



PHYSIKSOLYMPIAD LËTZEBUERG 2023

Finale (FR)

25.03.2023

Consignes :

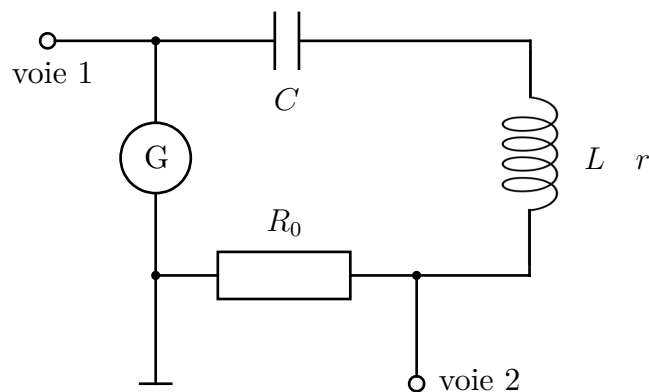
- Indiquer votre nom complet et Lycée sur chaque feuille.
- Indiquer clairement la sous-question/question à laquelle vous répondez.
- Expliquer les étapes de votre raisonnement et indiquer vos calculs intermédiaires.
- Numérotter les pages.

Partie 1 : Oscillations libres d'un circuit RLC

Il s'agit d'étudier la période propre d'un circuit électrique oscillant en fonction de la capacité du condensateur et de l'inductance de la bobine.

Un générateur applique aux bornes d'un circuit RLC série une tension rectangulaire de fréquence 10 Hz.

Le circuit série est constitué d'un condensateur de capacité C , d'une bobine d'inductance L et d'une résistance R . La résistance est constituée de deux résistances en série, une résistance R_0 et la résistance interne r de la bobine. La résistance totale est $R = R_0 + r$.



L'oscilloscope visualise :

- à l'entrée « voie 1 » la tension u_1 aux bornes du circuit RLC ;
- à l'entrée « voie 2 » la tension u_2 aux bornes de R_0 , proportionnelle à l'intensité i du courant.

1) Influence de la capacité sur la période propre

- Choisissez une bobine de 300 spires sans noyau de fer.
- Déterminez la période T des oscillations pour différentes valeurs de la capacité C du condensateur.
- Représentez graphiquement T^2 en fonction de C . Ajoutez au graphique une fonction de régression.
- Déduisez-en la relation entre la période et la capacité pour une inductance donnée.

2) Influence de l'inductance sur la période propre

- a) Choisissez un condensateur de capacité $C = 1 \mu\text{F}$.
- b) Déterminez la période T des oscillations pour différentes valeurs de l'inductance L de la bobine.
- c) Représentez graphiquement T^2 en fonction de L . Ajoutez au graphique une fonction de régression.
- d) Déduisez-en la relation entre la période et l'inductance pour une capacité donnée.

3) Conclusion et application

Montrez à partir des résultats des expériences précédentes que l'expression qui donne la période propre des oscillations en fonction de la capacité du condensateur et de l'inductance de la bobine peut s'écrire :

$$T = 2\pi \sqrt{LC} .$$

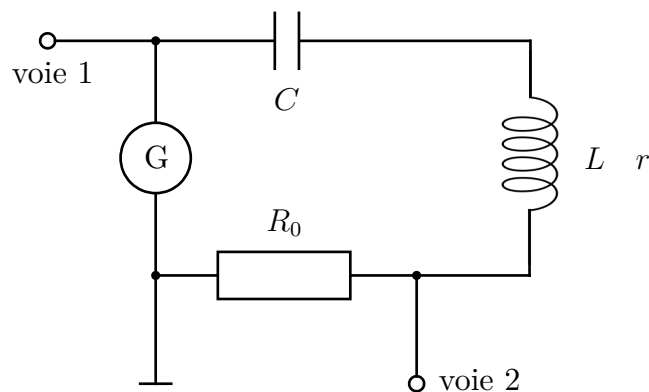
Application : utilisez cette expression pour calculer l'inductance de la bobine de 300 spires avec un noyau de fer.

Partie 2 : Oscillations forcées d'un circuit *RLC*

Il s'agit de tracer la courbe de résonance d'un oscillateur électrique, de déterminer la fréquence de résonance et d'étudier la largeur de résonance en fonction de la résistance et de l'inductance du circuit.

Un générateur applique aux bornes d'un circuit *RLC* série une tension sinusoïdale.

Le circuit série est constitué d'un condensateur de capacité C , d'une bobine d'inductance L et d'une résistance R . La résistance est constituée de deux résistances en série, une résistance R_0 et la résistance interne r de la bobine. La résistance totale est $R = R_0 + r$.



L'oscilloscope visualise :

- à l'entrée « voie 1 » la tension u_1 aux bornes du circuit *RLC* ;
- à l'entrée « voie 2 » la tension u_2 aux bornes de R_0 , proportionnelle à l'intensité i du courant.

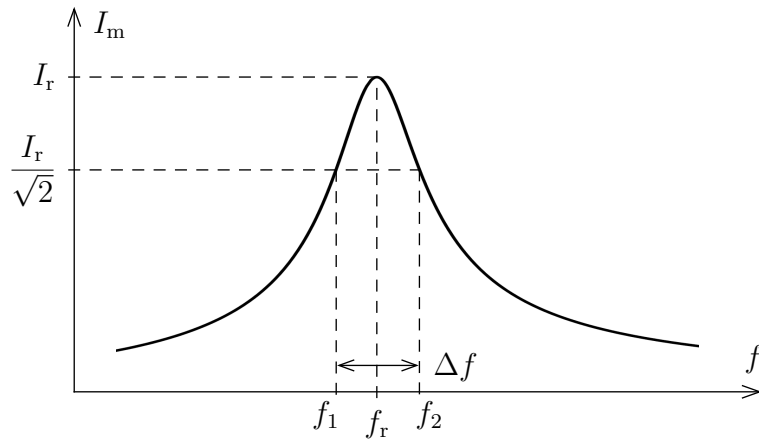
Choisissez un condensateur de capacité $C = 1 \mu\text{F}$ et une bobine de 300 spires sans noyau de fer.

1) Courbe de résonance

L'intensité du courant est donnée par la relation :

$$i = \frac{u_2}{R_0} \Rightarrow I_m = \frac{\hat{u}_2}{R_0}$$

où \hat{u}_2 est l'amplitude de la tension. La figure montre la représentation graphique de l'amplitude I_m de l'intensité en fonction de la fréquence f du générateur, appelée courbe de résonance.



- Cherchez la fréquence f_r pour laquelle l'amplitude \hat{u}_2 est maximale, réduisez éventuellement la tension de sortie du générateur.
- Au maximum, réglez la tension de sortie du générateur pour que l'amplitude de l'intensité soit égale à $I_r = 500$ mA.
- Mesurer pour différentes fréquences f l'amplitude \hat{u}_2 en gardant l'amplitude \hat{u}_1 constante. Calculez l'amplitude I_m de l'intensité. Choisir des fréquences pour lesquelles $I_m > 100$ mA.
- Représentez I_m en fonction de f et ajoutez manuellement une courbe de régression.
- Comparez la fréquence de résonance f_r à la fréquence propre f_0 que vous calculez avec $f = \frac{1}{T}$.

2) Largeur de résonance

La largeur de résonance Δf est la largeur du domaine des fréquences pour lesquelles l'amplitude de l'intensité vérifie :

$$I_m > \frac{I_r}{\sqrt{2}}.$$

Si ce domaine est délimité par les fréquences f_1 et f_2 , on a $\Delta f = f_2 - f_1$.

- Pour différentes bobines mesurez les fréquences f_1 et f_2 et calculez la largeur de résonance. Déterminez la résistance totale du circuit.
- Utilisez les résultats pour montrer que la largeur de résonance est proportionnelle au rapport $\frac{R}{L}$. Déterminez le facteur de proportionnalité.