

M Ohm « Loi d'ohm »

M Kirchhoff « Loi de Kirchhoff : loi des mailles et loi des nœuds »

Vous savez sûrement qu'une prise de courant murale (que vous avez chez vous) délivre une tension de 230V (en courant alternatif) et que si vous essayez d'y brancher un appareil conçu pour fonctionner en 120V, cela détériorera votre appareil (il y a d'ailleurs des chances pour que vous observiez une petite explosion accompagnée d'une odeur de plastique brûlé).

Sachez que chaque appareil est conçu pour fonctionner à une tension que l'on appelle sa tension nominale.

Dans le domaine de l'électronique, il en est de même : chaque composant fonctionne avec une tension nominale sous un courant nominal que le constructeur nous donne et qu'il faut respecter (il y a d'autres paramètres mais ceux qui nous intéressent ici sont le courant et la tension).

Par conséquent, nous sommes dans l'obligation de connaître précisément les tensions et courants qui traversent nos composants. C'est là qu'est l'importance et la nécessité d'utiliser les lois fondamentales.

Dans le domaine de l'électronique, on peut distinguer le domaine du courant continu et le domaine du courant alternatif (ou plus généralement dit « courant variable »).

Dans le cadre de cette partie, nous ne nous occuperons que des lois relatives au courant continu.

Le courant délivré par une pile est un courant continu.

*Le courant délivré par un transformateur est un courant alternatif, mais il existe des transformateurs équipés d'un convertisseur de courant alternatif vers du courant continu. Ces derniers sont repérés par les symboles que voici : 9V et 9V **DC**.*

La loi d'Ohm

Il s'agit sans doute de la loi qui a révolutionné le monde de l'électronique et de l'électricité.

C'est la loi qui permet de connaître l'intensité du courant qui traverse une charge (une résistance dans notre cas) soumise à une différence de potentiel (dite tension ou DDP).

Inversement, cette loi permet aussi de connaître la DDP à appliquer à la charge pour qu'elle soit parcourue par une certaine intensité de courant.

Soit les trois paramètres suivants :

- R : la résistance. Son unité est l'ohm, noté Ω
- ;
- U : la différence de potentiel entre les deux bornes de la résistance. Son unité est le volt, noté V ;
- I : le courant traversant la résistance. Son unité est l'ampère, noté A .

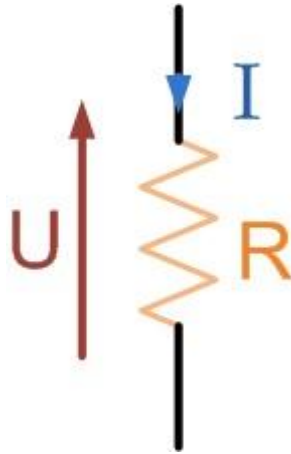


Figure 1 : Une résistance R traversée par un courant I et soumise à une DDP U

Ainsi, nous pouvons admettre qu'il existe une relation entre ces trois paramètres, appelée **la loi d'Ohm** :

$$U = R \times I$$

Elle porte également le nom de son inventeur [Georg Simon Ohm](#). Et à partir de cette relation, nous pouvons extraire les deux suivantes : $R = \frac{U}{I}$ et $I = \frac{U}{R}$

La loi des mailles

Comme nous venons de le voir, les tensions et les courants ont un sens ! C'est une notion très importante et nous allons l'illustrer dans les explications qui suivent.

La loi des mailles est une loi qui permet de mettre en équation les tensions qui se trouvent dans une maille **fermée**.

Dans le cas général, nous allons admettre que :

$$\sum \text{des_tensions_dans_une_maille_fermee} = 0$$

C'est ce que l'on appelle la loi des mailles.

Pour ceux qui se demandent ce que représente le symbole \sum

(dit sigma), il s'agit d'une notation mathématique pour dire « somme de ».

Pour commencer, prenons un circuit électrique composé d'un générateur et de deux résistances montées en série :

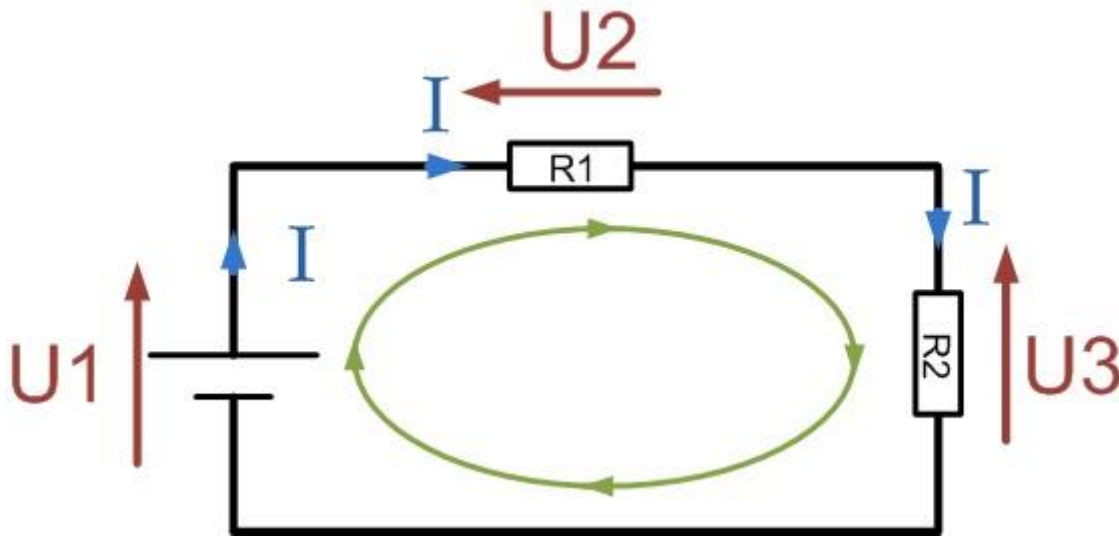


Figure 3 – Un circuit électrique composé d'un générateur et de deux résistances montées en série

Le cercle en vert au milieu représente le sens de parcours que nous allons prendre.

La règle est la suivante :

- on part d'un point quelconque sur le cercle vert, on fait un tour complet pour revenir à ce point ;
- dans notre parcours, les tensions qui ont le même sens que le cercle vert seront notées avec un signe « + » tandis que celles qui s'opposent à ce sens seront notées avec un signe « - » ;
- on effectue la somme de toutes les tensions rencontrées dans notre maille **en respectant les signes** et on dit qu'elle est égale à 0.

Une autre manière de procéder

Si vous n'êtes pas à l'aise avec les signes, la loi des mailles peut également être établie suivant la logique :

La somme des tensions ayant le même sens que le courant est égale à la somme de celles qui s'y opposent.

Pour notre petit circuit, voici ce que cela donnerait, étape par étape.

Étape 1 – Choix du sens de parcours et du point de départ

On a choisi de parcourir la maille fermée suivant le cercle vert, en partant du point voisin au générateur pour y revenir.

Étape 2 – Détermination du signe des tensions

On parcourt ce cercle et on note le signe des tensions :

- U1 est dans le même sens que notre parcours, donc : +U1 ;
- U2 s'oppose au sens de parcours, donc : -U2 ;
- U3 s'oppose au sens de parcours, donc : -U3.

Étape 3 – Mise en équation

Ce parcours nous a donné l'équation suivante : $+ U1 - U2 - U3 = 0$.

En conséquence, nous pouvons dire que $U1 = U2 + U3$, ce qui est physiquement logique. On dit que la tension du générateur a été partagée entre les deux résistances (parce qu'elles sont montées en série).

Si on avait choisi de parcourir la maille dans le sens inverse, on aurait eu la même équation (le signe des tensions aurait été inversé mais les deux égalités auraient été équivalentes), autrement dit : $+ U1 - U2 - U3 = 0$ équivaut à dire que $-U1 + U2 + U3 = 0$

Que peut-on dire du courant I ?

Il s'agit d'un circuit avec une seule branche, en d'autres termes, les résistances sont montées en série, donc le courant qui les parcourt est le même.

Il n'est donc pas intéressant à ce stade d'étudier le courant si ce n'est de dire qu'il est régi par les relations : $I = U2/R1 = U3/R2$

(Rappelez-vous de la loi d'Ohm).

Quand il s'agit de montages en parallèle, le courant parcourant les éléments du circuit est partagé mais la tension reste la même. C'est ce que nous allons aborder dans la partie qui suit (la loi des nœuds).

La loi des nœuds

Généralités et énoncé de la loi

Qu'est-ce qu'un nœud ?

On parle de nœud dans un circuit électrique dès lors que l'on a plusieurs branches. "Plusieurs branches" signifie simplement le fait d'avoir une connexion physique entre trois fils, au moins.

On dit que la somme des courants entrants dans un nœud est égale à la somme des courants sortants de ce nœud :

$$\sum \text{courants_entrants_dans_un_noeud} = \sum \text{courants_sortants_du_noeud}$$

C'est ce que l'on appelle la loi des nœuds.

Voici quelques exemples :

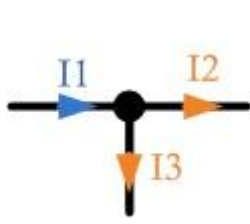


Figure 4.1

I_1 est le seul courant entrant.
 I_2 et I_3 sont les courants sortants.
 Donc on obtient l'équation suivante :
 $I_1 = I_2 + I_3$

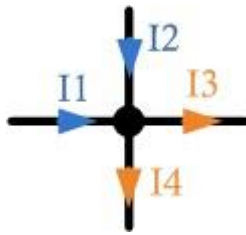


Figure 4.2

I_1 et I_2 sont les courants entrants.
 I_3 et I_4 sont les courants sortants.
 Donc on obtient l'équation suivante :
 $I_1 + I_2 = I_3 + I_4$

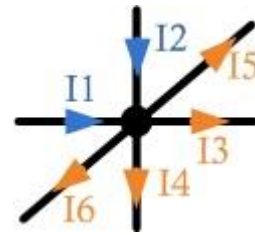


Figure 4.3

I_1 et I_2 sont les courants entrants.
 I_3 , I_4 , I_5 et I_6 sont les courants sortants.
 Donc on obtient l'équation suivante :
 $I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5 + I_6$

Application à un circuit électrique :

Soit le montage de la figure 5 dans lequel on identifie les nœuds A, B, C, et D :

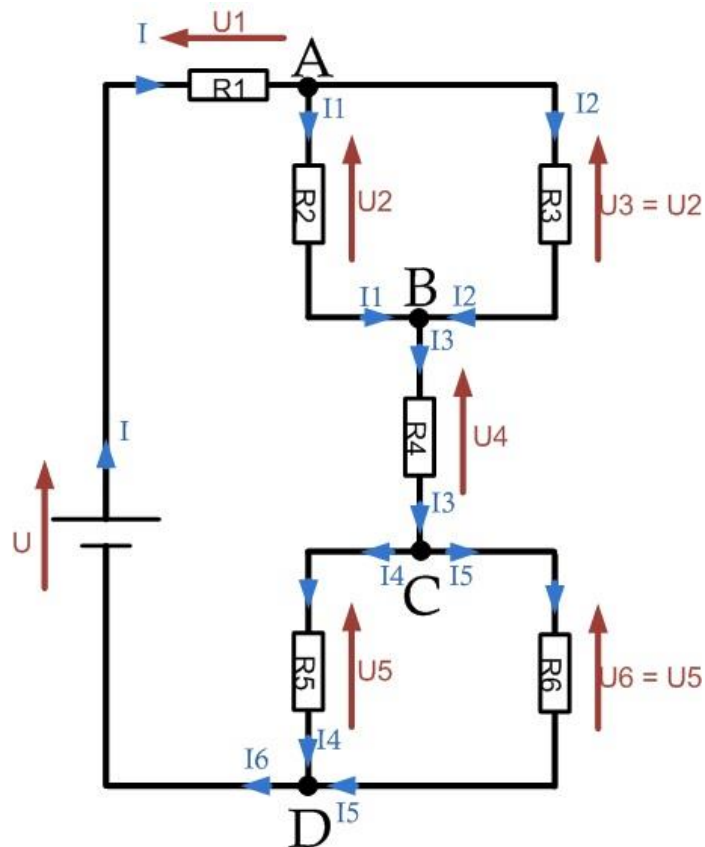


Figure 5 – Circuit électrique avec des nœuds

Si nous suivons le parcours que le courant I effectue en partant du potentiel « + » du générateur jusqu'à revenir sur le potentiel « - » :

Nœud A :

Le courant I se divise pour devenir I1 et I2.

Nœud B :

Les courants I1 et I2 se rejoignent pour former I3.

Nœud C :

Le courant I3 se divise pour former I4 et I5.

Nœud D :

Les courants I4 et I5 se rejoignent pour former I6.

Je vous invite à un exercice consistant à écrire les équations de courant pour chacun des nœuds A, B, C et D. Voici les résultats :

- A : $I = I1 + I2$
- B : $I1 + I2 = I3$
- C : $I3 = I4 + I5$
- D : $I4 + I5 = I6$

Je vous fais remarquer que I6 n'est autre que le courant de départ I qui a parcouru tout le circuit. Dans son parcours, il a été divisé et reformé plusieurs fois.

Que peut-on dire sur les tensions ?

Si vous avez remarqué, j'ai écrit sur la figure 5 $U3 = U2$ et $U6 = U5$. Rappelez-vous, il s'agit de résistances montées en parallèle donc le courant est partagé mais la tension reste la même.

Je vous propose d'écrire les différentes équations des tensions présentes sur ce montage sous la forme d'un exercice dont voici les résultats :

- $U - U1 - U2 - U4 - U5 = 0$: les mailles R1, R2, R4 et R5 ;
- $U - U1 - U3 - U4 - U6 = 0$: les mailles R1, R3, R4 et R6 ;
- $U - U1 - U2 - U4 - U6 = 0$: les mailles R1, R2, R4 et R6 ;
- $U - U1 - U3 - U4 - U5 = 0$: les mailles R1, R3, R4 et R5.

Voir exercices schémas mixtes 2