**Partie Pratique**

**Partie Pratique et Réalisation**

#### I. Alimentation

**I.1. Introduction**

Pour notre étude, on a réalisé une alimentation régulée  pour alimenter l’ensemble des circuits logiques et les différents composants de notre réalisation.

**I.2. Alimentation**

L’alimentation réalisée servant à alimenter les différents composants est représentée par la figure suivante :

**Fig.1. Alimentation**

**+VCC**

###### Pont

**Régulateur**

**V’e**

**220 v ~**

**Fusible**

**S**

# E

**M**

# C2

# C1

# C3

# 7809

# R1

# LED

**Interrupteur**

# Ve

# VS

# i

L’alimentation régulée comporte les parties suivantes :

\* Un interrupteur permettant la mise en marche/arrêt de l’alimentation.

\* Un fusible de protection en cas de surtension du secteur.

\* Un transformateur abaisseur de tension.

\* Un pont de diode pour redresser la tension.

\* Une capacité de filtrage.

\* Un régulateur de tension 7809 et inséré pour réguler cette tension à.

\* Des condensateurs et  de filtrage en haute fréquence, et évitent à l’entrée des oscillations du régulateur.

\* Une LED et une résistance  sont insérées en sortie comme voyant pour indiquer la mise en marche/arrêt de l’alimentation.

### II. Base de temps

**II.1. Introduction**

Le multivibrateur astable est un organe qui génère une onde de forme rectangulaire ou carrée, dont la sortie oscille entre deux états haut et bas.

**II.2. Base de temps**

Les portes NOR III et IV du premier circuit intégré 4001(1) forment le multivibrateur astable, comme le montre la figure suivante:

Ce montage génère sur sa sortie des créneaux de forme carrée et dont la période est essentiellement déterminée par les valeurs de la résistance et du condensateur.

**Fig.2. Astable à base de porte logique**

**4001(1)**

**R1**

**III**

## IV

**C4**

**R2**

**12**

**11**

**8**

**13**

**10**

**9**

**Sortie vers le circuit dérivateur**

La période est de l'ordre dans le présent montage. Elle est à la base de la périodicité des mesures.

La figure ci-dessous, nous montre le signal obtenu à la sortie du multivibrateur astable.

**Fig.3. Signal de sortie du multivibrateur astable (broche 10)**

**VS(v) (broche 10) 10)**

**t (s)**

**VSmax**

**T**

**0**

Un dispositif dérivateur est constitué par la capacité , la résistance  et la diode .

**Fig.4. Circuit dérivateur**

**Signale de sortie vers l’entrée 6 du 4001(1)**

**C5**

**R4**

**D1**

**Vs**

**Ve**

Sur la cathode de la diode , on a des brèves impulsions positives, tous les , dues à la charge rapide de  à travers la résistance  au moment des fronts montants des signaux délivrés par le multivibrateur.

Le signal de sortie est donné par le graphe suivant

**Fig. 5. Signal de sortie aux bornes du dérivateur**

**VS(v)**

**T(s) (s)**

**Vs max max**

**T**

**0**

**III. Commande du signal ultrasonique**

**III.1. Introduction**

Pour la commande du signal ultrasonique, on a utilisé une bascule monostable.

**III.2. Bascule monostable**

Les portes NOR I et II du circuit intégré 4001(1) forment la bascule monostable, comme le montre la figure suivante:

**4001(1)**

**R10**

## Sortie vers le capteur émetteur

**C7**

**2**

**+Vcc**

**II**

**Sortie du circuit**

**dérivateur**

**4**

**1**

**6**

**5**

**I**

**3**

## Fig.6. Bascule monostable

Pour chaque impulsion de commande, on relève sur la sortie de cette bascule un état haut dont la durée est essentiellement calibrée par les valeurs de  et de . Dont la présente application, cette durée est fixée à .

IV. Emission des ultrasons

**IV.1. Introduction**

Un multivibrateur astable est un élément qui génère une onde de forme rectangulaire ou carrée, c’est à dire la sortie oscille entre deux états haut et bas.

**IV.2. Multivibrateur astable**

Pour l’émission périodique des ultrasons, un multivibrateur astable est réalisé avec les portes NAND III et IV du premier circuit intégré 4011(1), comme le montre la figure suivante:

**4011(1)**

**R3**

## P1

**C9**

**12**

**11**

**8**

**13**

**10**

**9**

**R5**

**III**

**-**

**IV**

**Emetteur**

**+**

**Sortie de la bascule monostable 3 du 4001(1)**

**Fig.7. Circuit d’émission des ultrasons**

Les portes NAND III et IV du circuit intégré 4011(1) sont montées en multivibrateur astable commandé.

Tant que l'entrée de commande reste soumise à un état bas, la sortie reste à l'état bas. En revanche; si on présent un état haut sur l'entrée de commande, on relève sur la sortie des créneaux de forme carrée.

Grâce à l'ajustable , la période de ces créneaux est règle à valeur de c'est-à-dire à une fréquence.

Le transducteur ultrasonique émetteur, de technologie piézo-électrique, est branché sur les entrées/sorties de la porte NAND III du circuit intégré 4011(1).

Aux bornes de ce transducteur, on relève alors des créneaux de  mais dont l'amplitude, c'est-à-dire l'écart entre maximum et minimum atteint , ce qui augmente l'intensité de l'émission ultrasonique. Celle-ci se produit alors périodiquement, toutes les **demi-secondes**, et dure, ce qui correspond à **six alternances**.

Il en résulte une longueur totale de l'onde parcourant l'espace de  , soit environ .

V. Réception de l'écho

V.1. Introduction

Pour la réception des échos réfléchis, on a utilisé un transducteur ultrasonique récepteur.

# V.2. Réception de l’écho

**R12**

**C13**

**2**

**Vs**

**6**

**3**

**7**

**4**

**R8**

**+Vcc**

**-**

**Récepteur**

**+**

**+**

**P2**

**R9**

## -

**A741**

**Fig.8. Circuit récepteur des échos**

Les échos réfléchis sont captés par le transducteur ultrasonique récepteur, comme le montre la figure 6.

Les signaux sont acheminés sur l'entrée inverseuse d'un circuit intégré  par l'intermédiaire d'un condensateur  et d'une résistance .

Le transducteur récepteur réagit en fait deux fois lors de chaque cycle de mesure:

\* une première fois, au moment de l'émission, par simple raison de proximité des deux transducteurs.

\* une seconde fois, au moment de la réception de l'écho ultrasonique de réflexion.

**VI. Amplification**

# VI.1. Introduction

Il est nécessaire d'amplifier le signal correspondant à l'écho de réflexion étant donné que celui-ci se trouve fortement atténué.

#### VI.2. Amplificateur

L’amplification est réalisé par le circuit intégré . Le montage réalisé est présenté par le circuit de la figure 7.

L’entrée directe 3 du circuit intégré  est soumise à la demi-tension d'alimentation grâce au pont diviseur que forment les résistances  et  d'égales valeurs. C'est ce potentiel que l'on enregistre à l'état de repos sur la sortie de l'amplificateur opérationnel.

**R12**

**Vs**

**6**

**3**

**7**

**4**

**R8**

**+Vcc**

**-**

**Récepteur**

**+**

**+**

**P2**

**R9**

## -

**A741**

**R17**

**R14**

**R13**

**R18**

**C6**

**C14**

**T1**

**Fig.9. Circuit amplificateur des signaux**

Le gain de cet amplificateur est réglable à l'aide du potentiomètre .

Les signaux délivrés sont acheminés sur la base du transistor **PNP** dont la polarisation est telle qu'en l'absence de signaux le collecteur présente un potentiel nul.

En revanche, les signaux ultrasoniques reçus par le transducteur sont matérialises par des brèves impulsions positives au niveau du collecteur du transistor , la porteuse de  étant filtrée par la capacité .

VII. Elimination du signal d’émission

###### VII.1. Introduction

Le transducteur récepteur est sensible au signal ultrasonique correspondant à l’émission. Dans le traitement, il faut éliminer ce signal car il n’est intéressant pour nous.

#### VII.2. Elimination du signal d’émission

##### Le circuit d’élimination du signal d’émission réalisé est représenté par le suivant :

##### Au début du cycle, la bascule monostable formée par les portes NOR I et II du circuit intégré 4001(2) présente sur sa sortie un état haut d’une durée de . Cela se traduit par un état bas de même durée sur la sortie de la porte NORII.

Cet état bas neutralise la porte NAND I du circuit intégré 4011(1), si bien que sur la sortie de la porte NAND II du même circuit intégré 4011(1), on enregistre un état bas même si le transducteur récepteur réagit au signal d’émission.

En revanche, une fois les de neutralisation écoulées, la perception de l’écho de retour se traduit par une impulsion positive sur la sortie de la porte NAND II du circuit intégré 4011(1).

**4011(1)**

**R11**

## Sortie de l’étage

## amplificateur collecteur de T1

**C8**

**2**

**+Vcc**

**II**

**Sortie 3 du circuit 4001(1)**

**4**

**1**

**6**

**5**

**3**

**6**

**2**

**1**

**3**

**5**

**4**

**I**

**Sortie vers 8 du 4001(2)**

**I**

**Entrée 13 du circuit 4001(2)**

**II**

**Sortie vers la diode D2**

**4001(2)**

**Fig.10. Schéma du montage**

VIII. Matérialisation de la durée aller- retour du signale ultrasonique

En début du cycle de mesure, la sortie de la bascule monostable formée par les portes NOR I et II du circuit intégré 4001(2) présente un front positif.

**4001(2)**

**R11**

**C8**

**2**

**+Vcc**

**II**

**Sortie 3 du circuit 4001(1)**

**4**

**1**

**6**

**5**

**3**

**8**

**13**

**12**

**11**

**9**

**10**

**Vers sortie 4 du 4011(1)**

**I**

**Entrée 1 du circuit 4011(2)**

**Sortie vers la diode D2**

**4001(2)**

**III**

**IV**

**C**

**Fig.11. Schéma du montage**

Celui-ci est en liaison directe avec l’entrée **SET** d’une bascule RS formée par les portes NOR III et IV du circuit intégré 4001(2).

La sortie de cette dernière passe alors instantanément à l’état haut.

La sortie de la porte NAND II du circuit intégré 4011(1) est reliée à l’entrée **RESET** de la même bascule.

Au moment de la réception de l’écho de retour, l’état haut délivré par la porte NAND II a pour conséquence la remise à zéro de la bascule .

En définitive, la durée de l’aller–retour du signal ultrasonique est matérialisée par l’état haut sur la sortie de la bascule .

**IX. Mesure de la durée**

**IX.1. Introduction**

Un multivibrateur astable est un élément qui génère une onde de forme rectangulaire ou carrée, c’est à dire la sortie oscille entre deux états haut et bas.

**IX.2. Multivibrateur astable**

Le multivibrateur astable est réalisé avec les portes NAND I et II du circuit intégré 4011(2), comme le montre la figure suivante:

**Entrée 6 du**

**circuit 4001(1)**

**4011(2)**

**C10**

**10**

**Sortie 10 du circuit 4001(2)**

**8**

**12**

**9**

**13**

**6**

**2**

**1**

**3**

**5**

**4**

**I**

**II**

**4011(2)**

**R19**

**P3**

**R15**

**III**

**IV**

**11**

## R16

## R7

## C11

**14**

**8**

**13**

**V**

# GND

**H**

**15**

**+Vcc**

**4017**

**A**

**RAZ**

**12**

**R**

**16**

**B**

**D**

**Fig.12. Circuit du montage**

Pendant toute la persistance de l’état haut sur la sortie de bascule , le multivibrateur formé par les portes NAND I et II du circuit intégré 4011(2) entre en oscillation. Il délivre des créneaux de forme carrée qui sont aussitôt pris en compte par le trigger de Schmitt que constituent les portes NAND III et IV de circuit intégré 4011(2), avec leurs résistances périphériques et .

Ces créneaux sont ensuite acheminés sur l’entrée horloge d’un compteur décimale du circuit intégré 4017.

Sur la sortie de report de ce circuit intégré 4017, on dispose alors d’un signal carre dont la fréquence aura été divisée par **10**. Ce sera cette fréquence qui assura le décomptage.

Il est ainsi possible de calculer la fréquence, donc la période des oscillations délivrées par le multivibrateur et dont le réglage s’effectue au moyen du potentiomètre de .

Si « d » la distance qui sépare la surface supérieur du crâne de l’individu toisé des transducteurs, la valeur à retrancher à  **(****)** est «  » exprimée en cm.

La sortie du circuit intégré 4017 doit alors générer **«** » périodes et le multivibrateur «» périodes.

La distance que doivent parcourir les ondes ultrasoniques est de . Cela correspond à une durée



La durée d’une impulsion, autrement dit la période délivrée par le multivibrateur, est alors de, d’où :



ce qui correspond à une fréquence de .

X. Comptage

**X.1. Introduction**

Pour le comptage, on a utilisé des compteurs-décompteurs **BCD/binaire**.

**X.2. Comptage**

Les compteurs mis en œuvre sont les circuits intégrés 4029 l’un affectés aux unités et l’autre pour les dizaines.

Les compteurs 4029(1) et 4029(2) respectivement affectés aux comptages des unités et des dizaines. Les entrées «**BINARY/DECADE** » étant soumises à un état bas, le comptage se réalise suivant le mode BCD.

En fait, il convient mieux de parler de décomptage puisque leurs entrées **UP/DOWN** sont reliées en permanence à un état bas.

En début de cycle de mesure:

\* l’entrée **RAZ** du compteur du compteur décimal 4017.

\* les entrées **Preset-Enable** des deux circuits intégrés 4029

Ils reçoivent une brève impulsion positive (repère B) qui a pour conséquence leur remise à zéro, c’est à dire leur initialisation. Par la suite, le décomptage prend son départ. Il cesse dès que l’écho de réflexion frappe le transducteur ultrasonique récepteur.

Si cet écho ne se réalise pas, pour cause d’obstacle absent ou trop éloigné, les compteurs, en poursuivant leur course de décomptage, finissent par aboutir à la position « », ce qui se traduit par un état bas sur les sorties «**CARRY OUT**» des 2 compteurs. Cette position particulière entraîne la soumission à l’état bas de l’entrée de contrôle de la porte trigger NAND III des 4011 (2). Le décomptage cesse alors automatiquement et les compteurs restent bloqués sur cette position  **«****»**.

**A**

**+Vcc**

**4029(1)**

**3**

**13**

**10**

**9**

**8**

**12**

**5**

**4**

**14**

**6**

**11**

**2**

**16**

**J4**

**GND**

**J3**

**J2**

**J1**

**Q1**

**B/D**

**CI**

**U/D**

**Q2**

**Q3**

**Q4**

**D**

**B**

**C**

**A**

**CL**

**Base du Transistor T2**

**R20**

**15**

**PE**

**PE**

**CO**

**1**

**1**

**7**

**15**

**D**

**B**

**+Vcc**

**4029(2)**

**3**

**13**

**10**

**9**

**8**

**12**

**5**

**4**

**14**

**6**

**11**

**2**

**16**

**J4**

**GND**

**J3**

**J2**

**J1**

**Q1**

**B/D**

**CI**

**U/D**

**Q2**

**Q3**

**Q4**

**D**

**B**

**C**

**A**

**D3**

**D4**

**1**

**15**

**Fig.13. Schéma du comptage**

En revanche, au moment du démarrage du décomptage sans précaution particulière, les compteurs ne sauraient débuter leur mission étant donné que les sorties «**CARRY OUT**», à l’état bas, neutralisent le trigger NAND III et VI du 4011(2).

Le problème se trouve résolu grâce à la diode D2 dont l’anode, en début de cycle et pendant, se trouvent soumises à un état haut grâce à la bascule monostable formée par les portes NOR I et II du circuit 4001(2).

Dès le début du décomptage, c’est à dire dès la position «  » les sorties « **CARRY OUT** » prennent alors le relais, en passant à l’état haut.

## XI. Affichage

## XI.1. Introduction

Pour pouvoir connaître le résultat du comptage et de visualiser les sept sorties du circuit décodeur, il est nécessaire d’utiliser un composant appelé «**afficheur 7 Segments**». Il est constitué de sept segments repérés par les lettres **a, b, c, d, e, f, g**.

**XI.2. Affichage**

Le circuit d’affichage de cette réalisation est donné par la figure 12.

Les sorties binaires BCD des deux compteurs sont reliées aux entrées **A, B, C, D** des décodeurs BCD 7 segments. Ces derniers comportent chacun sept sorties destinées à alimenter directement les segments des afficheurs à **cathode commune** par l’intermédiaire de résistances de limitation de courant.

**AF1**

**AF2**

**AF3**

**+Vcc**

**Dizaines**

**Unités**

**+Vcc**

**4029(2)**

**3**

**13**

**10**

**9**

**8**

**12**

**5**

**4**

**14**

**6**

**11**

**2**

**16**

**J4**

**-**

**J3**

**J2**

**J1**

**B/D**

**CI**

**U/D**

**CL**

**PE**

**PE**

**CO**

**1**

**7**

**15**

**+Vcc**

**4511(1)**

**7**

**1**

**8**

**5**

**2**

**6**

**12**

**10**

**11**

**13**

**16**

**-**

**14**

**LE**

**LT**

**9**

**15**

**+Vcc**

**4029(1)**

**3**

**13**

**10**

**9**

**8**

**12**

**5**

**4**

**14**

**6**

**11**

**2**

**16**

**J4**

**-**

**J3**

**J2**

**J1**

**Q1**

**B/D**

**CI**

**U/D**

**Q2**

**Q3**

**Q4**

**D**

**B**

**C**

**A**

**1**

**7**

**3**

**R22**

**R26**

**R27**

**R28**

**R24**

**R25**

**R23**

**4511 (2)**

**7**

**1**

**8**

**5**

**2**

**6**

**12**

**10**

**11**

**13**

**16**

**-**

**14**

**LE**

**LT**

**9**

**15**

**+Vcc**

**Q1**

**Q2**

**Q3**

**Q4**

**D**

**B**

**C**

**A**

**3**

**R29**

**R33**

**R34**

**R35**

**R31**

**R32**

**R30**

**a**

**b**

**c**

**e**

**f**

**g**

**d**

**a**

**b**

**c**

**e**

**f**

**g**

**d**

**a**

**b**

**c**

**e**

**f**

**g**

**d**

**a**

**b**

**c**

**e**

**f**

**g**

**d**

**4**

**4**

**BL**

**BL**

**R20**

**T2**

**D4**

**D3**

**+Vcc**

**-**

**-**

**-**

**b**

**c**

**d**

**R21**

**A**

**B**

**D**

**C**

**Fig.12. Circuit d’affichage**

L’afficheur **AF1** affiche en permanence le chiffre «» suivi du point décimal. L’extinction de l’affichage (y compris AF1) est explicite dans ce qui suit.

Lors du comptage, la sortie de la porte NOR IV du 4001(2) entrant dans la bascule  est à l’état bas. En conséquence les entrées « **BLAN KI**NG » des deux décodeurs 4511, également soumises à l’état bas, éteignent provisoirement l’affichage des afficheurs **AF2** et **AF3**, ce qui évite pour l’observateur de voir l’ensemble des segments s’allumer pendant quelques millisecondes, pendant le comptage, suite à la persistance rétinienne.

De même, en cas de non-perception de l’écho de réflexion, lorsque le point commun des anodes de  et  est à l’état bas suite à la position limite de comptage, le transistor  se bloque.

L’affichage disparaît alors des trois afficheurs, ce qui indique à l’utilisateur de la toise que la mesure ne se réalise pas correctement.