

TP N.03

Transformateur : Principe et Applications

1 Introduction :

Le transformateur permet de transférer de l'énergie (sous forme alternative) d'une source à une charge, tout en modifiant la valeur de la tension. La tension peut être soit augmentée ou abaissée selon l'utilisation voulue. Le changement d'un niveau de tension à un autre se fait par l'effet d'un champ magnétique.



fig 1. Transformateur

2 Principe de fonctionnement :

- Le transformateur est constitué de deux enroulements (ou plus) couplés sur un noyau magnétique, comme à la figure 1.
- Le côté de la source est appelée le **primaire**. Le côté de la charge est appelé le **secondaire**.
- Il faut remarquer qu'il n'existe aucune connexion électrique entre le primaire et le secondaire. Tout le couplage entre les deux enroulements est magnétique.

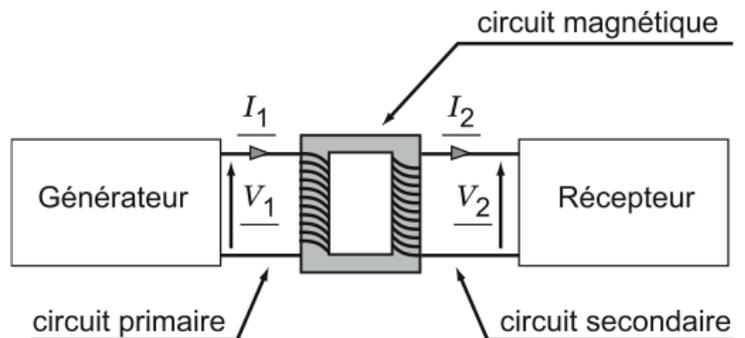


fig 2. Schéma de principe d'un transformateur monophasé

Appelons V_1 la valeur efficace de \underline{V}_1 au primaire et V_2 la valeur efficace de \underline{V}_2 au secondaire alors :

- Si $V_1 < V_2$, le transformateur est dit élévateur de tension ;
- Si $V_1 > V_2$, le transformateur est dit abaisseur de tension ;
- Si $V_1 = V_2$, le transformateur est un transformateur d'isolement ;

2.1 Transformateur idéal :

- on définit un transformateur idéal ayant les caractéristiques suivantes :
- La résistance dans les fils (au primaire et secondaire) est nulle.
 - Le noyau magnétique est parfait ($\mu_r = 1, \rho = 0$).

Donc il n'y a pas de fuite. Le flux est donc totalement contenu à l'intérieur du noyau.

Le couplage magnétique entre le primaire et le secondaire est parfait ; tout le flux du primaire se rend au secondaire. [Un paramètre de couplage, k , est défini dans le cas non-idéal ; pour un transformateur idéal, $k = 1$.]

2.2 Théorie :

- Donner l'expression des f.é.m dans le transformateur parfait
- Écrire les équations correspondant aux circuits primaire et secondaire (où l'on a négligé la résistance des enroulements) constitués de n_1 et n_2 spires.
- Le **circuit secondaire étant ouvert**, calculer le rapport des tensions $\frac{U_2}{U_1}$.
- En écrivant la conservation de la puissance électrocinétique, en déduire $\frac{i_2}{i_1}$.

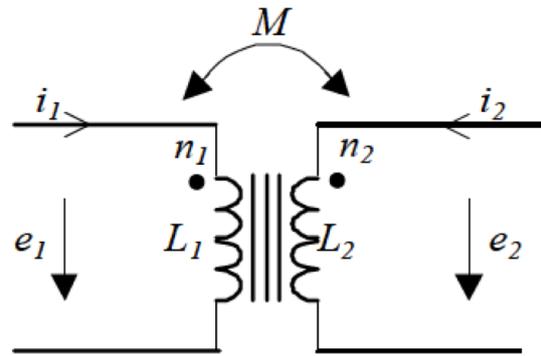


fig 3. Schéma électrique conventionnel

3 Manipulation 1 : (Relation de transformateur)

- Identifier les différentes parties du transformateur : Noyau magnétique en U ; Noyau magnétique en I ; Bobine secteur ; Bobine secondaire .
- Effectuer le montage en respectant le démarche suivant :
 1. Observez les consignes de sécurité des bobines.
 2. Montez les bobines primaire et secondaire.
 3. Posez la partie polie du joug ou de l'épanouissement sur le noyau en U.
 4. Montez les brides de fixation.
 5. Serrez le joug ou l'épanouissement avec les brides de fixation.
- vous disposer de plusieurs sorties au secondaire :
 1. Noter les tensions efficaces à l'aide d'un voltmètre et les reporter dans un tableau de mesure ; que constater-vous.
 2. En déduire l'application principale d'un transformateur.
 3. Si l'on inverse les rôles du primaire et du secondaire, que se passe-t-il.

NA PAS FAIRE CETTE MANIP!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

4. Lorsque le secondaire est chargée par une résistance, on constate que U_2 diminue ; pourquoi

4 Manipulation 2 : Couplage fort entre les bobines :

4.1 Relation entre la f.e.m imposée au primaire et la f.e.m du secondaire :

On dispose de deux bobines (de transformateur démontable LEYBOLD) à peu près identiques, de 1200 spires chacune entre les bornes extrêmes, la borne du milieu n'utilise que 400 spires, d'auto-inductance $L = 50\text{mH}$.

- placer les bobines sur le noyau de fer du support de transformateur.
- Fermer ce noyau sur lui-même en ajustant soigneusement ses parties supérieur et inférieur, et en respectant le sens de feuilletage du noyau. Les bobines 1 et 2 forment le primaire et le secondaire (interchangeables) d'un transformateur.
- On impose une f.e.m extérieure e_1 au primaire (bobine 1). Mesurer, en circuit ouvert, la tension aux bornes du secondaire. en déduire e_2 .

- Quelle relation y a-t-il entre e_1 et e_2 ? (comparer le rapport de ces f.e.m au rapport $\frac{N_2}{N_1}$) pour différentes valeurs de nombres de spires du primaire et du secondaire.
- Dédire de cette mesure l'inductance mutuelle primaire-secondaire M .
- Calculer le coefficient de couplage.

4.2 Relation entre les courants dans le primaire et le secondaire :

- Faire le montage qui permet de mesurer à l'oscilloscope les courants dans les bobines, en utilisant pour R des résistances variables .
- Régler l'amplitude de GBF au maximum.
- relever les valeur des courants dans le primaire et le secondaire .
- Quelle relation y a-t-il entre i_1 et i_2 ? (comparer le rapport de ces f.e.m au rapport $\frac{N_2}{N_1}$)
- EN supposant toutes les f.e.m et courants en phase dans les deux bobines. Comment s'écrirait la conservation de l'énergie pour le transformateur? Conclure.

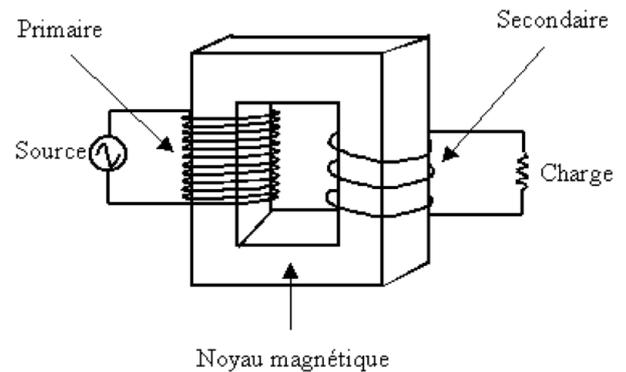


fig 4.

5 Applications du transformateur :

5.1 Anneau de fusion :

Pour illustrer la loi de transformation des courants, on remplace la bobine secondaire par une spire unique appelé **anneau de fusion** représenté ci-contre dans lequel on mettra un peu d'eau ou de soudure.

- Qu'observez-vous? Interpréter grâce à la loi de transformation des intensités
- Proposer une application industrielle de cette expérience.

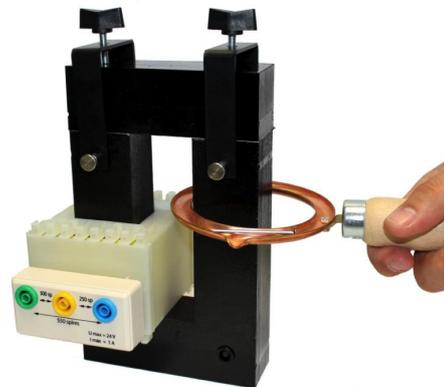


fig 5. Anneau de fusion

5.2 Soudure par points :

La soudure par point est une méthode de soudage utilisant le principe de la soudure par résistance à électrode non fusible où l'élévation de température pour obtenir le point de fusion du métal s'ajoute à une forte pression mécanique.

Deux électrodes de cuivre non fusibles compriment les pièces de métal à souder l'une contre l'autre puis les font traverser par un courant de très forte intensité (quelques milliers à quelques dizaines de milliers d'ampères).

Le court circuit électrique au point de contact des deux pièces métalliques crée la fusion du métal en une à deux secondes pour un temps de passage du courant électrique de quelques dixièmes de seconde seulement.

La soudure par point est largement utilisée pour assembler les tôles entre elles (construction automobile

notamment), car la brièveté de l'opération et la localisation précise du point de soudure entre les électrodes sous pression limitent la déformation des tôles lors de la soudure.

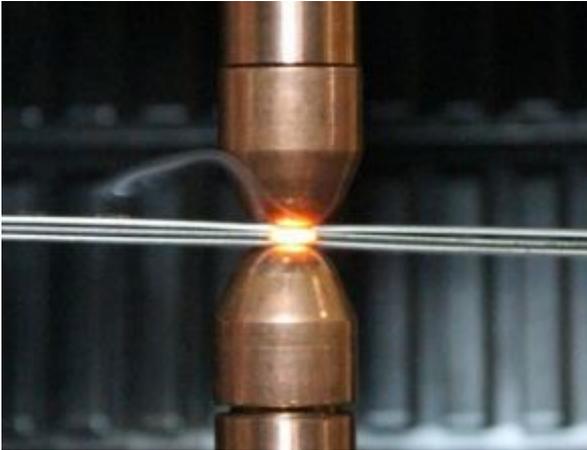


fig 6. soudure par points



fig 7. pince de soudure

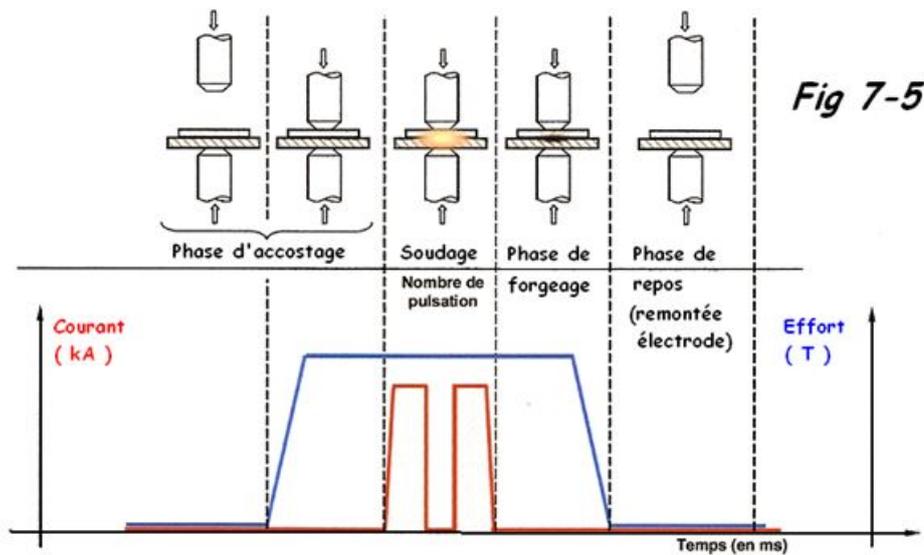


fig 8. Cycle de soudage

- **L'accostage** : Les électrodes se rapprochent en venant comprimer les pièces à souder, à l'endroit prévu et sous un effort donné. (pour certaines machines, seule l'électrode supérieure se rapproche, l'autre restant fixe). Cette phase se termine lorsque la valeur de l'effort nominale est atteinte, ce qui détermine la valeur de la résistance.
- **Le soudage** : Le courant passe, déclenché par la fermeture du contacteur du circuit de puissance et doit par effet Joule, de produire assez de chaleur à l'interface tôle-tôle pour qu'une zone fondue apparaisse
- **Le forgeage** : Il est utilisé en lieu et place du maintien (effort plus important voir Fig 8). Le but de son application est de diminuer le volume de retassure, d'affiner le grain du métal d'augmenter les caractéristiques mécaniques et de limiter les défauts internes.
- **La remontée de l'électrode (phase de repos)** : L'ensemble des deux tôles peut alors être translaté afin de procéder à la soudure d'un nouveau point. Cette phase est nécessaire pour éviter la surchauffe. Nous sommes donc dans le cas d'un cycle comportant 4 phases que nous avons schématisé sur la Fig 8.

Mettre au secondaire du transformateur le pince de soudure et souder deux tôles fines l'une à l'autre. ATTENTION AUX ÉTINCELLES!!!!!!!!!!!!

5.3 Electro-aimant :

Dans le montage précédent, on remplace la source de tension alternative par une source de tension continue ; on utilise pour cette expérience une seule bobine dite **bobine excitatrice**.

l'ensemble devient un **Electro-aimant** : Les deux armatures constituant le noyau ferromagnétique s'attirent avec une force donnée par l'expression : $\frac{B^2}{2\mu_0}S$ où S est la surface de noyau.

- Estimer la valeur du champ magnétique à l'intérieur du noyau ; pour cela rappeler l'expression du champ magnétique à l'intérieur d'un solénoïde ou l'on remplacera μ_0 par $\mu = \mu_r \mu_0$ avec $\mu_r = 1000$: la perméabilité magnétique relative du Fer doux.
- Tenter à séparer les deux parties de noyau pour différents courants. Que constatez- vous ?
- Proposer une application industrielle de cet électroaimant.

5.4 Pince ampèremétrique :(voir TD)