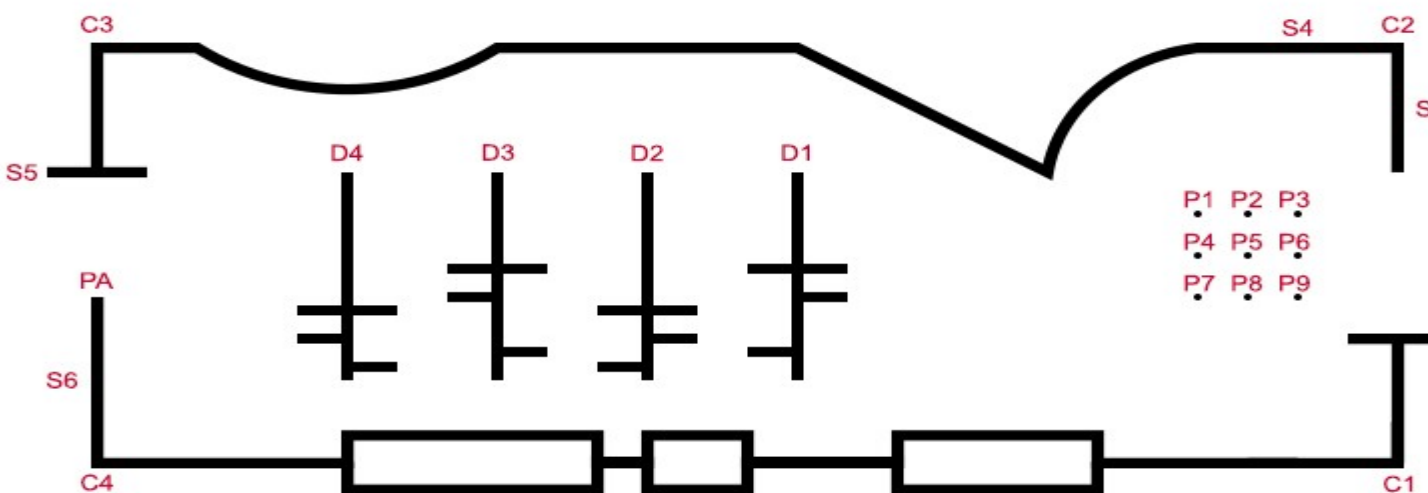


Épreuve finale

Pour le déroulement de l'épreuve, chaque équipe utilisera deux robots. Un d'eux effectuera le suivi du parcours qui comporte quatre sections tandis que le deuxième agira comme une télécommande qui envoie des instructions au premier.

L'évaluation est faite sur le respect des requis ainsi que sur la qualité des techniques utilisées. L'épreuve n'est pas une course. On n'obtient pas plus de points pour avoir terminé rapidement. Toutefois, afin que l'évaluation de l'ensemble des équipes puisse se faire dans un délai raisonnable, votre robot devra passer l'épreuve en au plus 10 minutes. En cas d'erreur pendant l'exécution, une seule reprise par section sera autorisée. L'idéal est bien entendu de ne pas avoir à reprendre de section. Avant de vous lancer dans le code, prenez le temps de faire un plan puis revoyez aussi les notions apprises au TP8.

L'épreuve se déroulera entièrement sur une table rectangulaire de 4 par 8 pieds. Les segments constituant le parcours sont faits de ruban adhésif noir. Un ensemble de 9 points plus petits est aussi présent sur la table.



Afin de vous permettre d'effectuer des tests, quatre tables d'épreuve sont mises à votre disposition. Deux au L-3813 et deux au L-5722.

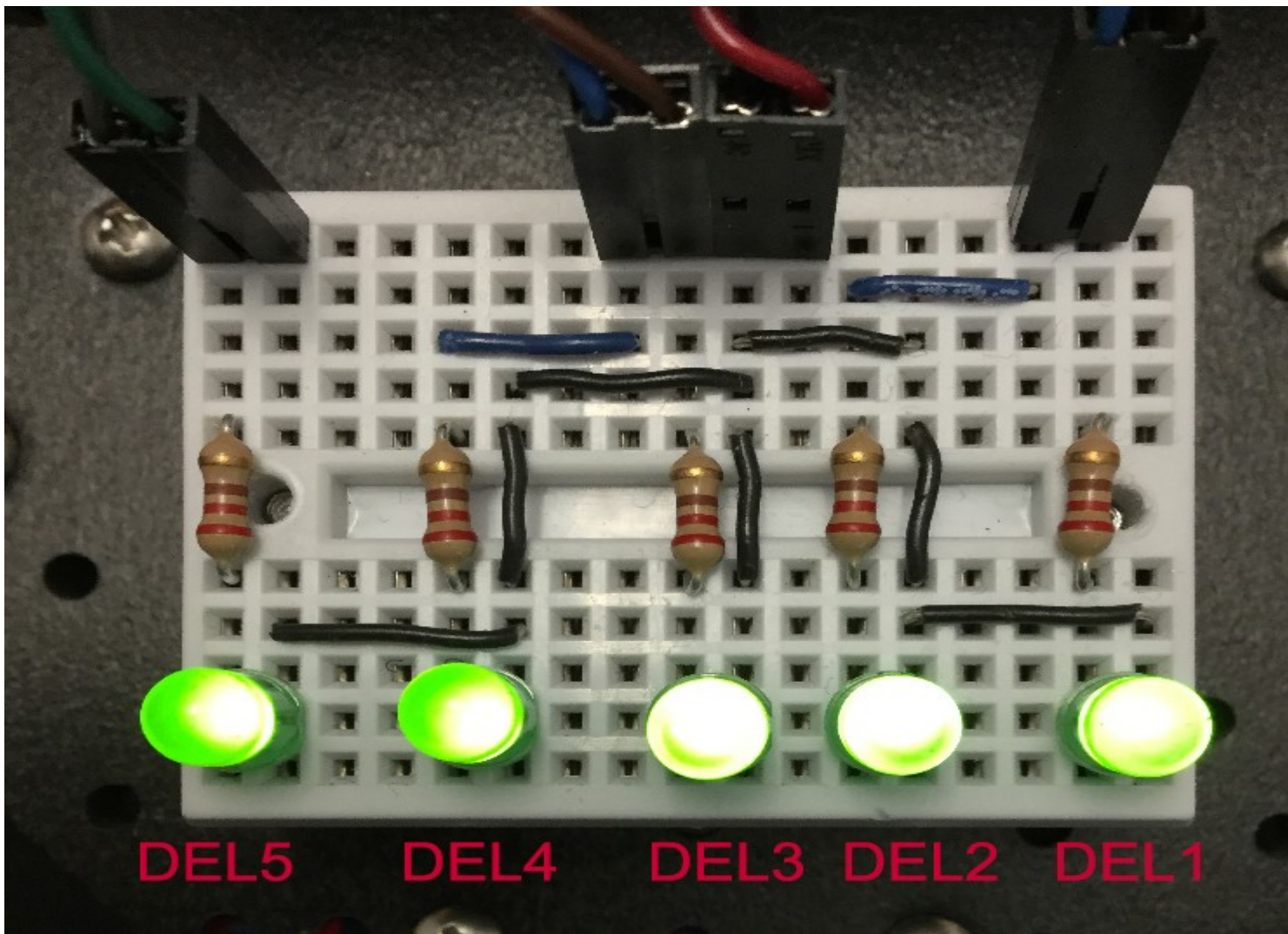
Déroulement de l'épreuve

Le robot doit être capable de commencer l'épreuve à sur n'importe quelle des quatre sections. Le choix de la section de départ est réservé l'évaluateur. Une fois lancé sur le

parcours, le robot effectuera les quatre sections une après l'autre et dans l'ordre. Par exemple, si l'évaluateur indique au robot de commencer par la troisième section, celui-ci effectuera les sections l'ordre suivant : 3, 4, 1 et 2. Lorsque le robot arrive à un coin, il effectue un virage vers la gauche et poursuit vers la section suivante. Toutefois, lorsqu'il arrive au coin initial, donc celui à partir duquel il a commencé l'épreuve, il ne doit pas effectuer de virage, mais plutôt s'arrêter émettre un son aigu d'une durée de deux secondes et ne plus rien faire. C'est la fin de l'épreuve.

Une section commence au coin $C(n)$ et se termine au coin $C(n+1)$ où n est le numéro de la section. Une exception, la section 4 commence à $C4$ et se termine à $C1$.

Une grande partie de l'épreuve repose sur le suivi de ligne par le robot. Pour ce faire, le robot est équipé d'un suiveur de ligne comportant 5 petits capteurs. Malheureusement, le seul indicateur lumineux se trouvant sur le suiveur sert à dire si ce dernier est alimenté ou non. Le matériel ne donne pas de rétroaction quant à la détection de ligne. C'est pour cette raison que vous aurez à installer 5 DEL vertes sur votre *breadboard*. Chaque DEL est associée à un capteur du suiveur. Lorsqu'un capteur détecte du ruban noir, la DEL qui lui est associée doit s'allumer. Dès qu'il n'y a plus de ruban sous le capteur, la DEL s'éteint.



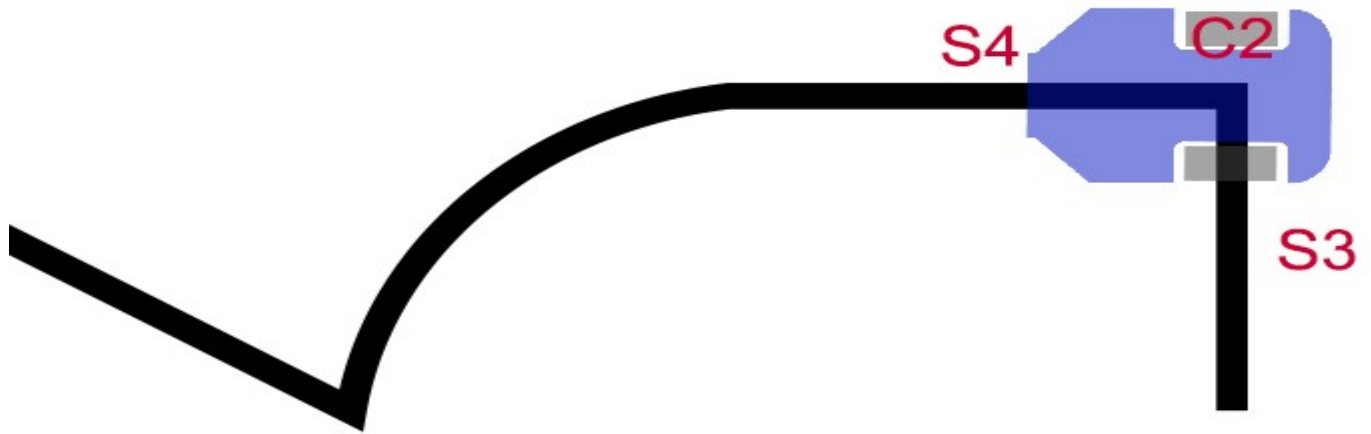
Les capteurs sur le suiveur sont identifiés de IR1 à IR5. L'association entre les capteurs et les DEL se fera donc avec le même numéro. DEL1 correspondra à IR1, DEL2 à IR2 et ainsi de suite jusqu'à 5.

Les 5 DEL pourront aussi être utilisées par le robot pour communiquer d'autres informations comme c'est demander sous *Signal de départ* et *Section 1*.

Placement de départ

Chacun des quatre coins du parcours représente un point de départ. Le placement se fait comme suit : le centre de rotation du robot est placé sur le point de départ (coin) et le corps du robot est à cheval sur le segment de ruban en direction du prochain coin.

Voici un exemple où l'évaluateur a choisi de faire commencer le robot par la section 2. Il a donc placé le centre de rotation du robot sur C2 et il l'a orienté en direction de C3.



Signal de départ

Une fois mis sous tension, le robot ne fait rien. Il attend qu'on lui dise sur quel point de départ (coin) il se trouve avant de partir.

Cette information lui est envoyée par infrarouge à partir du deuxième robot. L'encodage utilisé pour la transmission de données doit respecter le protocole SIRC. On utilisera ainsi la *Command* 1 pour indiquer le coin C1, la 2 pour indiquer C2, et ainsi de suite jusqu'à 4. Pour la partie *Address*, il faudra utiliser la valeur 1 pour TV.

Pour des détails sur le protocole SIRC voir : <https://www.sbprojects.net/knowledge/ir/sirc.php>.

Lorsque le signal de départ est reçu, le robot doit l'afficher sur ses DEL. S'il s'agit de la valeur 1, il allumera DEL1. S'il s'agit de la valeur 2, il allumera DEL2, et ainsi de suite jusqu'à 4.

La DEL restera allumée pendant 3 secondes. Après quoi, le robot se met en marche et les DEL reprennent leur usage normal. C'est à dire, servir d'indicateur pour la détection de ruban faite par le suiveur de ligne.

Si le robot reçoit une valeur autre que 1, 2, 3 ou 4, il ne réagit pas. C'est comme s'il n'avait rien reçu et restera dans l'attente d'une valeur valide.

Programme du deuxième robot

Le bouton *Interrupt* est utilisé pour effectuer l'envoi de signaux à partir de ce robot. Voici le fonctionnement demandé :

Le programme utilise un compteur (un entier) et une minuterie.

Au démarrage du programme, le compteur est à 0 et la minuterie est inactive.

À chaque fois que le bouton *Interrupt* est appuyé, le compteur est incrémenté de 1 et la minuterie est initialisée à 0 puis démarrée.

Lorsque le compteur est à 9 et qu'il doit être incrémenté, sa valeur devient 1 plutôt que 10.

Si la minuterie atteint 2 secondes, elle est arrêtée et un signal correspondant à la valeur du compteur est émis. La valeur du compteur est ensuite remise à 0.

Problème de communication

Advenant le cas où la transmission par infrarouge ne fonctionnerait pas pour vos robots, une alternative de communication doit exister.

Cette alternative est l'utilisation du bouton *Interrupt* du robot qui effectue le parcours. L'utilisation est la même que celle décrite sous *Programme du deuxième robot*. Seule exception, lorsque la minuterie atteint 2 secondes, la valeur du compteur n'est évidemment pas émise, mais plutôt directement utilisée par le robot.

Section 1

Le robot doit avancer jusqu'à ce qu'il rencontre le segment S2. Lorsqu'il détecte ce segment, le robot s'arrête et attend de recevoir un code par infrarouge. L'envoi et la réception de ce code se font de la même manière que celle décrite à la section *Placement de départ*. Cela inclut aussi la possibilité d'utiliser le bouton *Interrupt* en cas de problème de communication.

Une fois le code reçu, le robot ira placer son centre de rotation au-dessus du point correspondant au code. Il y a neuf points, identifiés P1 à P9. Le robot devra aussi se placer de sorte à être parallèle à S3 et avoir son nez qui pointe vers S4. Le robot restera alors immobile pendant 3 secondes tout en émettant un son grave. Après cette pause, le robot effectuera une rotation de 90 degrés en sens horaire. Le robot fera ensuite une autre pause de 3 secondes toujours accompagnée d'un son grave. Après la pause, il se dirigera sur le segment S3 pour continuer son parcours.

Vous noterez aussi la présence d'un segment identifié S1. Celui-ci ne fait pas partie officiellement de l'épreuve. Il est à usage libre. Vous pouvez vous en servir, ou l'ignorer.

Section 2

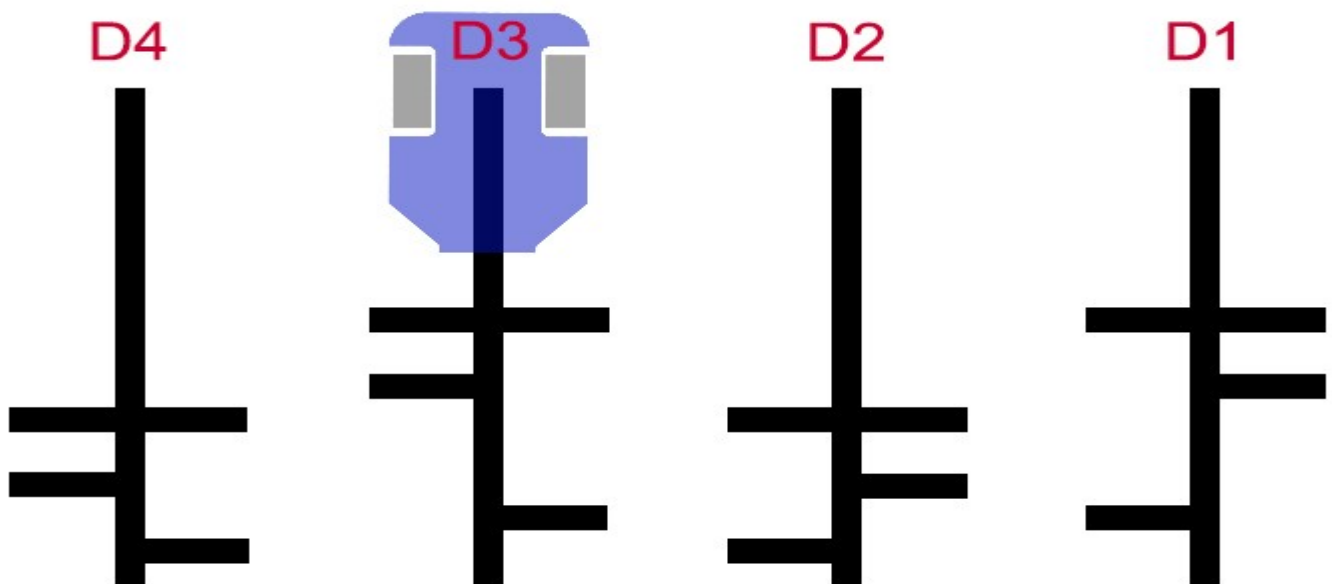
Ici, le robot ne fait qu'un suivi de ligne normal. Toutefois, lorsqu'il se trouve dans une courbe, il doit ralentir et maintenir cette vitesse plus lente pendant toute la courbe. Dès que le robot se trouve à nouveau sur une ligne droite, il reprend sa vitesse normale.

On ne spécifie pas de vitesses lente et normale pour le robot, à vous de décider. Toutefois, l'écart entre les deux vitesses doit être suffisamment grand pour que l'évaluateur puisse le remarquer sans problème.

Section 3

Le robot doit avancer jusqu'à ce qu'il rencontre le segment S5. Lorsqu'il détecte ce segment, le robot s'arrête. Un évaluateur déplacera alors le robot sur une des quatre droites identifiées D1 à D4. L'évaluateur placera le centre de rotation du robot sur le début de la droite choisie. Le nez du robot sera centré sur la droite.

Voici un exemple de robot placé sur la droite D3.



L'évaluateur appuiera ensuite sur le bouton *Interrupt* du robot. Cela indiquera au robot de commencer à suivre la droite. Il avancera jusqu'à la fin de celle-ci et s'arrêtera. Le robot devra alors faire allumer une seule de ses DEL. Cette DEL représentera la droite qu'il vient de parcourir.

S'il est sur la droite D1, il allumera sa DEL1. S'il était sur la D2, ce sera la DEL2, et ainsi de suite jusqu'à 4.

L'évaluateur placera ensuite le robot à cheval sur le segment S6 avec son centre de rotation par-dessus le point PA et appuiera sur le bouton *Interrupt*. Le robot devra alors se mettre en marche et continuer avec la prochaine section.

Section 4

Le trajet dans cette section comporte 3 rectangles. À chaque fois que le robot rencontre un de ceux-ci, il ne doit pas le contourner, mais plutôt y « entrer ». Une fois à l'intérieur du rectangle, le robot continue d'avancer et utilise son suiveur de ligne pour se guider et rester à l'intérieur du rectangle. Une fois la fin du rectangle atteinte, le robot en sort et poursuit son chemin sur le tracé avec un suivi de ligne normal.

À chaque fois que le robot entre ou sort d'un rectangle, il doit émettre 2 sons aigus consécutifs d'une durée de 50 ms avec un silence de 20 ms entre eux les deux.

Matériel

Les pièces suivantes vous seront prêtées et devront être installées sur le robot :

- 1 suiveur de ligne *Tracker Sensor*
- 5 DEL vertes
- 1 DEL infrarouge LTE4208
- 6 résistances 220 Ohm
- 1 récepteur infrarouge PNA4602

Pour l'infrarouge, lisez les instructions sur le site du cours :

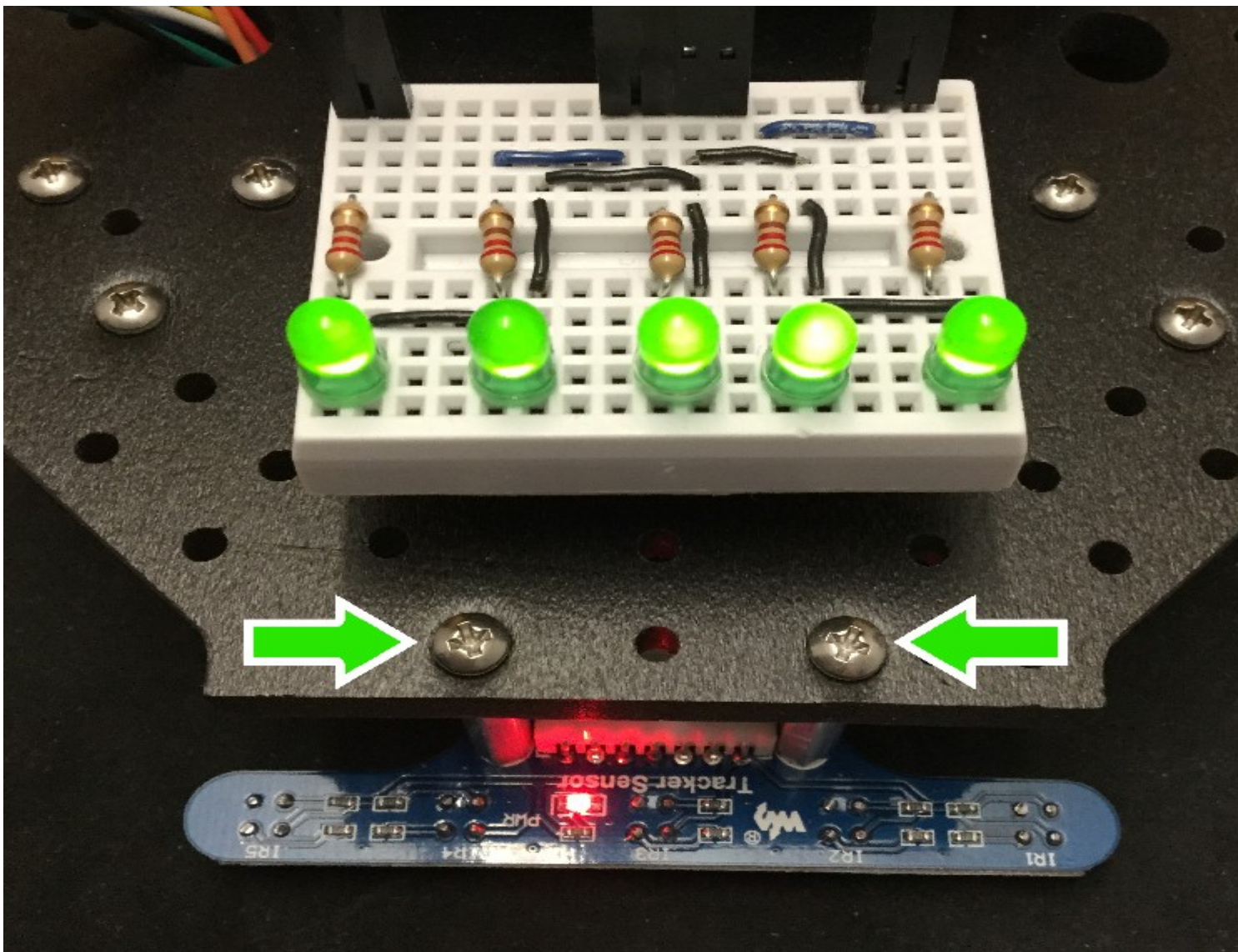
<http://www.groupe.polymtl.ca/inf1900/materiel/capteurs/breadboard/>

Chaque DEL devra être placée en série avec une résistance. Notez que les résistances doivent être du côté de la plus longue des 2 broches de la DEL.

Nous vous conseillons de faire une planification de vos branchements avant de commencer à travailler. Ceci pourrait vous éviter des problèmes en cours de développement et plus particulièrement lors de l'intégration des différentes parties de code qui composent votre programme.

Il n'est pas permis d'installer d'autres dispositifs électroniques ou éléments mécaniques sur le robot. De même, il n'est pas permis de modifier l'esthétique du robot. L'objectif est de conserver l'équité entre les équipes et de concentrer les efforts sur la programmation telle qu'il se doit dans le cadre de ce cours.

Le suiveur de ligne devra être monté sur les trous de montage suivant:



Remarque importante

Les bits [4:7] du port B (broches 5, 6, 7 et 8) du ATmega324PA sont utilisés par le ATmega8 lorsque ce dernier programme le ATmega324PA lorsque la commande *make install* est lancée pour que l'exécutable sur le PC se retrouve en mémoire *flash*. Donc, si des périphériques branchés sur la carte mère utilisent ces 4 bits les plus significatifs du port B, ils peuvent nuire à la programmation de la carte mère (messages d'erreur sur PC). Il n'y a pas de solution simple à ce problème. Il est fort possible qu'on doive utiliser cette partie du port B. Dans ce cas, il faudra peut-être débrancher ces périphériques à chaque reprogrammation de la carte mère... Dans la mesure du possible, pour éviter cet inconvénient, n'utiliser ces entrées/sorties que si la situation le nécessite (parce que les autres ports sont déjà occupés par d'autres périphériques).