

Liste des pièces électroniques et mécaniques

Les pièces électroniques sont souvent petites et peuvent être difficiles à identifier. Quelques photographies et une description de chaque composante peuvent aider à pallier ce problème. Il faut aussi savoir que même si les pièces utilisées proviennent de plusieurs fournisseurs, elles sont souvent disponibles du distributeur [Digi-Key](#). Chaque pièce de la liste est accompagnée d'un numéro qui facilitera le repérage sur le site de la compagnie si nécessaire. Ainsi, il sera possible d'en savoir plus sur une pièce en particulier puisque la fiche technique (*datasheet*) du fabricant est disponible sur le site de Digi-Key.

Une [liste de tous les composants du robot](#) est aussi disponible en format MS Excel. Cette liste donne le détail du détail! Elle n'est pas nécessaire pour le montage et la programmation du robot. Elle est plutôt pour ceux qui voudraient commander eux-mêmes des pièces ou faire une analyse de coût. Une grille donne une description de la pièce et la quantité nécessaire pour un robot. De plus, le nom du fabricant et son numéro de la pièce sont aussi donnés. Cependant, un distributeur a généralement son propre système de numérotation des pièces! La grille donne donc aussi le nom et le numéro de pièce selon ce dernier. Comme si ce n'était pas suffisamment compliqué, il faut presque toujours avoir un second fabricant et un second distributeur pour presque toutes les pièces! Cette précaution évite de dépendre d'une seule source pour l'approvisionnement si la pièce ne devient plus en vente pour une raison quelconque. La grille donne donc un second fabricant et un second distributeur avec les numéros de pièces de chacun. Établir une telle grille demande de la patience et de l'expérience. Il s'agit d'un travail méticuleux et qui est parfois assez difficile.

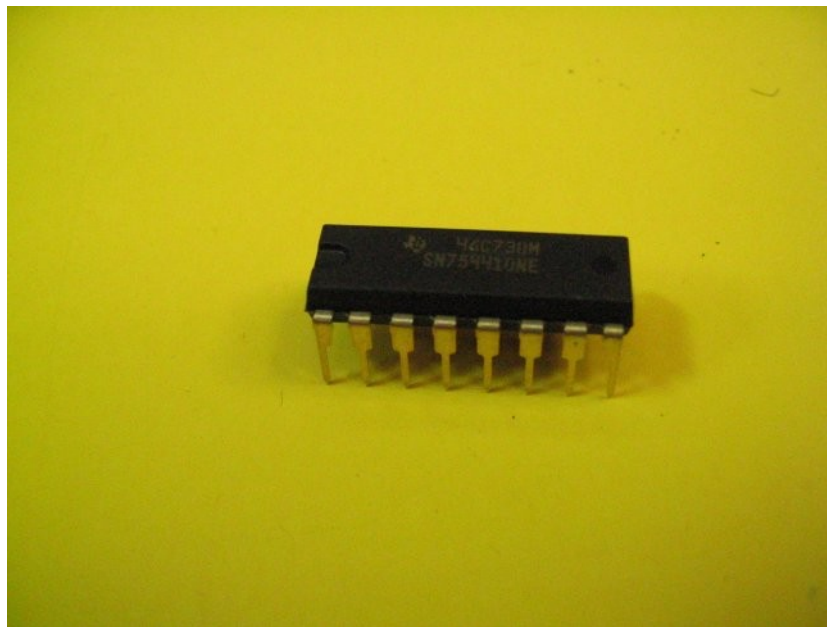
Cependant, une autre façon de voir les pièces est de les regrouper selon leur ressemblance. Avec des photographies, et en donnant une idée des rôles joués par les pièces, on en arrive à mieux comprendre le système et surtout ce qu'il y a dans la boîte avant de commencer le montage.

Circuits intégrés

La carte mère a deux microcontrôleurs. Celui pour usage général est le plus gros. Il s'agit d'un circuit de 40 broches qui est fabriqué par le fabricant Atmel et qui porte le nom de ATmega324PA (Digi-Key: ATMEGA324PA-PU-ND). Un autre microcontrôleur du même fabricant, le ATmega8 a 28 broches (Digi-Key: ATMEGA8-16PU-ND). Son rôle sur la carte mère est de prendre en charge l'interface USB et de veiller à la programmation du ATmega324PA. Une petite mémoire série de 512K de 8 broches, une 24LC512-I/P du fabricant Microchip (Digi-Key: 24LC512-I/P-ND), peut être accédée par le ATmega324PA. Remarquer les encoches en demi-cercles sur l'un des côtés courts des puces. Leur rôle est de donner l'orientation lors de l'insertion sur le circuit.



Le circuit du pont en H comporte un circuit intégré de 16 broches, le SN754410 de Texas Instrument (Digi-Key: 296-9911-5-ND). Avec un tel circuit, on en arrive à amplifier et orienter un courant de manière à faire tourner deux petits moteurs à courant continu.



Supports de circuits

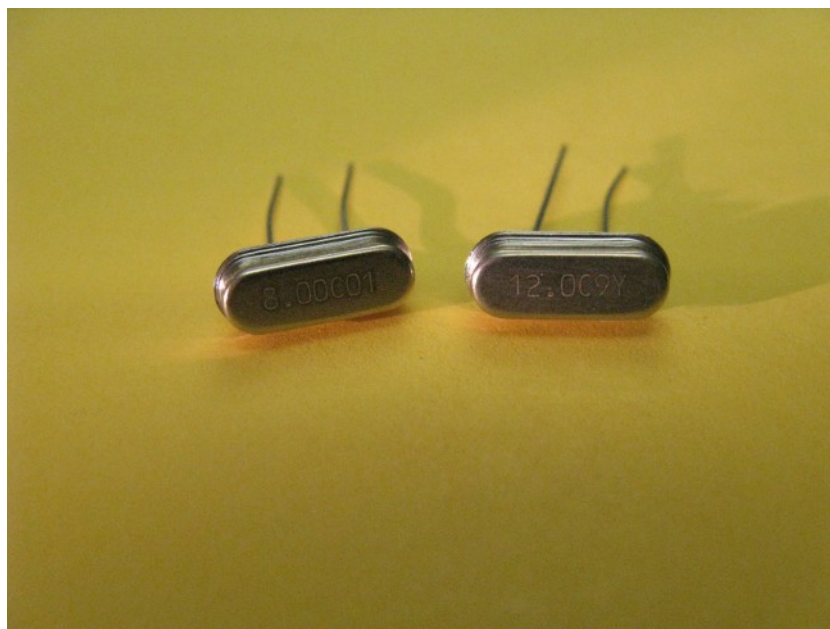
Les puces fournies par Atmel peuvent être facilement endommagées par de mauvaises manipulations lorsqu'on travaille avec la carte mère. Le fait de les placer dans des supports de puce permet de les insérer et de les enlever sans avoir à souder ou dessouder. Il y a donc 3 supports (*sockets*) de puces: un de 40 broches (Digi-Key: ED90059-ND), un de 28 broches (Digi-Key: ED90054-ND) et un de 8 broches (Digi-Key: ED90048-ND). Remarquer les encoches en demi-cercle qui donnent l'orientation pour l'insertion des puces. Ces encoches

se retrouvent également sur les puces et sont aussi dessinées sur le circuit imprimé. Elles doivent toutes être du même côté sur le circuit.



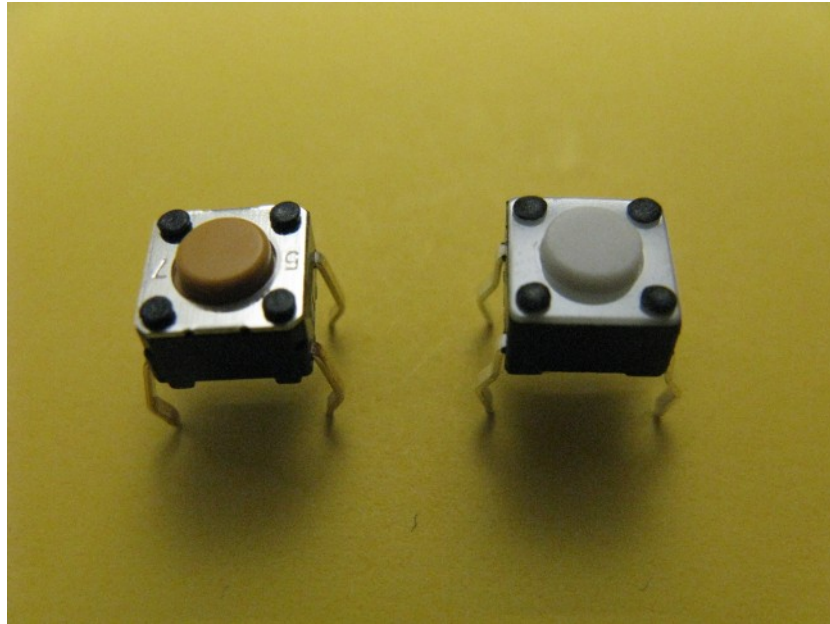
Cristaux

Les microcontrôleurs devront recevoir un signal d'horloge pour opérer à une certaine cadence. Des cristaux servent à générer ce type de signal périodique. Le ATmega324PA tournera à 8 MHz et le ATmega8 à 12 MHz. Les cristaux (Digi-Key: 300-8492-ND et 300-8483-ND) ne sont pas polarisés et peuvent donc être insérés selon l'un ou l'autre sens.

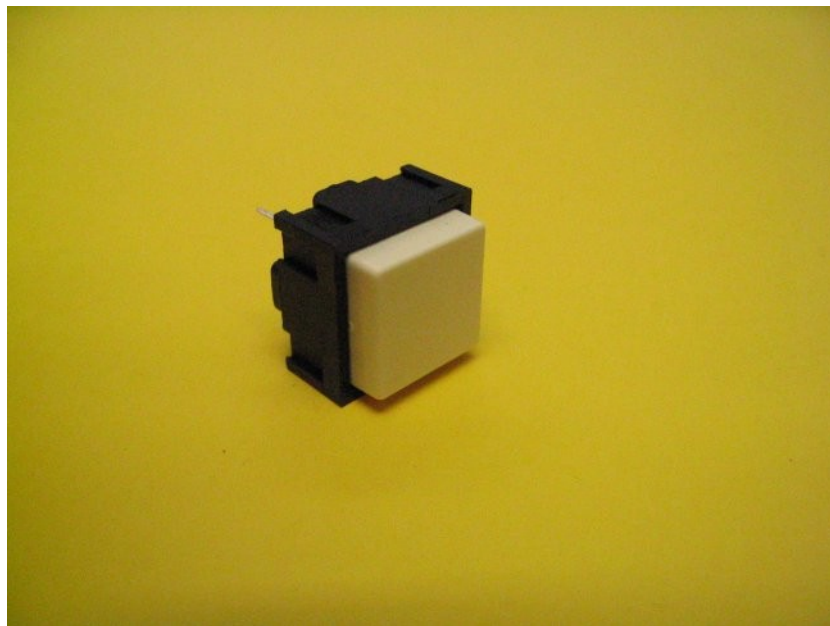


Interrupteurs

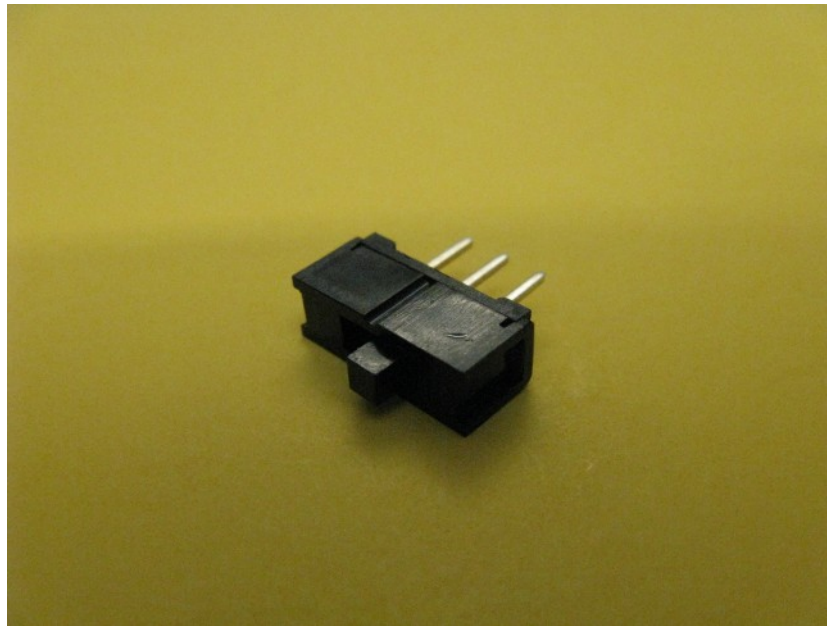
La variété des interrupteurs sur le marché est immense. Faire un choix parmi toute la gamme possible est très complexe. Il y a par exemple des boutons-poussoirs (*tact switch*) sur la carte mère (Digi-key: SW401-ND et EG1827-ND).



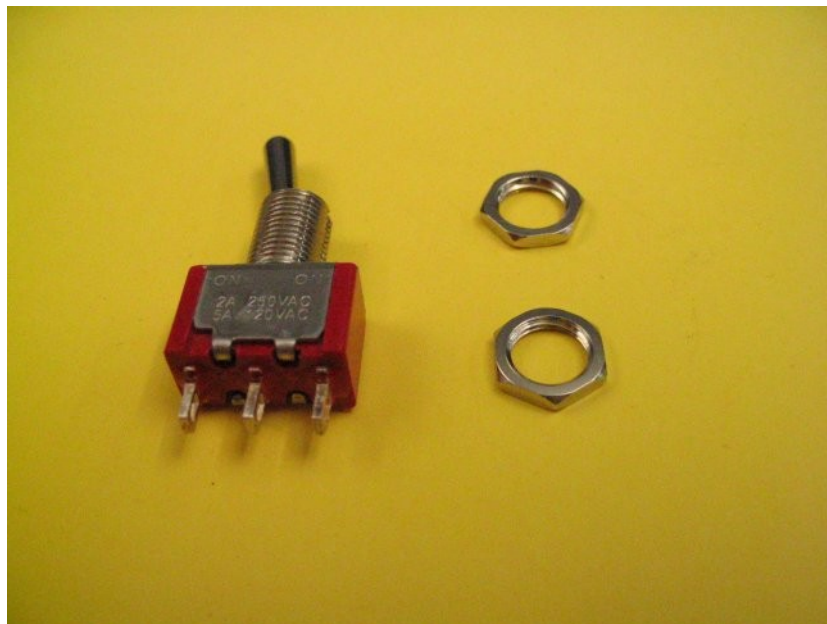
Un autre type d'interrupteur de type bouton-poussoir sera utilisé (Digi-Key: EG1328-ND). Il est plus gros et sera employé comme capteur dans un exercice pourrait même ensuite servir de pare-chocs pour le robot!



Il y a aussi un commutateur à coulisse ou à glissière (*slide switch*) pour mettre la carte mère sous tension (Digi-Key: EG1903-ND).



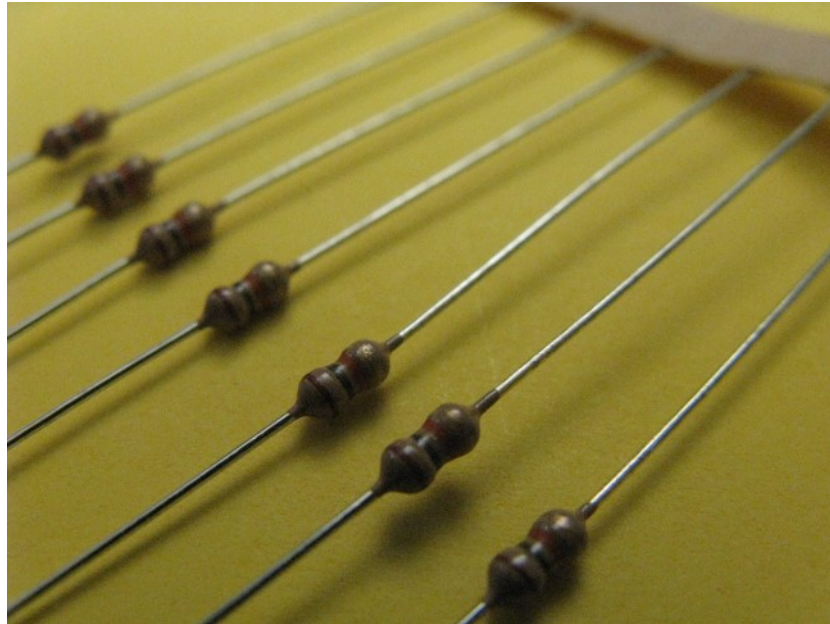
Enfin, le système moteur du robot est mis sous tension par un interrupteur de type «à bascule» (*toggle switch*) (Digi-Key: 432-1144-ND). Bien que cet interrupteur ait 3 positions, 2 seulement seront utilisées. Autrement dit, seulement 2 des 3 bornes seront en contact avec un fil. L'image ci-bas montre que deux bagues accompagnent l'interrupteur. Vous n'en aurez qu'une seule dans votre ensemble de pièces. L'interrupteur peut être facilement retenu par une seule bague de toute façon.



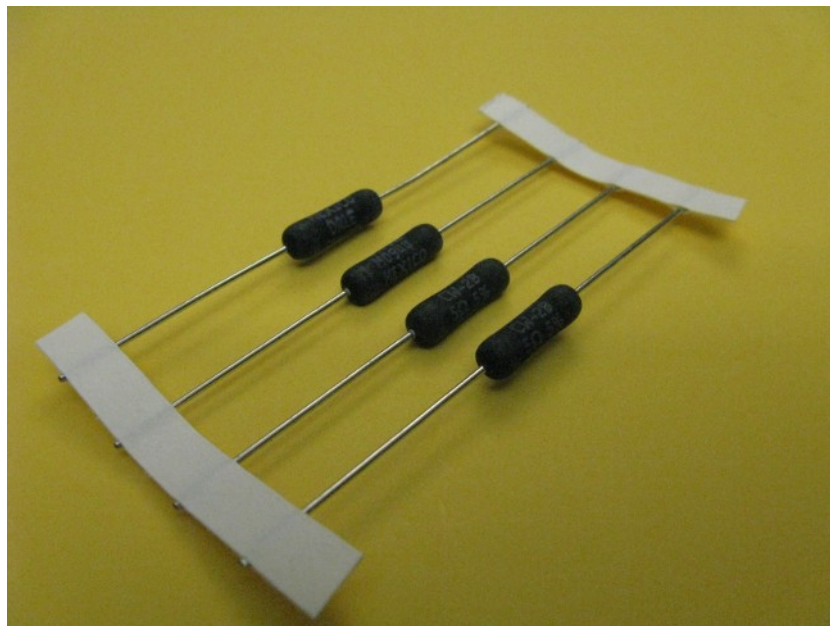
Les résistances

De manière générale, les résistances se classent suivant la puissance qu'elles peuvent dissiper. Celles sur les circuits logiques sont souvent de $\frac{1}{4}$ de watt et elles s'identifient suivant un [code de couleur](#) (le programme [gResistor](#) sous Linux peut aussi être utilisé). Quelques

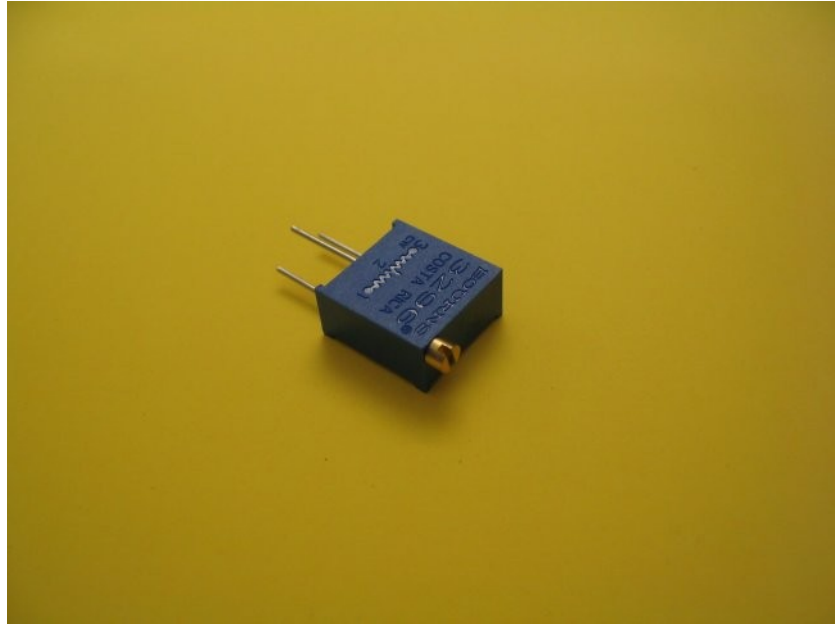
valeurs ont été utilisées ici: 68 ohms (bleu-gris-noir) (Digi-Key: S68QTR-ND), 1.5K (brun-vert-rouge) (Digi-Key: S1.5KQTR-ND), 10K (brun-noir-orange) (Digi-Key: S10KQTR-ND), 100K (brun-noir-jaune) (Digi-Key: S100KQTR-ND) et 1M (brun-noir-vert) (Digi-Key: S1MQTR-ND).



Le courant qui alimente les moteurs est limité par des résistances de 3.75W et 5 Ohms (Digi-Key: CWC-5.0RCT-ND). Ces résistances sont plus grosses et supportent un plus grand courant. On les considère donc comme des résistances de puissance.



Un potentiomètre est une résistance qui peut être ajustée par une petite vis. Une telle résistance est utilisée sur la carte mère pour ajuster la référence analogique à une certaine tension lors de l'utilisation du convertisseur analogique/numérique du microcontrôleur principal (Digi-Key: 3296Y-1-103LF-ND).



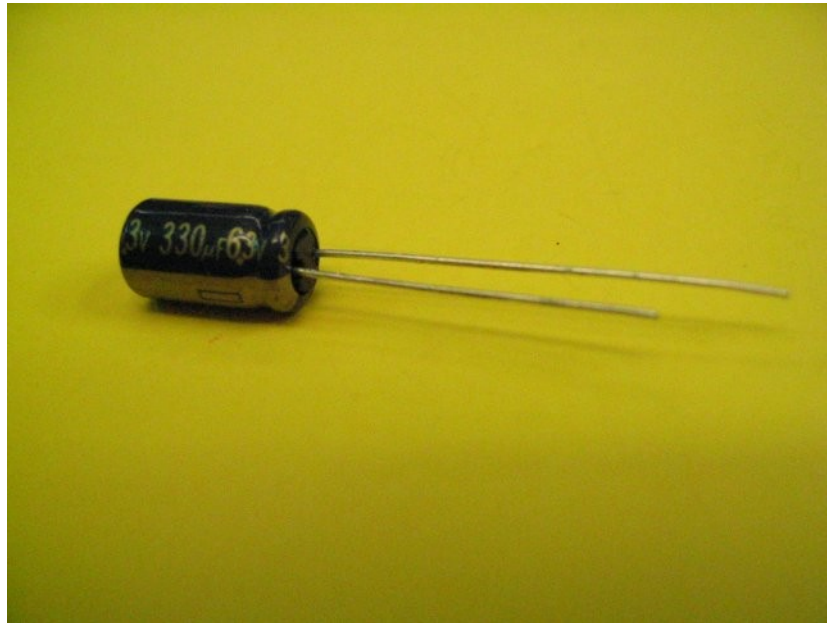
Il y a un type de résistance qui peut varier en fonction de l'intensité lumineuse. Ce type de résistance est appelé photorésistance ou cellule photo-électrique (*photocell* en anglais). On considère ce composant comme un capteur. La photorésistance employée ici pourra varier entre 4K et 11K (Digi-Key: PDV-P8101-ND).

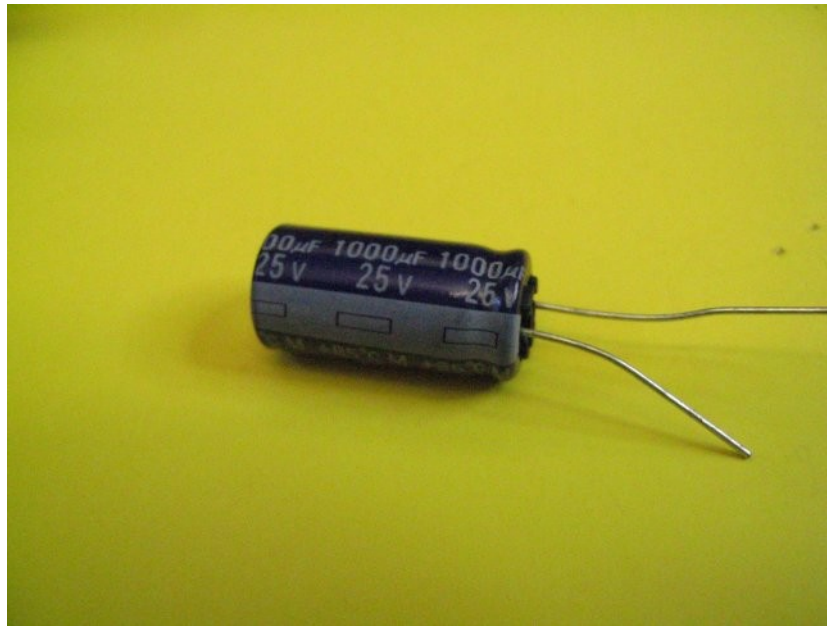


Condensateurs

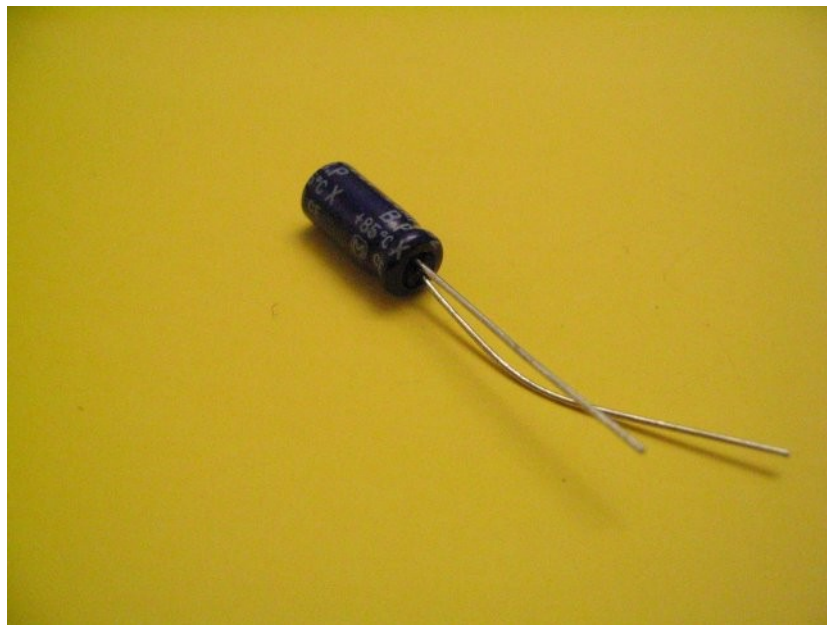
Un condensateur est un composant qui accumule des charges électriques sur des plaques conductrices qui se font face sans se toucher. La plupart du temps, il est utilisé pour filtrer des signaux et ainsi réduire les variations de tension indésirables. La stabilisation des tensions, tout particulièrement celle d'alimentation, est très importante en électronique. Le bruit est un

ennemi sournois! Il y a plusieurs technologies utilisées pour réaliser un condensateur. Ce [site](#) en donne un aperçu. Ce qui est particulièrement important pour le montage est de remarquer si le condensateur est polarisé ou non. S'il est polarisé, il doit s'insérer avec une orientation précise sur le circuit et on ne peut donc pas inverser les broches positive et négative. Le robot utilise une variété de condensateurs. Il y a ceux de 220 μ F (Digi-Key: P10296-ND), 330 μ F (Digi-Key: P10197-ND) et 1000 μ F (Digi-Key: P5156-ND). Ils sont de type électrolytique et sont polarisés. Le sens est donné par une ligne qui suit l'axe du condensateur et qui identifie la borne négative d'où le signe «-» que l'on peut apercevoir.

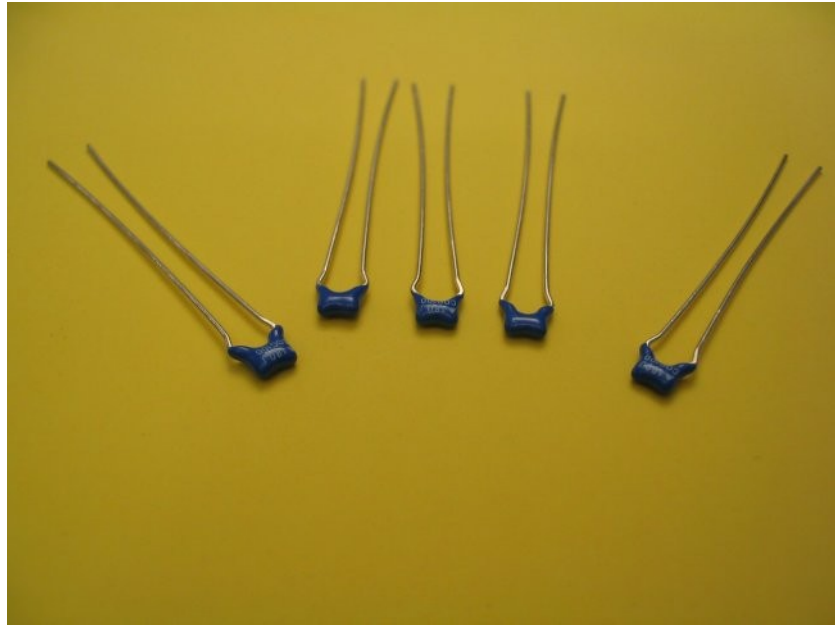




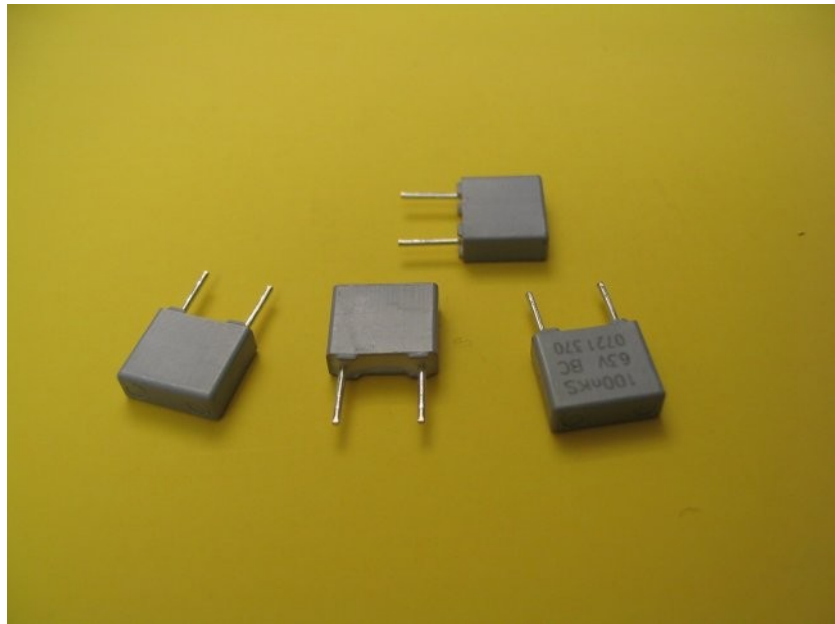
Un autre condensateur de type électrolytique est également utilisé. Il a une valeur de $22\mu\text{F}$ (Digi-Key: P1177-ND). Deux condensateurs de ce type seront soudés aux bornes des moteurs électriques du robot. Ils ne sont pas polarisés contrairement aux précédents. L'orientation a donc peu d'importance lors du montage.



Généralement, les cristaux qui génèrent le signal d'horloge pour les microcontrôleurs sont accompagnés de condensateurs. Ceux employés ici ont une valeur de 18pF (Digi-Key: 490-8747-ND). Ils ne sont pas polarisés. Il est donc inutile de chercher une indication pour la borne négative. Il est à noter que l'inscription sur le condensateur est assez cryptique. Pour arriver à y comprendre quelque chose, il faut une lecture approfondie de la fiche technique du fabricant. On ne perdra pas de temps sur ce détail.

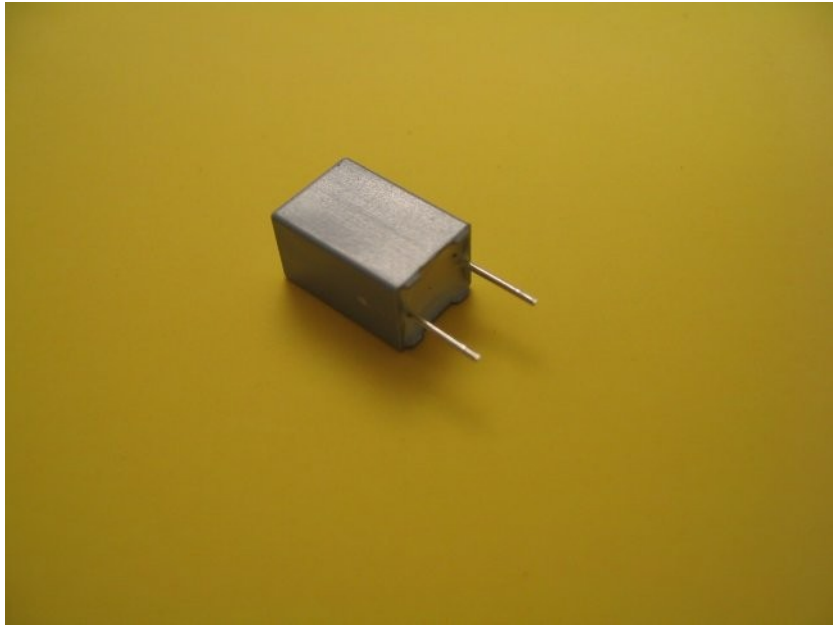


De façon générale, pour découpler l'alimentation des puces, on utilise une «règle du pouce» (pratique courante et répandue) qui veut que l'on emploie des condensateurs de $0.1\mu\text{F}$ (100nF) (Digi-Key: BC1621-ND). Ici, la technologie utilisée est un film de plastique qui sépare les plaques conductrices du condensateur. La carte mère nécessite 11 de ces condensateurs rectangulaires. Ils étaient bleu poudre il y a quelques années, mais sont maintenant gris ou noir. Ils ne sont pas polarisés. Ne pas perdre de temps à essayer de comprendre les codes inscrits sur l'une des faces...



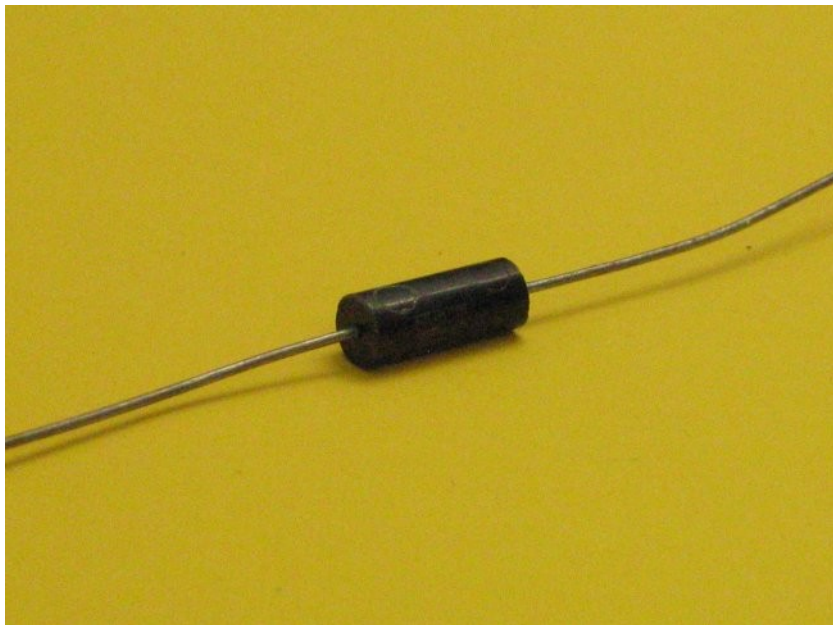
Le dernier type de condensateur est très semblable au précédent, tant du point de vue de la technologie utilisée pour le réaliser que de son apparence. Il est cependant plus gros et sa base est carrée et non rectangulaire. Il a une valeur de $1\mu\text{F}$ (Digi-Key: BC1622-ND). Un seul

condensateur de ce type est employé sur la carte mère. Celui-ci était aussi bleu poudre à une certaine époque, mais est maintenant gris ou noir.



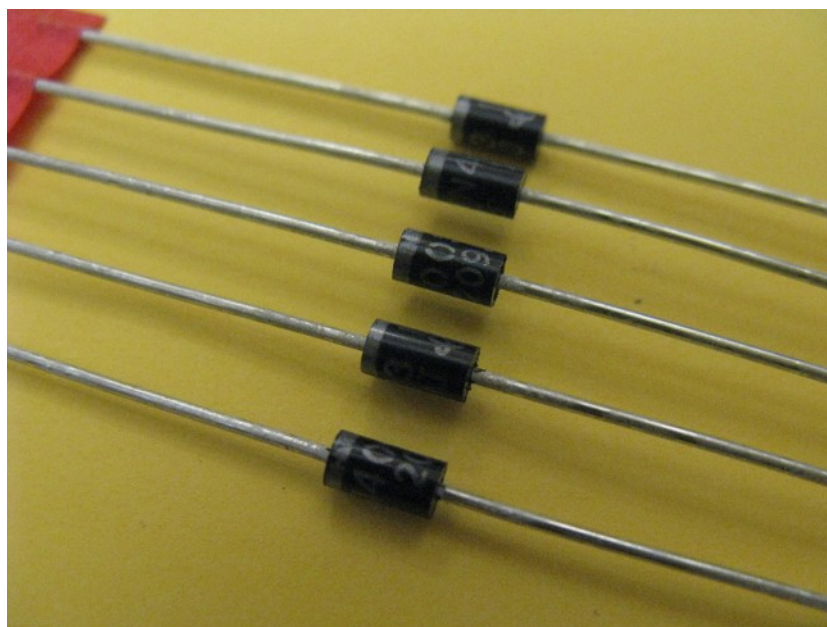
Inductance

Une inductance s'oppose aux variations de courant. Celle employée ici ira sur la carte mère pour rendre le convertisseur analogique/numérique moins sensible aux bruits. Elle a une valeur de $10\mu\text{H}$ (Digi-Key: DN42077-ND).

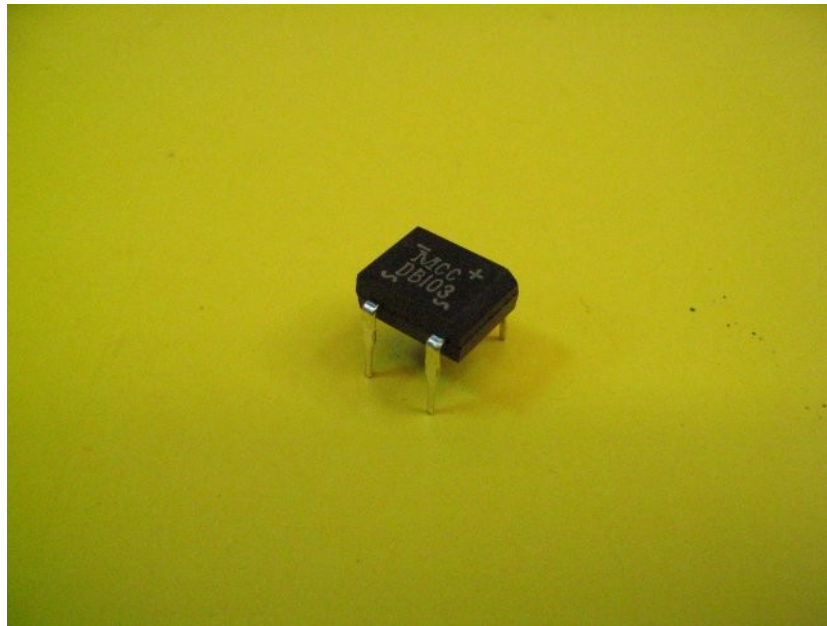


Diodes

Une diode est un élément semi-conducteur qui, grosso modo, laisse passer le courant dans une direction, mais le bloque dans l'autre. Les diodes sont donc nécessairement polarisées. Le robot en emploie de plusieurs types. Il y a d'abord celles sur le pont en H qui servent surtout à rediriger le courant en cas de problème (Digi-Key: 1N4003-E3/54GICT-ND). Noter la présence de la ligne grise sur la diode, car une ligne similaire sur le circuit imprimé permettra de donner l'orientation lors de l'insertion de la pièce. Ces deux lignes devront être dans le même sens.



Un pont redresseur peut être formé avec 4 diodes. Un tel arrangement permet de remettre une tension dans le bon sens même si elle s'est présentée dans le sens inverse (parce que, peut-être, un cordon d'alimentation a été branché à l'envers...) Ce dispositif est très pratique. C'est pourquoi il se présente souvent dans une puce pour ainsi éviter d'avoir à disposer des diodes séparément sur le circuit. La carte mère en utilise un (Digi-Key: DB103-BPMS-ND). Encore ici, il faudra ajuster les symboles présents sur le dessus de la pièce avec ceux du circuit imprimé pour respecter l'orientation lors du placement de la pièce.

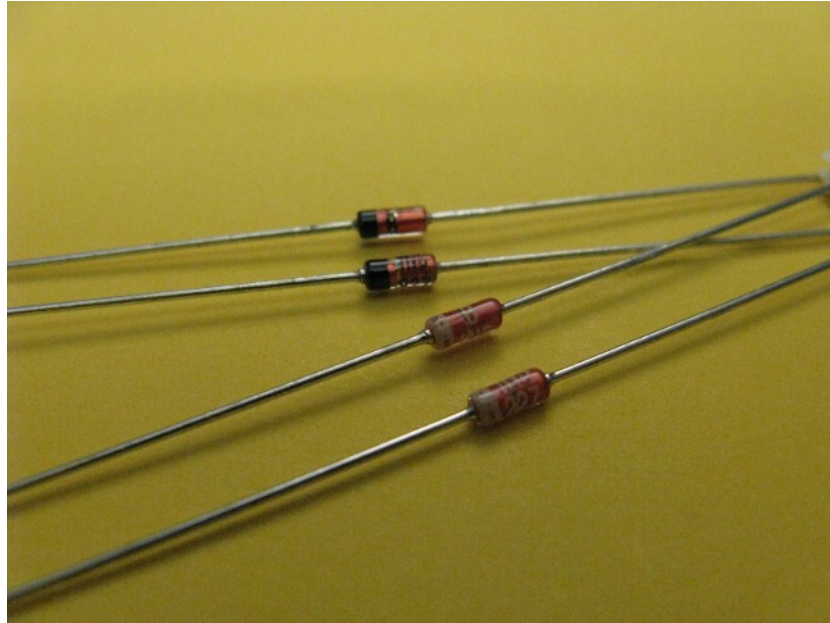


Il y a une catégorie de diodes qui sont qualifiées d'électroluminescentes, d'où le terme «DEL» (diode électroluminescente - *led* en anglais pour *light emitting diode*). Dans ce rôle, l'aspect «redresseur» de la diode est peu intéressant puisqu'on s'intéresse surtout à la lumière émise. Pour limiter le courant, on aura presque systématiquement recours à une résistance en série avec une DEL. Le robot utilise 2 types de DEL, verte (Digi-Key: 67-1101-ND) et bicolore (Digi-Key: 160-1038-ND). Une DEL bicolore est en réalité une combinaison de deux DEL, une rouge et une verte dans ce cas-ci, à l'intérieur du même boîtier. Suivant le sens de la tension appliquée, l'une ou l'autre couleur apparaîtra. La DEL bicolore est d'apparence transparente et légèrement givrée comme le montre la photo (DEL de droite).



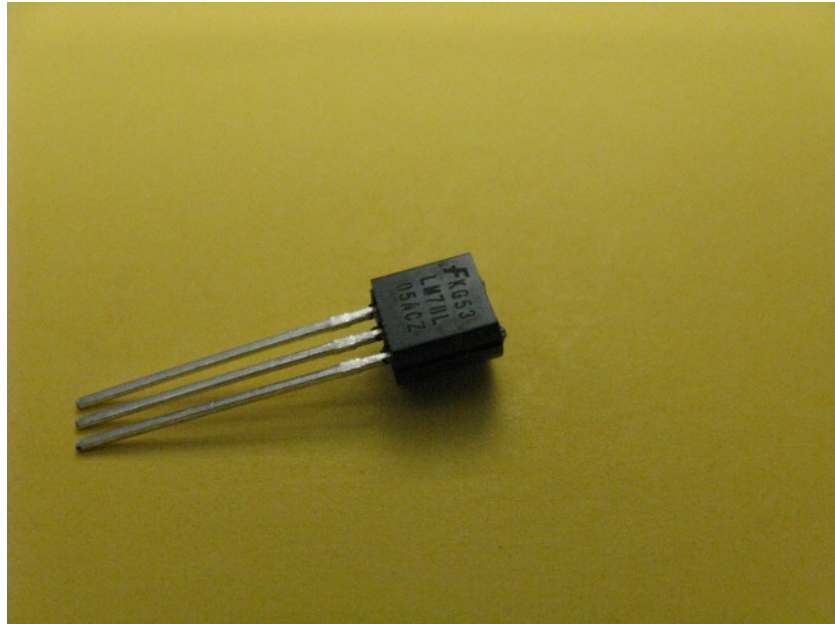
Les diodes bloquent normalement le courant lorsque la tension est inversée à leurs bornes. La diode Zener peut le laisser passer si la tension inverse est supérieure à une valeur

donnée, appelée tension Zener, et souvent notée V_z . Cette valeur est importante puisqu'elle permet d'établir certaines tensions de référence dans un circuit. Comme les signaux de données du protocole USB doivent être entre 2.8 et 3.6 volts, deux diodes Zener (Digi-Key: 1N5227BDICT-ND) permettront d'abaisser la tension de 5 volts à 3.5 volts sur les fils qui se rendent au connecteur USB.

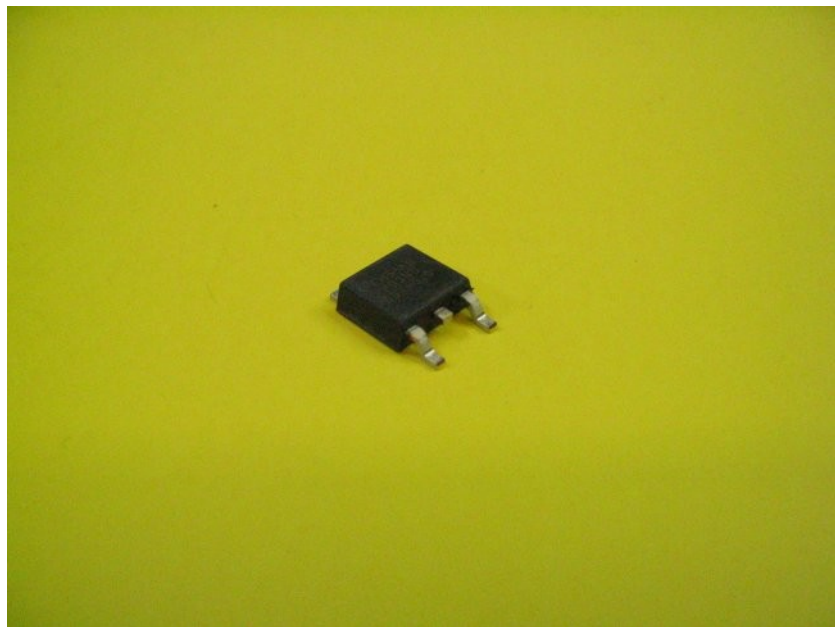


Régulateurs de tension

Réguler une tension signifie la ramener à une valeur fixe plus basse même si celle fournie est quelque peu plus élevée. Ainsi, sur le pont en H, un 78L05 (Digi-Key: LM78L05ACZFS-ND) abaissera la tension provenant des piles AA à 5 volts. L'orientation de cette composante est donnée par la surface plate sur le côté de la pièce.

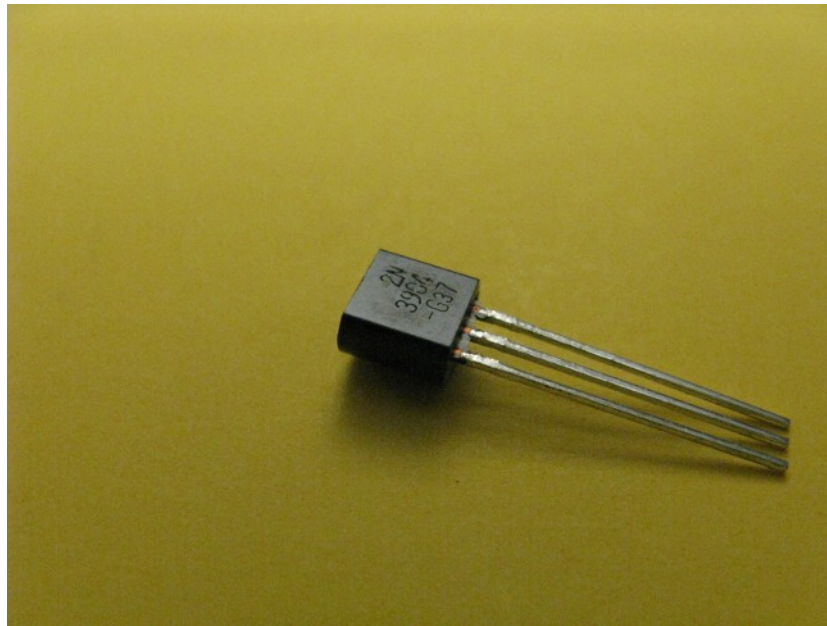


Sur la carte mère, le LP36691 (Digi-Key: LP38691DT-5.0/NOPB-ND) jouera le même rôle. Cette pièce est particulière, car ses broches sont très courtes. En fait, elle se soudera en surface lors du montage et il faudra bien suivre les instructions pour l'orienter correctement.



Transistors

Deux transistors 2N3904 devront prendre place sur le circuit du pont en H (Digi-Key: 2N3904FS-ND).



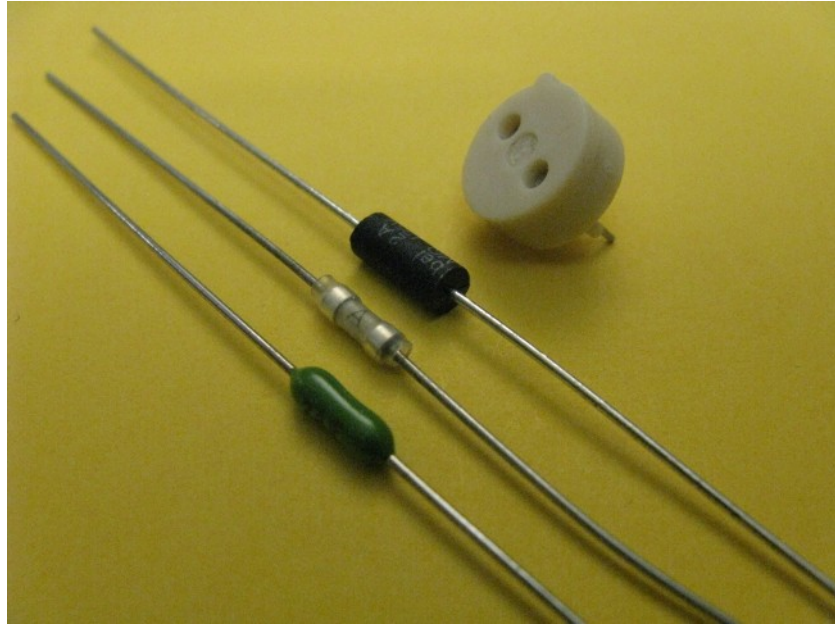
Piézo

Un piézo-électrique est utilisé pour émettre des sons (Digi-Key: 102-1144-ND). Le branchement de ses deux fils n'aura pas à respecter une orientation particulière même s'ils sont de couleurs différentes.



Fusible

Un fusible limite le courant sur le circuit du pont en H (Digi-Key: F2314-ND). Ce fusible vient avec un réceptacle (Digi-Key: WK6235-ND) qui sera soudé sur le circuit imprimé. Ni le fusible ni le réceptacle n'ont d'orientation. Le réceptacle est beige et le fusible transparent, vert ou noir.



Ruban autoagrippant

En mauvais français, il s'agit du bon vieux «Velcro» (du nom de la marque de commerce). On s'en sert ici pour retenir un fil et la pile de 9 volts. Le petit bout de quelques centimètres peut être blanc ou noir.



Contacts avec les piles

Les piles AA seront retenues avec deux réceptacles pouvant contenir chacun 3 piles (Digi-Key: 2465K-ND).

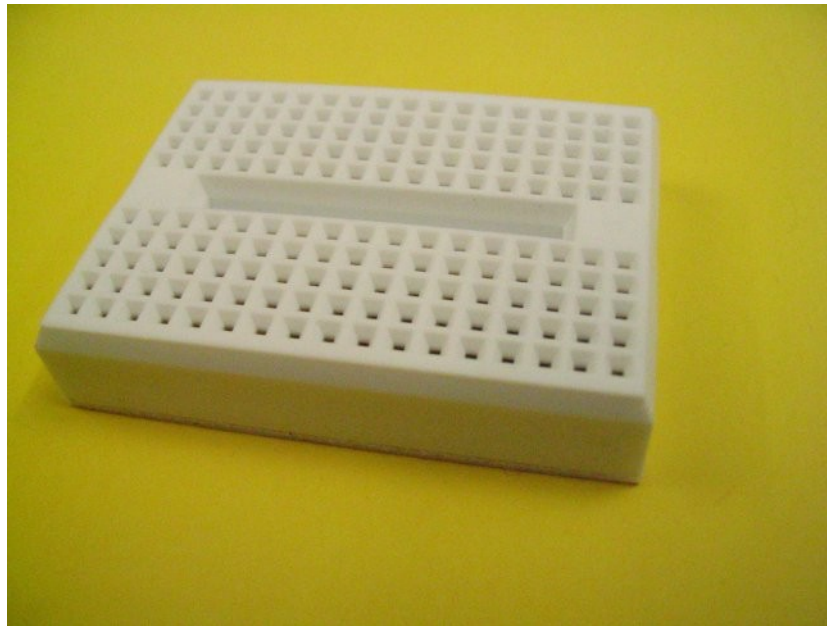


La pile 9 volts entrera en contact avec un clip adapté (Digi-Key: 2238K-ND).



"Breadboard"

Le terme planche de prototypage pour désigner un *breadboard* est quelque peu vague en français et maquette expérimentale n'est pas mieux. Les gens en électronique utilisent ce type de plaquette pour enficher rapidement des composants électroniques diverses. Le robot en a un petit (Digi-Key: 923273-ND ou Cixi Wanjie Electronic modèle BB-601T) qui ira à l'avant pour recevoir des capteurs.



Connecteur 5 mm à 2 positions

Ce type de connecteur (Digi-Key: 277-1236-ND) est utilisé sur le circuit du pont en H pour brancher les fils en provenance des bornes des moteurs électriques . Des vis sur le dessus permettent de refermer les ouvertures sur le côté pour prendre à la serre les fils. 5 mm séparent les deux bornes situées sous le connecteur et qui devront être soudées au circuit imprimé.



Connecteur USB

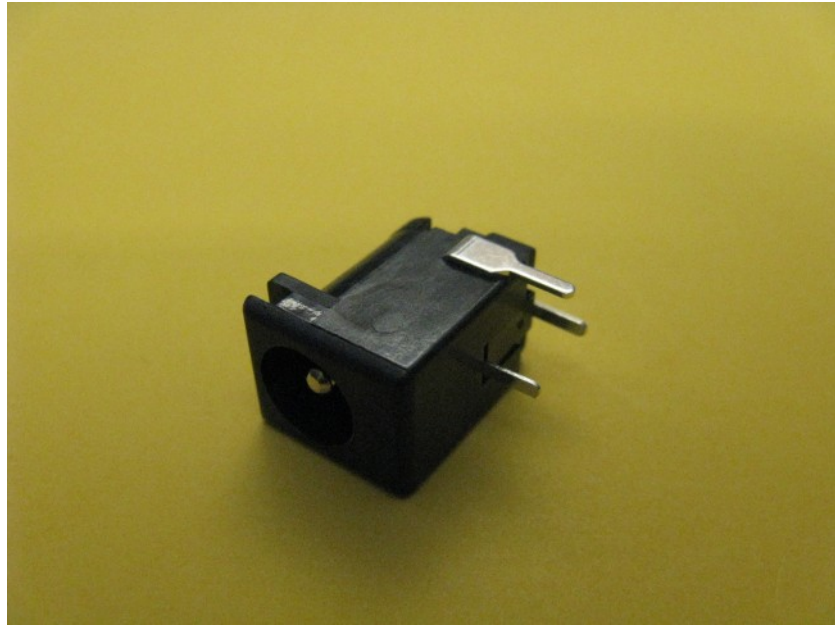
La carte communiquera avec un PC par USB. Un connecteur de type «B» permet de recevoir un câble USB (Digi-Key: ED90064-ND). On soudera uniquement les broches pour les

signaux. Les deux autres broches, plus grosses, ne servent qu'à retenir mécaniquement la pièce. Elles ne seront pas soudées. Par contre, on les écartera sous le circuit imprimé pour favoriser un meilleur maintien de la pièce.



Connecteur 2.1 mm

Un connecteur de 2.1 mm est utilisé couramment pour alimenter en tension un circuit. Quand on regarde bien ce type de connecteur, on se rend compte qu'il est difficile de déterminer quelles sont la partie mâle et la partie femelle! Une grosse tige peut être considérée comme la partie mâle, mais un plus petit trou à son extrémité est prévu pour recevoir une plus petite tige... mâle! Peu importe. La partie qui sera soudée à la carte mère est celle-ci (Digi-key: CP-102AH-ND).



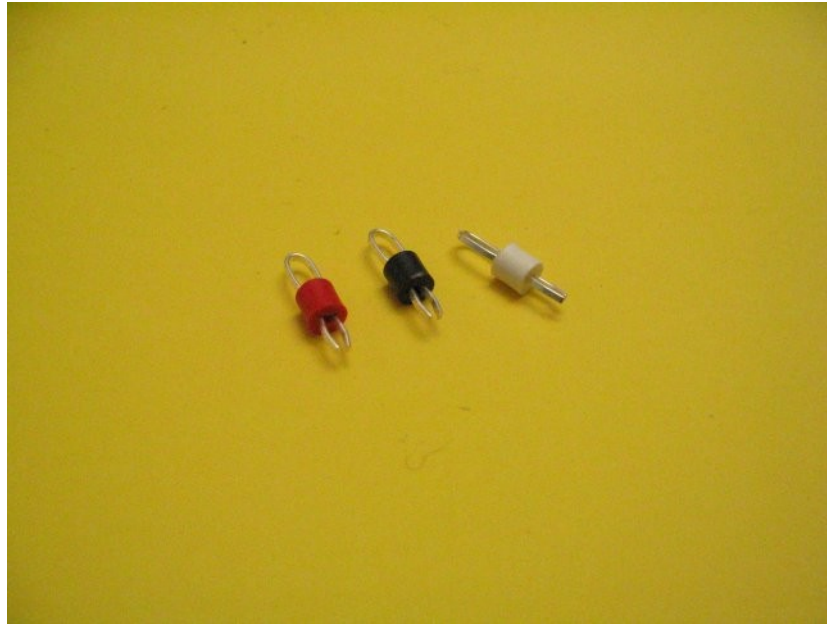
L'autre partie de la connexion sera assurée par une pièce qui ne provient pas de Digi-Key, mais bien du distributeur [Mouser](#). Le numéro de pièce est 171-3215-EX. Cette partie sera reliée au clip de la pile 9 volts pour alimenter la carte mère. Le connecteur se défait en deux parties pour permettre un accès aux bornes pouvant être soudées à l'intérieur.



Points de test PC

Un simple morceau de métal sur lequel on peut facilement accrocher une pince de type «crocodile» provenant d'un oscilloscope ou d'un multimètre est souvent souhaitable sur un montage. De telles pièces sont utilisées sur le robot. Elles doivent être insérées avec fermeté par les trous prévus sur les PCB et soudées pour s'assurer qu'elles soient bien retenues. Des

points de test en 3 couleurs sont utilisés: rouge (Digi-Key: 5010K-ND), noir (Digi-Key: 5011K-ND) et blanc (Digi-Key: 5012K-ND).



Le connecteur TE

La puissance provenant des piles AA sera transmise au circuit du pont en H. Le connecteur utilisé pour réaliser la jonction était autrefois fabriqué par la compagnie AMP/Tyco, mais est maintenant fait et distribué par TE Connectivity. Le produit reste le même. Il s'agit d'un connecteur à 2 positions puisqu'il peut recevoir 2 fils. La partie mâle (Digi-Key: A19423-ND) se soude au circuit du point en H. Deux grandes tiges de métal ressortent de ce composant de même qu'une tige de plastique blanche. Cette dernière permet de restreindre l'insertion de la partie femelle (Digi-Key: A19490-ND) de manière à polariser la connexion et éviter un branchement inversé. La partie femelle est faite pour être reliée à des fils. Sur ces fils, il faut sertir des petits morceaux de métal (Digi-Key: A19520-ND). Le but est de permettre aux fils d'être bien retenus à l'intérieur du réceptacle femelle. Le guide de montage donnera des précisions sur ces opérations. Sur la photo, on voit la partie mâle au fond à gauche et la partie femelle à droite. Les morceaux de métal sont à l'avant.



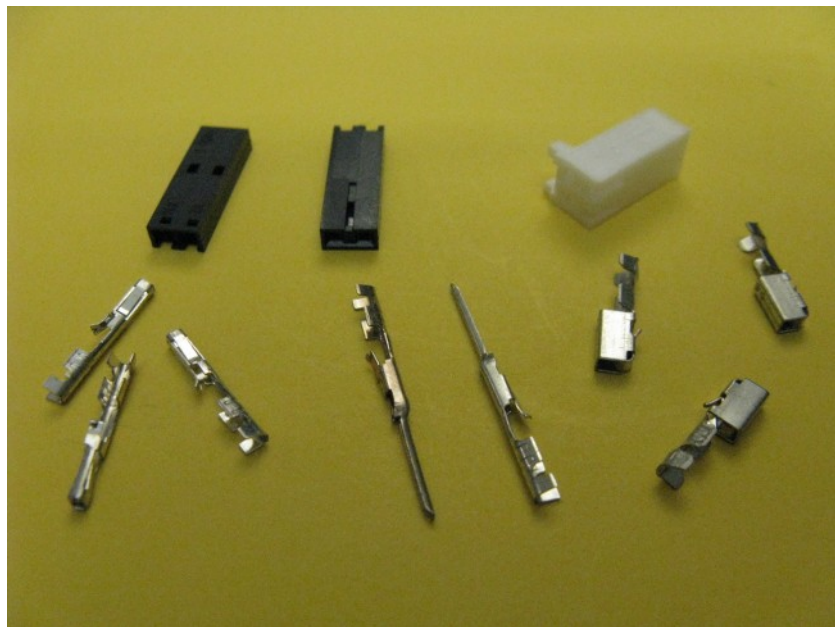
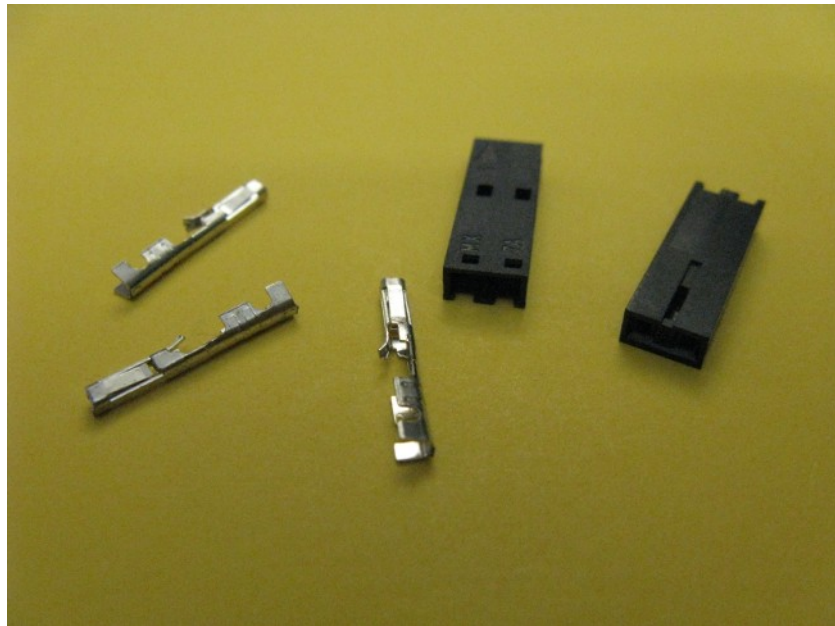
Les connecteurs IDC

Une manière simple sur un circuit de réaliser une interface vers le monde extérieur est d'employer des connecteurs «IDC Header». Il s'agit de simples tiges de métal qui traversent une base de plastique noir. Il en existe à simple rangée (Digi-Key: S1012E-36-ND) et à double rangée (Digi-Key: S2012E-36-ND). Généralement, ces barrettes sont vendues en longueur de 36 à 40 broches (72 à 80 pour le modèle à double rangée). Le montage du robot n'en nécessite toutefois pas autant. Afin d'éviter le gaspillage, celles fournies dans l'ensemble de pièces de montage sont donc plus petites. Il suffit de couper la barrette à la longueur voulue (le guide de montage montrera comment). Par la suite, on insère la partie courte de la tige dans le PCB et on soude de l'autre côté. La partie longue donne un connecteur non polarisé sur lequel on pourra brancher une partie femelle.



Les connecteurs Molex

Le connecteur Molex C-Grid (Digi-Key: WM2800-ND), contrairement au connecteur TE, n'est pas polarisé. Cependant, tout comme le TE, il est de type «à deux positions» puisqu'il peut recevoir 2 fils. De plus, il faut sertir des morceaux de métal au bout des fils avant de les insérer dans le réceptacle. À la différence du TE, il y a deux types de morceaux de métal, les femelles (Digi-key: WM2510-ND) et les mâles (Digi-Key: WM2517-ND). Les femelles seront serties quand on désirera que la connexion se fasse vers un connecteur IDC alors que les mâles iront s'enficher directement dans un *breadboard*. La première photo montre le Molex avec des morceaux de métal femelle. La seconde montre deux connecteurs Molex à gauche avec des morceaux de métal femelles et mâles. En plus, sur la droite, on voit le connecteur TE avec ses morceaux de métal. Cette photo devrait permettre de bien distinguer les deux types.



Cavalier

Un cavalier (*jumper* en anglais) permet de relier deux broches de connecteurs IDC. En ce faisant, l'électronique peut détecter un signal à zéro ou à un et prendre des actions appropriées. On doit donc voir un cavalier comme une façon de configurer du matériel à un très bas niveau. Les cavaliers utilisés ici (Digi-Key: A26242-ND) ont une petite languette qui permet de faciliter leur retrait du circuit.



Tiges d'espacement

Les tiges d'espacement (*spacers* ou *standoffs* en anglais), comme leur nom l'indique, permettent de maintenir une distance entre des pièces. Il s'agit tout simplement de pièces métalliques ayant une section hexagonale. Des trous filetés de grosseur #4 permettent l'insertion de vis 4-40 aux extrémités. La carte mère est retenue par quatre tiges de 1.5 pouce (Digi-Key: 1831K-ND).



Quatre autres de même type (Digi-Key: 1902CK-ND), mais de longueur 0.5 pouce et en nylon seront utilisées pour retenir la carte mère qui n'est pas montée sur le robot.

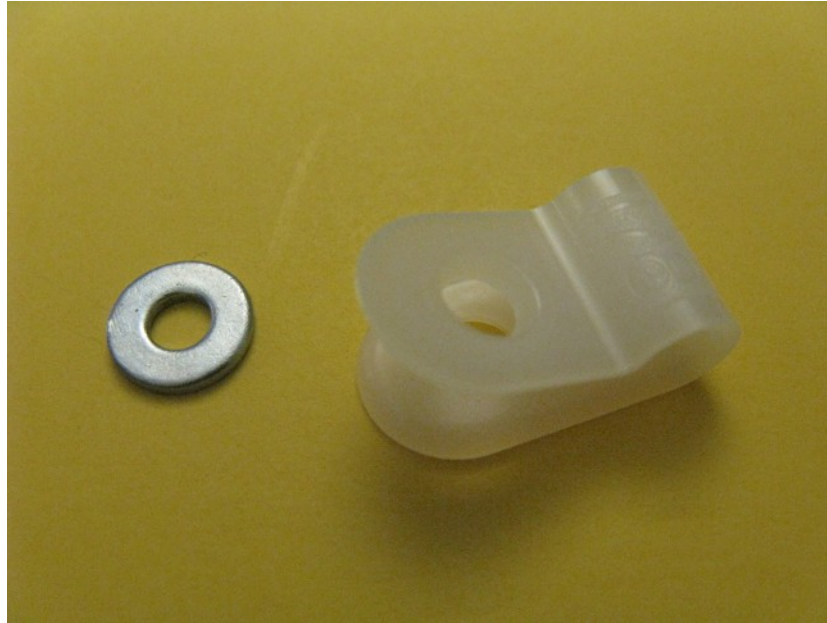


Il est possible d'utiliser la carte mère de façon autonome sans la fixer au robot. Dans un tel cas, il est préférable de placer des tiges d'espacement aux quatre coins, sous la carte pour éviter d'égratigner la surface de travail puisque le dessous de la carte est particulièrement rugueux. Lorsque la carte est montée sur le robot, elle est haute et vulnérable. En remettant le robot dans la boîte, le couvercle viendra s'appuyer sur les DEL et surtout les condensateurs électrolytiques. Pour éviter ce problème, on placera alors ces mêmes tiges sur le dessus de la carte, dans le prolongement de celle de 1.5 pouce. Pour remplir l'un ou l'autre de ces rôles, on utilisera des tiges de 0.75 pouce (Digi-Key: 1946K-ND. Contrairement aux précédentes, celles-ci ont un de leur bout qui est femelle et qui peut être vissé dans un filet de grosseur #4 et agir ainsi comme une vis 4-40.



Sangle en nylon et rondelle

Une sangle en nylon, *cable clamp* en anglais, (Digi-Key: 7620K-ND) est utile pour regrouper et maintenir en place des fils indique bien ce que ce morceau de plastique blanc peut faire . Il convient toujours de placer une rondelle (Digi-Key: H734-ND) entre la sangle et la vis qui retiendra l'ensemble pour éviter la friction directe avec le plastique.



Angles métalliques

Pour fixer une pièce perpendiculairement par rapport à une autre, de petits angles métalliques sont utilisés en divers points du robot. Deux types sont employés. La différence vient du fait que l'un d'eux a deux trous filetés 4-40 (Digi-Key: 621K-ND) alors que le second en a un seul (Digi-key: 612K-ND). La première photographie montre un angle de chaque type. Celui de gauche n'a qu'un seul trou fileté alors que celui de droite en a deux. Cette différence est plus visible sur la seconde photo puisqu'on peut voir une différence dans la grosseur des trous. Deux angles avec deux trous filetés sont utilisés pour retenir le pont en H à la base de PVC. Dans tous les autres cas, des angles avec un seul trou fileté sont utilisés.



Terminal en anneau

Il arrive de vouloir relier un fil à une vis. Pour bien réaliser cette opération, il est préférable de sertir un terminal en anneau au fil (Digi-Key: A27148-ND). Il suffira par la suite de passer la vis dans un trou.



Vis et écrous

Deux types de vis sont utilisées pour monter le robot. Une vis 2-56 de $\frac{1}{4}$ de pouce est illustrée (Digi-Key: H700-ND) à l'extrême gauche. À droite, on peut voir les vis 4-40 de longueur $\frac{1}{4}$ de pouce (Digi-Key: H703-ND), $\frac{3}{8}$ ème de pouce (Digi-Key: H782-ND), $\frac{1}{2}$ pouce (Digi-Key: H705-ND) et $\frac{5}{8}$ ème de pouce (Digi-Key: H706-ND). L'écrou 4-40 est au bas à droite (Digi-Key: H724-ND). Toutes ces vis et écrous sont en acier inoxydable.

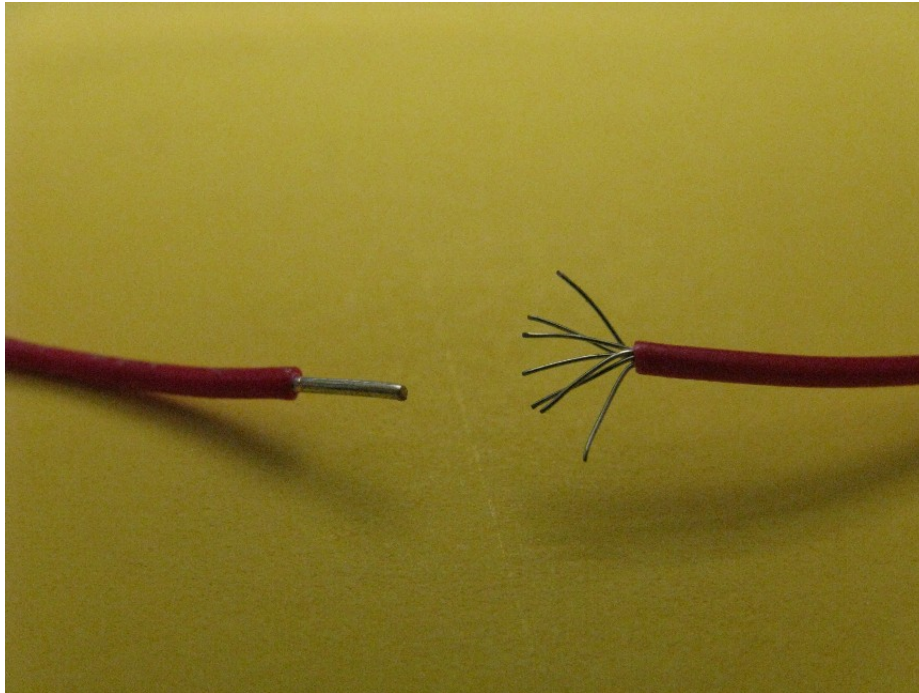


Fils

Des catégories de fils sont utilisées sur le robot: le monobrin et le multibrin. Le mono-brin est raide et conserve la forme qu'on lui donne. Il convient bien au travail sur *breadboard* par

exemple. Le fil de marque Belden de la série 9975, offert chez monser.com, est de ce type. Il est disponible en plusieurs couleurs en bobines de 1000 pieds de longueur. Le rouge et le noir sont aussi disponibles en bobines de 100 pieds. La grosseur du fil en [American Wire Gauge](#) (AWG) est de 24.

Le type de fil multibrin est plus souple et convient mieux au sertissage pour former un câble. Le Belden de la série 8505 est de ce type. Il est aussi disponible en bobine de 100 ou 1000 pieds dans toutes les couleurs. La grosseur est de 26 AWG. La photographie montre la différence entre les deux types de fils.



La perfection...

Malgré des avancées importantes de la production industrielle moderne, il reste toujours un certain pourcentage de pièces défectueuses. Cette photographie illustre l'évidence: une vis sans filets! Il s'agit tout de même d'un problème rare, mais qui est plus susceptible de se produire avec certaines pièces que d'autres. Par exemple, les transistors sont plus sensibles aux décharges électrostatiques. Par contre, il est extrêmement rare qu'une résistance soit défectueuse.

