ELECTRICITE
MODELISATION D'UNE BOBINE
Travaux Pratiques

Objectifs

- Elaborer un signal électrique à l'aide d'un GBF,
- Observer une tension à l'oscilloscope,
- Gérer les contraintes liées à la liaison entre les masses,
- Réaliser des mesures d'amplitude et de déphasage à l'oscilloscope,
- Réaliser une régression linéaire,
- Confronter les résultats expérimentaux à un modèle théorique.

Matériel

- GBF + oscilloscope numérique
- 1 bobine à noyau coulissant (sans noyau)
- 1 boite à décades de résistances
- 1 ordinateur avec logiciels excel, regressi

L'objectif de ce TP est de mesurer expérimentalement l'**impédance complexe** $\underline{Z}$ d'une bobine, afin d'établir un modèle de son comportement, en basse fréquence comme en haute fréquence.

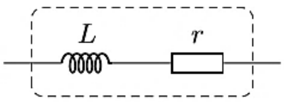
I) Impédance complexe de la bobine : mesures et premier modèle

La bobine étudiée est montée en série avec une résistance R_s = 1Ω (d'impédance négligeable par rapport à celle de la bobine, aux fréquences étudiées) permettant de relever l'image du courant dans le circuit. L'ensemble est alimenté par un GBF, qui délivre une tension harmonique d'amplitude de l'ordre de 10V et de fréquence variable.

1) Indiquer les grandeurs électriques qu'il est nécessaire de mesurer pour déterminer l'impédance complexe $\underline{Z}$ de la bobine (module et argument) à une fréquence donnée.

2) Indiquer sur un schéma du circuit les branchements de l'oscilloscope permettant d'accéder à ces grandeurs.

3) Le premier modèle de la bobine proposé est représenté ci-contre. Déterminer l'expression de son impédance complexe. Proposer une méthode permettant de déterminer L et r par régression linéaire.



bobine réelle

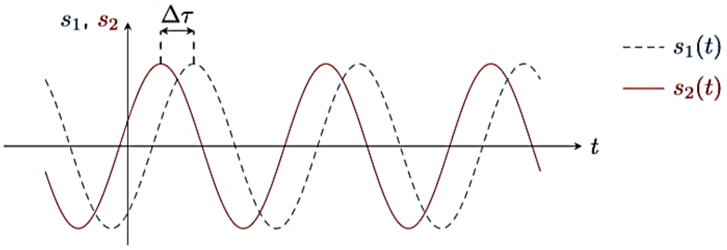
II) Etude en basse fréquence

1) Mesurer l'impédance complexe de la bobine (module Z et argument $\Delta\varphi$) pour 5 fréquences entre 1 Hz et 50 Hz, puis 4 fréquences entre 50 et 500 Hz.
   Pour la mesure des amplitudes, on pourra utiliser la fonction *mesures / crête à crête* de l'oscilloscope.
   Pour la mesure du déphasage, on pourra utiliser la méthode page suivante.

2) Tracer Z en fonction de f, $\Delta\varphi$ en fonction de f puis la régression linéaire permettant de déterminer les valeurs de L et r. Conclure.

Mesurer un déphasage à l'oscilloscope :

Sur un chronogramme et à condition que le déphasage soit compris entre 0 et π alors le premier des deux signaux à atteindre son maximum est en avance de phase sur l'autre. Sur la figure ci-dessous, s_2 est en avance de phase sur s_1 (ou s_1 est en retard de phase sur s_2) donc $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 > 0$.



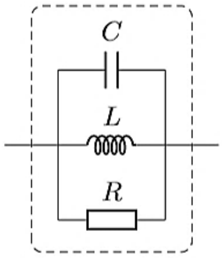
Le déphasage peut être mesuré à partir du décalage temporel $\Delta\tau$ entre les deux signaux. En effet, en notant f la fréquence des signaux, on peut montrer que (cf. chapitre O1 paragraphe II.3.c)

$$|\Delta\varphi| = 2\pi f\, \Delta\tau\,.$$

Dans ce cas, le signe du déphasage doit être ajouté « à la main » en observant les chronogrammes.

III) Etude en haute fréquence

1) Le deuxième modèle proposé de la bobine est représenté ci-contre. Montrer que l'impédance complexe de la bobine s'écrit :



$$\underline{Z}(\omega) = \frac{R}{1 + \mathrm{j}Q\left(\dfrac{\omega}{\omega_0} - \dfrac{\omega_0}{\omega}\right)} \qquad \text{avec} \qquad \begin{cases} \omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} \\ Q = RC\omega_0 = R\sqrt{\dfrac{C}{L}} \end{cases}$$

2) Ecrire les expressions du module Z et l'argument $Arg(\underline{Z})$ de $\underline{Z}$.
Donner les allures des courbes $Z = f(\omega)$ et $Arg(\underline{Z}) = f(\omega)$. On pourra déterminer les limites lorsque ω tend vers 0, ω tend vers ω_0, ω tend vers l'infini ; on montrera notamment que Z passe par un maximum et que $Arg(\underline{Z}) = 0$ pour $\omega = \omega_0$: la bobine est alors résonante.
Pourquoi la résistance r n'apparaît-elle plus dans ce modèle ?

Afin de faire les mesures en HF, on ajuste la résistance *Rs* à 100 Ω (qui reste d'impédance négligeable par rapport à celle de la bobine, aux fréquences étudiées).

3) Mesurer l'impédance complexe de la bobine (module Z et argument $\Delta\varphi$) pour 5 fréquences entre 10 kHz et 100 kHz. Bien repérer la fréquence f_0 de résonance.

4) Tracer Z en fonction de f, et $\Delta\varphi$ en fonction de f.

5) Déterminer la pulsation ω_0. A partir des mesures à ω_0, et de la valeur de L déterminée précédemment, déterminer les valeurs manquantes R et C.