



ECOLE CENTRALE DE PÉKIN
LYCÉE LA MARTINIÈRE MONPLAISIR LYON

SCIENCES INDUSTRIELLES POUR L'INGÉNIEUR

ANNÉE 2025 - 2026



北航中法工程师学院
Centrale Pékin



ECHANGES PÉDAGOGIQUES AVEC L'ÉCOLE CENTRALE DE
PÉKIN

20 OCTOBRE 2025

TD 1 - Résolution de problèmes

Compétences

- **Analyser**

- Traduire un besoin fonctionnel en exigences.
- Justifier le choix des constituants dédiés aux fonctions d'un système.
- Identifier la structure d'un système asservi.

- **Modéliser**

- Choisir les grandeurs physiques et les caractériser
- Identifier les performances à prévoir ou à évaluer.
- Identifier les grandeurs d'entrée et de sortie d'un modèle.
- Identifier les paramètres d'un modèle.
- Identifier et justifier les hypothèses nécessaires à la modélisation.
- Modéliser un système par schéma-blocs.

- **Résoudre**

- Proposer une démarche permettant de répondre à un cahier des charges.

- **Expérimenter**

- Repérer les constituants réalisant les principales fonctions des chaînes fonctionnelles.
- Faire des mesures.
- Identifier les erreurs de méthode.

Exercice 1 : Problème ouverts sur le Robot Maqueen

Source : Emilien DURIF

1 Présentation

a) Objectifs



b) Matériel à disposition

On propose de réaliser une maquette à échelle réduite.

- 1 robot macqueen vplusV2.1 avec Capteur ultra-son
- 1 robot macqueen vplus V3 avec Capteur Lidar
- 2 accumulateurs 3,7 V
- 2 shield pour carte micro : bit
- 2 câbles usb
- 2 ordinateurs avec avec un navigateur web pour aller sur makecode



2 Mise en oeuvre du robot

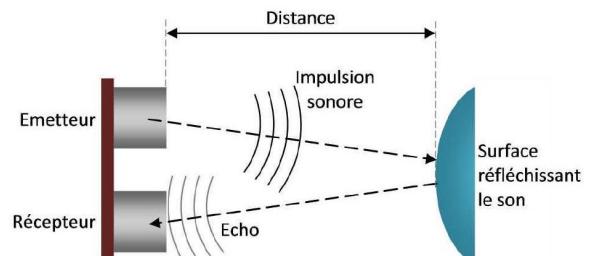
a) Mesure de distance par le capteur à ultra-son

Le principe de fonctionnement du capteur est basé sur une mesure du temps que met le son pour faire l'aller-retour entre le capteur et l'obstacle.

Voilà comment se déroule une prise de mesure :

1. On envoie une impulsion HIGH de $10\mu\text{s}$ sur la broche TRIGGER du capteur.
2. Le capteur envoie alors une série de 8 impulsions ultrasoniques à 40 kHz (inaudible pour l'être humain, c'est quand plus agréable qu'un biiiiiiip).
3. Les ultrasons se propagent dans l'air jusqu'à toucher un obstacle et retournent dans l'autre sens vers le capteur.
4. Le capteur détecte l'écho et clôture la prise de mesure.
5. Le signal sur la broche ECHO du capteur reste à HIGH durant les étapes 3 et 4, ce qui permet de mesurer la durée de l'aller-retour des ultrasons et donc de déterminer la distance.

N.B. Il y a toujours un silence de durée fixe après l'émission des ultrasons pour éviter de recevoir prématurément un écho en provenance directement du capteur.



fonctionnement du capteur

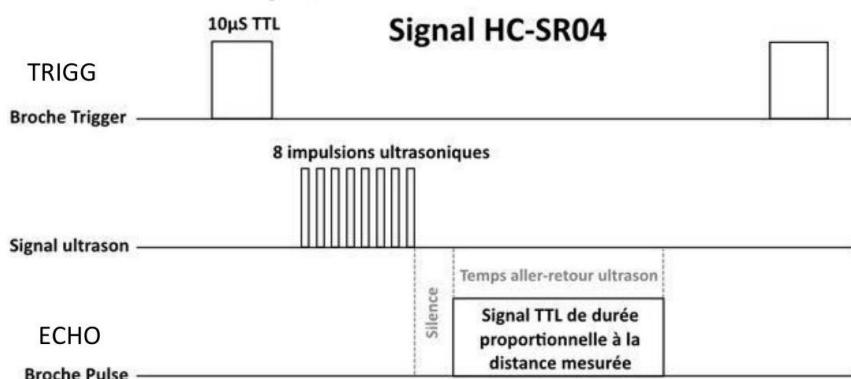
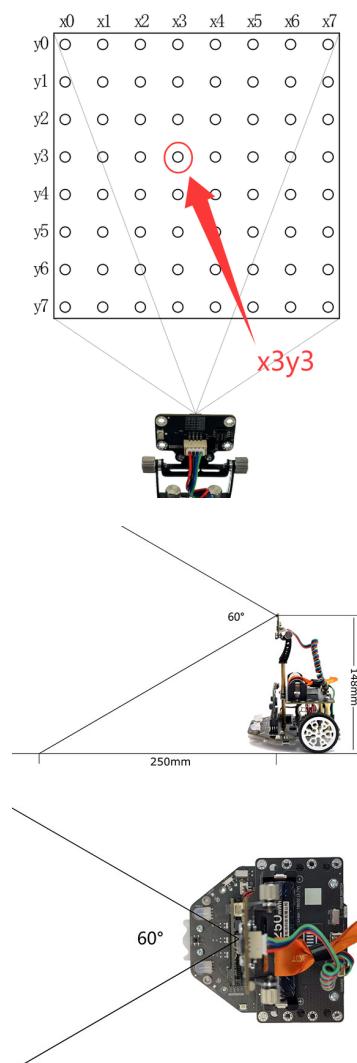


FIGURE 1 – Principe de fonctionnement du capteur ultra-son

b) Mesure de distance par le capteur LIDAR

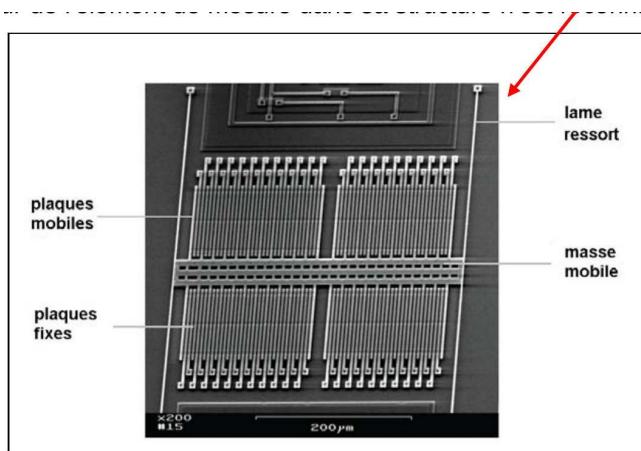
On peut également utiliser le **lidar** pour mesurer une distance.



L'avantage de cette méthode est qu'on dispose d'une matrice de capteur on peut donc connaître une position relative en 3D.

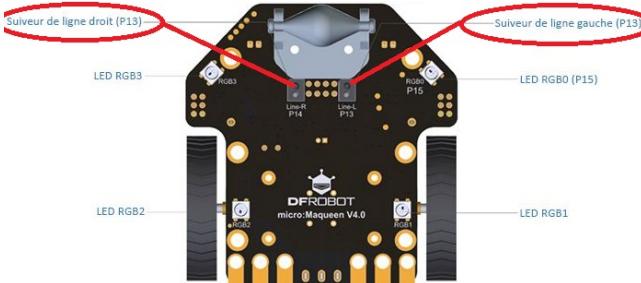
c) Mesure des accélérations

Les accéléromètres sont composés de deux puces de silicium : l'élément de mesure et le circuit d'interprétation. Il permet de mesurer des accélérations en $m \cdot s^{-2}$. Le cœur de l'élément de mesure dans sa structure n'est reconnaissable qu'au microscope. On peut retrouver plus d'informations sur son fonctionnement en annexe.



d) Mesure de présence de ligne

Le capteur de ligne à infrarouge renvoie une information logique en fonction de la présence ou d'absence de ligne noire. Le capteur renvoie 1 (ou VRAI) s'il est au-dessus du noir et 0 (ou FAUX) s'il est au-dessus d'une surface claire.



Le Maqueen V2 est équipé de **trois capteurs infrarouges** placés à l'avant du robot. Ici on pourra utiliser 3 de ces capteurs : L1 (gauche vers le milieu) ; M (milieu) et R1(droite).

Chaque capteur émet un rayon infrarouge et mesure la lumière réfléchie par le sol :

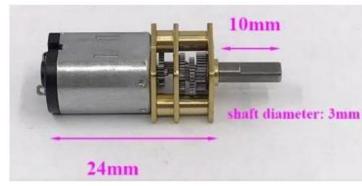
- Si la surface est **claire** (blanche), la lumière est réfléchie ⇒ le capteur renvoie la valeur **0**.
- Si la surface est **foncée** (ligne noire), la lumière est absorbée ⇒ le capteur renvoie la valeur **1**.

e) Mise en mouvement

Le principe de pilotage du motoréducteur est basé sur une communication en I2C entre la carte microbit et le driver (hacheur) implanté dans la carte électronique du châssis.

Le constructeur annonce les caractéristiques suivantes pour le moto-réducteur sur le figure 2

Le constructeur annonce les caractéristiques suivantes pour le moto-reducteur :



Puissance nominale : 0.5W
Rapport de réduction : 1 : 150
Rendement : 0.9
Vitesse de rotation sous 5V : 133 tr/min (en sortie de réducteur)
Mode de pilotage en PWM

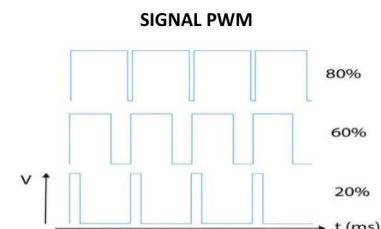


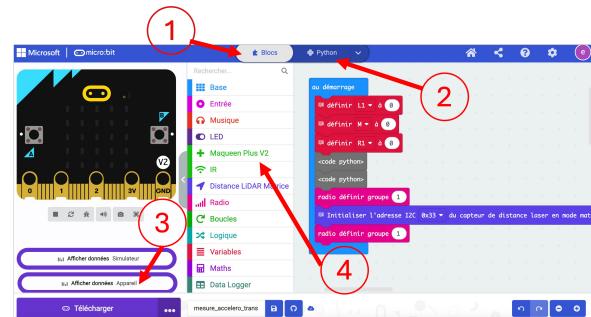
FIGURE 2 – Principe de fonctionnement du moteur

Le pilotage en PWM consiste à envoyer au moteur une tension entre 0 et 5 V hachée sur une période très courte. La période des créneaux étant si faible que le moteur reçoit la tension moyenne du signal, ce qui permet ainsi d'obtenir une variation de la tension à ses bornes, ainsi une variation de vitesse du moteur. Le pilotage de chaque moteur est indépendant.

3 Programmation du robot

Pour programmer le robot on peut utiliser l'environnement makecode en ligne sur le site makecode.microbit.org.

1. On peut programmer par bloc;
2. ou en python.
3. On peut afficher les données qui viennent de la fonction **print**.
4. On peut aller chercher des fonctions dans la bibliothèque.
5. Si la carte est branchée au PC on peut télécharger la carte sur le pc et lire les données



Sur le site <https://mpsilamartin.github.io/sii/mpsi2.html> vous trouverez un fichier initial à utiliser et à tester avec la procédure donnée plus haut.

4 Défi 1 : Contrôle de distance et évitement d'obstacle

On souhaite que le robot se déplace parcours la salle en évitant des obstacles.

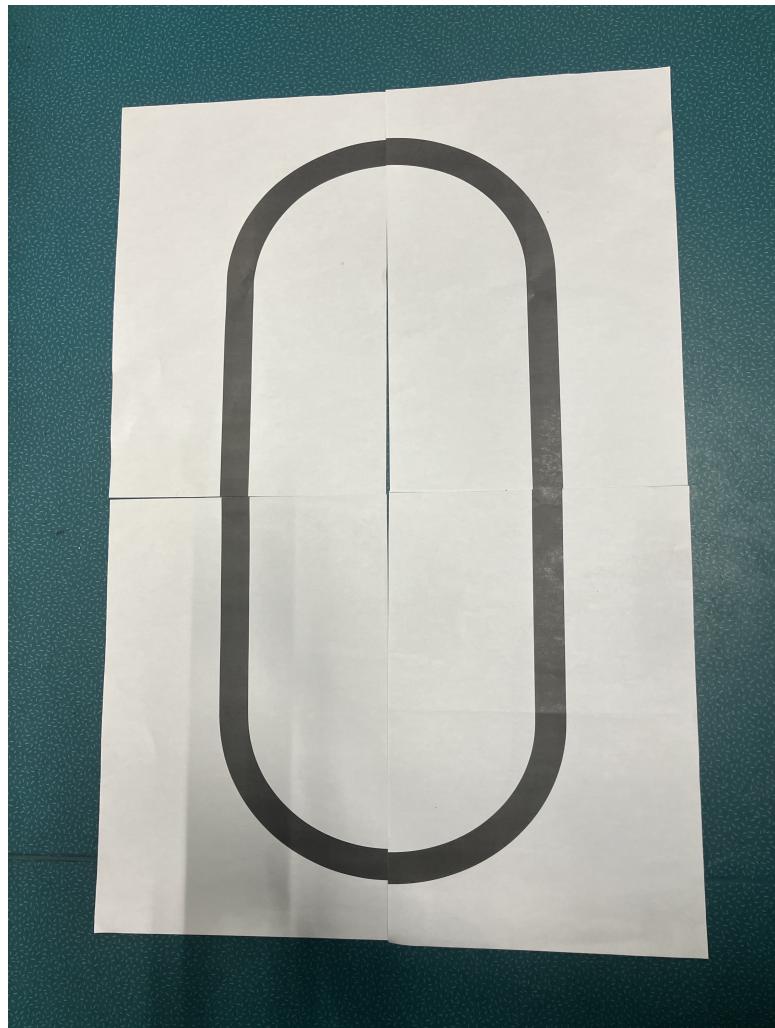
Activité 1 : Modifier le programme fourni pour que le robot réponde à cette exigence.

Activité 2 : Proposer une structure d'asservissement pour que le robot suive la main en ligne droite. La mettre en oeuvre et tester.

Activité 3 : Proposer une structure d'asservissement pour que le robot s'arrête le plus précisément d'un mur et vérifier que cela fonctionne.

5 Défi 2 : Suivi de circuit

On souhaite que le robot suive le circuit ci-contre.



Activité 4 : Modifier le programme fourni pour que le robot suive le circuit.

Activité 5 : Programmer le robot pour qu'il suive le circuit et qu'il reste à une distance de sécurité suffisante pour ne pas toucher l'autre robot.