ELECTROCINÉTIQUE

I.Électrocinétique des courants continus.

1.Intensité, Vecteur, densité de courant.

Un conducteur possède des charges libres, ou porteurs de charges, susceptibles de se déplacer.

- Métal: déplacement des électrons libres
- Semi conducteurs: déplacement des trous et des électrons libres
- Électrolyte: déplacement des Anions et des cations.

Un courant électrique caractérise le déplacement d'ensemble des porteurs de charges.

L'**intensité** I d'un courant à travers une section S du conducteur est définie par la **quantité de charges** traversant cette section **par unité de temps**.

On identifie le flux du vecteur densité de courant par l'intensité I homogène a un débit de charges tel que:

$$\boxed{I = \frac{dQ}{dt} = \iint \vec{j} \cdot \vec{ds}}$$

Un conducteur présentant plusieurs types de charges est caractérisé par:

$$\boxed{\vec{j} = \sum_K n_K \, q_K \, \vec{v_K}}$$

$\vec{j} \rightarrow$ densité de courant
$n_K \rightarrow$ nombre de charges
$q_K \rightarrow$ nature de la charge
$\vec{v_K} \rightarrow$ vitesse de déplacement

Exemple: dans le cas d'un conducteur métallique: $\vec{j} = -\, n\, e\, \vec{v}$

2.Régime quasi permanent:

On note ρ_M la densité volumique de charges mobiles à l'intérieur d'un conducteur. Un **régime quasi stationnaire** est caractérisé par un **constante**, le flux $\vec{j}$ est alors nul à travers une surface σ .
Cette propriété se généralise dans le cas d'un régime quasi permanent associé à un courant lentement variable.

En prenant comme surface fermée σ un tube de courant, on en déduit:
- le flux de $\vec{j}$ est le même à travers toute section S du conducteur.
- Lois de KIRCHOFF (loi des noeuds):

$$\boxed{\sum_K \varepsilon_K \, i_K = 0 \ \ \text{avec} \, \varepsilon_K \pm 1}$$

3.Loi d'ohm, résistance, loi de Joules

A l'échelle microscopique, la vitesse d'ensemble des porteurs de charges d'un conducteur soumis à un champ électrique $\vec{E}$ atteint instantanément une valeur limite proportionnelle au champ:

$$\boxed{\vec{v} = \mu \, \vec{E}}$$

$\mu \rightarrow$ mobilité des porteurs de charges

Il en résulte une loi appelée **loi d'ohm locale**:

- $\vec{j} = \gamma \, \vec{E}$ avec $\gamma \rightarrow$ conductivité
- $\vec{E} = \rho \, \vec{j}$ avec $\rho \rightarrow$ résistivité

A l'échelle macroscopique, toute portion de conducteur, de résistance R, soumise à une différence de potentiel (ddp) est parcourue par un courant I tel que:

$$\boxed{U = RI}$$

Dans le cas d'un conducteur cylindrique homogène, de résistivité ρ , de longueur l et de section S, sa résistance est:

$$\boxed{R = \rho \frac{l}{S}}$$

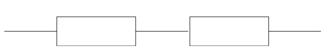
Le bilan énergétique d'une portion de conducteur ohmique de résistance R se traduit par la loi de Joules:

$$\boxed{P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}}$$

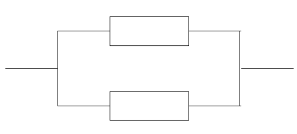
L'énergie électrique consommée entre deux instants t_1 et t_2 est:

$$\boxed{W = \int_{t_1}^{t_2} P \, dt}$$

Association de résistances:



$$R_{EQ} = \sum R$$



$$R_{EQ} = \frac{1}{\sum R}$$

II.Dipôle électrocinétique

1.Conventions d'orientation:

Pour l'étude des **dipôles passifs**, la **tension** U est orienté dans le **sens inverse** du **courant** I.

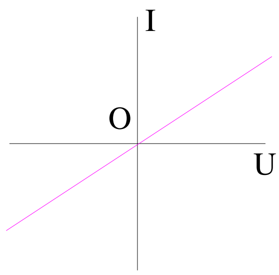
Pour l'étude des **dipôles actifs**, la **tension** U et le **courant** I seront de **même sens**.

2.Dipôles passifs.

Un dipôle passif **consomme de l'énergie électrique** et la convertit en une autre forme d'énergie.

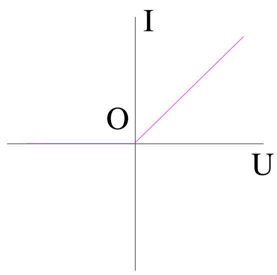
a/Dipôles passifs symétriques.

Un dipôle passif symétrique est caractérisé par la symétrie de centre O de sa courbe I(U).
Exemples: Résistances, condensateur, inductances ...



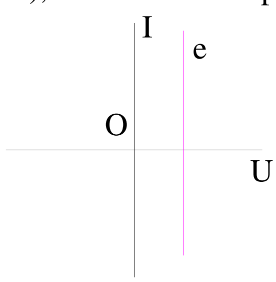
b/Dipôles passifs asymétriques.

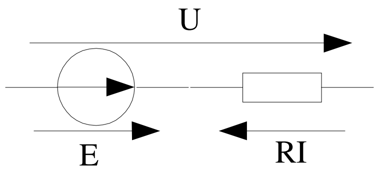
Un dipôle passif asymétrique, à l'inverse d'un dipôle passif symétrique, n'a pas de symétrie de centre O sur sa caractéristique I(U).
Exemple: diodes ...



3.Dipôles actifs.

Un dipôle actif est caractérisé par sa courbe I(U) qui ne passe pas par l'origine, c'est donc une source idéale d'énergie (Tension, courant), il se caractérise par une force électromotrice (fém) e.





$$\boxed{U = E - RI}$$

Si on associe plusieurs de ces générateurs dans une boucle fermée, on obtient en appliquant la loi de POUILLET la relation suivante.

$$\boxed{\sum_K E_K = \sum_K R_K I_K}$$

Les conventions liées à ces relations sont les suivantes:

- On choisit arbitrairement un sens de parcours
- E_K est compté positivement si le courant sort par la borne positive du dipôle.
- I_K est compté positivement s'il est dans le sens de parcours.

III.Réseaux linéaires en régime permanent.

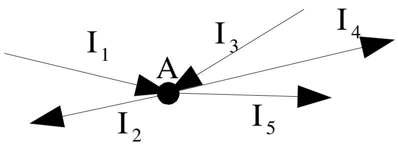
Un réseau électrocinétique est dit linéaire s'il est constitué par des dipôles actifs ou passifs dont les caractéristiques sont linéaires.

1.Étude par les lois de KIRCHOFF.

Les lois de KIRCHOFF sont au nombre de deux, une pour les courants et une pour les tensions.

a/Loi des noeuds.

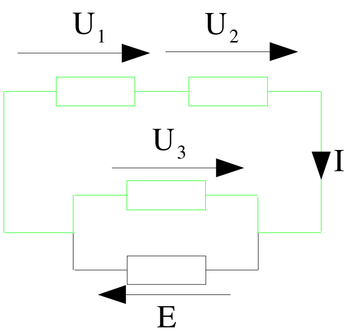
On appelle noeud l'intersection de plusieurs branches d'un circuit. En ce noeud la somme des courants entrant et sortant et nulle.



$$\boxed{\sum_K I_K = 0}$$

b/Loi des mailles.

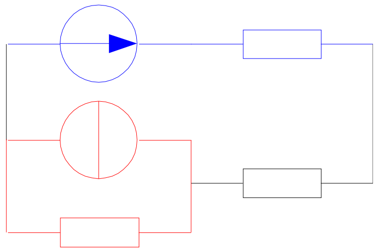
On appelle maille un circuit fermé contenant plusieurs branches contenant des dipôles. Dans cette maille la somme des tensions est nulle.



$$\boxed{\sum_K U_K = 0}$$

2.Étude par le théorème de ELMOLTZ.

Ce théorème, aussi appelé théorème de superposition des états, se déduit de la linéarité du système: l'état d'un réseau linéaire comportant diverses sources s'obtient en superposant l'état de chaque source seule.



3.Théorème de THÉVENIN.

Soit un réseau dipolaire entre deux bornes A et B, il peut être modélisé par une source de tension ou générateur de Thévenin caractérisé par:

- Une force électromotrice égale à la tension à vide du système: $\boxed{E_{EQ} = \left(V_A - V_B\right)_{VIDE}}$
- Une résistance R_{EQ} égale à la résistance du réseau en remplaçant les générateurs de tension par un fil et les générateurs de courant par une coupure.