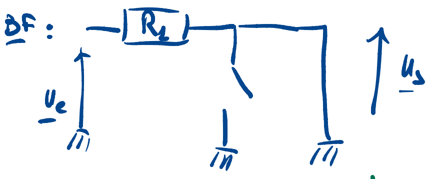
Exercice 3 : Oscillateur de Hartley

Présentation : L'exercice propose d'étudier un oscillateur électronique. Nous ne connaissons deux bloc : un filtre et un amplificateur.

1 Comportement asymptotique

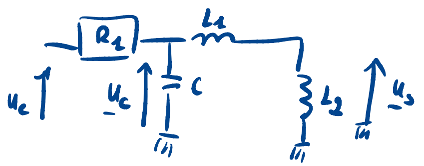
BF : HF :

BF :



$$\boxed{u_s = 0}$$

HF : j'ai pas trouvé de méthode sans calcul.



PDT : $\underline{u_s} = \dfrac{\cancel{j}L_2\cancel{\omega}}{\cancel{j}L_1\cancel{\omega} + \cancel{j}L_2\cancel{\omega}}\,\underline{u_e} \iff \underline{u_s} = \dfrac{L_2}{L_1+L_2}\,\underline{u_e}$

on à BF $|\underline{u_e}| \to 0 \Rightarrow \boxed{|\underline{u_s}| \to 0}$

CCL : Le filtre est un passe-bande.

Forme canonique d'un passe-bande d'ordre 2 ?

$$\underline{H} = \frac{D(\omega)}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0 Q} + \left(j\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$$

Si $D(\omega) = H_0$, à BF $|\underline{H}| = H_0 \neq 0$!

Si $D(\omega) = j\frac{\omega}{\omega_0}H_0$, à BF $|\underline{H}| \sim D(\omega)$; HF $|\underline{H}| \sim \dfrac{1}{(j\frac{\omega}{\omega_0})^2}$ } ok !

Il s'agit de la proposition 2 :

$$\boxed{\underline{H}_2 = \frac{j\frac{\omega}{\omega_0}H_0/Q}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0 Q} - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}}$$

2

$\underline{H}_{\omega = \omega_0} \sim \dfrac{\cancel{j}H_0/Q}{\cancel{j}/Q} = H_0$

- $\Delta\varphi_{\omega=\omega_0} = 0 \Rightarrow \boxed{\omega_0 = 1000\ \mathrm{Hz}}$
- $G_{dB} = 20\log(H_0) = -4{,}5$ dB.

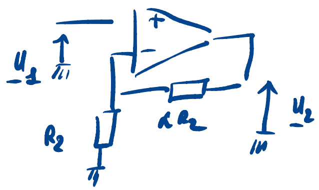
d'où $H_0 = 10^{-4,5/20} = 6{,}0 \times 10^{-1}$ (2 CS)

- Facteur de qualité $\boxed{\omega_0 = Q\,\Delta\omega}$ cte ; largeur bande passante ; qd $Q \nearrow$ $\Delta\omega \searrow$.

avec $\Delta\omega$ la bande-passante à -3 dB (aka : $G_{max} - 3$ dB !).
ici à $-7{,}5$ dB

$\Delta\omega = 60$ Hz $\Rightarrow Q = \dfrac{1000}{60} = 17$ (2 CS).

3 Le montage à ALI est amplificateur



hyp fct linéaire $\Rightarrow \varepsilon = 0 \iff v^+ = v^-$

PDT $\underline{u_1} = \dfrac{R_2}{\alpha R_2 + R_2}\,\underline{u_2}$

d'où $\underline{u_2} = (\alpha + 1)\,\underline{u_1}$, $\underline{H}_{ALI} = \alpha + 1$

Il y a des oscillations sinusoïdale ssi $\underline{H}_2\,\underline{H}_{ALI} = 1$ cdt° d'oscillat° sinusoïdales.

$\Rightarrow$ à $\omega = \omega_0$ $H_0(\alpha + 1) = 1$

$$\boxed{\alpha = \frac{1}{H_0} - 1}$$

$\alpha = \frac{2}{3}$ ssi cp non.

4 Cette fois-ci il faut faire l'étude complète, et pas seulement à $\omega = \omega_0$

$$\underline{u_s} = \underline{H_2}\,\underline{u_e} = \underline{H_2}\,\underline{H_{ALI}}\,\underline{u_s}$$

$$\Leftrightarrow \quad \underline{u_s} = \frac{j\frac{\omega}{\omega_0 Q} H_0 (1+\alpha)}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0 Q} + \left(j\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}\,\underline{u_s}$$

$$\Leftrightarrow \left(j\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 \underline{u_s} + j\frac{\omega}{\omega_0 Q}\left\{1 - H_0(1+\alpha)\right\}\underline{u_s} + \underline{u_s} = 0$$

On reconnait l'équation d'un oscillateur harmonique.

Les oscillations démarrent ssi l'équation est instable, c'est à dire si le terme devant la dérivée première est ≤ 0.

$$1 - H_0(1+\alpha) \leq 0 \quad \Leftrightarrow \quad \frac{1}{H_0} - 1 \leq \alpha$$

(E.C) $\quad r^2 + \frac{\omega_0}{Q}\left(1 - H_0(1+\alpha)\right) r + \omega_0^2 = 0$

$$\Delta = \underbrace{\frac{\omega_0^2}{Q^2}\left\{1 - H_0(1+\alpha)\right\}}_{<0} - \underbrace{4\omega_0^2}_{<0} \quad < 0$$

$$\Rightarrow \quad r_\pm = -\frac{\omega_0}{2Q}\left\{1 - H_0(1+\alpha)\right\} \pm j\,\frac{\omega_0}{Q}\left[H_0(1+\alpha) + 4Q\right]^{1/2}$$

$$= \frac{1}{\tau} \pm j\,\Omega$$

d'où $\boxed{u_s(t) = e^{+t/\tau}\left\{A\cos(\Omega t) + B\sin(\Omega t)\right\}}$