

Chapitre 6 : L'énergie électrique

Extrait programme 1STI2D

Puissance et énergie électriques. Comportement énergétique d'un dipôle. Effet Joule. Sécurité électrique.	- Analyser les transferts d'énergie dans un circuit électrique, à partir du signe de la puissance et de la convention choisie. - Calculer la puissance moyenne et l'énergie électrique mise en jeu sur une durée donnée dans le cas d'un récepteur et d'un générateur électrique. - <i>Mesurer la puissance moyenne et l'énergie électrique transportée par une ligne électrique pendant une durée donnée.</i> - <i>Adopter un comportement responsable et respecter les règles de sécurité électriques lors des manipulations.</i>
--	--

I- La puissance électrique

Voir TP : Puissance et transport de l'électricité

1- Définition de la puissance électrique

Applications en autonomie : (Rappels du chapitre 1) : n°8* p 65, n°10* p 65

La puissance P_{elec} reçue par un récepteur (ou fournie par un générateur) est :

$$P_{elec} = U \times I$$

avec P en watts (W), U en volts (V) et I en ampères (A).

Applications :

- 1) Un récepteur reçoit un courant électrique $I = 23 \text{ mA}$ et sa tension à ses bornes est $U = 4,2 \text{ V}$. Calculer la puissance électrique reçue par le récepteur.
- 2) La puissance électrique d'une plaque chauffante est $P_{elec} = 0,4 \text{ kW}$. L'intensité du courant électrique mesurée par un ampèremètre est $I = 2,0 \text{ A}$. Calculer la tension aux bornes de la plaque chauffante.

Réponses :

- 1) On a : $P = U \times I = 4,2 \times 23 \cdot 10^{-3} = 9,66 \cdot 10^{-2} \text{ W}$
- 2) On a $U = \frac{P}{I} = \frac{0,4 \cdot 10^3}{2,0} = 200 \text{ V}$

2- Puissance dissipée par effet Joule

Le conducteur ohmique convertit l'énergie électrique en énergie thermique.

La puissance dissipée par une résistance est $P = U \times I = R \times I \times I = R \times I^2$.

C'est la puissance thermique produite par le passage du courant, on appelle cet effet l'effet Joule.

[Applications](#) : n°4 p 64, n°5* p 64, n°1 feuille (bilan)

3- La puissance moyenne

La relation du paragraphe 1) est valable aussi en régime variable, dans ce cas, la puissance instantanée est donnée par : $p(t) = u(t) \times i(t)$

La puissance moyenne est égale à $P = \langle p(t) \rangle = \langle u(t) \times i(t) \rangle$

La notation $\langle \dots \rangle$ représente l'opérateur valeur moyenne : la valeur moyenne correspond à la composante continue du signal (Voir chapitre 4).

Exemple :

Exemple d'un signal créneau



[Application](#) : n°2 p 64

II- Conventions générateur et récepteur

Un dipôle peut se comporter de deux manières dans un circuit :

- En générateur : il fournit de l'énergie électrique au circuit
- En récepteur : il reçoit l'énergie électrique

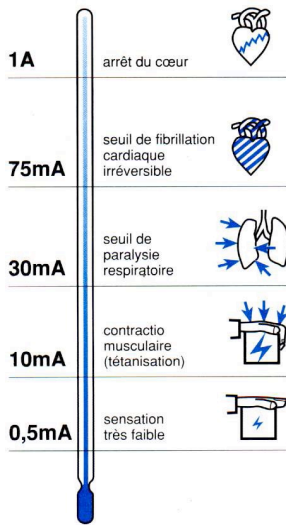
Les conventions récepteur et générateur n'ont aucun sens physique mais aident à différencier le comportement d'un dipôle.

Convention récepteur :		Convention générateur :	
La flèche de la tension et la flèche du courant sont de sens opposés		La flèche de la tension et la flèche du courant sont de même sens	
$p_{moyenne} > 0$	$p_{moyenne} < 0$	$p_{moyenne} > 0$	$p_{moyenne} < 0$
Le dipôle reçoit de la puissance : c'est un récepteur	Le dipôle fournit de la puissance : c'est un générateur	Le dipôle fournit de la puissance : c'est un générateur	Le dipôle reçoit de la puissance : c'est un récepteur

[Application](#) : n°1 p 64

III- La sécurité électrique

1- L'électrisation



Le corps humain est conducteur et peut s'électriser. Lorsque l'électrisation entraîne la mort, on parle d'électrocution.

Le corps humain se comporte comme une résistance électrique (R est compris entre 1 000 et 5 000 Ω).

Remarque : on peut donc calculer l'intensité qui circule dans le corps humain grâce à la loi d'Ohm.

Le choc électrique dépend de l'intensité I du courant, et de la durée du choc.

2- L'incendie

Des intensités trop importantes peuvent provoquer l'échauffement des conducteurs et entraîner un incendie.

Il faut donc éviter de brancher trop d'appareils électriques sur la même prise, surtout si ce sont des appareils de grande puissance.

3- Les dispositifs de protection

Il existe plusieurs types de protection des appareils électriques ou des personnes :

- Les fusibles : sortes de conducteurs ohmiques métalliques qui fondent si une intensité trop importante circule à travers.
- Les disjoncteurs qui coupent le circuit général d'une habitation en cas de surintensité.

Le disjoncteur différentiel protège les personnes et empêche qu'un courant supérieur à 30 mA ne les traverse.

Principe d'un disjoncteur différentiel associé à une prise de terre :

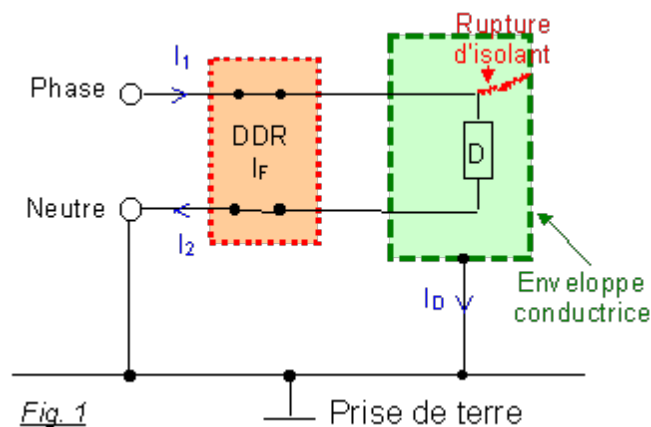


Fig. 1

Le dispositif représenté figure 1 pourrait être par exemple une machine à laver. Alors, D correspond au moteur et l'enveloppe à la carcasse métallique de la machine.

- En cas de rupture d'isolant, une partie du courant « entrant » I_1 est dérivé vers la « terre » sous forme d'un courant I_D (courant de défaut) : $I_D = I_1 - I_2$
- Le disjoncteur différentiel (DDR) peut être considéré comme un interrupteur qui s'ouvre automatiquement si la différence entre les intensités des courants I_1 et I_2 atteint $I_F = 30 \text{ mA}$ (pour un DDR de sensibilité 30 mA). I_F est l'intensité du courant de déclenchement du DDR.

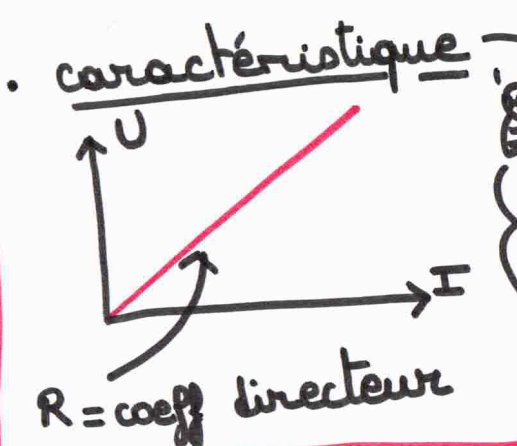
[Applications : n°10 p 51, n°2 feuille](#)

[QCM pour s'entraîner p 62](#)

LE CONDUCTEUR OHMIQUE

symbole :

loi d'ohm
 $U = R \times I$
 V \rightarrow Ω (ohm) \leftarrow A



dipôle passif " passe par l'origine "

chaîne énergétique

L'effet Joule

conducteur ohmique \rightarrow température \uparrow
 $P = R \times I^2$

L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Voir chap 2 "lois électricité"

LA PUISSANCE ÉLECTRIQUE

$P = u \times i$

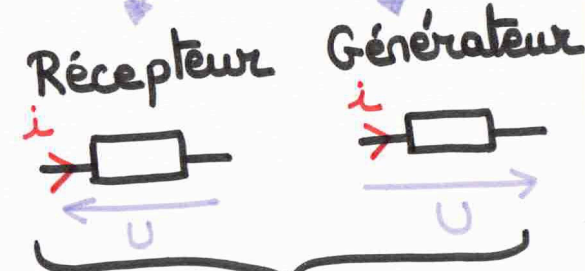
W \leftarrow V \leftarrow A

puissance moyenne = composante continue

puissance instantanée

- ? Tracer $P(t)$?
- 1) graphiques $u(t) + i(t)$
 - 2) calculer $P = u \times i$ par portion
 - 3) tracer $P(t)$

Conventions



$P > 0$
dipôle = même que convention

$P < 0$
dipôle \neq convention

Sécurité électrique

- ⚠ électrisation (💀 : électrocution)
- incendies

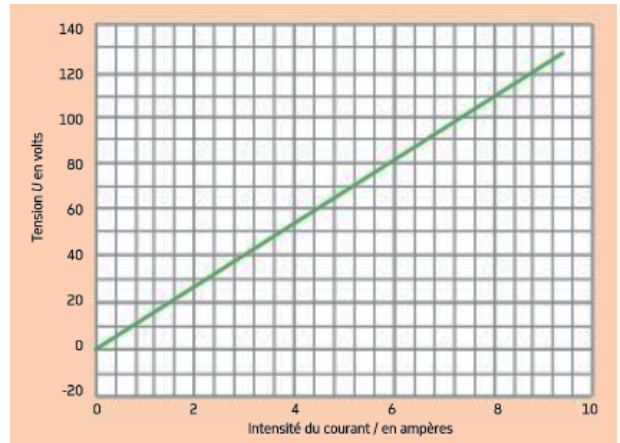


- fusilles
- disjoncteurs

Chapitre 06 – Exercices

Exercice n°1 :

Un four est alimenté par une tension du secteur de valeur efficace 230 V et de fréquence 50 Hz. Sa plaque signalétique est endommagée. On cherche à déterminer la résistance du four et l'énergie perdue dans le câble d'alimentation.



- 1) Déterminer la résistance du conducteur ohmique du four.
- 2) Calculer l'intensité du courant circulant dans la résistance du four.
- 3) Calculer l'énergie consommée par le four pour une cuisson d'une heure et demie en wattheure.

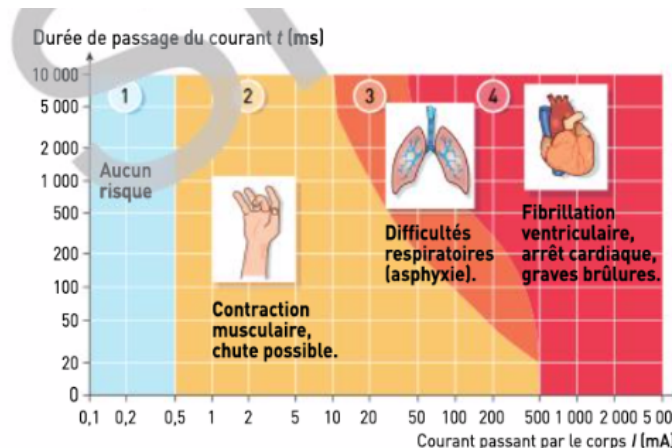
Le four est alimenté par l'intermédiaire d'un câble de cuivre de section $S = 2,5 \text{ mm}^2$ et de longueur $L = 3,5 \text{ m}$.

La résistance d'un câble est donnée par la formule $R = \rho \times \frac{L}{S}$ avec $\rho = 1,8 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ pour le cuivre, S en m^2 et L en m.

- 4) Calculer la résistance du fil de cuivre.
- 5) Calculer l'énergie perdue dans le câble pendant une cuisson d'1h30. Exprimer cette énergie en wattheure.
- 6) Comparer les deux énergies et conclure.

Exercice n°2 :

Le diagramme ci-dessous présente quatre zones de risque et les effets physiologiques correspondants survenant lors d'une électrisation.



Risque électrique en fonction de l'intensité du courant et de la durée d'électrisation.

- 1) Quel effet physiologique subit une personne traversée par un courant électrique d'intensité 0,2 mA durant 5 secondes ?
- 2) Même question pour une personne traversée par un courant de 0,2 A durant 2 secondes.
- 3) Que signifie « fibrillation ventriculaire » ?
- 4) Un défaut d'isolement survient sur la carcasse métallique d'un radiateur électrique, lorsqu'une personne le touche. Au bout de combien de temps le disjoncteur différentiel de 150 mA doit-il se déclencher pour éviter le risque de fibrillation ventriculaire ?