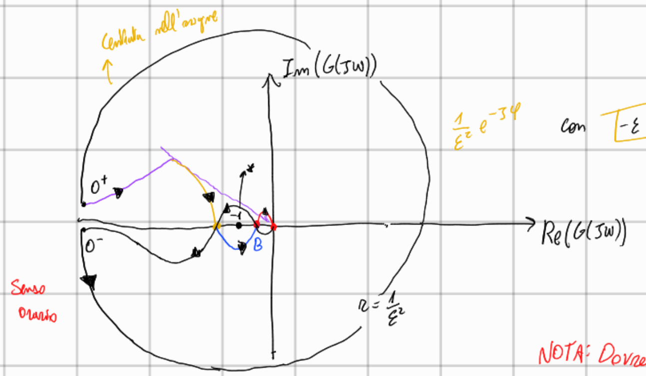
$\varepsilon e^{j\theta}$, $\theta \in [-90°, 90°] \to \frac{1}{s^2}\Big|_{s=\varepsilon e^{j\theta}} = \frac{1}{\varepsilon^2} e^{-j2\theta} = \frac{1}{\varepsilon^2} e^{-j\varphi}$ $\quad \varphi \in [-180°, 180°]$

Qui sto ruotando in senso antiorario, ma ho $e^{-j\varphi}$, che ruoterà in senso orario.

Regolarizzo facendo la semicirconferenza a destra, quindi chiuderò sempre in senso

NOTA: PERCHE NON È ANTIORARIO?

CON

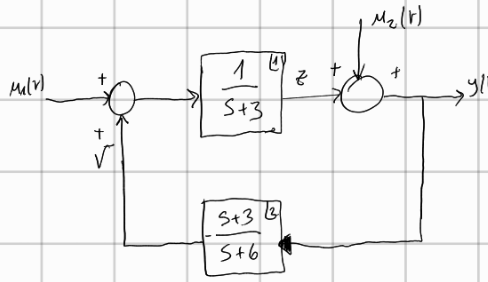


$\frac{1}{\varepsilon^2} e^{-j\varphi}$ con $\boxed{-\varepsilon < \omega < \varepsilon}$

NOTA: Dovrebbe essere

Nella curva ribaltata, visto che è il coniugato, parto da ω da $-\infty$ fino a $0^- \Rightarrow$ orientamento opposto.

2)



Verifico che sia A.S. ⇒ Determino ISU.

(1)

$$\dot{x}_1 = -3x_1 + (u_1+v)$$
$$z = x_1$$

$$\Rightarrow \quad \dot{x}_1 = -3x_1 + u_1 + 3x_2 - u_2 - x_1$$
$$\dot{x}_2 = -6x_2 + u_2 + x_1$$
$$y = u_2 + x_1$$

$$\dot{X} = \begin{pmatrix} -4 & 3 \\ 1 & -6 \end{pmatrix} X(t) + \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} u(t)$$

(2)

$$\dot{x}_2 = -6x_2 + \overbrace{(u_2+z)}^{y}$$
$$v = 3x_2 - (u_2+z)$$

$$y = (1 \quad 0) X(t) + (0 \quad 1) u(t)$$

Ora trovo $|sI-A| = \begin{vmatrix} s+4 & -3 \\ -1 & s+6 \end{vmatrix} = s^2+10s+24-3 = s^2+10s+21$

È asintoticam. stabile, ha poli a parte reale negativa.

Ha senso parlare di risposta a regime.

$y(t) = y_1(t) + y_2(t)$, risposta ad singoli ingressi.

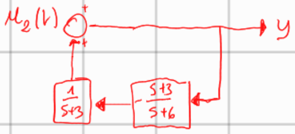
$$y_1(t) = 5G_1(0) = 5 \cdot \frac{\frac{1}{s+3}}{1-\left(-\frac{\cancel{s+3}}{s+6}\cdot\frac{1}{\cancel{s+3}}\right)} = 5 \cdot \frac{s+6}{(s+7)(s+3)}\Big|_{s=0}$$

↳ Non perdo ragg. e osservabilità: da u_1 è completamente raggiungibile.

Retroazione tra 1 e $G_{2d}(s)$

$$G_2(s) = \frac{1}{1-\left(-\frac{\cancel{s+3}}{s+6}\cdot\frac{1}{\cancel{s+3}}\right)} = \frac{s+6}{s+7}$$

NOTA: Qui, rispetto a u_2, non riesco ad eccitare tutte le dinamiche del sistema. Perdo la raggiungibilità.



NOTA:

Confermo con $O = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -4 & 3 \end{pmatrix}$, complet. osservabile

già rango 2, quindi è raggiungibile

$$R = (B \quad AB) = \begin{pmatrix} 1 & -1 & \cdots \\ 0 & 1 & \end{pmatrix}$$

2x2

$y_2(t) = |G_2(j5)| \sin(5t + \angle G(j5))$