

TP DE VIBRATIONS - TP n°3

Quadripôles

Le but de la manipulation est la mesure de la bande passante de quadripôles utilisés comme filtres.

0 - GENERALITES

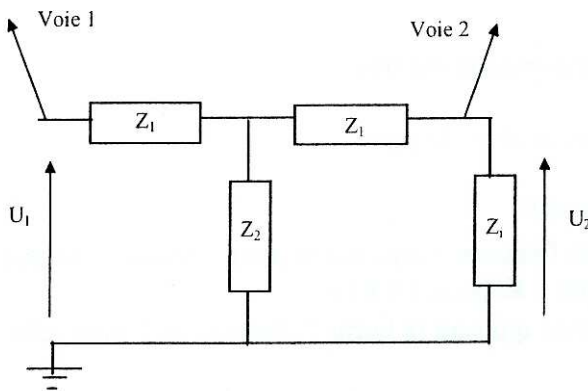
Un quadripôle est un ensemble présentant deux bornes d'entrée et deux bornes de sortie. Il est passif lorsqu'il ne comporte aucun générateur.

La bande passante du quadripôle est l'intervalle de fréquence pour lequel le signal est transmis sans atténuation mais avec un déphasage.

Un filtre de fréquence est constitué par un quadripôle fermé sur son impédance itérative.

L'impédance itérative est l'impédance complexe placée en sortie du quadripôle tq $Z_e = Z_s = Z_i$.

On étudie un filtre en T symétrique :



$$Z_e = Z_1 + (Z_1 + Z_i) // Z_2, \text{ soit } Z_e = Z_1 + \frac{(Z_1 + Z_i)Z_2}{Z_1 + Z_i + Z_2}$$

$$\text{Or } Z_e = Z_s = Z_i, \text{ d'où : } Z_i = Z_1 + \frac{(Z_1 + Z_i)Z_2}{Z_1 + Z_i + Z_2} = \frac{Z_1^2 + Z_1Z_i + 2Z_1Z_2 + Z_iZ_2}{Z_1 + Z_i + Z_2}$$

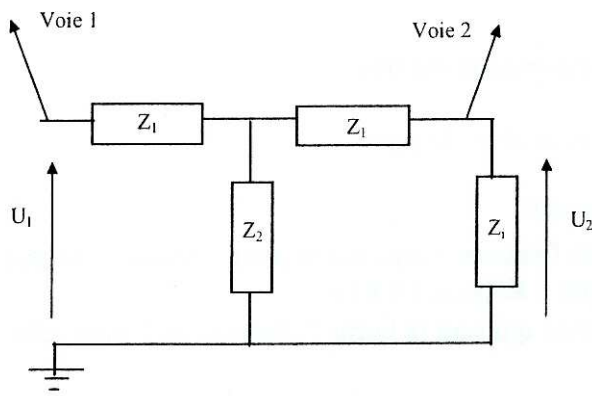
$$\text{Soit : } Z_1Z_i + Z_iZ_2 + Z_i^2 = Z_1^2 + Z_1Z_i + 2Z_1Z_2 + Z_iZ_2$$

$$\text{On obtient finalement : } Z_i^2 = Z_1^2 + 2Z_1Z_2$$

$$\text{On est dans la bande passante, si } -2 < \frac{Z_1}{Z_2} < 0$$

1 - FILTRE PASSE-BAS

On réalise le circuit suivant :



Avec $Z_1 = jL\omega$ et $Z_2 = 1/jC\omega$ et $L = 0,02 \text{ H}$ et $C = 6,2 \mu\text{F}$

La bande passante du filtre est tel que $-2 < \frac{Z_1}{Z_2} < 0$ c'est-à-dire $-2 < -LC\omega^2 < 0$

Soit : $\omega^2 < \frac{2}{LC}$.

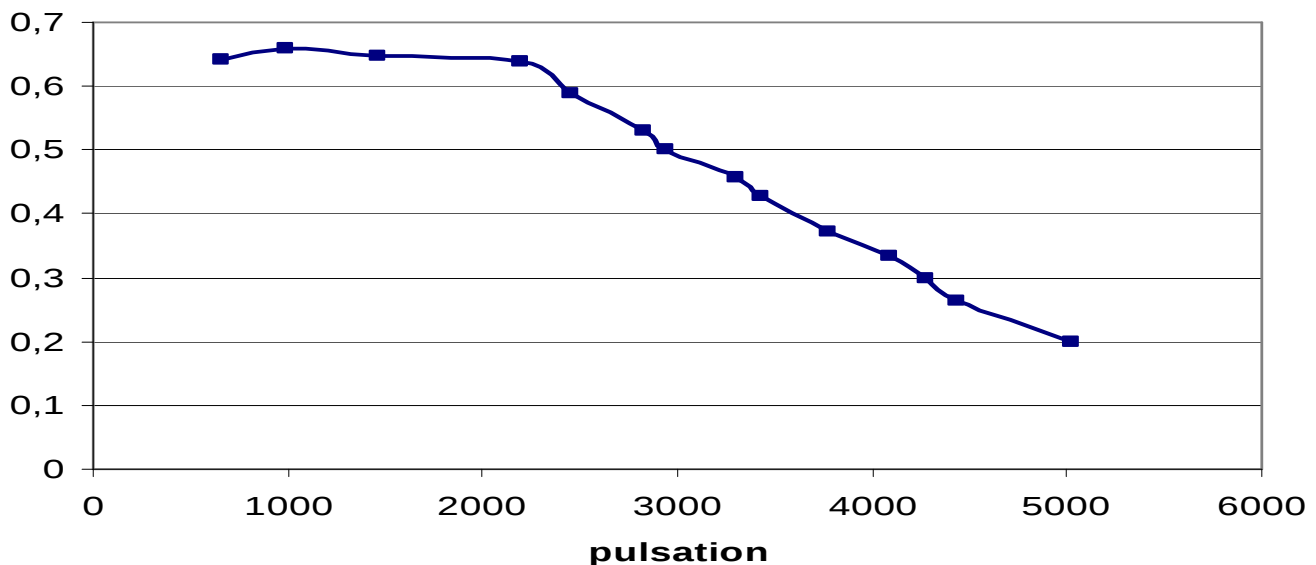
La fréquence de coupure de ce filtre est $\omega_c = \sqrt{\frac{2}{LC}} = \sqrt{\frac{2}{0,02 \times 6,2 \cdot 10^{-6}}} = 4 \cdot 10^3 \text{ rad/s}$

L'impédance itérative est donnée par : $Z_i^2 = -L^2\omega^2 + 2\frac{L}{C}$ soit $Z_i^2 = 2\frac{L}{C}\left(1 - \frac{LC}{2}\omega^2\right)$

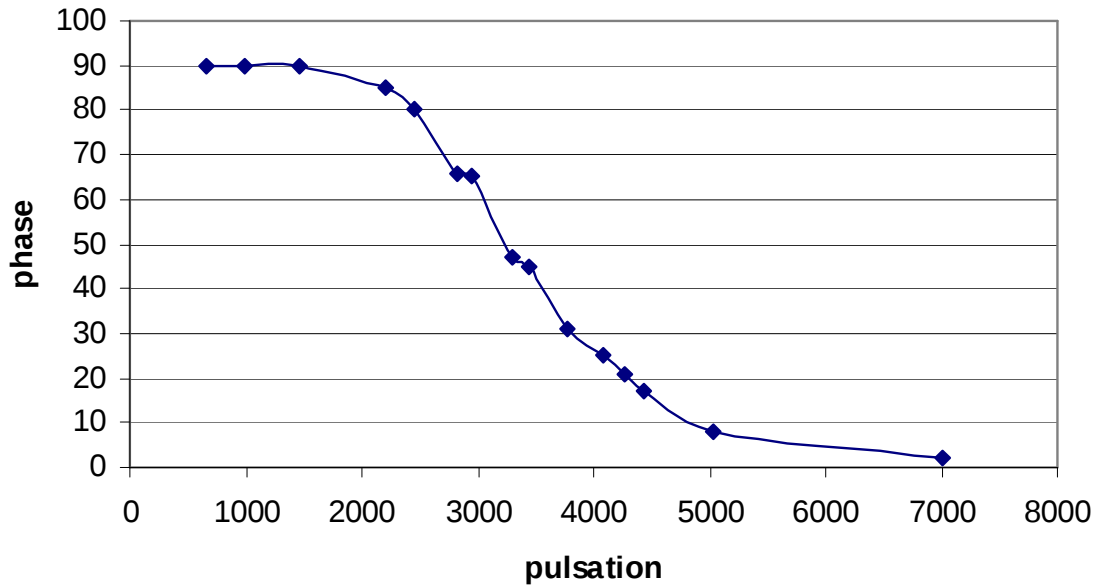
Etant donné que l'on se place loin de la fréquence de coupure, l'impédance itérative donne :

$Z_i = \sqrt{\frac{2L}{C}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,02}{6,2 \cdot 10^{-6}}} = 80 \Omega$ (On place une résistance de **80Ω** dans le circuit)

Ensuite on trace la variation $|U_2/U_1|$ en fonction de ω dans la bande passante

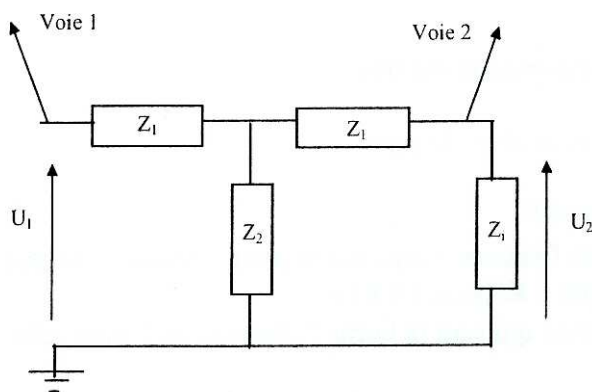


Puis la variation du déphasage en fonction de ω .



2 - FILTRE PASSE-HAUT

On réalise le circuit suivant :



Avec $Z_1 = 1/jC\omega$ et $Z_2 = jL\omega$ et $L = 0,02 \text{ H}$ et $C = 2,2 \mu\text{F}$

La bande passante du filtre est tel que $-2 < \frac{Z_1}{Z_2} < 0$ soit $-2 < -\frac{1}{LC\omega^2} < 0$

Soit : $\frac{1}{2} < LC\omega^2 < \infty$ La bande passante de ce filtre est donc donnée pour tout $\omega > \sqrt{\frac{1}{2LC}}$

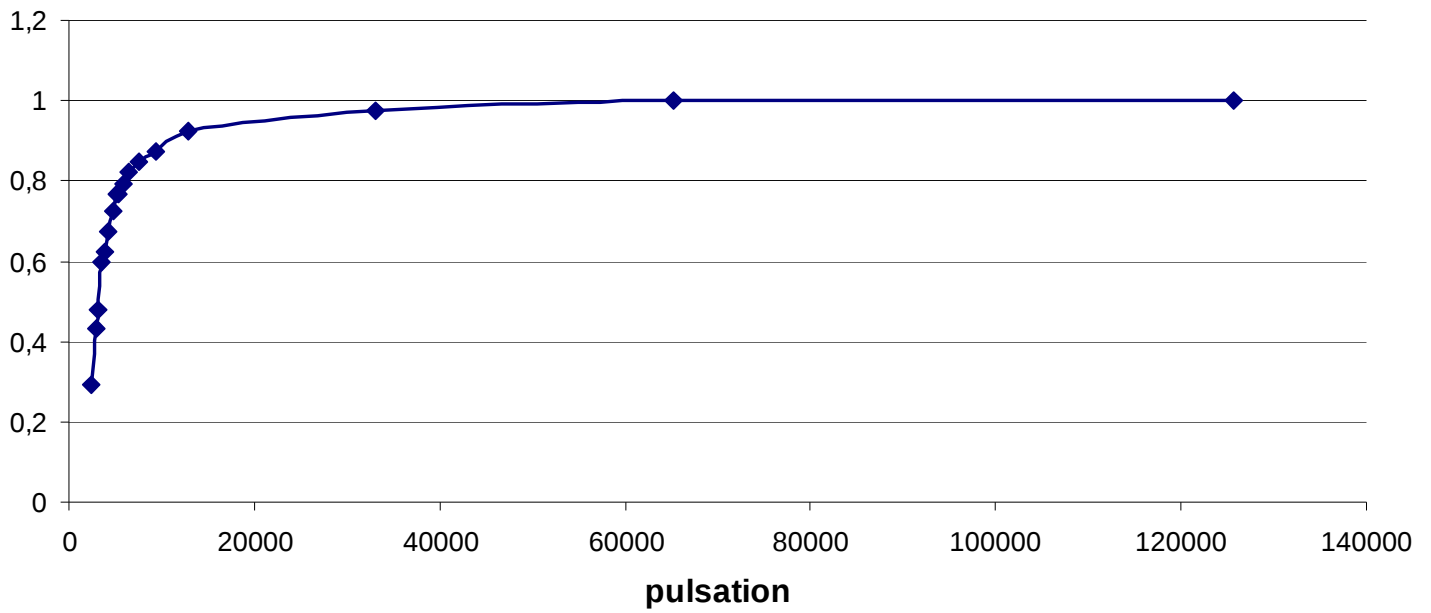
La fréquence de coupure de ce filtre est $\omega_c = \sqrt{\frac{1}{2LC}} = \sqrt{\frac{1}{2 \times 0,02 \times 2,2 \cdot 10^{-6}}} = 4,3 \cdot 10^3 \text{ rad/s}$

L'impédance itérative est donnée par : $Z_i^2 = 2 \frac{L}{C} \left(1 - \frac{1}{2LC\omega^2} \right)$

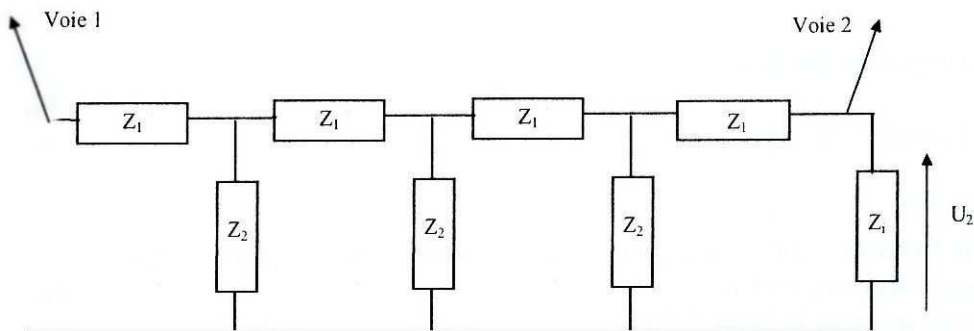
Etant donné que l'on se place loin de la fréquence de coupure, l'impédance itérative donne :

$Z_i = \sqrt{\frac{2L}{C}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,02}{2,2 \cdot 10^{-6}}} = 103 \Omega$ (On place une résistance équivalente dans le circuit).

Ensuite on trace la variation $|U_2/U_1|$ en fonction de ω dans la bande passante



3 - QUADRIPOLES MIS EN SERIE



On déplace la voie Y_2 de cellule en cellule.

Le signal est atténué : il décroît en $\sqrt{2}$ tandis que le déphasage diminue de moitié lors du passage d'une cellule à une autre.