

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté de Génie Electrique et d'Informatique

Département d'Electronique

Mémoire de fin d'étude de Master Académique

Spécialité : Instrumentation



Thème

**Conception et réalisation d'un
radar ultrason**

Réalisé par :

M^{elle} HADDOUCH Yamina

M^{elle} BESTANI Djedjiga

Encadré par :

Mr B.IDJERI

Année 2017/2018

A decorative flourish consisting of intricate, swirling lines and leaf-like shapes, extending from the top left towards the center of the page.

Remerciements

Avant tout, Nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a donné le courage et la volonté de réaliser ce travail.

A la suite nous tenons à remercier vivement Mr.Idjeri notre promoteur qui a fourni des efforts énormes, par ses informations ses conseils et ses encouragements.

Nous tenons également à remercier messieurs les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance.

Et tous les professeurs de département de génie électrique a tous ce qui furent à un moment ou à toute instante prenante de ce travail.

Nos plus chaleureux remerciements pour tous ceux qui de près et de loin ont contribué à la réalisation de cette mémoire.



Dédicace

*Je dédie ce travail à mes parents qu'Allah Tout puissant me les garde,
qui m'ont posé a m'investie et a allé de l'avant*

Je le dédie aussi :

- *Ames chères sœurs et frères.*
- *A toute la famille*
- *A mes nièces et neveux.*
- *A tous mes amis(es) sans exceptions.*
- *Amon binôme et touts sa famille.*
- *A tous mes collègues de la promotion électronique
d'instrumentation 2017/2018*

Djedjiga et yamina

SOMMAIRE

Introduction generale	1
-----------------------------	---

Chapitre I :Introduction au radar

1. Introduction :	2
2. Principe de fonctionnement du radar	2
3. Description générale.....	3
4. Les types des radars.....	3
4.1 Radar lidar	3
4.1.1 Définition de radar lidar	3
4.1.2 Principe de radar lidar	4
4.1.3 Lidar à cible dure	4
4.2 Radar onde électromagnétique	5
4.2.1 Définition	5
4.2.2 Caractéristiques des ondes électromagnétiques	6
4.3 Radar ultrasons	6
4.3.1 Définition des ultrasons	6
4.3.2 Propriétés des ultrasons.....	7
4.4 Définition des transducteurs	10
4.5 Piézo-électricité	10
5. Bandes de fréquence radio-radar.....	11
6. Classification des systèmes Radars	11
6.1 Radar primaire	12
6.2 Radar secondaire.....	13
7. Applications du Radar	13
8. Conclusion.....	14

Chapitre II : Présentation des outils utilisés

1. Introduction	14
2. Etude de la partie matérielle	14
2.1 Définition de module Arduino	14
2.2 Le Principe de fonctionnement d'Arduino.....	15
2.3 Description de la carte ARDUINO UNO	15
2.4 Alimentation de la carte arduino.....	16
2.5 Capteur à ultrasons HC-SR04.....	17
2.6 Module Afficheur LCD.....	20

2.7 Servomoteur:.....	21
2.8 Buzzer	23
3. Partie logicielle.....	23
3.1 Interface de programmation Arduino.....	23
3.2 Logiciel PROTEUS ISIS	27
4. Conclusion.....	28

Chapitre III :Conception et réalisation du radar

1. Introduction	29
2. Description du schéma synoptique du radar	29
3. Conception et réalisation du radar	30
3.1 Réalisation du radar	30
3.2 Programmation du microcontrôleur:	33
3.3 Principe de fonctionnement du circuit.....	35
3.4 Tests et résultats.....	36
4. Conclusion.....	38
Conclusion et perspective.....	39

Références bibliographique.

Annexes.

INTRODUCTION GENERALE

Le mot radar est un acronyme anglais << Radio Détection And Ranging>>, c'est un instrument de télédétection active qui génère des impulsions d'onde électromagnétique de fréquence donnée suivi par des applications d'imagerie pour détecter et déterminer la distance, la vitesse ou les deux au même temps d'un objet tels que les avions, les bateaux ...etc.. Il est utilisé dans plusieurs domaines tels que la météorologie pour l'observation des nuages, la mesure de la vitesse du vent, dans le domaine militaire pour la détection d'intrusion ...etc.

Le radar est constitué de deux parties : un émetteur et un récepteur, l'émetteur envoie des ondes radio qui sont réfléchies par la cible et détectées par le récepteur de ce radar. La position de l'objet est calculée grâce au temps d'aller et retour du signal reçu. Quant à la vitesse, elle est mesurée en utilisant le principe de l'effet Doppler-Fizeau qui consiste à détecter le changement de fréquence d'une cible mobile (plus grande fréquence pour les cibles s'approchant du radar et plus petite pour ceux s'éloignant). En mesurant la différence de fréquence entre l'onde émise et celle retournée, la vitesse de la cible peut être calculée.

Dans ce mémoire nous présentons la conception et réalisation d'un radar de détection ultrason composé d'une carte à microcontrôleur Arduino Uno pour le traitement des informations reçues, d'un capteur de distance Ultrason permettant l'acquisition des données et d'un servomoteur dont le rôle est de permettre la rotation du capteur de distance sur la zone de détection.

Le mémoire résumant le travail réalisé est réparti en trois chapitres :

- Le premier chapitre est une introduction aux notions de base du fonctionnement du radar.
- Le deuxième chapitre présente les différents outils matériels et logiciels nécessaires à la conception du radar.
- Le troisième chapitre est consacré à la conception et réalisation du radar et les différents tests effectués sur celui-ci.

Enfin nous allons terminer par une conclusion qui résume le travail réalisé et quelques perspectives envisagées.

Chapitre I
INTRODUCTION AU
RADAR

1. Introduction :

Le radar (de l'anglais radio detection and ranging) est un système qui utilise les ondes électromagnétiques pour détecter la présence et déterminer la position ainsi que la vitesse d'objets tels que les avions, les bateaux, ou la pluie. Les ondes envoyées par l'émetteur sont réfléchies par la cible, et les signaux de retour (appelés écho radar ou écho-radar) sont captés et analysés par le récepteur, souvent situé au même endroit que l'émetteur. La distance est obtenue grâce au temps aller/retour du signal, la direction grâce à la position angulaire de l'antenne où le signal de retour a été capté et la vitesse avec le décalage de fréquence du signal de retour généré selon l'effet Doppler. Il existe également différentes informations trouvées par le rapport entre les retours captés selon des plans de polarisation orthogonaux. Le radar est utilisé dans de nombreux contextes : en météorologie pour détecter les orages, pour le contrôle du trafic aérien, pour la surveillance du trafic routier, par les militaires pour détecter les objets volants mais aussi les navires, en astronautique, etc.

Dans les paragraphes qui vont suivre nous allons présenter les différents types de radar avec leurs principes de fonctionnement.

2. Principe de fonctionnement du radar

Le principe utilisé par les radars est voisin de celui de la réflexion des ondes sonores. Lorsque vous criez dans la direction d'un objet qui peut réfléchir le son de votre voix (dans un canyon ou dans une grotte par exemple), vous en entendez l'écho. Si vous connaissez la vitesse du son dans l'air, vous pouvez alors estimer la distance et la direction générale de l'objet. Le temps nécessaire à l'aller et au retour du son vers vous peut être converti en distance si vous connaissez sa vitesse. Le radar utilise des impulsions d'énergie électromagnétique à peu près de la même manière. Le signal hyperfréquence est émis en direction de la cible. Une petite partie de l'énergie transmise est réfléchi par la cible dans la direction du radar. Cette énergie renvoyée par la cible jusqu'au radar est appelée « écho », exactement comme lorsque l'on considère les ondes sonores. Un radar utilise l'écho afin de déterminer la direction et la distance de l'objet qui a réfléchi son signal [1].

3. Description générale

Un radar émet de puissantes ondes produites par un oscillateur radio et transmises par une antenne. Bien que la puissance des ondes émises soit de grande amplitude, le signal renvoyé est le plus souvent d'amplitude très petite. Les signaux radio sont facilement détectables électroniquement et peuvent être amplifiés de nombreuses fois. Il existe différentes façons d'émettre ces ondes, les plus utilisées sont:

Les ondes pulsées, où le radar émet une impulsion et attend le retour.

Le radar à émission continue, où l'on émet continuellement à partir d'une antenne et on reçoit à l'aide d'une seconde.

En analysant le signal réfléchi, il est possible de localiser et identifier l'objet responsable de la réflexion, ainsi que de calculer sa vitesse de déplacement. Le radar peut détecter des objets ayant une large gamme de propriétés réfléchives. La figure 1 illustre le principe du sondage radar.



Figure I .1 : Principe du sondage radar

4. Les types des radars

4.1 Radar lidar

4.1.1 Définition de radar lidar

C'est un capteur actif utilisant comme source émettrice un laser, analysant les données transmises par divers capteurs (radar, ultrasonique et vidéo). Le terme lidar couvre une très grande variété de systèmes de mesure à distance par lumière. Actuellement, on trouve encore l'acronyme « LIDAR » (Light Détection And Ranging), qui est plutôt utilisé dans le domaine militaire sur des cibles.

De manière générale, le fonctionnement du lidar ressemble à celui du radar (basé sur l'écholocation), la différence étant le domaine spectral des ondes électromagnétique employées. Alors que le radar fonctionne dans le domaine des micros – onde (fréquence de 1 à 100 GHz), longueurs d'onde millimétriques et centimétriques), le lidar est fondé sur des lasers rayonnant dans le domaine infrarouge [2].

4.1.2 Principe de radar lidar

Le principe du Lidar est le même que pour le radar. La différence, c'est qu'au lieu d'envoyer une onde radio, on envoie une onde lumineuse (un laser, infrarouge). On déduit la vitesse en analysant la fréquence de l'écho (effet doppler). C'est seulement cette technologie qui est modifiée. Mais dans les grosses boîtes, plusieurs émetteurs/récepteurs sont mis qui permettent de viser chaque bande dans chaque sens.

Un lidar est un système opto-électronique composé d'un émetteur laser, d'un récepteur comprenant un collecteur de lumière (téléscope ou autre optique). Il permettant de déterminer précisément la distance entre le capteur et la surface cible. Le capteur émet des impulsions en direction de la cible qui sont réfléchies où absorbées selon la nature de la cible. La figure 2 illustre le principe d'écholocation [2].

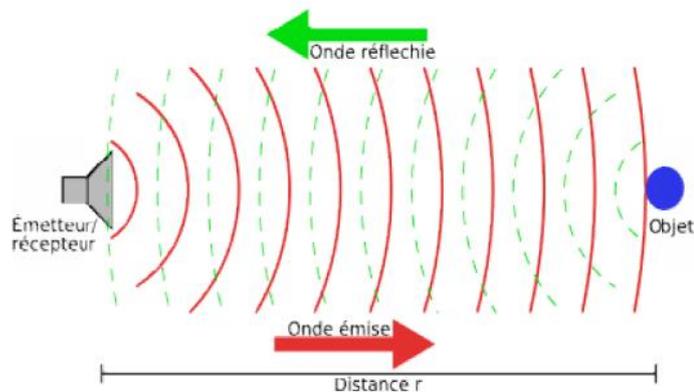


Figure I. 2 : Le principe d'écholocation

4.1.3. Lidar à cible dure

) Lidars télémètres laser à balayage

Le type de lidar le plus simple et le plus répandu demeure le télémètre laser qui calcule directement la distance d'un objet réfléchissant les impulsions laser émises, à partir de la différence de temps entre l'émission d'une impulsion et la réception de l'écho le plus important avec une vitesse de la lumière de l'ordre de $299\,800\text{ km s}^{-1}$. La précision de cette mesure est inversement proportionnelle à la durée de l'impulsion et augmente avec l'énergie récupérée sur laphoto détecteur du lidar. La figure 3 illustre la structure de ce type de lidar.



Figure I.3 : Lidars télémètres laser à balayage

) Lidars à détection la mesure de vitesse

Il est caractérisé par sa capacité à détecter un décalage en fréquence, son fonctionnement est basé sur la mesure de vitesse d'une cible dure [2].

4.2 Radar onde électromagnétique

4.2.1 Définition

Il est utilisé dans le domaine militaire (détection d'avion généralement), ce type de radar est basé sur la propagation et réflexion des ondes électromagnétique. Une onde électromagnétique comporte à la fois un champ électrique et un champ magnétique oscillant à la même fréquence. La propagation de ces ondes s'effectue à une vitesse qui dépend du milieu considéré. Dans le vide, la vitesse de propagation est égale à 3.10^8 m/s [3].

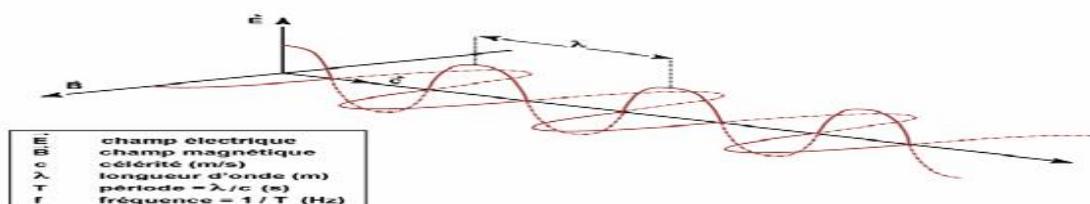


Figure I.4 : Les ondes électromagnétiques

4.2.2. Caractéristiques des ondes électromagnétiques

- **Période (T):** elle représente le temps nécessaire pour que l'onde effectue un cycle. L'unité est la seconde.
- **Fréquence (f):** c'est l'inverse de la période, elle traduit le nombre de cycles par unité de temps.
- **Longueur d'onde (λ):** elle exprime le caractère oscillatoire périodique de l'onde dans l'espace. C'est la longueur parcourue par l'onde pendant une période T dans l'espace (figure I.4) donc la distance séparant deux crêtes successives. Nous avons donc la relation (I.1) :

$$\lambda = c T \quad (I.1)$$

Ou encore

$$\lambda = c/f \text{ car } f = 1/T \quad (I.2)$$

Par conséquent, plus la longueur d'onde est petite, plus la fréquence est élevée, et réciproquement.

4.3 Radar ultrasons

4.3.1 Définition des ultrasons

Les ultrasons sont des ondes acoustiques qui se caractérisent par une fréquence supérieure à 20kHz, ce sont des vibrations de même nature que le son, mais de fréquence audible pour l'homme [4].

4.3.2 Propriétés des ultrasons

Parmi les propriétés des ultrasons nous pouvons citer :

➤ Amortissement

Le coefficient d'amortissement α est dû à la dissipation de l'énergie de l'onde ultrasonore lorsqu'elle s'éloigne de la source. C et amortissement se traduit par une décroissance de l'intensité ultrasonique en fonction de la distance parcourue suivant la loi :

$$I = I_0 e^{-2\alpha r} \quad (I.3)$$

α : Coefficient d'amortissement

I_0 : Intensité de la source

L : Distance parcourue dans le milieu

➤ **Directivité**

La puissance acoustique rayonnée par une source n'est généralement pas répartie de manière uniforme dans toutes les directions de l'espace.

La directivité dépend de la longueur d'onde et du diamètre de la source ultrasonore

$$\theta = 2\lambda/D \quad (I.4)$$

θ : A d o

D : Diamètre de la source.

λ : L d o

➤ **Vitesse**

La vitesse de propagation dépend de plusieurs paramètres :

- La densité du milieu
- L'élasticité du milieu
- Nature des matériaux
- Mode de propagation

Quelques valeurs typiques de la vitesse des ondes ultrasoniques correspondant aux types de matériaux sont données sur la table.1.1 :

MATIERE	VITESSE (m /s)
Air (Dans des conditions normales)	330
Mercure	1450
L'eau	1480
Cristallin	1620
Boite crânienne	4080
Aluminium	6400

Tab. I.1 Vitesse de propagation des ultrasons dans quelques milieux.

Cette vitesse est donnée par la relation suivante :

$$V = (\gamma)^{1/2} \tag{I.5}$$

γ : Coefficient de réflexion à 1,4.

R: Coefficient de réflexion à 281 J.

T: Coefficient de transmission à K.

➤ **Réflexion**

Ce phénomène de réflexion présente un cas particulier en physique. Il est très utilisé dans la pratique et exprimé par le facteur de réflexion

$$r = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_1 + Z_2} \tag{I.6}$$

Z_1 : impédance du milieu de l'onde incidente

Z_2 : impédance du milieu de l'onde réfractée

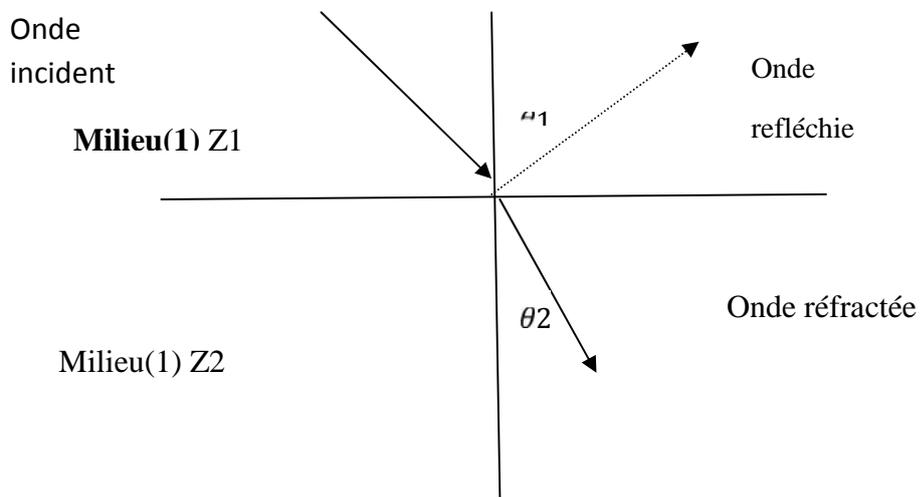


Figure I.5 : Propagation dans un milieu vers un autre

Deux cas peuvent se présenter :

$r=0$ ($Z_2=Z_1$) ce qui implique une transmission parfaite

$r=1$ ($Z_2 \gg Z_1$) réflexion presque totale

Ce résultat est également intéressant dans la pratique chaque fois que la rupture de continuité d'un milieu est détectée par la réflexion d'une onde ultrasonore.

➤ **Réfraction**

La réfraction est le phénomène d'incurvation des rayons sonores lorsqu'ils se propagent dans un milieu dont la célérité varie spatialement.

➤ **Longueur d'onde**

Si un point milieu élastique est le siège de vibration périodique, la longueur d'onde λ explicitant la périodicité dans l'espace, est définie par analogie à T. Elle est égale au chemin parcouru par un front d'onde pendant une période. Elle est donnée par relation suivante :

$$\lambda = C \quad (I.6)$$

➤ **Propagation**

Dans un milieu déterminé de dimensions infinies, les ultrasons se propagent comme des ondes acoustiques. L'émetteur d'ultrasons provoque la mise en vibration des particules du milieu qui l'entoure, ensuite les oscillations se transmettent de proche en proche, nous distinguons deux modes de propagation :

a- Le mode longitudinal : Les particules du milieu vibrent suivant la direction de propagation.

b- Le mode transversale : Les particules du milieu vibrent suivant la direction perpendiculaire à la direction de propagation.

4.4 Définition des transducteurs

Un transducteur est un système qui transforme l'énergie reçue sous une forme donnée (par exemple : mécanique, thermique, lumineuse...) en énergie utilisable sous une forme différente (par exemple acoustique, électrique...). Ainsi, un transducteur électroacoustique transforme une énergie acoustique (onde sonore) en énergie électrique (signal). Le phénomène exploité dans les transducteurs est l'électroacoustique et la piézoélectrique. Ils sont peu coûteux et faciles à mettre en œuvre.

4.5 Piézo-électricité

4.5.1 Définition

La piézoélectricité est la propriété de certaine diélectrique de se polariser sous l'action d'une contrainte mécanique. Réciproquement, ces matériaux changent de dimension lorsqu'ils sont polarisés par un champ électrique extérieur.

➤ **Relation fondamentales de la piézoélectricité**

- **Effet directe**

Si on applique une contrainte T , il apparaît sur la matière une densité de charge D

- **Effet inverse**

L'application d'un champ électrique E a un cristal piézo-électricité, fait subir à celui-ci une déformation S proportionnelle au champ E .

- **Coefficient piézo-électrique de déformation**

Il relie la déformation du matériau au champ électrique appliqué

- **Coefficient piézo-électrique de réception**

C 'est la constante reliant la contrainte appliquée au champ produit.

5. Bandes de fréquence radio-radar

Elles représentent l'ensemble des bandes de fréquence employées en détection électromagnétique active et passive et en radiocommunication. La plupart des applications radar utilisent les bandes situées entre 1 GHz et 40 GHz. Les fréquences inférieures à 1GHz ou supérieures à 40 GHz peuvent cependant être utilisées pour répondre à des besoins particuliers. Les bandes définies par l'Union Internationale des Télécommunication (UIT) sont généralement utilisées pour les liaisons radio [5].

➤ **Bande UHF**

Les fréquences de 300 MHz à 1 GHz sont utilisées pour la détection et la poursuite des satellites, ainsi que les missiles balistiques sur de longues trajectoires.

➤ **Bande L**

Les fréquences de 1 à 2 GHz sont préférées pour les radars de portée jusqu'à 400 km (250 milles nautiques). Dans le domaine de la gestion de la circulation aérienne, les radars de longue portée utilisent cette fréquence.

➤ **Bande S**

L'atténuation atmosphérique de l'onde dans la bande S (2 à 4 GHz) est plus grande que dans la bande précédente sans être excessive, et les radars utilisant ces fréquences doivent avoir une plus grande puissance pour obtenir une portée équivalente de la bande L.

6. Classification des systèmes Radars

En fonction des informations qu'ils doivent fournir, les équipements radars utilisent des qualités et des technologies différentes. Ceci se traduit par une première classification des systèmes radars. [6]

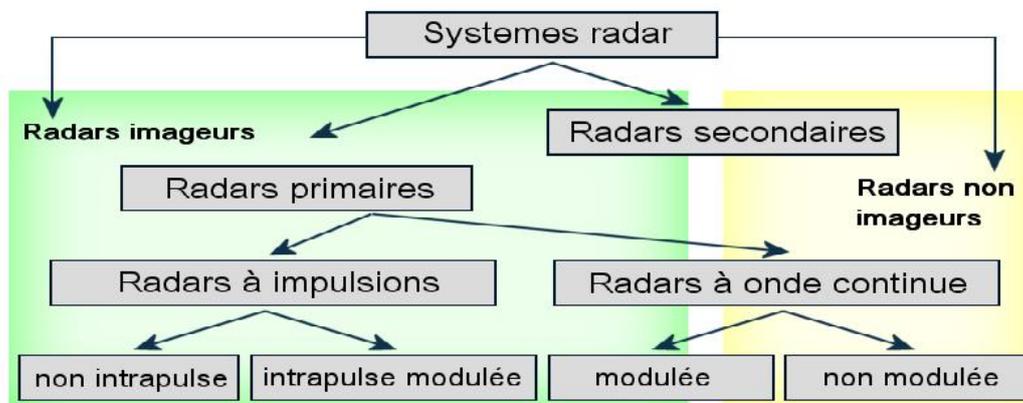


Figure I.6 : Classification des systèmes Radars

6.1. Radar primaire

Un radar primaire émet des signaux hyperfréquences qui sont réfléchis par les cibles. Les échos ainsi créés sont reçus et étudiés. Contrairement à un radar secondaire, un radar primaire reçoit la partie réfléchie de son propre signal.

➤ **Radar à impulsions**

Les radars à impulsions émettent des impulsions de signal hyperfréquence à forte puissance. Chaque impulsion est suivie d'un temps de silence plus long que l'impulsion elle-même, temps durant lequel les échos de cette impulsion peuvent être reçus avant qu'une nouvelle impulsion ne soit émise. Direction, distance et parfois, si cela est nécessaire, hauteur ou altitude de la cible, peuvent être déterminés à partir des mesures de la position de l'antenne et du temps de propagation de l'impulsion émise.

➤ **Radar à MTI (Moving Target Indication/ Indicateur de la cible mobile)**

Ce Radar utilise une faible fréquence de répétition d'impulsions (PRF) pour éviter les ambiguïtés de distance, mais ces Radars peuvent avoir des ambiguïtés Doppler.

➤ **Radars Doppler à impulsions**

Contrairement au Radar MTI, le Radar Doppler à impulsions utilise un PRF élevé pour éviter les ambiguïtés Doppler, mais il peut avoir de nombreuses ambiguïtés de distance.

➤ **Radar à ondes continues**

Les radars à onde continue génèrent un signal hyperfréquence continu. Le signal réfléchi est reçu et traité, mais le récepteur (qui dispose de sa propre antenne) n'est pas tenu d'être au même emplacement que l'émetteur. Tout émetteur de station radio civile peut être simultanément utilisé comme un émetteur radar, pour peu qu'un récepteur relié à distance puisse comparer les temps de propagation du signal direct et du signal réfléchi. Des essais ont montré que la localisation d'un avion était possible par la comparaison et le traitement des signaux provenant de trois différentes stations émettrices de télévision.

➤ **Radar à ondes continues non modulées**

Le signal transmis de ce type de Radar est constant en amplitude et en fréquence. Le Radar CW qui transmet une puissance non modulée, ne peut mesurer la vitesse qu'en utilisant l'effet Doppler. Il ne peut pas mesurer une distance, et il ne peut pas différencier deux cibles réfléchissantes.

➤ **Radar à ondes continues modulées**

Les Radars CW non modulés ont l'inconvénient de ne pas mesurer la portée, car les mesures de temps d'exécution ne sont pas possibles dans les Radars CW non modulés. Ceci est réalisé dans les Radars CW modulés en utilisant la méthode de décalage de fréquence.

6.2. Radar secondaire

Avec ces Radars, l'avion doit être équipé d'un transpondeur (transmetteur répondeur) qui répond à l'interrogation du radar en générant un signal codé. Cette réponse peut contenir beaucoup plus d'informations que celles qu'un radar primaire peut collecter (par exemple l'altitude, un code d'identification, ou encore un rapport de problème à bord comme une panne totale des radiocommunications).

7. Applications du Radar

Les applications du Radar sont multiples, elles peuvent être militaires tels que les Radars de détection et de surveillance aérienne au sol, les satellites Radars d'observation de la terre, ou bien civile comme l'aéronautique où on peut trouver les Radars de navigation, les Radars de contrôle du trafic aérien, les Radars pour guidage d'approche d'aéroport, aussi dans la maritime, la météorologie, en circulation et sécurité routière comme les Radars de contrôle de la vitesse des automobiles.[6]

8. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les notions de base du fonctionnement du Radar et les différents modèles existant avec leurs domaines d'applications. Dans le prochain chapitre nous allons introduire les outils nécessaires au développement d'un petit Radar de détection.

Chapitre II
PRESENTATION DES
OUTILS UTILISE

1. Introduction

Avant d'aborder la réalisation du système radar, nous allons présenter les outils nécessaires à sa conception. Dans ce contexte ce chapitre porte sur la présentation des outils logiciels et matériels tels la carte arduino utilisé pour le traitement des données et le capteur de distance HC-SR04 et les autres composants périphériques.

2. Etude de la partie matérielle

2.1 Définition de module Arduino

Les cartes Arduino sont conçues pour réaliser des prototypes et des maquettes des cartes électroniques pour l'informatique embarquée. Ces cartes permettent un accès simple et Peu couteux à l'informatique embarquée. De plus, elles sont entièrement libres de droit, autant, Sur l'aspect du code source (*Open Source*) que sur l'aspect matériel (*Open Hardware*). Ainsi, il est possible de refaire sa propre carte Arduino dans le but de l'améliorer ou d'enlever des fonctionnalités inutiles au projet. Le langage Arduino se distingue des langages utilisés dans l'industrie de l'informatique embarquée par sa simplicité. En effet, beaucoup de librairies et de fonctionnalités de base occulte certains aspects de la programmation de logiciel embarquée afin de gagner en simplicité [7].



Figure II.1 : Carte Arduino.

2.2 Le Principe de fonctionnement d'Arduino

Les différentes versions des Arduins fonctionnent sous le même principe général :

- On conçoit ou on ouvre un programme existant avec le logiciel Arduino.
- On vérifie ce programme avec le logiciel Arduino (compilation).
- Si des erreurs sont signalées, on modifie le programme.
- On charge le programme sur la carte.
- On câble le montage électronique.
- L'exécution de programme est automatique.
- On alimente la carte soit par le port USB. Soit par une source d'alimentation autonome.
- On vérifie que notre montage fonctionne.

2.3 Description de la carte ARDUINO UNO

L'Arduino est une famille de cartes électronique à microcontrôleur open-source née en Italie en 2005. Ces cartes basées sur une interface entrée/sortie simple et sur un environnement de développement proche du langage C. La carte Arduinouno est la première version stable de carte Arduino. Elle possède toutes les fonctionnalités d'un microcontrôleur classique en plus de sa simplicité d'utilisation. Elle utilise une puce ATmega328P cadencée à 16 Mhz. Elle possède 32ko de mémoire flash destinée à recevoir le programme, 2ko de SRAM (mémoire vive) et 1 ko d'EEPROM (mémoire morte destinée aux données). Elle offre 14 pins (broches) d'entrée/sortie numérique (donnée acceptée 0 et 1) dont 6 pouvant générer des PWM (*Pulse width Modulation*). Elle permet aussi de mesurer des grandeurs analogiques grâce à ces 6 entrées analogiques. Chaque broche est capable de délivrer un courant de 40 mA pour une tension de 5V. Cette carte Arduino peut aussi s'alimenter et communiquer avec un ordinateur grâce à son port USB. On peut aussi l'alimenter avec une alimentation comprise en 7V et 12V grâce à son connecteur Power Jack [7].

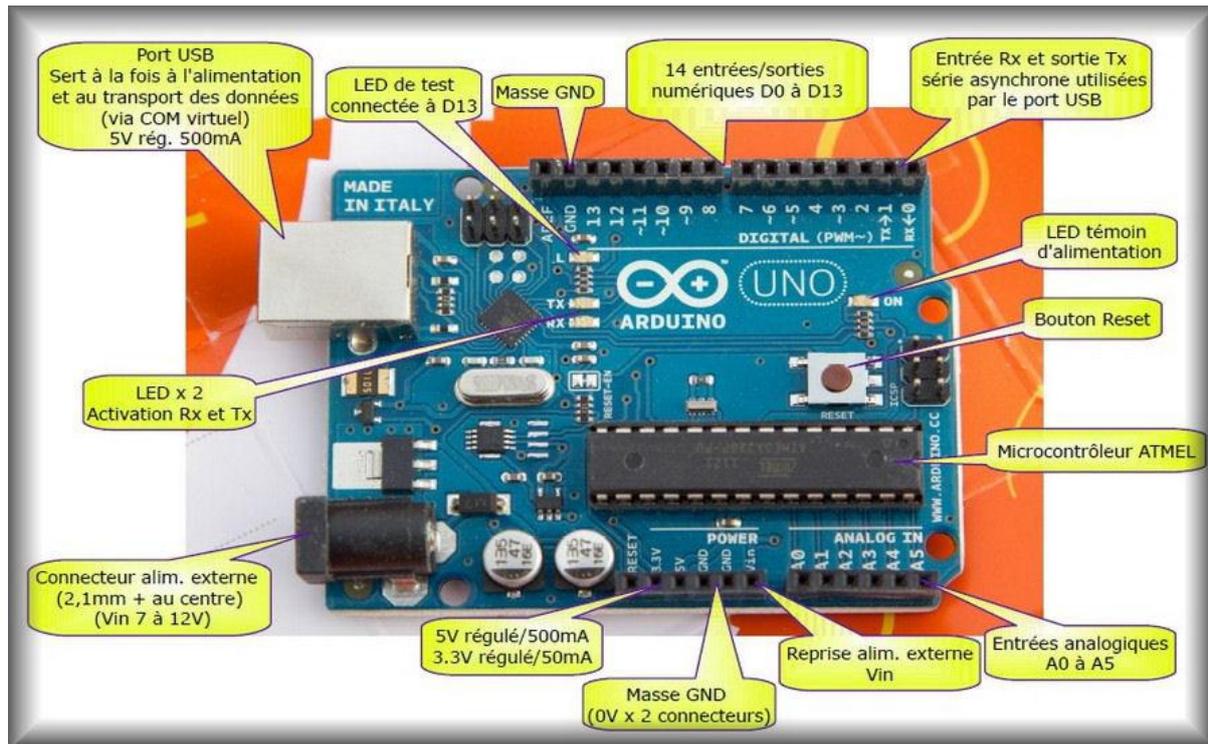


Figure II.2 : Schéma de la carte arduino UNO.

2.4 Alimentation de la carte arduino

Pour assurer un bon fonctionnement de la carte arduino peut-être alimentée par une tension de 9V à 12 V soit à l'aide d'une alimentation externe ou bien utilise la connexion USB (qui fournit 5V jusqu'à 500mA) avec un PC. La source d'alimentation est sélectionnée automatiquement par l'arduino. Le choix d'une alimentation externe (non-USB) peut être soit un adaptateur secteur (de 5V à 12V sous 500mA) ou des piles. L'adaptateur secteur peut être connecté en branchant une prise 2.1mm positif de la carte.

La carte peut fonctionner avec une alimentation externe de 6 à 20 volts. Cependant, si la carte est alimentée avec moins de 7V, la broche 5V pourrait fournir moins de 5V et la carte pourrait être instable. Si on utilise plus de 12V, le régulateur de tension de la carte pourrait chauffer et endommager la carte. Aussi, la plage idéale recommandée pour alimenter la carte est entre 7V et 12V [7].

➤ Entrée sortie de la carte ARDUINO

La carte Arduino Uno est dotée de : 6 entrées analogiques, 14 entrées/sorties numériques dont 6 peuvent assurer une sortie PWM, chacune des entrées/sorties de la carte ne peut pas délivrer plus de 20 mA.

➤ **Les entrées analogiques**

Les entrées analogiques permettent de mesurer une tension variable (entre 0 et 5 V) qui peut provenir de capteurs ou d'interfaces divers (potentiomètres, etc.)

➤ **Les entrées/sorties numériques**

Reçoivent ou envoient des signaux « 0 » ou « 1 » traduits par 0 ou 5 V. On décide comportement de ces connecteurs (entrée ou sortie) en général dans l'initialisation du programme [7].

2.5 Capteur à ultrasons HC-SR04

Le HC-SR04 est un capteur de distance utilise les ultrasons, Il offre une excellente plage de détection avec des mesures 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 [8].

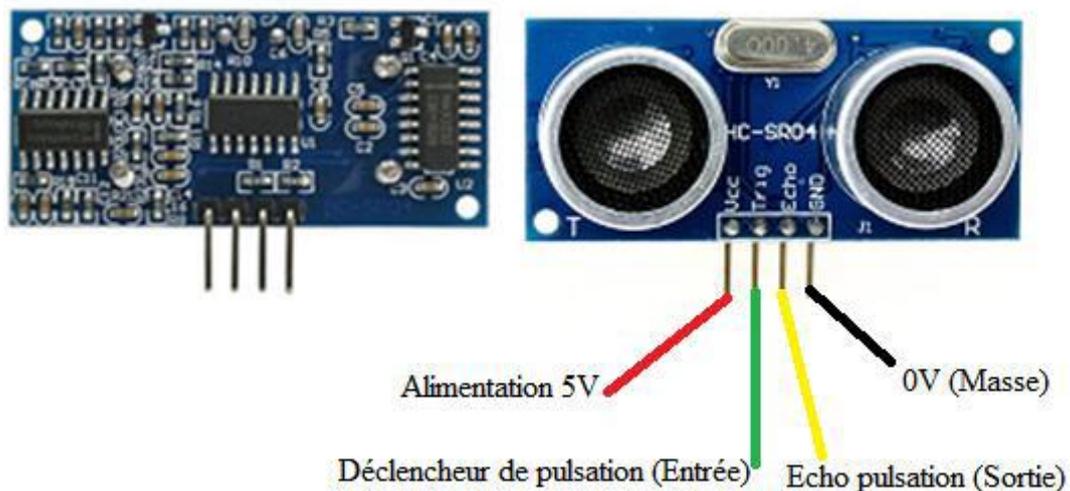


Figure II.3 : Capteur Sonar à Ultrasons HC-SR04

Caractéristique	Valeur
Dimensions	45 mm x 20 mm
Plage de mesure	2 cm à 4m
Résolution de la mesure	0.3 cm
Angle de mesure efficace	<15 °
Largeur d'impulsion	10 μ s
Fréquence	40KHZ

Tableaux II.1 : Caractéristiques techniques du capteur HC-SR04

2.5.1. Montage capteur HC-SR04 avec Arduino

Le module HC-SR04 possède 4 broches :

Vcc= Alimentation +5 V DC sert à alimenter le circuit du HC-SR04.

Trig= est l'entrée qui nous permet de déclencher l'émission d'un ultrason.

Echo = est la sortie qui se met à 5 V pendant une durée égale à l'aller-retour de l'ultrason, (Echo output).

GND = Masse de l'alimentation.

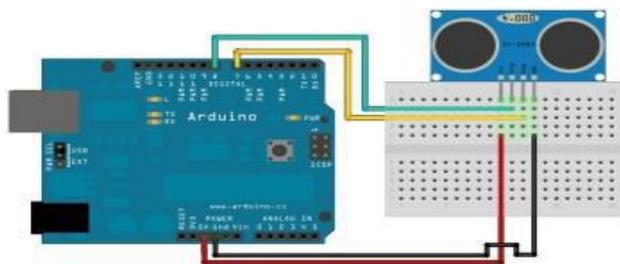


Figure II.4 : Montage HC-SR04 avec Arduino

2.5.2 .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 [8].

2.5.3. Distance de la cible

La distance parcourue par un son se calcule en multipliant la vitesse du son, environ 340 m/s (ou 34000 cm/1000000 µs) par le temps de propagation, soit :

$$d = v \cdot t \quad (\text{II.1})$$

d : distance en mètre; **v** : vitesse de son mètre par seconde ; **t** : temps en seconde.

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

$$d = \left(\frac{34000}{1000000 \cdot 10} \cdot \text{valeur} \right) \cdot \frac{1}{2} \text{ [cm]} \quad (\text{II.2})$$

En simplifiant

$$d = \frac{17000}{1000000} \cdot \text{valeur} \text{ [cm]} \quad (\text{II.3})$$

Finalement

$$d = \frac{17}{100} \cdot \text{valeur} \text{ [cm]} \quad (\text{II.4})$$

$$d = \frac{\text{durée}}{58} \text{ [cm]} \quad (\text{II.5})$$

La formule 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 : À grande distance, la surface de l'objet à détecter doit mesurer au moins 0.5 m² [9].

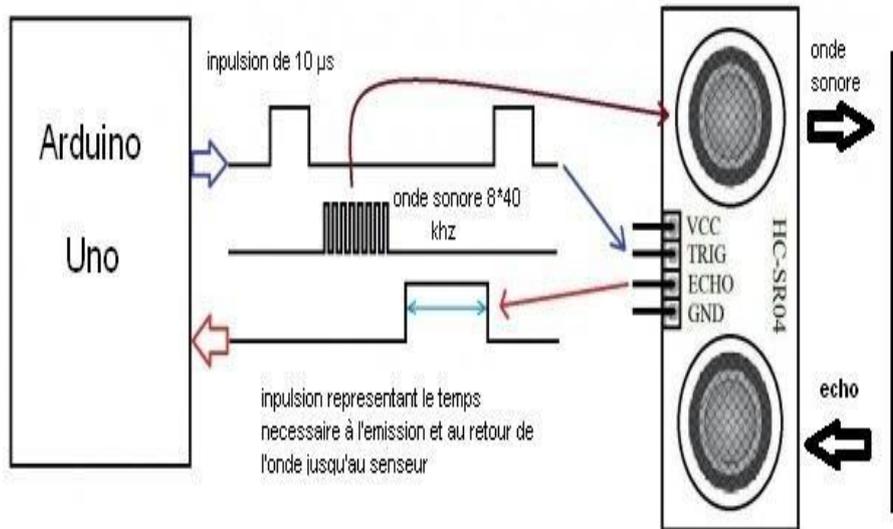


Figure II.5 : Diagramme temporel de HC-SR04

2.6 Module Afficheur LCD

L'écran LCD (Liquid Crystal Display) est un module d'affichage électronique, il se trouve dans un large éventail d'applications. Un écran LCD est un petit affichage à faible coût. Il est facile de s'interfacer avec un microcontrôleur (Arduino). Un écran LCD 16x2 est un module très basique et je suis couramment utilisé dans divers appareils et circuits. Ces modules sont préférés sur sept segments et d'autres LED multi-segments. Les raisons étant: les LCD sont économiques; facilement programmable; Il n'y a pas de limite à l'affichage de caractères spéciaux et même personnalisés (contrairement à sept segments), les animations et ainsi de suite un LCD 16x2 signifie qu'il peut afficher 16 caractères par ligne et il y a 2 lignes de ce type



Figure II.6 : Afficheurs LCD (a) (16x2) (b) (20x4)

2.6.1 Connecteur de l'afficheur LCD

Ces deux écrans ont exactement la même nomenclature des broches, un connecteur 16 broches véhicule plusieurs signaux dont une partie forme un bus de communication parallèle

4 ou 8 bits selon la configuration choisie ainsi que les signaux permettant de contrôler la communication entre l'Arduino et l'écran [9].

Le tableau suivant présente les spécifications des broches et leur rôle :

Numéro	Nom	Rôle
1	GND	Masse 0V
2	VDD	Alimentation +5V
3	VE	Tension de réglage du contraste
4	RS	Sélection du registre donnée ou commande
5	RW	Lecture ou écriture
6	EN	Activation pour un transfert (enable)
7	DB0	Bit 0 de la donnée/commande
8	DB1	Bit 1 de la donnée/commande
9	DB2	Bit 2 de la donnée/commande
10	DB3	Bit 3 de la donnée/commande
11	DB4	Bit 4 de la donnée/commande
12	DB5	Bit 5 de la donnée/commande
13	DB6	Bit 6 de la donnée/commande
14	DB7	Bit 7 de la donnée/commande
15	LED+	Anode (+) du rétro-éclairage
16	LED-	Cathode (-) du rétro-éclairage

Tableau.II. 2 : Nomenclature du connecteur de l'afficheur LCD.

2.7 Servomoteur

Les servomoteurs sont de petits moteurs contrôlables qui prêtent à la mise en œuvre dans de nombreuses applications et il s'agit d'un actionneur rotatif qui permet un contrôle précis de la position angulaire. le servomoteur est en fait un assemblage de quatre choses: un moteur à courant continu normal, une unité de réduction à engrenages, un dispositif de détection de position et un circuit de commande <http://fr.wikipedia.org/wik/Servomoteur>.

2.7.1 Le servomoteur a 3 fils de connexion

Un servomoteur est composé de :

- Un moteur à courant continu.
- Un axe de rotation et potentiomètre.
- Une carte électronique pour le contrôle de la position de l'axe et le pilotage du moteur.



Figure II.7: Servomoteur simple.

La puissance est contrôlée en utilisant des signaux PWM. Nous avons opté pour le servomoteur parce qu'il est facile à utiliser, plus fiable et facile à configurer avec Arduino. Contrairement au moteur à courant continu, il ne nécessite pas de circuits externes tels que des commutateurs ou des composants de pont en H.

2.7.1 Fonctionnement

Le servomoteur est commandé par l'intermédiaire d'un câble électrique à 3 fils qui permettent d'alimenter le moteur et de lui transmettre des ordres de positions sous forme d'un signal codé en largeur d'impulsion plus communément appelés **PWM** (Pulse Width Modulation ou Modulation de Largeur d'Impulsion) ou **RCO** (Rapport Cyclique d'Ouverture).

2.7.3 Connecteur du servomoteur

Un servomoteur se pilote par l'intermédiaire d'un câble à (03) trois fils. Ce câble permet à la fois de l'alimenter et de lui transmettre des consignes de position par le fil de signal :

- Le noir ou marron : La masse
- Le rouge : La tension d'alimentation continue (+)
- Le jaune, orange, blanc ou bleu : Le signal de commande PWM

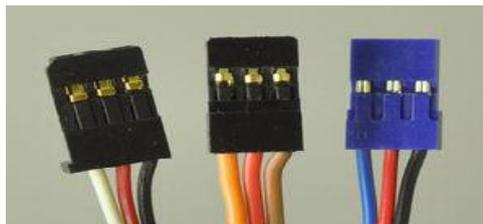


Figure II.8 : Câble de commande pour servomoteur.

2.7.4 Alimentation

L'Arduino peut fonctionner avec une source de tension continue ou USB que l'on peut classer en deux catégories :

➤ **Alimentation filaire**

Câble USB: lorsque vous reliez la carte à votre PC, l'Arduino s'allume.

Adaptateur : la plupart des adaptateurs type téléphone ou autre, sortant avec une tension continue comprise entre 7 et 12V et ayant un connecteur convient à l'Arduino.

2.8. Buzzer

Un buzzer est un élément électromécanique ou électronique qui produit un son quand on lui applique une tension. Certains nécessitent une tension continue (buzzer électromécaniques), d'autres nécessitent une tension alternative (transducteurs piézo-électrique). L'adresse <http://fr.wikipedia.org/wiki/Bipeur>

3. Partie logicielle

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) [13].

3.1 Interface de programmation Arduino

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.).

La fonction **loop** 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 Omettait 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

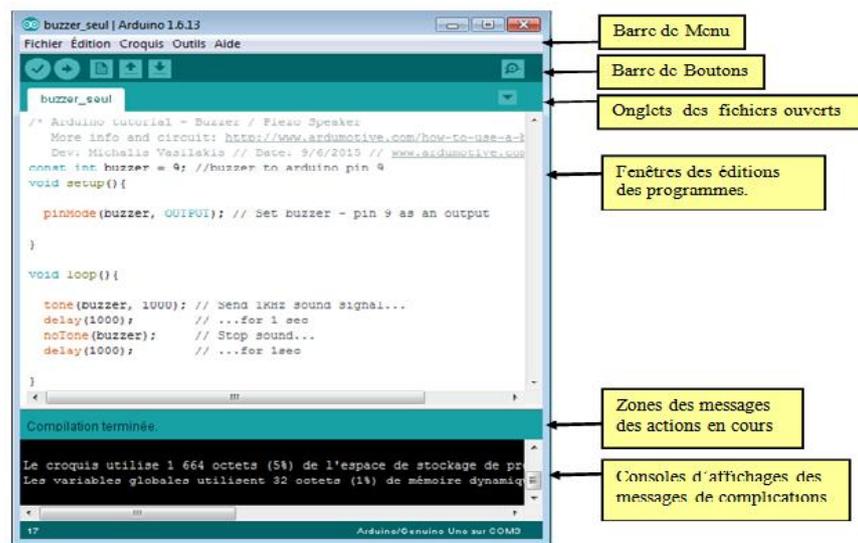


Figure II.9 : Interface de la plateforme Arduino.

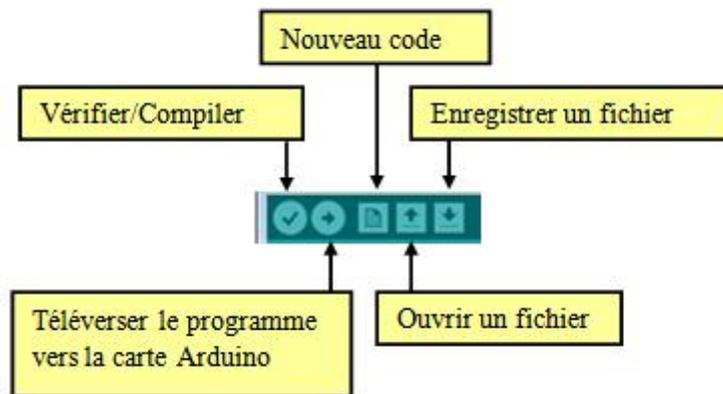


Figure II.10 : Barre de boutons Arduino.

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

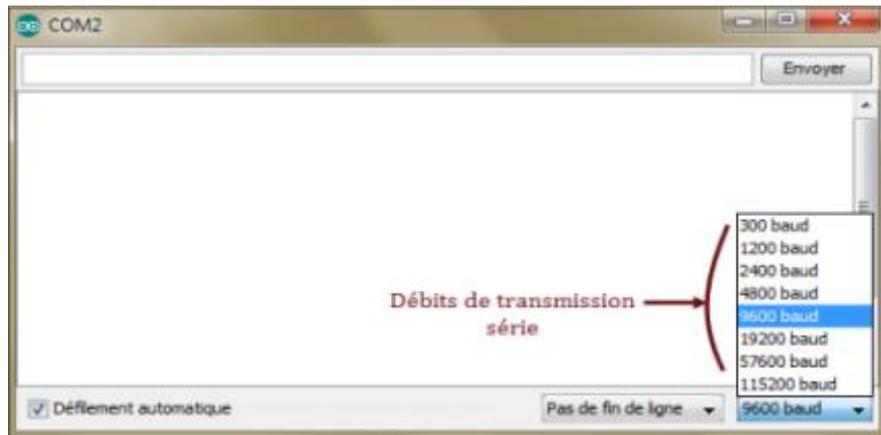


Figure II.11: Hyper terminal de l'Arduino (Moniteur Série).

➤ **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 :

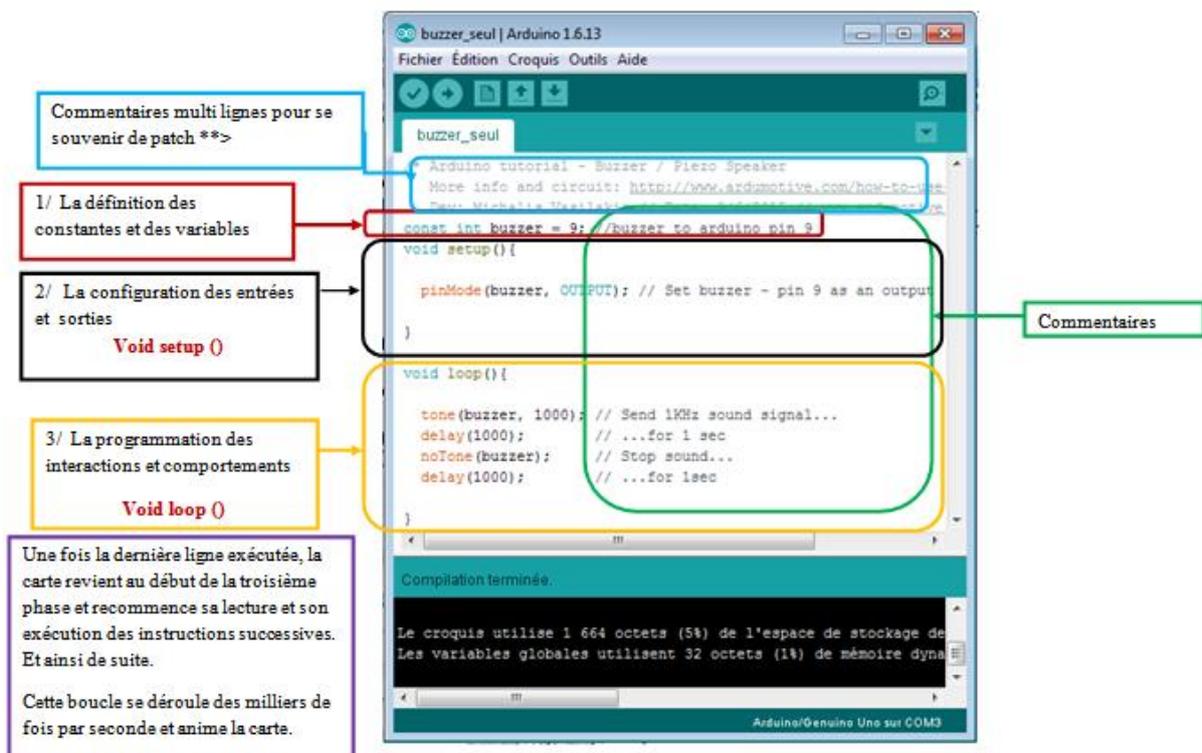
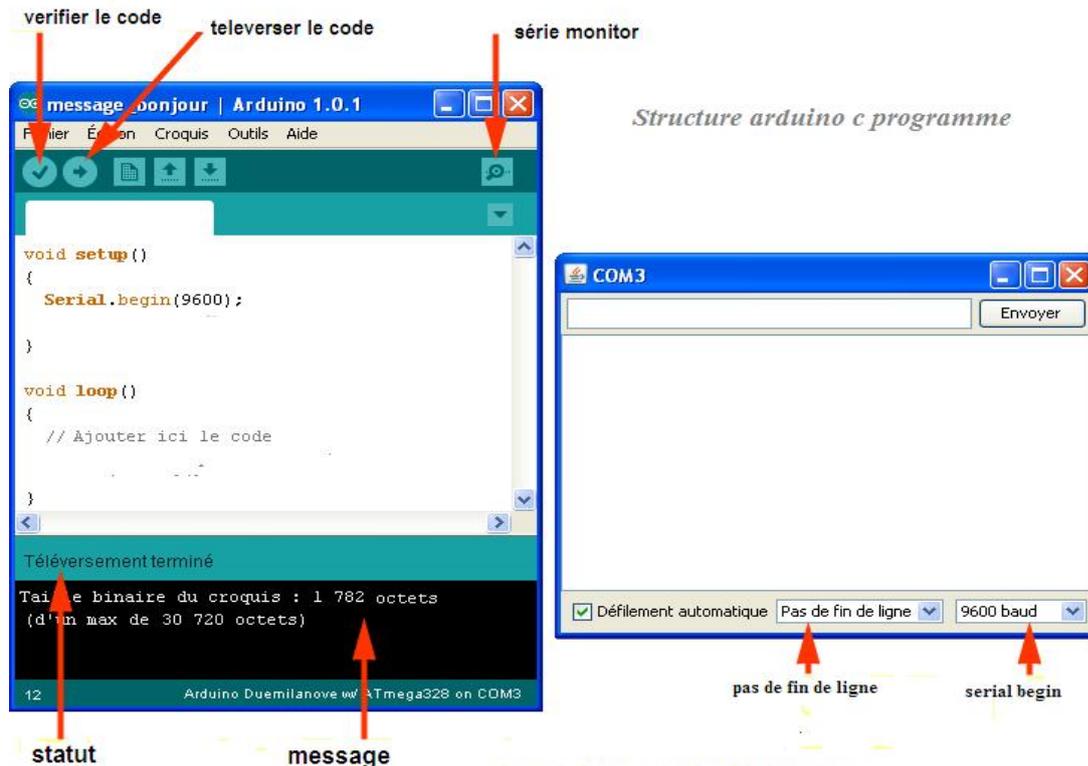


Figure II.12: Structure générale du programme (IDE Arduino).



benrabah youcef et bouhini yassine
Figure II.13: Présentation du logiciel Arduino.

3.2 Logiciel PROTEUS ISIS

3.2.1 Présentation générale

Cette suite logicielle est très connue dans le domaine de l'électronique. De nombreuses entreprises et organismes de formation (incluant lycée et université) utilisent cette suite logicielle. Outre la popularité de l'outil, Proteus possède d'autres avantages :

-) Pack contenant des logiciels facile et rapide à comprendre et utiliser
-) Le support technique est performant
-) L'outil de création de prototype virtuel permet de réduire les coûts matériel et logiciel lors de la conception d'un projet [14].

3.2.2 Définition du ISIS

Isis Proteus est un logiciel de développement et de simulation d'application via un environnement graphique simple et interactif. Ce projet est une initiation à ce logiciel, basé sur un ensemble du composant, dont les résultats doivent être comparés par la suite a ceux obtenus théoriquement et expérimentalement [14].

Les premiers tests de simulation du circuit Radar sont faits sur Proteus ISIS, le logiciel fameux des simulations des montages électroniques. En plus de sa capacité de simuler des montages à base de microcontrôleur, il permet davantage de donner une idée sur la réalisation également capable de simuler le comportement d'une carte Arduino et son interaction avec les composants qui l'entourent (capteur ultrason, écran LCD....ex).

➤ **Schéma d'interconnexion entre les composants**

La carte Arduino effectue des lectures à travers les ports numériques, ensuite détecte l'angle du servomoteur et calcule les coordonnées cartésiennes de la cible pour les afficher le sur l'écran.

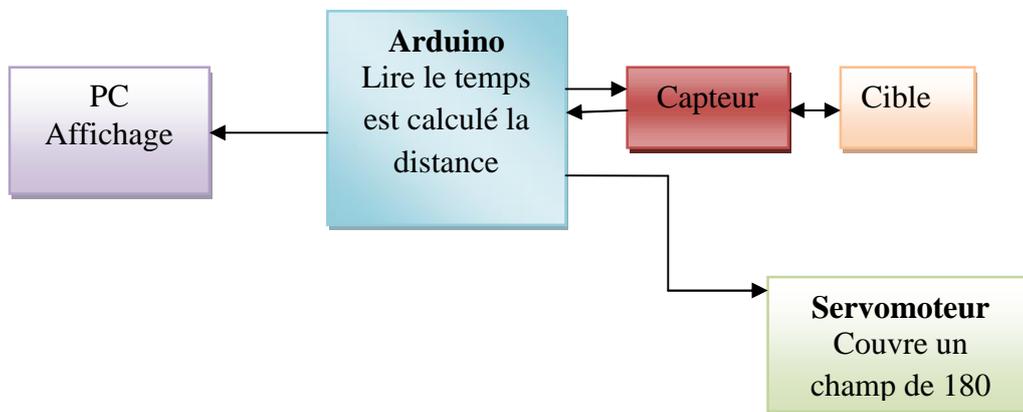


Figure II. 14: Schéma d'interconnexion entre les composants du projet.

4. Conclusion

A travers ce chapitre nous avons présenté les outils matériels et logiciels tels la carte ArduinoUno, le capteur de distance ultrasons, l'afficheur LCD et le servomoteur ainsi que les logiciels Arduino et ISIS Proteus que nous allons utiliser pour concevoir un radar de détection. Cette partie sera développée dans le chapitre suivant.

Chapitre III

CONCEPTION ET

REALISATION DU RADAR

1. Introduction

Après avoir présenté le principe de fonctionnement et les différents outils qui composent le radar aux chapitres précédents, la question que nous comptons aborder dans ce chapitre est sa conception. Pour cela ce chapitre est scindé en deux parties : la première partie est consacrée à la conception du radar à partir des composants décrits au deuxième chapitre, tandis que la deuxième partie concerne les différents tests effectués.

2. Description du schéma synoptique du radar

Le radar est composé : d'une carte à microcontrôleur Arduino Uno pour le traitement des données, d'un servomoteur permettant la rotation du capteur de distance sur la zone de détection, d'un afficheur LCD dont le rôle est l'affichage de la distance et l'angle de la cible, d'un capteur de distance, d'un buzzer qui délivre un signal sonore dont fréquence dépend de la distance de la cible et d'un ensemble de LEDs qui s'allument en fonction de la distance. Le schéma synoptique du radar est représenté par la figure III.1.

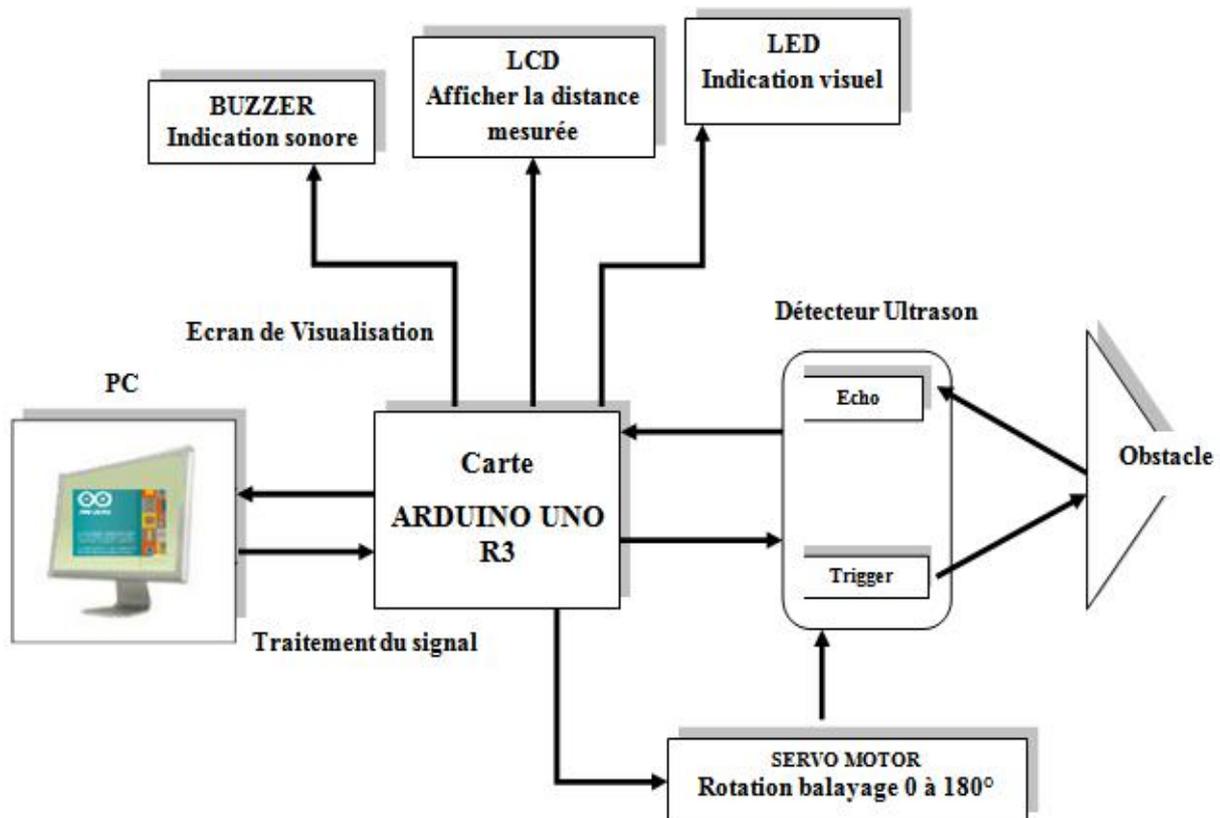


Figure III.1 : Schéma synoptique du radar.

3. Conception et réalisation du radar :

La conception du radar est composée deux étapes principales : la première consiste en l'interconnexion des différents composants, la deuxième étape concerne la programmation de la carte à microcontrôleur.

3.1 Réalisation du radar :

La réalisation du radar consiste à établir les différentes connexions entre les différentes parties. Le schéma de câblage établi sur le logiciel Proteus est représenté par la figure III.2.

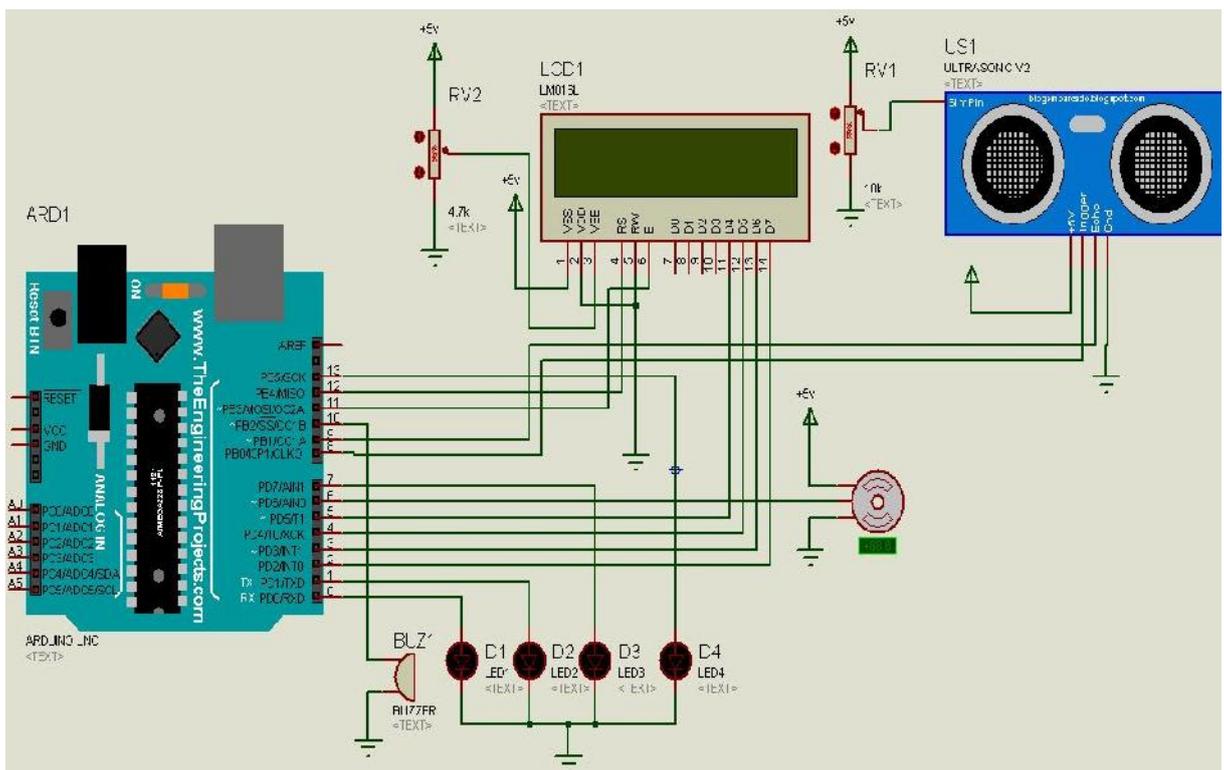


Figure III.2: Schéma de câblage du radar sur le logiciel Proteus.

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

- (01) Carte Arduino Uno R3;
- (01) LCD 2*16 ;
- (03) LEDs rouge, verte, jaune, et blanc ;
- (01) SERVO Moteur ;
- (04) Résistances (330 ohms) ;
- (01) Potentiomètre variable;
- (01) Capteur sonar à Ultrasons HC-SR04 ;
- (01) Bipeur ;

Le circuit global de notre projet de réalisation Radar est présenté par la figure suivante. La figure III .3. Représente le schéma de réalisation pratique.

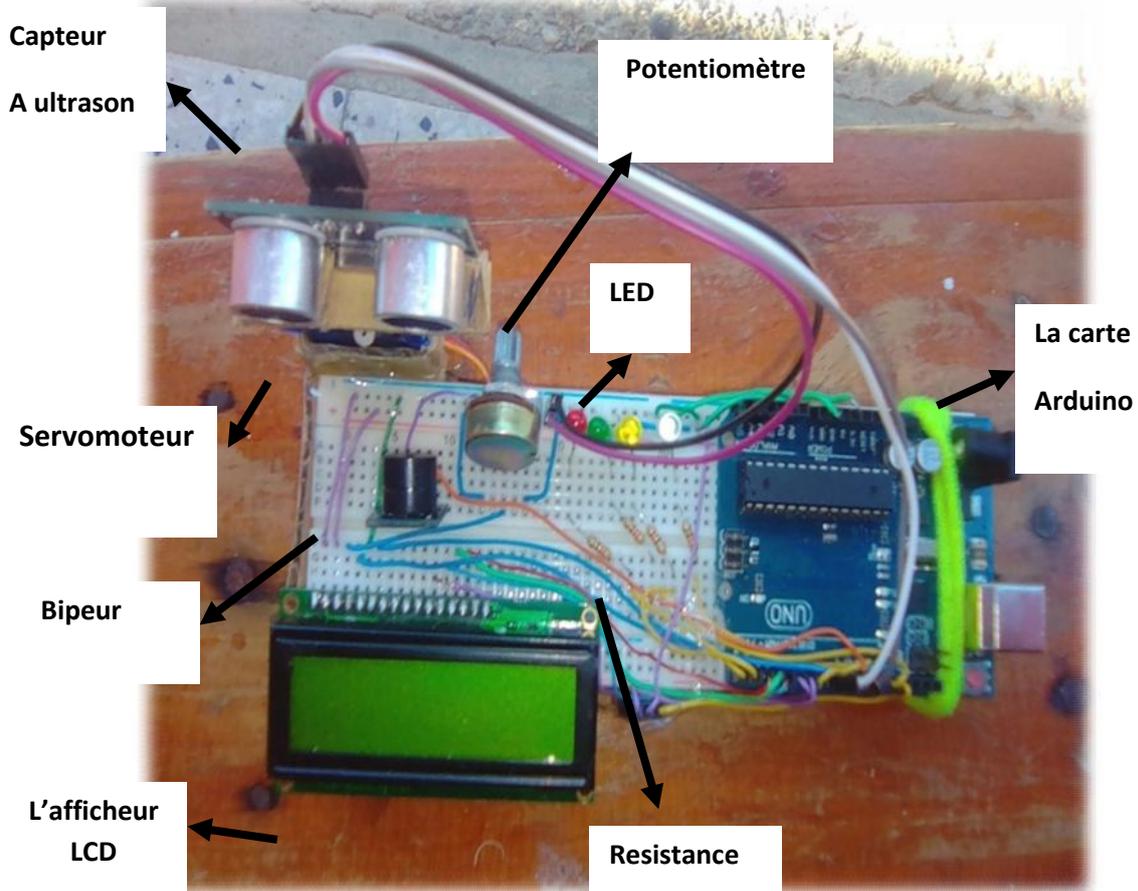


Figure III.3 : Schéma de réalisation pratique.

Les tableaux ci-dessous présentent les pins d'interconnexions entre les différents composants avec la carte Arduino.

❖ Pour le capteur à ultrason

Composant	Pin composant	Pin Arduino Uno
Capteur à ultrason	VCC	+5V
	Trigger	8
	Echo	9
	GND	GND

Tableau III.1 : Broche et connexion du capteur à ultrason.

❖ Pour la Afficheur LCD

Composant	Pin composant	Pin Arduino Uno
Afficheur LCD	RS pin	12
	Enable pin	11
	D4	5
	D5	4
	D6	3
	D7	2
	RW	GND
	VSS pin	GND
	VCC	+5V

Tableau III.2 : Broche et connexion de l’afficheur LCD.

❖ Pour le servomoteur

Composant	Pin composant	Pin Arduino Uno
Servomoteur	Marron	GND
	Rouge	+5V
	Orange	6

Tableau III.3 : Broche et connexion pour le servomoteur.

❖ Pour les LEDs ET BUZZER

Composant	Pin composant	Pin Arduino Uno
LED-Rouge	PIN ⁺	0
	PIN	GND
LED-Verte	PIN ⁺	13
	PIN	GND
LED-Blan	PIN ⁺	7
	PIN	GND
LED-Jaune	PIN ⁺	1
	PIN	GND
Bipeur	Pin ⁺	10
	Pin	GND

Tableau III.4 : Broche et connexion des LED et Buzzer.

3.2 Programmation du microcontrôleur:

Les étapes de programmation du microcontrôleur sont:

-) La création d'un projet.
-) L'écriture du programme ensuite enregistrement.
-) La vérification de la syntaxe et correction d'éventuelles erreurs.
-) La téléversement vers le microcontrôleur.

La figure III.4 représente l'organigramme résumant les étapes d'exécution du programme sur le microcontrôleur.

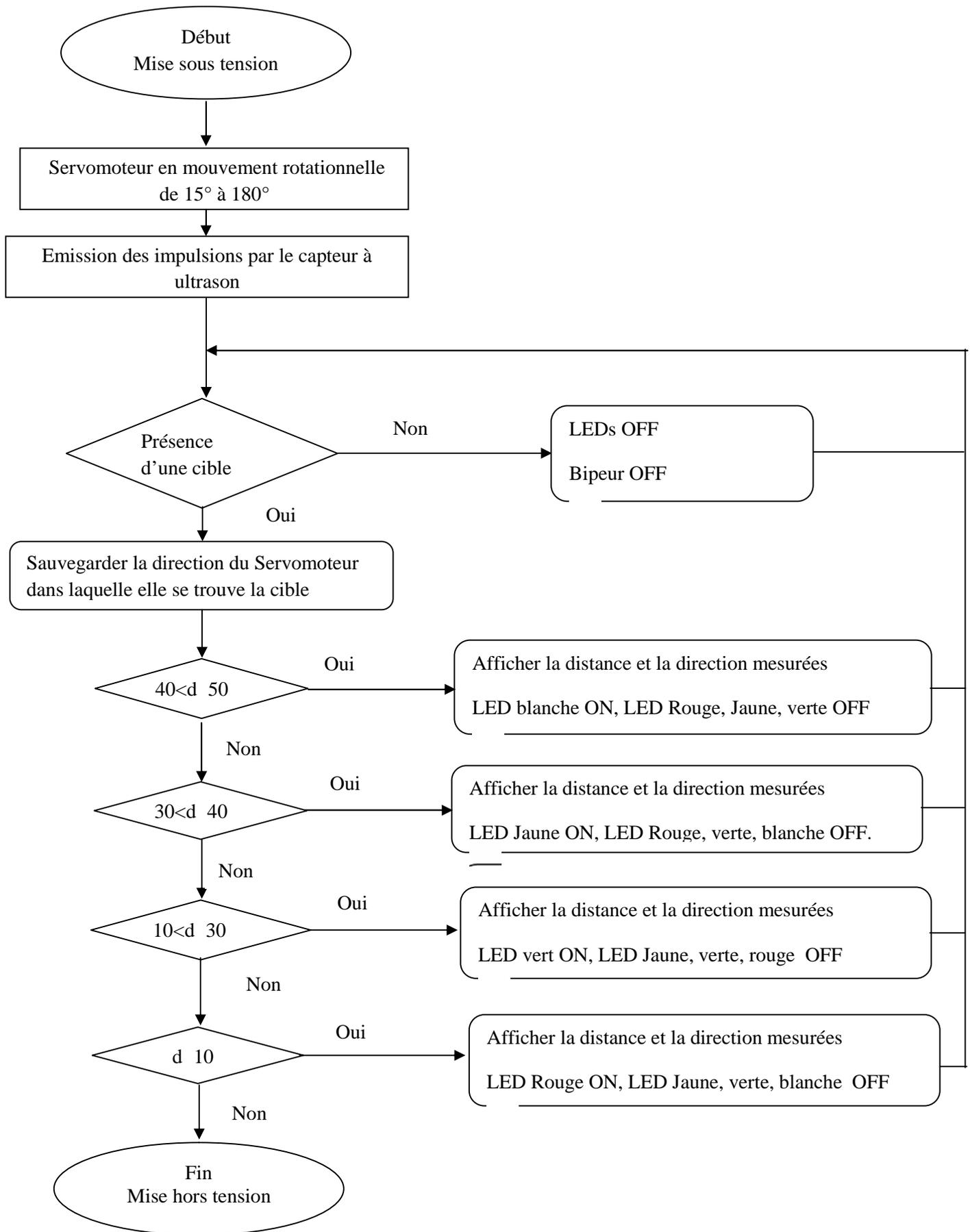


Figure III.4 : Organigramme principale de détection d'un objet.

Lorsque le servomoteur fait un balayage le capteur ultrason émet des impulsions par l'émetteur, en absence de cible le buzzer et les LEDs sont éteints.

En présence de cible la distance sera affichée à l'afficheur LCD et les LEDs vont prendre les états suivant en fonction de la distance:

- Si la distance captée par l'ultrason varie entre 40 et 50 cm alors :
La LED Blanche ON, LED Rouge OFF, Jaune OFF, vert OFF et le Bipeur ON « Tone 1 ».

- Si la distance captée par l'ultrason varie entre 30 et 40 cm alors :
La LED Blanche OFF, LED Rouge OFF, Jaune ON, vert OFF et la Bipeur ON « Tone 2 »

- Si la distance captée par l'ultrason varie entre 10 et 30 cm alors :
La LED Blanche OFF, LED Rouge OFF, Jaune OFF, vert ON et la Bipeur ON « Tone 3 ».

- Si la distance captée par l'ultrason varie entre 2 et 10 cm alors :
La LED blanche OFF, LED Rouge ON, Jaune OFF, vert OFF et la Bipeur ON « Tone 4 ».

3.3 Principe de fonctionnement du circuit

Le programme implémenté sur la carte Arduino est chargé de piloter tous le composant du circuit, il offre l'action rotationnelle au capteur par le biais du Servomoteur pour détecter les objets mobiles et situant dans les 180 degrés.

La carte envoie une impulsion HIGH de largeur (10 μ s) sur la broche TRIGGER du capteur pour régénérer une séries de (08) ondes ultrasonores de fréquence de 40 KHz dans l'air provenant de l'émetteur (Inaudible pour l'être humain). Les ultrasons se propagent dans l'air jusqu'à toucher un obstacle et retourne dans l'autre sens vers le capteur qui sont détectées par la broche ECHO, Le capteur détecte la largeur de l'impulsion pour calculer la distance.

Le signal sur la broche ECHO du capteur reste à HIGH pendant l'envoi et la réception, ce qui permet de mesurer la durée de l'aller-retour des ultrasons et donc de déterminer la distance.

❖ Remarque

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

3.4 Tests et résultats

Pour obtenir différentes mesures, nous avons réalisé plusieurs tests avec plusieurs distances.

La distance peut varier de (02cm) à (04m) sur des angles variant de 15° à 180°. Les résultats obtenus pour la détection d'une cible fixe sont présentés par le tableau III.5.

Numéro de détection	Distance (cm)	Direction (°)
1	2	15
2	10	60
3	30	112
4	40	142
5	50	175

Tableau III.5: Résultats de mesures de la distance et de l'angle d'une cible fixe.

Les résultats obtenus pour la détection d'une cible mobile sont présentés par le tableau III.6.

Objet-N	Numéro de détection	Distance (cm)	Direction (°)
Objet-1	1	9	30
	2	12	32
	3	13	33
Objet-2	4	20	76
	5	18	77
Objet-3	6	16	90
	7	16	91
	8	16	92
Objet-4	9	14	121
	10	14	122
	11	13	124
	12	14	126
	13	13	108
Objet-5	14	7	82
Objet-6	15	25	81
	16	25	32
Objet-7	17	35	30
	18	34	29
	19	34	29
Objet-8	20	25	21
Objet-9	21	26	22

Tableau III.6 : Résultats de mesures de la distance et de l'angle d'une cible mobile.

On remarque dans le tableau III.6 que les distances et les directions sont proches les unes des autres, ce qui signifie la présence d'un seul objet.

Les angles séquentiels avec une distance invariante indiquent que l'objet est fixe.

Le déclenchement du bipleur et le clignotement des LEDs (Rouge, jaune et vert) avec différentes tonalités et couleurs indiquent le changement de la distance des cibles. Lorsqu'il y a une présence d'une cible fixe, il y'a une puissance importante réfléchiée vers le capteur.

Pour terminer, nous avons estimé la réponse du capteur à ultrason sur différents objets. A cet effet nous avons fixé Servomoteur dans une position immobile pour orienter le capteur dans la direction de l'objet.

Comme exemple une cible fine de petite taille tel un stylo sur une table, le capteur répond bien à la présence de l'obstacle et donne des échos "Utile".

4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les étapes de la conception et réalisation du radar ultrason. Ces étapes ont consisté en l'interconnexion entre les différents composants ensuite la programmation de la carte à microcontrôleur Arduino. Enfin nous avons réalisé différents tests en estimant la précision du radar conçu. Les mesures obtenues ont été concluantes.

CONCLUSION
ET
PRESEPICTIVE

Dans ce mémoire nous avons cherché à concevoir et réaliser un radar de détection ultrason. Ce radar est composé d'un capteur Ultrason HC_SR04 pour la détection des obstacles, d'une carte à microcontrôleur Arduino pour le traitement des données et le calcul de distance, d'un servomoteur permettant la rotation du capteur ultrason en vue de couvrir une zone d'obstacles, d'un afficheur LCD pour l'affichage de la distance et l'angle de l'obstacle.

La conception du système radar est passée en deux étapes principales qui sont : l'interconnexion des différents composants utilisés et la programmation de la carte Arduino. Après réalisation le système radar fonctionne en rotation sur une gamme de 180 degrés et calcule la distance avec l'angle de l'objet sur une portée de 40 cm. Le radar conçu est commandé par un programme implémenté sur la carte Arduino dont les caractéristiques nous ont facilité la tâche de conception. Plusieurs tests ont été effectués avec radar réalisé, les résultats se sont avérés concluants.

Comme perspectives de ce travail, des améliorations sur le système radar peuvent être réalisées tel que l'utilisation d'un capteur de distance plus performant pour la détection d'objet sur une plus grande portée. L'utilisation d'un matériel plus sophistiqué donnera des résultats plus fiables et plus précis.

En outre l'utilisation du logiciel processing permettra la visualisation d'obstacles détectés sur ordinateur en temps réel.

Enfin nous espérons que ce mémoire sera utile et enrichi par les futures promotions.

REFERENCE
BIBLIOGRAPHIQUE

Références

- [1] : Benahcene Bouchra. <<Etude et simulation d'un radar à balayage de phase >>.memoire de Master télécommunications. Université Telemcene. Promotion 2016-2017.
- [2] : J.Pelon .cours sur << La mission spatiales lidar>> [PDF], sur centre national de recherche météorologique, 2010 (consulté le 17 nombre 2017).
- [3] : Atelier Sciences-Roger MEVEL (0607864863), CR de la Séance n^o 4 du 4/12/2017. Les OEM (Ondes Electromagnétiques) et leurs APPLICATIONS.
- [4] :M^{elle} Siad Farida. Mémoire de mastre2 en << Etude et Réalisation D'un RADAR DE REcul >>.Promotion 2006. Option : contrôle.
- [5]: Merrill I. Skolnik. *INTRODUCTION TO RADAR SYSTEMS*. International Edition. 2^{eme} édition 1981.Gayle J.Cerra, Singapore : Angelson, Frank, 1980-1962. 1. Radar. I.Title. II. Series. TK6575.S477 1980 621.3848 79-15354, ISBN 0-07-057909-1
- [6]: Annick PLAGELLAT-PENARIER. *Introduction aux RADARS.2015-2016*. Cours Master, Département EEA, Institut d'électronique, Université de MONTPELLIER
- [7]:A.Ahmed Azi <<contribution au développement au diagnostic de performance des MPPT dans la chaine de conversion photovotaique>>. Mémoire magister. Université de M'sila, Algérie, 2014.
- [8] : Jean-Luc. *Les écrans LCD alphanumérique*. Le 3 mars 2015
- [9] : KRAMA Abdelbasset, GOUGUI Abdelmoumen. 08/06/2015. *Etude et realization d'une carte de controle par Arduino via le système Androide*. Mémoire de Master Académique en sciences et technologies,Filière Génie électrique, Spécialité Electrotechnique Industrielle. Université Kasdi Merbah Ourgla.
- [10] : <http://fr.wikipedia.org/wik/ Servomoteur>.
- [11] : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Bipeur>.
- [12] : Benrabah Youcef Islam.<<Etude et Réalisation d'un Radar électronique >>, Master En Télécommunication, Université Miliana , Option 2016/2017.
- [13] : Hamid HAMOUCHI. *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.
- [14] :M.Lakhdari .F, << Introduction à la simulation et routage des circuits avec le logiciel PROTEUS V7 et V8>>. Departement électronique USTO-MB 2016/2017. Université ORAN.

ANNEXES

CODE ARDUINO

```
#include <LiquidCrystal.h>

#include <Servo.h>

LiquidCrystal lcd(12,11,5,4,3,2);

Servo myServo;

const int trigPin = 9;

const int echoPin = 8;

long duration;

int distance;

int ledR=0,ledV=13,ledB=7,ledJ=1,buzzer=10;

void setup()
{
  pinMode(ledR,OUTPUT);
  pinMode(ledV,OUTPUT);
  pinMode(ledJ,OUTPUT);
  pinMode(ledB,OUTPUT);
  pinMode(buzzer,OUTPUT);
  lcd.begin(16,2);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  myServo.attach(6);
  test();
}

void loop()
```

```
{  
for(int i=15;i<=180;i++){  
    myServo.write(i);  
    delay(15);  
    distance = calculateDistance();  
    lcd.setCursor(0,0);  
    lcd.print("dis:");  
    lcd.print(distance);  
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print("Angle: ");  
    lcd.print(i);  
    conditionled();  
    }  
for(int i=180;i>=15;i--){  
    myServo.write(i);  
    delay(15);  
    distance = calculateDistance();  
    lcd.setCursor(0,0);  
    lcd.print("dis ");  
    lcd.print(distance);  
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print("Angle: ");  
    lcd.print(i);  
    conditionled();  
    }  
}
```

```
#####
```

```
int calculateDistance  
  
digitalWrite(trigPin, LOW);  
  
delayMicroseconds(2);  
  
digitalWrite(trigPin, HIGH);  
  
delayMicroseconds(10);  
  
digitalWrite(trigPin, LOW);  
  
Duration = pulseIn(echoPin, HIGH);  
  
    Distance= duration*0.034/2;  
  
    return distance;  
  
}
```

```
#####
```

```
void ledBalumer(){  
  
    digitalWrite(ledR,LOW);  
  
    digitalWrite(ledV,LOW);  
  
    digitalWrite(ledJ,LOW);  
  
    digitalWrite(ledB,HIGH);  
  
    bip(1);  
  
}
```

```
#####
```

```
void ledJalumer(){  
  
    digitalWrite(ledR,LOW);  
  
    digitalWrite(ledV,LOW);  
  
    digitalWrite(ledJ,HIGH);  
  
    digitalWrite(ledB,LOW);  
  
    bip(2);  
  
}
```

```
#####
```

```
void ledValumer(){  
    digitalWrite(ledR,LOW);  
    digitalWrite(ledV,HIGH);  
    digitalWrite(ledJ,LOW);  
    digitalWrite(ledB,LOW);  
    bip(3);  
}
```

```
#####
```

```
void ledRalumer(){  
    digitalWrite(ledR,HIGH);  
    digitalWrite(ledV,LOW);  
    digitalWrite(ledJ,LOW);  
    digitalWrite(ledB,LOW);  
    bip(4);  
}
```

```
#####
```

```
void ledeteinte(){  
    digitalWrite(ledR,LOW);  
    digitalWrite(ledV,LOW);  
    digitalWrite(ledJ,LOW);  
    digitalWrite(ledB,LOW);  
}
```

```
#####
```

```
void bip(int action){  
    if(action==1){
```

```
        tone(buzzer, 700);
        delay(200);
        noTone(buzzer);
        delay(200);
    }
else if(action==2){
        tone(buzzer, 900);
        delay(170);
        noTone(buzzer);
        delay(170);
    }
else if(action==3){
        tone(buzzer, 1100);
        delay(120);
        noTone(buzzer);
        delay(120);
    }
else{
        tone(buzzer, 1400);
        delay(100);
        noTone(buzzer);
        delay(100);
    }
}
```

```
//#####
```

```
void conditionled(){
    if(distance>50){
        ledeteinte();
    }
    else if((distance>=40)&&(distance<50)){
        ledBalumer();
    }
    else if((distance>=30)&&(distance<40)){
        ledJalumer();
    }
    else if((distance>=10)&&(distance<30)){
        ledValumer();
    }
    else if((distance<10)&&(distance>=2)){
        ledRalumer();
    }
}

#####

void test(){
    ledRalumer();
    // ledeteinte();
    ledBalumer();
    ledJalumer()
    ledValumer(); }
```

Résumé

Ce projet a pour but de conception réalisation d'un radar a ultrason à base de 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 matériel C et d'affichage LCD, la fin de travail un dispositif RADAR a été conçu, et testé sur des cibles réelle.

Mots clés : Radar, Arduino, détecteur, capteur ultrason, servomoteurs, LCD, LEDs