

Filtre RLC passe-bande

1. Introduction

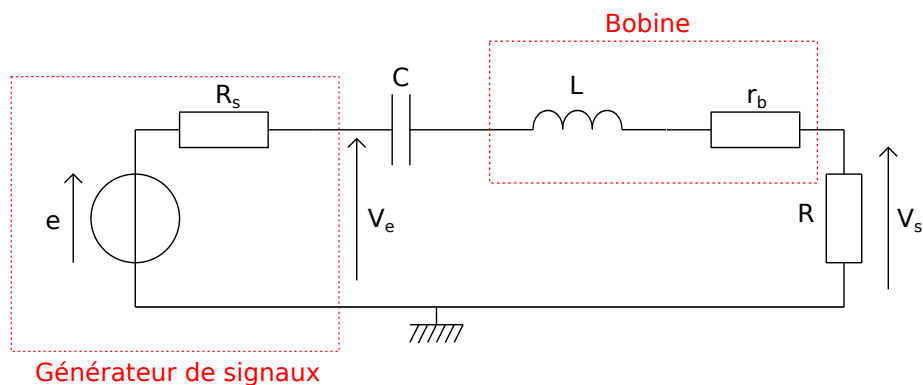
On se propose de réaliser un filtre RLC passe-bande très sélectif et d'étudier sa réponse à un signal crêteau.

Matériel :

- ▷ Bobine de transformateur.
- ▷ Boîte à décades de condensateurs.
- ▷ Boîte de résistances $\times 10$.
- ▷ Oscilloscope.
- ▷ Multimètre.
- ▷ Générateur de signaux.
- ▷ Amplificateur linéaire intégré.
- ▷ Alimentation double $+15/-15$ V.

2. Étude en régime sinusoïdal

Le filtre est constitué d'un condensateur de capacité C , d'une bobine d'inductance propre L et de résistance interne r_b , d'une résistance R . La figure suivante représente le filtre avec la tension d'entrée V_e et la tension de sortie V_s . Le générateur de signaux avec sa résistance de sortie $R_s = 50 \Omega$ est aussi représentée.



On choisit $C = 100 \text{ nF}$ et $R = 10 \Omega$.

On utilisera la fonction de mesure de valeur efficace de l'oscilloscope.

[1] Réaliser des mesures de valeurs efficaces de V_e et V_s pour plusieurs fréquences mais sans changer le réglage d'amplitude du générateur, afin d'obtenir le tracé du gain en fonction de la fréquence. Le tracé devra contenir le maximum du gain et s'étendre jusqu'à environ - 20 dB par rapport à ce maximum.

[2] Dédire de la courbe la fréquence de résonance du filtre (f_0) et son facteur de qualité. Calculer la valeur de L .

[3] Tracer aussi la valeur efficace de V_e en fonction de la fréquence.

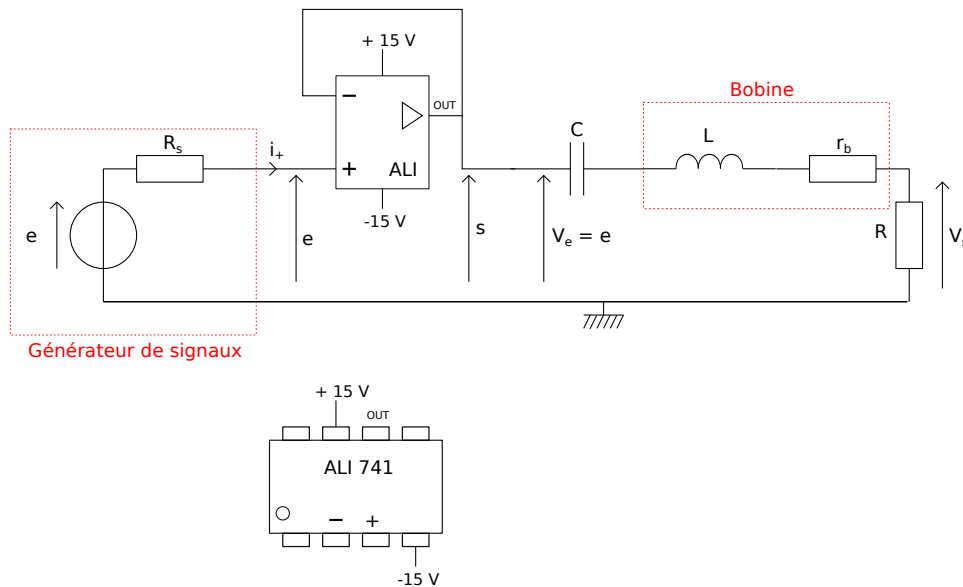
[4] Réaliser une simulation avec Python permettant de reproduire les deux courbes précédentes.

3. Réponse à une signal créneau

[5] Régler le générateur de signaux en mode signal créneau, à une fréquence proche de f_0 . Proposer une explication à la forme du signal $V_e(t)$.

[6] Toujours en signal créneau, choisir une fréquence environ 20 fois plus faible que f_0 . Proposer une explication à la forme du signal $V_e(t)$.

Pour appliquer un signal créneau à l'entrée du filtre, on doit interposer un *suiveur* de tension entre le générateur et le filtre. Un suiveur de tension peut être réalisé au moyen d'un amplificateur linéaire intégré (ALI), comme le montre la figure suivante :



L'ALI est un circuit intégré qui doit être alimenté. Dans ce montage, on utilise une alimentation double délivrant +15 V par rapport à la masse et -15 V par rapport à la masse. Le montage suiveur fonctionne de la manière suivante. L'ALI est un amplificateur différentiel à très fort gain, dont la tension de sortie, notée ici s , s'exprime en fonction des tensions des entrées inverseuse (-) et non inverseuse (+) par la relation :

$$s = \mu(V_+ - V_-)$$

avec $\mu \approx 10^5$. La sortie de l'ALI étant reliée à l'entrée -, on a $V_- = s$. Par ailleurs, l'intensité du courant i_+ est négligeable car la résistance d'entrée de l'entrée + est beaucoup plus grande que la résistance de sortie du générateur. Il s'en suit que $V_+ = e$ et que :

$$s = \mu(e - s)$$

d'où on déduit :

$$s = \frac{\mu}{1 + \mu} e \approx e$$

La résistance de sortie du montage suiveur est très faible (quelques milliohms), ce qui fait que l'ensemble générateur plus suiveur est équivalent à une source tension idéale. Le prix à payer pour cet avantage est que la sortie de l'ALI ne peut fournir un courant d'intensité supérieure

à 20 mA. Il faudra donc limiter l'amplitude de la tension d'entrée à un niveau assez bas pour éviter la saturation du courant de sortie.

[7] Réaliser le montage complet. Appliquer une tension $e(t)$ sinusoïdale de fréquence f_0 . Abaisser son amplitude jusqu'à obtenir un fonctionnement linéaire de l'ALI. Vérifier que la résistance de sortie du suiveur est négligeable.

[8] Appliquer au filtre un signal créneau de fréquence $f_0/20$. Expliquer la forme de la sortie. Comment appelle-t-on la réponse du filtre dans ce cas ?

[9] Appliquer au filtre un signal créneau de fréquence f_0 . Quel est l'harmonique de $V_e(t)$ visible en sortie ?

[10] Mesurer la valeur efficace de cet harmonique.

[11] Abaisser la fréquence de manière à faire apparaître l'harmonique de rang 3 puis ceux de rang 5 et 7. Reporter les valeurs efficaces dans un tableau. Vérifier la décroissance en $1/n$ de l'amplitude des harmoniques.

[12] Évaluer le facteur de qualité du filtre en étudiant sa réponse à un échelon. Comparer à la valeur obtenue plus haut.