

Partie 2 - Formation expérimentale

Conversion de puissance

Puissance électrique.

Conversion électromagnétique statique de puissance.

Mesurer une puissance moyenne à l'aide d'un wattmètre numérique.
Mettre en œuvre un transformateur.

Partie 3 - Formation disciplinaire

CONVERSION DE PUISSANCE

Notions et contenus	Capacités exigibles
2. Transformateur	
Applications du transformateur.	Mettre en œuvre un transformateur et étudier son rendement sur charge résistive.

DETERMINATION DU RENDEMENT D'UN TRANSFORMATEUR SUR CHARGE RESISTIVE

Le transformateur est un convertisseur statique, permettant le transfert de puissance électrique en alternatif d'un circuit primaire à une charge placée dans un circuit secondaire.

Il est utilisé :

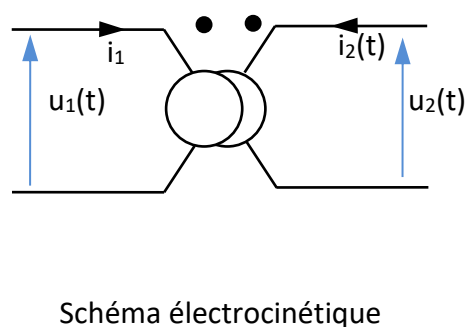
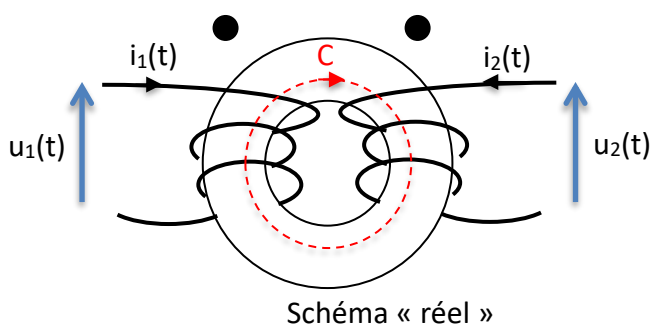
- pour abaisser ou élever des tensions électriques ;
- pour adapter les impédances ;
- pour isoler deux circuits.

Préparation du TP

1. Description :

Un transformateur est constitué d'un noyau torique, généralement ferromagnétique, sur lequel sont enroulés deux bobinages, l'un appelé primaire, alimenté par la tension $u_1(t)$ et constitué de n_1 spires, l'autre secondaire, délivrant la tension $u_2(t)$ et constitué de n_2 spires.

Les deux bobinages sont isolés galvaniquement, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas de potentiel commun, donc en particulier pas de masse commune (sauf autotransformateur).



Lorsque $i_2(t) = 0$, le transformateur est dit « à vide » ;

Lorsque $u_2(t) = 0$, le transformateur est dit en court-circuit ;

Sinon il est dit « en charge », la charge étant dans ce TP une résistance placée aux bornes du secondaire.

Le matériau ferromagnétique a pour rôle de canaliser les lignes de champ magnétique pour rendre le couplage entre les deux circuits quasi-parfait, et augmenter ainsi le flux magnétique à travers les spires.

Définition : $m = n_2 / n_1$ est le rapport de transformation du transformateur.

2. Conventions d'orientation :

Soit C un contour orienté passant dans le noyau ferromagnétique

On repère par deux points les entrées des bobinages donnant la même orientation du contour si le courant entre par ce point.

3. Modèle idéal : transformateur parfait

En considérant des hypothèses qui seront introduites dans le cours, on a pour un transformateur parfait, les équations de fonctionnement suivantes en valeurs instantanées :

$$u_2(t) / u_1(t) = n_2 / n_1 \quad \text{Loi des tensions}$$

$$i_1(t)/i_2(t) = - n_2 / n_1 \quad \text{Loi des courants}$$

Que peut-on en déduire quant au déphasage de $u_1(t)$ par rapport à $u_2(t)$? de $i_1(t)$ par rapport à $i_2(t)$?

Rappeler la définition d'une valeur efficace lorsque les courants et les tensions sont des fonctions sinusoïdales du temps. Comment s'écrivent alors ces lois avec les valeurs efficaces ?

4. Rendement du transformateur :

On note P_1 la puissance moyenne absorbée au primaire, et P_2 la puissance moyenne délivrée au secondaire et donc reçue par la charge. Par définition $P_1 = \langle u_1(t).i_1(t) \rangle$ et $P_2 = \langle u_2(t).i_2(t) \rangle$

En régime sinusoïdal forcé, dans le cas général $u(t) = U \sqrt{2} .\cos(\omega t)$ et $i(t) = I \sqrt{2} .\cos(\omega t + \varphi)$

Où I et U sont des grandeurs efficaces et φ le déphasage de $i(t)$ par rapport à $u(t)$.

$$\text{Montrer que } P = \langle u(t).i(t) \rangle = U.I.\cos\varphi.$$

$\cos\varphi$ est appelé facteur de puissance.

Que vaut P_2 à vide ? En court-circuit ? Si la charge est une résistance, que vaut le facteur de puissance de P_2 ? Justifier, qu'a priori, le facteur de puissance n'est pas égal à 1 au primaire. On utilisera donc un wattmètre pour la mesure.

La courbe $P_2(P_1)$ permet de déterminer le rendement du transformateur. Que vaudrait ce rendement pour un transformateur parfait ?

5. Travail demandé au cours du TP

Tracer les courbes suivantes, où U_1 , U_2 , I_2 , I_1 sont des grandeurs efficaces :

- sur le **même graphique** $U_2(U_1)$ **à vide et en charge**, afin de vérifier la loi des tensions ;
- sur le **même graphique** $I_2(I_1)$ **en court-circuit et en charge**, afin de vérifier la loi des courants ;
- $P_2(P_1)$ afin de déterminer le rendement du transformateur en charge.

Représenter les schémas des trois montages à réaliser avec les appareils de mesure nécessaires.

Manipulations

1. Matériel :

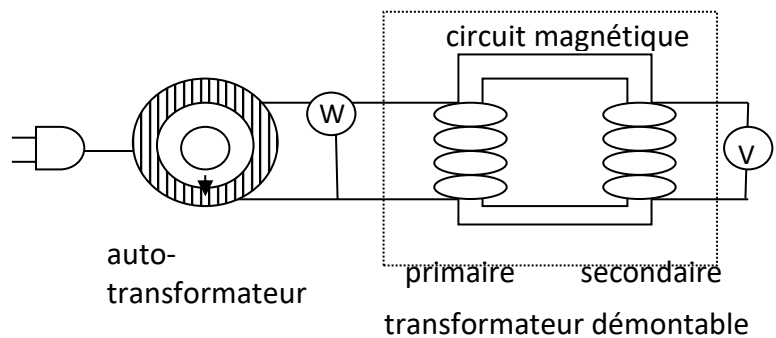
- 1 auto-transformateur.
- 1 circuit magnétique + 1 bobine 500 spires MAE 542 + 1 bobine 1000 spires MAE 543.
- 2 wattmètres, qui mesurent simultanément courant efficace, tension efficace et puissance moyenne, voir notice pour le branchement.
- 1 rhéostat de puissance 110 Ω .
- Fils de sécurité.
- Les résultats expérimentaux seront traités par des scripts python, cf sous répertoire classes/PSI/Sujets/TPPhysique/ TP transfo) à renommer et sauvegarder sur un répertoire personnel.

DANGER : HAUTE TENSION et FORTS COURANTS :

faire vérifier SYSTEMATIQUEMENT votre montage, utiliser exclusivement des fils de sécurité.

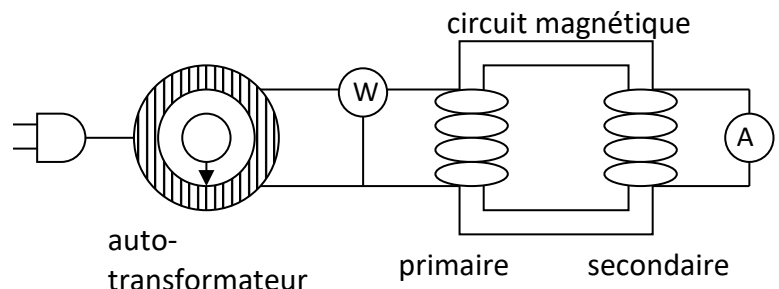
2. Loi de transformation des tensions à vide :

- Réaliser le montage ci-dessous.
L'auto-transformateur permet de délivrer une tension sinusoïdale de valeur efficace réglable entre 0 et 220 V à un transformateur constitué d'un cadre métallique démontable et de 2 bobines : celle du primaire comporte $N_1 = 500$ spires et celle du secondaire $N_2 = 1000$ spires.
- Faire varier U_1 entre 0 et 100 V et mesurer la tension U_2 au secondaire pour chaque valeur de U_1 .



3. Lois de transformation des courants en court-circuit :

- Réaliser le montage ci-contre. Le transformateur débite à la sortie dans la résistance interne de l'ampèremètre et dans la résistance de la bobine du secondaire.
- En modifiant la tension délivrée par l'autotransformateur, faire varier l'intensité efficace I_1 au primaire entre 0 et 2 A. Pour chacune de ces valeurs de I_1 , mesurer I_2 .



4. Etude en charge :

Le secondaire débite maintenant dans un rhéostat de 110 Ω . Faire le schéma du montage avec les deux wattmètres.

On mesure simultanément intensité, tension et puissance au primaire et secondaire.

Faire varier U_1 entre 0 et 100 V, et I_1 au primaire entre 0 et 2 A, à l'aide de l'autotransformateur.

Mesurer simultanément P_1 , la puissance donnée au primaire, I_2 , U_2 et P_2 la puissance reçue au secondaire.

- **CONCLURE**