

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLICQUE 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 INSTRUMENTATIONS

PROJET DE FIN D'ETUDES

Présenté par : CHALABI ISMAIL & DEMIM ILYESS

Intitulé du Sujet

**Réalisation d'un interrupteur distant à ultrasons**

Soutenu le 28 JUIN 2018, devant le jury composé de :

M <sup>r</sup> GHAFfour Kheireddine	Pr	Univ. Tlemcen	Président
M <sup>r</sup> MASSOUM Noradine	MCB	Univ. Tlemcen	Examineur
M <sup>r</sup> ZOUGHAG Nabil	MCB	Univ. Tlemcen	Encadreur

Année Universitaire 2017-2018

# *Dédicace*

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut, tous ces mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour ; le respect, et la reconnaissance a mes très chers parents qui m'ont offert sans condition leur soutien morale et financier .et a qui je dois ce travail.*

*A tous ma famille frères (**Nabil, Benamar et Adam**) et sœurs (**Linda et Naima**).*

*A tous cousins et tous mes amis(es)surtout mon binôme **CHALABI ISMAIL**.*

*Demim Syess*

# *Dédicace*

*Avec l'aide de dieu tout puissant, on a pu achever ce modeste travail que je dédie.*

*A mes chers parents, en témoignage de l'amour, du respect, et de la gratitude que je leur port.*

*A mes adorables sœurs pour leur encouragement, amour et aide.*

*A mes frères (**Sidi Mohammed** et **Merouane**) et sœur (**Asma**), et à toute la famille **CHALABI**.*

*A tous mes cousins et à tous mes amis(es), de notre promotion.*

*Chalabi Ismail*

# *Remerciements*

*En préambule à ce mémoire nous remercions **ALLAH** qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'études.*

*Nous tenons à remercier sincèrement « **Mr ZOUGAGH Nabil** » qui, en tant que encadreur de mémoire, s'est toujours monté à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide, et leurs précieux conseil.*

*Nous remercions également « **Mr GHAFFOUR Kheireddine** »  
ainsi que*

*« **Mr MASSOUM Noradine** » qui nous a fait l'honneur d'accepter d'examiner ce modeste travail. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde considération.*

*Et nous en venons à nos famille et à tous mes amis(es) surtout « **Embouazza Lotfi** », à nous parents, a ceux qui ont étai toujours présent pour participé à notre bonheur.*

# Sommaire

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

## Chapitre I : Les Capteurs

I.1 Introduction.....	2
I.2 Définition d'un capteur.....	2
I.3 Les caractéristique d'un capteur .....	2
I.4 Les différence types des capteurs.....	3
I.4.1 Capteurs actifs.....	3
I.4.1 Capteurs passifs.....	3
I.5 Exemples de capteurs utiles .....	4
I.5.1 Capteurs optiques .....	4
I.5.1.1 Les phototransistor .....	4
I.5.1.2 La photodiode.....	4
I.5.1.3 La photorésistance .....	5
I.5.2 Capteurs thermiques .....	5
I.5.2.1 Thermométrie par thermocouple .....	5
I.5.2.2 Thermistance .....	6
I.5.2.3 Thermométrie par diodes et transistors .....	7
I.5.3 Capteurs de position et de déplacement .....	7
I.5.3.1 Capteur résistif ou potentiométrique .....	7
I.5.3.2 Capteur capacitif.....	8
I.5.3.3 Capteurs de proximité inductive .....	9
I.5.4 Capteur déformation.....	9
I.5.4.1 Capteur a jauges d'extensomètre.....	9
I.5.4.2 Fonctionnement d'une jauge simple.....	10
I.5.5 Capteurs de force.....	10
I.5.5.1Capteurs piézoélectriques .....	10
I.5.5.2 Capteurs a effet hall.....	11

## Chapitre II : Composants utiles

II.1 La diode.....	12
II.1.1 Présentation .....	12
II.1.2 Principales caractéristiques d'une diode .....	12
II.1.3 Les différentes diodes et leurs utilisations.....	13
II.1.3.1 Diode de commutation .....	13
II.1.3.2 Diode de redressement .....	13
II.1.3.3 La diode zener.....	13
II.1.3.3.1 Principe électrique.....	14
II.2 Le transistor.....	15
II.2.1 Présentation .....	15
II.2.2 Les type des trasistors PNP et NPN .....	15
II.2.3 Transistor Darlington .....	16
II.2.3.1 Analyse structurelle.....	17
II.3 Amplificateur opérationnel.....	17
II.3.1 Définition.....	17
II.3.2 Brochage d'un Amplificateur .....	18
II.3.3 Caractéristique générales de TL072.....	19
II.4 Potentiomètre.....	20
II.4.1 Définition.....	20
II.4.2 Les caractéristiques des potentiomètres .....	20
II.5 Description de NE555 .....	21
II.5.1 Définition.....	21
II.5.2 Brochage du NE555 .....	21
II.5.3 Fonctionnement en astable .....	23
II.6 Le relais .....	24
II.6.1 Role d'un relais .....	24
II.6.2 Constitution du relais .....	24
II.6.3 Principe de fonctionnement .....	25

## Chapitre III : Simulation et Réalisation

III.1 Introduction .....	29
III .2 Le circuit d'émission .....	29
III .3 Le circuit de réception .....	30
III .3.1 Le signal reçu par le transducteur R40.....	31
III. 3.2 Le circuit d'amplificateur.....	32
III. 3.3 Démodulation par détection d'enveloppe .....	33
III. 3.4 Le transistor interrupteur Q1 .....	34
III. 3.5 Darlington complémentaire.....	35
III .4 Représentation des différents schémas électriques et leur circuit imprimée .....	36
III.4.1 Partie émetteur.....	36
III.4.2 Partie récepteur.....	37
III.5 Présentation de la station d'émission-réception .....	39
III.6 Nomenclature .....	40
Conclusion générale .....	41

# Liste des tableaux

## Chapitre I

**Tableau I-1** : Les différents mesurandes et caractéristiques électriques des capteurs actifs...3

**Tableau I-2** : Les différents mesurandes et caractéristiques électriques des capteurs passifs et les matériaux utilisés..... 3

## Chapitre II

**Tableaux II-1** : Représentation des différentes broches de NE555 ;;.....24

# Liste des figures

## Chapitre I

<b>Figure I-1</b> : fonctionnement d'un capteur.....	2
<b>Figure I-2</b> : Image et symbole d'un phototransistor.....	4
<b>Figure I-3</b> : Image et symbole d'une photodi.....	4
<b>Figure I-4</b> : Image et symbole d'une photorésistance.....	5
<b>Figure I-5</b> : Schéma représente la mesure de température à l'aide d'un thermocouple.....	6
<b>Figure I-6</b> : Image et symbole d'un Thermistance.....	7
<b>Figure I-7</b> : Image et symbole du Thermométrie par diodes et transistors.....	7
<b>Figure I-8</b> : Symbole d'un Capteur potentiométrique.....	8
<b>Figure I-9</b> : Symbole d'un capteur capacitif.....	8
<b>Figure I-10</b> : Image et schéma d'un capteur de proximité inductifs.....	9
<b>Figure I-11</b> : Image représente un corps au repos ( $R_0$ ).....	10
<b>Figure I-12</b> : Image représente un corps ayant subi un étirement ( $R_0 + \Delta R$ ).....	10
<b>Figure I-13</b> : Image et schéma d'un capteur piézoélectrique.....	11
<b>Figure I-14</b> : Schéma représentatif de l'effet Hall.....	11

## Chapitre II

<b>Figure II-1</b> : Image et symbole d'une diode.....	13
<b>Figure II-2</b> : Caractéristique I(V) de la diode.....	14
<b>Figure II-3</b> : Symbole électronique de la diode Zener.....	15
<b>Figure II-4</b> : Caractéristique réelle de la diode Zener : courbe de I( $U_d$ ).....	15
<b>Figure II-5</b> : Caractéristique idéale de la diode Zener : courbe de I( $U_d$ ).....	16
<b>Figure II-6</b> : Branchement de la diode Zener dans un circuit électrique.....	16
<b>Figure II-7</b> : Brochage et symbole des transistors BC547 et BC557.....	18

<b>Figure II-8</b> : Circuit électrique d'un transistor Darlington NPN.....	18
<b>Figure II-9</b> : Représentation d'un AOP.....	20
<b>Figure II-10</b> : Brochage et symbole du TL072.....	21
<b>Figure II-11</b> : Symbole d'un potentiomètre.....	22
<b>Figure II-12</b> : l'état du potentiomètre à R (A-curseur) = 0 $\Omega$ .....	22
<b>Figure II-13</b> : l'état du potentiomètre à R (A-curseur) = R <sub>max</sub> .....	23
<b>Figure II-14</b> : Image et symbole du NE555.....	23
<b>Figure II-15</b> : Schéma électronique équivalent de NE555.....	24
<b>Figure II-16</b> : Circuit descriptif du NE555 en mode astable.....	25
<b>Figure II-17</b> : Schéma bloc d'un relais.....	26
<b>Figure II-18</b> : Schéma fonctionnel d'un relais.....	27
<b>Figure II-19</b> : Présentation le principe de fonctionnement d'un relais.....	27

## Chapitre III

<b>Figure III-1</b> : Schéma électrique du circuit d'émission.....	29
<b>Figure III-2</b> : Forme du signal généré par le circuit émetteur ( <b>simulation</b> ).....	30
<b>Figure III-3</b> : Schéma électrique du circuit de réception.....	31
<b>Figure III-4</b> : Forme du signal à la sortie de transducteur R40.....	31
<b>Figure III-5</b> : Schéma électrique du circuit amplificateur.....	32
<b>Figure III-6</b> : Forme du signal généré par étage amplificateur ( <b>simulation</b> ).....	32
<b>Figure III-7</b> : Schéma qui représente le détecteur d'enveloppe.....	33
<b>Figure III-8</b> : Forme du signal à la sortie du détecteur d'enveloppe ( <b>simulation</b> ).....	34
<b>Figure III-9</b> : Schéma qui représente le circuit interrupteur.....	35
<b>Figure III-10</b> : Schéma qui représente l'amplificateur de courant.....	35
<b>Figure III-11</b> : Schéma électrique réalisé sous ISIS du circuit émetteur.....	36
<b>Figure III-12</b> : Schéma du circuit imprimé sous ARES de l'émetteur.....	36
<b>Figure III-13</b> : Schéma électrique réalisé sous ISIS du circuit récepteur.....	37
<b>Figure III-14</b> : Schéma du circuit imprimé sous ARES de récepteur.....	38

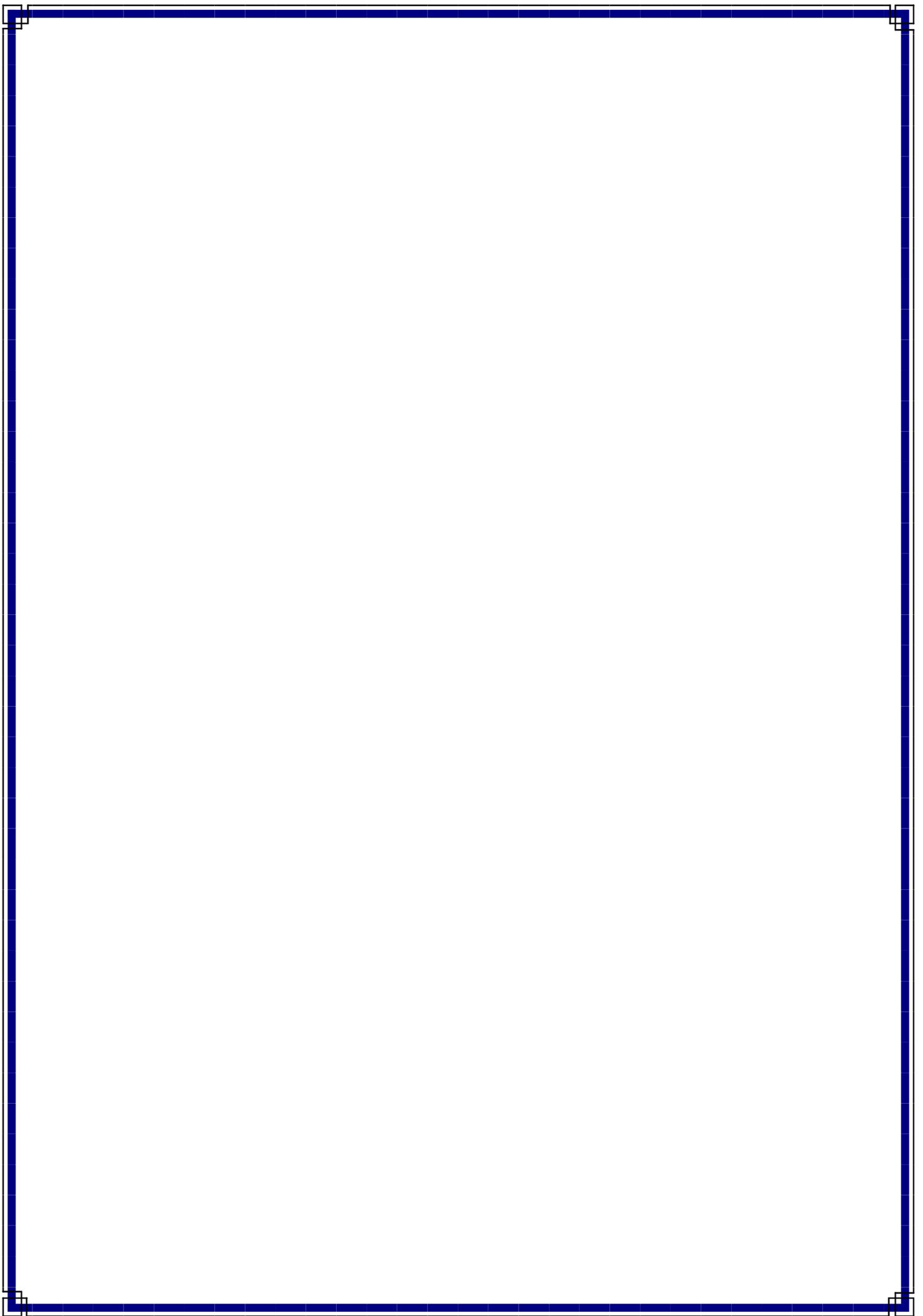
# Liste des images

## Chapitre II

<b>Image II-1 :</b> Image représentative des différents potentiomètres.....	23
<b>Image II-2:</b> Photos des transducteurs ultrason.....	28

## Chapitre III

<b>Image III-1:</b> Forme du signal généré par le circuit émetteur ( <b>Réalisation</b> ).....	30
<b>Image III-2:</b> Forme du signal généré par étage amplificateur ( <b>Réalisation</b> ).....	33
<b>Image III-3:</b> Forme du signal à la sortie du détecteur d'enveloppe (pratique).....	34
<b>Image III-4:</b> Image qui représente le circuit imprimé de l'émetteur.....	37
<b>Image III-5:</b> Image qui représente le circuit imprimé de récepteur.....	38
<b>Image III-6:</b> Image représente le modèle émetteur et récepteur réalisés.....	39



# *Introduction générale*

## **Introduction générale**

L'évolution de la technologie, l'électronique en particulier, est liée à l'importance donnée au capteur, car ce dernier permet d'assurer la liaison homme - machine. Cependant, on peut définir un capteur commettant un dispositif qui transforme l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable, mesurable et interprétable.

Dans ce contexte, notre travail basé sur la réalisation d'un interrupteur distant à ultrasons qui contient deux parties (partie émetteur et partie récepteur) pour commander un relais, par exemple : ouvrir une gâche électrique voire une porte de garage.

Ainsi, notre mémoire de fin d'études comprend trois chapitres :

- Le premier chapitre définit quelques types de capteurs.
- Le deuxième chapitre entame une généralité des différents composants électroniques utilisés dans notre projet.
- Enfin, dans le dernier chapitre, nous avons présenté les étapes de réalisation de notre projet.

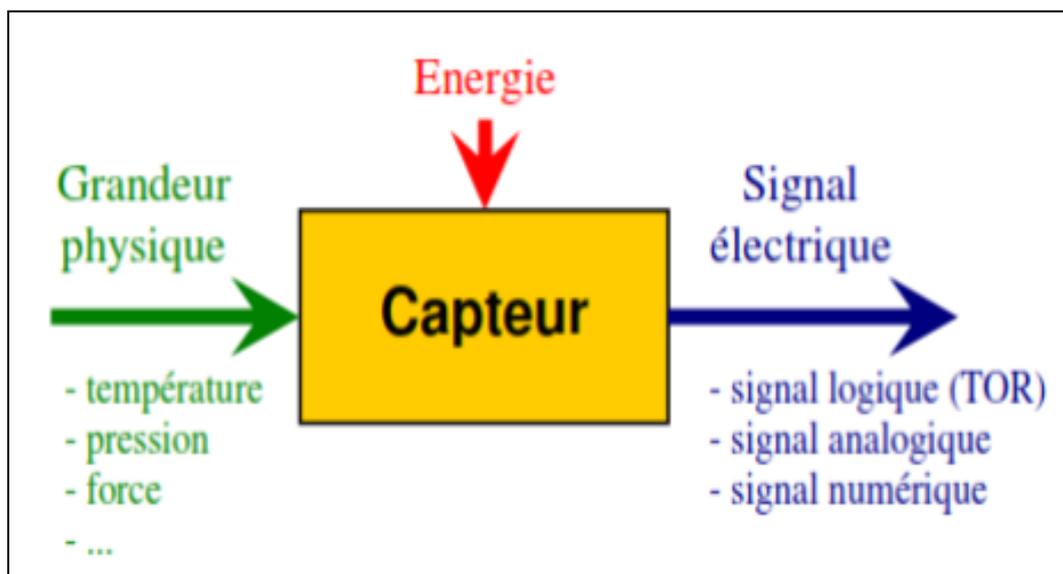
# *Chapitre I*

## I.1 Introduction :

Dans de nombreux domaines (industrie, recherche scientifique, services, loisirs ...), on a besoin de contrôler de nombreux paramètres physiques (température, force, position, vitesse, luminosité, ...). Le capteur est l'élément indispensable à la mesure de ces grandeurs physiques.

## I.2 Définition d'un capteur : [1]

Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique). Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande.



**Figure I-1** : fonctionnement d'un capteur

## I.3 Les caractéristiques d'un capteur

**Sensibilité** : Variation du signal de sortie par rapport à la variation du signal d'entrée.

**Résolution** : Plus petite variation de grandeur mesurable par le capteur.

**Rapidité** : Temps de réaction du capteur. La rapidité est liée à la bande passante.

**Précision** : Aptitude du capteur à donner une mesure proche de la valeur vraie.

**Etendue de mesure** : Valeurs extrêmes pouvant être mesurée par le capteur.

## I.4 Les différences type des capteurs

### I.4.1 Capteurs actifs : [1]

Ce sont des capteurs que l'on modélise par des générateurs de tension ou de courant en fonction de l'intensité du phénomène physique mesuré. Ils n'ont pas besoin d'une alimentation externe (exemple : thermocouple, photodiode, capteur piézoélectrique).

Mesurande	Effet utilisé	Grandeur de sortie
Température	Thermoélectricité	Tension
Flux lumineux	Photoémission	Courant
	Effet photovoltaïque	Tension
Force, Pression et Accélération	Piézoélectricité	Charge (courant)
Position (aimant)	Effet Hall	Tension
Vitesse	Induction électromagnétique	Tension
	Effet Doppler	Fréquence

**Tableau I-1 :** Les différents mesurandes et caractéristiques électriques des capteurs actifs

### I.4.2 Capteurs passifs : [1]

Ce sont des capteurs modélisables par une impédance : Résistance, capacité ou inductance. Un capteur passif nécessite un circuit électrique extérieur (conditionneur) pour mesurer cette impédance : montage potentiométrique, pont d'impédance, etc....

Mesurande	Caractéristique électrique	Matériaux utilisés
Température	Résistivité	Semi-conducteurs.
Très basse température	Constante diélectrique	Verre
Flux lumineux	Résistivité	Semi-conducteurs.
Déformation	Résistivité	Alliages de Ni-Si dopé
Humidité	Résistivité	Chlorure de lithium.
	Constante diélectrique	Alumine, polymères

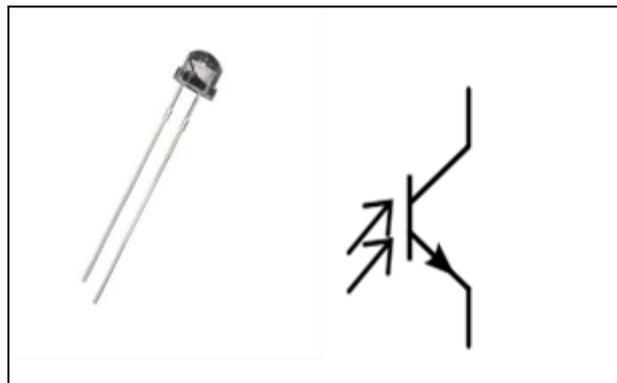
**Tableau I-2 :** Les différents mesurandes et caractéristiques électriques des capteurs passifs et les matériaux utilisés

## I.5 Exemples des capteurs utiles

### I.5.1 Capteurs optiques

#### I.5.1.1 Le phototransistor : [2]

Il s'agit d'un transistor, en général au silicium et de type NPN, dont l'élément semi conducteur constituant la base peut être éclairé ; celle-ci n'étant en général pas électriquement accessible, aucune polarisation externe ne lui est appliquée alors qu'entre collecteur et émetteur la polarisation est normale.



**Figure I-2** : Image et symbole d'un phototransistor

#### I.5.1.2 La photodiode : [2]

Une photodiode est un composant semi-conducteur, de la jonction (P N) se forme une zone de déplétion dénuée de porteurs libres en équilibre car il y règne un champ électrique ; ce dernier établit entre les deux éléments semi-conducteurs.

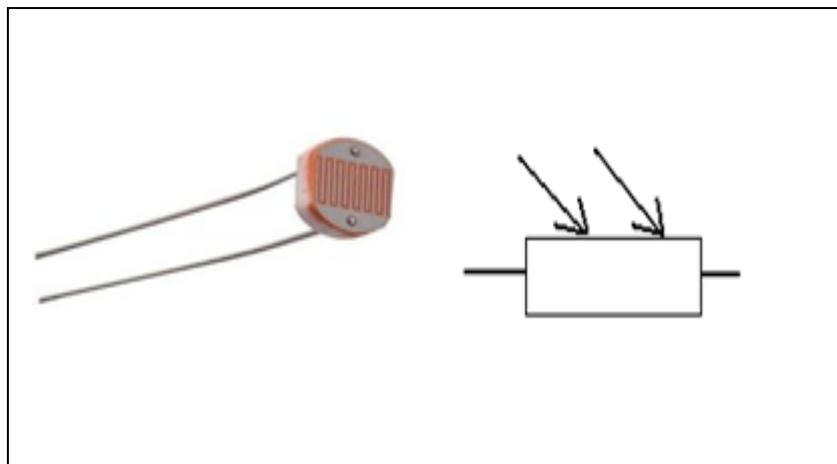


**Figure I-3** : Image et symbole d'une photodiode

### I.5.1.3 La photorésistance : [3]

Une photorésistance est un composant dont la valeur en ohms dépend de la lumière à laquelle il est exposé. On la désigne aussi par LDR (Light Dépendent Résistor = résistance dépendant de la lumière).

La principale utilisation de la photorésistance est la mesure de l'intensité lumineuse (appareil photo, systèmes de détection, de comptage et d'alarme...). Elle est fortement concurrencée par la photodiode dont le temps de réponse est beaucoup plus court. Les matériaux utilisés sont généralement du sulfure ou du séléniure de cadmium qui se comporte comme des semi-conducteurs.



**Figure I-4** : Image et symbole d'une photorésistance

### I.5.2 Capteurs thermiques : [4]

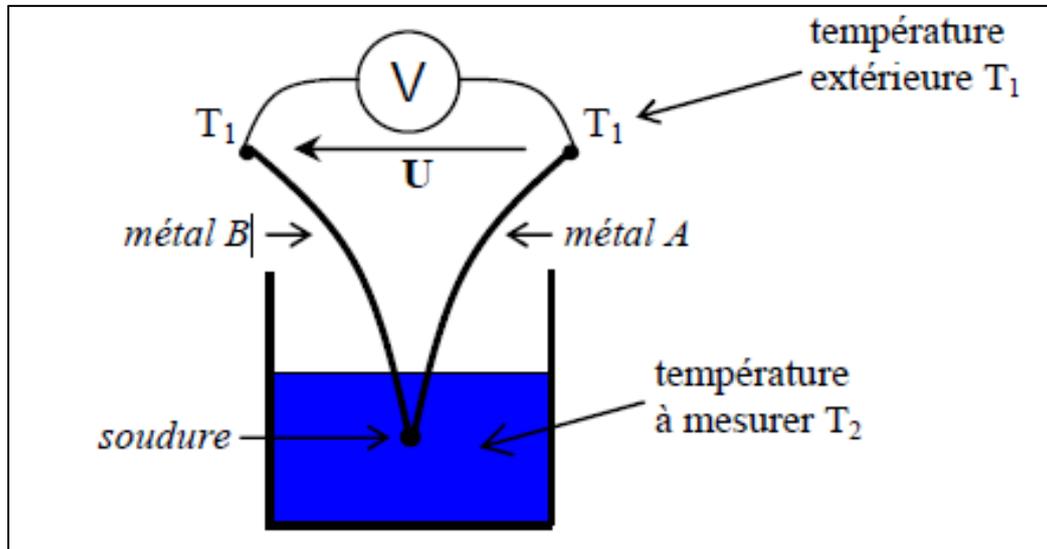
Les détecteurs thermiques sont des récepteurs dans lesquels le flux lumineux est transformé en chaleur par absorption.

La mesure de la variation de température du matériau soumis à un rayonnement intermittent, délivre le signal électrique. Le retour à la température initiale, après extinction du rayonnement incident, définit la périodicité de rafraîchissement du détecteur.

#### I.5.2.1 Thermométrie par thermocouple : [1]

Lorsque deux fils en métaux différents sont connectés à leurs deux extrémités, un courant continu circule dans la boucle s'il y a une différence de température entre les deux jonctions. Il apparaît une différence de potentiel  $E$  entre les deux jonctions, résultat du courant  $I$

Le phénomène inverse est aussi vrai : si on applique une tension, alors il y aura un échauffement ou un refroidissement au point de liaison des deux conducteurs (modules à effet Peltier).



**Figure I-5 :** Schéma représente la mesure de température à l'aide d'un Thermocouple

### I.5.2.2 Thermistance : [1]

Une thermistance est un composant dont la résistance varie en fonction de la température.

En première approximation, la relation entre résistance et température est la suivante :

$$R_{\theta} = R_0 (1 + a\theta) \dots \dots \dots (I)$$

$R_{\theta}$  : la résistance à la température  $\theta$

$R_0$  : la résistance à la température  $0^{\circ}\text{C}$

$a$  : est le coefficient de température.

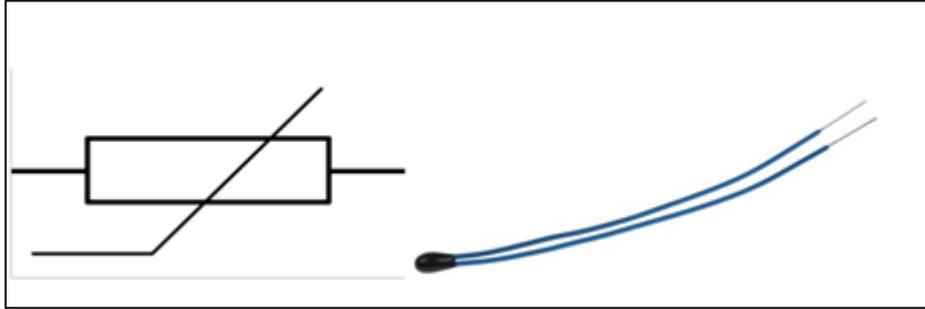
Si  $a > 0$  alors on a une thermistance CTP ( $R \nearrow$  quand  $\theta \nearrow$ )

Si  $a < 0$  alors on a une thermistance CTN ( $R \nearrow$  quand  $\theta \searrow$ )

#### Utilisation :

On insère la thermistance dans un pont de jauge.

On obtient ainsi une tension  $V$  en sortie du pont avec  $V = k (\theta - \theta_0)$ .

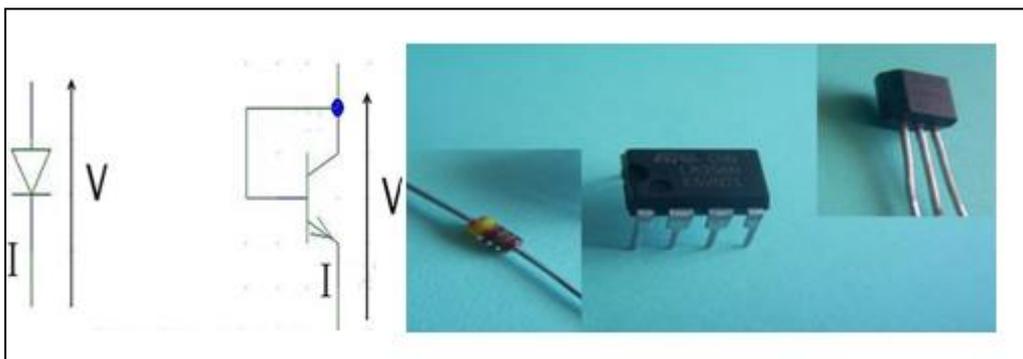


**Figure 1-6 :** Image et symbole d'un Thermistance

### I.5.2.3 Thermométrie par diodes et transistors: [5]

Les composants utilisés, diodes ou transistors au silicium montés en diode (base et collecteur reliés), sont alimentés dans le sens direct à courant constant : la tension à leurs bornes qui est en fonction de la température peut donc être la grandeur électrique de sortie du capteur de température qu'il constitue :

La sensibilité thermique  $S$  d'une diode ou d'un transistor monté en diode est voisine de  $-2,5\text{mV}/^\circ\text{C}$ . Cette sensibilité dépend du courant inverse, ce dernier peut varier de façon importante d'un composant à l'autre. Ces composants peuvent être utilisés dans une gamme de température entre  $-50^\circ\text{C}$  à  $150^\circ\text{C}$ .



**Figure I-7 :** Image et symbole du Thermométrie par diodes et transistors

## I.5.3 Capteurs de position et de déplacement

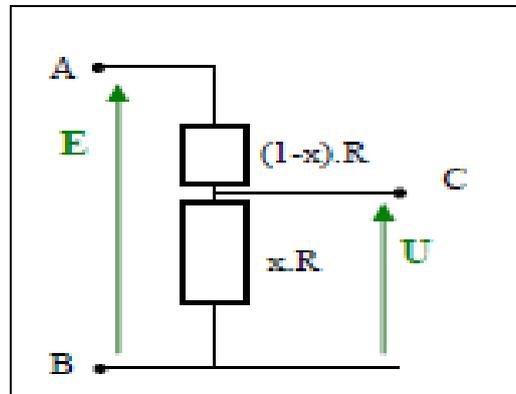
### I.5.3.1 Capteur résistif ou potentiométrique: [1]

Pour mesurer la position d'un objet, il suffit de le relier mécaniquement au curseur C d'un potentiomètre.

On applique une tension continue  $E$  entre les extrémités  $A$  et  $B$  du potentiomètre.

La tension  $U$  en sortie aura l'expression suivante :  $U = E \frac{x.R}{R} = x.E$

La tension  $U$  en sortie est donc proportionnelle à la position  $x$  du curseur.



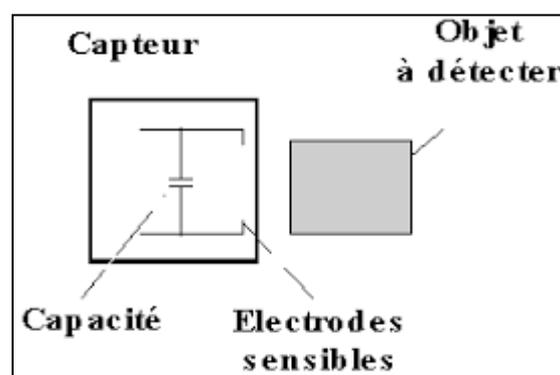
**Figure I-8** : Symbole d'un Capteur potentiométrique

#### Utilisations :

- ✓ Mesure un déplacement rectiligne.
- ✓ Mesure d'angles de rotations.
- ✓ Mesure le débit de fluide.

#### **I.5.3.2 Capteur capacitif : [6]**

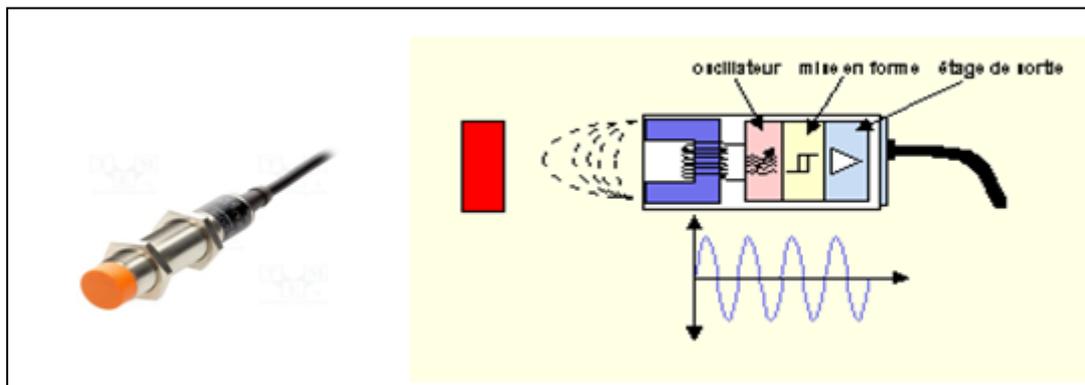
Les capteurs capacitifs sont utilisés pour la reconnaissance de tout type d'objet métallique ou non. Ils sont même capables de reconnaître de façon fiable des verres transparents ou des fluides. La conductibilité électrique des matériaux à détecter est déterminante. Plus la constante diélectrique d'un matériau est grande, plus les distances de détection possibles sont élevées et plus la détection est fiable.



**Figure I-9** : Symbole d'un capteur capacitif

### I.5.3.3 Capteur de proximité inductive

Les capteurs inductifs produisent à l'extrémité de leur tête de détection un champ magnétique oscillant, ce champ est généré par une self et une capacité montée en parallèle. Lorsqu'un objet métallique pénètre dans ce champ, il y a perturbation de ce dernier puis atténuation du champ oscillant. Cette variation est exploitée par un amplificateur qui délivre un signal de sortie.



**Figure I-10** : Image et schéma d'un capteur de proximité inductifs

## I.5.4 Capteurs de déformation :

### I.5.4.1 Capteurs à jauges d'extensomètre : [1]

Le but des extensomètres à fils résistants ou (jauges de contrainte) est de traduire la déformation d'une pièce en variation de résistance électrique (plus les extensomètres s'étirent, plus leurs résistances augmentent). Elles consistent en des spires rapprochées et sont généralement fabriquées à partir d'une mince feuille métallique (quelques  $\mu\text{m}$  d'épaisseur) et d'un isolant électrique, que l'on traite comme un circuit imprimé .

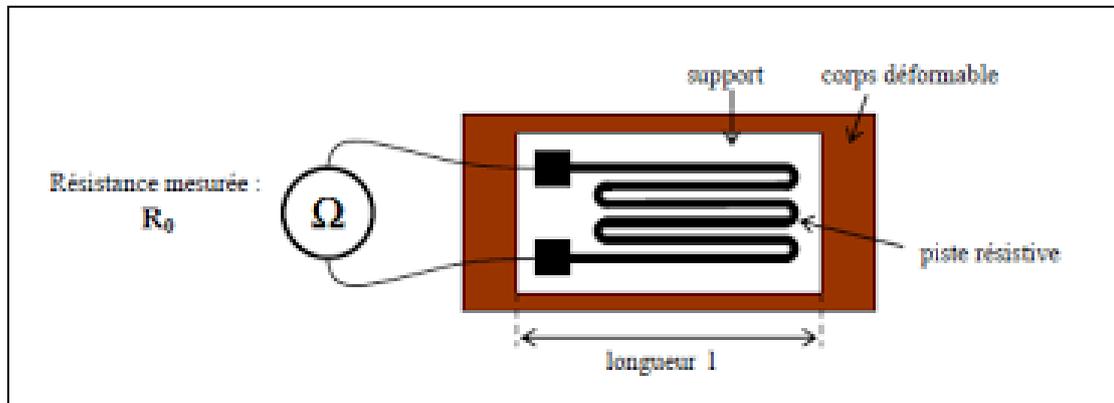
- La résistance d'un conducteur est donnée par la relation :  $R = \rho \frac{L}{S}$
- ✓  $\rho$  : résistivité.
- ✓  $L$  : longueur.
- ✓  $S$  : surface.

La déformation du conducteur (jauge) modifie la longueur  $l$  entraînant une variation de la résistance  $R$ .

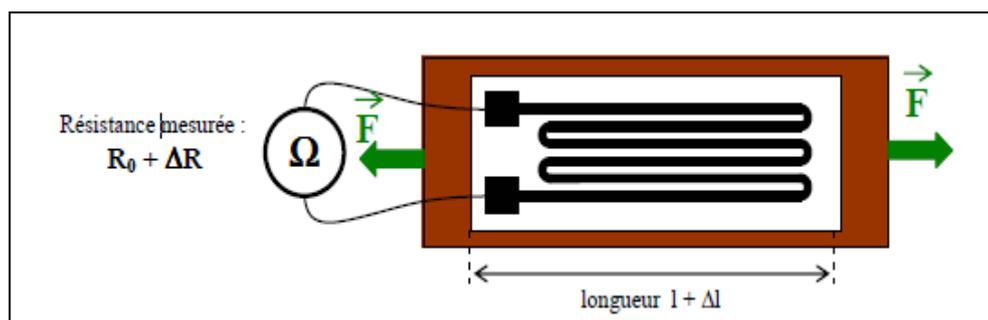
- La relation générale pour les jauges est :  $\frac{\Delta R}{R_0} = k \frac{\Delta L}{l}$
- ✓  $K$  : le facteur de jauge.

### I.5.4.2 Fonctionnement d'une jauge simple

La jauge est constituée d'une piste résistive collée sur un support en résine. Le tout est collé sur le corps dont on veut mesurer la déformation.



**Figure I-11** : Image représente un corps au repos ( $R_0$ )

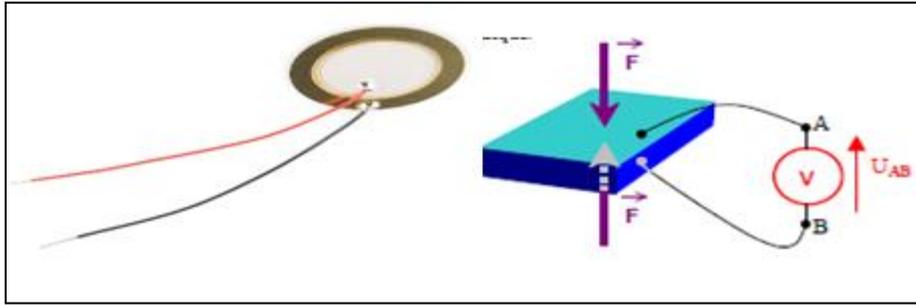


**Figure I-12** : Image représente un corps ayant subi un étirement ( $R_0 + \Delta R$ )

## I.5.5 Capteurs de force :

### I.5.5.1 Capteurs piézoélectriques : [7]

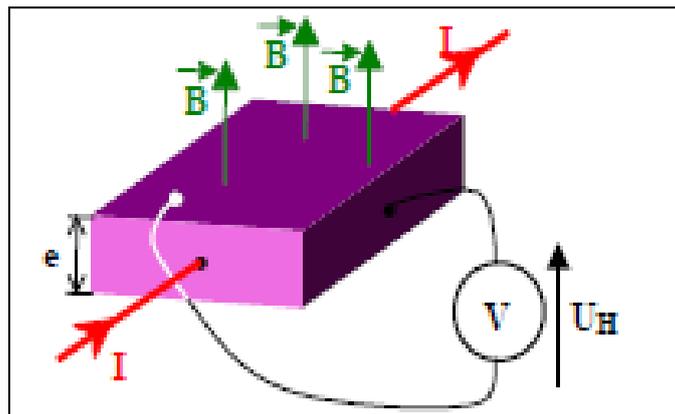
Les capteurs piézoélectriques se composent d'une électrode disposée entre deux disques de cristal. Une fois la charge appliquée sur le capteur, une charge électrique se produit et peut être alors mesurée à l'aide d'un amplificateur de charge. La charge électrique est proportionnelle à la force appliquée sur une lame de quartz induit une déformation qui donne naissance à une tension électrique.



**Figure I-13** : Image et schéma d'un capteur piézoélectrique

### I.5.5.2 Capteur à effet hall

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  $U_H$  entre ses deux faces.



**Figure I-14** : Schéma représentatif de l'effet Hall

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

$$U_H = R_H \frac{I \cdot B}{e}$$

Avec :

$R_H$  : constante de Hall (dépend du semi-conducteur)

$I$  : intensité de la source de courant (A)

$B$  : intensité du champ magnétique

$e$  : épaisseur du barreau de silicium.

Si on maintient le courant  $I$  constant, on a donc une tension  $U_H$  proportionnelle au champ magnétique  $B$  :  $U_H = k.B$

Avec :  $k$  constante égale à  $R_H \frac{I}{e}$

# *Chapitre II*

## II.1 La diode : [1]

### II.1.1 Présentation :

Une diode est un composant dit actif, qui fait partie de la famille des semi-conducteurs. Par définition, une diode fait référence à tout composant électronique doté de deux électrodes. Il s'agit d'un composant polarisé qui possède donc deux électrodes, une anode et une cathode. La cathode (parfois appelée K, pour Cathode) est localisée par un anneau de repérage (il peut y avoir plusieurs anneaux, dans ce cas l'anneau de repérage est celui qui est le plus près du bord de la diode).

Une diode laisse passer le courant dans le sens de l'anode vers la cathode et pas dans l'autre.

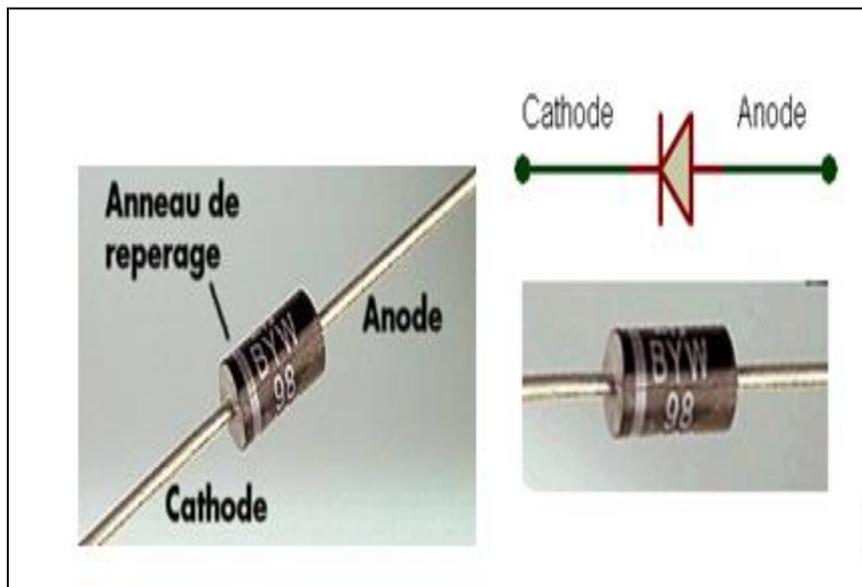


Figure II-1: Image et symbole d'une diode

### II.1.2 Principales caractéristiques d'une diode :

Il existe une multitude de diodes. Le type de diode à utiliser dépend de l'application : détection de signaux RF dans un récepteur radio, redressement dans une alimentation linéaire, amélioration de la vitesse de commutation de transistors de puissance dans une alimentation à découpage, protection contre les surtensions, par exemple.

La diode est caractérisée par la tension de seuil, l'intensité de courant maximale et le courant inverse.

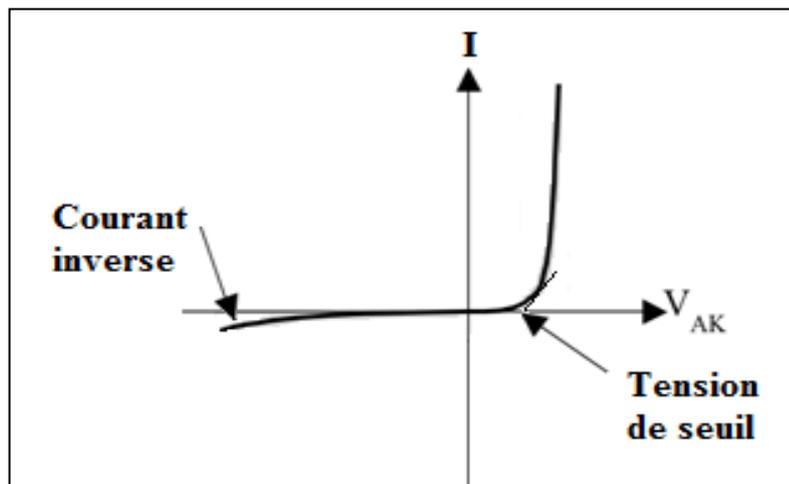


Figure II-2 : Caractéristique I(V) de la diode

### II.1.3 Les différentes diodes et leurs utilisations : [1]

#### II.1.3.1 Diode de commutation :

Une diode souvent rencontré, la diode de commutation au Silicium

**Exemple:**

1N4148

Ce type de diode est utilisé surtout en logique, où dans des montages où peu de puissance est mise en jeu. On les appelle souvent Diode d'usage général, même si paradoxalement on trouve aussi d'autres diodes appelées également Diode d'usage général.

#### II.1.3.2 Diode de redressement :

**Exemple:** 1N400x (1N4003, 1N4007,...)

Utilisée pour le redressement mono-alternance (une diode) ou bi-alternance (deux ou quatre diodes) dans les alimentations secteur.

A noter qu'il existe des diodes de puissance montées par paire dans un même boîtier, avec une patte en commun, qui leur donnent l'aspect d'un composant tripolaire. Les diodes de redressement de puissance présentent souvent une chute de tension importante quand le courant qui les traverse est important. Par exemple, la diode 1N4007, bien connue des électroniciens, présente une chute de tension de l'ordre de 0,7V pour un courant de 50 mA, et une chute de tension de 1,1V pour un courant de 1A. La diode 1N5818 est une diode de type Schottky qui peut être utilisée pour du redressement, et qui présente une chute de tension moitié de la 1N4007, soit 0,55V pour un courant de 1A. Par contre, elle ne supporte qu'une tension inverse de 30V, contre 1000V pour la 1N4007.

### II.1.3.3 La diode Zener :

Une diode Zener est un assemblage de deux semi-conducteurs dont les propriétés électriques ont été découvertes par le physicien américain Zener

Contrairement à une diode conventionnelle qui ne laisse passer le courant électrique que dans un seul sens, le sens direct, les diodes Zener sont conçues de façon à laisser également passer le courant inverse, mais ceci uniquement si la tension à ses bornes est plus élevée que le seuil de l'effet d'avalanche. Ce seuil en tension inverse (tension Zener) est de valeur déterminée pouvant aller de 1,2 V à plusieurs centaines de volts.

Certaines diodes Zener comportent une troisième broche qui permet de régler cet effet d'avalanche.

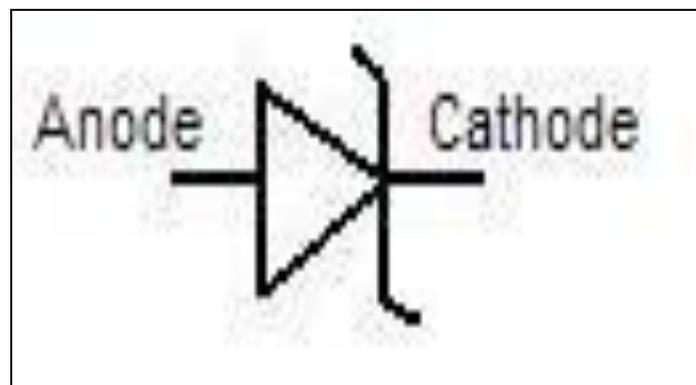


Figure II-3 : Symbole électronique de la diode Zener

#### II.1.3.3.1 Principe électrique :

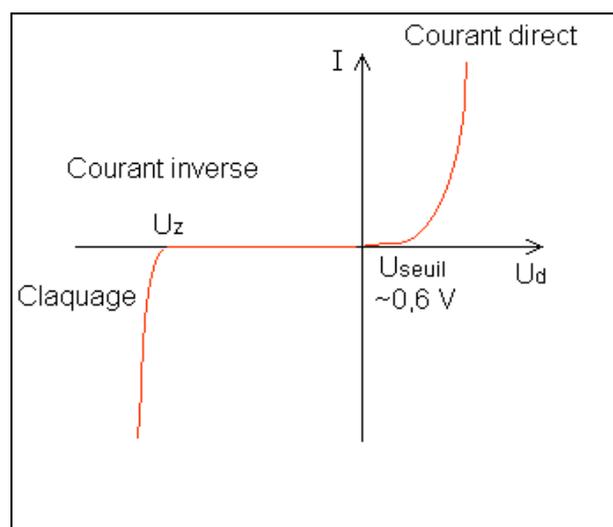
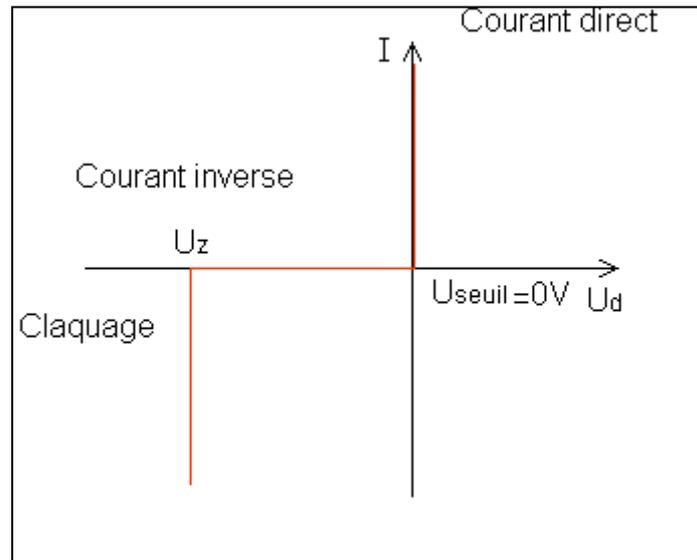
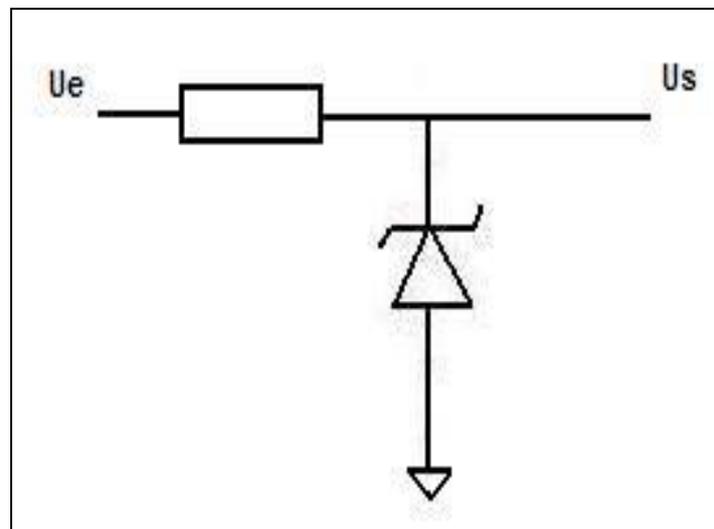


Figure II-4 : Caractéristique réelle de la diode Zener : courbe de  $I(U_d)$ .



**Figure II-5** : Caractéristique idéale de la diode Zener : courbe de  $I(U_d)$ .



**Figure II-6** : Branchement de la diode Zener dans un circuit électrique

Si  $U_e$  est inférieure à la tension inverse Zener, alors  $U_s = U_e$ . Si  $U_e$  dépasse la tension Zener, cette dernière conduit fortement, et on a  $U_s = U_z$  (tension Zener). La chute de tension entre  $U_e$  et  $U_z$  est effectuée aux bornes de la résistance.

Ces diodes, de par cette caractéristique sont très utilisées pour protéger des entrées de circuits sensibles, en limitant la tension d'entrée à leur tension Zener: on dit en anglais qu'elles "clament" la tension. Certains boîtiers contiennent même deux diodes Zener afin que cette dernière soit bi directionnelle.

## II.2 Le transistor : [1]

### II.2.1 Présentation :

Le transistor est un composant qui fait partie de la famille des semi-conducteurs. Le terme Transistor est le mot-valise de Transfert Résistor. Les premiers transistors ont vu le jour dans les années 1948-1950. Les anciens transistors étaient au germanium, les transistors actuels sont au silicium.

Il existe plusieurs types de transistors, chacun voué à une tâche qui se résume souvent à deux fonctions : la commutation (fonctionnement dit en tout ou rien) ou l'amplification (fonctionnement dit linéaire). Par exemple, on peut utiliser un transistor pour commander une ampoule de puissance à partir d'un circuit intégré, qui lui-même n'aurait pas été capable de commander directement l'ampoule (à cause des valeurs de courant ou de tension non compatibles). On peut dire dans ce cas que le transistor joue le rôle d'interface. L'autre fonction très répandue du transistor est l'amplification en tension, en courant ou en puissance.

En amplifiant une tension, le transistor peut être utilisé pour amplifier des signaux de faibles niveaux, dans des préamplificateurs pour microphone ou pour des amplificateurs d'antenne (radio, TV, etc) . En amplifiant simultanément la tension et le courant, on arrive au principe de base de l'étage final des amplificateurs audio (exception faite des amplis en classe D qui fonctionnent en numérique).

### II.2.2 Les Type des transistors PNP et NPN :

Il existe deux manières de disposer les jonctions P-N pour fabriquer un transistor:

- Une zone N, une zone P et une zone N: on a alors un transistor NPN (c'est le modèle le plus répandu);
- Une zone P, une zone N et une zone P: on a dans ce cas un transistor PNP.

Les broches des transistors BC547 ou BC557 : C-B-E (face plate vers soi)

Dans un transistor NPN (BC547), les courants de base  $I_B$  et de collecteur  $I_C$  sont rentrants, et le courant d'émetteur  $I_E$  est sortant.

Dans un transistor PNP (BC557), les courants de base  $I_B$  et de collecteur  $I_C$  sont sortants, et le courant d'émetteur  $I_E$  est rentrant.

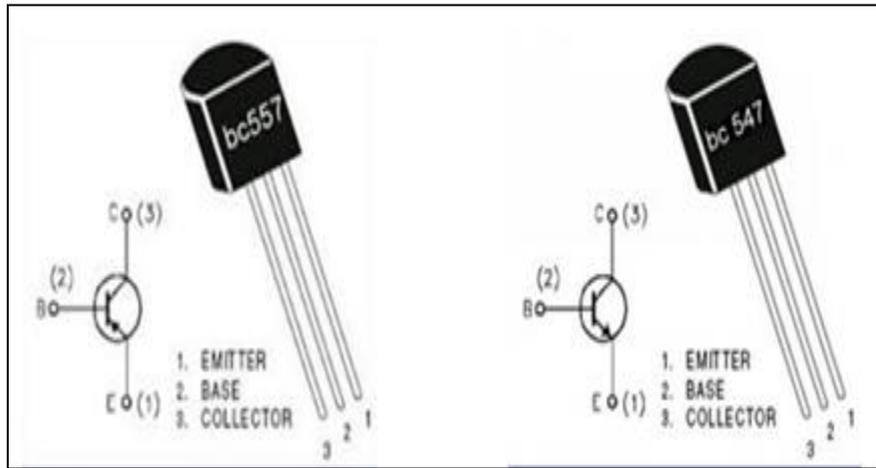


Figure II-7 : Brochage et symbole des transistors BC547 et BC557

### II.2.3 Transistor Darlington :

Le transistor Darlington est la combinaison de deux transistors bipolaires de même type (tous deux NPN ou tous deux PNP), résultant en un composant hybride qui a encore des caractéristiques de transistor. Ces deux transistors peuvent être intégrés dans un même boîtier. Le gain en courant du Darlington est égal au produit des gains de chaque transistor. Le montage est le suivant :

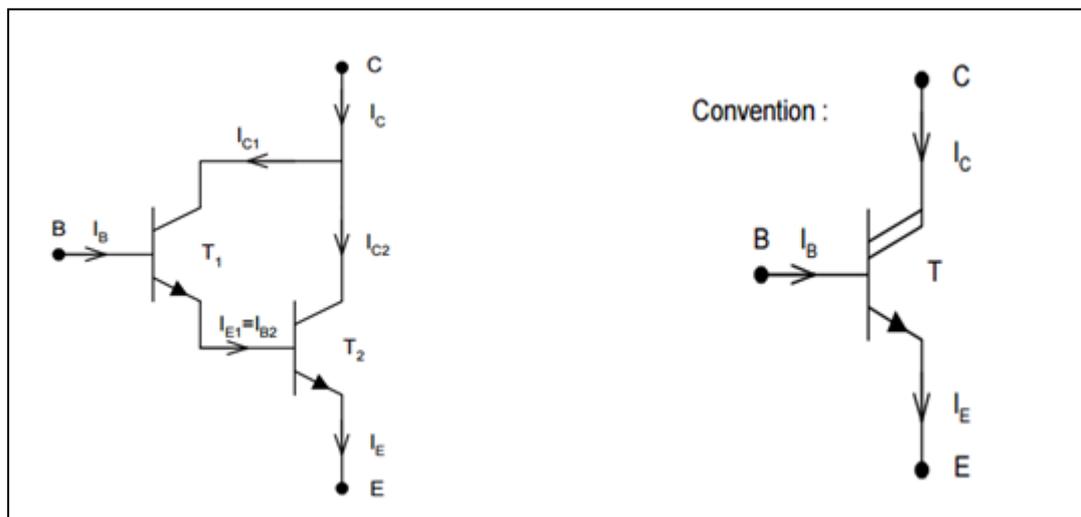


Figure II-8 : Circuit électrique d'un transistor Darlington NPN.

Les collecteurs sont communs et correspondent au collecteur du Darlington ; l'émetteur du transistor de commande est relié à la base du transistor de sortie ; la base du transistor de commande et l'émetteur du transistor de sortie correspondent respectivement à la base et à l'émetteur du Darlington

### II.2.3.1 Analyse structurelle :

Pour un fonctionnement en linéaire d'un transistor bipolaire, on a  $I_C = \beta \cdot I_B$ . Si on applique cette relation ainsi que les lois de Kirchhoff au montage ci-dessus, on obtient :

$$I_C = I_{C1} + I_{C2}$$

$$I_C = \beta_1 \cdot I_B + \beta_2 \cdot I_{B2}$$

$$\text{Or } I_{B2} = I_{E1} = I_{C1} + I_B = \beta_1 \cdot I_B + I_B = (\beta_1 + 1) \cdot I_B \text{ d'où :}$$

$$I_C = \beta_1 \cdot I_B + \beta_2 \cdot (\beta_1 + 1) \cdot I_B$$

$$I_C = \beta_1 \cdot I_B + \beta_2 \cdot \beta_1 \cdot I_B + \beta_2 \cdot I_B$$

$$I_C = (\beta_1 + \beta_2 \cdot \beta_1 + \beta_2) \cdot I_B$$

Si  $\beta_1 = \beta_2$  alors :

$$I_C = (\beta^2 + 2 \cdot \beta) \cdot I_B \quad \text{or } \beta^2 \gg 2 \cdot \beta$$

Donc :

$$\boxed{I_C \approx \beta^2 \cdot I_B}$$

## II.3 Amplificateur opérationnel : [8]

### II.3.1 Définition :

Un amplificateur opérationnel est un amplificateur différentiel : c'est un amplificateur électronique qui augmente une différence de potentiel électrique présente à ses entrées.

Il a été conçu pour effectuer des opérations mathématiques dans les calculateurs analogiques : il permettait de modéliser les opérations mathématiques de base comme l'addition, la soustraction, l'intégration, la dérivation et d'autres. Par la suite :

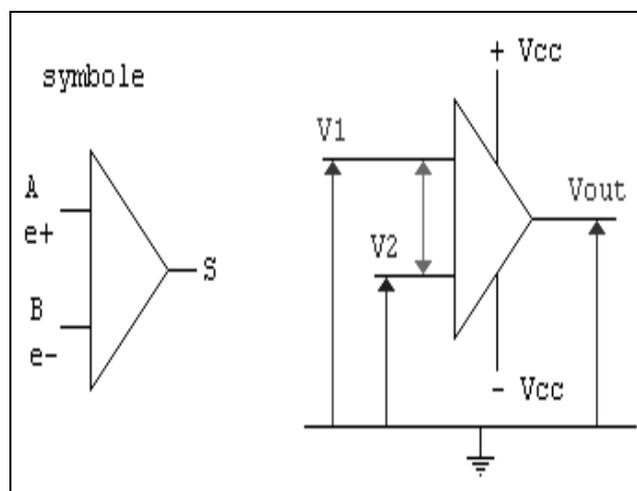
L'amplificateur opérationnel est utilisé dans bien d'autres applications comme la commande de moteurs, la régulation de tension, les sources de courants ou encore les oscillateurs

Physiquement, un amplificateur opérationnel est constitué de transistors, de tubes électroniques ou de n'importe quels autres composants amplificateurs. On le trouve couramment sous la forme de circuit intégré.

Le gain en tension particulièrement important d'un amplificateur opérationnel en boucle ouverte fait de lui un composant utilisé dans une grande variété d'applications. Certains amplificateurs opérationnels, de par leurs caractéristiques (temps de montée, faible distorsion harmonique, etc.), sont spécialisés dans l'augmentation de certains types de signaux comme les signaux audio ou vidéo.

### II.3.2 Brochage d'un Amplificateur :

Un AOP dispose typiquement de deux entrées, deux broches d'alimentation et une sortie. L'entrée notée  $e+$  est dite non-inverseurs alors que l'entrée  $e-$  est dite inverseurs, ceci à cause de leur rôle respectif dans les relations entrée/sortie de l'amplificateur. La différence de potentiel entre ces deux entrées est nommée tension différentielle d'entrée.



**Figure II-9 :** Représentation d'un AOP

La broche d'alimentation positive repérée  $VCC +$  est quelquefois aussi nommée  $VDD$ ,  $VCC$ , ou  $VS+$ . La broche d'alimentation négative repérée  $VCC -$  est quelquefois aussi nommée  $VSS$ ,  $VEE$ , ou  $VS-$ . Le caractère doublé qui se trouve en indice de la lettre  $V$  fait référence au nom de la broche du transistor à laquelle cette alimentation sera le plus souvent reliée. Ainsi, les appellations  $VCC$  et  $VEE$  sont le plus souvent réservées aux AOP bipolaires (C pour Collecteur et E pour Émetteur) alors que les appellations  $VDD$  et  $VSS$  sont le plus souvent réservées aux AOP à effet de champ (D pour Drain et S pour Source).

Suivant les applications, l'AOP peut aussi être pourvu de deux broches pour la compensation d'offset mais aussi d'une broche pour le réglage de la compensation fréquentielle.

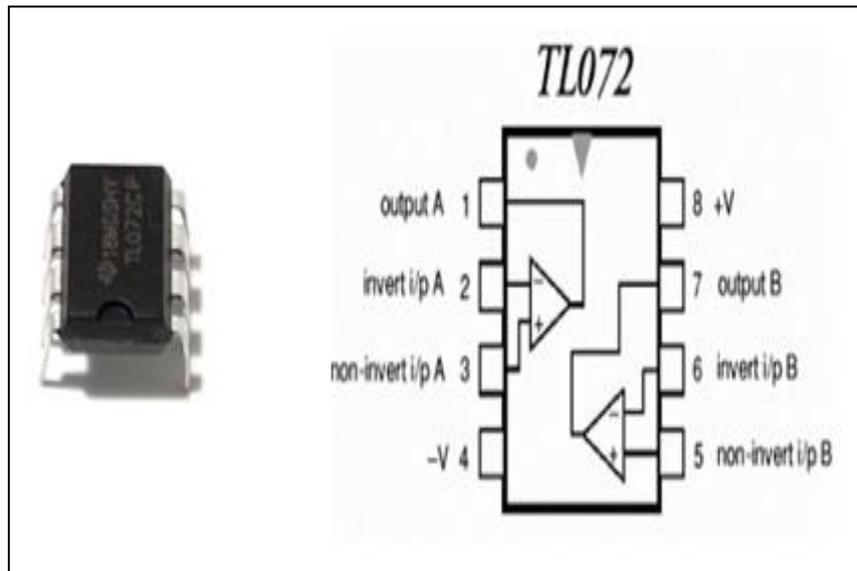
Il existe des AOP possédant une sortie différentielle. De tels amplificateurs possèdent deux broches de sorties mais aussi quatre broches d'alimentation pour pouvoir réaliser une isolation galvanique entre l'entrée et la sortie. Ces amplificateurs sont aussi nommés «amplificateurs d'isolement».

### II.3.3 Caractéristiques générales de TL072 : [9]

- La tension maximale de l'alimentation est prendre la valeur (+ /- 18v ou + /- 36v)
- Pour La tension d'entrée ne doit jamais dépasser la valeur (+ /-15v)

- Pour la température de stockage est entre (-65°C à +150°C)
- La température de la jonction +150°C valeur maximale
- La technologie JFET du TL072 en fait un ampli op à faible courant d'entrée
- Des résistances de 10k à 1Megohm sont tout à fait adaptées au TL072

### Exemple : TL072



**Figure II-10** : Brochage et symbole du TL072

- 1 : Sortie A
- 2 : inverseuse i/p A
- 3: non inverseuse i/p A
- 4 : Alimentation (-)
- 5 : non inverseuse i/p B
- 6 : inverseuse i/p B
- 7 : Sortie B
- 8 : Alimentation (+)

Le TL072 est un modèle d'AOP de base très répandu et qui existe depuis plusieurs années, mais à peu près n'importe quel autre modèle d'amplificateur opérationnel d'usage général devrait faire l'affaire.

Les TL072 sont vendus sous la forme d'un circuit intégré à 8 pins. Mais vous pouvez également vous procurer des circuits intégrés qui comportent 2 opérationnels, ce qui est parfois bien pratique lorsqu'on veut utiliser plusieurs amplificateurs opérationnels dans le même circuit.

## II.4 Potentiomètre : [8]

### II.4.1 Définition

Un potentiomètre est un type de résistance variable à trois limites, dont une est reliée à un curseur se déplaçant sur une piste résistante terminée par les deux autres limites.

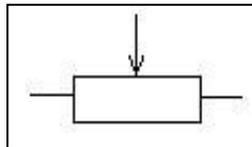
Ce dispositif sert à recueillir, sur la limite reliée au curseur, une tension qui dépend de la position du curseur et de la tension à laquelle est soumise la résistance.

Il existe l'équivalent sous forme de circuit intégré : le potentiomètre numérique, dorénavant particulièrement utilisé dans l'électronique analogique à commande numérique moderne.

Les potentiomètres sont fréquemment employés dans les circuits électroniques. Ils servent par exemple à contrôler le volume d'une radio. Les potentiomètres peuvent aussi être utilisés comme des transducteurs dans la mesure où ils convertissent une position en une tension. Ce type de système peut être rencontré dans des joysticks (*Manette de commande des jeux vidéo d'action*). Des potentiomètres de petite taille (les trimmers ou tripots) se retrouvent souvent sur les circuits qui nécessitent des ajustements précis pour leur bon fonctionnement.

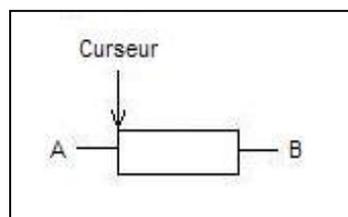
### II.4.2 Les caractéristiques des potentiomètres :

Le symbole électrique d'un potentiomètre électronique est le suivant:



**Figure II-11** : Symbole d'un potentiomètre

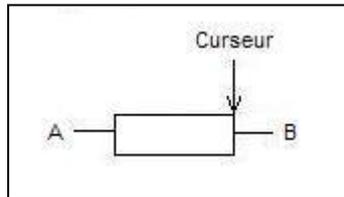
Il possède 3 pattes ainsi qu'un système mécanique permettant la variation de la résistance.



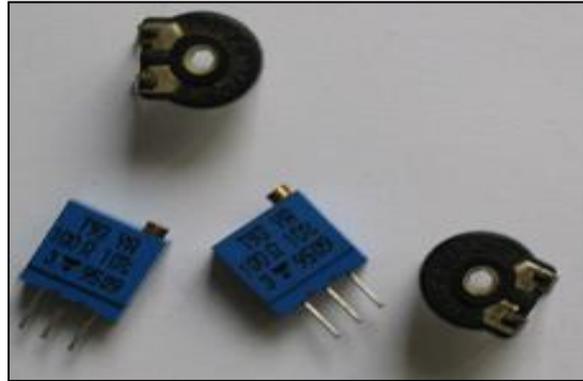
**Figure II-12** : l'état du potentiomètre à  $R(A\text{-curseur}) = 0 \Omega$

Si vous placez le curseur du potentiomètre plus proche de A (voir figure II-8 ), la valeur de la résistance entre A et le curseur est nulle:  $0 \Omega$ .

Par contre, en modifiant la position du curseur, pour arriver à l'état de la figure II-9, la valeur de la résistance entre A et le curseur est maximale:



**Figure II-13** : l'état du potentiomètre à R (A-curseur) =  $R_{\max}$



**Image II-1** : Image représentative des différents potentiomètres

## II.5 Description de NE555 : [10]

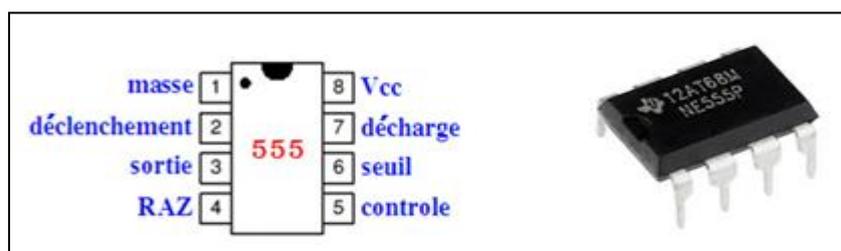
### II.5.1 Définition :

Le NE555 est un circuit intégré utilisé pour la temporisation ou en mode multivibrateur. Il a été créé en 1970 par Hans R. Camenzind et commercialisé en 1971 par Signetics. Ce composant est toujours utilisé de nos jours en raison de sa facilité d'utilisation, son faible coût et sa stabilité. Un milliard d'unités sont fabriquées par an.

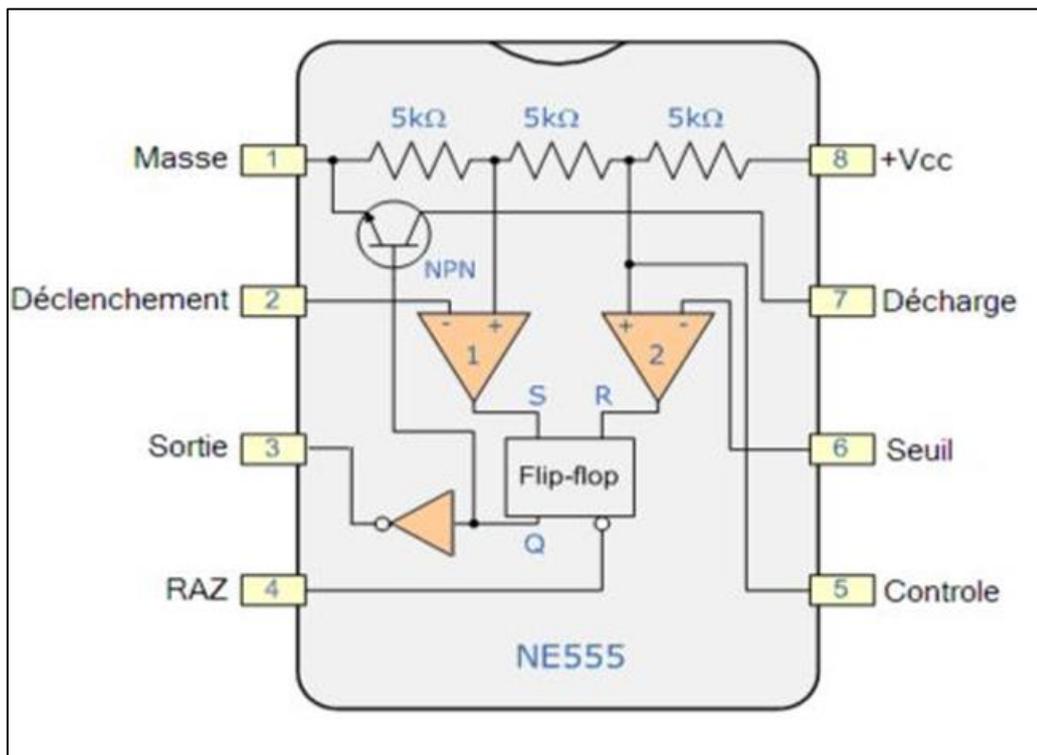
Le NE555 contient 23 transistors, 2 diodes et 16 résistances.

Le NE555 peut fonctionner selon trois modes : monostable, astable ou bistable.

### II.5.2 Brochage du NE555 :



**Figure II-14** : Image et symbole du NE555



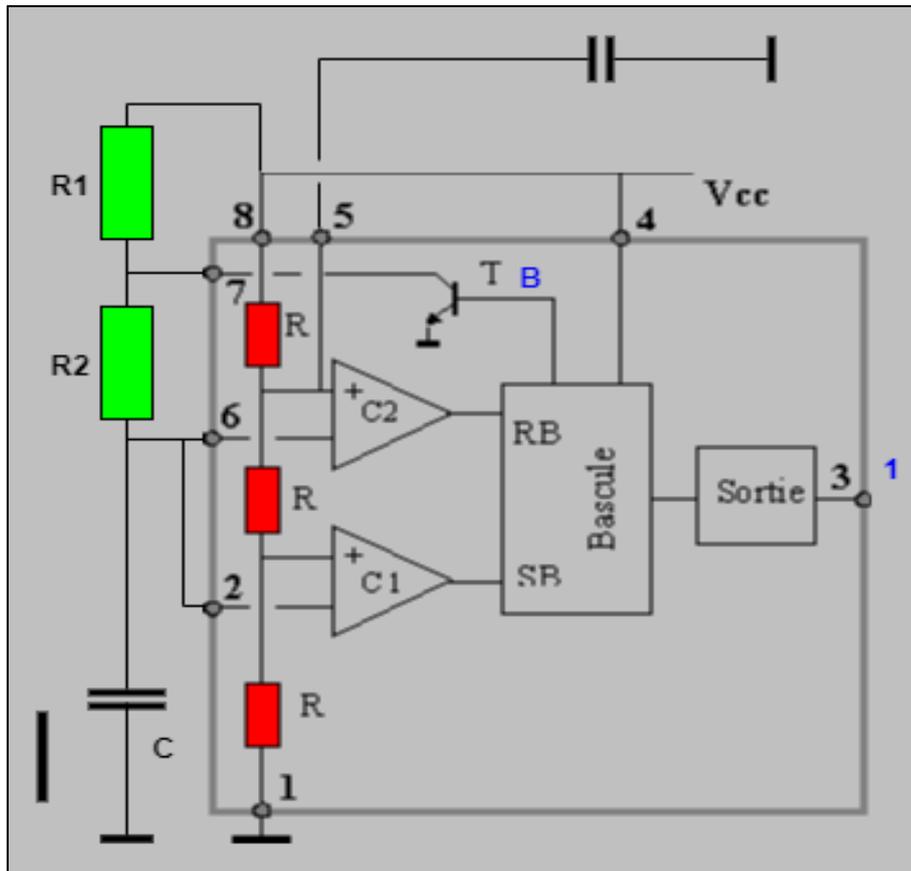
**Figure II-15** : Schéma électronique équivalent de NE555

Le tableau suivant représente la description des différentes broches du NE555

N	NOM	DESCRIPTION
1	Masse	masse
2	Déclenchement	Gâchette, amorce la temporisation
3	Sortie	Signal de sortie
4	RAZ	Remise à zéro, interruption de la temporisation
5	Contrôle	Accès à la référence interne ( $2/3$ de $V_{cc}$ )
6	Seuil	Signal la fin de la temporisation lorsque la tension dépasse $2/3$ de $V_{cc}$
7	Décharge	Borne servant à décharger le condensateur de temporisation
8	Vcc	Tension d'alimentation, généralement entre 5 et 15V

**Tableaux II-1** : Représentation des différentes broches de NE555

**II.5.3 Fonctionnement en astable :**



**Figure II-16 :** Circuit descriptif du NE555 en mode astable

Un condensateur C est chargé à travers deux résistances R1 et R2 (constante de temps ((R1 + R2).C). Quand la tension aux bornes de C dépasse Vcc / 3, le comparateur C1 bascule et positionne la borne SB de la bascule. Quand la tension aux bornes de C dépasse 2.Vcc / 3, le comparateur C2 bascule à son tour et provoque le passage de la sortie de la bascule RS à l'état bas et la saturation du transistor de décharge. C se décharge à travers l'espace collecteur-émetteur du transistor et la résistance R2 (constante de temps pratiquement égale à R2.C).

Quand la tension aux bornes de C atteint Vcc / 3, le comparateur C1 bascule ce qui provoque le passage de la sortie de la bascule RS à l'état haut et le blocage du transistor de décharge. Le circuit va osciller entre ces deux états et forme un montage astable. Dans les deux cas (charge et décharge) les valeurs extrêmes de la tension aux bornes de C sont  $V_{cc} / 3 = U$  et  $2.V_{cc} / 3 = 2.U$ ;

La durée de la charge est :  $T1 = (R1 + R2).C.ln(2) \dots\dots\dots (II-1)$

Et celle de la décharge est :  $T2 = R2.C.ln(2) \dots\dots\dots (II-2)$

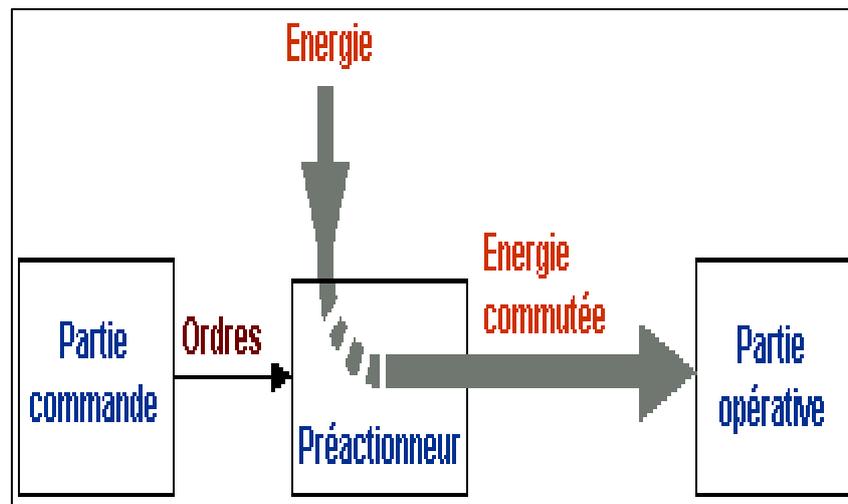
La période de l'astable est :  $T = T1 + T2 \dots\dots\dots (II-3)$

## II.6 Le relais :

Le premier relais réellement "pratique" a vu le jour en 1837, grâce à l'inventeur américain Samuel F.B. Morse (oui, celui qui a inventé le fameux alphabet de même nom), qui lui-même s'est appuyé sur les travaux du physicien britannique Charles Wheatstone (celui à qui l'on doit le fameux pont de mesure qui porte son nom).

### II.6.1 Rôle d'un relais :

Le relais permet la commande d'un circuit de puissance (partie opérative) grâce à un circuit de plus faible intensité appelé circuit de commande.



**Figure II-17** : Schéma bloc d'un relais

Le relais électromagnétique est un élément qui assure cette fonction de commutation. Il distribue de l'énergie électrique à un élément de puissance (moteur, résistance chauffante, lampe...)

### II.6.2 Constitution du relais :

Le relais se compose de cinq éléments essentiels :

- La palette (lame de métal) du circuit de puissance qui assure la fonction interrupteur.
- Un électro-aimant: Le bobinage du circuit de commande enroulé sur un noyau en fer doux.
- Un petit ressort de rappel
- Les différentes bornes, ce sont les seules parties accessibles par l'utilisateur. En général, les bornes sont prévues pour être soudées sur un circuit imprimé.
- le boîtier

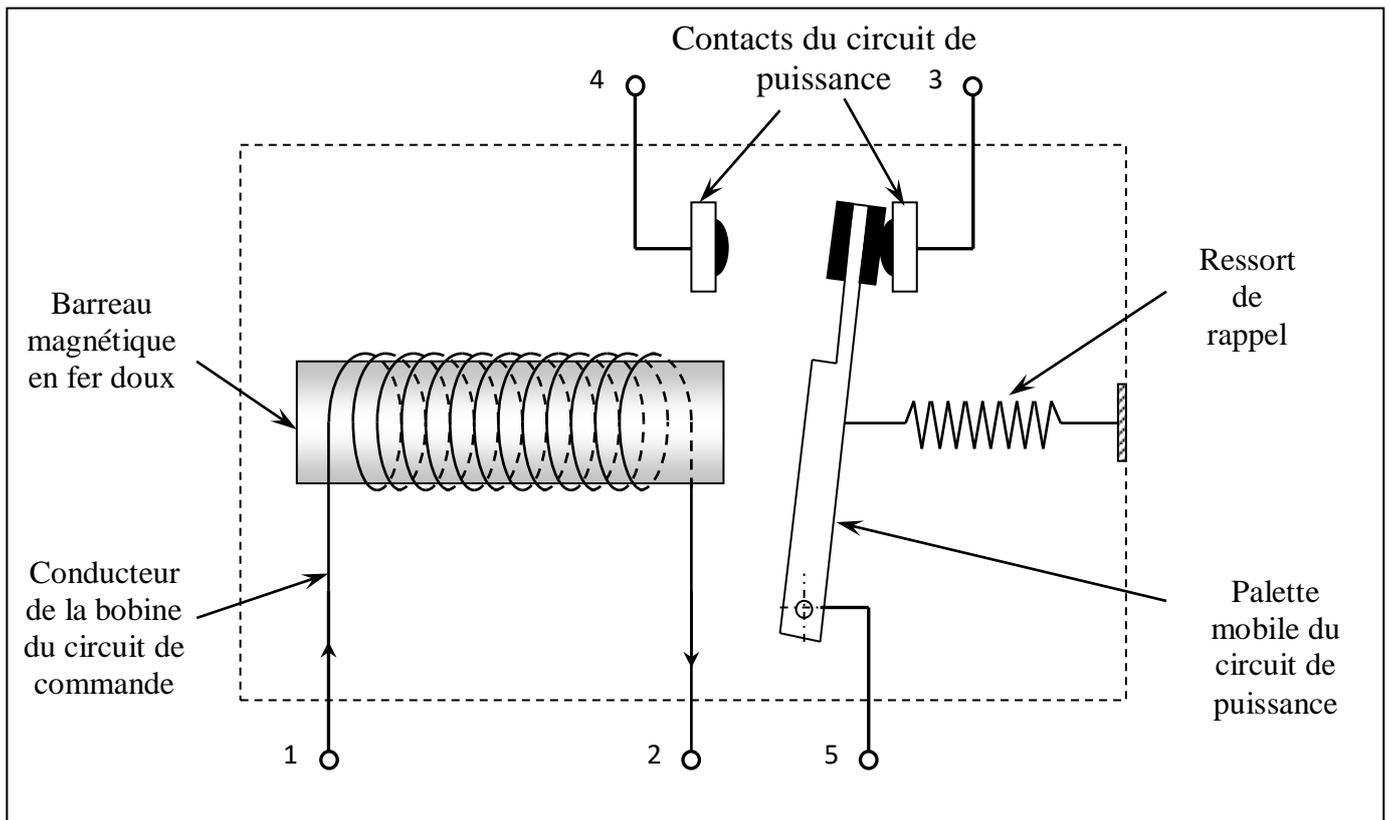


Figure II-18 : Schéma fonctionnel d'un relais

### II.6.3 Principe de fonctionnement :

Le principe de fonctionnement d'un relais est illustré par la figure ci-dessous :

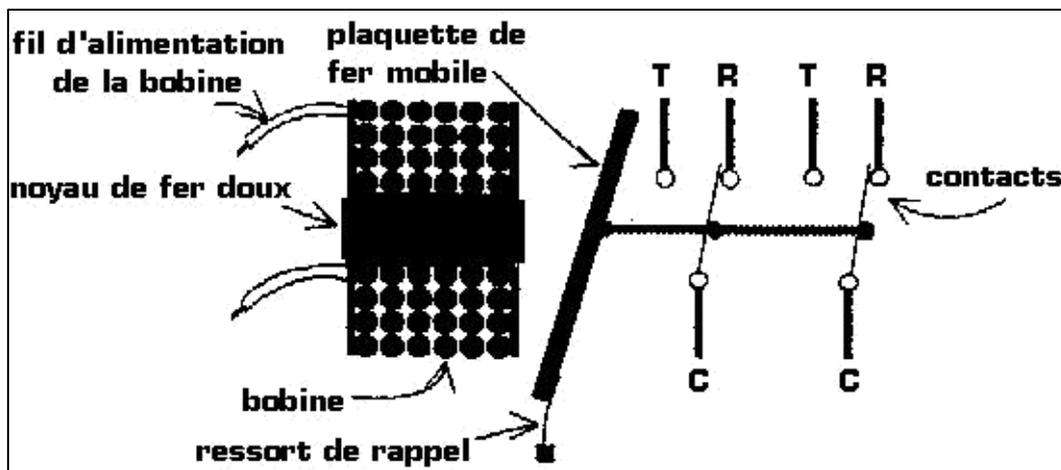


Figure II-19 : Présentation le principe de fonctionnement d'un relais

La palette en fer doux est attirée par la bobine lorsque celle-ci est alimentée

La palette entraîne les contacts mobiles. Ceux-ci passent alors de la position repos (R) à la position travail (T).

Dans l'exemple ci-dessus, le relais possède deux contacts mobiles. Il peut n'y en avoir qu'un seul, ou plus.

De même, il n'y a pas forcément de bornes de sortie du contact repos.

## II.7 Les transducteurs ultrasons :

Sur la photo cotée droite une Capsule étanche à ultrasons présentant une grande sensibilité et une haute pression sonore. Excellente résistance aux chocs et aux vibrations. Le même transducteur peut émettre et recevoir les ultrasons. Fréquence d'utilisation: 40 kHz et Alimentation max de 20 Vac

Ce transducteur est remplacé dans notre projet par les deux transducteurs 40T et 40R présentés sur la photo coté gauche, un des deux transducteurs est appelé 40T (d'autres sont dénommés T40), "T" comme Transmitter (émetteur), et "40" pour 40 KHz. L'autre est appelé 40R (ou R40), "R" comme Receiver (récepteur). Ces pièces présentent une impédance de l'ordre de 500 ohms, et l'émetteur accepte un signal d'amplitude max 20 Vac, composante continue non tolérée.



**Image II-2:** Photos des transducteurs ultrason

# *Chapitre III*

### III.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter le pur travail de notre projet de fin d'étude, qui est un simple circuit permettant la détection du signal doppler. Ce circuit comporte deux étages (circuit d'émission et circuit de réception). Nous allons donc montrer, après réalisation, les différents signaux que nous avons obtenus à la sortie de chaque étage afin de bien comprendre et interpréter tout un signal entrant ou sortant de chaque composant du circuit accompli.

### III.2 Le circuit d'émission :

Le circuit que nous allons utiliser pour la génération d'un signal de 40 KHz est constitué d'un astable NE555 monté en oscillateur (voir figure III-1) et délivre un signal carré. Le potentiomètre (montage push pull) monté sur la broche de décharge permet de faire varier la fréquence du signal obtenu à la sortie de l'astable. Les deux diodes et deux transistors de polarisation opposée servent à commander le transducteur T40. Le front haut du signal sortant étant transmis par le transistor NPN (BC547) et le front bas par le transistor PNP (BC557) et signal transmis reste à une fréquence de 40KHz.

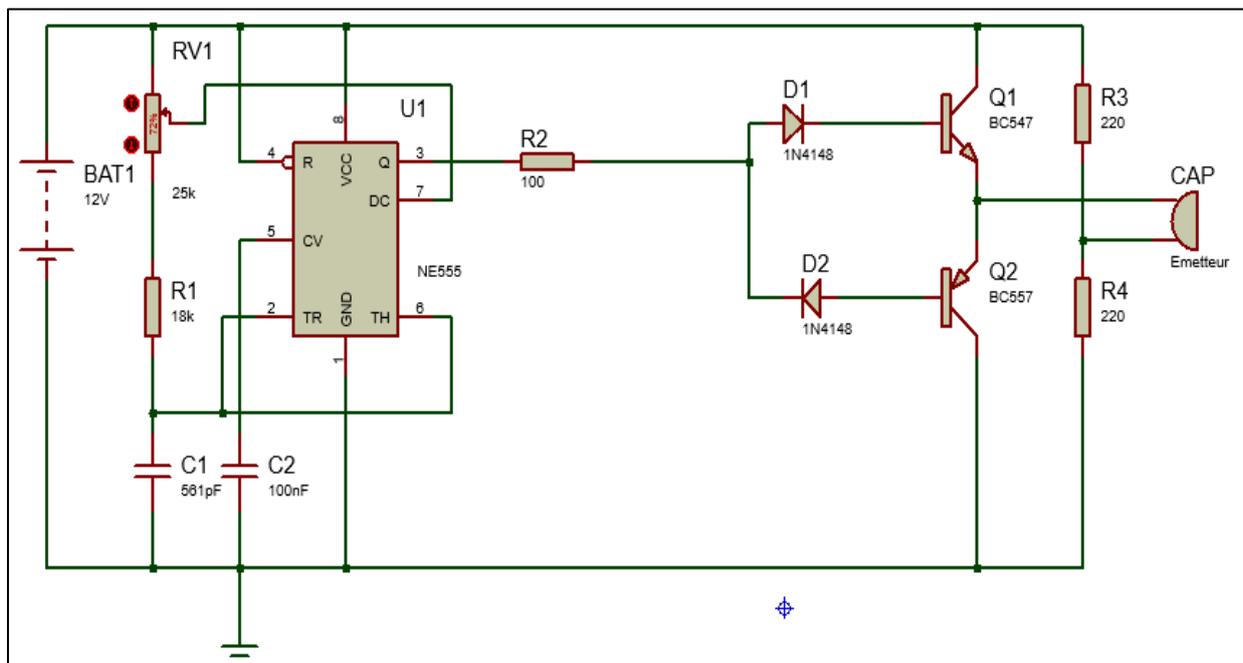
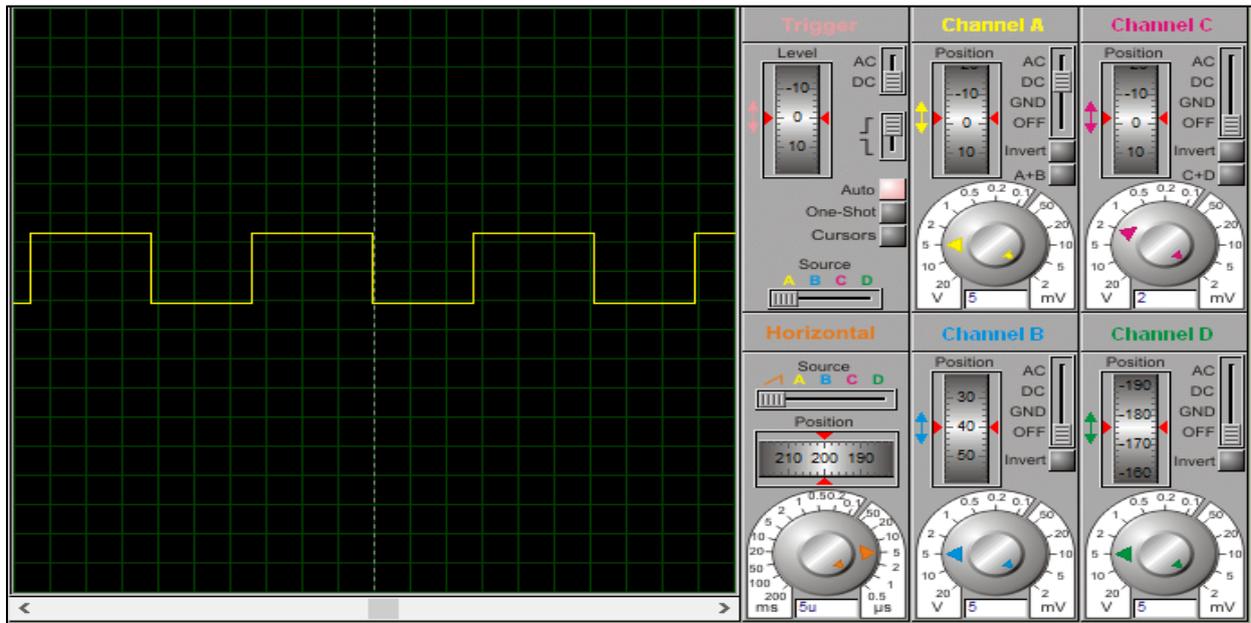
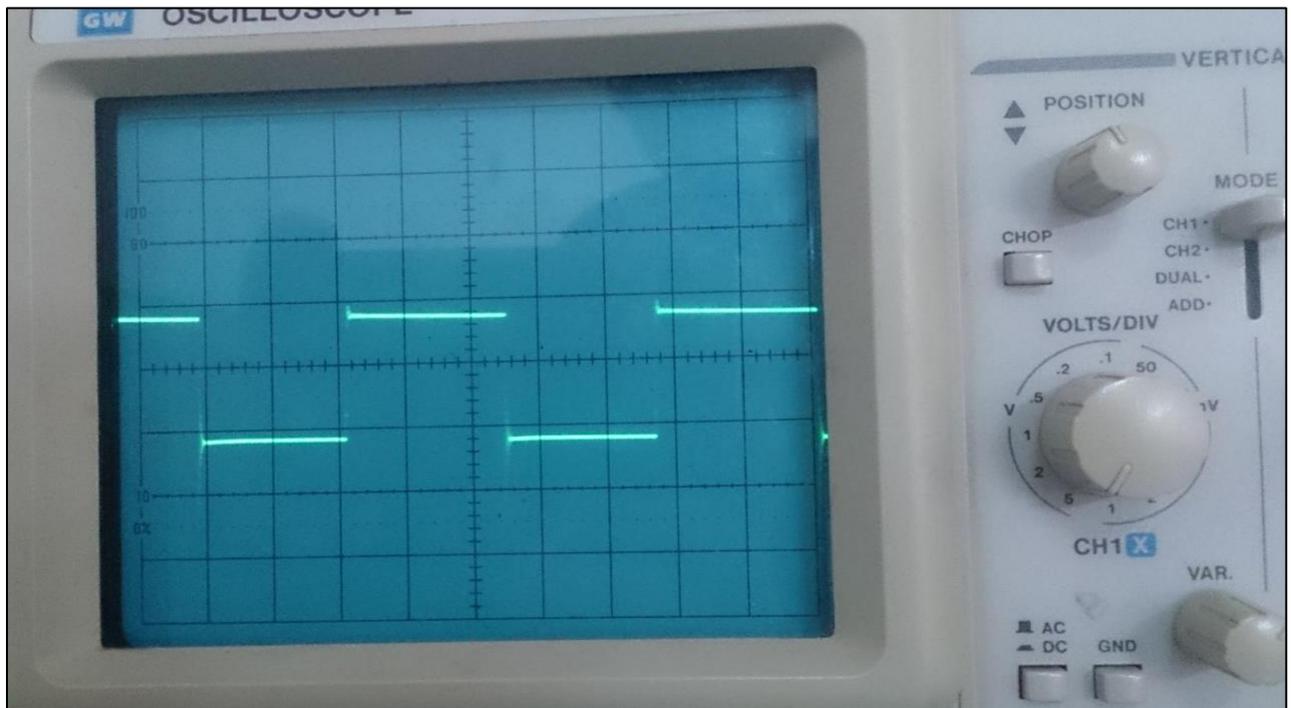


Figure III-1: Schéma électrique du circuit d'émission



**Figure III-2:** Forme du signal généré par le circuit émetteur (**simulation**)



**Image III-1:** Forme du signal généré par le circuit émetteur (**Réalisation**)

### III.3 Le circuit de réception

C'est un circuit qui va traiter le signal émis par l'émetteur et qui sera réfléchis en présence d'un obstacle, on reçoit un signal de 40KHz à partir de transducteur de réception, après on va amplifier ce signal par un amplificateur opérationnel non inverseur.

La sortie de l'amplificateur est reliée avec un circuit démodulateur (une détection d'enveloppe) pour obtenir une tension continue à la sortie. La résistance variable RV1 permet de régler la sensibilité et cela juste pour trouver un milieu adéquat.

Le signal reçu à la sortie de R1 va attaquer en suite la base du transistor Q1, ce dernier activera le circuit de Darlington qui contient les deux transistors Q5 et Q6.

En générale le rôle de circuit de réception est de convertir le signal issu de capteur de réception en une tension continue dépendante de la position de l'obstacle.

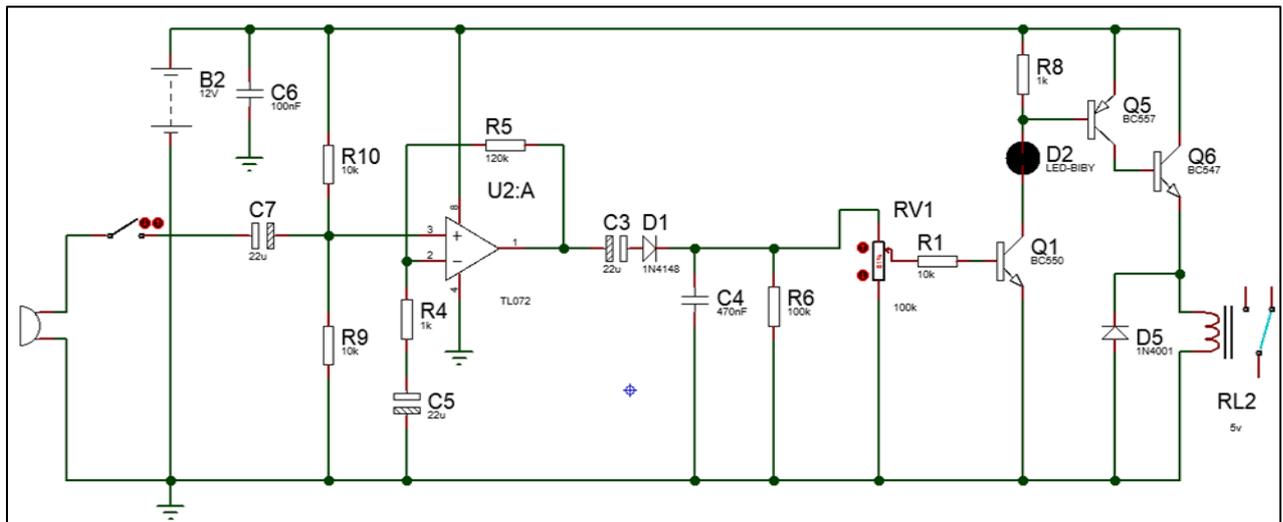


Figure III-3:Schéma électrique du circuit de réception

### III.3.1 Le signal reçu par le transducteur R40

Au niveau de récepteur le transducteur va capter le signal généré par l'émetteur est le transforme à une faible tension.

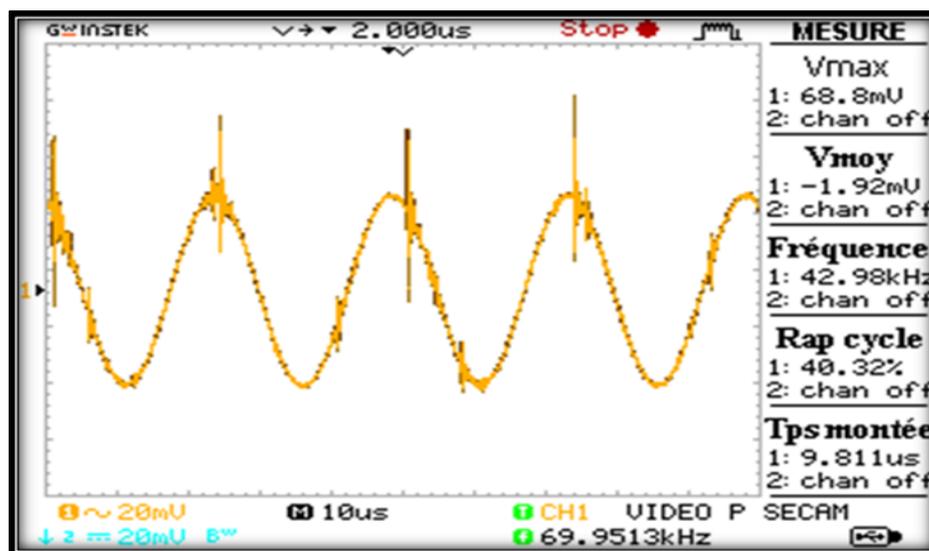


Figure III-4:Forme du signal à la sortie de transducteur R40

### III.3.2 Le circuit d'amplificateur :

Une fois que le signal réfléchi, il est convertit en signal électrique grâce au capteur de réception R40. Nous avons amplifié ce signal car il est faible au moyen d'un amplificateur à circuit intégré utilisant le TL072 et tout en assurant à sa sortie des tensions supérieures à la tension de seuil de la diode ordinaire du détecteur d'enveloppe.

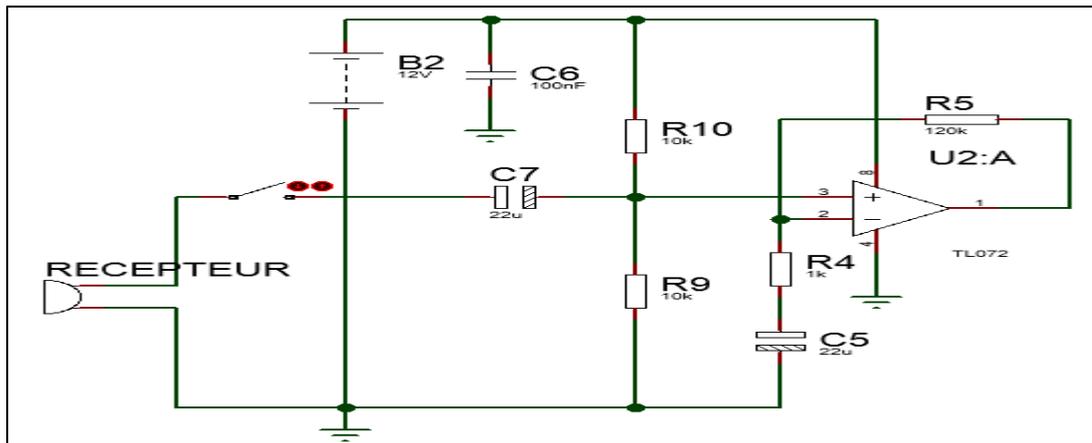


Figure III-5:Schéma électrique du circuit amplificateur

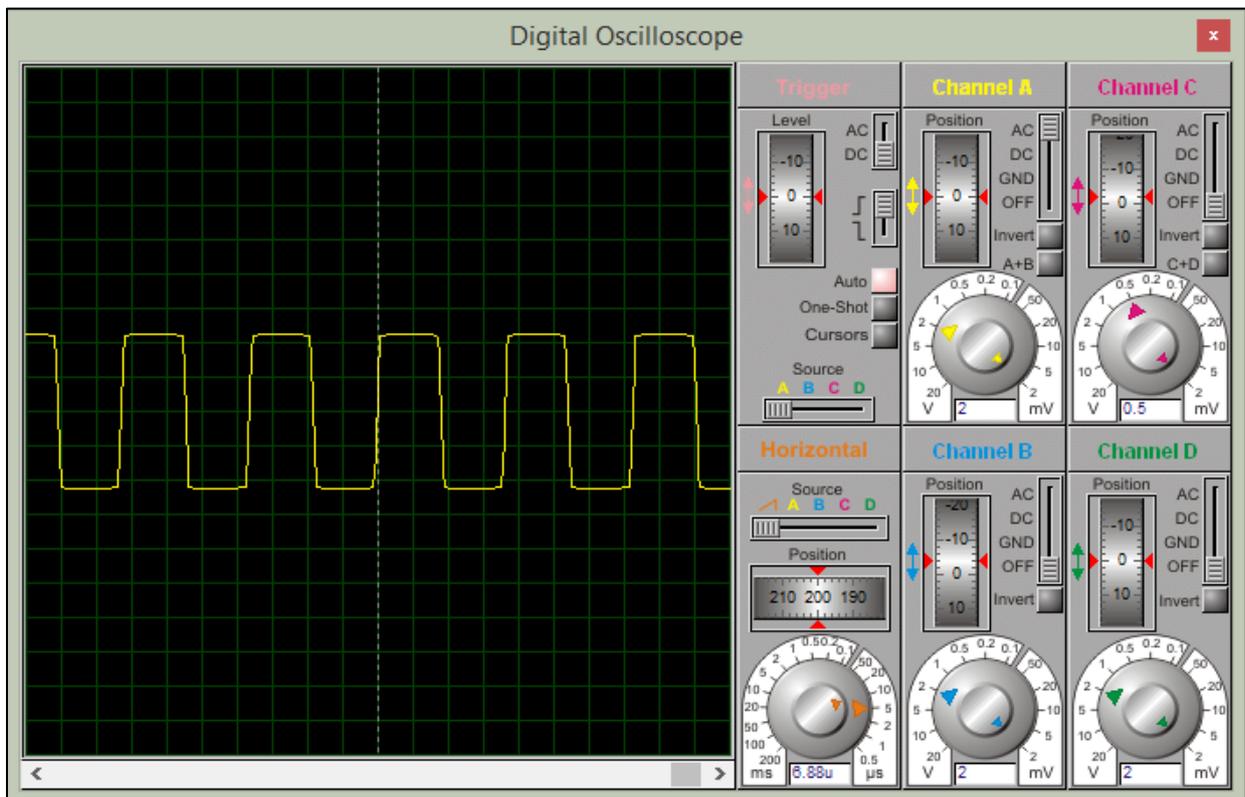
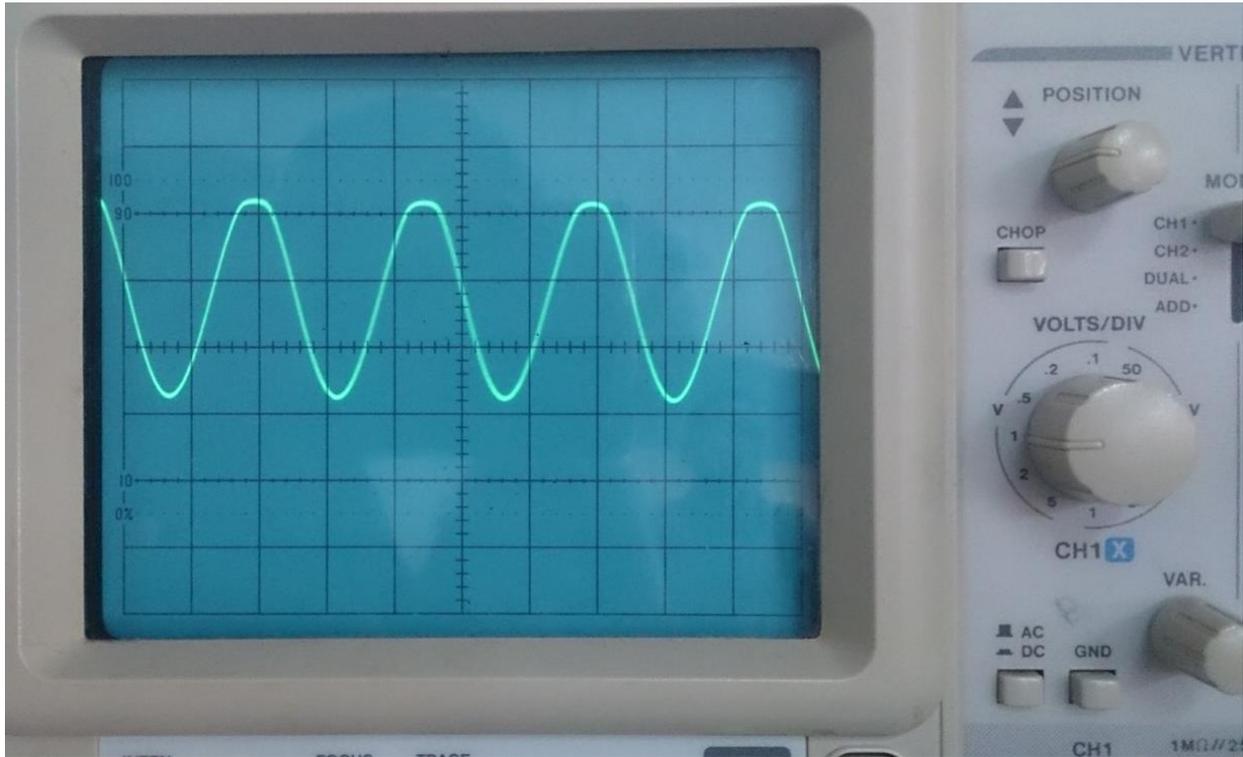


Figure III-6: Forme du signal généré par étage amplificateur (simulation)

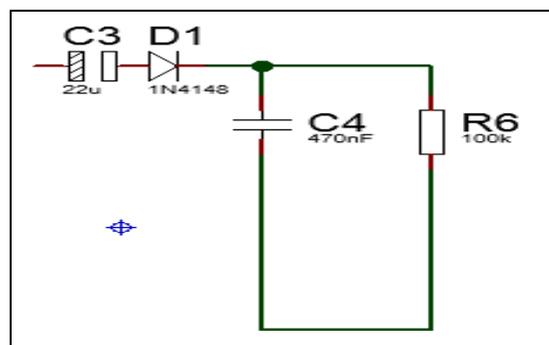


**Image III-2:** Forme du signal généré par étage amplificateur (**Réalisation**)

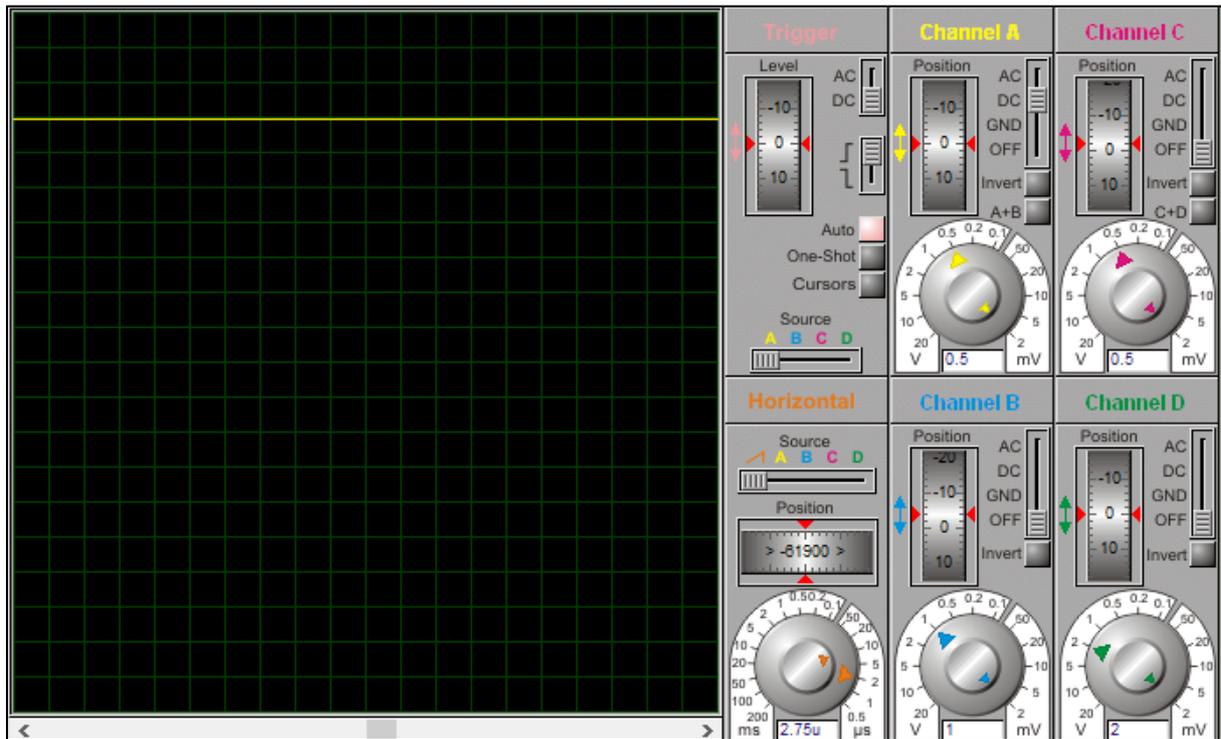
### III.3.3 Démodulation par détection d'enveloppe :

Le détecteur d'enveloppe est composé d'une diode et d'un filtre RC

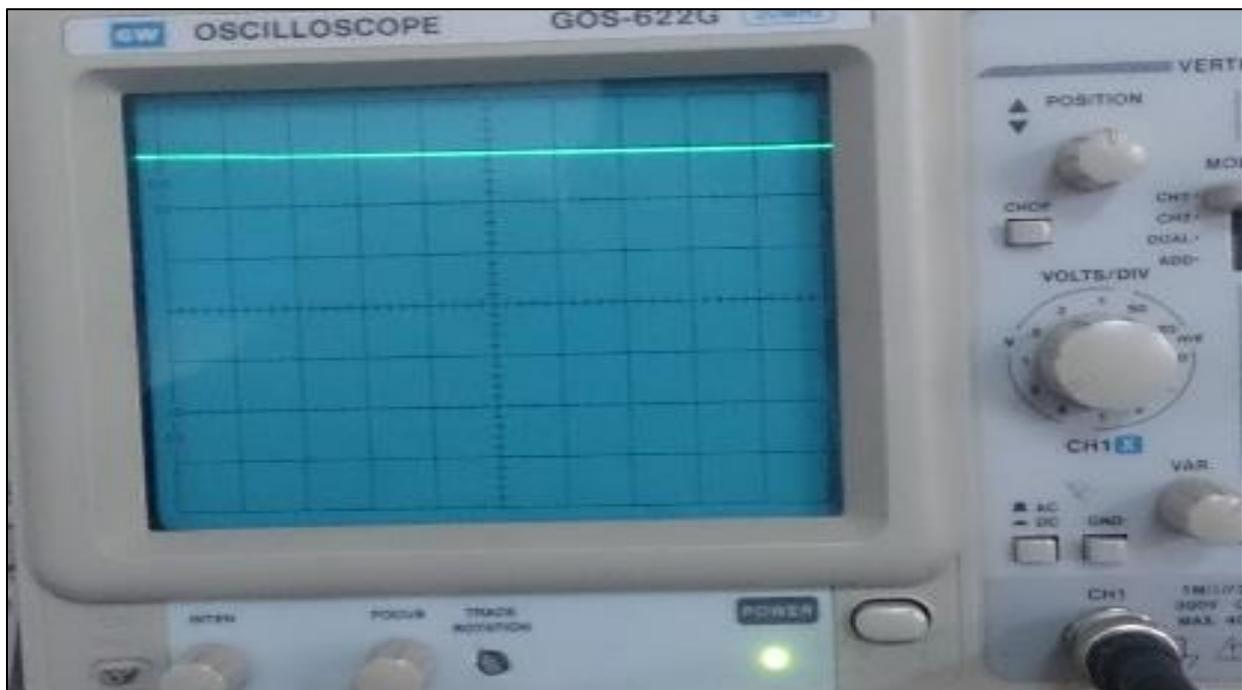
- Pour l'alternance positive la diode  $D_1$  est passante et la tension aux bornes du condensateur est égale à celle du signal amplifié.
- Pour l'alternance négative la diode est bloquée donc le condensateur se décharge à travers la résistance  $R_6$ .



**Figure III-7:** Schéma qui représente le détecteur d'enveloppe



**Figure III-8:** Forme du signal à la sortie du détecteur d'enveloppe (simulation)



**Image III-3:** Forme du signal à la sortie du détecteur d'enveloppe (pratique)

### III.3.4 Le transistor Interrupteur Q1 :

- En absence de signal continue à l'entrée de la résistance variable RV1, le courant  $I_b=0$  et  $I_c=0$  donc le transistor est bloquée (la LED est éteinte).
- En présence de signal continue dans l'entrée de RV1 le courant  $I_b>0$  et le courant  $I_c= \beta \cdot I_b$  donc le transistor est saturée (la LED s'allume).
- Remarque : pour commander la valeur de courant  $I_b$  il faut varier la résistance RV1.

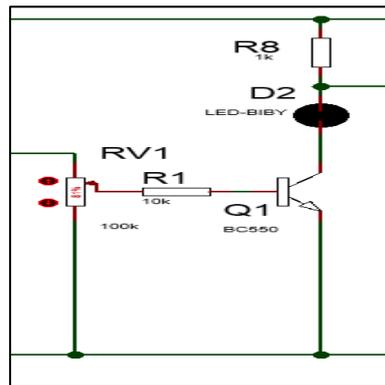


Figure III-9: Schéma qui représente le circuit interrupteur

### III.3.5 Darlington complémentaire :

Cette association d'un PNP avec un NPN permet de réaliser l'équivalent d'un PNP, mais en profitant des bonnes performances des NPN. (Avec  $\beta_{eq} = \beta_{PNP} \cdot \beta_{NPN} \approx \beta^2$ )

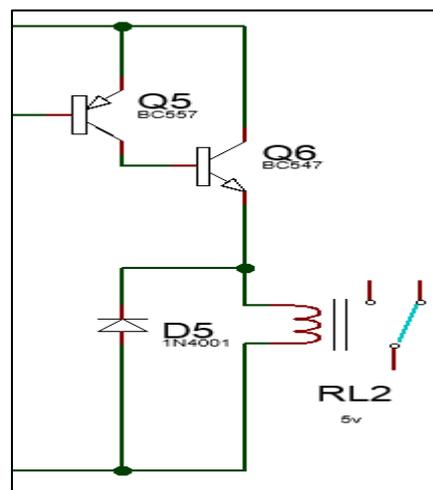


Figure III-10: Schéma qui représente l'amplificateur de courant

La saturation du transistor Q1 permet le passage d'un signal qui attaque la base de transistor Q5. Ce dernier fournit une polarisation de base au transistor Q6. Lorsque le transistor Q6 conduit, il actionnera le relais.

Le transistor Darlington a pour fonction d'activer un relais capable de faire fonctionner un circuit de puissance (lampe ou un vibreur...)

### III.4 Représentation des différents schémas électriques et leurs circuits imprimés :

#### III.4.1 Partie émetteur

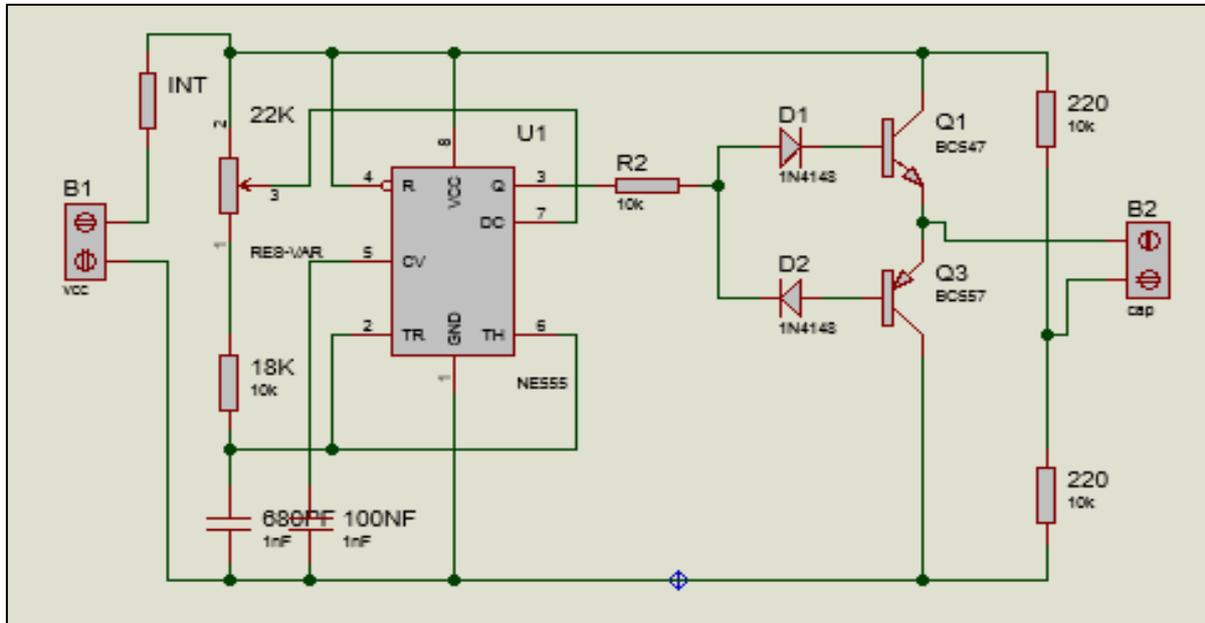


Figure III-11: Schéma électrique réalisé sous ISIS du circuit émetteur

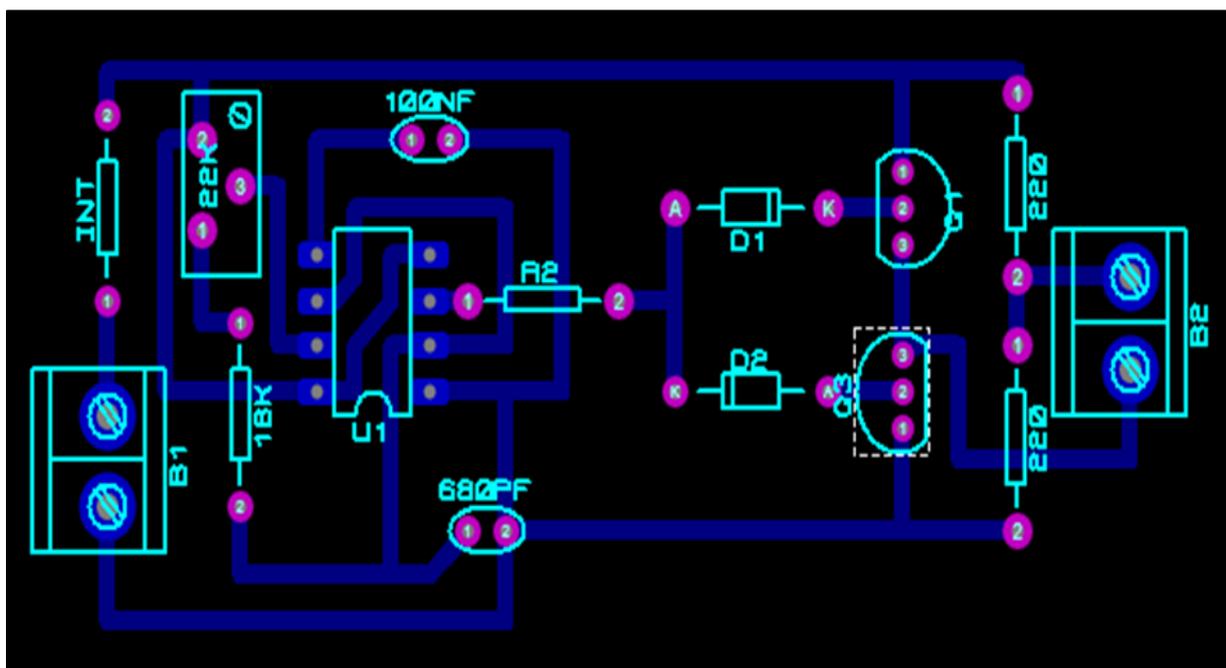
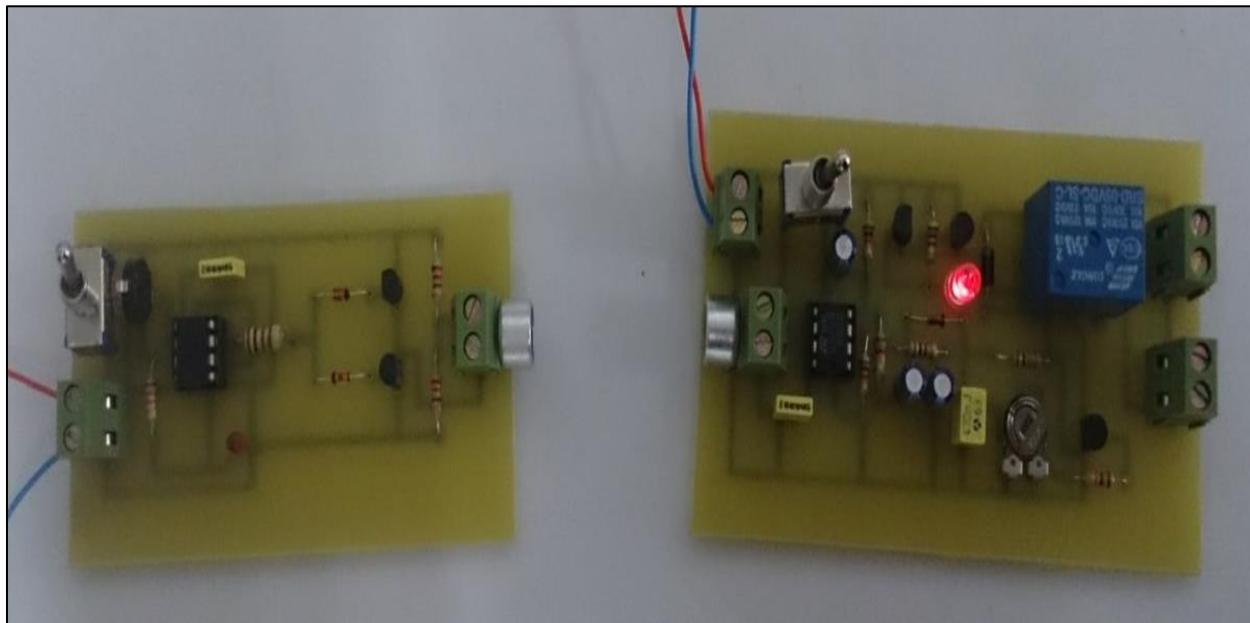


Figure III-12: Schéma du circuit imprimé sous ARES de l'émetteur





### III.5 Présentation de la station d'émission-réception



**Image III-6:** Image représente le modèle émetteur et récepteur réalisés

### III.6 Nomenclature :

#### Liste des composants

##### Résistances :

R1=10k, R2=100, R3=R4=220

R5=R6=R10=10k

R7=120k, R8=R11=1k

R9=100k

RV1=25k, RV2=100k

##### Condensateurs :

C1=680pF

C2=C3=100nF

C4=C5=C6=22uF

C7=470nF

##### Semi-conducteurs :

D1, D2, D3=1N4148

D4=1N4001

T1, T5=BC547

T2, T4=BC557

T3=BC550

##### Circuit intégré :

IC1=NE555

IC2=TL072

##### Divers :

RE1=relais 5V à inverseur

K1, K2, K3, K4= domino à 2 vis au pas 5.08mm

## **Conclusion générale**

Notre projet de fin d'étude permet de comprendre le fonctionnement d'un capteur ultrason en utilisant une liaison entre l'émetteur et le récepteur, cette liaison est sous forme d'une fréquence de 40 KHZ.

Notre objectif que nous avons atteint, est de réaliser un système (émission et réception) permettant de commander un relais.

Dans la pratique, nous avons montré que l'absence d'un obstacle entre l'émetteur et le récepteur dans une distance de détection, maintient le relais à l'état de repos, à l'existence d'un obstacle le relais change la position à un état de travail.

Enfin, nous pouvons dire qu'il existe d'autres systèmes à capteur ultrason en utilisant l'Arduino, mais l'avantage de notre projet c'est le faible coût.

# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

## ❖ Chapitre 1 :

- TS IRIS (Physique Appliquée) Christian BISSIERES <http://cbissprof.free.fr> [1]
- D'après Georges ASCH et cell [les capteurs en instrumentation industrielle, 7eme édition] [2]
- <http://f5zv.pagesperso-orange.fr/RADIO/RM/RM24/RM24B/RM24B10.html> [3]
- <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/electronique-photonique-th13> [4]
- <http://genelaix.free.fr> [5]
- <http://www.sensopart.com> [6]
- <https://www.hbm.com> [7]

## ❖ chapitre2 :

- <http://www.composelec.com> [8]
- <https://www.astuces-pratiques.fr/electronique/ampli-op-tl072-tl072cn-et-tl072cp> [9]
- <http://www.infrab.free.fr>technologie>NE555plus> [10]

## Résumé :

Le but de notre travail est de réaliser un capteur ultrason qui contient deux parties (partie émetteur et partie récepteur).

La partie émettrice génère un signal de fréquence 40 KHZ à travers le transducteur d'émission.

La partie réceptrice transforme cette fréquence a un signal électrique pour fonctionne un relais a la sortie.

## Abstract :

The purpose of our work is to realize an ultrasonic sensor that contains two parts (transmitter part and receiver part).

The transmitter part generates a 40 KHZ frequency signal through the emitter transducer.

The receiving part transforms this frequency to an electrical signal to operate a relay at the output.

## ملخص :

الهدف من عملنا هذا هو دراسة مستشعر فوق صوتي يحتوي على جزأين (جزء المرسل وجزء المستقبِل)

يقوم الجهاز الباعث بإرسال إشارة صوتية ذات تردد 40 KHZ

يقوم الجزء المستقبِل بتحويل هذا التردد إلى إشارة كهربائية لتشغيل المبدل عند المخرج