

La conversion du niveau de tension à un niveau supérieur ou inférieur nous accompagne dans la vie de tous les jours ainsi qu'en électromobilité. Pour charger un appareil électronique, la tension du secteur doit être transformée puis redressée. Il peut s'agir d'un aspirateur à batterie, d'un tournevis sans fil ou d'un téléphone portable. Ces convertisseurs sont constitués de transformateurs et fonctionnent par induction. L'induction a déjà été évoquée dans différents chapitres (cf. Notions de base sur le courant alternatif, les e-machines, la charge). L'induction ne fonctionne que lorsqu'il y a un champ magnétique, une bobine et un mouvement. La bobine peut se déplacer dans le champ magnétique stationnaire (induction de mouvement) ou le champ magnétique peut se déplacer dans la bobine stationnaire (induction de repos). Selon les lois de la conservation de l'énergie, il doit toujours y avoir un mouvement impliqué pour l'induction. Si ce n'était pas le cas, un aimant permanent pourrait être placé près d'une bobine et de l'énergie électrique serait alors générée dans la bobine, pratiquement gratuitement.

## Bobine primaire

Afin de créer un champ magnétique dans une bobine, un courant doit traverser la bobine. L'intensité du champ magnétique dépend de l'intensité du courant, du nombre de spires et de la présence ou non d'un noyau de fer. La structure d'un champ magnétique peut être expliquée de la manière suivante : il y a de minuscules aimants élémentaires dans la zone d'influence de la bobine, c'est-à-dire surtout dans le noyau de fer doux. Ces aimants élémentaires s'alignent sous l'influence du champ magnétique généré électriquement. Lorsque tous sont alignés, cela s'appelle la saturation des bobines. Même si le courant de la bobine augmente, le champ magnétique ne peut pas devenir plus fort. Si le courant de la bobine diminue, les propriétés matérielles du noyau de fer décident de la rapidité avec laquelle désalignement des aimants élémentaires se fait. Si cela se produit immédiatement, il s'agit d'un noyau de fer doux, un noyau de fer pur dans lequel les aimants élémentaires s'alignent et se désalignent rapidement.

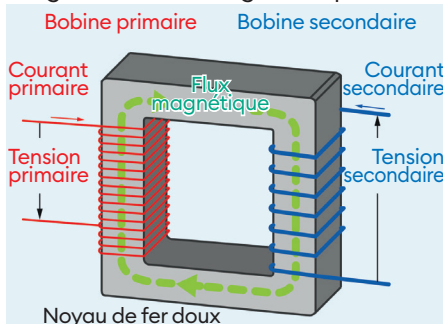


Fig. 2 : Dans le cas du transformateur, l'énergie est transférée via le champ magnétique.

Avec une matière magnétique rémanente (= aimant permanent), les aimants élémentaires, une fois alignés, restent alignés même lorsque le courant de la bobine est à nouveau coupé. La courbe d'hystérésis (cf. machines électriques, magnétisme) renseigne sur la qualité du fer doux ou de l'aimant permanent. Dans le circuit primaire, la bobine représente une charge dans laquelle la tension conduit le courant en raison de l'auto-induction (déphasage).

## Bobine secondaire

La bobine secondaire a fondamentalement la même structure que la bobine primaire. Si la tension primaire est transformée en tension plus élevée, elle a plus de spires que la bobine primaire. Le déphasage entre la tension et le courant au secondaire du transformateur dépend du type de charge connectée (ohmique, capacitive ou inductive).

## Pertes dans la bobine

Les pertes qui se produisent dans une bobine (de transformateur) sont divisées en pertes de chaleur dues au courant et en pertes dans le noyau. Les pertes de chaleur se produisent dans les lignes conductrices de courant et dépendent de la résistance du conducteur et du courant qui circule. Les pertes dans le noyau ont également une double origine. D'une part, il y a les pertes par courants de Foucault, c'est-à-dire les tensions induites dans le noyau de fer, qui génèrent un courant de court-circuit dans les tôles de fer. De plus, il y a les pertes par inversion magnétique ou hystérésis, qui surviennent lorsque les aimants élémentaires sont inversés en polarité. Dans l'imaginaire, ces minuscules aimants doivent en fait tourner dans le cristal de fer. Cela crée des frottements qui entraînent également une perte par chaleur.

## Sécurité

La sécurité contre les tensions excessives est toujours une priorité absolue. Dans chaque bloc d'alimentation, il est important que la tension secteur n'apparaisse pas soudainement du côté basse tension. Cela peut difficilement se produire dans un transformateur car les deux niveaux de tension sont isolés galvaniquement. L'isolation galvanique, c'est lorsque l'énergie fournie



Fig 1 : Lors de la charge des véhicules électriques, des transformateurs fonctionnant avec une énergie du secteur sinusoïdale sont utilisés. La photo montre une boîte murale fabriquée en Suisse.

est transférée vers la sortie d'énergie sans connexion directe. Dans le cas du transformateur, l'énergie est fournie électriquement, conduite de la bobine primaire via un champ magnétique à la bobine secondaire, puis à nouveau évacuée électriquement. Le champ magnétique représente l'énergie de transmission et assure ainsi l'isolation galvanique. Un autre exemple d'isolation galvanique est l'optocoupleur : une LED est alimentée par le microprocesseur et émet de la lumière sur la base d'un phototransistor. Cela commute une charge à une tension plus élevée. Avec l'optocoupleur, la lumière assure la transmission de l'énergie (isolation galvanique).

## Transformateur en e-mobile

Les transformateurs sont utilisés à divers endroits dans les véhicules électriques : Le boîtier mural (Fig. 1) transforme la tension au bon niveau, la redresse et charge la batterie. Avec d'autres types de charge, le courant alternatif est fourni au véhicule, puis le chargeur embarqué prend en charge les tâches de transformation et de redressement. Un autre transformateur important fournit l'énergie de la batterie HV au système électrique 12 V du véhicule. Dans l'onduleur, la tension continue doit être transformée en tension requise par les machines de traction, et un courant alternatif est également généré.

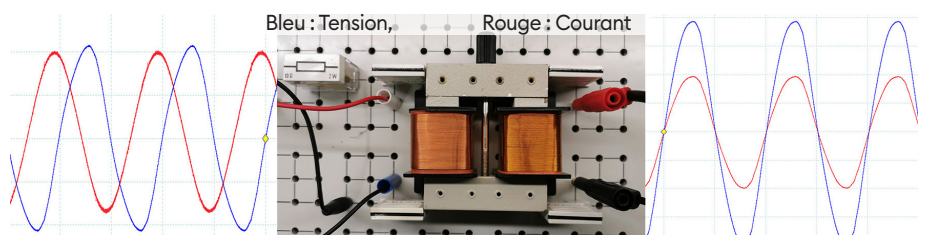


Fig. 3 : Le montage expérimental et les traces de l'oscilloscope montrent le circuit de base du transformateur avec les courbes de tension et de courant primaire et secondaire en fonctionnement sinusoïdal.