

PRODUCTION, TRANSPORT, UTILISATION DE L'ELECTRICITE

I. Généralité sur l'énergie

I.1. Définition de l'énergie

Un corps possède de l'énergie lorsqu'il peut fournir du **travail** ou de la **chaleur**

I.2 Quelques sources d'énergie

Le soleil ,le bois ,le charbon, le pétrole ,le gaz, les matériaux nucléaires, les réserves d'eau, le vent ...sont des sources d'énergie.

L'énergie peut se présenter sous des formes très diverses :

-l'énergie mécanique qui se présente sous deux formes : Cinétique et Potentielle

-l'énergie thermique ou calorifique

-l'énergie chimique

-l'énergie rayonnante ou lumineuse

-l'énergie nucléaire

-l'énergie électrique

L'énergie peut passer ,dans certains conditions, d'une forme à un autre et vice versa : on dit qu'il y a transformation ou conversion d'énergie

I.4 Unités d'énergie.

L'énergie, comme le travail qu'elle peut traduire, se mesure en joule(J).Elle se note W

-la calorie : $1\text{cal}=4,18\text{J}$.

-la thermie : $1\text{Th}=1000000\text{J}$

II. Production de l'énergie électrique.

II.1 Mise en évidence du phénomène d'induction

On déplace de diverses manières un aimant droit au voisinage d'une bobine reliée à un ampèremètre à cadran et à zéro central.

Observations :

Si l'aimant est immobile par rapport à la bobine, l'aiguille de l'ampèremètre ne bouge pas.

Si l'on approche l'aimant de la bobine, l'aiguille de l'ampèremètre dévie donc un courant apparait dans la bobine.

Si l'on éloigne l'aimant de la bobine ,l'aiguille de l'ampèremètre dévie dans l'autre sens donc le courant circule dans la bobine change de sens.

Si l'aimant effectue des mouvements de va et vient, il circule un courant alternatif dans la bobine.

Conclusion

Le déplacement d'un aimant au voisinage d'une bobine fait apparaître un courant électrique qui circule dans celle-ci : c'est le phénomène d'induction électromagnétique.

II.2 L'alternateur.

II.2.1 Principe de fonctionnement.

A l'aide d'un moteur ou d'une perceuse, on fait tourner un aimant droit devant une bobine. On visualise la tension électrique aux bornes de la bobine grâce à un oscilloscope.

Quand l'aimant tourne il apparaît une tension alternative aux bornes de la bobine. Au cours de cette expérience nous avons reproduit ce qui se passe dans l'alternateur vélo.

Conclusion :

La production d'électricité est tout simplement une conversion, une transformation d'énergie mécanique (liée au mouvement) en énergie électrique/

La tension alternative est une tension induite ; l'aimant source de champs magnétique est dit l'inducteur ; la bobine aux bornes de laquelle est recueillie est dit l'induit.

II.2.2 Définition d'un alternateur.

Un alternateur est un appareil qui convertit l'énergie mécanique de rotation en énergie électrique (exemple : l'ensemble bobine + aimant constitue un alternateur). Il produit une tension périodique alternative : c'est un générateur de tension alternative.

Nous pouvons citer les alternateurs à vélo, les alternateurs industriels,....

✚ L'alternateur à bicyclette

On y trouve une bobine (enroulement de fil de cuivre), un aimant et un galet.

Dans certains modèles, l'aimant est mobile et la bobine est fixe, dans d'autres échelles. Ils sont constitués de deux parties :

-Le rotor : c'est la partie mobile de l'alternateur (l'inducteur). Il est constitué de plusieurs aimants.

-Le stator : c'est la partie fixe de l'alternateur.

II.3 Les centrales électriques :

Les centrales sont donc classées en fonction de la source d'énergie dite énergie primaire utilisée. Ainsi, il existe cinq principaux types de centrales électriques :

II.3.1 Les centrales à combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz naturel) dites centrales thermiques classiques :

La combustion de combustible fossiles (ou de biomasse) permet de chauffer de l'eau, de la vaporiser, la vapeur fait ensuite tourner une turbine qui fait tourner un alternateur.

II.3.2 Les centrales nucléaires .

Les centrales nucléaires qui sont également des centrales que l'on peut qualifier de Thermiques : Une réaction nucléaire dégage de la chaleur qui va permettre de vaporiser de l'eau, la vapeur obtenue fait tourner une turbine qui fait tourner un alternateur.

II.3.3 Les centrales hydroélectriques.

Dans cette centrale, l'eau qui s'écoule fait tourner une turbine qui fait tourner un alternateur.

II.3.4 Les centrales éoliennes :

Les pales de l'éolienne sont mise en mouvement par le vent, elles entraînent avec elles un axe qui fait tourner l'alternateur.

Bilan énergétique :

Vent \implies hélice \implies alternateur \implies énergie électrique

II.3.5 La centrale solaire ou photovoltaïque : Une cellule photovoltaïque transforme le rayonnement solaire directement en électricité

Bilan énergétique :

Soleil \implies Cellule photovoltaïque \implies Energie électrique

III. Puissance et énergie d'un appareil électrique

III.1 Définition de la puissance.

La **puissance** d'une machine est l'énergie qu'elle fournit en 1 seconde. La puissance se note **P** et est mesurée en **Watt**. On écrit :

$$\mathbf{P = W / t}$$
 avec : w : énergie (en joule) , t : la durée(en seconde) ,p : puissance(en watt)

Autre unité :

On rencontre encore en mécanique comme unité de puissance, le cheval-vapeur (ch. ou cv). 1ch = 736W

III.2 Puissance moyenne.

La puissance moyenne aux bornes d'un dipôle

AB est exprimée par :

$\mathbf{P_m = KUI}$ avec : U : la tension efficace aux bornes du dipôle ; I : l'intensité efficace qui traverse le dipôle ; et K : facteur de puissance (K inférieur à 1)

Remarque : si K= 1, alors le dipôle étudié est un conducteur ohmique (un résistor)

III.3 Puissance apparente

C'est la puissance qui est indiquée sur un appareil électrique .La puissance apparente notée p_{app} est donnée par la relation :

$$P_{app}=UI$$

III.4 Expression de l'énergie électrique

L'énergie électrique consommée par un appareil électrique pendant une durée Dt est donnée par la relation :

$$W_{el}=UI.Dt \text{ ou encore } W_{el}=P_{app}Dt$$

IV. Les transformateurs

IV.1 Définition

Un transformateur est un appareil qui permet d'élever la tension alternative qu'il reçoit ou de l'abaisser.

IV.2 Constitution du transformateur.

Il est constitué de deux bobines :

- Le primaire B_1 comporte n_1 spires ;
- Le secondaire B_2 comporte n_2 spires.

IV.3 Relation entre la tension de sortie U_2 et d'entrée U_1 d'un transformateur

Lorsqu'on applique une tension alternative U_1 au primaire, on recueille une tension alternative U_2 au secondaire de même fréquence qu' U_1 . Les tensions U_1 et U_2 sont proportionnelles :

$$U_2 = KU_1$$

K est appelé rapport de transformation et est donné par la relation

$$K = n_2 / n_1$$

D'où la relation

$$U_2 / U_1 = n_2 / n_1$$

Si K est inférieur à 1, alors U_2 est aussi inférieur à U_1 : le transformateur est abaisseur de tension

Si K est supérieur à 1, alors U_2 est supérieur à U_1 : le transformateur est élévateur de tension

IV.4 Rendement d'un transformateur

Un transformateur reçoit une puissance P_1 au primaire et fournit une puissance P_2 au circuit branché au secondaire : Son rendement R est donné par :

$$R = P_2 / P_1 = U_2 I_2 / U_1 I_1 = n_2 I_2 / n_1 I_1$$

Remarque: R supérieur à 1, toujours, à cause des pertes d'énergie par effet joule dans les bobines. La puissance perdue par effet joule est donnée par :

$$P_J = P_1 - P_2$$

V. Transport de l'énergie électrique.

Après production, l'électricité est transportée à haute tension mais elle est utilisée à domestique à basse tension. On utilise alors après le groupe turbo-alternateur de la centrale un transformateur élévateur de tension et avant l'utilisation domestique, on utilise un transformateur abaisseur de tension ;

V.1 Lignes de transport

Nous distinguons deux types de lignes électriques : les lignes de transports et les lignes de distribution.

V.1.1 Lignes de transport.

Elles ont une très haute tension (THT) (150 à 400KV) ou bien une haute tension HT (60 à 90KV).

V.1.2 Lignes de distributions.

Elles ont une moyenne tension (15 à 25KV) ou une tension faible (220V à 300).

V.2 Les pertes en ligne

Pendant le transport de l'énergie électrique, il y a des pertes d'énergies par effet joule. Ces pertes dépendent de la résistance totale du câble et de la longueur des câbles utilisées. La puissance perdue par effet joule est donnée par la relation :

$$P_J = RI^2 \text{ avec } R : \text{résistance totale du câble (ohm}\Omega\text{)}$$

I : l'intensité efficace

IV Utilisation et danger de l'énergie électrique

IV.1 Utilisation domestique

Aujourd'hui l'électricité sert pour l'éclairage, le chauffage ou la climatisation. Elle fait tourner les moteurs électriques, le téléphone, la radiodiffusion, la télévision, la sonorisation, l'informatique, les automates, les communications numériques (internet, réseaux) ont besoin d'électricité.

VI.2 Les dangers du courant électrique

Chaque année, on compte plusieurs accidents d'origines électriques dans le monde du travail dont beaucoup sont mortels. En milieu domestique il faut largement multiplier ces chiffres par 4 ou 5. Le danger est présent partout, c'est à partir de 40V qu'il y a danger de mort. La valeur de la tension que nous côtoyons tous les jours vaut 220V. Ce danger est souvent protégé par seulement un petit demi-millimètre d'isolant. Il faut savoir que cet isolant a une durée de vie limitée (environ 30 ans dans les meilleures conditions). Cet isolant n'est pas présent partout ; dès que l'on ouvre ou démonte un appareil électrique des fils peuvent être nus. Le danger est bien présent partout, il faut faire attention dès que l'on côtoie le domaine du monde électrique.

Le non respect des prescriptions et textes réglementaires peuvent être la cause :

De graves accidents pour les personnes qui peuvent avoir pour conséquence :

Des électrisations : réaction du corps dues à un contact accidentel avec l'électricité.

Des brûlures de contact et internes.

Des brûlures thermiques par arc électrique ou projection de métal en fusion.

L'électrocution : c'est l'électrisation qui débouche sur une issue fatale.

EVALUATION

Un transformateur comporte les indications suivantes :

$N_1=1000$ spires ; $N_2= 3000$ spires

1) Calculer le rapport de transformation.

2) On injecte à l'entrée une tension de 100 volts, quelle est la tension de sortie. En déduire la nature de ce transformateur.

3) L'intensité de sortie est de 2A, quelle est la valeur de la grandeur correspondante à l'entrée.

4) On alimente cette fois-ci le transformateur avec une tension continue de 50V, dire ce qui se passe.

SOLUTION

1) Le rapport de transformation :

$$N_2/N_1 = 3000/1000 = 3$$

2) La tension de sortie

$$N_2/N_1 = U_2/U_1 = 3$$

$$U_2 = 3 \times 100 = 300V$$

$U_2 \geq U_1$ \Longrightarrow Transformateur éleveur de tension

3) L'intensité d'entrée

$$N_2/N_1 = I_2/I_1 \Longrightarrow I_1 = 2 \times 3 = 6A$$

4) Le transformateur ne s'allume pas