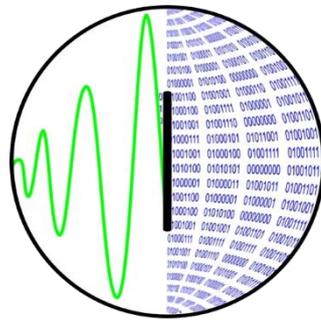


جمعية التربية الرقمية

ASS. L'EDUCATION DIGITALE



ROBOTIQUE



Les bases de
l'électronique

Introduction

La robotique est l'ensemble des techniques permettant la conception et la réalisation de machines automatiques ou de robots.

L'ATILF définit le robot de la manière suivante : « Appareil effectuant, grâce à un système de commande automatique à base de micro-processeur, une tâche précise pour laquelle il a été conçu dans le domaine industriel, scientifique, militaire ou domestique ».

De cette définition découlent deux interprétations : la première serait de voir le robot comme une machine, qui possède des capteurs, un système logique et des actionneurs. Il est matériel. La deuxième laisse penser qu'un robot peut aussi être virtuel.

La robotique actuelle trouve des applications dans différents domaines :

- La robotique industrielle,
- La robotique domestique,
- La robotique médicale,
- La robotique militaire,
- La robotique scientifique, par exemple pour l'exploration de l'espace, des fonds marins (robots sous-marins autonomes), dans les laboratoires d'analyse (robotique de laboratoire), etc., ou encore
- La robotique de transport (de personnes et de marchandises), avec par exemple ROPITS (Robot for Personal Intelligent Transport System)⁵, Robosoft, RoboCourier, etc.

Les raisons pour apprendre la robotique.

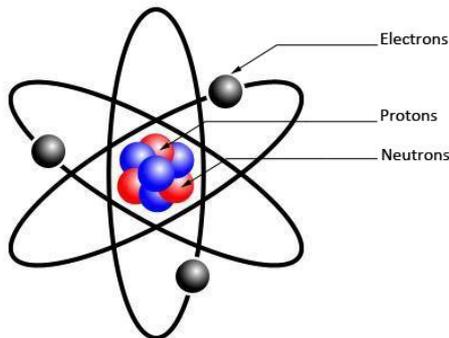
- Développer leur instinct de compétition, dans le bon sens.
- C'est un bon moyen d'intégrer la programmation à l'éducation.
- Compétences très utiles pour futurs emplois.
- Convient pour tous les gens.
- Démystifier les technologies complexes.

Les bases de l'électronique

L'électronique est la manipulation de signaux et d'informations électriques afin de les mesurer, les contrôler ou de les modifier. Des éléments désignés « composants » sont assemblés sous la forme de circuits. Ces assemblages peuvent être réalisés à la main ou par des sociétés industrielles qui intègrent et miniaturisent ces circuits. Par exemple, le processeur de la carte Arduino est un circuit intégré contenant des millions de composants.

Notions électriques fondamentales

L'électricité est une forme d'énergie comme les énergies éolienne ou hydraulique. Cette énergie électrique peut se résumer par : mouvements des électrons entre les atomes. Par exemple, en frottant un ballon sur certains vêtements, comme un chandail, des électrons sont échangés entre les atomes du ballon et ceux du chandail. Le ballon se charge ainsi négativement en captant les électrons du vêtement : nous nommons ceci « l'électricité statique ». L'électricité devient « dynamique » si l'on décharge graduellement le ballon en le laissant « coller » à un mur ou à des cheveux.



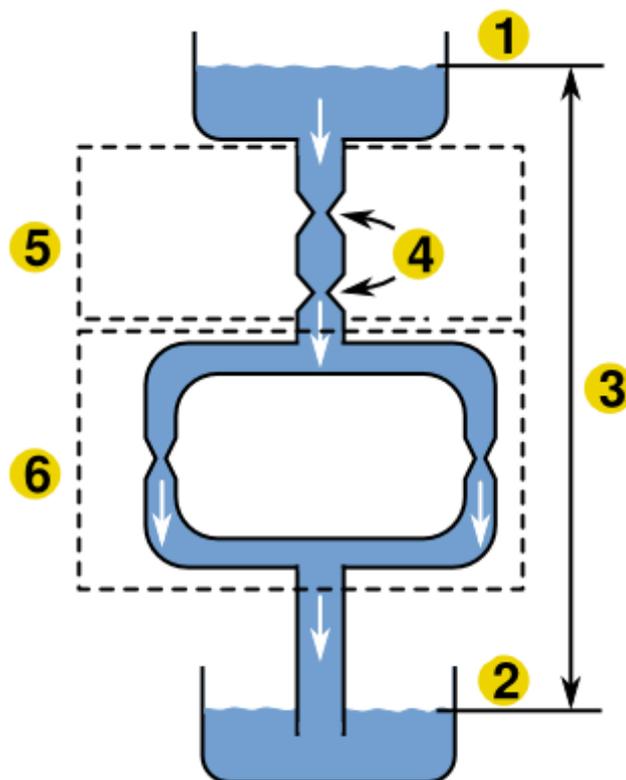
Pour bien comprendre les éléments de mesure de base de l'électricité, il est pratique d'utiliser l'analogie d'un système hydraulique. Imaginez un système hydraulique composé de deux réservoirs d'eau connectés ensemble via un réseau de tubes.

La tension et la différence de potentiel (Volts)

Sur notre image, nous observons que les deux bassins sont à des altitudes différentes (1) et (2). Ces altitudes correspondent au **potentiel électrique**.

La différence entre les deux altitudes soit le dénivelé (3) correspond à la **tension**. Ce dénivelé va générer une pression à cause de la gravité.

La tension et le potentiel sont exprimés en **Volts (notée V ou souvent U)**. La source d'alimentation électrique d'un circuit (une pile, par exemple) est une source de tension.



On mesure toujours une altitude **par rapport à une référence**. En électricité, on place souvent cette référence au (-) de l'alimentation (qui correspond ici au point (2)). Dans les schémas électroniques, cette référence correspond souvent à la « **masse** ». Lorsqu'on interconnecte deux circuits alimentés différemment, il est indispensable de leur donner la même référence (voir chapitre « Précautions d'utilisation »).

Le courant (Ampères)

Dans notre système, la pression générée par le dénivelé provoque un certain débit d'eau dans le réseau de tuyaux. Le débit correspond au courant. En électronique, le courant est exprimé en **Ampères (A ou noté I ou i)**.

La résistance (Ohms)

Lorsque le tube se rétrécit dans notre exemple **(4)**, une moins grande quantité d'eau peut circuler à la fois. Ce rétrécissement crée ce qu'on appelle une **résistance**. La pression du système (ou la force avec laquelle l'eau circule) n'est pas changée ; c'est plutôt le débit qui change. En électronique, la résistance est exprimée en **Ohms (Ω ou noté R)**.

L'équation générale qui lie ces trois unités de mesure est : **$U = RI$**

Soit le voltage (U) est égal à la résistance (R) multipliée par le courant (I).

Circuits, parallèle ou série

Un circuit est un ensemble de composants électriques. Bien que cela semble contre-intuitif à première vue, on dira qu'il est « fermé » lorsqu'il y a continuité dans les connexions qui lient les composants entre eux. Un circuit « ouvert » comporte une discontinuité dans les connexions. Autrement dit, lorsque le circuit est fermé, le courant passe, et lorsqu'il est ouvert, il ne passe pas.

Lorsqu'on désigne un circuit comme étant **en série**, cela signifie que les éléments sont connectés les uns à la suite des autres, sur une même branche **(5)**. Dans ce cas les valeurs de résistance vont s'additionner.

Dans un **circuit en parallèle**, les éléments sont situés chacun sur des branches indépendantes **(6)**. Dans ce cas, les résistances sont situées à altitude égale et donc soumises à la même tension (voltage). Dans ce cas, le courant se partage dans chacune des branches.

AC/DC

Ces deux abréviations ne représentent pas seulement un groupe de rock. Un courant électrique DC, parfois noté CC, signifie « **Direct Current** » en anglais soit « **Courant Continu** ». C'est un courant qui ne varie pas dans le temps. Il peut être généré par une pile, une batterie ou un circuit d'alimentation qui redresse un courant alternatif. Le courant DC est le type de courant habituellement utilisé en électronique. Par exemple, votre carte Arduino est alimentée par ce courant.

Le courant AC signifie « **Alternating Current** » ou « **Courant Alternatif** ». Il s'agit d'un courant qui change de direction continuellement. Il peut être périodique, c'est-à-dire que sa fréquence est constante. La forme la plus utilisée est le courant sinusoïdal.

Il est caractérisé par sa **fréquence notée f et exprimée en Hertz**, qui correspond au nombre d'aller-retour par seconde. Dans certains calculs, il peut arriver que l'on ait besoin de sa pulsation souvent notée oméga minuscule ($\omega = 2 \times \text{PI} \times f$). Le courant électrique utilisé à la maison est AC.

Les composants

Les composants sont des éléments de base en électronique qui, une fois assemblés, constitueront un circuit électronique. Chacun de ces éléments a un comportement bien particulier, dépendant de ses caractéristiques et de ses conditions d'utilisation. Pour le choix et le dimensionnement des composants les plus complexes, il est utile de consulter leur fiche technique (« datasheet » en anglais).

Voici une description de quelques-uns de ceux-ci.

Résistance



Les résistances sont utilisées dans de nombreux cas, pour réduire une tension (voir plus loin le pont diviseur de tension), pour provoquer un courant, ou associées à d'autres composants pour des circuits plus complexes (exemple : filtre RC). Sa valeur est **notée R et exprimée en Ohms**.

En **série**, les résistances s'additionnent : $R_{eq} = R1 + R2 + R3$

En **parallèle**, c'est différent : $1 / R_{eq} = (1 / R1) + (1 / R2) + (1/R3)$

La formule associée à la résistance est : $U = RI$

Condensateur



Le condensateur (« capacitor » en anglais) est constitué de plaques de conducteurs, éléments qui permettent l'échange d'électricité, séparées par un isolant. Un condensateur est capable d'emmagasiner une tension électrique, un peu à la manière d'un réservoir. Sa valeur caractéristique est **la capacité, notée C et exprimée en Farad (F)**. Il est souvent utilisé pour filtrer, c'est-à-dire lisser une tension (car il agit un peu comme un amortisseur) et il ne conduit l'électricité que si le courant change, par exemple lors de la mise sous tension ou l'extinction du circuit.

Les règles d'association sont l'inverse de celles des résistances :

En **parallèle**, les condensateurs s'additionnent : $C_{eq} = C1 + C2 + C3$

Tandis qu'en **série** : $1 / C_{eq} = (1 / C1) + (1 / C2) + (1 / C3)$

La formule associée au condensateur est : $i = C (dU / dt)$

Remarque : plus la tension change, plus le courant à ses pattes sera fort. Il faut parfois se méfier de ces **pics de courant à l'allumage et à l'extinction** du circuit.

Bobine (« Coil »)

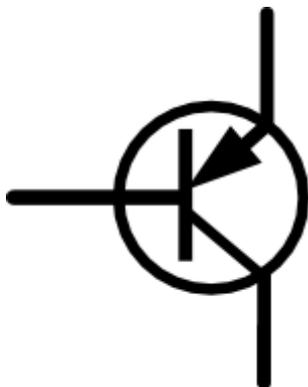


La bobine est un enroulement de fil conducteur. La bobine est souvent utilisée pour filtrer un courant, générer un champ magnétique (électroaimant) ou amplifier un signal (radio). Sa valeur caractéristique est l'inductance **notée L et exprimée en Henry (H)**.

La formule associée à la bobine est : $U = L (di / dt)$

Remarque : plus la tension change, plus le courant à ses bornes sera fort. Pour cette raison, il faut prendre quelques précautions lorsqu'on commute une bobine dans un montage : utiliser par exemple une diode « de roue libre » (voir « Diode ») qui évacuera la **surtension à l'allumage et à l'extinction**.

Transistor



Le transistor est une association de trois couches de semi-conducteur et dont la couche du milieu sert à contrôler le passage du courant dans les deux autres. Il s'agit d'un composant actif qui est souvent utilisé comme interrupteur ou amplificateur, à la manière d'un relais. Il existe différents types de transistor aux comportements différents, les NPN et PNP, les transistors à effet de champ, ou MOSFET.

Diode



La diode est composée de deux couches de semi-conducteur et ne laisse passer le courant que dans un sens : de l'anode vers la cathode ; du (+) vers le (-). Elle peut servir à bloquer des retours de courants non désirés ou construire un pont redresseur pour passer d'un courant alternatif à un courant continu. Le trait présent sur le composant indique la cathode c'est-à-dire la borne négative (-).

LED ou DEL



La LED est une diode électroluminescente : elle s'allume lorsqu'un courant passe dedans. Sa cathode (-) est plus courte que son anode (+). C'est un composant très pratique pour visualiser rapidement les états de certains circuits, car elle est facile à mettre en œuvre et consomme très peu de courant (en général 6 à 20 mA). Une LED se caractérise par sa tension de seuil qui exprime la tension à ses bornes lorsqu'elle est alimentée.

Potentiomètre



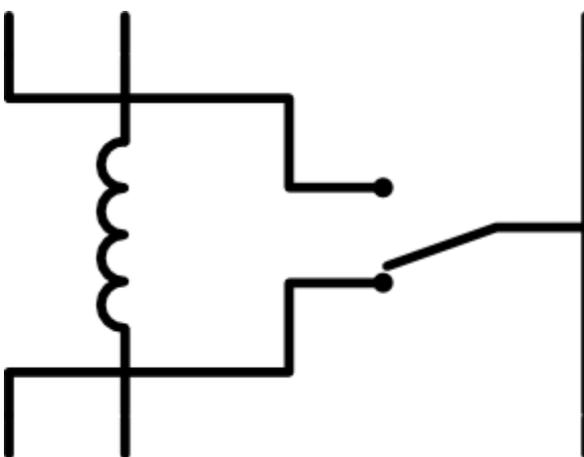
Le potentiomètre est en fait un composant à résistance variable, qui se règle avec un bouton ou une glissière. On change la résistance du potentiomètre par une manipulation physique ; c'est une interface humain/machine.

Interrupteur



L'interrupteur ouvre ou ferme un circuit. Il est lui aussi une interface humain/machine. Il peut être monostable (il revient à sa position initiale quand on le lâche) ou bistable (il garde sa dernière position). Il peut être NO (ouvert au repos) ou NF ou NC (fermé au repos). Il existe des interrupteurs combinant ces deux fonctions.

Relais



Le relais est un interrupteur électromécanique, ce qui signifie qu'il change de position ou d'état grâce à un électroaimant. Il peut donc être commandé par un signal électrique dans un circuit. Le relais est utilisé pour relayer une commande sur un circuit de plus forte puissance (voir chapitre « [Précautions d'utilisation](#) »). Comme l'électroaimant

contient une bobine, il est nécessaire d'utiliser une « diode de roue libre ».

Cellule photoélectrique



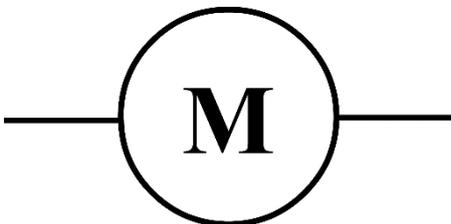
La cellule photoélectrique, ou photorésistance, est un semi-conducteur à résistance photo-variable. Elle permet de détecter et/ou mesurer la lumière.

Thermistance



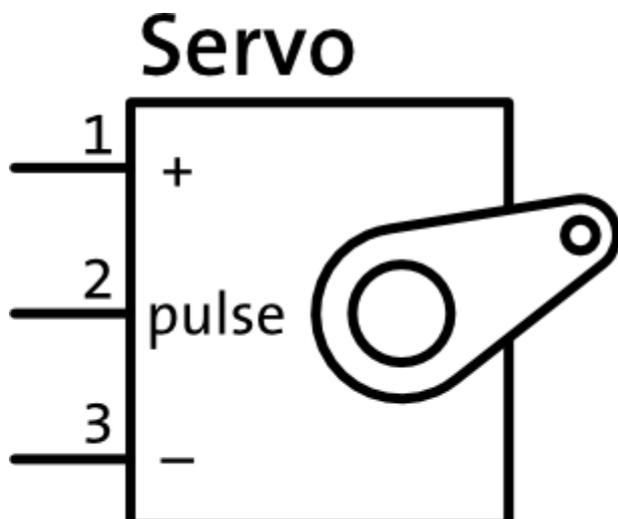
La thermistance est une résistance qui varie avec la température. La correspondance n'est pas linéaire, c'est pourquoi il est utile de se référer à la fiche technique du composant utilisé.

Moteur



Le moteur électrique est un dispositif électromécanique qui fonctionne grâce à l'électromagnétisme généré par des bobines.

Servomoteur



Le servomoteur est un petit moteur asservi c'est-à-dire qu'un circuit interne contrôle en permanence sa position. Il a souvent une plage de liberté réduite (moins d'un tour) mais peut atteindre à coup sûr une position et la maintenir avec force. Il existe de nombreux modèles. Les plus petits peuvent être actionnés directement avec une carte Arduino (voir chapitre « Précautions d'utilisation »).

Circuits intégrés

Ce sont des circuits (donc des assemblages de composants) qui sont intégrés dans un même boîtier. Il en existe de nombreux types aux fonctionnalités et complexités diverses, du simple régulateur de tension au processeur d'ordinateur. La puce ATMEGA qui est au cœur de la carte Arduino est un circuit intégré. Ces composants sont très utiles pour réaliser des montages complexes en un minimum de place. Ils sont identifiés par une référence visible sur leur boîtier. Cette référence permet d'accéder à leur fiche technique (en anglais *datasheet*), en général facile à trouver sur internet [référence du composant + « datasheet »] dans un moteur de recherche.

Le multimètre est un ensemble d'appareils de mesure comprenant habituellement un voltmètre, un ampèremètre et un ohmmètre, pour mesurer respectivement la tension, le courant et la résistance de composants ou de circuits. Il comporte deux broches, habituellement rouge et noire, correspondant à la polarité (positive et négative) du multimètre. Il faut faire bien attention à respecter cette polarité pour certaines mesures et de s'assurer à chaque fois que la base de chaque broche est connectée à la bonne entrée du multimètre. Bien évidemment, il faut spécifier la grandeur à mesurer à l'aide du sélecteur du multimètre. Par exemple, pour mesurer une tension qui devrait se situer entre 0 et 5 V, on place le sélecteur à la barre des 20 V (si disponible). Pour un voltage de plus petite échelle, entre 0 et 1 V par exemple, il faudrait mettre le sélecteur sur le symbole 2 V.

Un multimètre comporte habituellement quatre entrées généralement identifiées par 10 A ou 20 A, mA, COM et V ou Ω . La base de la broche noire est toujours connectée à la broche COM qui correspond au pôle négatif ou au « Gnd » (Ground) sur la carte Arduino ou à la masse. En fonction de la grandeur que l'on veut mesurer, le connecteur de la broche rouge se branche aux autres entrées : Entrée Utilisation 10 A ou 20 A pour mesurer un courant élevé

Algorithme

Un algorithme est une méthode générale pour résoudre un type de problèmes. Il est dit correct lorsque, pour chaque instance du problème, il se termine en produisant la bonne sortie, c'est-à-dire qu'il résout le problème posé.

L'efficacité d'un algorithme est mesurée notamment par :

- Sa durée de calcul,
- Sa consommation de mémoire vive (en partant du principe que chaque instruction a un temps d'exécution constant),
- La précision des résultats obtenus (par exemple avec l'utilisation de méthodes probabilistes),
- Sa scalabilité (son aptitude à être efficacement parallélisé),

- etc.

Les ordinateurs sur lesquels s'exécutent ces algorithmes ne sont pas infiniment rapides, car le temps de machine reste une ressource limitée, malgré une augmentation constante des performances des ordinateurs. Un algorithme sera donc dit performant s'il utilise avec parcimonie les ressources dont il dispose, c'est-à-dire le temps CPU, la mémoire vive et (aspect objet de recherches récentes) la consommation électrique. L'analyse de la complexité algorithmique permet de prédire l'évolution en temps calcul nécessaire pour amener un algorithme à son terme, en fonction de la quantité de données à traiter.

La programmation

La programmation, appelée aussi codage dans le domaine informatique, est l'ensemble des activités qui permettent l'écriture des programmes informatiques. C'est une étape importante du développement de logiciels (voire de matériel).

L'écriture d'un programme se fait dans un langage de programmation. Un logiciel est un ensemble de programmes (qui peuvent être écrits dans des langages de programmation différents) dédié à la réalisation de certaines tâches par un (ou plusieurs) utilisateurs du logiciel.

La programmation représente donc ici la rédaction du code source d'un logiciel. On utilise plutôt le terme développement pour dénoter l'ensemble des activités liées à la création d'un logiciel et des programmes qui le composent. Cela inclut la spécification du logiciel, sa conception, puis son implémentation proprement dite au sens de l'écriture des programmes dans un langage de programmation bien défini, ainsi que la vérification de sa correction, etc.

Les sources

<https://fr.flossmanuals.net/arduino/les-bases-de-lelectronique/>

<https://www.a2rs.org/>