

Guillaume PETER



Projet PACE

Découvrir et construire un rover

Enseignant superviseur : Paul Fournel

Préface

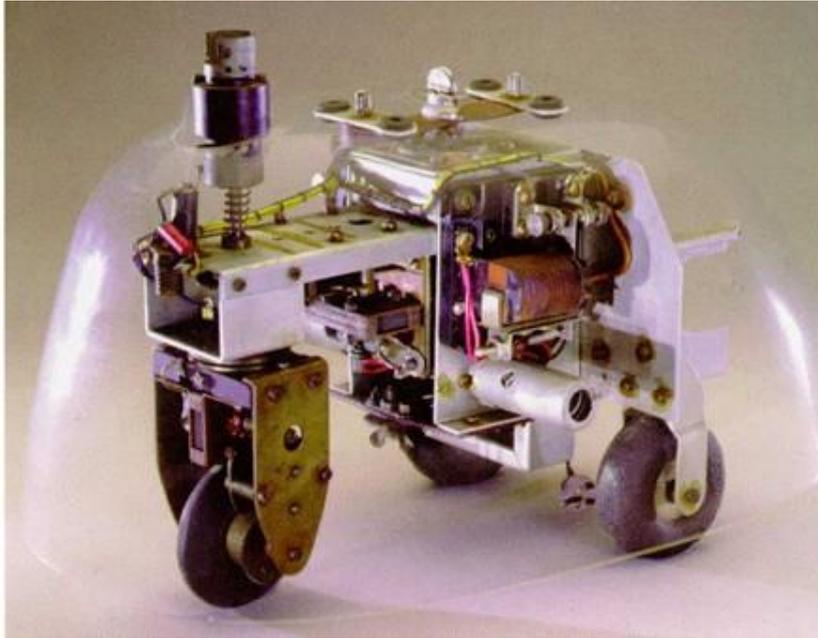
Cela fait des années que je suis passionné par la robotique et par l'électronique. Nous avons aujourd'hui un très grand nombre d'outils qui sont à la disposition du grand public et qui permettent de mettre en application bon nombre de compétences théoriques. Je n'aime pas lire. J'ai toujours eu énormément de mal à lire des romans car je trouve qu'il y a un énorme manque d'information. Je n'arrive pas à me projeter dans le texte et dans l'histoire et cela a pour conséquence de m'endormir. Lors de ma première année d'IUT j'ai retrouvé cette envie de lire mais uniquement des livres techniques. J'aime lire ce que j'aime, c'est-à-dire un livre dans lequel j'ai au moins une information par page et qui parle de sciences en général.

J'ai choisi d'écrire sur le domaine de la robotique car cela me passionne, mais j'ai plus précisément choisi de présenter un robot rover pour montrer que les robots ne dépasseront jamais l'homme. Ces dernières années bon nombre de scientifiques parlent de ce phénomène qu'on appelle la « singularité technologique ».

Cela représente le moment où la machine va dépasser l'homme. C'est extrêmement prétentieux de penser qu'un jour nous arriverons à faire mieux que nous même. Si vous faites du piano, irez-vous modifier la partition de « Sonate Clair de Lune » de Beethoven car celle-ci n'est pas parfaite ? Non, c'est absurde et c'est exactement la même chose avec les robots. Nous essayons tant bien que mal de recréer un être humain mais nous n'y arrivons pas. Nous sommes d'une certaine manière parfaits (si vous vivez en couple et que vous n'êtes pas celui des deux qui fait le ménage ne le dites pas à votre partenaire, il risquerait à juste titre de mal le prendre). Nous arrivons à créer des robots à l'apparence humaine mais qui n'ont pas la force d'un homme. Nous arrivons à créer un bras robotisé aussi fort que le bras d'un homme, mais ce bras n'a pas la sensibilité d'un bras d'être humain. Nous pouvons détecter la présence d'une plume qui passe le long de notre corps tout en jouant aux échecs. Or un ordinateur joue surement mieux aux échecs que nous mais ne détectera pas une caresse de la main. Nous nous efforçons d'imiter l'être humain et ce qu'il en ressort est un gribouillage difforme.

Il nous faut à présent considérer les robots comme un outil. Si nous devons faire un robot il ne faut plus penser à un humanoïde mais à la meilleure façon de concevoir notre robot. Celui-ci doit évoluer dans un environnement et la compréhension de cette contrainte est primordiale. Nous allons donc étudier les différents aspects nécessaires à la construction d'un robot simple. On traitera uniquement un robot de type rover, qui se déplace avec des roues. Nous verrons les capteurs et les actionneurs à utiliser, allant du capteur ayant une distance de détection de 15 centimètres à 10 mètres. L'œil humain ne peut pas nous indiquer la position d'un objet au millimètre près mais il nous permet de voir une bougie par nuit sombre à 48 kilomètres. De plus nos téléphones les plus performants ont une résolution de 25 mégapixels et l'œil possède une résolution de 276 mégapixels.

Dans ce projet fou de construire un homme, nous ne voulons voir que les limites techniques sans nous concentrer sur les limites naturelles. Pourtant la nature est plus forte que l'homme.



[1] Premier robot autonome du monde, la tortue de Willian Grey Walter



[2] Simulation de Curiosity sur Mars

Table des matières

| | |
|---|----|
| Préface..... | 2 |
| 1) Matériel..... | 5 |
| 1.1) Actionneurs et interactions robot vers environnement | 5 |
| 1.1.1) Interaction sonore..... | 5 |
| 1.1.2) Interaction lumineuse | 6 |
| 1.1.3) Interaction physique..... | 9 |
| 1.2) Capteur et interaction environnement vers robot..... | 14 |
| 1.2.1) Capteur analogique | 14 |
| 1.2.2) Capteur numérique | 16 |
| 1.3) Carte microcontrôleur | 17 |
| 1.3.1) Carte Arduino | 17 |
| 1.3.2) Carte Raspberry..... | 18 |
| 1.4) Alimenter son robot | 19 |
| 1.4.1) Alimentation sur batterie | 19 |
| 1.4.2) Alimentation externe | 21 |
| 2) Fabrication..... | 22 |
| 2.1) Mécanique..... | 22 |
| 2.2) Electronique | 24 |
| 3) Vers l'infini et au-delà | 25 |
| 4) Quelques liens utiles | 28 |
| Sitographie | 29 |

1) Matériel

1.1) Actionneurs et interactions robot vers environnement

Un robot est une machine physique, elle doit donc interagir dans le monde physique. Cette interaction peut-être de nature sonore, de nature lumineuse ou cela peut-être un mouvement effectué par le robot. Nous allons dans cette partie traiter l'ensemble des interactions dans cet ordre, dans un premier temps sonores, puis lumineuses et enfin physiques. Ces interactions sont primordiales pour un robot car elles lui permettent de ne pas être passif dans son environnement. On peut distinguer grâce à ces interactions un simple ordinateur d'un robot. Le plus souvent c'est une carte microcontrôleur (dont nous parlerons un peu plus tard) qui est le cerveau du robot. Le problème est que ce cerveau fonctionne avec des grandeurs qui sont des tensions et des courants. Il faut donc convertir ces grandeurs en phénomènes physiques. C'est donc l'objectif premier du matériel que nous allons voir.

1.1.1) Interaction sonore

Les interactions sonores sont très importantes car elles permettent d'indiquer un danger détecté par le robot ou un problème qu'il rencontrerait. On peut aussi faire jouer de la musique à notre robot ou le faire parler avec des haut-parleurs.

La première technologie qui existe et qui ne coûte pas cher c'est la technologie piézoélectrique. On appelle plus communément ce genre de module des buzzers. Vous avez tous chez vous un détecteur de fumées (si vous n'en avez pas allez en acheter) et vous avez tous dû le déclencher un jour en faisant cuire un plat dans votre four. Lorsque la fumée est détectée par votre détecteur de fumée celui-ci sonne. Vous remarquez qu'en plus d'avoir mal aux oreilles le son est le même. C'est-à-dire que le détecteur ne joue pas plusieurs sons ou une musique mais il joue une seule note. L'énorme avantage du buzzer c'est qu'il émet un son très fort, qu'il ne coûte pas cher et qu'il permet d'émettre une infinité de sons. Pour comprendre cette explication regardons la photo suivante :



[3] Module Buzzer

Nous constatons que le buzzer est dans un boîtier en plastique avec un trou sur le dessus. Pour limiter le son qu'il produit vous pouvez boucher ce trou ou alors vous pouvez le contrôler électriquement grâce à une méthode appelée PWM (Pulse Width Modulation) dont nous parlerons plus tard. Vous constatez sur la photo que le buzzer possède deux fils, un rouge et un noir. Le fil rouge est souvent associé à la borne positive et le fil noir à la borne négative. Pour alimenter votre buzzer il vous faudra en moyenne une tension de 3 à 20 volts pour un courant de 10 mA à 20 mA.

La deuxième manière de produire une interaction sonore est le haut-parleur. Cette technologie est utilisée dans les enceintes et autres appareils destinés à la restitution audio, c'est donc une technologie qui restitue un son avec une très bonne qualité sonore. Vous pourrez rendre votre robot vivant en lui faisant dire des phrases. L'ennui c'est que ce genre de technologie est plus difficile à mettre en place dans un robot. Je vous conseille d'acheter un module tout fait qui permet de jouer des sons préenregistrés ou que vous enregistrez en direct. Je parle de modules dans ce style :



[4] Module d'enregistrement et restitution sonore

Les interactions sonores sont donc le plus souvent destinées à alerter ou à mettre en garde néanmoins vous pouvez développer un robot qui communique avec l'homme à travers ce type d'interaction. Les utilisations sont très spécifiques et elles sont surtout destinées à la partie contrôle du robot. Un robot qui se déplace de manière autonome sans être surveillé n'aura pas besoin d'émettre un son d'alerte, alors que si le robot est contrôlé par une personne, il peut par un signal sonore indiquer à l'opérateur un problème.

1.1.2) Interaction lumineuse

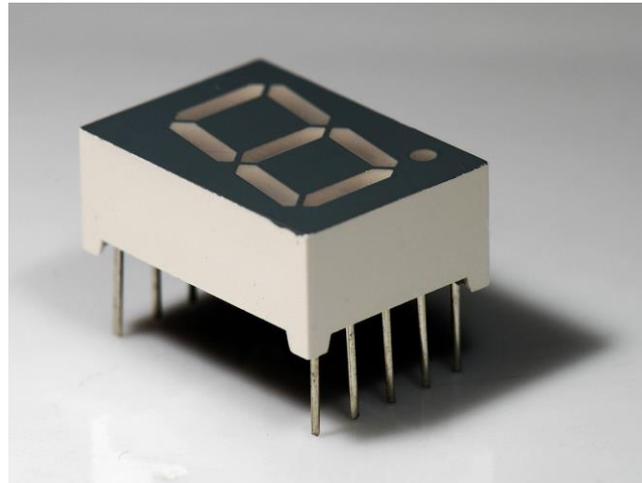
Ces dernières sont les plus connues car on pense aux leds ou aux ampoules. Nous allons voir ces deux interactions physiques mais nous allons vous donner aussi d'autres idées.

Concernant les leds, elles sont bien connues. Elles consomment peu et ont différents formats et différentes tailles. La forme la plus connue est celle-ci :



[5] Photo d'une led blanche

Néanmoins il existe des leds de forme carrée ou des leds en forme d'afficheur comme sur la photo ci-dessous :



[6] Photo d'un afficheur 7 segments

Et oui, ces petits afficheurs qui vous font penser à ceux de votre calculatrice ou à ceux de votre four ou de votre machine à laver sont des leds disposées de telle manière qu'elles forment un afficheur de chiffre. Ces afficheurs sont très connus et très utiles pour afficher des données. On distingue en tout 8 leds. Il y en a 7 qui permettent de former le chiffre et une qui permet de former le point qui est un séparateur entre les chiffres. Pour des projets simples ces afficheurs sont très rapides à mettre en place. On remarque sur la photo que ce genre d'afficheurs possède 10 pattes. Sur les 10 il y en a une qui est la masse donc la borne négative de l'afficheur, une qui correspond à l'alimentation du module et qui sera donc reliée à la borne positive et les 8 pattes restantes servent à piloter les leds, une patte par led. En général une led s'alimente entre 1V et 20V et consomme entre 5mA et plusieurs ampères. Pour être sûr que vous avez bien compris nous allons faire un calcul simple ensemble.



[7] Schéma du montage d'une led avec une pile

Une led doit toujours être montée avec une résistance car elles sont très énergivores. Si vous ne limitez pas le courant entrant, elles prendront le maximum le courant disponible et alors elles grilleront. Sur le schéma précédent nous voulons chercher la valeur de la résistance qu'il faut mettre avec la led pour que celle-ci ne grille pas. On sait que cette led consomme 12 mA et doit être alimentée avec une tension de 2V. D'après le montage on remarque qu'il y a une pile de 4.5V. Si la led a besoin d'être alimentée avec une tension de 2V alors on cherche la tension qui sera aux bornes de la résistance. On calcule donc :

Tension de la pile = tension de la résistante + tension de la led

⇔ Tension de la résistance = tension de la pile – tension de la led

⇔ Tension de la résistance = 4.5 – 2

⇔ Tension de la résistance = 2.5V

On cherche à présent le courant qui va parcourir la résistance. Il est le même que celui qui va parcourir la led donc 12 mA. Avec la loi d'Ohm nous allons donc calculer la valeur de la résistance.

$$R = U / I$$

⇔ $R = 2.5 / 0.012$

⇔ $R = 208 \text{ Ohm}$

Le problème est que dans le commerce une résistance de 208 Ohm n'existe pas. Il faut donc trouver une valeur de résistance qui existe. Par défaut nous prendrons toujours une valeur de résistance supérieure car il est préférable que la led s'allume moins fort que celle-ci brûle. Nous prendrons donc valeur supérieur la plus proche qui existe dans le commerce à savoir 220 Ohm.

Nous allons à présent parler des ampoules de manière très courte car elles sont très peu utilisées en robotique. Nous connaissons tous les ampoules car nous en avons chez nous. Certaines d'entre elles fonctionnent avec des tensions qui sont correctes pour une utilisation sur un robot à savoir 3.6V, 5V et 12V. Le problème c'est qu'elles possèdent beaucoup de désavantages par rapport aux leds.

Elles chauffent, possèdent un éclairage plus faible que les leds, consomment plus et sont plus encombrantes. Il n'y a donc que le style qui peut donner une apparence plus vintage à votre robot. L'utilité est donc limitée mais je voulais quand même en parler car c'est le plus souvent une des premières choses qui nous vient à l'esprit lorsque l'on parle d'interaction lumineuse.

Il existe d'autres interactions lumineuses comme les écrans LCD mais nous les aborderons dans la partie consacrée aux robots pilotés. Vous pourrez aussi trouver comme source lumineuse les lasers ou les fibres lumineuses qui permettent de créer comme une espèce de tuyau lumineux comme vous pouvez le voir sur la photo ci-dessous :



[8] Fibre lumineuse

1.1.3) Interaction physique

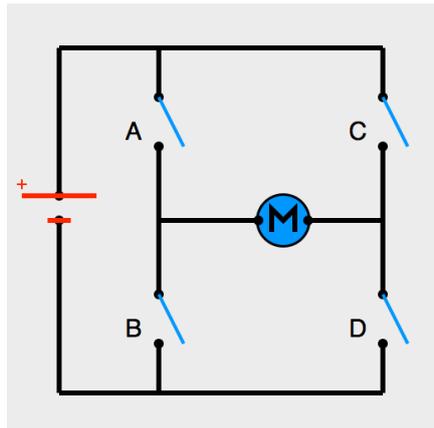
Lorsque l'on parle de robotique les interactions physiques sont primordiales. Un robot est une machine qui dans la plupart des cas va se déplacer ou effectuer certaines actions dans le but d'accomplir des tâches. Nous allons voir quelques interactions physiques à travers les moteurs, et les servomoteurs.

Tout le monde sait ce qu'est un moteur. C'est un système qui transforme l'énergie thermique ou électrique en mouvement de rotation. En effet un moteur va être en réalité un axe tournant. L'objectif de ces moteurs en robotique sera de faire tourner des roues ou des mécanismes. Cependant il y a deux points qu'il faut comprendre concernant l'utilisation des moteurs en robotique qui sont, contrôler le sens de rotation des moteurs (car nous voulons que notre robot puisse faire marche avant et marche arrière) et connaître la raison de la présence d'engrenage ou de système de réduction.

Le premier point concerne le pilotage du moteur. Un moteur est un dispositif électrique qui possède deux bornes ou deux connecteurs à relier à une alimentation. Contrairement aux dispositifs vus précédemment comme les leds, les buzzers ou les ampoules, ces dispositifs consomment beaucoup de courant et les sous-alimenter peut les casser, ou alors les alimenter avec un dispositif qui n'est pas assez puissant peut amener à la destruction de ce dispositif. Pour faire changer de sens de rotation d'un moteur il n'y a rien de plus simple.

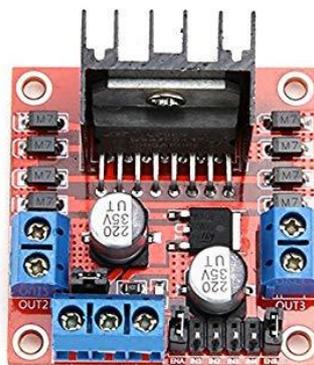
Si une borne A du moteur est reliée à la borne positive de notre générateur et que la borne B du moteur est reliée à la borne négative du moteur il faudra alors simplement inverser les branchements entre le moteur et le générateur. Donc la borne A du moteur sera reliée à la borne négative du générateur et la borne B à la borne positive du générateur.

Pendant des années lorsque j'étais au collège j'ai cherché à faire moi-même un montage à base d'interrupteurs pour effectuer ce montage en utilisant le minimum d'interrupteurs. Puis j'ai découvert le pont en H. On peut voir une explication de son fonctionnement sur le schéma suivant :



[9] Schéma d'un pont en H avec un moteur et une pile

On voit le schéma électrique du générateur sur la gauche du schéma (ceux sont les deux traits rouges). On constate deux traits rouges superposés, celui du haut est la borne positive et celui du bas la borne négative. Le M au milieu du schéma correspond au moteur. On constate que ce moteur est relié à deux fils, un à gauche et un à droite du moteur. Puis on remarque 4 interrupteurs A, B, C et D. Si l'on ferme les interrupteurs A et D on remarque que le fil gauche du moteur sera relié à la borne positive du générateur et que le fil droit sera relié à la borne négative du générateur. Le moteur tournera donc dans un sens. Si à présent on ferme les interrupteurs C et B le fil gauche du moteur sera relié à la borne négative du générateur et le fil droit à la borne positive du générateur. Le moteur tournera donc dans l'autre sens. Là encore il n'est pas nécessaire de mettre en place ce type de montage par vous-même dans vos robots. Il existe des modules tout fait qui permettent de gérer souvent des paires de moteurs en prenant un minimum de place, comme on peut le voir sur la photo :



[10] Composant contrôlant deux moteurs

Nous allons à présent parler un peu des PWM. Le concept est extrêmement simple et très utile. Imaginez que pendant une heure vous roulez à 50 km/h et l'heure suivante vous roulez à 150 km/h, en moyenne vous avez roulez à 100 km/h. Nous allons utiliser le même principe pour faire tourner nos moteurs à différentes vitesses. Le plus souvent pour contrôler la vitesse de rotation d'un moteur nous aurons que deux solutions, soit le moteur tourne à sa vitesse maximale soit le moteur ne tourne pas. Cela nous laisse que peu de vitesses possibles sauf si on utilise un PWM. Nous allons découper le signal qui commande le moteur en motifs périodiques qui se répètent dans le temps. C'est-à-dire qu'au lieu d'alimenter constamment mon moteur à 100% ou constamment mon moteur à 0%, je vais l'alimenter un peu à 0% et un peu à 100%. Imaginons qu'une période de mon motif dure 50 μ s soit 0.00005 seconde. Sur cette période de 50 μ s pendant 10 μ s je vais faire tourner mon moteur à 100% et pendant 40 μ s je vais le faire tourner à 0%. En moyenne, sur les 50 μ s mon moteur aura tourné à 20% de sa vitesse maximale. En effet pendant 1/5 de la période le moteur à tourner à 100% donc $100 * (1/5) = 20\%$. Si pendant la période le moteur avait tourné pendant 25 μ s à 100% et pendant 25 μ s à 0% alors en moyenne le moteur aurait tourné à $100 * (1/2) = 50\%$. Grâce à cette manière de commander un moteur nous pouvons contrôler sa vitesse de rotation. Il faut veiller néanmoins à utiliser des périodes très courtes. En effet si vous utilisez des périodes trop longues, on va dire 5 secondes pour exagérer, vous verrez le moteur tourner, s'arrêter et retourner. Pour que le contrôle de la vitesse de rotation se fasse sous la forme d'une vitesse moyenne et non pas d'une vitesse saccadée, il faut que la période soit petite pour qu'on ne puisse pas distinguer les moments où le moteur tourne et où il est à l'arrêt. Vous pouvez aussi utiliser cette méthode pour commander l'éclairage de lampes ou de leds.

Le deuxième point important qu'il faut savoir c'est la raison pour laquelle sur un moteur il y a souvent des engrenages. Un moteur en soit ne possède pas énormément de force. Si vous fixez une roue sur l'axe d'un moteur qui ne possède pas d'engrenage ou de système de réduction alors celle-ci aura énormément de mal à tourner. L'avantage d'un moteur sans engrenage c'est sa vitesse de rotation car il tourne très vite, plusieurs milliers de tour par minute. L'objectif d'un système de réduction est de réduire la vitesse de rotation du moteur pour en augmenter la force.

La force d'un moteur ou d'un axe tournant se mesure en N/m. C'est-à-dire en Newton divisé par des mètres. Plus concrètement si j'ai un moteur qui génère une force de 2 N/m cela signifie que si j'accroche une charge à un mètre de l'axe de mon moteur il pourra soulever 2 N. Il faut savoir qu'un Newton est égal à 0.1 Kilogramme. Dans l'exemple on pourra donc dire que le moteur pourra soulever à un mètre de l'axe une charge de 0.2 kg soit 200 grammes. Cette notion de distance par rapport à l'axe paraît très théorique mais s'explique en réalité avec les mains. Si vous prenez une boule de pétanque dans la main, vous aurez plus de mal à la tenir dans votre main si vous tendez votre bras devant vous que si vous gardez la boule proche de vous. Ce principe s'appelle le principe du bras de levier. Si on reprend notre exemple, on cherche cette fois à connaître la valeur de la charge que l'on pourra fixer à deux mètres de notre moteur. On sait que la distance pour laquelle le moteur peut soulever 200 g est de 1 mètre. Si je multiplie par deux la distance de la charge alors je divise par deux le poids de la charge. Si vous portez une boule de pétanque proche de vous, vous pouvez avoir l'impression de mettre autant de force que si vous portiez votre téléphone portable en tendant votre bras devant vous. C'est le même principe, plus la charge est loin de l'axe plus elle est lourde. Donc comme on a multiplié la distance par deux, on divise la charge par deux et on obtient une charge de 100 g à 2 mètres du moteur.

Ne vous inquiétez pas car le plus souvent les moteurs sont vendus directement avec un système de réduction, le seul paramètre que vous avez à regarder dans la documentation du constructeur c'est la force du moteur en N/m et la vitesse de rotation.



[11] Photo d'un moteur DC

Comme vous pouvez le voir sur cette photo, le système de réduction avec les engrenages est dans le boîtier rouge à l'avant du moteur et n'est donc pas accessible.

A présent nous allons parler des servomoteurs. Ceux sont des moteurs très spéciaux qui sont très utilisés dans le domaine de la robotique et du modélisme. Les moteurs classiques que nous avons vu précédemment sont à rotation continue, c'est-à-dire qu'ils tournent de manière continue, ils n'ont pas de zone de rotation précise, ce qui est le cas de servomoteurs. Ce type de moteur effectue uniquement une rotation sur de petits angles comme par exemple 60° ou 180° . On se demande donc quels sont les avantages de ce type de moteur qui finalement ne fait jamais de tour complet sur lui-même ? C'est très simple, si vous avez besoin d'ouvrir une trappe sur votre robot, si vous avez besoin de faire un bras robotisé ou de faire tourner une roue pour faire tourner votre robot, comme on ferait tourner une roue de voiture pour effectuer un virage.

Vous remarquez qu'il vous faut un moteur qui effectue un mouvement mais uniquement sur certains angles. Si on décide de faire une pince qui se ferme pour attraper des objets vous n'avez pas besoin d'avoir une main qui s'ouvre en arrière, elle doit uniquement s'ouvrir sur une certaine plage de degrés. Son utilisation est en plus extrêmement simple. Un servomoteur possède 3 fils destinés à son utilisation. Le premier, rouge qui correspond à l'alimentation électrique du servomoteur et qui sera relié à la borne positive du générateur. Un deuxième marron ou noir qui correspond à la masse donc à la borne négative du générateur. Et un troisième qui peut être blanc ou orange et qui correspond au signal ou à l'ordre qui va être donné au servomoteur. Comme on l'a dit précédemment un servomoteur ne peut tourner que sur une certaine plage de degrés, on va donc lui indiquer à travers ce fil la position en degrés dans laquelle on veut qu'il se trouve. On peut se demander encore qu'elle est son utilité ? La grosse différence qu'il va y avoir avec un moteur réside dans la force développée par les servomoteurs, à 1 cm de leur axe de rotation ils peuvent soulever des poids allant de 500 g à 100 kg. Ce qui sera beaucoup plus difficile à trouver pour des moteurs classiques.

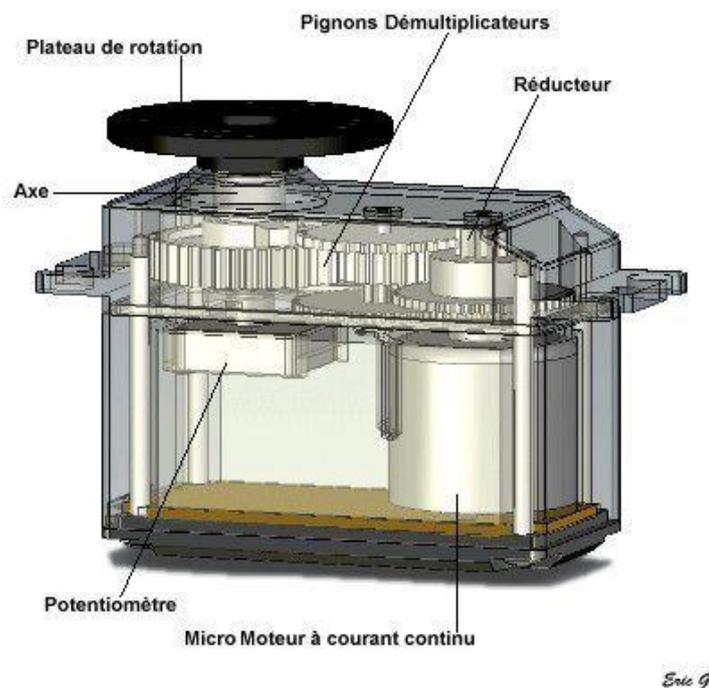
Cette image devrait vous aider à mieux comprendre.



[12] Photo d'une pince contrôlée par un servomoteur

Vous pouvez voir sur l'image deux objets distincts, le premier qui est le boîtier noir relié par 3 fils est le servomoteur, le deuxième est la pince. Vous pouvez voir que la pince doit attraper un objet, il n'est donc pas nécessaire que le mécanisme qui l'enclenche possède une rotation continue car cela signifierait que lorsque la main serait fermée le moteur viendrait forcer sur celle-ci en continuant à la fermer car le moteur continuerait sa rotation. On remarque le même problème pour l'ouverture de la main. On ne peut pas ouvrir une main à l'infini par contre on peut faire tourner une roue à l'infini.

A présent pour mieux comprendre le fonctionnement et l'utilisation d'un servomoteur nous allons nous intéresser au schéma suivant.



[13] Schéma mécanique d'un servomoteur

Nous allons expliquer chaque partie. Le moteur à courant continu est le moteur présent dans le servomoteur qui lui permet de tourner.

A la sortie de moteur nous pouvons trouver un système de réduction qui va permettre de réduire la vitesse de rotation du moteur mais d'augmenter sa force.

Le plateau de rotation est la pièce qui va être l'axe de sortie sur lequel nous allons pouvoir fixer tout ce qui nous passe par la tête comme une pince, un bras robotisé ou bien d'autres choses. Nous pouvons remarquer un dernier composant très intéressant sur cette image qui est le potentiomètre. Un potentiomètre est un bouton qui tourne. Vous en avez tous vu en réglant le son de votre chaîne hi-fi si cela existe encore. La tension aux bornes de ce composant est liée à l'angle de rotation de l'axe du servomoteur. En réalité un servomoteur est un objet très stupide. Nous lui donnons l'ordre de se bloquer avec un angle de 30°. Celui-ci remarque que la tension sur le potentiomètre lui indique un angle de 20°. Il va donc tourner dans le sens qui lui permettra d'atteindre les 30°. Tant que la tension du potentiomètre ne lui indique pas 30° celui-ci continuera à tourner. C'est pour cela que si votre servomoteur tourne en continu et qu'il est censé n'effectuer une rotation que sur 180°, regardez si un fil n'est pas dessoudé sur le potentiomètre, car sans ce composant le servomoteur est aveugle concernant son angle de sortie.

Le monde des moteurs est encore très vaste. Il reste encore plein de moteurs que nous n'avons pas pu voir mais nous avons vu les deux les plus connus, à savoir les moteurs à courant continu et les servomoteurs. Si vous voulez vous renseigner sur d'autres types de moteur, les moteurs pas à pas semblent être un bon début.

1.2) Capteur et interaction environnement vers robot

Les capteurs sont des outils qui vous seront indispensables pour vos robots. Un robot sans capteur n'est qu'une vulgaire voiture télécommandée. Un capteur va permettre à un robot de comprendre son environnement en traduisant des signaux électriques en informations sur celui-ci. Il existe deux grandes catégories de capteurs, les capteurs analogiques et les capteurs numériques. Les capteurs analogiques sont des capteurs qui nous apportent un plus grand nombre d'information que les capteurs numériques. Jusque-là vous n'avez pas compris la différence et c'est normal. Un capteur numérique représente un état logique, 0 ou 1. Alors qu'un capteur analogique nous transmet une donnée qui est plus complexe qu'un 0 ou un 1. Nous allons détailler tout cela dans les parties suivantes.

1.2.1) Capteur analogique

Un capteur analogique pour mieux les comprendre est un capteur de température, un capteur de luminosité, un capteur d'humidité... Tous ces capteurs ne nous transmettent pas des données du type 0 ou 1, car les informations qu'ils nous communiquent nous indiquent la température exacte. Ces capteurs nous informent d'un phénomène qui n'est pas allumé ou éteint. Il ne fait pas froid et chaud, il ne fait pas humide ou sec. En revanche il fait 20°C ou nous sommes dans une atmosphère avec 23% d'humidité. Ce que ces capteurs vont faire, c'est nous indiquer par un niveau de tension entre 0 et 5V par exemple la température qu'il fait. On peut dire par exemple qu'une tension de 3.7V correspond à 25°. On remarque donc qu'un capteur analogique nous apprend beaucoup plus de choses qu'un capteur numérique.



[14] Photo d'un capteur de température et d'humidité

Il y a néanmoins une limite à cette précision. L'ensemble des microprocesseurs du monde fonctionnent avec des bits. Un bit vaut 0 ou 1 et correspond à une puissance de deux. Par exemple :

(0)b signifie que nous sommes en binaire.

$$1 = 2^0 = (1)b$$

$$2 = 2^1 = (10)b$$

$$7 = 2^2 + 2^1 + 2^0 = (111)b$$

Chaque bit est une puissance de deux et plus les bits sont vers la gauche plus ils représentent une puissance de deux importante. Sur une carte microcontrôleur il y a aussi des bits, et le composant qui va lire la tension des capteurs analogiques s'appelle un ADC (analogic to digital) ou CAN en français (convertisseur analogique numérique). L'objectif de ce composant est de traduire une tension en bit dans le but de pouvoir exploiter cette donnée par la carte électronique de votre robot. Le problème vient de ce composant et de sa précision. Ces convertisseurs fonctionnent avec un certain nombre de bit, comme exemple nous prendrons 8 bits. Ce qui signifie qu'entre 0 et 5V la carte peut effectuer 2^8 points de mesure, c'est-à-dire 256 points de mesure. Pour connaître la précision de la mesure il vous faudra faire le calcul suivant :

$$5 / (256-1) = 0.0196$$

Cela signifie que la carte peut mesurer une différence de tension de 0.0196V. Cela vous semble très peu mais si vous achetez des capteurs extrêmement précis il vous faudra aussi penser à la précision de conversion de votre carte.

Les capteurs analogiques permettent donc de rendre compte de phénomène complexe à travers un niveau de tension. Ils permettent de connaître un grand nombre de données de manière très simple. Il faudra faire attention néanmoins à la précision de la carte qui peut fausser vos mesures.

1.2.2) Capteur numérique

Les capteurs numériques sont encore plus simples d'utilisation que les capteurs analogiques. Dans cette partie nous allons considérer qu'un capteur numérique est un capteur qui nous envoie uniquement deux informations, soit 1 soit 0 donc en tension cela signifie soit 0 soit 5V. En réalité un capteur numérique est un capteur qui fonctionne uniquement avec deux niveaux de tensions mais il peut communiquer de manière plus complexe avec la carte à laquelle il est relié. En effet il peut communiquer avec des protocoles de communications comme l'I2C, le SPI ou le CAN qui rendent les capteurs analogiques moins précis que les capteurs numériques. Malheureusement pour comprendre ces notions il faut bien plus qu'un dossier de 40 pages. Ces protocoles de communications sont assez complexes à comprendre lorsqu'ils ne sont pas bien expliqués, je ne me risquerai donc pas à vous induire en erreur.

Concentrons-nous sur les capteurs numériques simples à savoir les interrupteurs ou les boutons. Vous savez exactement ce qu'est un interrupteur puisque vous en utilisez tous les jours pour allumer la lumière ou allumer votre ordinateur. Il existe deux types de montage avec les interrupteurs. Le premier est comme celui de votre éclairage. L'interrupteur ne va pas transmettre d'information il va juste commuter le courant dans votre lampe. C'est-à-dire qu'il va alimenter ou non votre lampe pour qu'elle s'allume ou non. Ce type de montage est plutôt basé sur l'électricité que sur l'électronique car c'est l'interrupteur lui-même qui viendra commander la lampe. Le deuxième montage est le même sauf qu'au lieu de brancher la lampe sur un interrupteur nous allons la brancher à une carte et sur cette même carte se trouvera l'interrupteur. Dans l'interrupteur il ne passera plus autant de courant que lorsqu'il alimentait directement la lampe mais maintenant cela sera un courant plus faible qui sera présent dans l'interrupteur. A présent cet interrupteur ne commute plus directement la lampe mais enverra une information à la carte sur son état, appuyé ou relâché.



[15] Photo d'un interrupteur

Malheureusement même pour le capteur le plus commun au monde il y a des problèmes. Les cartes que nous utilisons dans nos robots sont assez rapides. C'est-à-dire que lorsque votre bouton passe de l'état relâché à l'état appuyé, cette information est immédiatement détectée par la carte. Le problème c'est que votre interrupteur rebondi.

En réalité il ne passe pas immédiatement de l'état relâché à appuyer, parfois il alterne pendant un très court instant entre ces deux états ce qui correspond à plusieurs appuie du bouton. Il vous faut garder cela en tête c'est extrêmement important car si vous voulez compter le nombre d'appuie sur un bouton c'est quelque chose qu'il vous faudra prendre en compte.

Les capteurs numériques sont très simples à utiliser, si vous vous sentez près je vous conseille d'aller voir les capteurs numériques qui communiquent par protocole avec des cartes et là vous serez comblés.

1.3) Carte microcontrôleur

Dans votre vie de roboticien vous allez devoir programmer votre robot. Il ne suffit pas de tout brancher et cela fonctionne comme par magie, il faut donner des ordres au robot, lui apprendre à faire des choses. Pour cela vous allez programmer votre robot grâce à des cartes microcontrôleur. Sur ces cartes vous allez brancher vos capteurs et vos actionneurs. Vous allez par exemple programmer des fonctionnalités comme allumer une lampe lorsqu'un capteur de mouvement détecte du mouvement dans une pièce ou encore allumer un radiateur lorsque votre capteur de température détecte une température trop basse. Vous allez pouvoir lire vos capteurs et actionner vos moteurs ou autres actionneurs quand vous le souhaitez. Il existe évidemment un très grand nombre de cartes microcontrôleur qui ont différentes formes pour différentes applications. Dans cette partie nous allons nous contenter de parler des deux plus connues à savoir les cartes Arduino et les carte Raspberry.

1.3.1) Carte Arduino

Les cartes Arduino sont les plus connues. Arduino a l'avantage de posséder une très grande communauté, ce qui permet d'avoir de rapides et précises réponses à ses questions. Les cartes Arduino ont plusieurs tailles, dans l'ordre croissant il y a les Arduino nano, puis les Arduino uno et enfin les Arduino mega. Ces cartes microcontrôleur se programment facilement avec le logiciel Arduino, il suffit de les brancher à l'ordinateur et de faire le code en langage C/C++. Ces cartes sont munies de pins analogiques, elles peuvent donc lire les données de capteurs analogiques. Elles possèdent aussi des ports de communication comme I2C ou SPI. Elles fonctionnent avec des niveaux de tension compris entre 0 et 5V. Je recommande ces cartes pour commencer car elles sont très simples d'utilisation et on peut rapidement les prendre en main.



[16] Photo d'une Arduino uno

1.3.2) Carte Raspberry

Les cartes Raspberry sont un peu plus compliquées à prendre en main. Elles ne sont pas des cartes programmables comme les cartes Arduino mais ce sont des ordinateurs. En effet sur ces cartes vous pouvez trouver un port HDMI et des ports USB pour brancher écran, clavier et souris. Il vous faudra mettre un système d'exploitation du nom de Raspian sur une carte micro SD pour pouvoir utiliser la Raspberry. Cette carte fonctionne avec des niveaux de tension compris entre 0 et 3.3V et ne possède pas de ports analogiques. Donc vous devrez utiliser un adaptateur pour utiliser connecter vos capteurs analogiques. Elles sont plus puissantes que les cartes Arduino et possède un connecteur ethernet, le wifi et le bluetooth, c'est très pratique si vous voulez faire des projets connectés. Elle est aussi muni de ports de communication I2C et SPI. Pour des projets de robotique regroupant des capteurs analogiques je ne recommande pas cette carte. Sinon elle est très efficace et vous apprécierez rapidement coder en Python pour pouvoir contrôler ses entrée-sorties.



[17] Photo d'une Raspberry pi 3 modèle B

1.4) Alimenter son robot

Dans cette partie nous allons voir comment alimenter son robot. En effet un robot est par définition un système embarqué, on ne peut donc en théorie pas compter sur une prise secteur. Néanmoins un très grand nombre de robots possèdent une alimentation filaire pour des raisons bien spécifiques. Nous allons voir les différents types d'alimentation pour les robots qu'elles soient filaires, donc basées sur une alimentation sur secteur ou alors sur batterie ou même solaire.

1.4.1) Alimentation sur batterie

Alimenter son robot sur batterie est la solution la plus utilisée. De nos jours les batteries sont toujours plus puissantes, toujours plus petites et toujours plus légères. Il existe néanmoins différents types de batteries que nous allons voir.

Les batteries LIPO ou Lithium Ion sont les plus connues. En effet elles sont très utilisées dans le monde du modélisme. Ce qui est très apprécié dans ce type de batterie c'est leur rapport poids, taille / puissance. En effet ces batteries sont assez petites et très légères pour la puissance qu'elles emmagasinent. On va trouver comme information sur la batterie la tension exprimée en volt et le courant exprimé en mAh. C'est-à-dire que si vous utilisez une batterie 11.1 V pour votre robot avec un courant de sortie de 2000 mAh. Celle-ci peut délivrer 2 ampères pendant une heure, ou alors 4 ampères pendant 30 minutes, ou alors 1 ampère pendant deux heures.



[18] Photo d'une batterie LIPO 3S 2250 mAh

Concernant les tensions des batteries LIPO elles sont régies par une loi. En effet une batterie LIPO est constituée d'éléments lithium qui ont une tension de 3.7V. Si vous ne trouvez pas la tension d'alimentation sur une batterie LIPO vous trouvez un chiffre suivie de la lettre S (1S, 2S, 3S, 4S, 5S, 6S). Ce chiffre indique le nombre d'éléments LIPO dans la batterie. Donc une batterie 1S aura une tension de 3.7V. Une batterie 2S une tension de 7.4V. Une batterie 3S une tension de 11.1V. La tension des batteries LIPO ne peut donc prendre que 6 valeurs différentes. Concernant le chargement de ces batteries, il faut les charger avec la tension indiquée sur la batterie. Pour le courant il faut prendre 1/5 du courant indiqué sur la batterie pour ne pas les endommager.

Donc une batterie qui fonctionne avec un courant de 2500 mAh sera à charger avec un courant de 500 mA. Il y a un dernier point pour les batteries LIPO qui est leur danger. En effet une batterie au lithium est très performante mais très sensible aussi. Il est obligatoire de les recharger avec un chargeur adapté et spécialisé et de les mettre dans un sac anti-feu lors du chargement. Lorsque je fais un robot dans lequel le poids va compter je prends une batterie lithium, sinon j'essaye d'utiliser d'autres types de batterie que nous allons voir.

Les batteries au plomb sont sûrement les plus connues. Elles sont encore dans votre voiture et sont connues pour être très résistantes, même si le froid a raison d'elles parfois. Ces batteries se trouvent généralement dans des gammes de tension comme 7.2V, 12V ou 24V mais cela peut varier. Ces batteries sont très volumineuses et très lourdes par rapport à la puissance qu'elles embarquent. Cependant elles sont extrêmement fiables. Même si vous les court-circuitez, à savoir brancher la borne positive sur la borne négative de votre batterie, celles-ci n'explosent pas. Ce qui est le cas pour les batteries LIPO.



[19] Photo d'une batterie au plomb 12V 4500 mAh

Le dernier avantage de ces batteries est leur prix car par rapport aux LIPO elles sont très peu chères.

Le dernier type de batterie que nous allons voir est un bon compromis entre les batteries LIPO et les batteries au plomb. Ce sont les batteries Nimh. Ces batteries sont plus lourdes et plus volumineuses que les batteries LIPO mais la différence n'est pas énorme. Elles permettent d'obtenir de grandes gammes de tension car elles fonctionnent un peu comme les batteries LIPO, avec des éléments d'une tension fixe. Contrairement aux LIPO l'élément ne possède pas une tension de 3.7V mais de 1.2V, donc on peut obtenir des tensions plus variées. Elles sont très sûres, à savoir elles n'explosent pas et elles ont un rapport poids/puissance plus que correct.



[20] Photo d'une batterie NIMH 7.2V 5300 mAh

Ce qui fait d'elles des batteries très sûres est le fait qu'elles sont utilisées comme piles rechargeables. Or nous n'aurions pas fait des piles rechargeables si elles avaient pu être dangereuses. Ces batteries sont donc idéales pour la robotique, il faudra néanmoins y mettre le prix car elles sont plus chères que les batteries au plomb.

Pour conclure sur cette partie, les modes d'alimentations sont très variés pour vos projets. Nous n'avons pas parlé de l'énergie solaire qui pourtant est un mode possible d'alimentation pour un robot mais plus compliqué à mettre en place que simplement brancher ses moteurs ou ses leds sur le panneau solaire. Il faut mettre en place tout un système de régulation de la tension assez complexe. Si cela vous intéresse je vous conseille d'aller vous renseigner sur internet avant de vous lancer vos propres projets.

1.4.2) Alimentation externe

Dans certains cas en robotique il est tout à fait possible d'utiliser une alimentation externe. En effet dans la centrale de Fukushima les robots qui sont envoyés sont des robots qui sont alimentés par câbles. Il n'y a donc aucun mal à faire un robot qui n'est pas tout à fait un système embarqué il faudra néanmoins faire très attention si vous mettez en place un système d'alimentation par câble car il faudra prévoir le rangement du câble en fonction de l'avancement du robot.

La seule possibilité pour une alimentation filaire est d'utiliser un transformateur. Vous en avez chez vous pour charger votre téléphone portable ou dans tous les objets de votre quotidien qui se branchent sur une prise électrique. L'objectif d'un transformateur est de convertir la tension de la prise électrique en une tension que vous pouvez utiliser. Vous l'allez pas recharger votre téléphone avec du 230V mais du 5V et c'est pareil pour votre robot. Le problème avec ce type de transformateur est qu'il faut le brancher vous-même au 230V.



[21] Photo d'une alimentation électrique

Il vous faudra câbler la terre, la phase et le neutre. Certaines personnes pensent que si vous ne mettez qu'un doigt dans une prise vous ne risquez rien mais c'est faux. Si vous touchez la terre ou le neutre vous ne risquez rien mais si vous touchez la phase c'est l'électrocution. Un courant de 50 mA suffit à tuer un homme. Lorsque vous faites ces branchements mettez toujours votre alimentation sur une multiprise avec un interrupteur que vous activez avec un morceau de bois. Vous ne devez jamais directement le brancher sur une prise car lors de votre test vous ne savez pas s'il y a un problème de connectique ou non.

Un deuxième point à respecter que je vais vous poser sous forme de devinette. Lorsque vous fixez, vissez ou touchez quelque chose avec vos mains qui est susceptible de vous électrocuter, est-il préférable de le toucher de la main gauche, droite ou peu importe ? La réponse est très anatomique, il faut le toucher de la main droite. De cette manière si vous vous électrocutez le courant ne passera pas par votre cœur, ce qui est beaucoup, beaucoup moins dangereux. Mais reste quand même très dangereux puisque vos muscles sont habitués à être activés par un courant électrique mais vous n'êtes pas une centrale nucléaire, donc le 230V peut avoir des répercussions sur vos capacités psychomotrices.

Pour finir sur cette partie, les alimentations externes sont très pratiques dans bien des contextes. Elles sont peu chères et permettent d'alimenter des projets qui nécessitent une grande puissance ou alors qui ne bougent pas trop. Néanmoins faites très attention lors du branchement de votre alimentation, cela peut rapidement devenir très dangereux. C'est un type de montage que je ne recommande pas aux personnes n'ayant pas suivi de formation techniques (BTS, DUT, licence pro, ingénieur).

2) Fabrication

2.1) Mécanique

Dans cette partie je vais vous parler des outils nécessaires à la fabrication physique de votre robot. Certains de ces outils seront aussi bien des outils physiques que des outils logiciels. Je présenterai cette partie sous la forme d'une liste, un peu comme un kit indispensable.

Avant de commencer cette liste je tiens à parler des imprimantes 3D.

Ces machines absolument révolutionnaires sont maintenant accessibles au grand public et elles deviennent indispensables. On pourrait penser que ces machines coûtent un prix exorbitant mais ce n'est pas le cas. En effet on peut trouver des imprimantes à environ 200 euros dans les premiers prix qui fonctionnent très bien. Il y a plusieurs paramètres à connaître avant d'acheter une imprimante 3D. Le premier est le volume d'impression.



[22] Photo d'une imprimante 3D creality

Votre imprimante ne peut pas imprimer une maison vous vous en doutez. Le volume d'impression maximal va dépendre du châssis de votre imprimante et de la taille de son plateau. Sur une imprimante il y a plusieurs composants clé. Pour bien les comprendre je vais d'abord expliquer le fonctionnement général d'une imprimante 3D. Une imprimante 3D permet d'imprimer des pièces en 3 dimensions avec du plastique. Le plastique pour imprimer se présente sous forme de bobine de fil d'en général 1.75 mm de diamètre. Ce fil peut être composé de différents plastiques comme par exemple le PLA ou l'ABS pour citer les deux plus connus mais vous pouvez aussi imprimer du filament en bois et encore d'autres matériaux. Pour revenir aux deux principaux types de plastique l'ABS et le PLA il faut savoir que l'ABS est plus résistant que le PLA mais très dur à imprimer. Pour avoir une imprimante qui imprime correctement de l'ABS il faut changer de gamme de prix en passant à des imprimantes de plusieurs milliers d'euros. Mais ne vous inquiétez pas le PLA est aussi très solide, à titre personnel j'ai imprimé l'engrenage d'un rappe carotte qui était cassé en PLA et il tient parfaitement le coup.

Ce filament de plastique est donc poussé dans une buse qui chauffe en général entre 180° et 250°, la température de la buse dépend du type de plastique. En général la température de la buse est indiquée sur les bobines que vous achetez. Ce plastique vient ensuite former la pièce sous forme de couches. L'impression se fait par couche de 0.1, 0.2 ou 0.3 mm en fonction de la précision que vous désirez. Evidemment plus la couche est fine plus la précision est importante mais plus l'impression durera longtemps. Entre une impression avec des couches de 0.1 mm et une impression avec des couches de 0.3 mm vous aurez un temps d'impression qui sera 3 fois plus faible avec les couches de 0.3 mm plutôt qu'avec les couches de 0.1 mm.

En dehors du temps d'impression, le bruit d'une imprimante peut gêner surtout si elle est dans votre chambre. Je vous conseille donc de remplacer les ventilateurs par des ventilateurs de la marque Noctua si votre imprimante fait trop de bruit.

Il y a aussi d'autres méthodes pour réduire le bruit d'une imprimante mais je vous laisse chercher sur internet. Je vous conseille de chercher des dampers.

A présent nous allons passer à la liste du matériel pour la partie mécanique.

- Assortiment de vis allant de 2 à 4 mm de diamètre.
- Marteau et maillet pour pouvoir taper sur des plaques de bois par exemple sans les abîmer.
- Assortiment de tournevis. Il y a tournevis et tournevis, vous vous en rendrez compte au fur et à mesure des années. Il vous faudra plusieurs tailles de tournevis aussi bien plat que cruciforme. Vous pouvez acheter des kits avec un assortiment d'embouts je vous conseille de faire attention à deux choses. La première est la prise en main du tournevis qui est primordiale. La seconde est que vous allez utiliser vos tournevis pour démonter des choses parfois. Vous vous rendrez compte que le trou pour accueillir l'embout de votre tournevis peut vous gêner lorsque que vous démontez un objet car l'embout ne sera pas assez long et vous n'allez pas atteindre la vis. C'est pour cela que si vous achetez un kit je vous conseille d'avoir quand même des tourne vis plus classique qui dans certains cas vous sauverons la vie.
- Assortiment de pinces, aussi bien des pinces coupantes que des pinces pour serrer des objets que des pinces de précision.
- Deux scies, une à métaux et une à bois.
- Un couteau suisse.
- Du papier de verre ainsi qu'un rabot pour poncer le bois.
- Un perceuse, le mieux étant une perceuse de la marque Dremel car ce sont des minis perceuses très pratiques sur lesquelles on peut fixer de nombreux embouts.
- Une deuxième perceuse un peu plus costaude.
- Une scie sauteuse.
- Une perceuse à colonne

Bien évidemment la liste est encore longue mais ces outils feront déjà de vous un bricoleur plus que correct. Il n'est évidemment pas obligatoire de posséder tous ces objets pour faire de la robotique, cela simplifie juste la vie.

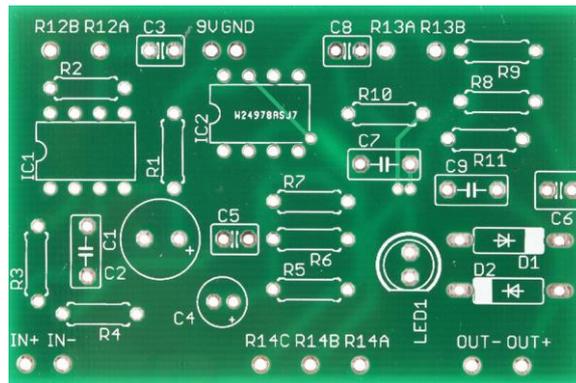
Concernant le logiciel de CAO pour faire vos parties mécaniques je vous conseille d'utiliser un logiciel qui s'appelle fusion 360 qui est totalement gratuit.

2.2) Electronique

Cette partie sera assez similaire à la précédente dans le sens où nous allons nous intéresser au matériel nécessaire pour faire l'électronique de votre robot.

Comme dans la partie précédente où je vous ai parlé de l'imprimante 3D qui est un objet primordial pour la partie mécanique je vais vous parler d'un outil primordial pour la partie électronique de vos projets à savoir le circuit imprimé. Un circuit imprimé ou PCB (printed circuit board) est une plaque sur laquelle nous allons mettre toute l'électronique de notre robot.

Vous vous demandez quels sont les avantages de ce type d'objet. Si vous mettez un grand nombre de fils dans votre robot vous pouvez vous y perdre très rapidement. Vraiment beaucoup plus rapidement que vous ne pensez. Un circuit imprimé a plusieurs avantages. Le gain de place, la solidité, la modularité et la longévité. Une fois votre circuit imprimé fait vous pouvez vous n'avez pas besoin de tout décâbler et recâbler pour le remettre en œuvre dans un robot.



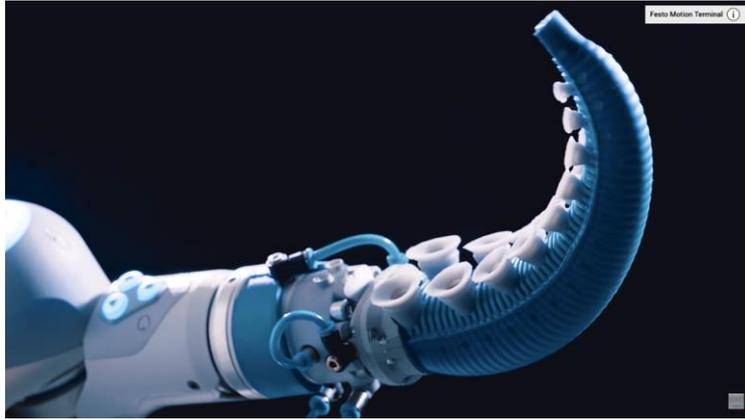
[23] Photo d'un PCB

Pour faire vos circuits imprimés vous aurez besoin d'un logiciel vous permettant de les faire. Eagle est un logiciel gratuit pour les étudiants qui est open source et qui fonctionne très bien. Vous aurez deux grandes étapes à effectuer lors de la fabrication sur logiciel de votre circuit imprimé. Une première qui consistera à créer les fils reliant chacun de vos composants. Il y aura ensuite une seconde partie qui s'appelle le routage qui consiste à venir placer physiquement les pistes et les composants sur votre PCB.

Fabriquer un PCB est un art et demande beaucoup de temps. C'est l'outil par excellence du roboticien mais qui est très difficile à prendre en main. Vous y passerez sans doute des heures à regarder des tutoriels sur internet mais le jeu en vaut la chandelle. Cela transformera vos fabrications et vos projets en quelques choses de beaucoup plus propre et professionnel.

3) Vers l'infini et au-delà

Cette partie est un peu la conclusion de cet ouvrage. Il existe un très grand nombre de façons de faire de la robotique et un très grand nombre de formes de robots. Lorsque j'ai commencé la robotique je m'intéressais surtout au biomimétisme, c'est le fait de produire une technologie ou un mécanisme en se basant sur ce qui existe déjà dans la nature. Il y a de nombreux robots qui se basent sur cette méthode de fabrication. L'entreprise de robotique Festo s'est spécialisée dans ce domaine d'étude et ils font des robots très innovants que je vous invite à aller voir.



[24] Photo du bras d'un robot de la marque Festo

Vous pouvez développer un robot avec une forme étrange en le testant par la suite dans différents milieux ou alors vous pouvez étudier très précisément un milieu pour ensuite développer un robot qui sera très performant dans ce milieu mais pas dans d'autres. Si vous avez développé un robot avec une alimentation fixe, essayez d'en faire un avec une batterie. Si vous avez déjà développé un robot qui fonctionne sur batterie alors essayez d'en développer un qui fonctionne avec des panneaux solaires. Chaque nouveau projet doit être un prétexte pour mettre en pratique ce que vous savez déjà faire et pour apprendre aussi de nouvelles choses. Lorsque je fais un projet j'essaie toujours de faire un équilibre entre ce que je sais et ce que je dois apprendre. Grâce à cet équilibre j'apprends de nouvelles choses mais je ne dois pas apprendre trop de choses car si le projet n'est pas réalisable ce n'est pas motivant. Vous vous rendez compte dans vos projets de nombreux problèmes. Certains sont des grands fans de CAO (conception assistée par ordinateur) de cette manière ils n'ont aucun problème. En effet faire tout le robot sur logiciel avant de le fabriquer peut être un excellent moyen de faire un sans-faute mais pour ma part je préfère garder un peu de bricolage traditionnel. Lorsque je dois placer des composants ou des pièces mécaniques centrales pour le projet, je fais dans un premier temps une simulation, sinon pour le reste des pièces je les monte sans me poser plus de questions que cela.

Il est évident que cette méthode de fonctionnement ne marche pas dans un cadre professionnel. Pour des projets qui sont en rapport avec ma formation ou une activité professionnelle j'effectue des simulations. De cette manière si quelqu'un doit reprendre mon travail cela sera plus facile pour lui que juste « Ah oui mais dans ma tête c'était comme ci ou comme ça ».

Pour continuer la robotique en vous amusant tout en apprenant beaucoup de choses qui pourront vous servir dans votre carrière professionnelle je vous conseille le logiciel ROS pour Robot Operating System. C'est un logiciel qui met un très grand nombre d'outils à disposition et qui simplifie énormément les échanges de données entre plusieurs cartes et un ordinateur. Ce qui fait la force de ce logiciel c'est sa communauté et les outils de simulation et de visualisation qu'il déploie. Il a été créé en 2007 et ne cesse de développer depuis cette date. Chaque année une nouvelle version du logiciel sort mais pour être sûr du bon fonctionnement de la version, il vaut mieux ne pas prendre la dernière version mais l'avant dernière.



[25] Image du logo de ROS Kinetic Kame

En cas de problèmes toutes les corrections n'ont peut-être pas été apportées au logiciel. On notera que ce logiciel ne peut être installé que sur du matériel supportant Linux comme un ordinateur ou une Raspberry. On ne peut pas l'installer sur de simples microcontrôleurs comme Arduino par exemple néanmoins si on relie un simple microcontrôleur à une machine fonctionnant avec ROS alors on peut interagir à travers le logiciel. C'est un logiciel qui fonctionne sous Linux, Windows et MAC OS mais il est quand même très recommandé d'utiliser Linux. Il possède plusieurs versions et la faiblesse de ce logiciel est que la version de ROS ne va pas s'adapter à notre OS. Il faut adapter notre OS à la version de ROS que nous allons utiliser. De plus, chaque bibliothèque est différente en fonction de la version de ROS que l'on utilise, il faut donc bien faire attention lors de l'installation.

A présent nous allons parler du logiciel en lui-même. Ce qui fait sa force c'est la facilité avec laquelle on peut communiquer entre plusieurs microcontrôleurs ou ordinateurs. Dans un premier temps après avoir relié l'ensemble des cartes et des ordinateurs entre eux il faut définir un maître. C'est une machine qui va faire tourner en arrière-plan un programme pour indiquer à la machine le déploiement du logiciel. Le plus souvent il faut que ce maître soit la machine la plus puissante que nous ayons. C'est pour cela que si l'on utilise plusieurs cartes et un ordinateur et il sera préférable de définir l'ordinateur comme maître.

Le logiciel fonctionne avec ce que l'on appelle des nodes et des topics. Un node est un nœud et il faut voir cela comme une fonction rattachée à un objet. Par exemple un node peut être un capteur, un ordinateur ou une simulation sur l'ordinateur. C'est une fonction qui va publier ou souscrire à des données. Pour prendre un exemple, une fonction sur une Raspberry a pour fonction de lire les données d'un capteur et une autre sur mon ordinateur a pour fonction d'afficher ces données. La fonction sur ma Raspberry est un node et il en est de même pour celle sur mon ordinateur. Le node sur la Raspberry va lire les données du capteur donc elle souscrit à ces données et elle les met dans un tableau. Puis, elle publie ce tableau et le node sur mon ordinateur souscrit à cette publication. Chaque fonction que cela soit sur mon ordinateur ou sur ma carte peut souscrire à n'importe quelles données et publier n'importe quelles données. Il n'y a pas d'envoi de données particulier à faire entre deux cartes ou entre une carte et un ordinateur, la fonction pour publier et souscrire à des données est la même pour tous.

Concernant les topics on peut les voir comme un type de données. Par exemple, lorsque ma Raspberry vient lire mon capteur celui-ci lui donne accès à plusieurs types de données.

La Raspberry peut avoir accès à la donnée pure ou alors elle peut avoir accès au paramétrage qui est utilisé. Ces différents types de données sont appelés des topic. Le capteur étant un node celui-ci publie le topic paramètre et le topic données. La fonction dans la Raspberry va choisir à quel topic elle veut souscrire. Un topic est donc une action ou une donnée qui est spécifique à chaque node.

A présent résumons un peu les détails du logiciel pour en voir les forces et les faiblesses. Pour communiquer entre plusieurs cartes et plusieurs ordinateurs cela se fait vraiment très facilement grâce à cette publication de données. On peut voir cela comme si l'ensemble des machines n'était qu'une seule et même fonction dans laquelle nous lisons des variables globales. L'autre élément très intéressant de ce logiciel est le fait qu'il puisse diviser les tâches entre les parties du système. Le plus souvent séparer la partie calculs de la partie lecture des données est assez complexe à faire, dans notre cas c'est très simple. La carte peu puissante sur laquelle se trouve un node, qui lit les données d'un capteur, va publier ces données sous la forme d'un topic. Puis, l'ordinateur va souscrire à ce topic pour effectuer les différents calculs sur celle-ci. Pour finir, il va publier un topic avec les calculs terminés à la carte peu puissante. Le seul problème que l'on peut trouver à ce logiciel est son problème de compatibilité entre les différentes versions et les OS sur lesquels il est installé. De plus, il est dit compatible sur Windows et Mac OS mais il est en réalité beaucoup plus simple à mettre en place sur Linux. Je ne vous ai bien sûr pas tout dit et il m'a fallu 8 semaines de stage pour comprendre son fonctionnement et il n'en faut pas plus de 2 pour oublier son fonctionnement. En espérant que cet ouvrage vous permettra de passer des weekends plus sympathiques en délaissant votre télévision pour votre tourne vis.

4) Quelques liens utiles

Cette partie concerne les liens utiles dont vous pourrez avoir besoin. Vous pourrez trouver des liens vers des sites de robotiques ou des liens vers des sites pour acheter du matériel. Vous trouverez des liens vers des sites chinois. Il est vrai que ces sites ne font pas tourner le commerce « local » de notre beau pays mais ils sont bien moins chers. Si le prix n'est pas un problème pour vous, vous pouvez aller vers d'autres revendeurs sinon ces sites permettent de vous faire plaisir à petit prix. Vérifiez lorsque vous achetez sur ces sites que les produits que vous achetez sont en accord avec les lois françaises. Je pense notamment aux émetteurs récepteurs, en France ils sont limités en fonction des fréquences à certaines puissances et ces limitations ne sont pas les mêmes en Chine, renseignez-vous donc.

Ce lien permet d'aller vers mon site internet. J'essaye de documenter le plus possible les projets que je fais. Je ne dis pas que les projets sont parfaits mais si vous êtes en manque d'inspiration cela peut être une solution.

www.guillaumepeter.fr

Un autre très bon site si vous êtes en manque d'inspiration pour faire votre rover. C'est un site tenu par des américaines qui ont fait de la robotique avec leurs parents. Leurs projets sont vraiment très complets et très intéressants. Elles se sont spécialisées dans les rover et ont été reçu à la maison blanche.

<http://beatty-robotics.com/>

Ce premier site chinois est un classique. Le plus difficile sur les sites internet chinois est qu'il faut connaître les noms des composants que vous cherchez en anglais et pour quelques composants spécifiques la tâche n'est pas simple croyez moi.

<https://www.aliexpress.com/>

Gotronic est un site français. Il est assez cher mais permet d'avoir un catalogue d'un très grand nombre de composants. Si jamais vous avez des outils ou des interrupteurs pour du 230V ou pour de la sécurité je vous recommande plutôt d'aller les acheter sur ce site plutôt que sur des sites chinois.

<https://www.gotronic.fr/>

C'est un site similaire à Gotronic mais ils ont quelques différences dans les produits qu'ils présentent. Je vous laisse donc aller voir pour vous faire votre propre avis.

<https://www.lextronic.fr/>

Banggood est un deuxième site d'électronique chinois. Il est très ressemblant à Aliexpress mais jamais vous cherchez un produit que vous ne trouvez pas sur Aliexpress essayez Banggood.

<https://www.banggood.com/>

C'est sûrement un des sites les plus connus. Il propose un nombre absolument énorme de produits avec des prix pour les professionnels.

<https://www.mouser.fr/>

Sur farnell vous pourrez tout trouver. Que ce soit des vis, des batteries ou même des transceivers 833 MHz, tout est sur farnell.

<https://fr.farnell.com/>

Robotshop est un site spécialisé dans la robotique. Je n'ai personnellement jamais rien acheté sur ce site car j'ai toujours fabriqué moi-même mes châssis ou alors j'ai trouvé des pièces moins chères ailleurs. Néanmoins je vous invite à vous y balader juste pour le plaisir des yeux.

<https://www.robotshop.com/>

Sitographie

[1]https://www.lesechos.fr/22/08/2016/LesEchos/22259-036-ECH_les-cybertortues-de-william-grey-walter.htm

[2]<https://jeunes.cnes.fr/fr/web/CNES-Jeunes-fr/9684-objectif-mars-la-mission-msl-et-son-rover-curiosity.php>

[3]<https://www.ebay.com/p/6-15v-Piezo-Electronic-Tone-Buzzer-Alarm-Continuous-Sound-Mounting-Hole/1340056978>

[4]<https://www.banggood.com/fr/DC-5V-1A-Voice-Playback-Module-Board-MP3-Voice-Prompts-Voice-Broadcast-Device-For-Arduino-p->

1259710.html?gmcCountry=FR¤cy=EUR&createTmp=1&utm_source=googleshoppin
g&utm_medium=cpc_elc&utm_content=zouzou&utm_campaign=pla-fr-elc2-brand-
pc&gclid=Cj0KCQiApILhBRD1ARIsAOXWTzsNw3s0u-wNGFwurFtfAro2qTCly4-
nC5CM67QPE2dTrf3406lc5SkaAsDJEALw_wcB&cur_warehouse=CN

[5]<https://www.adafruit.com/product/754>

[6]https://fr.wikipedia.org/wiki/Afficheur_7_segments

[7]<https://www.astuces-pratiques.fr/electronique/brancher-une-led-sur-une-pile>

[8]<https://www.amazon.fr/lumineux-flexible-Fibre-Optique-Diam%C3%A8tre/dp/B00JCVD96K>

[9]<https://www.amazon.fr/SODIAL-double-Stepper-Controller-Arduino/dp/B01LX1031Q>

[10]<https://circuitdigest.com/tutorial/what-is-pwm-pulse-width-modulation>

[11]<https://fr.rs-online.com/web/p/motoreducteurs-v-cc/4130593/>

[12]<https://vieartificielle.com/prehension-robots>

[13]<https://www.pinterest.fr/pin/305892999675549961/>

[14]<https://boutique.semageek.com/fr/319-capteur-de-temperature-et-humidite-grove.html>

[15]https://www.google.fr/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=2ahUKEwieqvX4pfXgAhUBxIUKHV_tAOsQjxx6BAgBEAI&url=https%3A%2F%2Fwww.r-models.eu%2Finterrupteurs-cables-et-connectique%2F468-interrupteur-de-securite-micro-pour-antiflash-multiplex-4041033061954.html&psig=AOvVaw0-00s1fwSLDVq2vB4_JgpG&ust=1552229041502472

[16]<https://boutique.semageek.com/fr/2-arduino-uno-dip-rev3-8058333490090.html>

[17]<https://www.amazon.com/Raspberry-Pi-RASPBERRYPI3-MODB-1GB-Model-Motherboard/dp/B01CD5VC92>

[18]<https://www.fxmodelrc.com/Batterie-Lipo-2250mAh-3S-111V-30C-Dean>

[19]<http://www.all-batteries.fr/batterie-plomb/12v/4-5ah.-amp8529.html>

[20]<https://www.fxmodelrc.com/Batterie-Nimh-5300mAh-72V-Dean>

[21]https://www.diproclean.com/transformateur-5vdc-320w-60a-xml-282_475_392-2045.html

[22]<https://www.amazon.fr/Crealite-imprimante-Aluminium-dimpression-300x300x400mm/dp/B07DC3P3T5>

[23]<https://www.instructables.com/lesson/PCB-Concepts-and-Materials/>

[24]<https://www.inverse.com/article/29668-festo-robot-arm-octopus-grabber-tentacle-soft-robotics>

[25]<http://www.ros.org/>