



Electrocinétique

NOTION DE COURANT ÉLECTRIQUE

Qu'est-ce que le courant électrique ?

Le déplacement d'électrons constitue le courant électrique.

Le processus peut se comparer à une chaîne de seaux.

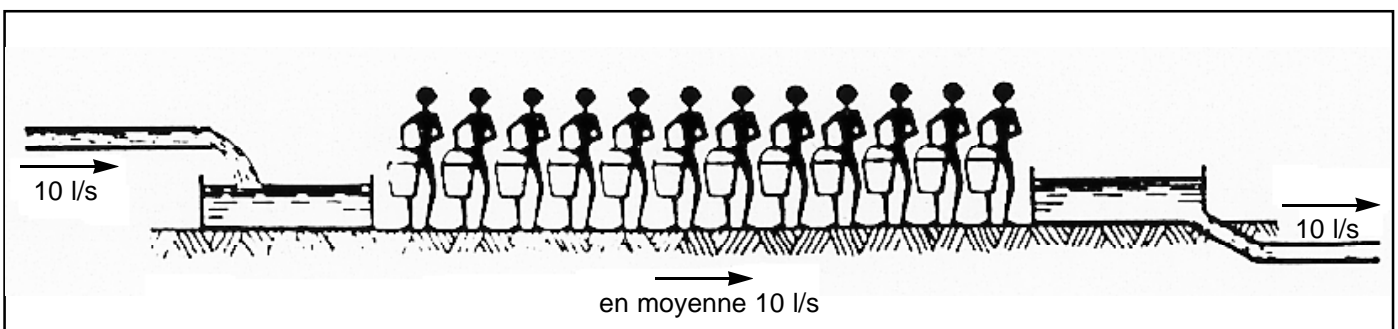
Chaque homme a un seau plein d'eau; le premier puise dans un réservoir, le dernier homme vide son seau dans un bassin. Si les seaux remplis passent d'un homme à l'autre, le mouvement de ces quantités d'eau individuelles donne un courant d'eau moyen de 10l/s, égal à celui de la conduite. Chaque seau est porteur d'une quantité d'eau ou d'une charge; dans le circuit électrique, ce sont les électrons qui jouent le rôle des seaux porteurs de charge.

Pour que les électrons puissent se porter d'un point vers un autre point, il faut qu'entre eux existe une différence de niveau électrique, différence de potentiel ou différence de tension.

Grâce à cette différence, pendant chaque seconde, une certaine quantité d'électricité passera dans un conducteur.

Cette quantité par seconde est le débit ou l'intensité du courant.

L'intensité se représente par I et s'exprime en ampères (A).



NOTION DE TENSION

Qu'est-ce que la tension ?

Pour qu'un courant électrique circule, il faut une pression électrique qu'on appelle une tension. Les principales sources de tension sont: les alternateurs, les dynamos, les accumulateurs et les piles.

On désigne toutes ces sources de tension sous le nom général de générateur.

Les générateurs maintiennent à leurs bornes, ou pôles, un défaut d'électrons d'une part, et un excès d'électrons d'autre part.

Les pôles se différencient donc par leur charge respective d'électrons et l'on dit qu'il existe, entre eux, une différence de potentiel ou une tension électrique.

La tension exprime la différence de potentiel aux bornes d'un générateur ou d'un récepteur.

La tension est comparable à la pression de l'eau dans une conduite, pression due à une différence de niveau.

Un volt est la tension qui fait circuler un courant de un ampère dans une résistance de un OHM.

La tension se représente par U et s'exprime en volts (V).



Electrocinétique

NOTION DE RÉSISTANCE

Qu'est-ce qu'une résistance ohmique ?

Le courant électrique ne circule pas de la même manière dans tous les corps.

Les conducteurs sont des corps qui laissent facilement passer le courant électrique (métaux). Ils ont peu de résistance.

Les isolants sont des corps qui laissent difficilement passer le courant électrique (verre, porcelaine, caoutchouc, matières plastiques). Ils ont beaucoup de résistance.

On peut dire que la résistance est l'opposition faite par les corps au passage du courant.

Le courant électrique rencontre plus de résistance en circulant dans un fil long et mince que dans un fil court et gros.

D'autre part, cette résistance dépend de la nature du conducteur considéré.

La résistance d'un conducteur dépend :

- de sa résistivité car, à section et longueur égales, tous les corps n'ont pas la même résistance.
- de sa longueur car, plus le conducteur est long, plus sa résistance est importante.
- de sa section car, plus le conducteur est gros, plus sa résistance est petite.

Le calcul de la résistance d'un conducteur s'effectue au moyen de la formule suivante :

$$\text{Résistance} = \frac{\text{Résistivité} \times \text{Longueur}}{\text{Section}}$$

On appelle résistance électrique R, en OHMS (Ω) la difficulté plus ou moins grande qu'éprouvent les électrons à circuler à travers la matière constituant les conducteurs.

La résistance d'un conducteur se représente par la lettre R et s'évalue en ohms.

NOTION DE PUISSANCE

Qu'est-ce qu'une puissance électrique ?

La puissance en mécanique c'est le débit multiplié par la hauteur de chute qui détermine la pression.

En électricité la puissance est le produit du débit et de la tension.

Le débit étant l'intensité I et la tension étant U.

Cette puissance s'exprime en watts et l'on a la relation :

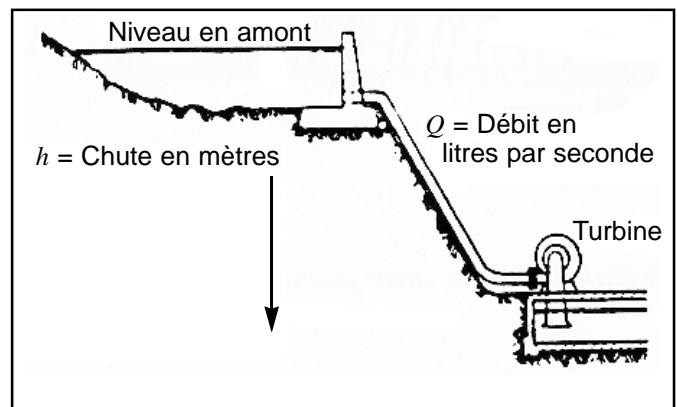
$$P = U \times I \text{ (en watts)}$$

N.B. : la puissance se mesure avec un wattmètre qui est en somme un appareil formé de la combinaison d'un ampèremètre et d'un voltmètre.

Un watt est la puissance d'un récepteur qui absorbe un ampère sous une tension de un volt.

Puissance électrique = Tension X Courant

$$P[\text{W}] = U[\text{V}] \times I[\text{A}]$$





Electrocinétique

DIFFÉRENTS MONTAGES DE RÉSISTANCE

La résistance électrique

Un élément électrique peut être décrit par trois paramètres caractéristiques : sa différence de potentiel ou tension, l'intensité du courant qui le traverse et sa résistance, qui se mesure en ohms.

Un récepteur dans un circuit électrique s'oppose toujours au passage du courant.

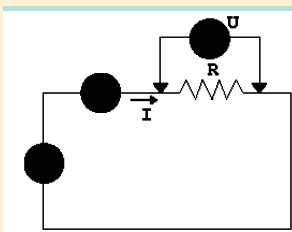
Un ohm correspond à la résistance R d'un circuit traversé par un courant I de 1 Ampère et soumis à une tension U de 1 Volt.

La loi d'ohm s'énonce ainsi :

$$R = U / I \quad I = U / R \quad U = R \cdot I$$

L'ampèremètre A indique le courant traversant le circuit.

Le voltmètre V indique la tension aux bornes du récepteur.



Si le générateur a une tension constante, le courant circulant dépendra de la résistance placée dans le circuit.

Exemple : la lampe d'éclairage d'une maison.

Le circuit série

Disposons plusieurs résistances comme sur le dessin ci-dessous.

On constate que les ampèremètres indiquent la même valeur de courant

$$I_{TOTAL} = I_1 = I_2 = \dots$$

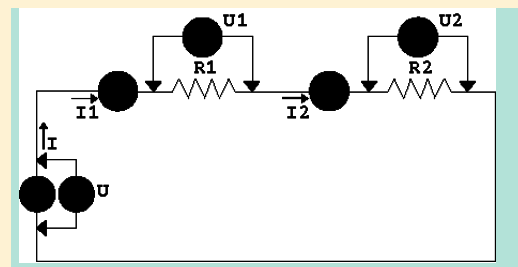
Tandis que les voltmètres indiquent des tensions différentes.

La somme des tensions est égale à la tension du générateur.

$$U_{TOTAL} = U_1 + U_2 + \dots$$

La résistance totale du circuit augmente avec le nombre de résistances et est égale à la somme des résistances placées dans le circuit.

$$R_{TOTALE} = R_1 + R_2 + \dots$$



Exemple : la guirlande de Noël.

Le circuit mixte

C'est un circuit composé d'éléments reliés en série (branche) et d'autres reliés en parallèle (noeud), le tout formant une maille (Kirchhoff). Dans une maille, la somme des tensions aux bornes des récepteurs est égale à la tension du générateur.

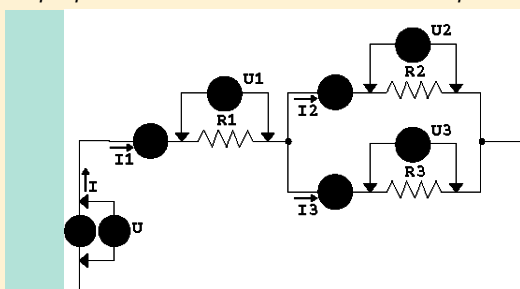
$$U_{total} = U_1 + U_2 = U_1 + U_3$$

La somme des courants partant d'un noeud est égale à la somme des courants qui y aboutissent.

$$I_{total} = I_1 = I_2 + I_3$$

En appliquant la loi d'ohm plusieurs fois, on peut ainsi déterminer la résistance totale du circuit et donc son intensité absorbée.

Exemple : les plaques chauffantes d'une cuisinière électrique.



Le circuit parallèle

Disposons plusieurs résistances comme le dessin ci-dessous. On constate que les ampèremètres indiquent des courants différents.

Le courant total traversant le circuit est égal à la somme de ces courants

$$I_{TOTAL} = I_1 + I_2 + \dots$$

Les voltmètres indiquent tous la même tension égale à la tension du générateur.

$$U_{TOTAL} = U_1 = U_2 = \dots$$

La résistance totale du circuit diminue avec le nombre. La relation suivante peut être appliquée grâce à la loi d'ohm.

$$1 / R_{TOTALE} = 1 / R_1 + 1 / R_2 + \dots$$



Exemple : Les lampes d'éclairage d'un long couloir.

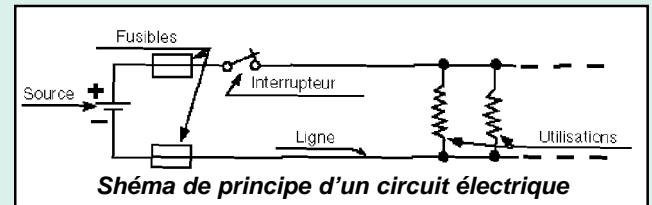


Electrocinétique

LA LOI D'OHM

Circuit électrique

Un circuit électrique est un circuit dans lequel les électrons peuvent circuler librement sans interruption. Un circuit est constitué d'une source de tension; (pile, accumulateur, alternateur), d'une ou plusieurs utilisations, (lampe, radiateur, moteur), et de conducteurs qui relient la source au récepteur avec interposition d'un interrupteur et de protections. (fusibles, disjoncteur,...).



Quand l'interrupteur est ouvert, le courant ne peut pas circuler et l'utilisation ne fonctionne pas. Si l'interrupteur est fermé, le courant peut circuler et l'utilisation est mise en service.

La loi d'Ohm

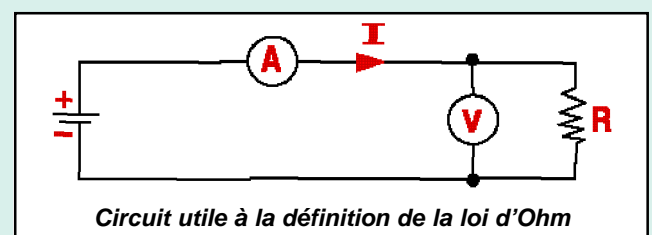
Dans tout circuit électrique, l'utilisation constitue un obstacle au passage du courant, c'est donc ce qu'on appelle une résistance.

L'intensité du courant qui circule dans le circuit est inversement proportionnelle à la résistance du circuit. L'intensité du courant est comparable au débit de fluide qui passe dans une canalisation.

L'intensité du courant dépend encore de la tension d'alimentation du circuit.

Exemple : quand la pression dans le circuit d'eau est grande, le débit du robinet est élevé. De même en électricité, lorsque la tension du générateur est élevée,

l'intensité dans le circuit sera élevée. Cette intensité est donc proportionnelle à la tension d'alimentation.



Formules

Cela se traduit par l'expression :

$$R = \frac{U}{I} \text{ en Ohms}$$

Deux autres formules découlent naturellement de celle-ci :

$$U = R \cdot I \text{ en Volts}$$

$$I = \frac{U}{R} \text{ en Ampères}$$

Pour obtenir une intensité élevée dans un circuit électrique, on dispose de deux moyens :

- Alimenter le circuit avec une tension élevée.
- Diminuer la résistance du circuit.

Court circuit

Comme son nom l'indique, un court-circuit est un circuit court; c'est-à-dire dont la résistance est tellement faible que l'intensité du courant devient très grande. Pour éviter la destruction des appareils placés dans

le circuit et aussi protéger la source d'alimentation, il faut introduire des fusibles ou un disjoncteur capables de couper le circuit lorsque l'intensité devient trop grande.

Georg Simon OHM, physicien Allemand (1789-1854) établit en 1826 une loi qui donne la relation entre intensité, tension et résistance. L'unité de résistance fut adoptée en 1865.



Electrocinétique

LA LOI DE MATTHIESSEN

Influence de la température

La résistivité, donc aussi la résistance, varie avec la température. La physique explique qu'à la température ambiante, ($\pm 20^\circ\text{C}$), les atomes sont animés de vibrations sur place; c'est-à-dire que chaque atome vibre mais reste au même endroit dans l'organisation du réseau d'atomes constituant la matière.

Ces vibrations provoquent des chocs entre les électrons périphériques des atomes et favorisent ainsi la libération de certains d'entr'eux. Cela provoque des courants électriques élémentaires, mais comme le déplacement de ces électrons n'est pas organisé, le résultat est nul.

En appliquant une différence de potentiel aux bornes d'un tel conducteur, il est possible d'obtenir un courant électrique.

Si la température augmente, les vibrations atomiques augmentent en amplitude, ce qui provoque une plus grande libération d'électrons. Il existe alors à l'intérieur du matériau considéré comme un véritable " brouillard " d'électrons et il est alors difficile de faire circuler un courant dans un tel matériau. (multiplication des chocs entre les électrons). Cette diminution du courant correspond à une augmentation de la résistivité et de la résistance.

Cette propriété est mise à profit dans certaines applications comme par exemple la mesure des températures ou d'une variation de température.

Ceci explique aussi certains phénomènes comme par exemple le fait que les lampes d'éclairage à incandescence « claquent » presque toujours au moment de l'allumage. En effet, à froid, le filament présente une faible résistance et le courant absorbé est alors grand, ce qui fait griller le filament. A chaud, ce même filament est beaucoup plus résistant, ce qui limite le courant et protège automatiquement l'ampoule.

Matthiessen a étudié le phénomène et a établi une loi qui

permet de chiffrer ces variations de résistivité et donc de résistance en fonction de la température.

Cela se traduit par les formules :

$$\rho_t = \rho_o [1 + (\alpha.t)]$$

$$R_t = R_o [1 + (\alpha.t)]$$

Relations dans lesquelles :

ρ_t et R_t représentent la résistivité et la résistance à une température t degrés.

ρ_0 et R_0 représentent la résistivité et la résistance à une température de 0 degrés.

α représente le coefficient de température du matériau considéré.

t représente la température finale.

Une autre formule permet de calculer la valeur de résistance à partir d'une température non nulle :

$$\rho_{t_2} = \rho_{t_1} [1 + \alpha(t_2 - t_1)]$$

Relations dans lesquelles :

t_2 est la température finale.

$$R_{t_2} = R_{t_1} [1 + \alpha(t_2 - t_1)]$$

t_1 est la température initiale.

Bien entendu, cette formule permet aussi de calculer une élévation de température ($t_2 - t_1$) par exemple. C'est ainsi qu'on peut déterminer la température finale après fonctionnement d'une machine dans laquelle l'accès est impossible. On mesure la résistance à froid (R_{t_1}) ; on mesure ensuite la résistance à chaud (R_{t_2}) ; et connaissant le coefficient de température du matériau constituant le bobinage de la machine, il reste à calculer l'élévation de température ($t_2 - t_1$) et la température finale t_2 lorsqu'on connaît t_1 .

Remarques

- Certains matériaux, comme les oxydes métalliques, présentent le phénomène inverse. En effet, lorsque la température augmente, la résistivité et donc aussi la résistance diminuent. Le coefficient de température α est alors négatif. Les formules données ci-dessus s'appliquent encore avec cet α négatif. C'est ainsi qu'on fabrique des résistances spéciales qui ont une résistance qui diminue quand la température augmente et inversement. Ces résistances spéciales s'appellent alors des C.T.N. pour Coefficient de Température Négatif. (N.T.C. en anglais).
- Les semi-conducteurs se comportent un peu comme des résistances C.T.N. Lorsque la température augmente, le courant augmente, ce qui correspond à une diminution de résistivité. Ceci s'explique par le fait qu'à température ambiante ($\pm 20^\circ$), le nombre d'électrons libres y est très faible et le courant est faible également. Si la température s'élève, l'agitation thermique libère davantage d'électrons

(mais nettement moins que dans le cas d'un matériau conducteur) et le courant peut augmenter. Ceci correspond à une diminution de résistance. On fabrique des thermostats à partir de cette particularité.

- D'autres matériaux présentent une forte augmentation de résistance quand la température augmente. De telles résistances sont appelées C.T.P. pour Coefficient de Température Positif. (P.T.C. en Anglais). Le phénomène s'explique par une modification de la structure du matériau lorsque la température dépasse une valeur critique. Les atomes se disposent selon des figures géométriques et c'est cet arrangement qui se modifie lorsqu'on passe ce qu'on appelle le point de CURIE. Cette modification de structure s'accompagne d'une modification des propriétés physiques et chimiques du matériau. Les C.T.P. sont utilisées pour des mesures de températures et aussi dans des circuits de protection comme les bobinages des moteurs électriques.

Augustus MATTHIESSEN (1831-1870), chimiste Anglais, il est surtout connu pour ses travaux sur la résistivité des matériaux et la variation de celle-ci en fonction de la température.