Mesures d'inductances propres et d'inductances mutuelles

Le but de ce TP est de mesurer des inductances propres d'un circuit, ainsi que des inductances mutuelles.

Conventions du document

—  Ce pictogramme identifie un « Appel professeur ». Vous êtes prioritaires sur toute autre demande à ce moment là.

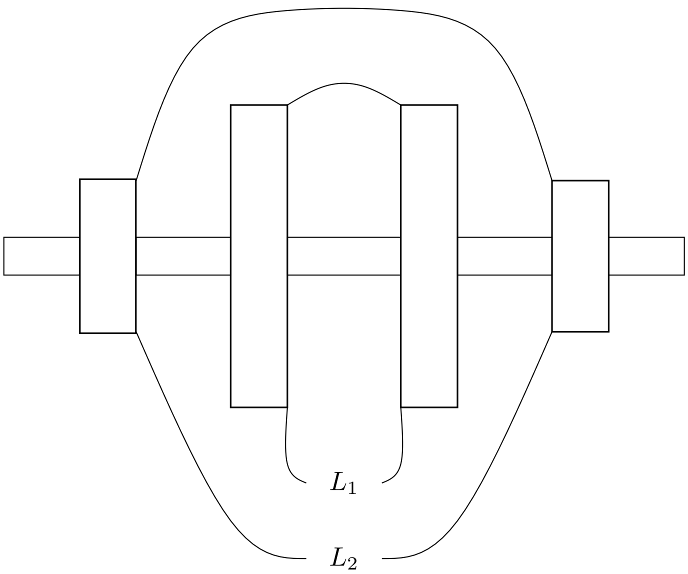
— Les parties du texte encadrées comme ceci correspondent à des actions que vous devez réaliser ou à des questions auquelles il faut répondre ou encore des justifications à apporter. Il faudra bien sûr une trace compéhensible de ces question/réponses/justifications dans votre compte rendu.

— Le reste du texte correspond à des compléments d'informations, ou des méthodes à suivre pour vos actions. Elles peuvent précéder ou suivre l'action qu'elles décrivent.

Dans le compte-rendu il faudra toujours indiquer le numéro de section, partie auxquelles vous faites références, dans lesquelles une action doit être réalisée, ou une question posée.

I Matériel utilisé

Les bobines utilisées dans cette manipulation sont constituées de quatre galettes comportant environ 800 spires de fil. Les deux galettes centrales, associées en série, constituent le circuit L_1 et les deux extrêmes le circuit L_2.



Attention : sur la plaquette, les deux bornes de gauche correspondent à L_1 et les deux bornes de droite à L_2.

II Mesures par résonance série

II.1 Principe de la mesure

On alimente un circuit RLC série par un générateur de tension (cf figure 1). L'amplitude de la tension aux bornes de l'ensemble LC, visualisée à l'oscilloscope, passe par un minimum lorsque la fréquence du signal d'entrée varie.

On montre que la pulsation ω_{ar} permettant d'obtenir ce minimum est la pulsation propre du ciruit :

$$\omega_{ar} = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

La mesure de la fréquence du minimum permet donc de mesurer l'inductance L si l'on connait la capacité C.

Quelle devrait-être la valeur du minimum de l'amplitude de la tension observée, si la bobine et le condensateur étaient idéaux ?
Quelle caractéristique de la bobine non prise en compte permet de comprendre que ce minimum ait une valeur différente de celle prédite ?

On admet pour la suite que la pulsation du minimum est quand même donnée par $\omega_{ar} = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

II.2 Mesure des inductances propres

— Réaliser le montage de la figure 1 avec $R = 10^4\ \Omega$, $C = 10\ nF$ et $L = L_1$
— Déterminer le plus précisément possible, la fréquence du minimum pour L_1. On procédera par encadrements successifs permettant de donner un intervalle $[f_{min}, f_{max}]$ auquel appartient $f_{ar} = \frac{\omega_{ar}}{2\pi}$.
— En déduire L_1 ainsi que **l'incertitude type**. On utilisera la feuille de calcul Excel fournie qui se charge de propager les erreurs.
— Présenter le résultat sous la forme

$$L_1 = ... \pm ..., H$$

— Répéter la manipulation pour déterminer L_2 et **l'incertitude type**.

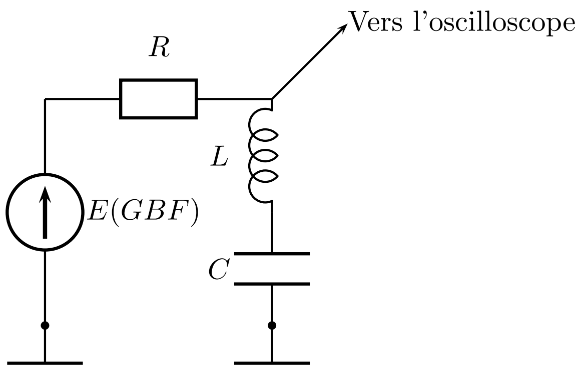


Figure 1 –

II.3 Appel professeur

Réaliser une mesure devant l'examinateur puis présenter vos résultats.

II.4 Mesure des mutuelles inductances

On considère une situation dans laquelle on branche les deux bobinages L_1 et L_2 en série. On note M l'inductance mutuelle entre les deux bobinages (de signe quelconque).

II.4.1 Principe

— En notant qu'il y a deux sens de branchements possibles, établir que l'ensemble forme une bobine unique d'inductance

$$L = L_1 + L_2 \pm 2M$$

— Déterminer alors un protocole de mesure permettant de mesurer M sans avoir à utiliser les valeurs de L_1 et de L_2 mesurées précédemment.

II.4.2 Appel professeur

Présenter votre protocole

II.4.3 Mesure

— Procéder à la mesure de M ainsi qu'à l'incertitude type $u(M)$.
— Présenter le résultat sous la forme

$$M = ... \pm ..., H$$

— Calculer numériquement le coefficient de couplage $K = \frac{|M|}{\sqrt{L_1 L_2}}$ et contrôler qu'il vérifie la propriété $K \in [0, 1]$.
— Le couplage étudié est-il plutôt fort ou plutôt faible ?

III Mesure directe d'une mutuelle

— Cette méthode repose sur la définition de M.
— Si l'on fait passer un courant variable dans l'un des bobinages, il apparaît dans l'autre une fem induite.
— La mesure de ces grandeurs permet de déterminer M si l'on connaît la fréquence.
— On considère de la figure 2 avec $R = 10^4\ \Omega$.

— Montrer que

$$\underline{V}_2 = \frac{-j\omega M}{R}\underline{V}_1$$

— Réaliser le montage de la figure 2 avec $R = 10^4\ \Omega$.
— Faire plusieurs mesures de M utilisant cette méthode, pour différentes valeurs de la fréquence.
— Préciser le critère retenu pour choisir vos fréquences.
— Comparer ces résultats aux valeurs obtenues précédemment.
— Quel est l'intérêt de prendre $R = 10^4\ \Omega$?

La partie évaluée s'arrête ici, mais ne sachant pas combien de temps elle va vous prendre, il y a un petit supplément si vous finissez vraiment trop tôt !

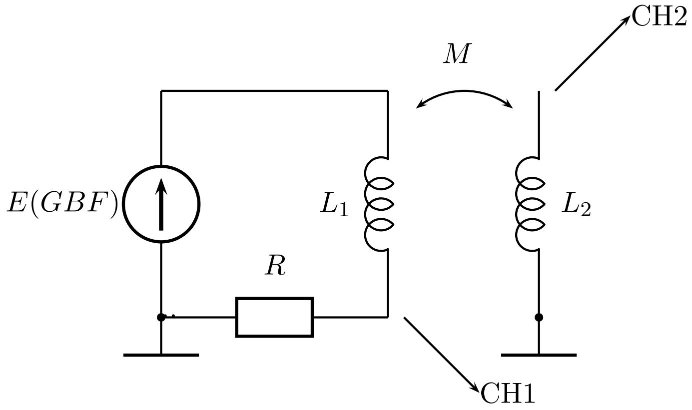


FIGURE 2 –

IV Circuit RLC en régime transitoire

— Réaliser le montage de la figure 3 avec R variable, $C = 10\ nF$ et $L = L_1$ ou L_2.

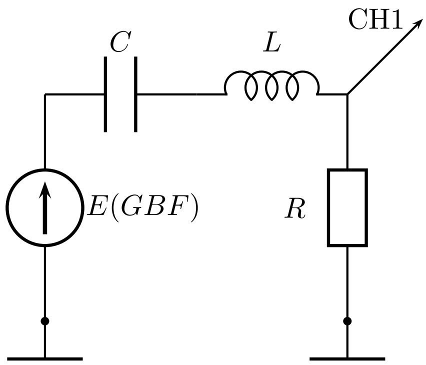


FIGURE 3 –

— On alimente le circuit avec un signal créneau de fréquence bien choisie de façon à visualiser la réponse de ce circuit à un échelon de tension. Visualiser sur l'ordinateur les trois régimes possibles en modifiant l'amortissement. On utilisera le logiciel Latis-pro.
— Mesurer la résistance qui correspond au régime critique et comparer celle-ci à la valeur théorique. On n'oubliera pas la résistance de la bobine, que pensez-vous de celle du générateur ?
— Exploiter le plus complètement possible la figure obtenue dans le cas d'un régime pseudo-périodique : pseudo-période, décrément logarithmique.
— Augmenter la fréquence et interpréter les signaux observés.