

TP traitement du signal

2. Filtrage et analyse de Fourier

Le signal à exploiter sera celui du TP précédent, représenté figure 1.

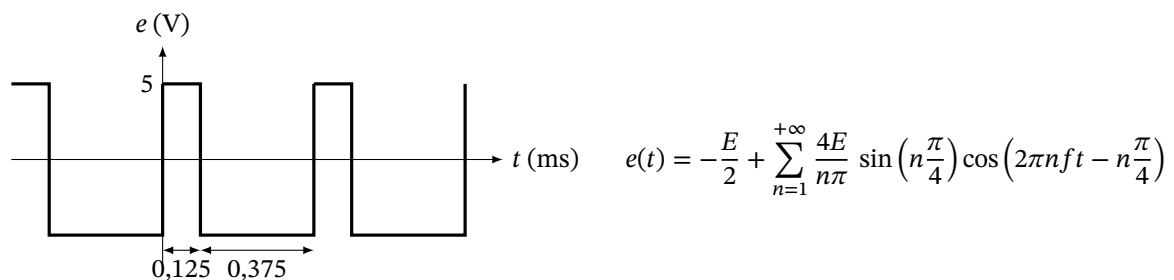


FIG. 1 : Allure du signal créneau à analyser.

1 Mesure de la valeur moyenne

1.1 Étude théorique du filtre

Le but est de câbler le filtre de la figure 2 avec $R = 1,6 \text{ k}\Omega$ et $C = 100 \text{ nF}$.

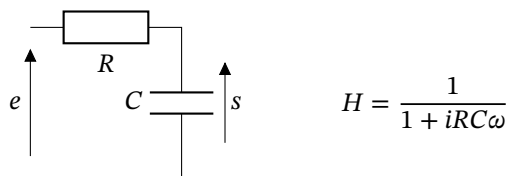


FIG. 2 : Filtre servant à mesurer $\langle e \rangle$: schéma théorique.

1. Déterminez sa nature (passe-bas, passe-haut...)
2. Rappelez l'expression de la pulsation de coupure. Application numérique : prévoyez sa *fréquence* de coupure.

1.2 Câblage

La figure 3 montre le schéma plus complet du câblage, incluant le GBF, les deux voies de l'oscilloscope et la position de la masse.

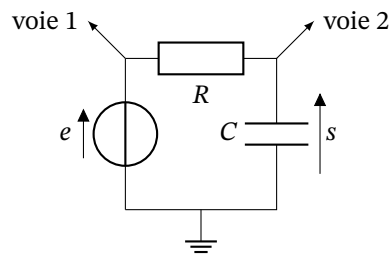


FIG. 3 : Filtre servant à mesurer $\langle e \rangle$: montage réel.

Unicité de la masse

Rappelez-vous que tout appareil connecté au réseau électrique a automatiquement la terre comme masse. Cela concerne le GBF et les deux voies de l'oscilloscope. **Vous devez câbler ces éléments de manière à garantir que leurs masses sont reliées entre elles.**

Dans le cas d'une connexion entre GBF et oscilloscope, où vous utilisez un câble BNC, cette connexion est automatiquement correcte (norme de construction des appareils).

1. Dessinez le schéma du montage où la résistance et le condensateur sont permutés. Pourquoi ce montage ne peut pas fonctionner en pratique ? (indication : remarquez qu'il y a trois masses et localisez-les)
2. Réalisez le câblage du filtre.
3. Afin de vérifier son bon fonctionnement, injectez un signal *harmonique* dans le filtre en faisant varier grossièrement la fréquence de 0 à 10 kHz pour confirmer la nature du filtre.

L'oscilloscope numérique est un bon appareil de mesure. Explorez son menu de mesures, repérez les fonctions de mesure de fréquence ou d'amplitude. Notez que, pour chacune, il faut préciser à quel signal (quelle voie) la mesure s'applique.

4. La question précédente vous permet aussi de mesurer la valeur maximale de s , notée S . Toujours expérimentalement, cherchez la fréquence où s a pour amplitude $S/\sqrt{2}$. À quoi correspond cette fréquence ? Commentez sa valeur.

1.3 Mesure

Configurez le GBF pour qu'il produise le signal créneau à exploiter, puis observez le signal de sortie du filtre.

1. Expliquez pourquoi ce filtre permet bien de réaliser cette mesure.
2. Faites la mesure et comparez à la valeur théorique.

2 Pseudo-intégrateur

Quel paramètre sur le GBF faut-il modifier pour que ce filtre se comporte comme un intégrateur ?

Ajustez ce paramètre sur le GBF et vérifiez l'allure du signal de sortie. Jouez sur la valeur de ce paramètre pour tester les limites de ce comportement.

Ce filtre est qualifié de *pseudo-intégrateur* car il ne se comporte comme un intégrateur que dans des conditions limitées.

3 Sélecteur d'harmonique

La sélection de fréquence est une opération cruciale dans les télécommunications. Par exemple, dans les communications wifi selon la norme 802.11ac (appelée aussi WIFI5), les signaux peuvent avoir des fréquences entre 5130 et 5350 GHz. Mais cet intervalle est découpé en *canaux* de largeur 20 MHz, de sorte que chaque utilisateur peut se voir réserver un canal. Une borne wifi doit donc être capable de sélectionner les fréquences contenues dans un canal afin d'isoler une communication.

Bien sûr, il s'agit d'un cas où le spectre du signal est *continu*, et un canal contient une infinité de fréquences. Ramenons-nous ici à un cas plus simple : signal d'entrée périodique, donc harmoniques régulièrement espacées, et on veut en sélectionner une seule.

3.1 Le filtre

Vous allez utiliser le *circuit bouchon* dont le schéma est donné figure 4. Le but sera d'isoler l'harmonique de rang 5 du créneau.

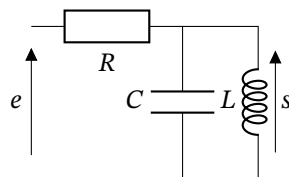


FIG. 4 : Circuit bouchon.

La fonction de transfert est (vérifiez-le en dehors du TP) :

$$H = \frac{1}{1 + iQ\left(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}\right)} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} Q = R\sqrt{\frac{C}{L}} \\ f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \end{cases} \quad (1)$$

Montrez rapidement que ce filtre est un passe-bande.

3.2 Centrage de la bande passante

Afin que la résistance interne de la bobine soit négligeable, il faudra utiliser une vraie bobine et non un simulateur. Supposant que la bobine ait pour inductance propre $L = 15$ mH (typique pour une bobine de 500 spires), évaluez la valeur numérique à donner à C pour que la bande passante du filtre soit centrée sur la fréquence à isoler.

3.3 Largeur de la bande passante

La largeur de la bande passante étant f_0/Q , proposez une valeur de R telle qu'il y a un facteur 10 entre la demi-largeur de la bande passante et la distance à l'harmonique adjacente. Plus précisément, avec les notations de la figure 5 :

$$5f - f_1 = \frac{5f - 4f}{10} \quad (2)$$

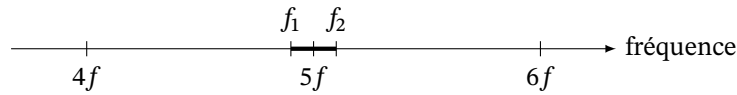


FIG. 5 : Sélection de l'harmonique 5 : les fréquences de coupure f_1 et f_2 doivent rester loin des harmoniques adjacentes.

3.4 Réalisation du sélecteur

1. Reprenez le schéma du filtre et ajoutez le nécessaire pour le câblage : position du GBF, voies de l'oscilloscope et unicité de la masse.
2. Faites le montage et injectez un signal harmonique en entrée du filtre. Déterminez expérimentalement la fréquence de résonance et les fréquences de coupure comme au paragraphe 1.2. Si vous constatez des écarts notables, ajustez la première en faisant varier C , et les secondes en faisant varier R .
3. Reconfigurez le GBF pour qu'il produise le signal crête et injectez-le dans le filtre.
4. Quelle allure et quelle fréquence doit avoir le signal de sortie ? Vérifiez-le à l'oscilloscope.
5. Cherchez la fonction FFT de l'oscilloscope et configurez-la pour afficher le spectre du signal de sortie. Selon les modèles d'oscilloscope, il peut y avoir des variations sur la manière de régler l'intervalle de fréquence affiché (typiquement en réglant la valeur centrale et la largeur, et non les extrémités).
6. Réglez l'affichage pour que la grandeur en ordonnée soit une tension, mesurez-la avec les outils de mesure de tension de l'oscilloscope et comparez à la valeur théorique attendue.