

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد- تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen

كلية التكنولوجيا

Faculté de Technologie

Département de Génie Electrique et Electronique (GEE)

Filière : Electronique



MASTER INSTRUMENTATION

PROJET DE FIN D'ETUDES

Présenté par : HARBI Nour el houda & CHEKROUNI Sabrina

Intitulé du Sujet

**Réalisation d'un appareil de mesure de la taille d'individu**

Soutenu en 2019, devant le jury composé de :

Mme BOUAZZA nee GUEN Ahlam ...	Prof	Univ. Tlemcen	Président
M <sup>r</sup> BOUAZZA Benyounes	Prof	Univ. Tlemcen	Encadreur
M <sup>r</sup> DEBBAL Sidi Mohammed	Prof	Univ. Tlemcen	Examineur 1
M <sup>r</sup> HAMDOUNE Abdelkader	Prof	Univ. Tlemcen	Examineur 2

Année Universitaire 2018-2019

## Remerciements

*Nous remercions en premier lieu Dieu tout puissant, qui nous a donné la Force et le courage pour la réalisation de ce travail.*

*Nos seconds remerciements vont tout naturellement à monsieur **BBOUAZZA Benyounes** qui nous a encadrées et soutenues durant toute la durée du projet et qui a su nous apporter les conseils dont nous avons besoin.*

*Nous le remercions aussi pour sa patience, son sérieux ainsi que pour sa disponibilité.*

*Nous témoignons ici notre très profonde gratitude aux membres du jury : Mme A. **BOUAZZA**, Mr A. **HAMDOUNE** et Mr S.M. **DEBBAL** pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous remercions sincèrement tous les membres du laboratoire de l'université d'Abou Bakr Belkaid de Tlemcen pour leur soutien et un spécial remerciement à Mrs : **MEGUENNI Mohammed** et **HAMMOUDI Youcef** pour leur sacrifices et leur présences.*

*Pour finir, nous tenons à exprimer notre plus grande gratitude au chef et à tous les enseignants du département GEE, pour leur dévouement et leur assistance tout au long de notre formation.*

# Dédicace

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*A l'aide de dieu j'ai pu terminer ce modeste travail qui est le fruit de longue haleine, je dédie :*

*A mon père en témoignage du respect que je lui porte, et qu' 'Allah le protège', pour son sacrifice, et soutien qui m'ont donné confiance et courage.*

*A la prunelle de mes yeux, ma très chère mère qui m'a envahie toujours avec sa tendresse, son amour, sa compréhension, sa patience et son aide interminable, que dieu la protège.*

*A mon cher mari JAWED Pour le soutien et la patience qui m'a témoigné.*

*A mes beaux parents Avec toute mon affection.*

*A mon petit frère WALID à qui je souhaite plein succès au baccalauréat et dans la suite de sa vie, je t'aime fort.*

*A mon cher frère ALI et sa femme HALIMA.*

*A mon adorable sœur IKRAM et son époux MOHAMED.*

*A ma belle famille 'BENEDDINE'*

*A tout mes chers tantes et oncles, cousin et cousine et toute la famille SEGHER.*

*A Mes Collègues de la Promotion 2015, Nous avons partagé quatre années de notre vie. Ce fut un cursus dont je ne garderai que de bons souvenirs. et une spéciale dédicace à BILAL , DJILALI et HAKIM.*

*A mes chères amis , DOUNIA et son époux ABDELDJALIL , RABIA, SARRA.*

*A ma sœur et mon binôme HOUDA qui sans lui ce travail n'aurait vu le jour. et sa famille HARBI, et à son mari ISHAK , je leur souhaite une vie pleine de bonheur.*

« Anirbas ch »

## *Dédicace*

*بسم الله الرحمن الرحيم*

*Je dédie ce travail*

*A mes chers parents*

*Qui ont sacrifié leur vie pour ma réussite et m'ont éclairé le chemin*

*Par leurs conseils judicieux.*

*J'espère qu'un jour, je pourrai leurs rendre un peu de ce qu'ils ont*

*Fait pour moi, que dieu leur prête bonheur et longue vie.*

*A mon fiancé et futur mari inch'ALLAH **ISHAK** et la famille **BOUDRAF** et spécialement à mes beaux parents.*

*A mes très chères sœurs :**Naima, Zouzou, Fouzia ,Nawel ,Fatima** et leurs époux et enfants et que dieu les gardes pour moi.*

*A mes très chers frères :**Mohammed et Ramdan** qui sont la joie de ma vie*

*Et leurs petites familles et spécialement à mes petits :**Abdelwadoud et Abderrahmen**. A toute ma famille.*

*A tous ceux qui me sont chers.*

*A mes chères amies :**CHEMLOUL Dounia, BERRAYAH Halima et SACI Sarra** et leurs maris **Abdeldjalil et Ali**.*

*Une dédicace spéciale à ma sœur et binôme **Sabrina** et sa famille **CHEKROUNI** et spécialement à **Walid** pour tous les moments inoubliables que nous avons vécus ensemble et à son mari **Jawed** et je leur souhaite une vie pleine de bonheur.*

*Je ne manquerai pas de citer mon ami, mon frère et mon collègue qui ma beaucoup aidé dans mon parcours **ROUIGUEB Ibrahim**.*

*A Mes chers Collègues de tout mon parcours, Nous avons partagé des années de notre vie. Ce fut un cursus dont je ne garderai que de bons souvenirs. et une spéciale dédicace à **Bilal , Djilali et Hakim**.*

***Nourelhouda***

## LISTE DES FIGURES

Figure I.1:	schéma simple de fonctionnement d'un capteur.....	3
Figure I.2:	Constitution des capteurs .....	4
Figure I.3:	L'effet piézoélectrique. ....	6
Figure I.4:	L'effet hall .....	6
Figure I.5:	transducteur piézoélectrique .....	9
Figure I.6:	présentation simple de fonctionnement de l'ultrason.....	10
Figure I.7:	principe de mesure .....	11
Figure I.8:	les différent fréquences sonores.....	12
Figure I.9:	Capteur à ultrason standard pour une fréquence supérieure à 40 KHz .....	12
Figure II.1:	Symbole de la porte NAND .....	14
Figure II.2:	Symbole de la porte NOR.....	15
Figure II.3:	Symbole de la porte NON.....	15
Figure II.4:	Représentation d'un monostable.....	16
Figure II.5:	Chronogramme d'un monostable.....	16
Figure II.6:	Circuit du monostable .....	17
Figure II.7:	signal de sortie d'un monostable à porte logique .....	17
Figure II.8:	chronogramme des deux types de monostable.....	18
Figure II.9:	signal de sortie d'un astable à porte logique.....	19
Figure II.10:	chronogramme d'un astable à porte logique.....	19
Figure II.11:	Circuit d'oscillateur.....	20
Figure II.12:	Circuit d'oscillateur commandé.....	20
Figure III.1 :	Comparateur non inverseur.....	22
Figure III.2 :	Caractéristique de transfert d'un comparateur non inverseur.....	22
Figure III.3:	Comparateur inverseur.....	23
Figure III.4:	Caractéristique de transfert d'un comparateur inverseur.....	23
Figure III.5:	Afficheur 7 segments.....	24

Figure III.6:	Schéma interne d'un afficheur à cathode commune et anode commune.....	24
Figure III.7:	Bascule RS.....	25
Figure III.8:	Chronogramme de la bascule RS.....	26
Figure III.9:	Principe de fonctionnement d'un compteur .....	26
Figure III.10:	Décodeur BCD-7 segments.....	27
Figure IV.1:	principe de fonctionnement.....	30
Figure IV.2:	schéma de circuit émetteur et récepteur.....	31
Figure IV.3:	schéma de circuit affichage et alimentation. ....	36
Figure IV.4:	Réalisation de Circuit d'oscillateur sur une plaque d'essai électrique.....	38
Figure IV.5:	Signal de la sortie de Circuit d'oscillateur.....	38
Figure IV.6:	Réalisation de circuit monostable sur une plaque d'essai électrique.....	39
Figure IV.7:	Signal de la sortie de circuit monostable.....	39
Figure IV.8:	Réalisation de circuit d'émission sur une plaque d'essai électrique.....	40
Figure IV.9:	Signal de la sortie de circuit d'émission.....	40
Figure IV.10:	Réalisation de circuit d'amplification sur une plaque d'essai électrique.....	41
Figure IV.11:	Signal de la sortie de circuit d'amplification.....	41
Figure IV.12:	test de transducteurs 40kHz.....	42
Figure IV.13:	Signal d'émetteur.. ....	42
Figure IV.14:	Signal de la sortie de récepteur .....	43
Figure IV.15:	teste de décodeur et l'afficheur .....	43
Figure IV.16:	teste de décodeur ,compteur/décompteur et afficheur .....	43
Figure IV.17:	circuit d'affichage sur la plaque d'essai .....	44
Figure IV.18:	Résultat de teste sur la plaque d'essai .....	44
Figure IV.19:	circuit émission et réception.....	45
Figure IV.20:	circuit d'affichage et alimentation.....	45
Figure IV.21:	Résultat de teste.....	46

## Liste des Tableaux

Tableau I.1:	principe physique de base des capteurs actifs .....	5
Tableau I.2:	principe physique de base des capteurs passifs.....	5
Tableau I.3:	la vitesse du son dans l'air pour différentes températures .....	11
Tableau II.1:	Table de vérité de la porte NAND .....	14
Tableau II.2:	Table de vérité de la porte NOR .....	15
Tableau II.3:	Tableau de vérité de la porte NON.....	15
TableauIII.1:	Table de vérité de la bascule RS.....	25
TableauIII.2:	Tableau général de fonctionnement.....	28

## Liste des abréviations

### Liste de composants pour le circuit d'émission et de réception :

#### Résistances :

R1 :1M $\Omega$   
R2, R3, R4 :100K $\Omega$   
R5 :160K $\Omega$   
R6 :330K $\Omega$   
R7, R8 :10K $\Omega$   
R9, R10 :1K $\Omega$   
R11:3.2 K $\Omega$   
R12:47 K $\Omega$   
A1: ajustable 22 K $\Omega$   
A2 : ajustable 1M $\Omega$

#### Condensateurs :

C1 :2.2 $\mu$ F  
C2, C4, C5:1nF  
C3:20nF  
C6, C7:0.1 $\mu$ F  
C8:220pF

#### Divers :

5 straps (4 horizontaux ,1 vertical)  
Eus : Transducteur us « émetteur ».  
Rus : Transducteur us « récepteur ».  
1 support 8 broches  
3support 14 broches  
Câble à 4 conducteurs

#### Semi-conducteurs :

T1 : PNP/BC557C  
IC1, IC2 : CD 4011  
IC3 :CD4001  
IC4 :TL081

### Liste de composants pour le circuit d'alimentation et d'affichage :

#### Résistances :



R1 a R17: 3.2K $\Omega$   
R18 a R22 :10K $\Omega$   
R23, R24 :100 K $\Omega$   
R25:2.2K $\Omega$   
A1: ajustable 47K $\Omega$ .

**Condensateurs :**

C1: 2200 $\mu$ F/35V  
C2:100 $\mu$ F/25V  
C3:0.1 $\mu$ F  
C4 a C7 :1nF.

**Semi-conducteurs :**

D1, D2 : 1N 4148  
L1: Led rouge 3mm  
AF1, AF2, AF3 : afficheur 7 segments a cathodes communes  
Pont de diodes  
REG : 7815  
T1: NPN/BC546, BC547  
IC1 : CD 4011  
IC2: CD4001  
IC3, IC4: CD 4029  
IC5, IC6: CD 4511

**Divers :**

15 straps (4 horizontaux ,11 verticaux)  
2supports 14 broches  
4supports 16 broches  
2 barrettes de 15broches  
Transformateur 230v /2\*15v/2.5Va  
BP : bouton-poussoir (230v)  
Bornier soudable de 2plots  
Connecteur femelle de 4 plots

## SOMMAIRE

Introduction Générale.....	1
----------------------------	---

### Chapitre I : Capteurs

I.1 Introduction.....	3
I.2 Définition général du capteur.....	3
I.2.1 Classifications des capteurs .....	3
I.2.2 Constitution des capteurs .....	4
I.2.3 Les différentes familles de capteur .....	4
I.3 Les effets physiques classiques.....	5
I.4 Différent types de capteurs .....	5
I.4.1 Capteur à effet piézoélectrique .....	5
I.4.2 Capteur à effet hall .....	6
I.4.3 Capteur à effet photoélectrique .....	7
I.4.4 Capteur à résistance variables déformant.....	7
I.4.5 Capteur de température .....	7
I.5 Capteur de mouvement .....	7
I.5.1 Les différentes catégories de capteurs de mouvements .....	7
I.5.2 Exemples de capteurs de mouvement .....	8
I.5.3 Capteur électroniques.....	8
I.5.4 Application des capteurs .....	8
I.5.5 Le transducteur piézoélectrique .....	9
I.6 Etude des capteurs ultrasonique.....	9
I.6.1 Introduction .....	9
I.6.2 Définition.....	9
I.6.3 Rappel sur les ultrasons.....	10
I.6.4 Les différents fréquences sonores .....	12
I.6.5 Principe de génération des ultrasons .....	12
I.6.6 Utilisation des ultrasons .....	13
I.7 Conclusion .....	13

### Chapitre II : Multivibrateurs

II.1 Introduction.....	14
II.2 Les multivibrateurs astables à circuit intégré (porte NAND).....	14
II.3 Les multivibrateurs monostable à portes logiques (porte NOR) .....	14
II.4 La fonction NON (inverseur) .....	15
II.5 Monostable .....	16
II.5.1 Définition .....	16
II.5.1.1 monostable à porte logique.....	17
II.5.2 caractéristique .....	18
II.6 Astable .....	19
II.6.1 Définition .....	19
II.7 Oscillateur CD4011 .....	19
II.8 Oscillateur commandé .....	20
II.9 Conclusion .....	21

## Chapitre III : afficheur

III.1 Introduction .....	22
III.2 Circuit d'amplification .....	22
III.2.1 Montage en comparateur .....	22
III.3 Afficheur 7 segments .....	23
III.4 Les bascules.....	24
III.4.1 Bascules RS .....	25
III.4.2 Principe de fonctionnement de la Bascule RS .....	25
III.5 Compteur-décompteur.....	26
III.5.1 Fonctionnement de CD4029.....	27
III.5.2 Caractéristiques .....	27
III.6 Décodeur .....	27
III.6.1 Fonctionnement de Décodeur CD4511 .....	27
III.6.2 Principe de fonctionnement de la Bascule RS .....	28
III.7 Conclusion .....	28

## Chapitre IV : Réalisation du circuit

IV.1 Introduction.....	29
IV.2 Simulation du circuit.....	29
IV.3 Principe de fonctionnement du circuit .....	29
IV.4 Réalisation du circuit .....	38
IV.4.1 Réalisation du circuit d'émission et réception .....	38
IV.4.2.1 Réalisation des différents étages .....	38
IV.4.2 Réalisation du circuit d'affichage.....	43
IV.5 Circuit imprimé.....	45
IV.6 Conclusion .....	46
Conclusion Générale .....	47
Bibliographie.....	48



# Introduction

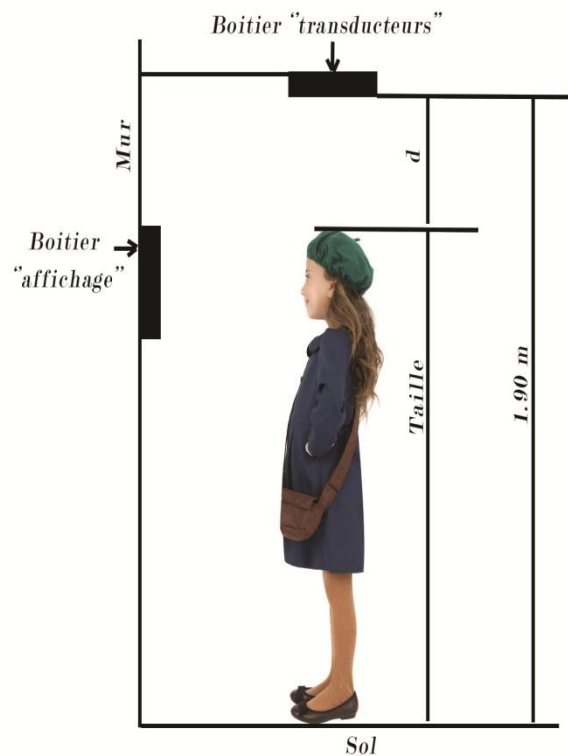
## Introduction :

Les ultrasons sont à la base de nombreuses applications aussi diverses que la recherche de défauts internes dans une structure métallique ou encore l'imagerie médicale par échographie.

Depuis l'âge des temps les parents s'inquiètent et suivent avec un grand intérêt la croissance de leurs enfants, cependant mais cette tâche était fatigante et complexe. Pour se faire les parents utilisaient pour chaque mesure un mètre pour la mesure de la taille de leurs progénitures.

Pour la faciliter cette tâche, nous étudions un montage que fait appel à la mesure du temps que l'onde ultrasonore pour se réfléchir sur un obstacle et revenir vers un récepteur sous la forme d'un écho.

On en déduit alors la distance qui sépare l'appareil de mesure de l'obstacle. L'affichage du résultat s'effectue directement en centimètres.



## Mesure de taille

Notre mémoire est organisé comme suit :

## INTRODUCTION

---

**Le premier chapitre** introduit une idée générale sur les capteurs, les différents types et une explication générale sur les ultrasons.

**Le second chapitre** sera consacré à une étude théorique des différents multivibrateurs (astables et Monostables) et des portes logiques.

**Le troisième chapitre** a pour but de présenter la partie affichage de notre circuit.

**Le quatrième chapitre** présente la réalisation des différents étages de notre circuit.

Nous terminons notre étude par une conclusion générale.



# Chapitre I

## Capteurs

**I-1) INTRODUCTION :**

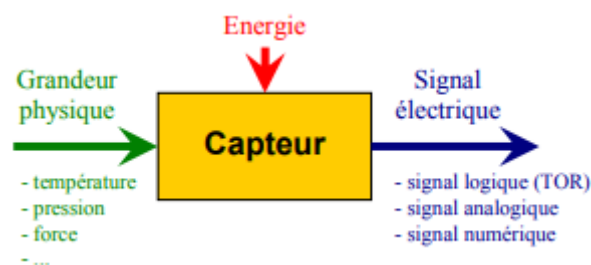
L'anatomie humaine dispose de nombreuses mesures qui nécessitent différents outils pour mesurer chacune d'elle. Si la taille est certainement la plus commune, notamment lors d'une auscultation de routine par le médecin généraliste, d'autres permettent d'affiner le diagnostic général et de détecter d'éventuels troubles plus importants.

C'est pour cela qu'on propose une méthode plus rapide et plus confortable pour déterminer la taille d'un individu.

**I-2) Définition générale du capteur :**

Les capteurs jouent un rôle très important dans des domaines multiples, ils permettent en effet la mesure de phénomènes de toute nature agissant sur notre environnement.

- **Capteur** : est un dispositif qui transforme l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable, exemple : une tension électrique, une hauteur de mercure, une intensité, la déviation d'une aiguille.... On fait souvent (à tort) la confusion entre *capteur* et transducteur : le *capteur* est **au minimum** constitué d'un transducteur. [1]



**figure I-1:**schéma simple de fonctionnement d'un capteur [1].

- **Etendue de mesure** : c'est la grandeur physique pouvant être mesurée par le capteur.
- **Résolution** : la valeur la plus petite de la variation du mesurande.
- **Sensibilité** : la Variation du signal de sortie par rapport à la variation du signal d'entrée.
- **Précision** : représente le pourcentage du résultat réel qu'il peut nous donner le capteur.
- **Rapidité** : le Temps nécessaire pour que le capteur donne une réaction.

**I -2-1) Classifications des Capteurs:**

- On peut classer les capteurs en :
  - Le nombre de la grandeur à capter.
  - La nature des signaux transmis. [2]



### I-2-2) Constitution des Capteurs:

- **Le corps de l'épreuve** : élément mécanique qui réagit à la grandeur physique à mesurer. Il transforme la grandeur à mesurer en grandeur mesurable.
- **L'élément de transduction** : Elément sensible lié au corps d'épreuve qui traduit les réactions de ce dernier en une grandeur électrique (c'est le signal de sortie).
- **Module électronique** : circuit pouvant selon les cas alimenter le capteur, adapter le signal de sortie (mise en forme et amplification), opérer à une conversion analogique/numérique le cas échéant .[3]

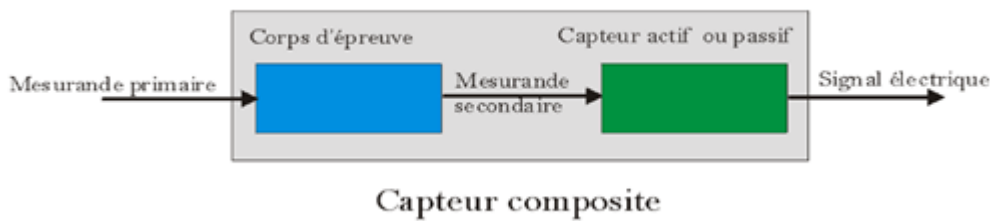


Figure I-2 : Constitution des capteurs. [4]

### I-2-3) Les différentes familles de Capteur :

Généralement il y a deux familles de capteur :

- Capteurs actifs.
- Capteurs passifs.
- **Capteur actif** :

Les capteurs actifs sont des capteurs qui ont besoin du générateur pour qu'ils fonctionnent. Dans ces capteurs l'élément de transduction utilise un principe physique qui convertit l'énergie propre en énergie électrique au mesurande. L'ensemble formé par le corps d'épreuve et un capteur actif ou passif constitue un capteur composite.

MESURANDE	EFFET UTILISE	GRANDEUR DE SORTIE
Température	Thermoélectricité (thermocouple)	Tension
Flux optique	Photoémission Pyroélectricité	Courant Charge
Force, pression, accélération	Piézoélectricité	Tension
Position	Effet Hall	Tension
Vitesse	Induction	Tension

Tableau I-1 : principe physique de base des capteurs actifs [3].

- **Capteurs passifs :**

Dans ces capteurs les éléments les plus importants sont les impédances, elles sont sensibles à la grandeur mesurée.

Une variation d'impédance résulte :

Soit une variation de dimension de capteur.

Soit une déformation résultant de force ou de grandeur s'y ramenant.

Mesurande	Caractéristique électrique sensible	Type de matériaux utilisés
Température	Résistivité [ $\rho$ ]	Métaux : Pt, Ni, Cu Semi-conducteur
Très basse T	Constante diélectrique [ $\epsilon$ ]	Verre
Flux lumineux	Résistivité [ $\rho$ ]	Semi-conducteur
Déformation	Résistivité [ $\rho$ ] Perméabilité magnétique [ $\mu$ ]	Alliage de Ni, Si dopé Alliage ferromagnétique
Position (aimant)	Résistivité [ $\rho$ ]	Matériaux Magnétorésistant
Humidité	Résistivité [ $\rho$ ] Constante diélectrique [ $\epsilon$ ]	Chlorure de lithium Alumine ; polymère
Niveau	Constante diélectrique [ $\epsilon$ ]	Liquides isolants

**Tableau I-2 :** principe physique de base des capteurs passifs [3].

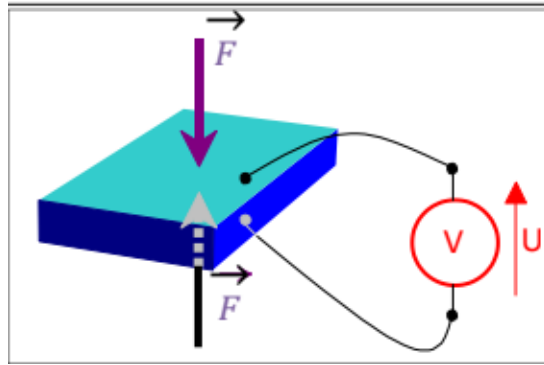
**I-3) Les effets Physiques Classiques :**

- effet piézo-électrique
- effet photo-électrique
- effet hall
- effet photovoltaïque
- effet thermoélectrique
- effet d'induction électromagnétique

**I-4) Différent types de capteurs :**

**I-4-1) Capteurs à effet piézoélectrique :**

- **L'effet piézoélectrique :**



**Figure I-3** : L'effet piézoélectrique [3].

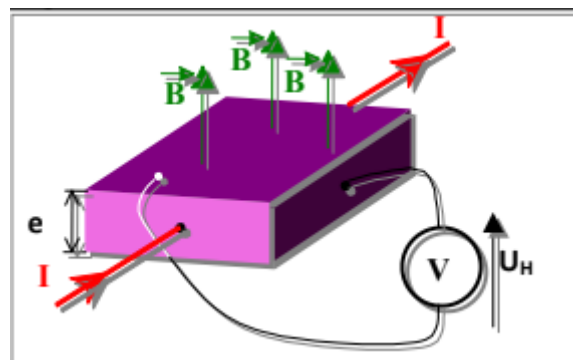
La piézoélectricité est la propriété qui possèdent certains corps de se polariser électriquement sous l'action d'une contrainte mécanique et réciproquement de se déformer lorsqu'on leur applique un champ électrique. Les deux effets sont indissociables. Le premier est appelé effet piézoélectrique **direct** ; le second effet piézoélectrique **inverse**.

#### Exemples :

- capteur de force
- capteur de pression
- capteur d'accélération
- récepteur à ultrason

#### I-4-2) capteur à effet hall :

- L'effet hall :



**Figure I-4** : L'effet hall.[3]

Un barreau de semi-conducteur soumis à un champ magnétique uniforme  $B$  et traversé par un courant  $I$ , est le siège d'une force électromotrice  $U_H$  sur deux de ses faces.

La tension de Hall  $U_H$  est définie par la relation ci-dessous :

$$U=R ( \mathbf{I.B})/e )$$

I-1

Avec :

RH : constante de Hall (dépend du semi-conducteur)

I : intensité de la source de courant (A)

B : intensité du champ magnétique (T)

e : épaisseur du barreau de silicium.

**Exemples :**

- Capteur de champ magnétique.
- Capteur de proximité.

**I-4-3) capteur à effet photoélectrique :****▪ L'effet photoélectrique :**

Un semi-conducteur est un matériau pauvre en porteurs de charges électriques (isolant). Lorsqu'un photon d'énergie suffisante excite un atome du matériau, celui-ci libère plus facilement un électron qui participera à la conduction.

**Exemples :**

- les photorésistances.
- les photodiodes.

**I -4-4) capteur à résistance variables déformant :**

- Capteurs potentiométriques de déplacement.
- Capteurs à jauges d'extensomètre.

**I -4-5) capteur de température :**

- Thermomètre à thermocouple.
- Thermistance.
- Capteurs à sortie numérique directe.

**I -5) capteur de mouvement :****I -5-1) Les différentes catégories de capteurs de mouvements****➤ Capteur de mouvement actif :**

Les mouvements causent un signal qui sera reçu par les capteurs de mouvement actifs. Ce capteur se déclenche en cas ou une personne traverse le chemin de se signal donc une alarme se déclenche.

Le signal envoyé par le capteur de mouvement actif est permanent.

Ce signal peut être perturbé si quelqu'un se déplace à portée de ce capteur donc l'alarme est déclenchée.

➤ **Capteur de mouvement passif :**

On trouve les détecteurs de mouvement dans plusieurs domaines mais ils sont plus utilisés pour les alarmes anti-intrusion (antivol).

Ces alarmes ont des capteurs infrarouges passifs (PIR). Ces (PIR) sont sensibles au rayonnement infrarouge.

Les signaux infrarouges émis par la chaleur corporelle seront captés par les capteurs de mouvement passifs.

Si le capteur détecte une énergie infrarouge. le détecteur se déclenche.

**I-5-2) Exemples de capteurs de mouvement :**

- Capteur inductif
- Capteur capacitif
- Le capteur gp 2d 120x

**I-5-3) Capteurs électroniques :**

Ils peuvent être de deux sortes :

Soit pour la mesure de la pression absolue, soit pour celle de la pression différentielle. C'est à dire que l'étude dans ce cas est spécifiée dans le domaine de la mesure.

**I -5-4) Application des capteurs :[2]**

<b>Type de capteur</b>	<b>utilisation</b>
Mécanique	Tout ou rien ou position linéaire
Pression	Absolue ou relative, alarme
Magnétique	Tout ou rien, mesure
Température	Mesure, alarme
Sonore	Mesure, amplification, alarme
Lumière	Mesure, alarme

- Les signaux ultrasonores sont habituellement générés par un transducteur, leurs applications étant très diverses, On décrira donc essentiellement les transducteurs les plus répandus, ceux utilisant l'effet piézoélectrique.

### I-5-5) Le transducteur piézoélectrique :

Le terme transducteur devrait être distingué du terme capteur, par définition le premier est un convertisseur d'énergie d'une forme à une autre, par contre, le second convertit un stimulus vers un signal électrique.

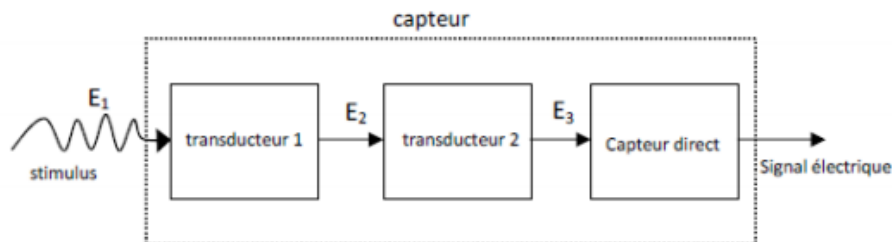


Figure I-5 : transducteur piézoélectrique.

### I- 6) Etude des Capteurs Ultrasoniques :

#### I-6-1) Introduction :

Le domaine d'application des ultrasons est largement diversifié et développé actuellement. De ce fait on se trouve dans l'incapacité de les définir de manière très précise.

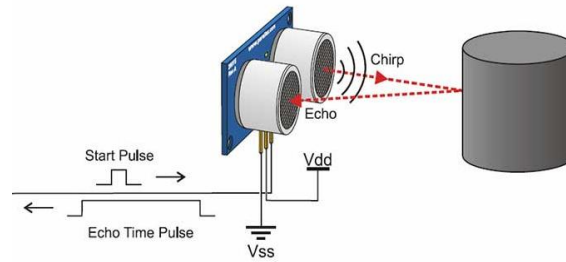
#### I-6-2) Définition :

Les capteurs à ultrasons émettent un tissage acoustique compris entre 20 Hz et 20 KHz et déterminent la distance.

les ultrasons sont des ondes vibratoires de haute fréquence (dépassant les 20 KHz). Ils peuvent être utilisés dans de nombreux domaines. Par exemple, il peut être utilisé comme capteur d'aide au stationnement dans les voitures.

Ces capteurs à ultrasons sont les éléments les plus importants dans notre appareil de mesure de la taille de l'individu

La différence entre les ultrasons et les sons c'est que leur fréquence est trop élevée.



**Figure I-6** : présentation simple de fonctionnement de l'ultrason. .[5]

### I-6-3) Rappel sur les ultrasons : [6]

Les ultrasons ont les mêmes propriétés que les sons avec cependant une différence notable: ils ne sont pas audibles par l'oreille humaine. Ce n'est pas le cas de certains animaux, comme les chiens ou les chauves souris, qui les perçoivent.

Ces dernières s'en servent même en tant que radar de navigation.

En général, la courbe de réponse physiologique de l'oreille humaine atteint une valeur quasi nulle au delà d'une fréquence de 20 KHZ. C'est à partir de cette limite que l'on trouve les ultrasons. Ceux utilisés dans la présente application se caractérisent par une fréquence de 40 KHZ, ce qui correspond à une période de 25  $\mu$ s (figure 7). Rappelons en effet de la relation :

$$T=1/f \quad \text{I-2}$$

A l'instar des sons, les ultrasons se déplacent dans l'air à une vitesse de 343 m/s à une température de 20 °C, au niveau de la mer. Cette vitesse varie essentiellement en fonction de la température .On peut la calculer au moyen de la relation suivante :

$$V^2 = \gamma RT. \quad \text{I-3}$$

V : vitesse de l'onde sonore en m/s.

$\gamma$  : coefficient adiabatique de l'air, soit 287 J/kg/°K.

T : température en degrés K ( T °K= t °C+ 273).

Le tableau ( I ) donne une idée de la vitesse du son dans l'air pour différentes températures.

Lorsque l'on considère deux « maxima » consécutifs de la représentation sinusoïdale d'une onde ultrasonore se déplaçant dans l'espace à une vitesse V, on peut calculer la distance qui les sépare. Cette distance porte le nom de longueur d'onde . Elle se définit au moyen de la relation :

$$\lambda= V T \quad \text{I-4}$$

ainsi, à une température de 20°C ,cette longueur d'onde est de :  $343 \times 25 \times 10^{-6}$ . Soit

$8,5 \times 10^{-3}$ , c'est- à-dire 8,5mm.

t (°C)	V (m/s)
-20	319
-10	327
0	332
10	337
20	343
30	349

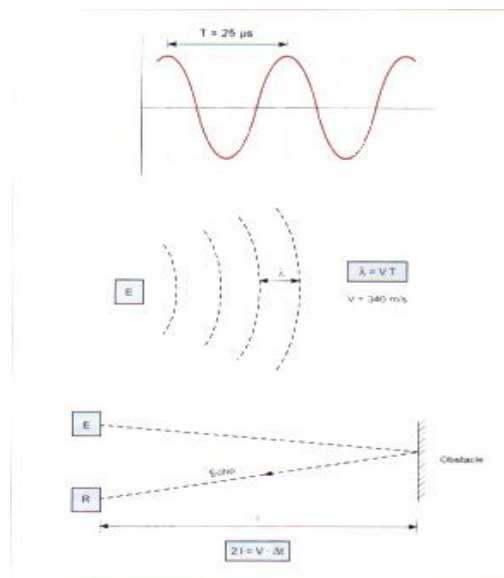
**Tableau I-3:** la vitesse du son dans l'air pour différentes températures. .[6]

Quand un émetteur ultrasonique se trouve situé à une distance « l » d'un obstacle, par exemple un mur, le chemin à parcourir par l'onde ultrasonore pour revenir à son point de départ grâce à l'écho, est en fait égal à « 2 × l ».

La durée  $\Delta t$  nécessaire à cet aller et retour s'exprime donc par la relation :

$$\Delta t = \frac{2l}{v} \quad \text{I-5}$$

par exemple, si la distance « l » est de 1m, la durée  $\Delta t$  correspondante est de l'ordre de 5,8 ms. [5]



**Figure I-7 :** principe de mesure.[6]

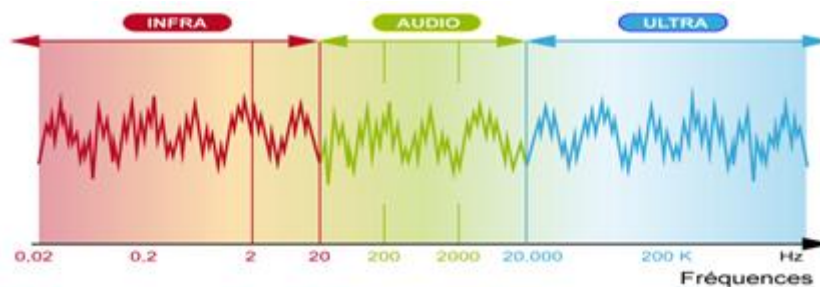
#### I-6-4) Les différentes fréquences sonores :

- Les ondes sonores sont émises par une source (voix humaine, instrument de musique, diapason) et mises en évidence par un récepteur tel que l'oreille humaine



ou animale, un sonomètre. Elles sont caractérisées par leur fréquence. Elles se répartissent en 3 classes :

- **Les infrasons:** ont une fréquence inférieure à 20 Hz. Ils sont audibles par certains animaux comme les éléphants qui leur permettent de communiquer.
- **Les sons audibles par l'oreille humaine :** sont compris entre 20 Hz et 20 000 Hz. Les sons de basse fréquence sont les sons graves, les sons aigus sont des sons de haute fréquence.
- **Les ultrasons :** ont des fréquences supérieures à 20 000 Hz. Ils sont audibles par les chauve-souris, les chats, les dauphins.



**Figure I-8 :** les différent fréquences sonores.[7].

#### I-6-5) Principe de génération des ultrasons :

Dans les signaux ultrasons on décrira essentiellement les transducteurs les plus répandu, ceux utilisant l'effet piézoélectrique.

- Le transducteur de ce type est constitué principalement d'un cristal piézoélectrique qui se met à vibrer lorsqu'une variation de tension est appliquée à ces bornes, une onde de pression alors est produite. Inversement, lorsqu'un cristal piézoélectrique est exposé à une onde de pression, il se déforme et produit un signal électrique.



**Figure I-9 :** Capteur à ultrason standard pour une fréquence supérieure à 40 KHz

## **I-6-6) Utilisation des ultrasons :**

Leur utilisation est basé sur la détection des obstacles qui peut être encore utilisé pour commander par exemple l'ouverture d'une porte, couper l'alimentation de tout appareil fonctionnant sur le réseau des ultrasons, ils peuvent aussi être utilisés dans le domaine médicale.

## **I-7) Conclusion :**

Dans se chapitre on a présenté une étude générale sur des différent capteurs et spécialement les ultrasons que nous utilisons dans notre montage..



# Chapitre II

## Multivibrateur

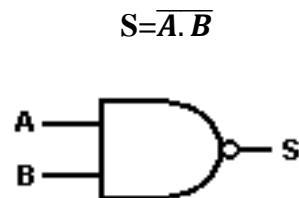
**II -1) Introduction :**

Dans ce chapitre on présenté quelques généralités sur les différents composants de base constituant notre circuit, ce qui va servir par la suite à la bonne compréhension du principe de fonctionnement.

**II -2) Les multivibrateurs astables à circuit intégré (porte NAND) :**

- **La fonction NAND :**

Dans une porte logique NAND, l'état de la sortie dépend uniquement de la combinaison des états respectifs des entrées, on peut résumer toutes les possibilités ou combinaisons dans un tableau de vérité (Tableau II -1) .



**Figure II -1 :** Symbole de la porte NAND.

La table de vérité est donnée par :

A	B	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

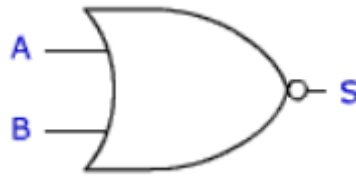
**Tableau II -1:** Table de vérité de la porte NAND.

**II-3) Les multivibrateurs monostables à portes logiques(portes NOR) :**

- **La fonction NOR:**

Dans une porte logique, l'état de la sortie dépend uniquement de la combinaison des états respectifs des entrées, on peut résumer toutes les possibilités ou combinaisons dans un tableau de vérité (Tableau II -2).

$$S = \overline{A + B}$$



**Figure II -2 :** Symbole de la porte NOR.

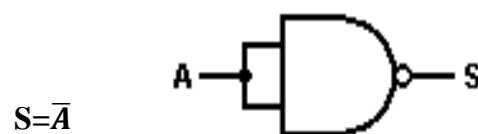
La table de vérité est donnée par :

A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

**Tableau II -2 :** Table de vérité de la porte NOR

#### II-4) La fonction NON (inverseur) :

Si les entrées A et B prennent simultanément le même état logique, la sortie elle prend l'état inverse, il est donc facile d'utiliser la porte NAND comme un inverseur (Tableau II -3).



$$S = \overline{A}$$

**Figure II-3:** Symbole de la porte NON.

La table de vérité est donnée par :

A	S
0	1
1	0

**Tableau II -3:** Tableau de vérité de la porte NON.

## II-5) Monostable :

## II-5-1) Définition :

Un monostable est un circuit ne possédant qu'un seul état de stabilité. Sous l'effet d'une impulsion de commande, ce monostable peut passer à un état complémentaire de l'état stable dite état instable de durée  $T_0$  fixe.  $T_0$  est appelé durée propre du monostable (Figure II-4).

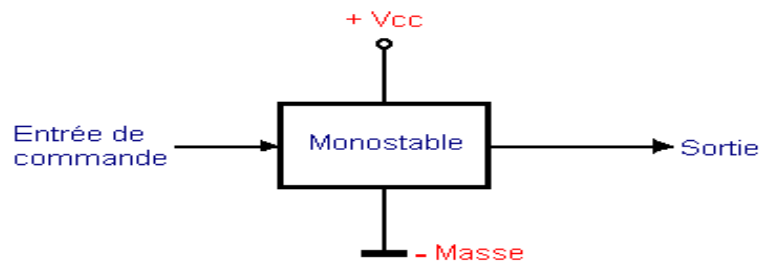


Figure II-4: Représentation d'un monostable. [8]

De nombreux circuits intégrés permettent la réalisation de la fonction monostable. Dans la majorité des cas le circuit doit être accompagné de composants externes (résistances, condensateurs) pour pouvoir réaliser la fonction.

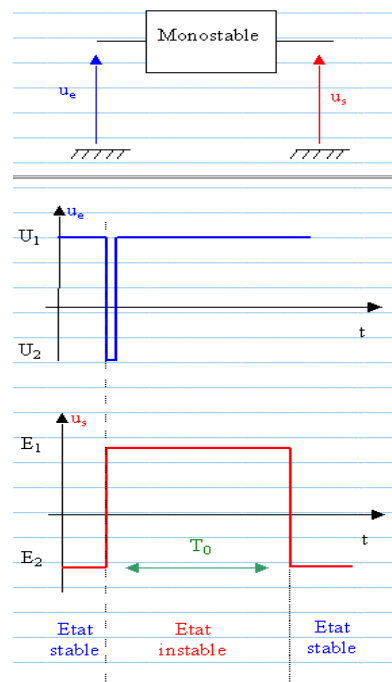
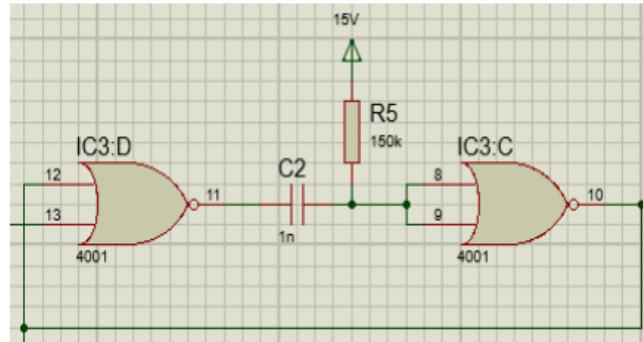


Figure II-5: Chronogramme d'un monostable. [8]

**II-5-1-1) Monostable à porte logique :**

➤ **Monostable à porte NOR :**

Dans notre projet, on a utilisé le CD 4001 pour réaliser une bascule monostable. La figure II-6 suivante présente le circuit :



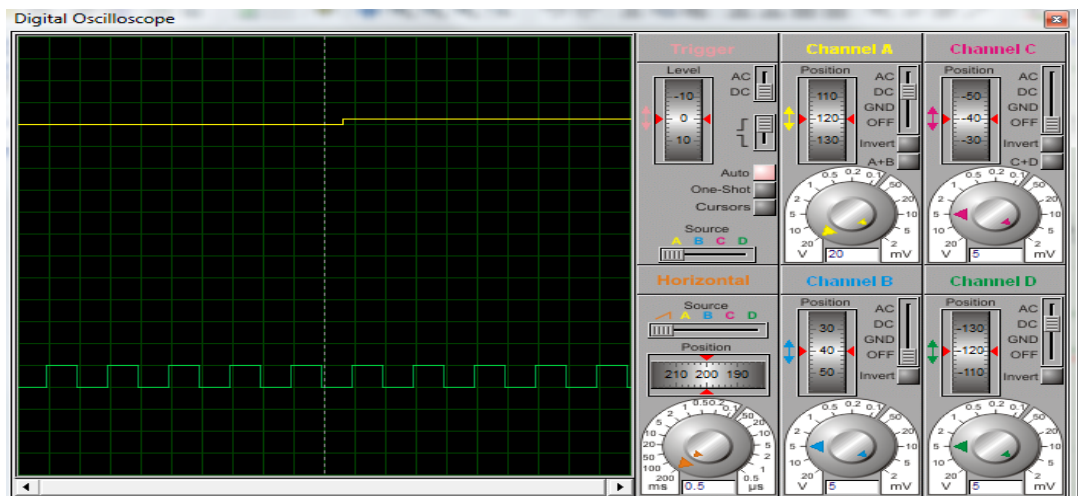
**Figure II -6:** Circuit du monostable.

Le circuit intégré 4001 est de la série des circuits intégrés 4000 utilisant la technologie CMOS, ayant 14 pins en DIL (Dual In Line Package). Il contient quatre portes logiques NOR à deux entrées.

➤ **Caractéristique de CD4001 :**

Il supporte au maximum une tension continue telle que :  $V_{ss} = 3\text{ V}$  et  $V_{dd} = 20\text{ V}$ .

La température de fonctionnement doit se situer entre  $-55$  et  $+125^{\circ}\text{C}$ .



**Figure II-7 :** signal de sortie d'un monostable à porte logique

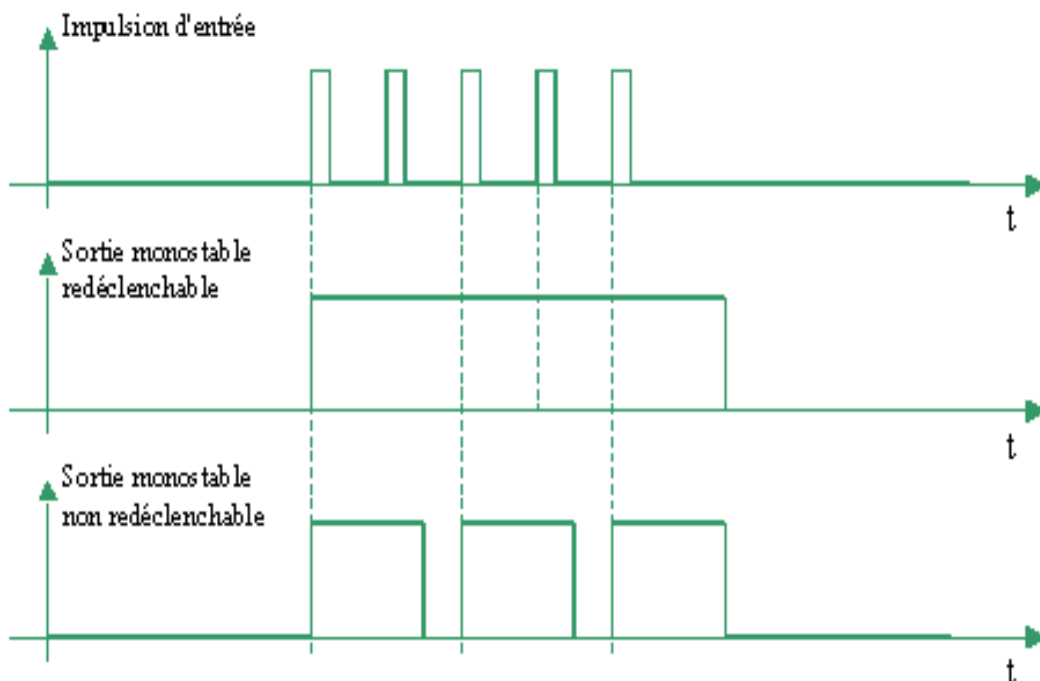
## II-5-2) Caractéristique : [8]

Un monostable possède quatre caractéristique :

- Etat stable.
- Front de déclenchement : (front montant ou descendant).
- Durée de l'état stable TW (Time Width)
- Redéclenchable ou non.

Il existe deux types de monostable :

- Monostable non redéclenchable : une nouvelle impulsion pendant l'état instable ne modifie pas la durée de cet état.
- Monostable redéclenchable : une nouvelle impulsion pendant l'état instable relance le monostable pour une durée  $T_0$ .



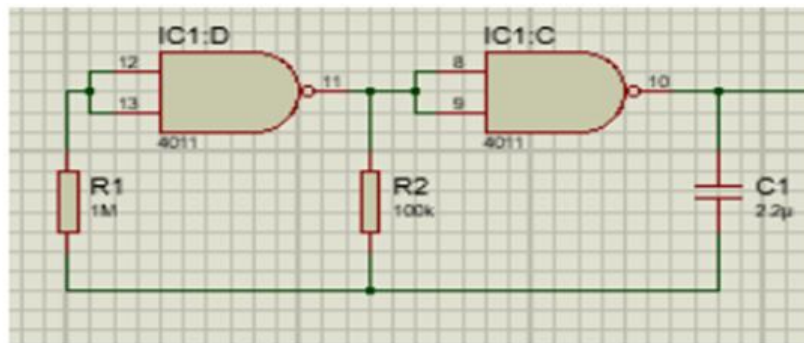
**Figure II-8:** Chronogramme des deux types de monostable. [8]

Remarque concernant la fonction monostable : la présence du « 1 » désigne un monostable qui ne peut être déclenché qu'une seule fois, On appellera monostable non redéclenchable. En son absence, il s'agit donc d'un monostable redéclenchable.

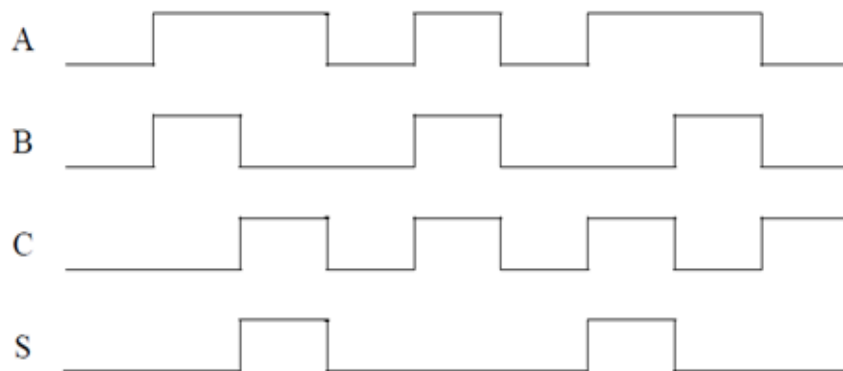


**II-6) Astable :****II-6-1) Définition :**

Un astable est un circuit capable de générer une onde rectangulaire ou carrée sans lui appliquer une tension d'entrée. C'est donc un oscillateur de relaxation produisant un courant très riche en harmonique oscillant librement autour d'un équilibre instable grâce à la charge et la décharge des condensateurs. Le circuit astable oscille en permanence entre deux états (Figure II -9).



**Figure II -9:** Circuit d'oscillateur.



**Figure II-10:** chronogramme d'un astable à porte logique.

Nous présentons les résultats de simulation d'un circuit astable à porte NAND sur le simulateur ISIS (figure II-11).

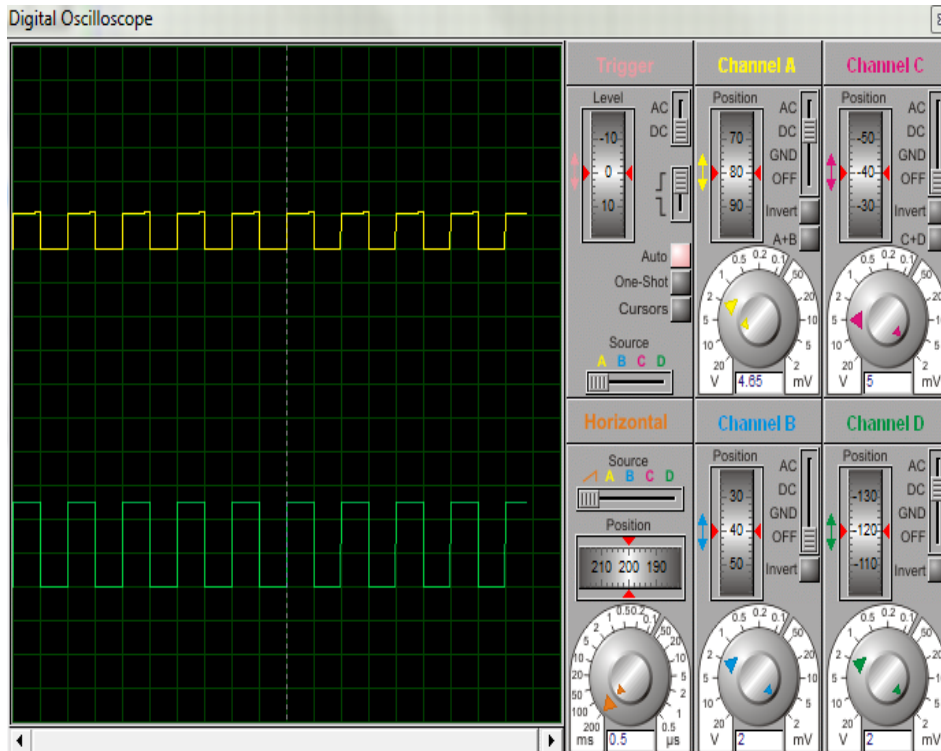


Figure II-11: signal de sortie d'un astable à porte logique.

II-7) Oscillateur CD4011 :

Dans notre réalisation, on a utilisé le CD4011 comme un oscillateur principal qui génère une fréquence égale à 40KHz. La figure II-12 suivante présente le circuit :

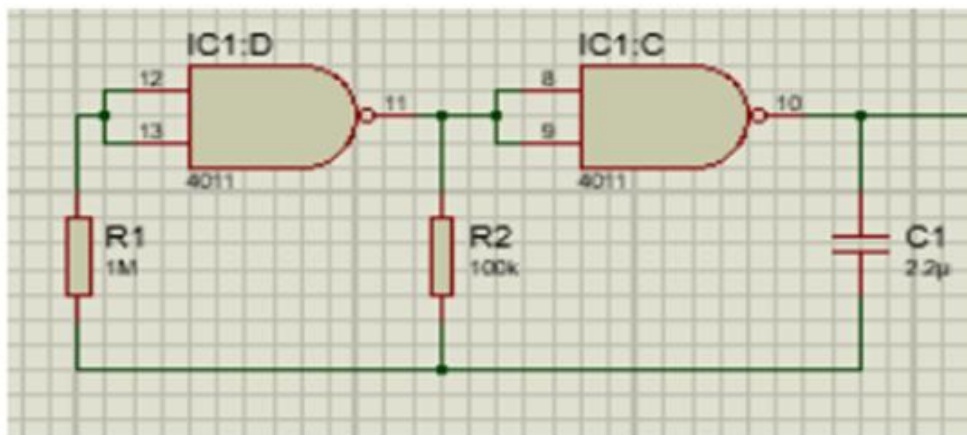


Figure II -12: Circuit d'oscillateur.

Le circuit intégré 4011 est de la série des circuits intégrés 4000 utilisant la technologie CMOS. Il contient 4 portes logiques NAND.

➤ **Caractéristique de CD4011 :**

Elle est composée de deux transistors MOS canal P et de deux transistors MOS cana N.

Le circuit 4011 est disponible en boîtier Dual in line.

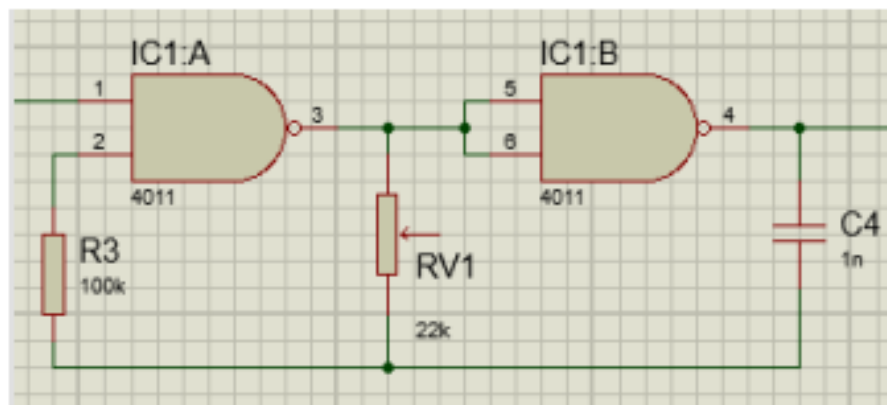
Il supporte au maximum une tension continue telle que :  $V_{ss} = -0.3 \text{ V}$  et  $V_{dd} = +15 \text{ V}$ .

La puissance totale de dissipation est d'environ 200mW.

La température de fonctionnement doit se situer entre  $-40$  et  $+80^\circ\text{C}$ .

**II-8) Oscillateur commandé :**

Ce circuit générant un signal rectangulaire doit être activé par un signal de validation.



**Figure II -13:** Circuit d'oscillateur commandé.

Il est seulement actif lorsque l'entrée 1 est soumise à un état haut, si tel est le cas l'oscillateur délivre sur sa sortie des créneaux de forme carrée.

**II-9) Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons présenté une étude générale concernant le circuit électronique qui permet la transmission et réception.



# Chapitre III

## Afficheur

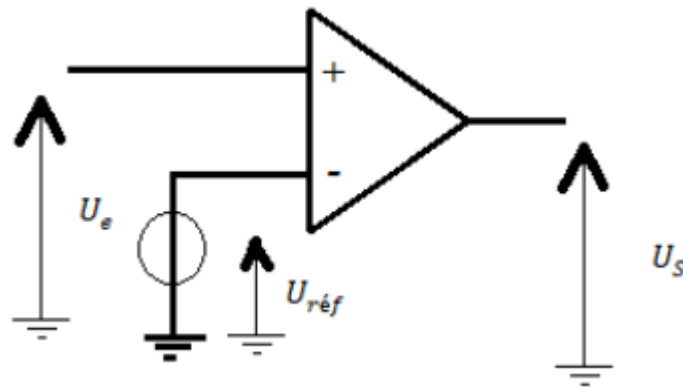
### III-1) Introduction:

Dans ce chapitre on donnera quelque généralités sur circuit d'amplification ,les afficheurs et les bascules constituants notre circuit,

### III-2) Circuit d'amplification :

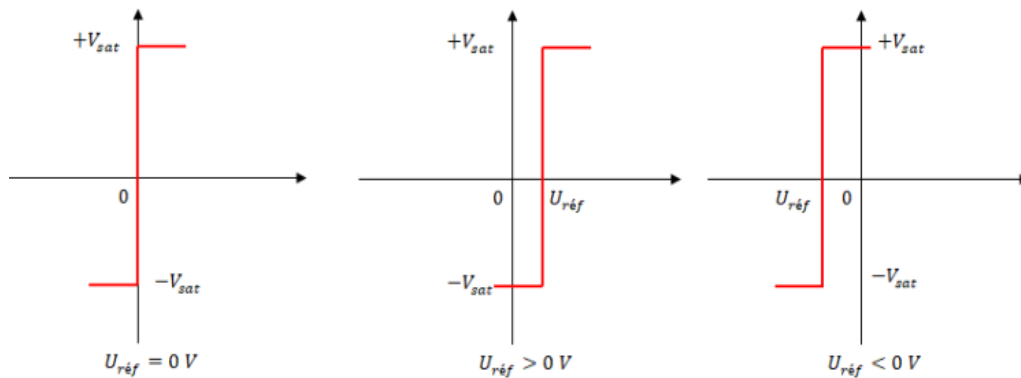
#### III-2-1) Montage en comparateur :

- Comparateur non inverseur :



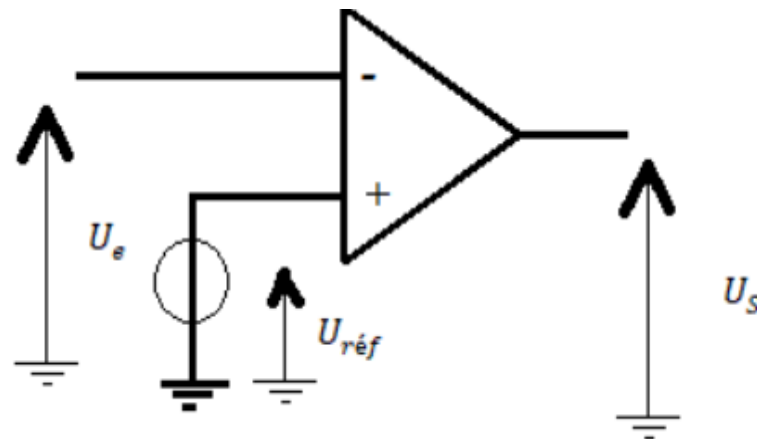
**Figure III-1:** Comparateur non inverseur. [9]

- Caractéristique de transfert :



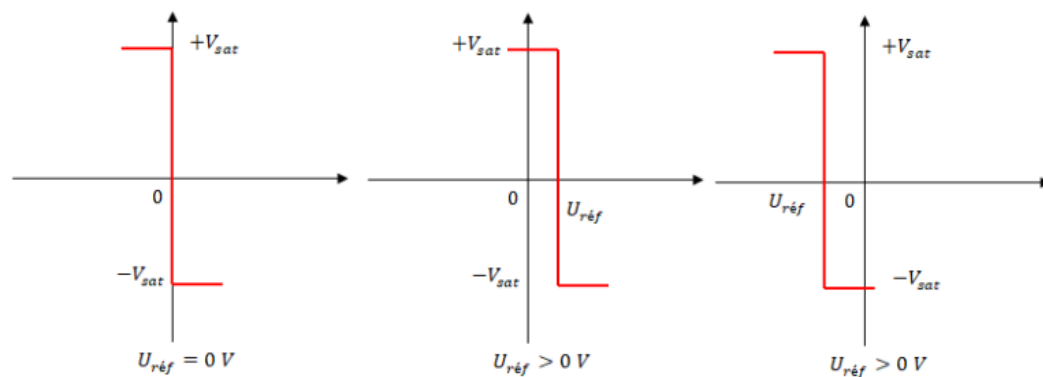
**Figure III-2:** Caractéristique de transfert d'un comparateur non inverseur. [9]

- Comparateur inverseur :



**Figure III-3:** Comparateur inverseur. [9]

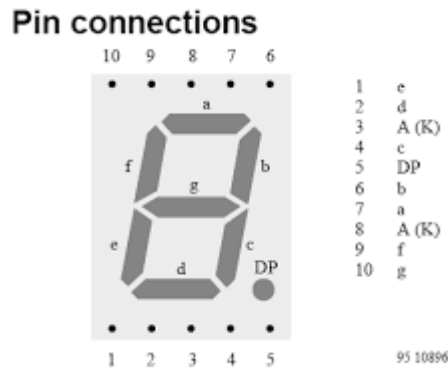
- Caractéristique de transfert



**Figure III-4:** Caractéristique de transfert d'un comparateur inverseur. [9]

### III-3) Afficheur 7 segments :

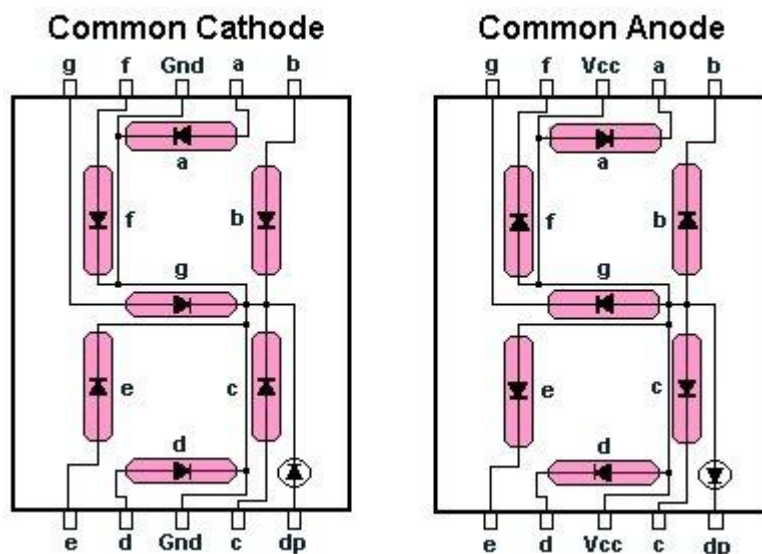
Les afficheurs 7 segments sont un type d'afficheur particulièrement présent sur les calculatrices et les montres à affichage numérique, il est composé de sept LED (7 segments a, b, c, d, e, f, g) qui nécessitent une polarisation spécifique selon le type d'afficheur; anode commune ou cathode commune. Dans un afficheur 7 segments, les segments sont le plus souvent désignés par les lettres allant de A à G. Dans le cas où l'afficheur comporte un point, servant de séparateur décimal, ce dernier est désigné DP.



**Figure III-5 :** Afficheur 7 segments.

-Il ya deux afficheur 7 segments anode commune et cathode commune. Dans notre circuit c'est un afficheur à cathode commune.

- Afficheur à cathode commune : toutes les cathodes sont reliées et connectées au potentiel bas. La commande du segment se fait par son anode mise au potentiel haut.
- Afficheur à anode commune : toutes les anodes sont reliées et connectées au potentiel haut. La commande du segment se fait par sa cathode mise au potentiel bas.



**Figure III-6:**Schéma interne d'un afficheur à cathode commune et anode commune.

**III-4) Les bascules :**

Les bascules sont de manière générale des bistables, ce qui permet d'obtenir des niveaux logiques stables sur leur sorties (soit « 1 » ou « 0 »).

Elles réalisent de ce fait une fonction mémoire temporaire permettant ainsi de stocker des informations. Ces dernières pouvant être aussi annulées à tout moment.

### III-4-1) Bascule RS :

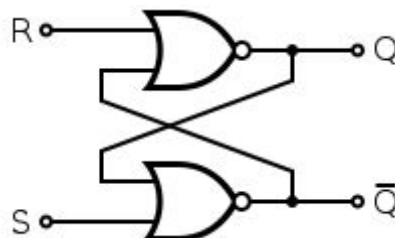
C'est une bascule asynchrone, ce type de bascule n'utilise pas le signal d'horloge pour cadencer le fonctionnement. La bascule R-S constitue le point mémoire de base. Elle comporte deux entrées R et S et deux sortie Q et  $\bar{Q}$ . Q étant toujours le complément de  $\bar{Q}$ . [10]

Les lettres R et S proviennent des initiales de deux mots anglo-saxons :

- **R** signifiant Reset qui veut dire replacer (dans l'état initial) et donc remise à 0.
- **S** signifiant Set qui veut dire placer (dans un état) : mise à 1.

### III-4-2) Principe de fonctionnement de la Bascule RS :

Bascule RS réalisée à partir de deux opérateurs logiques de type OU-NON à deux entrées. [10]



**Figure III-7:** Bascule RS. [10]

-Le tableau de vérité ci-dessous montre le fonctionnement de la bascule RS.

Entrée		Sortie	
R	S	Q <sub>n</sub>	$\bar{Q}_n$
0	0	Q <sub>n-1</sub>	$\bar{Q}_{n-1}$
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	?	?

**Tableau III-1:** Table de vérité de la bascule RS. [10]



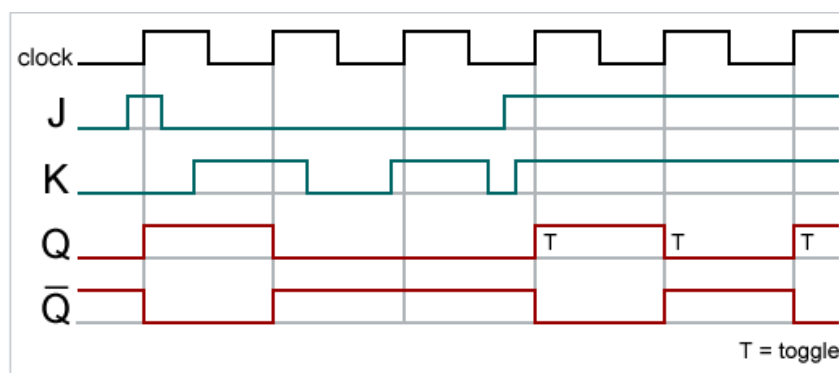
**Explication :**

Le cas  $R=0$  et  $S=0$  correspond à la mémorisation de l'information.

La sortie ne change pas d'état par rapport au précédent  $Q_n=Q_{n-1}$ .

L'entrée  $S$  permet de fixer la sortie  $Q$  à « 0 ».

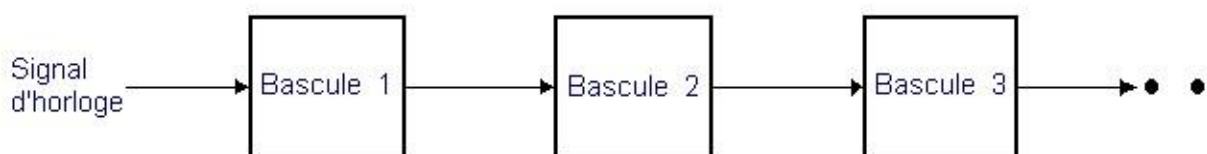
Remarque : L'application de  $S=1$  et  $R=1$  est un cas indéterminé, qu'il est interdit d'utiliser dans les applications.



**Figure III-8:** Chronogramme de la bascule RS. [10]

**III-5) Compteur-décompteur :**

Un compteur (décompteur) est un circuit électronique constitué d'un ensemble de bascules et d'un réseau combinatoire. Il permet de comptabiliser le nombre d'événement qui se produisent pendant un temps donné, chaque événement est traduit en impulsion électrique. Ces circuits possèdent le plus souvent une entrée (quelquefois deux entrées) sur laquelle parviennent les impulsions à compter ou à décompter et l'information disponible est située sur l'ensemble des sorties des bascules. [1]



**Figure III-9:** Principe de fonctionnement d'un compteur.[11]

-Dans notre projet on a utilisé le compteur CD4029 qui possède quatre sorties qui peuvent être utilisés pour compter ou décompter dans le mode binaire BCD (décimal codé binaire).

### III-5-1) Fonctionnement de CD4029 :

Pour que le CD4029 compte ou décompte il faut que les deux entrées CARRY IN et PE soient sous un état bas et l'entrée UP/DOWN permet de changer le sens de comptage en avant ou en arrière. Donc un état haut de l'entrée UP/DOWN assure le comptage et un état bas assure le décomptage.

### III-5-2) Caractéristiques :

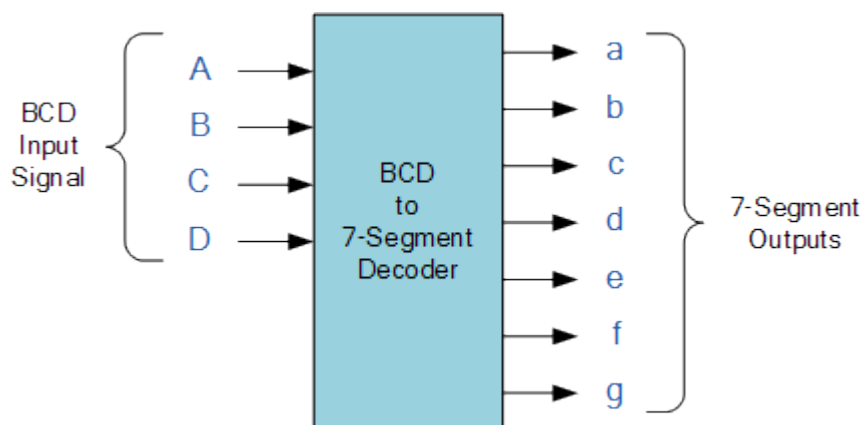
Une tension continue de 3 à 18volts.

Une fréquence maximale (créneaux de comptage 10v) de 8Mhz.

### III-6) Décodeur :

Un décodeur est un circuit logique combinatoire qui a une entrée binaire de n bits permettant combinaisons  $2^n$  et M sorties telles que  $2^n \geq M$ . Suivant le type de décodeur, la sortie peut traduire deux fonctions:

- Convertisseur de code à un code.
- Sélecteur de sortie : permet d'activer une seule sortie parmi les M disponible en fonction de la valeur binaire affichée à l'entrée. [1]



**Figure III-10:** Décodeur BCD-7 segments.[12]

-Dans notre circuit, nous construirons un circuit décodeur d'affichage BCD à 7 segments en utilisant la puce 4511.

**III-6-1) Fonctionnement de Décodeur CD4511 :**

Le CD4511 est un décodeur très utile, il permet de faire un affichage digital puisqu'il peut être brancher directement a un afficheur sept segments.

Pour un fonctionnement normal il faut mettre les deux entrés LT et BL a un état haut ensuite appliquer la logique BCD pour les quatre entrés A,B,C et D.

Entrées				Sorties							Affichage:			
LE	BI	LT	D	C	B	A	a	b	c	d		e	f	g
X	X	0	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	8
X	0	1	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	Eteint
0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3
0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	6
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	9
0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Eteint
0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Eteint
0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Eteint
0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Eteint
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Eteint
1	1	1	X	X	X	X								*

**Tableau II -2 :** Tableau général de fonctionnement.[12]

X : Niveau indifférent, Dépend du niveau d'entée à l' instant du changement de LE.

**III-6-2) Caractéristiques :**

Tension d'alimentation de 3 à 18v.

Courant de sortie 25mA.

**III-7) Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons détaillé les différents composants utilisés dans notre réalisation (notre projet).

Le travail pratique (réalisation) est illustré dans le quatrième chapitre.



Chapitre IV  
Réalisation du  
circuit

**IV-1) Introduction:**

Nous avons vu à travers les trois chapitres précédents l'ensemble des composants et des montages électroniques constituant le circuit émetteur et le circuit récepteur qui détecte la taille d'un individu. Ceci nous permet enfin d'aboutir à notre objectif qui est la réalisation pratique du montage en question : appareil de mesure de taille.

Dans ce chapitre, nous allons présenter le circuit électronique du montage, le circuit imprimé et sa réalisation; notamment les entrées et les sorties de tous les étages.

**IV-2) Simulation du circuit:**

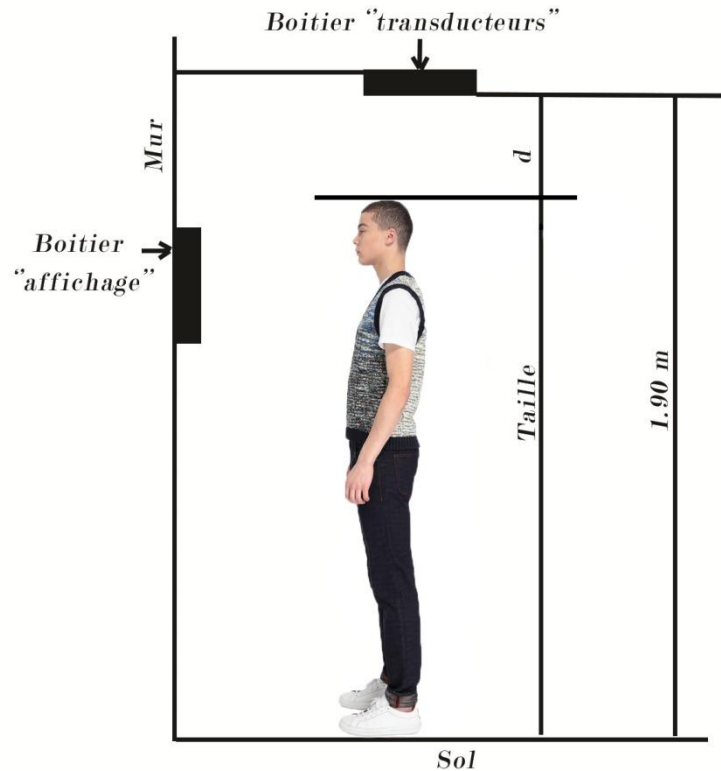
Après avoir définie le type de circuit à réaliser dans les trois chapitres et déterminer les composants à utiliser nous avons simulé notre circuit sur le logiciel ISIS pour tester son fonctionnement (figure IV-1) et (figureIV-2).

**IV-3) Principe de fonctionnement du circuit : [13]**

En appuyant sur le bouton poussoir du module « affichage », le montage se trouve alimenté et la valeur de la taille est mise en évidence par l'intermédiaire d'un affichage à trois digits.

**Le principe :**

Le boîtier supérieur comporte deux transducteurs ultrasoniques, un "émetteur" et un "récepteur", placés côte à côte. L'émetteur envoie, périodiquement, un bref signal ultrasonore en direction du crane de l'individu (figureIV-1).



**Figure IV-1:** principe de fonctionnement.

La durée de la réflexion de l'écho permet de déterminer la distance « d ». Le système n'a plus qu'à soustraire cette distance à la hauteur totale de 1.90 m pour afficher en définitive la taille.

#### **Le fonctionnement :**

#### **Module transducteurs:**

Le circuit fonctionne sous une tension continue de 15V. L'alimentation fait partie du module « affichage » que nous présentera ultérieurement.

#### **Périodicité des mesures :**

Les portes NAND (3) et (4) du circuit intégré IC1 constituent un oscillateur, délivrant des signaux de forme carrée, caractérisés par une période T telle que :

$$T=2.2 \cdot R2 \cdot C1$$

**IV-1**

La valeur de cette période T est de l'ordre de 0.5 s. C'est à cette périodicité que se produiront les mesures (figure IV-2).

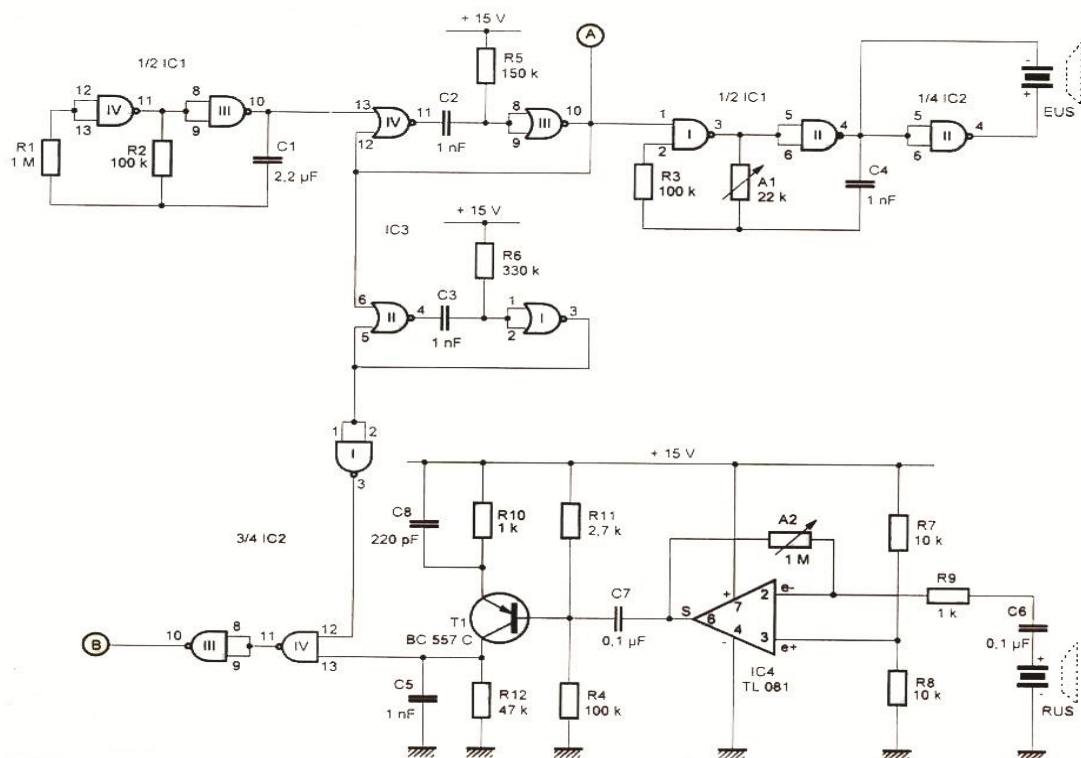


Figure IV-2: schéma de circuit émetteur et récepteur.

Les portes NOR (3) et (4) du circuit intégré IC3 forment une bascule monostable. A l'occasion de chaque front montant du signal issu de l'oscillateur, cette bascule délivre un état « haut » d'une durée ( $\Delta T$ ) fixée par les valeurs de la résistance R5 et du condensateur C2, cette durée  $\Delta T$  est donnée par la relation suivante :

$$\Delta T = 0.7 * R5 * C2 \quad \text{IV-2}$$

Dans le cas présent, la durée de l'état « haut » émis par la bascule est d'environ 100  $\mu s$ .

### Emission du train d'ondes ultrasoniques :

Les portes NAND(1) et (2) de IC1 forment également un oscillateur. Ce dernier est du type « commandé ». Il est seulement « actif » lorsque l'entrée 1 de IC1 est soumise à un état « haut ». Si tel est le cas, l'oscillateur délivre, sur sa sorties 4 des créneaux de forme carrée dont la période dépend essentiellement de la position du curseur de la résistance variable A1.

Pour une position proche de la médiane, la période obtenue est de l'ordre de 25  $\mu s$ , ce qui correspond à une fréquence de 40 KHZ. Etant donné la valeur de ( $\Delta T$ ) précédemment évoquée, l'oscillateur ne délivrera que 4 périodes consécutives.

La porte NAND(2) d'IC2 réalise une inversion, si bien que le transducteur « émetteur » dont les entrées sont respectivement en liaison avec la sortie de l'oscillateur et cette porte NAND (2), est soumis à un signal carré d'une amplitude de 30V. Il en résulte une puissance d'émission accrue.

Le train d'ondes émis par ce transducteur se caractérise par une longueur physique égale à 4 fois la longueur d'onde du signal ultrasonique.

Rappelons que cette longueur d'onde ( $\lambda$ ) est déterminée par la relation :

$$\lambda = 340\text{m/s} \cdot (25 \cdot 10^{-6}) \text{ s.} \quad \text{IV-3}$$

La valeur 340m/s : représente la vitesse du son dans l'air à 20°C

On peut ainsi vérifier que  $\lambda = 8.5\text{mm}$ . La longueur géométrique du train d'ondes délivré par le transducteur « émetteur » sera donc de l'ordre de 34mm.

### Réception de l'écho de réflexion :

Les vibrations, correspondant à la réflexion du train d'ondes sur un obstacle, sont perçues par le transducteur ultrasonique « récepteur ». Ce dernier les transforme en signaux électriques grâce à l'élément piézoélectrique qui le constitue. Par l'intermédiaire de C6 et de R9, ils sont transmis à l'entrée « non inverseuse » est soumise au demi-potential d'alimentation par le pont de résistances d'égales valeurs R7 et R8. C'est d'ailleurs ce potentiel de 7.5 v qui est présent sur la sortie de IC4 en situation de veille.

Pour une position médiane du curseur de la résistance variable A2, le gain de cet étage amplificateur est d'environ 500 ( $\text{gain} = A2/R9$ )

Le transistor T1, un PNP est monté en « émetteur commun ». Sa base est polarisée de façon telle, qu'en l'absence de signaux en provenance d'IC4 via C7, le potentiel collecteur est nul. Au début du retour du signal ultrasonique de réflexion (l'écho), il accuse un bref passage à un potentiel voisin de 15v.

### Traitement du signal correspondant à l'écho :

En réalité, au niveau du collecteur de T1, un bref passage à un potentiel proche de 15V se produit également au moment du départ du train d'ondes du transducteur « émetteur ». En effet, compte tenu de la proximité physique des deux transducteurs, le dispositif amplificateur réagit également à ce moment. Il est clair que pose des problèmes et n'arrangera pas nos affaires. Il est donc nécessaire d'éliminer cette première réaction pour ne conserver que celle correspondant effectivement à l'écho de réflexion.

Au moment où la bascule NOR (3) et (4) d'IC3 prend son départ, une seconde bascule constituée des portes NOR (1) et (2) du même circuit IC3, se trouve activée. Mais la durée de l'état « haut » qu'elle délivre se caractérise par une valeur de plus du



double de la durée du signal ultrasonique. Pendant cette durée la sortie de la porte NAND (1) d' IC2 présente un état « bas », ce qui a pour conséquence la neutralisation de la porte NAND(4) d' IC2.

Le signal, correspondant à l'envoi du train d'ondes, est donc ainsi éliminé.

En revanche, une fois la bascule NOR (1) et (2) revenue sur son état de repos,

L'écho de retour est normalement transmis sur les entrées réunies de la porte NAND (3) d'IC2, dont la sortie présente un bref état « haut ».

En définitive, il convient de retenir de ce passage en revue du module « transducteur » :

-- qu'un bref état « haut » de 100  $\mu$ s de durée est disponible sur la sortie (A) du montage au moment du début de l'envoi du train d'ondes.

-- qu'un bref état haut est également disponible, un peu plus tard au point (B).

-- que le décalage dans le temps de ces deux phénomènes, est directement proportionnel à la distance séparant le module « transducteur » de l'obstacle de réflexion.

-- la durée de la neutralisation de la réception ultrasonique est très exactement égale à  $0.7 \cdot R6 \cdot C3$ , soit 230  $\mu$ s.

Cela correspond à un parcours des ondes ultrasoniques dans l'air de :  $340\text{m/s} \cdot 230 \cdot 10^{-6}$  s, soit 78mm.

S'agissant en réalité d'un aller et retour notre réalisation ne serait fonctionné correctement si la distance entre le module « transducteur » et l'obstacle devenait inférieur à environ 4cm.

### **Module affichage :**

#### **Alimentation :**

La fourniture d'énergie provient du secteur 230V, par l'intermédiaire d'un transformateur, dont l'enroulement secondaire délivre une tension alternative de 15V (figureIV-3).Un bouton-poussoir en assure la mise en service. Le condensateur C1 effectue un premier lissage de la tension redressée, délivrée par le pont de diodes. Sur la sortie du régulateur REG, une tension continue et stabilisée à 15V est disponible. Le condensateur C2 assure un filtrage complémentaire et C3 joue le rôle de capacité de découplage.

La mise sous tension du montage est signalisée par l'illumination de la diode LED rouge L1, dont le courant est limité par la résistance R25. Cette signalisation s'impose, en effet, pour mettre en évidence le bon fonctionnement de l'alimentation, étant donné, ainsi que nous le verrons ultérieurement, qu'aucun affichage ne se produit au niveau des digits, en cas de « non détection » d'un obstacle.

**Mesure de la distance entre transducteur et obstacle :**

Le décalage temporel entre les états « haut », se présentant successivement au niveau des points(A) et (B), est directement proportionnel à la distance (d) séparant les transducteurs de l'obstacle. Ces deux signaux sont pris en compte par la bascule R/S constituée des portes NOR(3) et (4) d' IC2.

Rappelons que la sortie 11 d'une telle bascule :

- passe à un état « haut » stable et auto maintenu pour tout état « haut », même de durée brève, appliqué sur l'entrée d'activation 9 d'effacement 13
- passe à un état « bas » stable et auto maintenu pour tout état « haut », appliqué sur l'entrée d'effacement 13

Le décalage temporel, évoqué ci-dessus, est donc mis en évidence par la durée de persistance de l'état « haut » sur la sortie 11 de la bascule R/S.

Pendant toute la durée de cet état « haut », l'oscillateur formé par les portes NAND (3) et (4) d' IC1 devient « actif ». Il délivre alors des créneaux de forme carrée, dont la valeur de la période dépend essentiellement de la position du curseur de la résistance variable A1.

Il est d'ailleurs possible de calculer la valeur théorique de cette période.

En effet et comme nous le verrons ultérieurement, chaque front positif de ces créneaux fait « avancer », ou plutôt « reculer », d'un pas, un système de décomptage.

L'unité retenue étant le centimètre, si la distance entre le transducteur et l'obstacle est égale à (d) centimètres, le chemin à parcourir par le train d'ondes ultrasoniques sera égale à 2\*d.

La durée ( $\Delta T$ ) nécessaire pour effectuer ce parcours sera donc telle que :

$$\Delta T (s) = 2 * d (cm) / 34000 (cm/s), \text{ soit } d / 17000 \quad \text{IV-4}$$

Pendant cette durée, le signal carré issu de l'oscillateur doit présenter (d) front montants. Sa période (T) est donc égale à  $\Delta T / d$ , soit 1/17000 secondes, ce qui correspond à environ 59  $\mu s$ .

Les créneaux, générés par l'oscillateur, sont pris en compte par le trigger formé par les portes NAND et(1) et (2) d'IC1, avant d'être acheminés sur les entrées de décomptage du système de comptage/affichage.

**Comptage et affichage :**

Les circuits intégrés IC3 et IC4 sont des CD 4029. Il s'agit de compteurs/décompteurs. Dans la présente utilisation, étant donné que les entrées U/D sont reliées à un état « bas », ils décomptent au rythme des fronts montants appliqués

sur les entrées CL. De plus, ils fonctionnent en BCD, du fait que les entrées B/D sont également reliées à un état « bas ».

A l'occasion de chaque front montant se présentant sur les entrées CL :

- le compteur IC3, affecté aux unités, décompte d'un pas.
- le compteur IC4, affecté aux dizaines, décompte d'un pas, uniquement à la condition que son entrée CI soit soumise à un état « bas », phénomène se produisant seulement pour la position « zéro » d'IC3.

Au moment de l'activation de la bascule R/S et par l'intermédiaire du dispositif dérivateur formé du condensateur C5 et de la résistance R19, les entrées PE de « pré-positionnement » des compteurs sont très brièvement soumises à un état « haut », ce qui a pour conséquence l'initialisation des compteurs sur les positions :

- (9) en ce qui concerne IC4, position imposée par les niveaux logiques auxquelles sont soumises les entrées j de ce dernier.
- (0) pour le compteur IC3, toujours en raison des niveaux présents sur les entrées j.

En définitive, en tout début de comptage, le système de comptage IC3/IC4 occupe la position 90.

Les niveaux binaires des sorties Q des compteurs sont en liaison avec les décodeurs BCD→7 segments des circuits intégrés IC5 et IC6. Ces derniers ont leurs sorties (a à g) reliées aux segments des afficheurs AF1 et AF2, par l'intermédiaire de résistances de limitation de courant.

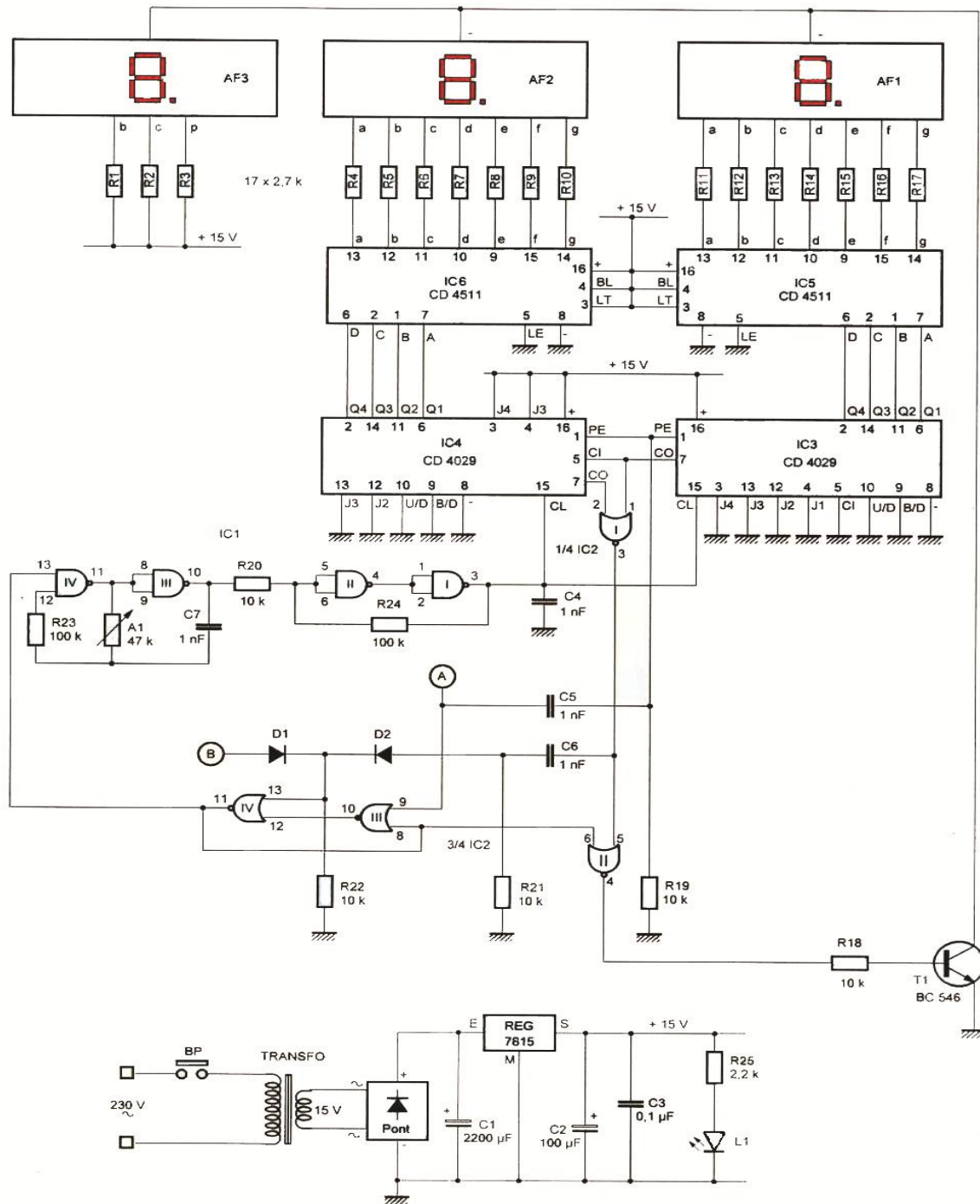


Figure IV-3:schéma de circuit affichage et alimentation.

Ces afficheurs indiquent, en centimètre, la distance (d) évoquée précédemment. A noter que le décomptage ne peut s’effectuer que dans une plage allant de 90 à 00.

L’afficheur AF3 affiche en permanence la valeur (1), suivie du point, si bien qu’au niveau de l’utilisateur de la réalisation (appareil) , la lecture du résultat de la mesure est de la forme X.YZ (par exemple 1.75). Pendant la phase de « décomptage », l’entrée 6 de la porte NOR (2) d’IC2 est soumise à un état « bas ». Il en résulte le blocage du transistor T1, dont le circuit collecteur assure normalement le retour à la

polarité négative des segments des trois afficheurs. L'affichage est donc éteint pendant le décomptage.

Cette disposition évite à l'observateur de voir clignoter les segments des afficheurs pendant cette phase, elle est d'ailleurs très courte. Elle ne saurait excéder  $90 \times 59 \mu\text{s}$ , soit 5ms.

Toujours au niveau de l'utilisateur, cette brève extinction n'est pas perceptible grâce à la persistance rétinienne.

### **Limite de la mesure :**

Si l'individu mesuré a une taille inférieure à 1m, ou si aucun obstacle n'est détecté, la position des compteurs atteindra, à un moment donné du décomptage, la valeur 00. Les sorties de la porte NOR(1) d'IC2 passera à l'état « haut ». Le front montant qui en découlera sera pris en compte par le système dérivateur formé par C6 et R21. Par l'intermédiaire de D2, un bref état « haut » sera appliqué sur l'entrée d'effacement de la bascule R/S, ce qui aura pour conséquence son passage sur son état de repos, afin d'être prête pour la mesure éventuelle suivante. L'oscillateur cessera de fournir des créneaux de décomptage.

Les compteurs resteront donc provisoirement bloqués sur leur position 00 d'où la persistance d'un état « haut » sur la sortie de la porte NOR(1) de IC2. La sortie de la porte NOR(2) d'IC2 présentera un état « bas » ce qui maintiendra l'extinction de l'affichage. Il est cependant possible de mesurer la taille d'un enfant si celle-ci est inférieure au mètre. Il suffit de le placer sur une surélévation et de retrancher au résultat de la mesure la hauteur de cette dernière.

### **La réalisation pratique :**

#### **Les modules :**

Les circuits imprimés des deux modules font l'objet d'annexe **A1 et A2**. Respecter l'orientation des composants polarisés, ainsi que la correspondance des fils de liaisons entre les modules, par connecteurs interposés.

Dans un premier temps, les curseurs de tous les ajustables sont à placer en position médiane.

#### **Les réglages :**

#### **Module transducteurs :**

En n'insérant que IC1 sur son support et en reliant l'entrée 1 à la polarité positive, il est plus aisé de régler, à l'aide d'un fréquencemètre ou d'un oscilloscope, la fréquence des signaux générés à 40KHZ, en agissant sur le curseur de la résistance variable A1.

La position du curseur de la résistance variable A2 détermine le gain de l'amplificateur IC4.

Généralement, la position médiane convient.

Le gain augmente si le curseur est tourné dans le sens horaire.

Si le gain est insuffisant, les distances (d) plus importantes risquent de ne pas pouvoir être mesurées. En revanche, un gain trop important peut faire entrer en oscillation l'ensemble IC4/T1.

#### **Module affichage :**

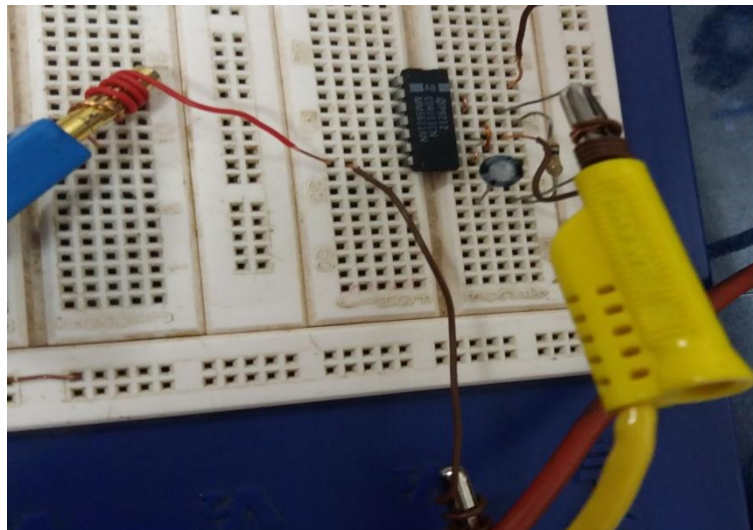
Il s'agit d'obtenir une valeur exacte de la taille. En plaçant, par exemple, un obstacle (livre ou autre surface plane) à 20cm des transducteurs, le curseur de la résistance variable A1 doit être positionné de manière à obtenir l'affichage de la valeur 1.70.

#### **IV-4) Réalisation de circuit:**

##### **IV-4-1) Réalisation du circuit d'émission et réception:**

##### **IV-4-2-1) Réalisation des différents étages :**

Dans ce qui suit nous présentons toutes les étapes de la réalisation de notre appareil avec les différents tests obtenus



**Figure IV-4:** Réalisation de Circuit d'oscillateur sur une plaque d'essai électrique.

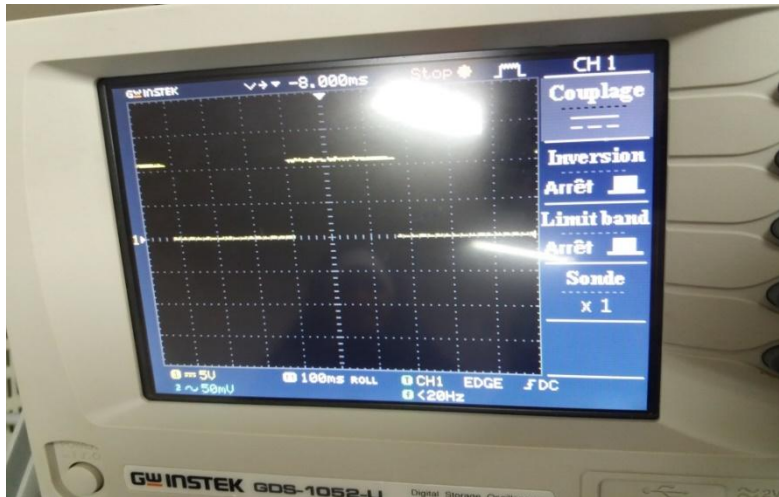


Figure IV-5 : Signal de la sortie de Circuit d'oscillateur.

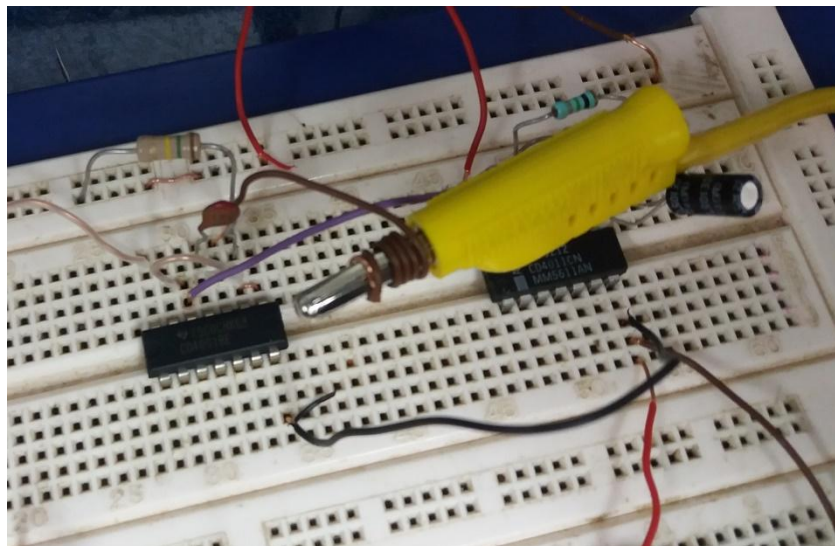


Figure IV-6: Réalisation de circuit monostable sur une plaque d'essai électrique.

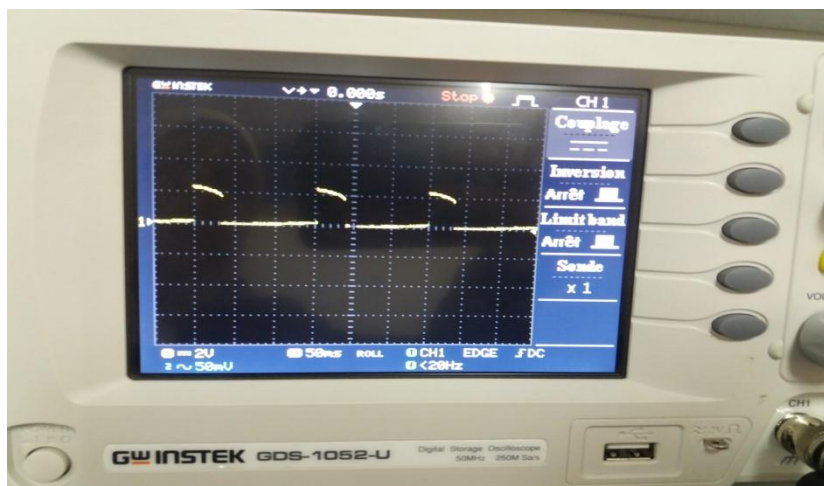


Figure IV-7: Signal de la sortie de circuit monostable.

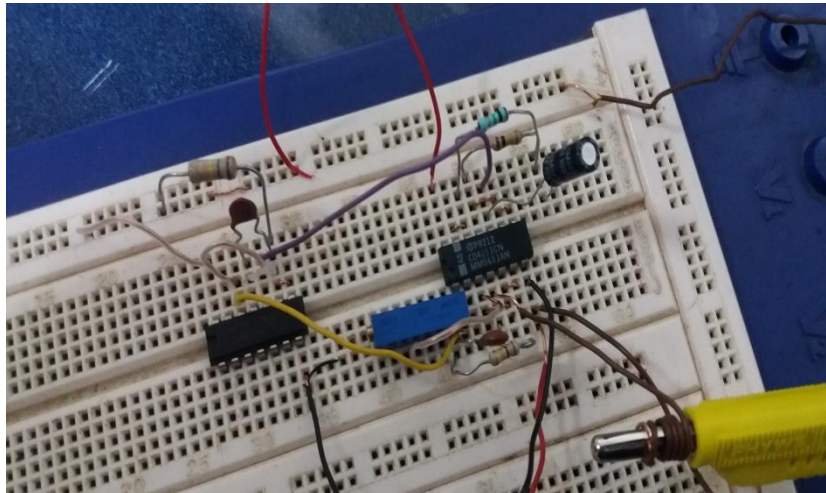


Figure IV-8: Réalisation de circuit d'émission sur une plaque d'essai électrique.

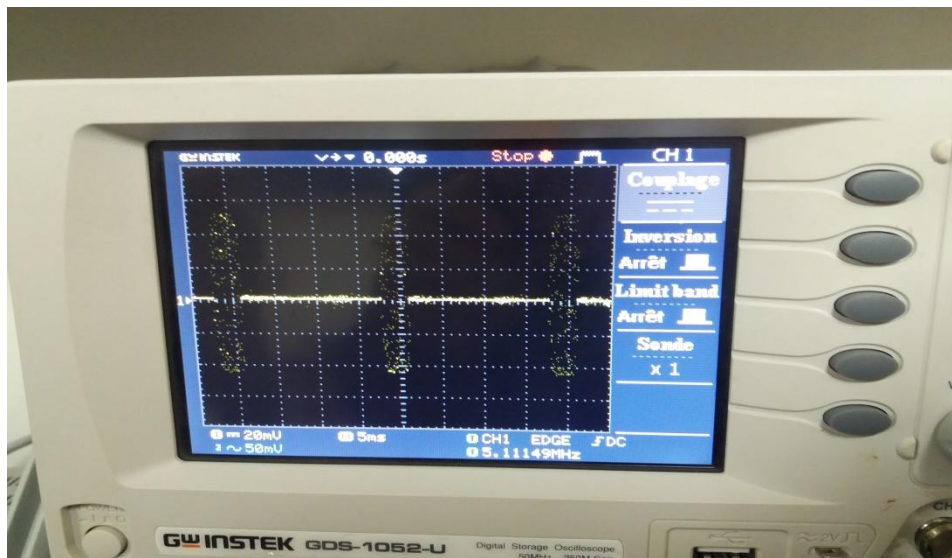
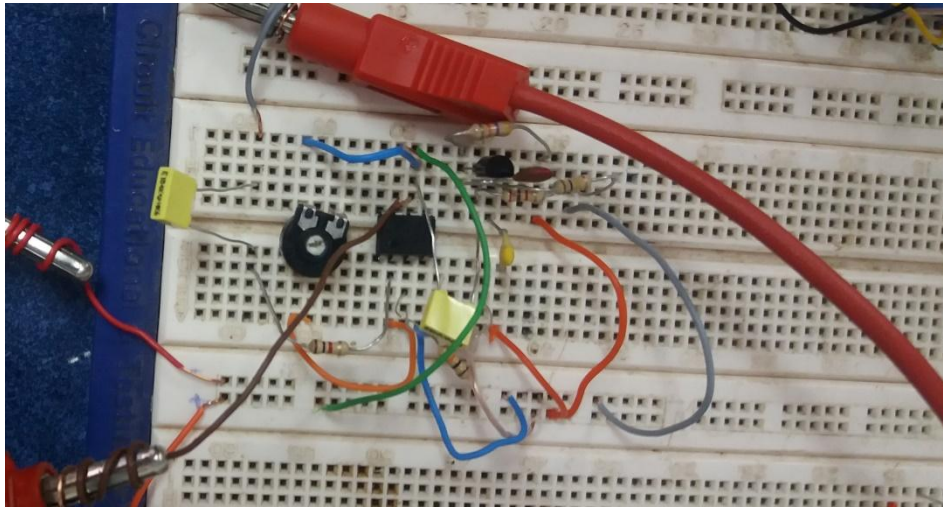
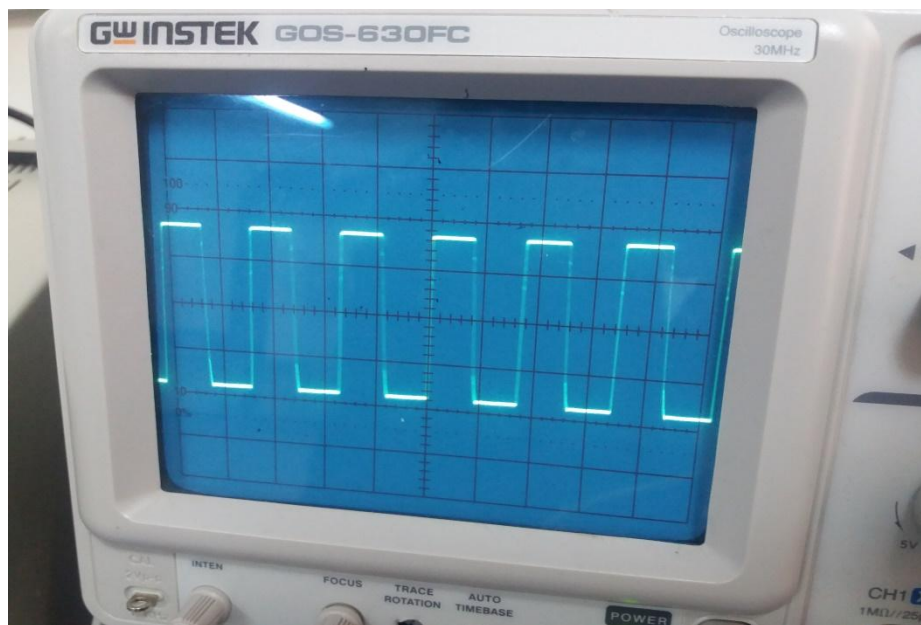


Figure IV-9 : Signal de la sortie de circuit d'émission.





**Figure IV-10:** Réalisation de circuit d'amplification sur une plaque d'essai électrique.



**Figure IV-11:** Signal de la sortie de circuit d'amplification.

- nous avons testé les transducteurs (émetteur/récepteur). on a placé les transducteurs l'un à côté de l'autre, pour alimenter l'émetteur directement, on injecte un signal carré de fréquence de 40 kHz généré par un GBF.

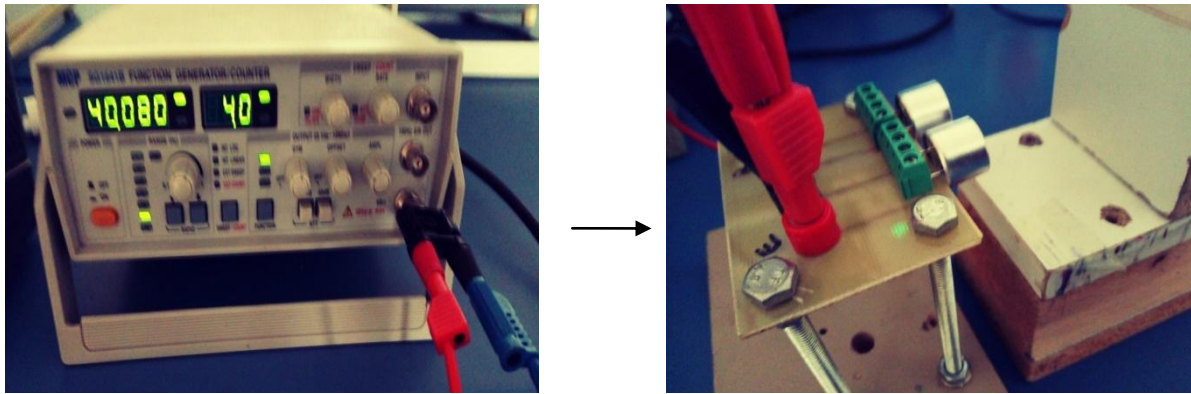


Figure IV-12: test de transducteurs 40kHz.

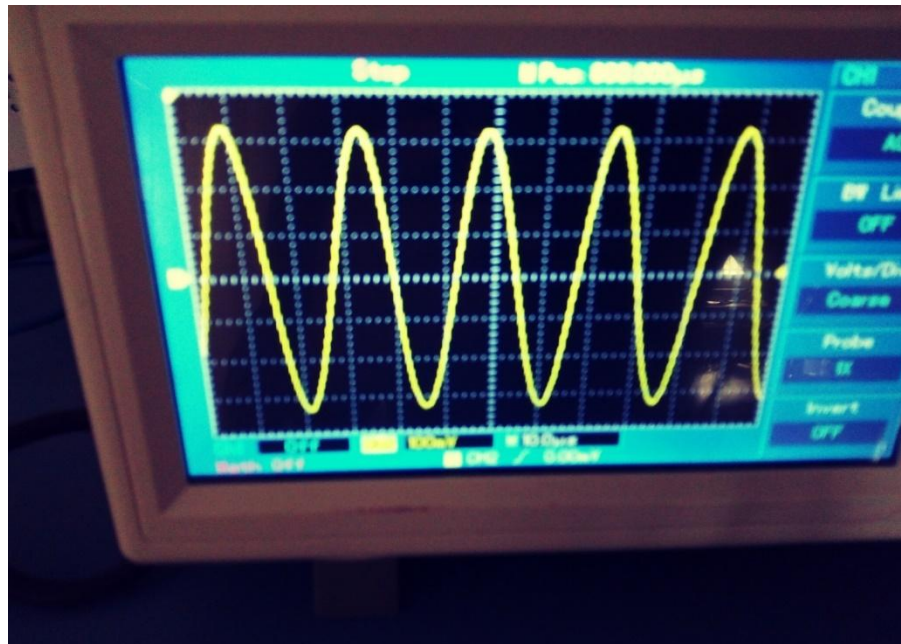


Figure IV-13: Signal d'émetteur.

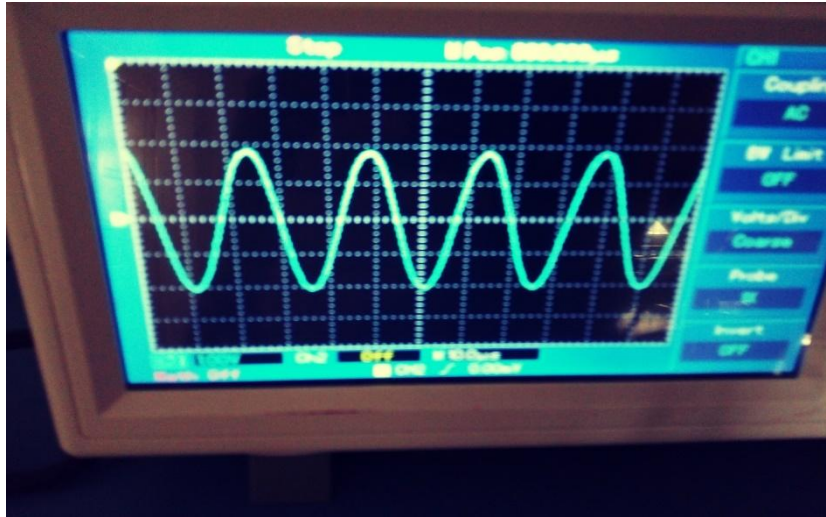


Figure IV-14: Signal de la sortie de récepteur.

#### IV-4-2) Réalisation du circuit d'affichage:

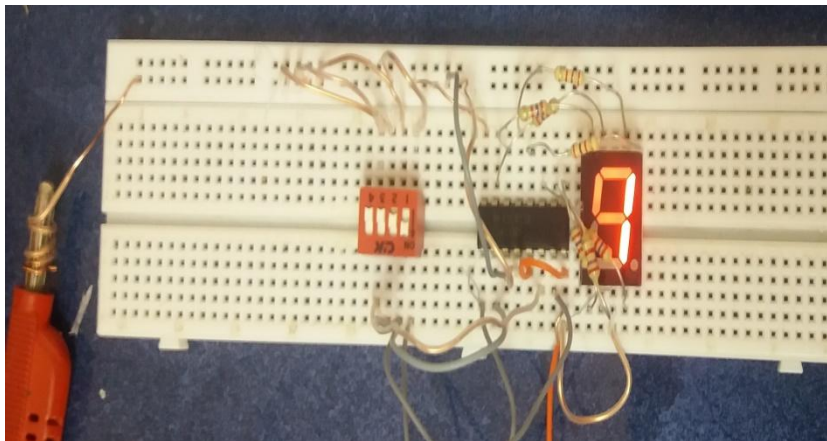


Figure IV-15: teste de décodeur et l'afficheur.

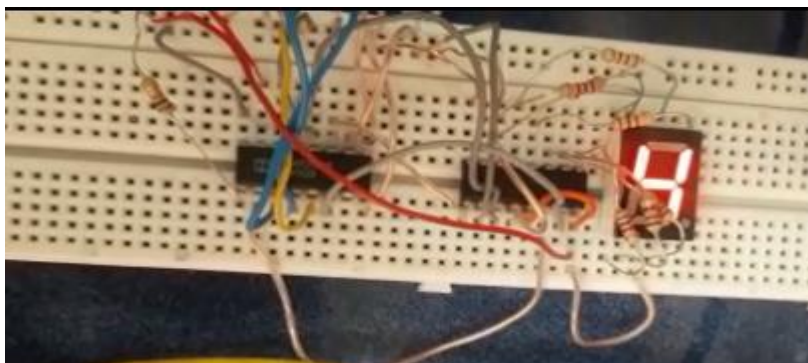
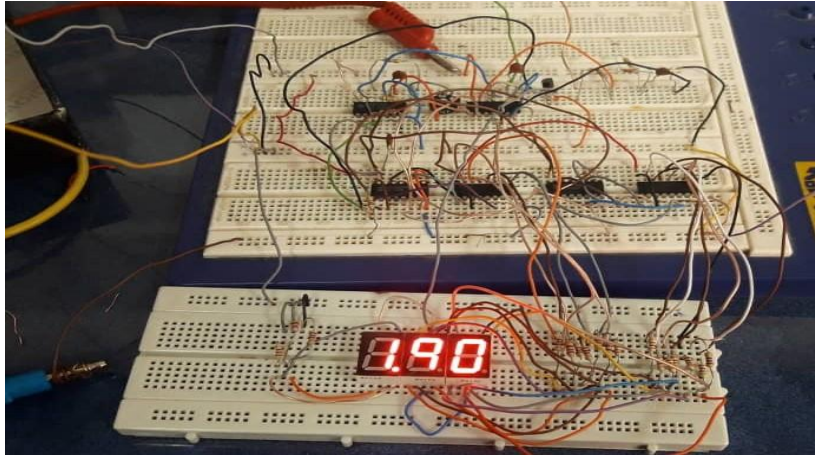


Figure IV-16: teste de décodeur, compteur/décompteur et afficheur.

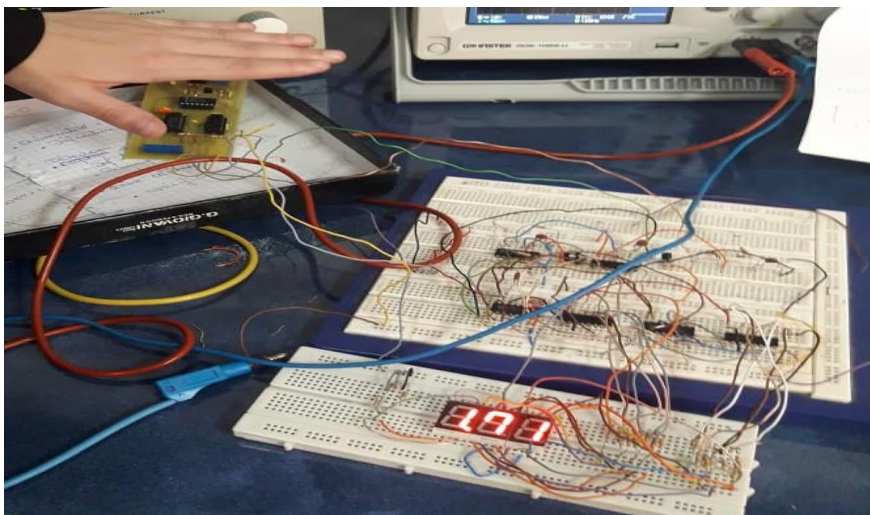
-après avoir testé les différents étages du circuit, on a testé l'ensemble de circuit.

Dans le circuit d'affichage la taille fixer c'est 1.90



**Figure IV-17:** circuit d'affichage sur la plaque d'essai.

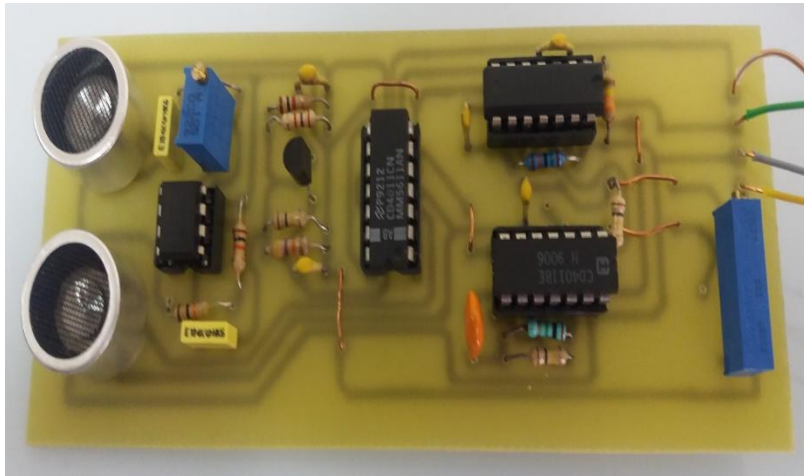
-après avoir testé les différents étages du circuits, on a testé l'ensemble de circuit sur la plaque d'essai, on a relié les deux circuits (émission , réception et affichage) dans les points A et B l'obstacle est à une distance  $d= 19$  cm, le système n'a plus qu'à retrancher cette distance à la hauteur fixée à 190cm ( $190-19=171$ cm) .



**Figure IV-18:** Résultat de teste sur la plaque d'essai.

**Remarque :** si l'obstacle est plus loin d'une distance de (1m), le résultat est nul dans le cas des différents tests réalisés.

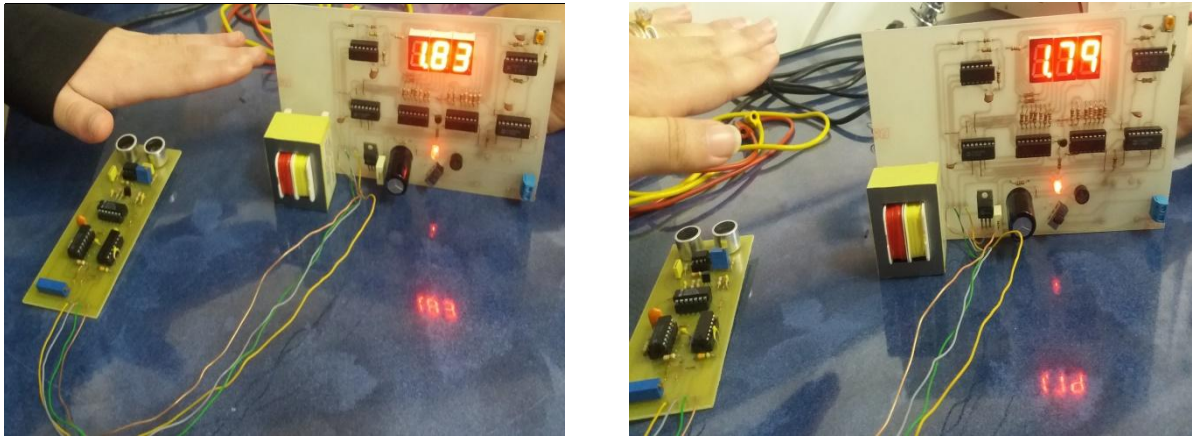
## IV-5) Réalisation des différents étages :



**Figure IV-19:**circuit émission et réception.



**Figure IV-20:**circuit d'affichage et alimentation.



**Figure IV-21:** Résultats de test.

#### IV-6) Conclusion

Dans ce chapitre ; nous avons donné le circuit électrique du montage composé d'une partie d'émission, de réception et de l'affichage. Nous avons expliqué le fonctionnement détaillé de ces trois parties.

Nous avons aussi donné également les mesures relevées aux différents points, montrant ainsi le bon fonctionnement des différents étages constituant le circuit de notre réalisation.



**Conclusion**

### Conclusion générale

- Dans notre projet de fin d'études, nous avons réalisé un appareil destiné à la mesure de la taille des individus.
- Il peut être utilisé aussi dans plusieurs domaines et facilite plusieurs activités comme le stationnement des voitures (le radar de recul), il permet au conducteur d'estimer la distance entre la voiture et le mur.
- Dans toutes les écoles il existe un centre médical et la mesure de la taille des élèves lors d'une visite médicale. Ce circuit permet de mesurer la taille d'une façon automatique.
- C'est un appareil très pratique qui se place facilement sur le mur et ne prend pas de place.
- La technique utilisée repose essentiellement sur l'émission des impulsions et la réception des échos à travers deux transducteurs à ultrasons.
- Lors de la réalisation pratique de ce projet nous avons essayé de tester le fonctionnement de chaque étage seul pour assurer le bon fonctionnement de notre circuit..
- Finalement, notre projet nous a permis de compléter nos connaissances, et nous a initié aux différents problèmes pratiques rencontrés lors de la réalisation de notre circuit.





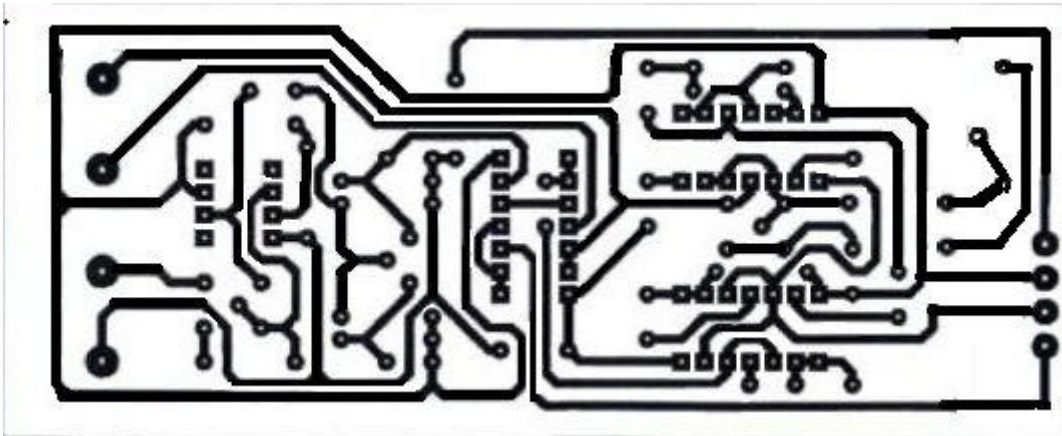
Références

- [1] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Capteur>
- [2] KHALDI. S et KHALADI. L, « Télécommande ultrasonique "arrêt" », Mémoire pour l'obtention du diplôme d'un ingénieur d'Etat en électronique, Université Tlemcen, 1996.
- [3] <https://www.technologuepro.com/cours-capteurs-actionneurs-instrumentation-industrielle/ch12-les-differents-types-de-capteurs.pdf?fbclid=IwAR2DPoZCeY22KE1Kihs9J57L0fGMXRudVbeHaTQWtxpf0AAKcTcrPdPCM>
- [4] <http://www.elharzli.com/Lescapteurs.html>
- [5] <https://www.generationrobots.com/fr/400879-capteur-sonar-ultrasons-ping-de-parallax.html>
- [6] Electronique Pratique-333\_- \_2008-Décembre page 44.
- [7] <http://sonoran.e-monsite.com/medias/images/sen-1-e-1-2-img1.png>
- [8] [http://www.electronique-et-informatique.fr/Electronique-et-Informatique/Digit/Digit\\_6T.php](http://www.electronique-et-informatique.fr/Electronique-et-Informatique/Digit/Digit_6T.php)
- [9] <http://www.epsic.ch/cours/electronique/toros/ampliop-03.html>
- [10] [https://fr.wikibooks.org/wiki/Fonctionnement\\_d%27un\\_ordinateur/Les\\_circuits\\_s%C3%A9quentiels](https://fr.wikibooks.org/wiki/Fonctionnement_d%27un_ordinateur/Les_circuits_s%C3%A9quentiels)
- [11] [http://www.electronique-et-informatique.fr/Electronique-et-Informatique/Digit/Digit\\_9T.php](http://www.electronique-et-informatique.fr/Electronique-et-Informatique/Digit/Digit_9T.php)
- [12] <https://www.zonetronik.com/le-decodeur-bcd-cd4511/>
- [13] Electronique\_Pratique\_N°369-Mars\_2012 page 44

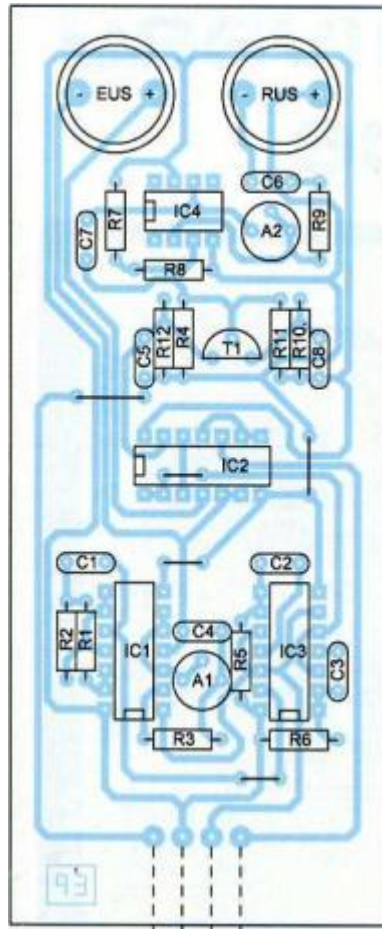


# Annexes

**Annexe A1 :**

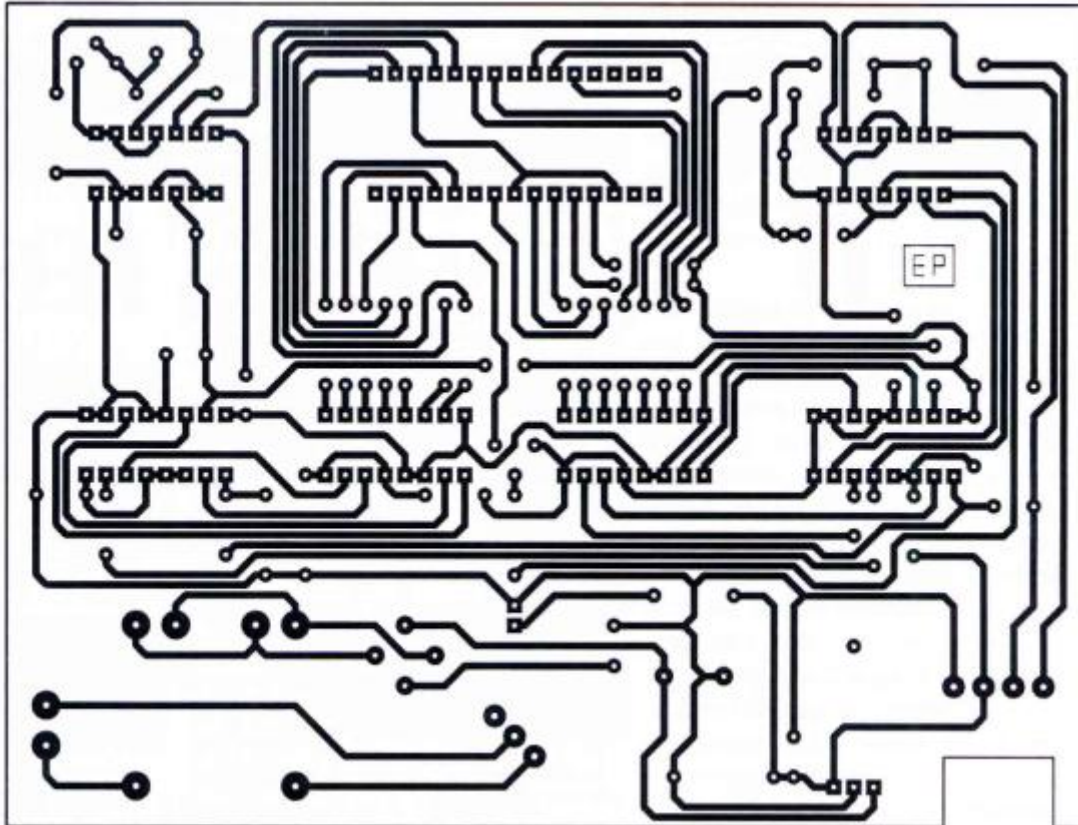


**Circuit imprimé du circuit d' émission et de réception**

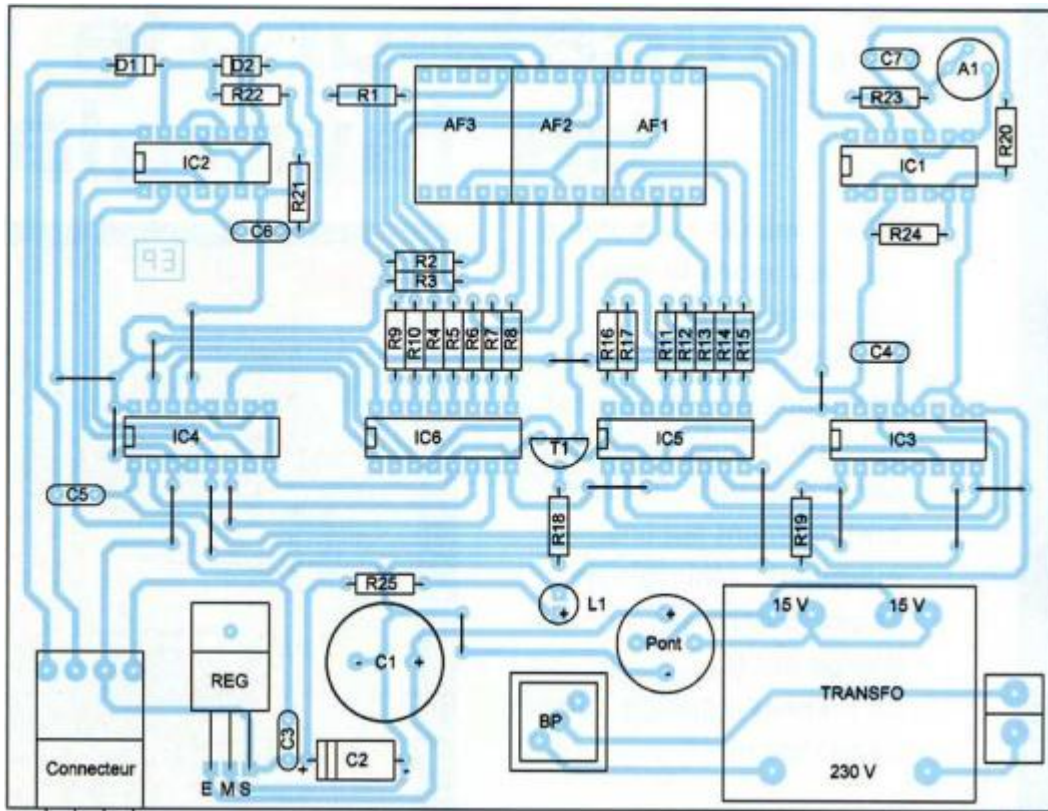


**Circuit imprimé de circuit d'émission et de réception face composants**

**Annexe A2 :**



**Circuit imprimé de circuit d'alimentation et d'affichage**



**Circuit imprimé du circuit d'alimentation et d'affichage face composants**

## Annexe A3 :

### 1. Le Compteur décompteur CD4029 :

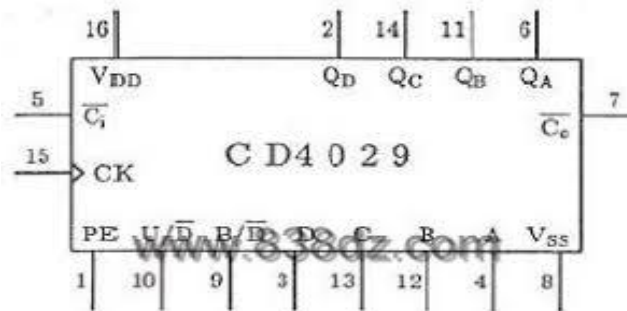


Figure II -26 : Circuit intégré CD4029.



## 2. Le décodeur BCD CD4511 :

Une résistance doit être branchée entre chaque sortie du circuit et le segment correspondant.

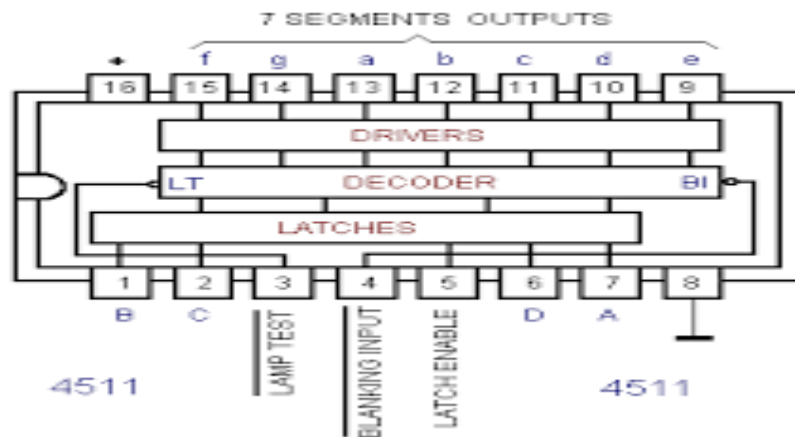


Figure II -27: Circuit intégré CD4511.

## Résumé:

Depuis l'âge des temps les parents s'inquiètent et suivent avec un grand intérêt la croissance de leurs enfants. Pour se faire les parents utilisaient pour chaque mesure un mètre pour la mesure de la taille de leurs progénitures. Pour la faciliter cette tâche, nous étudions un montage qui fait appel à la mesure du temps que l'onde ultrasonore pour se réfléchir sur un obstacle et revenir vers un récepteur sous la forme d'un écho. On en déduit alors la distance qui sépare l'appareil de mesure de l'obstacle. L'affichage du résultat s'effectue directement en centimètres.

## ملخص

منذ الزمن ، كان الاباء قلقين و متابعة نمو اطفالهم باهتمام كبير. لذلك كان الاباء يستخدمون مقياس متر واحد لقياس حجم اطفالهم. لتسهيل هذه المهمة , قمنا بتجسيد نظام يسمح بقياس الموجات فوق الصوتية و ذلك عن طريق ارسالها و العودة الى جهاز الاستقبال في شكل صدى. يتم بعد ذلك استنتاج المسافة و عرض النتيجة مباشرة بالسنتيمتر.

## Abstract :

Since the beginning of time, parents have been worrying and following with great interest the growth of their children. To make the parents used for each measure one meter for measuring the size of their offspring. To facilitate this task, we study a montage that uses the measurement of time as the ultrasonic wave to reflect on an obstacle and return to a receiver in the form of an echo. The distance separating the measuring device from the obstacle is then deduced. The result is displayed directly in centimeters.