 Thème I. Ondes et signaux (Électricité)  
TP n°7 Études des résonances du circuit RLC série


Vendredis 15 & 22 novembre 2024

**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.


 **Introduction**

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

**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.

 **Montage et réglages à réaliser**

- 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.**

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

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

.....

.....

.....

- ☞ 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 tension sinusoïdale d'amplitude  $E_m = 2,0 \text{ V}$ .



**Attention, ce qui est appelé « amplitude » sur le GBF est l'amplitude crête-à-crête, c'est-à-dire  $2E_m$  (deux fois ce que nous appelons amplitude).**



« Kit de survie en électricité : Comment régler le GBF ? »

☞ Observer convenablement les tensions  $e(t)$  et  $u_C(t)$  pour  $f \sim 1 \text{ kHz}$ .



« 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.

Q2. Noter précisément vos observations :

- Comment est l'amplitude  $U_{Cm}$  par rapport à  $E_m$  à basse fréquence ? à haute 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  $R = 2000 \Omega$ .

## II 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 Réalisation des mesures

#### Expérience : Mesures quantitatives

☞ Choisir  $R = 50 \Omega$ , et réaliser les mesures nécessaires, 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 10 Hz et 30 kHz.

Commencer par une dizaine de mesures réparties de façon homogène en échelle logarithmique, 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 ? »

$f$ (Hz)							
$E_m$ (V)							
$U_{Cm}$ (V)							
$\Delta t$ (s)							
$f$ (Hz)							
$E_m$ (V)							
$U_{Cm}$ (V)							
$\Delta t$ (s)							
$f$ (Hz)							
$E_m$ (V)							
$U_{Cm}$ (V)							
$\Delta t$ (s)							

☞  Sur Régressi ;

- Créer quatre colonnes de mesures :  $f$ ,  $E_m$ ,  $U_{Cm}$  et  $\Delta t$  (retard temporel) ;
- Créer deux grandeurs calculées :  $\frac{U_{Cm}}{E_m}$  et  $\Delta\varphi = \pm 2\pi f \Delta t$  (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 courbes :
  - Les deux courbes peuvent être tracées sur le même graphe.  
Dans l'onglet « Coordonnées du graphe » :
    - Pour l'abscisse (la fréquence), choisir une échelle logarithmique (plus adaptée).
    - Pour le déphasage choisissez pour l'ordonnée « Échelle à droite ».
    - Vérifiez que « Zéros Y identiques » n'est pas cochée.
  - Dans Fenêtre, choisir « Mozaïque verticale » qui permet d'avoir le tableau et le graphe simultanément. Ainsi, quand vous ajoutez des mesures, vous les voyez se placer immédiatement (pratique pour la suite).

### II.2 Exploitation

#### Exploitation des mesures

Q3. Exploiter les deux graphiques pour déterminer les valeurs de  $f_0$  et  $Q$ . Si besoin, on s'aidera du cours.

.....  
 .....  
 .....

Q4. 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

Q5. 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  $Q$ ).

Q6. Noter précisément vos observations, vos mesures, les exploitations, ...

#### ♥ 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 série de mesures sur une large gamme de fréquences (plusieurs ordres de grandeur), il peut être pertinent, pour chaque  $10^n$  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 représenter 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 mode XY permet de repérer très précisément deux signaux en \_\_\_\_\_ (respectivement en \_\_\_\_\_) car alors on observe une \_\_\_\_\_ (respectivement \_\_\_\_\_).