

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République algérienne démocratique et populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب  
Université -Ain-Temouchent- Belhadj Bouchaib  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département d'Electronique et Télécommunications



Projet de fin d'études  
Pour l'obtention du diplôme de Master en : Electronique  
Domaine : SCIENCES ET TECHNOLOGIES  
Filière : ELECTRONIQUE  
Spécialité : INSTRUMENTATION

Thème

## Conception et réalisation d'une carte d'un télémètre à ultrasons

Présenté Par :

- 1) Mr. BENRAMDAN Djalal
- 2) Mr. RAHMANI Ahmed

Devant le jury composé de :

Dr. SEKKAL Mansouria	M C B	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Présidente
Dr. BENGANA Abdelfatih	M C B	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Examineur
Dr. BENCHERIF Kaddour	M C A	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Encadrant
Dr. BENZINA Amina	M C B	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Co-Encadrante

*Année universitaire 2020/2021*

# *Remerciements*

Après avoir rendu grâce à **Allah** le Tout Puissant et Le Tout-Miséricordieux de nous avoir donné la force nécessaire et le courage d'accomplir ce travail ainsi que tout au long de notre étude. Nous tenons à remercier particulièrement notre encadrant le docteur **BENCHERIF Kaddour** et madame **BENZINA Amina** pour sa patience, sa disponibilité, ses efforts, ses précieux conseils qui nous ont été très utiles et ses critiques objectives sur la démarche de notre travail.

Nos précieux remerciements vont également à la présidente du jury **SEKKAL Mansouria** et l'examineur Docteur **BENGANA Abdelfatih** pour avoir accepté de faire partie de notre jury et de juger ce travail. Nos grands remerciements aussi s'adressent à tous les enseignants de Département de Génie Electrique et de la filière Electronique ; Spécialité « Instrumentation » qui ont contribué à notre formation.

# *Dédicace 1*

Je dédie ce modeste travail aux personnes qui sont  
chères à mon coeur :

**A mes parents**

**A mes Frères** pour leurs appuis et leurs  
encouragements permanents.

A tous les membres des familles **benramdan** et **Sadat  
tani** .

**A mes Amis** ainsi que toutes les personnes qui m'ont  
soutenu et aidé tout au long de ce projet de fin d'étude.  
**A étudiants génie électrique** pour leur soutien tout au  
long de mon parcours universitaire.

*Djalal*

# *Dédicace 2*

## **A ma très chère mère**

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

## **A mon très cher père**

Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

A mon frère et mes sœurs et ses enfants  
( **Marwa,Chaimaa,Yacine,Abdrahamane et Abdallah**)

Puisse Dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout réussite

## **A mes amis**

**A tous ceux qui me sont chers**

*Ahmed*

# Sommaire

Introduction générale .....	01
-----------------------------	----

## ***Chapitre I: Généralité sur les télémètres et signaux ultrasons***

I.1. Introduction.....	02
Définition des ultrasons .....	02
Production et détection des ultrasons.....	02
Production .....	02
La Piézoélectricité.....	02
Emetteur à magnétostriction .....	02
Émission et réception de l'onde ultrasonore.....	03
Réfraction de l'onde ultrasonore .....	04
Diffusion de l'onde ultrasonore.....	05
Applications des ultrasons.....	05
Le repérage d'obstacles .....	05
L'utilisation industrielle.....	06
Applications aux télécommunications .....	06
Application à l'océanographie.....	06
Télémètre à ultrasons .....	07
Structure adoptée.....	07
Représentation synoptique du télémètre proposé .....	08
Module d'émission .....	08
L'horloge à 40 kHz.....	08
La transmission de puissance à l'émetteur.....	09
Le module de réception.....	10
Nécessité d'une masse virtuelle .....	10
L'amplification et le filtrage .....	10
Conversion analogique-numérique.....	11
Le module d'affichage .....	12
Nécessité de compter à 17,05 kHz.....	12
La réalisation.....	13
Le module de commande .....	13
Déroulement du cycle de mesure .....	14
La vitesse du son .....	14
Principe de télémètre a ultrason .....	14
I.10. Conclusion .....	15

## ***Chapitre II: Généralité sur les capteurs ultrasons***

Capteur.....	16
Caractéristiques d'un capteur .....	16
Les différents types de capteurs .....	16
Capteurs actifs .....	16
Capteurs passifs .....	18
Capteurs logiques (tout ou rien : tors).....	18
Capteurs avec contact .....	18
Capteurs sans contact.....	19
Capteurs inductifs .....	19

Capteurs capacitifs.....	19
Capteurs magnétiques .....	19
Capteurs Photoélectriques à distance.....	20
Capteur de température .....	20
Capteur de vitesse .....	20
Capteur optiques .....	20
Capteur ultrason .....	20
Etude du fonctionnement du capteur .....	21
Principe de fonctionnement .....	21
Facteurs d'influence .....	21
Utilisation industrielle .....	22
HC-SR04.....	22
Caractéristiques .....	22
Branchement .....	22
Capteur de distance Infrarouge pour Arduino.....	23
Caractéristiques .....	24
Emetteur et récepteur infrarouge.....	25
Infrarouge.....	25
Emetteur / récepteur.....	25
Définition du module Arduino .....	26
La carte ArduinoMega 2560 .....	26
La carte Arduino Nano .....	27
Caractéristiques principales .....	27
La carte Arduino UNO .....	28
Caractéristiques de la carte Arduino UNO .....	29
Avantage de la carte Arduino UNO .....	29
Conclusion .....	30
<b><i>Chapitre III : Conception et réalisation du circuit électronique</i></b>	
Introduction.....	31
Description générale des logiciels utilisés .....	31
Proteus .....	31
ISIS.....	31
ARES .....	31
Fritzing.....	32
Etude du circuit.....	33
La carte arduino .....	33
Les différents éléments qui composent la carte ArduinoUno .....	33
Conception du circuit électronique.....	34
Liste des matériels .....	34
Conception du circuit électronique sous Proteus.....	35
La simulation.....	38
Conception du circuit sous logiciel FRITZING .....	39
Réalisation pratique .....	40
Réalisation.....	40
Résulta et discussion.....	40
Conclusion .....	41
Conclusion générale .....	42
Annexes .....	43

## Liste des figures

## CHAPITRE.I

Figure .I. 1.Ligne à retard avec émetteur et récepteur d’ultrasons magnétostrictifs.....	3
Figure I. 2. Emission et réception des ultrasons.....	4
Figure I. 3. Réflexion et réfraction des ondes ultrasonores.....	4
Figure I.4 : Phénomène de Diffusion.....	5
Figure I. 5 :Schéma synoptique du télémètre à ultrasons.....	7
Figure I. 6.circuit horloge de module émission .....	8
Figure I.7 .circuit de NE555.....	9
Figure I.8 .logigramme de module émission .....	9
Figure I.9.circuit de masse virtuelle d’un module réception.....	10
Figure I.10.circuit filtrage d’un module réception.....	11
Figure I.11.circuit d’un conversation analogique numérique.....	11
Figure I.12.logigramme de principe module réception.....	12
Figure I.13.schéma bloc de module affichage.....	13

## CHAPITRE.II

Figure II.1.rôle générale d’un capteur.....	17
Figure II.2.capteur ultrason .....	22
Figure, II.3 .branchement HC-SR04 avec PICAXE .....	24
Figure II.4. Module du capteur à distance infrarouge.....	25
Figure II.5. Schéma du capteur à distance infrarouge.....	26
Figure II.6. Spectre de la lumière visible.....	27
Figure II.7. Schéma d’un émetteur-récepteur.....	27
Figure II.8.Description de la carte Arduino MEGA 2560.....	29
Figure II.9.Arduino nano.....	30
Figure II.10. La carte Arduino UNO.....	31

## CHAPITRE.III

Figure(III.1) : Proteus V8.0. ISIS et ARES .....	34
Figure(III.2) : Exemple pour Construire un circuit.....	35
Figure (III.3) : Alimentation stabilisée de 5V sous Proteus ISIS .V8.0.....	37

**Liste des figure**

<b>Figure (III.4) : Alimentation stabilisée de 5V sous Proteus ares .V8.0.....</b>	<b>38</b>
<b>Figure (III.5) : circuit imprimés Alimentation stabilisée de 5V sous Proteus ares.V8.0..</b>	<b>38</b>
<b>Figure (III.6) : Circuit électronique de contrôle distance sousProteus ISIS .V8.0.....</b>	<b>39</b>
<b>Figure (III.7) : Circuit électronique de contrôle distance sousProteus ares .V8.0.....</b>	<b>40</b>
<b>Figure (III.8) : Circuit imprimés de contrôle distance sous Proteus ares .V8.0.....</b>	<b>40</b>
<b>Figure (III.9) : Conception du circuit sous logiciel FRITZING.....</b>	<b>43</b>
<b>Figure (III.10) : capteur de distance réalisé.....</b>	<b>43</b>

**Liste des tableaux**

**Tableau .II.1 : Grandeurs d'entrée et de sortie et effet utilisé pour les capteurs actifs.....18**

**Tableau .II. 2 : Type de matériau utilisé et caractéristique électrique des capteurs passifs...19**

**Tableaux. II.3 : Caractéristiques de la carte Arduino UNO .....31**

**Tableaux.III.1 : .mesure de distance capteur hc-sr04.....44**

## Liste des abbreviation

**ISIS** : Intelligent Schematic Input System.

**ARES** : Advanced Routing and Editing Software.

# ***INTRODUCTION GÉNÉRALE***

### Introduction générale :

Un télémètre est un instrument électronique sert à mesurer une distance. Connaissant la vitesse du son, on déduit la distance cherchée. Le télémètre est basé sur quatre modules : Un module d'émission ,Un module de réception, Un module de commande et Un module qui permet d'afficher la distance mesurée.

Suite à la situation sanitaire causée par le COVID-19 ; La mesure à distance sans contact est devenue très demandée pour assurer la distanciation entre les citoyens et les utilisateurs des appareils .Le principe est inspiré de la chauve souris et qui consiste à envoyer une salve d'ultrasons vers un objet les réfléchissant. On accède à la distance séparant le télémètre de cet objet en mesurant le temps que met l'écho pour revenir au télémètre. Les avantages de ces appareils de mesure sont multiples. La mesure est rapide et on peut sans risque, mesurer des distances difficiles d'accès.

Les nouvelles exigences imposées aux systèmes industriels dans leur fonctionnement et dans la qualité de leur production, nécessitent l'utilisation des capteurs et les cartes Arduino avec une stratégie très élaborée dans la maîtrise de ces installations. Toute la difficulté est de posséder des informations pertinentes et fiables qui permettent de générer une action correctrice efficace. Actuellement Les capteurs Ultrasons sont très utilisés pour la réalisation des Télémètres afin que les mesures de la distance soient très fiables.

L'objectif de ce travail est la contribution à la conception et réalisation d'une carte d'un télémètre à ultrasons pour la mesure d'une distance d'un mètre et cinquante centimètres sans contact et qui sera utilisée dans les établissements publics et les bureaux des paiements des factures et ceci pour la prévention et la lutte contre la propagation du Coronavirus (COVID-19).

Ce mémoire sera donc organisé en trois chapitres. Dans le premier on va donner des généralités sur les télémétries et signaux ultrasons où on va présenter des définitions, fonctionnement du système et le principe de l'émission d'une onde ultrasonore vers un objet massif ou un mur, la détection de l'écho renvoyé par cet obstacle nous permet de mesurer le temps de parcours de l'onde et la déduction de la distance entre le système émetteur-récepteur et l'obstacle.

Le deuxième chapitre a pour but d'étudier les généralités des capteurs ultrasons ou en va préciser les définitions et le rôle de chaque organe, Le troisième chapitre sera consacré à l'étude des composants utilisés où on va étudier les différents blocs des schémas synoptiques ensuite en va entamer la conception et la réalisation d'un télémètre pour mesurer une distance (150 Cm).La conception sous environnement Proteus ISIS. Puis on passe au circuit imprimé et la visualisation 3D sous ARES et suite aux résultats obtenus par simulation on passera à la conception sous logiciel Fritzing et ensuite à la dernière étape c'est la réalisation pratique.

Et à la fin on discutera nos résultats. Nous achèverons notre mémoire par une conclusion générale.

***CHAPITRE I***  
***GENERALITES SUR***  
***LES TELEMETRIES***

## **I.1 Introduction**

Le traitement du signal est une discipline indispensable de nos jours .il a pour objet l'élaboration ou l'interprétation des signaux porteurs d'information. Dans ce premier chapitre nous présenterons la télémetrie à ultrasons en générale.[23]

### **I.2 Définition des ultrasons :**

Ils ont été découverts en 1883 par le physiologiste anglais Francis Galton. A la différence de la lumière qui est une onde électromagnétique et qui, de ce fait, peut se propager dans le vide, le son est une onde mécanique qui va nécessiter un support matériel de propagation.

Les ultrasons sont des vibrations mécaniques de la matière à des fréquences inaudibles pour L'oreille humaine (>20 000 Hz).Les ultrasons se propagent à une vitesse qui sera fonction de la nature du milieu, indépendamment de la fréquence de l'onde. Pour exemple, la célérité du son dans l'air n'est que de 300 m/s alors qu'elle est de 1500 m/s dans l'eau. Dans l'organisme humain, les ultrasons vont se propager à une vitesse proche de 1500 m/s selon la nature des organes qu'ils traversent.[10]

### **I.3 Production et détection des ultrasons :**

#### **I.3.1 Production :**

Le sifflet au travers duquel l'air est comprimé a été le premier mode de production d'ultrasons ; Mais même en lui apportant des améliorations, les ultrasons obtenus à l'aide de ce procédé N'étaient pas satisfaisants. Après avoir épuisé les possibilités de production d'ultrasons à l'aide de phénomènes mécaniques simples, les ingénieurs se sont penchés au début du XXème siècle sur l'utilisation de phénomènes électriques. [10]

##### **I.3.1.1 La Piézoélectricité :**

Les matériaux piézoélectriques, qui ont l'intrigante propriété de convertir directement de l'énergie électrique en énergie mécanique (et inversement), constituent aujourd'hui un nouveau

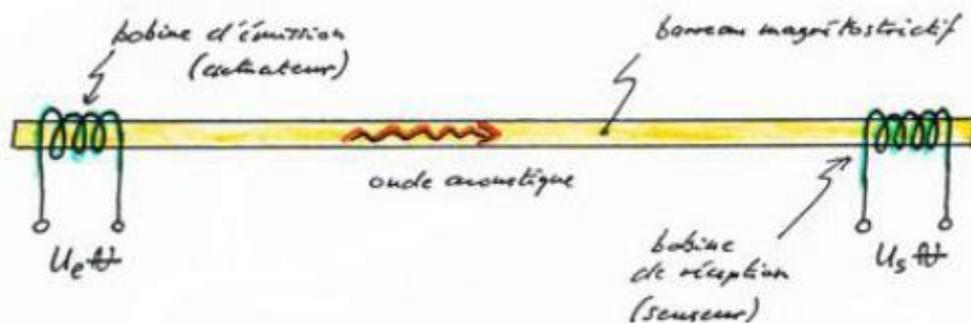
domaine d'application qui se situe entre la mécanique et l'électronique est utilisé par exemple pour le rétro-éclairage des lampes fluorescentes cathode froide placées derrière un écran à cristaux liquide sou encore pour la génération de haute tension pour le nettoyage par ultrasons.[3]

##### **I.3.1.2 Emetteur à magnétostriction :**

Décrivons tout d'abord le phénomène utilisé pour cet autre mode de production d'ultrasons : Bobinons un enroulement conducteur autour d'un barreau cylindrique de nickel ; lorsque le courant passe, on constate une diminution de la longueur du cylindre.

De même que pour l'émetteur piézoélectrique, on choisit pour ce phénomène les dimensions de l'émetteur et la fréquence de manière à bénéficier du phénomène de résonance. L'utilisation de céramiques composées d'oxydes mixtes de fer, nickel, zinc et plomb, connues sous le nom de ferrites, a permis d'atteindre des fréquences avoisinant seulement les 100 kHz.

Après les nombreuses améliorations qui lui ont été apportées, l'émetteur utilisant l'effet piézoélectrique est capable, à titre de comparaison, d'atteindre des fréquences de plusieurs GHz, il n'est donc pas étonnant de constater que ce mode de production soit le plus courant actuellement. L'effet magnétostrictif permet de réaliser des transducteurs et des senseurs, notamment des émetteurs et récepteurs d'ondes acoustiques. Par exemple, on peut réaliser une ligne à retard par le système simple suivant (Figure I.1). [10]



**Figure .I. 1.** Ligne à retard avec émetteur et récepteur d'ultrasons magnétostrictifs. [10]

#### **I.4 Émission et réception de l'onde ultrasonore :**

L'intensité d'une onde acoustique qui se propage dans les différents milieux s'atténue le long de son parcours. Plusieurs facteurs contribuent à cette atténuation telle que l'absorption, la réflexion, la réfraction, la diffusion. L'émission d'impulsions ultrasoniques dans un solide produit deux effets : un effet thermique qui dépend de la puissance acoustique de l'onde et qui engendre une propagation de la chaleur dans le milieu et un effet mécanique qui est la transmission (figure I.2).[4]

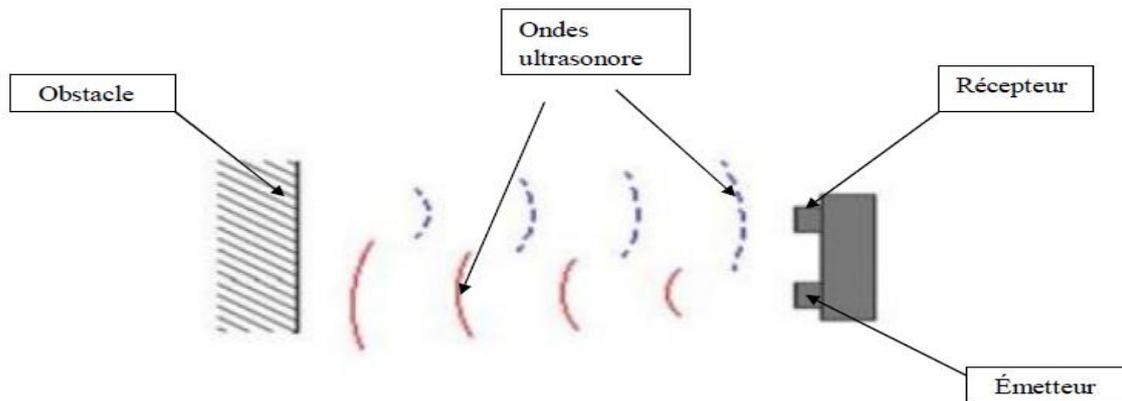


Figure I.2. Emission et réception des ultrasons.[4]

#### I.4.1 Réfraction de l'onde ultrasonore :

La réfraction correspond à une déviation de l'onde ultrasonore lorsqu'elle traverse un tissu ayant des propriétés acoustiques différentes. La réfraction survient seulement si l'incidence n'est pas perpendiculaire à l'interface. L'onde transmise subit une déviation, c'est la réfraction.

L'angle de l'onde transmise est donné par la loi de Snell.[4]

$$c_1 \sin i = c_2 \sin t$$

Avec :

$i$  : l'angle de l'onde incidence

$t$  : l'angle de l'onde transmise

$c_1$  et  $c_2$  : la vitesse de l'onde dans les milieux 1 et 2 respectivement

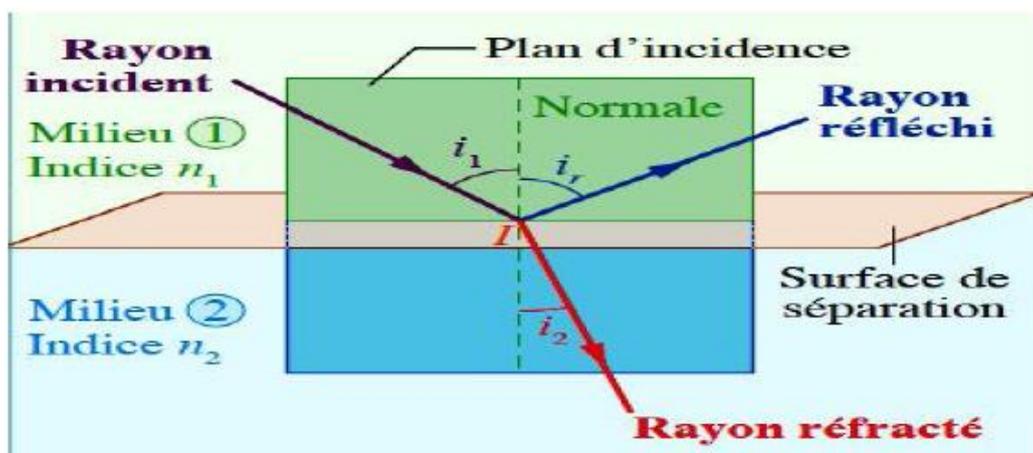
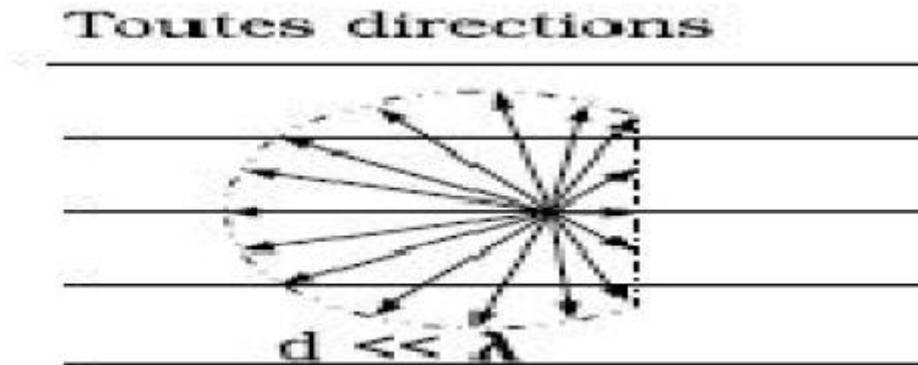


Figure I.3. Réflexion et réfraction des ondes ultrasonores. [4]

### I.4.2 Diffusion de l'onde ultrasonore :

Ce phénomène se produit Lorsque les dimensions de l'interface rencontrée sont petites en comparaison avec la longueur d'onde, l'onde ultrasonore est absorbée dans ce cas puis réfléchié dans toutes les directions (figure I.4). [4]



**Figure I.4 :** Phénomène de Diffusion.[4]

## I.5 Applications des ultrasons :

### I.5.1 Le repérage d'obstacles :

En 1917, Langevin met au point le premier projecteur ultrasonore permettant d'obtenir des faisceaux suffisamment intenses et bien dirigés ; cet appareil est destiné à détecter les sous-marins ennemis. Le principe de cette méthode est simple : les ultrasons se réfléchissent sur un obstacle et reviennent à leur point de départ en produisant un écho : connaissant, d'une part, le temps séparant l'émission de l'onde et la réception de l'écho, d'autre part la vitesse de l'ultrason

Dans l'eau de mer (environ 1 500 m/s), il est facile de déduire la distance de l'obstacle dans la direction du faisceau. Cette méthode a été adaptée à d'autres problèmes : repérage d'obstacles tels que les icebergs, sondage, téléphonie sous-marine, repérage des bancs de poissons. Lors de Laguerre de 1939-1945, le problème du repérage des sous-marins est redevenu d'actualité et de nombreux appareils appelés « asdics » puis « sonars » ont été construits.[4]

La formule pour réaliser ce calcul est la suivante :

$$D = (C * T) / 2$$

D : la distance de l'obstacle par rapport à l'émetteur en m.

C : la vitesse du son dans l'air en m/s.

T : le temps en s.

### **I.5.2 L'utilisation industrielle :**

En métallurgie, les ultrasons sont utilisés pour le dégazage des métaux, la détection de défauts, pour l'usinage, et la soudure de certains matériaux. Un foret solidaire de la partie mobile d'un générateur d'ultrasons peut être utilisé pour le perçage, en effectuant des mouvements de va et vient à la fréquence des ultrasons. Une précision de quelques micromètres est obtenue, et ce même dans des matières extrêmement dures. Les ultrasons sont également employés pour la stérilisation de certains liquides, notamment du lait, la prospection de gisements minéraux, la déflagration d'explosifs commandée à distance, le nettoyage de certains corps, tels que les fûts de bois utilisés pour la fabrication du vin, et la soudure de matières plastiques.

De nombreuses industries comme l'industrie pharmaceutique, automobile ou horlogère ont également recours aux ultrasons à des fins de nettoyage: différents objets peuvent ainsi être plongés dans des bains à ultrasons afin d'être débarrassés des impuretés qui s'y seraient logées ou accumulées.[4]

### **I.5.3 Applications aux télécommunications :**

Dans ce domaine, les ultrasons apparaissent de plus en plus dans nombreuses réalisations :  
Téléphonie sous-marine. Modulation de lumière. Lignes à retard.[4]

### **I.5.4 Application à l'océanographie :**

Elles doivent être classées parmi les plus anciennes puisqu'en 1917 Paul Langevin employa un générateur à quartz piézo-électrique pour le sondage sous-marin (échosondeurs) et pour la détection des sous-marins ennemis. L'appareil utilisé, souvent appelé SONAR (Sound Navigation And Radar) fonctionne suivant le même principe que le radar. Les distances sont déduites de la mesure du temps qui s'écoule entre l'émission d'un top ultrasonore et la réception de l'écho après réflexion sur l'objet à détecter. Des appareils semblables servent à la détection des bancs de poissons, au sondage des sédiments marins, à la recherche du pétrole, à la navigation (aux instruments) pour les engins sous-marins ou pour les bateaux perdus dans la brume, au repérage des icebergs, des épaves...etc.[4]

## I.6 Télémètre à ultrasons :

Un télémètre à ultrasons sert à mesurer une distance. Le principe, inspiré de la chauve-souris, est d'envoyer une salve d'ultrasons vers un objet les réfléchissant, tel qu'un mur ou une vitre, et de capter l'écho renvoyé par cet objet. On accède à la distance séparant le télémètre de cet objet en mesurant le temps que met l'écho pour revenir au télémètre. Connaissant la vitesse du son, on déduit la distance cherchée. Les avantages d'un tel moyen de mesure sont multiples. On n'est plus obligé de disposer d'un objet de référence tel qu'un mètre, la mesure est rapide même sur plusieurs mètres, et on peut, sans risque, mesurer des distances difficiles d'accès. Par exemple, on peut facilement relever la hauteur d'un plafond.[11]

Avant de commencer tout travail, il convient de se fixer un cahier des charges afin de cerner précisément les objectifs, dont voici la liste :

- mesurer une distance de l'ordre de quelques mètres ;
- réaliser un télémètre portatif alimenté par une pile 9V ;
- afficher directement cette distance, en cm, sur trois chiffres. [11]

### I.6.1 Structure adoptée

Les objectifs étant fixés, ils avez donc établi la structure générale de leur télémètre. Cette structure est modulaire, afin de la rendre aussi claire que possible. Du fonctionnement du télémètre se dégagent trois modules : un module d'émission, un module de réception et un module qui permet d'afficher la distance mesurée. De plus, un module de commande interagissant avec les trois autres est nécessaire pour contrôler le fonctionnement de l'ensemble du télémètre.[11].

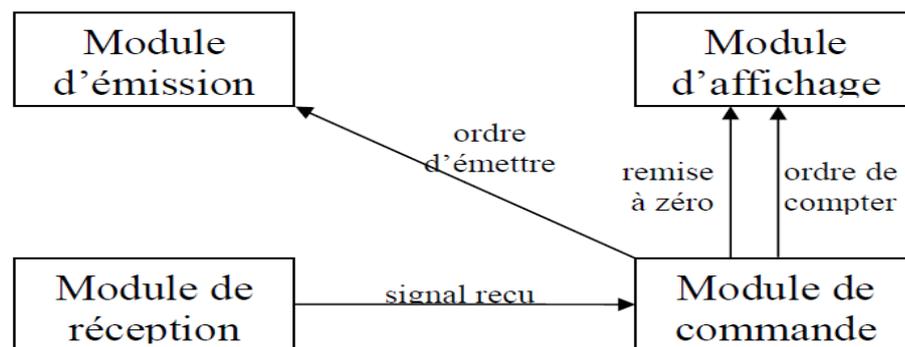


Figure I. 5 : Schéma synoptique du télémètre à ultrasons.[10]

## I.7 Représentation synoptique du télémètre proposé :

Le télémètre est basé sur quatre modules :

### I.7.1 Module d'émission :

#### I.7.1.1 L'horloge à 40 kHz

Une solution simple pour générer un signal de 40 kHz est d'utiliser un NE555 qui permet dans une configuration donnée (figure I.6) de fournir un signal créneau. Il est alimenté en 9V (tension de la pile) et les valeurs des résistances et du condensateur permettent de fixer la fréquence et le rapport cyclique. ( $f=1.44/(R_a+2R_b)*C$  et  $R_a/(R_a+2R_b)$ ) Si  $R_b \gg R_a$  alors le rapport cyclique est proche de 0.5, ce qui permet d'avoir l'amplitude du fondamental maximale (seul pris en compte par la paire de transducteurs). En outre, l'utilisation d'un potentiomètre pour  $R_b$  permet d'ajuster précisément la valeur de la fréquence, afin d'être très exactement à la fréquence de résonance de la paire de transducteur. Ils avez donc choisi les valeurs suivantes :

$C=82\text{pF}$  ;  $R_a=1.5\text{ k}\Omega$  ;  $R_b=150\text{k}\Omega+\text{potentiomètre de }10\text{k}\Omega$ .

Enfin le NE555 possède une entrée reset qui lorsqu'elle est à 1 autorise le signal d'horloge et lorsqu'elle est à 0 l'inhibe ce qui permettra de commander l'émission.[11]

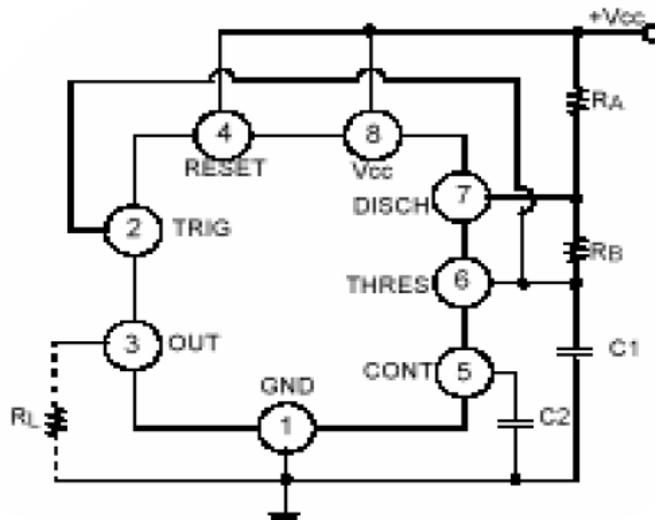


Figure I. 6.circuit horloge de module émission .[11]

### I.7.1.2 La transmission de puissance à l'émetteur.

Dans un premier temps, ils ont alimenté l'émetteur directement avec le signal d'horloge générée par le NE555. Deux problèmes se sont opposés à l'utilisation de cette solution :

- Le transducteur se comporte comme un circuit RLC série et donc perturbe le signal d'horloge, ce qui est néanmoins peu contraignant.
- La puissance transmise au transducteur est faible, ce qui est très contraignant car c'est ce qui va principalement limiter la portée du télémètre.

Finalement, ils ont opté pour l'utilisation d'un doubleur de tension (figure I.7 ). Au lieu d'avoir 9V d'amplitude crête à crête, il y a 18V.[11]

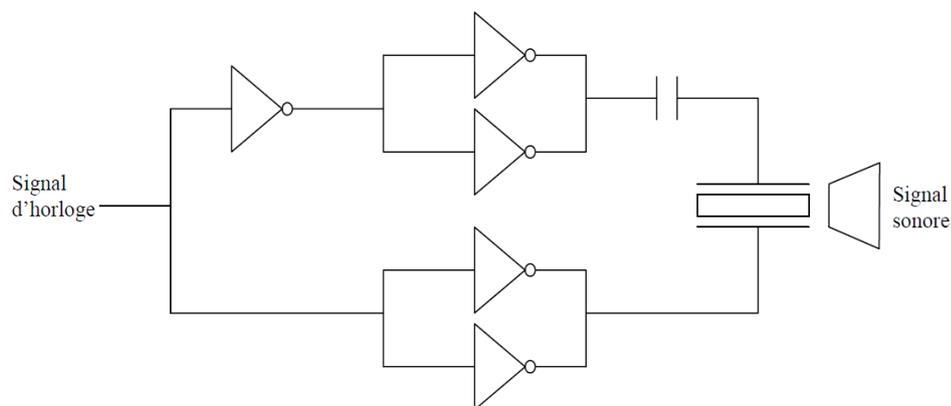


Figure I.7 .circuit de NE555.[11]

Le module d'émission se résume donc au schéma de principe suivant.

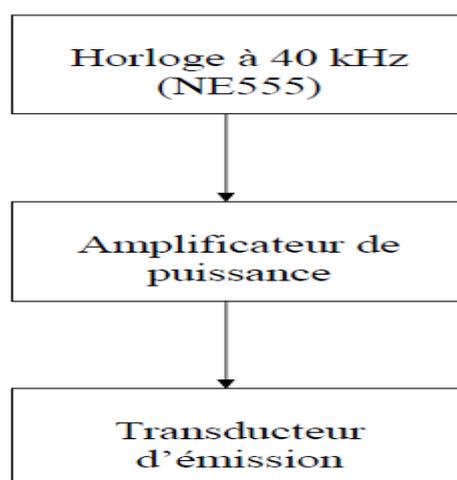


Figure I.8 .logigramme de module émission .[11]

### I.7.2 Le module de réception

La paire de transducteurs est sélective, le signal reçu est donc une sinusoïde de fréquence 40kHz : ce n'est plus un signal logique. Il va donc falloir procéder, dans le module de réception,

à une conversion analogique/numérique. [11].

### I.7.2.1 Nécessité d'une masse virtuelle

Pour mener à bien cette conversion, ils ont choisi d'utiliser des amplificateurs opérationnels. Il faut donc une alimentation en  $+V_{cc}$  et  $-V_{cc}$ , or nous disposons uniquement d'une pile de 9V. La solution retenue est d'établir un point de potentiel à 4,5V. Pour se faire, ils ont monté un pont diviseur de tension avec deux résistances de  $1\text{ M}\Omega$  (pour limiter la perte de puissance par effet Joule) dont le potentiel milieu (4,5 V), d'où il ne doit sortir aucun courant, est connecté à l'entrée + d'un AO monté en suiveur (figure I.9). La sortie de l'AO est donc à 4,5 V avec une résistance interne très faible. En alimentant les AO en 0-9 V et en traitant ce signal par rapport à la masse virtuelle, tout ce passe comme si les AO étaient alimentés en  $-4,5\text{ V}$  et  $+4,5\text{ V}$  par rapport à celle-ci. Le transducteur récepteur a donc une de ses bornes connectée à la masse virtuelle.[11]

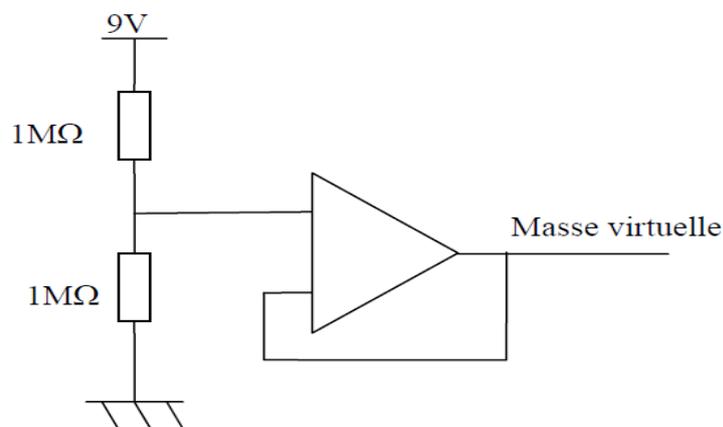


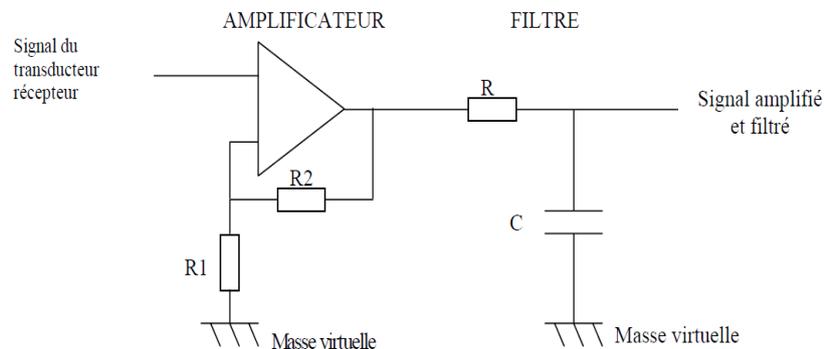
Figure I.9.circuit de masse virtuelle d'un module réception .[11]

### I.7.2.2 L'amplification et le filtrage

Le signal reçu est très faible, il faut donc l'amplifier pour pouvoir le distinguer du bruit parasite. Pour cela, ils ont utilisé un AO monté en amplificateur non inverseur. Pour avoir un gain de 100 on prend :  $R_2=150\text{ k}\Omega$  et  $R_1=1,5\text{ k}\Omega$ . Cependant pour avoir un gain de 100 à 40 kHz, il faut un AO dont le produit gain bande est supérieur à 4MHz, ils ont donc utilisé le LT1007 qui est de meilleure qualité que le TL081.

En outre, pour éliminer tous signaux parasites, ils ont décidé de filtrer le signal amplifié avec

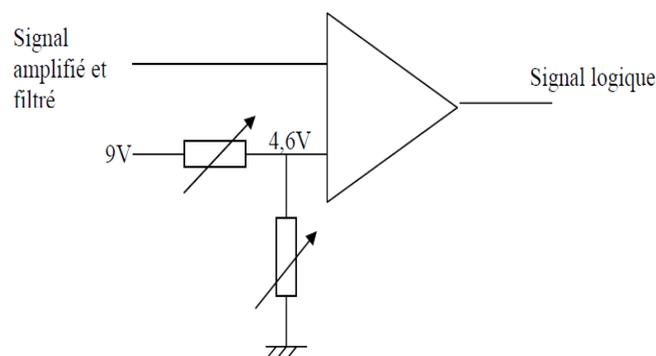
un simple pont R-C (figure I.10) dont la fréquence de cassure est juste supérieure à 40kHz.[11]



**Figure I.10.** circuit filtrage d'un module réception .[11]

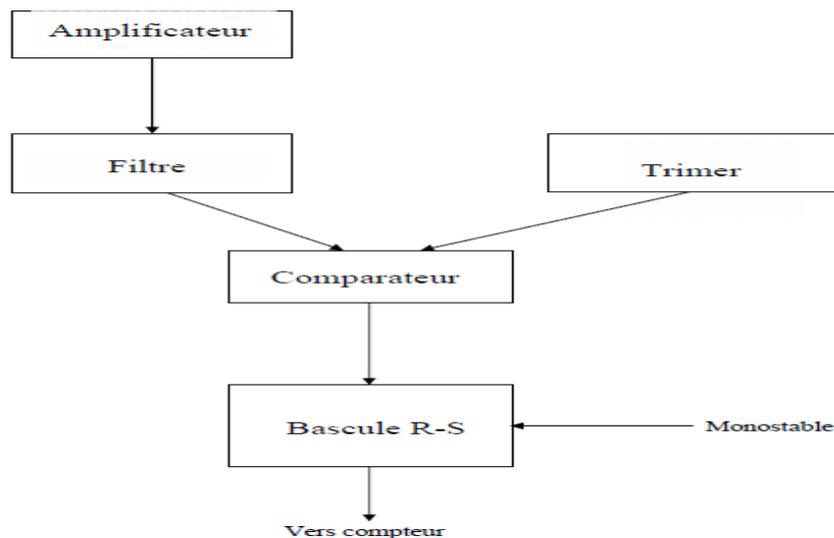
### I.7.2.3 Conversion analogique-numérique

C'est un comparateur qui convertit le signal analogique en signal tout ou rien (figure I.11). Ils ont utilisé un AO (de qualité moyenne), un TL081. Sur l'entrée +, ils ont mis le signal. Sur l'entrée -, ils ont fixé un seuil de tension (à l'aide d'un trimmer) juste au-dessus de la masse virtuelle, par exemple à 4,6 V. Ainsi, lorsque le signal est supérieur à 4,6 V, l'AO sature à +4,5 V par rapport à la masse virtuelle, et donc à 9 V par rapport à la masse réelle (c'est le niveau logique 1). Par contre, lorsque le signal est inférieur à 4,6 V, l'AO sature à -4,5 V par rapport à la masse virtuelle, et donc à 0 V par rapport à la masse réelle (c'est le niveau logique 0). Plus le seuil est proche de 4,5 V, plus la réception est sensible, mais moins elle est fiable. Un ajustement du trimmer sera nécessaire pendant la phase de réglage.[11]



**Figure I.11.** circuit d'un conversion analogique numérique .[11]

Avec ce qui précède, lorsqu'un signal est reçu, on obtient un niveau logique à 1 mais celui-ci est instable. En effet, le signal passe successivement au-dessus et en dessous du seuil. Il faut donc stabiliser le niveau logique à 1. Pour cela ils ont utilisé une bascule R-S qui donne une sortie constante dès le premier niveau logique 1 détecté en entrée. (Il y a mémorisation quand l'entrée repasse à zéro) Finalement, le module de réception se résume au schéma de principe suivant :



**Figure I.12.**logigramme de principe module réception .[11]

En conclusion, avec une structure simple constituée de composants d'utilisation facile, ce module de réception réalise une conversion analogique/numérique. Les tests pratiques ont démontré que sa simplicité lui procurait une grande fiabilité.[11]

### **I.7.3 Le module d'affichage**

La fonction de ce module est d'afficher le résultat de la mesure. Il reçoit en entrée un signal de l'automate qui passe au niveau haut au début de l'émission et qui retourne à l'état bas lors de la réception de l'écho.[11]

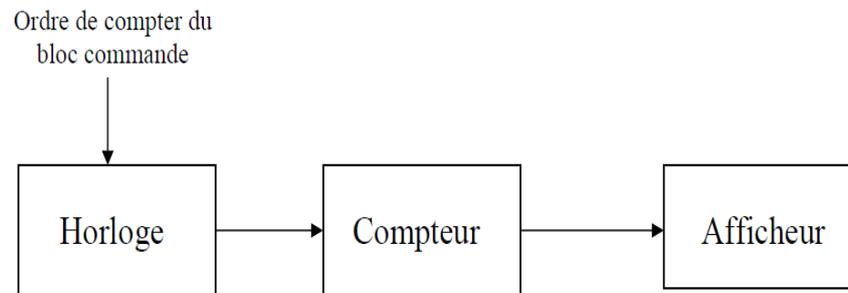
#### **I.7.3.1 Nécessité de compter à 17,05 kHz**

Le principe utilisé est l'incrémentement d'un compteur tous les deux centimètres par courus par la salve d'ultrasons, ce qui correspond à un centimètre dans le sens aller et un centimètre dans le sens retour. Etant donnée la vitesse de propagation des ultrasons, ils ont déduit la fréquence d'incrémentement du compteur :  $f=1/T=v/(2d)$  avec  $d=1$  cm et  $v=341$  m/s.

Numériquement,  $f=17.05$  kHz.

peut noter qu'on suppose constante la valeur de  $v$ , alors qu'elle dépend du milieu de propagation (de sa masse volumique, de la pression, de la température).

Le module se décompose donc en trois sous-parties : une horloge, un compteur, et un afficheur.[11]



**Figure I.13.**schéma bloc de module affichage .[11]

### I.7.3.2 La réalisation

L'afficheur était fourni. Il se compose de trois afficheurs sept segments commandés par trois convertisseurs BCD/7 segments. Ce compteur doit donc fournir à ces convertisseurs les trois chiffres de la valeur à afficher codés en BCD : chaque chiffre est donc codé sur 4 bits.

Pour réaliser le compteur ils ont utilisé trois compteurs décimaux. Ils ont effectué une mise en cascade asynchrone : l'horloge du compteur des unités est ce horloge, l'horloge du compteur des dizaines provient d'une sortie du compteur des unités qui passe à 1 quand celui-ci revient à 0, et de même pour le compteur des centaines.

L'horloge à 17.05 kHz est produite par un circuit astable NE555, dont le fonctionnement est identique à celui qui crée le signal d'émission à 40 kHz .

doit compter uniquement lorsque le signal fourni par le module commande est à l'état haut. Pour cela, il a connecté ce signal à l'entrée Reset du NE555, ce qui fait que les fronts d'horloge ne sont pas produit quand il ne doit pas compter.[11]

### I.7.4 Le module de commande

La fonction du bloc commande est de gérer le fonctionnement global du télémètre. Il interagit donc avec les modules de la partie opérative du système, le module d'émission et le module de réception, et avec le bloc d'affichage. Il leur fournit des signaux de commande et reçoit de leur part des informations sur le déroulement du cycle de mesure, que ils détaillent ci-dessous.[11].

### **I.7.4.1 Déroulement du cycle de mesure**

Lors d'une demande de mesure par l'utilisateur, le compteur est remis à zéro et lancé, et, simultanément, l'émetteur envoie une salve d'ultrasons d'une durée de 0.26 ms. Le compteur est arrêté dès réception de l'écho. Cependant, immédiatement après l'émission, le récepteur capte le signal émis, qui peut être pris pour le retour de l'écho. Or, ce signal ne doit pas déclencher l'arrêt du compteur, c'est pourquoi pendant une durée de 0.68 ms après le début du cycle, l'arrêt du compteur ne peut se faire, même si le récepteur capte un signal. Dans le cas où aucun écho n'est reçu, le compteur ne s'arrête pas, mais est de toute façon remis à zéro lors d'une nouvelle demande de mesure.[11]

### **I.8 La vitesse du son**

Est mesurée dans les matériaux suivants : granite, grès, calcaire, air, et eau. Suivant les matériaux. Le son est une onde, créée par la vibration d'un objet. Il se propage donc sous forme d'ondes, dans un milieu qui permet cette propagation. Par exemple, dans l'air, le son se propage grâce à une variation de pression : la compression se déplace au milieu des molécules d'air.

La vitesse de déplacement des ondes sonores varie en fonction du milieu : dans l'air, le son se propage à la vitesse de 344 mètres par seconde (soit environ 1 kilomètre en 3 secondes), tandis que dans l'eau il avance à 1482 mètres par seconde, et dans l'acier à plus de 5 kilomètres à la seconde.[19]

### **I.9 Principe de télémètre à ultrason :**

Le principe du télémètre à ultrasons est de mesurer la distance d'un objet, plus ou moins lointain, en utilisant les propriétés de propagation d'onde ultra sonore. Cet appareil est un capteur actif qui émet une salve d'ultrasons et qui attend le retour d'un écho. Le temps d'attente est proportionnel à la distance parcourue par le son, soit un aller-retour, selon la relation :

$d = c \cdot t$  où  $d$  = distance parcourue ;  $c$  = célérité ;  $t$  = temps mis par l'onde pour parcourir l'aller et le retour. Suite à cela, nous pouvons d'ores et déjà soulever deux problèmes. Le premier est que compte tenu de l'aller-retour parcouru par l'ultrason, la distance calculée est alors deux fois celle attendue. Il faudra alors penser à diviser cette dernière en deux. Deuxièmes, la vitesse du son dans l'air est d'environ 344m/s à une température  $t = 20^{\circ}\text{C}$ , et dépend de la température du milieu. Pour faciliter notre projet nous avons décidé de considérer notre milieu

à une température de 20°C. Néanmoins, nous aurions pu intégrer un thermomètre dans le télémètre. Les conditions optées par le groupe sont donc un milieu homogène et transparent, à une température de 20°C et une pression de 1013hPa.[7]

### **I.10.Conclusion**

Nous avons présenté dans ce chapitre la description générale sur les télémètres et signaux ultrasons, ainsi leur principe de fonctionnement, Ensuite nous avons fait application et Représentation synoptique du télémètre

***CHAPITRE II***  
***GENERALITES SUR***  
***LES CAPTEURS***  
***ULTRASONS***

## II.1 Capteur :

Le capteur est un dispositif qui convertit une quantité physique d'entrée appelée échelle en Une quantité de sortie de signal électrique.[8]

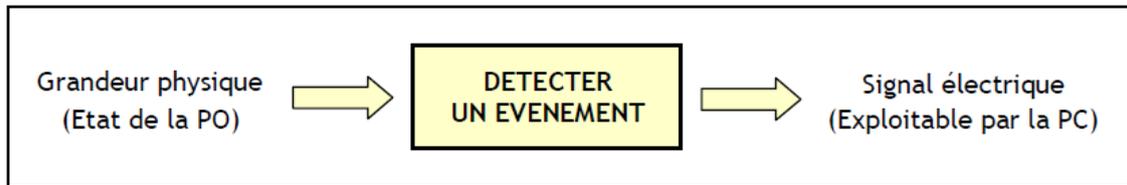


Figure II.1.rôle générale d'un capteur. [5]

## II.2 Caractéristiques d'un capteur :

### L'étendue de la mesure :

C'est la différence entre le plus petit signal détecté et le plus grand signal perçu sans risque d'endommager le capteur.[5]

### La fidélité :

Le capteur est dit fidèle si le signal qu'il émet en sortie ne change pas dans le temps pour une série de mesures liées à la même valeur de la grandeur physique de l'entrée. Distinguer l'effet du vieillissement.[5]

### Le temps de réponse :

C'est le temps de réaction du capteur entre le contraste de la grandeur physique qu'il mesure et le moment où l'information est prise en compte par la partie contrôle. [5]

## II.3 Les différents types de capteurs :

### II.3.1 Capteurs actifs :

Le capteur actif agit comme un générateur, et en général il dépend en principe de l'effet physique, qui assure la conversion en énergie électrique de la forme d'énergie en quantité physique à échantillonner, ou en énergie thermique, mécanique ou de rayonnement.

Les effets physiques les plus rencontrés en instrumentation sont :

Effet thermoélectrique : Un circuit formé de deux conducteurs de nature chimique différente, dont les jonctions sont à des températures  $T_1$  et  $T_2$ , est le siège d'une force électromotrice d'origine thermique ( $T_1, T_2$ ).

Effet piézo-électrique : L'application d'une contrainte mécanique à certains matériaux dits piézo-électriques (le quartz par exemple) entraîne l'apparition d'une déformation et d'une même charge électrique de signe différent sur les faces opposées.

Effet d'induction électromagnétique : La variation du flux d'induction magnétique dans un circuit électrique induit une tension électrique (détection de passage d'un objet métallique).

Effet photo-électrique : La libération de charges électriques dans la matière sous l'influence d'un rayonnement lumineux ou plus généralement d'une onde électromagnétique.

Effet Hall : Un champ magnétique  $B$  et un courant électrique  $I$  créent dans le matériau une différence de potentiel  $U_H$ .

Effet photovoltaïque : Des électrons et des trous sont libérés au voisinage d'une jonction PN illuminée, leur déplacement modifie la tension à ses bornes. [12]

**Tableau .II.1 :** Grandeurs d'entrée et de sortie et effet utilisé pour les capteurs actifs. [12]

Grandeur physique mesurée	Effet utilisé	Grandeur de sortie
Température	Thermoélectricité	Tension
Flux de rayonnement optique	Photoémission	Courant
	Effet photovoltaïque	Tension
	Effet photo-électrique	Tension
Force	Piézo-électricité	Charge Electrique
Pression		
Accélération	Induction électromagnétique	Tension
Vitesse		
Courant	Effet Hall	Tension

### II.3.2 Capteurs passifs :

Il s'agit généralement d'impédance dont l'un des paramètres déterminants est sensible à la grandeur mesurée. La variation d'impédance résulte :

Soit d'une variation de dimension du capteur, c'est le principe de fonctionnement d'un grand nombre de capteur de position, potentiomètre, inductance à noyaux mobile, condensateur à armature mobile.

Soit d'une déformation résultant de force ou de grandeur s'y ramenant, pression accélération (Armature de condensateur soumise à une différence de pression, jauge d'extensomètre liée à une structure déformable).[12]

**Tableau .II. 2 :** Type de matériau utilisé et caractéristique électrique des capteurs passifs.[12]

Grandeur mesurée	Caractéristique électrique	Type de matériau utilisé
Température	Résistivité	Métaux : platine, nickel, cuivre ...
Très basse température	Constante diélectrique	Verre
Flux de rayonnement optique	Résistivité	Semi-conducteur
Déformation	Résistivité	Alliage de Nickel, silicium dopé
	Perméabilité	Alliage ferromagnétique
Position (aimant)	Résistivité	Matériaux magnéto résistants : bismuth, antimoine d'indium

### II.4 Capteurs logiques (tout ou rien : tors) :

Les capteurs TOR fournissent des informations logiques, généralement sous la forme d'une connexion électrique qui se ferme ou s'ouvre en fonction de l'état du capteur.[5]

#### II.4.1 Capteurs avec contact :

Ce type de capteur est constitué d'un contact électrique qui s'ouvre ou se ferme lorsque l'objet à détecter est activé par contact avec un élément mobile dans le capteur (dispositif d'attaque).

Les gammes de ce type de capteur sont très diverses; Ils dépendent des problèmes que pose son utilisation.[5]

#### **II.4.2 Capteurs sans contact :**

Les capteurs sans contact ou de proximité détectent à distance et sans contact avec l'objet ils contrôlent sa position. Le contact électrique est alors ouvert ou fermé en fonction de la présence ou de l'absence d'un objet dans la zone sensible du capteur.

A l'inverse des capteurs avec contacts, les capteurs de proximité sont des détecteurs statiques (pas de pièce mobile) dont la durée de vie est indépendante du nombre de manœuvres. Ils ont aussi une très bonne tenue à l'environnement industriel (atmosphère polluante).

Le choix d'un détecteur de proximité dépend :

- De la nature du matériau constituant l'objet à détecter.
- De la distance de l'objet à détecter.
- des dimensions de l'emplacement disponible pour implanter le détecteur.[5]

##### **II.4.2.1 Capteurs inductifs :**

La technologie des capteurs de proximité inductifs est basée sur la variation du champ magnétique à l'approche d'un objet transportant du courant électrique. Ils ne sont utilisés que pour détecter les éléments métalliques dans les machines-outils, la transformation des aliments, la robotique, les machines, les applications de manutention, d'assemblage et de transport. [5]

##### **II.4.2.2 Capteurs capacitifs :**

La technologie des détecteurs de proximité capacitifs est basée sur la variation d'un champ électrique à l'approche d'un objet quelconque. Ils permettent de détecter tout type d'objet dans les domaines de l'agro-alimentaire, de la chimie, de la transformation des matières plastiques, du bois et des matériaux de construction.[5]

##### **II.4.2.3 Capteurs magnétiques :**

Un interrupteur à lame souple (I.L.S.) est constitué d'un boîtier à l'intérieur duquel est placé un contact électrique métallique souple sensible aux champs magnétiques. Il permet de détecter tous les matériaux magnétiques dans le domaine de la domotique pour la détection de fermeture de portes et fenêtres et le domaine pneumatique pour la détection de la position d'un vérin, etc.[5]

### **II.4.3 Capteurs Photoélectriques à distance :**

Les cellules photoélectriques permettent de détecter sans contact tous les matériaux opaques (non transparents), conducteurs d'électricité ou non. Ce type de capteurs se compose essentiellement d'un émetteur de lumière associé à un récepteur photosensible.[5]

### **II.5 Capteur de température**

Les capteurs de température d'un véhicule sont des composants ayant un rôle très important dans le contrôle de la pollution et de la consommation de carburant.[13]

### **II.6 Capteur de vitesse**

Le marché du capteur de vitesse est en pleine croissance. Aujourd'hui plus de 90 % des véhicules en circulation disposent de capteurs de vitesse de roues. Un véhicule contient entre deux et quatre capteurs de ce type, dans la plupart des cas montés en face du roulement. 100 % des roulements de 3ème génération sont équipés de cette technologie nécessitant la présence de 4 capteurs par véhicule.[18]

### **II.7 Capteur optiques**

Les capteurs optiques sont les capteurs qui convertissent le signal des ondes lumineuses (de l'ultraviolet à l'infrarouge) en signal électrique.

Ils sont omniprésents dans la société d'aujourd'hui. Ses utilités sont diverses et on peut les présenter en quatre grandes classes :

Les capteurs d'images les photodiodes, etc. sont très couramment utilisés dans la vie quotidienne aujourd'hui.

Les capteurs pour la recherche sont très variés, ils doivent être spécialement conçu pour certaines applications.

Les capteurs industriels (capteurs photorésistance, photomultiplicateur...) dans les domaines techniques qui correspondent au besoin notamment de l'automatisation des procédés.

Les capteurs militaires utilisés dans la détection, la reconnaissance et l'observation aussi bien dans le domaine du spatial que de l'armée de terre (infanterie) ou de la marine.[33]

### **II.8 Capteur ultrason**

On principe de fonctionnement repose comme son nom l'indique sur l'utilisation des ultrasons. Ce sont des ondes acoustiques dont la fréquence est trop élevée pour être audible par l'être humain. Ici, on mesurera un niveau grâce au capteur ultrasonique. On peut utiliser

d'autres moyens (la pression hydrostatique exercée par le fluide par exemple) pour déterminer le niveau d'un produit dans une cuve, mais la mesure de niveau par ultrasons permet d'effectuer une mesure sans contact avec le produit.[6]



**Figure II.2 :** capteur ultrason. [9]

## II.8.1 Etude du fonctionnement du capteur :

### II.8.1.1 Principe de fonctionnement :

L'émetteur et le destinataire sont situés dans le même boîtier.

L'émetteur envoie une série d'ondes qui sont réfléchies vers l'objet à détecter puis renvoyées à la source. Le temps nécessaire pour aller et venir permet de déterminer la distance de l'objet par rapport à la source. Plus l'objet est long, plus il faut de temps pour que le signal revienne.

Pour détecter le niveau (la distance  $d$ ), on utilise l'équation :

$$v = d / t \quad \text{donc} \quad d = v \cdot t$$

**Tel que :**

$t$  : est le temps vu au dessus entre le début de l'émission et le début de la réception

$v$  : est la vitesse du son qui est de 330 m.s<sup>-1</sup>. [6]

### II.8.1.2 Facteurs d'influence

le capteur ultrasonique comporte certains inconvénients :

Il est très vite inopérant lorsqu'il y a présence d'échos parasites, en présence de poussière ou encore lorsque le niveau mesuré se trouve dans un endroit trop étroit.

Aucune opération n'est possible dans le vide.

Il y a une zone que l'on appelle zone morte et qui correspond à la distance minimum que doit

avoir le niveau à détecter par rapport au capteur pour que celui-ci fonctionne correctement.[6]

### **II.8.1.3 Utilisation industrielle :**

Dans l'usine de traitement de l'aluminium, la bobine d'aluminium laminée est desserrée sur le dérouleur avant le traitement de surface. Pour maintenir une certaine tension de maillage, la broche de la broche est retenue pendant que la canette est vidée. Cependant, la force de ce freinage doit être régulée en fonction du diamètre de la poulie pour que le couple 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. [6]

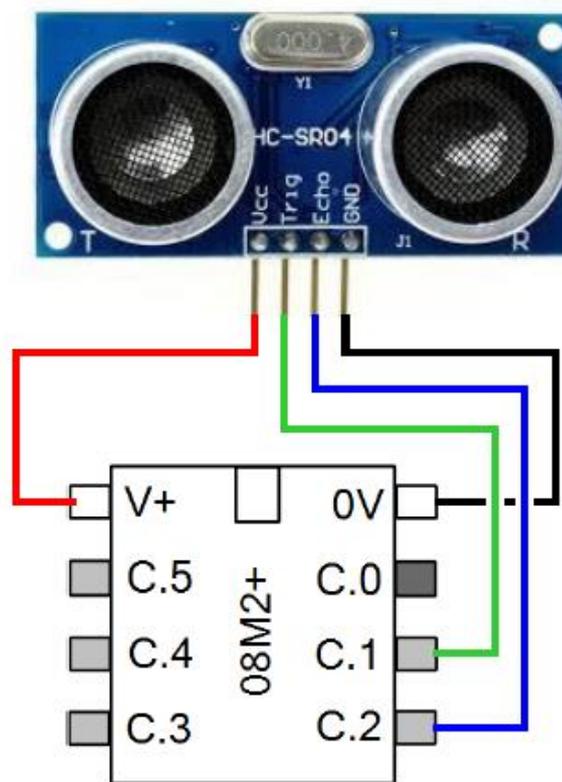
### **II.8.4 HC-SR04 :**

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. [22]

#### **II.8.4.1 Caractéristiques. [22] :**

- 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 µs (Trigger Input Pulse width)

#### **II.8.4.2 Branchement :**



**Figure. II.3** .branchement HC-SR04 avec PICAXE. [22]

Le branchement du capteur HC-SR04 sur un microcontrôleur PICAXE est des plus simples (le schéma ci-contre illustre l'utilisation d'un circuit 08 M 2).

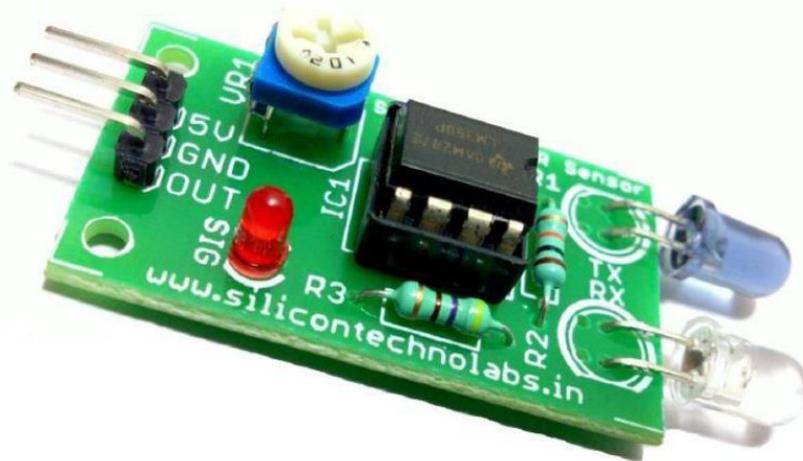
Si les deux éléments sont alimentés en 5 V (ou 4.5 V), il suffit de relier les bornes d'alimentations +/- entre elles.

L'entrée "Trig" du capteur doit être reliée à une sortie du PICAXE.

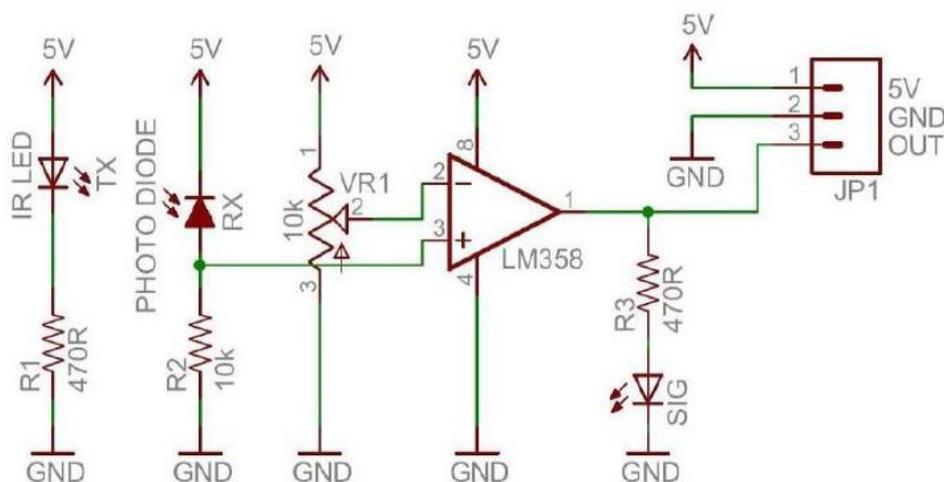
Quant à la sortie "Echo" du capteur, il faut la relier à une entrée du PICAXE qui peut aussi être programmée en sortie si on désire mettre en œuvre l'exemple 2 de programme ci-dessous.[22]

### **II.9 Capteur de distance Infrarouge pour Arduino :**

Le capteur infrarouge permet de réceptionner les signaux émis par une télécommande infrarouge. Ce capteur est directement relié à la carte Arduino afin de traiter les signaux reçus. IL est composé d'une diode infrarouge (émetteur) et d'une photodiode (récepteur). [1]



**Figure II.4.** Module du capteur à distance infrarouge. [1]



**Figure II.5.** Schéma du capteur à distance infrarouge. [1]

VCC : Tension externe de 3.3V-5V.

GND : GND Externe.

OUT : Interfaces de sortie numérique de petite carte (0 et 1).

### II.9.1 Caractéristiques :

Distance de détection : de 2 à 30 cm.

- ❖ Angle de détection : 35 °.
- ❖ Poids (kg) : 0.034.
- ❖ Dimensions : 3.1 cm \* 1.5 cm
- ❖ Alimentation ou la tension de fonctionnement : 3.3 – 5 V.

- ❖ OUT : interface de sortie numérique de la carte (0 si détection, et 1 si aucune détection).

Il est à noter que lors du branchement, une LED verte s'allume sur le capteur si un obstacle est détecté. Celle-ci permet de savoir si votre capteur est en état de fonctionnement ou non. La distance de détection peut être ajustée à l'aide d'un potentiomètre disponible sur le capteur.

[1]

## II.9.2 Emetteur et récepteur infrarouge :

### II.9.2.1 Infrarouge :

L'émission et la réception d'un faisceau infrarouge sont réalisés avec une longueur d'onde supérieure à celle de la lumière visible (950nm), les faisceaux IR sont invisibles à l'œil. [1]



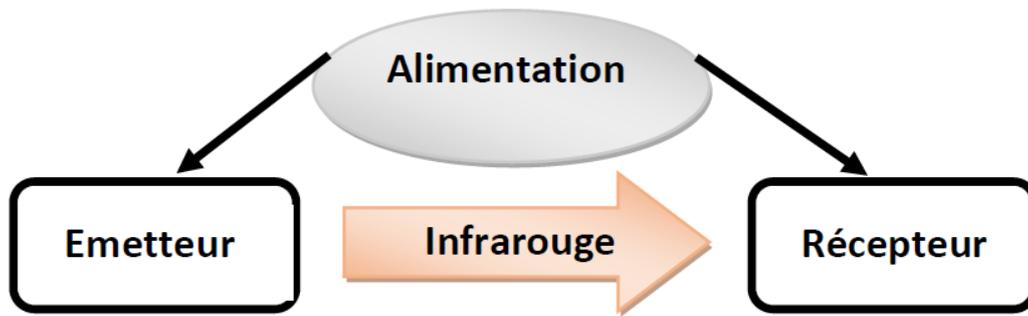
Figure II.6. Spectre de la lumière visible. [1]

### II.9.2.2 Emetteur / récepteur :

Un système de détection infrarouge.

Ce système est composé de deux parties essentielles : une partie d'émission et la deuxième partie celle de la réception comme l'illustre le schéma ci-dessous.

L'émetteur permet la génération d'un faisceau lumineux infrarouge tandis que le récepteur permet l'identification de la liaison optoélectronique avec l'émetteur à travers l'allumage d'une LED témoin, le franchissement de la barrière se traduit par la coupure du faisceau entre l'émetteur et le récepteur et par la suite la LED témoin s'éteint. [24]



**Figure II.7.** Schéma d'un émetteur-récepteur. [24]

## II.10 Définition du module Arduino :

Le module Arduino est un circuit imprimé en matériel libre, issu du travail d'une équipe d'enseignants et d'étudiants de l'école de Désigne d'interaction d'ivrea, 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.

Les projets Arduino peuvent être autonomes, comme ils peuvent communiquer avec d'autres logiciels installés sur l'ordinateur tel que Flash, processing ou MaxMPS, Matlab. [16]

### II.10.1 La carte Arduino Mega 2560 :

La carte Arduino Mega 2560 est une carte à microcontrôleur basée sur un ATmega2560. Cette carte dispose :

- De 54 broches numériques d'entrées/sorties (dont 14 peuvent être utilisées en sorties PWM (MLI : Modulation de largeur d'impulsion)).
- De 16 entrées analogiques (qui peuvent être utilisées en broches entrées/sorties numériques).
- De 4 UART (port série matériel).
- D'un quartz de 16Mhz.
- D'une connexion USB.
- D'un connecteur d'alimentation jack.
- D'un connecteur ICSP (programmation "in-circuit").
- D'un bouton de réinitialisation (reset).

Elle contient tout ce qui est nécessaire pour le fonctionnement du microcontrôleur ; Pour pouvoir l'utiliser, il suffit simplement de la connecter à un ordinateur à l'aide d'un câble USB (ou de l'alimenter avec un adaptateur secteur ou une pile, mais ceci n'est pas indispensable l'alimentation étant fournie par le port USB). La carte Arduino Mega 2560 est compatible avec les circuits imprimés prévus pour les cartes Arduino Uno.[16]

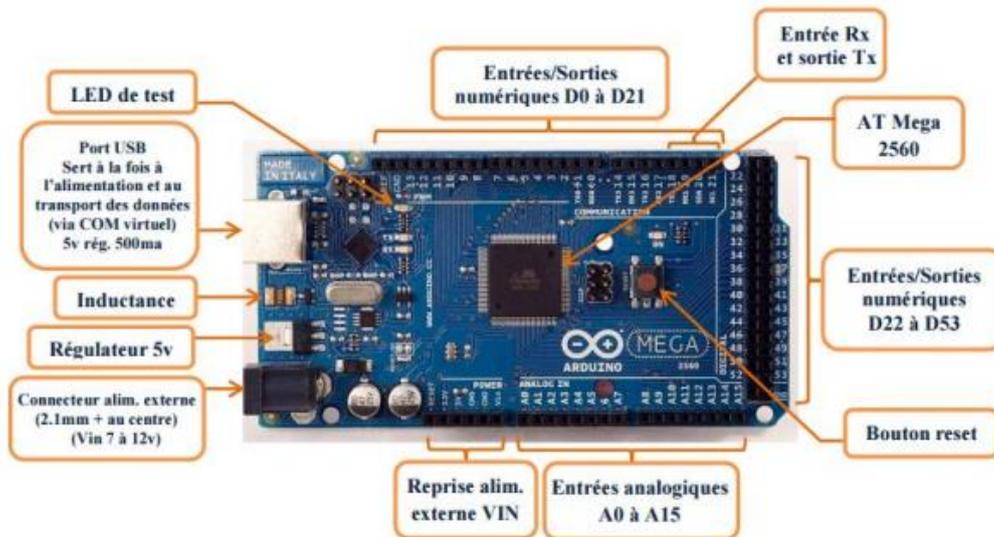


Figure II.8. Description de la carte Arduino MEGA 2560. [16]

### II.10.2 La carte Arduino Nano :

La carte Arduino Nano est basée sur ATmega328 cadencée à 16 MHz. Sa mémoire de 32 Ko et son grand nombre de ports d'E / S rendent ce circuit compatible DIL30 idéal pour les systèmes embarqués ou pour les applications robotiques nécessitant le multitâche. Nano 3.0 peut être programmé avec le logiciel Arduino. La console ATmega328 dispose d'un bootloader qui vous permet de modifier le programme sans passer par un programmeur . [17]

#### II.10.2.1 Caractéristiques principales

- Alimentation via port USB ou 5 Vcc réglée sur broche 27 ou 6 à 20 V non réglée sur broche 30
- Microprocesseur: ATmega328
- Mémoire flash: 32 kB
- Mémoire SRAM: 2 kB
- mémoire EEPROM: 1 kB
- 14 broches d'E/S dont 6 PWM
- 8 entrées analogiques 10 bits
- intensité par E/S: 40 mA
- cadencement: 16 MHz
- bus série, I2C et SPI

- gestion des interruptions
- fiche USB: mini-USB B
- boîtier DIL30
- dimensions: 45 x 18 x 18 mm. [17]

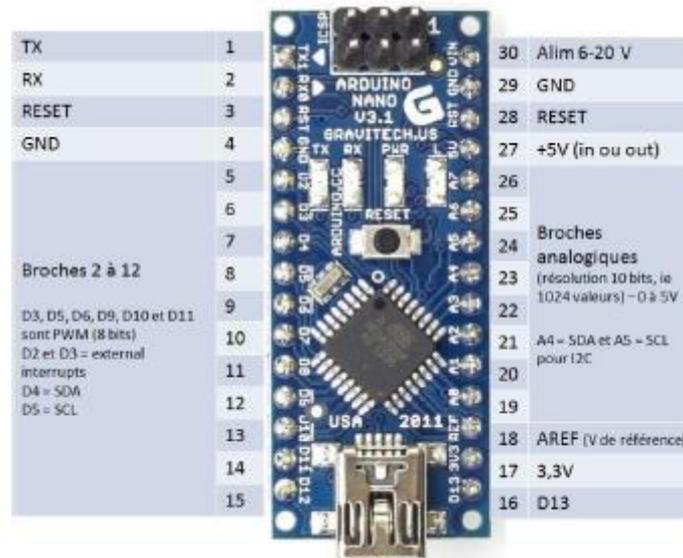


Figure II.9.Arduino nano.[17]

### II.10.3 La carte Arduino UNO

C'est une carte électronique basée sur le microcontrôleur ATmega du fabricant ATMEL, Le système Arduino donne la possibilité d'allier les performances de la programmation à celles de l'électronique. Plus précisément, pour programmer des systèmes électroniques.

Dans notre projet nous utiliserons La carte Arduino UNO, est un microcontrôleur ATmega 328 programmable permettant de faire fonctionner des composants (moteur, LED...). Elle possède des «ports» permettant par exemple de se connecter à un ordinateur ou de s'alimenter. [20]



Figure II.10. La carte Arduino UNO.[15]

### II.10.3.1 Caractéristiques de la carte Arduino UNO :

Tableaux. II.3 : Caractéristiques de la carte Arduino UNO .[15]

Microcontrôleur	ATmega328
Tension d'alimentation interne	5V
Tension d'alimentation (recommandée)	7 à 12V, limites = 6 à 20 V
Entrées/sorties numériques	14 dont 6 sorties PWM
Entrées analogiques	6
Courant max par broches E/S	40 mA
Courant max sur sortie 3,3V	50mA
Mémoire Flash	32 KB dont 0.5 KB utilisée par le bootloader
Mémoire SRAM	2 KB
Mémoire EEPROM	1 KB
Fréquence horloge	16 MHz

### II.10.3.2 Avantage de la carte Arduino UNO :

Il existe de nombreuses cartes électroniques basées sur des plates-formes 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 par rapport 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.

Le logiciel est 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 Le compléter et l'améliorer. Même des utilisateurs relativement inexpérimentés.

La version de la carte de test peut être fabriquée à partir de la carte Arduino, dont le but est Comprendre comment cela fonctionne pour réduire les coûts. [14]

## **II.11.Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons parlés sur les capteurs en générale, puis les différents type de carte arduino Nous avons aussi donné le principe et quelques exemples des capteurs optiques qu'on va les utiliser dans nos circuits électroniques de capteurs hc-sr04.

***CHAPITRE III***

***CONCEPTION ET  
REALISATION DU  
CIRCUIT  
ELECTRONIQUE***

### **III.1 Introduction :**

Dans ce présent chapitre nous allons voir avec simulation et réalisation comment calculer la distance entre capteur et obstacle en utilisant une carte d'Arduino.

Dans ce chapitre on va présenter les deux logiciels Proteus et Fritzing ainsi le programmeur d'Arduino après nous allons entamer l'étude et la conception des différentes parties du circuit en commençant par citer tous le matériel utilisé dans notre circuit et donner la description de chaque matériel, puis réaliser notre circuit final à l'aide du logiciel proteus. La partie expérimentale sera présentée par le biais de Fritzing.[1]

### **III.2 Description générale des logiciels utilisés :**

#### **III.2.1 Proteus :**

Cette suite logicielle est très connue dans le domaine de l'électronique. Elle est utilisée dans de nombreuses entreprises et organismes de formation.

Proteus possède de nombreux avantages :

Pack contenant des logiciels faciles et rapides à comprendre et à utiliser

Support technique performant

Outil de création de prototype virtuel permettant de réduire les coûts matériels et logiciels lors de la conception d'un projet .[2]

#### **III.2.2 ISIS**

Le module ISIS de proteus est principalement utilisé pour éditer un schéma structurel d'un circuit électronique (assemblage de composants électroniques dont on fixe les valeurs et les références)

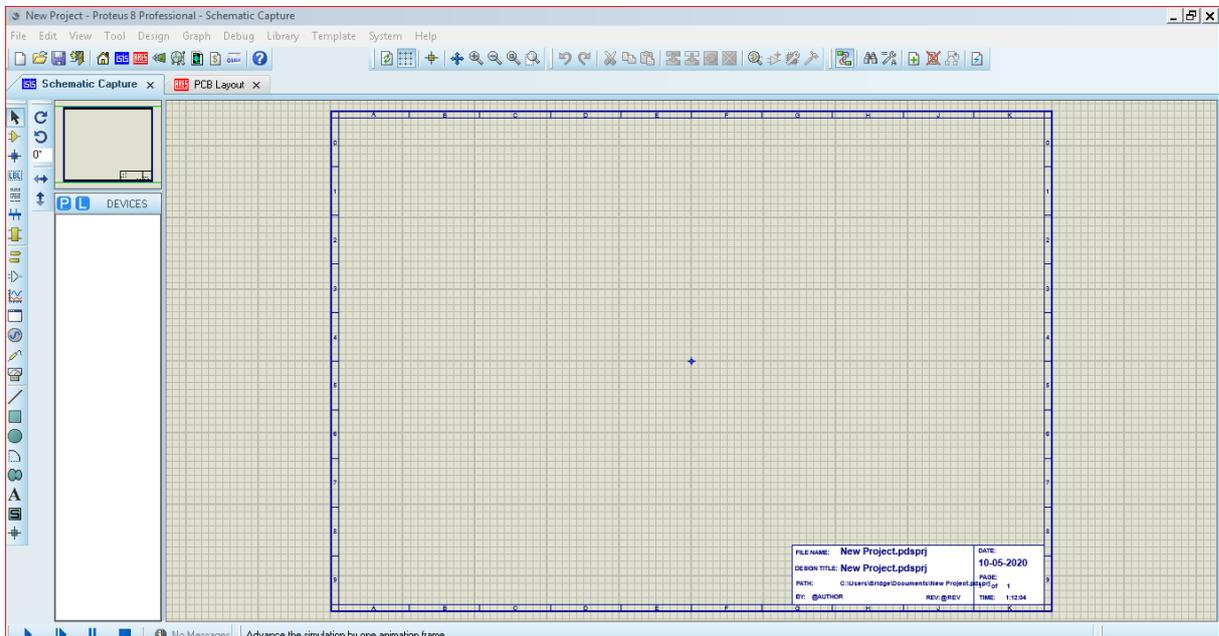
Reliés par des connexions électriques (fils). Par ailleurs, le logiciel permet également d'émuler les différents types de montage ce qui permet de détecter certaines erreurs dès l'étape de conception.

Indirectement, les circuits électroniques conçus grâce à ce logiciel peuvent être utilisés dans des documentations car le logiciel permet de contrôler la majorité de l'aspect graphique des circuits. La figure ci-dessous montre la fenêtre du module de simulation proteus ISIS.[2]

#### **III.2.3 ARES**

Le module ARES est un outil d'édition et de routage qui complète parfaitement ISIS. Un schéma électrique réalisé sur ISIS peut alors être importé facilement sur ARES pour réaliser le PCB de la carte électronique. Bien que l'édition d'un circuit imprimé soit plus efficace lorsqu'elle est réalisée manuellement, ce logiciel permet de placer automatiquement les

composants et de réaliser le routage automatiquement. la figure ci-dessous montre la fenêtre du module de simulation Proteus ARES.[2]

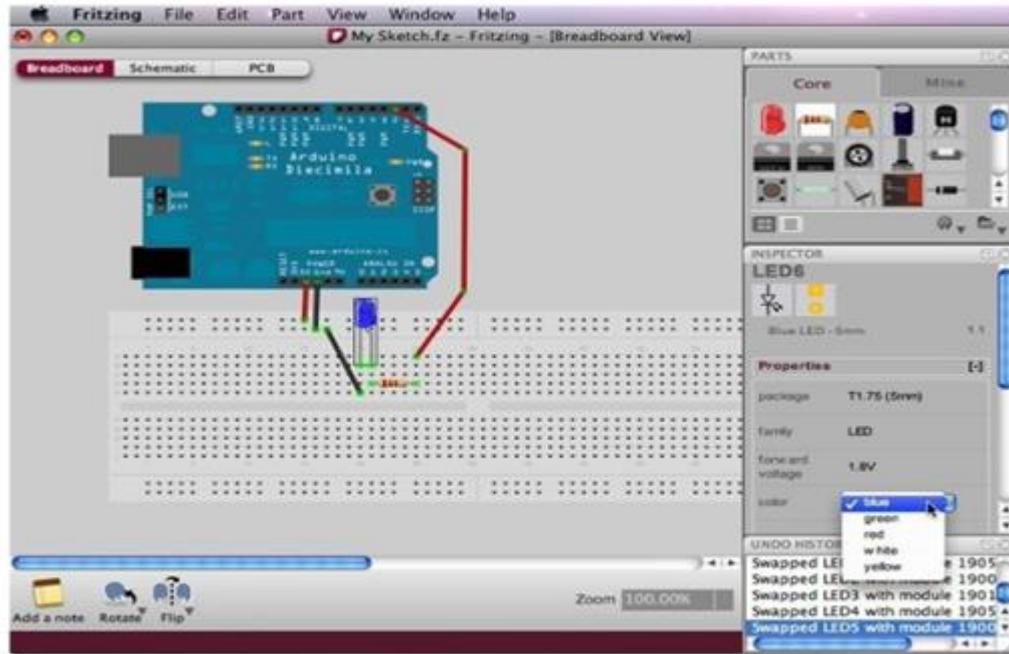


**Figure(III.1) : Proteus V8.0. ISIS et ARES.[1]**

### III.2.4 Fritzing :

Fritzing est un programme gratuit de conception de circuits imprimés qui vous permet de concevoir complètement le graphe de circuit et d'imprimer des illustrations [38-41]. L'offre de circuits imprimés de Fritzing vous permet de concevoir et d'exporter des circuits imprimés simple ou double face. Vous pouvez également exporter vos fichiers "Gerber" pour votre PCB et les envoyer à un service professionnel de fabrication de PCB. Lorsque vous vous familiariserez avec les outils et capacités de conception de Fritzing, la création de magnifiques circuits imprimés sera encore plus facile. Le programme s'améliore constamment pour rendre cette tâche plus facile. Gardez à l'esprit qu'un plantage est toujours possible ...Pour apprendre à utiliser les outils de conception de circuit imprimé de Fritzing, suivez les étapes et les conseils suivants.

1. La vue du circuit imprimé.
2. Organisation des composants sur la platine.
3. L'auto routage ; Routage manuel ; Recommandations pour un meilleur routage.
4. L'édition des pistes ; Les options d'exportation.[1]



Figure(III.2) : Exemple pour Construire un circuit.[1]

### III.3 Etude du circuit :

#### III.3.1 La carte arduino :

Arduino est une marque de couverture qui est physiquement libre d'utilisation Trouve un microcontrôleur qui peut être programmé pour l'analyse et la production Signaux électriques, afin d'effectuer une variété de tâches telles que Domotique (contrôle des appareils électroménagers - éclairage, chauffage, etc.), expérimentation Robot, informatique embarquée, etc. ...Programmer la carte Arduino, c'est donner des instructions au circuit intégré (le petit ordinateur qui est le cœur de la carte) pour qu'il traite les informations qu'il a fournies

Les capteurs envoient des informations aux actionneurs qui fonctionneront sur le monde physique. C'est une plate-forme qui repose sur une interface d'E / S simple. [21]

##### III.3.1.1 Les différents éléments qui composent la carte Arduino Uno :

###### a) Prise jack :

- Permet de brancher une alimentation (pile, batterie, adaptateur secteur).
- Porte USB : Il suffit simplement de connecter la carte à un ordinateur.

###### b) Microcontrôleur :

le cœur de la carte d'Arduino qui permet de stocker le programme et de l'exécuter.

**c) 6 entrées analogiques :**

- Permet de brancher des capteurs et des détecteurs analogiques.
- Ces six entrées peuvent admettre 1024 valeurs analogiques comprises entre 0 et 5 Volts.

**d) 14 entrées et sorties numériques (digital) :** sont connectées à +5 volts ou à la masse ; ils ont deux actions de connecteurs :

- brancher des actionneurs.
- brancher des détecteurs.

**e) Un cristal à 16 MHz :**

C'est horloge de l'Arduino, il cadence son fonctionnement.

**f) Un en-tête ICSP :**

Permet à l'Arduino de communiquer avec des composants externes via le protocole SPI (Serial Paraphera Interface).

**Un bouton de réinitialisation (reset) :** Permet de réinitialiser la carte Arduino.[1]

## **III.4 Conception du circuit électronique :**

### **III.4.1 Liste des matériels :**

Notre circuit électronique contient les éléments suivants :

- Carte Arduino (la version Uno) et son câble USB
- Capteur de distance HC-SR04
- Led Rouge ;
- Led vert.
- 3 Résistance de 300Ω ;
- Résistance de 33 Ω
- Buzzer
- Afficheur
- Led Rouge
- Transformateur
- Capacité céramique 150Ω
- Capacité céramique 150Ω
- Capacité électrolytique 33Ω
- Redresseur

➤ Régulateur

III.4.2 Conception du circuit électronique sous Proteus :

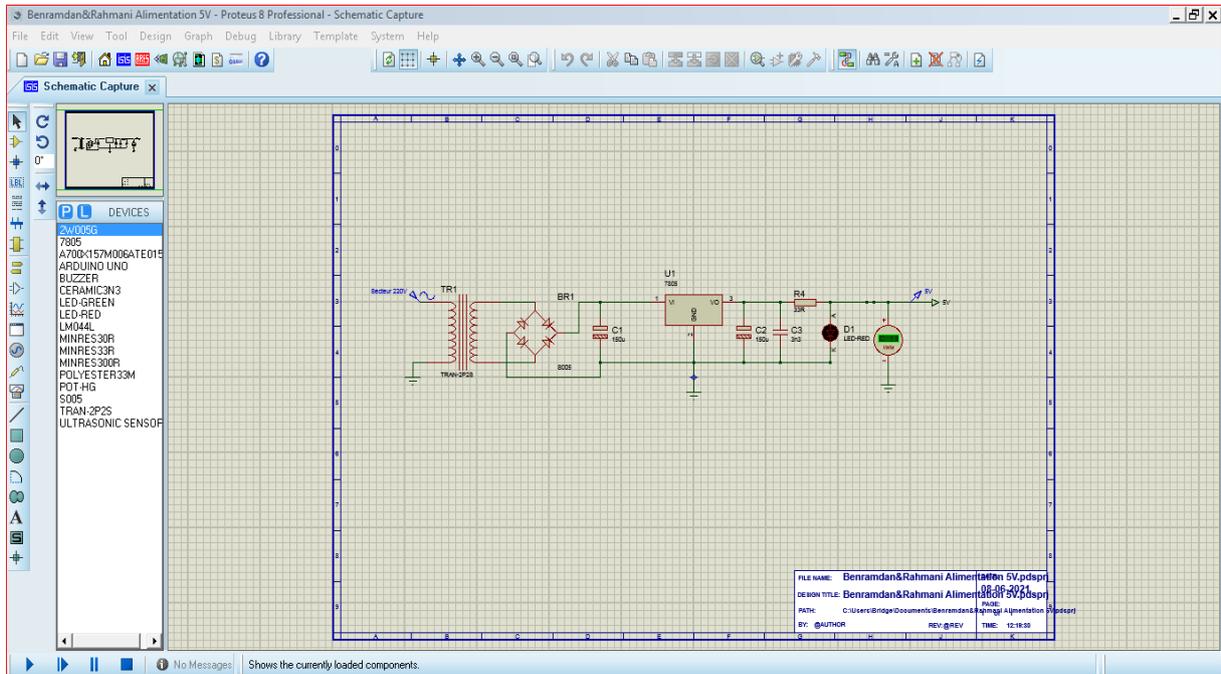


Figure (III.3) : Alimentation stabilisée de 5V sous Proteus ISIS .V8.0

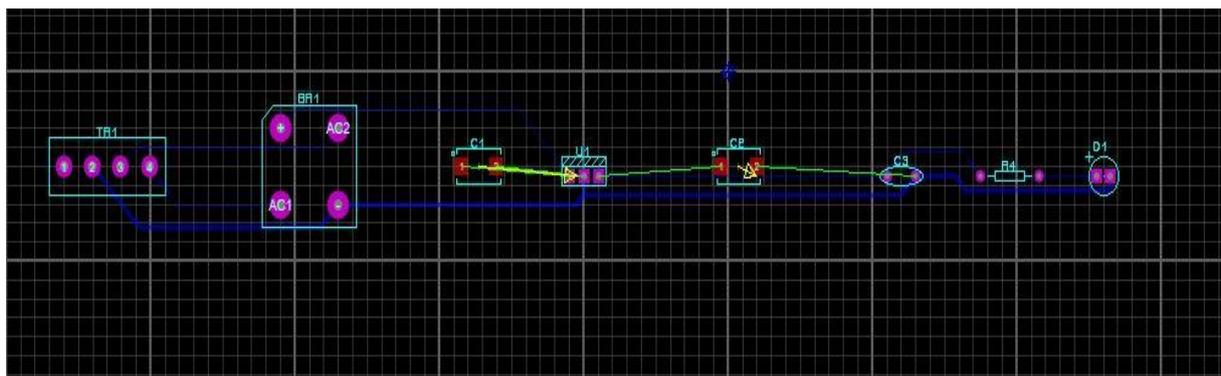


Figure (III.4) : Alimentation stabilisée de 5V sous Proteus ares .V8.0

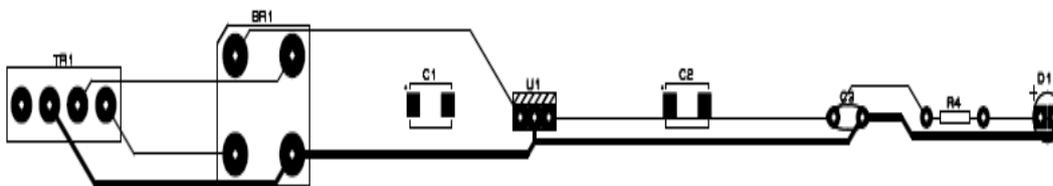


Figure (III.5) : circuit imprimés Alimentation stabilisée de 5V sous Proteus are .V8.0

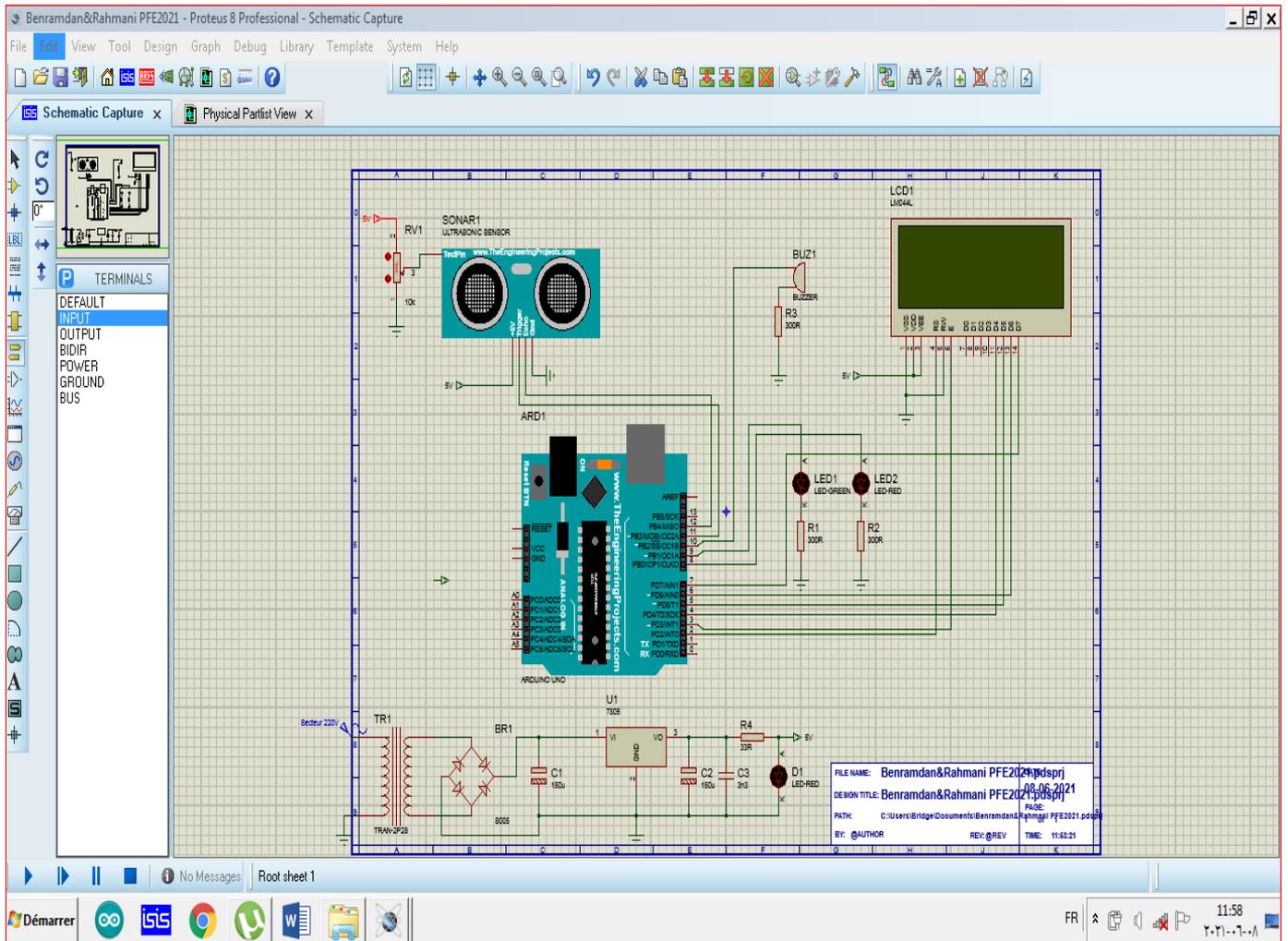


Figure (III.6) : Circuit électronique de contrôle distance sous Proteus ISIS .V8.0

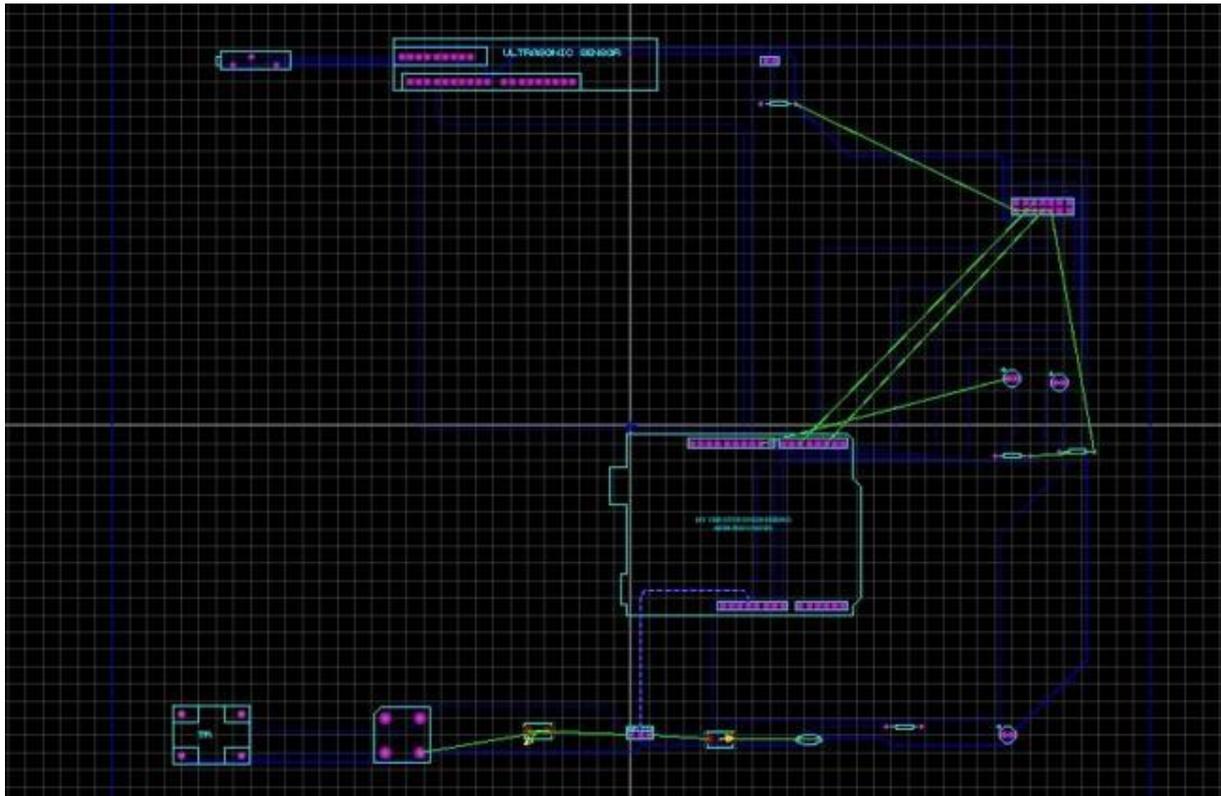


Figure (III.7) : Circuit électronique de contrôle distance sous Proteus ares .V8.0

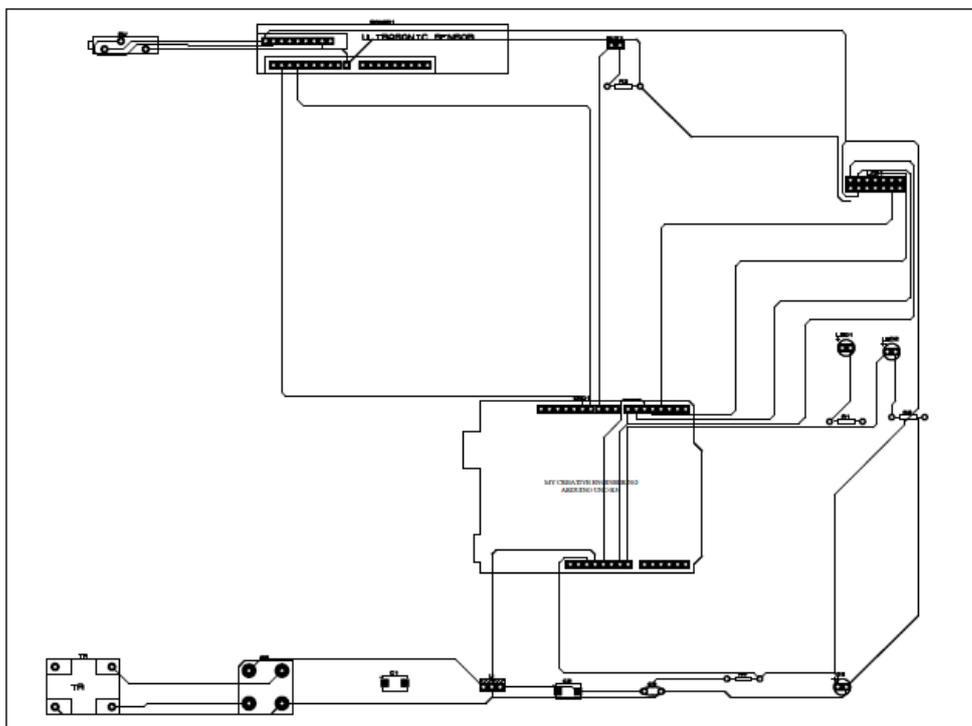


Figure (III.8) : Circuit imprimé de contrôle distance sous Proteus ares .V8.0

III.4.3 La simulation :

```
#include <LiquidCrystal.h>
int trigPin = 11; // On définit la pin 11 pour le trig
int echoPin = 12; // On définit la pin 8 pour l'écho
int ledV=9;
int ledR=8;
int buser=10;
const int rs = 2, en = 3, d4 = 4, d5 = 5, d6 = 6, d7 = 7;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);
void setup() {
  Serial.begin (9600);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(ledV,OUTPUT);
  pinMode(ledR,OUTPUT);
  pinMode(buser,OUTPUT);
  // put your setup code here, to run once:
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.clear();
}

void loop() {
  long duration;
  float distance;
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distance = (duration/2) / 29.1;
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0); //
  lcd.print("distance : ");
  lcd.setCursor(0,1); //
  lcd.print(distance);
  lcd.print(" cm");
```

```
if(distance <= 150){  
    digitalWrite(ledR, HIGH);  
    digitalWrite(buser, HIGH);  
    digitalWrite(ledV, LOW);  
}  
else {  
    digitalWrite(ledV, HIGH);  
    digitalWrite(ledR, LOW);  
digitalWrite(buser, LOW);  
}  
delay(500);  
}
```

#### III.4.4 Conception du circuit sous logiciel FRITZING :

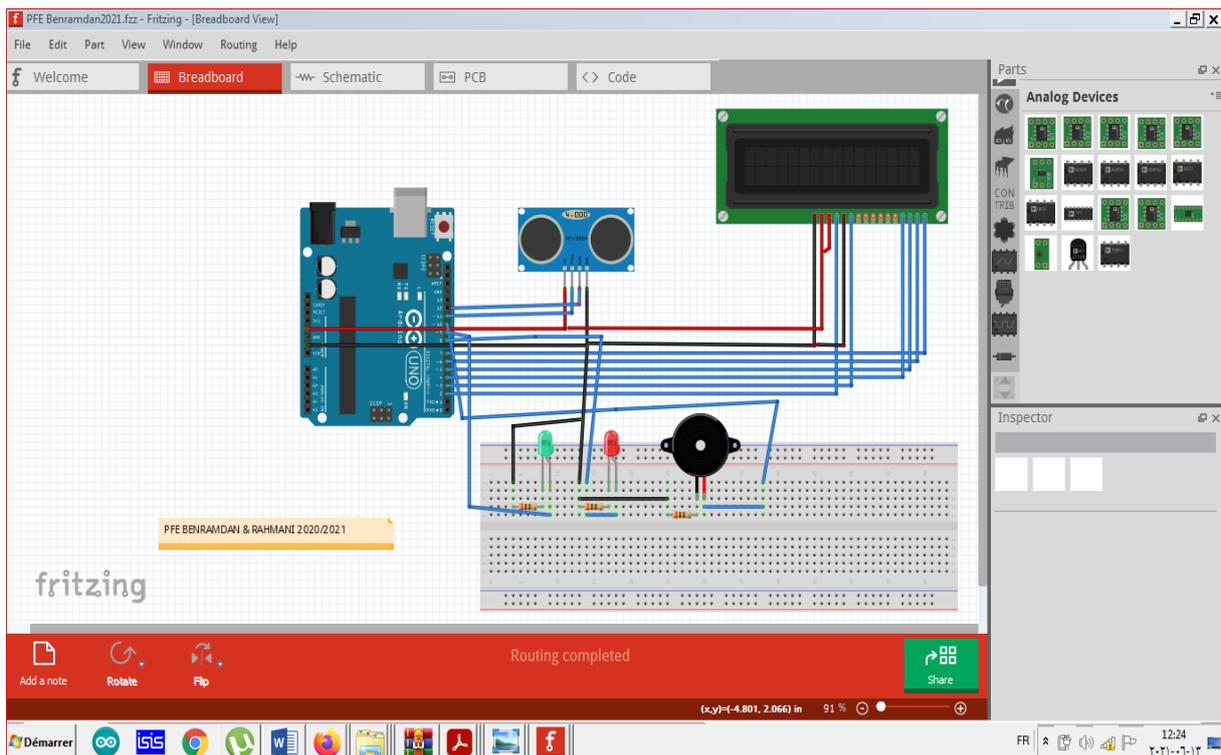


Figure (III.9) : Conception du circuit sous logiciel FRITZING

#### III.5 Réalisation pratique :

### III.5.1 Réalisation

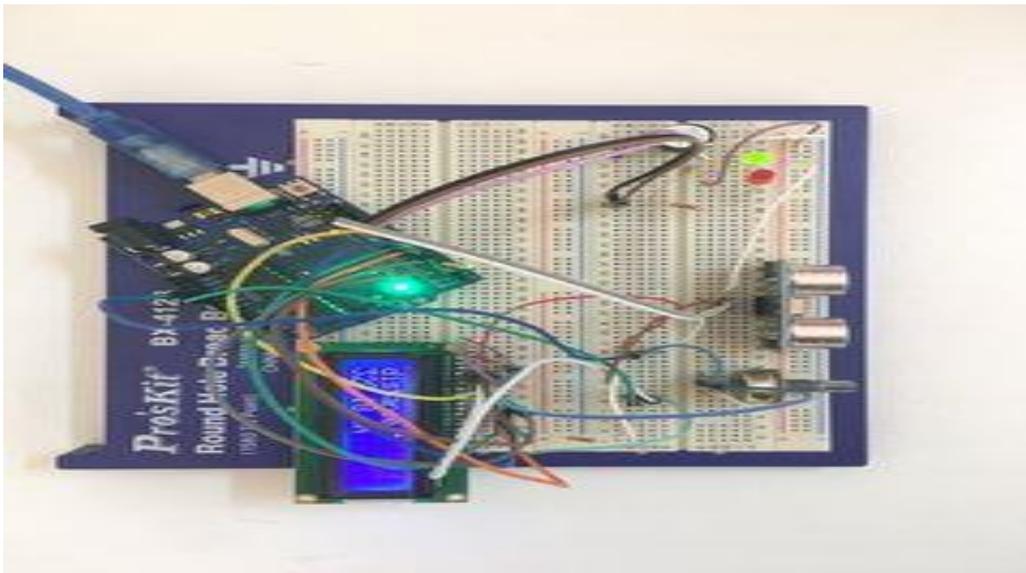


Figure (III.10) : capteur de distance réalisé

### III.5.2 Résultats et discussion

Distance mesure (cm)	Mesure	Erreur relative %
72	71,2	0,8
78	76,4	1,6
84	82,8	1,2
90	89	1
96	95,1	0,9
120	119,85	0,15
130	129,18	0,82
150	149,18	0,82
160	159,18	0,82

Tableau(III.1) .Mesure pratique de distance capteur hc-sr04

**III.6 Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons présenté la partie qui concerne la conception du circuit électronique en utilise logiciel Proteus ISIS, la plaque d'essai a été réalisé par le logiciel Fritzing, La programmation du microcontrôleur par le logiciel arduino 1.6.8 La simulation est préparée en langage C suivant les instructions de notre maquette, le logiciel arduino 1.6.8 nous à aider de faire convertir le programme en langage C vers système binaire pour le fonctionnement de la carte Arduino et fait des résultats de distance et déduire dans le tableaux.[1]

***CONCLUSION  
GENERALE***

## Conclusion générale :

L'objet de notre projet était une contribution à la conception et la réalisation d'une carte d'un télémètre à ultrasons pour la mesure d'une distance d'un mètre et cinquante centimètres sans contact le circuit électronique ,la visualisation3D et le circuit imprimé ont été testé et étalonné respectivement sous Proteus ISIS et ARES ; pour l'efficacité des résultats on a utilisé une carte d'Arduino uno et un capteur ultrason ; la programmation a été effectuée avec le logiciel arduino1.6.8.

Nous avons étudié les différents types des capteurs et le principe de fonctionnement des capteurs ultrason. Ce projet nous a permis d'élargir nos connaissances dans le domaine d'électronique et bien comprendre le fonctionnement des différents composants à savoir le régulateur 7805,La carte d'arduino uno, Capteur ultrason , LED et l'afficheur LCD . Le logiciel Fritzing nous a permis de réaliser une maquette très proche de la réalité.

Pour la vérification du bon fonctionnement de notre circuit nous avons procédé à des tests et ceci pour le but de déterminer la limite d'utilisation et aussi la qualité des composants utilisés.

Nous espérons que notre maquette sera prise en considération et utilisée dans les établissements publics et les bureaux des paiements des factures et ceci pour la prévention et la lutte contre la propagation du Coronavirus (COVID-19) ; Comme nous souhaitons aussi que ce travail soit amélioré par d'autres étudiants dans l'avenir .

***REFERENCES***  
***BIBLIOGRAPHIQUES***

- [1]. « «Contrôle à distance des moteurs des lève-vitres d'un véhicule » » , Réalisé par : ELATTARI Farah, ALIANE Zoubida , UATBB ; Année : 2019/2020.
- [2]. « « Etude d'un Moniteur de Surveillance médicale » » , Réalisé par : DJAOUTI ALI , OTMANI ALI , Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou,memoire ,pfe , 2017/2018 .
- [3] . « « Applications des éléments piézoélectriques en électronique de puissance » », Dirigé par : Dejan VASIC Maître de conférences à l'université de Cergy-Pontoise, Chercheur au laboratoire SATIE ENS Cachan  
François COSTA Professeur à l'université de Paris Est Créteil, Chercheur au laboratoire SATIE ENS Cachan ,université de toulouse bu sciences ;document, 14/12/2012 .
- [4]. « « MESURE DE DISTANCE PAR ULTRASON » », Présenté par :  
Melle : TEKFI Karima et Melle : YAHYABEY Naima, Université Abou BakrBelkaïd de Tlemcen,memoire, 2015-2016.
- [7]. « « Télémètre à ultrason » », dirigé par : Maxime DELAMARE Jean-Baptiste GAGNEPAIN, Morgane VALERA Lei GU Françoise JUVANON DU VACHAT,Enseignant-responsable du projet : Michel CLEVERS, Date de remise du rapport : 22/06/09
- [10]. « « Etude et réalisation d'un télémètre à ultrasons » », Dirigé par : Mr. AIT KAKI.ABDELAZIZ , UNIVERSITE LARBI BEN M'HIDI DE OUM EL BOUAGHI,memoire, 2012-2013 .
- [11]. Télémètre à ultrasons Projet de TE dirigé par :LANTY Gaëtan PIERRE Mathieu, SONGWA NANA Onésime 5 au 9 janvier 2004
- [14]. « « Un Radar De Recul à Ultrason » »,dirigé par : Kafi Mohammed Mustafa, HouamedAbdelhak, UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA ,memoire, 2017/2018
- [15]. « « Conception et réalisation d'un système Domotique par GSM » » ,dirigé par : Mlle INGUEL MALHA , Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou ,memoire, 17/09/2017.
- [16]. « « Réalisation d'un module de distribution d'énergie à base d'une carte Arduino méga 2560 » », Réalisé par IABBADEN Zinedine et LAHLOU Farid , UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI OUZOU, 2016-2017 .
- [17] . « « CONCEPTION ET REALISATION D4UN SYSTEME DE PROTETION ET DE SUPERVISION D4UN BATIMENT AVICOLE EN UTILISATANT UNE TRANSMISSION GSM ET NRF RADIO » » DIRIGÉ PAR : MR YEFSAH RABAH ET MME ZIANE LOUISA, UNIVERSITE MOULOU D MAAMER TIZI OUZOU , 2017 2018
- [20]. « « Conception et Réalisation d'un Radar de Recul

Automobile à base d'Arduino et Processing » » ,dirigé par : AIT MOHAMMED WALID, Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou,memoire, 2017/2018

[21]. « « Le développement d'une carte électronique pour le contrôle d'un système de sécurité dans une entreprise » » ,dirigé par : Mr ZIRMI Rachid, UNIVERSITE MOULOU MAMMERI, TIZI-OUZOU,mémoire, 2017/2018

[24]. « « Etude et réalisation d'un émetteur- récepteur infrarouge » » ,dirigé par : SERIARI KHADIDJA , KAHOUADJI FATIMA ZOHRA , Université Abou BekrBelkaid – Tlemcen, 2014 – 2015 .

[33]. « « Capteurs à fibres optiques répartis par effet Brillouin : Séparation de la dépendance à la température et à la Déformation » » , dirigé par : Yolande SIKALI MAMDEM, ParisTech institut des sciences et technologies, 09 10 2012.

« «Contrôle à distance des moteurs des lève-vitres d'un véhicule » » , Réalisé par : ELATTARI Farah, ALIANE Zoubida , UATBB ; Année : 2019/2020.

- [5].WEB.<https://www.technologuepro.com/cours-capteurs-actionneurs-instrumentation-industrielle/ch11-generalites-sur-les-capteurs.pdf>
- [6].WEB. [https://cira-descartes.etab.ac-lyon.fr/spip/IMG/pdf/Capteur\\_ultrasonique\\_Li2oc.pdf](https://cira-descartes.etab.ac-lyon.fr/spip/IMG/pdf/Capteur_ultrasonique_Li2oc.pdf)
- [8].WEB[https://sti.discip.accaen.fr/IMG/pdf/Generalites sur les capteurs.pdf](https://sti.discip.accaen.fr/IMG/pdf/Generalites_sur_les_capteurs.pdf)
- [9].WEB. <https://www.didel.com/xbot/DistSonar.pdf>
- [12].WEB.<https://www.technologuepro.com/cours-capteurs-actionneurs-instrumentation-industrielle/ch12-les-differents-types-de-capteurs.pdf?fbclid=IwAR2DPoZCeY22KE1Kihs9J57L0fGMXRXuVbeHaTQWtxpf0AAKCCtcrPdPCM>
- [13].WEB.<http://www.mpi.eu/fr/files/Capteurs%20de%20temp%C3%A9rature.pdf>
- [18].WEB.[https://www.ntn-snr.com/sites/default/files/2017-04/sensors\\_brochure\\_fr.pdf](https://www.ntn-snr.com/sites/default/files/2017-04/sensors_brochure_fr.pdf)
- [19].WEB[https://www.ac-orleans-tours.fr/uploads/media/document\\_propagation\\_du\\_son\\_dans\\_l\\_air.pdf](https://www.ac-orleans-tours.fr/uploads/media/document_propagation_du_son_dans_l_air.pdf)
- [22].WEB. <https://www.gotronic.fr/pj2-hc-sr04-utilisation-avec-picaxe-1343.pdf>
- [23].[https://coursexamens.org/images/Etudes\\_superieures/Ingeniorat\\_electricite/3\\_annee/Traitement\\_du\\_signal/cours\\_tunisie/Chapitre-1-Generalites-sur-les-signaux.pdf](https://coursexamens.org/images/Etudes_superieures/Ingeniorat_electricite/3_annee/Traitement_du_signal/cours_tunisie/Chapitre-1-Generalites-sur-les-signaux.pdf)

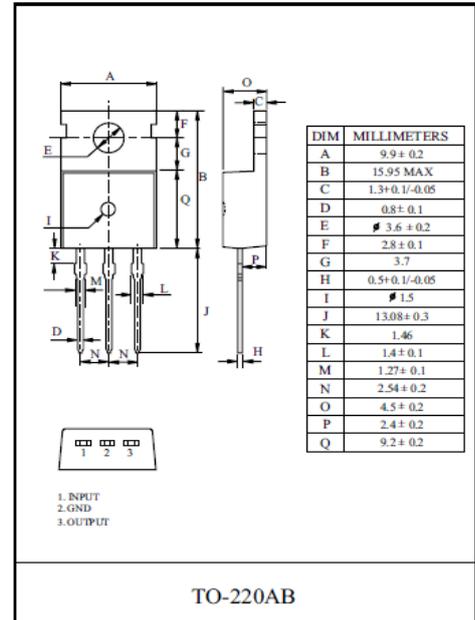
# ***ANNEXES***

**THREE TERMINAL POSITIVE VOLTAGE REGULATORS**  
**5V, 6V, 7V, 8V, 9V, 10V, 12V, 15V, 18V, 20V, 24V.**
**FEATURES**

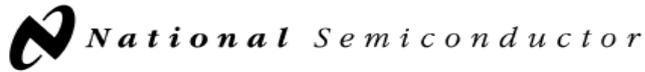
- Internal Thermal Overload Protection.
- Internal Short Circuit Current Limiting.
- Output Current up to 1.5A.
- Satisfies IEC-65 Specification. (International Electronical Commission).
- Package is TO-220AB

**LINE-UP**

ITEM	OUTPUT VOLTAGE (Typ.)	UNIT
KIA7805AP	5	V
KIA7806AP	6	
KIA7807AP	7	
KIA7808AP	8	
KIA7809AP	9	
KIA7810AP	10	
KIA7812AP	12	
KIA7815AP	15	
KIA7818AP	18	
KIA7820AP	20	
KIA7824AP	24	


**MAXIMUM RATINGS (Ta=25°C)**

CHARACTERISTIC		SYMBOL	RATING	UNIT
Input Voltage	KIA7805 ~ KIA7815	$V_{IN}$	35	V
	KIA7818 ~ KIA7824		40	
Power Dissipation-1 (No Heatsink)	AP	$P_{D2}$	1.9	W
Power Dissipation-2 (Infinite Heatsink)	AP	$P_{D2}$	30	
Operating Junction Temperature		$T_j$	-40 ~ 150	°C
Storage Temperature		$T_{stg}$	-55 ~ 150	°C
Maximum Junction Temperature		$T_{j(max)}$	150	°C



May 2000

## LM78XX Series Voltage Regulators

### General Description

The LM78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local on card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HiFi, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 1.0A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expended to make the LM78XX series of regulators easy to use and minimize the number of external components. It is not necessary to bypass the out-

put, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 57V.

### Features

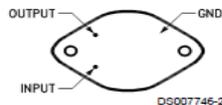
- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

### Voltage Range

LM7805C	5V
LM7812C	12V
LM7815C	15V

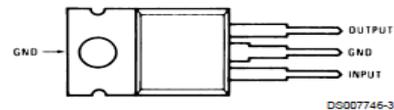
### Connection Diagrams

**Metal Can Package  
TO-3 (K)  
Aluminum**



**Bottom View**  
Order Number LM7805CK,  
LM7812CK or LM7815CK  
See NS Package Number KC02A

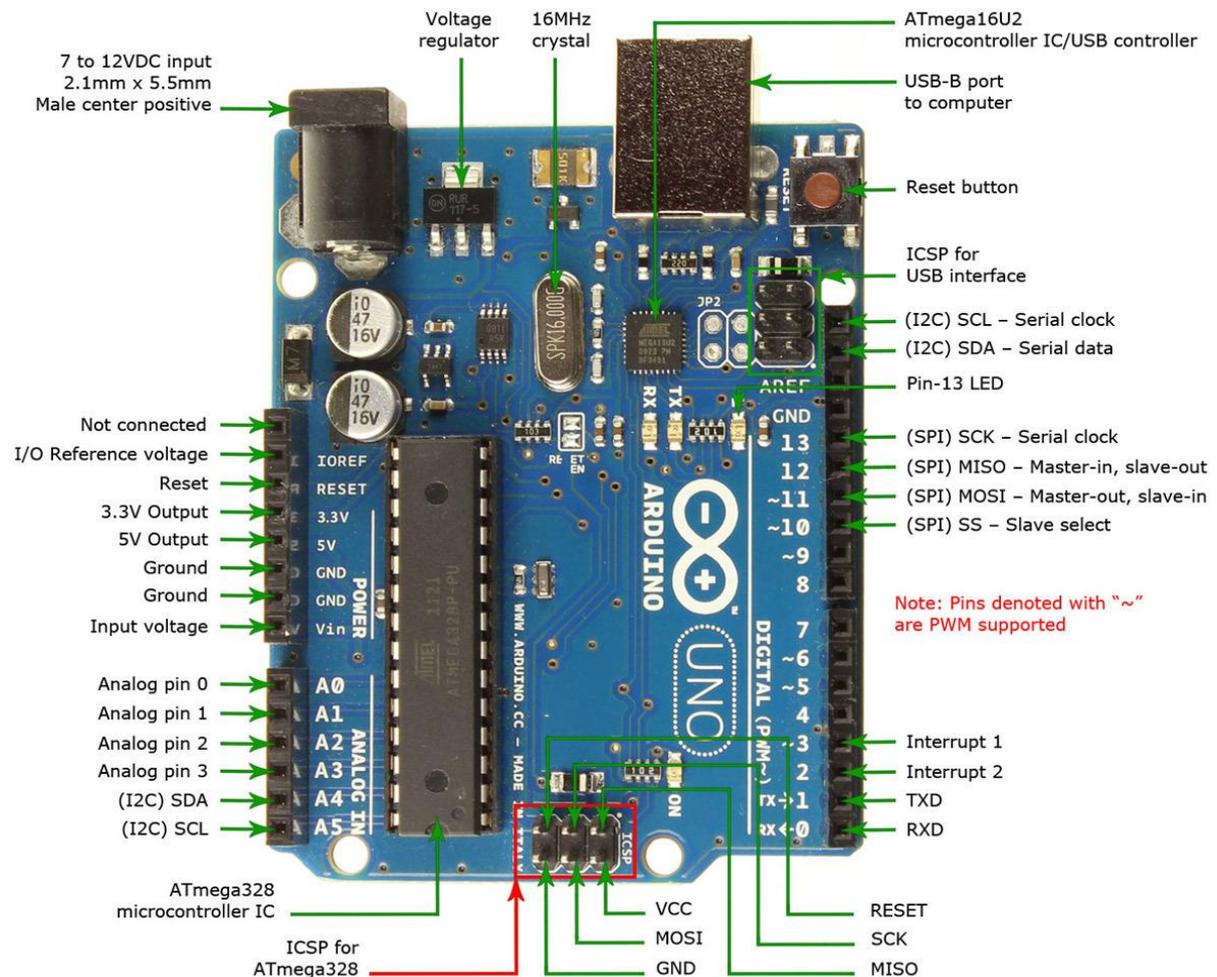
**Plastic Package  
TO-220 (T)**



**Top View**  
Order Number LM7805CT,  
LM7812CT or LM7815CT  
See NS Package Number T03B

# ARDUINO

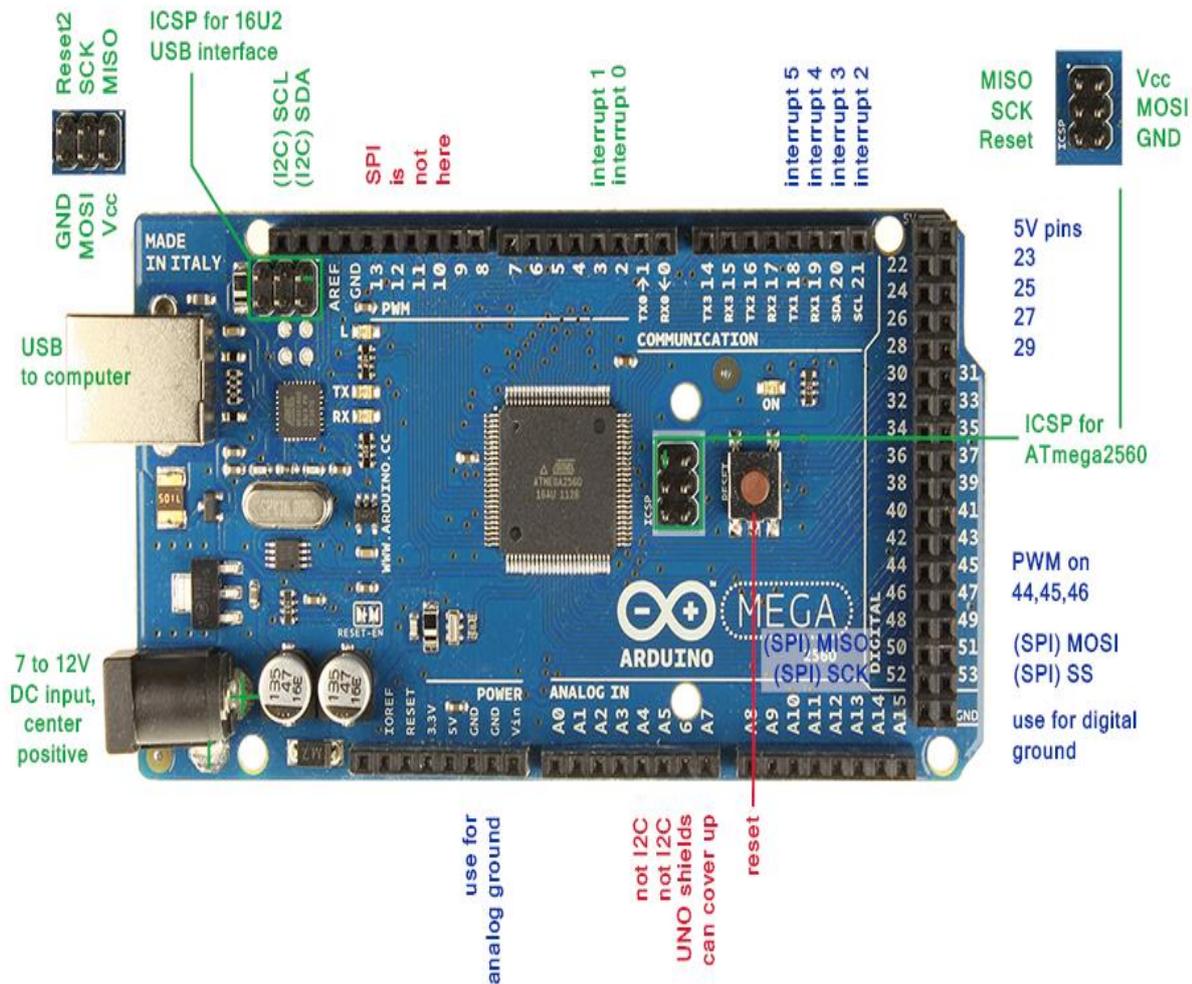
## ARDUINO UNO



## ARDUINO MEGA

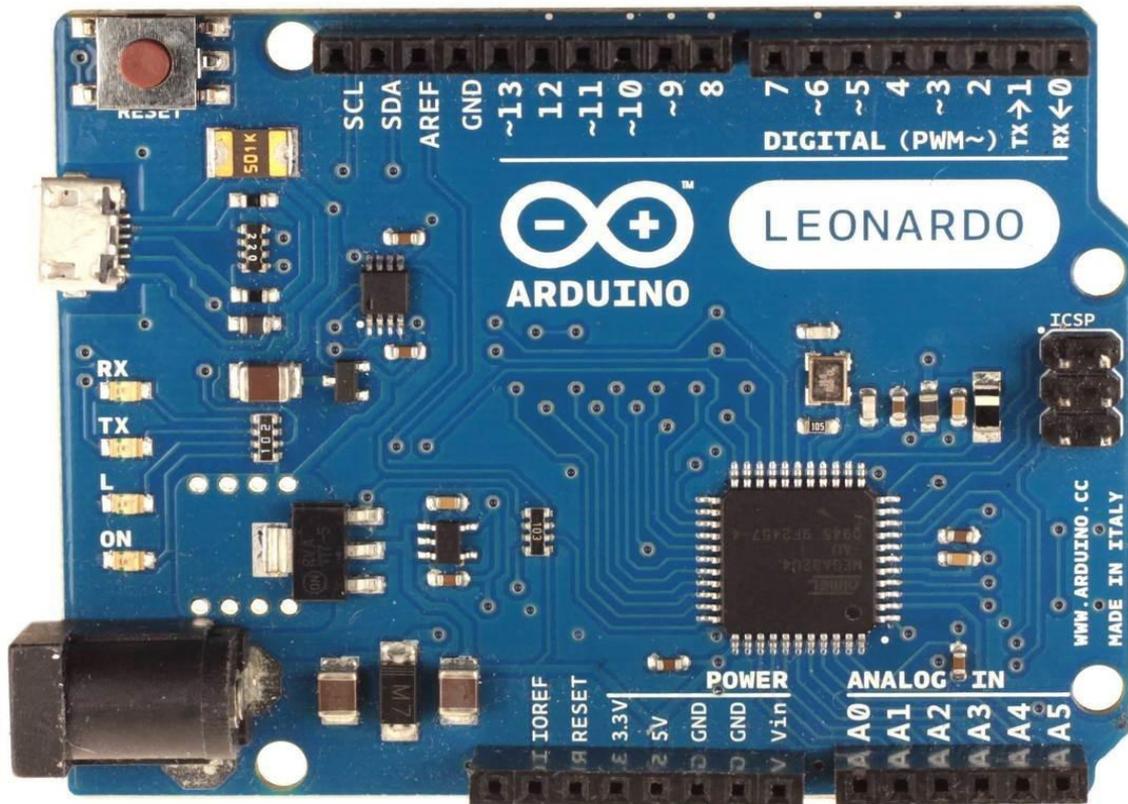
Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328P (datasheet). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz quartz crystal, a USB connection, a power jack, an ICSP header and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.. You can tinker with your UNO without worrying too much about doing something wrong, worst case scenario you can replace the chip for a few dollars and start over again.

“Uno” means one in Italian and was chosen to mark the release of Arduino Software (IDE) 1.0. The Uno board and version 1.0 of Arduino Software (IDE) were the reference versions of Arduino, now evolved to newer releases. The Uno board is the first in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for an extensive list of current, past or outdated boards see the Arduino index of boards.



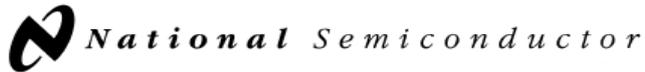
The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560. It has 54 digital input/output pins (of which 15 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega 2560 board is compatible with most shields designed for the Uno and the former boards Duemilanove or Diecimila.

**ARDUINO LEONARDO**



The Arduino Leonardo is a microcontroller board based on the ATmega32u4 (datasheet). It has 20 digital input/output pins (of which 7 can be used as PWM outputs and 12 as analog inputs), a 16 MHz crystal oscillator, a micro USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

The Leonardo differs from all preceding boards in that the ATmega32u4 has built-in USB communication, eliminating the need for a secondary processor. This allows the Leonardo to appear to a connected computer as a mouse and keyboard, in addition to a virtual (CDC) serial / COM port. It also has other implications for the behavior of the board



May 2000

## LM78XX Series Voltage Regulators

### General Description

The LM78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local on card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HiFi, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 1.0A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expended to make the LM78XX series of regulators easy to use and minimize the number of external components. It is not necessary to bypass the out-

put, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 57V.

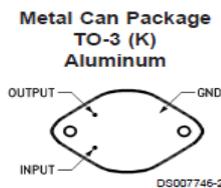
### Features

- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

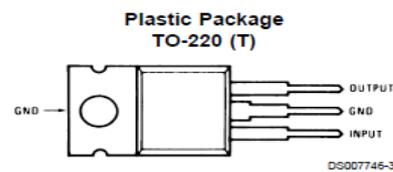
### Voltage Range

LM7805C	5V
LM7812C	12V
LM7815C	15V

### Connection Diagrams



**Bottom View**  
Order Number LM7805CK,  
LM7812CK or LM7815CK  
See NS Package Number KC02A



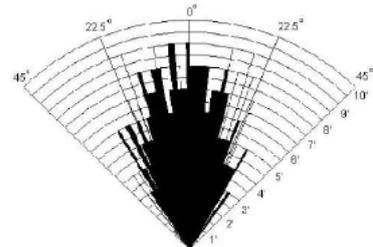
**Top View**  
Order Number LM7805CT,  
LM7812CT or LM7815CT  
See NS Package Number T03B

### HC-SR04 - Module de détection aux ultrasons - Utilisation avec Picaxe

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.

#### 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 µs (Trigger Input Pulse width)



Practical test of performance,  
Best in 30 degree angle

#### 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

#### 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

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

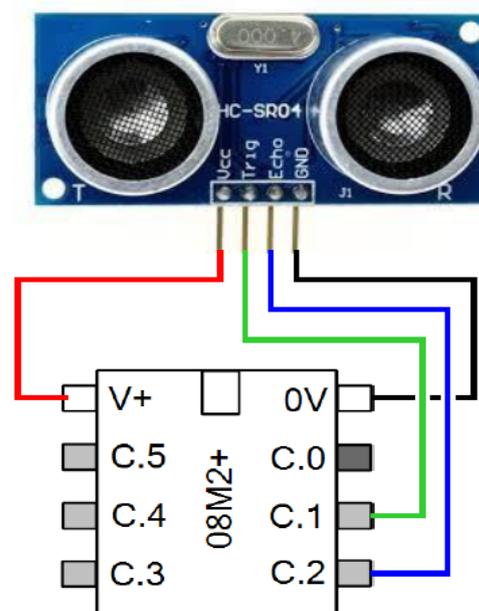
#### Branchement

Le branchement du capteur HC-SR04 sur un microcontrôleur PICAXE est des plus simple (le schéma ci-contre illustre l'utilisation d'un circuit 08M2).

Si les deux éléments sont alimentés en 5 V (ou 4.5 V), il suffit de relier les bornes d'alimentations +/- entre elles.

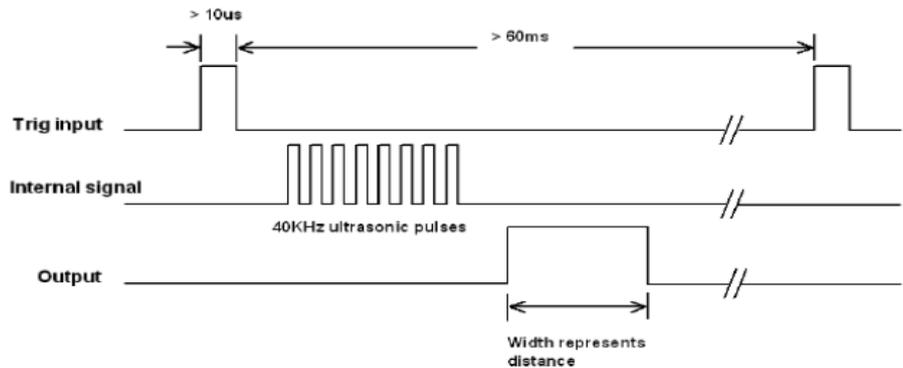
L'entrée "Trig" du capteur doit être reliée à une sortie du PICAXE.

Quant à la sortie "Echo" du capteur, il faut la relier à une entrée du PICAXE qui peut aussi être programmée en sortie si on désire mettre en œuvre l'exemple 2 de programme ci-dessous.



### 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.



### 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 pour obtenir le temps t. On sait aussi que le son fait un aller-retour. La distance vaut donc la moitié.

$$d = 34'000 \text{ cm} / 1'000'000 \text{ µs} \cdot 10 \text{us} \cdot \text{valeur} / 2 \quad \text{en simplifiant} \quad d = 170'000 / 1'000'000 \text{ cm} \cdot \text{valeur}$$

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<sup>2</sup>

### Exemple 1 de programme

```
' Essai du capteur HC-SR04 à ultrasons - 28.11.2015 L.Bachelard
' =====

symbol trig = C.1          ' sortie du Picaxe sur Trig du capteur
symbol echo = C.2         ' entrée sur Picaxe de Echo du capteur (note: pulsini
                           ' requiert une entrée sous la forme C.3 et non pinC.3)
symbol calc = w1          ' variable 16 bits, calcul du temps et de la distance

#terminal 4800             ' ouverture du terminal pour affichage des valeurs

low trig                   ' programmation de Trig en mode sortie et mise à 0
do                          ' boucle principale
  pulsout trig,1           ' impulsion sur Trig en dizaines de us (1 => 10us)
  pulsini echo,1,calc      ' lit la durée de l'impulsion Echo (1 = flanc montant)
  let calc = calc*17/100   ' calcul de la distance
  sertxd ("d = ",#calc," cm",cr,lf) ' affichage de la distance sur le terminal
  pause 1000              ' attente de 1s
loop                       ' boucle sans fin
```

### Exemple 2 de programme

Cette variante de programme est destinée à corriger le fait que, quand le capteur ne rencontre aucun obstacle, ou lorsque son émetteur ou son récepteur ultrasonique est occulté (par un doigt par exemple), ou encore lorsque l'objet à détecter absorbe le rayon ultrasonique (c'est le cas des vêtements en laine), le HC-SR04 se bloque parfois et délivre sur sa sortie "Echo" un signal qui reste à 0.

Dans ce cas, il suffit de lui appliquer un signal "bas" pendant 100 ms sur sa sortie "Echo". Cette fonction paraît étonnante, mais elle a apparemment l'effet de décharger un condensateur sur le circuit du capteur et de réinitialiser son fonctionnement. Il semblerait aussi que ce défaut ne se trouve que sur les HC-SR04 bon marché.

```
' Essai 2 du capteur HC-SR04 à ultrasons - 28.11.2015 L.Bachelard
' =====

' Avec correction du HC-SR04 si la distance lue reste bloquée à 0

' J'ai trouvé sur internet le truc pour faire repartir le capteur :
' il faut lui appliquer une impulsion "low" de 100ms sur sa sortie "Echo"

symbol trig = C.1          ' sortie du Picaxe sur Trig du capteur
symbol echo = C.2         ' entrée sur Picaxe de Echo du capteur (note: pulsin
                           ' requiert une entrée sous la forme C.3 et non pinC.3)
symbol calc = w1          ' variable 16 bits, calcul du temps et de la distance

#terminal 4800            ' ouverture du terminal pour affichage des valeurs

low trig                 ' programmation de Trig en mode sortie et mise à 0
do                       ' boucle principale
  pulsout trig,1         ' impulsion sur Trig en dizaines de us (1 => 10us)
  pulsin echo,1,calc     ' lit la durée de l'impulsion Echo (1 = flanc montant)
  if calc = 0 then      ' si 0 (capteur bloqué), alors
    sertextd ("Erreur, distance 0 !",cr,lf) ' affichage erreur
    reverse echo        ' inversion de l'entrée Echo en mode sortie
    low echo            ' mise à 0 de la borne Echo
    pause 100          ' pendant 100ms
    reverse echo        ' puis, passage à nouveau en mode entrée
  endif                 ' fin de la condition
  let calc = calc*17/100 ' calcul de la distance
  sertextd ("d = ",#calc," cm",cr,lf)    ' affichage de la distance sur le terminal
  pause 1000           ' attente de 1s
loop                    ' boucle sans fin
```

### Conclusion

Le capteur HC-SR04 est intéressant. Pour un coût très bas, il donne des résultats étonnants de précision. L'écart est d'environ 3 cm avec un objet placé à 2 m, ce qui représente une erreur inférieure à 2 %.

### Sources

- User's Manual du HC-SR04
- Recherches sur Internet
- Essais personnels

Le 28 novembre 2015 - Lucien Bachelard - lu.bachelard@bluewin.ch

# LED

## HLMP-3301, HLMP-3401, HLMP-3507, HLMP-3762, HLMP-3862, HLMP-3962, HLMP-D401 T-1<sup>3</sup>/<sub>4</sub> (5 mm) Diffused LED Lamps

**AVAGO**  
TECHNOLOGIES

### Data Sheet



#### Description

This family of T-1<sup>3</sup>/<sub>4</sub> tinted, diffused LED lamps is widely used in general purpose indicator applications. Diffusants, tints, and optical design are balanced to yield superior light output and wide viewing angles. Several intensity choices are available in each color for increased design flexibility.

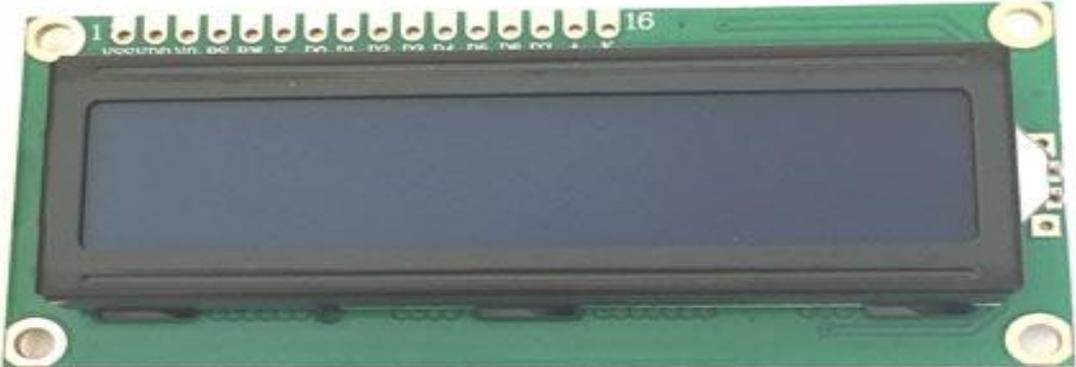
#### Device Selection Guide

Material/Color	Part Number	Luminous Intensity, I <sub>v</sub> (mcd) at 10mA	
		Min.	Max.
GaP HER	HLMP-3301	6.1	-
	HLMP-3301-D00xx	2.4	-
	HLMP-3301-F00xx	6.1	-
	HLMP-3301-FG0xx	6.1	15.5
	HLMP-3762	9.7	-
	HLMP-3762-G00xx	9.7	-
GaP Yellow	HLMP-3401	6.5	-
	HLMP-3401-E00xx	6.5	-
	HLMP-3862	10.3	-
GaP Orange	HLMP-D401	6.1	-
	HLMP-D401-EF0xx	3.8	9.7
GaP Green	HLMP-3507	4.7	-
	HLMP-3507-D00xx	4.7	-
	HLMP-3507-EF0xx	7.6	19.1
	HLMP-3962	12.0	-
	HLMP-3962-F00xx	12.0	-

#### Features

- High intensity
- Choice of 4 bright colors
  - High Efficiency Red
  - Orange
  - Yellow
  - High Performance Green
- Popular T-1<sup>3</sup>/<sub>4</sub> diameter package
- Selected minimum intensities
- Wide viewing angle
- General purpose leads
- Reliable and rugged
- Available on tape and reel

# AFFICHEUR LCD 16X2



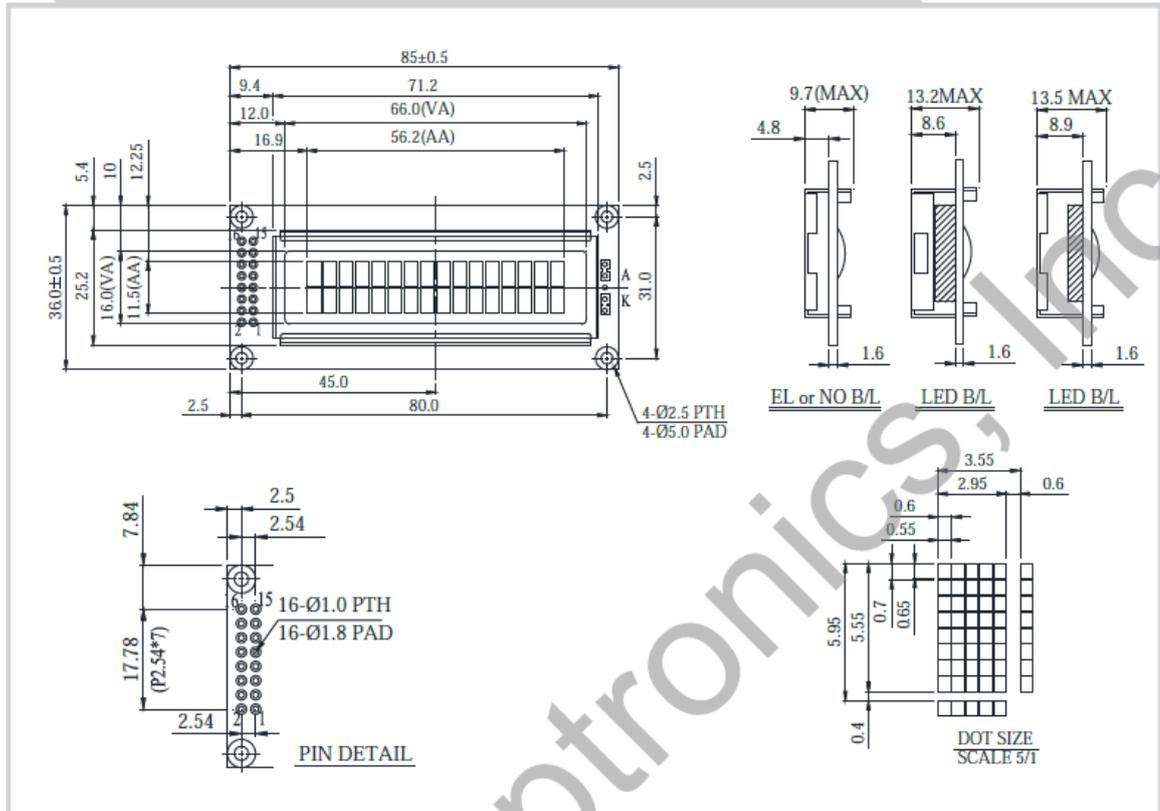
## Pin Configuration

Pin No:	Pin Name:	Description
1	Vss (Ground)	Ground pin connected to system ground
2	Vdd (+5 Volt)	Powers the LCD with +5V (4.7V – 5.3V)
3	VE (Contrast V)	Decides the contrast level of display. Grounded to get maximum contrast.
4	Register Select	Connected to Microcontroller to shift between command/data register
5	Read/Write	Used to read or write data. Normally grounded to write data to LCD
6	Enable	Connected to Microcontroller Pin and toggled between 1 and 0 for data acknowledgement
7	Data Pin 0	Data pins 0 to 7 forms a 8-bit data line. They can be connected to Microcontroller to send 8-bit data.  These LCD's can also operate on 4-bit mode in such case Data pin 4,5,6 and 7 will be left free.
8	Data Pin 1	
9	Data Pin 2	
10	Data Pin 3	
11	Data Pin 4	
12	Data Pin 5	
13	Data Pin 6	
14	Data Pin 7	
15	LED Positive	Backlight LED pin positive terminal
16	LED Negative	Backlight LED pin negative terminal

## Features of 16×2 LCD module

- Operating Voltage is 4.7V to 5.3V
- Current consumption is 1mA without backlight
- Alphanumeric LCD display module, meaning can display alphabets and numbers
- Consists of two rows and each row can print 16 characters.
- Each character is build by a 5×8 pixel box
- Can work on both 8-bit and 4-bit mode
- It can also display any custom generated characters
- Available in Green and Blue Backlight

RC1602C Character 16x2



**Feature**

1. 5x8 dots includes cursor
2. Built-in controller ST7066 or Equivalent
3. 5V power supply (Also available for 3V)
4. N.V, optional for 3V power supply
5. 1/16 duty cycle
6. LED can be driven by PIN1, PIN2, PIN15, PIN16 or A and K
7. Interface : 6800, option SPI/I2C (RW1063 IC)

**Mechanical Data**

Item	Standard Value	Unit
Module Dimension	85.0 x 36.0	mm
Viewing Area	66.0 x 16.0	mm
Mounting Hole	80.0 x 31.0	mm
Character Size	2.95 x 5.55	mm

Pin No.	Symbol	Description
1	V <sub>SS</sub>	Ground
2	V <sub>DD</sub>	Power supply for logic
3	V <sub>O</sub>	Contrast Adjustment
4	RS	Data/ Instruction select signal
5	RW	Read/Write select signal
6	E	Enable signal
7	DB0	Data bus line
8	DB1	Data bus line
9	DB2	Data bus line
10	DB3	Data bus line
11	DB4	Data bus line
12	DB5	Data bus line
13	DB6	Data bus line
14	DB7	Data bus line
15	A	Power supply for B/L +
16	K	Power supply for B/L -

**Electrical Characteristics**

Item	Symbol	Standard Value	Unit
		typ.	
Input Voltage	VDD	3/5	V
Recommended LCD Driving Voltage for Normal Temp. Version module @25°C	VDD-VO	3.70	V

**Display Character Address Code**

Display position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DD RAM Address	00	01														0F
DD RAM Address	40	41														4F

*Résumé, ملخص , Abstract*

## Résumé

La mesure des distances par les capteurs de non contact est devenue très demandée pour assurer la distanciation entre les citoyens et les utilisateurs des appareils surtout dans la situation sanitaire actuelle causée par l'épidémie du COVID-19. L'objectif de ce travail est la contribution à la conception et réalisation d'une carte d'un télémètre à ultrasons pour la mesure d'une distance d'un mètre et cinquante centimètres sans contact et qui sera utilisée dans les établissements publics et les bureaux des paiements des factures et ceci pour la prévention et la lutte contre la propagation du Coronavirus en utilisant une carte d'Arduino uno , un capteur ultrason, avertisseur sonore, résistances et des LED ; la conception du circuit électronique est effectuée sous environnement du logiciel Proteus ISIS et ARES avec la visualisation du maquette sous Fritzing. Et suite aux résultats positifs par simulation en passera à la réalisation pratique où on va faire quelques mesures des distances qui seront affichées sur un afficheur LCD.

**Mots clés :** Arduino uno, Capteur ultrason, afficheur LCD, Proteus, Fritzing.

## ملخص

أصبح قياس المسافات بواسطة أجهزة الاستشعار غير المتصلة أمرًا مطلوبًا بشكل كبير لضمان المسافة بين المواطنين ومستخدمي الأجهزة، لاسيما في الوضع الصحي الحالي الناجم عن وباء COVID-19. والهدف من هذا العمل هو المساهمة في التصميم وإنتاج جهاز تحديد المسافة عن طريق الموجات فوق الصوتية لقياس مسافة متر واحد وخمسين سنتيمترا والتي سيتم استخدامها في المؤسسات العامة ومكاتب دفع الفواتير وذلك لمنع انتشار فيروس كورونا ومكافحته باستعمال لوحة Arduino uno ، جهاز استشعار بالموجات فوق الصوتية ، منبه صوتي ، مقاومات ومصابيح LED ؛ يتم تنفيذ تصميم الدائرة الإلكترونية في ظل بيئة برمجية Proteus ISIS و ARES مع تصور النموذج تحت Fritzing. وإتباع النتائج الإيجابية عن طريق المحاكاة سوف ننتقل إلى الإدراك العملي حيث سنقوم بإجراء بعض القياسات للمسافات التي سيتم عرضها على شاشة LCD.

**كلمات مفتاحية :** أردوينو، مستشعر بالموجات فوق الصوتية، شاشات الكريستال، Proteus، Fritzing.

## Abstract

The measurement of distances by non-contact sensors has become in great demand to ensure the distance between citizens and users of the devices, especially in the current health situation caused by the COVID-19 epidemic. The objective of this work is the contribution to the design and realization of a card of an ultrasonic rangefinder for the measurement of a distance of one meter and fifty centimeters without contact and which will be used in public establishments and bill payment offices and this for the prevention and the fight against the spread of the Corona virus by using an Arduino uno card, an ultrasonic sensor, a buzzer, resistors and LEDs; the design of the electronic circuit is carried out under the Proteus ISIS and ARES software environment with the visualization of the model under Fritzing. And following the positive results by simulation will move on to the practical realization where we will make some measurements of the distances which will be displayed on an LCD display.

**Key words:** Arduino uno, Ultrasonic sensor, LCD display, Proteus, Fritzing