

UNIVERSITÉ FRANÇOIS RABELAIS
INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE DE TOURS
DÉPARTEMENT GÉNIE ÉLECTRIQUE ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLE



AMPLIFICATEUR STÉRÉO

ÉTUDE & RÉALISATION

Kilian DROUILLET
Fabien ROUSSEAU
2ème année K4A
2012 - 2014

Étude & Réalisation
Thierry LEQUEU
Philippe AUGER

UNIVERSITÉ FRANÇOIS RABELAIS
INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE DE TOURS
DÉPARTEMENT GÉNIE ÉLECTRIQUE ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLE

AMPLIFICATEUR STÉRÉO

ÉTUDE & RÉALISATION

Kilian DROUILLET
Fabien ROUSSEAU
2ème année K4A
2012 - 2014

Étude & Réalisation
Thierry LEQUEU
Philippe AUGER

SOMMAIRE

Introduction.....	4
1.Travail en équipe.....	5
1.1.Planning.....	5
1.2.Répartition des tâches.....	6
2.Étude.....	7
2.1.Montage général.....	7
2.2.Carte d'alimentation du montage (transformateur torique).....	8
2.3.Entrée de la carte d'amplification.....	9
2.4.Sortie de la carte d'amplification.....	10
2.5.Élément central de la carte d'amplification (Le TDA 7293).....	11
3.Réalisation.....	12
3.1. Premier typon de la carte d'amplification.....	12
3.2. Deuxième typon de la carte d'amplification.....	13
3.3.Troisième typon de la carte d'amplification.....	14
3.4.Typon de la carte d'alimentation.....	15
4.Essais et validation.....	16
4.1.La carte d'alimentation.....	16
4.2.La carte d'amplification.....	19
4.3.Montage complet.....	20
Nomenclature et prix des composants.....	21
Conclusion.....	22
Résumé.....	23
Bibliographie.....	24
Index des mots clefs.....	25
Index des illustrations.....	26

INTRODUCTION

Passionné de guitare et de musique, Fabien ROUSSEAU a sollicité Kilian DROUILLET pour élaborer un amplificateur audio.

Aujourd'hui, il existe 3 principales possibilités pour réaliser un amplificateur audio.

- Amplificateur audio à base d'AOP¹
- Amplificateur audio à base de transistors
- Amplificateur audio à lampes

L'amplificateur à lampes est le plus coûteux de tous les types d'amplificateurs. Malgré tout, c'est celui qui offre un meilleur rendu audio de très bonne qualité et un son de distorsion plus arrondi.

L'amplificateur à base de transistors est déjà moins coûteux que les amplificateurs à lampes avec un rendu audio de très bonne qualité. Néanmoins, pour la distorsion en fréquences, la qualité du son est mitigée.

L'amplificateur à base d'AOP est le moins coûteux mais c'est aussi celui qui possède la moins bonne qualité. En effet, le rendu audio est de mauvaise qualité mais acceptable. Il en est de même pour la distorsion.

Nous devons avec une enveloppe de 100€ maximum créer un amplificateur audio stéréo branché sur le secteur, avec en entrée une prise jack de 3,5mm². L'amplificateur devant être alimenté sur le secteur, avec des haut-parleurs de 8ohms.

De plus, il est prévu d'ajouter un contrôle de l'amplificateur avec un micro-contrôleur pour commander le son, la mise en marche et l'arrêt si le temps nous le permet.

Pour cela, nous disposons de sept semaines à raison de sept heures par semaine.

Nous avons donc choisi de réaliser l'amplificateur audio à transistors. En effet, sa mise en place est beaucoup moins complexe que l'amplificateur à lampes et beaucoup moins cher. De plus, la majeure partie des composants étaient présents au magasin, ce qui nous a permis de ne pas dépendre du temps de livraison.

1 AOP : Amplificateur opérationnel.

2 Prise jack de 3,5mm : Aussi appelé mini-jack, prise d'écouteur conventionnelle.

1. TRAVAIL EN ÉQUIPE

1.1. PLANNING

Amplificateur stéréo à base de TDA7293											
Semaine	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
Recherche											
Achat											
Recherche des solutions											
Schéma bloc											
Kicad											
Implantation											
Debugs											
Finalisation											
Dossier											

Prévisionnel	
Réalisé	

Illustration 1: Planning général

Sur le planning général (ci-dessus), nous pouvons voir que la partie recherche des composants n'a pas posé de problème. De plus, la réception de ces derniers a été assez rapide, car il n'aura fallu que seulement 2 semaines.

Ensuite, la conception ainsi que les schémas blocs fonctionnels ont été réalisés très rapidement.

Quant à la partie typon et l'implantation des composants, on remarque que nous avons perdu énormément de temps. Nous détaillerons ces problèmes plus loin.

Enfin, les tests et les debugs³ ont été commencé en avance mais nous ont pris beaucoup de temps et nous ont donc pas permis de gagner du temps.

En résumé, le planning n'a pas été complètement respecté. En effet, nous avons pris de l'avance lors de l'achat et la recherche, que nous avons perdu par la suite pour la réalisation des typons. Mais le délai final est respecté.

³ Debugs : Phase d'un projet consistant à résoudre les dysfonctionnements.

1.2. RÉPARTITION DES TÂCHES

	Fabien	Kilian
Recherche		
Achat		
Recherche des solutions		
Schéma bloc		
Kicad		
Implantation		
Debugs		
Finalisation		
Dossier		

Illustration 2: Répartition des tâches

L'illustration ci-dessus représente la répartition des tâches tout au long du projet. Toutes les cases sont coloriées. En effet, notre montage comportant deux cartes nous nous sommes donc partagé les tâches pour ces deux cartes.

À noter que Fabien s'est moins occupé de la partie achat des composants compensé par un la rédaction du dossier.

2. ÉTUDE

2.1. MONTAGE GÉNÉRAL

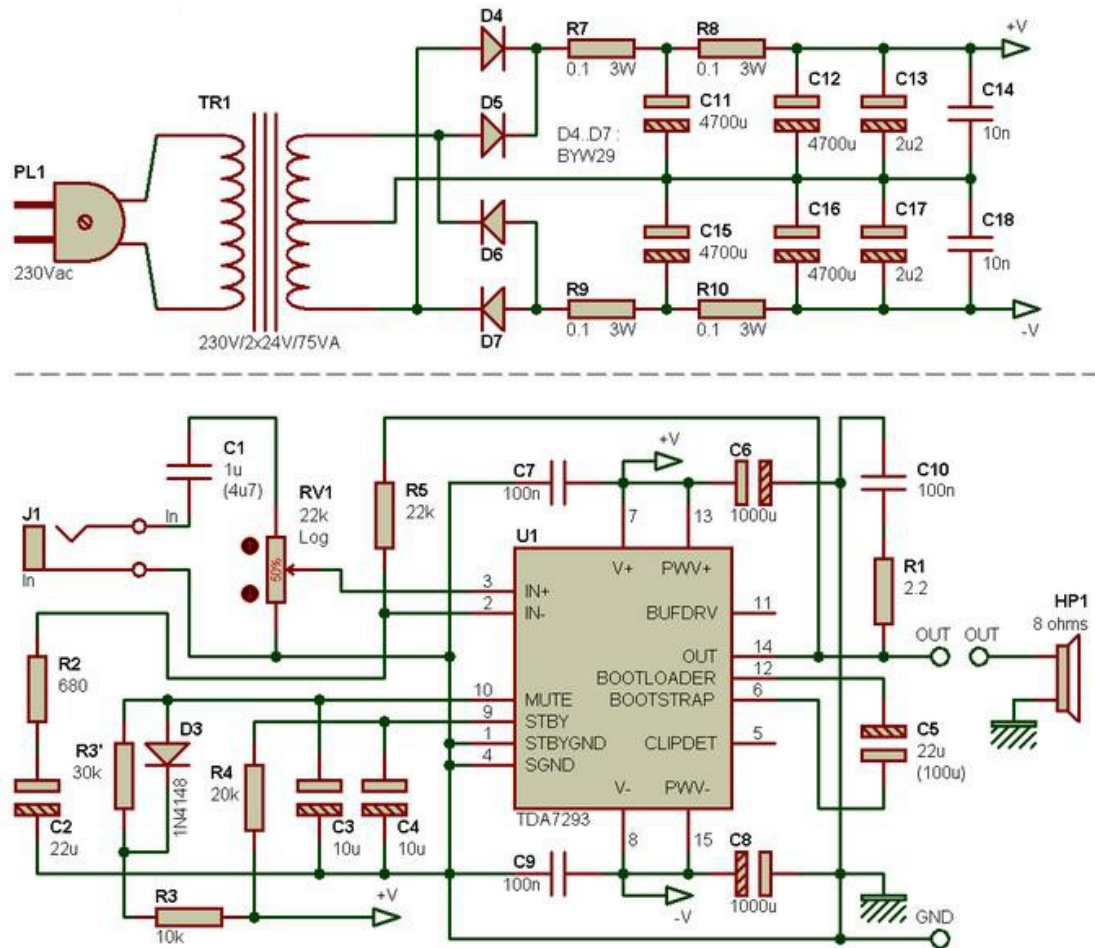


Illustration 3: Schéma global du montage

Le schéma ci-dessus représente le montage global. Nous pouvons voir deux parties du montage. Une partie alimentation et une partie amplification.

2.2. CARTE D'ALIMENTATION DU MONTAGE (TRANSFORMATEUR TORIQUE)

L'alimentation du montage s'effectue via un transformateur torique⁴ 230V/2x25/80VA. Avant toute utilisation de celui-ci, nous avons dû repérer et ainsi définir les fils pour avoir un 0V, un +25V et un -25V. Pour cela, nous avons utilisé la documentation technique.

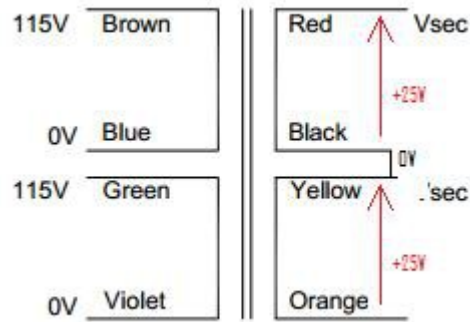


Illustration 4: Schéma de principe du transformateur torique

Sur notre schéma, nous étions censés utiliser un transformateur torique 230V/2x24/75VA, pour un canal, alors que nous utilisons un 2x25 avec une puissance active de 80VA. En effet, pour ne pas dépendre des contraintes de livraison, nous sommes allés au magasin chercher un transformateur de récupération.

À l'entrée du montage d'alimentation, nous avons choisi des diodes BYW29 qui sont des diodes à recouvrement rapide. Ce sont des diodes de puissance qui permettent de créer un pont de diode et ainsi faire du redressement.

Les résistances de 0,1 ohm 6Watts ont ici deux rôles. Elles permettent d'une part de limiter le courant dans les diodes de redressement au moment de la mise sous tension (les condensateurs de filtrage se comportent comme des court-circuits lorsqu'ils sont déchargés).

D'autre part, elles améliorent le filtrage de l'ondulation résiduelle. Néanmoins, ces résistances sont facultatives mais nous avons trouvé dommage de s'en priver.

Enfin, en sortie nous avons nos deux tensions $+25\sqrt{2}V$ et $-25\sqrt{2}V$.

⁴ Transformateur torique : Transformateur à faible rayonnement souvent utilisé dans l'audio.

2.3. ENTRÉE DE LA CARTE D'AMPLIFICATION

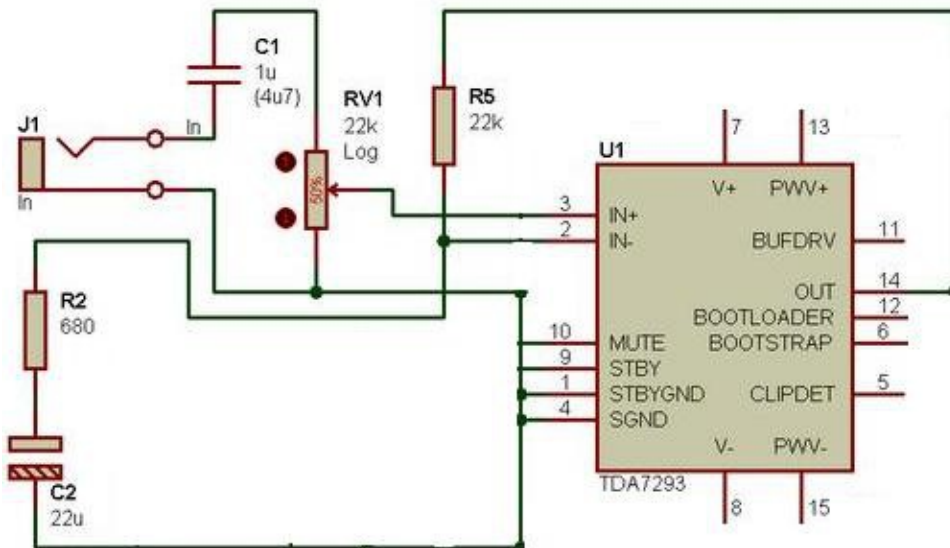


Illustration 5: Schéma de l'entrée de la carte d'amplification

L'entrée du montage est effectuée à l'aide d'une prise jack 3,5mm reliée à l'entrée de chaque carte d'amplification. Le potentiomètre va permettre de prélever une fraction plus ou moins grande du signal d'entrée et l'injecter dans le TDA 7293. De plus, les composants R2 et R5 forment ici une contre-réaction qui fixe le gain de l'ensemble du montage.

2.4. SORTIE DE LA CARTE D'AMPLIFICATION

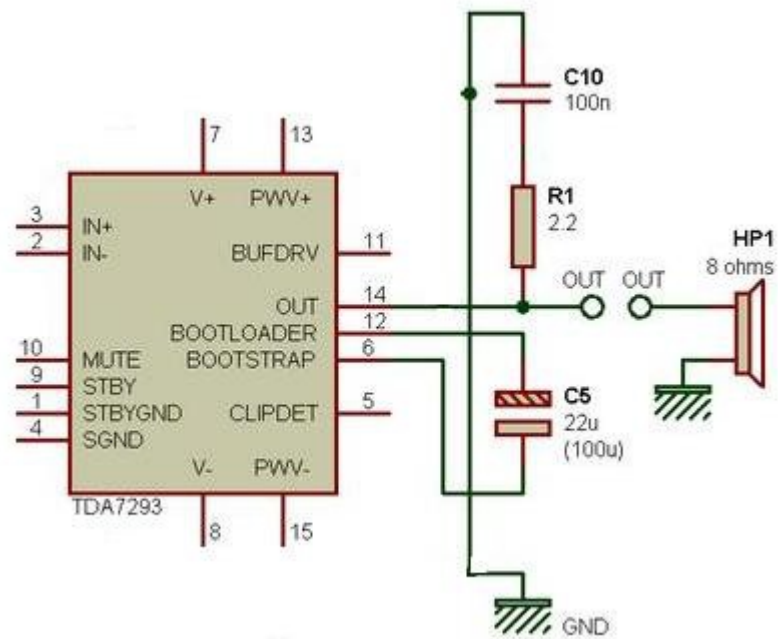


Illustration 6: Schéma de la sortie de la carte d'amplification

En sortie, nous sommes directement reliés à notre haut parleur en passant par un condensateur qui empêchera le courant continu d'aller dans celui-ci.

2.5. ÉLÉMENT CENTRAL DE LA CARTE D'AMPLIFICATION (LE TDA 7293)

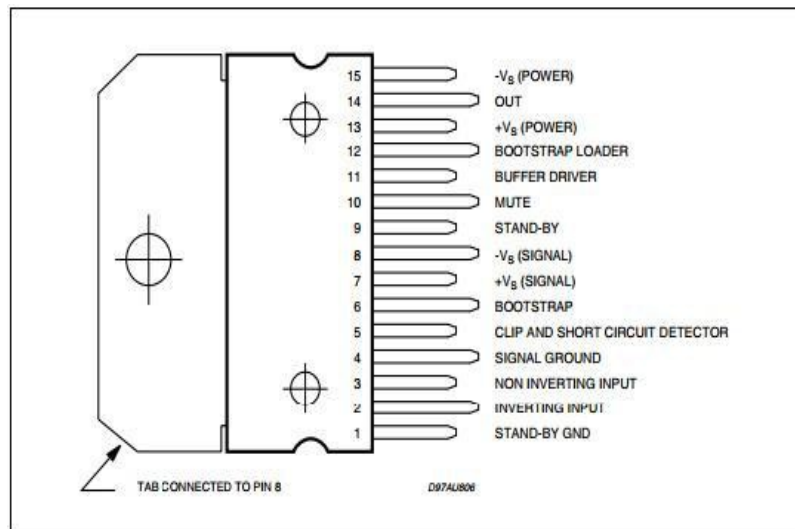


Illustration 7: Schéma du TDA 7293

Ci dessus nous pouvons voir l'élément central du montage (le TDA⁵ 7293).

Patte 1 : Le STAND-BY GND est la référence pour la fonction STAND-BY.

Patte 2 : Le INVERTING INPUT est l'entrée moins du TDA.

Patte 3 : Le NON INVERTING INPUT est l'entrée plus du TDA.

Patte 4 : SIGNAL GROUND est la référence du signal d'entrée.

Patte 5 : CLIP AND SHORT CIRCUIT DETECTOR est un détecteur de court-circuits.

Patte 6: Le BOOTSTRAP augmente la tension en cas de chute sur la sortie.

Patte 7 : +VS(SIGNAL) pour le signal de l'entrée.

Patte 8 : -VS(SIGNAL) pour le signal de l'entrée.

Patte 9 : Le STAND-BY va permettre de rendre inactif le montage.

Patte 10 : Le MUTE permet de rendre muet le montage.

Patte 11 : BUFFER DRIVER est utilisé quand on met en cascade deux TDA.

Patte 12 : BOOTSTRAP LOADER permet d'utiliser la pleine échelle de l'alimentation.

Patte 13 : +VS(POWER) pour l'alimentation du montage.

Patte 14 : OUT est la sortie du montage.

Patte 15 : -VS(POWER) pour l'alimentation du montage.

5 TDA : Transistor DMOS Amplifier

3. RÉALISATION

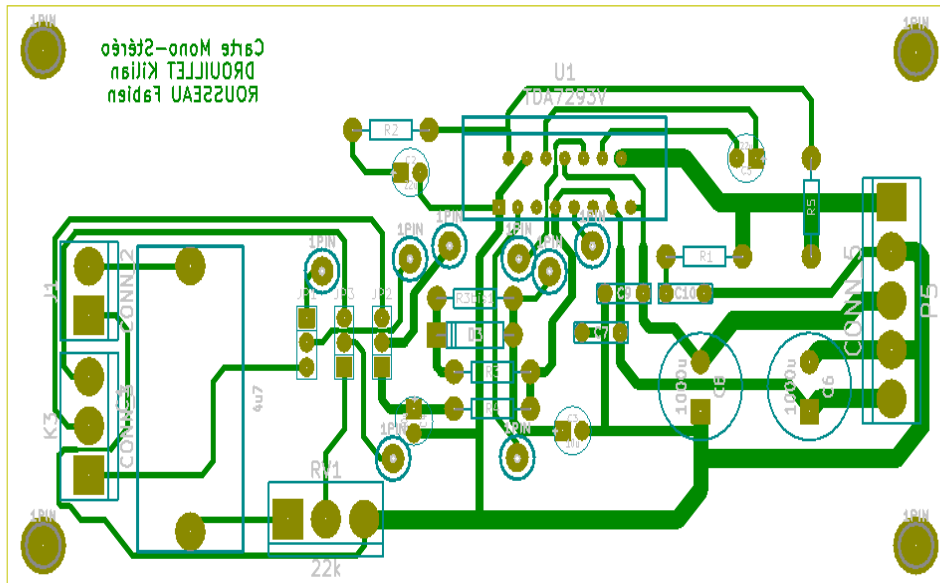


Illustration 8: Premier typon de la carte d'amplification avec KiCad

3.1. PREMIER TYPON DE LA CARTE D'AMPLIFICATION

Ci-dessus, nous pouvons voir le premier typon que nous avons réalisé.

Nous avons placé le TDA 7293 en haut de cette carte pour pouvoir y ajouter un dissipateur thermique (en effet, le TDA 7293 chauffe).

L'entrée de l'alimentation, l'entrée du signal et la sortie de la carte se font à l'aide de connecteurs.

De plus, le potentiomètre RV1 est positionné de façon à prévoir une éventuelle mise en boîte. Il en est de même pour les quatre pastilles qui permettrons de fixer la carte dans une boîte.

Enfin, les pistes pour l'alimentation positive et négatif du circuit ont été grossies du fait du fort courant qui les traverse.

Nous avons oublié d'ajouter sur ce circuit un plan de masse pour diminuer les bruits.

3.2. DEUXIÈME TYPON DE LA CARTE D'AMPLIFICATION

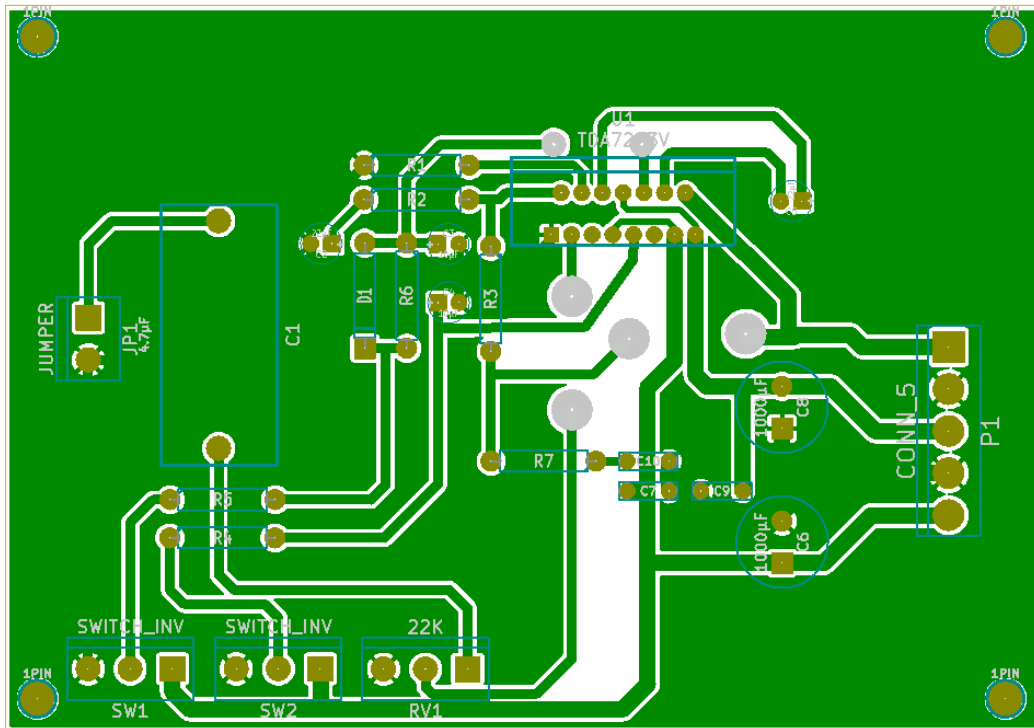


Illustration 9: Deuxième typon de la carte d'amplification avec KiCad

Par la suite, nous avons réalisé un deuxième typon de la carte d'amplification suite au non fonctionnement de la première. Nous allons ici retrouver les mêmes composants que dans la précédente version mais avec un agencement différent.

Le plan de masse permet de diminuer les bruits.

3.3. TROISIÈME TYPON DE LA CARTE D'AMPLIFICATION

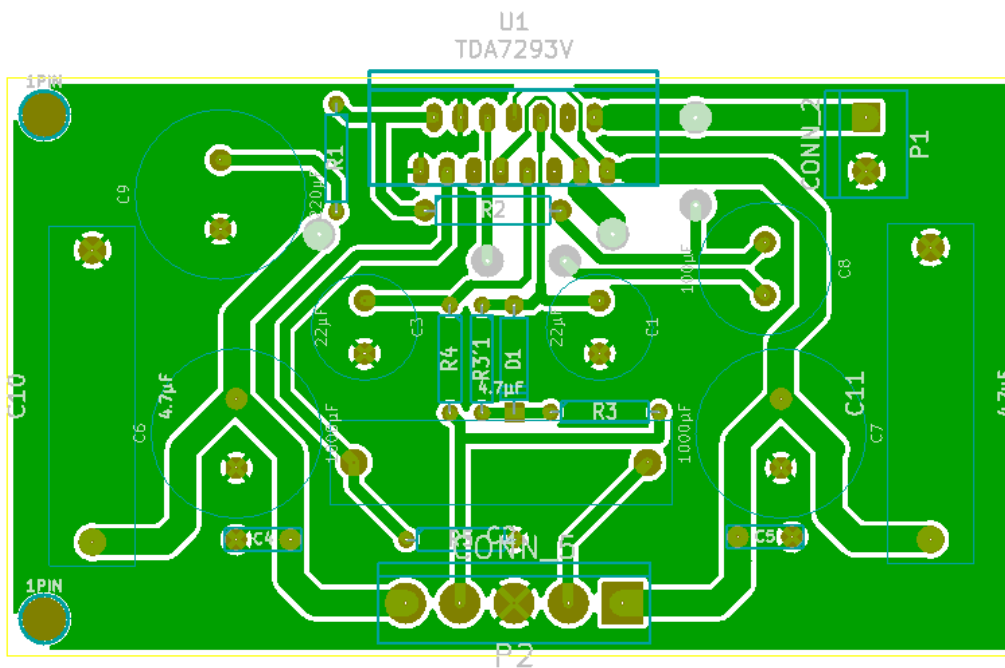


Illustration 10: Troisième typon de la carte d'amplification avec KiCad

Pour la partie amplification, nous avons dû réaliser un troisième typon.

En effet, nous avons décidé d'ôter des composants afin de rendre plus simple notre montage. Malgré tout, les composants principaux sont toujours là (TDA 7293, les borniers pour l'alimentation et le signal d'entrée).

Nous retrouvons aussi le plan de masse pour éviter toutes perturbations.

3.4. TYPON DE LA CARTE D'ALIMENTATION

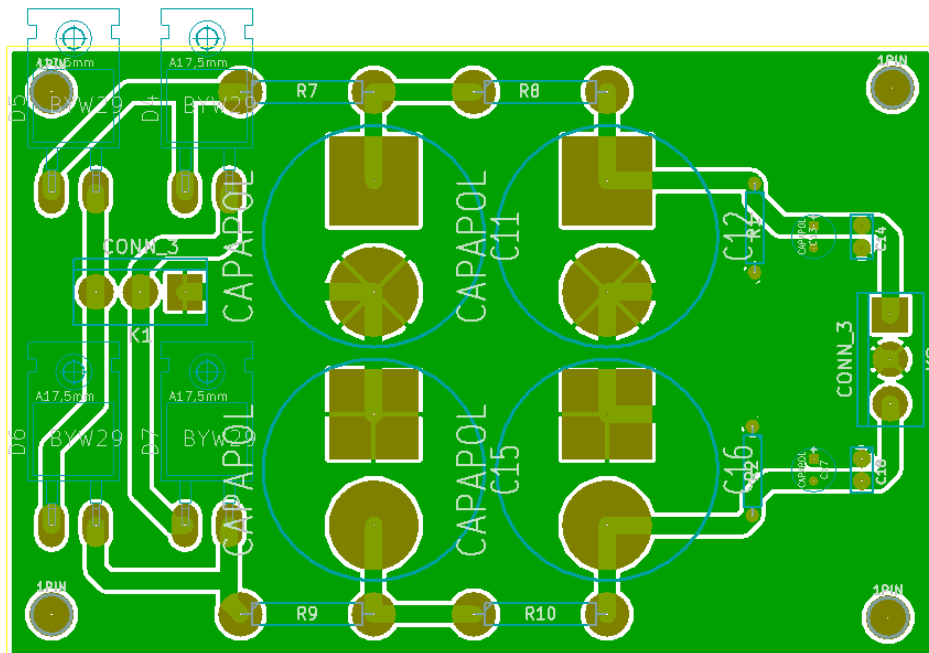


Illustration 11: Typon de la carte d'alimentation avec KiCad

Pour la carte d'alimentation du montage, nous avons réalisé une seule carte (En réalité trois fonctionnelles mais refait pour une disposition finale symétrique).

Nous pouvons voir les quatre diodes qui forment le pont de diode. Les condensateurs sont collés les uns aux autres pour une « miniaturisation » de la carte.

Les deux borniers permettent l'alimentation, l'un sert de liaison avec le transformateur torique et l'autre pour alimenter la carte d'amplification.

Enfin, on peut noter que la carte n'est pas parfaitement symétrique (bornier pour le transformateur torique). Ceci est voulu, car les fils venant du transformateur sont des fils rigides, 2,5mm² de section, qui prennent un peu de place.

4. ESSAIS ET VALIDATION

4.1. LA CARTE D'ALIMENTATION

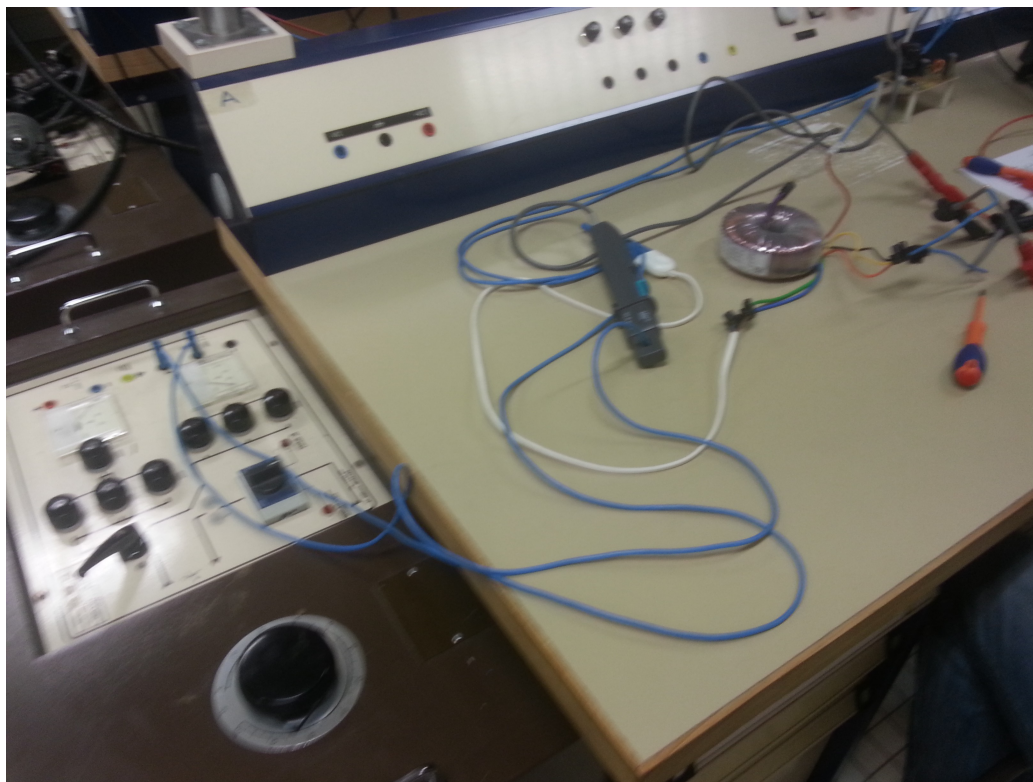


Illustration 12: Photographie du test de la carte d'alimentation

Lors de cet essai nous étions amenés à tester notre carte d'alimentation. Comme nous utilisons un transformateur torique branché au secteur 230V, nous avons décidé de le brancher sur une machine qui permet d'augmenter progressivement la tension. De plus, notre montage est recouvert de plaques de plastiques transparentes (caisson d'isolement) pour anticiper tout dysfonctionnement.

En conclusion de ce test, nous avons réussi à arriver à 230V et nous avons obtenu les courbes suivantes.

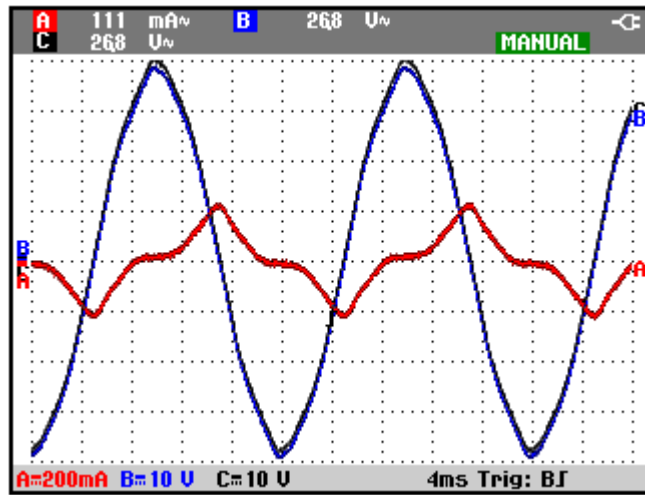


Illustration 13: Image du test de la carte d'alimentation avec le transformateur à vide

Nous pouvons voir grâce au relevé de l'oscilloscope que nous avons une tension de 26,8V (supérieure au 25V voulu mais qui ne pose pas de problèmes) et 111mA avec le transformateur à vide.

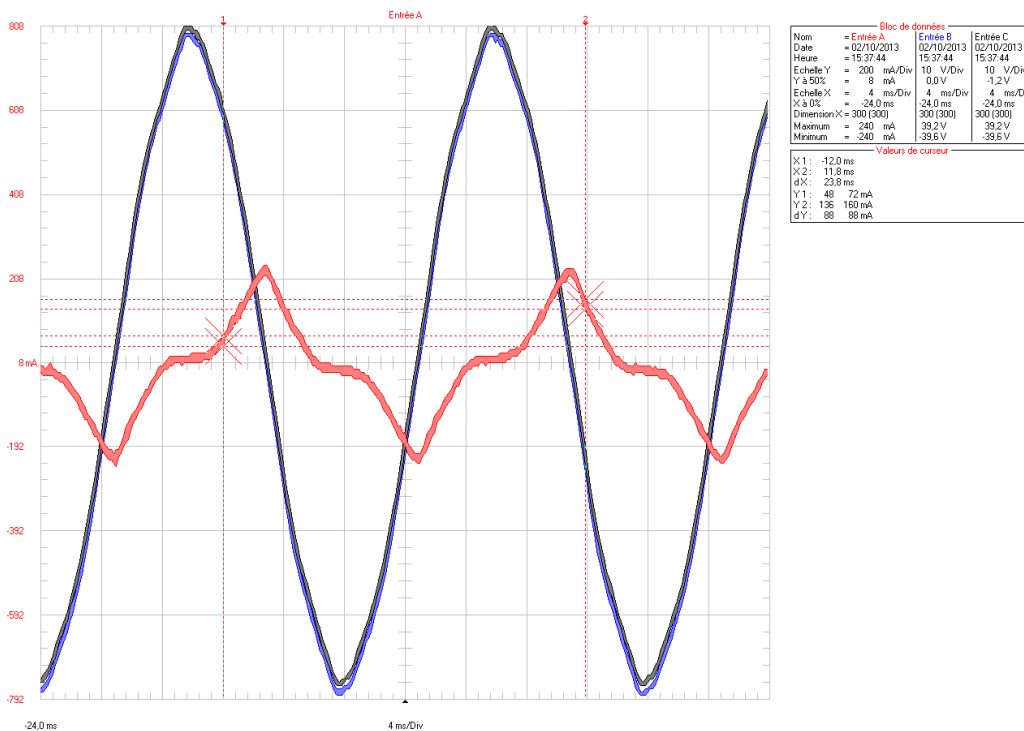


Illustration 14: Image du test de la carte d'alimentation avec le transformateur à vide avec FlukeView

La courbe ci-dessus est une fonction du logiciel FlukeView, qui permet de faire des mesures plus précise sur notre courbe à l'aide de curseurs.

Ces informations ne sont malheureusement pas visibles sur ce document mais nous avons relevé 240 mA pour le courant et 39,2V pour la tension avec le transformateur à vide.

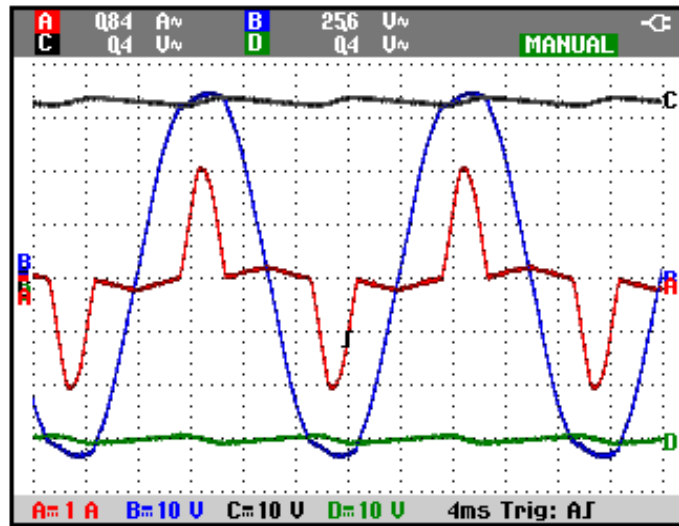


Illustration 15: Image du test de la carte d'alimentation avec le transformateur en charge

Ensuite, nous avons fait la même chose que précédemment mais avec le transformateur en charge (voir l'illustration ci-dessus).

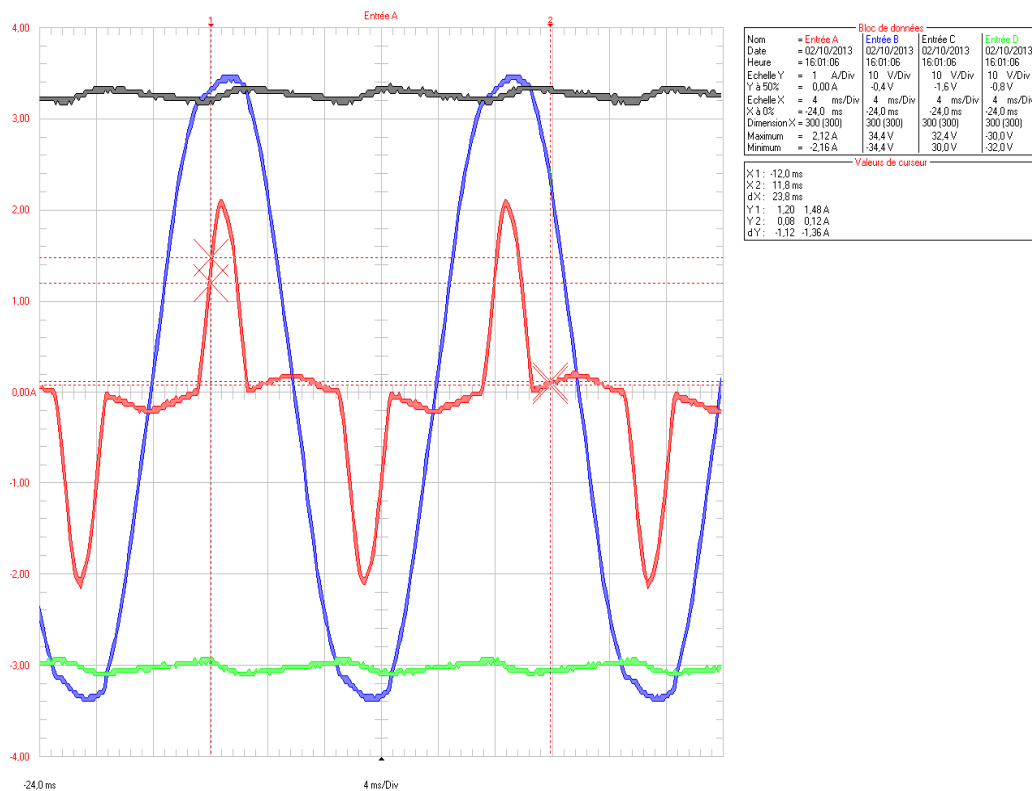


Illustration 16: Image du test de la carte d'alimentation avec le transformateur en charge avec FlukeView

Avec FlukeView nous pouvons relever notre courant maximal dans le montage qui est de 2,16A et 34,4 V pour notre tension. Pour la tension, nous avons en tension efficace, c'est à dire qu'elle est multipliée par racine de deux. Si on la divise par racine de deux nous obtenons 24,3V ce qui rapproche bien des 25V voulu.

4.2. LA CARTE D'AMPLIFICATION



Illustration 17: Photographie du test de la carte d'amplification

Pour la phase de test de la carte d'amplification, nous avons tout simplement alimenté le montage à l'aide d'un générateur de tension en 24V. Ensuite, nous avons simulé le signal d'entrée avec un GBF⁶.

D'autre part, nous avons relié notre entrée (GBF), à un oscillateur et nous avons fait de même pour la sortie.

A l'issue de notre test, nous avons observé une amplification significative du signal de sortie par rapport à celui injecté dans l'amplificateur.

Malheureusement, nous n'avons pas pensé à récupérer les courbes obtenues.

6 GBF : Générateur de Basses Fréquences

4.3. MONTAGE COMPLET

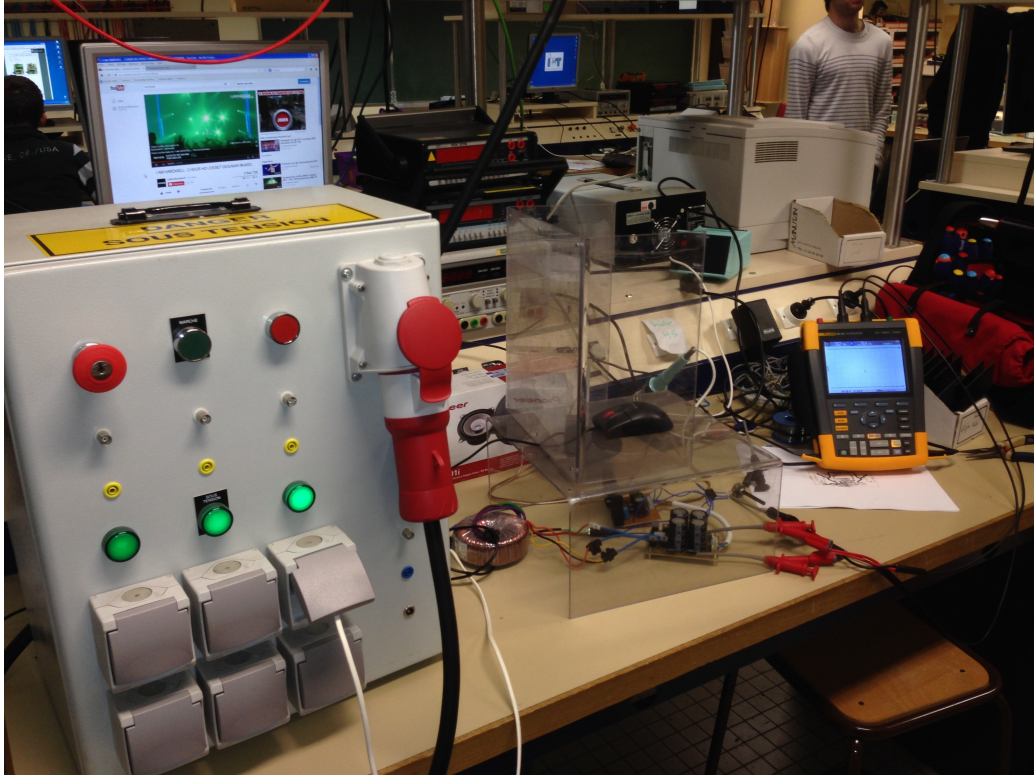


Illustration 18: Photographie du test du montage complet

Nous pouvons voir ci-dessus les éléments pour tester l'ensemble du montage. Pour cela nous utilisons une « boîte » pour connecter notre transformateur torique. En effet, notre montage n'était pas encore protégé par un fusible (le coffret dispose de fusibles).

Ensuite, nous avons mis un caisson d'isolement sur notre montage en cas de mauvais fonctionnement (les condensateurs pourraient « exploser »).

Lors de cet essai, nous avons aussi branché un lecteur mp3 en entrée pour le signal et le montage était fonctionnel, le son était bien amplifié.

NOMENCLATURE ET PRIX DES COMPOSANTS

Composant	Nombre	Prix
Diode BYW29	4	4,80 €
Connecteur 3 à vis	3	1,00 €
Connecteur 2 à vis	2	1,00 €
Condensateur 10nF	2	0,50 €
Condensateur 100nF	4	1,00 €
Condensateur de 4,7 μ F	4	2,00 €
Condensateur de 22 μ F	4	1,40 €
Condensateur de 100 μ F	2	1,30 €
Condensateur de 220 μ F	2	1,30 €
Condensateur de 1000 μ F	4	7,20 €
Condensateur de 4700 μ F	4	12,00 €
Transformateur torique 2x25/80VA	1	35,00 €
Dissipateur thermique 200mm	1	19,20 €
Résistance	10	1,00 €
Résistance 0,1 ohm	4	4,20 €
TDA 7293	2	17,80 €
	Total	110,70 €

Nous dépassons notre enveloppe de 100€. Cela est notamment dû au changement de dissipateur thermique en cours de projet. En effet, son changement était inévitable car nous l'avions sous dimensionné ce qui aurait entraîné une surchauffe du TDA 7293.

CONCLUSION

Pour ce projet, nous avons dû choisir le type d'amplificateur audio que nous voulions effectuer. Notre choix s'est porté sur l'amplificateur audio à base d'aop.

Pour le réaliser, nous nous sommes partagés équitablement les tâches. De plus, nous avons élaboré un planning prévisionnel. Notre répartition des tâches a été totalement respecté. En revanche, notre planning prévisionnel n'a pas été respecté à cause des problèmes rencontrés lors de l'élaboration de la carte d'amplification.

Notre montage est axé autour de deux cartes. La carte d'alimentation qui comprend un pont de diode ainsi que des condensateurs. La carte de commande axé autour du TDA 7293. L'entrée de cette carte est utilisée pour insérer un signal à amplifier grâce au TDA 7293 et la sortie est directement reliée au haut-parleur.

Ensuite, pour la réalisation de la carte d'alimentation nous avons fait un seul typon que nous avons amélioré pour réduire sa taille.

Pour la carte de commande, nous avons réalisé trois cartes pour enfin avoir une carte fonctionnelle.

Ce projet est intéressant en différents points.

Du point de vue technique, ce projet permet de tester dans la pratique nos connaissances mais aussi d'en apprendre des nouvelles.

Sur le plan organisation, c'est aussi une nouvelle occasion de découvrir comment mener un projet. En effet, nous avons appris par exemple, que l'utilisation d'un planning était essentiel pour mener à bien le projet. Nous avons aussi vu que la répartition des tâches est importante et permet un gain de temps considérable.

Dans le domaine relationnel, il permet d'apprendre à travailler en groupe. En effet, nous n'avons pas tous les mêmes idées, et il peut être difficile de se mettre d'accord.

RÉSUMÉ

Nous avons choisi de réaliser un amplificateur audio à base d'aop. Pour mener à bien ce projet nous avons suivi un planning général. De plus, nous nous sommes répartis de manière équitable les différentes tâches (une personne pour la carte d'alimentation et une autre pour la commande).

Notre montage est composé de blocs pour chaque carte. Pour l'alimentation, nous avons le pont de diodes et des condensateurs de filtrage. Pour la partie amplification, nous avons l'entrée du signal et de l'alimentation et la sortie sur le haut-parleur.

Lors de la réalisation nous avons fait un unique typon pour l'alimentation. Nous avons fait notre test à l'aide d'un oscilloscope en montant progressivement notre tension jusqu'à valider son bon fonctionnement.

Malheureusement, pour la carte d'amplification nous avons réalisé trois cartes car les deux précédentes ne fonctionnaient pas. De plus, nous n'arrivions pas à trouver les différentes pannes.

Finalement, nous avons réussi à faire la partie amplification et vérifier le bon fonctionnement de cette dernière.

Pour finir, nous avons relié les deux cartes ensemble en nous protégeant d'éventuelle dysfonctionnement des potentiomètres et avec le transformateur brancher sur une « boîte » avec un fusible pour protéger notre circuit. Nous avons alors constaté son bon fonctionnement.

BIBLIOGRAPHIE

http://www.sonelec-musique.com/electronique_realisations_ampli_bf_010.html

http://www.pianoetguitare.com/guitare/amplification_guitare.html

<http://www.musikia.com/fr/musiconseil/choisir-son-ampli-pour-guitare-electrique>

INDEX DES MOTS CLEFS

AOP : Amplificateur opérationnel.

Prise jack de 3,5mm : Prise d'écouteur conventionnelle.

Debugs : Phase d'un projet consistant à résoudre les dysfonctionnements.

Transformateur torique : Transformateur à faible rayonnement souvent utilisé dans l'audio.

GBF : Générateur de Basses Fréquences.

TDA : Transistor D Amplifier.

INDEX DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1: Planning général.....	5
Illustration 2: Répartition des tâches.....	6
Illustration 3: Schéma global du montage.....	7
Illustration 4: Schéma de principe du transformateur torique.....	8
Illustration 5: Schéma de l'entrée de la carte d'amplification.....	9
Illustration 6: Schéma de la sortie de la carte d'amplification.....	10
Illustration 7: Schéma du TDA 7293.....	11
Illustration 8: Premier typon de la carte d'amplification avec KiCad.....	12
Illustration 9: Deuxième typon de la carte d'amplification avec KiCad.....	13
Illustration 10: Troisième typon de la carte d'amplification avec KiCad.....	14
Illustration 11: Typon de la carte d'alimentation avec KiCad.....	15
Illustration 12: Photographie du test de la carte d'alimentation.....	16
Illustration 13: Image du test de la carte d'alimentation avec le transformateur à vide.....	17
Illustration 14: Image du test de la carte d'alimentation avec le transformateur à vide avec FlukeView.....	17
Illustration 15: Image du test de la carte d'alimentation avec le transformateur en charge.....	18
Illustration 16: Image du test de la carte d'alimentation avec le transformateur en charge avec FlukeView.....	18
Illustration 17: Photographie du test de la carte d'amplification.....	19
Illustration 18: Photographie du test du montage complet.....	20