

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA
Faculté des Nouvelles Technologies de l'Information et de la communication
Département d'Electronique et des télécommunications



Mémoire

MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Science et Technologie

Filière : Automatique

Spécialité : Instrumentation

Présenté par :

Kafi Mohammed Mustafa

Houamed Abdelhak

Thème

Un Radar De Recul à Ultrason

Soutenu publiquement

Le : 25/06/2018

Devant le jury :

Dr.Abdessamed Djallal	MAA	président	UKM Ouargla
Dr.Hamza Otmani	MCB	Examineur	UKM Ouargla
Dr.Brahim Lakehal	MCB	Encadreur	UKM Ouargla

Année universitaire 2017/2018

Remerciement

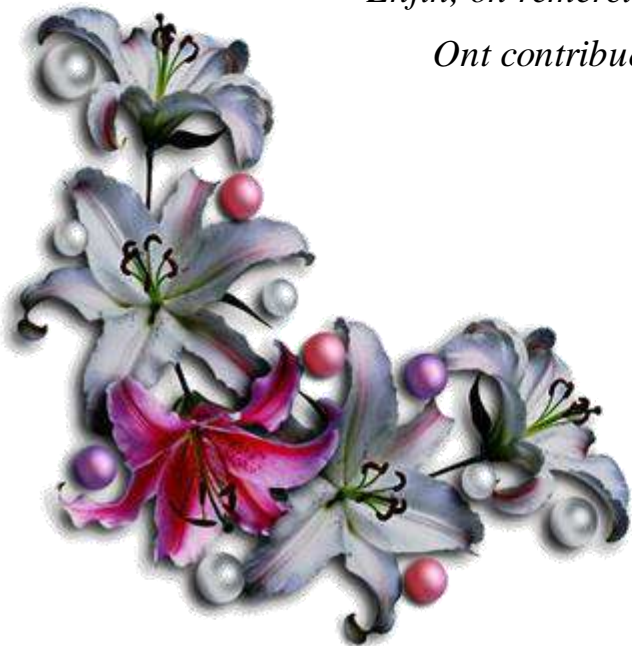
*Avant tout nous tenons tout d'abord à remercier notre dieu tout
Puissant de nous avoir donné, la force et le courage, la santé, les
Moyens afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.*

*La première personne que nous tenons à remercier
Particulièrement c'est notre encadreur Mr Ibrahim lakehal
Pour l'orientation, la confiance, la patience, qui ont constitué
Un apport considérable sans lesquels ce travail n'aurait
Pas pu être mené au bon port*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury
Mr Abdessemed Djallal et Mr Hamza Otmani pour l'intérêt qu'ils ont porté
A notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir
Par leurs propositions.*

*Nous tenons à exprimer nos sincères remerciement et respects à tous
Les professeurs qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous
Ont soutenu dans la poursuite de nos études.*

*Enfin, on remercie tous ceux qui, de près ou de loin,
Ont contribué à la réalisation de ce travail.*



Dédicaces

*C'est avec profonde gratitude et sincères mots,
Que je dédie ce modeste travail de fin d'étude à
Mes chers parents, qui ont sacrifié leur vie pour
Ma réussite et m'ont éclairé le chemin par
Leurs conseils judicieux.*

*J'espère qu'un jour,
Je pourrai leurs rendre un peu de ce qu'ils
Ont fait pour moi, que dieu leurs prête bonheur et longue vie.*

*Je dédie aussi ce travail à mes frères, et mes sœurs,
Je tiens de dédier ce travail à toute ma famille ainsi*

Mon ami, Abdelhak.

Et chacun(e) par son nom.

*Enfin, je dédie ce travail à moi bien sûr,
Malgré toutes les circonstances que j'ai vécues,
Mais je rends hommage à Dieu qui m'a fait d'abord.*

Mustafa Kf

*« N'essayez pas de devenir un homme du succès,
Essayer de devenir un homme qui a la valeur. »*

Albert Einstein

Dédicaces

Du plus profond de mon cœur, je dédie ce travail

à tous ceux qui me sont chers,

A MES CHERS PARENTS

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour
éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez
consenti pour mon instruction et mon bien être.*

*Je vous remercie pour tous les soutiens et l'amour que vous me
portez et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.*

*Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formolés,
le fruit de vos innombrables sacrifices. Puisse Dieu, le très haut,
vous accordez santé, bonheur et longue vie.*

A MES CHERS FRERES

Abdelfattah, AbdelKamel, Younes

pour les encouragements, et leur soutien.

Et A MES CHERES SCEURS,

*Je tiens de dédier ce travail à tous les membres
de ma famille ainsi mes amies.*

Abdelhak HMD

Liste des abréviations

AREF	Analog Reference
AVR	Automatic Voltage Regulator
EEPROM	Electrically-erasable programmable read-only memory
Hz	Hertz
IDE	Integrated development environment
Gnd	Ground
LED	Light-Emitting Diode
PWM	Pulse-width modulation
Radar	Radio Detection And Ranging
RAM	Random-access memory
RS232	Recommended Standard 232
RX	Receive/Receiver/Reception
SRAM	Static random-access memory
TTL	Time To Live
TTX	Transmission
UNO	One (in Italy)
USB	Universal Asynchronous Receiver Transmitter

SOMMAIRE

Table des matières

Remerciement.....	I
Dédicaces	II
Dédicaces	III
Liste des abréviations.....	VI
Sommaire	V
Listes des figures.....	VIII
Listes des tableaux.....	IX
Introduction Générale.....	1

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE RADAR DE REcul

I.1	Introduction.....	2
I.2	Historique.....	2
I.3	le RADAR.....	3
I.3.1	C'est quoi le RADAR.....	3
I.3.2	Principes du RADAR.....	3
I.4	Objectif.....	4
I.5	Radar de recul.....	4
I.6	Détection d'obstacle.....	5
I.6.1	Détecteurs à ultrason.....	5
I.6.2	Principe de fonctionnement d'un radar de recul.....	6
I.6.3	Principe de détection.....	7
I.7	Caractéristique et propagation des ultrasons.....	8
I.7.1	Les caractéristiques ultrasonores.....	8
I.7.2	Propagation des ondes ultrasonores dans les milieux.....	9
I.8	La technologie des ultrasons.....	11
I.8.1	Les ultrasons se déplacent à la vitesse du son.....	11
I.8.2	De nombreuses applications grand public.....	11
I.8.3	Dans l'air, un moyen de mesurer la distance jusqu'à un obstacle.....	11
I.8.4	Au-delà du seuil auditif humain.....	11
I.8.5	Dans un liquide, une véritable force de frappe.....	12
I.9	Utilisation industrielle.....	12

I.10	Pourquoi le choix des capteurs à ultrason	13
I.11	Conclusion.....	13

CHAPITRE II : ETUDE DU MATERIELS DE REALISATION

II.1	Introduction	14
II.2	Etude du matériel	14
II.2.1	La carte Arduino	14
II.2.1.1	Avantage de la carte Arduino UNO	14
II.2.1.2	Caractéristiques techniques	16
II.2.1.3	Schéma des portes	16
II.2.1.4	Détails techniques.....	17
II.2.1.5	Mémoire	17
II.2.1.6	Entrées et sorties	18
II.2.1.7	Communication	18
II.2.2	Le capteur ultrasonique	18
II.2.2.1	Module de détecteur HC-SR04	18
II.2.2.2	Caractéristiques	19
II.2.2.3	Broches de connexion.....	19
II.2.2.4	Spécifications et limites.....	20
II.2.2.5	Fonctionnement	20
II.2.2.6	Distance de l'objet.....	20
II.2.3	Bipper (buzzer).....	21
II.2.4	Moteur à courant continu	21
II.2.5	Le pont-H L298N	23
II.2.5.1	Caractéristiques	23
II.2.5.2	Détails techniques.....	24
II.2.5.3	Spécifications	24
II.2.5.4	Idée d'application	24
II.3	Etude de logiciel.....	24
II.3.1	Plateforme de programmation Arduino.....	25
II.3.1.1	Présentation	25
II.3.1.2	Structure générale du programme (IDE Arduino)	27
II.3.2	Langage Arduino.....	27

II.4	Conclusion.....	28
------	-----------------	----

CHAPITRE III : CONCEPTION ET REALISATION D'UN RADAR DE REcul

III.1	Introduction	29
III.2	Principe de fonctionnement.....	29
III.3	Réalisation de projet.....	29
III.3.1	Composants utilisés.....	29
III.3.2	Communication.....	30
III.3.2.1	La connexion entre l'arduino et le détecteur a ultrason HC-SR 04.....	30
III.3.2.2	La connexion entre l'arduino et L298N et les moteurs	30
III.3.2.3	Le schéma global.....	31
III.3.3	La programmation de commande.....	31
III.3.3.1	Le principe de notre projet dans ce programme est.....	31
III.3.3.2	Les parties de programme	32
III.3.3.3	Algorithme principale de détection d'un objet.....	34
III.3.4	Le montage réel	35
III.3.4.1	Caractéristique	35
III.4	Conclusion.....	36
	Conclusion Générale	37
	Bibliographie	
	Résumé	

Liste des figures

Figure I.1 : Principe d'un système radar	3
Figure I.2 : stationnement du véhicule	5
Figure I.3 : principe de fonctionnement du détecteur à ultrasonore.....	6
Figure I.4 : Vue arrière d'un véhicule équipé de capteur d'aide au stationnement.....	7
Figure I.5 : mesure le continue de diamètre	12
Figure II.1: carte arduino UNO	15
Figure II.2: constitution de la carte arduino UNO	16
Figure II.3: capteur ultrason HC-SR04	19
Figure II.4: fonctionnement du capteur ultrason.....	20
Figure II.5: bipper	21
Figure II.6: Moteur à courant continu	22
Figure II.7: L298N	23
Figure II.8: Interface de la plateforme Arduino	25
Figure II.9: Barre de boutons Arduino	26
Figure II.10 : HyperTerminal de l'Arduino (Moniteur Série).....	26
Figure II.11 : Structure générale du programme (IDE Arduino)	27
Figure III.1 : réalisation du radar de recule	29
Figure III.2 : connexion entre arduino et hc-sr04 et bipper.....	30
Figure III.3 : la connexion entre arduino , moteur et L298N	30
Figure III.4 : montage finale	31
Figure III.5 : vue en arrière	35
Figure III.6 : vue en haut	35

Liste des tableaux

Tableau I.1 : le son inaudible par l'homme.....	8
Tableau II.1 : caractéristique de la carte Arduino	16
Tableau II.2 : spécifications et limites	20

INTRODUCTION

GENERALE

Introduction Générale

Au fil des années, la détection ultrasonore ne cesse d'évoluer. Depuis 1915, l'année où Paul Langevin a mis au point la détection des sous-marins au moyen des ultrasons, un champ d'application à ces vibrations non audibles s'est ouvert. [1]

Le premier objectif des systèmes radars est de détecter des cibles pouvant présenter un intérêt stratégique ou un danger potentiel. De tels systèmes émettent des ondes radiofréquences vers leur environnement, puis analysent les échos produits par les réflecteurs présents. Le traitement de ces échos permet de détecter les cibles renvoyant des échos suffisamment forts, et de déterminer leurs distances par rapport au radar par une mesure de temps de propagation. [2]

De nos jours, Nous entendons souvent parler de collisions pour plusieurs raisons, Ces problématiques ont incité à chercher d'autres moyens pour améliorer la sécurité. D'où ce projet, qui est une recherche sur la pertinence d'utilisation de capteurs ultrasonores, pour la détection des obstacles, afin de diminuer le nombre d'accidents dus au manque de visibilité du conducteur. La visibilité est réduite à cause des charges ou lors des manœuvres de recul. [1]

On trouve dans le premier chapitre, une présentation de radar et l'objectif de travail puis le principe de détection à base d'ultrason. Le deuxième chapitre donne une description des composants utilisés de ce prototype. Le troisième chapitre, on trouve les étapes pour réaliser un radar de recul pour la détection des objets puis la programmation de la carte arduino qu'est le responsable de contrôler tous les composants de ce projet.

Le but de ce travail est de connaître la précision du système de détection et comment améliorer le niveau de sécurité, de voir les résultats obtenus à travers le véhicule utilisé et équipé d'un moteur et d'un système de capteur et de contrôle.

CHAPITRE I

GENERALITES SUR LE RADAR DE REcul A ULTRASON

I.1 Introduction :

Le radar fournit un positionnement précis et apporte une aide de valeur inestimable à la sûreté du canotage et lors des opérations de recherche ou de localisation. Pendant des périodes de visibilité restreinte, le radar non seulement renseigne sur les difficultés de navigation mais également aide dans la manière d'éviter une collision.

Dans un sens, le radar est une prolongation de la navigation visuelle lorsque celle-ci n'est plus possible, permettant de voir des navires, des bouées et des secteurs de cote ou de rivage à grandes distances et dans toutes les conditions. [3]

I.2 Historique :

En 1886, Heinrich Hertz démontra la similitude entre ondes lumineuses et ondes « radio », toutes deux électromagnétiques. Leur différence essentielle est que la longueur d'onde de ces dernières est beaucoup plus grande que celle des ondes lumineuses. Hertz montra que les ondes « radio » pouvaient, elles aussi, être réfléchies par les corps métalliques et diélectriques. Dès 1904, l'Allemand Christian Hülsmeier décrivait un « appareil de projection et de réception d'ondes hertziennes pour donner l'alarme en présence d'un corps métallique tel qu'un navire ou un train situé dans le faisceau du projecteur ». Cette possibilité était vérifiée expérimentalement de façon plus ou moins complète de 1922 à 1927 par un certain nombre de chercheurs parmi lesquels on peut citer : les Américains A. H. Taylor et L. C. Young du Naval Research Laboratory (N.R.L.), utilisant une longueur d'onde de 5 mètres, les Français M. Mesny et P. David, se servant d'une longueur d'onde de 1,8 m, et M. Pierret et C. Gutton, employant une longueur d'onde de 0,16 m. Quoique peu écoutés et disposant de faibles moyens, ces chercheurs restèrent à l'affût. En juin 1930, l'Américain L. A. Hyland obtint une détection accidentelle d'un avion passant dans un faisceau d'ondes « radio » de 9 mètres de longueur d'onde. Dès lors, le N.R.L. (A. H. Taylor, L. C. Young et L. A. Hyland) expérimenta de 1930 à 1934 un premier système de « détection d'objets par radio » en ondes métriques (environ 5 m de longueur d'onde) permettant des détections d'avions distants de quelque 80 kilomètres. De son côté, le Français P. David (du Laboratoire national de radioélectricité) expérimentait à la même époque un système analogue (barrage David), obtenant au Bourget, en 1934, des détections d'avions à environ 10 kilomètres. En Outre, la Compagnie générale de télégraphie sans fils (C.S.F.), avec, entre autres, M. Ponte et C. Gutton, déposait le 20 juillet 1934 un brevet français qui concernait un « nouveau système

de repérage d'obstacles et ses applications » employant des longueurs d'onde beaucoup plus courtes (0,16 m). Les Allemands, dans la même période. [4]

I.3 le RADAR :

I.3.1 C'est quoi le RADAR :

Comme son nom l'indique, un radar (Radio Detection And Ranging) est un système utilisant des ondes électromagnétiques (Radio) pour détecter la présence de cibles (Detection) et les localiser en distance, vitesse, angles (Ranging). Les systèmes radar sont couramment utilisés pour la surveillance de domaines, aérien, terrestre, ou maritime, car ils sont opérationnels tout temps, et insensibles à la luminosité.

I.3.2 Principes du RADAR :

Le principe de base des systèmes radars peut être résumé en quatre étapes : émission et propagation d'une onde électromagnétique, rétrodiffusion de cette onde par une cible sous forme d'écho de l'onde, réception et analyse du signal reçu par le radar.

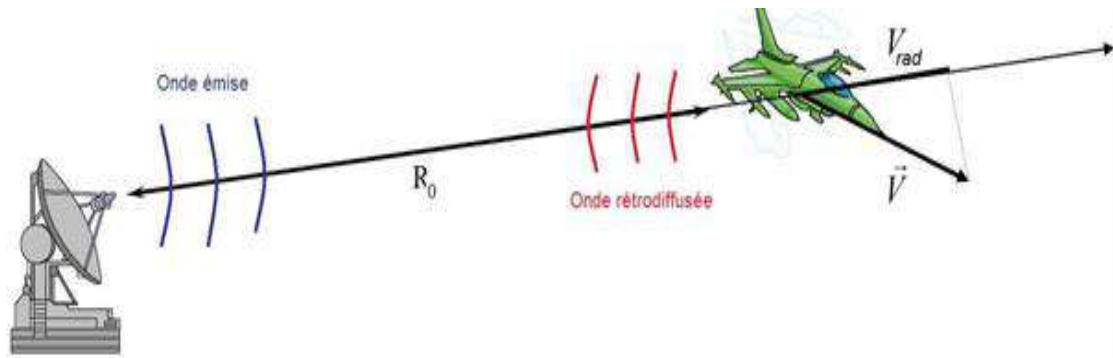


Figure I.1 – Principe d'un système radar

Mesure de distance : L'onde émise par le radar parcourt la distance (**radar/cible R_0**) à la célérité de la lumière **C**. Elle est rétrodiffusée par la cible dans tout l'espace. L'onde rétrodiffusée parcourt une nouvelle fois la distance **R_0** et une partie de l'onde est recueillie par le radar. La détection de l'écho reçu et la mesure du temps de propagation de l'onde nous informe sur la présence et la distance de la cible. L'onde reçue par le radar est une version atténuée et retardée de l'onde émise d'un retard :

$$\tau = 2R_0 / C$$

La mesure de ce retard τ permet alors de déterminer la distance **R_0** de la cible.

L'effet Doppler : Lorsque la cible est mobile par rapport au radar, son retard évolue au cours du temps :

$$\tau = 2R(t)/c = 2/c (R_0 + v_{\text{rad}}t)$$

Où V_{rad} est la vitesse radiale de la cible, vitesse de rapprochement ou d'éloignement par rapport au radar. L'onde reçue par le radar et issue d'une cible mobile comme illustrée sur la (figure I.1), arrive en avance ou en retard par rapport à celle d'une cible fixe. Lorsque v_{rad} est très petit devant c , ce décalage de temps d'arrivée se traduit sur l'onde reçue par un décalage sur la fréquence porteuse f_0 de l'onde. Ce phénomène porte le nom d'effet Doppler. Le décalage en fréquence sur la porteuse, appelée fréquence Doppler, s'écrit :

$$f_D = 2v_{\text{rad}}/\lambda$$

Où $\lambda = c/f_0$ désigne la longueur d'onde du radar. La mesure de f_D permet de déterminer la vitesse radiale de la cible. [2]

I.4 Objectif :

L'objectif principal de ce travail est de proposer un système fiable de détection de barrière basé sur un capteur à ultrasons. Le conducteur de l'appareil, ou la présence d'une personne ou de quelque chose près du lieu de travail, sera averti par un avertissement sonore et visualisant la distance de la route.

Cette étude comprend également l'identification de la zone de détection et la distance de sécurité pour éviter les collisions. La voiture utilisée est une voiture électrique avec un moteur de conduite. La mise en œuvre d'un tel dispositif contribuera au développement de la sécurité dans les environnements industriels et préconisera une solution pour aider le conducteur à contrôler le véhicule lourd, économiquement parlant, le coût de détection de ce dispositif n'est pas très élevé. [1]

I.5 Radar de recul :

Le radar de recul fonctionne avec le même principe qu'un radar mais cependant n'utilise pas le même type d'onde. Un radar basique utilise des ondes radio, tandis que le radar de recul utilise des ondes sonores. C'est donc par banalisation du mot qu'on a appelé ce système « Radar de recul ». [5]

La plupart des véhicules récents est équipée d'un radar de recul. Cet accessoire permet de détecter la distance entre le parechoc arrière de la voiture et l'objet le plus proche. Un tel système est capable de signaler la distance à laquelle se trouve l'obstacle, comprise entre 5 cm et 1,5 m. [6]



Figure I.2 – stationnement du véhicule

I.6 Détection d'obstacle :

Les principes de la détection d'obstacles inclut aussi la présence humaine, et d'un autre côté, sur l'utilisation des dispositifs de détection sur des véhicules industriels.

Les principes de détection de présence humaine ou d'objets sont nombreux: à base d'ultrason, de détecteurs capacitifs, de détecteurs à infrarouge, de radar micro-onde, et d'autres. L'utilisation des détecteurs, que ce soit à base d'ultrason ou autres, est présente aussi dans plusieurs domaines, on peut citer la sécurité, les systèmes antivol ou en robotique. [1]

I.6.1 Détecteurs à ultrason :

L'ultrason est un son dont la fréquence est supérieure à 20 kHz. Le nom vient du fait que leur fréquence est trop élevée pour être audible pour l'homme. Deux principes physiques sont utilisables pour constituer le capteur : par effet électronique ou par effet piézoélectrique. Ces capteurs utilisent l'air comme milieu de propagation. L'émetteur et le récepteur sont situés dans le même boîtier. L'émetteur envoie un train d'ondes qui est réfléchi sur l'objet (ou le travailleur) à détecter et ensuite revient à la source. Le temps mis pour parcourir un aller-retour permet de déterminer la distance de l'objet par rapport à la source. La distance trouvée doit être divisée par deux, car le signal aura franchi le double de la distance pour revenir à l'émetteur. La capacité de détection de ce type de capteur va de quelques centimètres à environ 10 mètres.

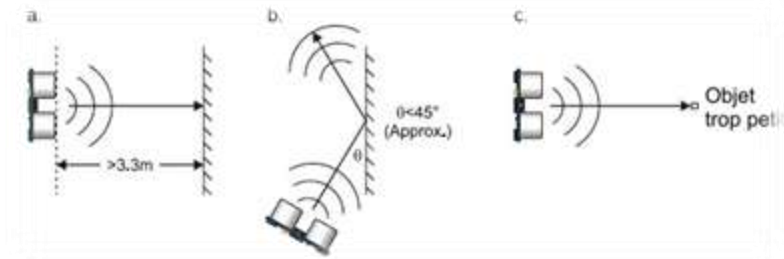


Figure I.3 : principe de fonctionnement du détecteur à ultrasonore

Les capteurs ultrasonores ont de nombreux avantages. Ils ont une large gamme d'utilisation, facile à mettre en œuvre, et leur coût est très faible par rapport aux autres capteurs comme les radars. En plus, l'utilisation des ultrasons est pratiquement sans danger sur la santé humaine. D'un autre côté, les détecteurs ultrasonores présentent les inconvénients suivants :

- La vitesse de propagation des ultrasons peut être influencée de façon sensible par une variation de température. Par exemple, un écart de 30°C peut causer une erreur de 30 cm sur une mesure de 11 m.
- La propagation de l'onde sonore peut aussi être influencée par l'humidité.
- La lecture des capteurs peut être influencée par le bruit environnant et par le signal émis par d'autres capteurs sur le même système. [1]

I.6.2 Principe de fonctionnement d'un radar de recul :

Garer son véhicule, effectuer une manœuvre en toute sécurité, n'est pas toujours chose facile. Les constructeurs, conscients de ces difficultés, apportent une aide aux conducteurs en équipant les véhicules d'un dispositif de détection d'obstacles.

Ce système améliore l'aide à la conduite en cours de manœuvre. Les personnes et les biens matériels se trouvant dans la zone d'évolution du véhicule sont signalés au conducteur.

Lors d'une manœuvre en marche arrière, le conducteur est informé par un signal sonore de la présence d'un obstacle. La fréquence du signal est modulée d'après la distance qui sépare l'obstacle du véhicule.

L'aide au stationnement fonctionne sur le principe du sonar, il utilise les ultrasons émis par les capteurs, ces ultrasons rebondissent sur l'obstacle pour être captés et renvoyés au calculateur.

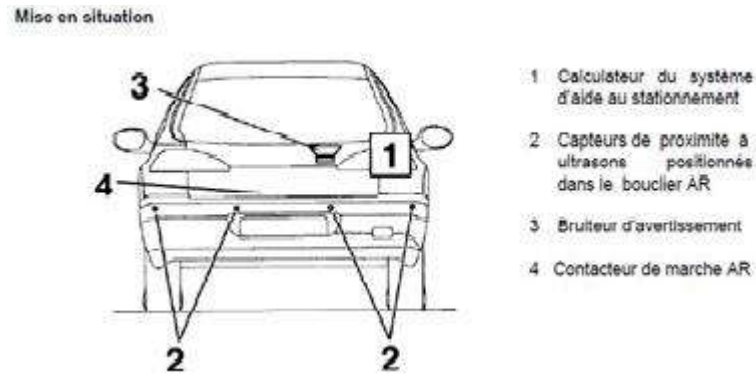


Figure I.4 : Vue arrière d'un véhicule équipé de capteur d'aide au stationnement

Le capteur utilisé pour la détection d'un obstacle émet d'abord un signal d'ondes sonores et le réceptionne ensuite en retour par le phénomène de l'écho, sous une fréquence variable, fonction de la distance avec l'obstacle de réflexion.

Lors de l'enclenchement de la marche arrière, le système mesure la distance comprise entre l'arrière du véhicule et l'obstacle le plus proche.

Un signal sonore à rythme variable est émis par le bruiteur pour informer le conducteur du rapprochement de l'obstacle dans la zone de détection. Le rythme d'émission du signal s'accélère au fur et à mesure que le véhicule se rapproche de l'obstacle. Le signal sonore devient continu lorsque la distance mesurée est inférieure à 0,30 m (cette valeur est une moyenne qui peut varier selon la marque et le type du véhicule).

Les obstacles situés trop haut (~ au-dessus de 0,75 m) ne peuvent être détectés.

Le calculateur a accès aux informations suivantes :

- temps séparant l'onde d'émission de celle de réception venant de l'écho.
- la vitesse de propagation des ondes ultrasonores (déplacement dans l'air ~340 m/s). [6]

I.6.3 Principe de détection :

Le principe du calcul de la distance est simple: il faut émettre une trame d'impulsion ultrasonore, et compter le temps d'attente à la réception. Étant donné que la vitesse du son est connue, on aura :

$$d = c * t / 2$$

Divisé par deux, car le temps correspond à un aller - retour. [1]

I.7 Caractéristique et propagation des ultrasons :

I.7.1 Les caractéristiques ultrasonores:

Avant de partir plus loin, rappelons tout d'abord la définition d'un ultrason.

Un ultrason est une vibration de même nature que le son, mais de fréquence supérieure à la plus haute fréquence audible pour un homme. Ces vibrations sont produites dans la matière à une fréquence supérieure à 20 000 Hz.

Les ultrasons se déplacent à des vitesses différentes dans les différents milieux traversés. Ils détiennent les mêmes propriétés générales que les ondes élastiques, c'est-à-dire des ondes vibratoires ou des ondes de pressions dépendant du milieu de propagation.

Comme les sons, les ultrasons sont dues à des mouvements de va et vient très rapides, des vibrations.

Par exemple : une corde de guitare que l'on pince, l'air d'une flute dans laquelle on souffle, créent des vibrations audibles : des sons.

Les ultrasons, inaudibles par l'oreille humaine, se différencient des sons par le nombre des vibrations effectués en une seconde, c'est-à-dire fréquence.

Les sons audibles correspondent à des fréquences comprises entre 20 hertz et 16000 hertz environ.

Si la fréquence est supérieure à 16000 hertz, les vibrations produisent des ultrasons. Pour les détecter, il faut utiliser des récepteurs appropriés.

En échographie les fréquences utilisées vont de 2 à 10 mégahertz car seuls les ultrasons de cette gamme de fréquence se propagent bien dans les milieux liquidiens (organes pleins d'eau ou de sang) du corps humain, sans se disperser et selon une direction bien déterminée.

1 hertz (Hz) = une vibration par seconde

1 mégahertz (MHz) = 1 million de hertz

On peut caractériser une onde ultrasonore par plusieurs éléments bien précis.

Tout d'abord sa fréquence que l'on a évoquée un peu plus haut. Il existe en effet quatre types de sons différents suivant une fréquence donnée.

Fréquence	Sons
0 à 20 hertz	Infrasons (inaudible pour l'homme)

Tableau I.1 : le son inaudible par l'homme.

Ensuite vient son impédance acoustique Z , qui caractérise la résistance qu'un milieu oppose à sa mise en mouvement lorsqu'il est traversé par une onde acoustique. Elle dépend de la masse volumique et de la compressibilité du milieu, c'est-à-dire de son aptitude à reprendre sa forme originale après déformation :

$$Z = \sqrt{(\mu / \kappa)}$$

Avec : Z = impédance acoustique exprimée en $\text{Kg/m}^2/\text{s}$, κ = la compressibilité du milieu en $\text{m}^2.\text{s.kg}^{-1}$, μ = la masse volumique en kg.m^{-3} .

Il y a aussi la célérité, c'est-à-dire la vitesse de propagation dans un milieu. Pour celle-ci on se sert de l'impédance acoustique. On fait le rapport entre l'impédance acoustique sur la masse volumique :

$$C = (Z / \mu)$$

Avec : C = célérité en m/s , Z = impédance acoustique en $\text{Kg/m}^2/\text{s}$, μ = masse volumique en kg.m^{-3} .

Mais on peut très bien se servir d'une formule beaucoup plus simple car celle-ci dessous est beaucoup plus compliquée :

$$C = d/t$$

Avec : C = célérité en m/s , d = distance en m et t = temps en s .

Grâce à la célérité et à la fréquence on peut maintenant déterminer la longueur d'onde λ . Celle-ci est définie par le rapport de la célérité sur la fréquence :

$$\lambda = C / f$$

Avec : λ = la longueur d'onde en rad/m , C = la célérité en m/s et f = la fréquence en Hz . [7]

I.7.2 Propagation des ondes ultrasonores dans les milieux :

On a vu l'émission et la réflexion de ces ondes ultrasonores mais pour mieux comprendre il faut aussi aborder la propagation des ultrasons, c'est-à-dire comment elles se propagent dans un milieu quelconque, par quels moyens.

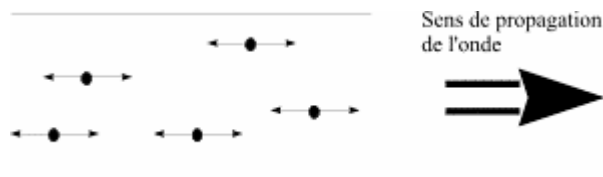
Premièrement, pour permettre la propagation des ondes, il faut d'une part que le milieu environnant de la source permette la propagation de l'onde, par exemple les ondes sonores ne se propagent pas dans le vide. D'une autre part, il faut que la source soit dans un état vibratoire.

En effet, les ondes ultrasonores sont émises par une source. A partir de celle-ci, ils sont propagés et se déplacent dans toutes les directions possibles dans un milieu élastique. La propriété du milieu élastique signifie que la pression varie (d'où les ultrasons sont des ondes de pression) et les ultrasons se déplacent sous forme d'ondes mécaniques. Celles-ci sont caractérisées par une propagation d'énergie et ne peuvent se propager que dans ce milieu élastique.

Il existe donc deux types de propagation des ondes à travers les milieux.

On peut donc comparer le premier type d'ondes à un ressort, car il est soumis à une succession de surpressions et de dépressions et ses particules constitutives sont alors animées d'un mouvement de va-et-vient dans l'axe de déplacement des ultrasons, de type sinusoïdal.

Ce premier type correspond aux ondes longitudinales ou de compressions, qui sont caractérisées par le fait que la direction de la vibration des particules est parallèle à la direction de propagation de l'onde. Cependant celles-ci ont une particularité, elles ne se propagent que dans les solides et dans les liquides.



Le second type de propagation est les ondes transversales dites de cisaillement. Elles sont caractérisées par le fait qu'elles se déplacent perpendiculairement à la direction de la propagation. Ces ondes ne se propagent que dans les solides et les liquides. Mais on sait qu'en général les ultrasons ne se déplacent que dans les solides et liquides seulement très visqueux. Par contre les ultrasons ne se déplacent pas dans le vide.



[7]

I.8 La technologie des ultrasons :

I.8.1 Les ultrasons se déplacent à la vitesse du son :

En milieu aérien, ils se propagent à 340 m/s, et sont partiellement réfléchis par les objets solides ; une propriété exploitée pour leur détection et le calcul de distance jusqu'à ces objets. En milieu liquide, ils se déplacent à environ 1500 m/s, provoquant des milliers de petites bulles qui agitent l'eau ; des remous dont on peut utiliser la "force de frappe".

Après des usages militaires (sonar), industriels (dégraissage de pièces de précision, découpe à très grande vitesse d'aliments, inspection de tuyauterie, etc.) et médicaux (échographie, détartrage, désinfection de matériel, élimination de la cellulite...), ils ont investi notre quotidien.

I.8.2 De nombreuses applications grand public :

Parmi celles-ci, citons les radars anti-intrusion, les détecteurs d'obstacles intégrés dans les pare-chocs de voiture, les télémètres, les "chasse rongeurs" et "chasse moustiques", les colliers de chien anti-aboiement et les sifflets d'appel, les destructeurs d'algues pour piscine. Les éviers à ultrasons, mis au point dans les années 1980, n'ont jamais rencontré de succès commercial, bien qu'ils soient économes en énergie, eau et détergent. En vogue, en revanche, depuis plusieurs années, les monocuves qui décrassent, en quelques minutes et sans effort, dentiers, bijoux, montres, lunettes, articles en métal (argenterie, pièces de monnaie, pièces de mécanique, bibelots en cuivre, etc.).

I.8.3 Dans l'air, un moyen de mesurer la distance jusqu'à un obstacle :

Un télémètre à ultra-sons mesure des distances à la manière d'une chauve-souris. Il envoie une onde sonore supérieure à 20 000 Hz vers un obstacle (mur, plafond, vitre), qui la réfléchit, puis chronomètre le temps que met l'écho pour revenir. La vitesse de propagation du son dans l'air étant de 340 m/s, l'appareil en déduit la distance qui le sépare de l'obstacle.

I.8.4 Au-delà du seuil auditif humain... :

Les ultrasons sont une catégorie d'ondes sonores définies par rapport aux capacités auditives des êtres humains (celles-ci sont différentes chez les animaux ; les chiens, par exemple,

perçoivent jusqu'à 27 000 Hz). En deçà de 20 Hz, on parle d'infrasons, et au-delà de 20 000 Hz d'ultrasons.

I.8.5 Dans un liquide, une véritable force de frappe :

Le nettoyage à ultrasons fonctionne toujours sur le même principe : des ultrasons sont émis dans une cuve, et, en se déplaçant, génèrent des micro-bulles dans l'eau, qui, ainsi agitée, décolle efficacement la saleté.

1 – Les ondes acoustiques se propagent dans l'eau à environ 1500 m/s, en produisant des pressions alternativement hautes et basses.

2 – En phase de basse pression, des microbulles se forment, c'est l'état de cavitation (cavités).

3 – En haute pression, les bulles implosent en libérant de l'énergie, sur un faisceau multi-directionnel, ce qui permet de nettoyer des objets durs à multiples replis, des bijoux par exemple. [8]

I.9 Utilisation industrielle :

Dans une usine de transformation d'aluminium, des bobines d'aluminium laminé sont déroulées sur des débobineuses avant traitement de surface. Pour maintenir une certaine tension de bande, l'axe du mandrin est freiné pendant que la bobine se vide. La puissance de ce freinage doit cependant être régulée en fonction du diamètre de la bobine pour que le couple de débobinage reste constant. Pour ce faire une mesure en continu du diamètre de bobine est nécessaire. Celle-ci se fera idéalement sans contact pour éviter de marquer l'aluminium. Dans ce contexte, un capteur à ultrason s'avère être la solution idéale. La mesure s'effectue sans contact en toute fiabilité même pour des variations très rapides jusqu'à plusieurs cm/s. [9]

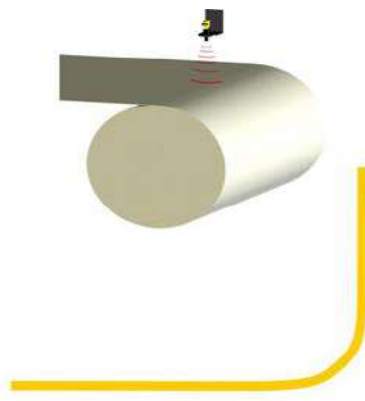


Figure I.5: mesure le continue de diamètre

I.10 Pourquoi le choix des capteurs à ultrason :

En général, la problématique commune à tous les systèmes de détection d'obstacles demeure celle de la réduction des fausses alarmes.

Le choix du capteur utilisé est fait après avoir effectué une étude bibliographique sur les dispositifs de détection et leurs utilisations sur les véhicules industriels ou de transport en général.

Les avantages majeurs des capteurs à ultrason sont leur faible prix de revient et leur simplicité d'implantation, aussi la détection par ultrason est parfaitement efficace pour de courtes distances. [1]

I.11 Conclusion :

A travers ce chapitre nous avons présenté des généralités sur les Radars ainsi nous avons abordé l'essentiel de notre travail concernant l'étude d'un Radar de recul, le chapitre suivant sera consacré sur les outils nécessaires pour la réalisation de notre projet.

CHAPITRE II

ETUDE DU MATERIELS DE REALISATION

II.1 Introduction :

Avec le développement de la technologie, un microcontrôleur est un système qui ressemble à un ordinateur : il a une mémoire, un processeur, des interfaces avec le monde extérieur. Les microcontrôleurs ont des performances réduites, mais sont de faible taille et consomment peu d'énergie, les rendant indispensables dans toute solution d'électronique embarquée (voiture, porte de garage, robots, ...). La carte Arduino n'est pas le microcontrôleur le plus puissant, mais son architecture a été publiée en open-source, et toute sa philosophie s'appuie sur le monde du libre, au sens large. [10]

Dans ce chapitre, nous allons chercher et définir le matériel nécessaires pour réaliser notre travail à partir du Arduino et les périphériques appropriés qui permettent de réaliser le radar de recul.

II.2 Etude du matériel :

II.2.1 La carte Arduino :

Le module Arduino est un circuit imprimé en matériel libre (plateforme de contrôle) dont les plans de la carte elle-même sont publiés en licence libre dont certains composants de la carte : comme le microcontrôleur et les composants complémentaires qui ne sont pas en licence libre. Un microcontrôleur programmé peut analyser et produire des signaux électriques de manière à effectuer des tâches très diverses. Arduino est utilisé dans beaucoup d'applications comme l'électrotechnique industrielle et embarquée ; le modélisme, la domotique mais aussi dans des domaines différents comme l'art contemporain et le pilotage d'un robot, commande des moteurs et faire des jeux de lumières, communiquer avec l'ordinateur, commander des appareils mobiles (modélisme). Chaque module d'Arduino possède un régulateur de tension +5 V et un oscillateur à quarte 16 MHz (ou un résonateur céramique dans certains modèles). Pour programmer cette carte, on utilise l'logiciel IDE Arduino. [11]

II.2.1.1 Avantage de la carte Arduino UNO :

Il y a de nombreuses cartes électroniques qui possèdent des plateformes basées sur des microcontrôleurs disponibles pour l'électronique programmée. Tous ces outils prennent en charge les détails compliqués de la programmation et les intègrent dans une présentation facile à utiliser. De la même façon, le système Arduino simplifie la façon de travailler avec les microcontrôleurs tout en offrant aux personnes intéressées plusieurs avantages cités comme suit:

- Le prix (Réduit) : Les cartes Arduino sont relativement peu coûteuses comparativement aux autres plates-formes.
- Multi plateforme : Le logiciel Arduino, écrit en JAVA, tourne sous les systèmes d'exploitation Windows, Macintosh et Linux. La plupart des systèmes à microcontrôleurs sont limités à Windows.
- Un environnement de programmation clair et simple : L'environnement de programmation Arduino (le logiciel Arduino IDE) est facile à utiliser pour les débutants, tout en étant assez flexible pour que les utilisateurs avancés puissent en tirer profit également.
- Logiciel Open Source et extensible : Le logiciel Arduino et le langage Arduino sont publiés sous licence open source, disponible pour être complété par des programmeurs expérimentés. Le logiciel de programmation des modules Arduino est une application JAVA multi plateformes (Fonctionne sur tout système d'exploitation), servant d'éditeur de code et de compilateur, et qui peut transférer le programme à travers de la liaison série (RS232, Bluetooth ou USB selon le module).
- Matériel Open source et extensible : Les cartes Arduino sont basées sur les Microcontrôleurs Atmel ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA328, les concepteurs des circuits expérimentés peuvent réaliser leur propre version des cartes Arduino, en les complétant et en les améliorant. Même les utilisateurs relativement inexpérimentés peuvent fabriquer la version sur plaque d'essai de la carte Arduino, dont le but est de comprendre comment elle fonctionne pour économiser le coût. [12]

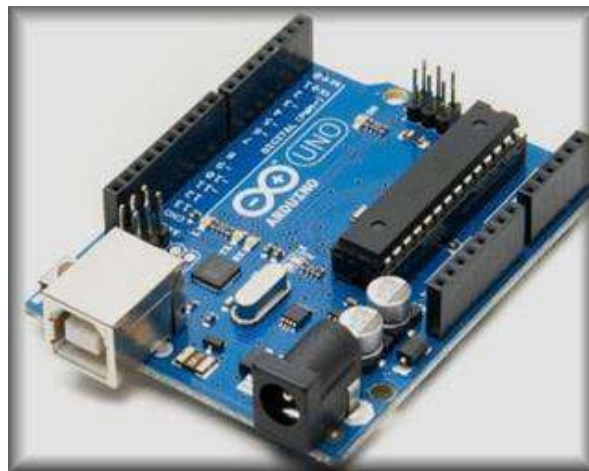


Figure II.1 : carte arduino UNO

[13]

II.2.1.2 Caractéristiques techniques :

Microcontrôleur	ATmega328P
Tension de fonctionnement	5V
Tension d'entrée (recommandé)	7-12V
Tension d'entrée (limite)	6-20V
E / S numériques Pins	14 (dont 6 fournissent la sortie PWM*)
PWM numérique E / S Pins	6
Pins d'entrée analogique	6
DC Courant par I O Pin /	20 mA
Courant DC pour 3.3V Pin	50 mA
Mémoire flash	32 KB (ATmega328P) dont 0,5 KB utilisé par bootloader**
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM ***	1 KB (ATmega328P)
Vitesse de l'horloge	16 MHz
Longueur	68,6 mm
Largeur	53,4 mm
Poids	25 g

Tableau II.1: caractéristique de la carte Arduino

II.2.1.3 Schéma des portes :

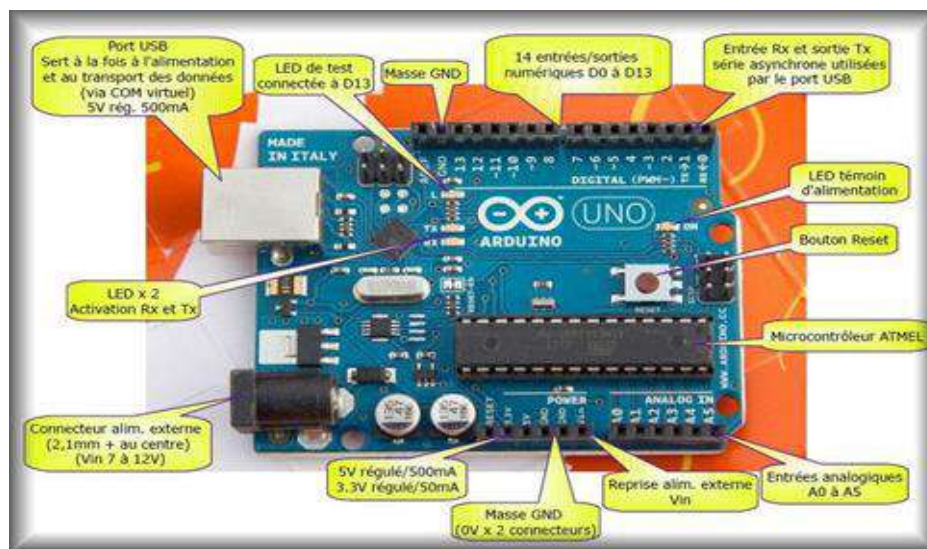


Figure II.2 : constitution de la carte arduino UNO [13]

II.2.1.4 Détails techniques :

La carte Arduino Uno peut être alimentée via la connexion USB ou avec une alimentation externe. La source d'alimentation est automatiquement sélectionnée.

Une alimentation externe peut provenir soit d'un adaptateur AC-DC ou d'une batterie. L'adaptateur peut être connecté en branchant une prise 2.1mm dans la prise d'alimentation de la carte ou à partir d'une batterie connectée dans le pin (ou broche) GND et V-in (alimentation externe).

Le processeur peut fonctionner sur une alimentation externe de 6 à 20 volts. Cependant, si la tension est inférieure à 7V, le pin 5V peut fournir moins de cinq volts et le processeur peut devenir instable. Si la tension est supérieure à 12V, le régulateur de tension peut surchauffer et endommager la carte. La plage recommandée est de 7 à 12 volts.

Les pins (ou broches) d'alimentation sont les suivantes:

- V-in. Tension d'entrée à la carte Arduino à l'aide d'une source d'alimentation externe (par opposition à 5 volts de la connexion USB ou une autre source d'alimentation régulée). Si l'alimentation en tension est faite par l'intermédiaire de la prise d'alimentation, on pourra y accéder via ce pin.
- 5V. Cette pin délivre un 5V régulé par la carte. Le processeur peut être alimenté soit à partir de la prise d'alimentation DC (7-12V), le connecteur USB (5V), ou le pin V-in de la carte (7-12). La fourniture d'une tension via les 5V ou 3,3V contourne le régulateur, et peut endommager votre processeur. A déconseiller !
 - 3V 3. Une alimentation de 3,3 volts générée par le régulateur. La consommation de courant maximale est de 50 mA.
- GND. masse
- IOREF. Ce pin sur la carte Arduino fournit la référence de tension avec laquelle le microcontrôleur fonctionne.

II.2.1.5 Mémoire :

L'ATmega328 a 32 Ko (avec 0,5 KB occupées par le bootloader**). Il a également 2 Ko de SRAM et 1 Ko de mémoire EEPROM*** (qui peut être lu et écrit avec la bibliothèque de l'EEPROM).

II.2.1.6 Entrées et sorties :

Chacune des 14 broches numériques sur la carte Uno peut être utilisée comme une entrée ou une sortie, en utilisant les fonctions `pinMode ()` , `digitalWrite ()` , et `digitalRead ()`. Ils fonctionnent à 5 volts. Chaque broche peut fournir ou recevoir 20 mA en état de fonctionnement recommandée et a une résistance de pull-up interne (déconnecté par défaut) de 20-50k ohm. Un maximum de 40mA est la valeur qui ne doit pas être dépassée sur toutes les broches d'Entrée/Sorties pour éviter des dommages permanents au microcontrôleur.

Certaines broches ont des fonctions spécialisées:

- Série: 0 (RX) et 1 (TX). Permet de recevoir (RX) et transmettre (TX) TTL données série. Ces pins sont connectés aux pins correspondants de l'USB-TTL puce Serial ATmega8U2.
- LED: 13. Il est équipé d'un conduit par la broche numérique 13. LED Lorsque la broche est à la valeur HIGH, la LED est allumée, lorsque la broche est faible, il est hors tension.

L'Uno dispose de 6 entrées analogiques, A0 à A5, dont chacune fournit 10 bits de résolution (ou 1024 valeurs différentes). Par défaut, la tension est de 5 volts. Il est cependant possible de changer la limite supérieure de la gamme en utilisant la broche AREF et la fonction `analogReference ()`. Autres broches de la carte:

- AREF. Tension de référence pour les entrées analogiques. Pin utilisé avec `analogReference ()`.
- Réinitialiser.

II.2.1.7 Communication :

Arduino a un certain nombre de moyens pour communiquer avec un ordinateur, une autre carte Arduino, ou autres microcontrôleurs. L'ATmega328 fournit UART TTL (5V) en communication série, disponible sur les broches numériques 0 (RX) et 1 (TX). [13]

II.2.2 Le capteur ultrasonique :

II.2.2.1 Module de détecteur HC-SR04 :

Le capteur HC-SR04 utilise les ultrasons pour déterminer la distance d'un objet. Il offre une excellente plage de détection sans contact, avec des mesures de haute précision et stables. Son

fonctionnement n'est pas influencé par la lumière du soleil ou des matériaux sombres, bien que des matériaux comme les vêtements puissent être difficiles à détecter.



Figure II.3 : capteur ultrason HC-SR04 [14]

II.2.2.2 Caractéristiques :

- Dimensions : 45 mm x 20 mm x 15 mm
- Plage de mesure : 2 cm à 400 cm
- Résolution de la mesure : 0.3 cm
- Angle de mesure efficace : 15 °
- Largeur d'impulsion sur l'entrée de déclenchement : 10 μ s (Trigger Input Pulse width)

II.2.2.3 Broches de connexion :

- Vcc = Alimentation +5 V DC
- Trig = Entrée de déclenchement de la mesure (Trigger input)
- Echo = Sortie de mesure donnée en écho (Echo output)
- GND = Masse de l'alimentation

II.2.2.4 Spécifications et limites :

Paramètre	Min	Type	Max	Unité
Tension d'alimentation	4.5	5.0	5.5	V
Courant de repos	1.5	2.0	2.5	mA
Courant de fonctionnement	10	15	20	mA
Fréquence des ultrasons	-	40	-	kHz

Tableau II.2 : spécifications et limites

Attention : la borne GND doit être connectée en premier, avant l'alimentation sur Vcc.

II.2.2.5 Fonctionnement :

Pour déclencher une mesure, il faut présenter une impulsion "high" (5 V) d'au moins 10 µs sur l'entrée "Trig". Le capteur émet alors une série de 8 impulsions ultrasoniques à 40 kHz, puis il attend le signal réfléchi. Lorsque celui-ci est détecté, il envoie un signal "high" sur la sortie "Echo", dont la durée est proportionnelle à la distance mesurée.

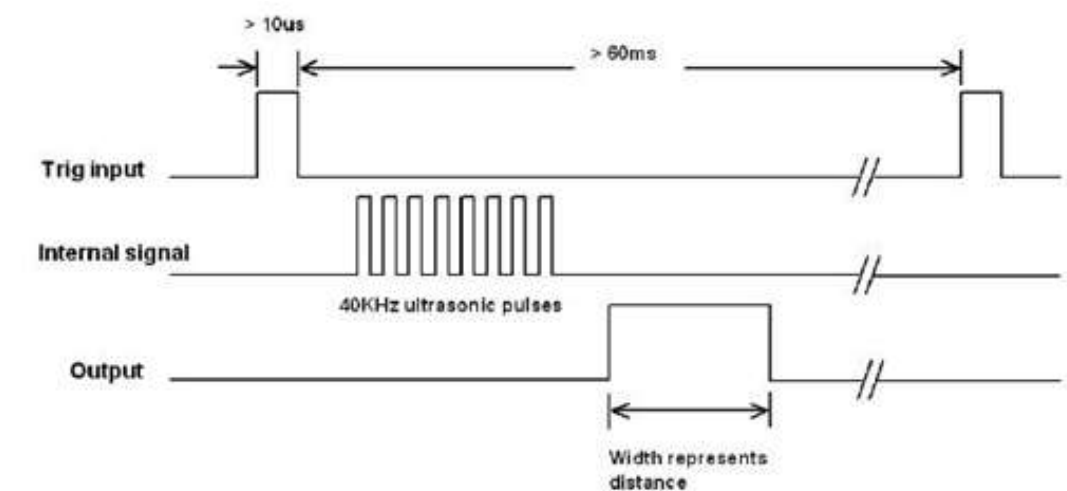


Figure II.4 : fonctionnement du capteur ultrason [14]

II.2.2.6 Distance de l'objet :

La distance parcourue par un son se calcule en multipliant la vitesse du son, environ 340 m/s (ou 34'000 cm/1'000'000 µs) par le temps de propagation, soit : $d = v \cdot t$ (distance = vitesse · temps)

Le HC-SR04 donne une durée d'impulsion en dizaines de μs . Il faut donc multiplier la valeur obtenue par $10 \mu\text{s}$ pour obtenir le temps t . On sait aussi que le son fait un aller-retour. La distance vaut donc la moitié.

$$d = 34'000 \text{ cm} / 1'000'000 \mu\text{s} \cdot 10\mu\text{s} \cdot \text{valeur} / 2$$

En simplifiant : $d = 170'000 / 1'000'000 \text{ cm} \cdot \text{valeur}$

Finalement, $d = 17/100 \text{ cm} \cdot \text{valeur}$

La formule $d = \text{durée}/58 \text{ cm}$ figure aussi dans le manuel d'utilisation du HC-SR04 car la fraction $17/1000$ est égale à $1/58.8235$. Elle donne cependant des résultats moins précis.

Note : A grande distance, la surface de l'objet à détecter doit mesurer au moins 0.5 m^2 . [14]

II.2.3 Bipper (buzzer) :

C'est un composant permettant de produire un son lorsque on lui applique une tension, il est possible de l'utiliser pour créer des alarmes en tout genre, jouets, signalisation sonore sur une machine, un appareil ménager on peut aussi jouer sur les fréquences pour créer des mélodies....etc. [15]



Figure II.5 : bipper [15]

II.2.4 Moteur à courant continu :

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.

✓ Principe de fonctionnement d'un moteur à courant continu

Le stator

Le stator d'un moteur à courant continu est la partie fixe du moteur (statique = qui ne bouge pas). Le stator est aussi nommé l'inducteur ou l'excitation : on fait passer un courant dans le bobinage du stator et c'est lui qui crée (qui induit) un champ magnétique. Le stator pose le décor pour le rotor qui se retrouve ainsi plongé dans ce champ magnétique. Le stator (inducteur) crée un champ magnétique B appelé champ inducteur, ou encore champ statorique.

Le rotor

Le rotor est la partie en rotation du moteur. C'est lui qui tourne. Il est constitué du bobinage induit. Il faut alimenter cette bobine pour la transformer en électroaimant qui entrera en interaction avec le stator. Si on n'alimentait pas le rotor, il ne serait l'objet d'aucune force et ne tournerait pas.

Le moteur à courant continu est formé d'un stator qui crée un champ magnétique fixe. Dans ce champ magnétique, le rotor est alimenté à travers le système de contact balais - collecteur et le courant qui le traverse lui donne son mouvement de rotation. [16]

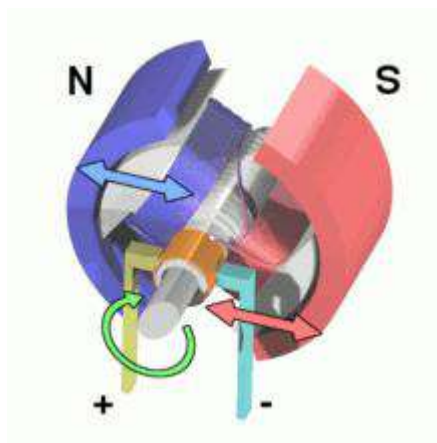


Figure II.6 : Moteur à courant continu [16]

II.2.5 Le pont-H L298N :

C'est un module extrêmement utile pour le contrôler de robots et ensembles mécanisés.

Il peut contrôler deux moteur courant continu ou un moteur pas-à-pas 4 fils 2 phases. Il est conçu pour supporter des tensions plus élevées, des courants importants tout en proposant une commande logique TTL (basse tension, courant faibles, idéal donc pour un microcontrôleur).

Il peut piloter des charges inductives comme des relais, solénoïdes, moteurs continus et moteurs pas-à-pas. Les deux types de moteurs peuvent être contrôlés aussi bien en vitesse (PWM) qu'en direction. Toutes les sorties en puissance sont déjà protégées par des diodes anti-retour.

Il s'agit d'un module prêt à l'emploi.

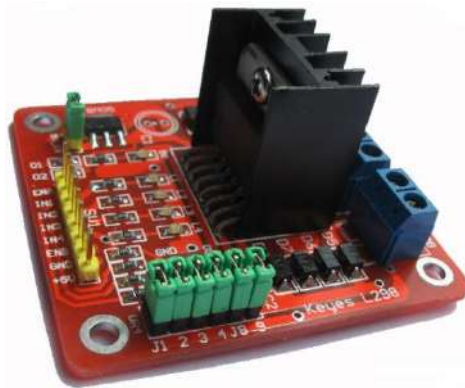
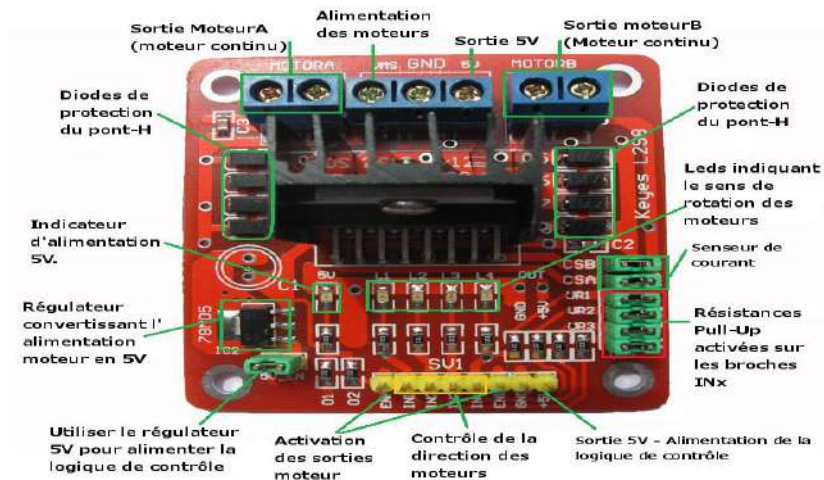


Figure II.7 : L298N [17]

II.2.5.1 Caractéristiques :

- Léger, petit
- Des capacités hors-pair pour contrôle moteur
- Diodes de protections
- Un dissipateur (pour dissiper la chaleur en cas de forte charge)
- Un sélecteur pour sélectionner la source d'alimentation
- 4 Sélecteurs pour les résistances pull up
- Sortie pour 2 moteurs continu/ 1 moteur pas-à-pas (4 bobines, deux phases)
- Indicateur LED pour sens de rotation moteur
- Indicateur LED pour alimentation 5V
- 4 trous de fixation standard

II.2.5.2 Détails techniques :



[17]

II.2.5.3 Spécifications :

- Composant de contrôle en puissance: L298N
- Alimentation de la charge: de +6V à +35V
- Courant Max (en pointe): 2A
- Tension de commande logique Vss: de +5 à +7V (alimentation interne de +5V)
- Courant de commande logique: de 0 à 36mA
- Tensions pour contrôle du sens: Low -0.3V~1.5V, high: 2.3V~Vss
- Tensions pour contrôle "Enable": Low -0.3V~1.5V, high: 2.3V~Vss
- Puissance Max: 25W (Température 75 °C)
- Température de fonctionnement: de -25°C à +130°C
- Dimensions: 60mm x 54mm
- Poids: ~48g

II.2.5.4 Idée d'application :

- Pilotage de moteur continu (ex: voiture téléguidée, montage divers à base de moteurs)
- Pilotage de moteur pas-à-pas 4-fils deux-phase. [17]

II.3 Etude de logiciel :

Une carte d'acquisition que sa construction se base sur un microcontrôleur doit être dotée d'une interface de programmation comme est le cas de notre carte. L'environnement de

programmation open-source pour Arduino peut être téléchargé gratuitement (pour Mac OS X, Windows, et Linux).

II.3.1 Plateforme de programmation Arduino :

II.3.1.1 Présentation :

La façon dont le microcontrôleur gère ses entrées / sorties est fixée par un programme, contenu dans le microcontrôleur. Ce programme doit être écrit par l'utilisateur. En pratique, l'utilisateur écrit le programme en langage C, en utilisant un environnement de développement spécialisé (IDE) installé sur un ordinateur. Ce programme est ensuite compilé et téléversé dans le microcontrôleur par liaison série (USB). Microcontrôleur Arduino : Guide de Base 11 Nous utiliserons l'IDE standard Arduino (arduino.exe). Il suffit de taper le code dans la fenêtre dédiée, de compiler et de téléverser le programme sur la carte arduino. La carte doit être reliée à l'ordinateur par un câble USB. La modèle de la carte arduino (il y a plusieurs type de carte) ainsi que le port série sur lequel elle est branchée doivent être déclarés dans le menu de l'IDE Outils/type de carte et Outils/port série. [10]

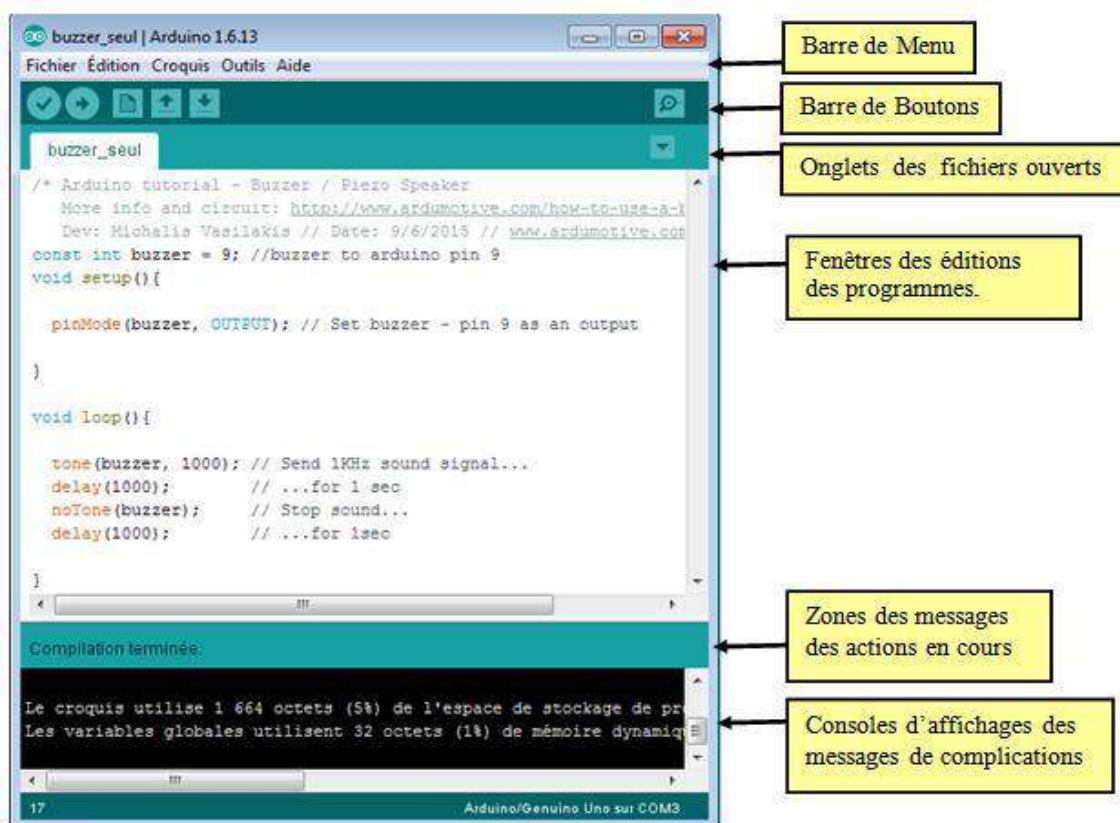


Figure II.8: Interface de la plateforme Arduino

[18]

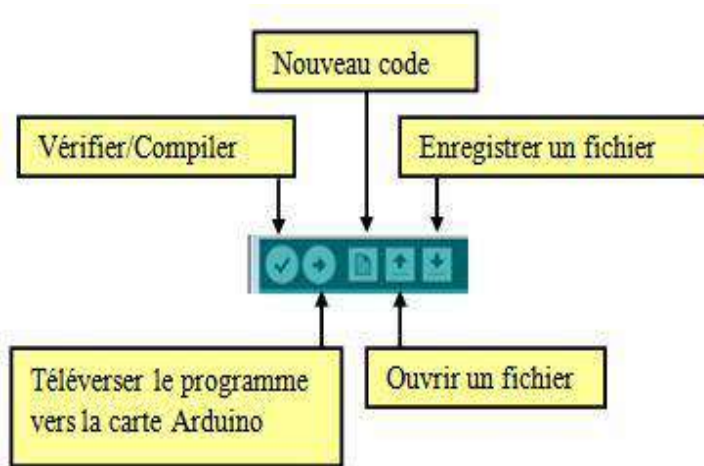


Figure II.9 : Barre de boutons Arduino [18]

Une fois téléversée dans le microcontrôleur, le programme s'exécute.

- La fonction « **Setup** » contiendra toutes les opérations nécessaires à la configuration de la carte (directions des entrées sorties, débits de communications série, etc.).
- La fonction « **Loop** », elle est exécutée en boucle après l'exécution de la fonction setup. Elle continuera de boucler tant que la carte n'est pas mise hors tension, redémarrée (par le bouton reset). Cette boucle est absolument nécessaire sur les microcontrôleurs étant donné qu'ils n'ont pas de système d'exploitation. En effet, si l'on omettrait cette boucle, à la fin du code produit, il sera impossible de reprendre la main sur la carte Arduino qui exécuterait alors du code aléatoire.

Le logiciel comprend aussi un moniteur série (Equivalent à HyperTerminal) qui permet d'afficher des messages textes émis par la carte Arduino et d'envoyer des caractères vers la carte Arduino (en phase de fonctionnement) :



Figure II.10 : HyperTerminal de l'Arduino (Moniteur Série) [18]

II.3.1.2 Structure générale du programme (IDE Arduino)

Un programme utilisateur Arduino est une suite d'instructions élémentaires sous forme textuelle, ligne par ligne. La carte lit puis effectue les instructions les unes après les autres, dans l'ordre défini par les lignes de code. La structure d'écriture d'un programme sous Arduino est de la forme suivante :

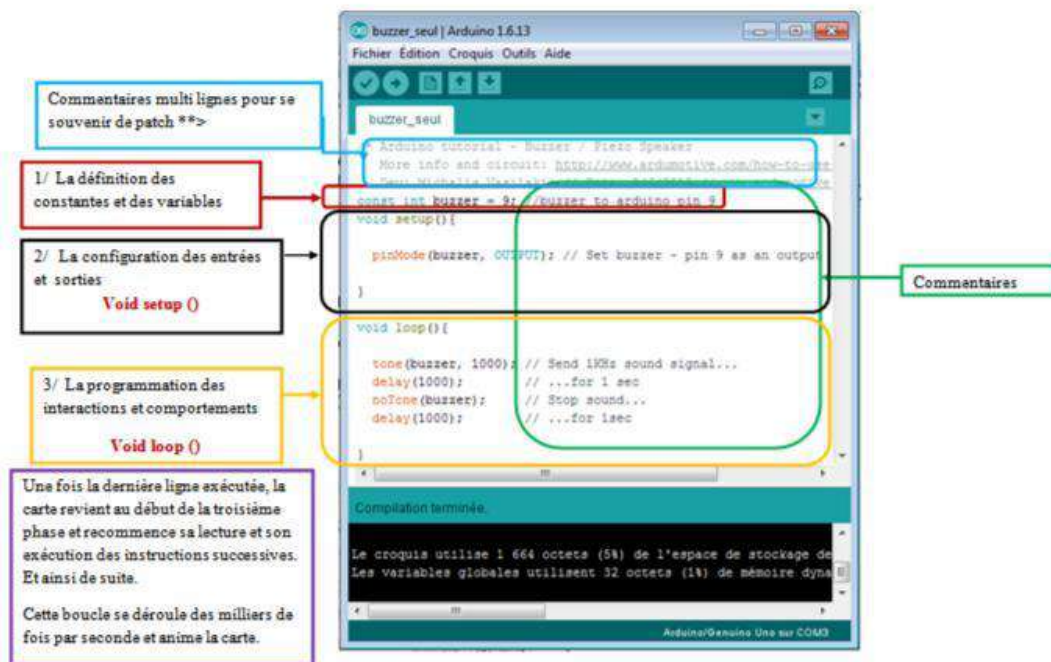


Figure II.11 : Structure générale du programme (IDE Arduino).

[18]

II.3.2 Langage Arduino :

Le langage Arduino est inspiré de plusieurs langages. On retrouve notamment des similarités avec le C, le C++, le Java et le Processing. Le langage impose une structure particulière typique de l'informatique embarquée. La fonction setup contiendra toutes les opérations nécessaires à la configuration de la carte (directions des entrées sorties, débits de communications série, etc.). [19]

II.4 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons défini les composants qui sont utilisés dans ce travail (réalisation d'un radar de recul ultrasonique). À partir d'une carte d'acquisition qui est l'Arduino, nous avons ainsi les raisons pour lesquelles on l'a choisie. Ensuite, nous avons expliqué les deux parties essentielles de l'Arduino; plus précisément la partie matérielle et la partie de programmation. Puis quelques descriptions théoriques sur le moteur à courant continu, le capteur ultrasonique et le pont-H L298N.

CHAPITRE III

CONCEPTION ET REALISATION D'UN RADAR DE REcul

III.1 Introduction :

Dans ce chapitre, on va procéder à l'application expérimentale, « La réalisation d'un Radar de recul». Pour cette raison, on présentera les différents éléments constitutifs afin de réaliser une telle combinaison avec le module Arduino. Les tests de notre prototype sont réalisés au moyen d'une voiture miniature.

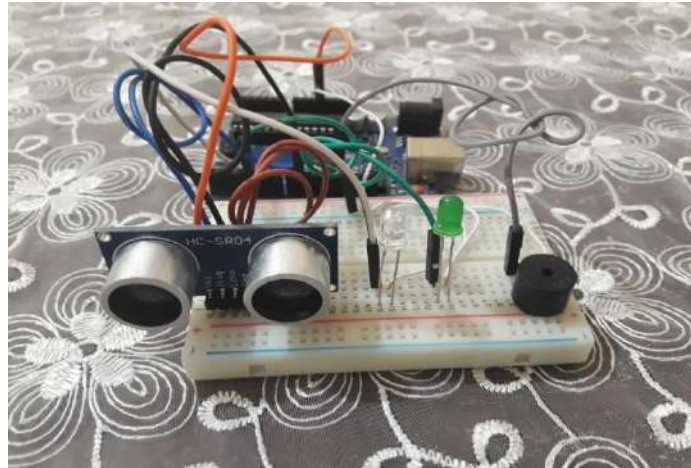


Figure III.1 : réalisation du radar de recul

III.2 Principe de fonctionnement :

Radar de recul est un système de détection d'objet qui utilise des ondes radio ou des microondes pour déterminer la distance de sécurité entre le parechoc et l'obstacle.

Le radar transmet des impulsions d'ondes radio ou de micro- ondes qui rebondissent sur tout objet sur leur chemin. L'objet renvoie une partie de l'onde reçue par le récepteur qui est en ligne de vue avec l'émetteur.

III.3 Réalisation de projet :

III.3.1 Composants utilisés :

Pour notre réalisation, nous avons assemblé les différents composants suivants :

- Carte Arduino Uno.
- LEDS rouge, verte.
- Résistances.
- Capteur sonar à Ultrasons HC-SR04.
- Bipper.
- Moteur dc
- Voiture miniature.

III.3.2 Communication :

III.3.2.1 La connexion entre l'arduino et le détecteur a ultrason HC-SR 04 et le buzzer :

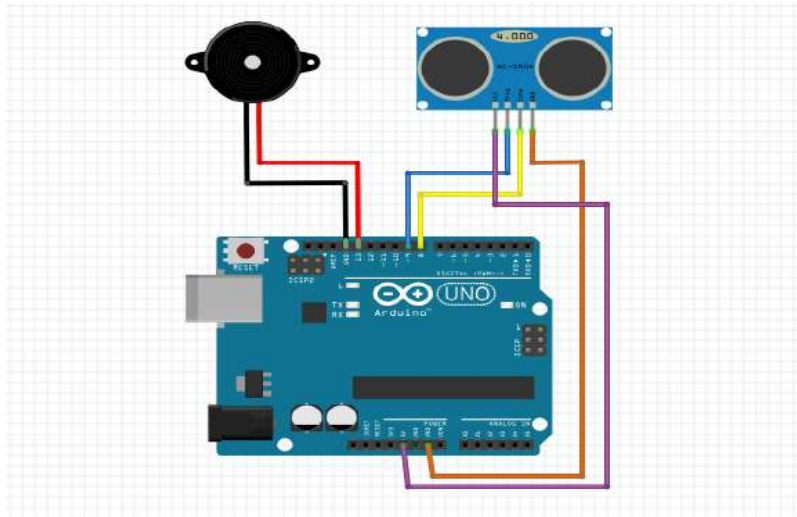


Figure III.2 : connexion entre arduino et hc-sr04 et bipper

✓ Le branchement :

- VCC : relier au 5v de l'arduino.
- GND : relier au GND de l'arduino.
- TRIG : relier au l'entré 8 de l'arduino.
- ECHO : relier au l'entré 9 de l'arduino.
- Pole positive de bipper : relier au l'entré 13 de l'arduino.
- Pole négative de bipper relier au l'entré GND de l'arduino.

III.3.2.2 La connexion entre l'arduino et L298N et les moteurs :

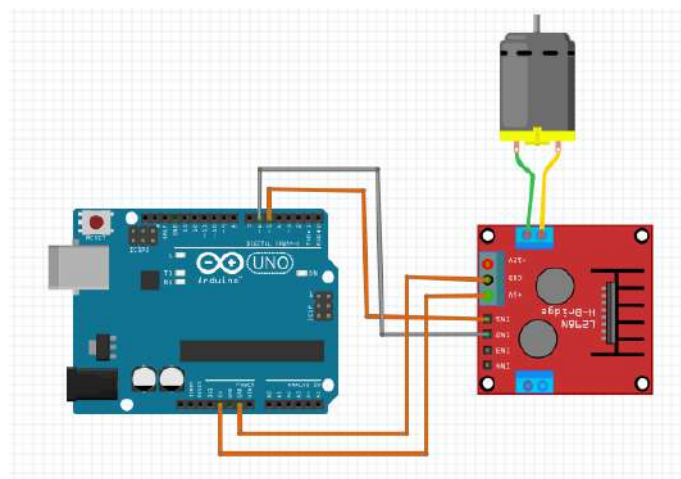


Figure III.3 : la connexion entre arduino , moteur et L298N

✓ Le branchement :

- 12v : relier au 9v de batterie.
- 5v : relier au 5v de l'arduino.
- GND: relier au GND de l'arduino et GND de batterie.
- Int1 : relier au l'entré 5 de l'arduino.
- Int2 : relier au l'entré 6 de l'arduino.

III.3.2.3 Le schéma global :

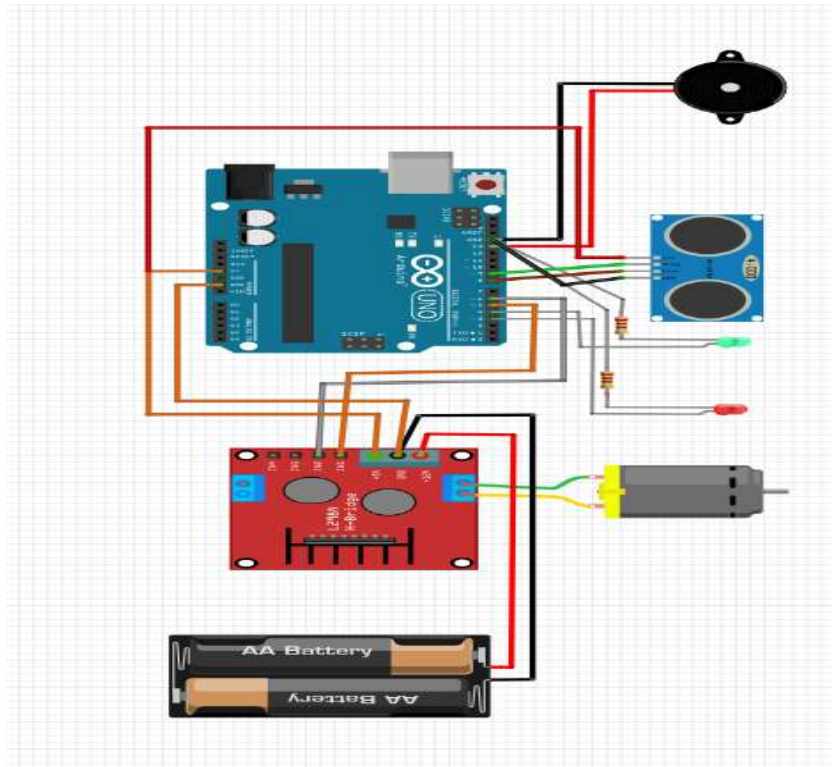


Figure III.4 : montage finale

III.3.3 La programmation de commande :

III.3.3.1 Le principe de notre projet dans ce programme est :

Quand mettre la voiture en marche arrière jusqu'à elle entre dans la zone de détection, c'est-à-dire le capteur à ultrason capte un obstacle, dans ce moment l'alarme sonore sera lancée avec des siffles intermittents. La voiture plus rapprochée à l'obstacle à une distance égale 30cm le sifflet d'alarme doit accélérer jusqu'à devient constant et arrêter le moteur pour éviter la collision. Donc, ce système nous aidera à nous arrêter en toute sécurité dans les couloirs ou au stationnement.

III.3.3.2 Les parties de programme :

- ✓ **La première partie du code:** Déclaration et définir la broche de ultrasons et bipper et autre variable.

```
int buzzer =13;
int ledR =3;
int ledV =4;
int trig =9;
int echo = 8;
long temps;
float distance;
int outPin1 = 5;    //motor1
int outPin2 = 6;    //motor1
```

- ✓ **La deuxième partie du code:** La responsabilité de « void setup » est une broche d'initialisation pour mettre en sortie ou en entrée et régler la vitesse du bit de communication par seconde par instruction (serial.begin) (9600)

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(trig,OUTPUT);
  pinMode(echo, INPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);

  pinMode(outPin1,OUTPUT);
  pinMode(outPin2,OUTPUT);
}
```

- ✓ **La troisième partie du code :** « void piezo » responsable pour lancer et régler le sifflet d'alarme et allumer les LEDS avec la distance en même temps.

```
void piezo (long dis , byte Pin ){

  if(dis < 150 && distance > 30){
    tone(13,9000,500);
    delay(dis * 3);
    noTone(13);
    delay(dis * 3);
    digitalWrite(4,LOW);
    digitalWrite(3,HIGH);
    delay(dis * 3);
    digitalWrite(3,LOW);
    delay(dis * 3);
  }
  else {
    if (distance <= 30 && distance > 0) {
      tone(13,9000);
      digitalWrite(3,HIGH);
      digitalWrite(4,LOW);
    }
    else {
      noTone(13);
      digitalWrite(3,LOW);
      digitalWrite(4,HIGH);
    }
  }
}
```

- ✓ **La quatrième partie du code :** « void loop » c'est le programme principal et cette fonction pour permettre au programme de changer et de répondre, et cette boucle est fonction (repeat).

Ce code source contient deux fonctions:

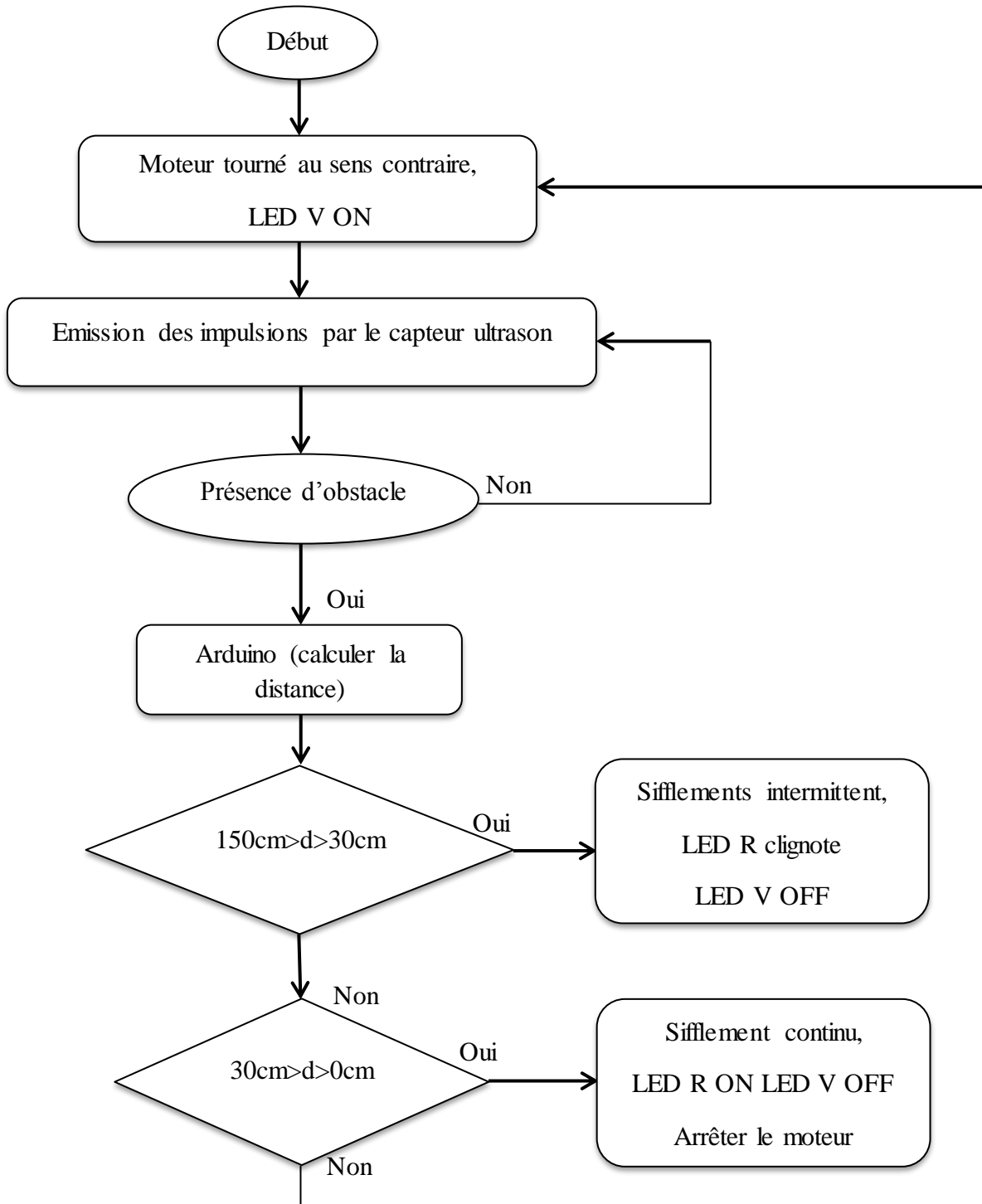
- Fonction scan: pour le module de mesure ultrasonique HC - SR04.
- Fonction commande : pour diriger la voiture.

```
void loop() {
    digitalWrite(outPin1,LOW);
    delay(100);
    digitalWrite(outPin2,HIGH);

    digitalWrite(trig, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trig, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trig, LOW);
    temps = pulseIn(echo, HIGH);
    distance = temps / 58;
    Serial.print("Distance : ");
    Serial.print(distance);
    Serial.println("cm");
    piezo(distance, 13);

    if(distance <= 30 && distance > 0) {
        digitalWrite(outPin1,LOW);
        digitalWrite(outPin2,LOW);
    }
    else {
        digitalWrite(outPin1,LOW);
        digitalWrite(outPin2,HIGH);
    }
}
```


III.3.3.3 Algorithme principale de détection d'un objet :



III.3.4 Le montage réel :

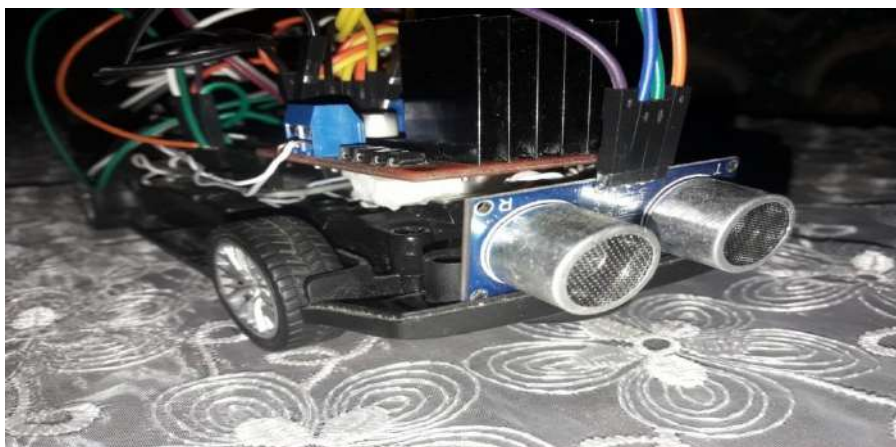


Figure III.5 : vue en arrière



Figure III.6 : vue en haut

III.3.4.1 Caractéristique :

✓ Les dimensions :

- Longueur de voiture 18cm
- Largeur de voiture 12.3cm
- La vitesse de voiture 125 cm/s
- Largeur de roue 1.5 cm
- Diamètre de roue 4.5 cm

✓ L'alimentation :

- L'alimentation de deux moteurs par Cinq batteries de puissance $1.5v / 1.5 * 3 = 4.5 v$
- L'alimentation de L'Arduino : en utilisé l'alimentation externe batterie 9v pour donner l'énergie nécessaire.

III.4 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons vu l'ensemble des étapes de réalisation de notre projet, de l'étude des différents éléments et matériels utilisés dans cette réalisation jusqu'à la connexion des différents blocs. Nous avons également vu l'algorithme de programmation. Le bon fonctionnement de notre prototype est assuré par une voiture miniature. Le test est effectué entre dans le but d'améliorer le système de radar de recule pour éviter la collision.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

L'utilisation de la technologie ultrasonore présente des avantages à la fois techniques et économiques. En effet, c'est un choix adéquat par rapport aux autres capteurs. Ces derniers montrent des caractéristiques très intéressantes quant à leur portée et à leur précision, mais ont aussi des limitations, tels qu'un prix très élevé et une taille imposante des émetteurs, comme c'est le cas pour les radars.

Notre projet comporte un travail théorique accompagné d'une réalisation, son objectif consiste sur l'étude d'un radar de recul à ultrason. Pour faire preuve notre réalisation, nous avons utilisé une carte Arduino UNO, le capteur de distance à ultrason, bipper, une voiture miniature.

Notre radar est fixé en arrière de voiture, il détecte et calcule les distances suivant un programme avancé. Pour réaliser ce travail, on a passé par différentes étapes : On a utilisé un détecteur à ultrason HC-SR04 pour la détection des obstacles et le calcul de la distance entre le radar et l'objet.

L'ensemble de système de détection et de déplacement est commandé par la carte Arduino programmable qui doit en utilisant les informations actuelles, décider l'action à prendre. Pour notre cas; on a utilisé la carte Arduino Uno dont ses caractéristiques particulières nous à faciliter les taches surtout en ce qui concerne sa programmation.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

- [1] Yahya Mohammedi, Etude préliminaire d'implémentation d'un capteur ultrason sur les chariots élévateurs pour la détection des obstacles.
- [2] Philippe Goy, Détection d'obstacle et de cible de collision par un radar FMCW aéroporté, Le 18.12.2012.
- [3] les dossiers techniques de la SISL. RADAR, Le 11.02.2006.
- [4] Michel-Henri CARPENTIER: ancien directeur technique général de Thomson et de Thomson-C.S.F. (aujourd'hui Thales).
- [5] Leonard Cyril et Bourdette Romain, Travaux Personnels Encadrés, Le Radar de recul Etablissement Saint Joseph Laxou 2008-2009.
- [6] TP assistance au stationnement. Jeulin sur le site www.jeulin.fr.
- [7] MOREL Marie-France « Iconographie des embryons et des fœtus dans les traités d'accouchement et d'anatomie du XVIème au XVIIIème siècle », Histoire des Sciences Médicale, tome XLIII, N°1, 2009, p 15 à 24.
- [8] FRANCISCO (Sylvie) Le Particulier pratique n° 329, article complet. Le Novembre 2007.
- [9] BENIERE Yohan - BARAZA Baruck - Elèves de 1ère Sciences et Technologie de Laboratoire.
- [10] Frédéric Bouquet et Julien Bobroff, Microcontrôleur ARDUINO, printemps 2015.
- [11] Génération Robot. Arduino la technologie LDY. Consulter le mars 2015.
- [12] X. HINAULT - 2010 – 2012. Adapté par David Gilbert, powered by Pm Wiki
- [13] la carte ARDUINO UNO sur le site www.microsann.com.
- [14] Lucien Bachelard, lu.bachelard@bluewin.ch Le 28 novembre 2015.

[15] Belkacem Haddouche, Site ardacol.fr, le mars 2016.

[16] le Moteur à courant continu sur le site www.astuces-pratiques.fr.

[17] Introduction sur le L298, Le site www.micronet91.com.

[18] Hamid HAMOUCI. Conception et réalisation d'une centrale embarquée de la domotique « Smart Home ».06/07/2015, mémoire de master en génie électrique, Université Mohammed V École Normale Supérieure d'Enseignement Technique – Rabat.

[19] LECHALUPÉ Julien, ASTUPS – CampusFab, Le mai 2014.

Résumé

Résumé :

Ce projet a pour but de réaliser un prototype de système radar de recul à base de la carte Arduino, capable de détecter des objets fixes et mobiles, le travail consiste à faire une étude générale sur la théorie des Radars, sur les cartes électroniques (Arduino) d'une part et d'autre part sur le langage de programmation C. A la fin de ce travail, un dispositif radar de recul a été conçu, et testé sur des cibles réelles.

Mots clés : Prototypage, Radar, Arduino, détecteur ultrason.

Abstract

The aim of this project is to realize a prototype of an Arduino-based reverse RADAR system capable of detecting fixed and mobile targets. The aim is to make On one hand a general study of the Radar theory, the electronic card (Arduino) and on the other hand programming language C, at the end of this work, a reverse RADAR device, conceived and tested on real targets.

Keywords: Prototyping, reverse Radar, Arduino, detector ultrasonic.

ملخص

يهدف هذا المشروع الى تحقيق نموذج رادار عكسي يمكنه الكشف عن الاجسام الثابتة و المتحركة، باستعمال بطاقة الاردوينو الذي يجسد هذا العمل في اجراء دراسة نظرية عامة عن الرادارات و الاردوينو من جهة و من جهة اخرى حول لغة البرمجة 'س'. وفي الاخير تم تصميم جهاز الرادار العكسي واختباره في وجود اجسام حقيقية.

كلمات مفتاحية : نماذج رادار, أردوينو, كاشف الموجات فوق الصوتية.