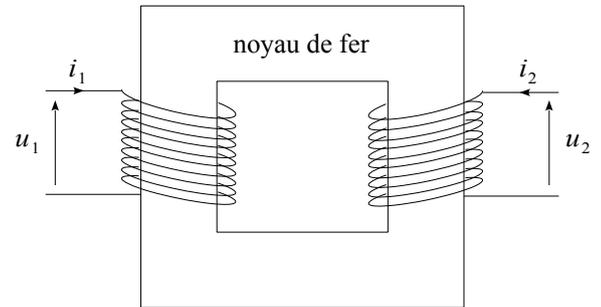


Buts :

- Observer le phénomène d'induction ;
- Étudier le transformateur, application du phénomène de mutuelle-induction.

I. Présentation du transformateur

Un transformateur est constitué de deux circuits (dont on néglige les résistances internes) dont l'un, appelé le circuit « primaire », contient une bobine de N_1 spires et l'autre, appelé le circuit « secondaire », contient une bobine de N_2 spires. Le primaire est alimenté par une **tension sinusoïdale** $u_1(t)$. On appelle $u_2(t)$ la tension aux bornes du secondaire. Les deux bobines sont traversées par un métal qui canalise les lignes de champs magnétiques permettant ainsi d'obtenir un couplage parfait : toutes les lignes de champ traversant le primaire traversent aussi le secondaire.



On utilisera en bobine du primaire celle où $N_1=500$ ou 1000 spires ; en bobine du secondaire celle où N_2 peut varier de 1000 à 5000 spires.

Remarque : les écarts à la théorie proviennent des écarts à l'idéalité de l'expérience :

- toutes les lignes de champ magnétique du primaire et du secondaire ne sont pas canalisées par le noyau de fer, le couplage n'est pas parfait ;
- pertes cuivres (pertes dues à la résistance interne des fils de cuivre utilisés au primaire et au secondaire) ;
- pertes dans le noyau de fer (dans le noyau de fer des courants de Foucault induits apparaissent et dissipent l'énergie par effet Joule).

II. Étude du transformateur à vide (relation en tension)**1. Théorie**

En imposant $u_1(t)=U_1 \cos(\omega t)$, la théorie montre que $u_2(t)=\frac{N_2}{N_1}u_1(t)$.

2. Étude expérimentale

Pour pouvoir réaliser l'étude expérimentale de manière simple, on réalise des mesures « à vide », c'est-à-dire que le circuit secondaire reste ouvert, on mesure directement $u_2(t)$ à l'oscilloscope.

$u_1(t)$ est imposée par le *GBF* avec $U_1=5V$ et $f=50Hz$ fixées.

- Observer $u_1(t)$ et $u_2(t)$ à l'oscilloscope. Sont-elles en phase ?
- Réaliser, à l'aide d'excel, l'étude de $\frac{U_2}{U_1}=f\left(\frac{N_2}{N_1}\right)$ en modifiant les valeurs de N_1 et N_2 . Réaliser une dizaine de mesures et exploiter les résultats obtenus. Conclure.

III. Étude du transformateur en intensité

1. Théorie

En imposant $u_1(t) = U_1 \cos(\omega t)$ et en réalisant un circuit fermé au secondaire, la théorie montre que $i_1(t)$ et $i_2(t)$ prennent une forme sinusoïdale telle que $\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$ où I_1 et I_2 sont les amplitudes des intensités au primaire et au secondaire.

2. Étude expérimentale

Pour pouvoir réaliser l'étude expérimentale la plus simple, on conserve le montage précédent avec $u_1(t)$ imposée par le *GBF*, $U_1 = 5V$ et $f = 50Hz$ fixées. On retire l'oscilloscope et on place un ampèremètre au niveau du primaire et un ampèremètre aux bornes du secondaire qui permet de fermer le circuit secondaire.

- Attention à régler le multimètre en courant alternatif sur le plus gros calibre au début pour ne pas griller le fusible du multimètre (on pourra ensuite descendre en calibre si la mesure le permet).
- La mesure affichée par le multimètre est alors l'intensité efficace I_{eff} de $i(t) = I \cos(\omega t + \phi)$, c'est-à-dire $I_{eff} = \frac{I}{\sqrt{2}}$.
- Réaliser, à l'aide d'excel, l'étude de $\frac{I_2}{I_1} = f\left(\frac{N_1}{N_2}\right)$ en modifiant les valeurs de N_1 et N_2 . Réaliser une dizaine de mesures et exploiter les résultats obtenus. Conclure.

IV. Transformateur d'isolement (s'il reste du temps)

1. Problématique

On souhaite observer la caractéristique d'un condensateur ($u_c = f(i_c)$) à l'aide d'un *GBF* en régime sinusoïdal, d'un oscilloscope, du condensateur C et d'une résistance R .

1. Faire un schéma du montage à réaliser afin d'observer à la fois $u_c(t)$ et $i_c(t)$ à l'oscilloscope.
2. Quel problème expérimental va apparaître ?

2. Transformateur d'isolement

Afin de pallier à ce problème, on utilise un transformateur d'isolement : $N_1 = N_2$ donc $u_1(t) = u_2(t)$ mais la masse du circuit primaire n'est plus présente au secondaire, on peut alors choisir une nouvelle masse au circuit secondaire !

Réaliser le circuit et observer la caractéristique à l'oscilloscope.

V. Adaptateur d'impédance (étude en puissance – culture générale)

1. Impédance équivalente du transformateur au niveau du circuit primaire

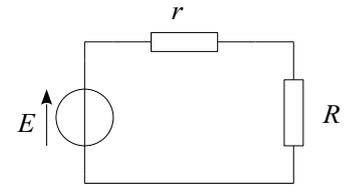
Si on appelle $\underline{Z}_1 = \frac{u_1(t)}{i_1(t)}$ l'impédance équivalente du transformateur au niveau du circuit primaire et $\underline{Z}_2 = \frac{u_2(t)}{i_2(t)}$

l'impédance du circuit réalisé au secondaire, on a alors $\frac{\underline{Z}_1}{\underline{Z}_2} = \frac{u_1(t)}{i_1(t)} \cdot \frac{i_2(t)}{u_2(t)} = \frac{u_1(t)}{u_2(t)} \cdot \frac{i_2(t)}{i_1(t)} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$.

À circuit secondaire fixé (\underline{Z}_2 fixée), on peut alors « choisir » l'impédance équivalente $\underline{Z}_1 = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \underline{Z}_2$ au niveau du circuit primaire en choisissant N_1 et N_2 .

2. Adaptation d'impédance

Considérons le montage suivant où la résistance r représente, par exemple, la résistance interne du circuit (résistance des fils de cuivre et résistance interne du *GBF*) et R la résistance de charge, c'est-à-dire le dipôle qui doit réellement recevoir la puissance électrocinétique du *GBF* pour pouvoir fonctionner.



On peut montrer que la puissance reçue par la charge R est : $P_R = \frac{R E^2}{(r+R)^2}$. Après étude de la fonction

$P_R = f(R)$, on montre que la puissance reçue par la charge sera alors maximum $\left(P_{J_{max}} = \frac{E^2}{4R}\right)$ dans le cas où $R=r$.

Or r est fixée par la résistance interne du circuit et R est fixée par le dipôle qu'on souhaite utiliser, on peut alors utiliser un transformateur :

$\underline{Z}_2 = R$ et $\underline{Z}_1 = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 R$. Il suffit d'imposer $\underline{Z}_1 = r$ soit $\frac{N_1}{N_2} = \sqrt{\frac{r}{R}}$ pour

que la charge reçoive la puissance maximum, on parle d'adaptation d'impédance.

