

BUT du TP :

- Tracer et exploiter un diagramme de Bode
- Etudier le phénomène de résonance

I. Etude d'un premier filtre**1) Préparation**

On étudie le filtre ci-contre.

QP1 Par une analyse qualitative, préciser la nature de ce filtre.

QP2 Donner l'expression de la fonction de transfert de ce filtre. On précisera la valeur de la fréquence de coupure f_c . Donner les expressions du gain en décibel et de la phase. On précisera la valeur du gain et du déphasage à la fréquence de coupure.

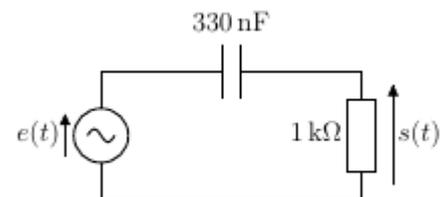


Figure 1

QP3 Tracer le diagramme de Bode théorique de ce filtre en gain et en phase à l'aide d'un tableur, privilégier Libreoffice si possible. Justifier le tracé des asymptotes et indiquer les sur le diagramme. Vous préciserez le choix de la plage de fréquences pour ce tracé.

Imprimer ce graphe pour votre préparation et enregistrer-le sur votre bureau de votre session INSA. Vous en aurez besoin pendant le TP.

2) Manipulation

Pour le signal d'entrée, prendre une fréquence $f=10$ Hz et une amplitude de votre choix.

QM1 Observer $e(t)$ et $s(t)$ à l'oscilloscope. Décrire les variations de l'amplitude de $s(t)$ quand f augmente. Le montage fonctionne-t-il correctement ? Trouver la fréquence de coupure du montage. Estimer l'incertitude sur cette mesure.

QM2 Ouvrir avec Libreoffice le document créé en QP3. Ajouter des colonnes pour les quantités mesurées : fréquence, amplitude de $e(t)$ E_{max} , amplitude de $s(t)$ S_{max} et déphasage de $s(t)$ par rapport à $e(t)$. Pour plusieurs valeurs de fréquence, mesurer l'amplitude du signal d'entrée et du signal de sortie ainsi que le déphasage et les reporter dans le tableur. *On fera les mesures en utilisant le menu Mesures de l'oscilloscope.* Tracer le diagramme de Bode en gain et en phase ainsi obtenu. Superposer le diagramme théorique et commenter.

QM3 Montrer que ce filtre permet d'éliminer la composante continue d'un signal périodique. Vous explicitez votre démarche.

II. Résonance en courant dans un circuit RLC série

On parle de phénomène de résonance quand, en régime sinusoïdal forcé, une grandeur passe par un maximum pour une certaine valeur de la fréquence excitatrice.

1) Préparation

On considère le circuit suivant :

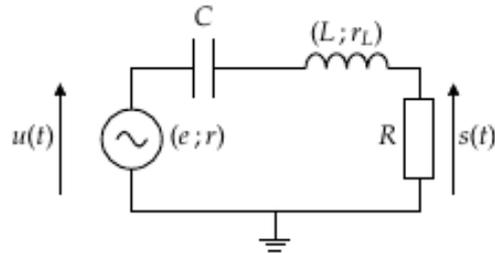


Figure 2

Le GBF, de résistance interne r , est caractérisé par sa f.é.m. $e = E \cdot \cos(\omega t)$.

QP4

Montrer que la tension complexe \underline{u} aux bornes du générateur dépend de sa force électromotrice complexe \underline{e} du générateur, mais aussi de sa résistance de sortie r et de l'impédance \underline{Z} du dipôle RLC.

QP5

Afin de corriger ce défaut, on intercale un montage **suiveur** entre le GBF et le dipôle RLC (voir Figure 3). On rappelle les propriétés d'un montage suiveur :

- l'amplificateur opérationnel est idéal et fonctionne en régime linéaire (voir l'introduction) ;
- $u_s = u$

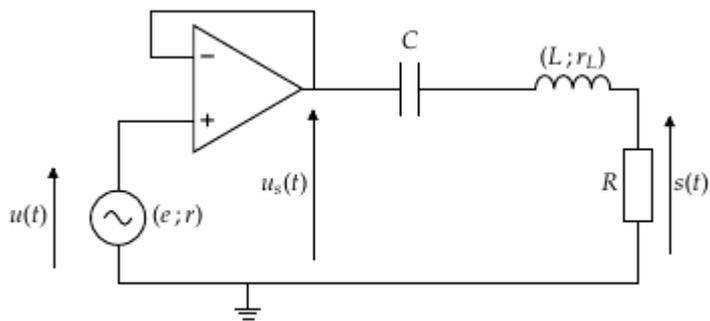


Figure 3

Montrer qu'alors \underline{u} ne dépend ni de r , ni de \underline{Z} .

On veut étudier l'intensité i . Pour cela on observe la tension $s(t)$ aux bornes de R , image de i .

QP6

Soit la fonction de transfert $\underline{H}_1 = \frac{s}{e}$. Montrer que $\underline{H}_1 = \frac{R}{(R+r_L) + j\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)}$.

QP7

Cette fonction peut se mettre sous la forme canonique $\underline{H}_1(jx) = \frac{A_0}{1 + jQ\left(x - \frac{1}{x}\right)}$. Donner les expressions de A_0 , Q et x en fonction de R, r_L, L, C , et de la fréquence f .

On pose $x = \frac{\omega}{\omega_0}$. Déterminer l'expression de ω_0 .

QP8

Préciser les limites de la fonction de transfert en 0 et en l'infini. En déduire la nature de ce filtre : passe-bas, passe-haut, passe-bande ou rejeteur de bande (chapitre 5).

QP9

Déterminer l'expression du module $H_1 = |H_1|$. Montrer que H_1 passe par un maximum H_r pour une fréquence f_r qu'on exprimera en fonction de f_0 . Le circuit est alors à la **résonance d'intensité**, f_r est la **fréquence de résonance**.

QP10

Que vaut le déphasage θ_r de s par rapport à u à la résonance ?

2) Manipulations

- Réaliser le montage Figure 3 avec
 - $L = 40$ mH
 - $C = 1$ μ F
 - R une résistance variable réglée de sorte que $R + r_L = 800$ Ω
- Régler le générateur sur un signal sinusoïdal de fréquence $f = 100$ Hz et d'amplitude à votre choix.
- Visualiser à l'oscilloscope en voie 1 $u_s(t)$ et en voie 2 $s(t)$.

QM4

Faire varier f de 100 Hz à 10 kHz en observant les signaux. Décrire les variations de l'amplitude de $s(t)$ quand f augmente. Le montage fonctionne-t-il correctement ?

QM5

Trouver la fréquence de résonance en intensité f_r du circuit (on cherchera la fréquence pour laquelle l'amplitude S_{max} de s est maximale).

Mesurer le déphasage θ_r de s par rapport à e à la résonance.

Comparer ces valeurs aux valeurs théoriques grâce aux expressions déterminées en **QP9** et **QP10**.

QM6

On fera pour s et e , des mesures d'amplitude crête à crête en utilisant le menu Mesures de l'oscilloscope.

Choisir une amplitude pour le signal d'entrée, et faire varier sa fréquence de 100 Hz à 10000 Hz. Relever l'amplitude crête à crête du signal d'entrée (voie Y1) ainsi que l'amplitude crête à crête du signal de sortie (voie Y2), ceci pour chaque fréquence. Effectuer une mesure à la résonance, puis 3 mesures de part et d'autre de la fréquence de résonance. Consigner ces valeurs dans les cellules bleues de la feuille tableur (Libre Office).

A l'aide du tableur, calculer le gain de la fonction de transfert. Superposer vos valeurs expérimentales de gain en décibels à la courbe théorique déjà tracée. Conclusion.

Mesurer la largeur Δf de la bande passante à -3 dB. Estimer l'incertitude sur cette mesure.

Comparer à la valeur théorique.

QM7

Modifier dans le montage la valeur de la résistance à $R + r_L = 200$ Ω . Rechercher :

- la nouvelle fréquence de résonance ;
- les fréquences de coupure ; en déduire la nouvelle bande passante.

On comparera les nouvelles valeurs expérimentales f_r et Δf à leurs valeurs théoriques ; puis aux valeurs expérimentales obtenues pour 800 Ω .

Interpréter ces résultats.