11/04/2020

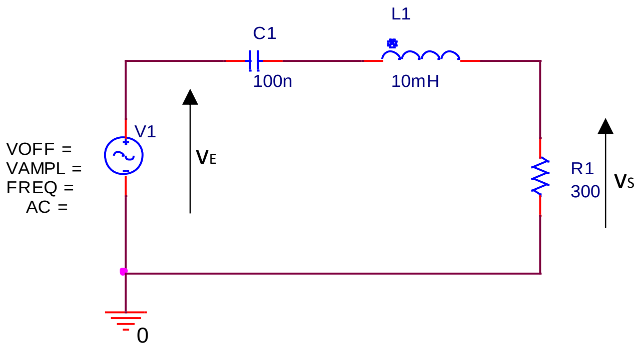
TP N°1

CIRCUITS RLC SERIE - RESONANCE SIMULATIONS PAR LE LOGICIEL « PSPICE »

Auriane ADAM
IPSA – 1PR2

I. Résonnance en intensité

1) Préparation théorique



Le dipôle étudié RLC série étudié sera constitué :

- D'une résistance **R_1 = 300 Ω**,
- D'une bobine d'inductance **L_1 = 10 mH**
- D'un condensateur **C_1 = 100 nF**.

La source V_1 (VSIN dans la bibliothèque SOURCE) délivre une tension sinusoïdale d'amplitude 5 volts maintenue *constante* et de fréquence réglable.

Question 1 :

L'impédance équivalente $\underline{Z}$ équivaut à

$$\underline{Z} = Z_L + Z_c = jL\omega + \frac{1}{jC\omega} = \frac{j(CL\omega^2-1)}{C\omega} = jL\omega - \frac{1}{C\omega}$$

Question 2 :

On a le module qui est :

$$|\underline{Z}| = \sqrt{a^2+b^2} = \sqrt{(L\omega)^2 + (\frac{1}{C\omega})^2}$$

On a l'argument qui est égal à :

$$Arg(\underline{Z}) = arctan\frac{b}{a} = \arctan\left(\frac{L\omega}{\frac{1}{C\omega}}\right) = \arctan(LC\omega^2)$$

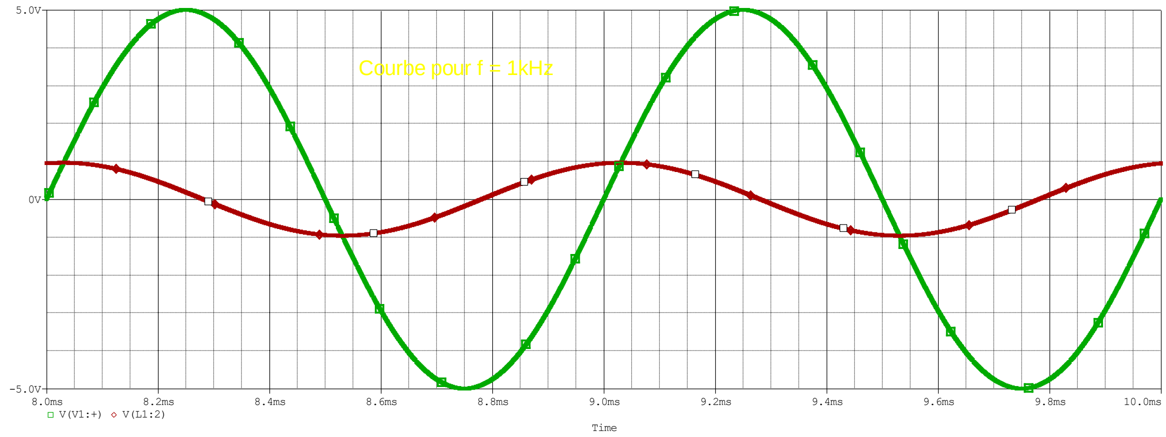
Question 3 :

	$jL\omega$	$\frac{1}{jC\omega}$	**Valeur de V_R**
Lorsque $f \rightarrow 0$ **,** $\omega \rightarrow 0$ **car,** $\omega = f * 2\pi$	0 Fil	∞ Interrupteur ouvert	0

Lorsque $f \to \infty$, $\omega \to 0$ **car,** $\omega = f * 2\pi$	∞ Interrupteur ouvert	0 Fil	0

2) Simulation

a. Comportement du circuit envers un signal sinusoïdal de fréquence fixe :



Question 5 :

L'amplitude correspond à la valeur maximale.

La tension crête à crête correspond à la tension existante entre V_{max} et V_{min}.

La valeur efficace correspond à $V_{eff} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$.

Question 6 :

Nous avons l'amplitude qui est $V_{e_{max}} = 5V$.

La tension crête à crête est 10V

La valeur efficace est $\frac{5\sqrt{2}}{2}$ V.

Nous avons pour f = 1kHz, l'amplitude qui est $V_{s_{max}} = 1V$.

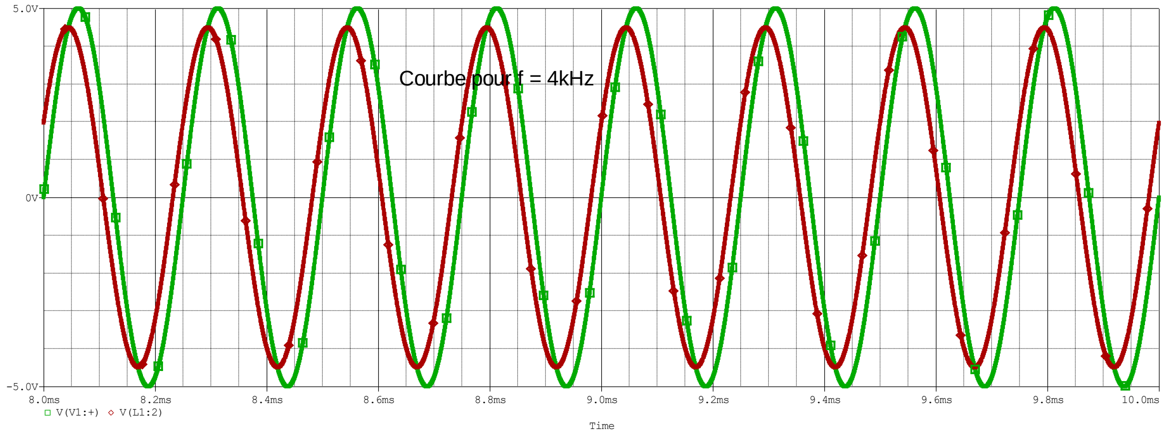
La tension crête à crête est 2V

La valeur efficace est $\frac{\sqrt{2}}{2}$ V.

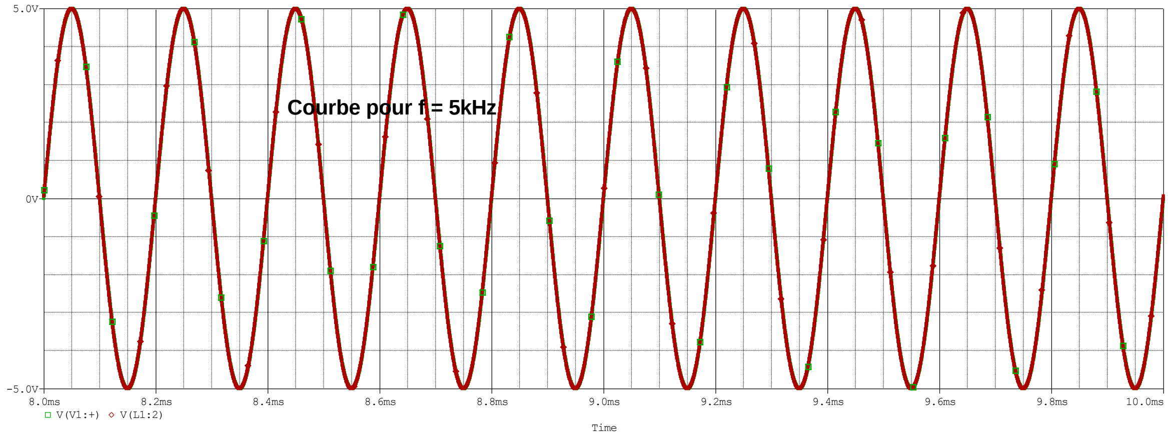
Question 7 :

La courbe verte soit Ve est en avance sur la courbe rouge soit Vs. Pour la phase nous comptons la distance en carreaux entre les deux courbes et de la courbe verte par rapport à l'origine. Ainsi nous obtenons 4.5 carreaux et 10 carreaux. Le déphasage est :

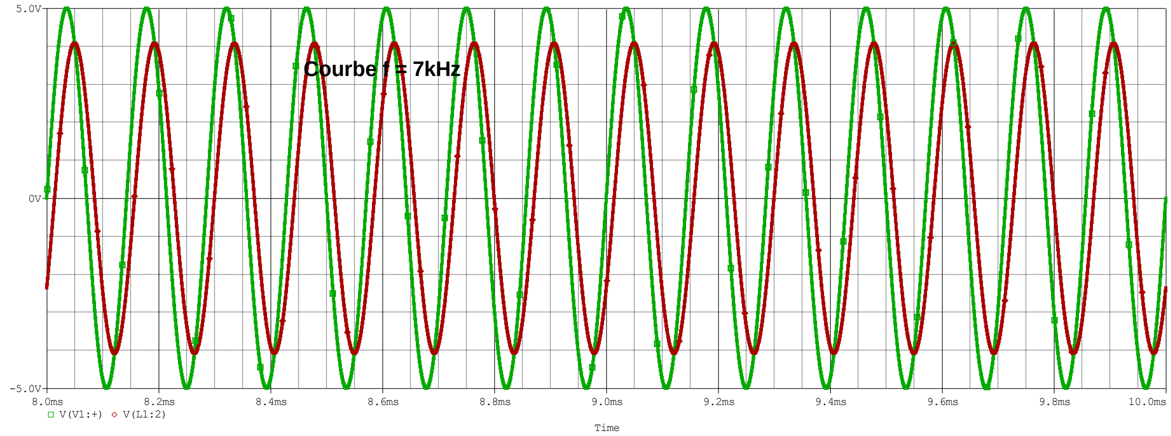
$$\varphi = \frac{4.5}{20} * 2\pi = \frac{9}{20}\pi = 81°$$



Pour f = 4kHz, la courbe verte soit Ve est en avance sur la courbe rouge soit Vs. Nous avons un déphasage de $\varphi = \frac{1.5}{5} * 2\pi = \frac{3}{5}\pi = 108°$

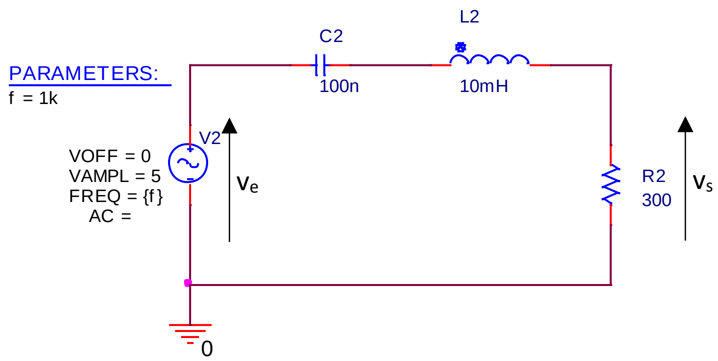


Pour f = 5kHz, la courbe verte soit Ve est confondue à la courbe rouge soit Vs. Nous avons un déphasage nul.



Pour f = 7kHz, la courbe verte soit Ve est en retard sur la courbe rouge soit Vs. Nous avons un déphasage de $\varphi = \frac{-0.3}{5.7} * 2\pi = -0.33 = -19°$

Question 8 :

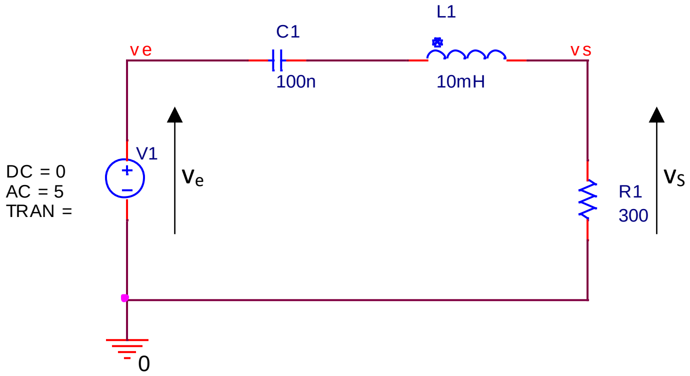


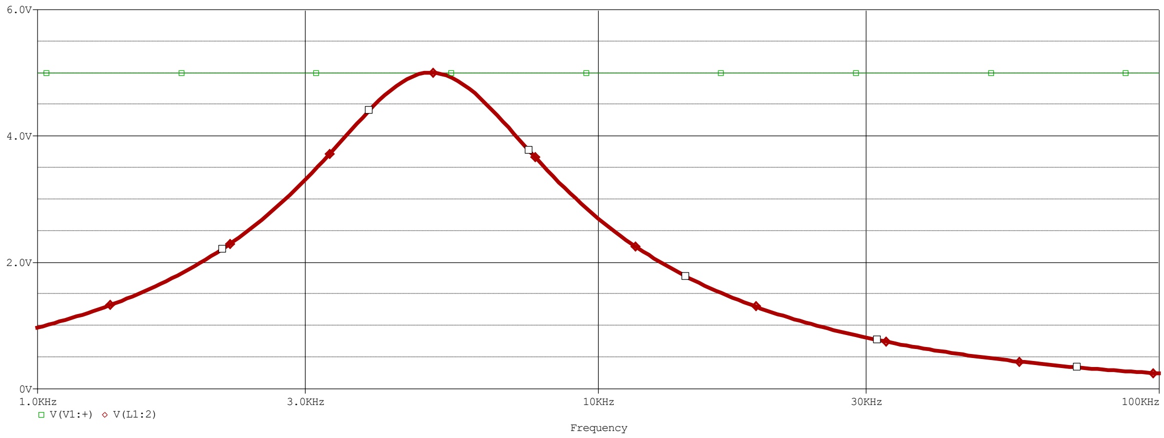
Nous avons V_s = 1V et V_e = 5V

f	1khz	4khz	5khz	7khz
$V_{e\ max}$ **(Volt)**	5	5	5	5
$V_{s\ max}$ **(Volt)**	0.9	4.5	5	4.1
$\frac{V_{s\ max}}{V_{e\ max}}$	0.18	0.9	0	0.82

Lorsque f = 5kHz nous avons Vs = 5V. Ainsi nous avons le maximum de transmission. Nous remarquons que la fréquence correspond à la fréquence de résonnance. En revanche lorsque $f \to 0 \; ou \; f \to \infty$ nous avons Vs qui tend vers 0. Donc nous avons un filtre passe bande.

b. Comportement du circuit envers un signal sinusoïdal de fréquence variable



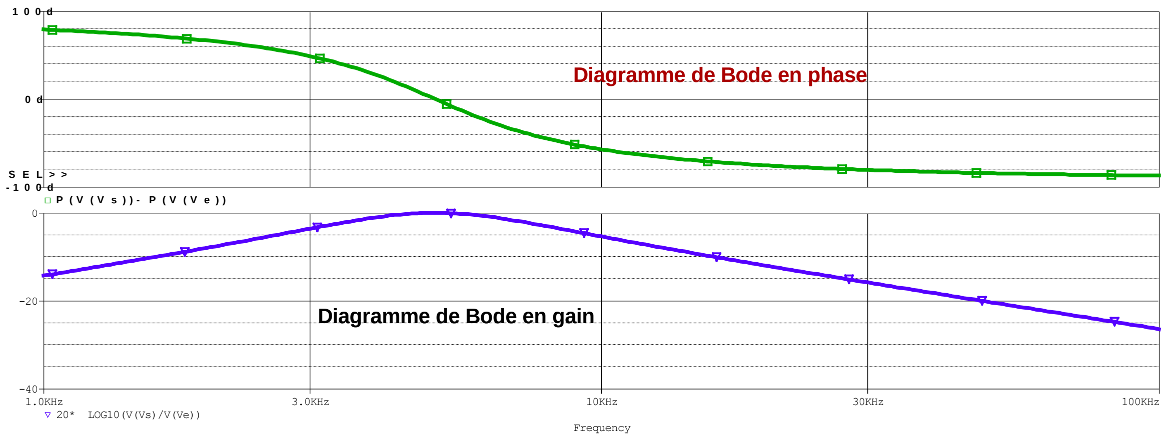


Question 10 :

Nous avons une courbe en cloche. De plus lorsque f = 5000kHz ce qui est proche de la fréquence de résonnance nous avons le maximum de transmittance. Pour f = 5000kHz la tension vaut 5V.

Également lorsque $f \to 0$ *ou* $f \to \infty$ nous avons la transmittance qui tend vers 0.

Question 11 :



Nous pouvons remarquer sur le diagramme de Bode que lorsque $f \rightarrow -\infty$ le gain tend vers $-\infty$. En effet Vs tend vers 0 et le rapport Vs/Ve tend vers 0. De plus, $\lim_{x \to 0} \log x = -\infty$. Donc le gain tend bien vers$-\infty$. De même lorsque $f \rightarrow +\infty$ le gain tend vers $-\infty$.

Aussi pour f =5000kHz, nous avons un gain nul. C'est la fréquence de résonnance. Ce s'explique car Vs = Ve donc nous avons $20 \log 1 = 0$.

Ainsi nous avons un filtre passe bande.

Question 12 :

D'après le diagramme de Bode nous avons la fréquence basse coupure qui est de 3.1793kHz et la fréquence haute coupure qui est de 7.9775kHz. Alors la bande passante correspond à : $f_{bande\ passante} = f_{haute\ fréquence} - f_{basse\ fréquence} = 7.9775 - 3.1793 = 4.7982\ kHz$

II. Résonance en tension

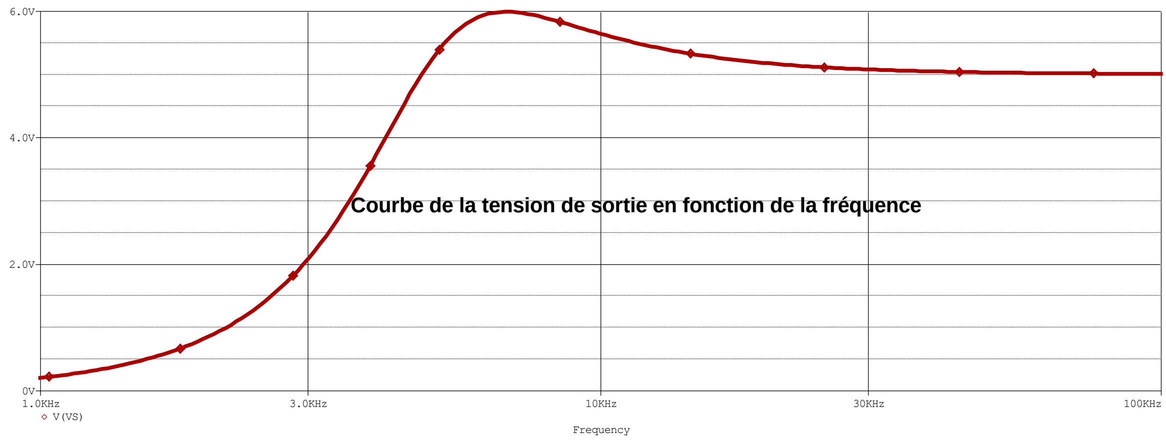
Question 13 :

	$jL\omega$	$\frac{1}{jC\omega}$	**Valeur de V_R**
Lorsque $f \to 0$ **,** $\omega \to 0$ **car,** $\omega = f * 2\pi$	0 Fil	∞ Interrupteur ouvert	0
Lorsque $f \to \infty$**,** $\omega \to 0$ **car,** $\omega = f * 2\pi$	∞ Interrupteur ouvert	0 Fil	Ve

D'après le tableau nous avons un filtre passe haut.

1) **Comportement du circuit envers un signal sinusoïdal de fréquence variable**

Question 14 :



Lorsque $f \to \infty$ nous avons la transmittance qui est au maximum une tension comprise entre 6V et 5V. Ainsi nous avons un filtre passe haut.

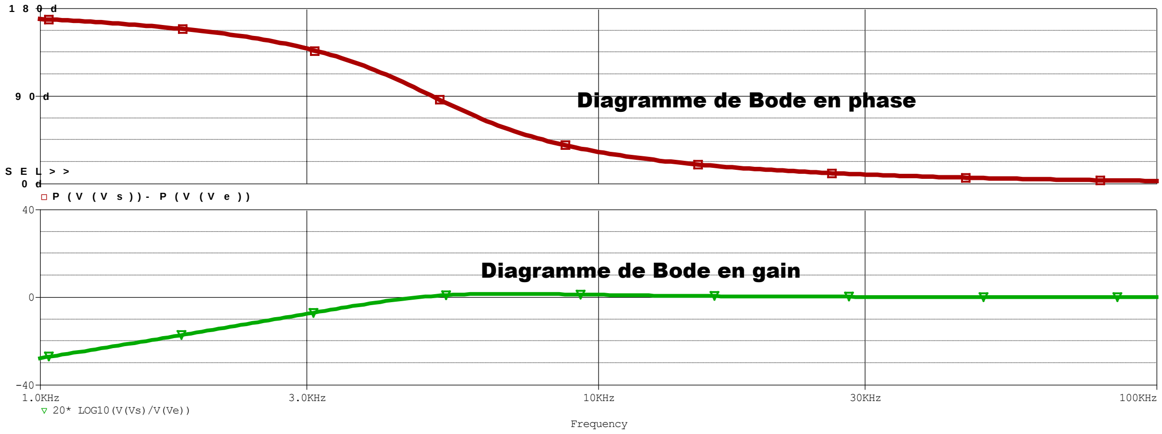
Question 15 :

On a $\omega_r = \omega_0\sqrt{1-2m^2}$. On cherche $\omega_0^2 = \frac{1}{LC} = \frac{1}{10*10^{-3}*100*10^{-9}} = 1*10^9$ et $m = R\sqrt{C/L} * \frac{1}{2} = 0.47$. On a :

$$\omega_r = \sqrt{\frac{1}{10*10^{-3}*100*10^{-9}}} * \sqrt{1 - 2\left(300\sqrt{\frac{100*10^{-9}}{10*10^{-3}}} * \frac{1}{2}\right)^2} = 23452\ rad.s^{-1}$$

On en déduit f_r qui est égale à : $f_r = \frac{\omega_r}{2\pi} = 3732\ Hz$

Question 16 :



Nous pouvons remarquer que lorsque $f \to \infty$ la tension $Vs \to 0$. De plus $f_r = 3912\ Hz$. Ainsi cela confirme les résultats précédents, nous sommes en présence d'un filtre passe haute.

2) Exploitation de la courbe de résonance

a. Facteur de qualité

Question 17 :

On a l'expression du facteur de qualité qui est :

$$Q = \frac{L\omega_r}{R} = \frac{L*\omega_0\sqrt{1-2m^2}}{R} = \frac{L*\sqrt{\frac{1}{LC}}*\sqrt{1-2\left(\frac{R\sqrt{\frac{C}{L}}}{2}\right)^2}}{R} = \frac{L*\sqrt{\frac{1}{LC}}*\sqrt{1-\frac{1}{2}\left(R\sqrt{\frac{C}{L}}\right)^2}}{R} = \frac{L*\sqrt{\frac{1}{LC}-\frac{R^2}{2L^2}}}{R}$$

Question 18 :

On trouve le résultat suivant pour le facteur de qualité :

$$Q = \frac{L\omega_r}{R} = \frac{10*10^{-3}*23452}{300} = 0.78$$

Question 19 :

$$Q = \frac{V_{L\,max}}{V_e} \leftrightarrow V_{L\,max} = Q * V_e$$

On mesure la tension sur le diagramme de Bode à la fréquence de résonnance, nous obtenons $V_{L\,max} = 3.64\ V$. On calcule le facteur de qualité :

$$coefficient\ de\ sur\ tension = \frac{V_{L\,max}}{V_e} = \frac{3.64}{5} = 0.728$$

Question 20 :

Le facteur de qualité est égal à 0.78 et le coefficient de surtension vaut 0.728. Ainsi d'après les imprécisions des mesures nous pouvons dire que le facteur qualité est proche du coefficient de surtension.

b. Bande passant et fréquence de coupure

Question 21 :

$Bp_{th} = \frac{f_0}{Q_{th}} = \frac{5032}{0.78} = 6451\ Hz$. On peut en déduire fréquence de coupure basse et la fréquence de coupure haute :

$$f_{C\,\ell\,th} = f_0 - \frac{1}{2} Bp_{th} = 5032 - \frac{1}{2} * 6451 = 1806\ Hz$$

$$f_{C\,h\,th} = f_r + \frac{1}{2} Bp_{th} = 5032 + \frac{1}{2} * 6451 = 8257\ Hz$$

Question 22 :

On mesure sur le diagramme de Bode la fréquence de coupure basse qui est de $3.1793\ kHz$ et la fréquence de haute coupure qui est $7.9775\ kHz$

Calcule des écarts relatifs :

$$écart\ relatif\ f_{C\,\ell} = \frac{3179 - 1806}{1806} = 0.75 = 75\%$$

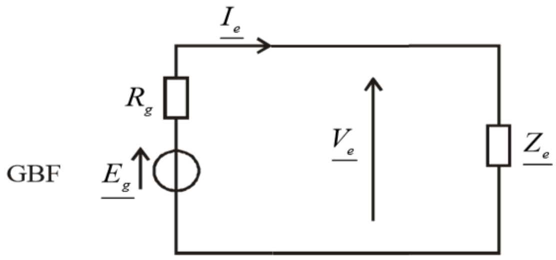
$$écart\ relatif\ f_{C\,h} = \frac{8257 - 7977}{8257} = 0.034 = 3.4\%$$

La bobine et le condensateur ne sont pas des dipôles parfaits ainsi il y a une perte de tension par perte d'énergie. De plus les valeurs mesurées sur le graphique ne sont pas très précises, c'est pour cela qu'il y a un écart entre les valeurs théoriques et les valeurs mesurées.

III. Mesure de l'impédance d'entrée d'un quadripôle

1) **Présentation de la problématique**
2) **Etude théorique**

Question 24 :



Nous pouvons utiliser le théorème du pont de diviseur de tension on a :

$$V_e = \frac{Z_e}{Z_e + R} * E_g$$

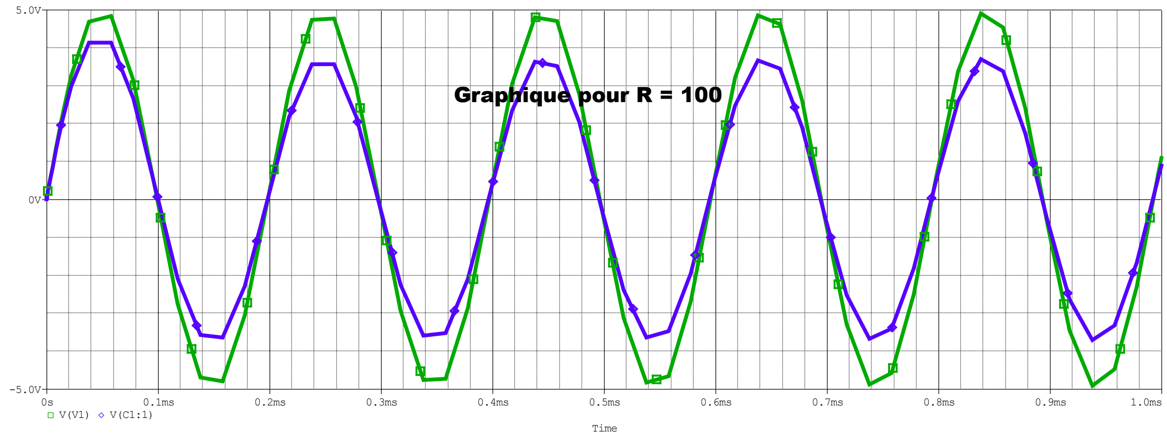
$$\leftrightarrow \frac{V_e}{E_g} * (Z_e + R) = Z_e$$

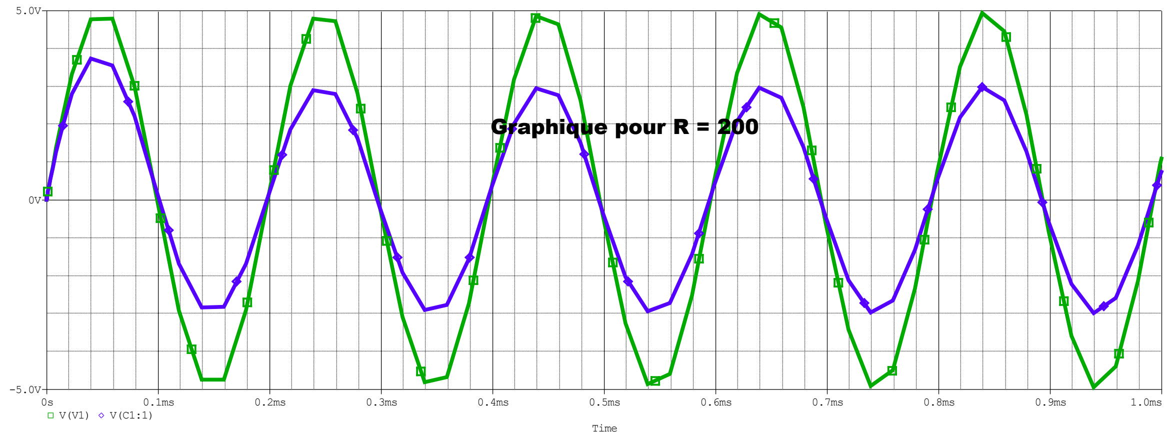
$$\leftrightarrow \frac{V_e * Z_e}{E_g} + \frac{V_e * R}{E_g} = Z_e$$

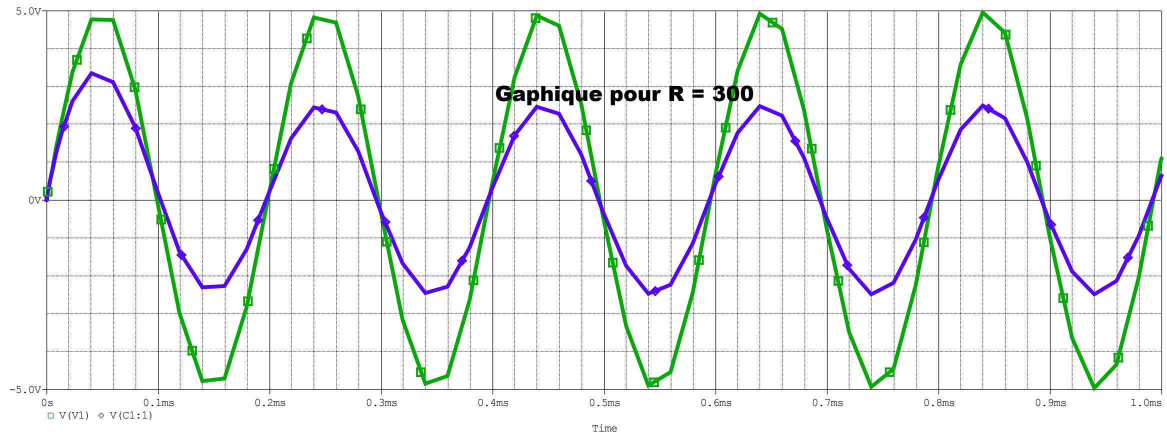
$$\leftrightarrow \frac{V_e * R}{E_g} = Z_e \left(1 - \frac{V_e}{E_g}\right)$$

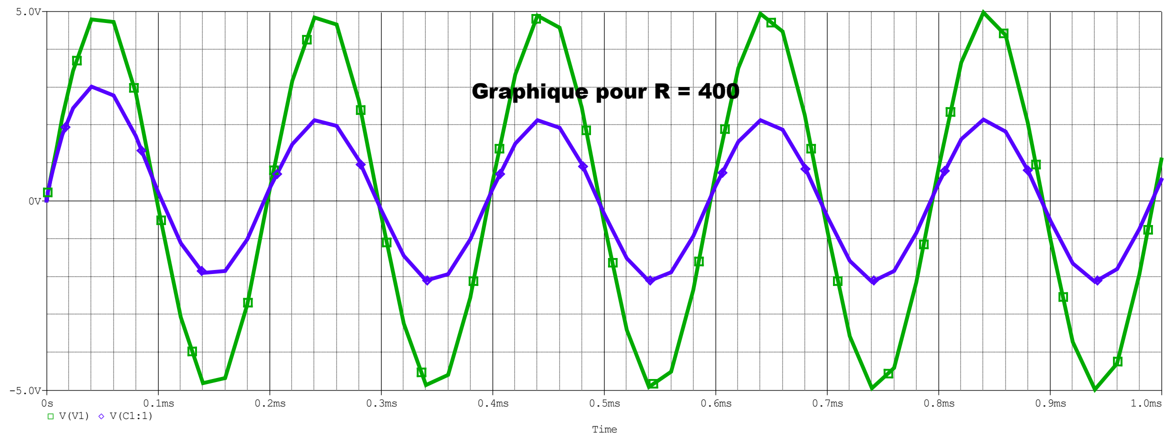
$$\leftrightarrow Z_e = \frac{V_e * R}{E_g - V_e}$$

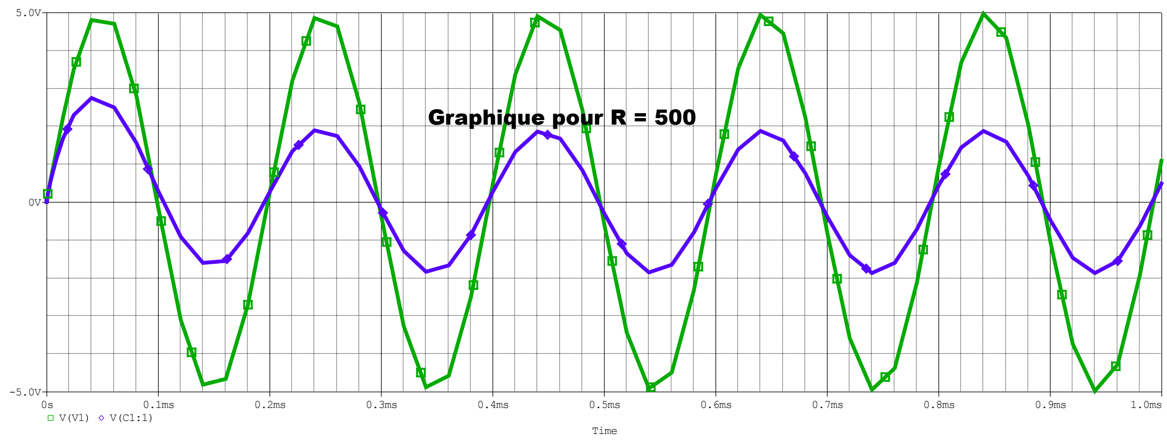
3) Mesure par la simulation :











Valeur de la résistance en ohm	100	200	300	400	500
Tension V1 en volt	5	5	5	5	5
Tension Ve en volt	3.5	3.0	2.4	2.1	1.8

Nous pouvons remarquer que lorsque la résistance est égale à 300 Ω, la valeur de Ve vaut : $V_E = \frac{V_1}{2}$.

Question 26 :

Cela permet de mesure l'impédance d'entrée car elle est égale à :

$$Z_e = \frac{V_e * R}{E_g - V_e} = \frac{2.5*300}{5-2.5} = 300\Omega$$