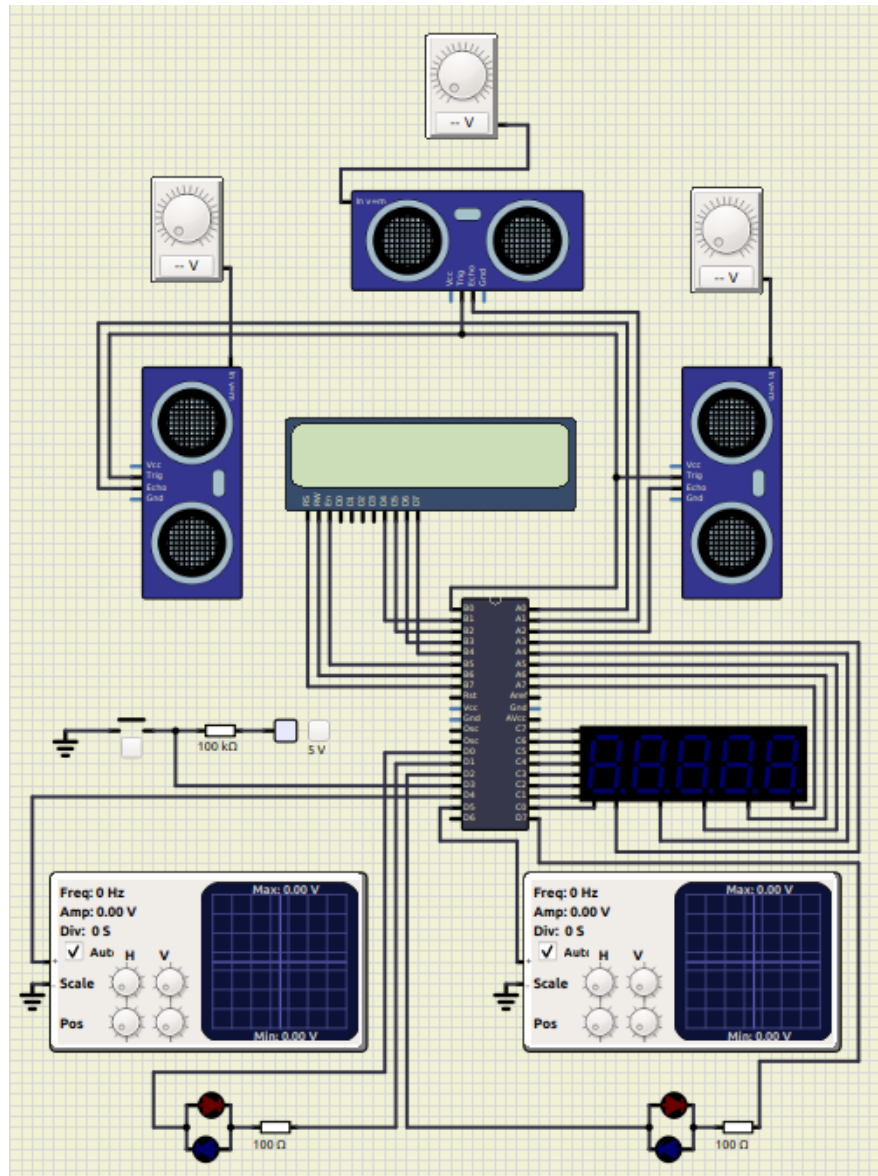


## INF1900 – Projet final v1.2

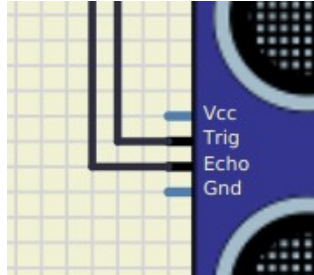
### Robot qui détecte des obstacles et qui effectue des manœuvres d'évitement

Un circuit déjà conçu vous sera fourni pour que vous puissiez le charger dans SimulIDE. Il correspond au circuit d'un robot semblable à celui d'un robot physique utilisé en laboratoire accompagné de quelques périphériques. Vous devrez concevoir le logiciel pour ce circuit, le charger dans le ATmega324A et tester qu'il effectue les opérations demandées.



## Matériel

Note : sur le montage, les broches en bleu (Vcc et Gnd) ne paraissent pas reliées. On ne voit pas de traces s'y connectant, mais elles sont bel et bien connectées et les composants auxquels elles appartiennent sont bien alimentés.



## Sonar

Le système est équipé de trois sonars. Pour « économiser » deux broches sur le microcontrôleur, celles pour les signaux de déclenchement (*Trig*, sur les sonars) ont toutes été liées ensemble. Ainsi, l'envoi du signal de déclenchement (*trigger*) indique aux trois sonars en même temps d'effectuer une détection de distance.

Ce branchement permet deux façons de faire lorsque vient le temps de saisir les trois distances.

Effectuer les lectures une après l'autre :

- Envoyer un signal de déclenchement.
- Attendre et mesurer le signal *echo* d'un des trois sonars.
- Répéter *a* et *b* pour les 2 autres sonars.

Effectuer les lectures en même temps :

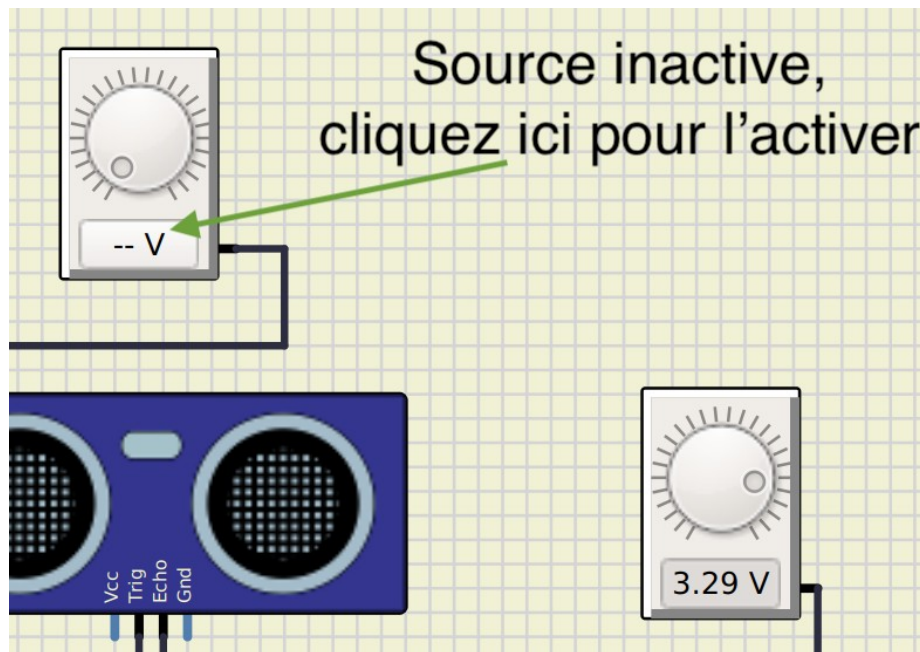
- Envoyer un signal de déclenchement
- Attendre et mesurer les 3 signaux *echo* en même temps.

La première méthode *gaspille* des *echo*, mais est plus simple à implémenter.

Note : Il faut aussi garder en tête que les *echo* ne sont pas tous de même durée et qu'un sonar doit avoir une certaine période de repos avant de recevoir un nouveau signal de déclenchement. Pour en savoir plus, consultez la fiche technique du sonar sur le site du cours.

Puisqu'il s'agit ici d'une simulation, il faut un moyen de simuler une détection d'obstacle avec un sonar. Pour ce faire, chaque sonar est connecté à une source de tension pouvant être réglée de 0 à 4 volts. Cette source de tension n'alimente pas le sonar, elle sert uniquement à simuler la distance détectée. Pour simuler une distance détectée il suffit de régler la source au bon voltage. 1 mètre = 1 volt. Par exemple, pour simuler un obstacle se trouvant à 2.4 mètres, il suffit simplement de régler la source à 2.4 volts.

**IMPORTANT** : Lorsque vous chargez votre circuit dans SimulIDE, par défaut, les sources de tension sont inactives. Vous devez les activer manuellement (voir image suivante).



### **Afficheur 7 segments**

Un afficheur 7 segments comporte, comme son nom l'indique, 7 segments. En allumant certains de ces segments, il est possible de former des symboles. Assez souvent des chiffres. L'afficheur comporte un huitième élément pouvant être allumé : un point. Le point est connecté au microcontrôleur, mais ne sera pas utilisé dans le cadre du projet. Finalement, l'afficheur comporte une dernière broche connectée au microcontrôleur. Celle-ci sert à rendre l'afficheur actif ou inactif.

Le robot comporte 5 afficheurs 7 segments. Ceux-ci sont tous liés sur les mêmes traces. Alors comment pour faire pour ne pas afficher le même chiffre sur tous les afficheurs en même temps? Il suffit d'afficher sur un seul afficheur à la fois (rendre actif) pour une très courte période de temps. Ensuite, afficher sur le suivant pour la même courte période. Et ainsi de suite jusqu'au dernier afficheur pour ensuite recommencer avec le premier afficheur. En exécutant cette séquence suffisamment rapidement, on aura l'impression que tous les afficheurs sont allumés en même temps (chacun avec leur propre chiffre) quand en réalité ils sont allumés chacun leur tour.

Suggestion : utilisez *Timer/Counter2* pour réaliser cette fonctionnalité. Plus particulièrement, ajuster les registres nécessaires et ensuite placer votre code dans la fonction `ISR(TIMER2_COMPB_vect)`.

### **LCD**

L'écran LCD d'afficher jusqu'à 16 caractères par ligne sur deux lignes. Du code permettant de facilement contrôler ce périphérique est disponible sur le site du cours.

## Oscilloscope

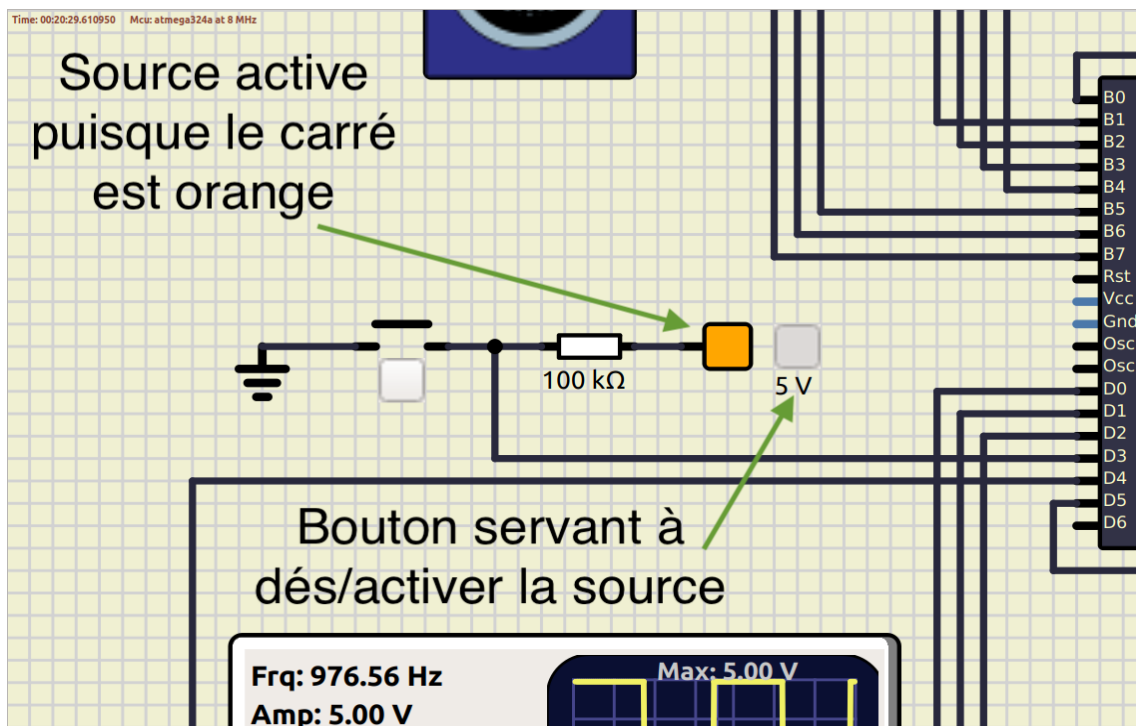
Puisque nous ne pourrions pas voir le robot se déplacer, il faudra un moyen de voir que les signaux destinés aux roues sont les bons. Pour ce faire, deux oscilloscopes ont été branchés sur le port D. Vous devrez faire sortir le signal PWM contrôlant la roue gauche sur PD4 et celui pour la roue droite sur PD5. Les oscilloscopes sont en mode automatique par défaut et vont afficher les PWM générés sur leur écran.

## DEL « bicolores »

Le système est supposé comporter deux DEL bicolores, SimulIDE ne permet pas d'ajouter des DEL de ce type. C'est pour cette raison que deux paires de DEL (rouge et verte) font office de DEL bicolores. Une paire de DEL a le même fonctionnement que la *DEL Libre* de la carte mère du robot.

## Bouton poussoir

Ce bouton est connecté sur PD3. Vous pouvez saisir sa valeur par scrutation ou par interruption sur INT1. Pour que ce bouton fonctionne comme attendu, la source de tension de 5 volts se trouvant à droite de la résistance 100K doit être active. Cliquez sur le petit carré étiqueté « 5 V » pour la rendre active. Lorsqu'elle est active, la source est colorée en orange.



## Objectif du « robot »

Ce robot permet de tester des techniques d'évitement d'obstacles. Selon la disposition des obstacles détectés par le robot, ce dernier effectuera, sur demande de l'utilisateur, une manoeuvre d'évitement préprogrammée.

À l'aide de ses trois sonars, le robot évalue la distance des obstacles se trouvant à sa gauche, devant lui et à sa droite. Un obstacle peut se trouver de 0 à 4 mètres.

Il existe trois catégories de distances.

Moins de 1 mètre : danger (DNGR)

Un mètre ou plus, mais moins de 3 mètres : attention (ATTN)

3 mètres ou plus : ok (OK)

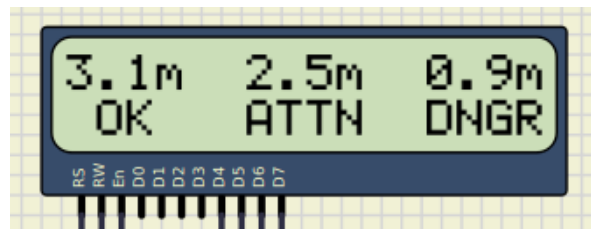
Il y a 3 sonars détectant chacun un obstacle se trouvant dans une des 3 catégories. On arrive donc à 27 combinaisons possibles. Le robot devra avoir une manœuvre d'évitement préprogrammée pour seulement 6 de ces combinaisons.

Le robot fonctionne selon deux modes d'opération : *détection* et *manœuvre*.

### Mode détection

Dans ce mode d'opération, le robot exécute deux tâches en boucle. Premièrement, à l'aide de ses sonars il détecte la présence d'obstacles à sa gauche, devant lui et à sa droite. Ensuite, il affiche sur son écran LCD la distance de l'obstacle trouvé pour chaque sonar ainsi que la catégorie associée à la distance. Cette boucle n'a pas besoin d'être exécutée à très haute fréquence. Ici, 4 tours de boucle par seconde est acceptable.

L'affichage des distances et des catégories doit respecter le format suivant :

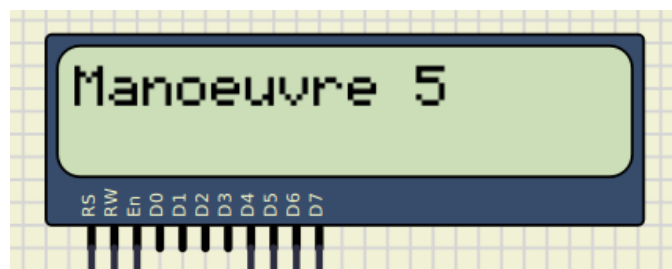


En mode détection, les oscilloscopes ne doivent pas recevoir de signaux, les DEL et les afficheurs 7 segments doivent être éteints.

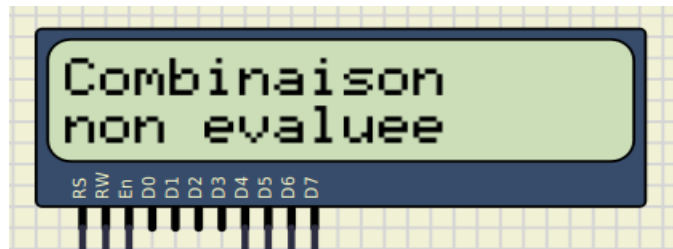
L'utilisateur se sert des sources de tension connectées aux sonars pour simuler les distances détectées et ainsi créer une combinaison. Lorsqu'il est satisfait de la combinaison affichée, l'utilisateur appuie sur le bouton poussoir. Dès lors, le système passe en mode manœuvre.

### Mode manœuvre

Dans ce mode, l'écran LCD doit afficher « Manoeuvre x » où x est le numéro de la combinaison associé à la manœuvre. Le robot se met ensuite (sans délai) à exécuter la manœuvre.



Si la combinaison n'est associée à aucune manœuvre, l'écran doit afficher le message ci-bas et ne rien faire pendant 2 secondes. Après quoi, il retourne en mode détection.



Le message reste à l'écran LCD tant et aussi longtemps que le robot reste dans le mode manœuvre.

Dès que la manœuvre commence, le robot fait afficher la vitesse de ses roues sur les afficheurs 7 segments.

Les deux premiers afficheurs servent à indiquer la puissance (en pourcentage) de la roue gauche. L'afficheur du milieu doit afficher un trait d'union « - ». Les deux derniers afficheurs indiquent la puissance (en pourcentage) de la roue droite. Note : Il est impossible d'afficher une puissance de 100%, mais aucune manœuvre ne demandera une telle puissance.

Lorsqu'une roue tourne pour faire avancer le robot, la DEL verte qui lui est associée doit être allumée. Lorsque cette roue tourne pour faire reculer le robot, ce sera plutôt la DEL rouge qui sera allumée.

Les signaux PWM pour les deux roues seront automatiquement détectés et affichés par les oscilloscopes.

### **Les 6 combinaisons et les manœuvres à faire pour chacune d'elles**

Quelques précisions avant de passer aux manœuvres :

- Format de description : Manoeuvre x (catégorie distance gauche - catégorie distance avant - catégorie distance droite).
- Les couples pour la vitesse indiquent (% puissance roue gauche, % puissance roue droite).
- Une valeur de puissance négative indique que la roue tourne en sens inverse (recule).
- Certaines manœuvres demandent de descendre ou monter la vitesse graduellement. Ces descentes ou montées doivent être linéaires.
- Dès que la manœuvre est terminée (*Fin de la manœuvre*), le robot retourne en mode détection.

**Manoeuvre 1 (OK - OK - ATTN)**

Vitesse initiale : (90, 90).

La vitesse de la roue gauche descend graduellement jusqu'à 52, à raison de -1 par 100 ms.  
À (52, 90), on laisse passer 1000 ms.

La vitesse de la roue gauche remonte graduellement jusqu'à 90, à raison de +1 par 100 ms.  
À (90, 90), on laisse passer 2000 ms.

Fin de la manoeuvre.

**Manoeuvre 2 (ATTN - OK - OK)**

Vitesse initiale : (90, 90).

La vitesse de la roue droite descend graduellement jusqu'à 52, à raison de -1 par 100 ms.  
À (90, 52), on laisse passer 1000 ms.

La vitesse de la roue droite remonte graduellement jusqu'à 90, à raison de +1 par 100 ms.  
À (90, 90), on laisse passer 2000 ms.

Fin de la manoeuvre.

**Manoeuvre 3 (OK - DNGR - DNGR)**

Vitesse initiale : (-50, 50). On laisse passer 1000 ms.

On change la vitesse pour (66, 66) et on laisse passer 2000 ms.

On change la vitesse pour (50, -50) et on laisse passer 1000 ms.

On change la vitesse pour (78, 78) et on laisse passer 2000 ms.

Fin de la manoeuvre.

**Manoeuvre 4 (DNGR - DNGR - OK)**

Vitesse initiale : (50, -50). On laisse passer 1000 ms.

On change la vitesse pour (66, 66) et on laisse passer 2000 ms.

On change la vitesse pour (-50, 50) et on laisse passer 1000 ms.

On change la vitesse pour (78, 78) et on laisse passer 2000 ms.

Fin de la manoeuvre.

**Manoeuvre 5 (DNGR - DNGR - DNGR)**

Vitesse initiale : (50, -50). On laisse passer 2000 ms.

On change la vitesse pour (0, 0) et on passe à l'étape suivante.

La vitesse monte graduellement de (0, 0) à (63, 63) à raison de +3 par 125 ms.

À (63, 63), on laisse passer 2000 ms.

Fin de la manoeuvre.

**Manoeuvre 6 (ATTN - OK - ATTN)**

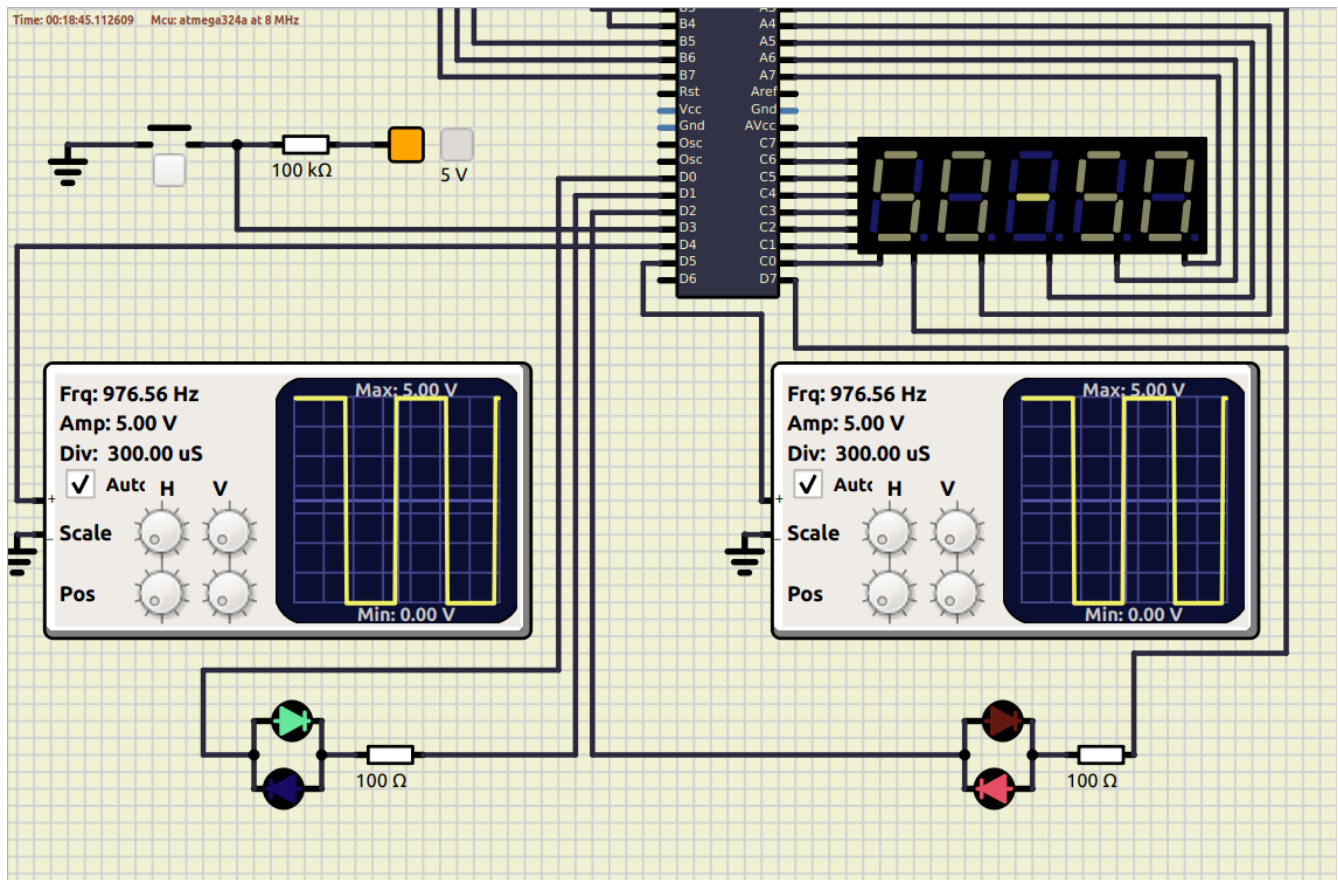
Vitesse initiale : (90, 90).

La vitesse descend graduellement de (90, 90) à (41, 41) à raison de -7 par 500 ms.

À (41, 41), on laisse passer 2000 ms.

Fin de la manoeuvre.

## Exemple de la première étape de la manœuvre 4



On voit que la roue gauche avance (DEL verte) et que la roue droite recule (DEL rouge). Les puissances affichées sur les afficheurs 7 segments (50%) correspondent bien aux signaux sur les oscilloscopes qui affichent clairement un rapport cyclique de 50%.