

Consignes à observer pour les Séances de TP d'électromagnétisme

Règles à observer absolument

1. **Ne jamais mettre sous tension un montage nouveau sans l'accord de l'enseignant.**
2. Les câblages doivent être clairs (brancher d'abord le circuit de puissance avec les ampèremètres puis les voltmètres).
3. Respecter le code couleur pour les fils.
4. Avant la mise sous tension, les **appareils de mesures doivent être allumés** et les calibres correctement sélectionnés (cela implique un calcul du courant circulant dans le montage avant la mise sous tension).

Règle pour la rédaction des comptes rendus

1. Les modes opératoires doivent être détaillés lorsque ceux-ci ne sont pas évidents (Précautions à prendre, ajustements à faire...).
2. Les courbes sont tracées à l'encre avec des échelles lisibles, des titres...
3. Les mesures sont commentées (comparaison avec le calcul théorique et commentaire en s'appuyant sur des calculs d'écart relatifs). Les incertitudes sont données. On ne doit pas trouver de conclusion du style : la mesure est presque identique au calcul ou pire la mesure est bonne...
4. L'objectif de la mesure doit être précisé (ce que l'on cherche à illustrer...).
5. Les résultats sont donnés avec des unités !
6. Préciser s'il s'agit de mesure ou de calcul et préciser le type d'appareil utilisé.

En conclusion, un bon compte rendu est un compte rendu qui doit permettre à une personne n'ayant jamais fait l'expérimentation de pouvoir la refaire faire sans aide extérieure et de comprendre le travail.

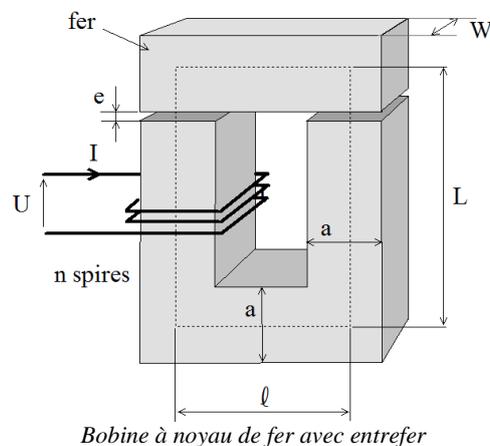
Etude d'une Bobine à noyau de fer

Modèle électrique équivalent et caractéristique magnétique

Nombre de séances : 2 x 3h (Compte Rendu à rendre à la fin de la 2^{ème} séance)

Objectifs :

- Etude d'un circuit magnétique simple, avec ou sans entrefer (cf. figure ci-dessous) ;
- Caractérisation du matériau magnétique (mesure de la perméabilité relative) ;
- Détermination des pertes fers



Caractérisation du matériau magnétique

Il s'agit, dans cette partie, d'étudier un circuit magnétique sans entrefer pour déterminer la perméabilité du matériau magnétique à partir de mesures électriques (courant et tension).

1. Pour un circuit magnétique sans entrefer ($e = 0$), exprimer les relations suivantes :

$H = f(I)$, en utilisant le théorème d'ampère ;

$B = f(U)$, en utilisant la loi de Lenz.

2. Proposer un montage et un mode opératoire permettant de tracer la caractéristique $B = f(H)$;
3. A partir de la caractéristique obtenue, déterminer la perméabilité relative μ_r du matériau magnétique avec son incertitude ;
4. En déduire l'énergie stockée dans le fer pour une tension d'alimentation de 230V.

Réalisation d'une inductance

Dans cette partie, nous étudierons une inductance ayant les caractéristiques suivantes :

Entrefer : $e = 2 \text{ mm}$

Nombre de spires : $N = 1200$

1. Calculer la valeur théorique de l'énergie totale dans le fer et l'entrefer pour une alimentation de 230 V ;
2. Comparer à la valeur de l'énergie dans le fer ;
3. Déduire le courant d'alimentation de la bobine pour une tension de 230V.
4. A partir de l'énergie, calculer la valeur théorique de l'inductance L réalisée ;
5. Justifier la nécessité de l'entrefer ;
6. Proposer un montage et un mode opératoire permettant de mesurer L ;
7. Représenter, pour différentes tensions d'alimentation, le tracé suivant :

$$L_{\text{mesurée}} = f(U)$$

Vous devez représenter vos incertitudes de mesures sur le tracé.

8. Commenter le tracé obtenu et expliquer la différence avec la valeur d'inductance prévue ;
9. Estimer une valeur plus réaliste de la section de passage du flux dans l'entrefer.

Détermination des pertes dans une bobine

Dans cette dernière partie, nous allons déterminer les pertes dans la bobine.

1. Indiquer les deux types de pertes fer dans un matériau ferromagnétique ;
2. Expliquer pourquoi le déphasage entre courant et tension d'alimentation n'est pas de 90° ;
3. Proposer une méthode pour mesurer les pertes fers et les pertes joules. Ainsi qu'une façon de les séparer ;
4. Tracer l'évolution des pertes fer en fonction de la tension d'alimentation.

Annexe Projet Inductance

Théorème d'Ampère :

$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum I$$

Loi de Lenz :

$$e = -n \frac{d\phi}{dt}$$

Inductance :

$$W = \frac{1}{2} BHV_{ol} = \frac{1}{2} LI^2 (\text{J})$$

TRANSFORMATEUR MONOPHASÉ

Fonctionnement et modèle électrique

Nombre de séances : 2 x 3h (Compte Rendu à rendre à la fin de la 2^{ème} séance)

Objectif :

Il s'agira, lors de ce projet d'étudier le fonctionnement d'un transformateur et de le caractériser en termes de rendement et de modèle électrique. On dispose pour ce travail d'un transformateur 240V/24V (puissance apparente de 100VA).

Fonctionnement du transformateur

1. Expliquer le principe de fonctionnement d'un transformateur ;
2. A partir des indications du fabricant, déterminer la valeur des courants nominaux au primaire I_{1n} et au secondaire I_{2n} ;
3. Citer les différentes pertes dans un transformateur.

Modèle électrique équivalent et caractéristiques du transformateur

1. Rappeler le modèle électrique équivalent simplifié du transformateur ;
2. Expliquer la procédure pour obtenir la valeur des différents éléments du transformateur.

Réalisation d'un essai à vide

1. Rappeler l'objectif d'un essai à vide ainsi que les conditions de l'essai ;
2. Proposer un schéma de câblage et un mode opératoire permettant d'effectuer l'essai à vide ;
3. Déterminer le rapport de transformation m ;
4. Déterminer les éléments du modèle équivalent déductibles de cet essai.

Réalisation d'un essai en court-circuit

1. Rappeler l'objectif d'un essai en court-circuit ainsi que les conditions de l'essai ;
2. Proposer un schéma de câblage et un mode opératoire permettant d'effectuer l'essai en court-circuit ;
3. Déterminer les éléments du modèle équivalent déductibles de cet essai.

Mesure de la résistance des bobinages

1. Mesurer, à l'aide d'un multimètre, la résistance des bobinages primaire R_1 et secondaire R_2 ;
2. Déduire de la mesure précédente, la valeur de la résistance R_s du modèle électrique équivalent simplifié ;
3. Comparer les valeurs obtenues pour R_s par les deux mesures précédentes.

Essai en charge

1. Pour une charge nominale, mesurer par la méthode de votre choix le rendement du transformateur ;
2. Comparer ce rendement avec celui que l'on obtiendrait à partir des pertes mesurées à vide et en court-circuit.

Courant de démarrage à vide

1. Proposer un montage permettant de visualiser le courant au primaire lors de la mise sous tension à vide du transformateur ;
2. En vous basant sur vos connaissances sur le comportement magnétique du fer, expliquer pourquoi le courant primaire n'est pas sinusoïdal.

Annexe Projet Transformateur

Notation des grandeurs :

Exemple I_{1cc} : Courant primaire en court-circuit ;

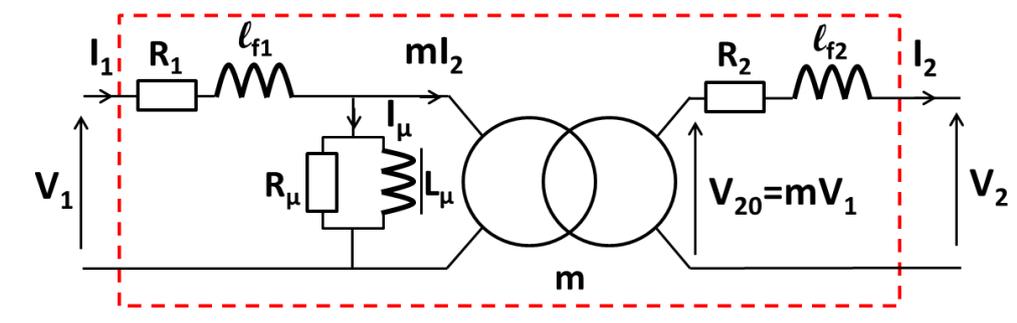
U_{xy} : $x = 1$ grandeur au primaire ;
 $x = 2$ grandeur au secondaire ;

$y = n$ grandeur nominale ;
 $y = 0$ grandeur à vide ;
 $y = cc$ grandeur en court-circuit.

Rapport de transformation :

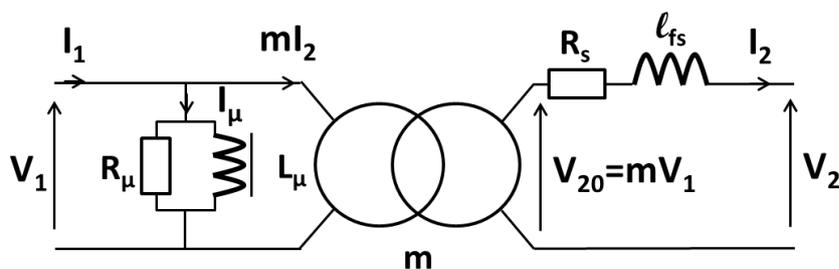
$$m = \frac{U_{20}}{U_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

Modèle de Steinmetz :



- R_1 : Résistance du bobinage primaire ;
- R_2 : Résistance du bobinage secondaire ;
- L_{f1} : Inductance de fuite au primaire ;
- L_{f2} : Inductance de fuite au secondaire ;
- R_μ : Résistance représentant les pertes fers ;
- L_μ : Inductance représentant l'énergie de magnétisation du circuit magnétique.

Modèle simplifié :



$$R_s = R_2 + m^2 R_1$$

A vide : Courant au primaire égal au courant magnétisant.