

## TP 10 – Étude de l'impédance d'une bobine

**Matériel :** GBF, carte d'acquisition, Latis Pro,  $L \simeq 40$  mH (petite bobine pour plaquette),  $R$  variable, plaquette.

**Objectifs :** étudier expérimentalement l'impédance d'une bobine et en adopter un modèle adéquat.

### Côté théorie

Le modèle idéal d'une bobine consiste à la considérer comme une inductance pure.

Sa loi de comportement en convention récepteur est alors

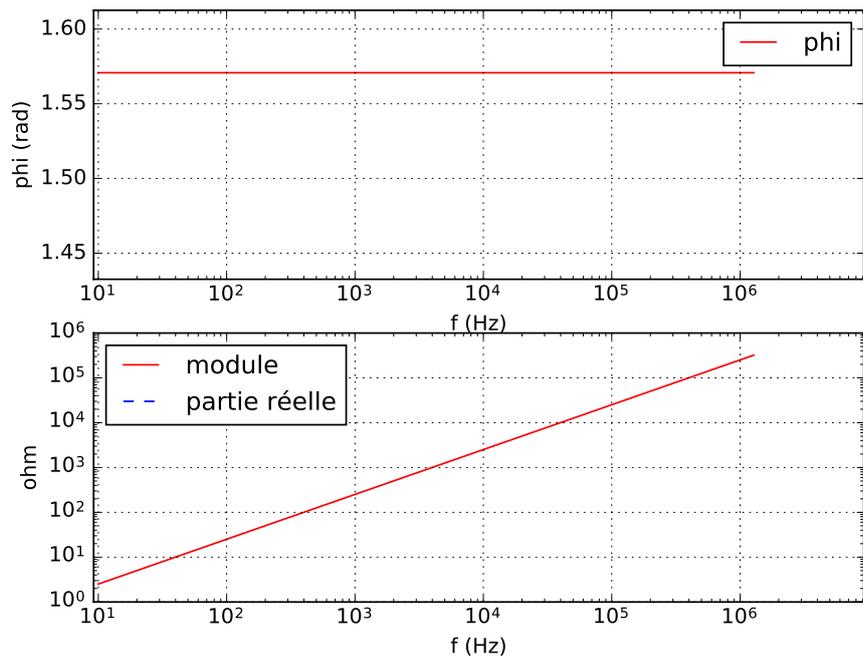
$$u_L = L \frac{di}{dt}.$$

1 - Quelle est alors l'expression de l'impédance complexe  $\underline{Z}$  de la bobine idéale ?

Comment s'exprime son module en fonction de  $\omega$  ?

Que vaut son argument ?

On a tracé ci-contre l'argument  $\varphi$ , le module et la partie réelle correspondant à cette inductance pure.



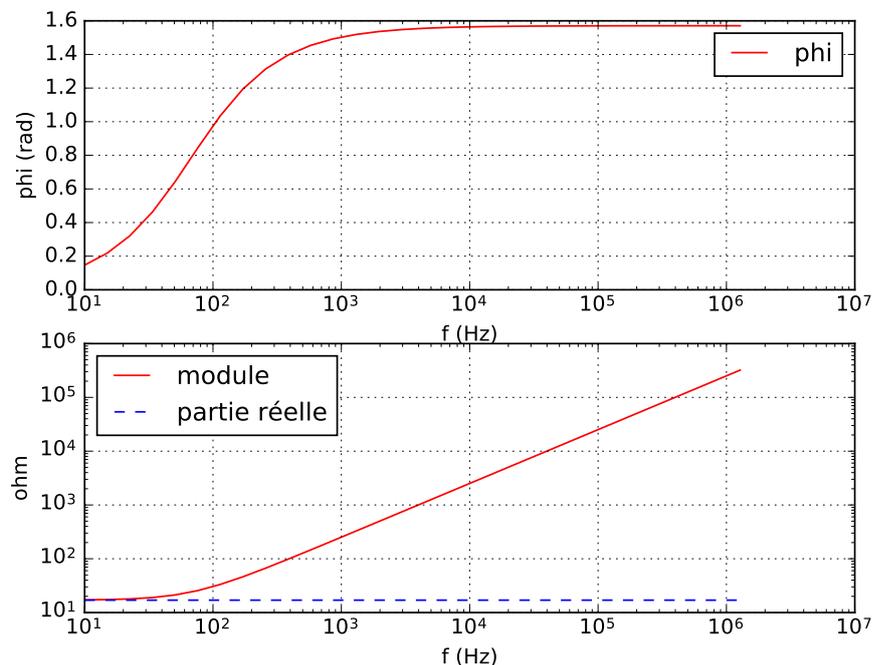
Il faut toutefois prendre en compte la résistance du long fil qui constitue la bobine. Le modèle de la bobine devient alors une résistance  $r$  en série avec une inductance  $L$ .

2 - Quelle est alors l'expression de l'impédance complexe  $\underline{Z}$  de la bobine ?

Comment s'expriment son module et son argument en fonction de  $\omega$  ? Et sa partie réelle ?

Faire les applications numériques pour une fréquence de 1 kHz avec les valeurs de votre bobine ( $L = 40$  mH et  $r = 17 \Omega$ ).

On a tracé ci-contre l'allure du module, de l'argument  $\varphi$ , et de la partie réelle de l'impédance correspondant à la question 2, pour  $L = 40$  mH et  $r = 17 \Omega$ . Vérifier (sans l'écrire) que ceci correspond à vos attentes.



## Côté expérience

Nous souhaitons vérifier si le modèle ci-dessus, qui prend en compte  $r$ , est bien celui que l'on retrouve expérimentalement. Il faut donc mesurer conjointement la tension  $u(t)$  aux bornes d'une bobine et le courant  $i(t)$  la traversant. On réalise ceci grâce à la carte d'acquisition et au logiciel Latis Pro utilisé en mode différentiel. Le courant sera mesuré via la tension aux bornes d'une résistance  $R$  (de l'ordre de  $50\ \Omega$ ).

- 3 - Proposer un montage (= schéma sur lequel apparaissent aussi les branchements de la carte) permettant de faire une acquisition de  $u(t)$  et de  $i(t)$ .
- 4 - **Expérience** : prendre une fréquence de 1 kHz, réaliser une acquisition et mesurer le rapport de l'amplitude de  $u(t)$  sur celle de  $i(t)$  (utiliser les mesures automatiques pour les amplitudes), ainsi que le déphasage  $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$  de  $u$  par rapport à  $i$  (s'aider du cours).

**Exploitation de l'expérience** : en déduire les valeurs expérimentales du module de  $\underline{Z}$  et de son argument. Puis de sa partie réelle.

**Analyse des résultats et comparaison avec le modèle** : est-ce en accord avec ce qui est attendu (modèle de la question 2) ? On rappelle qu'on a fait l'expérience avec une fréquence de 1 kHz.

- 5 - Augmenter la fréquence et surveiller visuellement le déphasage entre tension et courant. À partir de quelle fréquence (environ) le déphasage n'est-il plus de  $\pi/2$  ? (ce qui indique un désaccord flagrant avec le modèle de la question 2).
- 6 - On recommence la mesure de la question 4 mais pour plusieurs fréquences différentes, afin de pouvoir tracer l'évolution de  $|\underline{Z}|$ ,  $\arg(\underline{Z})$  et  $\text{Re}(\underline{Z})$  en fonction de la fréquence  $f$  et de voir dans quelle gamme de fréquence le modèle de la question 2 est valide.
  - Pour gagner du temps sous Latis Pro : dans le menu acquisition sélectionner "périodique" et prendre 3 périodes, les réglages se font alors automatiquement.
  - On utilisera le notebook Python c067-1041157 pour entrer les valeurs trouvées, dans les listes qui ont les noms suivants :

| $f$       | $u_L$                    | $u_R$         | $R$        | $t_u$                  | $t_i$                  |
|-----------|--------------------------|---------------|------------|------------------------|------------------------|
| fréquence | amplitude tension bobine | et résistance | résistance | tel que $u_L(t_u) = 0$ | tel que $u_R(t_i) = 0$ |

On écrira les lignes nécessaires pour *calculer* le module, l'argument et la partie réelle de  $\underline{Z}$  (on indiquera les formules utilisées dans le compte rendu).

- Expérimentalement, on choisira une valeur de  $R$  assez grande (pas forcément la même pour chaque mesure) pour que le signal  $u_R$  soit d'amplitude suffisante.
  - Concernant les fréquences, prendre par exemple 10,  $10^3$  (déjà fait),  $10^5$  Hz. Si le temps le permet ajouter  $10^2$ ,  $10^4$ ,  $10^6$  Hz et raffiner.
  - On tracera, en fonction de la fréquence, le module et la partie réelle en échelle log-log, et la phase en échelle log-lin.
- 7 - Imprimer votre courbe. Indiquer dans quelle gamme de fréquences, sur la courbe, la bobine se comporte de façon attendue.

Que remarque-t-on sur la partie réelle ?

Terminer par des recommandations argumentées pour une utilisation correcte de cette bobine.

- 8 - Si le temps le permet, créer des fonctions `arg_theo(f)` et `module_theo(f)` qui ont pour expressions celles obtenues théoriquement question 2, et les afficher sur vos graphiques pour comparer avec l'expérience. Y a-t-il bien accord ?