

Thème I. Ondes et signaux (Électricité)

# TP n°7 Études des résonances du circuit RLC série

#### Vendredis 14 & 21 novembre 2025

#### Compétences exigibles du programme :

- ✓ Mettre en œuvre un dispositif expérimental autour du phénomène de résonance.
- ✓ Obtenir un signal de valeur moyenne, de forme, d'amplitude et de fréquence données à l'aide d'un GBF.
- ✓ Mesurer une tension à l'oscilloscope numérique : Définir la nature de la mesure effectuée.

#### Matériel:

- GBF de résistance interne  $50 \Omega$ ; 1 oscilloscope numérique; 1 multimètre;
- Boîtes à décades de résistances / de bobines / de condensateurs.

# Objectif du TP

§ Étudier les résonances en tension aux bornes du condensateur et en intensité dans le circuit RLC série.

### Travail préparatoire

- Lire l'ensemble de l'énoncé, y compris les annexes.
- Identifier ce qu'il faudra faire pendant la séance.
- $\blacksquare$  Répondre aux questions précédées d'une plume lambda avant la séance de TP.
- Regarder les vidéos qui concernent ce TP (cf code-QR ci-contre).



# **É**valuations

Au cours cette séance de TP, vous serez évalué.e.s sur :

réalisation du circuit	*	*	<i></i>	辮
réglage du GBF	**	*	<i></i>	**
réglage de l'oscilloscope pour effec-	**	*	<u> </u>	辮
tuer une belle observation				

### I Étude de la résonance en tension aux bornes du condensateur

#### I.1 Circuit

On souhaite étudier l'amplitude  $U_{Cm}$  et le déphasage  $\Delta \varphi$  de la tension aux bornes du condensateur par rapport à celle du GBF en fonction de la fréquence f, dans le circuit RLC série.

# 

Q1. Représenter le circuit à réaliser pour visualiser à l'oscilloscope la tension aux bornes du condensateur (en voie 2) et la tension délivrées par le GBF (en voie 1).

Placer les voies de l'oscilloscope afin de visualiser la tension délivrée par le GBF et la tension aux bornes du condensateur.

On fera attention aux problèmes de masse : il ne doit y avoir qu'une seule masse dans le circuit. On rappelle que la masse d'un appareil (oscilloscope et GBF) est reliée à la prise de Terre.



#### Expérience : Montage et réglages

- Choisir une bobine d'inductance  $L=0,15~\mathrm{H}$  et un condensateur de capacité  $C=0,1~\mu\mathrm{F}$ .
- Mesurer la résistance  $r_L$  interne de la bobine à l'aide d'un ohmmètre, et la capacité du condensateur à l'aide du capacimètre.

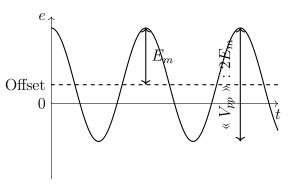
ATTENTION : <u>la mesure à l'ohmmètre d'une résistance</u> (ou d'une capacité avec un capacimètre) doit toujours se faire sur un composant déconnecté du circuit.

- Q2. Noter les valeurs sur votre compte-rendu, elles vous serviront plus tard!
- Réaliser le circuit.

^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^

- « Kit de survie en électricité : Comment réaliser un circuit électrique pour qu'il fonctionne? »
- Régler le GBF pour qu'il délivre une <u>tension sinusoïdale d'amplitude  $E_m = 2,0$  V et de valeur moyenne</u> nulle.
  - \*\* « Kit de survie en électricité : Comment régler le GBF? »

Attention, ce qui est appelé « amplitude » sur le GBF est l'amplitude crête-à-crête, notée  $V_{pp}$  (pour « pick-to-pick) c'est-à-dire  $2E_m$  (deux fois ce que nous appelons amplitude).



- Observer convenablement les tensions e(t) et  $u_C(t)$  pour  $f \sim 1$  kHz.
  - - « Kit de survie en électricité : Comment régler l'oscilloscope ? »
    - . « Kit de survie en électricité : Au secours, mon signal défile : que faire? »

#### I.2 Premières observations

On souhaite observer le comportement du circuit en fonction de la fréquence du GBF.

## Expérience : Observations qualitatives

- Avec une résistance  $R=50~\Omega$ , effectuer un balayage en fréquence de 50 Hz à 30 kHz, observer l'évolution de l'amplitude de la tension aux bornes du condensateur, et du déphasage entre la tension aux bornes du condensateur et celle aux bornes du GBF.
- Q3. Noter précisément vos observations :
  - Comment est l'amplitude  $U_{Cm}$  par rapport à  $E_m$  selon la fréquence?
  - Comment évolue l'amplitude  $U_{Cm}$  avec la fréquence? Présente-t-elle une résonance? si oui, au voisinage de quelle fréquence?
  - Comment est le déphasage de  $u_C$  par rapport à e à basse fréquence? à haute fréquence? Comment évolue-t-il avec la fréquence?
- Refaire les observations avec  $R = 2000 \Omega$ .

# Il Courbes de $U_{Cm}$ et $\varphi$ en fonction de la fréquence

On souhaite maintenant tracer les courbes de  $U_{Cm}$  et  $\varphi$  en fonction de la fréquence.

#### II.1 Choix de la résistance

### ∢ Choix de la résistance

Q4.  $\[mu]$  Choisir une valeur de résistance R qui permet d'avoir un facteur de qualité de 1.

#### II.2 Réalisation des mesures

### Expérience : Mesures quantitatives

- ${\tt \ \ \ \ \ \ }$  Se placer à la valeur de R déterminée précédemment.
- Réaliser les mesures nécessaires, avec les curseurs, pour tracer le graphe du rapport des amplitudes  $\frac{U_{Cm}}{E_m}$  en fonction de la fréquence f et le déphasage  $\Delta \varphi$  de la tension aux bornes du condensateur par rapport à la tension du GBF en fonction de la fréquence f, entre 20 Hz et 10 kHz (environ).
- Commencer par une dizaine de mesures réparties sur l'intervalle entier, puis ajouter des points où cela est nécessaire.
  - « Kit de survie en électricité : Comment effectuer une série de mesures efficacement ? »
  - « Kit de survie en électricité : Comment mesurer un déphasage? »
- Écrire les mesures effectuées sur votre compte-rendu dans un **tableau de 4 lignes** : f,  $E_m$ ,  $U_{cm}$ ,  $\Delta t$  (retard temporel).
- Sur capytale (https://capytale2.ac-paris.fr/web/c/d9a5-7799260; code de partage : d9a5-7799260), renseigner les mesures effectuées.
- Effectuer les calculs nécessaires pour obtenir  $U_{Cm}/E_m$  et  $\Delta \varphi$ .
- Tracer les deux graphes.

### II.3 Exploitation

# **♦**Exploitation des mesures

- Q5.  $\mathscr{V}$  Détaillez, en vous appuyant sur votre cours, la détermination graphique de  $f_0$  et Q pour une telle résonance (de « petit » facteur de qualité). Le principe devra être illustré sur des allures de graphes.
- Q6. Exploiter les deux graphiques pour déterminer les valeurs de  $f_0$  et Q.
- $\mathsf{Q7}.$  Calculer  $f_0$  et Q à partir des valeurs des composants, et comparer aux valeurs obtenues précédemment.

### III Étude de la résonance en intensité

## **Expérience**

- Q8. Aux bornes de quel dipôle peut-on placer l'oscilloscope pour visualiser l'intensité dans le circuit RLC série (à une constante multiplicative près).
- En reprenant la structure de l'étude menée pour la tension aux bornes du condensateur, étudier la résonance en intensité dans le circuit RLC série, qualitativement puis quantitativement (dans l'objectif de mesurer  $f_0$  et Q.
- Q9. Noter précisément vos observations, vos mesures, les exploitations, ...

# Annexes

Document 1. RLC série

- Facteur de qualité  $Q = \frac{1}{R_{\text{tot}}} \sqrt{\frac{L}{C}}$ , avec  $R_{\text{tot}} = R + r_L + r_G$  la résistance totale du circuit, où  $r_L$  est la résistance de la bobine et  $r_G = 50~\Omega$  est la résistance du GBF.
- Pulsation propre  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

Document 2. Résonance en tension aux bornes du condensateur dans un circuit RLC série

- Elle se produit pour  $Q > \frac{1}{\sqrt{2}}$  à la pulsation  $\omega_r = \omega_0 \sqrt{1 \frac{1}{2Q^2}}$ .
- À la pulsation propre  $\omega_0$ , le déphasage entre  $u_c$  et l'excitation e vaut  $-\frac{\pi}{2}$ .

Document 3. Résonance en intensité dans un circuit RLC série

- Elle se produit quelque soit le facteur de qualité à la pulsation  $\omega_0$ .
- À la pulsation propre  $\omega_0$ , le déphasage entre i et l'excitation e vaut 0.
- Les pulsations de coupure  $\omega_c$  sont définies par  $I_m(\omega_c) = \frac{I_{m,\text{max}}}{\sqrt{2}}$  avec  $I_{m,\text{max}}$  la valeur maximale prise par l'amplitude de l'intensité (c'est la valeur de  $I_m$  prise à la résonance).
- La bande passante est l'intervalle  $[\omega_{c1}, \omega_{c2}]$ , et de largeur reliée à  $\omega_0$  et Q par :  $\Delta \omega = \omega_{c2} \omega_{c1} = \frac{\omega_0}{Q}$ .

·
Bilan du TP
■ Dans un circuit RLC série, il se produit une résonance en tension aux bornes du condensateur pour les résistances « » , c'est-à-dire pour un facteur de qualité
La résonance en intensité a lieu quelque soit la valeur du facteur de qualité, à la pulsation de résonance égale à
■ Un oscilloscope permet d'observer uniquement des Pour observer une intensité, on peut placer une voie de l'oscilloscope aux bornes d'une, qui est, à un facteur positif à
■ Pour effectuer une <u>série de mesures</u> sur une large gamme de fréquences (plusieurs ordres de grandeur) il peut être pertinent, pour chaque 10 <sup>n</sup> Hz d'effectuer les mesures pour;;;
On peut ensuite ajouter des points au voisinage de la
Il est pertinent d'utiliser une échelle pour les fréquences en abscisse pour re- présenter un graphe sur plusieurs ordres de grandeur de fréquences.
■ Pour mesurer le déphasage entre deux signaux sinusoïdaux de même fréquence :
• mesurer le $\Delta t$ séparant deux des deux signaux ;
• identifier le du déphasage selon que $u_2$ est en avance ou en retard :
— si $u_2$ est en avance sur $u_1:\Delta\varphi_{2/1}$ ;
— si $u_2$ est en retard sur $u_1:\Delta\varphi_{2/1}$
• en déduire le déphasage qui vaut alors
■ Le <u>mode XY</u> permet de repérer très précisément deux signaux en (respectivement en), car alors on observe une (respectivement).
pectivement