

L'objectif est de mesurer l'auto-inductance d'une bobine, la mutuelle inductance de deux bobines couplées ainsi que le rapport de transformation d'un transformateur. Le fonctionnement d'un alternateur est également modélisé.

Partie A. Auto-inductance d'une bobine

Matériel à disposition

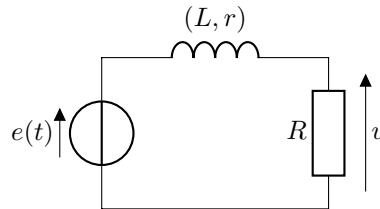
Bobine réglable
GBF
Oscilloscope

Boîte de résistances
Boîte de capacités
Multimètre

Première expérience : Mesure d'une constante de temps

On étudie le circuit suivant, soumis à l'échelon de tension :

$$\begin{cases} e(t) = 0 & \text{pour } t \leq 0 \\ e(t) = E & \text{pour } t > 0 \end{cases}$$



L'équation différentielle vérifiée par $u(t)$ pour $t > 0$ est :

$$\frac{du}{dt} + \frac{R_{\text{tot}}}{L}u = \frac{ER}{L}$$

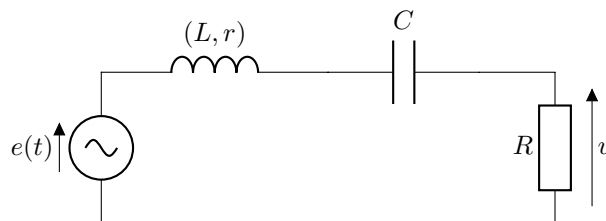
où $R_{\text{tot}} = R + r + r_{\text{GBF}}$ avec $r_{\text{GBF}} = 50 \Omega$ la résistance interne du GBF.

(*) Déterminer la solution $u(t)$.

Proposer puis mettre en œuvre un protocole permettant de mesurer l'auto-inductance L de la bobine. Évaluer l'incertitude.

Deuxième expérience : Mesure d'une fréquence de résonance

On étudie le circuit suivant. On se place en régime sinusoïdal où $e(t) = E \cos(2\pi ft)$.



L'amplitude complexe de la tension $u(t)$ se met sous la forme :

$$\underline{U} = \frac{\frac{R}{R_{\text{tot}}}E}{1 + j \frac{1}{R_{\text{tot}}} \sqrt{\frac{L}{C}} \left(\sqrt{LC}\omega - \frac{1}{\sqrt{LC}\omega} \right)}$$

où $\omega = 2\pi f$. On montre qu'il y a résonance pour $\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

(*) Que vaut le déphasage de $u(t)$ par rapport à $e(t)$ à la résonance ?

(*) Si on mesure $e(t)$ et $u(t)$ à l'oscilloscope, que voit-on en mode XY à cette valeur du déphasage ?

En déduire un protocole permettant de mesurer l'auto-inductance de la bobine. Le mettre en œuvre. Évaluer l'incertitude.

Comparer avec la valeur obtenue précédemment.

Partie B. Influence entre systèmes magnétiques

Matériel à disposition

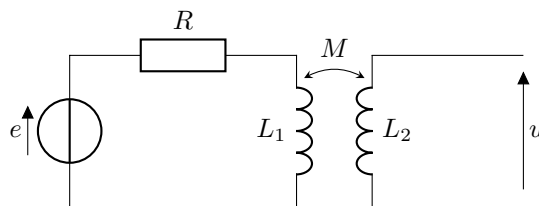
Bobines (2)
Noyau de fer doux
GBF
Oscilloscope

Console SYSAM
Boîte de résistance
Structure de transformateur
Agitateur magnétique

Première expérience : Mesure d'une inductance mutuelle

On étudie le circuit ci-dessous, où deux bobines sont couplées magnétiquement en faisant passer un noyau de fer doux en travers. La tension $e(t)$ est une tension triangulaire générée par un GBF, d'amplitude crête à crête E_m et de période T et la résistance R .

On montre (voir l'exercice 2 du TD P22) que la tension u aux bornes de la deuxième bobine est une fonction créneau prenant les valeurs $\pm \frac{2ME_m}{RT}$.



- Réaliser le montage en ajoutant les branchements permettant d'observer e et u à l'oscilloscope. On prendra une valeur suffisamment importante pour R afin que la résistance de la bobine et du GBF (de l'ordre de $60\ \Omega$ en tout) soit négligeable, mais pas trop afin que la tension u ne soit pas trop faible. La fréquence sera choisie de sorte que le régime transitoire observé à chaque changement de tension soit de durée négligeable.
- Mesurer l'amplitude crête à crête de la tension u .
- En déduire la valeur de M .
- Enlever le fer doux. Qu'observe-t-on ? Commenter.

Deuxième expérience : Étude du transformateur

En plaçant deux bobines sur un « circuit magnétique » fermé constitué de fer doux, elles sont quasiment en influence totale. On montre alors (exercice de cours D de P22) que le rapport des tensions à leurs bornes en régime alternatif (nommé « rapport de transformation ») est égal au rapport de leur nombre de spires.

- Proposer un protocole permettant de mesurer le rapport de transformation d'un transformateur en régime sinusoïdal forcé.
- Le mettre en œuvre, en faisant varier le nombre de spires de la bobine primaire et de la bobine secondaire.
- Étudier la dépendance en fréquence du rapport de transformation.
- Que se passe-t-il si on ouvre le noyau du transformateur ?

Troisième expérience : Principe d'un alternateur

Un agitateur magnétique est constitué d'un aimant qu'il peut faire tourner à une vitesse réglable. Dans son utilisation habituelle, on place un barreau aimanté qui est entraîné par la rotation afin d'agiter les solutions aqueuses. Dans ce TP, on s'en sert pour générer un courant induit dans une bobine posée dessus.

- Réaliser l'expérience avec un taux de rotation maximal et observer la tension aux bornes de la bobine sur un oscilloscope. Disposer la bobine de façon à avoir le signal le plus propre possible.
- Afin d'effectuer des mesures, on réalise une acquisition sur la console SYSAM. Connecter la tension à l'entrée EA0 et configurer l'acquisition de sorte avoir une durée totale de l'ordre de 5 périodes. Lancer l'acquisition.
- Dans le menu *Traitements*, choisir *Calculs spécifiques/Analyse de Fourier* (ou touche F6).
- Cliquer-déplacer la courbe EA0 dans la fenêtre qui s'ouvre, puis choisir une sélection de périodes manuelle. Sélectionner un nombre entier de périodes le plus grand possible en cliquant au début de l'intervalle et la fin.
- Cliquer sur *Nouvelle courbe* : le spectre en amplitude apparaît. Avec un clic droit, puis *Réticule*, puis à nouveau clic droit, puis *Lié à la courbe . . .*, se positionner sur le pic du fondamental : noter la fréquence f et l'amplitude U_m .
- Reprendre la même étude pour différentes vitesses de rotation. Tracer le graphe de U_m en fonction de f . Modéliser.
- Le flux à travers la bobine variant de façon sinusoïdale à la fréquence f , quelle est la relation attendue ? Le résultat expérimental est-il conforme à la théorie ?