

## TP17 – Résonance

L'excitation périodique d'un système à une fréquence proche de sa fréquence propre peut provoquer une réponse de très forte amplitude : c'est la **résonance**. Il s'agit d'un phénomène très général qui peut se manifester quelle que soit la nature de l'oscillateur : mécanique, optique, électrique, quantique, etc. On se propose ici de l'illustrer et de la caractériser avec un système modèle : le circuit RLC série.

### Objectifs

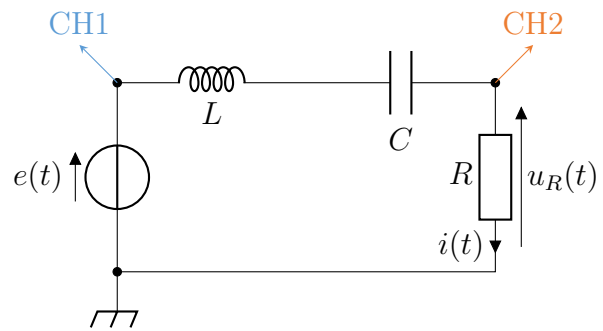
- Mesurer une tension : mesure directe au voltmètre numérique ou à l'oscilloscope numérique.
- Mesurer l'intensité d'un courant : mesure indirecte à l'oscilloscope aux bornes d'une résistance adaptée.
- Obtenir un signal de valeur moyenne, de forme, d'amplitude et de fréquence données.
- Gérer, dans un circuit électronique, les contraintes liées à la liaison entre les masses.
- **Mettre en œuvre un dispositif expérimental visant à caractériser un phénomène de résonance.**

### Résonance en intensité

On considère le circuit RLC série représenté ci-contre, alimenté par un signal sinusoïdal de fréquence  $f$  variable

$$e(t) = E_0 \cos(2\pi ft).$$

On s'intéresse à l'évolution de l'amplitude de la tension  $u_R(t)$  aux bornes de la résistance en fonction de la fréquence  $f$  de la tension  $e(t)$ .



1. On utilise les valeurs de composants suivantes :  $C = 10 \text{ nF}$ ,  $L = 45 \text{ mH}$  et  $R = 100 \Omega$ . Calculer les pulsation propre, fréquence propre, période propre et facteur de qualité du circuit.
2. Réaliser le circuit. L'alimenter à l'aide d'un GBF produisant une tension sinusoïdale. Justifier que la mesure de  $u_R(t)$  permet d'obtenir l'évolution de l'intensité  $i(t)$  dans le circuit. Quelle est l'allure du signal  $u_R(t)$  ?

**APPEL PROF 1** REA Vérification du circuit et des réglages de l'oscilloscope.

3. Pour quelle fréquence  $f_{\max}$  l'amplitude  $U_{R0}$  de la tension  $u_R(t)$  est-elle maximale ? Comparer à la fréquence propre du circuit. Que vaut alors le rapport  $G_{R,\max} = U_{R0}/E_0$  ?
4. Mesurer le déphasage  $\varphi = \varphi_{u_R} - \varphi_e$  entre la tension  $u_R(t)$  et la tension  $e(t)$  pour  $f \ll f_{\max}$ ,  $f = f_{\max}$  et  $f \gg f_{\max}$ .

**APPEL PROF 2**

5. Sur papier semilog, tracer le rapport  $G_R = U_{R0}/E_0$  en fonction de la fréquence  $f$  pour des fréquences comprises entre 1 kHz et 100 kHz. On pourra aussi rentrer les valeurs de  $f$ ,  $E_0$  et  $U_{R0}$  dans le fichier `data.txt` et utiliser le programme `tp16-resonance.py`.

REA VAL

6. Mesurer la valeur de la bande passante, c'est-à-dire l'intervalle de fréquence  $\Delta f$  pour lequel  $G_R > G_{R,\max}/\sqrt{2}$  et calculer le rapport  $f_{\max}/\Delta f$ . Quel paramètre du circuit retrouve-t-on ?

## Résonance en tension aux bornes du condensateur

ANA REA

7. Modifier le circuit précédent pour mesurer la tension  $e(t)$  à la sortie du GBF et la tension  $u_C(t)$  aux bornes du condensateur. Faire un schéma.

### APPEL PROF 3 ANA Validation du circuit.

ANA VAL

8. Pour quelle fréquence  $f_{\max}$  l'amplitude  $U_{C0}$  de la tension  $u_C(t)$  est-elle maximale ?  
*Ce résultat n'est valable que lorsque  $Q \gg 1$  !*

REA VAL

9. Mesurer alors la valeur du rapport  $G_{C,\max} = U_{C0}/E_0$ . Commenter la valeur obtenue.

REA

10. Pour  $f \ll f_{\max}$ ,  $f = f_{\max}$  et  $f \gg f_{\max}$ , mesurer le rapport  $G_C = U_{C0}/E_0$  et le déphasage  $\varphi_C$  entre  $u_C(t)$  et  $e(t)$ .

## Étude en régime libre

APP ANA

REA VAL

COM

11. Proposer et mettre en œuvre un protocole pour mesurer la fréquence propre  $f_0$  et le facteur de qualité  $Q$  du circuit RLC série en régime libre, c'est-à-dire quand le circuit est soumis à échelon de tension.

Comparer les valeurs de  $f_0$  et  $Q$  avec les valeurs théoriques et les valeurs précédentes. Comment expliquer l'écart entre les facteurs de qualité obtenus ?

## Documents

### Document 1 – Matériel

- GBF ;
- oscilloscope ;
- bobine  $L \approx 45$  mH ou 11 mH ;
- boîte à décade de résistance ;
- boîte à décade de capacité ;
- câbles.