

Applaudimètre à leds

Rapport de projet d'Études et Réalisations

2^{ème} Année



Université François-Rabelais de Tours
Institut Universitaire de Technologie de Tours
Département Génie Électrique et Informatique Industrielle



Applaudimètre à leds
Rapport de projet d'Études et Réalisations
2^{ème} Année

Dorian MONTEILLER
Promotion 2010/2013
Groupe K4A

Enseignants :
Philippe AUGER
Thierry LEQUEU

Sommaire

| | |
|---|----|
| Introduction..... | 4 |
| 1.Cahier des charges..... | 5 |
| 2.Planification des tâches..... | 6 |
| 2.1.Planning prévisionnel..... | 6 |
| 2.2.Tâches effectuées..... | 7 |
| 3.Schémas fonctionnels | 8 |
| 3.1.Schéma fonctionnel de premier degré..... | 8 |
| 3.2.Schéma fonctionnel de deuxième degré..... | 8 |
| 4.Études..... | 9 |
| 4.1.Alimentation..... | 9 |
| 4.2.Micro..... | 10 |
| 4.3.Amplification..... | 11 |
| 4.4.LM3915..... | 12 |
| 5.Réalisations..... | 14 |
| 5.1.Schéma électrique..... | 14 |
| 5.2.Association des empreintes..... | 15 |
| 5.3.Typon | 15 |
| 5.4.Carte réalisé..... | 16 |
| 5.5.Dysfonctionnement..... | 17 |
| 6.Carte finale..... | 18 |
| 7.Nomenclature..... | 19 |
| 7.1.Liste des composants | 19 |
| 7.2.Coût approximatif de la carte | 19 |
| Conclusion..... | 21 |
| Remerciements..... | 22 |
| Résumé..... | 23 |
| Table des illustrations..... | 24 |
| Annexes..... | 25 |

Introduction

Dans le cadre du projet d'étude et réalisation du semestre 4, je devais réaliser un projet de mon choix. J'ai choisi de réaliser un applaudimètre à leds. Le but de ce système est d'indiquer le niveau sonore ambiant.

Mon projet consiste donc à afficher le niveau sonore avec 10 leds variant selon l'intensité du bruit. J'ai fait le choix de ce projet car je voulais faire la réalisation complète d'un tel système.

Dans ce rapport, je vais présenter mon projet et sa réalisation en plusieurs parties. Dans la première partie, j'établirais le cahier des charges avec les différents objectifs du projet. La deuxième partie sera réservée à la planification des tâches avec le planning. Dans une troisième partie, je ferais le schéma fonctionnel de mon système. Une quatrième partie développera le détail de l'étude des différentes parties de mon projet. Une cinquième partie présentera la réalisation et les différents tests de ma carte. Je ferais une présentation de ma carte finale dans une sixième partie. La septième et dernière partie listera la nomenclature de mes composants, et indiquera le coût estimatif de mon projet.

1. Cahier des charges

Je vais établir dans ce cahier des charges les caractéristiques de mon projet. Il devra répondre à plusieurs critères :

- Indiquer un niveau sonore.
- Indiquer ce niveau à l'aide d'un bargraphe à leds.
- Être alimenté en 12 volts (réalisation d'une alimentation).
- Possibilité d'être alimenté avec une pile 9 volts.
- Un coût total ne dépassant pas 50 euros (contrainte imposée par l'IUT).

Par ce projet et ce cahier des charges, je me place dans un cadre se rapprochant le plus possible du monde de l'industrie et du monde professionnel. Plus loin, dans la troisième partie du dossier, les schémas fonctionnels de différents niveaux de mon projet, permettront de comprendre plus facilement le principe et les objectifs de mon projet.

2. Planification des tâches

2.1. Planning prévisionnel

| Séance | Semaine 37 | | Semaine 38 | | Semaine 39 | | Semaine 40 | | Semaine 41 | | Semaine 42 | | Semaine 43 | | Semaine 45 |
|---------------------------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Recherche du cahier des charges | Prévue | Prévue | | | | | | | | | | | | | |
| Acquisition des composants | | Réalisée | Prévue | | | | | | | | | | | | |
| Études et test | | | | Prévue | Prévue | Prévue | Prévue | | | | | | | | |
| Réalisations et mise au point | | | Réalisée | Réalisée | Réalisée | Réalisée | | Prévue | Prévue | Prévue | Prévue | | | | |
| Rapport | | | | | | | | | | | | Prévue | Prévue | Prévue | |
| Soutenance | | | | | | | | | | | | | | | Prévue |
| | | | | | | | | | | | | | | | Réalisée |

| | |
|---|------------------|
|  | Tâches prévues |
|  | Tâches réalisées |

Mon planning prévisionnel : Mes prévisions ont été respectées dans l'ensemble. J'ai cependant du reprendre l'étude de mon projet afin de résoudre les problèmes de la première carte réalisée.

2.2. Tâches effectuées

Voici les différentes tâches que j'ai effectué au cours des séances:

- Séance 1 :* Recherche et choix du sujet, rédaction du cahier des charges et du planning prévisionnel.
- Séance 2 :* Rédaction schéma fonctionnel de 1^{er} et 2^{ème} degré.
Recherche des composants nécessaire, et acquisition.
Début test du micro.
- Séance 3 :* Test du micro.
Début étude amplification.
- Séance 4 :* Étude amplification.
Début du schéma électrique sur KiCad.
- Séance 5 :* Schéma KiCad.
Recherche pour la création de composants sur KiCad.
Création du composant LM3915 sur KiCad.
- Séance 6 :* Fin du schéma électrique sur KiCad.
Association empreintes/composants sur KiCad.
Début routage sur KiCad.
- Séance 7 :* Fin routage sur KiCad.
- Séance 8 :* Tirage de la carte.
- Séance 9 :* Soudage composants.
- Séance 10 :* Fin soudage. Début test.
- Séance 11 :* Test de la carte. Réglage et résolution des problèmes.
- Séance 12 :* Modification du schéma électrique, des empreintes composants et du routage.
- Séance 13 :* Tirage de la nouvelle carte. Début soudage composants.
- Séance 14 :* Fin soudage. Test et réglage de la carte finale.

3. Schémas fonctionnels

3.1. Schéma fonctionnel de premier degré

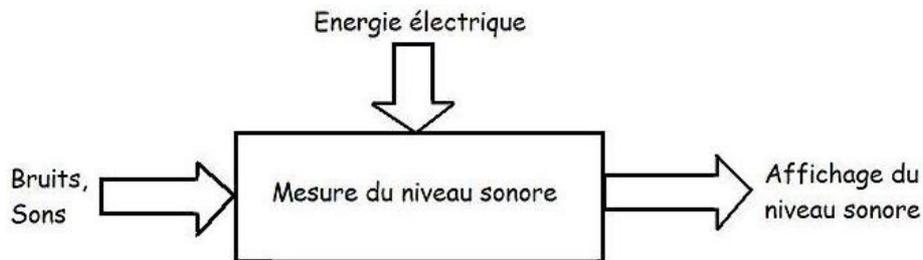


Illustration 1: Schéma bloc 1er degré

Le schéma fonctionnel de premier degré met en place la généralité de mon projet. Il exprime ce que va réaliser mon système, c'est-à-dire une mesure de niveau sonore et l'affichage avec des leds. Le système nécessitera une alimentation électrique.

3.2. Schéma fonctionnel de deuxième degré

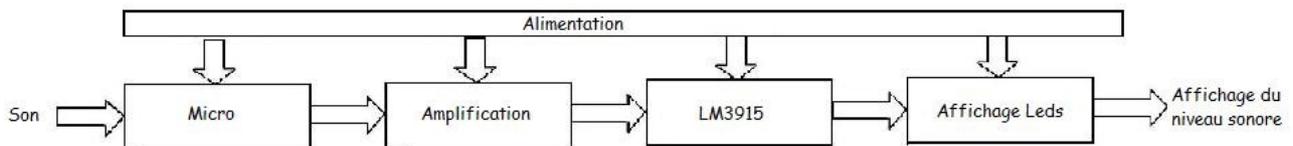


Illustration 2: Schéma bloc 2ème degré

Le schéma fonctionnel de deuxième degré traite mon système de façon plus détaillée avec une décomposition en plusieurs parties pour mettre en œuvre le projet. Il y a plusieurs blocs, un premier avec l'alimentation qui me permettra d'alimenter mon système avec une tension continue de 9V, un second bloc micro qui me permettra de « capter » le son, un troisième bloc amplification pour amplifier le signal du micro, un quatrième bloc avec le composant principale du montage le LM3915, et le cinquième et dernier bloc affichage avec les leds.

4. Études

Dans cette partie, je vais détailler l'étude de chaque bloc que j'ai réalisé durant mon projet. Je vais traiter successivement les différentes étapes de mon système afin d'expliquer et comprendre la fonction de chaque bloc.

4.1. Alimentation

Le but de ce bloc est de créer une tension continue de 12 volts pour alimenter toutes les autres parties de mon montage.

Le schéma fonctionnel de cette partie est le suivant :



Illustration 3: Schéma fonctionnel alimentation

Pour réaliser cette fonction j'ai décidé d'utiliser comme composant principal un régulateur de tension LM7812. J'ai étudié la documentation constructeur de ce composant (voir Annexe1). J'en ai tiré le schéma électrique suivant :

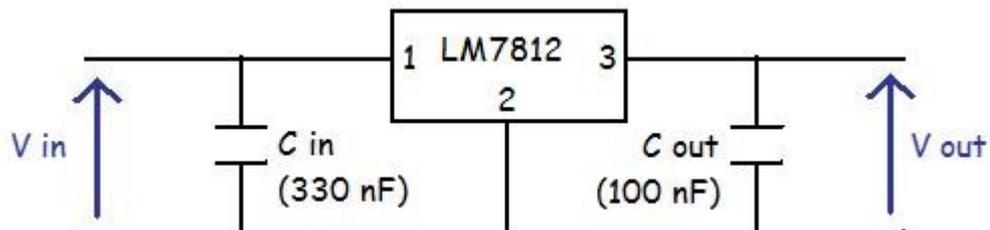


Illustration 4: Schéma électrique alimentation

Il faudra une tension V_{in} de 15 volts, j'utiliserai une alimentation de laboratoire. Et la tension de sortie V_{out} sera de 12 volts.

Dans un deuxième temps je me suis aperçus qu'une alimentation de 9 volts suffirait, et je voulais que le montage ne nécessite pas d'alimentation externe. J'ai donc décidé pour ma carte finale d'utiliser une pile carrée de 9volts pour alimenter directement le montage.

4.2. Micro

Il fallait maintenant trouver un capteur me fournissant une tension électrique variant en fonction du bruit.

Le schéma fonctionnel de cette partie est le suivant :

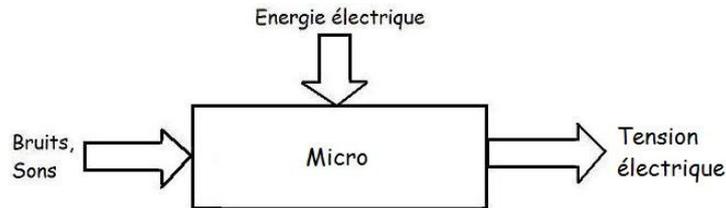


Illustration 5: Schéma fonctionnel micro

J'ai choisi d'utiliser un microphone à electret.

Ce genre de micro nécessite une alimentation. Voici le schéma électrique.

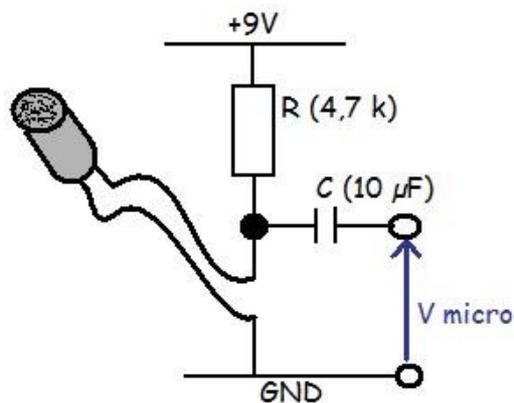


Illustration 6: Schéma électrique du micro

La tension V_{micro} varie en fonction du bruit. Cette tension varie peu (entre 0 et 100mV). Il faut donc amplifier ce signal.

Voici une photo pour voir à quoi ressemble ce genre de micro.

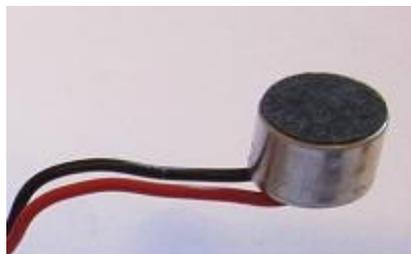


Illustration 7: Photo du micro

4.3. Amplification

Comme vu dans la partie précédente, la tension du micro étant faible, il est nécessaire de l'amplifier. De plus il est nécessaire de filtrer les très haute fréquence pour supprimer les parasites.

Le schéma fonctionnel de cette partie est le suivant :

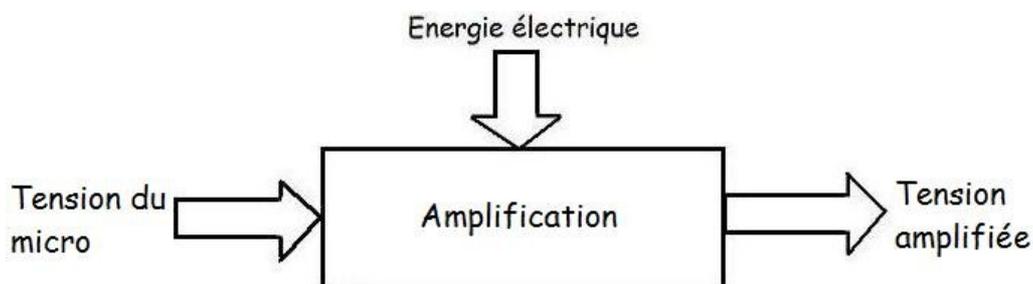


Illustration 8: Schéma fonctionnel amplificateur

La tension du micro varie entre 0 et 100 mV. On veut qu'elle varie entre 0 et 10 V. Il faudra donc l'amplifier de 100. Voici le schéma électrique du montage.

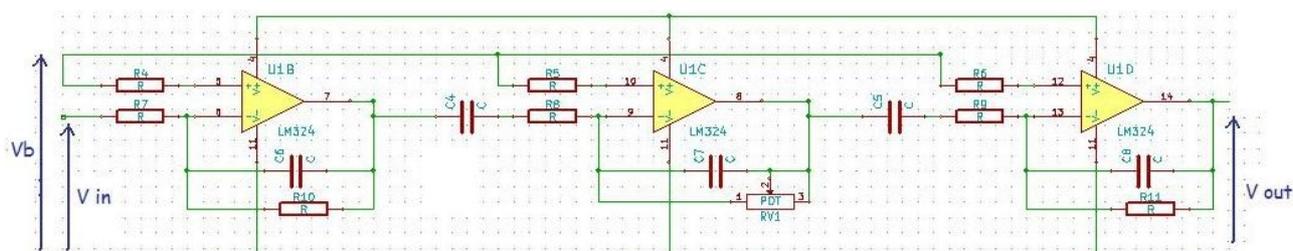


Illustration 9: Schéma électrique amplificateur

Le schéma est composé de 3 parties en cascade. Deux parties identiques amplifiant de 10 chacune, donc amplifiant de 100 au total. Et l'autre partie est d'amplification variable pour régler la sensibilité du montage.

Voici la fonction de transfert d'une partie de l'amplification. Les autres parties étant identique il suffit de multiplier l'amplification de chacune pour avoir l'amplification totale.

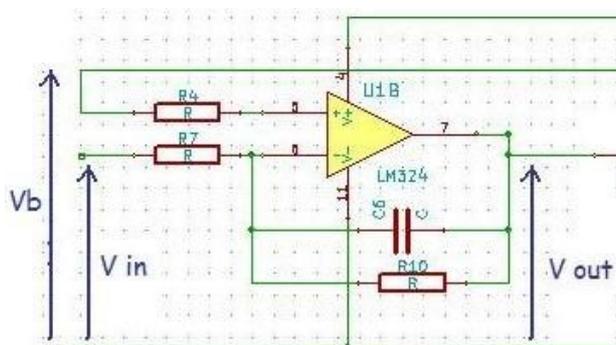


Illustration 10: Schéma électrique amplificateur

$$\text{Après calcul, on trouve : } V_{out} = V_b + (V_b - V_{in}) * \frac{R_{10}}{R_7 + j * R_7 * R_{10} * C_{10} * \omega}$$

Après calcul, j'ai trouvé une fréquence de coupure de 22 kHz. Voici le calcul.

$$f_c = \frac{\omega c}{2\pi} = \frac{1}{2\pi * RC} = 22 \text{ kHz}$$

Tous les parasites (fréquence supérieure à 22 kHz) seront éliminés.

La tension Vb est la tension d'alimentation divisée par deux. Pour la créer il suffit d'utiliser deux résistances de même valeur suivi d'un montage suiveur pour pouvoir tirer du courant.

Voici le schéma de la partie permettant de créer Vb.

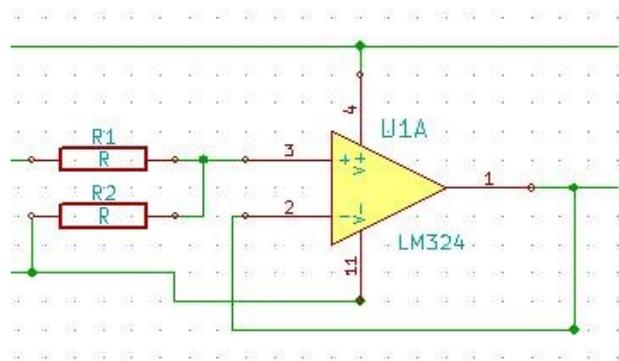


Illustration 11: Schéma électrique Vb

Pour toute cette partie amplification j'utiliserais un circuit intégré LM324 pour les AOp.

4.4. LM3915

A ce stade du projet, la question était de savoir comment traiter la tension analogique du micro. J'ai décidé d'utiliser un circuit intégré LM3915.

Le schéma fonctionnel de cette partie est le suivant :

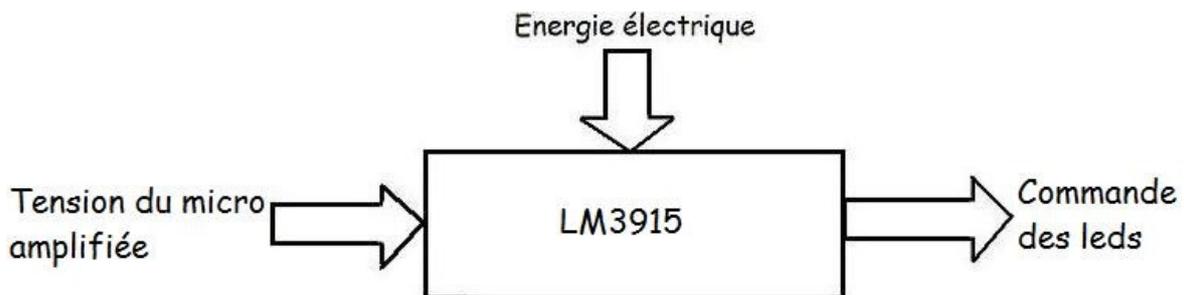


Illustration 12: Schéma fonctionnel LM3915

Ce composant est conçu pour piloter 10 leds. La patte 5 peut être vu comme l'entrée de ce bloc. On y relie la tension que l'on vient d'amplifier. Quand cette tension est nul, les 10 leds sont éteintes, et quand cette tension est égale à 10 volts, les 10 leds sont allumées. La variation entre ces deux cas extrêmes est logarithmique.

Pour la mise en œuvre de ce composant j'ai utilisé le schéma type donné dans la document constructeur du LM3915 (voir Annexe2).

La valeur de la résistance reliée à la patte 7 du composant sert à régler la valeur du courant dans les leds, selon la formule suivante:

$$I_{led} = \frac{12,5}{R} + \frac{V_{ref}}{2,2k} = \frac{12,5}{1000} + \frac{9}{2200} = 16,5 \text{ mA}$$

J'ai choisi de mettre une résistance R de 1 k Ohms car les leds que j'ai utilisé nécessitent un courant de 15 mA. J'ai utilisé une résistance R' relié a la patte 8 de 10 k Ohms, valeur normalisée se rapprochant le plus de celle de la documentation constructeur (8,8 k Ohms).

La patte 9 du LM3915 est soit reliée à la masse soit à l'alimentation pour sélectionner le mode « point a point » ou le mode « barre » pour l'affichage des leds.

Voici une photo explicative de ces deux modes d'affichages.

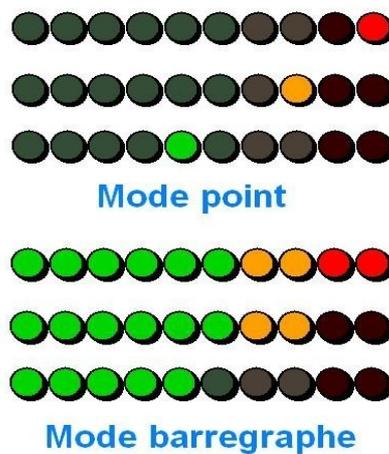


Illustration 13: mode point à point et barre

5. Réalisations

5.1. Schéma électrique

J'ai réalisé le schéma électrique complet de la carte à l'aide du logiciel KiCad, logiciel que j'ai appris à utiliser lors de ma formation à l'IUT, aux semestres précédent. Cela a simplifié ma démarche car je connaissais bien ce logiciel.

Cependant, j'ai rencontré une difficulté car le circuit intégré LM3915 que j'utilisais n'était pas dans les bibliothèques de KiCad. J'ai donc du créer ce composant sous KiCad afin d'obtenir tous les composants nécessaires à la création du schéma électrique de ma carte.

Le schéma électrique avec les différentes parties est présent ci-dessous :

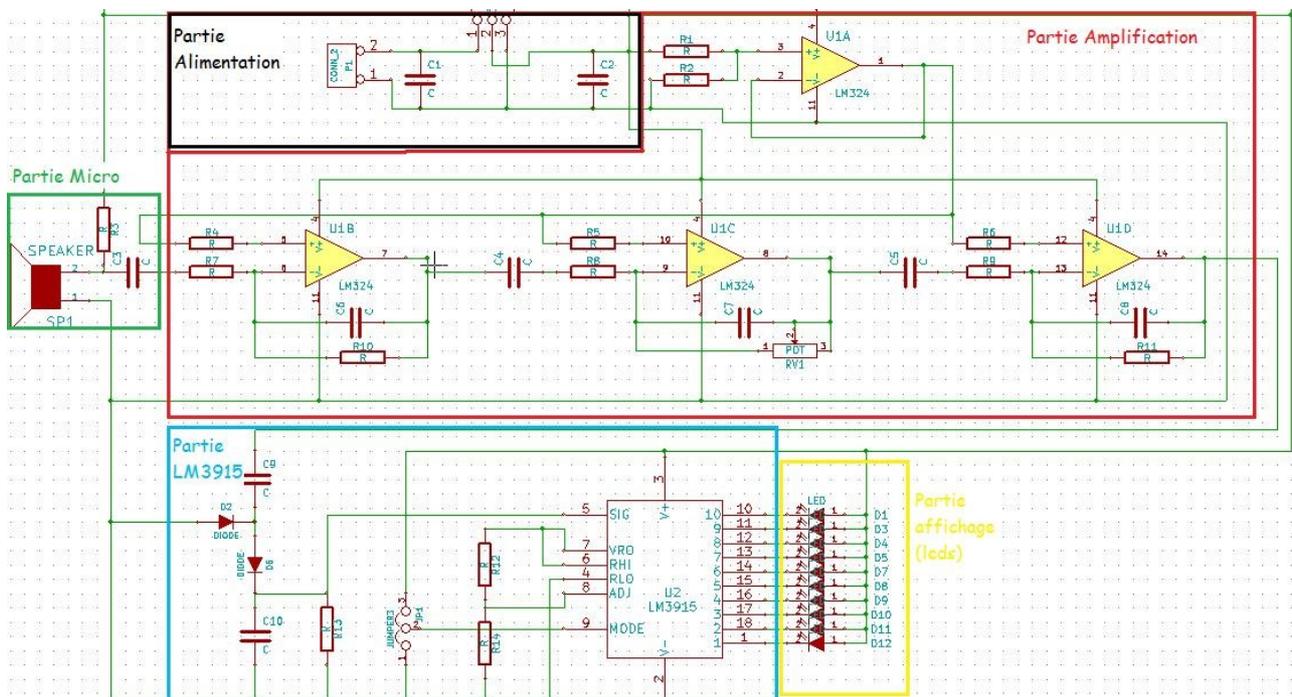


Illustration 14: Schéma électrique de la carte sous KiCad

5.2. Association des empreintes

Il m' a fallu associer une empreinte à chaque composant. Voici ci-dessous un tableau avec le nom de l'empreinte associée au nom du composant :

| | | |
|----|-------|-------------------------|
| 1 | C1 - | C : C2 |
| 2 | C2 - | C : C2 |
| 3 | C3 - | C : C2 |
| 4 | C4 - | C : C2 |
| 5 | C5 - | C : C2 |
| 6 | C6 - | C : C1 |
| 7 | C7 - | C : C1 |
| 8 | C8 - | C : C1 |
| 9 | C9 - | C : C2 |
| 10 | C10 - | C : C2 |
| 11 | D1 - | LED : LED-3MM |
| 12 | D2 - | DIODE : D3 |
| 13 | D3 - | LED : LED-3MM |
| 14 | D4 - | LED : LED-3MM |
| 15 | D5 - | LED : LED-3MM |
| 16 | D6 - | DIODE : D3 |
| 17 | D7 - | LED : LED-3MM |
| 18 | D8 - | LED : LED-3MM |
| 19 | D9 - | LED : LED-3MM |
| 20 | D10 - | LED : LED-3MM |
| 21 | D11 - | LED : LED-3MM |
| 22 | D12 - | LED : LED-3MM |
| 23 | JP1 - | JUMPER3 : bornier3 |
| 24 | K1 - | CONN_3 : TO220_VERT |
| 25 | F1 - | CONN_2 : R3 |
| 26 | R1 - | R : R3 |
| 27 | R2 - | R : R3 |
| 28 | R3 - | R : R3 |
| 29 | R4 - | R : R3 |
| 30 | R5 - | R : R3 |
| 31 | R6 - | R : R3 |
| 32 | R7 - | R : R3 |
| 33 | R8 - | R : R3 |
| 34 | R9 - | R : R3 |
| 35 | R10 - | R : R3 |
| 36 | R11 - | R : R3 |
| 37 | R12 - | R : R3 |
| 38 | R13 - | R : R3 |
| 39 | R14 - | R : R3 |
| 40 | RV1 - | POT : T092 |
| 41 | SP1 - | SPEAKER : PIN_ARRAY_2X1 |
| 42 | U1 - | LM324 : DIP-14_300_ELL |
| 43 | U2 - | LM3915 : DIP-18_300_ELL |

Illustration 15: Association empreinte composant

5.3. Typon

Une fois le schéma électrique réalisé et l'association des composants faite , j'ai pu réaliser le routage de la carte sous KiCad. Voici donc mon typon :

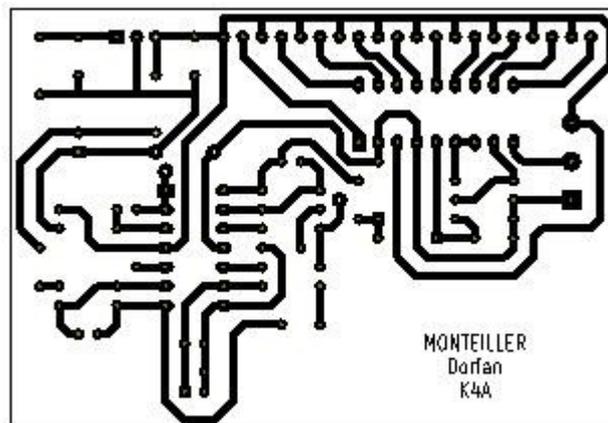


Illustration 16: Typon sous KiCad

5.4. Carte réalisé

Voici une photo de la carte gravée avec tous les composants soudés :

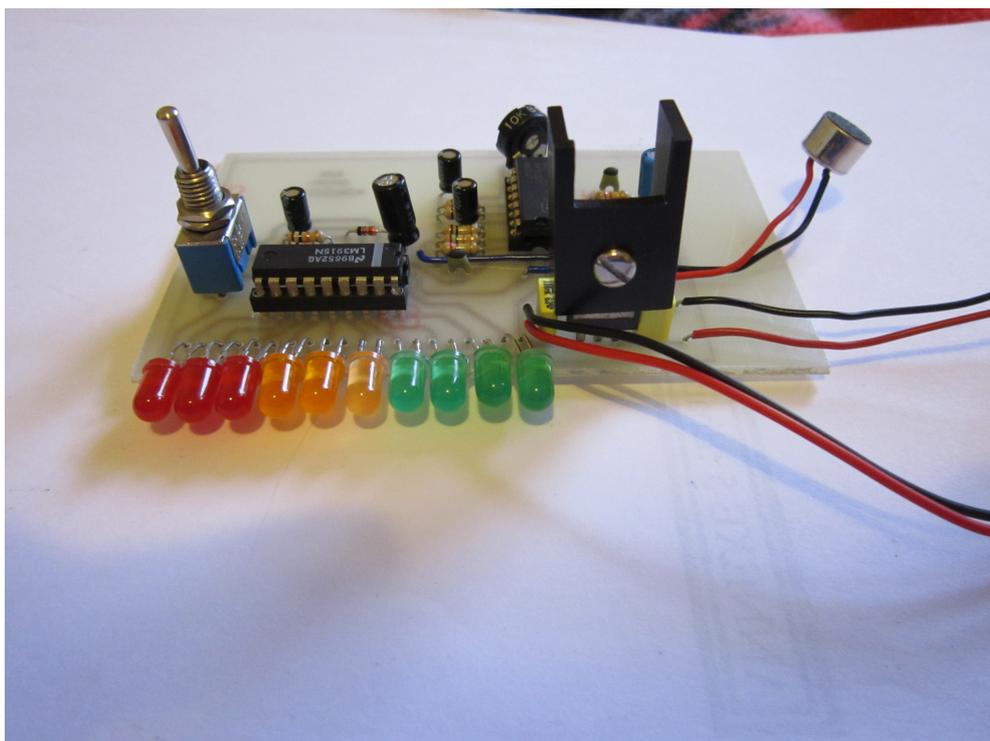


Illustration 17: Photo de la carte entière

Voici une autre photo de ma carte terminée avec ses différentes parties :

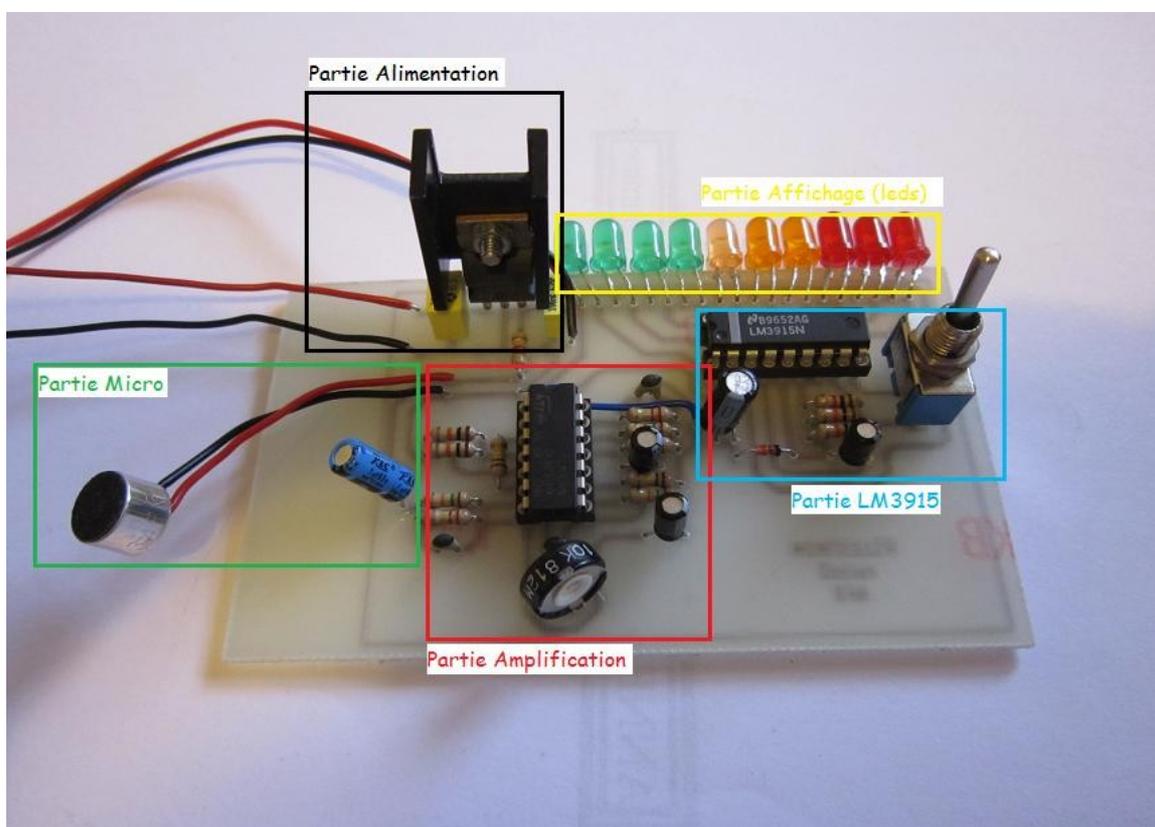


Illustration 18: Photo de la carte avec les parties

5.5. Dysfonctionnement

J'ai fait des test pour résoudre les quelques problèmes qu'avait ma carte. Voici un tableau résumant ces derniers :

| Problème | Causes possibles | Tests | Observations |
|---|--------------------------------------|--|--|
| Sensibilité beaucoup trop élevé et très dur à régler avec le potentiomètre. | Potentiomètre de trop grosse valeur. | Recalcule de la valeur du potentiomètre. Test avec un potentiomètre de valeur beaucoup plus faible. | Problème résolu. La sensibilité est correcte et on peut la régler convenablement. |
| En mode point, la led 9 reste allumée. | Problème de masse. | Rajout d'une masse. | Rien ne change |
| | Composant LM3915 | Remplacement. | Rien ne change |
| | Led défailante | Remplacement. | Rien ne change |
| | Tension d'alimentation | Essai avec 12 et 9V. | Rien ne change |
| | Pistes qui se touchent | Vérification. | Rien ne change |

6. Carte finale

La première carte réalisée fonctionnait correctement. Il me restait un peu de temps. J'ai donc décidé de refaire une carte finale. De plus quelques empreintes du typon ne correspondaient pas parfaitement. Je les ai donc modifiés. De plus j'ai supprimé la partie alimentation pour mettre une pile 9 volts.

Voici une photo de la carte finale :

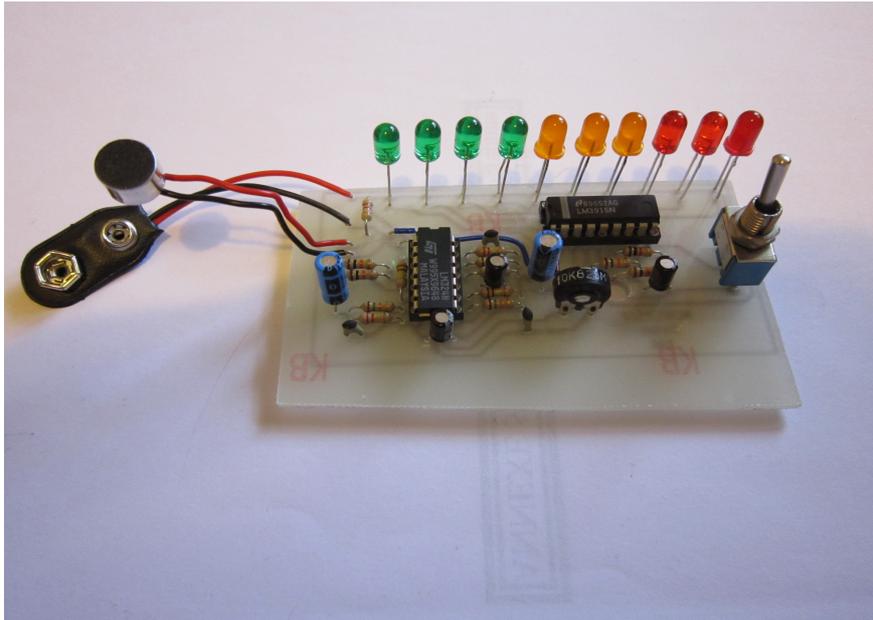


Illustration 19: Photo de la carte finale

J'ai ensuite mis la carte dans un boîtier pour rendre le système plus esthétique.



Illustration 20: Photo de la carte finale dans son boîtier

7. Nomenclature

7.1. Liste des composants

Lors de mon projet, j'ai utilisé les composants suivants :

- LM3915
- LM324
- leds vertes
- leds oranges
- leds rouges
- interrupteur
- potentiomètre (10 k Ohms)
- résistances (1k, 4,7k 10k, 15k, 100k, 220k)
- condensateurs (33p, 1 μ , 4,7 μ , 10 μ)
- diodes(1N4148)
- micro

7.2. Coût approximatif de la carte

| Composants | Quantité | Prix unitaire € (T.T.C.) | Prix total € |
|---------------|----------|--------------------------|--------------|
| LM3915 | 1 | 2,12 | 2,12 |
| LM324 | 1 | 0,63 | 0,63 |
| Leds | 10 | 0,21 | 2,1 |
| Interrupteur | 1 | 0,57 | 0,57 |
| Potentiomètre | 1 | 0,45 | 0,45 |
| Condensateur | 8 | 0,13 | 1,04 |
| Résistance | 14 | 0,03 | 0,42 |
| Diode | 2 | 0,12 | 0,24 |
| Micro | 1 | 1,14 | 1,14 |
| | | Total : | 8,71 € |

L'aspect financier de mon projet rentre bien dans les contraintes imposées par l'IUT. En effet, j'ai réussi à réaliser une carte prototype pour la somme d'environ 10€.

Conclusion

La réalisation de ce projet m'a placé dans un contexte professionnel, c'est-à-dire que j'ai vu les enjeux qu'impose la réalisation d'un projet en général. En effet, j'ai dû réaliser un projet du début à son achèvement en ayant à surmonter plusieurs difficultés et à faire face à des contraintes, la première fût le temps de réalisation du projet et les limites imposées des frais de réalisation. Par ces contraintes j'ai pu comprendre les difficultés et les enjeux des expérimentations dans le monde de l'industrie. La réalisation d'un tel projet m'a été bénéfique à plusieurs niveaux.

J'ai mis en place mon propre cahier des charges, ceci m'a permis de poser les bases de mon projet et de faire face à ses contraintes. Rétrospectivement, on voit que les critères de ce cahier ont été respectés et menés à bien.

J'ai toutefois prévu des améliorations possibles à mon projet pour peut-être un jour le mettre en vente. Je pourrais optimiser la carte, et la faire plus petite avec des composants CMS¹.

Le bilan que je peux faire de la réalisation d'un tel projet est qu'il m'a permis de mettre en application les bases que j'ai acquises de façon théorique au cours de ma formation.

Dans le but de pouvoir vendre mon projet sur le marché, je pourrais mettre en avant le fait que je ne l'ai réalisé que grâce à mes connaissances et mes recherches. Ils me serait donc facile de le moduler en fonction de la demande puisque j'en suis le propre créateur.

¹ Composants montés en surface

Remerciements

Je tiens d'abord à remercier toute l'équipe enseignante de l'IUT GEII de Tours. Car c'est grâce à leur savoir qu'ils m'ont transmis tout au long de ces deux dernières années, que j'ai pu réaliser un tel projet.

En particulier :

-Monsieur Thierry LEQUEU, pour m'avoir encadré et conseillé sur mon projet durant les séances d'Études et Réalisations.

-Monsieur Richard Vautier, pour son accueil au magasin, ses conseils sur les composants et sa patience.

J'adresse une fois de plus un grand merci à toutes ces personnes, sans qui je n'aurais pas pu réaliser mon projet.

Résumé

Au cours de ce développement, j'ai vu dans un premier temps le cahier des charges c'est-à-dire que j'ai établi les limites et objectifs de mon projet. J'ai ensuite planifié mon travail de manière à pouvoir être efficaces. Afin d'exprimer plus clairement le cahier des charges, j'ai vu le projet sous forme de schéma. Ceci m'a permis tout au long de ce rapport de toujours me recentrer sur l'objectif principal.

Ensuite, j'ai vu la partie étude qui a mis en place de façon théorique les contraintes de mon projet à respecter. J'ai détaillé chaque partie de manière à traiter de façon progressive la théorie de mon projet.

Suite à cela, j'ai mis en pratique les objectifs que j'ai établis auparavant, ce qui correspond à la partie réalisation de mon dossier, afin de voir le jour de mon applaudimètre.

Tout cela m'a mené à concrétiser la carte que j'ai réalisée avec une vision précise et globale de chaque partie de mes études et réalisations. De plus j'ai pu constater que mon projet s'inscrivait dans les limites financières imposées.

(195 mots)

Bibliographie

http://www.sonelec-musique.com/electronique_realisations_applaudimetre_001.html

Site consulté le 10 novembre 2012

<http://www.astuces-pratiques.fr/electronique/vumetre-10-led-a-lm3915>

Site consulté le 10 novembre 2012

Table des illustrations

| | |
|---|----|
| Illustration 1: Schéma bloc 1er degré..... | 8 |
| Illustration 2: Schéma bloc 2ème degré..... | 8 |
| Illustration 3: Schéma fonctionnel alimentation..... | 9 |
| Illustration 4: Schéma électrique alimentation..... | 9 |
| Illustration 5: Schéma fonctionnel micro..... | 10 |
| Illustration 6: Schéma électrique du micro..... | 10 |
| Illustration 7: Photo du micro..... | 10 |
| Illustration 8: Schéma fonctionnel amplificateur..... | 11 |
| Illustration 9: Schéma électrique amplificateur..... | 11 |
| Illustration 10: Schéma électrique amplificateur..... | 11 |
| Illustration 11: Schéma électrique Vb..... | 12 |
| Illustration 12: Schéma fonctionnel LM3915..... | 12 |
| Illustration 13: mode point à point et barre..... | 13 |
| Illustration 14: Schéma électrique de la carte sous KiCad..... | 14 |
| Illustration 15: Association empreinte composant | 15 |
| Illustration 16: Typon sous KiCad..... | 15 |
| Illustration 17: Photo de la carte entière..... | 16 |
| Illustration 18: Photo de la carte avec les parties..... | 16 |
| Illustration 19: Photo de la carte finale..... | 18 |
| Illustration 20: Photo de la carte finale dans son boîtier..... | 18 |

Annexes

ANNEXE 1 :Régulateur LM7812

ANNEXE 2 :LM3915

ANNEXE 3 :LM324

ANNEXE 1 :Régulateur LM7812

ANNEXE 2 : LM3915

ANNEXE 3 : LM324