1 Courants alternatifs

Un courant alternatif est un courant électrique qui varie de sens de façon uniforme.

1.1 Les différents types de courants alternatifs

Les schémas ci-dessous montrent différents types de courants continu(a), variables(b,c,d) et alternatifs(e,f).

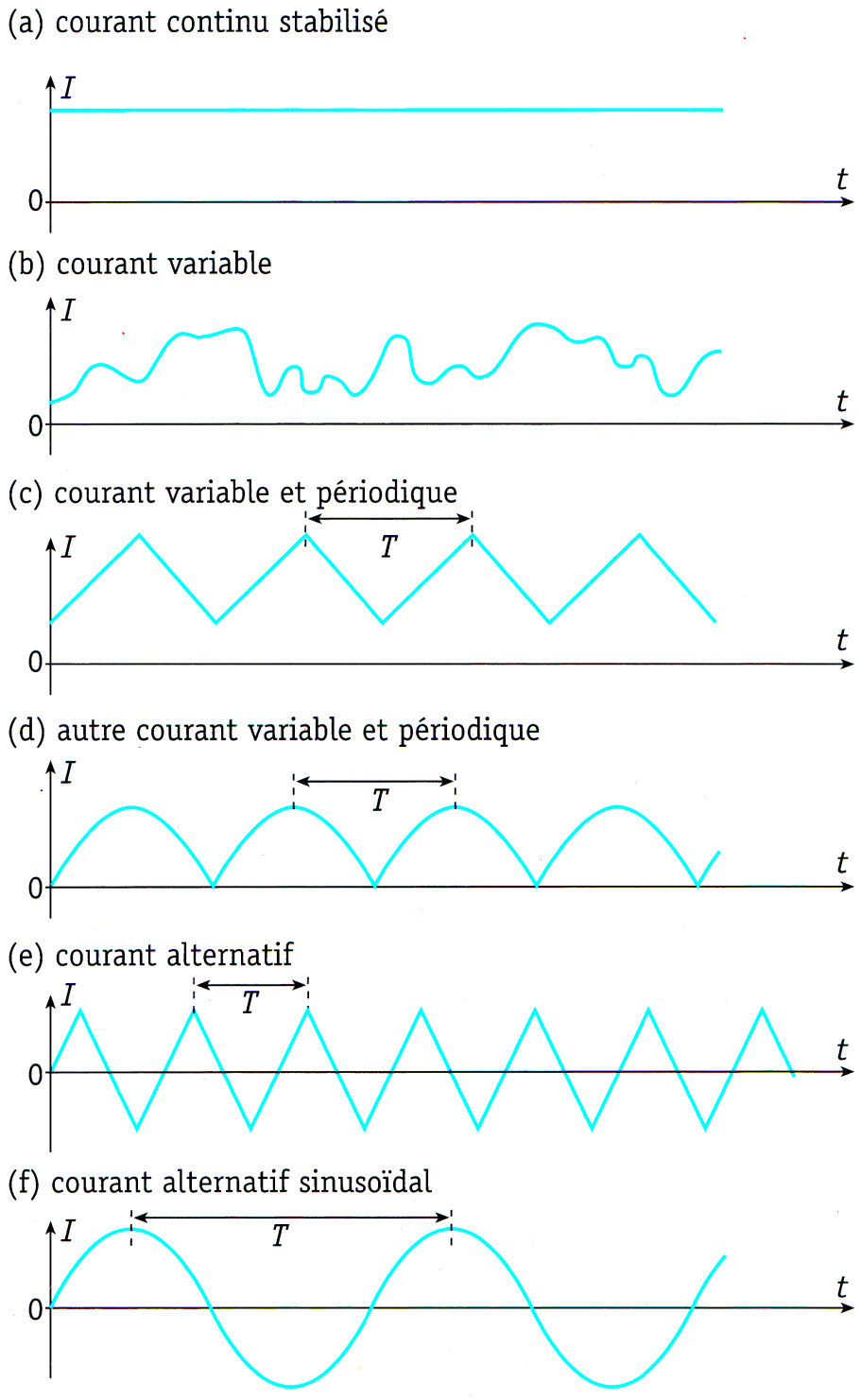

FIGURE 1 – Différents types de courants.

1.2 Le courant alternatif périodique

Le courant alternatif à période sinusoïdale est le courant produit par un alternateur à rotation circulaire. La tension et l'intensité suivent donc une fonction de type « sinus ». Nous utiliserons dorénavant le terme « courant alternatif » comme synonyme de courant alternatif à période sinusoïdale.

Le courant alternatif est donc caractérisé par une fréquence qui donne le nombre de cycle par seconde. L'unité de la fréquence est le Hertz (Hz).

La tension efficace est la tension d'un courant alternatif « comme si » il s'agissait d'un courant continu. C'est la tension moyenne d'un courant alternatif.

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$$

L'intensité efficace est l'intensité d'un courant alternatif périodique « comme si » il s'agissait d'un courant continu. C'est l'intensité moyenne d'un courant alternatif.

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

La puissance électrique d'un courant électrique alternatif est donc le produit de la tension efficace par l'intensité efficace.

$$P = U_{eff}.I_{eff}$$

Donc,

$$P = \frac{U_{max}.I_{max}}{2}$$

Comme il sera vu dans le cours sur les ondes, les courants alternatifs périodiques sont donc bien des ondes constantes.

2 Induction électromagnétique

La loi de Lenz-Faraday est ainsi appelée parce que Faraday [1] l'a testée expérimentalement, mais c'est ensuite Lenz [2] qui l'énonça formellement. Elle est fait maintenant partie d'un formalisme mathématique plus large les équations de Maxwell [3].

Deux situations sont à considérer dans la loi de Lenz-Faraday :

— soit la position relative entre un champ magnétique et un conducteur varie ;

— soit le champ magnétique lui-même varie.

Les deux situations sont similaires puisque un changement de position d'un champ magnétique produira une variation du champs magnétique au niveau du conducteur.

Le principe de Lenz-Faraday énonce qu'une variation du champ magnétique induira un courant électrique dans le sens opposé [4] du champ magnétique.

> **"Le sens du courant induit est tel qu'il donne naissance à un champ magnétique induit qui s'oppose à la cause qui lui a donné naissance, c'est-à-dire l'augmentation ou la diminution de flux."**

1. Michael Faraday, 1791-1867 est un physicien et chimiste britannique. Il fut le premier à introduire les concepts de d'anode, de cathode, d'ion, d'anion et de cation.

2. Emil Lenz, 1804-1865, né dans l'actuelle Estonie, est un physicien de langue allemande, mais attaché à l'empire russe. Il fut reconnu comme extrêmement rigoureux dans sa démarche scientifique.

3. James Maxwell, 1831-1879, physicien et mathématicien écossais, connu pour avoir unifié en une seule équation l'électricité et le magnétisme.

4. pour le sens conventionnel

Il s'agit donc bien d'une variation du champ magnétique et non de la présence d'un champ magnétique. De façon intuitive, les électrons modifient leur position en fonction du champ magnétique. Si le champ magnétique est stable, ils ne bougent donc pas. Par contre, si le champ magnétique varie de façon constante, ils maintiendront leur déplacement.

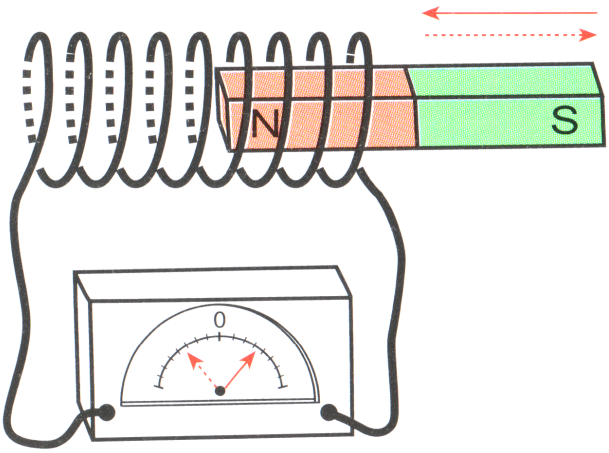

FIGURE 2 – Principe de l'induction électromagnétique

3 Applications

3.1 Alternateurs

Un alternateur est un « moteur à l'envers ». Si un moteur produit du mouvement à partir d'un champ magnétique et d'un courant électrique, l'alternateur produit un courant électrique alternatif à partir d'un mouvement et d'un champ magnétique. Certains moteurs peuvent effectivement servir d'alternateur.

Schématiquement, il s'agit de faire tourner des bobines (généralement 3, ce qui produira un courant triphasé - cfr. 3.2) autour d'un aimant. La vitesse de rotation de l'alternateur déterminera la fréquence du courant alternatif.

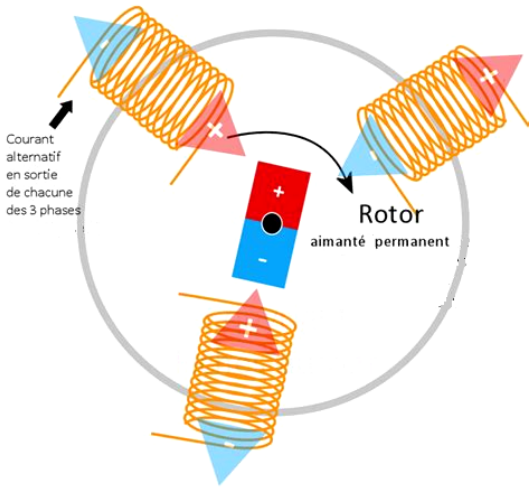

FIGURE 3 – Fonctionnement d'un alternateur

3.2 Courants triphasés

La production et la distribution de courants se fait généralement sous forme de courants triphasés. Si l'alternateur dispose 3 bobines disposés à 120 °, alors cet alternateur produira trois courants alternatifs décalés de $\frac{2\pi}{3}$.

L'intérêt des courants triphasés par rapport aux courants monophasés est triple :

— les alternateurs triphasés ont un meilleur rendement ;
— dans des brins à 3 câbles torsadés, les pertes de distribution sont plus faibles ;
— l'intensité conjuguées des 3 phases permet d'atteindre des puissances et des rendements plus élevée.

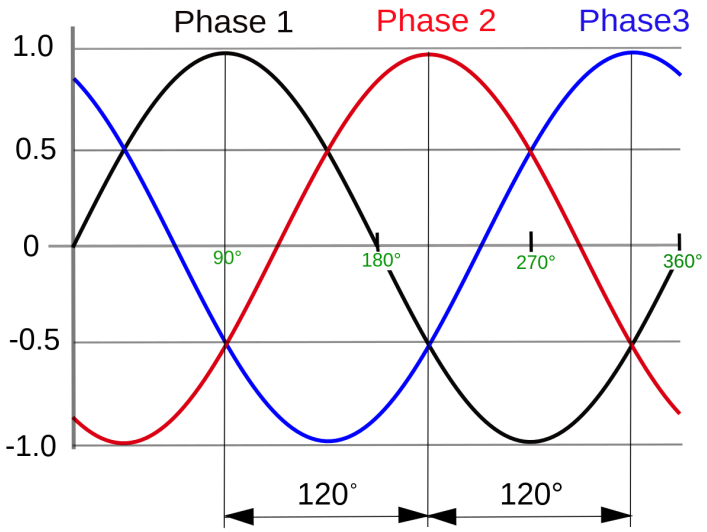

FIGURE 4 – Un courant triphasé.

3.3 Microphone/Haut-parleur

Un microphone est une membrane qui capte les ondes sonores. Ces infimes mouvements sont propagés pour produire une translation d'une bobine autour d'un aimant. Ces mouvements induiront un courant électrique proportionnel aux mouvements. Nous verrons, par la suite (cours sur les ondes) qu'il s'agit d'une conversion d'onde sonore en une onde électrique.

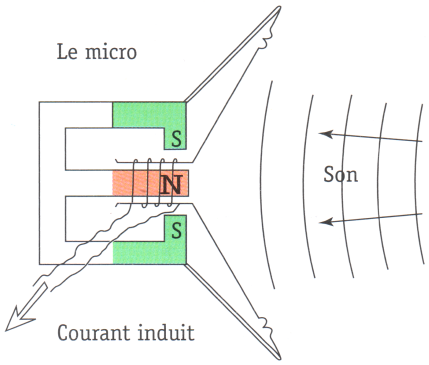

FIGURE 5 – Fonctionnement d'un microphone

Un haut-parleur est l'inverse d'un microphone. Si un microphone convertit une onde sonore en onde électrique, un haut-parleur convertit une onde électrique en onde sonore. Il est tout à fait possible sur certains microphones (qui ne disposent d'aucuns systèmes électroniques) qu'il produise du son.

Une variation de courant électrique (l'onde électrique) produira un mouvement (grâce à un aimant) d'une membrane, ce qui générera un son.

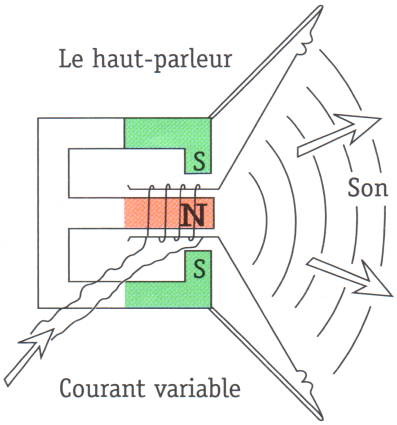

FIGURE 6 – Fonctionnement d'un haut-parleur

3.4 Plaque à induction

Une plaque à induction est une simple bobine alimentée par un courant alternatif. La variation du champ magnétique de la bobine induira une circulation d'électrons dans toute masse conductrice alignée [5], et donc notamment une casserole [6]. Cette circulation d'électrons engendrera une production de chaleur par effet Joule qui permettra de chauffer les aliments. Les plaques à induction restent donc froides.

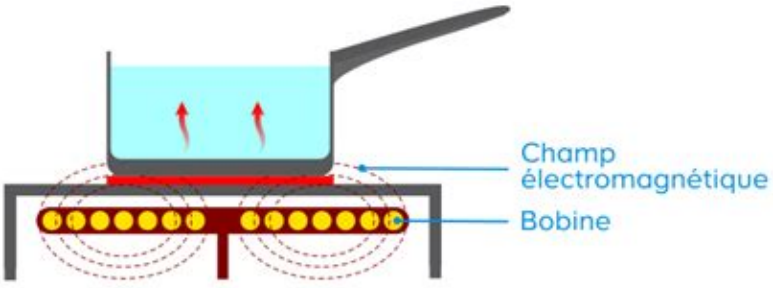

FIGURE 7 – Fonctionnement d'une plaque à induction.

5. Il s'agit de courants de Foucault, c-à-d d'un mouvement interne d'électrons dans la masse du conducteur.
6. Les casseroles pour plaque à induction sont spécifiques.

3.5 Chargeurs par induction

Il s'agit de chargeurs sans contact. Un courant alternatif passe dans une bobine générant un champ magnétique. Celui-ci induit un courant à l'intérieur de l'appareil à charger. Le rendement de ce type de chargement est toujours inférieur à un chargement avec contact.

FIGURE 8 – Fonctionnement d'un chargeur « sans contact ».

3.6 Freinage par induction

Il existe deux grands types de freinage par induction :
— le freinage par courant de Foucault
— le freinage « régénératif »

3.6.1 Freinage par courant de Foucault

Dans un freinage par courant Foucault, le mouvement d'un disque en métal conducteur est soumis à un champ magnétique. Ce champ magnétique engendre des courants électriques à l'intérieur du disque (les courants de Foucault) qui se transforme en chaleur par effet Joule. Il suffit donc d'approcher un aimant du disque pour freiner.

L'intérêt principal du freinage par courant de Foucault par rapport au freinage par frottement est l'absence d'entretien (pas de patins à remplacer).

Le désavantage est que ce type de freinage n'est pas modulable et empêche donc son usage en situation d'urgence.

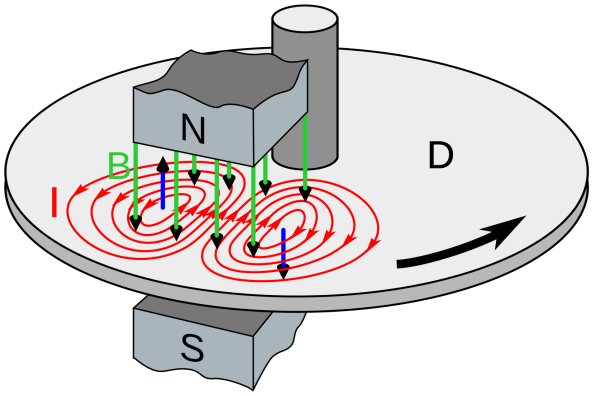

FIGURE 9 – Freinage par courants de Foucault

3.6.2 Freinage « régénératif »

Il s'agit d'un simple alternateur connecté au mouvement de la voiture,du train, du tram ou de l'ascenseur. Lorsqu'il est enclenché, il permet de recharger la batterie ou de renvoyer l'électricité sur le réseau.

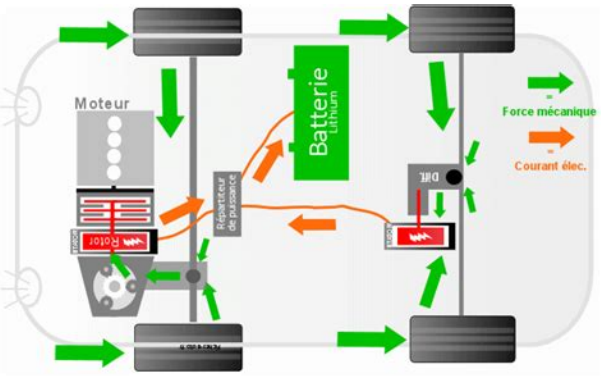

FIGURE 10 – Freinage régénératif d'une voiture électrique. L'essieu arrière permet d'activer un alternateur qui recharge la batterie.

3.7 Transformateurs

Un transformateur est un appareil permettant de modifier la tension d'un courant alternatif et donc aussi son intensité (vu que la puissance doit rester constante).

On appelle circuit primaire le circuit alimenté en courant alternatif et circuit secondaire le circuit dans lequel le courant alternatif attendu est généré.

Un transformateur ne modifie pas la fréquence du courant.

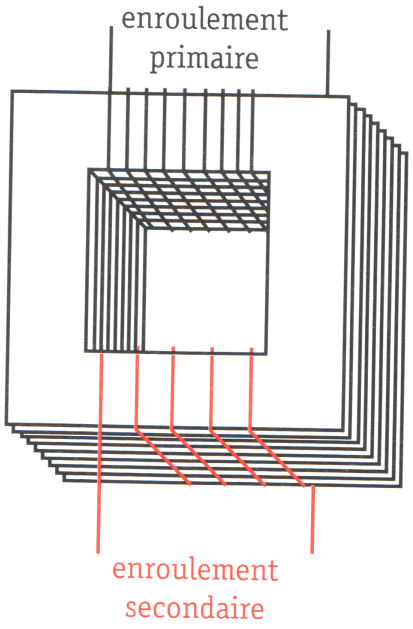

FIGURE 11 – Fonctionnement d'un transformateur électromagnétique

Le rapport du nombre de spires des 2 bobines est égale au rapport des tensions respectives.

$$\frac{n_s}{n_p} = \frac{U_s}{U_p}$$

Sachant que la puissance est le produit de la tension par l'intensité ($P = U.I$) et si le rendement est de 100%, alors le rapport du nombre de spires des 2 bobines est égale au rapport inverse des intensités respectives.

$$\frac{n_s}{n_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

Actuellement, pour l'utilisation domestique, la tendance est à utiliser des transformateurs électroniques, moins performant en terme de rendement, mais plus léger et moins cher à la production.

3.8 Redresseur

Le redresseur est un appareil permettant de convertir un courant alternatif en courant « pseudo-continu ». Dans le diagramme ci-dessous, le courant alternatif est représenté sur la partie haute ; le courant de sortie du redresseur est représenté dans la partie basse. On voit qu'il ne s'agit réellement d'un courant continu.

Le redresseur est souvent associé avec un transformateur pour convertir un courant alternatif à tension domestique (230 V) en basse tension continu.

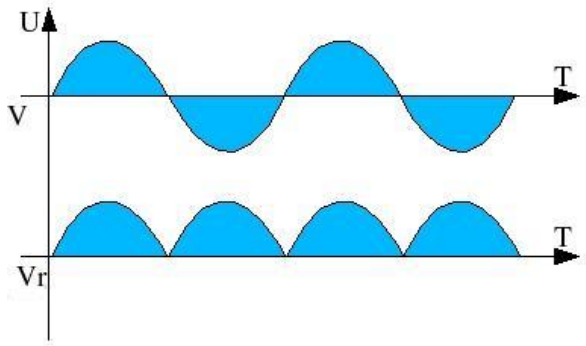

FIGURE 12 – Effet d'un redresseur sur un courant alternatif

3.9 Disjoncteur

Actuellement, l'ensemble des circuits électriques domestiques sont protégés par des disjoncteurs. Ces disjoncteurs empêchent qu'une intensité trop importante ne circule et ne fasse fondre les câbles (et provoquer un incendie).

Les disjoncteurs sont juste des électro-aimants. Si l'intensité augmente, le champ magnétique augmente. Ce qui produit la rupture du circuit par aimantation sur base d'un ressort calibré.

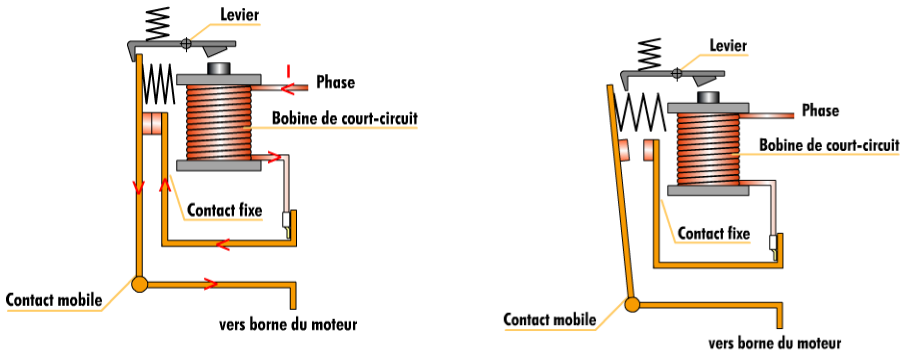

FIGURE 13 – Fonctionnement d'un disjoncteur (fermé à gauche, ouvert à droite).

Sur le schéma 13, le ressort calibré est celui qui est vertical. Lorsque l'intensité augmente, le champ magnétique augmentera ce qui attirera le levier supérieur. Si la force du champ magnétique dépasse celle du ressort calibré, le levier libère le deuxième ressort ce qui coupe le courant.

Table des matières

1 Courants alternatifs **1**
1.1 Les différents types de courants alternatifs 1
1.2 Le courant alternatif périodique 2

2 Induction électromagnétique **2**

3 Applications **3**
3.1 Alternateurs 3
3.2 Courants triphasés 4
3.3 Microphone/Haut-parleur 4
3.4 Plaque à induction 5
3.5 Chargeurs par induction 6
3.6 Freinage par induction 6
3.6.1 Freinage par courant de Foucault 6
3.6.2 Freinage « régénératif » 7
3.7 Transformateurs 7
3.8 Redresseur 8
3.9 Disjoncteur 9