



République Tunisiene  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université de Tunis El Manar  
Ecole Nationale d'Ingenieurs de Tunis



## Département Electrique

# Mini Projet d'Electronique I

<Jeu de lumières >

Réalisé par :

Salsabil JABALLAH

Classe : 1AGE2

Encadré par :

Joseph HAGGEGE Mounir AYADI

Année universitaire 2022/2023

## **Remerciements**

Au terme de mon mini-projet, je tiens à exprimer toute ma gratitude envers l'équipe pédagogique du département de génie électrique de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis (ENIT). Je remercie également **M.Mounir AYADI et M.Joseph HAGGEGE** pour leur aide précieuse et leurs conseils avisés tout au long de l'élaboration de mon projet. Leurs évaluations et leur encadrement ont été très utiles pour moi.

Je souhaite également remercier les techniciens responsables du laboratoire électronique pour leur expérience enrichissante et pleine d'intérêt. Enfin, je tiens à remercier la direction de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis pour avoir mis à ma disposition le matériel nécessaire ainsi que les divers composants indispensables à la réalisation de mon projet.

## Résumé

Ce rapport propose un modèle explicatif pour étudier en détail chaque bloc de la carte électronique du jeu de lumière. Les différentes étapes de conception et de réalisation de cette carte sont décrites avec précision, depuis l'élaboration des schémas initiaux jusqu'à la simulation des circuits sur les logiciels Eagle et PSpice. Ce modèle est basé sur une analyse minutieuse des caractéristiques de chaque composant utilisé, tels que les transistors, les diodes électroluminescentes (LED) et les résistances. Les fonctions de chaque bloc sont également examinées en détail.

De plus, ce rapport propose une description détaillée des méthodes de fabrication et des techniques d'assemblage utilisées pour réaliser la carte électronique. Les différentes étapes de fabrication, comme le prototypage, le dessin de la carte de circuit imprimé (PCB), le perçage des trous, le soudage des composants, sont décrites en détail. Des photos et des schémas sont également inclus pour illustrer le processus de fabrication et les différentes étapes de réalisation de la carte électronique.

# Table des matières

<b>Liste des tableaux</b>	<b>5</b>
<b>Introduction générale</b>	<b>6</b>
<b>Etude préliminaire</b>	<b>7</b>
1    Introduction . . . . .	7
2    EAGLE . . . . .	7
3    PSPICE . . . . .	8
4    Les composants électroniques . . . . .	8
4.1    Circuit Intégré CD4017N . . . . .	8
4.1.1    Description . . . . .	8
4.1.2    Les entrées . . . . .	9
4.1.3    Les sorties . . . . .	9
4.1.4    Modes de fonctionnement . . . . .	9
4.2    Circuit Intégré LM358N . . . . .	10
4.2.1    Description et Brochage . . . . .	10
4.3    Circuit Intégré NE555 . . . . .	11
4.3.1    Description et Brochage . . . . .	11
4.4    Un microphone à électret . . . . .	11
4.4.1    Description . . . . .	11
4.5    Régulateur de tension 7812 . . . . .	12
4.6    Les diodes de redressements . . . . .	12
<b>Etude des blocs</b>	<b>13</b>
5    Introduction . . . . .	13
6    Bloc Alimentation . . . . .	13
6.1    Transformateur . . . . .	14
6.2    Un circuit de redressement double alternance . . . . .	14
6.3    Condensateur de filtrage . . . . .	15
6.4    La régulation . . . . .	15

6.4.1	La régulation pour le +12V . . . . .	15
6.4.2	La régulation pour le -12V . . . . .	16
6.5	Signalisation de l'alimentation . . . . .	16
6.6	Visualisation sur PsPice . . . . .	17
7	Bloc Emetteur : Conversion . . . . .	18
7.1	Microphone . . . . .	18
7.2	Amplification . . . . .	19
7.3	Un Detecteur d'enveloppe . . . . .	20
7.4	Visualisation sur PsPice . . . . .	20
8	Oscillateur contrôlé en tension VCO . . . . .	21
8.1	Source de courant contrôlé par une tension . . . . .	21
8.1.1	Visualisation sur PsPice . . . . .	22
8.2	Timer NE555 . . . . .	23
8.3	Visualisation sur PsPice . . . . .	24
9	Bloc Recepteur : Jeux de lumière . . . . .	25
<b>Réalisation de la carte</b>		<b>26</b>
10	Introduction . . . . .	26
11	Réalisation du typon sur EAGLE . . . . .	26
12	Perçage du circuit . . . . .	27
13	Soudage des composants . . . . .	27
14	les essais . . . . .	28
14.1	les points test . . . . .	28
14.2	Test de continuité . . . . .	29
14.3	Test de fonctionnement . . . . .	29
15	Résultat finale . . . . .	30
<b>Conclusion</b>		<b>31</b>
<b>Annexe</b>		<b>32</b>
16	Schéma de principe . . . . .	32
17	Schéma d'implantation . . . . .	32
18	Typon . . . . .	32
<b>Bibliographie</b>		<b>2</b>

# Table des figures

1	Logiciel <i>EAGLE</i> . . . . .	7
2	Logiciel <i>SPICE</i> . . . . .	8
3	4017N-DIL16 . . . . .	8
4	4017N <i>Brochage</i> . . . . .	9
5	LM358 et sa brochage . . . . .	10
6	NE555N . . . . .	11
7	NE555 <i>Brochage</i> . . . . .	11
8	Electret-mic . . . . .	11
9	Régulateur de tension 7812 . . . . .	12
10	Diode-redressement . . . . .	12
11	Circuit d'alimentation sur EAGLE . . . . .	13
12	Circuit de redressement . . . . .	14
13	Redressement double alternance . . . . .	14
14	C3 . . . . .	15
15	C6 . . . . .	15
16	Forme à la sortie du condensateur . . . . .	15
17	Circuit de régulation par 7812 . . . . .	16
18	Circuit de régulation par diode zener . . . . .	16
19	Signalisation sur l'alimentation . . . . .	17
20	Bloc Alimentation sur PsPice . . . . .	17
21	Simulation du Bloc Alimentation . . . . .	17
22	Bloc Emetteur . . . . .	18
23	Schéma d'un microphone à electret extrait de son datasheet	18
24	Schéma-bloc du microphone. . . . .	19
25	Bloc de l'amplificateur opérationnel double LM358N . . . . .	19
26	Schéma-bloc du détecteur d'enveloppe. . . . .	20
27	Bloc Emetteur sur PsPice . . . . .	20
28	Courbes de tension pour résistances différentes. . . . .	21
29	Schéma du VCO . . . . .	21
	3	

*TABLE DES FIGURES*

30	Schéma du CCVS . . . . .	22
31	Schéma du CCVS sur PsPice. . . . .	22
32	Intensité du collecteur en fonction de tension. . . . .	22
33	Schéma bloc du TIMER NE555 . . . . .	23
34	Les impulsions d'horloge . . . . .	24
35	Schéma-bloc du VCO sur PsPice. . . . .	24
36	Simulation du VCO . . . . .	24
37	Bloc Recepteur . . . . .	25
38	Les étapes de la réalisation . . . . .	26
39	Saisie du schéma(.sch) -> Routage du circuit imprimé(.brd).	27
40	Circuit percée . . . . .	27
41	Quelques composants soudés. . . . .	28
42	Test de fonctionnement . . . . .	28
43	Test de continuité . . . . .	29
44	Test de fonctionnement . . . . .	29
45	Carte finie . . . . .	30
46	Schéma de principe . . . . .	33
47	Schéma d'implantation . . . . .	34
48	Typon . . . . .	1

# **Liste des tableaux**

# **Introduction générale**

Le mini-projet d'électronique que nous avons réalisé constitue une étape importante dans notre formation d'ingénieur. Ce projet nous a permis d'approfondir nos connaissances en électronique et de mettre en pratique la théorie enseignée en cours. Notre objectif était de concevoir et de réaliser un jeu de lumières à base de dix LEDs , qui s'allument en fonction de l'intensité sonore ambiante. L'objectif est de contrôler sa vitesse de défilement.

Pour atteindre cet objectif, nous avons suivi un processus en deux étapes : l'étude théorique et la réalisation pratique de la carte électronique. Dans ce rapport, nous décrirons les différentes étapes de notre projet en détail.

# Etude préliminaire

## 1 Introduction

À fin de réaliser la carte électronique de jeu du lumière il est indispensable de passer par plusieurs étapes : commençant par le routage pour finir par le soudage des composants électroniques.

A l'aide du logiciel EAGLE on arrive à faire la saisie du circuit et ainsi la préparation du typon qui sera par la suite tiré et imprimé sur une plaque. A l'aide du logiciel PSPICE , on fait la simulation des différents blocs pour prévoir les résultats.

En effet ces termes sont plus détaillés dans ce chapitre, ainsi les composants utilisés dans la carte.

## 2 EAGLE

Le logiciel EAGLE est une solution d'automatisation de conception électronique qui offre une grande facilité aux concepteurs de circuits imprimés pour réaliser les schémas, disposer les composants et effectuer le routage des circuits imprimés.

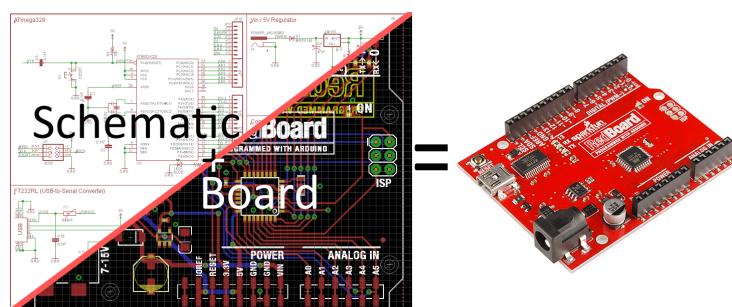


FIGURE 1 – Logiciel *EAGLE*

### 3 PSPICE

PSpice est un logiciel gratuit de simulation de circuits électroniques (analogique, numérique ou mixte). Il est dérivé de Spice (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis). Il permet de réaliser plusieurs types d'analyses, telles que l'analyse de fréquence pour les petits signaux et le bruit.

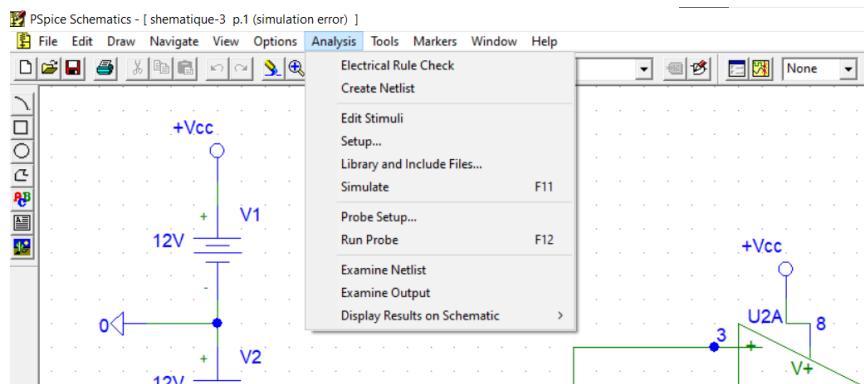


FIGURE 2 – Logiciel *PSPICE*

### 4 Les composants électroniques

#### 4.1 Circuit Intégré CD4017N

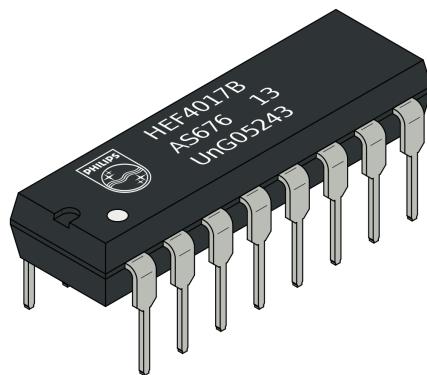


FIGURE 3 – 4017N-DIL16

##### 4.1.1 Description

Le circuit intégré 4017 fait partie de la série des circuits intégrés 4000 utilisant la technologie CMOS. Le circuit intégré 4017 est un compteur

décimal de type Johnson à 5 étages. Il possède 3 entrées (horloge, validation et Remise à Zéro) et dix sorties (Q0 à Q9). Une seule des sorties peut être active à un instant donné. Les sorties sont activées séquentiellement (c'est-à-dire l'une après l'autre) à chaque coup d'horloge. Une sortie additionnelle CO permet de chaîner les circuits les uns derrière les autres afin d'augmenter le nombre total de sorties.

#### 4.1.2 Les entrées

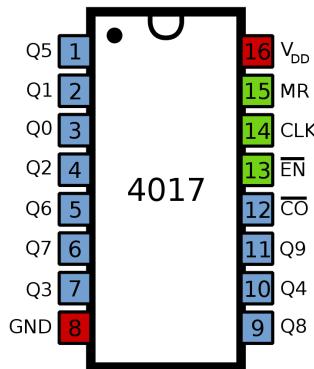


FIGURE 4 – 4017N *Brochage*

Ce compteur possède 3 entrées :

- . Un signal d'horloge (CLK) pour incrémenter le compteur.
- . Un signal de validation (EN) pour autoriser ou non le comptage.
- . Un signal de remise à zéro (MR) pour réinitialiser le compteur.

Remarque : L'attribution des broches pour les signaux d'horloge et de validation peut être permutée. Voir les modes de fonctionnement.

#### 4.1.3 Les sorties

Ce compteur possède 11 sorties :

- . Les signaux de sorties Q0 à Q9 (x10). Ces sorties sont actives au niveau haut (1)
- . Un signal de chaînage (CO). Ce signal est à "1" lorsque l'une des sorties Q0 à Q4 est à "1" et à "0" lorsque l'une sorties Q5 à Q9 est à "1".

#### 4.1.4 Modes de fonctionnement

Il y a 2 modes de fonctionnement possible :

- . Incrémentation du compteur sur front montant (mode par défaut).

. Incrémentation du compteur sur front descendant.

Dans le cas d'un front montant, la broche 13 sert de validation (EN). Un niveau bas (0) autorise le comptage tandis qu'un niveau haut (1) bloque le comptage. Un front montant sur la broche 14 (CLK) incrémentera le compteur lorsque le signal est validé.

Dans le cas d'un front descendant, le rôle des broches 13 et 14 est inversé. La broche 14 sert de validation (EN). Un niveau haut (1) autorise le comptage tandis qu'un niveau bas (0) bloque le comptage. Un front descendant sur la broche 13 (CLK) incrémentera le compteur lorsque le signal est validé.

## 4.2 Circuit Intégré LM358N

### 4.2.1 Description et Brochage

Le LM358 se compose de deux amplificateurs opérationnels indépendants à gain élevé et fréquence interne compensée, conçus spécifiquement pour fonctionner à partir d'une seule alimentation électrique sur une large plage de tensions. Une utilisation avec une alimentation électrique divisée est également possible et la faible consommation de courant est indépendante de la tension de l'alimentation électrique. Les domaines d'application comprennent les amplificateurs de capteurs, les blocs de gain CC et tous les circuits d'amplificateurs opérationnels conventionnels.

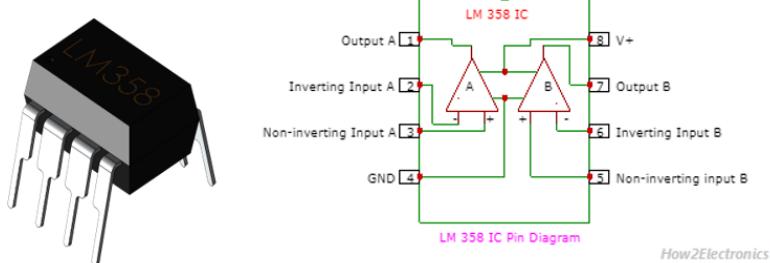


FIGURE 5 – LM358 et sa brochage

### 4.3 Circuit Intégré NE555

#### 4.3.1 Description et Brochage

Le NE555 contient 23 transistors, 2 diodes et 16 résistances qui forment 4 éléments :

- . deux amplificateurs opérationnels de type comparateur ;
- . une porte logique de type inverseur ;
- . et une bascule SET-RESET.

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



FIGURE 6 – NE555N

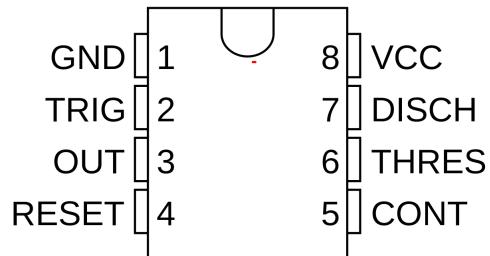


FIGURE 7 – NE555<sub>B</sub>rochage

### 4.4 Un microphone à électret

#### 4.4.1 Description

Un microphone un appareil capable de convertir un signal acoustique en signal électrique. Après une recherche faite sur les microphones, nous avons opté à choisir un microphone à électret qui ne coute pas cher et peut être une alternative entre un microphone dynamique et un microphone statique, celui-ci nécessite une alimentation.



FIGURE 8 – Electret-mic

#### 4.5 Régulateur de tension 7812

Il s'agit d'un régulateur de tension de la série LM78xx. Le LM7812 un régulateur positif à trois bornes avec une tension de sortie fixe de 12V. Ce régulateur fixe fournit une régulation locale, une limitation de courant interne, un contrôle d'arrêt thermique et une protection de zone sûre pour votre projet. Chacun de ces régulateurs de tension peut produire un courant maximum de 1,5A.

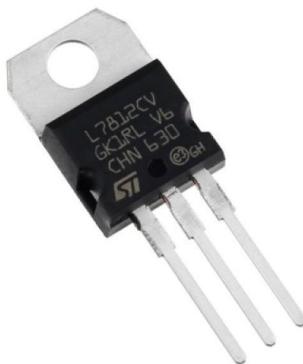


FIGURE 9 – Régulateur de tension 7812

#### 4.6 Les diodes de redressements

Ce sont des diodes de puissance lentes. Ces diodes servent à assurer une alimentation continue et non alternative. Ce sont ces derniers qui nous permettent d'alimenter la plupart de nos modules avec toute alimentation basse tension.



FIGURE 10 – Diode-redressement

# Etude des blocs

## 5 Introduction

Dans ce niveau nous continuons en étudiant les différents blocs constitutifs de cette carte et donc fonctionnement en général tout en insérant des simulations sur PSPICE et leurs interprétations.

## 6 Bloc Alimentation

Le circuit d'alimentation est composé d'un transformateur à point milieu abaisseur qui transforme la tension de 220V en deux tensions alternatives de 12V en opposition de phase. Ensuite, les deux parties du circuit de redressement en double alternance permettent de fournir deux tensions continues de +12V et -12V. Ces tensions sont filtrées par des condensateurs pour supprimer les ondulations résiduelles. Pour obtenir une tension de sortie régulée, un régulateur est utilisé pour le +12V tandis qu'une diode Zener est utilisée pour réguler la tension de -12V.

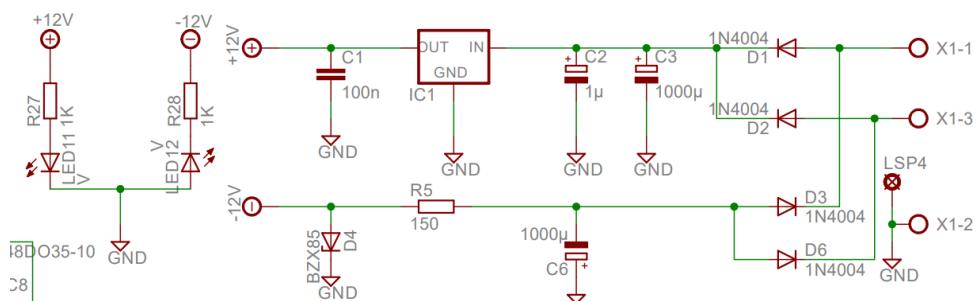


FIGURE 11 – Circuit d'alimentation sur EAGLE

## 6.1 Transformateur

Le transformateur à point milieu abaisseur est utilisé pour abaisser la tension alternative secteur et obtenir une tension continue régulée. Il permet également d'obtenir deux tensions symétriques par rapport à la base, en opposition de phase, pour les applications nécessitant des tensions positives et négatives.

## 6.2 Un circuit de redressement double alternance

Le redressement double alternance est une technique de redressement permettant d'obtenir une tension continue à partir d'une source alternative. Il est réalisé à l'aide d'un pont de diodes qui permet de redresser à la fois la moitié positive et la moitié négative de l'onde alternative.

- . (D1,D2) Redressement positive
- . (D3,D6) Redressement négative

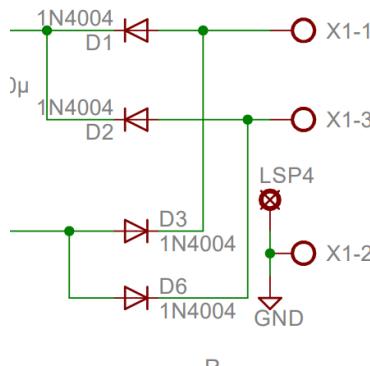


FIGURE 12 – Circuit de redressement

Voici ci-dessous l'allure de la tension à la sortie des deux diodes :

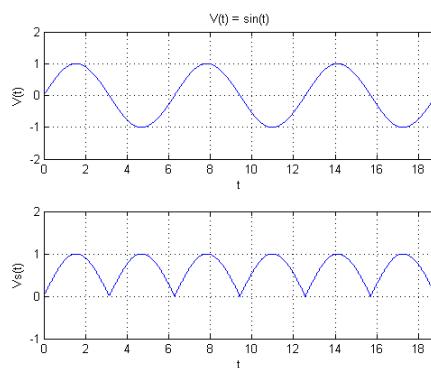


FIGURE 13 – Redressement double alternance

### 6.3 Condensateur de filtrage

Le condensateur de filtrage permet de lisser les fluctuations de tension résiduelles dans le circuit, en fournissant une tension continue plus stable.

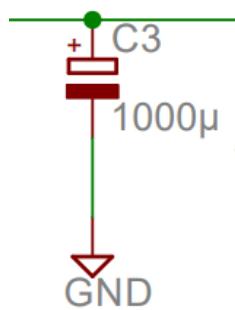


FIGURE 14 – C3

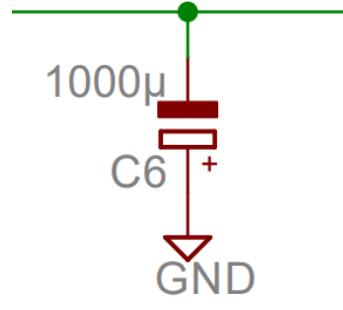


FIGURE 15 – C6

Voici ci-dessous la tension à la sortie de C3 :

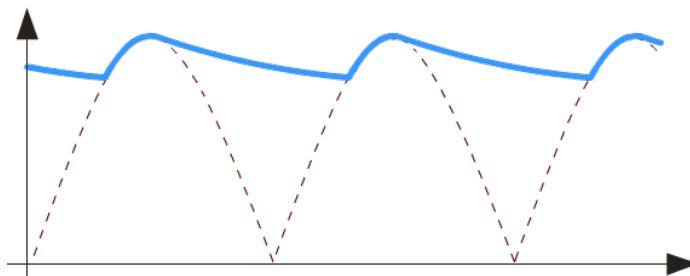


FIGURE 16 – Forme à la sortie du condensateur

### 6.4 La régulation

#### 6.4.1 La régulation pour le +12V

La régulation est assurée par le régulateur 7812 et des deux condensateurs C2 et C1. Ce régulateur permet de stabiliser la tension de sortie aussi bien que le condensateur d'entrée C2 situé en amont du régulateur de rôle pour empêcher le circuit intégré d'osciller. En ce qui concerne le condensateur C1, son rôle consiste à réduire les oscillations courtes.

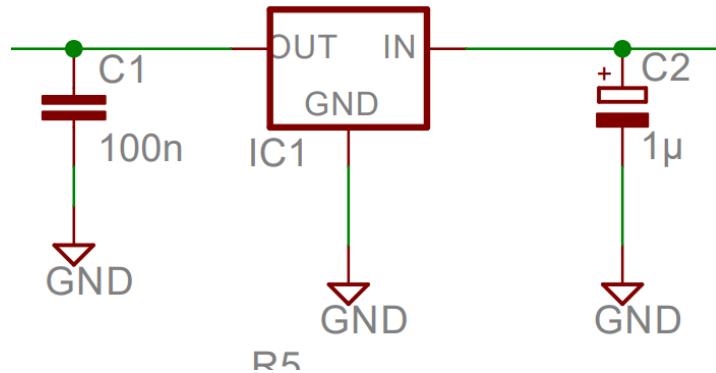


FIGURE 17 – Circuit de régulation par 7812

#### 6.4.2 La régulation pour le -12V

La diode zener D4 est utilisée pour maintenir une tension constante de -12V en court-circuitant tout courant supplémentaire qui pourrait circuler dans le circuit lorsque la tension d'entrée dépasse -12V.

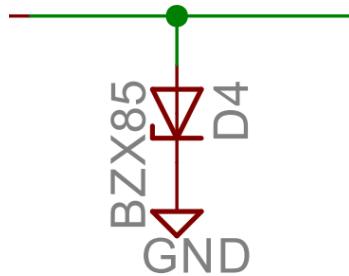


FIGURE 18 – Circuit de régulation par diode zener

#### 6.5 Signalisation de l'alimentation

À la fin du bloc d'alimentation, deux diodes LEDs montées en série avec deux résistances de limitation de courant R27 et R28 qui nous renseignent sur le bon fonctionnement du bloc .

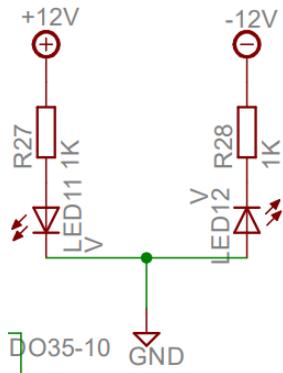


FIGURE 19 – Signalisation sur l'alimentation

## 6.6 Visualisation sur PsPice

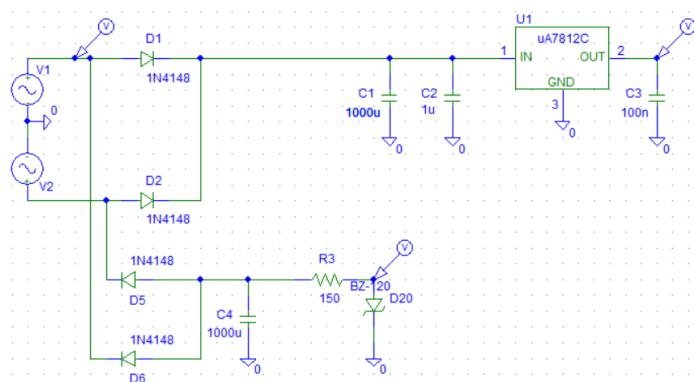


FIGURE 20 – Bloc Alimentation sur PsPice

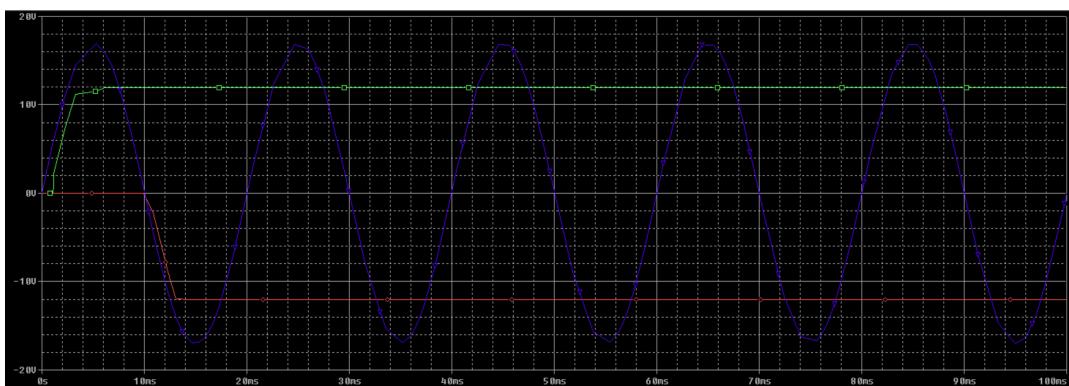


FIGURE 21 – Simulation du Bloc Alimentation

## 7 Bloc Emetteur : Conversion

Le bloc de l'émetteur est constitué de 4 grandes parties : le microphone qui présente la phase de la transduction, ensuite l'amplification du signal de sortie de ce dernier, Puis le détecteur de crête, détecteur de saturation, on termine par l'oscillateur.

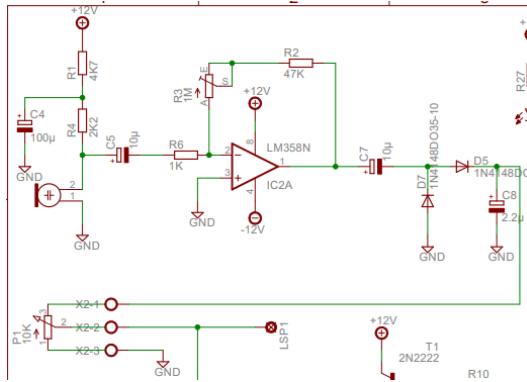


FIGURE 22 – Bloc Emetteur

### 7.1 Microphone

Un microphone un appareil capable de convertir un signal acoustique en signal électrique.

Voici son schéma d'où on tire la nécessité d'une résistance R4 qui permet de polariser le transistor FET inclus dans le microphone et d'un condensateur de liaison C4 pour éliminer toute variation de l'alimentation fournie au microphone.

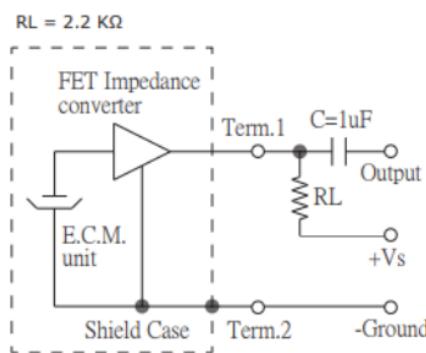


FIGURE 23 – Schéma d'un microphone à électret extrait de son datasheet

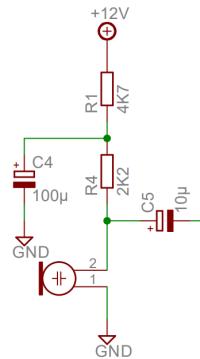


FIGURE 24 – Schéma-bloc du microphone.

## 7.2 Amplification

L'amplificateur opérationnel LM358N permet d'amplifier la tension électrique faible générée par le microphone en augmentant son amplitude. Le principe de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel repose sur l'amplification de la différence de tension entre ses deux entrées, où l'entrée "-" est reliée au microphone et l'entrée "+" est fixée à la masse. Le gain de l'amplificateur est réglé en fonction des besoins de l'application grâce à la boucle de rétroaction formée par les résistances.

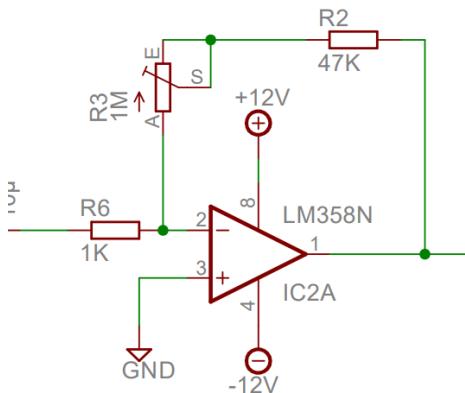


FIGURE 25 – Bloc de l'amplificateur opérationnel double LM358N

### 7.3 Un Detecteur d'enveloppe

Ce bloc se comporte un circuit de restauration qui se traduit par une diode pour fixer la tension minimale à zéro volt et un détecteur d'enveloppe composé d'une diode et un condensateur. Il sert à déterminer l'enveloppe de la tension amplifiée.

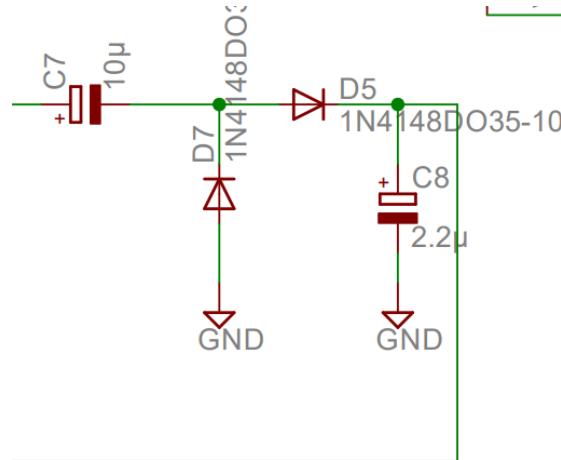


FIGURE 26 – Schéma-bloc du détecteur d'enveloppe.

### 7.4 Visualisation sur PsPice

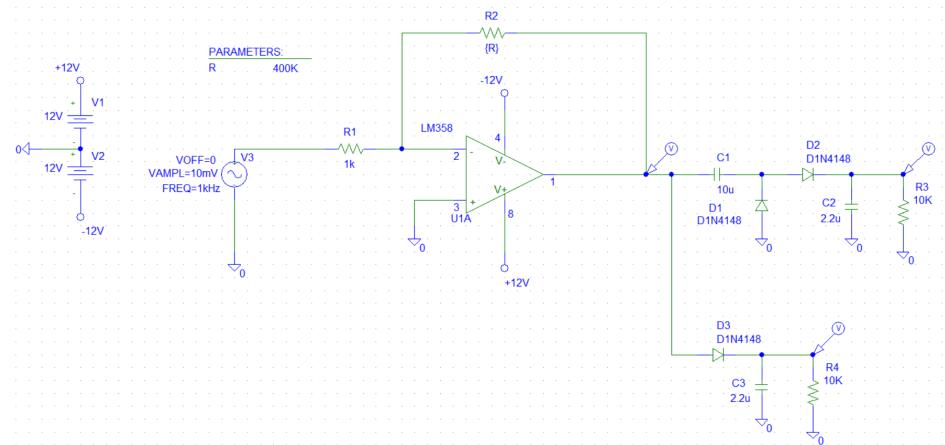


FIGURE 27 – Bloc Emetteur sur PsPice .

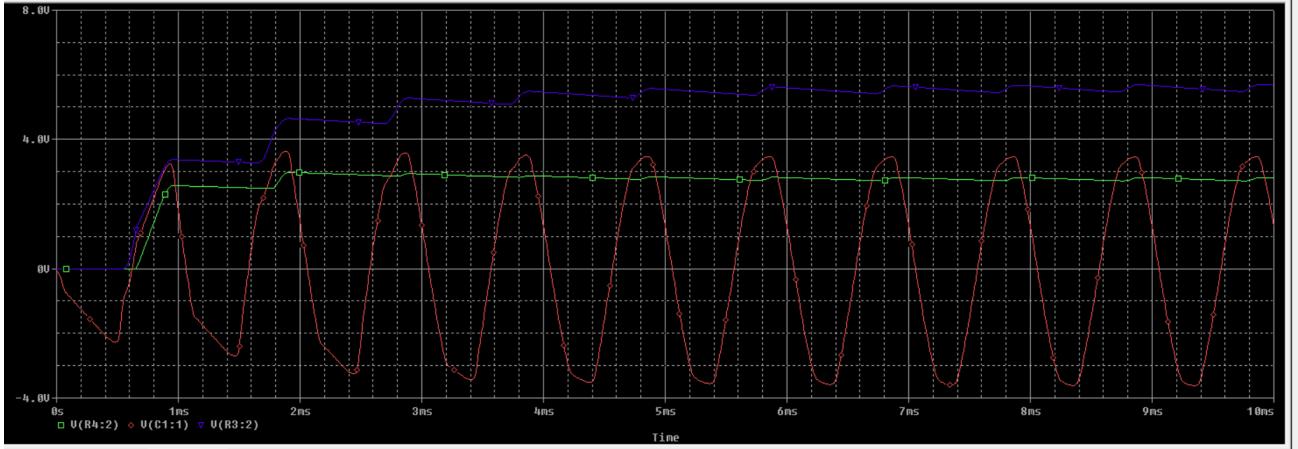


FIGURE 28 – Courbes de tension pour résistances différentes.

## 8 Oscillateur contrôlé en tension VCO

On désire par ce bloc de réaliser un circuit permettant la liaison entre celui de l'émetteur et celui du récepteur. En effet, l'oscillateur a pour rôle de convertir la variation détectée de tension en un signal d'horloge avec une fréquence de défilement variable à l'aide d'un potentiomètre à axe pour le coulisser des LEDs en tenant compte de la tension Vo qui présente la tension pour une fréquence minimale fo du silence.

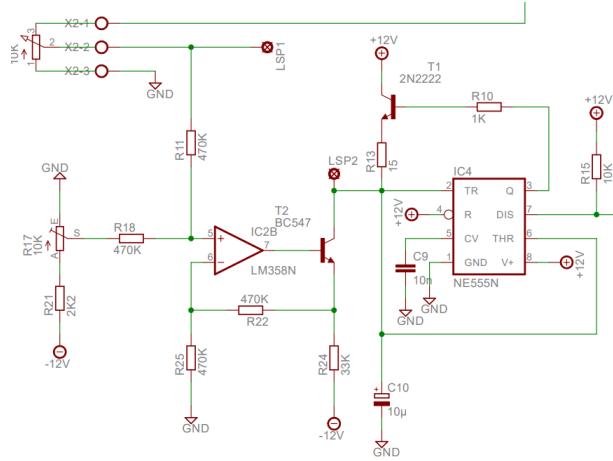


FIGURE 29 – Schéma du VCO

### 8.1 Source de courant contrôlé par une tension

Une source de courant contrôlée par une tension maintient un courant constant à travers une charge. Elle est contrôlée par une tension d'entrée via un amplificateur opérationnel et une résistance de rétroaction.

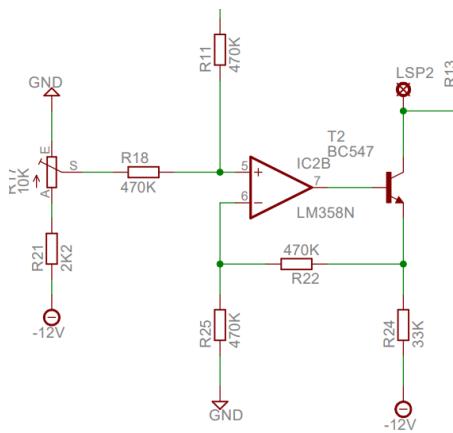


FIGURE 30 – Schéma du CCVS

### 8.1.1 Visualisation sur PsPice

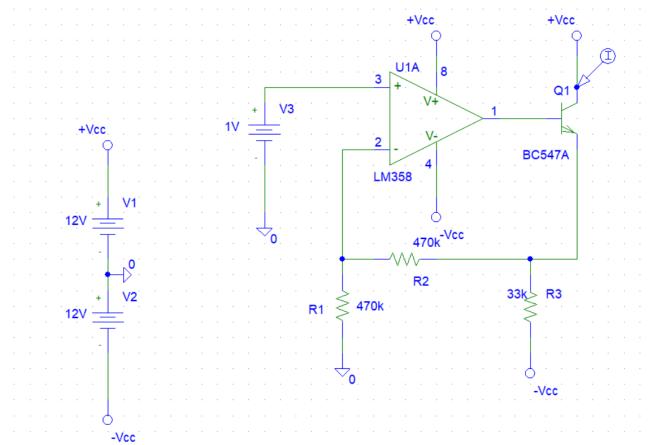


FIGURE 31 – Schéma du CCVS sur PsPice.

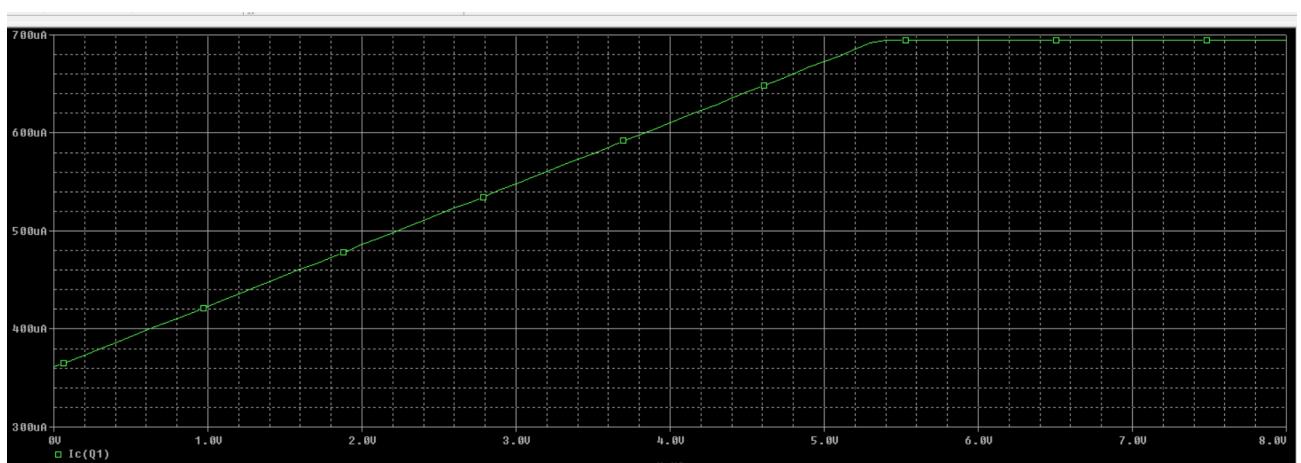


FIGURE 32 – Intensité du collecteur en fonction de tension.

## 8.2 Timer NE555

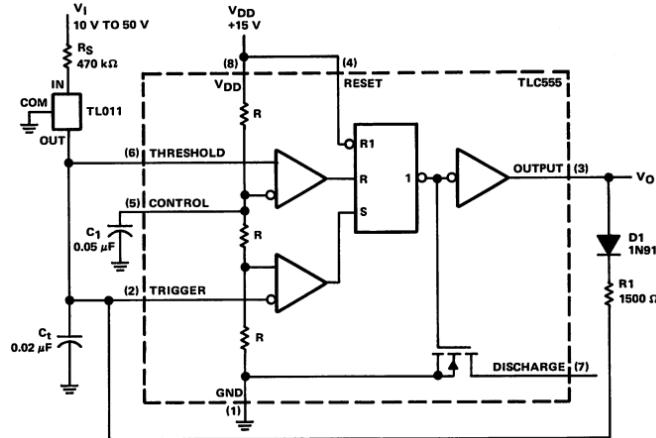


FIGURE 33 – Schéma bloc du TIMER NE555

L'utilisation du NE555 en configuration monostable permet de générer une impulsion d'une durée définie seulement à l'aide d'une résistance et d'un condensateur. Une impulsion est engendrée à la suite de l'application d'un front descendant à l'entrée du circuit (TRIG). Immédiatement après l'application du front descendant la bascule interne est activée ainsi que la sortie. Du même coup, le transistor de décharge est désactivé permettant au condensateur C de se charger à travers la résistance R. La forme d'onde aux bornes du condensateur est celle d'un circuit de premier ordre RC face à un échelon de tension, c'est-à-dire une exponentielle croissante. Lorsque cette exponentielle atteint une valeur égale à deux tiers de la tension d'alimentation Vcc ramenant la sortie et le condensateur à zéro.

La fréquence de l'impulsion est donnée par la formule suivante :  $f = 3V / (V_{cc} \cdot R \cdot C)$  avec  $V = V_o + V_i$ . On obtient donc un signal d'horloge de la forme suivante :

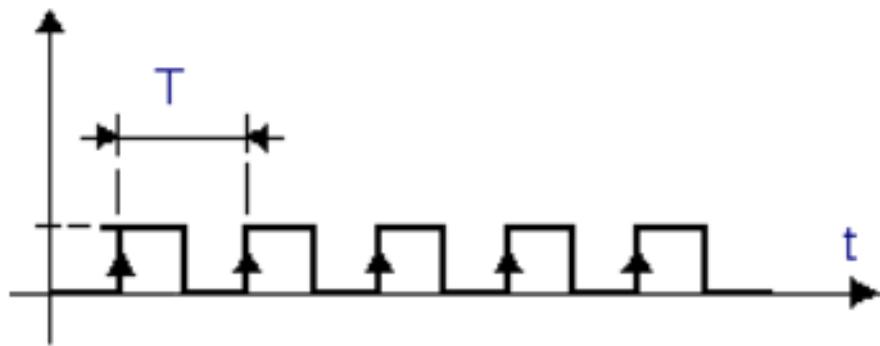


FIGURE 34 – Les impulsions d'horloge

### 8.3 Visualisation sur PsPice

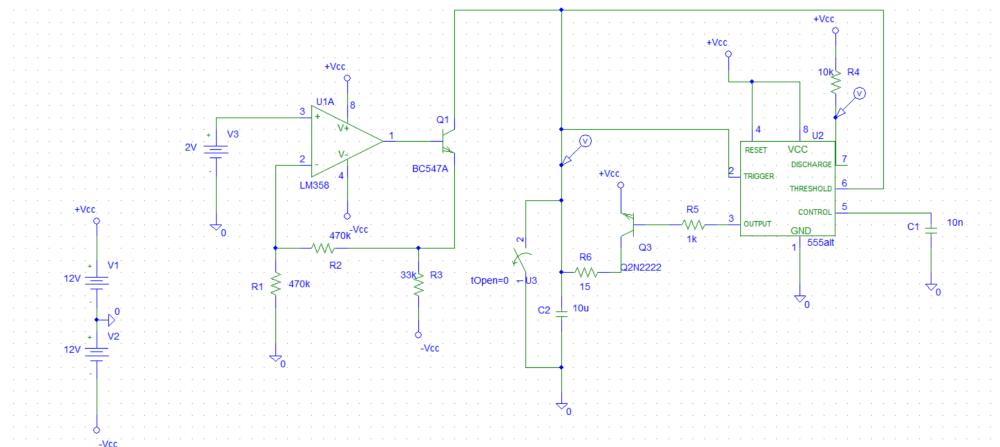


FIGURE 35 – Schéma-bloc du VCO sur PsPice.

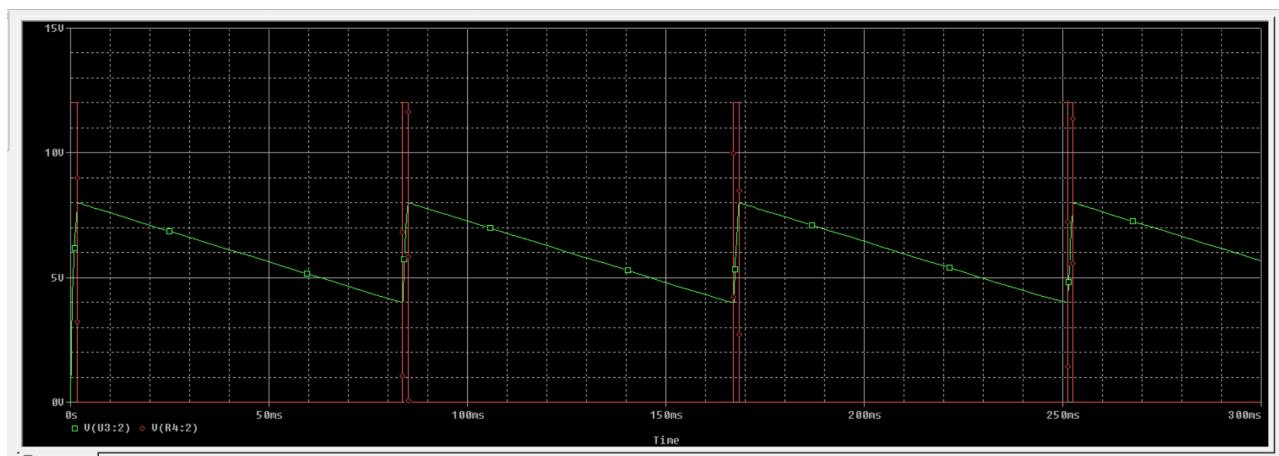


FIGURE 36 – Simulation du VCO .

## 9 Bloc Recepteur : Jeux de lumière

Le bloc récepteur utilise le CD4017N pour compter de 0 à 9. Le signal de sortie du NE555N déclenche une transition d'état sur le compteur, ce qui peut entraîner une augmentation du compteur d'une étape. Chaque sortie d'étape du CD4017N est utilisée pour allumer les LED correspondantes. Des résistances sont utilisées pour limiter le courant qui traverse les LED. Les LED s'allument successivement, créant ainsi un effet visuel de défilement.

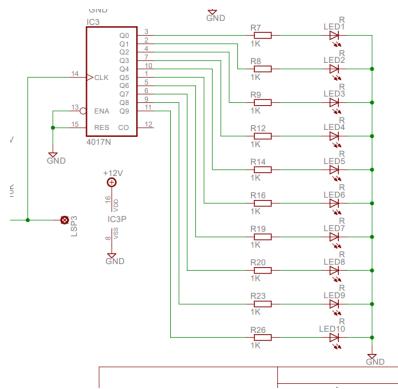


FIGURE 37 – Bloc Recepteur

# Réalisation de la carte

## 10 Introduction

Après l'étude théorique des circuits fondamentaux, on a entamé la réalisation par ordinateur de la carte (CAO). Les étapes qu'on a suivies se résume dans la figure suivante :

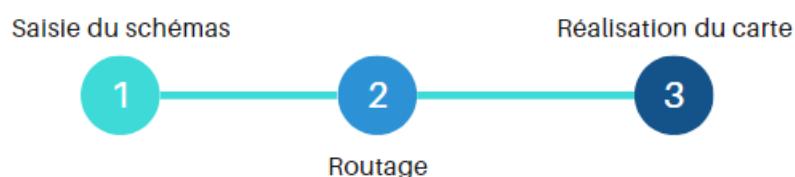


FIGURE 38 – Les étapes de la réalisation

## 11 Réalisation du typon sur EAGLE

Nous utilisons des composants de bibliothèques pour concevoir un circuit électronique en établissant les connexions entre eux et en vérifiant leur justesse. Pendant le routage, nous traçons les pistes qui seront imprimées sur la plaque de cuivre en minimisant les straps et en maintenant une distance adéquate entre les pistes pour éviter les courts-circuits. Le logiciel EAGLE est souvent utilisé pour réaliser le schéma électrique et le routage de la carte, permettant de passer facilement du mode de conception de schéma au mode routage pour obtenir le typon final à imprimer.

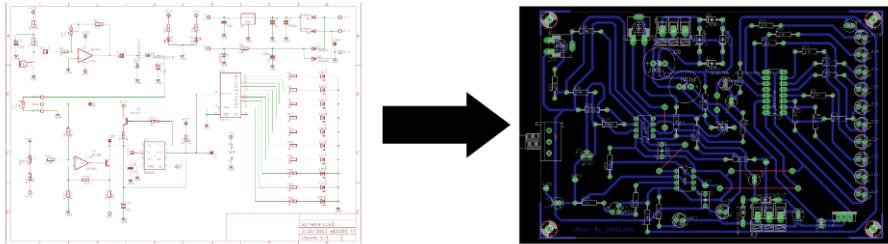


FIGURE 39 – Saisie du schéma(.sch) -&gt; Routage du circuit imprimé(.brd).

## 12 Perçage du circuit

Avant de souder les composants, il faut percer les pastilles. Ces trous correspondent à l'emplacement de leurs pâtes. Viens ensuite la mise en place des composants qui se fait suite à la consultation des datasheets afin de bien positionner les composants polarisés à titre d'exemple

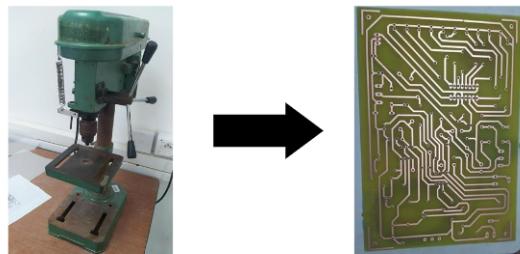


FIGURE 40 – Circuit percée .

## 13 Soudage des composants

Une fois que le circuit imprimé est prêt, nous installons les composants en veillant à leur polarité respective et les soudons à l'aide d'un fer à souder et d'étain.

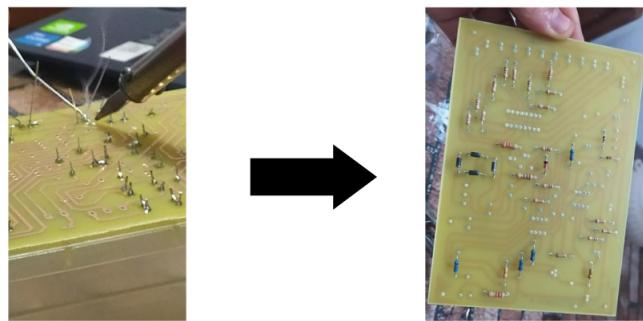


FIGURE 41 – Quelques composants soudés.

## 14 les essais

Cette étape est primordiale afin d'assurer le bon fonctionnement de la carte, on procède tout d'abord par faire quelques tests avec :

### 14.1 les points test

La carte électronique comporte quatre points de test, qui sont des emplacements spécifiques permettant de mesurer l'état du circuit ou d'injecter un signal de test. Ces points de test sont importants pour le débogage et le contrôle qualité de la carte.

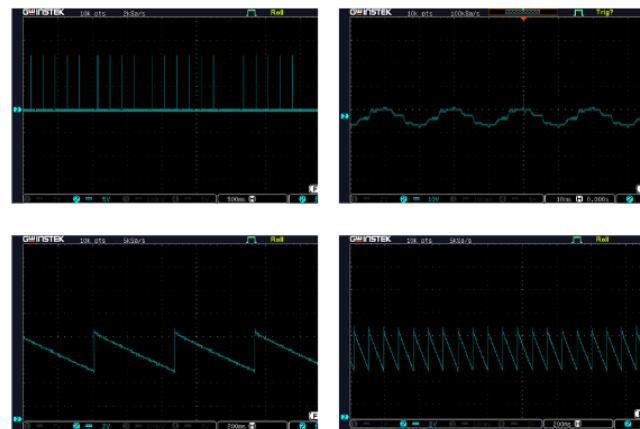


FIGURE 42 – Test de fonctionnement

## 14.2 Test de continuité

Le test de continuité permet de vérifier si deux éléments sont électriquement connectés. Si c'est le cas, le courant peut circuler librement de l'un à l'autre. Si la continuité n'est pas établie, cela indique une coupure quelque part dans le circuit, pouvant être causée par divers problèmes tels qu'un composant mal soudé ou un circuit mal connecté.

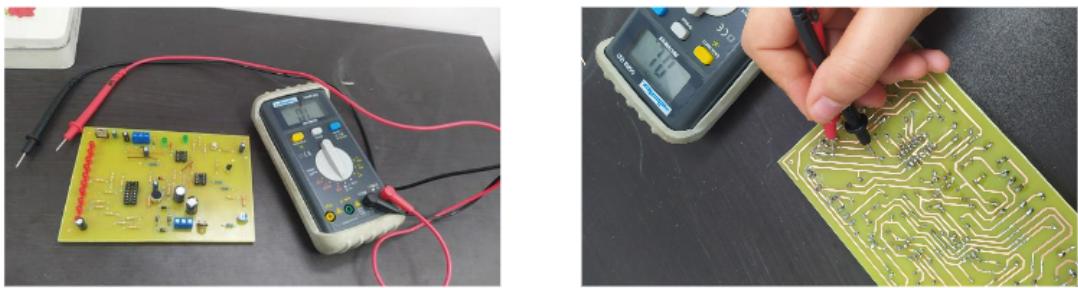


FIGURE 43 – Test de continuité

## 14.3 Test de fonctionnement

Lorsque l'on alimente le circuit à l'aide d'un transformateur, il est crucial de vérifier le fonctionnement des LED du bloc d'alimentation et des LED du jeu de lumière en ajustant le son détecté. Il est important de s'assurer que le défilement des LED est correct afin de garantir le bon fonctionnement de l'ensemble du circuit.

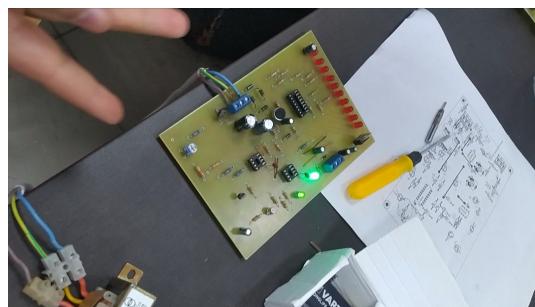


FIGURE 44 – Test de fonctionnement

## 15 Résultat finale

Après avoir suivi ces étapes, en commençant par la réalisation de la carte sur EAGLE et en arrivant à tester son fonctionnement , on finit avec une carte complète et fonctionnelle.

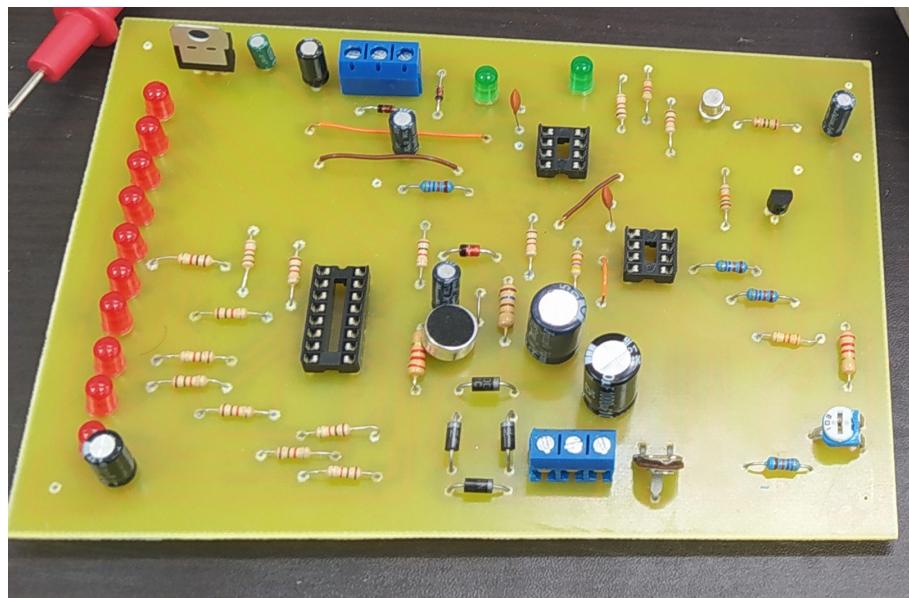


FIGURE 45 – Carte finie

# **Conclusion**

Pendant ce mini-projet, j'ai conçu et implémenté un jeu de lumière en accord avec le cahier des charges. Cette expérience m'a permis d'approfondir mes connaissances en électronique et de maîtriser de nouveaux logiciels de simulations tels que PSpice et EAGLE. J'ai également acquis une expérience pratique en manipulant les composants électroniques et en appliquant mes connaissances théoriques dans la vie réelle. En confrontant les problèmes rencontrés, j'ai pu mettre en pratique mes compétences .

# **Annexe**

**16 Schéma de principe**

**17 Schéma d'implantation**

**18 Typon**

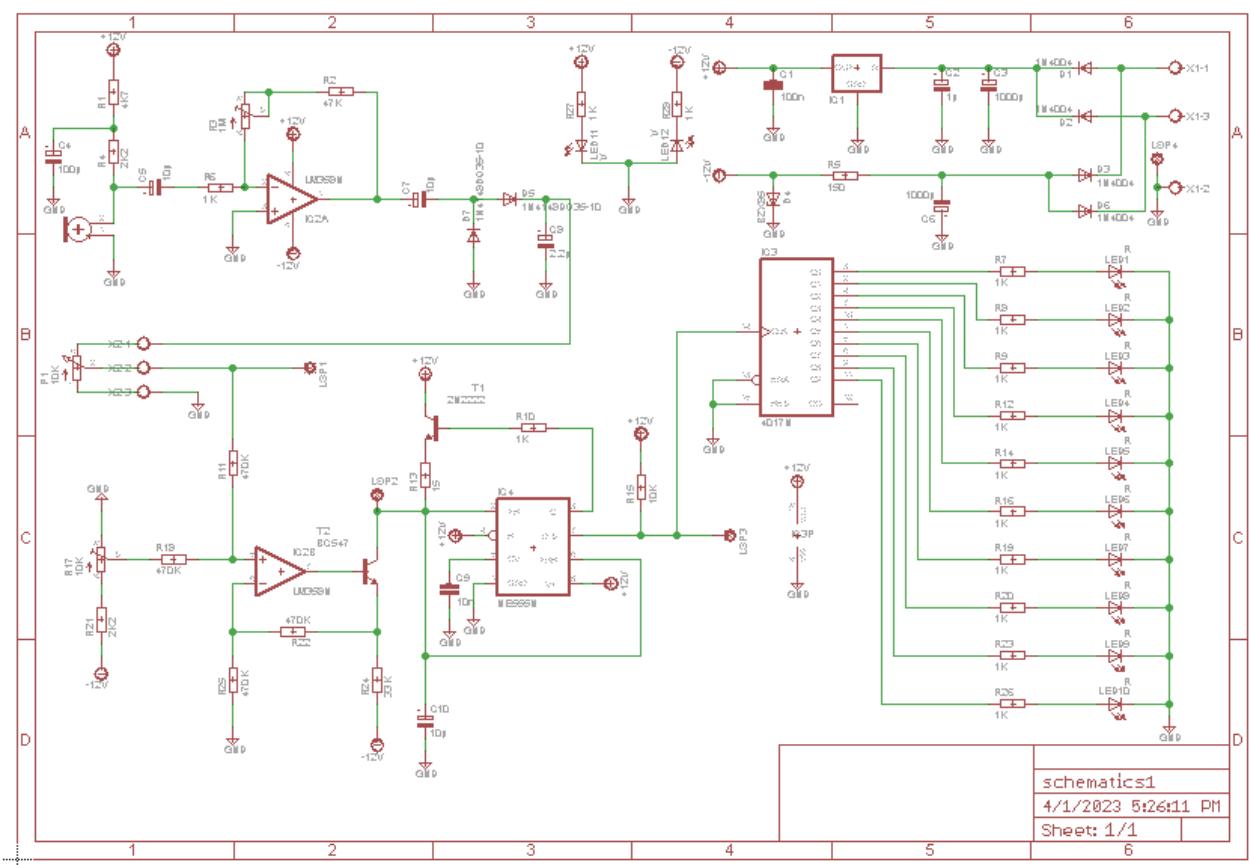


FIGURE 46 – Schéma de principe

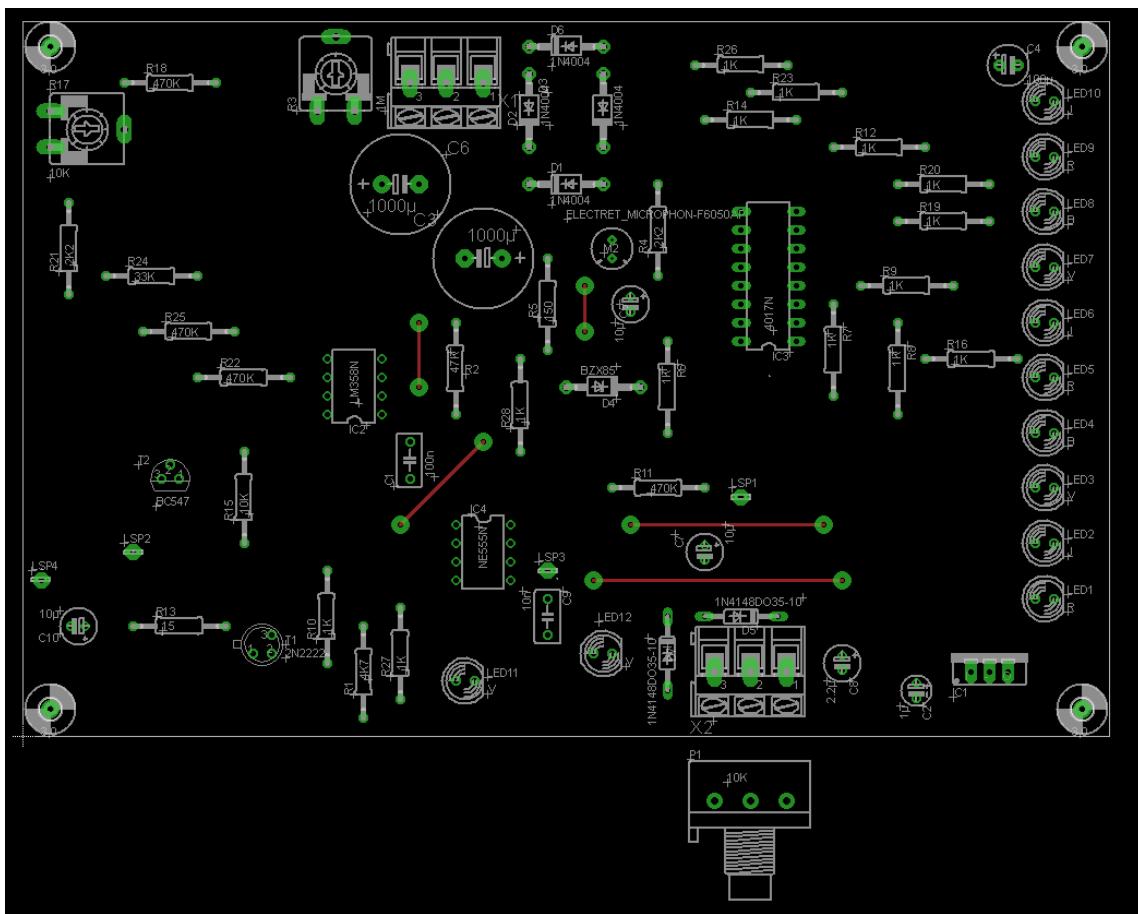


FIGURE 47 – Schéma d'implantation

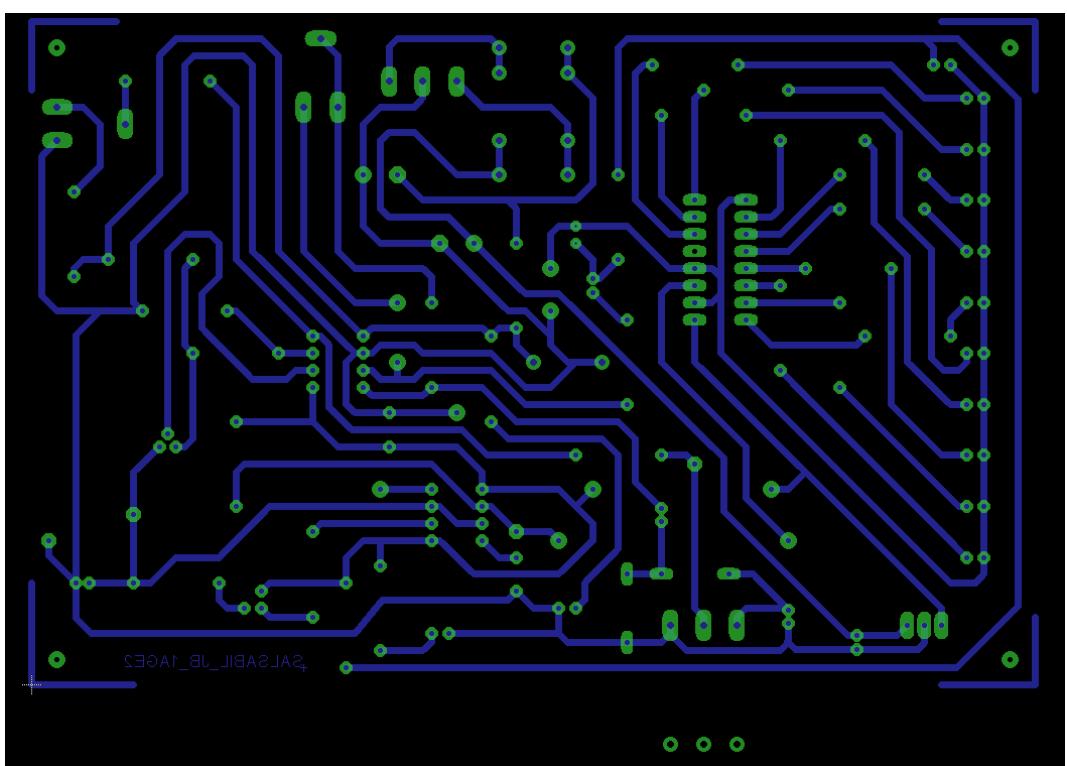


FIGURE 48 – Typon

# Bibliographie

<https://electronique71.com/>

<https://fr.wikipedia.org/>

<https://fr.ifixit.com/>

[http://www.learningaboutelectronics.com/Articles/Function-generator\\_circuit.php](http://www.learningaboutelectronics.com/Articles/Function-generator_circuit.php)

<https://www.electronicsdatasheets.com/>

<https://www.datasheetcatalog.com/>