# TP E1 : FILTRAGE D'UNE TENSION CRENEAU PAR UN CIRCUIT RLC PASSE-BANDE

***Capacités exigibles* :**

- Analyse spectrale : Effectuer l'analyse spectrale d'un signal périodique à l'aide d'un oscilloscope numérique. Mettre en évidence le phénomène de repliement du spectre provoqué par l'échantillonnage avec un oscilloscope numérique.
- Filtrage analogique d'un signal périodique : Mettre en évidence l'action d'un filtre linéaire sur un signal périodique dans les domaines temporel et fréquentiel.

Dans une première partie, nous allons visualiser et étudier les harmoniques d'une tension créneau. Ensuite, dans une deuxième partie, nous allons étudier l'influence d'un filtre RLC passe-bande sur une tension créneau, dans différents cas. Enfin, dans une troisième partie, nous filtrerons un harmonique de la tension créneau grâce au circuit RLC passe-bande.

## I) Visualisation et étude des harmoniques d'une tension créneau :

Grâce à un GBF, envoyer un signal créneau de fréquence 1 kHz sur un oscilloscope numérique.

Visualiser le spectre de fréquence de la tension créneau en utilisant la fonction FFT (« Fast Fourier Transform ») dans « Math Menu » sur l'oscilloscope numérique.

- Attention au phénomène de repliement du spectre.

- Constater que l'on a uniquement des harmoniques de rang impair.

- On souhaite également vérifier la décroissance en $\frac{1}{n}$ de l'amplitude des harmoniques de rang impair.

Attention, sur l'oscilloscope numérique en mode FFT, l'échelle des ordonnées est logarithmique (en dB).

Soit $C_n^{dB}$ l'amplitude de l'harmonique de rang n exprimée en dB, et $C_n$ l'amplitude de l'harmonique de rang n. On a alors $C_n^{dB} = 20 \log C_n$.

On souhaite vérifier que $C_n = \frac{C_1}{n}$ pour n impair, donc que $\frac{C_1}{C_n} = n$.

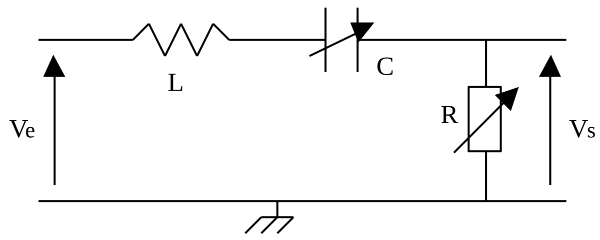
A l'aide de l'oscilloscope numérique, relever $C_1^{dB} - C_n^{dB}$ pour n = 1, 3, 5, 7, 9.

En déduire $\frac{C_1}{C_n} = 10^{\frac{C_1^{dB} - C_n^{dB}}{20}}$ pour n = 1, 3, 5, 7, 9.

Grâce à Excel, tracer $\frac{C_1}{C_n}$ en fonction de n. Modéliser par une droite passant par l'origine. Quelle est la pente de cette droite. Conclure.

## II) Influence d'un filtre RLC passe-bande sur une tension créneau, dans différents cas :

On envoie à présent avec le GBF une tension $V_e$ créneau de fréquence f sur un filtre RLC passe-bande.




On prendra pour C une boîte de capacités ajustables et pour R une boîte de résistances ajustables. Quant à la bobine, son inductance est L = 40 mH.

Vérifier que la fonction de transfert de ce filtre est de la forme : $\underline{T} = \dfrac{\underline{V_S}}{\underline{V_e}} = \dfrac{j\dfrac{\omega}{Q\,\omega_0}}{1 + j\dfrac{\omega}{Q\,\omega_0} - \dfrac{\omega^2}{\omega_0^2}}$

avec $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ la pulsation de résonance et $Q = \dfrac{1}{R}\sqrt{\dfrac{L}{C}}$ le facteur de qualité

Proposer et réaliser un montage permettant de relever la tension $V_S$. On justifiera cette proposition et on n'oubliera pas les problèmes liés au caractère fini de l'impédance d'entrée du dispositif de mesure qu'est l'oscilloscope.

### 1) Fréquence f du créneau très grande devant la fréquence de résonance $f_0$ du filtre : $f \gg f_0$ :

On prend C = 1,0 µF. Calculer la valeur de la fréquence de résonance du filtre $f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$. Choisir la fréquence f du signal créneau en conséquence.

Visualiser le signal de sortie dans les deux cas suivants :

- le filtre est sélectif ($Q = \dfrac{1}{R}\sqrt{\dfrac{L}{C}}$ est « grand », R est « petite »).
- le filtre est à bande large ($Q = \dfrac{1}{R}\sqrt{\dfrac{L}{C}}$ est « faible », R est « grande »).

Dans chacun de ces deux cas, interpréter l'allure du signal de sortie.

### 2) Fréquence f du créneau égale à la fréquence de résonance $f_0$ du filtre : $f = f_0$ :

On prend C = 10 nF. Calculer la valeur de la fréquence de résonance du filtre $f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$. Choisir la fréquence f du signal créneau en conséquence.

Visualiser le signal de sortie, et son spectre de fréquence, dans les deux cas suivants :

- le filtre est sélectif ( $Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$ est « grand », R est « petite »).

- le filtre est à bande large ( $Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$ est « faible », R est « grande »).

Dans chacun de ces deux cas, interpréter l'allure du signal de sortie et son spectre de fréquence.

**3) Fréquence f du créneau très petite devant la fréquence de résonance $f_0$ du filtre : $f << f_0$ :**

On prend C = 10 nF. Calculer la valeur de la fréquence de résonance du filtre $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$. Choisir la fréquence f du signal créneau en conséquence.

Visualiser le signal de sortie, et son spectre de fréquence, dans les deux cas suivants :

- le filtre est sélectif ( $Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$ est « grand », R est « petite »).

- le filtre est à bande large ( $Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$ est « faible », R est « grande »).

Dans chacun de ces deux cas, interpréter l'allure du signal de sortie et son spectre de fréquence.

## III) Filtrage d'un harmonique d'une tension créneau grâce au circuit RLC passe-bande :

On envoie un signal créneau de fréquence f = 1 kHz à l'entrée du filtre RLC passe-bande.

On souhaite récupérer en sortie des signaux sinusoïdaux qui correspondent aux différents harmoniques du signal d'entrée (le fondamental de fréquence f = 1 kHz, le troisième harmonique de fréquence 3f = 3 kHz, le cinquième harmonique de fréquence 5f = 5 kHz).

Pour ne conserver que l'harmonique de rang n, il faut que :

- la fréquence de l'harmonique de rang n soit égale à la fréquence de résonance du filtre : $nf = f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$. Ainsi, l'harmonique de rang n sera transmis.

- les autres harmoniques soient coupés, ou en tout cas très fortement atténués. Pour cela, il faut que la bande passante soit étroite, donc que le filtre soit très sélectif. On prendra par exemple Q > 10.

Dans les trois cas (n = 1, 3, 5), choisir la valeur de la capacité et de la résistance, afin que le filtre ait une fréquence de résonance et un facteur de qualité adéquats.

Dans les trois cas (n = 1, 3, 5), visualiser le signal de sortie et son spectre de fréquence. Conclure.