



EXERCICES

- Mesurer la tension secondaire en fonction de la tension primaire à vide avec un rapport de transformation fixe.
- Mesurer le courant primaire en fonction du courant secondaire en court-circuit avec un rapport de transformation fixe.
- Mesurer la tension primaire, le courant primaire, la tension secondaire et le courant secondaire avec une résistance de charge donnée.
- Déterminer les pertes en puissance et le rendement.

OBJECTIF

Effectuer des mesures sur un transformateur à vide et en charge

RESUME

Les transformateurs sont des convertisseurs de tension qui reposent sur la loi de Faraday concernant l'induction. Ils sont notamment utilisés pour la transmission de puissance électrique sur de grandes distances, afin de minimiser les pertes en ligne par la transformation en tensions si possibles élevées et en courants plus faibles. Dans l'expérience, les courants et tensions mesurés à vide, en court-circuit et en charge permettent de vérifier la proportionnalité directe et inversée du rapport entre la tension et le courant et le rapport de transformation ainsi que de calculer les pertes en puissance et le rendement.

DISPOSITIFS NECESSAIRES

Nombre	Appareil	Référence
2	Bobine pour petites tensions D	1000985
1	Noyau de transformateur D	1000976
1	Alimentation CA/CC 1/ 2/ 3/ ... 15 V, 10 A (230 V, 50/60 Hz)	1008691 ou
	Alimentation CA/CC 1/ 2/ 3/ ... 15 V, 10 A (115 V, 50/60 Hz)	1008690
3	Multimètre numérique P3340	1002785
1	Rhéostat à curseur 10 Ω	1003064
1	Interrupteur bipolaire	1018439
1	Jeu de 15 cordons de sécurité, 75 cm	1002843

GENERALITES

Les transformateurs sont des convertisseurs de tension qui reposent sur la loi de Faraday concernant l'induction. Ils sont notamment utilisés pour la transmission de puissance électrique sur de grandes distances, afin de minimiser les pertes en ligne par la transformation en tensions si possibles élevées et en courants plus faibles.

Dans le cas le plus simple, un transformateur est constitué de deux bobines couplées : la bobine primaire avec le nombre de spires N_1 et la bobine secondaire avec le nombre de spires N_2 , qui renferment un noyau en fer commun. Le flux magnétique Φ_1 de la bobine primaire traversée par le courant I_1 traverse complètement la bobine secondaire.

Par la suite, nous allons étudier le transformateur idéal, c'est-à-dire sans perte. Dans un transformateur à vide, le circuit secondaire n'est traversé par aucun courant, soit $I_2 = 0$. Une tension alternative U_1 appliquée à la bobine primaire génère le courant à vide I_1 , qui produit un flux magnétique Φ_1 et induit ainsi une tension U_{ind} . En raison de la loi des mailles de Kirchhoff, cette tension d'induction $U_1 + U_{ind} = 0$ est égale et de sens opposé à U_1 :

$$(1) \quad U_{ind} = -L_1 \cdot \frac{dI_1}{dt} = -N_1 \cdot \frac{d\Phi_1}{dt} = -U_1.$$

L_1 : inductance de la bobine primaire

Φ_1 : flux magnétique généré par I_1

Comme le flux magnétique Φ_1 traverse complètement la bobine secondaire, il y induit une tension

$$(2) \quad U_2 = -N_2 \cdot \frac{d\Phi_1}{dt}.$$

À partir de (1) et (2), on obtient enfin :

$$(3) \quad \frac{U_2}{U_1} = -\frac{N_2}{N_1}.$$

Le signe négatif indique que U_1 et U_2 sont déphasées de 180° lorsque le sens de l'enroulement est identique et en phase lorsque le sens de l'enroulement est opposé.

Dans un transformateur en charge, la bobine secondaire est traversée par un courant $I_2 = U_2 / R$, R étant la résistance ohmique de la charge. Ce courant génère un flux magnétique Φ_2 qui, en raison de la loi de Lenz, est opposé au flux magnétique Φ_1 généré par le courant primaire I_1 . Comme la tension primaire U_1 reste constante, le courant primaire I_1 augmente. Dans le cas idéal, la puissance P_2 cédée par la bobine secondaire est égale à la puissance P_1 absorbée par la bobine primaire :

$$(4) \quad P_1 = U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2 = P_2.$$

Avec (3), il en résulte :

$$(5) \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}.$$

Dans l'expérience, on branche d'abord un voltmètre côté secondaire, puis on mesure à vide ($I_2 = 0$) la tension secondaire U_{20} en fonction de la tension primaire U_{10} pour un rapport de transformation fixe $N_1/N_2 = 1/2$. Ensuite, on court-circuite le côté secondaire avec un ampèremètre ($U_{2c} = 0$) et on mesure le courant primaire I_{1c} en fonction du courant secondaire I_{2c} pour un rapport de transformation $N_1/N_2 = 1/2$. Enfin, on branche une résistance de charge $R = 2 \Omega$ côté secondaire et on mesure la tension primaire U_1 , le courant primaire I_1 , la tension secondaire U_2 et le courant secondaire I_2 pour un rapport de transformation fixe $N_1/N_2 = 1/2$.

EVALUATION

L'équation (3) permet de déduire les tensions

$$U_2 = \frac{N_2}{N_1} \cdot U_1$$

et l'équation (5) les courants

$$I_1 = \frac{N_2}{N_1} \cdot I_2$$

Ainsi, les pentes des droites dans les diagrammes des figures 2 et 3 sont déterminées par le rapport de transformation.

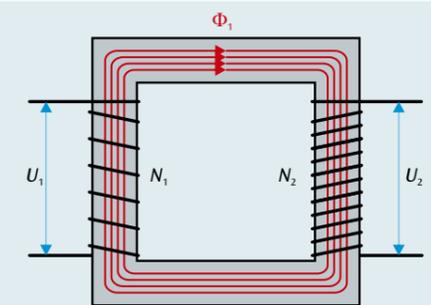


Fig. 1 Représentation schématique du transformateur

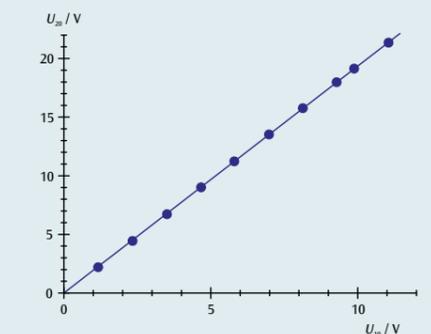


Fig. 2 Tension secondaire U_{20} en fonction de la tension primaire U_{10} à vide ($I_{20} = 0$), $N_1 = 36$, $N_2 = 72$

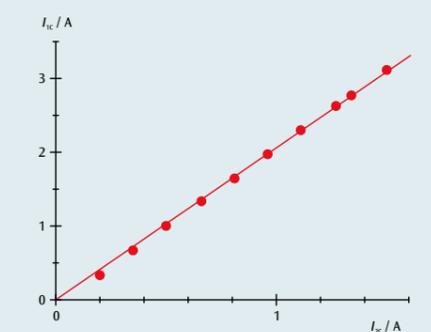


Fig. 3 Courant primaire I_{1c} en fonction du courant secondaire I_{2c} en cas de court-circuit ($U_{2c} = 0$), $N_1 = 36$, $N_2 = 72$