



## TP ÉLECTRICITÉ n° 5

Filtres RC – Mise en cascade – Filtrage de signaux périodiques



### Objectifs :

- Choisir de façon cohérente la fréquence d'échantillonnage et la durée totale d'acquisition.
- Effectuer l'analyse spectrale d'un signal périodique à l'aide d'un oscilloscope numérique ou d'une carte d'acquisition.
- Mesurer un déphasage l'aide d'un oscilloscope numérique.
- Définir la nature de la mesure effectuée (valeur efficace, valeur moyenne, amplitude...).
- Mettre en oeuvre un dispositif expérimental utilisant l'utilité des fonctions de transfert pour un système linéaire à un ou plusieurs étages.

### Liste de matériel :

- GBF, Oscilloscope, multimètres, carte d'acquisition.
- Boîtes de résistances variables AOIP,  $\times 1$ ,  $\times 10$ ,  $\times 100$ ,  $\times 1e3$ ,  $\times 10^n$ , Boîte de condensateurs, Bobine d'inductance variable ;
- Composants discrets : condensateurs de 100 nF ( $\times 2$ ), résistance de 10 k $\Omega$ , résistance de 22 k $\Omega$ .
- Montage suiveur ( $\times 2$ ), pont de diode, Transformateur d'isolement, papier semi-log.

## 1 Préparation

### 1.1 Filtrage d'un signal d'entrée non linéaire

On considère un signal redressé. À l'entrée du redresseur le signal est de la forme :  $e_0(t) = A \sin(\omega_0 t)$  avec  $\omega_0 = 2\pi f_0$  et  $f_0 = 50$  Hz. À la sortie du montage redresseur ce signal est de la forme  $e_1(t) = A|\sin \omega_0 t|$ .

- Représenter l'allure des signaux  $e_0(t)$  et  $e_1(t)$ .
- Calculer la valeur moyenne du signal  $e_1(t)$
- On souhaite récupérer à la sortie d'un filtre, la valeur moyenne du signal  $e_1(t)$ . Quel est le type de filtres (passe-bas, passe-haut, passe-bande, coupe-bande) et quelles caractéristiques (ordre, fréquence de coupure, gain) doit-on choisir ?
- On souhaite désormais récupérer à la sortie d'un filtre, la composante du signal  $e_1(t)$  à 100 Hz. Quel est le type de filtres (passe-bas, passe-haut, passe-bande, coupe-bande) et quelles caractéristiques (ordre, fréquence de coupure, gain) doit-on choisir ?

### 1.2 Filtre passe-bas du premier ordre

- Proposer un montage permettant de réaliser un filtre passe-bas du premier ordre (actif ou passif) de fréquence de coupure voisine  $f_{c1} = 150$  Hz. Vous préciserez les valeurs des composants et vos choix.
- Calculer la fonction de transfert de ce filtre  $H_1$ .
- Tracer l'allure du diagramme de Bode en gain et en phase associé à ce filtre.
- Ce filtre peut-il se comporter comme un montage dérivateur ou intégrateur ? Justifier votre réponse à partir d'une étude asymptotique en basse et haute fréquence.

### 1.3 Filtre passe-haut du premier ordre

- Proposer un montage permettant de réaliser un filtre passe haut (actif ou passif) du premier ordre de fréquence de coupure voisine  $f_{c2} = 70$  Hz. Vous préciserez les valeurs des composants et vos choix.
- Calculer la fonction de transfert de ce filtre  $\underline{H}_2$ .
- Tracer l'allure du diagramme de Bode en gain et en phase associé à ce filtre.
- Ce filtre peut-il se comporter comme un montage dérivateur ou intégrateur? Justifier votre réponse à partir d'une étude asymptotique en basse et haute fréquence.

### 1.4 Filtre passe bande

On souhaite réaliser un filtre qui ne laisse passer que les fréquences situées au voisinage de 100 Hz avec un gain pour cette fréquence de l'ordre de 1 à l'aide la mise en cascade des deux filtres précédents

- Quelles sont les conditions pour réaliser un filtre de fonction de transfert :  $\underline{H}_3 = \underline{H}_1 \cdot \underline{H}_2$ .
- Est-il nécessaire d'ajouter un montage de gain  $A$  pour obtenir un gain dans la bande passante de l'ordre de 1?
- Proposer alors un montage permettant d'obtenir un filtre passe bande à partir des filtres précédents.
- Calculer la fonction de transfert de ce filtre et la mettre sous la forme :

$$\underline{H}_3 = \frac{H_0}{1 + jQ \left( \frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f} \right)}$$

- Déterminer les expressions et les valeurs numériques de  $H_0$ ,  $Q$  et  $f_0$ .
- Dans quelles conditions ce filtre se comporte comme un dérivateur?, comme un intégrateur?

## 2 Filtre passe-bas

- Mettre en œuvre le filtre passe-bas déterminé lors de la préparation.
- Vérifier son comportement en fréquence pour valider la nature du filtre.
- Déterminer qualitativement (en expliquant) la valeur de la fréquence de coupure expérimentale.
- Tracer sous python le diagramme de Bode en gain et en phase de ce filtre.
- Alimenter ce filtre par un signal créneau et déterminer les conditions nécessaires pour obtenir un montage intégrateur.

## 3 Filtre passe-haut

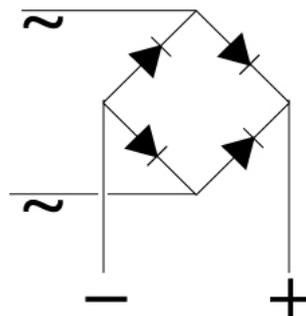
- Mettre en oeuvre le filtre passe-haut déterminé lors de la préparation.
- Vérifier son comportement en fréquence pour valider la nature du filtre.
- Déterminer qualitativement (en expliquant) la valeur de la fréquence de coupure expérimentale.
- Tracer le diagramme de Bode en gain et en phase de ce filtre de ce filtre sous python sur le même graphique que le diagramme de la partie précédente.
- Alimenter ce filtre par un signal triangulaire et déterminer les conditions nécessaires pour obtenir un montage dérivateur.

## 4 Filtre passe-bande

- Mettre en œuvre le filtre passe-bande de la préparation.
- Vérifier le comportement du filtre et obtenir de façon précise la fréquence centrale du filtre passe bande.
- A l'aide des précédents diagrammes de Bode, tracer le diagramme de Bode du filtre passe-bande et vérifier certains points expérimentalement.
- Déterminer à partir des diagrammes les valeurs expérimentales de  $H_0$ ,  $Q$  et  $f_0$  et comparer vos valeurs aux valeurs théoriques en expliquant les différences.
- Montrer que ce filtre peut à la fois se comporter comme un intégrateur et comme un dérivateur.

## 5 Filtrage d'un signal redressé

Un souhaite obtenir un signal continu à partir d'une tension sinusoïdale. On utilise pour cela un pont de diodes qui est présent notamment dans le bloc d'alimentation des dispositifs électroniques connectés au secteur par une prise électrique. À la sortie de ce pont de diode on placera le filtre étudié dans la partie précédente pour filtrer la composante continue.



### 5.1 Montage redresseur

On insère à l'entrée du pont de diode un signal sinusoïdal d'amplitude 8 V et de fréquence  $f = 50$  Hz.

- Réaliser le montage et observer à l'oscilloscope le signal d'entrée et le signal de sortie.
- La fonction valeur absolue est-elle réalisée? Observer ce que vous obtenez en mode X-Y.

## 5.2 Spectre du signal redressé

À l'aide de l'oscilloscope puis de Latis Pro on souhaite obtenir le spectre de ce signal.

- Modifier les paramètres d'acquisition pour voir l'évolution du spectre obtenu avec ces paramètres.
- Comparer l'amplitude de la composante continue obtenue avec la valeur théorique.
- Quelles sont les fréquences observables sur ce spectre ? Commenter.

## 5.3 Filtrage du signal redressé par le filtre passe-bas

On applique désormais le signal redressé à l'entrée du filtre passe-bas étudié précédemment.

- Observer le signal à la sortie du filtre. Conclusion.
- Obtenez le spectre du signal de sortie et superposer le avec le spectre du signal d'entrée, puis vérifier que les gains pour les différentes fréquences sont identiques à ceux obtenus sur votre diagramme de Bode.

## 5.4 Filtrage du signal redressé par le filtre passe-haut

On applique désormais le signal redressé à l'entrée du filtre passe-bas étudié précédemment.

- Observer le signal à la sortie du filtre. Conclusion.
- Obtenez le spectre du signal de sortie et superposer le avec le spectre du signal d'entrée, puis vérifier que les gains pour les différentes fréquences sont identiques à ceux obtenus sur votre diagramme de Bode.

## 5.5 Filtrage du signal redressé par le filtre passe-bande

On applique désormais le signal redressé à l'entrée du filtre passe-bas étudié précédemment.

- Observer le signal à la sortie du filtre. Conclusion.
- Obtenez le spectre du signal de sortie et superposer le avec le spectre du signal d'entrée, puis vérifier que les gains pour les différentes fréquences sont identiques à ceux obtenus sur votre diagramme de Bode.