Énergie

Notion d'énergie

Un système possède de l'énergie s'il est capable de fournir du travail mécanique ou son équivalent.

Un moteur électrique exerce des forces qui peuvent déplacer des objets : Il fournit du travail mécanique donc il possède de l'énergie.

Cette énergie provient du générateur qui fait circuler le courant c'est-à-dire qui met en mouvement les charges électriques par sa force électromotrice.

Le générateur possède donc de l'énergie que l'on qualifie d'électrique.

Le moteur reçoit cette énergie électrique et la transforme en énergie mécanique.

Transformation de l'énergie

Un récepteur est un appareil qui transforme l'énergie électrique en une autre forme d'énergie.

Énergie consommée	Récepteur	Énergie utile fournie
Énergie électrique	Radiateur électrique	thermique (chaleur)
	Lampe électrique	rayonnante (lumière)
	Moteur électrique	mécanique (travail)
	Accumulateur en charge	Chimique
	Transformateur	*électrique*

Un générateur est un appareil qui transforme en énergie électrique une autre forme d'énergie.

Énergie consommée	Générateur	Énergie utile fournie
mécanique (travail)	Dynamo, alternateur	Énergie électrique
chimique	Pile, accumulateur	
rayonnante (lumière)	Photopile	
thermique (chaleur)	Thermocouple	
électrique	Transformateur	

Conservation de l'énergie. Rendement

L'énergie ne se perd pas au cours d'une transformation. Elle se conserve.

Un radiateur électrique transforme la totalité de l'énergie électrique qu'il reçoit en chaleur.

Un moteur électrique ne transforme pas la totalité de l'énergie qu'il consomme en énergie mécanique. Il produit également de la chaleur.
L'énergie électrique consommée est égale à la somme de l'énergie mécanique et de l'énergie thermique fournie.

Le rendement énergétique est égal au rapport de l'énergie utile fournie et de l'énergie totale consommée.

Rendement = Energie utile / Energie consommée

Énergie électrique

Puissance et énergie

Un appareil puissant fournit beaucoup d'énergie en peu de temps.

La puissance consommée par un appareil est l'énergie qu'il consomme pendant l'unité de temps.

$$P = E / t$$

L'énergie électrique consommée par un appareil est égale au produit de sa puissance P consommée par la durée t de son fonctionnement

$$E = P \times t$$

Unités d'énergie

Unité légale d'énergie (système international)

P est exprimée en watt (W)
E est exprimée en joule (J)
t est exprimée en seconde (s)

Unité usuelle d'énergie électrique

P est exprimée en watt (W)
E est exprimée en watt-heure (Wh)
t est exprimée en heure (h)

1 Wh = 3600 J

Mesure de l'énergie

L'énergie consommée par une installation domestique est mesurée par un compteur d'énergie.

Notion de puissance électrique

Lorsque nous faisons fonctionner diverses lampes à incandescence normalement, c'est-à-dire sous leur tension nominale, nous nous apercevons que certaines éclairent mieux que d'autres.

Une lampe de projecteur de diapositives en 24V éclaire plus que la lampe d'un lustre dont la tension est 230V.

La grandeur en relation avec l'éclairement de ces lampes, n'est ni la tension, ni l'intensité mais la puissance électrique.

Cette puissance s'exprime en watt (symbole W).

La puissance électrique est fournie par le générateur et elle est consommée par le récepteur.

La puissance nominale d'un récepteur est la puissance consommée par l'appareil en fonctionnement normal. Elle est en général indiquée par le fabricant.

Relation entre puissance, tension et intensité

Puissance en courant continu

Branchons l'appareil étudié (lampe 12V - 21W) aux bornes d'un générateur et réglons la tension à la valeur nominale U= 12V. Mesurons l'intensité I qui traverse la lampe.

U = 12V
I = 1,75 A

Nous constatons que le produit :

U x I = 12V x 1,5 A = 21 x V x A

La puissance P consommée par un appareil en courant continu est égale au produit de la tension U à ses bornes par l'intensité I du courant qui le traverse.

P = U x I

P mesure la puissance en watt
U mesure tension en volt
I mesure l'intensité en ampère

Puissance en courant alternatif

Si nous remplaçons dans l'expérience précédente le générateur de tension continue par un générateur de tension alternative, nous obtenons les mêmes résultats.

Remarque: U et I représentent les valeurs efficaces de la tension et de l'intensité.
Mais si nous effectuons l'expérience avec un moteur à la place de la lampe, nous nous apercevons que le produit U x I ne représente plus la puissance du moteur.

La présence de bobines dans le moteur entraîne un déphasage (décalage) entre la tension et l'intensité: L'intensité n'est pas maximale en même temps que la tension. Ce déphasage se mesure par un angle (f). Il intervient dans le calcul de la puissance:

P = U x I x cos(f)

En définitive, la relation P = U x I peut être utilisée en alternatif pour les appareils de chauffage et d'éclairage qui n'entraînent aucun déphasage mais elle est fausse pour les moteurs (P < U x I)

Mesure de la puissance

En tension continue, on peut calculer la puissance à partir de la tension et de l'intensité. On n'a pas besoin d'un appareil pour mesurer la puissance.

En alternatif, lorsque la relation P = U x I n'est plus applicable, un appareil de mesure s'impose. Il s'agit du wattmètre.

Rendement - Conservation de l'énergie.

L'énergie ne se perd pas au cours d'une transformation. Elle se conserve.

Un radiateur électrique transforme la totalité de l'énergie électrique qu'il reçoit en chaleur.

Un moteur électrique ne transforme pas la totalité de l'énergie qu'il consomme en énergie mécanique. Il produit également de la chaleur.

L'énergie électrique consommée est égale à la somme de l'énergie mécanique et de l'énergie thermique fournie.

Le rendement énergétique est égal au rapport de l'énergie utile fournie et de l'énergie totale consommée.

Rendement = E utile / E consommée

Définition du Watt

Le watt (symbole W) est une unité dérivée du système international pour la puissance. Un watt est la puissance d'un système énergétique dans lequel est transférée uniformément une énergie de 1 joule pendant 1 seconde. C'est également l'unité de flux énergétique et de flux thermique. Le terme provient du nom de l'ingénieur James Watt qui a contribué au développement de la machine à vapeur.

Un watt est égal à un joule par seconde, ou un newton mètre par seconde ou encore un kilogramme mètre carré par seconde au cube.

En électricité, le watt est l'unité de puissance d'un système débitant une intensité de 1 ampère sous une tension de 1 volt. C'est le produit de la tension par l'intensité :

$P(t) = U(t) \times I(t)$

P(t) – puissance en fonction de t - (watt).
U(t) – tension électrique en fonction de t - (volt).
I(t) – courant électrique en fonction de t - (ampère).

Il peut s'agir d'une puissance moyenne, efficace ou instantanée, selon la nature des courants et des tensions (continu ou alternatif) et de leur variation en fonction du temps.

En intégrant cette puissance sur un temps de 1 heure, on obtient une quantité d'énergie dont l'unité pratique courante est le kilowatt-heure équivalent à 3 600 000 joules.

C'est une unité de puissance énergétique, autrement dit de quantité d'énergie consommée chaque seconde (1 watt = 1 joule par seconde). Ainsi, une ampoule de 100 watts consomme chaque seconde cinq fois plus d'énergie qu'une ampoule de 20 watts (cinq fois 20W=100W); à l'usage, elle coûtera donc cinq fois plus cher en électricité.

Un "kilowatt" signifie mille watts.

Toutes les lampes et tous les appareils électriques indiquent la puissance qu'ils nécessitent pour fonctionner. Certains appareils soutirent même quelques watts lorsqu'ils sont apparemment hors fonction (consommation dite "de veille" ou "cachée") - mais c'est rarement signalé.

A savoir: le watt est aussi utilisé pour décrire la puissance que produit un appareil, même s'il n'est pas électrique. Par exemple, la puissance de traction d'un moteur de voiture ou la puissance de chauffage d'une chaudière à gaz.

Définition du Volt

Basse tension ne veut pas dire basse consommation !

Une ampoule dite "basse tension" fonctionne avec une tension électrique de 12 ou 24 Volts - qui est beaucoup plus basse que les 230 volts d'une prise électrique normale.

Mais pour la consommation d'énergie, ce qui compte, ce sont les watts (W), autrement dit la puissance électrique que demande l'ampoule. Ainsi, une petite ampoule halogène de 40 Watts alimentée par un courant en 12 volts consomme autant d'énergie qu'une ampoule ordinaire de 40 Watts alimentée par un courant en 230 volts.

En fait, à la consommation de l'ampoule basse tension, il faut encore ajouter l'électricité perdue par le transformateur qui réduit la tension de la prise. On peut se faire une idée de cette perte en percevant la chaleur dégagée par le transformateur. Un bon transformateur de lampe halogène a un rendement d'au moins 95%.

La tension électrique, qui est exprimée en volts (V), mesure le degré d'excitation des charges électriques qui se déplacent dans les fils électriques. Lorsque la tension est faible, il faut davantage de charges pour obtenir la même puissance.