

TP : Mesures autour d'une bobine

Le but de cet TP est de savoir exploiter un diagramme de FRESNEL et d'obtenir les caractéristiques (L, r) d'une bobine. La bobine utilisée sera une bobine de 1 000 tours (ou de 500 tours).

A. Mesures de trois tensions

Le principe de la mesure des caractéristiques (L, r) de la bobine repose sur la mesure de 3 tensions efficaces réalisée avec le même voltmètre. Le diagramme de FRESNEL du dipôle AD est représenté sur la figure 1 en prenant la phase de l'intensité comme phase origine. Connaissant R et la fréquence f de la tension d'alimentation, il est facile de déterminer r et L en utilisant les rapports des longueurs des segments $[AB]$, $[BC]$ et $[CD]$. On déterminera L et r à partir des trois mesures de différences de potentiels : U_{AB} , U_{BD} et U_{AD} .

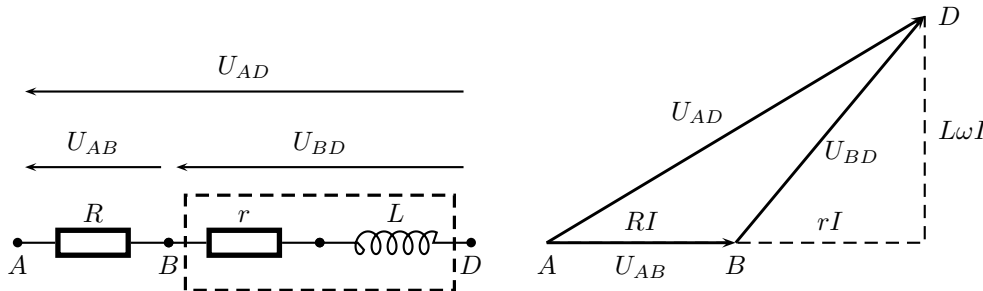


FIGURE 1 – Diagramme de FRESNEL

Mesures et résultats

1. La résistance R est de quelques dizaines d'ohms. Elle est réalisée à l'aide d'une boîte AOIP ($\times 10 \Omega$). Un générateur basse fréquence réglé sur environ 50 Hz à mesurer précisément alimente le circuit. Le niveau de sortie doit permettre de mesurer des tensions de l'ordre du volt.
2. Mesurer les trois différences de potentiel.
3. Construire sur papier millimétré le triangle (ABD) , on utilisera un compas.
4. En abaissant de D la perpendiculaire à $[AB]$, on obtient le point C . Mesurer alors les longueurs BC et CD et les comparer à AB pour calculer à la fois r et L .
5. Mesurer avec le contrôleur numérique directement r et L de la bobine et comparer.

Remarques : la construction n'est possible avec une précision suffisante que si les segments sont tous les trois de longueurs comparables. Si les tensions U_{BD} et U_{AD} sont trop voisines, la troisième sera trop faible et le tracé hasardeux. On sera peut-être amené à modifier la valeur de R pour améliorer les mesures ; en tout cas, on ne pourra pas utiliser une fréquence trop importante pour ne pas augmenter inconsidérément le rapport $L\omega/r$. De toute façon, de nombreux voltmètres ne permettent pas des mesures de tensions alternatives pour des fréquences dépassant quelques centaines de HERTZ.

B. Pont de Maxwell

La mesure à l'aide d'un pont s'effectue en réglant les grandeurs variables de telle sorte que la tension (et par conséquent le courant) entre les points A_4 et A_2 du montage de la figure 2 soit nulle. On dit alors que le pont est *équilibré*. Dans le circuit, la résistance R et le condensateur de capacité C sont variables, les résistances P et Q sont étalonnées et fixes. On utilisera l'oscilloscope pour mesurer la tension $U_{A_4A_2}$.

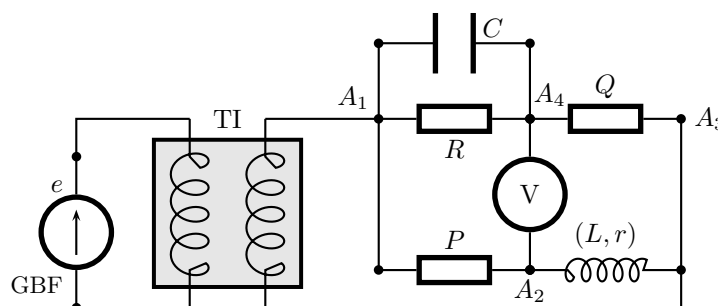


FIGURE 2 – Pont de MAXWELL $A_1A_2A_3A_4$

Principe des mesures

On considère le pont de la figure 3 en régime sinusoïdal.

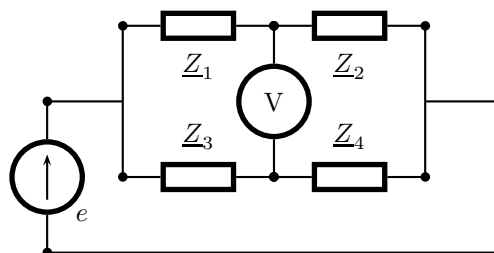


FIGURE 3 – Structure de pont

6. Montrer que le pont est équilibré - c'est-à-dire que la tension mesurée par le voltmètre est nulle - lorsque les impédances mises en jeu vérifient :

$$\underline{Z}_1 \underline{Z}_4 = \underline{Z}_2 \underline{Z}_3$$

Pour la démonstration, on privilégiera l'utilisation du diviseur de tension.

7. Démontrer que, dans le cas du pont de MAXWELL équilibré de la figure 2, l'on peut écrire les deux relations indépendantes de ω :

$$L = PQC \quad \text{et} \quad r = \frac{PQ}{R}$$

Un problème de masse

Le détecteur est un oscilloscope : par construction, la borne de masse des prises BNC est reliée à la Terre par l'intermédiaire du troisième fil du câble d'alimentation. Il en va de même pour la borne de masse des prises BNC du générateur B.F. Par conséquent, si on branche directement le générateur aux bornes A_1 et A_3 , l'une des deux sera commune avec A_2 ou A_4 , court-circuitant ainsi la branche correspondante. Il y a deux façons de pallier ce problème :

- En utilisant un transformateur d'isolement TI comme sur le schéma de la figure 2, on le branche aux bornes du GBF et il permet de fabriquer un générateur sans masse. Le transformateur d'isolement est de rapport 1, il répercute entre A_1 et A_3 la tension variable délivrée par le générateur en conservant son amplitude.
- En utilisant une sonde différentielle sur l'oscilloscope : on branche l'oscilloscope sur le circuit via une sonde différentielle qui permet, cette fois-ci, de fabriquer un oscilloscope sans masse.

Afin de placer la bobine dans des conditions analogues, on pourra choisir la fréquence du générateur égale à (ou voisine de) la fréquence utilisée dans l'expérience de la partie précédente. Pour les autres composants, C sera la capacité fournie par une boîte de condensateurs à décades, P et Q sont les résistances de deux boîtes AOIP dont on aura intérêt à chercher l'ordre de grandeur souhaitable, sachant que, pour le modèle de bobine choisi, la valeur de L est de l'ordre de 10^{-2} à 10^{-1} H et celle de $r \simeq 10 \Omega$. Enfin, pour R , on associera des boîtes AOIP en série. Là encore, un calcul préalable d'ordre de grandeur s'impose pour choisir judicieusement les décades.

8. Essayer d'annuler le signal donné par l'oscilloscope et comparer les mesures de L et r à celles obtenues dans les expériences précédentes.

C. Mesures à l'aide d'un circuit résonant

L'objectif de cette partie est de mettre au point un montage permettant de mesurer l'inductance L et, si possible, la résistance r de la bobine étudiée. Le cahier des charges est le suivant :

- Vous avez le droit d'utiliser un générateur basse fréquence, un oscilloscope, un condensateur de capacité de valeur connue et des boîtes AOIP.
- Il faudra tracer une courbe de résonance.

9. Quel montage et quel protocole de mesure proposez-vous ?

10. Réaliser l'analyse théorique du montage proposé.

11. Effectuer l'étude expérimentale. En déduire L et r en précisant les incertitudes.

12. Critiquer la démarche suivie.