

Fiche de cours Signaux et capteurs

L'essentiel du chapitre en deux pages

définitions · lois · méthodes · à savoir par cœur



R. RINGUET · 2026 - 2027

1 LE CIRCUIT ÉLECTRIQUE : INTENSITÉ ET TENSION

Définition. Un **circuit** est une chaîne fermée de **dipôles** (deux bornes) reliés par des fils. Le **générateur** fournit l'énergie, les autres dipôles sont des **récepteurs**. Un **nœud** est un point où se rejoignent au moins trois fils ; une **maille** est un chemin fermé du circuit. Pour compter les mailles, on ne retient que les boucles élémentaires (qui n'entourent aucune autre branche) : la loi des mailles du contour extérieur se déduit des leurs.

Définition. L'**intensité** I du courant, en **ampères** (A), se mesure avec un **ampèremètre en série**. La **tension** U aux bornes d'un dipôle, en **volts** (V), se mesure avec un **voltmètre en dérivation**. On représente I par une flèche *sur le fil* et U par une flèche *à côté du dipôle* : de sens opposé à I pour un récepteur (**convention récepteur**), vers la borne + pour le générateur.

Notation. Par convention, à l'extérieur du générateur, le courant circule de la borne + vers la borne - ; les électrons, eux, se déplacent en sens inverse. $1 \text{ mA} = 1 \times 10^{-3} \text{ A}$; $1 \text{ k}\Omega = 1 \times 10^3 \Omega$; $1 \text{ M}\Omega = 1 \times 10^6 \Omega$.

2 LOI DES NŒUDS ET LOI DES MAILLES

Propriété — loi des nœuds. En un nœud, la somme des intensités des courants qui *arrivent* est égale à la somme des intensités de ceux qui en *repartent*. Sur la figure 1, au nœud A : $I = I_1 + I_2$.

Propriété — loi des mailles. En parcourant une maille dans un sens choisi, la somme des tensions dont la flèche est *dans le sens du parcours* est égale à la somme de celles dont la flèche est *en sens contraire*. Sur la figure 1 : $U_G = U_R + U_1$ (maille de gauche) et $U_1 = U_2$ (maille de droite). Deux dipôles en **série** sont traversés par le *même courant* ; deux dipôles en **dérivation** sont soumis à la *même tension*.

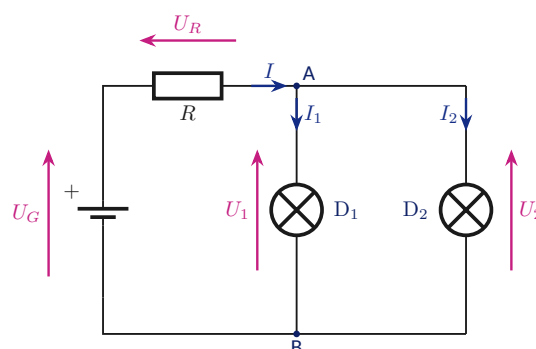


Figure 1 — Circuit à deux mailles : A et B sont les deux nœuds, D_1 et D_2 sont en dérivation

3 CARACTÉRISTIQUE D'UN DIPÔLE ET LOI D'OHM

Définition. La **caractéristique** d'un dipôle est la courbe $U = f(I)$, obtenue en relevant plusieurs couples $(I ; U)$. Un **conducteur ohmique** (ou dipôle ohmique) a une caractéristique qui est une **droite passant par l'origine** : il obéit à la **loi d'Ohm**

$$U = RI \quad (U \text{ en V, } I \text{ en A, } R \text{ en ohms, } \Omega),$$

la **résistance** R étant le coefficient directeur de cette droite : $R = \frac{U}{I}$.

Remarque. Une lampe ou une diode ne sont **pas** des dipôles ohmiques : leur caractéristique n'est pas une droite, la loi d'Ohm ne s'y applique pas.

4 POINT DE FONCTIONNEMENT

Définition. Lorsqu'un générateur et un récepteur sont seuls dans un circuit, ils sont parcourus par le *même courant* (ils sont en série) et soumis à la *même tension* (loi des mailles). Le couple $(I ; U)$ appartient donc aux *deux caractéristiques* : c'est le **point de fonctionnement**, lu à l'intersection des deux courbes.

Méthode — le déterminer. tracer les deux caractéristiques dans le *même repère*, puis lire les coordonnées du point d'intersection.

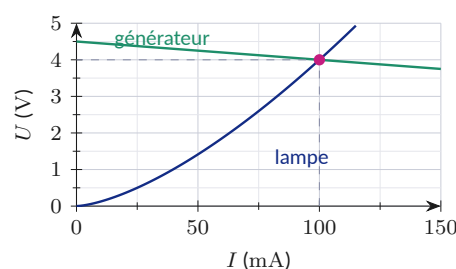


Figure 2 — Point de fonctionnement : $I = 100 \text{ mA}$, $U = 4,0 \text{ V}$

5 CAPTEURS RÉSISTIFS ET MICROCONTRÔLEUR

Définition. Un **capteur** transforme une grandeur physique (température, éclairement, déformation) en une grandeur électrique. Dans un **capteur résistif**, c'est la *résistance* qui varie : **thermistance CTN** (sa résistance *diminue* quand la température augmente), **photorésistance LDR** (sa résistance *diminue* quand l'éclairement augmente), **jauge de déformation**.

Méthode — courbe d'étalonnage. la courbe $R = f(\text{grandeur mesurée})$, fournie par le constructeur, s'utilise dans les deux sens : connaissant la grandeur, on lit R ; connaissant R (mesurée à l'ohmmètre), on lit la grandeur. Elle n'est en général *pas* une droite : il n'y a pas de proportionnalité.

Propriété — pont diviseur de tension. Un microcontrôleur ne mesure que des tensions. On associe donc le capteur de résistance R_{cap} à un conducteur ohmique R_0 en série, sous une tension d'alimentation U_{alim} ; la tension mesurée aux bornes de R_0 vaut

$$U = U_{\text{alim}} \times \frac{R_0}{R_0 + R_{\text{cap}}} \quad \text{soit} \quad R_{\text{cap}} = R_0 \times \frac{U_{\text{alim}} - U}{U}.$$

6 SAVOIR-FAIRE DU CHAPITRE

► SAVOIR-FAIRE

- Lire un schéma normalisé, y placer un ampèremètre (en série) et un voltmètre (en dérivation), convertir les unités.
- Repérer les nœuds et les mailles, appliquer les deux lois pour trouver une intensité ou une tension inconnue.
- Reconnaître un dipôle ohmique sur sa caractéristique et utiliser $U = RI$ dans les trois sens.
- Déterminer graphiquement un point de fonctionnement.
- Exploiter la courbe d'étalonnage d'un capteur résistif et la relation du pont diviseur de tension.

7 EXEMPLES TYPES

★ EXEMPLE — lois des nœuds et des mailles

Sur la figure 1, on mesure $U_G = 12,0 \text{ V}$, $U_R = 4,5 \text{ V}$, $I = 250 \text{ mA}$ et $I_1 = 150 \text{ mA}$. Loi des mailles : $U_1 = U_G - U_R = 12,0 - 4,5 = 7,5 \text{ V}$, et $U_2 = U_1 = 7,5 \text{ V}$. Loi des nœuds : $I_2 = I - I_1 = 250 - 150 = 100 \text{ mA}$.

★ EXEMPLE — loi d'Ohm

Aux bornes d'un conducteur ohmique on mesure $U = 7,2 \text{ V}$ et $I = 24 \text{ mA} = 0,024 \text{ A}$. Sa résistance vaut $R = \frac{U}{I} = \frac{7,2}{0,024} = 300 \Omega$. Sous $9,0 \text{ V}$, le même conducteur serait traversé par $I = \frac{9,0}{300} = 0,030 \text{ A} = 30 \text{ mA}$.

★ EXEMPLE — pont diviseur avec une CTN

Avec $U_{\text{alim}} = 5,00 \text{ V}$, $R_0 = 10,0 \text{ k}\Omega$ et une CTN de $R_{\text{cap}} = 15,0 \text{ k}\Omega$: $U = 5,00 \times \frac{10,0}{10,0 + 15,0} = 2,00 \text{ V}$. Inversement, si le microcontrôleur mesure $U = 2,00 \text{ V}$, alors $R_{\text{cap}} = 10,0 \times \frac{5,00 - 2,00}{2,00} = 15,0 \text{ k}\Omega$, et la courbe d'étalonnage donne la température correspondante.

✗ PIÈGES

- Brancher l'ampèremètre en dérivation ou le voltmètre en série : l'ampèremètre se place *dans* le circuit, le voltmètre à côté du dipôle.
- Appliquer $U = RI$ à une lampe ou à une diode : la loi d'Ohm ne vaut que pour un conducteur ohmique.
- Oublier de convertir les milliampères en ampères (ou les kilohms en ohms) avant d'appliquer $U = RI$.
- Croire qu'une CTN suit une loi de proportionnalité : sa courbe d'étalonnage n'est pas une droite.
- Reporter une tension d'une maille à l'autre sans vérifier que les deux dipôles sont bien en dérivation.