

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

BADJI MOKHTAR- ANNABA UNIVERSITY
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA



جامعة باجي مختار-عنابة

Année : 2019

Faculté : Sciences de l'Ingénierat
Département : Electronique

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de : LICENCE

Intitulé

Robot suiveur de ligne

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Télécommunication

Par :

Dellalou yasmine

Bouddrar Nesrine

Ghanai Maroua

Table des matières

Introduction Générale	1
PROBLEMATIQUE ET SOLUTION	
Problématique	3
Solution	3
CHAPITRE I <i>METHODE DE PROJET</i>	
I.1 (fonctionnement)	5
I.1.1 détection d'une ligne	5
I.1.2 Le principe de la détection de la ligne	5
I.1.3 Le principe	6
I.1.4 Suivre la ligne et corriger le chemin	7
I.1.5 Emulation des captures.....	8
I.1.6 Organigramme	9
CHAPITRE II <i>MATERIEL UTILISER</i>	
II.1 Matériel Utilisé :	11
II.1.1 ARDUINO UNO :	11
II.1.2 Double Pont-H (1298N) :.....	12
II.1.3 Le moteur à courant continu :.....	12
II.1.4 Les capteurs infrarouges :.....	13
II.1.5 Branchement du composant :.....	14
Conclusion Générale	16

LISTE DES FIGURES

Numéro de figure	Titre	page
PROBLEMATIQUE ET SOLUTION		
Figure.1	Teor (Transport est ouest rouennais)	4
CHAPITRE II MATERIEL UTILISER		
Figure.I.1	Capteur (émetteur récepteur infrarouge)	6
Figure.I.2	fonctionnement d'un capteur infrarouge	6
Figure.I.3	Schéma électrique d'un capteur (émetteur récepteur) IR	7
Figure.I.4	Exemple de fonctionnement d'un suiveur de ligne	8
Figure.I.5	Figure 7 : Tableau de vérité de capteur IR	8
Figure.I.6	Emulation du capteur IR	9
Figure.I.7	Correction de trajectoire	9
CHAPITRE II MATERIEL UTILISER		
Figure.II.1	ARDUINO UNO	11
Figure.II.2	Double pont H (L298N)	12
Figure.II.3	Moteur à courant continu	13
Figure.II.4	Capteur (émetteur récepteur) IR	13
Figure.II.5	Branchement des composants	14
Figure.II.6	Robot Suiveur De Ligne	15

RESUME

L'idée générale de notre projet et l'objectif est d'établir des machines de transport automatiques sans besoin de conducteur par le principe de suiveur de ligne. notre robot suiveur de ligne doit être capable de suivre une bande noire d'une largeur définie, en totale autonomie, et le plus rapidement possible, tout en gérant sa vitesse, sa direction. C'est pour cela on alimente 2 moteurs avec 2 roues qui retournent lorsque les capteurs détectent la ligne blanche et noire, bien sûr avec une programmation par arduino, le double pont H et un câblage correcte.

The general idea of our project and the goal is to establish automatic transport machines without driver need by the principle of line follower. our robot line follower must be able to follow a black band of a defined width, in total autonomy, and as quickly as possible, while managing its speed, its direction. This is why we feed 2 motors with 2 nuts that return when the sensors detect the white and black line, of course with a programming by arduino, the double bridge H and a correct cabling.

الفكرة العامة لمشروعنا والهدف منه إنشاء آلات النقل التلقائي دون الحاجة لسائق من قبل مبدأ خط المتابعة. يجب أن يكون تابع خط الروبوت الخاص بنا قادراً على متابعة شريط أسود بعرض محدد، في استقلالية تامة وبأسرع وقت ممكن، مع إدارة سرعته واتجاهه. هذا هو السبب في أننا مطعم المحركين بجوزين يعودان عندما تكتشف المستشعرات الخط الأبيض والأسود، وبالطبع بواسطة برمجة من الأردوينو والجسر المزدوج والتوصيلات الصحيحة.

INTRODUCTION GENERALE

Introduction Générale :

La Robotique fait partie des sciences des objets et des systèmes artificiels. Elle peut être vue comme la science de la perception et du mouvement et de leur intégration en une machine physique, mécanique et informatique.

Un robot est donc un système matériel possédant des capacités de perception, d'action, de décision et de communication, parfois capable d'améliorer ses propres performances par apprentissage automatique (intelligence artificielle) ou supervisé par des humains, pour :

- ❖ agir dans un environnement ouvert ou confiné, dynamique et imparfaitement modélisé, voire inconnu.
- ❖ exécuter de façon autonome ou en relation avec un humain, des tâches d'observation, d'exploration, de modélisation, de manipulation et/ou d'intervention sur l'environnement
- ❖ interagir le cas échéant avec d'autres machines ou avec des humains, matériellement ou virtuellement.

Il existe de nombreux types de robots, notamment des robots de contrôle indépendants (Autonome), qui intéressent les chercheurs et les scientifiques travaillant sur leur développement vu au de ce qui est attendu du changement total qui seront apportés dans le mode de vie de l'humanité.

Et comme définition L'autonomie s'exprime par la capacité du robot autonome via son programme à appréhender l'environnement physique à partir des données reçues des différents capteurs - infrarouges, ultrasons ...- disponibles sur le robot autonome. Un bon exemple de ces robots autonomes est les robots Parallaxe.

Un bon programme pour un robot autonome devra prendre en compte la diversité des cas pouvant se présenter dans l'environnement réel.

Les programmes des robots autonomes les plus avancés feront appels à l'intelligence artificielle ainsi qu'à des algorithmes fournissant au robot autonome une certaine forme d'apprentissage.

En ce qui concerne les robots autonomes mobile au domaine professionnel en particulier pour le transport que ce soit pour les gens ou les marchandises, il est divisé en deux parties :

Dans la première section on a les Auto-conduite (self Driving Car) et à titre d'exemples les voitures d'Uber et Google, qui dépendent des détecteurs et des systèmes de traitement très développés et notamment la communication sur le réseau, comme celle par satellite,

Est dans la deuxième section est les suiveur de lignes il ne nécessite pas non plus de chauffeur et fournit également de nombreux compléments de qualité pour les grandes villes sur plusieurs aspects et comme exemples réaliste, les bus de Teor , cette dernière section étant principalement liée à notre projet.

Ce qui suit est une brève description et la définition d'un robot suiveur de ligne (line follower)

Un robot suiveur de ligne est un robot qui a pour but de suivre sa ligne. Ces robots ne sont pas seulement des robots qui servent lors de tournois ou compétition de robotique entre les étudiants Autant pensent, mais servent aussi dans l'industrie ou encore dans les transports en commun (bus sans chauffeur).

Notre robot doit être capable de suivre une bande noire d'une largeur définie, en totale autonomie et le plus rapidement possible, tout en gérant sa vitesse, sa direction.

Nous développons ce projet pour un mémoire de projet de fin d'étude. Le but de ce projet est de mettre en application tous nos acquis. L'objectif principal est donc de concevoir, de réaliser, de régler et monter les différents constituants sur le robot.

PROBLEMATIQUE ET SOLUTION

Problématique :

Comment Peut-on faire évoluer un système de façon autonome sur un parcours préétabli ?
Ou d'une autre façon :

Comment peut-on obliger un robot à suivre une ligne tracée sur un sol ?

Solution :

Deux capteurs optiques (récepteur- émetteur infrarouges) positionnés à l'avant du robot reçoivent un signal uniquement lorsque le fond est blanc (hors de la ligne). Le signal ainsi récupéré permet de contrôler le moteur adéquat pour faire pivoter le robot dans le sens voulu.

Si le capteur est placé sur la ligne, il ne reçoit pas le signal qu'il émet et les deux moteurs fonctionnent alors normalement.

Ce système permet au véhicule de suivre la ligne noire tracée sur fond blanc.

Dans le contexte et loin de la compétition entre robots, il faut que le petit projet technologique avoir des objectifs et donc une idée qui peut être appliquée sur le terrain vise à résoudre un problème dans la vie quotidienne et apporter des améliorations et des ajouts qui facilitent la vie humaine.

En ce qui concerne notre projet, l'idée générale et l'objectif est d'établir des machines de transport automatiques sans besoin de conducteur Par le principe de suivre la ligne Cette méthode offre des économies de coûts, de temps, et d'améliorer l'efficacité et la productivité dans le domaine industriel avec l'organisation de haute précision loin des erreurs humaines et un haut degré de sécurité.

Ils sont relativement simples par rapport aux voitures (Self Driving Car) qui nécessitent une technologie de haute complexité, un flux d'informations à haute vitesse En plus de leur supériorité en termes de sécurité.

Ce qui suit est une charge réaliste et appliquée qui a donné des résultats impressionnants en service :

Le TEOR (Transport est-ouest rouennais) de Rouen est un réseau de bus à haut niveau de service. Ces bus utilisent un système de guidage optique lors de leur entrée en trajet sont des bus sans chauffeurs.

Le système fonctionne de la manière suivante :

- ❖ Une caméra placée derrière ou au-dessus du pare-brise lit un marquage au sol composé de deux lignes pointillées.
- ❖ Un ordinateur de bord analyse la position du bus par rapport à la voie et ajuste la position de celui-ci si nécessaire.

Ce système apporte une grande fiabilité à l'arrivée en station. En effet, le risque de panne du guidage optique est très faible (99,98 % d'efficacité en 2008).



Figure.1 Teor (Transport est ouest rouennais)

CHAPITRE I
METHODE DE PROJET

I.1 Fonctionnement :

I.1.1 détection d'une ligne :

Notre problématique nous amène à chercher à créer un robot capable de suivre une ligne. Mais qu'est-ce qu'une ligne ?

On définit souvent une ligne comme un trait ou même une courbe, ce qui est peut-être plus exact car cette définition se résume à dire qu'une ligne est une suite de points. Certes, mais en réalité, on observe une ligne lorsque celle-ci a une épaisseur et est suffisamment grande pour que notre œil puisse la voir. De plus il faut impérativement qu'elle ait une couleur assez différente du fond sur lequel elle est tracée.

Pour des raisons pratiques (impression...), on choisira pour nos prototypes une ligne de couleur noire qui sera dessinée, imprimée ou tracée sur un fond blanc. L'épaisseur de la ligne devra être suffisante pour que les "yeux" du robot la détectent mais modérément pour qu'elle ne soit pas considérée comme une figure pleine.

I.1.2 Le principe de la détection de la ligne :

Nous savons qu'une radiation de longueur d'onde sera absorbée par un matériau, si celui-ci diffuse toutes les radiations sauf celle ayant cette longueur d'onde, et elle sera diffusée par un autre matériau diffusant des radiations dont une a pour longueur d'onde. Pour notre cas, nous avons utilisé deux "couleurs" : le noir qui absorbe toutes les longueurs d'ondes dont les infrarouges, et le blanc qui, lui, diffuse toutes les longueurs d'ondes dont les infrarouges.

Quant aux yeux de notre robot, ils ne devront qu'être capables de détecter l'absence ou la présence de la ligne. Par conséquent des capteurs isolés devraient suffire. On assimilera par la suite ces capteurs à des points, mais en réalité ils ont une épaisseur donnée qu'il ne faudra pas négliger (raison pour laquelle la ligne doit avoir une épaisseur minimum).

Nos "yeux" seront des capteurs optiques détectant la présence ou l'absence d'un faisceau lumineux de longueur d'onde supérieure à 800 nm, donc dans les infrarouges. Il faut prendre en considération l'environnement de notre robot qui n'est pas forcément dans une obscurité totale ; les seules sources de lumière non négligeables dans une salle proviennent de néons ou de lampes à incandescence dont les infrarouges émis ne perturbent pas notre prototype.

Les capteurs infrarouges peut être utilisé seront associés à des émetteurs qui émettent dans la même zone de longueurs d'ondes (> 800 nm) que les capteurs. On obtient alors des couples émetteurs/capteurs que l'on notera couples ou complexe E/C.

Plusieurs composants en électronique permettent ces applications "optiques" : ce sont les composants optoélectroniques. Il existe des composants qui d'ailleurs suivent parfaitement dans notre projet en vas utiliser un module infrarouge émetteur récepteur TRCT5000 qui sont spécialement destiné au traçage de ligne.

I.1.3 Le Principe :

Dans le cadre du robot suiveur, après avoir vu la commande moteur, nous allons voir les capteurs permettant la « vision » du robot. En effet, comme l'homme a besoin de ses yeux pour se déplacer dans son environnement, le robot a aussi besoin de capteur pour faire de même.

Pour notre robot, nous nous servons d'un capteur IR TRCT5000 .

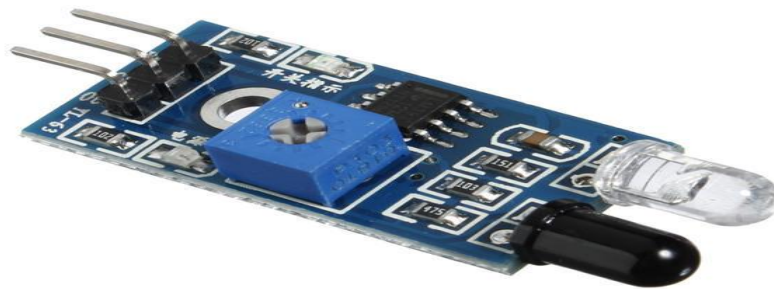


Figure.I.1 : Capteur (émetteur récepteur infrarouge)

Les capteurs IR qui vont me servir sont des Le fonctionnement est plutôt simple, une diode infrarouge émet de la lumière (non visible à l'œil humain, mais visible avec l'appareil photo d'un téléphone par exemple), cette lumière est réfléchi, ou non, en fonction du support sur lequel elle émet. Un phototransistor (transistor qui laisse passer un courant en fonction de la lumière reçue) reçoit la lumière réfléchi et renvoie un signal électrique.

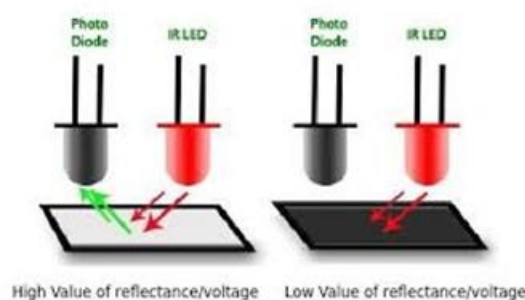


Figure.I.2 fonctionnement d'un capteur infrarouge

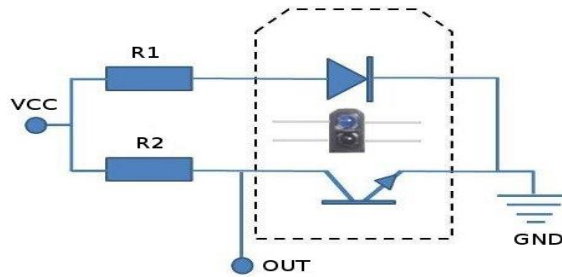


Figure.I.3 Schéma électrique d'un capteur (émetteur récepteur) IR

Pour un fonctionnement optimal, il faut que le capteur soit à une distance de 8mm par rapport à la surface. Si la distance est supérieure ou inférieure, le capteur peut devenir aveugle et renvoyer toujours la même valeur.

I.1.4 Suivre la ligne et corriger le chemin:

Le robot possède deux capteurs de lumière G (gauche) et D (droite) positionnées sur le devant et qui pointent vers le sol afin de détecter une ligne noire. Le robot possède deux moteurs connectés à ses deux roues. On doit connaître les valeurs que les capteurs retournent quand ils voient une « couleur » entre le noir et le blanc.

Autour de chaque capteur, il y a une petite zone qu'il peut voir. Supposons que les capteurs sont calibrés sur une échelle de 0 (noir) à 100 (blanc). Si la zone est complètement noire, le capteur retourne 0. Si la zone est complètement blanche, le capteur retourne 100. Si un capteur retourne une valeur $c < 100$, on sait que le robot n'est plus alignée avec la ligne et il faut le faire tourner vers ce capteur d'un angle proportionnel à cette valeur c .

On utilise les informations fournies par les capteurs comme suit (on suppose que le robot est initialement aligné sur la ligne) :

- ❖ Si les deux capteurs voient le blanc, le robot va tout droit (sauf dans des cas particuliers tels que dans une manœuvre de demi-tour).
- ❖ Si un seul capteur voit le blanc, le robot tourne vers le capteur qui voit le noir.
- ❖ Si les deux capteurs voient le noir, le robot s'arrête et attend l'intervention de l'utilisateur pour le remettre sur la ligne.

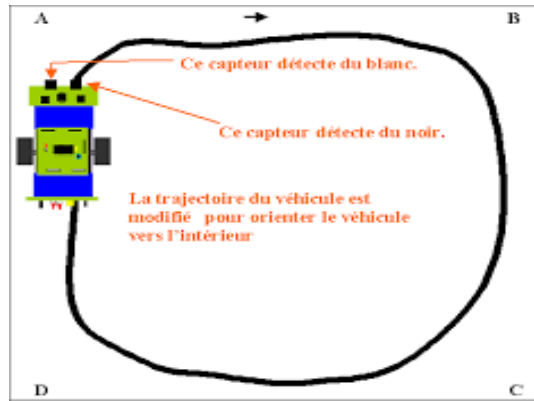


Figure.I.4 Exemple de fonctionnement d'un suiveur de ligne

Pour réaliser cette stratégie, notons que l'orientation θ du robot est contrôlée par la différence entre les vitesses des deux roues (G) et (D), ce qui est réalisé par le contrôleur d'angle. La vitesse du robot est contrôlée par la moyenne de (G) et (D), ce qui est réalisé par le contrôleur de distance. Dans le modèle fourni, ces deux contrôleurs réalisent les trajectoires du robot en fonction de la différence entre les coordonnées courantes du robot et celles du point cible.

I.1.5 Emulation des captures:

Illustre les sorties des capteurs quand le robot est en train de suivre un segment de ligne dont un point limite est l'origine, et la pente de ce segment est θ_1 . La position courante du robot est représentée par le point C avec les coordonnées (x,y) et son orientation est θ .

On peut voir sur cette figure que le robot est dévié vers la gauche et que la zone de vue du capteur G intersecté la ligne noire. La sortie de ce capteur dépend donc du ratio entre la surface de la zone sombre et la surface totale de la zone de vu.

Avant du robot

Capteur gauche	Capteur Droit	Valeur renvoyée
		3
		2
		1
		0

Figure.I.5 Tableau de vérité de capteur IR

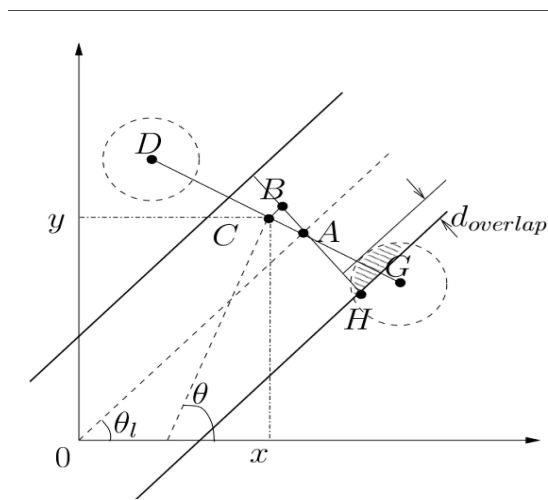


Figure.I.6 Emulation du capteur IR

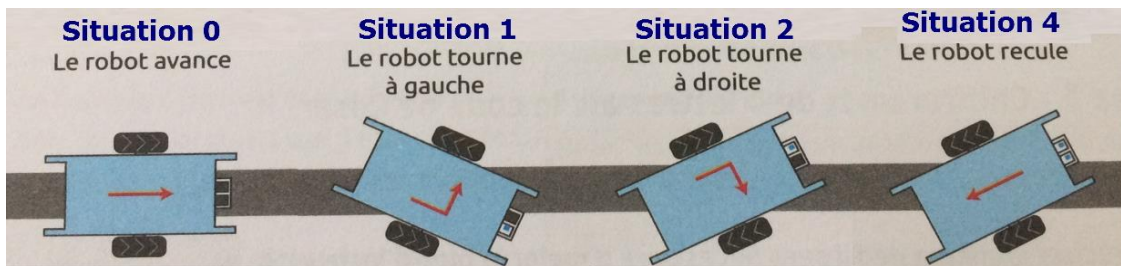
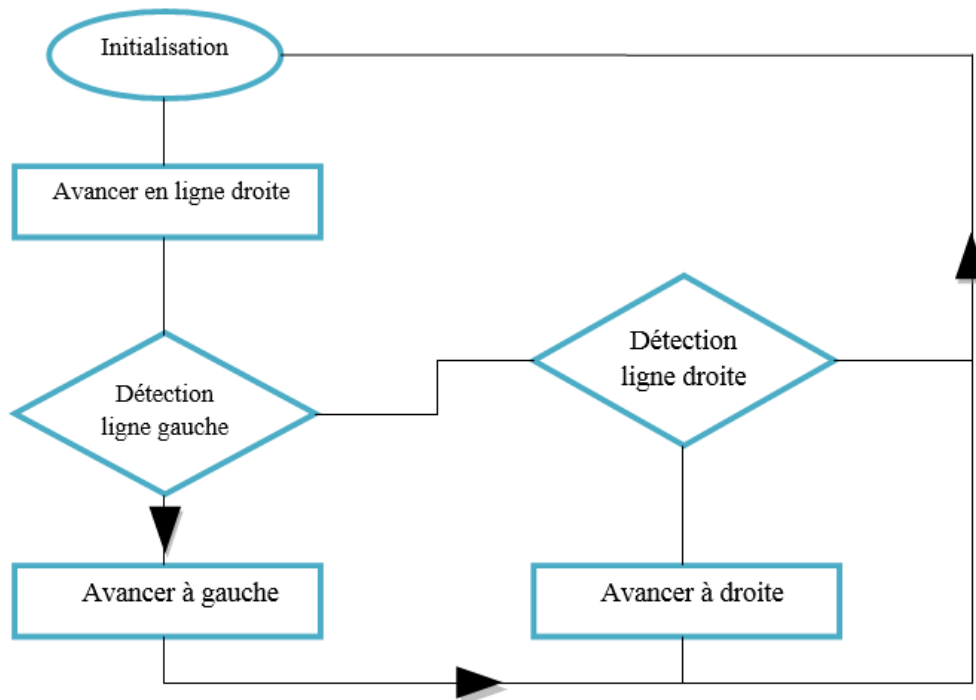
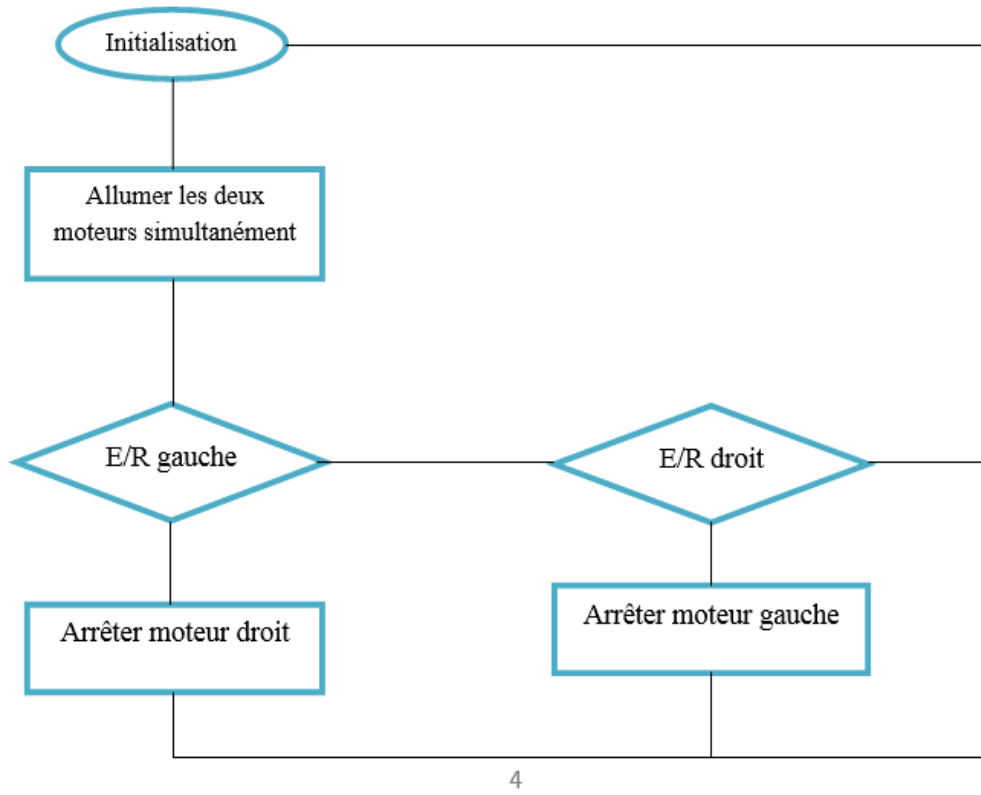


Figure.I.7 Correction de trajectoire

I.1.6 Organigrammes:





CHAPITRE II
MATERIEL UTILISER

II.1 Matériel Utilisé :

Tout d’abord, nous savions que pour programmer il était plus facile de le faire avec une carte ARDUINO. Après quelques recherches sur internet, nous avons trouvé un kit robotique adapté pour un rebot suiveur de ligne qui fonctionnerait via ARDUINO. Ensuite, nous avons faits des recherches pour trouver les composants nécessaires pour que le rebot suiveur de ligne puisse avoir le jour : des capteurs de ligne, une platine moteur, et un Shield Grove (support que l’on fixe directement sur L’ARDUINO qui permet de câbler des composants compatibles Grove afin d’éviter de faire des soudures).

II.1.1 ARDUINO UNO :

ARDUINO est Une plate-forme de développement et de prototypage Open Source, constituée d’une carte électronique et d’un environnement de programmation.

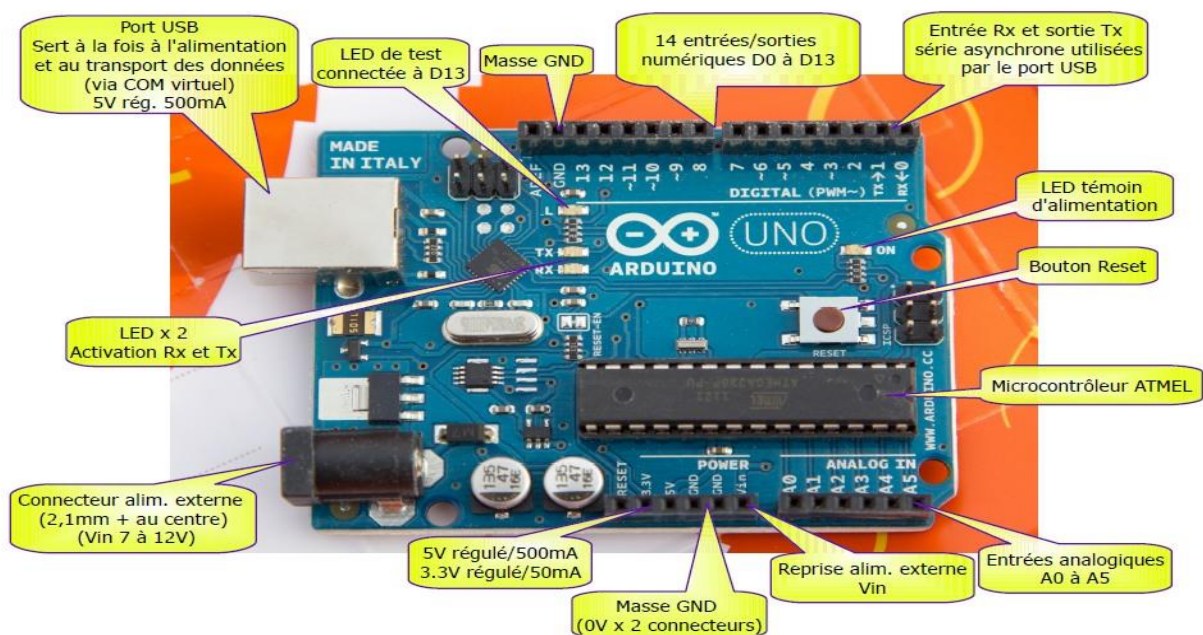


Figure.II.1 ARDUINO UNO

II.1.2 Double Pont-H (L298N) :

Ce Breakout Board est un **Double Pont-H** destiné au contrôle de moteur continu (**H-Bridge Motor Driver**). Il est basé sur le composant **L298N** qui est un **double Pont-H** conçu spécifiquement pour ce cas d'utilisation. ... Il peut contrôler deux moteurs à courant continu ou un moteur pas-à-pas 4 fils 2 phases.

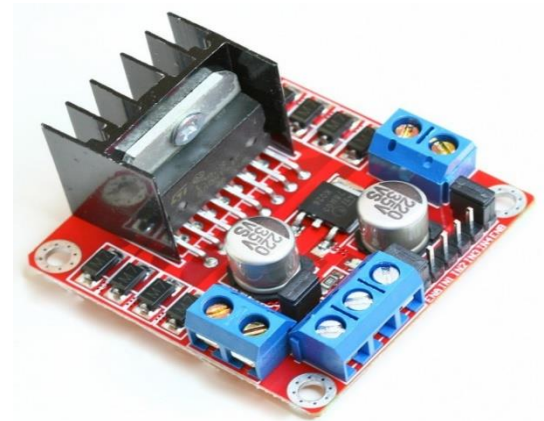
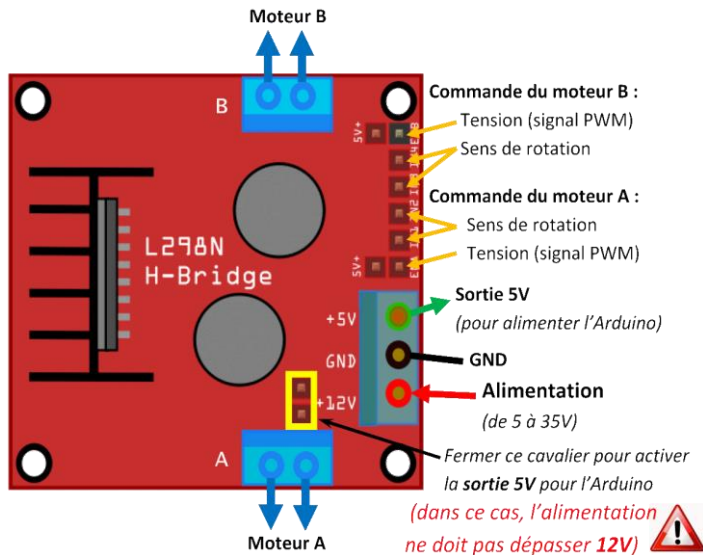


Figure.II.2 Double pont H (L298N)

II.1.3 Le moteur à courant continu :

Un appareil à **courant continu** est un appareil électrique. Les **moteurs à courant continu** sont des convertisseurs de puissance : ... On dit alors **qu'ils** ont un fonctionnement en **moteur**. Soit ils convertissent l'énergie mécanique reçue en énergie électrique lorsqu'ils subissent l'action d'une charge entraînée.

Un **moteur à courant continu** est constitué de deux parties électriques : le stator et le rotor. Lorsqu'on alimente le **moteur**, il se crée une interaction magnétique qui met le **moteur** en mouvement. Lorsqu'on inverse le sens de la tension qui alimente le **moteur**, il tourne en sens inverse.



Figure.II.3 Moteur à courant continu

II.1.4 Les capteurs infrarouges :

C'est un dispositif de détection IR détectent longueurs d'onde infrarouges, ou de la lumière constitués de rayonnement **électronique** avec une longueur d'onde comprise entre 0,7 à 1000 microns, un système de mesure égale à un millionième de mètre. Cette gamme de longueur d'onde représente la bande infrarouge, qui émet des températures de rayonnement détectable par des capteurs infrarouges.

Un capteur infra-rouge IR est l'œil électronique qui se trouve sur de nombreux appareils qui viennent avec une télécommande. La commande à distance transmet un faisceau infra-rouge, invisible à l'œil humain, sur une distance fixe de l'appareil, qui suit les instructions de transmission codées de chaque bouton de la télécommande. Par exemple, en appuyant sur "Pause" sur la télécommande du lecteur de DVD provoque l'arrêt du moteur tourner le disque dans le lecteur DVD.



Figure.II.4 Capteur (émetteur récepteur) IR

II.1.5 Branchement du composant :

Connectez les 5 volts et la masse des deux capteurs ensemble pour obtenir deux connecteurs que nous mettons dans les ports dédiés, Nous nous connectons en raison du nombre limité d'entrées, Les capteurs ont des sorties analogiques et numériques qui permettent le transfert des informations obtenues par les capteurs au processeur qui les traite et donne des ordres aux moteurs sur la base desquels nous utilisons la sortie numérique en raison de la facilité de traitement et donc le programme est beaucoup moins complexe, Nous contrôlons les moteurs à travers le pont que les instructions sont obtenues à travers le processeur de sorte que le robot peut bien suivre la ligne II est également très important de fermer le circuit en connectant le GND au pont a celle d'ARDUINO.

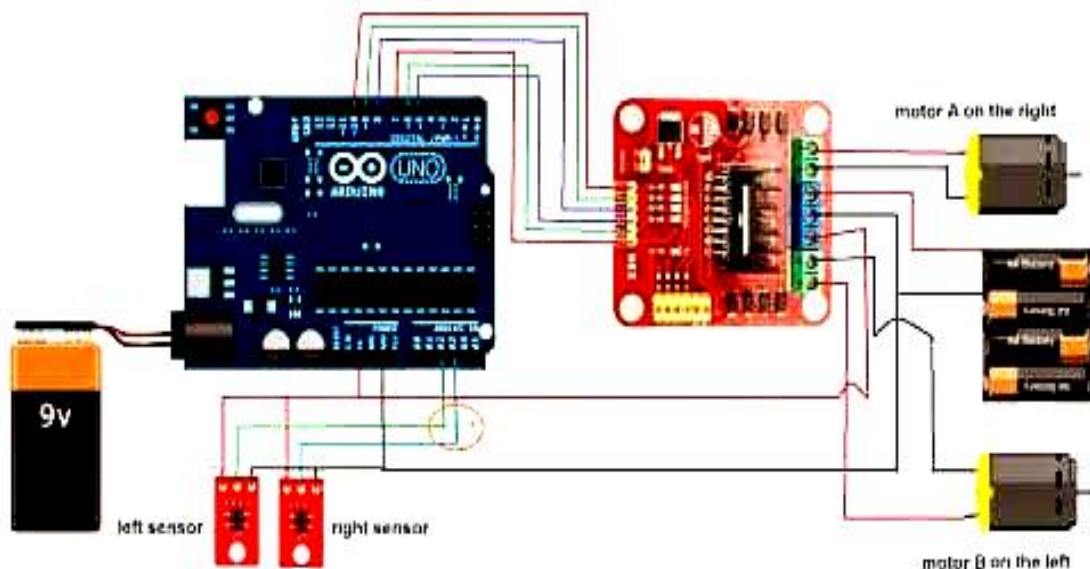


Figure.II.5 Branchement des composa

Projet final :

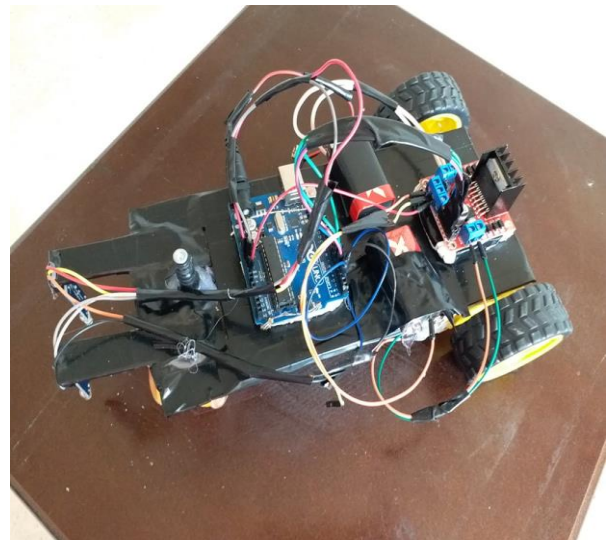
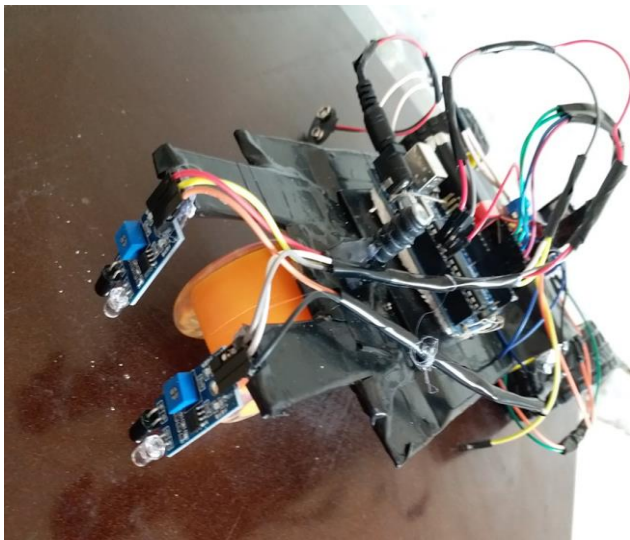
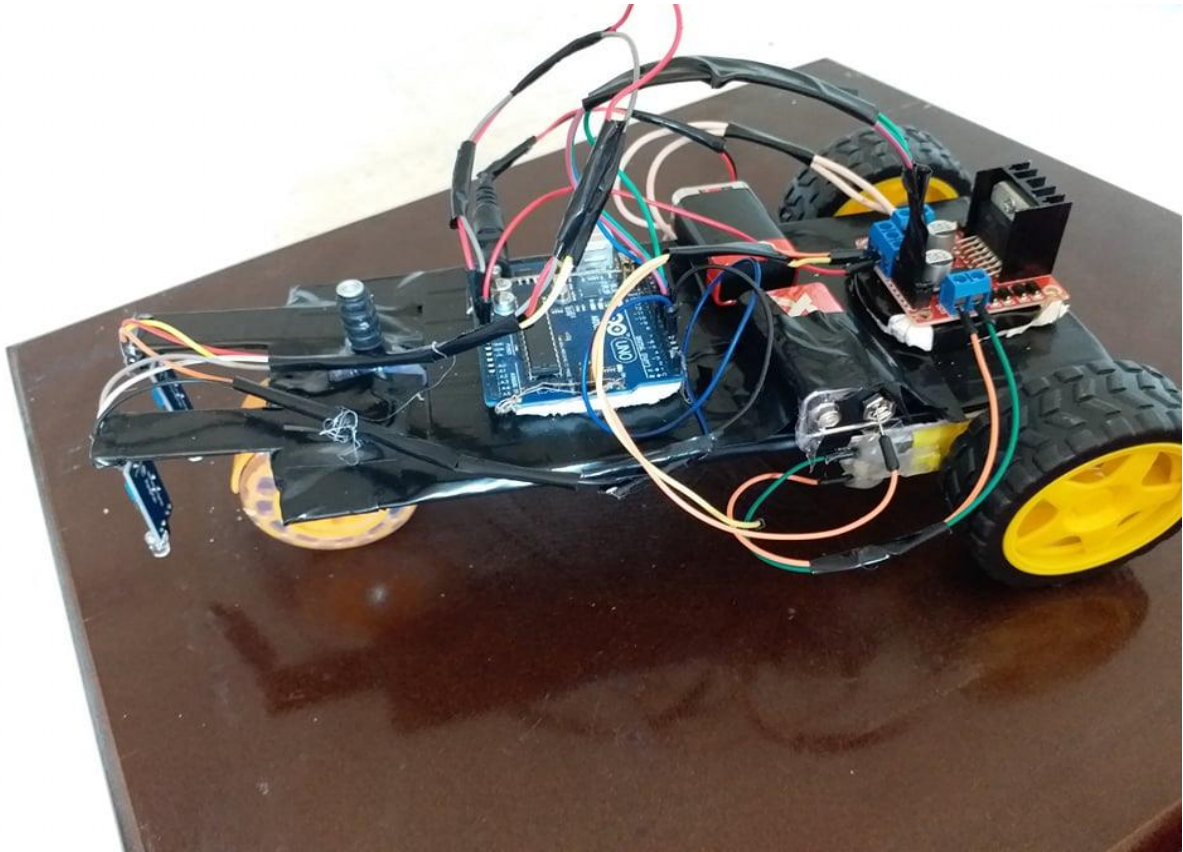


Figure.II.6 Robot Suiveur De Ligne

CONCLUSION GENERALE

Conclusion Générale

A fin de notre dossier, on s'aperçoit véritablement que les technologies en somme font partie intégrante de nos quotidiens. Elles se démocratisent rapidement dans nos sociétés modernes à tel point qu'elles rythment désormais nos propres vies. Leur développement illustre clairement nos différents besoins et attentes : le but final étant de nous simplifier la vie, Le progrès ne cesse de se réinventer à une vitesse effrénée, à tel point que nos moindres technologies deviennent obsolètes en un rien de temps. Et les projets futures sont encore plus ambitieux : du Lifi en passant par les robots médicaux et notre modeste projet est l'une de ces technologies qui seront présentes dans les prochaines années dans notre pays.

Ce projet est devenu l'un des principaux projets dans le domaine de la technologie et du développement scientifique. Il a récemment fait sensation dans la ville française de Rouen, qui a lancé un projet de bus qui suit la ligne, mais la Belgique a utilisé ce projet dans le secteur de la santé nommé Robot suit la ligne pour recevoir et guider le patient vers sa destination sans avoir recours à l'infirmière, Parmi les pays développés, et c'est ce qui nous a encouragé à faire ce projet parce qu'il est lié à notre domaine d'étude en particulier les télécommunications.

En plus ce projet couvre un grand nombre de domaines de compétences :

- ✓ Etude de la commande de moteur et de capteur infrarouge.
- ✓ Programmation microcontrôleur.
- ✓ Rédaction d'un dossier de projet.

A la fin de ce travail qui consiste à l'étude et la mise en œuvre d'un robot suiveur de ligne, le travail de ce type de robot a exigé la maîtrise de plusieurs notions techniques aussi bien le domaine micro électronique et celui de l'informatique, ce que j'ai eu l'occasion à découvrir, la programmation bas niveau par ARDUINO, Bien que nous ayons rencontré de nombreux problèmes, y compris le manque d'équipement et la difficulté à l'obtenir, en plus du manque d'expérience, nous avons atteint la fin du projet en temps opportun.

Bibliographie

Sites de documentation :

Voici la liste des sites qui nous ont permis de nous informer tout au long de notre projet :

- 1- ARDUINO <https://www.arduino.cc/>
- 2- <http://www.reseau-astuce.fr/>
- 3- <http://ensa-mecatronique.e-monsite.com>
- 4- http://fr.wikipedia.org/wiki/robot_suiveur_de_ligne
- 5- <http://perso.iut-nimes.fr>
- 6- <http://learn.derbsellicon.com/robot-suiveur-de-ligne/>
- 7- Mémoire Robot Suiveur De Ligne – Model INSA Rouen
<http://fr.scribd.com/presentation/266554639/expose-robot-suiveur-de-ligne-pptx>

Programme utilisée :

```
#define RS 3 // right sensor
#define LS 2 // left sensor
#define LM1 5 // left motor M1a
#define LM2 4 // left motor M2a
#define RM1 7 // right motor M2a
#define RM2 6 // right motor M2b

void setup()
{
  pinMode(LS, INPUT);
  pinMode(RS, INPUT);
  pinMode(LM1, OUTPUT);
  pinMode(LM2, OUTPUT);
  pinMode(RM1, OUTPUT);
  pinMode(RM2, OUTPUT);
}

void loop()
{
  if(digitalRead(LS) && digitalRead(RS)) // Move Forward on line
  {
    digitalWrite(LM1, HIGH);
    digitalWrite(LM2, LOW);
    digitalWrite(RM1, HIGH);
    digitalWrite(RM2, LOW);
  }

  if(digitalRead(LS) && !(digitalRead(RS))) // turn left by rotating left motors in forward and
  right ones in backward direction
  {
    digitalWrite(LM1, HIGH);
```

```
digitalWrite(LM2, LOW);
digitalWrite(RM1, LOW);
digitalWrite(RM2, HIGH);
}

if(!(digitalRead(LS)) && digitalRead(RS)) // Turn right by rotating right motors in forward
and left ones in backward direction
{
digitalWrite(LM1, LOW);
digitalWrite(LM2, HIGH);
digitalWrite(RM1, HIGH);
digitalWrite(RM2, LOW);
}

if(!(digitalRead(LS)) && !(digitalRead(RS))) // Finish line, stop both the motors
{
digitalWrite(LM1,LOW); digitalWrite(LM2,LOW); digitalWrite(RM1,LOW);
digitalWrite(RM2,LOW);
}
}
```