

TP 12 – Étude de l'impédance d'une bobine

Matériel : GBF, carte d'acquisition et logiciel 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.

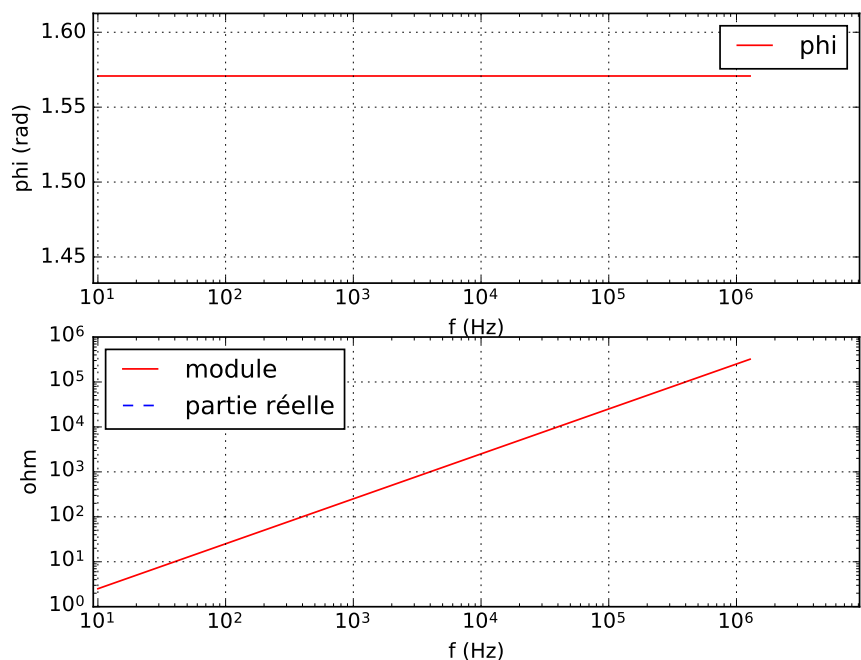
Côté théorie

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 ω ?
Que vaut sa phase ?

On a tracé ci-dessous la phase, le module et la partie réelle correspondant à cette inductance pure.



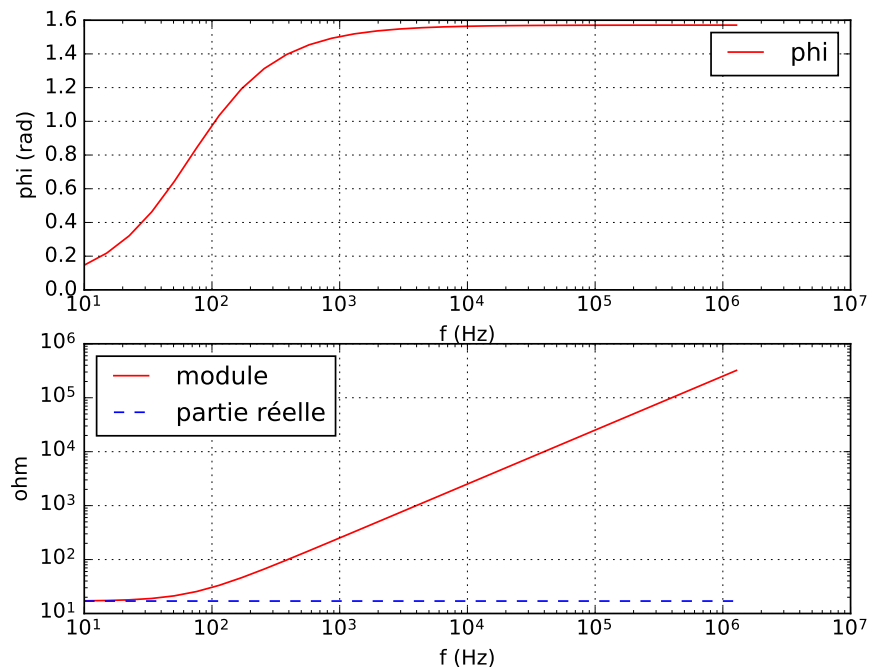
Il faut toutefois prendre en compte la résistance des fils, que l'on note r . Le modèle de la bobine devient alors une résistance r en série avec une inductance L .

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

Comment s'expriment son module et sa phase en fonction de ω ? 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 la phase, 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 .

- 3 - Proposer un montage (= schéma sur lequel apparaissent 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), et le déphasage $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ de u par rapport à i . On prendra R de l'ordre de 50Ω .

On pourra s'aider de la fiche sur la mesure de déphasage (site de la classe, rubrique TP).

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) ?

- 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 avec le modèle de la question 2).
- 6 - On recommence la mesure précédente 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 Régressi pour entrer les valeurs trouvées. Sous Régressi créer les colonnes comme ci-dessous :

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 $u_R(t_i) = 0$

Puis on demandera au logiciel de *calculer* le module, l'argument et la partie réelle de \underline{Z} (on indiquera les formules utilisées dans le compte rendu).

- 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 une nouvelle variable `argtheo` et `moduletheo` qui ont pour expression celles obtenues théoriquement question 2, et les afficher sous Régressi. Y a-t-il bien accord ?