

# TP 17 : Étude de la résonance dans un circuit $RLC$

💡 **Compétences expérimentales exigibles du programme :**

- ✓ Mettre en œuvre un protocole expérimental visant à caractériser un phénomène de résonance.



## But du TP

Étudier la résonance en charge et la résonance en intensité dans un circuit  $RLC$  série.

**Matériel :**

— un GBF	— 1 boîte à décades de résistances
— un oscilloscope	— 1 boîte à décades de capacités
— un ordinateur avec tableur	— 1 boîte à décades de bobines

## I Étude de la résonance en tension

### I.1 Montage

Dans cette partie, on s'intéresse à la tension aux bornes du condensateur  $u_C(t) = U_{Cm} \cos(\omega t + \varphi)$  dans un circuit  $RLC$  série alimentée par un générateur basse fréquence délivrant un signal sinusoïdal  $e(t) = E_m \cos(\omega t)$ . On étudiera notamment son amplitude  $U_{Cm}$  et sa phase  $\varphi$  en fonction de la fréquence  $f$  du signal  $e(t)$ .

- Q1. Représenter le schéma du circuit avec le GBF, la résistance, la bobine et le condensateur en série permettant de visualiser la tension aux bornes du GBF en voie 1 et la tension aux bornes du condensateur en voie 2. Indiquer clairement la masse (commune !) et les deux voies de l'oscilloscope.
- Q2. Choisir une bobine d'inductance  $L = 0,15 \text{ H}$  et un condensateur de capacité  $C = 0,1 \mu\text{F}$ . Mesurer la valeur de la résistance interne de la bobine et la valeur de la capacité du condensateur.
- Q3. Réaliser le circuit précédent en suivant la méthode ci-dessous, il sera alimenté par un GBF délivrant une tension sinusoïdale d'amplitude  $E_m = 2,0 \text{ V}$ .

### ★ Méthode : réalisation d'un circuit électrique

- ① Réaliser le circuit étudié **les appareils de mesure** avec une disposition spatiale des composants identique à celle sur le schéma.  
Utiliser les  **fils noirs toujours et uniquement pour ce qui arrive à la masse** (qui ne doit correspondre qu'à un seul point du circuit, donc tous les fils noirs doivent arriver au même point) et utiliser toujours et uniquement les autres couleurs pour tout le reste.
  - ② Placer les appareils de mesure.
- ENSUITE, faire quelques vérifications :
- ③ Vérifier que le circuit est fermé.
  - ④ Vérifier que les fils noirs (liés aux masses des appareils) arrivent tous au même point.

### I.2 Étude qualitative avec une résistance $R = 50 \Omega$

- Q4. Choisir une résistance  $R = 50 \Omega$ , et en partant d'une fréquence  $f = 50 \text{ Hz}$ , augmenter la fréquence jusqu'à  $50 \text{ kHz}$ . Étudier qualitativement l'évolution de l'amplitude de la tension aux bornes du

condensateur et du déphasage de la tension aux bornes du condensateur lorsque la fréquence si signal délivré par le GBF augmente (voir ci-dessous les rappels sur le réglage de l'oscilloscope). Noter vos observations (variation de l'amplitude, du déphasage, avance/retard...).

★ **Méthode : visualisation d'une tension à l'oscilloscope**

- Synchronisation :
  - Choisir la voie de synchronisation : Source 1 (la tension « la plus belle »).
  - Choisir le niveau de déclenchement (petit triangle et T à gauche de l'écran) : il doit être dans les valeurs du signal.
- Choix du calibre temporel : il faut toujours observer 1 à 2 périodes à l'écran.
- Choix des calibres verticaux :
  - Les deux calibres (voie 1 / voie 2) ne sont pas nécessairement égaux.
  - Chaque signal doit occuper tout l'écran verticalement.

Q5. Représenter ci-dessous les signaux observés à basse et haute fréquence :

**À basse fréquence**

$(f = 50 \text{ Hz} \ll f_0 = \dots\dots\dots\text{Hz})$

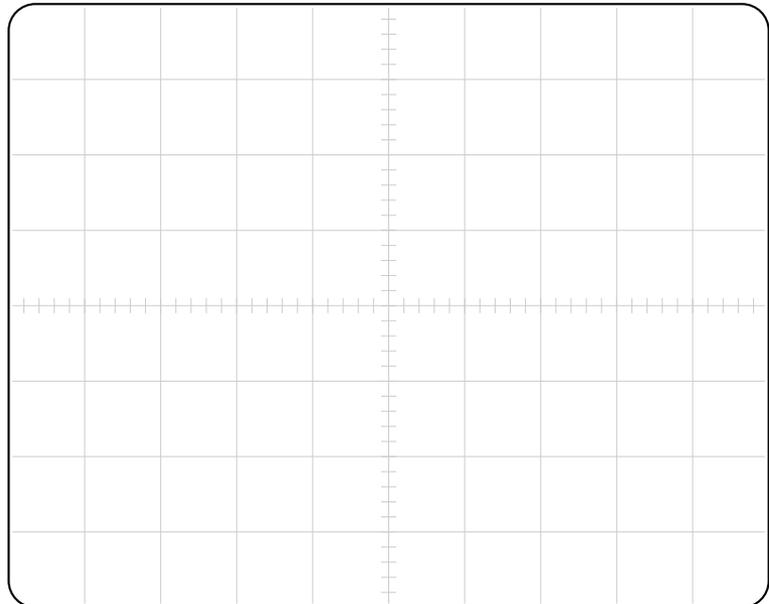
Base de temps :  $\dots\dots\dots/\text{div}$

Calibre CH1 :  $\dots\dots\dots/\text{div}$

Calibre CH2 :  $\dots\dots\dots/\text{div}$

$U_{Cm} \approx \dots\dots\dots$

$\varphi \approx \dots\dots\dots$



**À haute fréquence**

$(f = 50 \text{ Hz} \gg f_0 = \dots\dots\dots\text{Hz})$

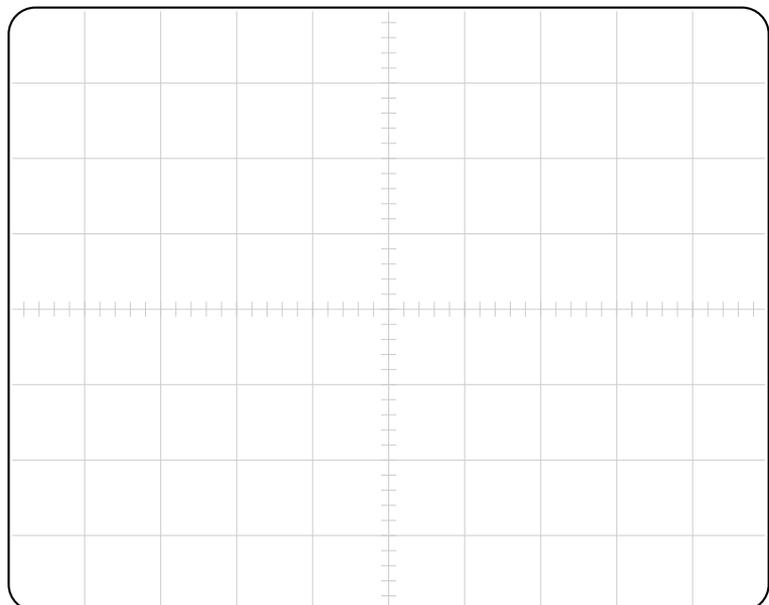
Base de temps :  $\dots\dots\dots/\text{div}$

Calibre CH1 :  $\dots\dots\dots/\text{div}$

Calibre CH2 :  $\dots\dots\dots/\text{div}$

$U_{Cm} \ll \dots\dots\dots$

$\varphi \approx \dots\dots\dots$



- Q6. Déterminer la fréquence de résonance. Évaluer l'incertitude en encadrant la valeur entre deux valeurs extrêmes, entre lesquelles vous estimez qu'il y a résonance.

### I.3 Étude qualitative avec une résistance $R = 10\text{ k}\Omega$

- Q7. Reprendre les observations précédentes pour cette nouvelle résistance.
- Q8. En étudiant la valeur du facteur de qualité, conclure sur l'existence ou non d'une résonance selon la valeur de  $R$ .

### I.4 Tracé des courbes d'amplitude $U_{C_m}$ et de phase $\Delta\phi$

- Q9. Rédiger le protocole à suivre pour mesurer le déphasage.
- Q10. Choisir  $R = 200\ \Omega$ , et réaliser les mesures nécessaires pour tracer l'amplitude  $U_{C_m}$  en fonction de la fréquence  $f$  et le déphasage  $\Delta\phi$  de  $u_C$  par rapport à  $e$  en fonction de la fréquence  $f$ .  
Pour faire le relevé de mesures efficacement :
- Sur Régressi, créer trois colonnes des mesures :  $f$ ,  $U_{C_m}$  et  $\Delta t$  (retard temporel) ;
  - Créer une grandeur calculée :  $\Delta\phi$  (à exprimer en fonction de  $\Delta t$  et, signe à choisir selon si  $u_C$  est en retard ou en avance par rapport à  $e$ ) ;
  - Faire les mesures et compléter le tableau.
  - Tracer les 2 courbes sur le même graphe.  
Dans l'onglet « Coordonnées du graphe » :
    - Pour l'abscisse (la fréquence), choisir une échelle logarithmique (plus adaptée).
    - Pour la phase choisir pour l'ordonnée « Échelle à droite ».
    - Vérifier que « Zéros Y identiques » n'est pas cochée.
  - Dans Fenêtre, choisir « Mozaïque verticale » qui permet d'avoir le tableau et le graphique simultanément. Ainsi, quand des mesures sont ajoutées dans le tableau, elles sont immédiatement visibles sur le graphique.
- Q11. Déterminer graphiquement la fréquence de résonance et la fréquence propre. En déduire la valeur de qualité.

## II Étude de la résonance en intensité

### II.1 Montage

- Q12. Comment mesurer l'intensité du courant qui circule dans le circuit à l'aide de l'oscilloscope ? Aux bornes de quel dipôle peut-on placer l'oscilloscope ? Faire un schéma du circuit en faisant apparaître les branchements de l'oscilloscope et la masse.
- Q13. Choisir une bobine d'inductance  $L = 0,15\text{ H}$  et un condensateur de capacité  $C = 0,1\ \mu\text{F}$ . Mesurer la valeur de la résistance interne de la bobine et la valeur de la capacité du condensateur.
- Q14. Réaliser le circuit précédent, il sera alimenté par un GBF délivrant une tension sinusoïdale d'amplitude  $E_m = 2,0\text{ V}$ .
- Q15. En partant d'une fréquence  $f = 50\text{ Hz}$ , augmenter la fréquence jusqu'à  $30\text{ kHz}$ . Noter les observations concernant l'amplitude de l'intensité et du déphasage de l'intensité par rapport à la tension délivrée par le GBF.
- Q16. Déterminer la fréquence de résonance. Évaluer l'incertitude en encadrant la valeur entre deux valeurs extrêmes, entre lesquelles vous estimez qu'il y a résonance.

- Q17. Rappeler l'allure de l'observation à l'oscilloscope en mode XY lorsqu'on observe deux signaux synchrones (de même fréquence) :
- (a) Déphasés d'un déphasage quelconque
  - (b) En phase
  - (c) En opposition de phase
- Q18. Dédire de la question Q17 un moyen de détecter la résonance. La mettre en application et comparer la valeur obtenue avec celle trouvée à la question Q16.
- Q19. Réaliser les mesures nécessaires pour tracer l'amplitude de l'intensité  $I_m$  en fonction de la fréquence  $f$  et le déphasage  $\Delta\phi$  de  $i(t)$  par rapport à  $e$  en fonction de la fréquence  $f$ .
- Q20. Tracer, à l'aide de régressi, les courbes de  $I_{m(f)}$  et  $\varphi(f)$ .
- Q21. Déterminer à l'aide des courbes d'amplitude  $I_m(f)$  et de phase  $\varphi(f)$ , la fréquence propre et le facteur de qualité.