TP 11 : Diagrammes de Bode

$$u(t) \longrightarrow \boxed{S} \longrightarrow y(t)$$

LTI !

*) Réponse impulsionnelle :

$$\delta(t) \longrightarrow \boxed{S} \longrightarrow h(t)$$

et $y(t) = (u * h)(t)$

full info sur le LTI !

> h(t) est une caractérisat° temporelle du système

*) Fonction de transfert.

$$U(s) \longrightarrow \boxed{S} \longrightarrow Y(s)$$

$$e^{j\omega t} \longrightarrow \boxed{S} \longrightarrow H(s)\, e^{j\omega t}$$

et $Y(s) = H(s)\, U(s)$

full info.

> H(s) est une caractérisat° fréquentielle du système LTI !

$\rightarrow$ $H(s) = \mathcal{L}\{h(t)\}(s)$

$$s = \sigma + j\omega \overset{!}{=} j\omega$$

F.

Observation :

$$H(j\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-j\omega t} h(t)\, dt$$

$$Y(j\omega) = \underbrace{H(j\omega)}_{\in \mathbb{C}} e^{j\omega t}$$

phase amplitude

→ la sortie est déphasée

et son amplitude modulée.

mais sa frequence reste inchangée!

Aujourd'hui : on représente $H(j\omega) : \mathbb{R} \longrightarrow \mathbb{C}$

phase amplitude

*) Bode plots:

$$|H(j\omega)| = \sqrt{A^2(j\omega) + B^2(j\omega)}$$

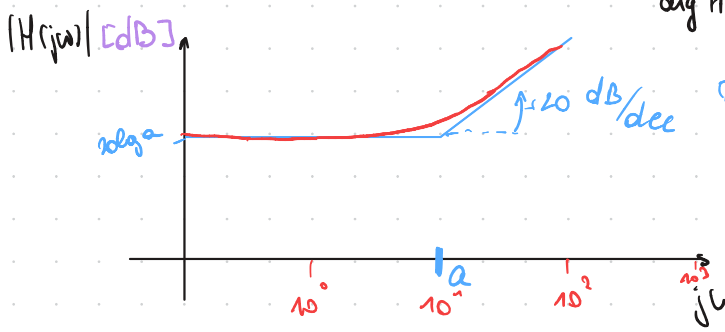
$$\arg(H(j\omega)) = \angle H(j\omega) = \arctan\left(\frac{B(j\omega)}{A(j\omega)}\right)$$

$$H(j\omega) = A(j\omega) + j B(j\omega)$$

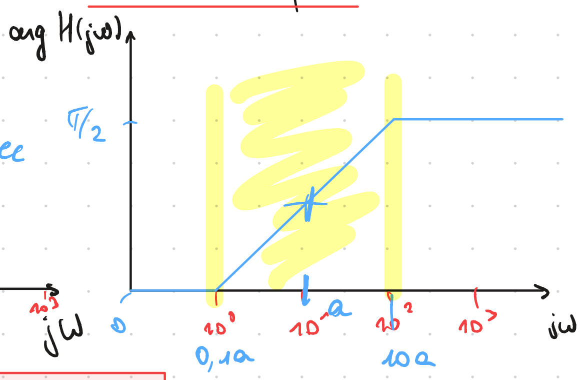
$$= |H(j\omega)| \exp\{ j \angle H(j\omega) \}$$

ORDRE 1.

*) Tracer en amplitude



*) Tracer en phase :



$$\boxed{|H(j\omega)|\,[dB] = 20 \log_{10} |H(j\omega)|}$$

super important !!

$$H(j\omega) = j\omega + a$$

$$|H(j\omega)| = \sqrt{a^2 + \omega^2} \rightarrow |H(j\omega)|\,[dB] = 20 \log_{10} \left(\sqrt{a^2+\omega^2}\right)$$

$$= 10 \log_{10} (a^2 + \omega^2)$$

si $\omega << a$: $\approx 20 \log_{10} a \approx$ cst

si $\omega = a$: compliqué

si $\omega >> a$: $20 \log_{10} \omega \approx 20$ dB/dec

$$\arg (H(j\omega)) = \arctan\left|\frac{\omega}{a}\right|$$

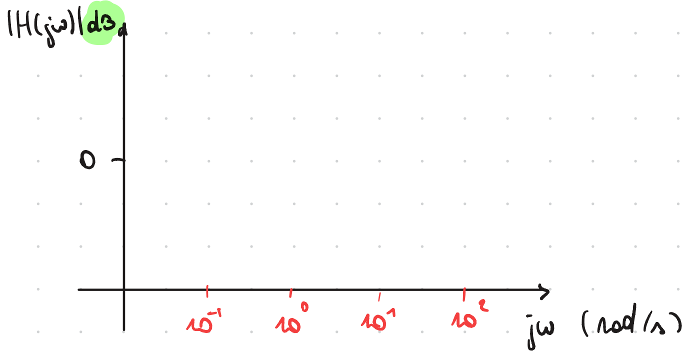
si $\omega << a \rightarrow 0$

si $\omega >> a \rightarrow + \pi/2$

On assume $+\pi/2$ sur 2 dec réparti autour de a.

Exercice 1 :

$$H(s) = \frac{\boxed{30}\,(s+8)}{(s+2)(s+4)}$$



$H_1(s) = 30$ $\qquad H_3(s) = \frac{1}{s+2}$

$H_2(s) = s+8$ $\qquad H_4(s) = \frac{1}{s+4}$

$H_1(j\omega) = 30$ $\qquad H_3(j\omega) = \frac{1}{j\omega+2}$

$H_2(j\omega) = j\omega+8$ $\qquad H_4(j\omega) = \frac{1}{j\omega+4}$

(*) $H_1(j\omega) = 30$

$|H_1(j\omega)| = 20 \log|30|$ dB

$\angle H_1(j\omega) = 0°$

? ERREUR TABLETTE ?

*) $H_2(j\omega) = j\omega + 8$

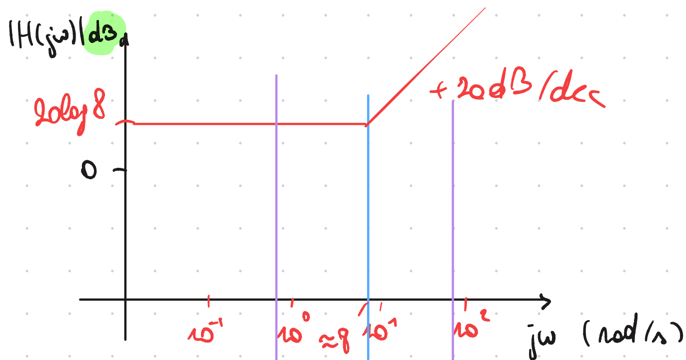
↳ zero en $j\omega = -8$

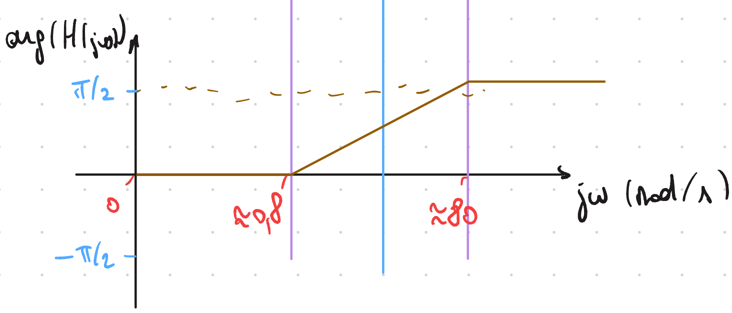
donc on place $z = 8$ sur l'axe x.

1 zero : rien avant le z° et puis +20 dB/dec

$H_2(0) = 8 \rightarrow 20 \log_{10} 8$ dB

en phase : rien avant et après $0{,}1 \cdot 8$ et $10 \cdot 8$ et $+\pi/2$ entre les deux.



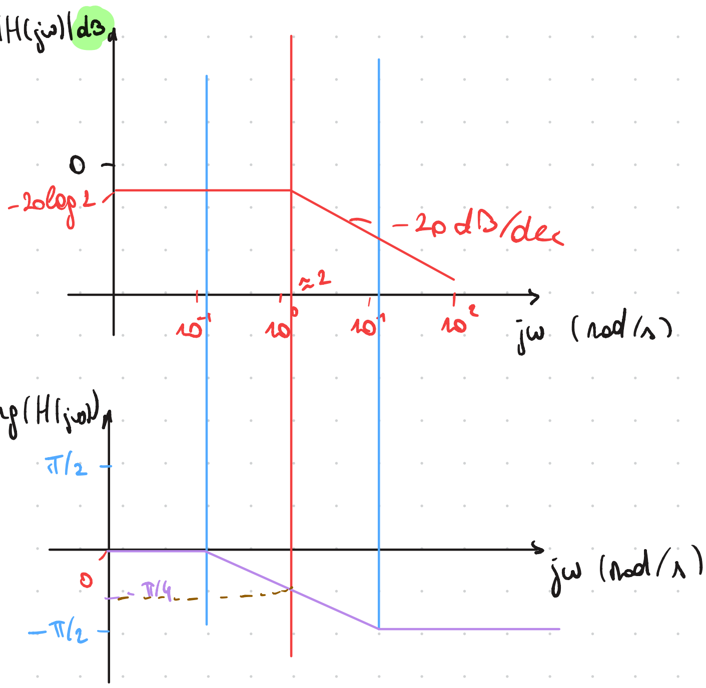


*) $H_3(j\omega) = \dfrac{1}{j\omega + 2}$

↳ pole en $j\omega = -2$

$H_3(0) = \dfrac{1}{2} \rightarrow 20 \log 1/2$

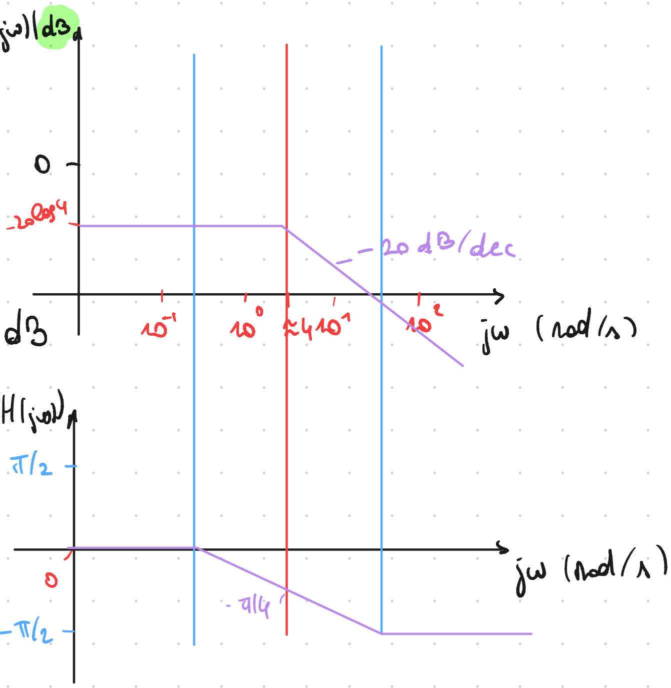
$-20 \log 2$

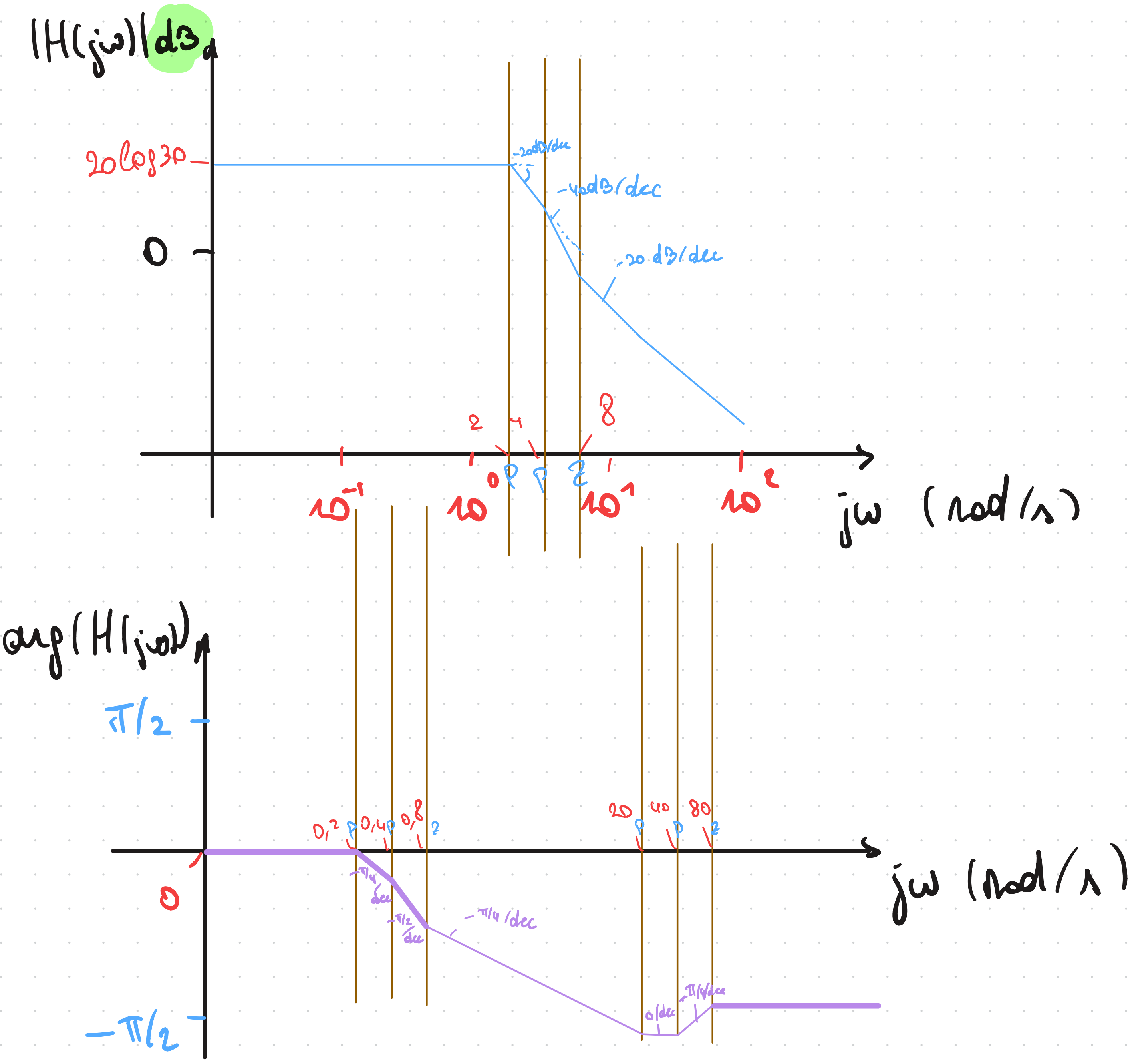


*) $H_4(j\omega) = \dfrac{1}{j\omega + 4}$

↳ pole en $j\omega = -4$

$H(0) = \dfrac{1}{4} \rightarrow -20 \log 4 \text{ dB}$





|H(jω)|dB
20log30
0
-20dB/dec
-40dB/dec
-20 dB/dec
2
4
8
10^{-1}
10^{0}
10^{1}
10^{2}
jω (rad/s)
arg(H(jω))
π/2
0
-π/2
0,2
0,4
0,8
20
40
80
-π/4 /dec
-π/2 /dec
-π/4 /dec
0/dec
π/4/dec
jω (rad/s)