

Bases de l'électricité

I Généralités

I.1 La charge électrique

La **charge** est une qualité intrinsèque d'une particule (comme la masse). Elle s'exprime en Coulomb (C) et est de dimension $I.T^{-1}$. La charge est une grandeur scalaire **algébrique** (+ ou -), une grandeur **algébrique** et est **conservatrice** (un système fermé est de charge fixe).

La charge est portée par les électrons ($-e$) et les protons (e), avec $e = 1.6 * 10^{-19}C$ la **charge élémentaire**.

I.2 Le courant électrique

Le **courant électrique** est un déplacement d'ensemble de charges.

I.3 Dipôle électrique, branche, maille, circuit

Un **dipôle** possède 2 pôles, lui permettant d'être traversé par un courant électrique. Une association de dipôles forme un **circuit**.

Une association de dipôles à la "queue-leu-leu" appelée **association série** forme une **branche**.

Une association de dipôles qui boucle sur elle même est appelée une **maille**.

I.4 Intensité électrique

L'**intensité électrique** est un débit de charge noté I .

On a $I = \frac{\delta Q}{dt}$ avec δQ la charge qui traverse la section pendant Δt .

Pour mesurer l'intensité on utilise un ampèremètre branché en *série* avec le + sur le mA et le - sur le COM.

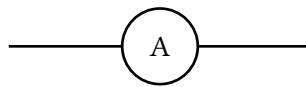


Figure 1: Ampèremètre en série

On a la **loi des noeuds** car il n'y a pas d'accumulation dans les noeuds :

$$\sum_{\text{entrant}} I = \sum_{\text{sortant}} I$$

II La tension électrique

II.1 Retour sur l'analogie

On a U la **tension électrique** une *différence de potentiel* en Volts (V) : $U_{AB} = V_A - V_B$

Pour mesurer une tension on utilise un voltmètre branché en *dérivation* avec le + sur le Ω et le - sur le COM.

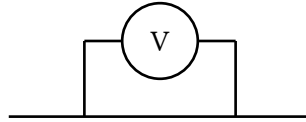


Figure 2: Voltmètre en dérivation

II.2 Additivité des tensions et loi des mailles

La tension est une grandeur additive, et on a la **loi des mailles** :

$$\sum_{\substack{\text{tension} \\ \text{mailles}}} \varepsilon_i U_i = 0 \text{ avec } \varepsilon_i = \begin{cases} 1 & \text{si } U_i \text{ dans le sens de parcours} \\ -1 & \text{sinon} \end{cases}$$

La *loi des mailles* et la *loi des noeuds* sont les lois de **Kirchhoff**. Elles sont valables en régime continu et en régime lentement variable (ARQS).

III Approximation des régimes quasi stationnaires (ARQS)

Pour dire qu'un système est **lentement variable** il faut que $\tau \gg \frac{d}{c}$, avec τ le temps caractéristique d'évolution de la source, d la taille du circuit et c la vitesse de la lumière dans le vide.

Si ce critère est vérifié, alors tous les points du circuit *voient* en même temps tout changement du signal source.

Puisque les générateurs de TP ont un $\tau \gg 3$ ns, alors on est dans l'ARQS en TP.

IV Résistors

IV.1 Généralités

Un **résistor** est un dipôle qui conduit plus ou moins bien l'électricité.

On schématise un résistor de la manière suivante :

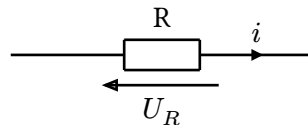


Figure 3: Schéma d'un résistor

On a **loi d'Ohm** : $U = RI$ avec R la résistance en Ohm (Ω), attention, en convention générateur on a $U = -RI$.

Un résistor est un dipôle *passif*, en l'absence de U pas de I et un dipôle *linéaire* car U et I sont linéairement liés.

En pratique, un résistor est un morceau de matériau doté d'une **conductivité électrique** notée σ en $S.m^{-1}$.

On a la relation suivante : $R = \frac{l}{\sigma S}$ (l la longueur et S la surface)

On considère les résistances suivantes :

- $R_{\text{fil}} = 0.1\Omega$
- $R_{\text{voltmètre}} = 10M\Omega$ (modélisé par un interrupteur ouvert)
- $R_{\text{ampèremètre}} = 0.1\Omega$ (modélisé par un fil)

On a aussi une tension nulle dans un fil.

IV.2 Associations de résistors et pont diviseurs

IV.2.a Association série

Dans le schéma suivant, on a $R = R_1 + R_2$:

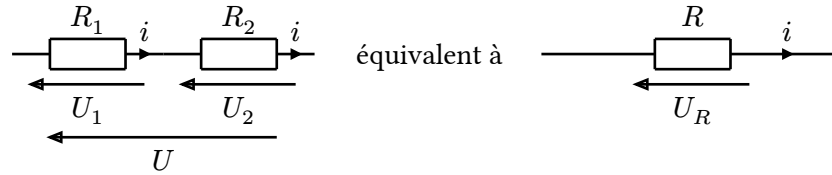


Figure 4: Association série de résistors

Preuve D'après la loi d'Ohm on a : $U_1 = R_1 i$ et $U_2 = R_2 i$ soit $U = U_1 + U_2 = R_1 i + R_2 i = (R_1 + R_2) i$ ainsi $R = R_1 + R_2$

IV.2.b Pont diviseur

On considère le schéma en figure 4, on a $U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U$.

Preuve On a $U_1 = R_1 i$ et $U = (R_1 + R_2) i$ soit $\frac{U_1}{U} = \frac{R_1 i}{(R_1 + R_2) i} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

IV.2.c Association en dérivation

Dans le schéma suivant, on a $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$:

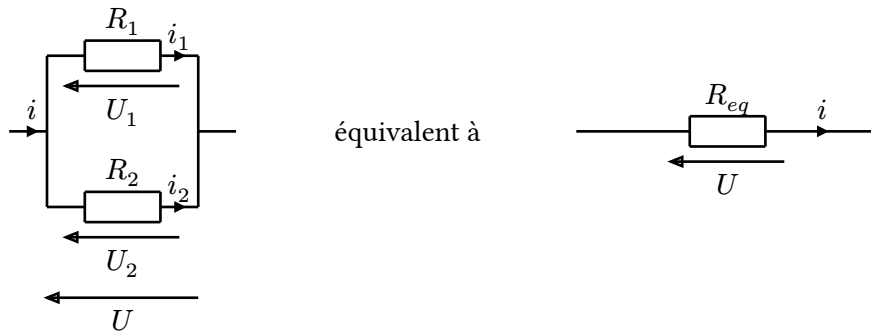


Figure 5: Association en dérivation de résistors

Preuve D'après la loi des mailles on a $U_1 = U_2 = U$ et d'après la loi d'Ohm, $U = R_1 i_1 = R_2 i_2$ soit d'après la loi des noeuds $i = i_1 + i_2 = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} = U \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ ainsi $U = \left(\frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \right) I$

IV.2.d Pont diviseur de courant

On considère le schéma en figure 5, on a $i_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} i$.

IV.2.e Puissance dissipée par un résistor

On a $P = RI^2$ la puissance dissipée par effet Joule.

Preuve $P_{\text{reçu}} = Ui = U_R i_R = R i_R i_R = R i_R^2$ (en convention récepteur)

V Masse

La **masse** est le point d'un circuit de potentiel nul, $V = 0V$, c'est l'origine des potentiels. En théorie elle est choisie arbitrairement, en pratique elle est imposée par certains appareils électriques reliés à la Terre. On la schématise de la manière suivante :

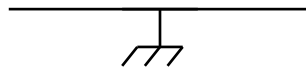


Figure 6: Schématisation d'une masse

VI Générateur de tension

VI.1 Générateur (source) de tension idéal

Le **générateur de tension idéal** est un générateur qui impose une tension entre ses bornes, il est schématisé de la manière suivante avec E sa **force électromotrice** ou f.e.m.

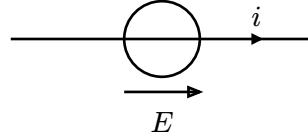


Figure 7: Schématisation d'un générateur de tension idéal

U est ainsi indépendante de I , c'est un dipôle *actif* car $U \neq 0V$ même si $I = 0A$.

VI.2 Générateur de tension réel

On a le **générateur de Thévenin** schématisé de la manière suivante avec un générateur idéal et une résistance interne :

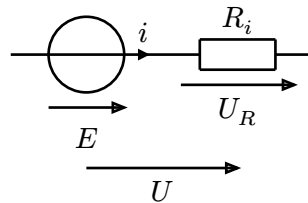


Figure 8: Schématisation d'un générateur de Thévenin

On a $U = U_R + E = E - Ri$ (convention générateur).

- À $I = 0A$, le générateur ne *débite* pas, sa **tension à vide** est sa f.e.m.
- Sinon il *débite* $U < E$, et il apparaît une chute de tension à ses bornes

On a $P_{\text{fournie}} = UI = (E - R_i i)i = Ei - R_i i^2$

VII Générateur de courant (HP)

On a le **générateur de courant idéal** schématisé ci dessous :

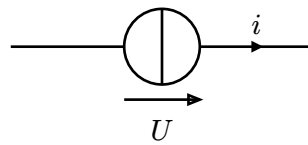


Figure 9: Schématisation d'un générateur de courant idéal

Le **générateur de Norton** est un modèle de générateur de courant réel schématisé ci dessous :

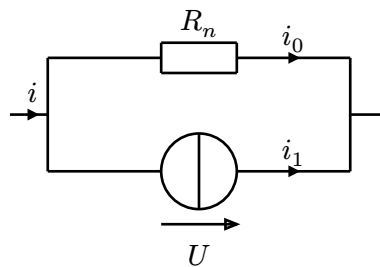


Figure 10: Schématisation d'un générateur de Norton

On a $U = -R_n(i - i_0) = R_n i_0 - R_n i$ soit $U = C_{te} - R_n i$

On a le résultat HP de l'équivalence Thévenin/Norton si $\begin{cases} R_n = R_i \\ R_n I = E \end{cases}$