

Notions d'électronique

Est-ce bien nécessaire ?

Pourquoi commencer un cours de "Hardware" par des notions d'électronique ?

Hardware signifie **matériel** et, mis à part le boîtier, tout ce matériel est **électronique** : les cartes, les câbles, les connecteurs, les écrans, ... et même les cartouches des imprimantes qui sont elles aussi équipées de puces électroniques.

Nous devons donc comprendre de quelle nature sont les **signaux électroniques**, comment ils se propagent, quels obstacles ils peuvent rencontrer, et comment éviter les problèmes que cela va engendrer.

Il faudra aussi connaître les caractéristiques des différents composants qui, même quand ils sont très sophistiqués, sont élaborés à partir d'un petit nombre de **composants de base** : résistances, condensateurs, bobines, semi-conducteurs, c'est tout ! Mais c'est aussi une base minimum à connaître.

Enfin, nous devons être capables de nous servir d'un multimètre pour réaliser des mesures telles que celle d'une tension ou vérifier un contact ou un câble. Quelques notions sur les unités (volt, ampère, watt, ohm, hertz etc.) qu'utilisent les électriciens ne seront pas de trop.

Charge électrique

La charge électrique est une propriété de certaines particules élémentaires. Dans l'antiquité déjà, les Grecs ont observé l'apparition de ces charges en frottant de l'ambre sur un tissu. L'ambre chargée de la sorte peut attirer des objets légers. Cette force d'attraction est comparable à l'attraction des masses à ceci près qu'il y a deux sortes de charges électriques et on observe que ces forces électrostatiques sont tantôt d'attraction et tantôt de répulsion.

Ce serait Benjamin Franklin, célèbre notamment ses expériences sur la foudre, qui en étudiant les charges électriques aurait arbitrairement décidé d'appeler les unes **positives** et les autres **négatives**. Ce qui lui a permis d'énoncer leur comportement : Les charges de signes contraires s'attirent, celles de même signe se repoussent.

Electricité statique

On a tous vu et refait l'expérience de frotter un objet de plastique sur un tissu pour l'électriser et attirer de petits bouts de papier. Cette expérience n'est possible qu'avec des matériaux isolants. Les charges électriques peuvent s'y accumuler localement alors que dans un conducteur elles se disperseraient.

Le phénomène d'électricité statique est à l'origine de la foudre, il est aussi à l'origine de décharges électriques lorsque l'on sort le linge du séchoir et des décharges qui nous surprennent parfois en descendant d'une voiture. Cette électricité statique peut aussi apparaître lorsque par temps sec on traîne les pieds sur de la moquette. Le phénomène peut être dangereux pour les composants électroniques et les techniciens avant de toucher les cartes électroniques devront s'assurer de ne pas être porteur de ces charges trop importantes pour certains composants sensibles.



L'électricité statique est mise à profit dans certains appareils dont principalement en ce qui nous concerne, les photocopieuses et les imprimantes laser.

Courant électrique = déplacement d'électrons libres dans un conducteur

Pour être tout à fait exact on devrait parler de charges électriques. Celles-ci sont le plus souvent des électrons dans un conducteur métallique mais il s'agit parfois d'ions c'est à dire d'atomes qui ont des charges électriques. Cela se produit dans le cas des décharges électriques dans un gaz ionisé ou des ions dans un électrolyte.

Les électrons libres sont des électrons que leurs atomes d'origine laissent facilement s'échapper. On trouve des électrons libres dans les matériaux conducteurs, principalement les métaux.

Les isolants sont formés d'atomes qui ne cèdent pas facilement leurs électrons. Le passage du courant y est quasi impossible.

Il n'y a pas de conducteur parfait et inversement les isolants ne sont jamais parfaits non plus.

Le tableau de Mendeliev nous montre sur la gauche tous les éléments chimiques qui ont peu d'électrons sur leur couche périphérique. Ce sont les métaux. Les électrons périphériques y passent facilement d'un atome à l'autre.

Les atomes sur la droite du tableau, les non-métaux, ont près de huit électrons sur leur couche périphérique et sont bien plus regardants pour les laisser partir. Ces sont des isolants.

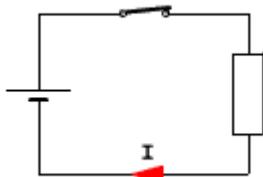
Le carbone à 4 électrons à sa périphérie et se comporte comme un conducteur.

Le Si (silicium) et le Ge (germanium) ne sont pas conducteurs. On les appelle semi-conducteurs car ils permettent la conduction dans des conditions particulières.

Circuit électrique

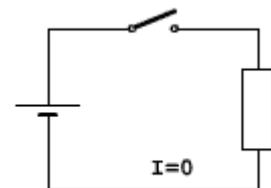
Il est intéressant de faire une analogie entre courant dans un circuit électrique et la circulation d'un fluide dans un circuit hydraulique. Cette comparaison permet de mieux se représenter ce que sont la tension et le courant.

La comparaison entre circuit hydraulique et circuit électrique a cependant quelques limites. L'eau se déplace dans des espaces inoccupés comme le creux des tuyaux ou à l'air libre à la sortie d'un robinet. L'électricité au contraire, a besoin pour circuler de se déplacer dans un circuit fermé fait de matériaux conducteurs.



Le courant ne peut circuler que dans un circuit fermé.

Il ne sait plus circuler si le circuit est ouvert.



U

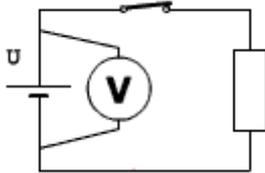
La tension ou "différence de potentiel"

La tension est analogue à la **différence de pression** qui, entre deux points d'un circuit hydraulique, provoque la circulation du fluide. Cette circulation se fait en allant du point où la pression est la plus élevée vers celui où la pression est moindre.

La tension électrique ou différence de potentiel s'exprime en **volts**.

La grandeur de la tension est représentée par un **U** majuscule son unité le volt est quant à lui représentée par un **V** majuscule.

L'alimentation d'un ordinateur fournit des tensions de 3,3V, 5V et 12V. Ces tensions sont suffisantes pour les circuits électroniques. Parfois même la carte mère comporte un régulateur de tension qui produit une tension de seulement 1,8 V pour le processeur. Ce sont des basses tensions (< 24V) sans danger pour notre organisme.



La tension se mesure avec un voltmètre.

Cet appareil placé aux bornes d'une source de courant ou aux bornes d'un récepteur relève la différence de potentiel entre deux points du circuit.

Le courant qui traverse le voltmètre est en principe négligeable.

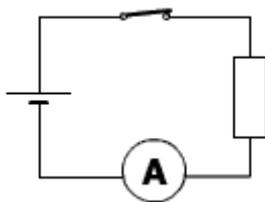
I

L'intensité du courant

L'intensité est analogue au débit du fluide dans un circuit hydraulique.

Elle s'exprime en **Ampères A**

Un ampère correspond à un débit de $6,25 \cdot 10^{18}$ électrons (6,25 milliards de milliards d'électrons !)



On mesure l'intensité d'un courant à l'aide d'un ampèremètre qu'on insère dans le circuit.

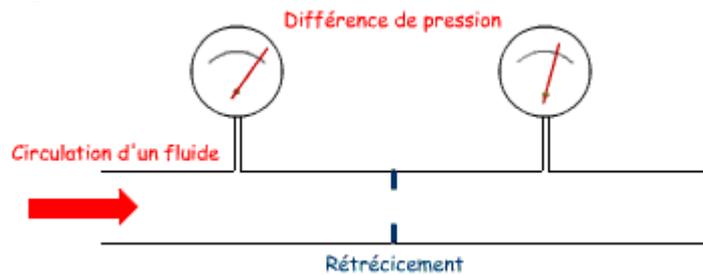
L'ampèremètre est traversé par le courant qu'il mesure.

R

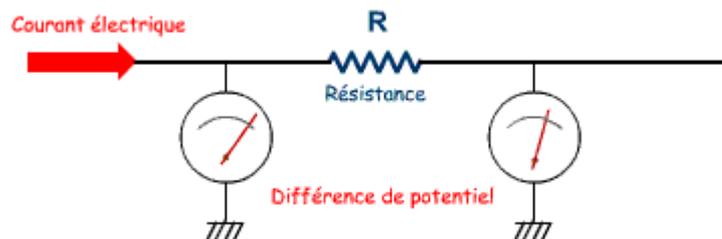
Résistance

Une résistance est un élément qui dans un circuit limite le passage du courant.

Analogie hydraulique:



Ce principe de la résistance est parfois utilisé dans des circuits hydrauliques pour évaluer le débit d'un fluide dans une conduite : Deux capteurs sont situés de part et d'autre d'un diaphragme qui rétrécit le passage dans une canalisation. Dès qu'un fluide y circule, on observe une différence de pression entre les deux capteurs. La pression en amont du diaphragme est supérieure à la pression en aval.



Ce phénomène se produit aussi avec les courants électriques. Les éléments résistifs lorsqu'ils sont parcourus par un courant provoquent une chute de tension, une différence de potentiel entre le point où le courant entre dans la résistance et celui où il en sort.

La résistance s'exprime en Ohms. Le symbole utilisé pour exprimer cette grandeur est le R majuscule tandis que le symbole qui représente l'ohm est la lettre grecque Ω (Omega)

1 ohm traversé par un courant de 1 ampère provoque une chute de tension de 1 volt.

Loi d'Ohm

On a vu que la tension est en quelque sorte la différence de pression entre deux points d'un circuit qui force les électrons à se déplacer pour aller du point où le potentiel électrique est le plus élevé vers celui où cette « pression » est la plus basse.

L'intensité du courant I est proportionnelle à la différence de potentiel U

Dans un circuit donné, le courant est d'autant plus important que la tension est forte. Le courant dépend de la tension mais aussi de la résistance qu'il rencontre dans le circuit. Cette résistance est faite d'obstacles dans le circuit qui vont limiter l'intensité du courant.

I diminue si R augmente

C'est ce qu'exprime la loi d'Ohm qui est une loi fondamentale en électricité

$$I = U / R$$

Cette équation prend aussi deux autres formes:

$$R = U / I \quad \text{et} \quad U = R . I$$

Les lampes à incandescences, les lampes halogènes, tous les appareils électriques chauffants que nous utilisons pour nos usages domestiques sont de simples résistances. Branchés sur le secteur, ces appareils ont uniquement pour rôle laissent passer plus ou moins de courant en freinant son passage pour transformer l'énergie qu'il apporte en chaleur.

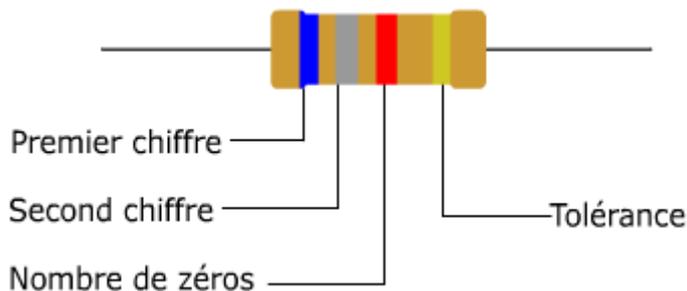
En pratique :

En électronique, les résistances sont de petits composants que l'on utilise pour limiter le courant ou pour diviser des tensions.



Dans les PC, les résistances de faible puissance se présentent de plus en plus souvent sous forme de boîtier SMD (*Surface Mounted Device* = composants montés en surface). Quand ils ne sont pas trop petits (au moins 3mm de long x 2,5 mm de large) une inscription de trois chiffres indique la valeur de la résistance. Le troisième chiffre indique une puissance de 10. Ainsi, 223 signifierait $22 \times 10^3 \Omega = 22 \text{k}\Omega$.

Sur les cartes électroniques plus anciennes, et toujours actuellement pour les montages manuels ou les résistances qui doivent dissiper une certaine puissance, ces composants ont une forme cylindrique.



Les valeurs des résistances y sont codées avec des anneaux de couleur.

Le premier anneau est celui qui est le plus proche du bord. Les premiers anneaux servent à coder des chiffres significatifs. L'avant dernier anneau sert à indiquer le nombre de zéros et le dernier anneau argenté ou doré sert à indiquer la tolérance.

Code des couleurs

Noir	Brun	Rouge	Orange	Jaune	Vert	Bleu	Violet	Gris	Blanc
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Valeurs normalisées des résistances

Ces composants électroniques ont des valeurs normalisées qui sont égales aux valeurs proposées ci-dessous multipliées par une puissance de 10.

1.0 1.2 1.5 1.8 2.2 2.7 3.3 3.9 4.7 5.6 6.8 8.2

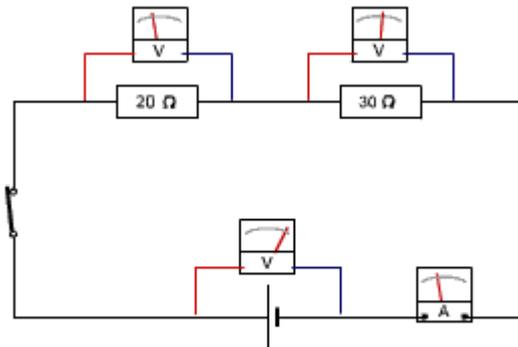
Ainsi vous trouverez des résistances de 1.2 Ohms de 12, 120, 1200 Ohms etc.

Regroupement de résistances en série

Les résistances sont des obstacles qui quand ils se succèdent s'additionnent : la résistance équivalente au montage de plusieurs résistances en série vaut la somme de ces résistances

$$R = R_1 + R_2$$

Le courant est identique dans chaque résistance.



Chaque résistance utilise une partie de la tension totale U.

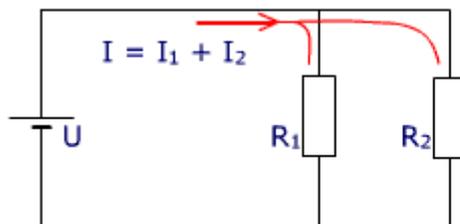
$$U = U_1 + U_2$$

$$U_1 = I \cdot R_1$$

$$U_2 = I \cdot R_2$$

Regroupements de résistances en parallèle

Le courant se partager entre les résistances. Son passage dans le circuit est donc plus facile. Ici les résistances ne sont plus à considérer comme des obstacles mais plutôt comme des possibilités de passages du courant.



$$I = I_1 + I_2$$

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Remarques pour ce type de montage:

- La résistance équivalente est toujours plus petite que la plus petite des résistances.
- Quand on couple en parallèle N résistances de même valeur la résistance équivalente est N fois plus petite que la valeur d'une de ces résistances.

Puissance

La puissance fournie par un générateur ou absorbée par un récepteur se calcule en faisant le produit de la tension aux bornes de l'appareil par l'intensité du courant qui le traverse.

$$P = U \cdot I$$

La puissance s'exprime en Watts