

Étude d'un transformateur en monophasé

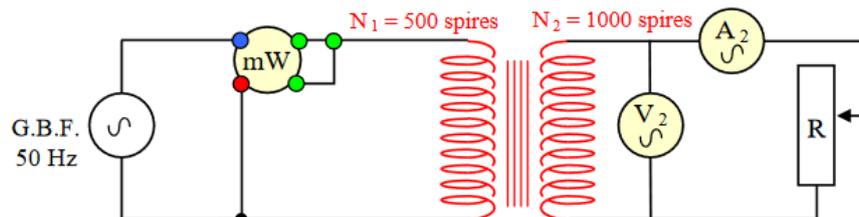
A – Introduction :

- 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 η 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 .



- 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.

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 10Ω à $10 k\Omega$.

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.

Suggestions pour R (première série de mesures) :

10 Ω	100 Ω	150 Ω	200 Ω	300 Ω	800 Ω	1 k Ω	2 k Ω	5 k Ω	10 k Ω
-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	---------------

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 ;
- $\eta = \frac{P_2}{P_1}$ η : 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).

☞ 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.

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 ?

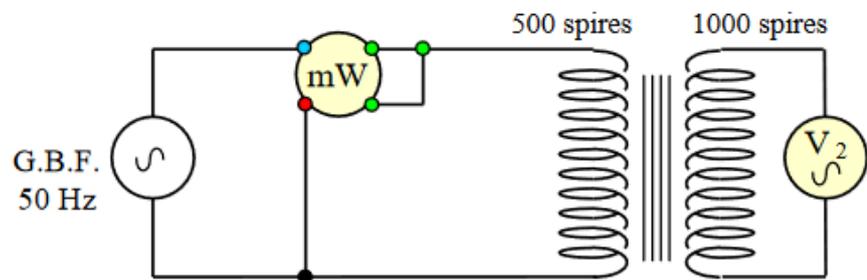
C - Évaluation des pertes (méthode des pertes séparées) :

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_{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).

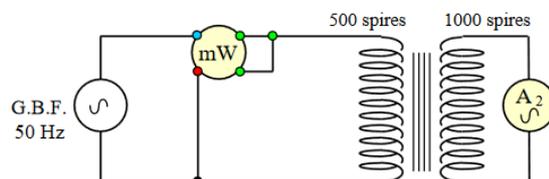
Remarques :

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 ($P_{fer,cc}$) 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.

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.

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.

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

- Exprimer le rendement η du transformateur à l'aide de P_J , P_{fer} et P_2 .
- Calculer le rendement en utilisant les données fournies par les « pertes séparées » (η_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 ?