

ROBOT AUTONOME AVEC TELECOMMANDE

Nous avons pour projet de développer un système permettant de commander à distance une mini voiture. Celle-ci est composée de deux roues motrices arrières, chacune d'elles respectivement reliée à un moteur alimenté en 5 V, d'une troisième roue libre assurant l'équilibre de la voiture, sur lesquelles repose l'habitacle cubique de la voiture.

1 Comprendre le projet

1.1 Besoin

Pour réaliser système, nous avons besoin :

- d'établir une communication entre la voiture et la télécommande
- de faire avancer, reculer et tourner la voiture (pour la rotation, les deux moteurs doivent pouvoir être pilotés séparément)

1.2 Contraintes

Pour ce faire, nous devons respecter les contraintes suivantes:

- la transmission d'informations doit pouvoir se faire à distance, jusqu'à 5 m environ
- la voiture doit être alimentée de façon indépendante pour pouvoir se mouvoir à sa guise dans les labos du Lense
- les programmes doivent pouvoir être lus par des cartes Nucléos

1.3 Bonus

Si ces besoins de base sont satisfaits, nous allons essayer d'améliorer le système en ajoutant quelques options à notre véhicule. D'abord, des **capteurs** placés à l'avant du véhicule permettront de déclencher un "arrêt d'urgence" en cas d'obstacle. De plus, **un asservissement de la vitesse** du véhicule permettra d'afficher la vitesse en temps réel sur la télécommande grâce à un écran LED. Un **mode autonome** pourra être sélectionné et la voiture sera alors capable de suivre un circuit programmé au préalable. Enfin, nous **décorerons** notre beau véhicule et l'accessoiriserons afin qu'il respandisse lorsqu'il se pavanera dans l'institut.

1.4 Principe de fonctionnement

La transmission d'information suit le circuit suivant.

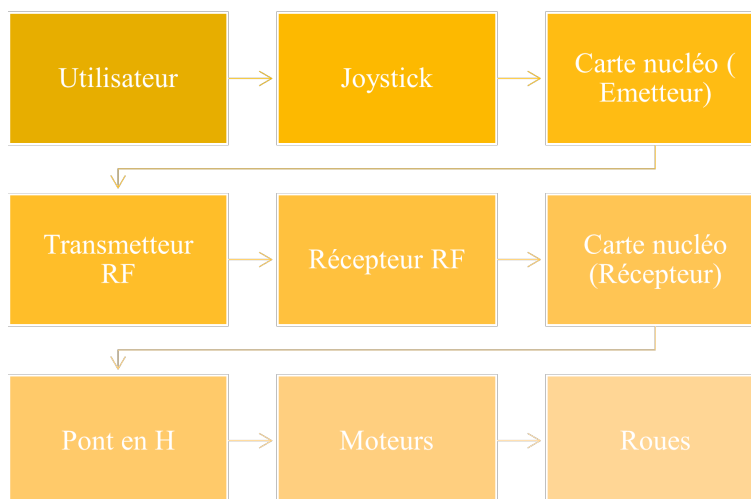


Figure 1: Schéma fonctionnel du système

On dirige donc notre voiture à l'aide d'une télécommande composée d'un Joystick relié à une carte Nucléo. Les informations sont envoyées à une autre carte par transmission radio. Celle-ci traite alors ces informations et commande les deux moteurs de la voiture en conséquence, qui entraînent enfin les deux roues.

2 Réaliser le prototype

Pour répondre à nos besoins, nous avons eu besoin de créer deux modules séparés. L'un permettant d'envoyer la commande au système et l'autre asservissant la commande pour réaliser l'objectif. L'interface homme-machine sera nommée «télécommande» et le système «voiture». Pour les faire communiquer entre elles, il suffit d'utiliser un module Radio-Fréquence. Ainsi les deux systèmes que nous avons réalisés ont été les suivants:

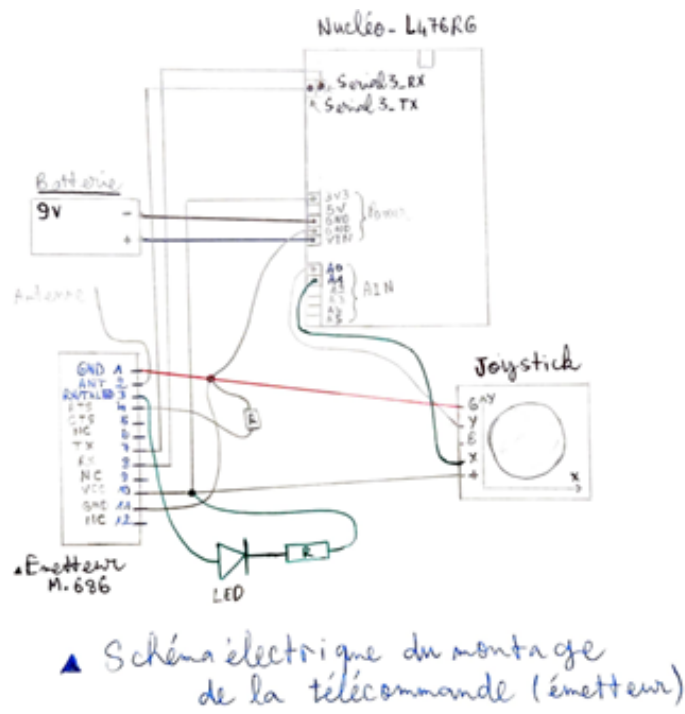


Figure 2: Schéma électrique du montage de la télécommande

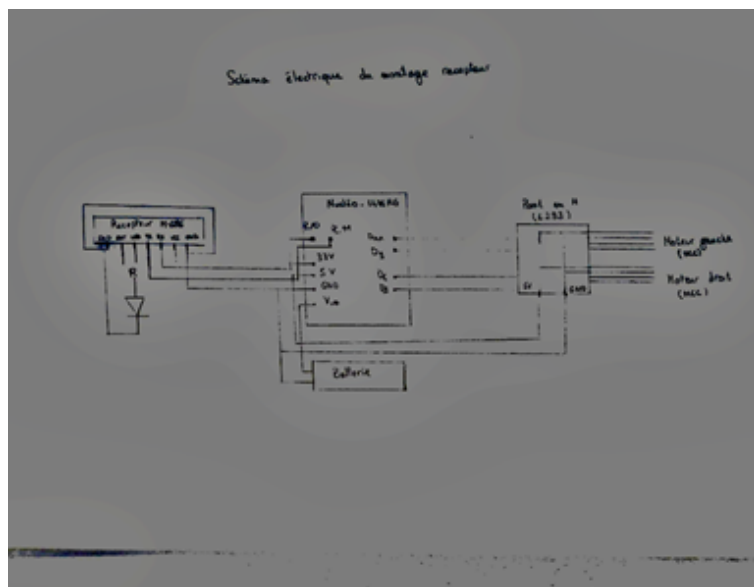


Figure 3: Schéma électrique du montage récepteur

La solution technique choisie pour la voiture a été de faire tourner deux roues grâce à 2 moteurs pour pouvoir réaliser l'asservissement directionnel. Les moteurs ont été pilotés grâce à la méthode P.W.M., car ils fonctionnent en tout ou rien. Cette méthode consiste à envoyer au moteur une tension de commande en créneau. Si la fréquence du créneau est assez élevée, l'inertie du moteur rendra ce dernier sensible à la moyenne de la tension appliquée. De plus, le moteur ne tourne normalement

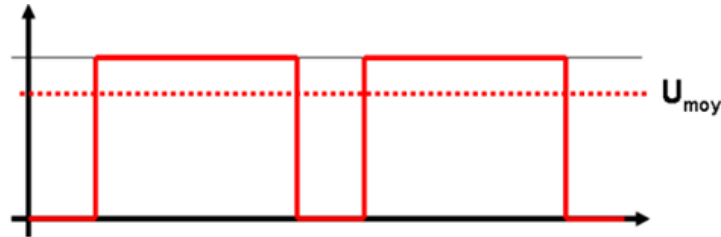


Figure 4: Tension en fonction du temps

que dans un sens, c'est à dire qu'on ne peut pas lui appliquer une tension négative. Cependant on peut contourner ce problème en installant une structure de «pont en H» en amont du moteur. Ce pont constitué de 4 transistors permet de commander un moteur en puissance grâce à la méthode P.W.M. dans les deux sens de rotation. On pilote ce pont en H grâce à une carte nucléo dont on suppose qu'elle recevra

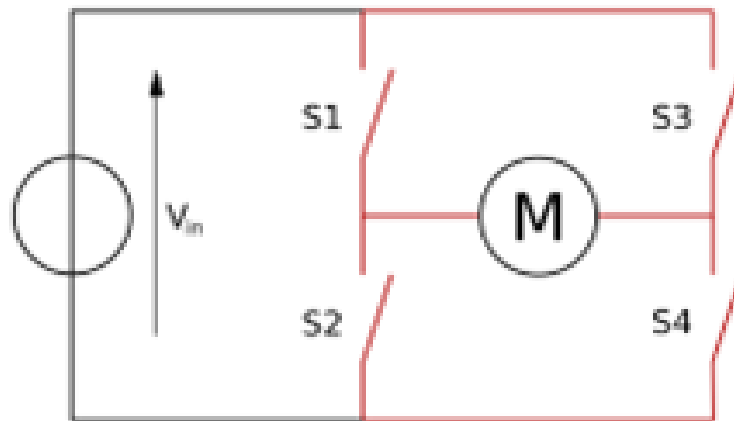


Figure 5: Pont en H

le rapport cyclique désiré par la télécommande. Le dernier module rattaché à la «voiture» est donc le module radio fréquence kappa (noté R.F.).

Normalement la communication entre deux cartes nucléo se fait en filaire : deux câbles relient les Serial-Port des deux nucléo (l'émetteur relié au transmetteur de l'autre et vis versa). Un module R.F. est juste un canal de communication non filaire : la communication se fait via des ondes électromagnétiques d'une longueur d'onde supérieure à 100 micromètres. Le câblage du module R.F. que nous avons utilisé

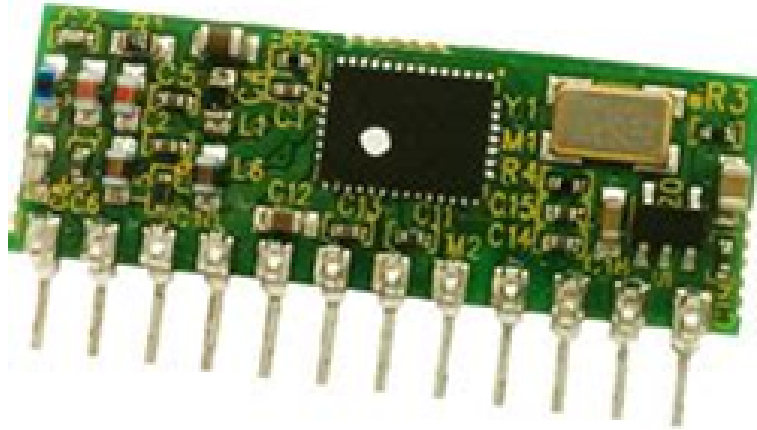


Figure 6: Emetteur- Récepteur

est schématisé plus haut. à noter que dans les échelles de communication que nous avons réalisées la présence de l'antenne était superflue. Ce canal de transmission permet de ne pas avoir besoin de suivre la voiture en continu. La carte nucleo de la voiture est l'élément central qui pilote et alimente tous les éléments présentés ci-dessus. Elle est elle-même alimentée par une batterie 9V (il faut penser à bien

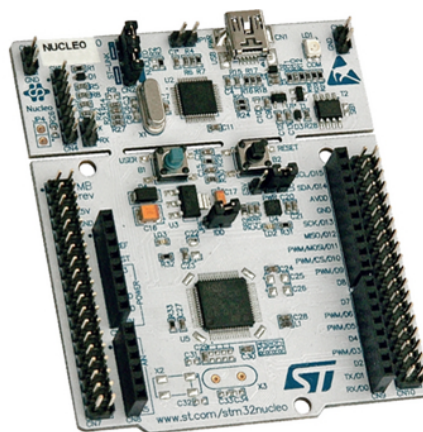


Figure 7: Carte Nucleo

changer le chevalet de position lorsque que l'on passe de l'alimentation du PC à

l'alimentation embarquée, certaines nouvelles nucléo crament facilement...). Pour piloter les différents éléments de la voiture, la nucléo exécute un code compilé sous MBed en c++. Les codes permettant d'assurer les différentes fonctions sont données en annexe.

3 Valider et caractériser le système final

Dans ce projet il nous a fallu tester différentes fonctionnalités qui étaient essentielles pour notre projet :

3.1 Moteurs courant continu

A l'aide des tutoriels disponibles sur le LENSE, on a pu câbler les deux moteurs à une carte Nucleo afin de faire varier la vitesse de rotation et le sens de rotation des deux moteurs d'une façon indépendante. On peut manipuler la vitesse de rotation des moteurs en faisant varier le rapport cyclique de la tension délivrée par la carte Nucleo aux moteurs et on peut changer le sens de rotation à l'aide d'un pont H câblé entre les moteurs et la carte.

3.2 Joystick

Afin de contrôler notre robot, nous utilisons un joystick, il nous a donc fallu savoir quel type d'information il renvoyait à la carte Nucleo. Pour cela nous l'avons branché à la carte elle-même reliée au PC pour lire les informations à l'aide du logiciel TeraTerm et d'une fonction print. Nous avons donc déterminé que le joystick renvoie une tension entre 0 et 3.3V pour chacun de ses deux axes X et Y.

3.3 Transmission

Pour contrôler notre robot à distance, nous avons eu besoin d'utiliser un système d'émetteur/récepteur à radiofréquence (M-686) branchés sur deux cartes nucléo différentes pour la transmission des données du joystick (tension). Ce système ne permettant de transmettre que des caractères, nous avons réfléchi à une manière de transmettre nos données qui étaient des entiers. Nous avons donc utilisé un programme pour transmettre les données chiffre après chiffre et un autre pour la réception, pour transformer cette chaîne de caractère en un entier utilisable dans notre programme de contrôle du robot. Pour effectuer ces tests, nous avons branché les deux cartes Nucléo au PC pour vérifier que les informations transmises étaient les bonnes.

3.4 Programme de pilotage

Finalement, à l'aide de toutes les fonctionnalités ci-dessus, il nous était possible d'écrire le programme de contrôle du robot selon 4 directions et en faisant varier

la vitesse de déplacement selon ces directions. Il est également possible de se déplacer en diagonale grâce à l'inertie du robot. Pour ce programme, les tests ont été directement effectués sur le robot.

4 Comprendre les étapes de réalisation

4.1 planning

Nous avons suivi le planning suivant, ressemblant à celui initialement prévu mais qui a été évidemment perturbé par les difficultés rencontrées.

Planning

Séance 1 26 janvier *Câblage d'un moteur à la carte Nucleo et test d'un programme de contrôle de celui-ci, puis test de la transmission d'information entre deux cartes Nucleo*

Séance 2 2 février *Câblage des deux moteurs et commande des deux moteurs en simultané pour gérer la direction (utilisation d'un pont en H), câblage des émetteurs/récepteurs radiofréquence pour le contrôle à distance et test d'envoi d'informations du joystick*

Séance 3 9 février *Pour cette séance et la prochaine, nous avons tenté de résoudre les problèmes dus à la transmission de données qui ne s'effectuait pas correctement*

Séance 4 23 février *Ecriture d'un algorithme de direction selon les coordonnées polaires, qui sera finalement incompatible avec notre modèle*

Séance 5 31 mars *Résolution du problème évoqué en transmettant les données caractère par caractère puis câblage du robot et mise en fonctionnement à l'aide d'un algorithme de commande selon 8 directions*

Séance 6 7 avril *Réalisation du poster, des schémas de câblage du moteur, du schéma bloc et commentaire de l'algorithme utilisé*

Séance 7 12 mai *Finalisation du poster et avance sur les livrables techniques*

Séance 8 25 mai *Présentation du projet et finalisation des livrables techniques*

4.2 Travail de groupe et difficultés rencontrées

En général, le travail du groupe a été réussi car chacun de nous a travaillé sur la tâche où il se sent le plus à l'aise. En effet, on a divisé le groupe en deux duos. Le premier duo était chargé de chercher les solutions techniques adéquates et de réaliser les codes informatiques des deux fonctions principales de notre système : le pilotage et la transmission à distance. Le deuxième duo travaillait sur la réalisation

pratique (câblage) du montage et il a effectué les tests nécessaires à la validation des différentes parties de notre projet. Les difficultés rencontrées étaient de l'ordre technique selon les deux aspects : pratique (câblage et testage), et algorithmique . En ce qui concerne l'aspect pratique, le plus grand problème que nous avons rencontré est le fait que nous étions plusieurs groupes à travailler sur le même robot, du coup à chaque fin de séance nous devons décâbler tout pour le recâbler intégralement la séance prochaine et parfois ce manœuvre là n'était pas toujours réussi et en plus il gaspillait beaucoup de temps. Pire encore, lors du premier testage des codes et si rien ne fonctionne (c'était souvent le cas), on ne savait pas d'où venait le problème , est-ce que cela vient du code ou bien du montage car la dernière fois il fonctionnait mais après un recâblage on sait plus. D'autre part, sur le plan algorithmique , le code relatif à la partie pilotage était abordable en comparaison avec celui associé à la partie transmission, on avait vraiment des grands difficultés pour le faire réussir et on pense que sans l'aide de monsieur Villemejeane on l'aurait pas fait. Du point de vue respect du planning, nous avons essayé le plus que possible

5 Annexes

Documentation des composants:

- Le pont en H L293D :
<https://www.ti.com/lit/gpn/l293d>
- L'émetteur/récepteur KAPPA-M868:
<https://docs.rs-online.com/5397/0900766b814d81dd.pdf>
- Carte Nucléo L476 RG:
<https://asset.conrad.com/media10/add/160267/c1/-/en/001416934DS01/fiche-technique-1416934-carte-de-developpement-stmicroelectronics-nucleo-f446re-nucleo-f446re-stm32-f4-series-1-pcs.pdf>