

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 : ROUIGUEB Ibrahim & MEHERCHI Ayyoub

Intitulé du Sujet

**Etude, Simulation et Réalisation d'un système
de recul pour voiture**

Soutenu en 2018, devant le jury composé de :

M^{me} BENABDALLAH Nadia

M^r LACHACHI Djamel

M^r BENAHMED Nasreddine

M^r BELARBI Boumediene

MCA

MCB

Professeur

MAA

ESSA-Tlemcen

Univ. Tlemcen

Univ. Tlemcen

Univ. Tlemcen

Président

Encadreur

Co-Encadreur

Examinateur

Année Universitaire 2017-2018

REMERCIEMENTS

Nous remercions et glorifions Allah le tout puissant et miséricordieux d'avoir guidé nos pas pour accomplir ce travail et de le mener à terme. Ce dernier a été effectué au sein de l'université Aboubakr Belkaid de Tlemcen et plus précisément au département de génie électrique et électronique de la faculté de technologie.

Nous tenons à remercier vivement nos encadreurs Mr LACHACHI Djamel et Mr BENAMED Nasreddine d'avoir accepté de nous guider tout le long de ce travail. Et cela, avec leur grande disponibilité, leur rigueur scientifique et leurs précieux conseils qui nous ont permis de travailler dans les meilleures conditions, et ce, depuis le début de la préparation de notre projet.

Nous tenons à remercier, aussi Mme BENABDALLAH Nadia, pour l'honneur, de bien vouloir accepter de présider le jury de notre soutenance.

Les remerciements sont, également, adressés à Mr BELARBI Boumediene. Monsieur nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant d'examiner le présent travail que nous souhaitons est d'un bon niveau.

Par ailleurs, trouveront ici, nos sincères reconnaissances à tous les ingénieurs de laboratoires du département de génie électrique et électronique et à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet de fin d'études.

Sommaire

Introduction :.....Page 1

Chapitre 1 : Déclaration des composants.....Page 3

- I.1/ Introduction.....Page 3
- I.2/ La Résistance.....Page 3
- I.3/ La Diode.....Page 6
- I.4/ Le condensateur.....Page 7
- I.5/ NE555.....Page 10
- I.6/ Lm324.....Page 12
- I.7/ Photodiode.....Page 16
- Conclusion.....Page 19

Chapitre 2 :Le fonctionnement du circuit.....Page 20

- I.1/ Introduction.....Page 20
- II.2/ Partie d'émission.....Page 21
- II.3/ Partie de réception du signale.....Page21
- II.4/ Partie de filtrage.....Page 23
- II.5/ Partie de comparateur.....Page 24
- Conclusion.....Page 25

Chapitre 3 : La fabrication du circuit.....Page 26

- III.1/ Introduction.....Page 26
- III.2/ La conception sur ordinateur.....Page 26
- III.3/ Fabrication du circuit imprimé.....Page 29
- III.4/ Mise en place et soudure des composantsPage 35
- Conclusion.....Page 40

Conclusion générale.....Page 41

I/ Introduction :

Les équipements sur les véhicules ne cessent de se développer et d'évoluer et d'intégrer une bonne partie de leur conception et de leurs constructions. Ces équipements contribuent d'une part à la sécurité du véhicule et des passagers et d'autre part améliorent et aident le conducteur lors de la navigation et des manœuvres de véhicules.

En effet, on voit bien que la plupart des constructeurs automobiles attachent une grande importance à la sécurité du conducteur et des passagers ainsi que celle du piéton, et ceci en intégrant dans les véhicules une multitude de capteurs qui permettent de contrôler, de mesurer, d'afficher, de calculer, d'avertir, de réguler, voire même d'assister le conducteur lors d'une manœuvre dangereuse. Les exemples sont nombreux mais on peut citer simplement l'assistance au freinage ou au dérapage. L'exemple le plus connu en terme de sécurité était la ceinture de sécurité, et puis l'arrivée des airbags... etc. Par contre une autre partie est consacrée aux équipements qui contribuent ou qui aident le conducteur lors de la navigation à un tel point que actuellement les véhicules sont bien garnis de capteurs permettant de détecter des obstacles ou encore équipés de caméra qui aident au stationnement permettant de couvrir des angles critiques et difficiles à évaluer avec un rétroviseur.

A travers ce projet nous présentons un dispositif électronique qui est une application d'aide au stationnement monté sur un véhicule. Nous allons mettre en perspective les différents domaines d'étude qui composent ce dispositif par l'intermédiaire d'un projet à la fois riche et concret, découpé en plusieurs étapes de développement. Le système à concevoir est un radar de recul à capteur infrarouge.

Nous développerons dans ce rapport les phases de spécification du système, de validation du modèle fonctionnel, de modélisation du système de communication interne des interfaces, et enfin de prototypage.



Figure 01 : Manœuvre de stationnement en reculant avec radar de recul

Introduction :

Notre projet consiste à réaliser un radar de recul pour voiture. Les objectifs étant fixés, nous avons donc établi la structure générale de ce radar. Cette structure se décompose en modules interdépendants, afin de la rendre aussi claire que possible.

Etant donné le principe de fonctionnement du Radar de recul, trois modules s'engagent :

- ✚ Un module d'émission.
- ✚ Un module de réception
- ✚ Un module qui permet d'afficher la distance mesurée.

Dans notre projet, nous sommes chargés de réaliser un dispositif électronique qui sert à mesurer ou à évaluer la distance séparant l'arrière d'un véhicule où sont placés l'émetteur et le récepteur par rapport à un obstacle, conformément au dessin ci-dessous (Figure 2) :

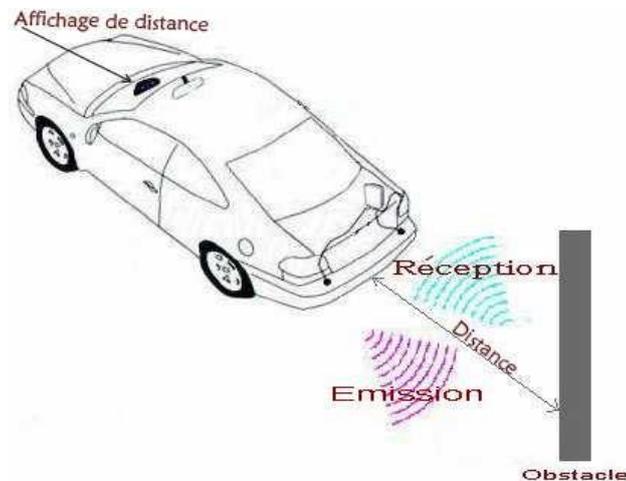


Figure 02 : Exemple d'application d'un radar de recul.

Ils'agit donc de réaliser :

- Un Emetteur.
- Un Récepteur.
- Un afficheur de distance avec des LED.

En principe ce système doit fonctionner pour des distances allant jusqu'à 1,5m.

- LED verte allumée : (l'obstacle est prêt).
- LED jaune allumée : (l'obstacle est plus prêt).
- LED rouge allumée : (l'obstacle est presque touché).

Le schéma de principe général du dispositif électronique à réaliser étant fourni par notre encadrant, notre travail consiste à comprendre le fonctionnement de chaque bloc et à réaliser ce dispositif sur un circuit imprimé.

Chapitre I : Etude des composants.

I.1.Introduction :

L'objet de recherche de cette première partie est la présentation des composants et de leurs rôles dans notre circuit. Dans cette partie les principales notions nécessaires à la bonne compréhension du sujet seront explicitées.

I.2.La Résistance :[1]

Une **résistance** ou ‘’resistor’’ est un composant électronique ou électrique dont la principale caractéristique est d'opposer une plus ou moins grande résistance (mesurée en ohms) à la circulation du courant électrique.

C'est par métonymie que le mot « résistance », qui désigne avant tout une *propriété* physique, en est venu à désigner aussi un type de composant que certains préfèrent appeler un « dipôle résistant ». On utilise également, pour l'enseignement de la physique, le terme « résisteur » ou l'anglicisme « résistor » (du mot *resistor* qui, en anglais, désigne ce type de composant), ou encore l'expression « conducteur ohmique », de façon à éviter d'utiliser le même terme pour l'objet et sa caractéristique.

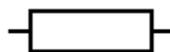


Figure I.1 : Symbole électronique d'une résistance.



Figure I.2 : Résistance sous forme cylindrique.

I.2.1. Les nombreuses formes et couleurs des résistances :

La valeur des résistances à couche standard est habituellement indiquée sur le composant sous forme d'anneaux de couleurs. Le code en est défini par la norme [CEI 60757](#). Afin de standardiser les valeurs possibles des résistances, il existe des séries de valeurs normales pour résistances. Ces valeurs normalisées sont définies par la norme [CEI 60063](#).

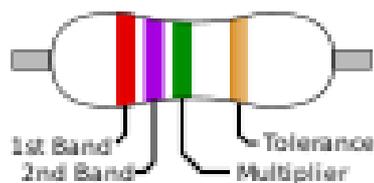


Figure I.3 : Code des couleurs d'une résistance.

Le troisième anneau n'est utilisé que lorsque la tolérance de la résistance est inférieure ou égale à 2 %.

Un moyen mnémotechnique pour se souvenir de l'ordre des couleurs dans le code couleur des résistances est de connaître la phrase suivante : "*Ne Manger Rien Ou Jeûner Voilà Bien Votre Grande Bêtise*" ou encore "Ne Mangez Rien Ou Je Vous Brûle Votre Grande Barbe", et une dernière phrase "Ne Mangez Rien Ou Je Vous Bats violemment Gros Bêta" est intéressante car elle permet de repérer la position du violet à travers le mot "violemment". Chaque initiale correspond à la première lettre de chaque couleur.

Les valeurs normalisées en série E12 (12 valeurs possibles par décade) sont les suivantes : 1,0 ; 1,2 ; 1,5 ; 1,8 ; 2,2 ; 2,7 ; 3,3 ; 3,9 ; 4,7 ; 5,6 ; 6,8 ; et 8,2.

I.2.2. La résistance variable : [2]

Une **résistance variable** est une résistance dont la valeur est variable.

En fait, toutes les résistances sont variables, mais seules celles ayant une plage de variation significative sont désignées comme telles. De nombreux facteurs peuvent induire une variation de R en fonction de sa constitution.

Les plus courants sont les facteurs suivants :

- **Mécanique** : Généralement une variation de la longueur du corps résistant. Il s'agit de jauges de déformation, potentiomètres ou rhéostats.
- **Thermique** : La température à laquelle est soumise la résistance (on parle alors de thermistance).

On distingue les résistances **Coefficient de Température Positif** (la résistance croît quand la Température augmente) et les **C T Négatif** ou (la résistance diminue pour une augmentation de T).

- **Rayonnement** : Le rayonnement auquel est soumise la résistance. (De nombreux modèles existent chacun est sensible à une gamme de rayonnement spécifique).
- **Chimique** : Une substance (gaz, liquide, solide) mis en contact de la résistance.

- **Fréquence** : La fréquence du courant électrique qui traverse la résistance, on parle d'impédance et non plus de résistance.
- **Électrique** : la varistance est une résistance dont la valeur chute à partir d'une tension de seuil.

I.3.La diode électroluminescente :[3]

Une **diode électroluminescente** (abrégé en **DEL** en français, ou **LED**, de l'anglais : *light-emitting diode*), est un dispositif optoélectronique capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique. Une diode électroluminescente ne laisse passer le courant électrique que dans un seul sens (le sens passant, comme une diode classique, l'inverse étant le sens bloquant) et produit un rayonnement monochromatique ou poly chromatique non cohérent à partir de la conversion d'énergie électrique lorsqu'un courant la traverse.

Elle compte plusieurs dérivées, principalement, l'OLED, l'AMOLED ou le FOLED (pour flexible oled). En raison de leur rendement lumineux, les LED pourraient représenter 75 % du marché de l'éclairage domestique et automobile avant 2020. Elles sont aussi utilisées dans la construction des écrans plats de télévision : pour le rétroéclairage des écrans à cristaux liquides ou comme source d'illumination principale dans les télévisions à OLED.

Les premières LED commercialisées ont produit de la lumière infrarouge, rouge, verte puis jaune. L'arrivée de la LED bleue, associée aux progrès techniques et d'assemblage permet de couvrir « la bande des longueurs d'ondes d'émission s'étendant de l'ultraviolet (350 nm) à l'infrarouge (2 000 nm), ce qui répond à de nombreux besoins. ». De nombreux appareils sont munis de LED composites (trois LED réunies en un composant : rouge, vert et bleu) permettant d'afficher de très nombreuses couleurs.

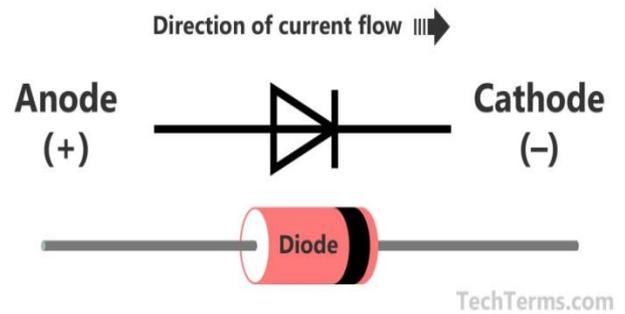
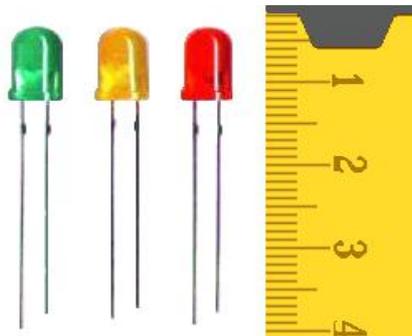


Figure I.4 : Image des LED.

Figure I.5 : Schéma électrique d'une diode.

I.4. Le Condensateur :[4]

Un **condensateur** est formé par deux surfaces métalliques en regard, séparées par un isolant (diélectrique). Les surfaces métalliques en regard sont appelées les **armatures** du condensateur.

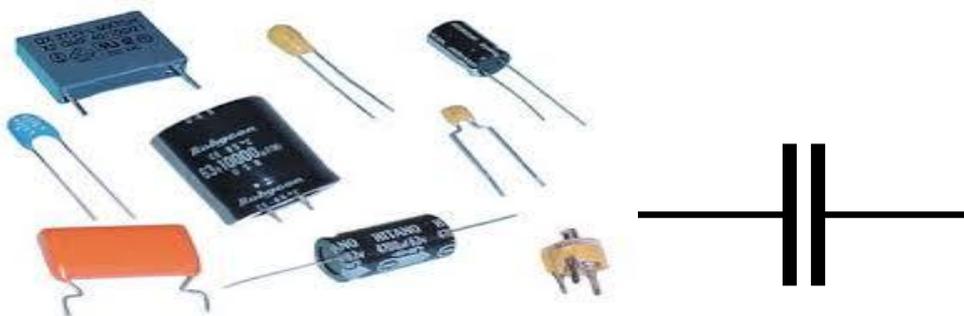


Figure I.6 : Différents types de condensateurs (à gauche)

Symbole du condensateur (à droite)

I.4.1. Application pratique :

Le condensateur est utilisé dans tout genre de circuit électronique. Sa première raison d'utilisation est d'emmagasiner temporairement des charges électriques et donc de l'énergie électrique. De plus, les condensateurs jouent un rôle important dans les circuits de synchronisation électronique (radio, TV), dans les filtres électroniques de fréquences et dans les circuits de transmission de signaux.

Les condensateurs plans modernes se présentent sous différentes formes. Le plus commun est formé par deux feuilles d'aluminium séparées par une feuille de diélectrique (papier, mica,...), le tout enroulé en un petit cylindre et scellé.

I.4.2. Charge et décharge d'un condensateur (Fig. 1.7) :

L'interrupteur K peut être fermé soit en position 1 soit en position 2. A est un ampèremètre très sensible, de telle sorte que: lorsqu'il est parcouru par une impulsion de courant (courant de brève durée), la déviation maximale de l'aiguille est proportionnelle à la quantité de charge totale Q qui l'a traversé. On peut observer la tension aux bornes du condensateur à l'aide du voltmètre V.

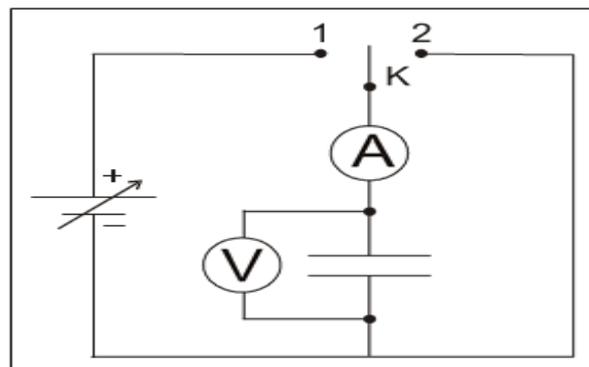


Figure I.7 : Montage de la charge et décharge d'un condensateur.

I.4.2.1. Charge du condensateur :

Fermons K en 1 : l'aiguille de A dévie brièvement. Le pôle + du générateur attire quelques électrons de l'armature 1, les propulse vers le pôle - d'où ils sont repoussés vers l'armature 2. Cette circulation d'électrons donne lieu à une impulsion de courant indiquée par l'ampèremètre. Cette impulsion de courant fait apparaître des quantités de charge $Q_1 > 0$ sur l'armature 1 et $Q_2 < 0$ sur l'armature 2 du condensateur. On a évidemment: $Q_1 = -Q_2$.

La présence des charges est indiquée par l'existence d'une tension U aux bornes du condensateur. L'impulsion de courant s'arrête dès que $U = U_0$: aucun courant ne circule plus dans le circuit.

On dit alors que l'on a chargé le condensateur, sa « **charge** » vaut $Q = Q_1 = -Q_2$

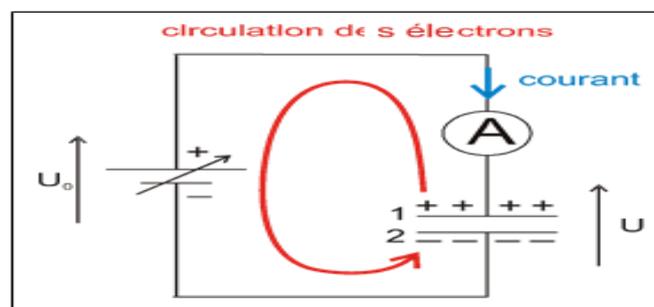


Figure I.7 : Montage de la charge d'un condensateur.

- **Remarque :**

La « **charge Q** » du condensateur est la valeur absolue de la charge qui s'accumule sur l'une de ses armatures.

Ouvrons K : l'aiguille de A ne dévie pas. Aucun courant ne circule. Le condensateur reste chargé. Sa tension est toujours $U=U_0$ et sa charge Q.

I.4.2.2. Décharge du condensateur :

Fermons K en 2 : l'aiguille de A dévie brièvement dans l'autre sens.

Le condensateur chargé est court-circuité. Les électrons de l'armature 2 circulent à travers le circuit pour compenser le défaut d'électrons sur l'armature 1.

La circulation d'électrons s'arrête si les deux 2 armatures sont neutres, c.-à-d. si $U = 0$ et $Q = 0$.

Lorsqu'on relie les armatures d'un condensateur chargé par un conducteur, on décharge le condensateur. La tension à ses bornes ainsi que sa charge s'annulent.

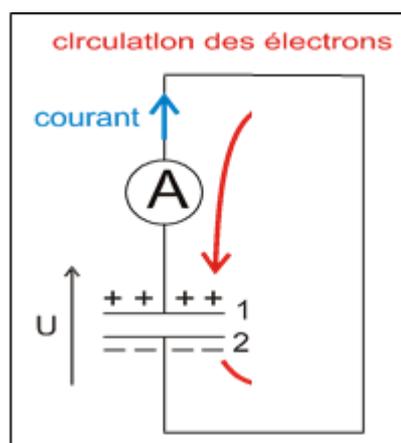


Figure I.9 : Montage de la décharge d'un condensateur.

I.5. le circuit intégré NE555 :[5]

Le NE555 est composé de deux comparateurs de tension, d'une bascule RS, d'un transistor, d'un inverseur et d'un pont de résistances qui divise VCC sur 3.

$1/3V_{CC}$ est appliquée à la borne positive du comparateur 2 et $2/3V_{CC}$ est appliqué à la borne négative de comparateur 1 comme l'indique la figure I.10.

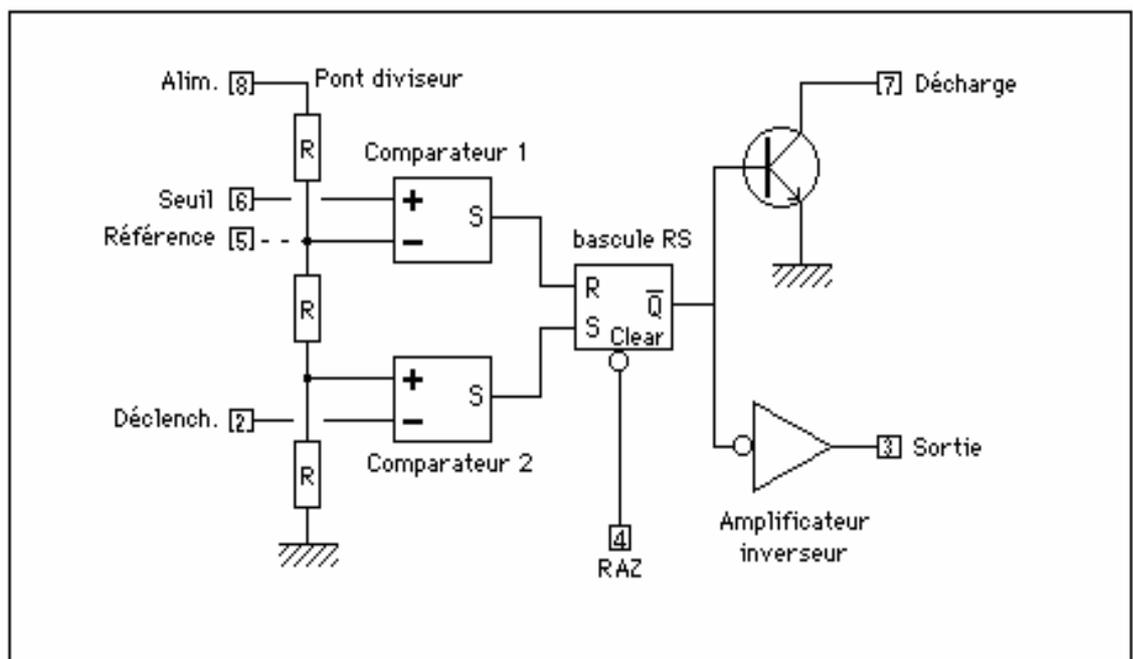


Figure I.10 : Structure interne du NE555.

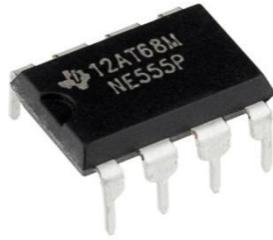


Figure I.11 : Image du NE555.

I.5.1. Principe de fonctionnement du NE555 :

Le condensateur est supposé initialement déchargé : $V_C = 0$ V. On a donc $V_{\text{seuil}} = 0$, ce qui implique $V_S = V_{CC}$.

Le condensateur se charge à travers $(R_A + R_B)$ selon la formule suivante:

$$V_C = V_{CC} * e^{-t / (R_A + R_B) * C},$$

Lorsque V_C atteint $2/3 V_{CC}$, la sortie passe à l'état bas et le transistor devient passant et le condensateur se décharge à travers R_B selon la formule suivante :

$$V_C = (2/3) V_{CC} * e^{-t / C * R_B},$$

Lorsque V_C atteint $(1/3) * V_{CC}$, la sortie passe à l'état haut et le transistor est bloqué et le condensateur se charge à travers $(R_A + R_B)$ selon la formule suivante :

$$V_C = V_{CC} * (1 - (2/3 * e^{-t / (R_A + R_B) * C})),$$

Lorsque V_C atteint $2/3 * V_{CC}$ La sortie passe alors à l'état bas et le transistor est passant et le condensateur se décharge et le cycle recommence de nouveau.

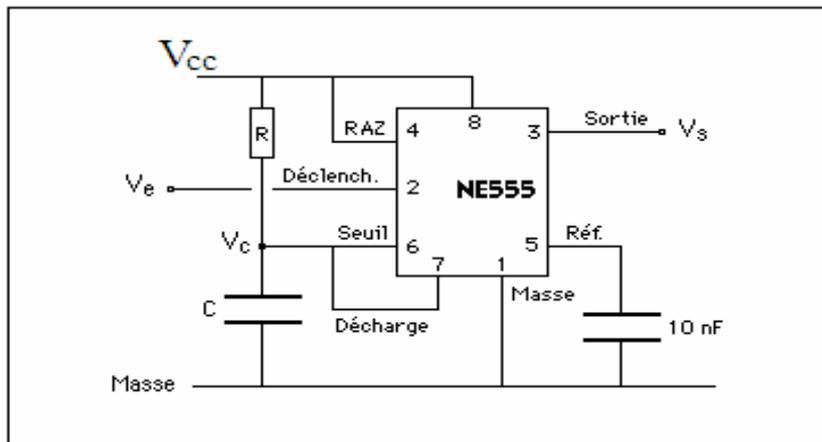


Figure I.12 : Analyse de fonctionnement du NE555 en astable.

V_{CC}	R	S	Q	\bar{Q}	Etat transistor	Etat sortie	Etat du condensateur
0	0	1	1	0	Bloqué	1	C se charge à $1/3 * V_{CC}$
$\geq 1/3 * V_{CC}$	0	0	précédent	précédent	précédent	précédent	C se charge à $2/3 * V_{CC}$
$\geq 2/3 * V_{CC}$	1	0	0	1	passant	0	C se décharge à $1/3 * V_{CC}$

Tableau I.2 : Table de vérité du NE555.

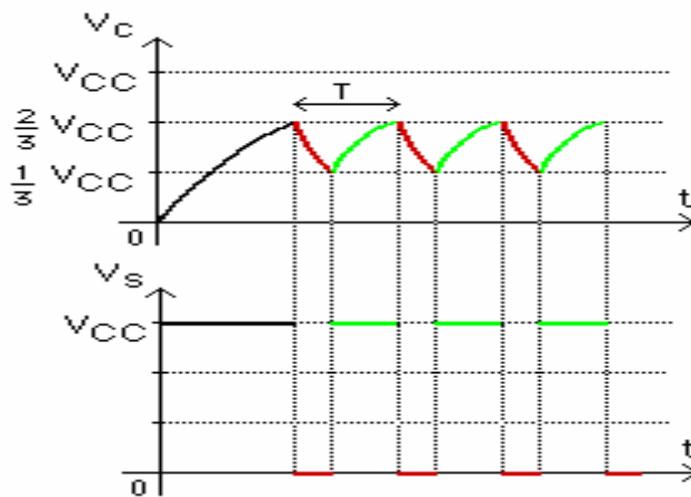


Figure I.13 : Diagramme de fonctionnement.

I.5.2. Calcul de la période T d'oscillation :

La période d'oscillation T est égale à la somme de la durée de charge du condensateur (V_c variant de $1/3 \cdot V_{cc}$ à $2/3 \cdot V_{cc}$) et de la durée de décharge (V_c variant de $2/3 V_{cc}$ à $1/3 V_{cc}$).

T est indépendant de la tension d'alimentation (voir figure I.14).

On a : $T = T_L + T_H$

Avec :

$T_L = R_B \cdot C \cdot \ln 2$

$T_H = (R_A + R_B) \cdot C \cdot \ln 2$

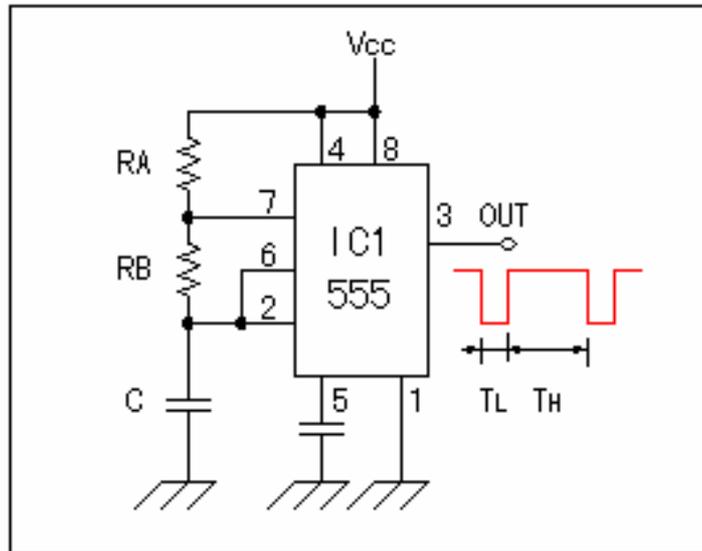
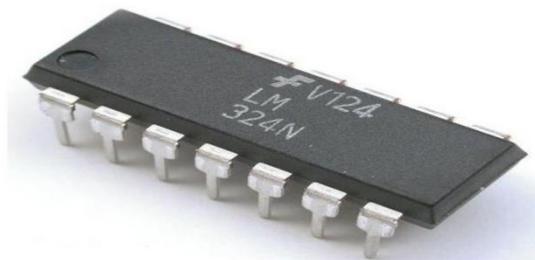


Figure I.14 : Montage de l'horloge.

I.6. Le circuit intégré LM324 :[6]

La série LM324 est un amplificateur quadruple opérationnel à faible coût avec de vraies entrées différentielles. Les amplificateurs quad peuvent fonctionner à des tensions d'alimentation aussi faibles que 3,0 V ou aussi élevées que 32 V avec des courants de repos d'environ un cinquième de ceux associés au MC1741 (par amplificateur). La chaîne d'alimentation en mode commun comprend l'alimentation en énergie, éliminant ainsi la nécessité de composants de polarisation externes dans de nombreuses applications. Le signal de sortie doit être compris dans le champ d'alimentation.



LM324 - 14 Pin Dual In-line Plastic Package

Figure I.15 :LM324.

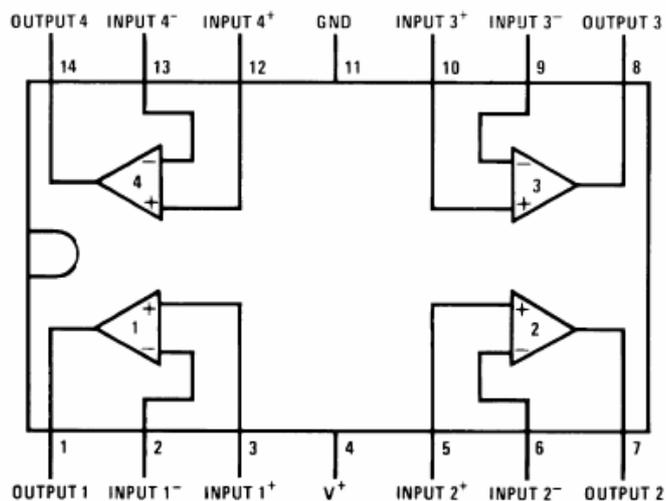


Figure I.16 : Le schéma interne de LM324.

I.6.1. Les caractéristiques de LM324 :

- Sorties protégées contre les courts-circuits.
- Opération d'alimentation unique: 3,0 V à 32 V
- La plage de modes communs s'étend à l'alimentation négative
- Quatre amplificateurs par paquet
- Faible courant de polarisation d'entrée: 100 nA maximum (LM324A)

I.6.2. L'Amplificateur Opérationnel :[7]

L'amplificateur opérationnel' (ou ampli-op) est un circuit trèsutilisé. Plusieurs circuits l'utilisent comme composante de base à cause de sa très grande souplesse : on peut fabriquer un amplificateur, un sommateur, un dérivateur, etc.

On ne verra pas comment fonctionne le circuit interne de l'ampli-op : on s'intéresse plutôt au comportement aux bornes. L'ampli-op sera donc défini comme une boîte noire qui amplifie les signaux à ses bornes.

Dans le cadre de notre projet, l'amplificateur opérationnel sera utilisé comme amplificateur inverseur ou comme comparateur.

- **AOP inverseur** :[7]

L'amplificateur inverseur est une configuration de base de l'amplificateur opérationnel, utilisé pour amplifier des signaux. On analyse cette configuration pour trouver une équation de V_o en fonction de V_i .

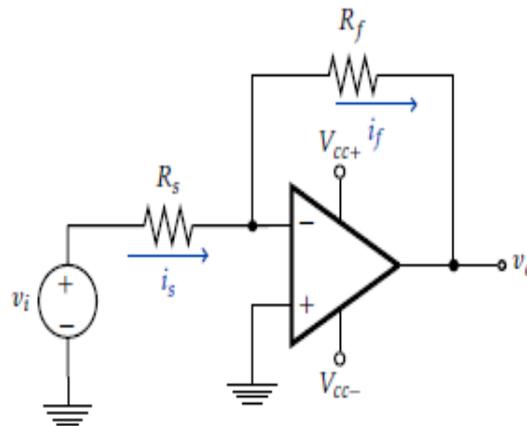


Figure I.17 : Montage AOP inverseur.

sitions s’appliquent puisque l’ampli-op possède du feedback sur sa borne (-). La tension $v_n = v_p = 0$.

Les courants $i_p = i_n = 0$, et donc on peut dire que $i_s = i_f$. Le courant i_s est obtenu en appliquant la loi d’Ohm à la résistance R_s :

$$i_s = \frac{v_i - v_n}{R_s} = \frac{v_i}{R_s}$$

On applique le même raisonnement pour trouver le courant i_f :

$$i_f = \frac{v_n - v_o}{R_f} = -\frac{v_o}{R_s}$$

Avec ces deux équations, on obtient :

$$v_o = -\frac{R_f}{R_s} v_i$$

La tension de sortie sera une version amplifiée de la tension à l'entrée. Le signe négatif est la raison pour laquelle on appelle cette configuration inversant. A noter que l'équation est seulement valide si la sortie est entre VCC- et VCC+.

- **AOP comparateur :[8]**

Un ampli-op peut être utilisé pour comparer des tensions si on n'a pas de chemin de feedback entre la sortie et la borne négative.

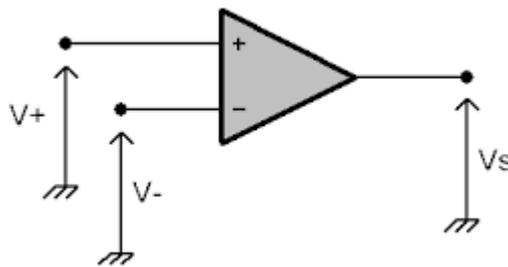


Figure I.18 : Montage AOP comparateur.

Dans un comparateur, une tension de référence est mise en place sur la borne inverseuse et la borne non inverseuse mesure la tension à comparer. La tension de référence peut être obtenue par exemple par un pont diviseur de tension.

- Si la tension à la borne + est inférieure à la tension de référence (entrée -), la tension de sortie sera "infiniment négative" (en pratique V_{SS})

- Si la tension à la borne + est supérieure à la tension de référence (entrée -), la tension de sortie sera "infiniment positive" (en pratique V_{CC})

Si ($V^+ < V^-$) : $V_S = V_{CC}$.

Si ($V^+ < V^-$) : $V_S = V_{SS}$.

I.7. La Photodiode :[9]

Une photodiode est un composant semi-conducteur ayant la capacité de détecter un rayonnement du domaine optique et de le transformer en signal électrique.

Les photos détectrices transforment les radiations lumineuses (visible ou non) en signaux électriques. On les nomme aussi détecteur optiques, photo coupleurs ou capteurs optiques. Le symbole d'une photodiode est celui d'une diode, auquel on a ajouté deux flèches pour symboliser l'action du rayonnement (figure I.19).



Figure I.19: Symbole d'une photodiode.

I.7.1. Principe de fonctionnement:

Quand un semi-conducteur est exposé à un flux lumineux, les photons sont absorbés à condition que l'énergie du photon (E_{ph}) soit supérieure à la largeur de la bande interdite (E_g). Ceci correspond à l'énergie nécessaire que doit absorber l'électron a

fin qu'il puisse quitter la bande de valence (où il sert à assurer la cohésion de la structure) vers la bande de conduction, le rendant ainsi mobile et capable de générer un courant électrique. L'existence de la bande interdite entraîne l'existence d'un seuil d'absorption tel que $E(\text{ph})=E_g$.

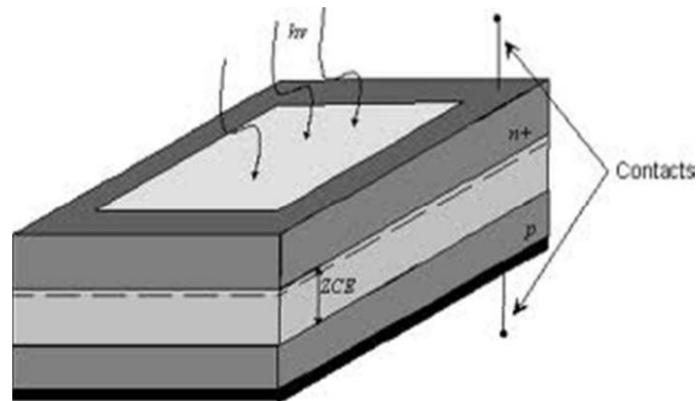


Figure I.20: Structure d'une photodiode.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons appris les spécificités de l'ensemble des composants présent dans notre montage. Nous avons également eu l'opportunité d'étudier et d'apprendre leurs modes de fonctionnement. Ce chapitre nous a ainsi permis d'acquérir une meilleure compréhension du sujet dans sa globalité. En effet le fait d'étudier les composants présents dans le montage réalisé par nos soins est indispensable au bon déroulement de la suite du projet.

Chapitre 2 : Le fonctionnement du circuit

I.1.Introduction :

Dans ce chapitre nous allons étudier le circuit fait par nos soins. Il sera décomposé en plusieurs étages pour une meilleure compréhension.

Sur la figure II.1 nous présentons le circuit électrique global de notre montage : radar de recul infrarouge.

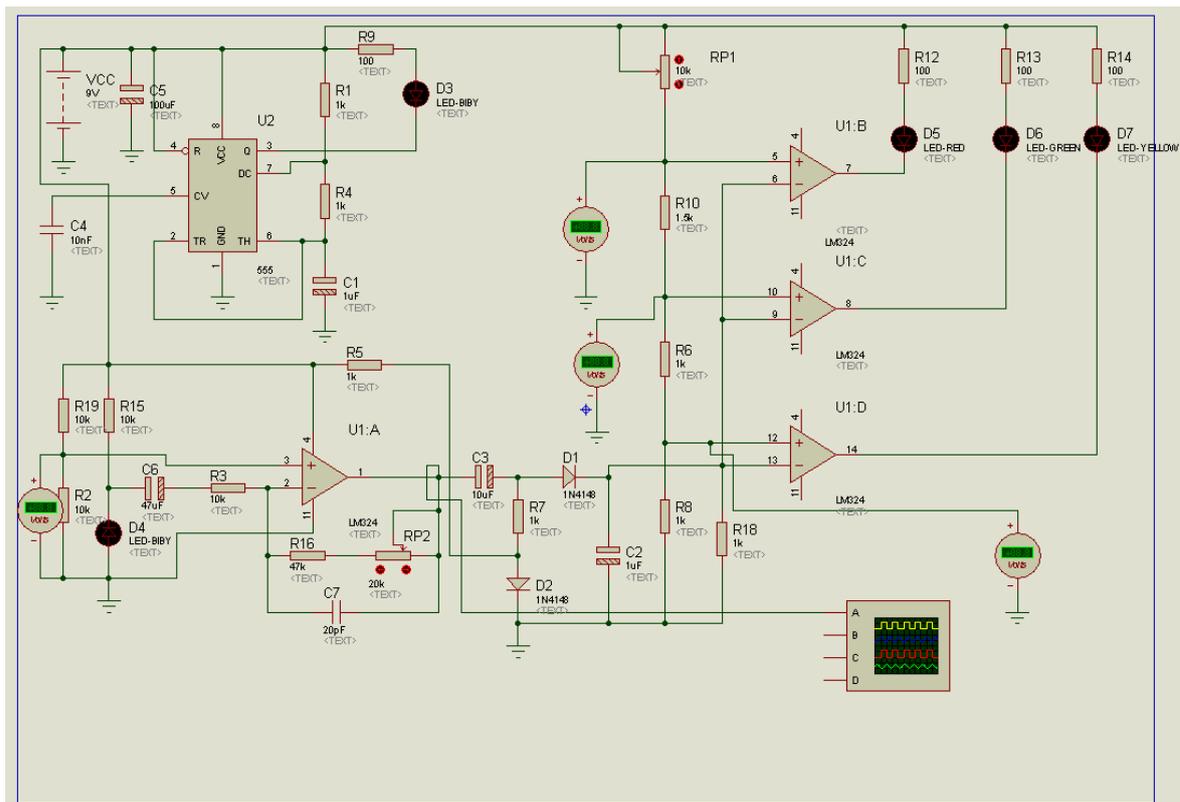


Figure II.1 : Le circuit global.

Nous allons donner dans ce qui suit une description des parties essentielles du circuit global principalement :

Le circuit d'émission à LED infrarouge.

La partie réception du signal.

La partie filtrage.

Le comparateur.

II.2. La Partie Emission :

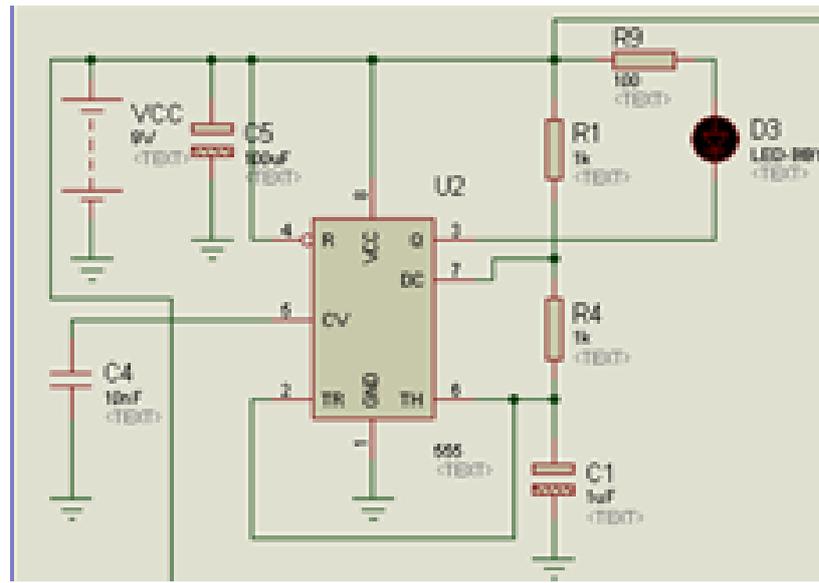


Figure II.2 : Etage d'émission.

La partie émission est construite autour du circuit intégré NE555, celui-ci permet de générer un signal carré. Puis à la sortie, après émission de ce signal, une LED infrarouge (émettrice) sera alimentée pour émettre le rayonnement infrarouge.

La fréquence du signal carré est donnée par la relation :

$$F = 1/T$$

$$\text{Avec : } T = T_L + T_H$$

$$\text{Et : } T_L = R_B * C * \ln 2 ; \quad T_H = (R_A + R_B) * C * \ln 2 ;$$

II.3. Partie Réception du signal :

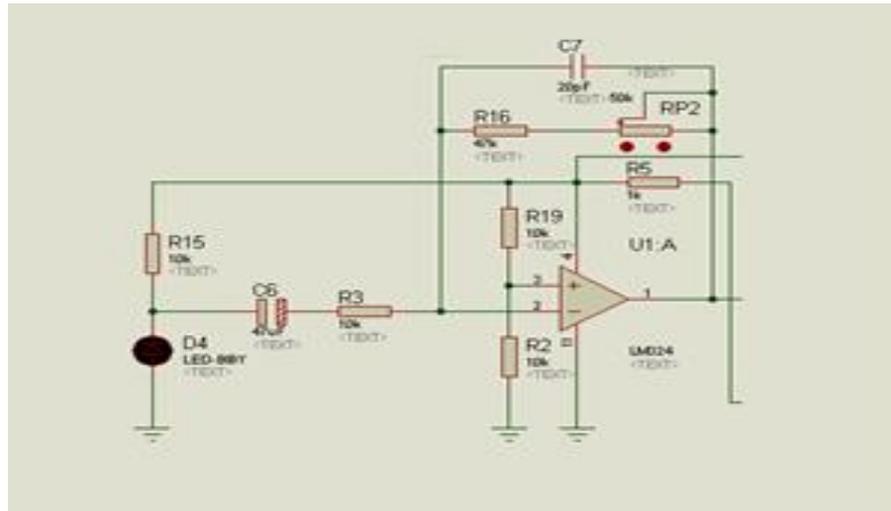


Figure II.3 : Etage de réception du signal.

L'étage de réception est construit autour d'un Amplificateur Opérationnel (AOP) monté en amplificateur inverseur. Le signal envoyé sera perçu par la photodiode D4 et va par suite passer à l'entrée inverseuse de l'AOP et subir une amplification.

La tension de sortie est donnée par :

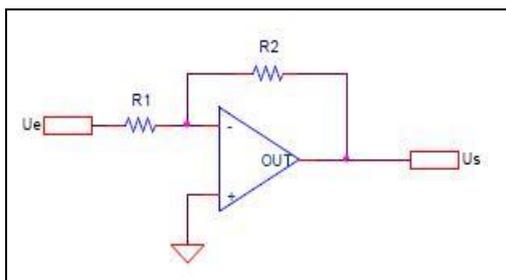


Figure II.4 : Schéma simple d'un AOP inverseur

$$U_s = -\frac{R_2}{R_1} U_e$$

On remarque que la tension de sortie est inversée par rapport à l'entrée (elle est multipliée par -1) et que grâce au choix de R1 et R2, on peut insérer un gain.

On remarque aussi sur ce schéma que l'entrée non inverseuse est reliée à la masse.

L'alimentation de ce schéma se fait de manière symétrique (+Vcc, -Vcc). Nous n'avons

donc pas inséré de composante continue à notre signal de sortie. Si l'amplificateur opérationnel est alimenté de manière non symétrique (+Vcc, GND), nous insérons un pont diviseur résistif, découplé en son point de sortie, sur l'entrée + de l'AOP.

D'après le principe de fonctionnement de l'AOP que nous avons vu, si l'entrée + est reliée à la masse, l'entrée - (inverseuse) y est aussi. D'où en entrée d'après la loi d'Ohm:

$$U_e = R_1 \cdot I_e \quad \text{et} \quad U_s = R_2 \cdot I_s$$

U_e tension d'entrée, I_e courant d'entrée.

Le courant d'entrée de l'entrée inverseuse étant très faible, on peut dire que $I_e = -I_s$.

D'où la formule de départ en calculant U_e/U_s .

II.4. La Partie Filtrage :

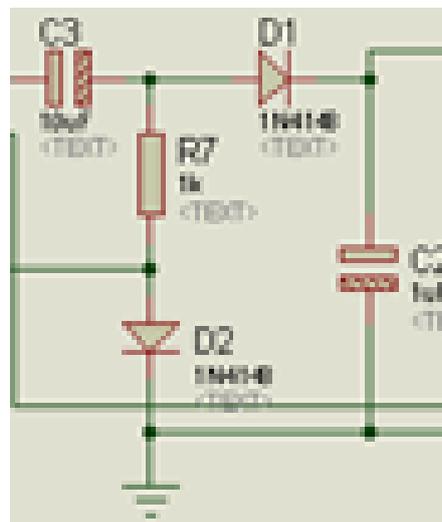


Figure II.4 : Etage de filtrage.

Le circuit (ci-dessus) est un détecteur d'enveloppe (ou redressement mono-alternance-filtrage). Il permet de convertir le signal alternatif issu de l'amplificateur inverseur en une tension continue.

La valeur de cette tension continue dépend de l'amplitude (V_{max}) du signal amplifié c'est à dire de l'amplitude du signal capté et aussi entre autre de la position de l'obstacle (proche ou loin) par rapport à la station d'émission-réception.

II.5. La Partie Comparateur :

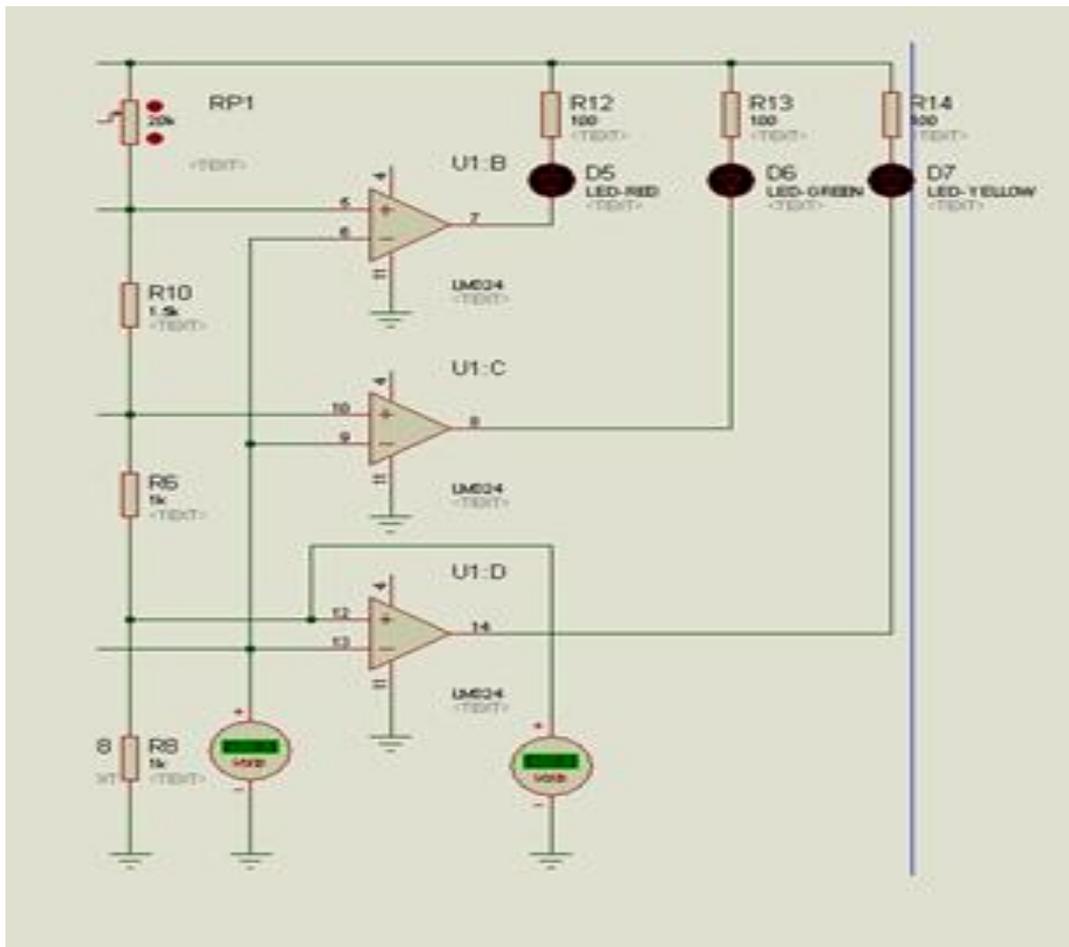


Figure II.5: Etage de comparateur.

La figure II.5 représente l'étage comparateur où les trois amplificateurs opérationnels sont montés en comparateurs. Chaque comparateur fonctionne de la manière suivante :

- Si la tension appliquée à l'entrée non inverseuse est supérieure à celle appliquée à l'entrée inverseuse alors la sortie sera égale à la tension de la patte 4 (+Vcc).
- Si la tension appliquée à l'entrée non inverseuse est inférieure à celle appliquée à l'entrée inverseuse alors la sortie sera la tension injecter à la patte 11 (0volt= masse).

II.6.Conclusion :

Dans un second temps nous nous sommes penchés sur le fonctionnement du circuit. Dans ce chapitre nous avons pu expliquer l'élaboration du montage en question dans ce mémoire de fin d'étude. Nous avons en outre explicité cette élaboration par étages. Puis nous avons montré comment le signal passe d'un étage à un autre. Ce chapitre a été d'une grande importance dans la confection du radar de recul car sans la compréhension du fonctionnement du circuit, ce dernier serait sans intérêt.

Chapitre III : La fabrication d'un circuit imprimé

III.1. Introduction :

Une carte électronique est un ensemble de composants tel que des résistances, condensateurs ou circuits intégrés réunis sur une plaque de manière à former un circuit destiné à un usage précis. Cela nous amène donc à nous demander : Quels sont les différentes étapes, de la conception à la fabrication, dans la réalisation d'une carte électronique?

Nous étudierons tout d'abord la conception par ordinateur du circuit électronique, puis la préparation du circuit imprimé et pour terminer la mise en place et la soudure des composants.

III.2. La conception sur ordinateur :

III.2.1. Réalisation du schéma :

Une fois le besoin analysé et le cahier des charges validé la première grande étape dans la réalisation d'une carte électronique est la conception et la simulation des différentes fonctions de celle-ci.

Il existe de nombreux logiciels de CAO qui nous permettent de réaliser ces simulations facilement. On utilise d'abord des outils de simulations fonctionnelles et électriques. A cette étape, on ne prend donc pas encore en compte les composants proprement dits mais on établit les différentes fonctions du circuit selon le cahier des charges établi.

Comme décrit on dessine avec des logiciels tels que PSpice, Matlab ou Simulink le schéma électrique en utilisant les bibliothèques de composants Incluses dans ceux-ci. Ainsi nous pouvons tester le comportement du circuit grâce aux modes de simulations proposées par ces différents outils de CAO. Nous avons travaillé pour ce projet avec le logiciel Proteus car c'est un logiciel plus léger et plus facile d'utilisation.

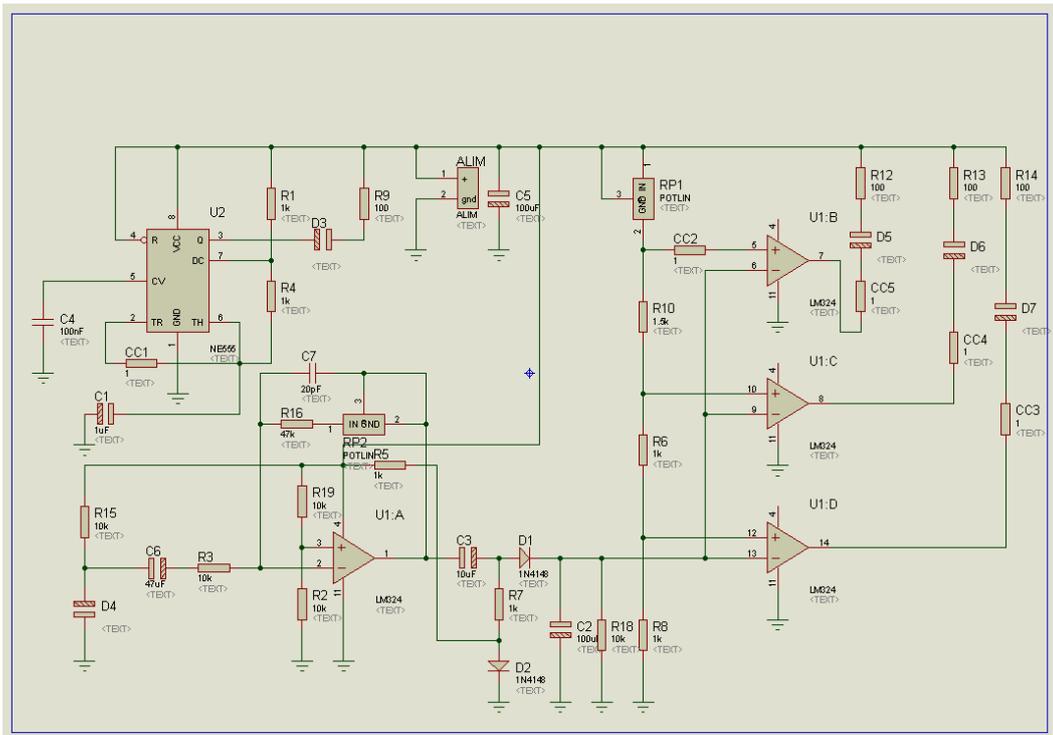


Figure III.1 : Montage complet de radar.

III.2.2. Routage de schéma électrique :[10]

Une fois les tests effectués on étudie comment les composants vont s'organiser physiquement sur la future carte électronique.

On choisit donc les composants et on établit, toujours à l'aide d'un logiciel, les liaisons entre eux-ci. Le choix des composants se fait en fonction des contraintes auxquelles est soumis le circuit. Comme par exemple un impératif de place ou d'espace, de dégagement de chaleur, de résistance à certaines conditions (thermiques, électrostatiques, ...).

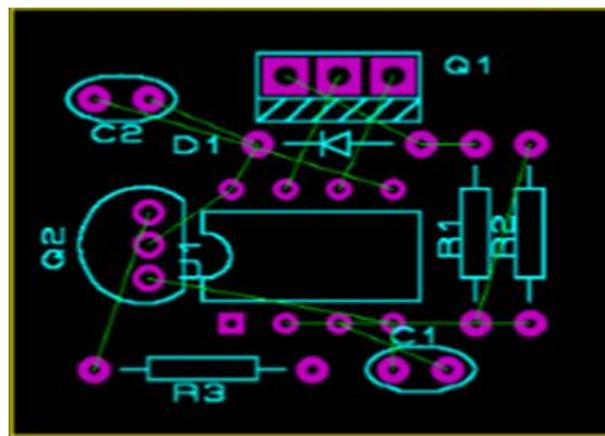


Figure III.2 : Schéma non routé.

- Les liaisons entre les différents composants sont les traits verts, les pastilles violettes représentent l'emplacement où seront soudées les différentes pattes des composants.
- On observe clairement l'emplacement physique des composants.

Cependant, il reste une étape importante à réaliser : le routage.

Nous connaissons la place des différents composants, il nous faut maintenant connaître celui des pistes qui les relieront entre eux. L'objectif est donc d'obtenir le chemin de ces pistes grâce aux fonctions de routage des logiciels.

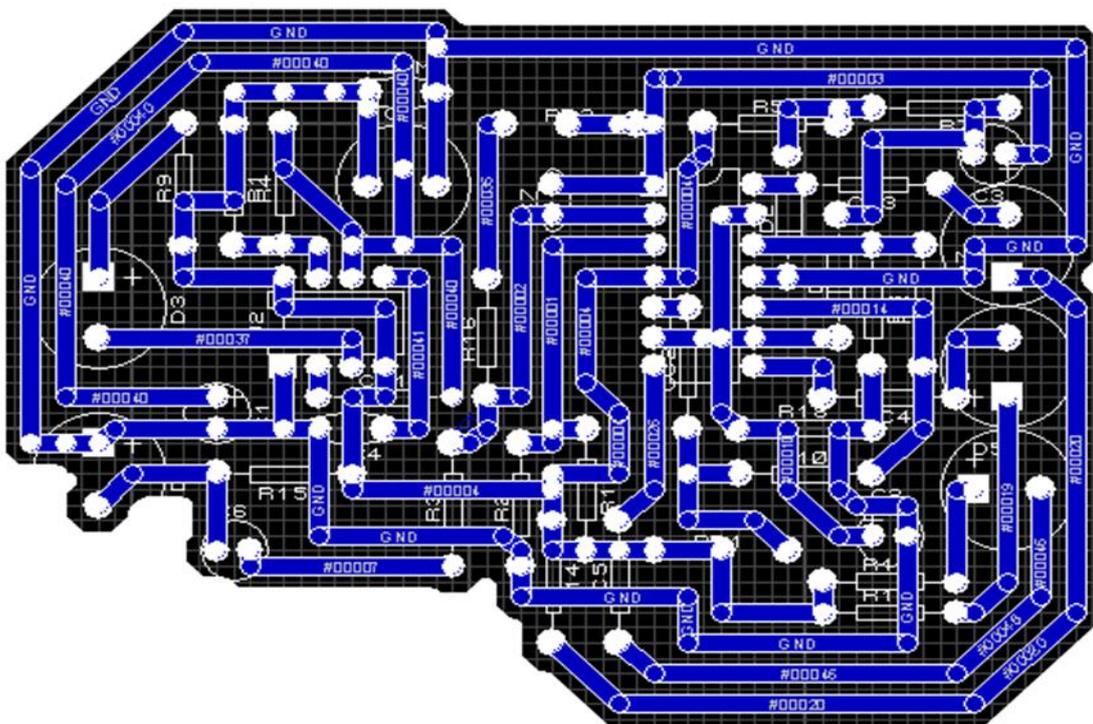


Figure III.3 : Schéma routé.

- Calcul de la résistance :[10]

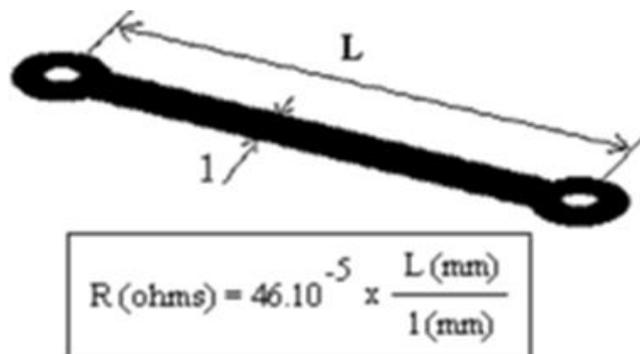


Figure III.4 : Diamètre d'une résistance.

Ces deux paramètres font partis de nombreux autres dont nous devons tenir compte. Maintenant que nous avons préparé et simulé correctement le circuit à l'aide d'un logiciel nous avons toutes les cartes en main pour passer à la réalisation du circuit proprement dite.

III.3. Fabrication du circuit imprimé :[11]

III.3.1. Pré requis :

Le support des cartes électroniques est un circuit imprimé. Celui-ci est une plaque en époxy à la surface de laquelle des pistes en cuivre sont gravées.

Il ne faut pas confondre « circuit imprimé » qui désigne la plaque et les pistes sur lesquelles seront soudés les composants et « circuit électronique » qui désigne l'ensemble de la carte électronique.

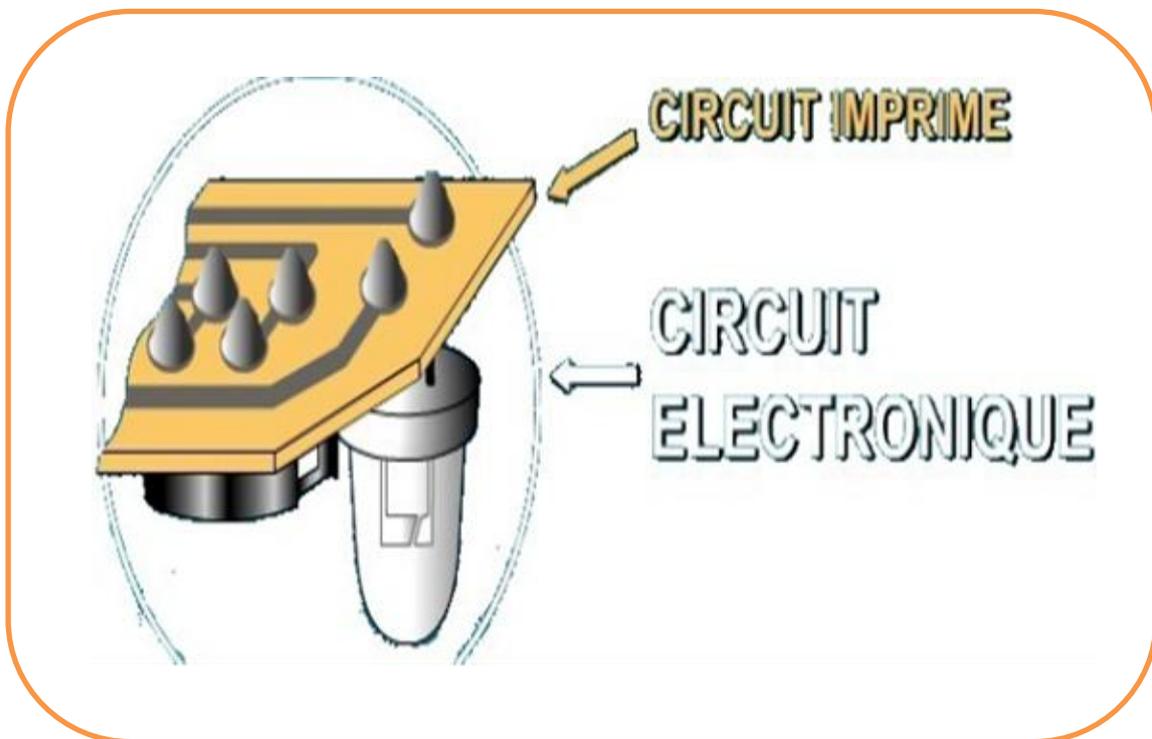


Figure III.5 : Circuit Imprimé et Circuit électronique.

Pour bien comprendre cette partie il est important de visualiser comment est constitué la plaque qui deviendra le circuit imprimé.

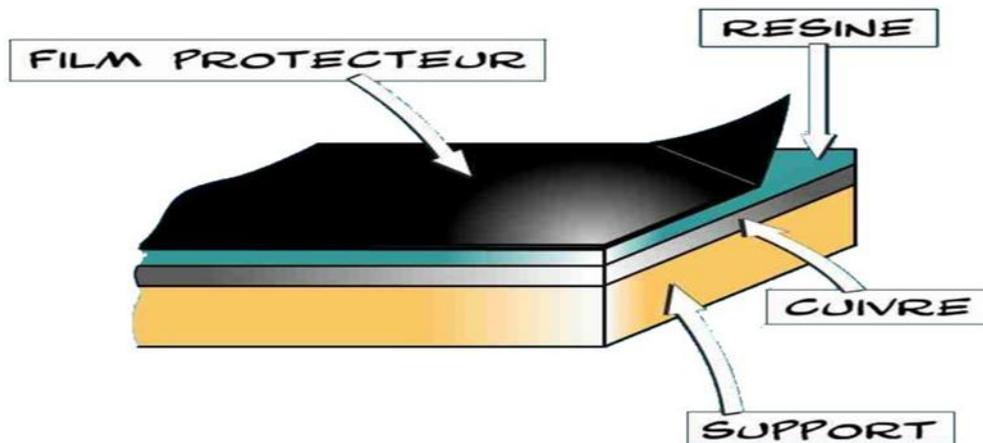


Figure III.6 : Constitution de la plaque.

Toute la phase de préparation de la plaque a pour but d'enlever la résine puis une partie de la couche de cuivre pour que le cuivre restant forme les pistes que nous avons définies dans l'étape précédente.

III.3.2. Imprimer le typon :

Le typon est un dessin du circuit imprimé (pistes et pastilles) effectué sur un film transparent. Le typon sera utilisé pour réaliser le circuit imprimé par photogravure (prochaine étape).

Le typon est donc produit d'après le routage effectué précédemment.

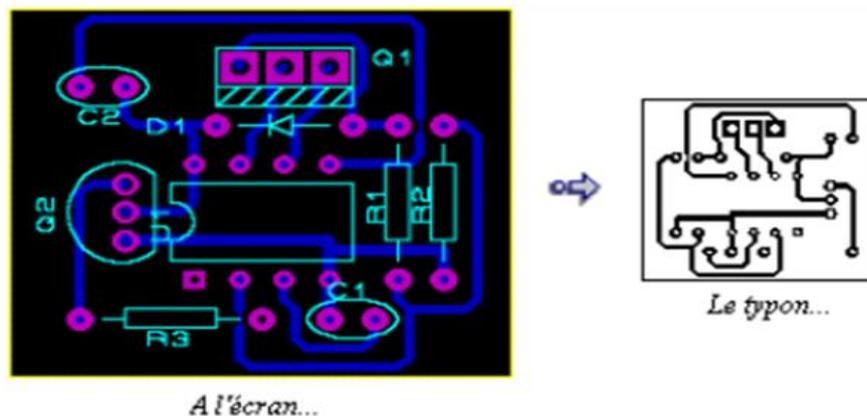


Figure III.7 : Le typon par rapport à la simulation.

Nous observons facilement comment seront les pistes et où se positionneront les composants. Il nous faut donc à présent réaliser le typon sachant que plus le support est transparent et plus l'encre est opaque, meilleur sera le résultat.

Plusieurs techniques peuvent être utilisées :

- Impression laser sur transparent.
- Impression jet d'encre sur transparent spécial (micro-granulé).
- Photocopie d'un original papier bien contrasté sur transparent photocopieur.
- Impression laser sur du calque.
- Impression jet d'encre sur du calque spécial jet d'encre.

Ces techniques sont assez accessibles en terme de coût et de facilité de mise en œuvre, en revanche la qualité du typon est limitée par la qualité d'impression des imprimantes.

Pour réaliser des typons avec une forte densité, des pistes très fines et proches les unes des autres, d'autres techniques utilisées dans le monde professionnel et industriel sont disponibles. Ces techniques sont basées sur la photogravure.

Pour fabriquer ce film, il faut pré sensibiliser le support grâce à un aérosol spécial. Ensuite il faut l'insoler à partir du typon papier (lumière blanche ou UV suivant le type), puis le développer avec du révélateur spécial.

Le résultat est un noir très opaque sur un support bien transparent aux UV, et tout cela avec la précision de la photogravure qui est bien au-delà des 300 ou 600 dpi de nos imprimantes. C'est une technique complexe et onéreuse qui n'est pas vraiment justifiée pour l'amateur, car elle nécessite un matériel et un savoir-faire particulier.

III.3.3. Insolation de la plaque époxy : [13]

Après avoir retiré le film protecteur de la plaque époxy, la résine se trouve à la surface. Cette résine a pour propriété de se modifier lorsqu'elle est exposée aux rayonnements Ultra Violet (UV), elle est dite photosensible. Cette propriété est intéressante car il suffit d'isoler des UV certaines parties de cette résine pour qu'elle ne soit pas modifiée. On comprendra l'intérêt d'avoir modifié une partie de cette résine lors de la révélation (étape suivante).

Il va donc falloir exposer notre plaque aux UV (c'est ce qu'on appelle l'insolation de la plaque). Pour cela on utilise une insoleuse.

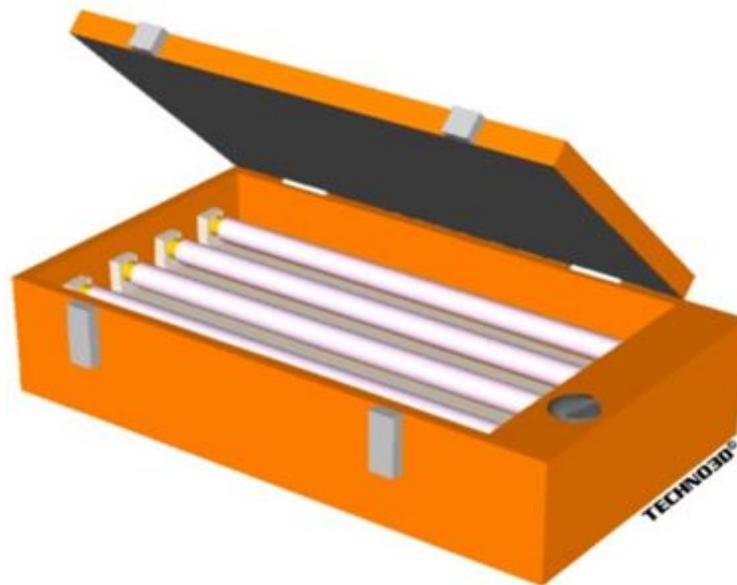


Figure III.8 : Une insoleuse ou chassis d'insolation

- Une insoleuse est principalement constituée de puissants tubes néon UV et d'une vitre totalement transparente sur laquelle on déposera la plaque.
- Une fois fermée elle ne laisse pas passer la lumière car les UV présentent un danger particulièrement pour nos yeux.

Maintenant nous allons utiliser le typon que nous avons obtenu dans la phase précédente. On l'intercale entre les tubes UV et le côté résine de la plaque comme illustré ci-dessous.

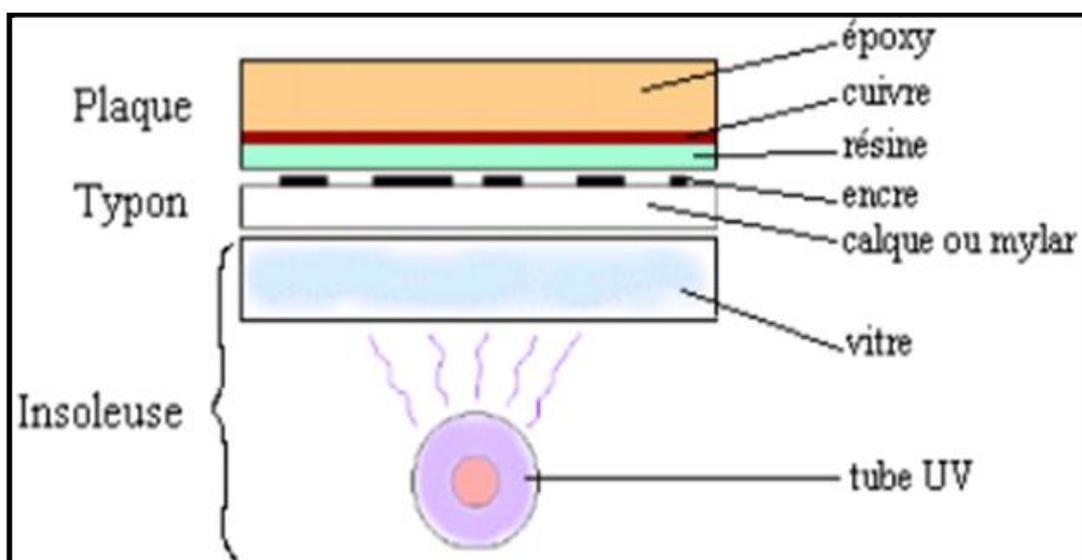


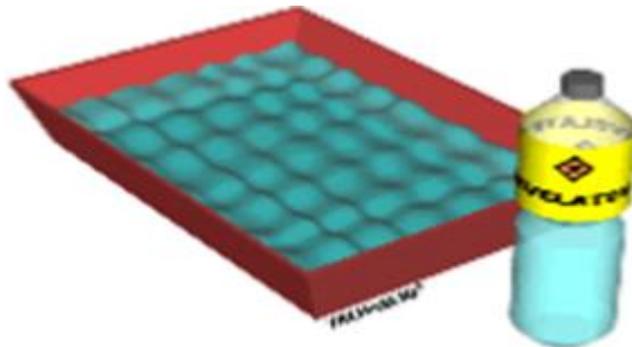
Figure III.9 : Placement des différents éléments pour l'insolation.

On comprend à présent mieux pourquoi il faut que les pistes imprimées sur le typon soit très noires et donc très opaques aux UV et le reste du support très transparent afin de laisser la voie libre aux UV. Ainsi la résine sera modifiée pendant la phase d'insolation uniquement sur les zones de la plaque exposées aux UV donc toutes celle où il n'y aura pas de piste dessinée, alors que les parties non exposées resteront intactes.

III.3.4. La révélation : [14]

Le révélateur est un produit chimique que l'on peut le fabriquer soi-même, puisqu'il s'agit d'une simple solution de soude caustique à 7g/l comme le Destop (produit pour déboucher les canalisations). Cependant on la trouve à l'achat déjà dosée. Sa manipulation nécessite des précautions comme le port de gants. L'efficacité du révélateur est meilleure quand il est tiède.

On doit maintenant placer la plaque dans un bac contenant le révélateur.

**Figure III.10 : Le révélateur.**

- On utilise une cuvette pour placer le révélateur puis la plaque.

Le révélateur va dissoudre les zones de la résine qui ont été détruites pendant l'insolation.

La couche de cuivre va progressivement apparaître autour des pistes qui sont encore protégées par la résine.

Une fois la plaque révélée elle est sortie du bac et rincée à l'eau.

Maintenant que nous avons fait apparaître la couche de cuivre autour des pistes protégées par la résine, il faut la détruire.

III.3.5. Gravure du circuit imprimé : [15]

Notre plaque est plongée dans un bac à graver qui contient un produit acide : le perchlorure de fer. Cet acide va dissoudre le cuivre autour des pistes protégées par la résine. Le Perchlorure de Fer suractivé est un liquide de couleur marron très foncé. On l'utilise pour graver les circuits imprimés car il a la particularité de détruire (par réaction chimique) tout le cuivre qui n'est pas recouvert de résine photosensible.

Cela a pour conséquence de ne laisser sur la platine que les pistes qui nous intéressent.

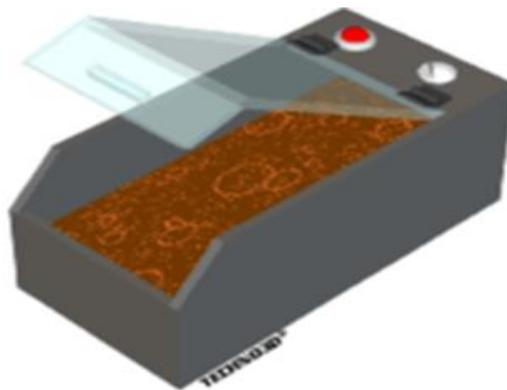


Figure III.11 : Bac à graver.

- Il peut contenir une résistance de chauffage et un bulleur pour accélérer la réaction chimique.

Une fois votre circuit gravé, il reste à enlever les traces de résine qui subsistent sur les pistes protégées. Nous utiliserons pour cela du dissolvant, ou encore de l'acétone. Le but est d'obtenir un circuit avec des pistes bien nettes et sans aspérités.

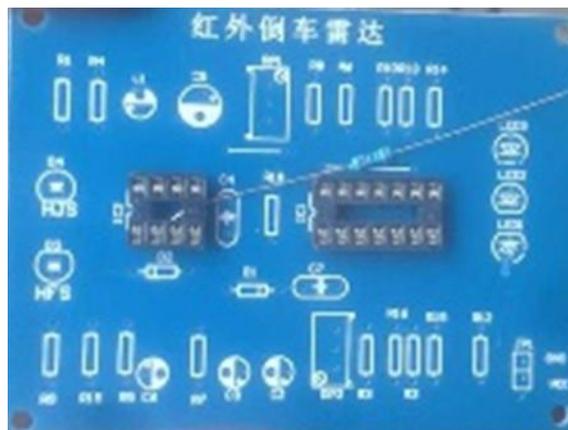


Figure III.12 : Circuit Imprimé Final.

Notre circuit imprimé est maintenant terminé il ne reste plus qu'à souder les composants pour former le circuit électronique.

III.4. Mise en place et soudure des composants :

Il existe plusieurs technologies de composants, le circuit imprimé que nous avons conçu dans les étapes précédentes est destiné à accueillir des composants dit traditionnels.

III.4.1. Perçage de circuit:

Avant de souder les composants, il nous faut percer les pastilles. Ces trous correspondent à l'emplacement des pâtes des composants. Pour cela on utilise une perceuse à colonne.



Figure III.13 :Une perceuse à colonne.

- On place le circuit imprimé sur le support.
- On choisit la taille du foret en fonction des composants qui devront être soudés (entre 0.6mm et 1.5mm).

Une fois toutes les pastilles percées au bon diamètre on va pouvoir souder les composants.

III.4.2. Soudure de composants :

A présent on doit placer les composants sur la plaque en s'aidant du schéma.

Pour souder on utilise un fer à souder et de l'étain car c'est un métal facilement manipulable et que sa température de fusion est assez basse (il fond facilement).



Figure III.14 :Un fer à souder.

- La partie métallique s'appelle la panne, c'est la partie qui chauffe.
- On utilise l'extrémité de la panne pour faire fondre l'étain lors de la soudure.

Cependant les soudures doivent respecter quelques règles.

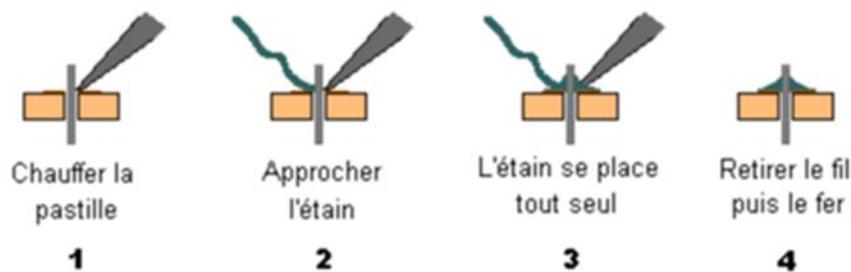


Figure III.15 : Les 4 étapes de soudure.

Une mauvaise soudure peut par exemple conduire à des courts circuits si deux pistes sont reliées par erreur.

Après avoir parcouru toutes ces étapes on obtient la plaque finale ou la carte électronique (Fig.III.16).



Figure III.16 : Plaque électronique finale.

III.5. conclusion :

En conclusion nous avons présenté toutes les étapes de réalisation d'une carte électronique depuis sa conception jusqu'à sa fabrication. Pour cela nous avons étudié toute l'étape de conception grâce à des logiciels spécialisés permettant de réaliser facilement des schémas fonctionnels et électriques puis de gérer le routage du circuit.

Ensuite nous avons détaillé les différentes étapes dans la fabrication du circuit imprimé, à savoir l'impression du typon, l'insolation, la révélation puis la gravure ainsi que les différentes techniques pour mettre en œuvre cette procédure de fabrication.

Conclusion générale

Durant l'intégralité de notre cursus scolaire dans l'enseignement supérieur, nous avons eu l'occasion d'acquérir une multitude de connaissances théoriques et pratiques avancées dans le domaine de l'électronique. Ce savoir a fortement contribué à l'élaboration de ce projet de fin d'étude. Ce projet qui est une expérience fondamentale, qui nous a permis de développer notre esprit d'initiative, d'innovation et de recherche.

De plus, ce projet a eu le mérite de nous apprendre à mieux manipuler les recherches documentaires, à avoir un esprit critique et un raisonnement adéquat.

En dehors des connaissances techniques que le projet nous a permis d'avoir, il nous a donné la possibilité de savoir comment gérer, recueillir, échanger des idées et ceci nous permet d'améliorer nos capacités dans le domaine de la communication.

Cette expérience nous a permis d'approfondir nos méthodes de travail en équipe, de réagir avec logique et réflexion face à des problèmes techniques, de nous confronter à des situations de blocage et de les résoudre au mieux, et de mener à bien notre projet dans les temps impartis. Notre radar est maintenant fonctionnel, et pourrait constituer un support dans le cadre d'un travail de plus grande dimension en explorant davantage son industrialisation, son intégration en environnement réel.

Le choix de la thématique du projet de fin d'étude s'est porté sur le radar de recul car c'est un outil qui pourrait être utile à un bon nombre de personnes. En effet, la majorité de la population est propriétaire d'un véhicule, et les accidents sont de plus en plus nombreux. D'où le besoin d'un radar de recul, mais ce dernier est une option très coûteuse lors de l'acquisition d'une voiture neuve. Et les voitures les plus anciennes ne peuvent pas en être équipées. C'est donc la cause de notre choix sur le radar de recul, car notre radar est universel et adaptable sur tous les modèles de voiture. C'est une innovation qui après évaluation des coûts et des matériaux pourra un jour être commercialisée pour pouvoir satisfaire tous les conducteurs d'automobile. Au vu de l'industrialisation de la société, de l'avancée de la technologie et du secteur automobile, le radar de recul sera bientôt indispensable dans nos voitures. C'est aussi une des raisons qui nous ont poussés à faire ce choix de thématique.

Liste des figures

Introduction :

Figure 01 : Manœuvre de stationnement en reculant avec radar de recul..... page1

Figure 02 : Exemple d'application d'un radar de recul..... page2

Chapitre I :

Figure I.1 : Symbole électronique d'une résistance..... Page3

Figure I.2 : Une résistance..... Page4

Figure I.3 : Code des couleurs d'une résistance..... Page4

Figure I.4 : Image des LED..... Page7

Figure I.5 : Schéma électrique d'une diode..... page7

Figure I.6 : Différents condensateurs..... page7

Figure I.7 : Montage de la charge et décharge d'un condensateur..... Page8

.Figure I.7 : Montage de la charge d'un condensateur..... Page9

Figure I.9 : Montage de la décharge d'un condensateur..... Page10

FigureI.10 : StructureinternedeNE555..... Page11

Figure I.11 : Image de NE555..... Page11

Figure I.12 : Analyse de fonctionnement de NE555 en astable..... Page12

Figure I.13 : Diagramme de fonctionnement..... Page13

Figure I.15 :LM324..... Page14

Figure I.16 : Le schéma interne de lm324..... Page15

Figure I.17 :Montage AOP inverseur..... Page16

Figure I.18 : montage AOP comparateur..... Page17

Figure I.19 :photodiode..... Page18

FigureI.19:Symboled'unephotodiode..... Page18

FigureI.20:Structure d'unephotodiode..... Page19

Chapitre II :

Figure II.1 : Le circuit global.....	Page20
Figure II.2 : Etage d'émission.....	Page21
Figure II.3 : Etage de réception du signale.....	Page21
Figure II.4 : Schéma simple d un AOP inverseur.....	Page22
Figure II.5 : Etage de filtrage.....	Page23
Figure II.6: Etage de comparateur.....	Page24

Chapitre III :

Figure III.1 : Montage complet de radar.....	Page27
Figure III.2 : Schéma non routé.....	Page27
Figure III.3 : Schéma routé.....	Page28
Figure III.4 : Diamètre d'une résistance.....	Page28
Figure III.5 : Circuit Imprimé et Circuit électronique.....	Page29
Figure III.6 : Constitution de la plaque.....	Page30
Figure III.7 :Le typon par rapport à la simulation.....	Page30
Figure III.8 : Une insoleuse.....	Page32
Figure III.9 : Placement des différents éléments pour l'insolation.....	Page32
Figure III.10 : Le révélateur.....	Page33
Figure III.11 : Bac à graver.....	Page34
Figure III.12 : Circuit Imprimé Final.....	Page34
Figure III.13 :Une perceuse à colonne.....	Page35
Figure III.14 :Un fer à souder.....	Page36
Figure III.15 : Les 4 étapes de soudure.....	Page36
Figure III.16 : Plaque électronique fini.....	Page36

Liste des tableaux

Chapitre I :

Tableau I.12 : Table de vérité du NE555.....	Page13
--	--------

Liste des matériaux

Partie émission :

Ne555	⇒	1
Resistance 1kΩ	⇒	
Resistance 100Ω	⇒	1
Condensateur 1μF	⇒	1
Condensateur 100 nF	⇒	1
LED infrarouge	⇒	1

Partie émission :

Resistance 10 kΩ	⇒	4
Resistance 1.5 kΩ	⇒	1
Resistance 1 kΩ	⇒	4
Resistance 100 Ω	⇒	3
Resistance 47 kΩ	⇒	1
Diode	⇒	2
LED 3	⇒	
Photodiode	⇒	1
Lm324	⇒	1
Resistance variable	⇒	2
Condensateur 47μF	⇒	1
Condensateur 10μF	⇒	2
Condensateur 100μF	⇒	

Bibliographie

- [1] [https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9sistance_\(%C3%A9lectricit%C3%A9\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9sistance_(%C3%A9lectricit%C3%A9)).
- [2] https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9sistance_variable).
- [3] https://fr.wikipedia.org/wiki/Diode_%C3%A9lectroluminescente.
- [4] <http://www.al.lu/physics/deuxieme/mousset/condensateurs.pdf>
- [5] <http://for-ge.blogspot.com/2015/07/ne555.html>
https://www.google.dz/search?q=lm324&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=bDWHa-g4PGA-BM%253A%252CuEnojx4uZ1covM%252C_&usq=_LT2olavVFbKFUCv5Mtm9Cat300%3D&sa=X&ved=0ahUKEwjsiuHhv5LaAhWIWBQKHRRVDXsQ9QEIMTAD#imgrc=V5XQAc0lQqEJEM
- [6] <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/LM324-D.PDF>
- [7] <https://www.electronique-radioamateur.fr/elec/schema/montage-aop.php>
- [8] https://fr.wikiversity.org/wiki/Amplificateur_op%C3%A9rationnel/Comparateur
- [9] https://ludovic.grossard.fr/wp-content/uploads/C15_les_photodiodes.pdf
- [10] https://elearn.univ-ouargla.dz/2013-2014/courses/RMC1ANNEEMASTERCONTR/document/Cour01Fabrication_circuitimprime.pdf?cidReq=RMC1ANNEEMASTERCONTR
- [11] https://elearn.univ-ouargla.dz/2013-2014/courses/RMC1ANNEEMASTERCONTR/document/Cour01Fabrication_circuitimprime.pdf?cidReq=RMC1ANNEEMASTERCONTR
- [12] <https://www.cddiscount.com/bricolage/outillage/schepach-perceuse-a-colonne-d-etabli-230v-50-hz-5/f-166010101-4906807901.html>
- [13] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Insoleuse>
- [14] <https://www.lelectronique.com/ressource/dossier/realiser-un-circuit-imprime-8-p6.html>
- [15] <http://www.distronic.fr/circuits-imprimes-et-produits/675-machine-a-graver-verticale-pour-circuit-imprime.html>

