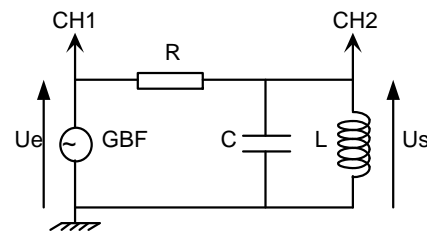


ETUDE DU CIRCUIT BOUCHON

On souhaite réaliser simplement un filtre passe-bande très sélectif. Si on choisit un circuit RLC série en prenant la tension de sortie aux bornes de la résistance R, on obtient un facteur de qualité élevé pour une valeur de R très faible, à la limite nulle. Dans ce cas, c'est la résistance r de la bobine qui impose le facteur de qualité maximal du circuit et par suite sa bande passante. Ce filtre présente alors un défaut majeur : à la résonance, son impédance d'entrée est égale à la résistance r et est donc très faible (environ 10 Ω). Le générateur placé à l'entrée n'étant pas idéal ($R_g=50\ \Omega$), le filtre provoque une chute de tension importante aux bornes du générateur, en particulier à la résonance. Pour cette raison, on préfère réaliser un « circuit bouchon » qui est aussi un filtre passe bande mais qui présente une forte impédance d'entrée pour un facteur de qualité élevé.

I - ETUDE PREALABLE

On considère le filtre représenté ci-contre. Pour effectuer les calculs, on négligera la résistance r de la bobine.



Montrer que ce circuit réalise un filtre passe bande dont

la pulsation propre ω_0 et le facteur de qualité Q vérifient :
$$\underline{H} = \frac{U_s}{U_e} = \frac{1}{1 + jQ\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

en précisant ω_0 et Q.

Expliquer pourquoi on peut avoir simultanément un facteur de qualité élevé et une forte impédance d'entrée.

Remarque : un tel circuit est appelé circuit bouchon car à la résonance, l'impédance du dipôle L//C est infinie : le dipôle L//C s'oppose au passage du courant débité par le générateur.

II - ETUDE EXPERIMENTALE

Prendre une bobine et mesurer son inductance à l'impédancemètre. Choisir un condensateur tel que la fréquence de résonance du filtre soit de l'ordre de 1 kHz.

On prend une résistance plutôt élevée ($R=10\text{ k}\Omega$ par exemple ; essayer plusieurs valeurs).

Mesurer la fréquence de résonance à l'aide de l'oscilloscope en mode normal puis en mode XY.

Avec les ordres de grandeur choisis, une étude détaillée du filtre montre que la résistance r de la bobine modifie notablement la fonction de transfert préalablement calculée (cf étude à la fin de ce TP). Pour cette raison, on se basera avant tout sur l'étude expérimentale du filtre pour déterminer ses caractéristiques. Regarder notamment l'influence de R sur la valeur maximale de la fonction de transfert.

Représenter le diagramme de Bode du filtre.

Tracer les asymptotes expérimentales et mesurer leurs pentes.

Déterminer les fréquences de coupure à -3dB . En déduire la largeur de la bande passante Δf et calculer $f_0/\Delta f$. Comparer cette valeur avec celle du facteur de qualité théorique calculée au paragraphe I.

III - DECOMPOSITION EN SERIE DE FOURIER D'UNE TENSION CRENEAU

Le GBF délivre à présent une tension en créneaux de fréquence f et d'amplitude E . Comme tout signal périodique, cette tension peut s'écrire comme la somme de tensions sinusoïdales (développement en série de Fourier) :

$$U_e(t) = \frac{4E}{\pi} (\cos(\omega t) - \frac{1}{3} \cos(3\omega t) + \frac{1}{5} \cos(5\omega t) - \frac{1}{7} \cos(7\omega t) + \dots)$$

Observer la tension de sortie U_s du filtre lorsque l'on diminue la fréquence f du signal d'entrée et interpréter qualitativement les phénomènes observés.

Mesurer la valeur efficace de la tension de sortie pour les fréquences $f=f_0$, $f=f_0/3$, $f=f_0/5$.

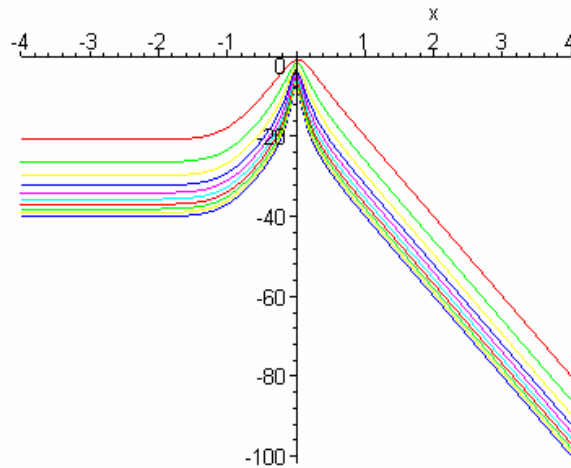
Interpréter quantitativement les mesures effectuées.

Etude de la fonction de transfert du circuit bouchon avec la bobine réelle, sur Maple :

On peut par exemple essayer la séquence suivante. H est la fonction de transfert, Q le facteur de qualité, x est le log décimal de la pulsation réduite. Que représente r ?

```
r:=0.1; H:=1/(1+I*Q*(10^x-1/(10^x-I*r)));  
G:=20*log10(abs(H)); phi:=argument(H);  
Liste:=seq(G,Q=1..10); Listephi:=seq(phi,Q=1..10);  
plot([Liste],x=-4..4); plot([Listephi],x=-4..4);
```

Gain du circuit bouchon :



Phase :

