

## Travaux pratiques du chapitre : 1.1 Rétroaction



### Objectif : Révisions expérimentales d'électricité

#### Partie : 1 Electronique

- à faire à la maison
- contexte et intérêt
- matériel à disposition
- protocole expérimental à suivre
- calculs, tracés et interprétations des mesures
- calculs, traitements, tracés numériques
- ... à compléter par une expression littérale

#### . Objectif

L'objectif global du TP est de sélectionner une harmonique d'un signal créneau à l'aide d'un filtrage analogique.

Dans une première partie vous allez utiliser un circuit RLC série pour réaliser votre filtre à la fréquence de résonance voulue. Puis vous allez mesurer la courbe de gain de votre filtre. Et enfin visualiser les représentations temporelles et fréquentielles d'un signal créneau avant et après filtrage.

#### . Dispositifs

- 1 Boite à décade de résistance,
- 1 Boite à décade de capacités,
- 1 Bobine,
- 1 GBF,
- 1 Oscilloscope avec FFT,
- 1 Ordi

## 1 Réalisation d'un filtre RLC passe-bande

### 1.1 . Objectif

Dans cette partie vous allez réaliser un filtre passe-bande sélectif de fréquence de résonance

$f_0 = 420 \text{ Hz}$

.

## 1.2 Protocole

1. Schématisez un circuit RLC série, et placez-y GBF, oscilloscope, tension d'entrée et de sortie afin qu'il corresponde à un filtre passe-bande.
2. Effectuer les branchements correspondant à votre schéma à l'aide du matériel à votre disposition.
3. Vérifiez rapidement expérimentalement qu'il s'agit bien d'un passe-bande.

On choisira une résistance  $R \approx 350 \Omega$ .

4. Qu'est-ce qu'une résistance de sortie et quel est son ordre de grandeur pour un GBF ? Justifiez alors le choix  $R \approx 350 \Omega$ .
5. Définir puis exprimez le facteur de qualité  $Q$  de votre circuit RLC en fonction des paramètres  $R$ ,  $L$  et  $C$ . Sachant que l'on souhaite un filtre sélectif vaut-il mieux choisir l'inductance  $L$  grande ou petite ?
6.  Définir puis exprimez la pulsation propre de votre circuit RLC série  $\omega_0$  en fonction des paramètres  $R$ ,  $L$  et  $C$ . En déduire une valeur attendue  $C_{th}$  de capacité afin que la fréquence de résonance de votre circuit soit de 420 Hz.
7. Pour votre filtre, quel est le déphasage entre la tension d'entrée et de sortie est à la fréquence de résonance ?

Utilisons cette propriété pour régler la valeur de la capacité expérimentalement afin que la fréquence de résonance du filtre soit de 420 Hz.

- (a) Réglez le GBF pour qu'il délivre une tension sinusoïdale de fréquence 420 Hz.
- (b) Observer à l'oscilloscope simultanément les tensions d'entrée et de sortie du filtre.
- (c) Variez la valeur de la capacité du condensateur afin que le déphasage des tensions d'entrée et de sortie corresponde à la valeur attendue.

## 1.3 Analyse

1. Par la méthode précédente, donnez une valeur expérimentale  $C_{exp}$  de la capacité du condensateur ainsi que son incertitude associée  $u(C_{exp})$ .
2.  Puis comparez  $C_{exp}$  et  $C_{th}$ . On rappelle la définition de l'écart-normalisé  $z = \frac{|C_{exp} - C_{th}|}{u(C_{exp})}$

# 2 Mesure de la courbe en gain du filtre passe-bande

## 2.1 Objectif

Une fois les branchements effectués et les réglages des valeurs de  $R$ ,  $L$ , et  $C$ , fixés le diagramme de Bode permet de caractériser complètement le filtre fabriqué.

Dans la partie suivante nous allons discuter uniquement de l'effet du gain du filtre, nous allons donc dans cette partie mesurer la courbe de gain du filtre entre  $f_{min} = 4,2 \text{ Hz}$  et  $f_{max} = 42 \text{ kHz}$ .

## 2.2 Protocole

1. Rappelez les échelles utilisées dans un diagramme de Bode en gain, en déduire alors un choix de fréquences entre  $f_{min}$  et  $f_{max}$  auxquelles mesurer le gain de votre filtre.
2. Pour chacune des fréquences choisies y régler la tension sinusoïdale du GBF, puis mesurer l'amplitude des tensions d'entrée et de sortie.

### 2.3 Analyse

1.  Exprimez le gain d'un filtre en fonction des amplitudes des tensions d'entrée et de sortie, puis tracez la courbe expérimentale du gain de votre filtre.
2.  Exprimez le gain de votre filtre en fonction des paramètres  $R$ ,  $L$  et  $C$ , puis calculez numériquement le gain de votre filtre suivant cette expression théorique et superposez la à votre courbe expérimentale.
3. Commentez le graphique obtenu.

## 3 Analyse de Fourier des signaux d'entrée et de sortie

### 3.1 Objectif

Vous allez dans cette partie utiliser votre filtre pour modifier un signal d'entrée choisi de forme créneau et de fréquence fondamentale  $f = 140$  Hz.

### 3.2 Protocole

1. En remarquant que la fréquence de résonance  $f_0$  de votre filtre vérifie  $f_0 = 3f$ , représentez à main levée sur un graphique votre prédiction des signaux d'entrée et de sortie.
2. Réglez le GBF pour qu'il délivre une tension créneau de fréquence fondamentale  $f = 140$  Hz, observez les signaux d'entrée et de sortie à l'oscilloscope.
3. A l'aide du calcul de transformé de Fourier de votre oscilloscope (Maths  $\Rightarrow$  FFT) affichez les spectres des signaux d'entrée et de sortie de votre filtre.

### 3.3 Analyse

1. Votre prédiction de signal de sortie correspond-elle au signal observé ?
2. Expliquez la forme du signal de sortie à l'aide des spectres observés.