



TP21 | Électrocinétique

**Résonance d'un circuit "RLC"**

Ce document est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons "Attribution – Pas d'utilisation commerciale – Partage dans les mêmes conditions 4.0 International".



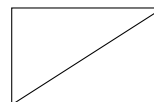
Nom et prénom :

Nom et prénom du/des binôme/s :

.....

Notions abordées	Questions	Évaluation
Rea Câbler un circuit électrique (gérer les masses)	partie 1	non évalué
Ana Utiliser un code pour analyser des résultats expérimentaux	partie 1	non évalué
Val		
Val Utiliser un code pour tracer des résultats théoriques	partie 2	non évalué
Rea Tracer une courbe de résonance en tension et en phase	partie 1 & 2	non évalué

Remarques générales :



 **Salle** : A07

 Paillasse professeur : liste du matériel

- ☐ Voltmètre numérique
- ☐ RLC-mètre

- ☐ Tout le matériel d'une paillasse élève.
- ☐ Rack de fils

 Paillasse élèves : liste du matériel pour les élèves

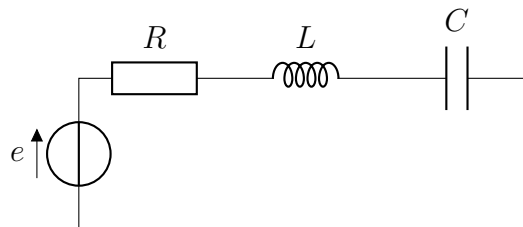
10 postes

- ☐ Résistance $R = 100 \Omega$ [x1]
- ☐ Bobine $L \simeq 40 \text{ mH}$ [x1]
- ☐ Condensateur $C = 100 \text{ nF}$ [x1]
- ☐ Ordinateur + souris (hors réseau)

- ☐ GBF (générateur de basse fréquence) [x1]
- ☐ Oscilloscope [x1]
- ☐ BNC [x3]

Rappels :

En classe et en TD nous avons montré qu'un circuit "RLC" est résonant à une fréquence f_r dite fréquence de résonance.



Lorsque le circuit est soumis à une tension d'entrée de la forme $e(t) = E_0 \cos(\omega t)$, la tension aux bornes du condensateur est donnée par :

$$u_c(t) = U_0 \cos(\omega t + \varphi_s) \quad (1)$$

$$\text{avec } U_0 = \frac{E_0}{\sqrt{(1 - x^2)^2 + \frac{x^2}{Q^2}}} \quad (2)$$

$$\text{et } \varphi_s = \arctan\left(\frac{Q(1 - x^2)}{x}\right) - \frac{\pi}{2} \quad (3)$$

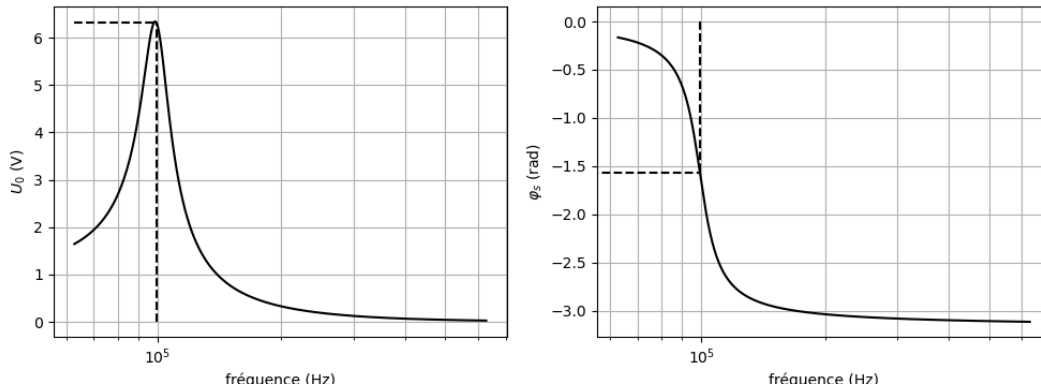
$$x = \omega/\omega_0 = f/f_0 \quad (4)$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (5)$$

Nous pouvons alors montrer qu'une résonance existe si $Q \geq \frac{1}{\sqrt{2}}$, et la fréquence de résonance est alors donnée par :

$$f_r = f_0 \sqrt{1 - \frac{1}{2Q^2}} \quad (6)$$

Nous traçons sur la figure ci-dessous les résultats théoriques de l'amplitude aux bornes du condensateur en fonction de la fréquence d'entrée f ainsi que sa phase φ_s .



1 Étude expérimentale

Question

Q1 proposer un montage (=schéma où apparaissent les branchements de l'oscilloscope) permettant de suivre à l'oscilloscope la tension d'alimentation $e(t)$ et $u_c(t)$. Réaliser ce montage. Attention aux problèmes de masse (ordre des composants).

espace élève

Manipulation

M1 Étude qualitative de la résonance : en effectuant un balayage grossier de la fréquence d'entrée, observer la tension aux bornes du condensateur $u_c(t)$. Vérifier que l'amplitude de $u_c(t)$ est maximale pour une certaine fréquence d'entrée. Noter la valeur approximative de cette fréquence f_r .

Faire un schéma du signal $u_c(t)$ à basse fréquence, à la fréquence de résonance et à haute fréquence.

Indication : commencer pour une fréquence de quelques centaines de hertz et aller jusqu'à 20 kHz.

espace élève

Manipulation

M2 Tracé de la courbe de résonance : mesurer l'amplitude de $u_c(t)$ pour une dizaine de valeurs de fréquences (par exemple 100, 1000, 2000, 2300, 2400, 2500, 2600, 2700, 3000, 4000, 5000, 7000, 10000 Hz).

Tracé votre courbe de résonance à l'aide de python (spyder ou notebook).

En vous aidant de la figure théorique, notamment des points repérés sur la courbe de l'amplitude, déterminer la valeur de la fréquence de résonance f_r et du facteur de qualité Q .

espace élève

2 Comparaison avec la théorie

Manipulation

M3 Réaliser un programme python permettant de tracer la courbe théorique de résonance. Tracer sur une même courbe la courbe théorique et vos données expérimentales.

Aide : la fonction de tracé semilogx permet de tracer une courbe en échelle logarithmique sur l'axe des abscisses. La fonction de numpy logspace permet de créer un tableau de valeurs logarithmiques. Par exemple : `f = np.logspace(0, 4, 100)` donne 100 valeurs de 10^0 à 10^4 .

S'il ne vous reste plus assez de temps, demander le code python au professeur.

La valeur de la résistance R ne comprend pas la résistance interne du GBF (environ $50\ \Omega$) ni la valeur de la résistance interne de la bobine (environ $10\ \Omega$). Ajuster le modèle théorique pour le faire coller avec la courbe expérimentale. Quelle est la résistance totale de votre circuit ?

espace élève

3 Différence de phase (pour les rapides)

Manipulation

M4 Pour différentes valeurs de la fréquence, mesurer la différence de phase entre $u_c(t)$ et $e(t)$ qui est égale à φ_s .

Tracer votre courbe de déphasage à l'aide de python. Comparer avec la courbe théorique. En déduire la valeur de f_0 .

espace élève

4 Théorie (pour les très rapides)

Question

Q2 Démontrer les résultats théoriques donnés en introduction du TP.

espace élève