

- Objectifs :**
- Observer le comportement d'un circuit RLC série en régime transitoire (oscillations libres, observées lors des régimes libre ou continu forcé).
  - Observer le comportement d'un circuit RLC série en régime sinusoïdal forcé (oscillations forcées).
  - Étudier la résonance en tension aux bornes du condensateur.
  - Étudier la résonance en intensité.

## 1. OSCILLATIONS LIBRES D'UN CIRCUIT RLC SÉRIE

### 1.1. Montage

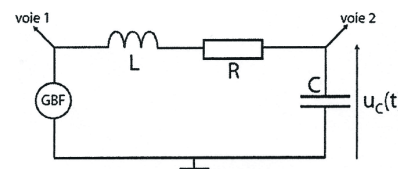
- Le circuit RLC série considéré sera alimenté par un signal carré (voir schéma ci-contre), délivré par un GBF (générateur basse fréquence).

Caractéristiques du signal carré : tension passant de 0 à 4 V, fréquence  $f = 500$  Hz.

△ Ne pas oublier d'appuyer sur **OUTPUT**.

△ Lecture de fréquence : « . » = virgule, et « , » = séparateur de milliers.

- L'inductance dont vous disposez vaut environ 160 mH (sa valeur précise est indiquée) : vérifier au besoin la valeur de  $L$  avec le "LCR-mètre".
- Régler la boîte de condensateurs pour avoir une capacité de quelques nF.
- Régler la boîte de résistances pour que la résistance varie de 1 à plusieurs dizaines de kΩ.
- L'observation se fera à l'oscilloscope, en visualisant le signal carré  $e(t)$  sur la voie 1 (CH1), et la tension aux bornes du condensateur  $u_C(t)$  sur la voie 2 (CH2) : appuyer sur **MEASURE** et choisir d'afficher CH1 (V<sub>CC</sub> ...) CH2...



### 1.2. Observations

Mettre en évidence l'existence d'un régime transitoire, suivi d'un régime permanent.

Mettre en évidence l'existence d'une résistance critique  $R_C$  liée aux observations suivantes :

- Si  $R < R_C$  : régime pseudopériodique.
- Si  $R = R_C$  : régime critique.
- Si  $R > R_C$  : régime apériodique.

Donner une estimation de  $R_C$ .

Notez quels paramètres ( $R$  et  $C$ , puisque  $L$  est fixée) influent sur :

- la durée du régime transitoire
- la valeur de la pseudopériode lorsqu'elle existe.

Comparer avec le modèle théorique vu en cours, en faisant toutes les mesures vous semblant utiles.

## 2. OSCILLATIONS FORCÉES D'UN CIRCUIT RLC SÉRIE

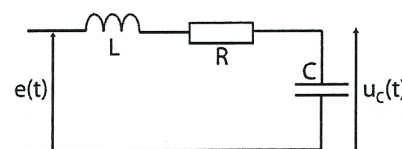
### 2.1. Rappels théoriques

Le circuit RLC série sera maintenant alimenté par une tension sinusoïdale  $e(t) = E_m \cos(\omega t)$  (voir schéma ci-contre), délivrée par le GBF.

NB :  $E_m = E\sqrt{2}$  désigne l'amplitude alors que  $E$  désigne la valeur efficace.

La tension aux bornes du condensateur s'exprime par  $u_C(t) = U_{Cm} \cos(\omega t + \varphi_{UC})$

et la tension mesurée aux bornes de la résistance est  $u_R(t) = U_{Rm} \cos(\omega t + \varphi_{UR})$



On rappelle qu'à ces tensions sont associées les amplitudes complexes  $\underline{U}_{Cm} = \frac{E_m}{(1-x^2) + j\frac{x}{Q}}$  et  $\underline{U}_{Rm} = \frac{E_m}{1 + jQ\left(x - \frac{1}{x}\right)}$

$x$  désignant la pulsation (ou la fréquence) réduite  $x = \frac{\omega}{\omega_0}$ .

$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  désigne la pulsation propre, et  $Q = \frac{L\omega_0}{R} = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$  désigne le facteur de qualité.

La résonance en tension aux bornes du condensateur est conditionnée par la valeur de  $Q$  : on doit avoir  $Q > \frac{1}{\sqrt{2}}$  pour qu'elle soit possible. Au contraire, la résonance en courant peut être observée quelle que soit la valeur du facteur de qualité.

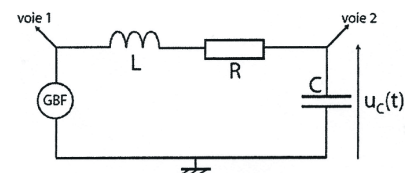
## 2.2. Montage

- Régler le GBF pour qu'il délivre une tension sinusoïdale d'amplitude  $2,0\text{ V}$  ( $V_{CC} = 4,0\text{ V}$  - crête à crête) et de valeur moyenne nulle.
- L'oscilloscope visualisera toujours la tension  $e(t)$  sur la voie 1, tandis que la voie 2 servira à visualiser soit la tension aux bornes du condensateur  $u_C(t)$ , soit la tension aux bornes de la résistance.

## 2.3. Résonance en tension aux bornes du condensateur

### a) montage

- L'inductance étant fixée, régler la valeur de la capacité du condensateur à  $1,5\text{ nF}$ .
- La résistance  $R$  prendra successivement deux valeurs :  $R = 1,0\text{ k}\Omega$  et  $R = 33\text{ k}\Omega$ .



### b) tracé de $U_{Cm}$ en fonction de la fréquence

#### ◇ lecture des tensions

- $\Delta$  La courbe doit être entièrement dans l'écran pour que la mesure soit correcte.
- Vous pouvez également contrôler les tensions à l'aide du multimètre,  $\Delta$  cependant aux limitations dues à sa BP.

#### ◇ mesures et tracés

- En utilisant la résistance de  $1,0\text{ k}\Omega$ , mesurer les valeurs de  $U_{Cm}$  pour des fréquences variant de  $1,0\text{ kHz}$  à  $20,0\text{ kHz}$ .  
Veillez à ce que l'amplitude de la tension d'alimentation reste égale à  $2,0\text{ V}$  (on réajustera si nécessaire).
- Recommencer l'opération avec la résistance de  $R = 33\text{ k}\Omega$ .
- Tracer les deux graphes des fonctions  $U_{Cm}(f)$  à l'aide de LatisPro ou d'Excel.  
Faire varier la fréquence par pas de  $1\text{ kHz}$ , sauf  $\Delta$  au voisinage de la résonance (pas de  $0,1\text{ kHz}$ )
- Dans chaque cas, y a-t-il résonance en tension ? Calculer la valeur du facteur de qualité  $Q$  dans les deux situations et justifier l'existence ou non de la résonance.

◇ *étude de la résonance*

Pour la courbe présentant une résonance en tension :

- Déterminer graphiquement la pulsation de résonance (la faire apparaître sur le graphique) et comparer avec la valeur théorique attendue  $\omega_r = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{2Q^2}}$ .

## 2.4. Résonance en intensité

Expliquer comment la visualisation de  $u_R$  permet d'accéder au comportement du courant.

a) montage

- Repérer comment visualiser la tension  $u_R$  (au besoin, on pourra modifier le montage).
- Les paramètres utilisés pour la résonance en tension aux bornes du condensateur seront conservés. La résistance  $R$  prendra encore les deux valeurs :  $R = 1,0 \text{ k}\Omega$  et  $R = 33 \text{ k}\Omega$ .

b) tracé de  $I_m$  en fonction de la fréquence

◇ *méthode*

Procéder de même que pour la résonance en tension aux bornes du condensateur.

Y a-t-il une condition sur  $R$  pour observer la résonance en intensité ?

◇ *étude de la résonance*

- Déterminer graphiquement la pulsation de résonance (la faire apparaître sur le graphique) et comparer avec la valeur théorique attendue  $\omega_r = \omega_0$ .
- Mesurer  $I_{m,\max}$  le maximum de l'amplitude de l'intensité.
- Déterminer graphiquement la bande passante (la faire apparaître sur le graphique), limitée par les pulsations de coupure  $\omega_1$  et  $\omega_2$  (on rappelle que pour ces deux pulsations, l'amplitude du courant vaut  $\frac{I_{m,\max}}{\sqrt{2}}$ ).
- On rappelle que  $\frac{\Delta\omega}{\omega_0} = \frac{1}{Q}$  : en déduire le facteur de qualité. Comparer avec la valeur théorique attendue.

### Matériel (par poste) :

- GBF (générateur basses fréquences)
- Voltmètre *Metrix* bleu (MX24B)
- Oscilloscope numérique
- Petite bobine d'environ  $160 \text{ mH}$
- Boîte de condensateurs variables
- Boîte de résistances variables
- Connecteur coaxial en T
- Ordinateur + Excel