DUMAS Antonin

ROY Jules

TP5

Résonnance et filtrage

3 – Circuit RLC série

3.1 Étude théorique

3.1.1 Résonance

1) La fréquence de résonance de ce circuit est :

$f_0=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ avec L=10mH, R=1kΩ et C=1nF

$f=2\,\pi\sqrt{10.10^{-3}.1.10^{-9}} = 50\,329,2121\ =\ 50,3kHz$

2) f/2=25, 15kHz

$|Z|=\sqrt{R^2+(L.w-\frac{1}{c.w})^2}$

f*2=100,6kHz

w=2πf

3)

Le facteur qualité Q du circuit est ; $Q=\frac{f_0}{|f_1-f_2|}=\frac{50329}{|42996-58912|}$=3,16

3.1.2 Filtrage

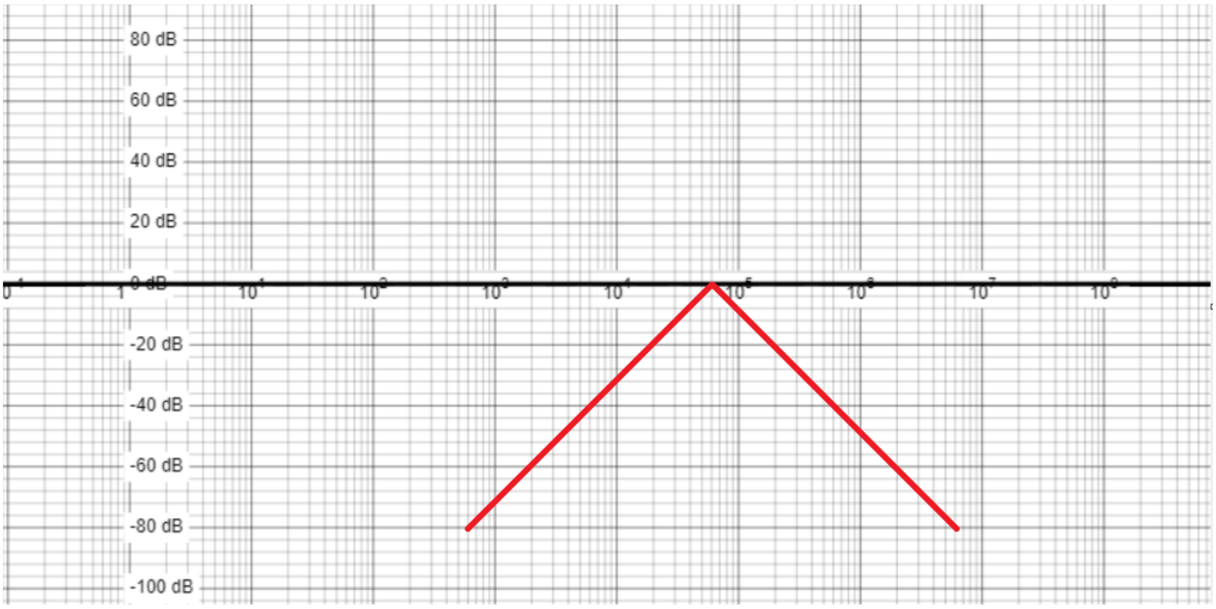
1)

$H(j\omega)=\frac{j\frac{1}{Q}\frac{w}{w_0}}{1+j\frac{1}{Q}\frac{w}{w_0}-\left(\frac{w}{w_0}\right)^2}$

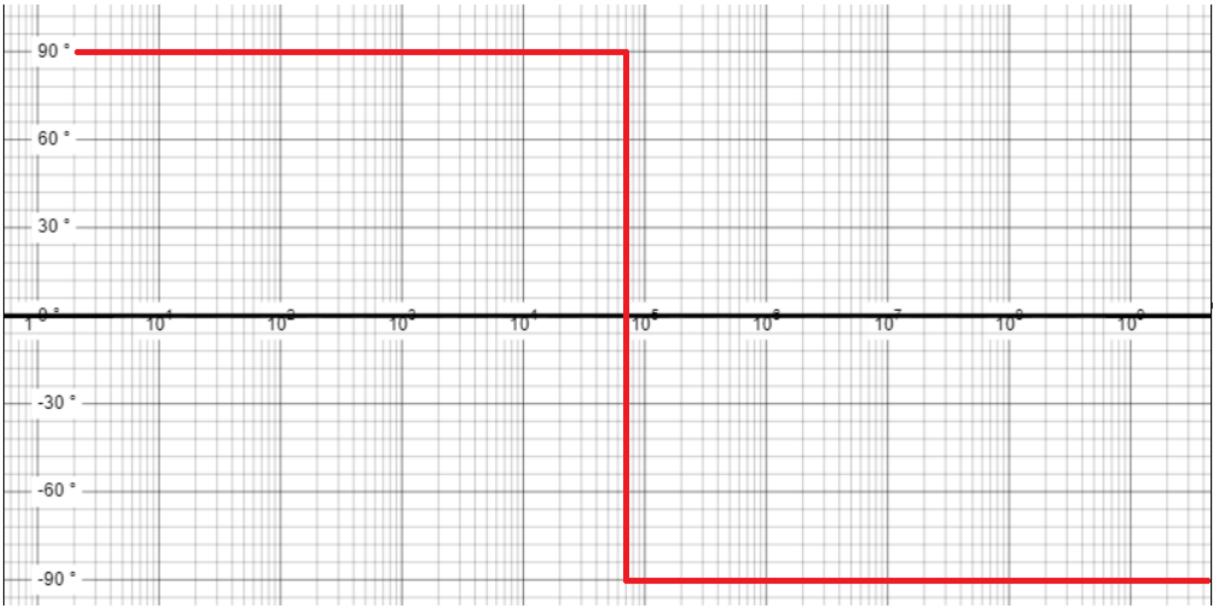
Comme $w_0^2=\frac{1}{LC}$ donc $w_0=\sqrt{\frac{1}{10*10^{-3}*1*10^{-9}}}$=316 kHz et Q= $\frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$ = 3, 16

Le gain : G=|H|

Le diagramme de Bode du gain :



Le diagramme de Bode de la phase :



3) D'après les diagrammes nous pouvons déduire qu'il s'agit d'un filtre passe bande.

4)

Nous calculons la bande passante a -3dB :

BP=$\frac{f_0}{Q} = \frac{50.3*10^3}{3.16} = 15.8 * 10^3 kHz$

5)

Notre facteur de qualité théorique est de 3,16 et le réel de 3,20, la pulsation est de $2\pi f_0$ = 2π*50, 3*$10^3 kHz$. C'est la même valeur que la valeur théorique.

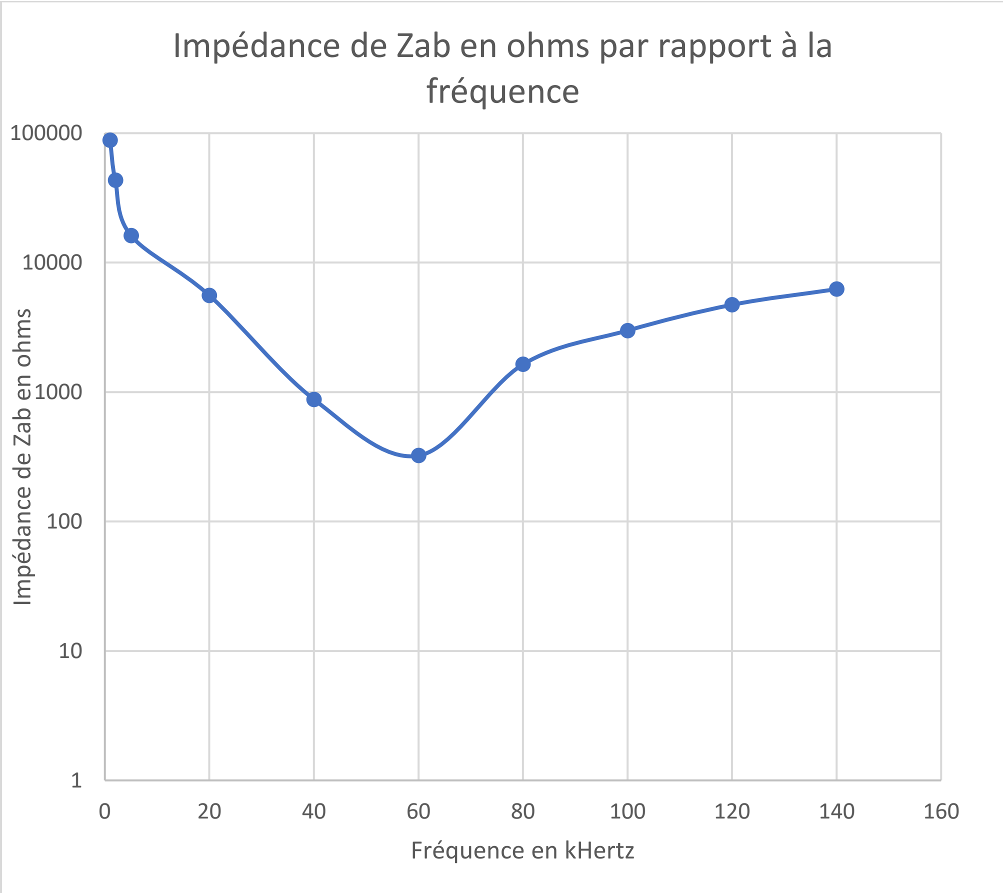
3.2) Manipulation

Resistance de 1,8 ohms

fréquence (Khz)	1	2	5	20	40	60	80	100	120	140
Va (V)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Vb (V)	0,1	0,2	0,5	1,22	3,36	4,24	2,62	1,88	1,38	1,12
G (dB)	-33,9794	-27,9588	-20	-12,2522	-3,45261	-1,43208	-5,61337	-8,49624	-11,1818	-12,995
ϕ (rad)	0,02	0,05	0,098	0,68	0,55	0,64	0,343	0,265	0,201	0,155
Va – Vb (V)	4,9	4,8	4,5	3,78	1,64	0,76	2,38	3,12	3,62	3,88
Impédance calculée |Zab|	88200	43200	16200	5577,05	878,571	322,642	1635,11	2987,23	4721,739	6235,714

3.3) Interprétation :

1)



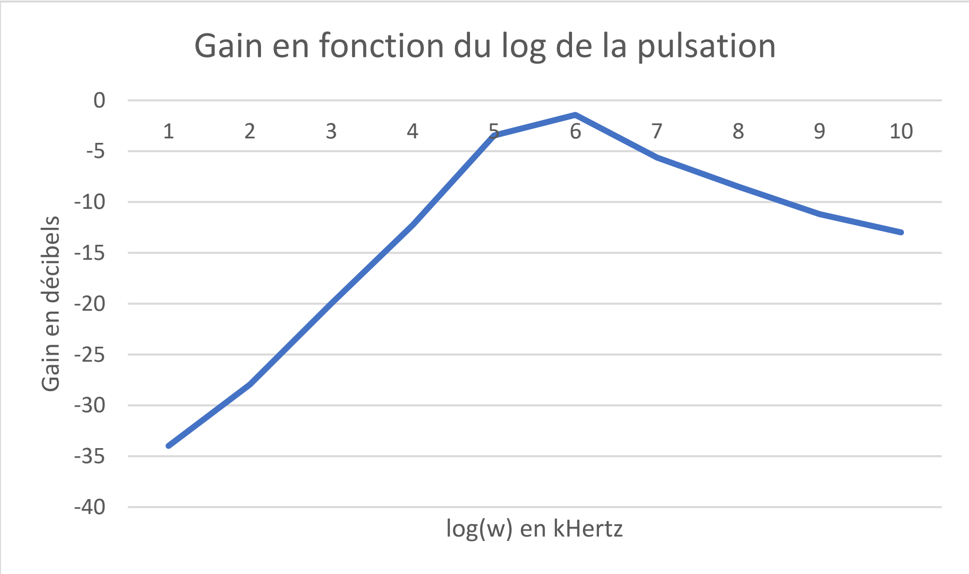
2) f0 est là où notre impédance est la plus basse, elle f0 se trouve a 60kHz pour une valeur de 322,641509 Ω. Les points f1 et f2 ont une intersection avec la droite d'équation y = 322,641509

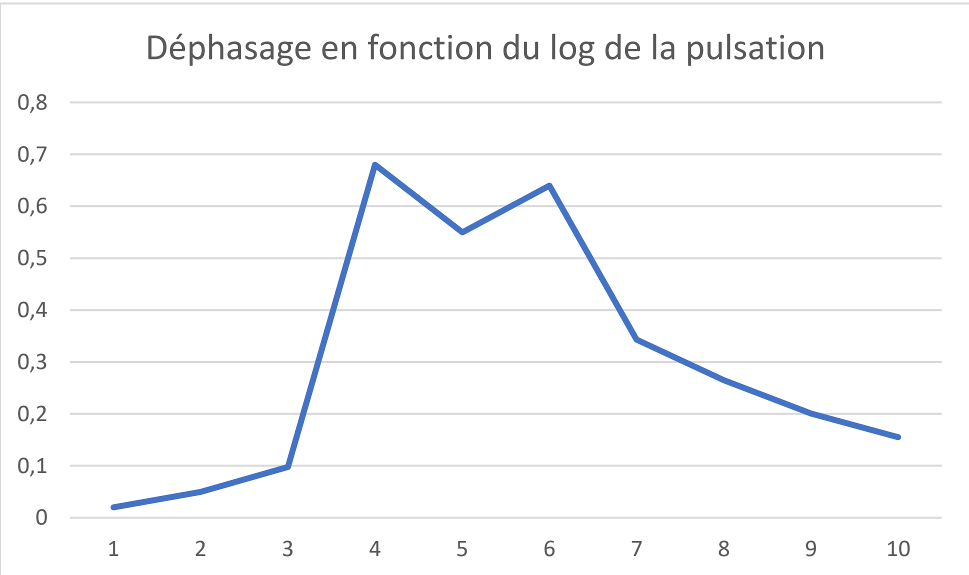
$\cdot$ 2 ≃ 645,2830188Ω. Par résolution graphique, on trouve f 1 − f 2 | | = |50 − 65| = 15kHz.

3) Le facteur de qualité Q de notre circuit est $Q = \frac{f0}{|f1-f2|} = \frac{60*10^3}{15*10^3} = 4$

4) On constate que notre facteur de qualité réel est un peu plus élevé que celui théorique, la qualité réel est supérieure de fois 1,26 de la qualité théorique. $f0$ réel est plus élevé que f0 théorique de 10kHz environ de 20%. Donc il y a des variations mais rien de très surprenant ce qui confirme que nous avons bien faits les montages.

5)





6) Nous pouvons reconnaitre qu'il s'agit d'un filtre passe bande, grâce au graphique qui montrent bien qu'une partie des fréquences passent.

8) La bande passante a -3dB de ce filtre est :

BP=$\frac{f_0}{Q} = \frac{60.3 * 10^3}{4} = 15 * 10^3 kHz$

9) Il y a une légère différence entre les facteurs qualité.

4 – Circuit RLC parallèle

4.1.1

On a $C = 1nF = 1e - 9F, L = 10mH = 0{,}01H$, avec la formule de la fréquence $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

Calcul de la fréquence en Hz :

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$\Leftrightarrow f = \frac{1}{2\pi\sqrt{0{,}01 \,.\, 1e-9}}$$

$$\Leftrightarrow f \approx 50329Hz$$

Soit environ 50,3kHz

4.1.2

On doit maintenant tracer une courbe représentative du module sur un intervalle allant de la moitié au double de la fréquence de résonnance.

On calcule les bornes de notre intervalle :

$$\frac{f}{2} = \frac{50329}{2} \approx 25\,164$$

$$f\,.\,2 = 100\,658$$

Formule du module :

Avec $r = 10\Omega$, $C = 1nF = 1e - 9F$ et $L = 1mH = 0{,}01H$

$$|Z| = \sqrt{\frac{r^2 + L^2\omega^2}{(1 - LC\omega^2)^2 + r^2C^2\omega^2}}$$

Nous avons rencontré un problème lors de la réalisation du graphique

4.1.1.3 :

On a donc

$$\omega_0 = 50329$$

$$\omega_1 = 50249$$

$$\omega_2 = 50408$$

On peut alors calculer Q :

$$Q = \frac{\omega_0}{|\omega_1 - \omega_2|} = \frac{50329}{|50249 - 50408|} = 316$$

4.1.2.1 :

On cherche à déterminer la fonction transfert H sachant que :

$$H = \frac{U_s}{U_e}$$

Dans ce circuit, on a :

$$U_s = \frac{Z_R}{\frac{Z_L \,. Z_C}{Z_L + Z_C} + Z_R} \,. U_e$$

$$U_s = \frac{R}{R + \frac{\frac{1}{jC\omega} \,.\, jL\omega}{\frac{1}{jC\omega} + jL\omega}} \,. U_e$$

Donc :

$$H = \frac{U_s}{U_e} = \frac{R}{R + \frac{\frac{L}{C}}{\frac{1 - LC\omega^2}{jC\omega}}}$$

$$H = \frac{R}{R + \frac{jL\omega}{1 - LC\omega^2}} = \frac{1 - LC\omega^2}{1 - LC\omega^2 + j\frac{L}{R}\omega}$$

On souhaite avoir notre fonction transfert avec $\frac{\omega}{\omega_0}$

On a alors :

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

Avec $\omega_0 = f_0 \,. \pi \Leftrightarrow \omega_0 \approx 316000$ et $Q = \frac{L \,.\, \omega_0}{R} \Leftrightarrow Q = 3{,}16$

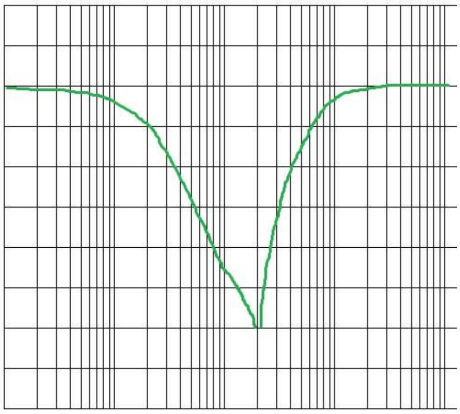
On peut alors déterminer le gain et le déphasage :

G = |H| =$\left| \frac{1-(\frac{\omega}{\omega_0})^2}{1-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 + j\frac{1}{Q}\frac{\omega}{\omega_0}} \right| = \frac{1-(\frac{\omega}{\omega_0})^2}{\sqrt{\left(1-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right)^2 + (\frac{\frac{\omega}{\omega_0}}{Q})^2}}$

$$\varphi = \mathrm{Arg(H)} = Arg\left(\frac{1-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}{1-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2+j\frac{1}{Q}\frac{\omega}{\omega_0}}\right) = -\,\mathrm{arctan}\left(\frac{\frac{\frac{\omega}{\omega_0}}{Q}}{1-\frac{\omega}{\omega_0}}\right)$$

4.1.2.2 :

Voici le diagramme de Bode en gain :



Voici le diagramme de Bode en phase :

4.1.2.3 :

En analysant les diagrammes obtenus, on s’aperçoit que ce filtre est un filtre coupe-bande

4.1.2.4 :

On peut maintenant calculer la bande passante à -3db :

$$Bp = \frac{f_0}{Q} = \frac{50{,}3\,.\,10^3}{3{,}16} \approx 15{,}9kHz$$

4.2 – Manipulations :

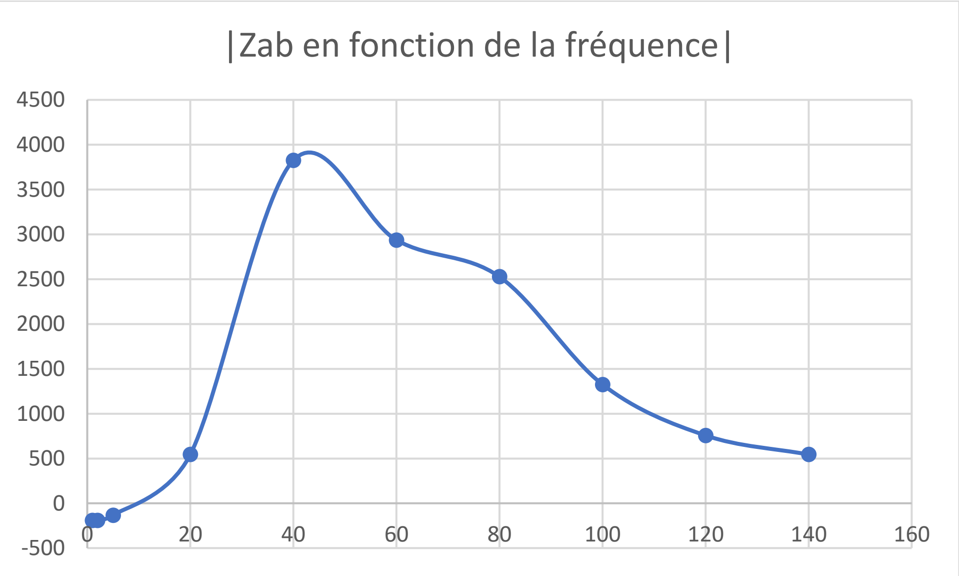
Nous avons utilisé une résistance de 1,8$k\Omega$ dans notre montage pour effectuer nos mesures

Voici notre tableau de valeurs après les manipulations :

Fréqu-ence	1	2	5	20	40	60	80	100	120	140
Va	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Vb	5,6	5,6	5,4	3,84	1,6	1,9	2,08	2,88	3,52	3,84
G(db)	1,12	1,12	1,08	0,768	0,32	0,38	0,416	0,576	0,704	0,768
Dépha-sage										
Va-Vb	-0,6	-0,6	-0,4	1,16	3,4	3,1	2,92	2,12	1,48	1,16
|Zab|	-192,85714	-192,85714	-133,33333	543,75	3825	2936,84211	2526,92308	1325	756,818182	543,75

4.3.1 :

On trace Zab en fonction de f (abscisses : Fréquence en kHz, ordonnées : Impédance en Ohm):



4.3.2

f_0 représente le point le plus haut sur la courbe tracée ci-dessus. Dans ce cas, par lecture graphique, on a une impédance maximum d'environ 40kHz pour environ 4000Ω. f_1 et f_2 représentent les points pour lesquels on a $y = \frac{4000}{\sqrt{2}} = 2828\Omega$

On peut alors trouver ces deux points par lecture graphique :

$$f_1 = 32$$

$$f_2 = 60$$

$$|f_1 - f_2| = 28kHz$$

4.3.3

On effectue le calcul :

$$Q = \frac{f_0}{|f_1 - f_2|} = \frac{40000}{28.10^3} = 1{,}4$$

4.3.4

On observe une valeur de Q en pratique très différente de celle calculée en théorie (3,16), nous suspectons donc une erreur dans nos mesures.