

# Étude d'un transformateur en monophasé

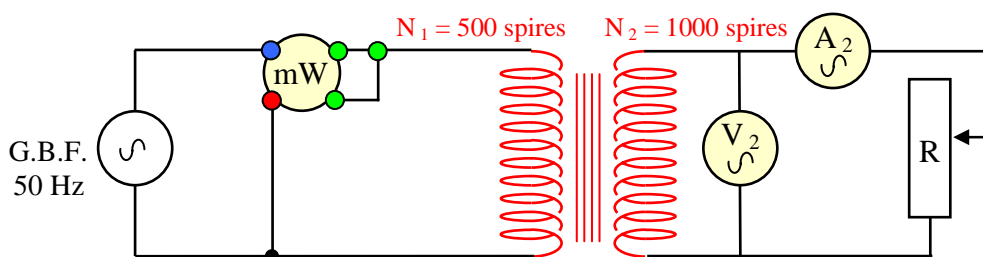
## A – Introduction :

- Le transformateur étudié est un transformateur démontable. Le primaire est constitué par une bobine comportant  $N_1 = 500$  spires ; le secondaire comporte  $N_2 = 1000$  spires . Définir puis calculer le rapport de transformation théorique  $m$ .
- Le circuit magnétique commun aux deux enroulements est feuilleté ; expliquer pourquoi. Observer l'empilement des tôles et en déduire l'allure des lignes de champ dans ce dispositif (faire un schéma).
- On appelle  $P_1$  la puissance reçue par le primaire et  $P_2$  la puissance disponible aux bornes du secondaire. Définir puis exprimer le rendement  $\eta$  de ce transformateur.
- A quoi sont dues les pertes ? Comment les évalue-t-on ?

## B – Étude du transformateur en charge :

### 1°) Montage :

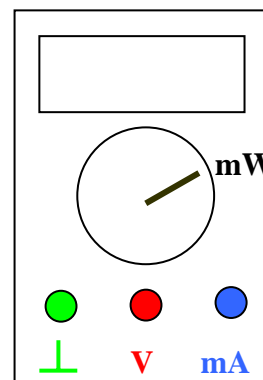
- Choisir une fréquence proche de 50 Hz .



### Remarques :

- Le milliwattmètre utilisé permet les affichages **simultanés** de la puissance absorbée  $P_1$ , des valeurs efficaces de la tension ( $U_1$ ) et de l'intensité ( $I_1$ ) ce qui rend inutile l'utilisation d'un ampèremètre et d'un voltmètre à « l'entrée » du dispositif.
- Respecter la position de l'ampèremètre par rapport au voltmètre (en « sortie »).
- Bien observer et respecter le branchement du milliwattmètre !

Le milliwattmètre utilisé est très cher ! Prenez-en soin !  
**Sélectionner la fonction « milliwattmètre » avant de relier l'appareil au circuit !**  
Faire vérifier votre montage avant la mise sous tension !



## 2°) Mesures :

Régler la tension délivrée par le G.B.F. à son maximum.

Modifier la valeur R de la résistance de charge ( **sans mesurer** R qui sera calculée ultérieurement par le rapport  $U_2 / I_2$  ! ) et sans modifier  $U_1$ . On fera varier R de  $10 \Omega$  à  $10 \text{ k}\Omega$ .

L'exploitation des mesures doit se faire en même temps que leur relevé !

Pour chaque réglage de R, effectuer les mesures suivantes :

- La valeur efficace  $I_1$  de l'intensité qui traverse l'enroulement primaire ;
- la valeur efficace  $U_1$  de la tension imposée au primaire ;
- la puissance reçue par le primaire  $P_1$  ;
- la valeur efficace  $I_2$  de l'intensité qui traverse l'enroulement secondaire ;
- la valeur efficace  $U_2$  de la tension aux bornes du secondaire.

## 3°) Exploitation :

Les grandeurs suivantes sont calculées à l'aide du logiciel Regressi !

➤  $R = \frac{U_2}{I_2}$       R : résistance de charge (potentiomètres) ;

➤  $m_U = \frac{U_2}{U_1}$        $m_U$  : rapport des tensions ;

➤  $m_I = \frac{I_1}{I_2}$        $m_I$  : rapport des intensités ;

➤  $P_2 = U_2 I_2$        $P_2$  : puissance consommée dans la charge ;

➤  $\eta = \frac{P_2}{P_1}$        $\eta$  : rendement du transformateur.

### ☞ Rapports de transformation :

Tracer  $m_U = f(\log R)$ ,  $m_I = f(\log R)$  et  $m = f(\log R)$  avec des couleurs différentes. Superposer les graphes (mêmes abscisses, mêmes ordonnées).

Améliorer l'allure des courbes en réalisant d'autres mesures ( voir remarques en page 3 ).

Imprimer le tableau et les graphes.

### ☞ Rendement :

Tracer  $\eta = f(\log R)$ .

Les points devront être suffisamment nombreux pour que l'on puisse obtenir un lissage satisfaisant de la courbe  $\eta = f(\log R)$ .

Imprimer le graphe correspondant.

### ☞ Rendement et rapports de transformation :

Superposer tous ces graphes (l'échelle du rendement sera à droite alors que l'échelle des rapports de transformation sera à gauche).

**Remarques importantes :**

- ❑ Sauver fréquemment votre travail !
- ❑ Veiller à répartir au mieux les points expérimentaux. On pourra, par exemple, choisir, dans un premier temps, des valeurs de R proches des valeurs proposées et compléter le tableau, ensuite, de façon à obtenir une répartition judicieuse des points expérimentaux. **Il est donc impératif de ne pas modifier le montage tant que l'exploitation de l'étude en charge n'est pas terminée !**

Suggestions pour R (première série de mesures) :

10 $\Omega$	100 $\Omega$	150 $\Omega$	200 $\Omega$	300 $\Omega$	800 $\Omega$	1 k $\Omega$	2 k $\Omega$	5 k $\Omega$	10 k $\Omega$
-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	---------------

- ❑ Les points expérimentaux devront toujours rester apparents (croix).

**4°) Conclusion :**

- Qu'est-ce qu'un transformateur « parfait » ? Calculer le rendement d'un tel transformateur et exprimer de différentes façons le rapport de transformation théorique m.
- Le transformateur étudié est-il parfait ? Justifier la réponse.
- Que représente le rapport de transformation d'un transformateur réel ? Faire le lien entre les indications habituellement portées sur la plaque signalétique d'un transformateur et les résultats obtenus expérimentalement. Ce rapport de transformation permet-il de connaître l'intensité de court-circuit ?

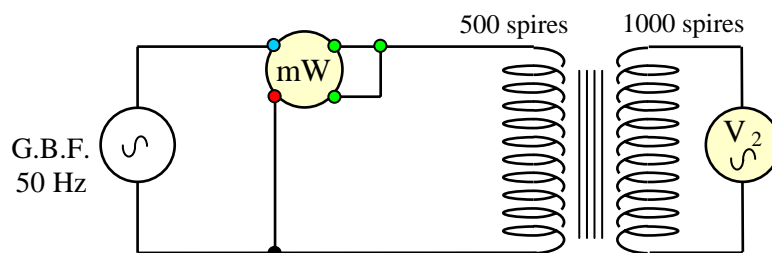
**C - Évaluation des pertes (méthode des pertes séparées) :**

Choisir, dans le tableau précédent, un point de fonctionnement correspondant à un « bon » rendement du transformateur ( $U_1, I_2$ ) ( $U_1$  aux alentours de 5-6 V, par exemple).

Dans l'essai à vide, on choisira :  $U_{1,v} = U_1$  et dans l'essai en court-circuit, on choisira :  $I_{2,cc} = I_2$ .

**1°) Essai à vide :**

- Réaliser le montage schématisé ci-dessous.



- Donner à  $U_1$  la valeur choisie (voir ci-dessus).
- Mesurer, alors :  $I_{1,v}$  ;  $P_{1,v}$  ;  $U_{2,v}$ .
- Comparer  $U_{2,v}$  à  $U_1$ .

*Discussion :*

Aucune puissance n'est consommée au secondaire !

La puissance absorbée  $P_{1,v}$  représente, alors, la somme des pertes dans le fer ( $P_{\text{fer}}$ ) et des pertes par effet Joule  $P_{J,v} = r_1 I_{1,v}^2$  dans le primaire.

Les pertes « fer » s'écrivent, alors :  $P_{\text{fer}} = P_{1,v} - r_1 I_{1,v}^2$ .

- A partir des mesures précédentes, calculer les pertes « fer » ( $r_1$  figure sur la bobine).

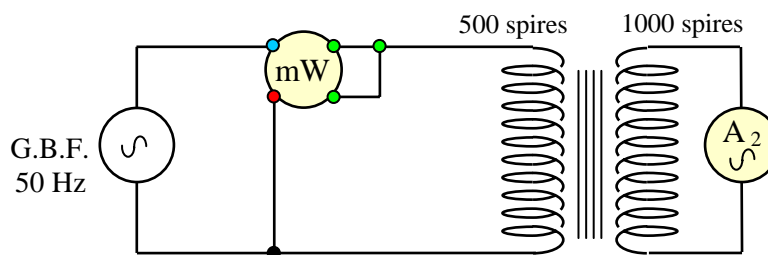
*Remarques :*

Vérifier que les pertes par effet Joule peuvent être négligées devant les pertes « fer »...

Habituellement, on estime les pertes « fer » comme étant égales à  $P_{1,v}$  !

2°) Essai en court-circuit :

- La tension délivrée par le G.B.F. est très fortement réduite avant de mettre le secondaire en court-circuit.
- Réaliser le montage schématisé ci-dessous.



- Relever la tension délivrée par le générateur B.F. de façon à obtenir  $I_{2,cc} = I_2$
- Mesurer :  $I_{1,cc}$  ;  $U_{1,cc}$  ;  $P_{1,cc}$ .
- Comparer  $I_{1,cc}$  à la valeur efficace de l'intensité au primaire ( $I_1$ ) correspondant au point de fonctionnement choisi.

*Discussion :* Au primaire, la puissance absorbée ( $P_{1,cc}$ ) correspond à la somme des pertes dans le fer ( $P_{\text{fer},cc}$ ) et des pertes par effet Joule ( $P_{J,cc}$ ).

L'essai en court-circuit ayant lieu sous tension réduite, on peut négliger les pertes « fer » (qui ne dépendent pas de la charge mais uniquement de la tension au primaire) devant les pertes par effet Joule.

On a :  $P_{1,cc} \cong P_{J,cc}$

- Compte tenu de ce qui précède et des mesures effectuées, calculer les pertes par effet Joule.

*Remarque :* Vérifier que le résultat correspond sensiblement à la valeur  $r_1 I_{1,cc}^2 + r_2 I_{2,cc}^2 \dots$  (on néglige la résistance interne de l'ampèremètre !)

Habituellement, les résistances des enroulements ne sont pas connus....

### 3 ) Retour sur le transformateur en charge :

Nous considérons toujours le point de fonctionnement particulier choisi.

#### Discussion :

➤ Dans l'essai en court-circuit, les valeurs efficaces des intensités ont été prises égales aux valeurs efficaces des intensités au point de fonctionnement considéré.

$$\text{Dans ces conditions : } P_J \cong P_{1,cc}$$

➤ Dans l'essai en court-circuit, la tension au primaire est égale à celle du point de fonctionnement. Les pertes dans le fer, qui ne dépendent que de  $U_1$  ( $f$  étant inchangée), sont les mêmes.

$$\text{Dans ces conditions : } P_{\text{fer}} \cong P_{1,v}$$

- Exprimer le rendement  $\eta$  du transformateur à l'aide de  $P_J$ ,  $P_{\text{fer}}$  et  $P_2$ .
  - Calculer le rendement en utilisant les données fournies par les « pertes séparées » ( $\eta_0$ ).
- Comparer ce rendement à celui que l'on obtient par le rapport  $P_2 / P_1$ .
- La méthode des « pertes séparées » est-elle concluante pour ce point de fonctionnement ?

#### Remarque :

pour une étude plus complète du transformateur, on pourra aller visiter le site

[http://www.sciences.univ-nantes.fr/physique/perso/cortial/transfo/transfo\\_index.html](http://www.sciences.univ-nantes.fr/physique/perso/cortial/transfo/transfo_index.html)