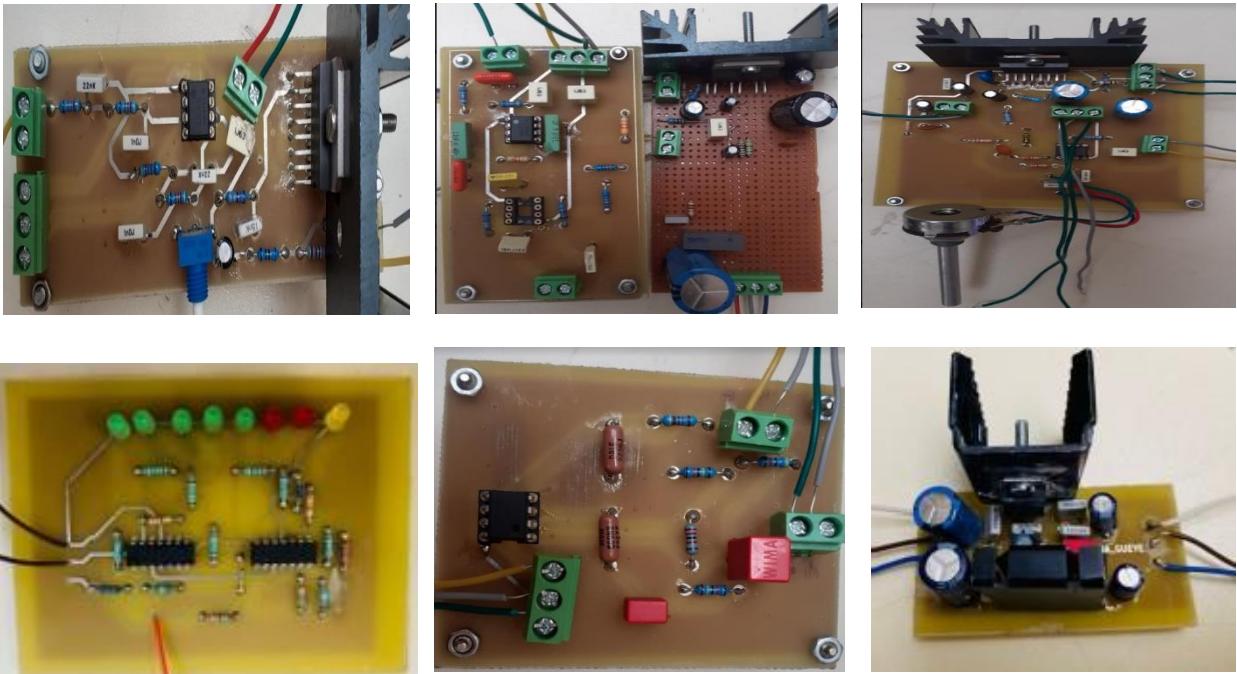


Rapport Projet 3A DEE

Réalisation d'une chaîne de traitement “audio karaoké”

FILTRE ACTIF



Groupe 7:

FALL Ablaye
FALL El Hadji Fallou
SAKJI Islem

Encadrant :

Mr Thierry VIELLA

13/06/2023

Année Universitaire 2023/2024

Remerciement

Après la réalisation de ce projet de chaîne de traitement audio, nous tenons à remercier dans un premier temps, toute l'équipe pédagogique de l'école Polytechnique de Tours et les intervenants professionnels responsables de la formation électronique et génie électrique.

Avant d'entamer ce rapport, nous profitons de l'occasion pour remercier tout d'abord notre professeur Monsieur Thierry VIELLA qui n'a pas cessé de nous encourager pendant la durée du projet, ainsi pour sa générosité en matière de formation et d'encadrement. Nous le remercions également pour l'aide et les conseils concernant les missions évoquées dans ce rapport, qu'il nous a apporté lors des différents suivis, et la confiance qu'il nous a témoigné.

Nous tenons à remercier nos professeurs de nous avoir incités à travailler en mettant à notre disposition leurs expériences et leurs compétences.

Nous tenons également à remercier tous les élèves de 3A DEE avec qui nous nous sommes entre-aidés durant toutes les séances de projet.

Table des matières

Liste des figures.....	4
Introduction	5
I. Cahier des charges	6
II. Planning prévisionnel et réel.....	7
III. Schéma fonctionnel.....	9
IV. Schéma structurel.....	9
V. Partie technique.....	10
1. Alimentation.....	10
2. Préamplificateur	12
3. Filtre actif	18
i. Filtre passe-bas	
ii. Filtre passe-haut.....	19
iii. Filtre passe-bande	21
4. Vumètre.....	23
5. Amplificateur	26
6. Calcul des dissipateurs	28
VI. Problèmes rencontrés.....	28
Conclusion.....	29
Annexe (éléments Datasheet, typons et bon de commande).....	30

Liste des figures

Figure 1 : Outils utilisés durant le projet	5
Figure 2 : Cahier des charges.....	6
Figure 4 : Planning prévisionnel.....	7
Figure 5 : Schéma fonctionnel.....	8
Figure 6 : Schéma structurel.....	9
Figure 7 : Schéma kicad de l'alimentation.....	11
Figure 8 : Carte alimentation.....	11
Figure 9 : Test alimentation.....	12
Figure 10 : Etage d'entrée.....	13
Figure 11 : Simulation du filtre passe haut sur LTspice.....	14
Figure 12 : Résultat obtenu à la sortie du filtre HF.....	15
Figure 13 : Résultat obtenu à la sortie des deux filtres.....	15
Figure 14 : Schéma de l'amplificateur.....	16
Figure 15 : Schéma du pcb du premier étage.....	17
Figure 16 : Carte finale du premier étage.....	17
Figure 17 : Test avec une résistance variable minimale.....	18
Figure 18 : Test avec une résistance variable plus conséquente.....	18
Figure 19 : filtre actif.....	19
Figure 20 : Schéma kicad de notre filtre passe-bas.....	20
Figure 21 : Filtre passe-haut.....	21
Figure 22: Carte passe-haut et l'amplificateur.....	21
Figure 23 : Schéma LTspice passe-bande.....	22
Figure 24 : Résultat de la simulation LTspice passe-bande.....	22
Figure 25 : Schéma Kicad Filtre passe-bande + étage d'amplificateur.....	23
Figure 26 : Carte passe-bande + étage d'amplificateur.....	23
Figure 27 : Visualisation de notre filtre actif.....	24
Figure 28 : Schéma du vu-mètre sous Kicad.....	25
Figure 29 : Schéma du PCB réalisé sur Kicad.....	26
Figure 30 : Carte finale du vumètre.....	26
Figure 31: Output power vs. supply voltage.....	27
Figure 32 : Schéma de l'amplificateur.....	28
Figure33 : dissipateurs.....	28

Introduction

Dans le cadre de notre module d'enseignement intitulé « Projet 3A » notre formation pédagogique, nous, les étudiants de troisième année du département électronique et énergie (DEE) avons eu l'occasion tout au long du second semestre de cette année, d'exprimer notre esprit de créativité et d'user de nos connaissances théoriques et pratiques acquises en travaillant sur un sujet nommé « FILTRE ACTIF ». Cette étape est importante et instructive dans la mesure où elle allie la théorie vue en classe et la pratique qui permet aux élèves ingénieurs d'être de plus en plus en contact avec le métier surtout dans le secteur de l'électronique.

Ce projet consiste à réaliser une chaîne de traitement audio qui sera composée de plusieurs étages à savoir un étage de préamplificateur qui permet d'amplifier le signal d'entrée, une alimentation, un vu-mètre, un amplificateur de puissance et pour finir un filtre actif avec lequel nous avons choisi de travailler.

Tout au long de ce projet, nous avons su mettre en évidence nos connaissances techniques en électronique mais aussi nos compétences transversales à savoir la gestion des ressources humaines.

Dans ce rapport, nous allons voir en détail les démarches suivies lors de la réalisation de ce projet coûteux aussi bien qu'en temps qu'en ressources humaines en passant par sa réalisation et sa conception. Nous allons finir en détail les problèmes que nous avons pu rencontrer durant la réalisation du projet.



Figure 1 : Outils utilisés durant le projet

I. Cahier des charges

Ce projet de 3A a pour objectif de réaliser une chaîne de traitement audio. Cette dernière consiste à prendre un signal sonore en entrée et à atténuer et/ ou amplifier le signal de sortie de la chaîne.

Pour que le montage de la chaîne soit durable et fiable, nous avions à notre disposition un cahier des charges à respecter.

Nous avons d'abord en entrée une source qui est un lecteur mp3 & micro avec une sensibilité d'entrée de -10dBu minimum et une impédance d'entrée de $47\text{k}\Omega$ pour la ligne et une sensibilité de -50dBu minimum avec une impédance d'entrée de $4.7\text{k}\Omega$ pour le micro. Dans le bloc du milieu, nous aurons notre alimentation, le préamplificateur, notre filtre actif, les amplis de puissance et le vumètre. Pour le filtre actif, on a une bande passante de 250 Hz et 2.5 kHz qui correspondent aux fréquences de coupure des filtres.

Pour les caractéristiques de sorties, nous avons 15W efficace minimum pour la puissance sous une charge égale à 8 Ohm.

La figure ci-dessous illustre nos affirmations.

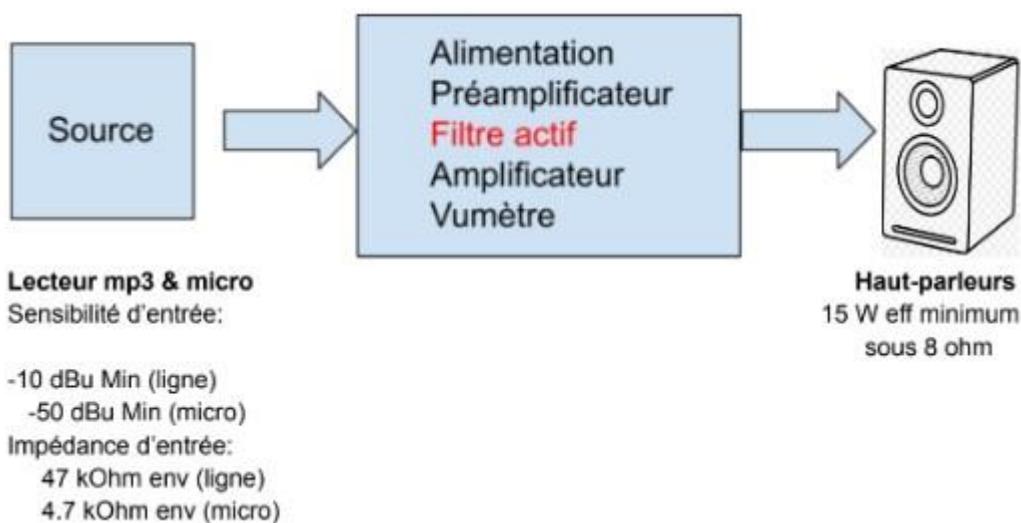


Figure 2 : Cahier des charges

Pour ce projet, nous avions à notre disposition un budget de 150£ et un lecteur mp3 & les haut-parleurs.

II. Planning prévisionnel et réel

Dans cette partie nous avons représenté les étapes importantes du projet sous forme de planning.

En fonction de cette organisation nous avons fait notre planning prévisionnel. Ce planning n'est pas totalement respecté du fait de certains imprévus, à savoir des erreurs durant certaines phases techniques du projet et des composants manquants lors de la commande qu'on a dû commander à part.

Nous allons présenter le planning réel qui décrit notre organisation réelle du projet ci-dessous :

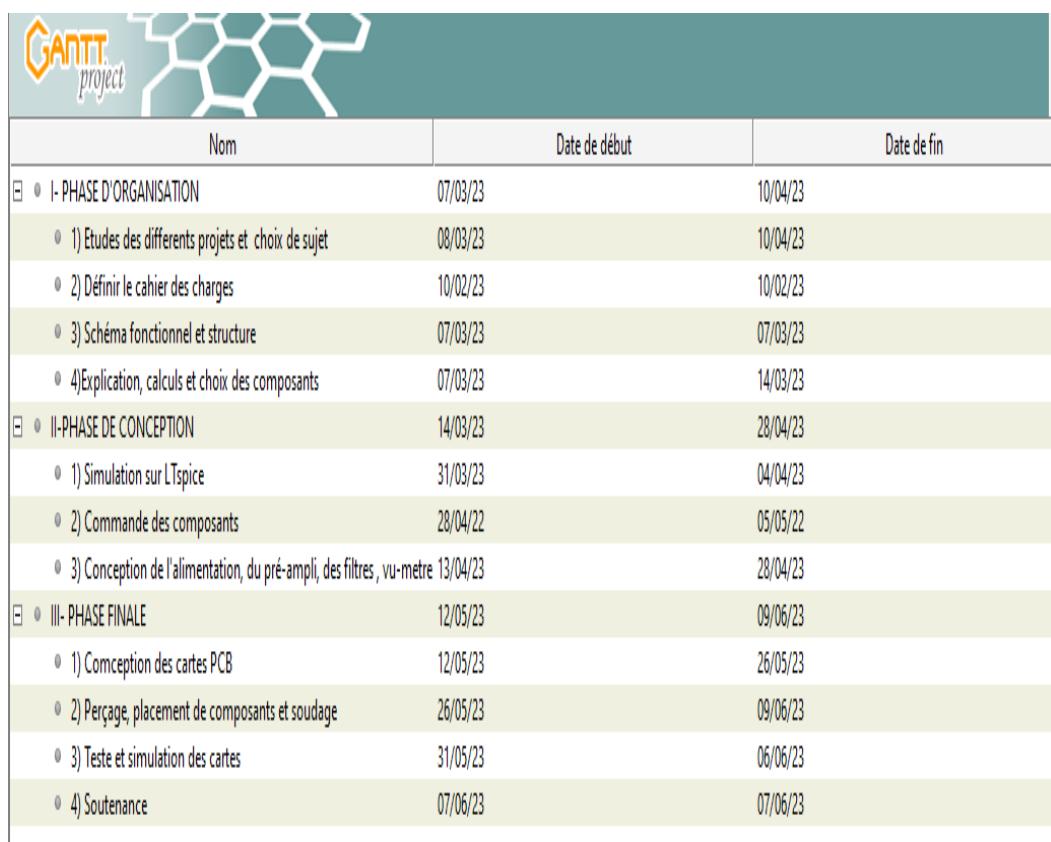


Figure 4 : Planning prévisionnel

III. Schéma fonctionnel

Lors de la première séance, nous avons commencé par la réalisation de notre schéma fonctionnel, comme le montre la figure ci-dessous :

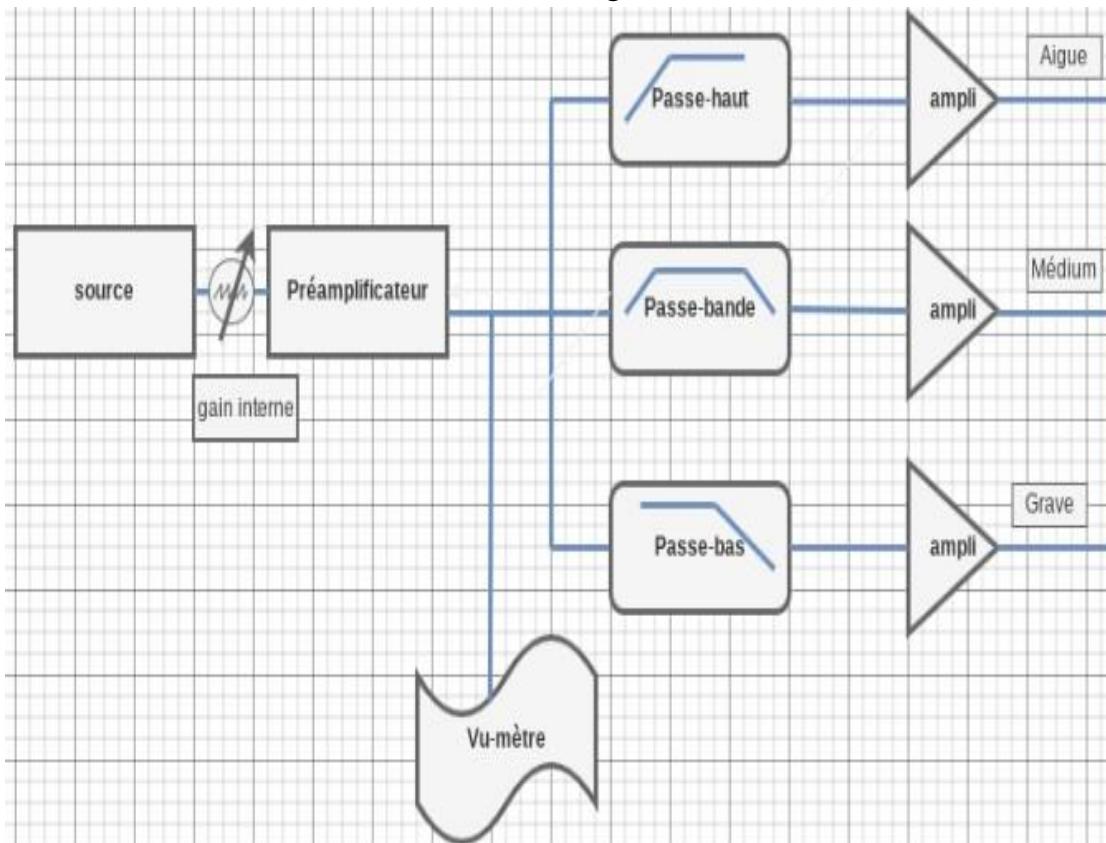


Figure 5 : Schéma fonctionnel

Nous avons une entrée qui constitue un MP3 et micro de 0,77V à la sortie, puis nous avons un préamplificateur qui permet d'apporter une certaine qualité de gain au signal provenant de la source, puis relié à la sortie du préamplificateur, vu-mètre qui permet d'avoir une idée approximative sur le niveau sonore du signal, ensuite nous avons l'étage du filtre actif (passe-bas, passe-haut et passe-bande) qui délivre un son aigue, médium et grave. Avant la transmission du signal, nous avons un amplificateur qui permet d'amplifier le signal afin de l'entendre correctement dans un signal sonore audible au haut-parleur et une alimentation double -15V/+15V qui n'est pas présentée dans notre schéma fonctionnel.

IV. Schéma structurel

Pour notre schéma structurel, nous avons tout d'abord réalisé les schémas de chaque filtre sur LTspice séparément et ensuite, nous les avons tous regroupés pour former un seul schéma qui constitue notre schéma structurel. Nous détaillerons le choix des valeurs des composants par la suite. Voilà notre schéma que nous avons réalisé.

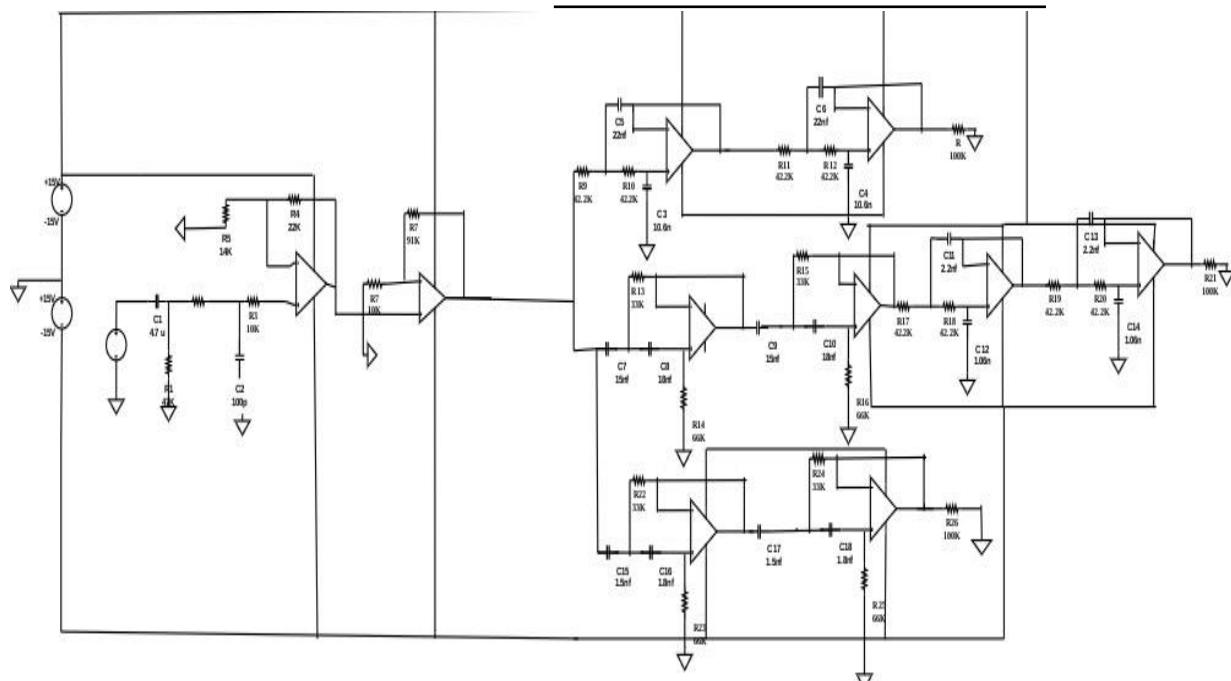


Figure 6 : Schéma structurel

V. Partie technique:

1. Alimentation

Nous avons réalisé une alimentation symétrique qui est appropriée à notre montage fonctionnel c'est-à-dire une alimentation double +15V/-15V (avec une partie positive (+15V) et une partie négative(-15V).

i. Choix des composants

Nous avons tout d'abord fait notre bilan de courant. En effet, notre

alimentation va alimenter les AOP et les Leds du vu-mètre, les AOP de nos filtres et celui du préamplificateur. Nous avons décidé de prendre un courant de 10mA pour chaque AOP des filtres (nous avons 4 AOP pour les filtres) et pour l'AOP du préamplificateur, 5 mA pour les AOP du vu-mètre (nous avons 6 AOP pour le vu-mètre) et 12 mA pour chacune de nos 24 leds.

Bilan du courant : $I=4*10+10+6*5+24*12=368mA$.

Après calcul, nous avons majoré notre courant à 370mA. Ce dernier étant supérieur à 100 mA et inférieur à 1.5A, nous nous sommes lancés alors sur une alimentation à régulateur. De plus, l'alimentation de laboratoire que nous avions à notre disposition ne nous fournit qu'une tension entre -30V et +30V. Or, notre système est alimenté avec une tension entre +15V et -15V raison pour laquelle, il nous faut donc utiliser des régulateurs. Nous avons choisi d'utiliser le LM7815 pour la délivrance de +15V et le LM7915 pour la partie négative -15V.

Après le choix de notre type d'alimentation, nous sommes passés au choix des capacités. Pour trouver la valeur des condensateurs chimiques C1 et C2, nous avons utilisé la formule suivante : **C1=C2=I*t/ V_{ond}**. Après avoir fait le calcul, nous avons trouvé environ 2000 μ F et nous avons décidé de prendre une capacité de **470 μ F** qui correspond bien à ce que nous cherchons. Ensuite, nous avons **C3=C4=C9=C10=100 nF** qui sont des condensateurs en plastique. Ces capacités servent à compenser l'inefficacité des condensateurs chimiques C1, C2, C11 et C12 aux fréquences élevées car les condensateurs chimiques voient leur impédance augmenter avec la fréquence. Puis, avec la datasheet, nous avons **C5=100nF, C6=330nF, C7=2.2 μ F et C8=1 μ F**. Et pour finir, **C11 et C12** doivent être comprises entre 10 et 100 μ F, nous avons donc choisi une capacité de **47 μ F**.

ii. Kicad

Une fois fait le choix des composants, nous avons passés à la schématisation sur kicad.

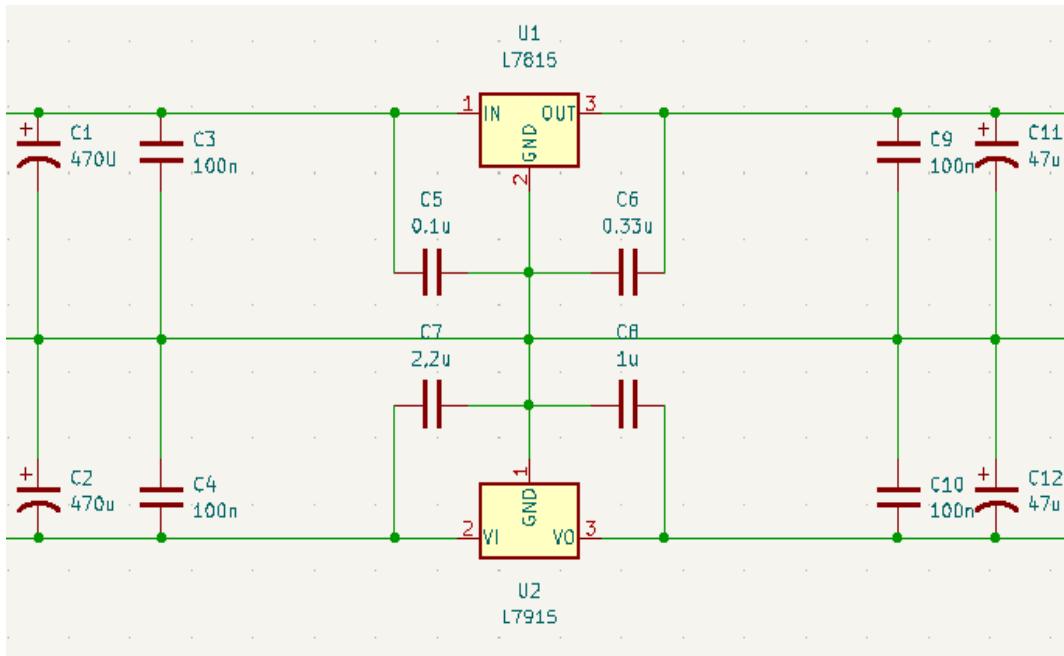


Figure 7 : Schéma kicad de l'alimentation

A l'aide du logiciel kicad, nous avons réalisé le typon de l'alimentation. Après cette étape de réalisation , nous l'avons imprimé, puis nous avons conçu la carte de l'alimentation.

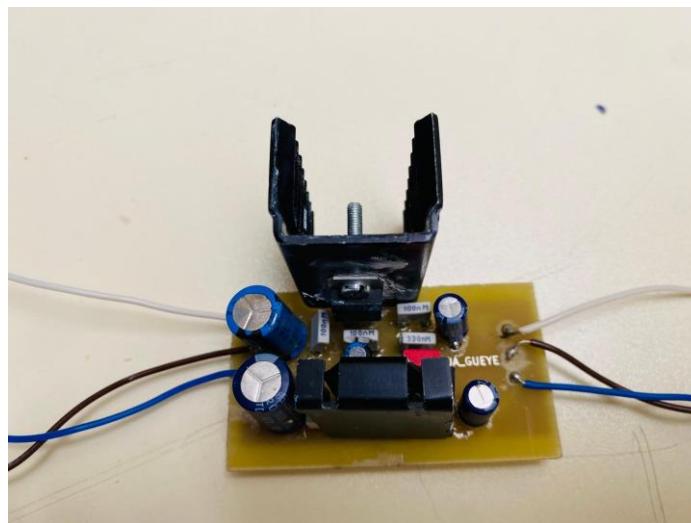


Figure 8 : Carte alimentation

iii. Tests

Nous sommes ensuite passés par l'étape des tests. Tout d'abord, nous avons placé notre carte sur une plaque d'essai, nous avons utilisé un GBF et un oscilloscope afin de pouvoir visualiser la sortie et l'entrée.

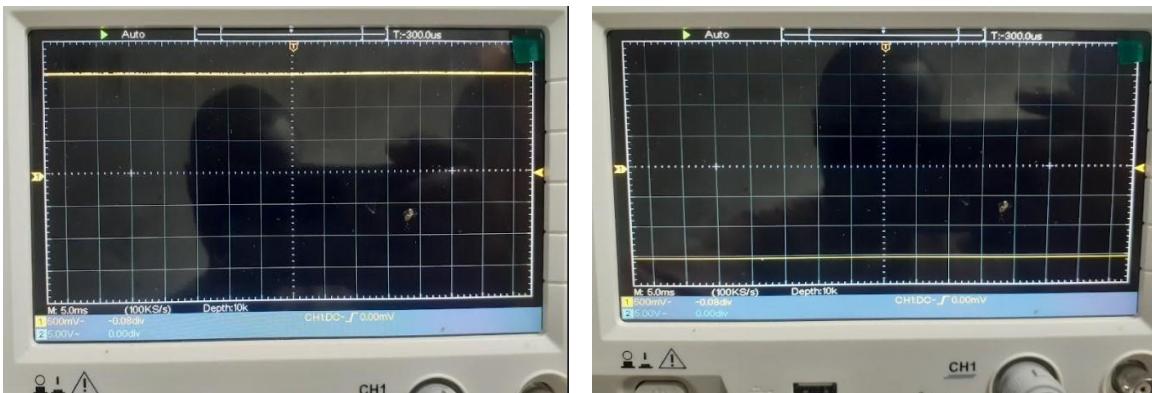


Figure 9 : Test alimentation

Nous voyons bien que nous avons une droite supérieure pour le régulateur positif et une droite inférieure pour le régulateur négatif.

2. Préamplificateur

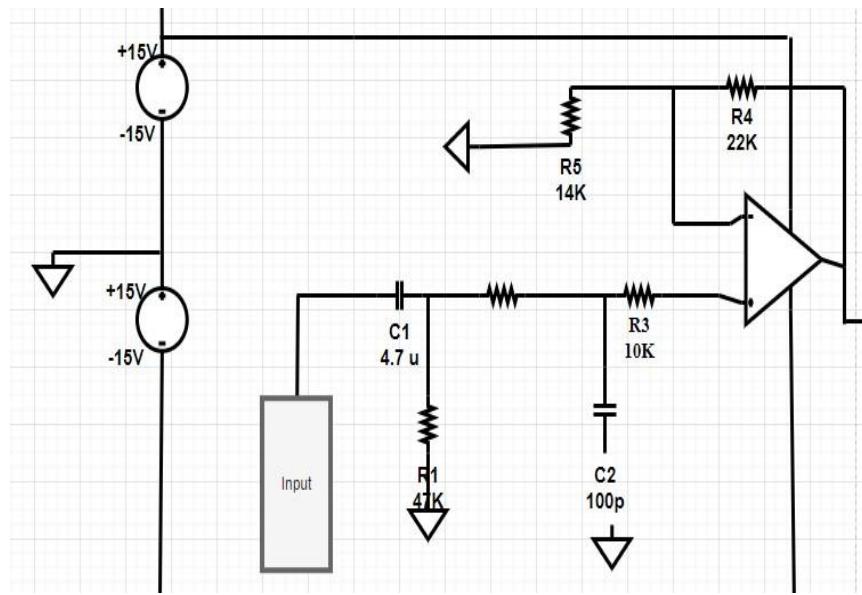


Figure 10 : Etage d'entrée

L'étage de préamplification est l'étage le primordial et plus pondérant, il représente 80% de la qualité du montage complet. Il est constitué de trois parties principales à savoir un arrêt DC, un filtre HF et une amplification.

i. L'arrêt DC

Cette partie a pour but de supprimer toute composante continue qui peut être présente dans notre signal d'entrée et ne garder que la composante alternative. Cet arrêt DC peut être représenté par un filtre passe-haut qui va laisser passer que les fréquences supérieures à **2 Hz**. Pour pouvoir mettre en place ce filtre nous avons utilisé un potentiomètre d'une valeur **47 KΩ** fixée par le cahier des charges qui va permettre de régler l'impédance d'entrée et pour trouver la valeur de l'impédance du condensateur, nous avons pris **Zc** de telle sorte qu'elle soit égale à **1/10** de 47 kΩ, pour éviter les éventuelles chutes de tension qui peuvent être causées par le condensateur, le calcul que nous avons effectué est le suivant:

$$Z_c = \frac{1}{10} * 47 = \frac{1}{2\pi f C} \text{ avec la fréquence de coupure } f=2 \text{ Hz.}$$
$$\Rightarrow C = 2.2 \mu F$$

Après avoir dimensionné nos composants du filtre passe-haut, nous sommes passés à la simulation sur **LTspice** pour vérifier le bon fonctionnement de cette partie.

Voilà le résultat de simulation obtenu :

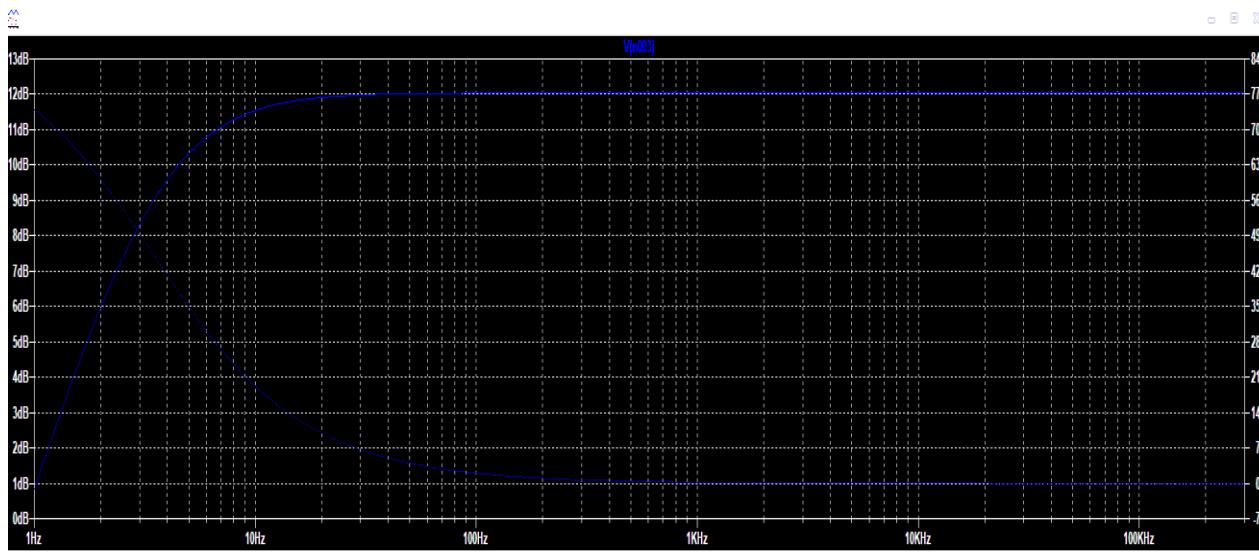


Figure 11 : Simulation du filtre passe haut sur LTspice

En analysant le résultat on trouve une fréquence de coupure de **f1= 3.4Hz**, nous avons trouvé ce résultat en nous mettant à **-3dB** par rapport au plateau. Nous pouvons ainsi constater qu'il y a une légère différence entre la valeur fixée théoriquement et celle trouvée dans la simulation, cette différence est dû principalement aux interactions ainsi qu'au choix des valeurs normalisées.

ii. Filtre HF

Afin de garder les fréquences audibles pour l'oreille humaine, nous avons ajouté une étape qui va jouer le rôle d'un filtre passe-bas avec une fréquence de coupure **f2** que nous avons fixé à **100 KHz** et pour déterminer la valeur de C2, nous avons fixé R2 à **16 KΩ**. Après nous avons utilisé la relation **f02 = 1/2πR2C2**, le calcul donne :

$$C2 = 1/2\pi R2 f02 \quad \Rightarrow \quad C2 = 100\text{pF}$$

Pour vérifier le bon choix de nos composants, nous avons refait une autre simulation en visualisant cette fois-ci la sortie des deux filtres, voici le résultat obtenu :

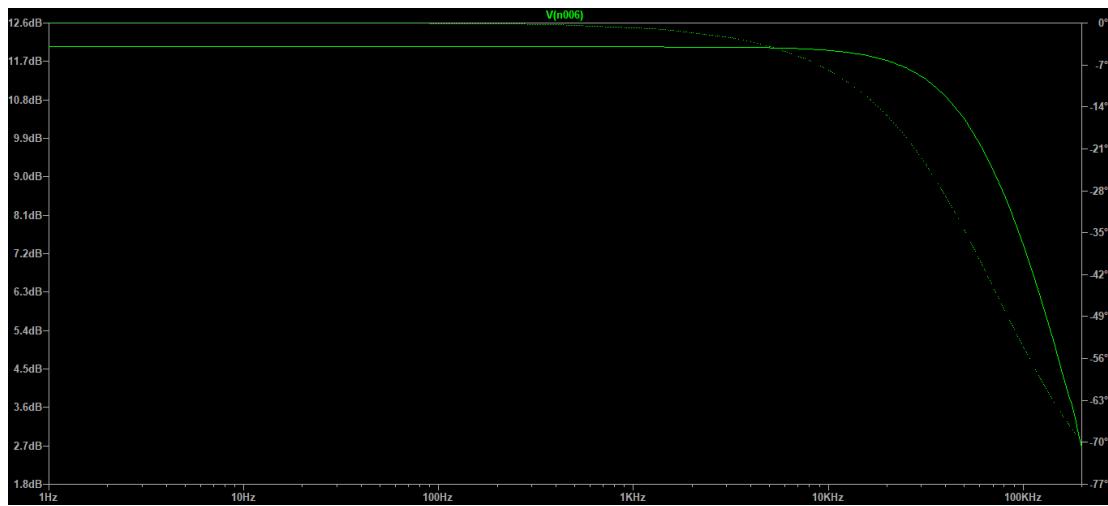


Figure 12 : Résultat obtenu à la sortie du filtre HF

En s'appuyant sur la même méthode de détermination de la fréquence de coupure, nous pouvons remarquer que nous nous retrouvons avec un filtre **passe-bande** ce qui est cohérent puisque nous avons rassemblé un filtre passe-haut et un filtre passe-bas. D'après la figure nous pouvons relever une bande passante de [3.4Hz ,177 KHz].

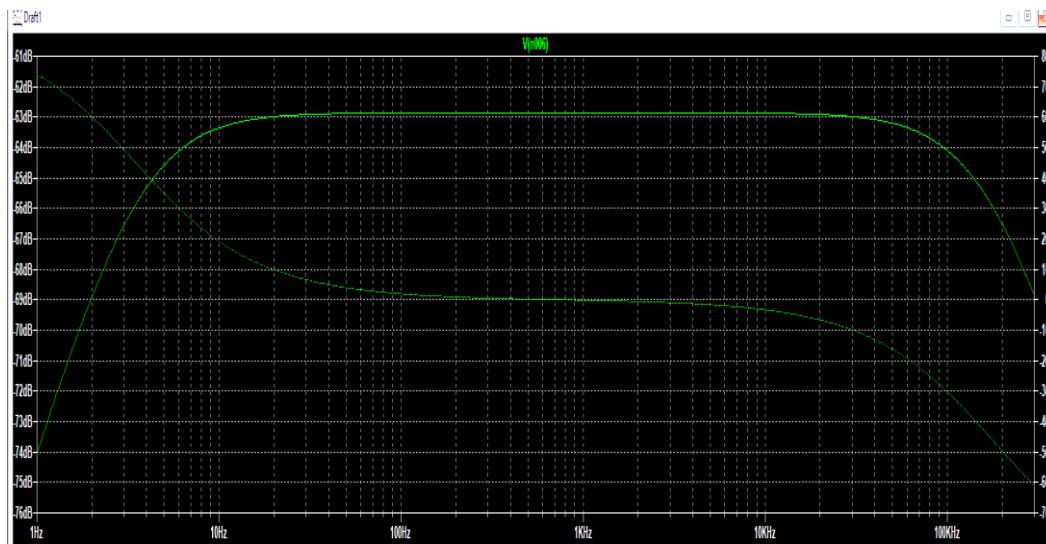


Figure 13 : Résultat obtenu à la sortie des deux filtres

iii. L'amplification

Cette dernière partie de notre premier étage va nous permettre d'obtenir le gain désiré, et atteindre le 0 dBu avant d'attaquer les étages qui suivent.

Sachant que nous avons une tension de référence de 0.775v qui correspond à -10dBu, nous pouvons faire les calculs suivants pour déterminer le gain souhaité.

On a: $G = 20\log|Vs/Ve| \Rightarrow -10 = 20\log |Vs / 0.775| \Rightarrow Vs = 0.24V$.

A la sortie de notre préamplificateur nous désirons une tension de **0.6V** alors un gain de **2.5**. Pour régler le gain de notre ampli nous pouvons jouer sur les valeurs des résistances de l'AOP.

En utilisant la linéarité de notre AOP nous pouvons écrire :

$$\frac{Vs}{Ve} = 1 + \frac{R2}{R1} = 2.5$$

$$\Rightarrow R2 = 1.5 * R1$$

En fixant la valeur de **R1** à **14 kΩ**, nous déduisons une valeur de **R2** qui va valoir **22 kΩ**, sachant que R2 c'est une **résistance variable** qui permet de régler le gain de notre préamplificateur.

Finalement pour **R3** nous l'avons dimensionné de telle sorte que **R3 = R1 // R2**.

Alors : **R3 = (22.5×15) / (22.5+15) = 10 kΩ**.

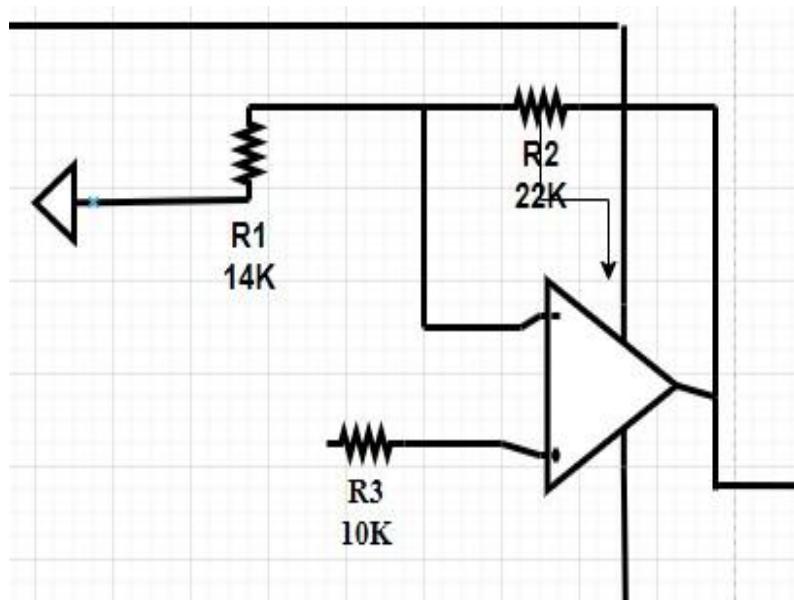


Figure 14 : Schéma de l'amplificateur

iv. Schéma du PCB et Réalisation de la carte

Après avoir vérifié le bon fonctionnement de notre étage sur **LTspice**, l'étape suivante est d'attacher les empreintes à nos composants et de réaliser les schémas **PCB**.

Voilà le schéma réalisé :

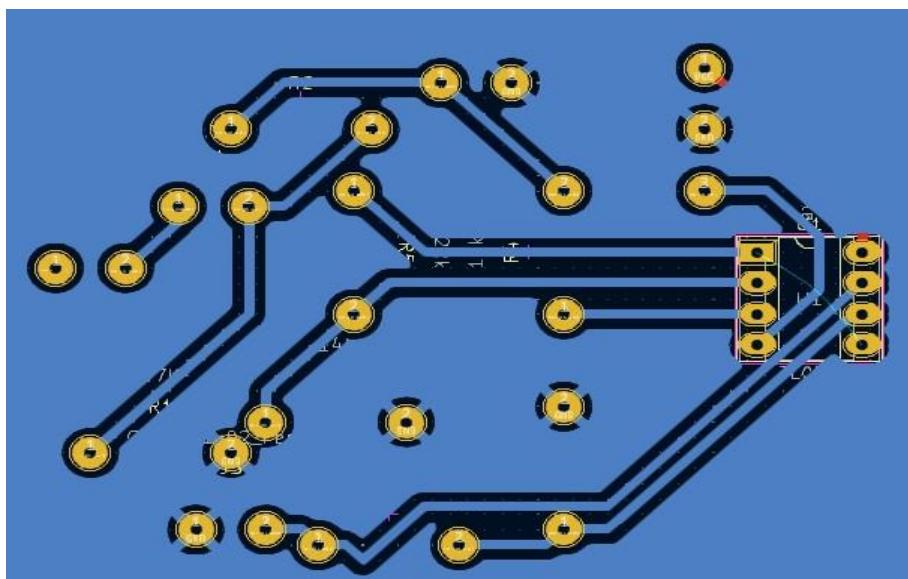


Figure 15 : Schéma du pcb du premier étage

Ensuite nous avons imprimé le schéma PCB et nous avons réalisé la carte du circuit en passant par différentes étapes de conception de carte électronique.

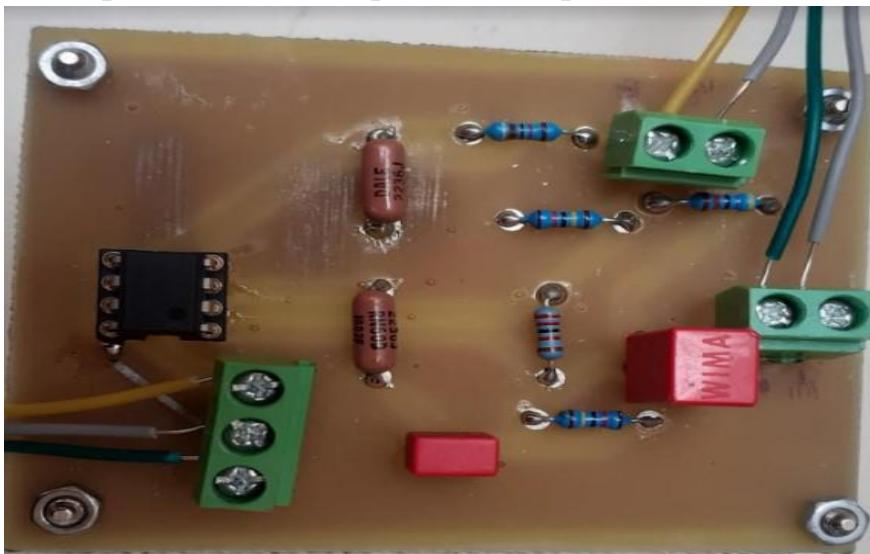


Figure 16 : Carte finale du premier étage

v. Tests

Bien évidemment la carte n'était pas fonctionnelle dès le premier test, mais après nousavons pris le temps de corriger les erreurs et imperfections faites et surtout au niveau des soudures et revérifier la conductivité par les tests de continuité. Finalement, nous avons pu rendre la carte fonctionnelle et voici le résultat du test.

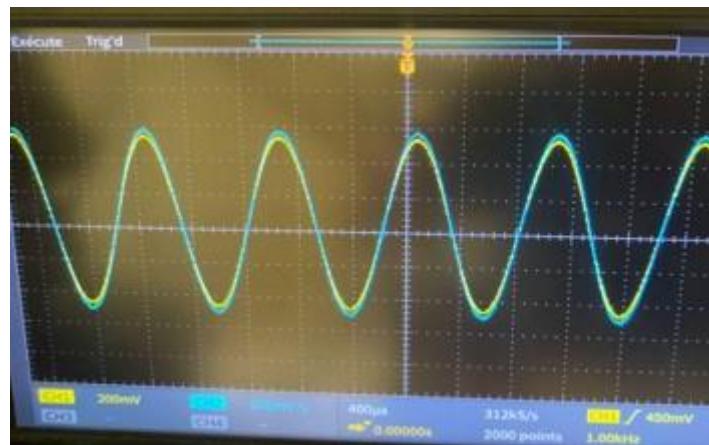


Figure 17 : Test avec une résistance variable minimale

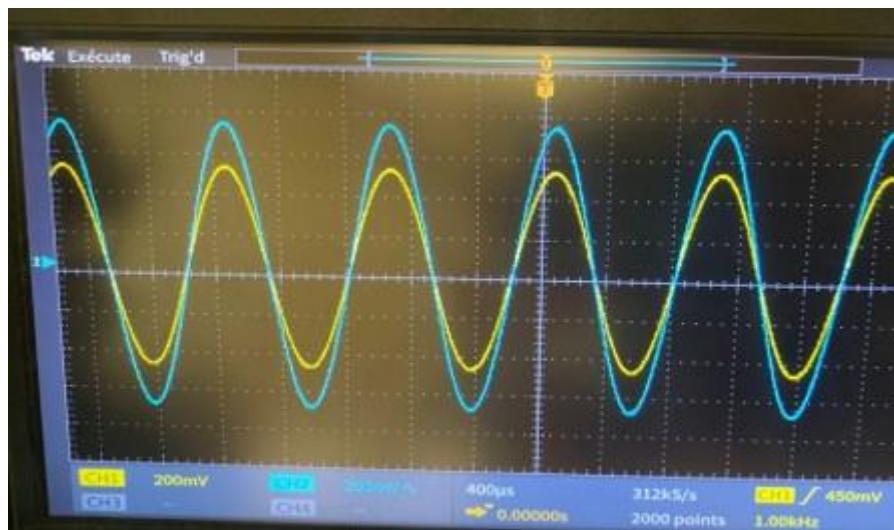


Figure 18 : Test avec une résistance variable plus conséquente

Nous constatons que nous pouvons faire varier le gain de notre AOP en agissant sur la valeur de la résistance variable, au début nous sommes sur le **minimum** avec une valeur de résistance quasiment **négligeable** et un gain qui vaut **1** c'est pour cela que nous avons les deux signaux d'entrée et de sortie qui ont la même amplitude. Par contre, si nous augmentons la valeur de la résistance, nous remarquons clairement que le gain est **supérieur à 1** et que nous sommes arrivés à amplifier le signal.

3. Filtre actif

Dans la réalisation de notre chaîne de traitement, notre filtre actif sera placé entre le préampli et l'amplificateur. Notre filtre sera constitué de trois filtres superposés. Un passe-bas puis un passe bande et enfin un passe-haut.

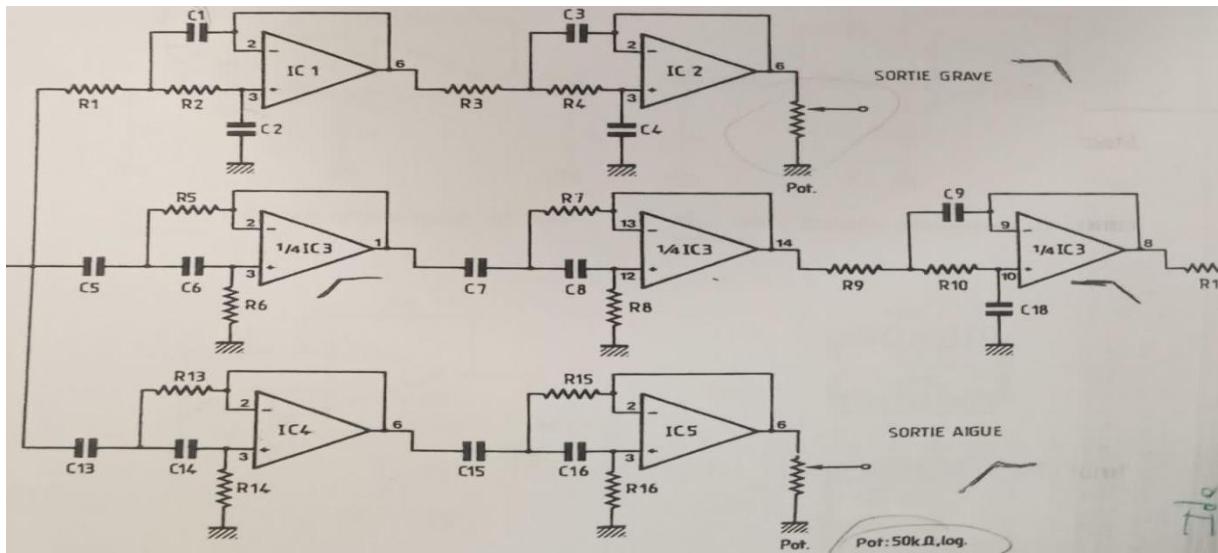


Figure 19 : filtre actif

i. Filtre passe-bas

Notre passe bas est du second ordre et sa réalisation suit un ordre chronologique en passant par sa conception sur papier, le calcul de ses composants tout en respectant la fréquence imposée, sa simulation sur le logiciel LTspice, la schématisation et la réalisation du PCB sur kicad, la fabrication de nos cartes, le placement et le soudage des composants et enfin la simulation et la mise sous tension de nos cartes.

Nous avons donc commencé notre passe bas en le dessinant sur papier avec deux AOP, quatre résistances, quatre condensateurs. L'objectif ici était d'avoir un schéma de base qui nous servira dans notre feuille de route. Ce schéma est le premier jalon du projet car il permet de voir plus clairement les tâches à réaliser durant ce projet.

Après avoir dessiné notre filtre, nous nous sommes lancés dans les calculs de nos composants. Notre cahier de charge initial nous indiquait une fréquence de coupure de 250Hz. Par conséquent nous sommes dans l'obligation de calculer nos composants en fonction de cette fréquence de coupure. Tout d'abord nous allons commencer par nos résistances et nos condensateurs. Ces dernières résultent de la formule suivante: $f_c = 1/(2\pi R C)$.

Il faut savoir que nos quatre résistances sont identiques et les condensateurs les

sont aussi mais deux à deux dont l'une est le double de l'autre.
La schématisation sur kicad est donnée ainsi:

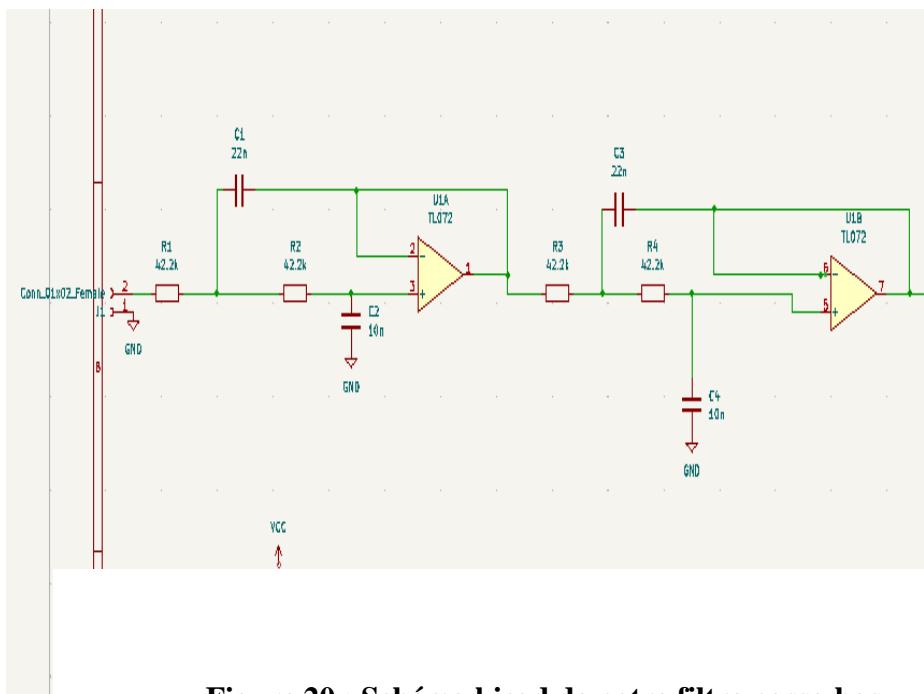


Figure 20 : Schéma kicad de notre filtre passe-bas

ii. Filtre passe haut

Concernant notre filtre passe haut, tout d'abord nous avons commencé par le calcul des composants en respectant la fréquence imposée qui est égale à $F_c = 2,5$ kHz, puis, nous avons calculé la valeur de la résistance R_0 avec la relation suivante:

$F_c = 1/(2\pi R_0 C)$ avec C le condensateur que nous avons imposé égale à 1,5nF. Après le calcul de R_0 , nous avons calculé R_1 ET R_2 grâce aux relations suivantes $R_1 = 0,707 * R_0$ et $R_2 = 1,41 * R_0$. A la fin nous avons trouvé $R_1 = 30,4\text{k}\Omega$ et $R_2 = 60,1\text{k}\Omega$.

Après le calcul des composants, nous avons réalisé une simulation du filtre passe-haut sur LTspice, puis nous avons refait la même chose sur kicad. Voici le schéma de simulation sur Kicad.

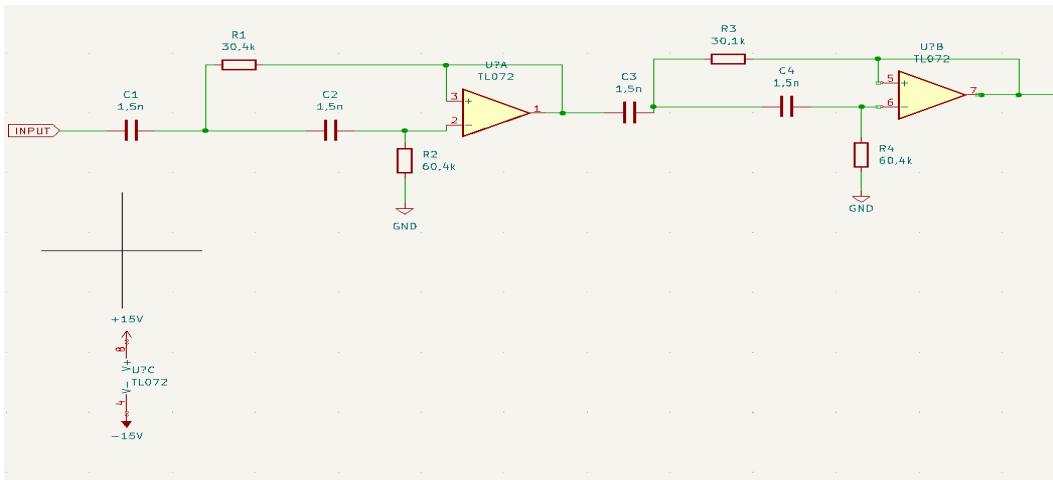


Figure 21 : Filtre passe-haut

Après Kicad, nous avons réalisé et imprimé le typon, puis réalisé la carte. Ci-dessous, la carte finale que nous avons obtenue.

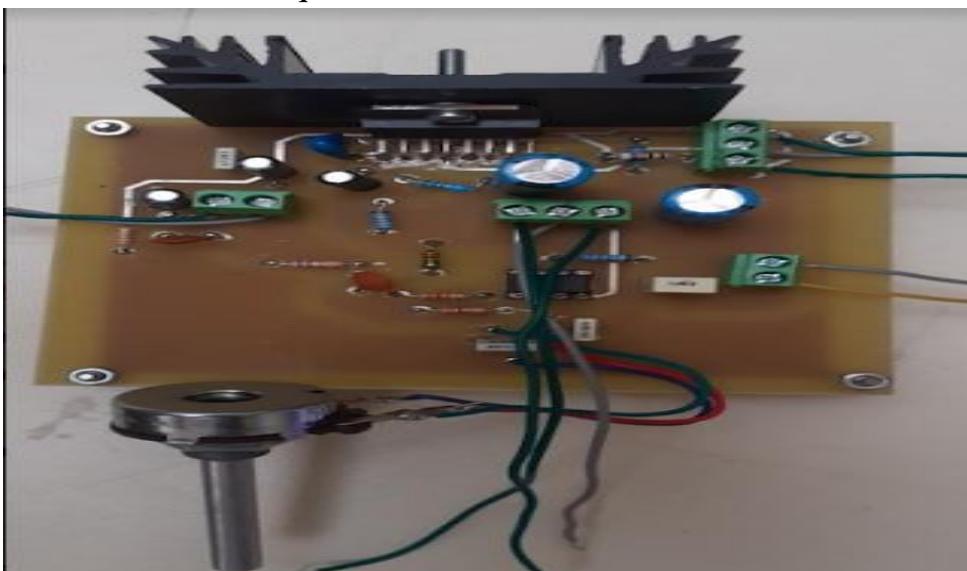


Figure 22: Carte passe-haut et l'amplificateur

iii. Filtre passe bande

Le filtre passe-bande n'est rien d'autre qu'une succession du passe-haut et du passe-bas raison pour laquelle, le choix des composants reste le même que celui de ces deux derniers, nous avons donc pris les mêmes valeurs.

Nous avons simulé ce filtre sur LTspice afin de pouvoir vérifier si nous aurons bien nos fréquences de coupure avec les valeurs choisies. La figure ci-dessous correspond au schéma du passe-bande.

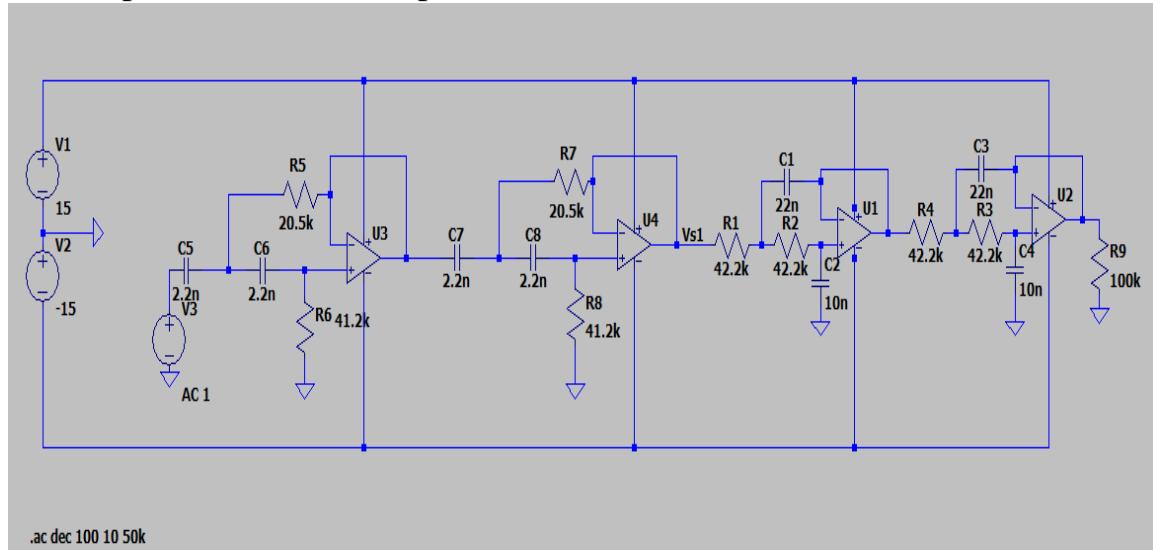


Figure 23 : Schéma LTspice passe-bande

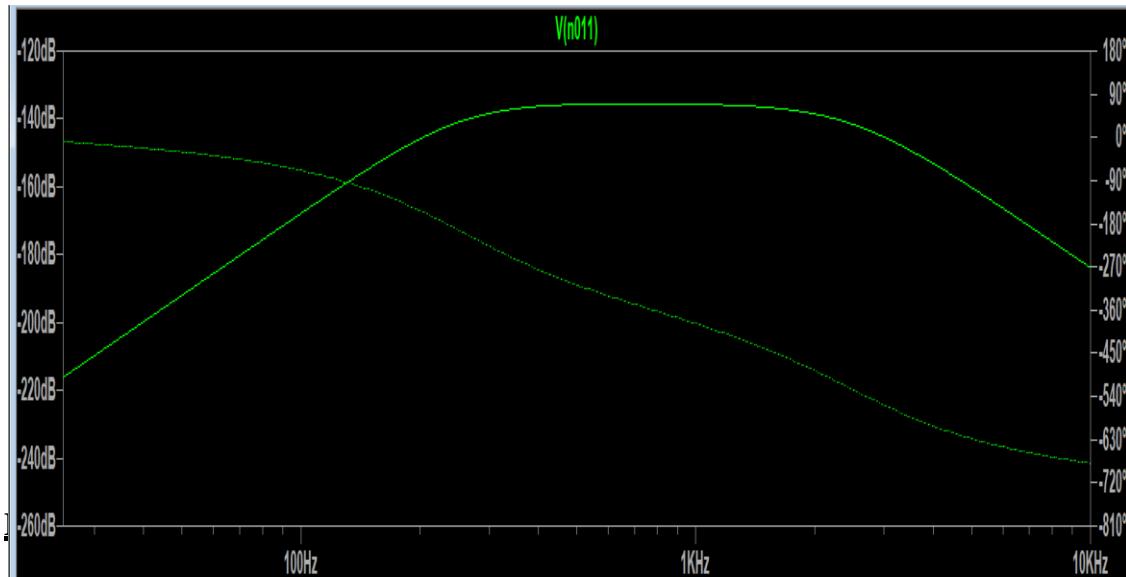


Figure 24 : Résultat de la simulation LTspice passe-bande

Comme vous pouvez le voir sur l'image ci-dessus, nous avons bien un passe-bande avec ses deux fréquences de coupure à 250 Hz et à 2.5KHz.

Pour la schématisation sur kicad, ici aussi, nous avons associé l'étage du filtre avec un étage de notre amplificateur de puissance comme le montre le schéma ci-dessous:

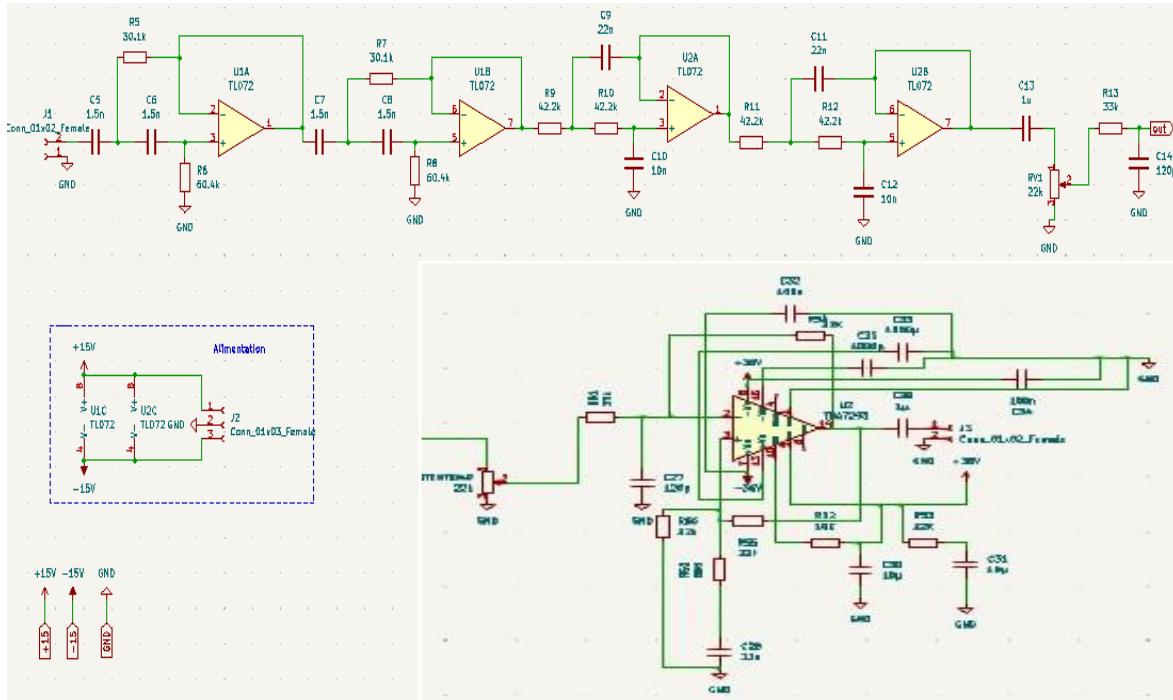


Figure 25 : Schéma Kicad Filtre passe-bande + étage d'amplificateur

Après cela, nous avons réalisé le typon. Après l'étape de Kicad, nous avons imprimé le typon, réalisé la carte. Ci-dessous, la carte finale que nous avons obtenue.

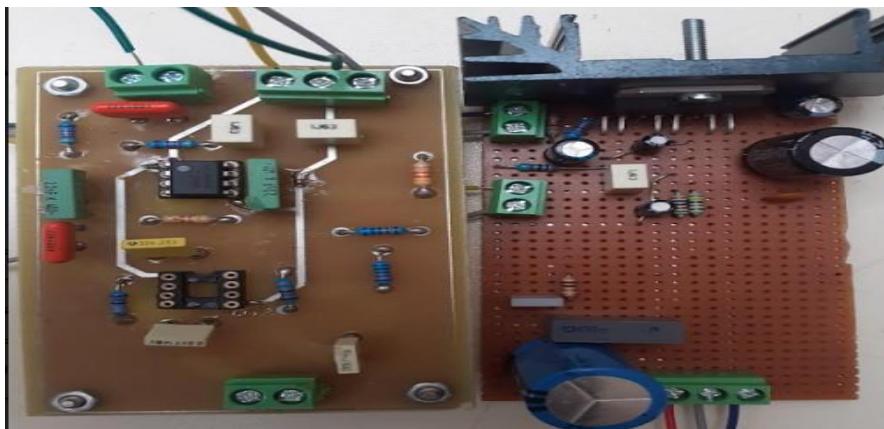


Figure 26 : Carte passe-bande + étage d'amplificateur

iv. Test des filtres

❖ Tests de continuités

Après avoir fini les soudures des cartes, nous avons fait les tests de continuités qui consiste à vérifier si les liaisons électriques sont bien faites. Pour cela, nous avons utilisé un multimètre en mode “test” avec cela nous nous sommes rassurés que nous n'avons pas de court-circuit.

❖ Test à vide

Puis nous avons fait des tests à vide qui consiste à tester carte par carte tout en les alimentant à l'aide de notre voltmètre. Nous nous sommes servis d'une tension de plus ou moins 15 volts en rapport du sens de nos connecteurs. Nos amplificateurs sont alimentés aussi en plus ou moins 15 volts et une tension de 5 volts pour la patte mute. Après avoir vérifié que nos différents filtres fonctionnent bien, nous les avons liés pour les tester globalement.

Le résultat obtenu est le suivant :

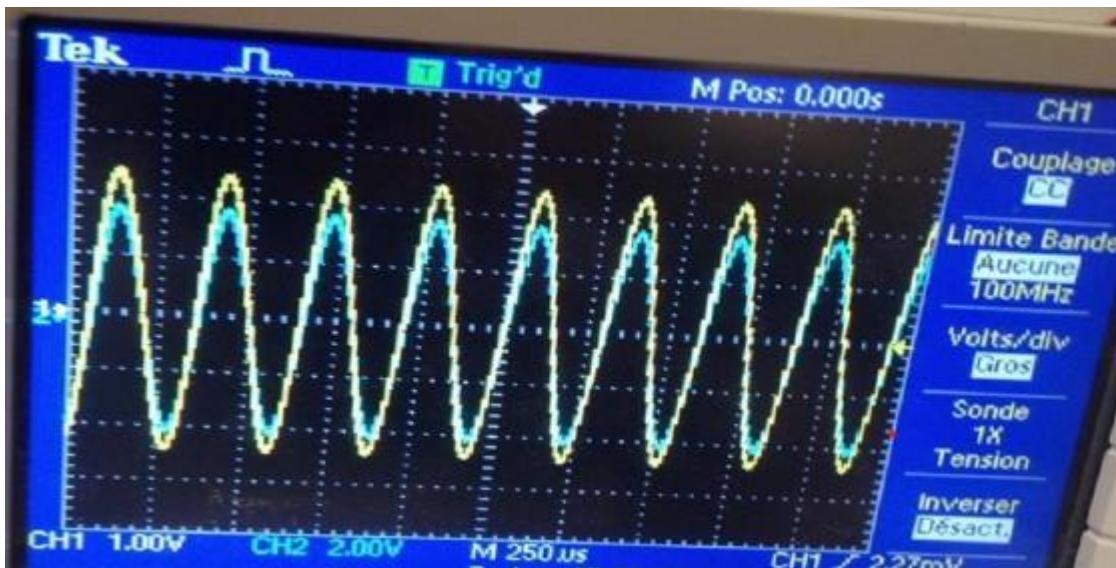


Figure 27 : Visualisation de notre filtre actif

Nous voyons que nous avons une amplification à la sortie donc le résultat est bien cohérent.

4. Vu-mètre

Le vu-mètre (Volume Units meter) est un instrument qui nous permet d'avoir une idée approximative sur le niveau sonore du signal à l'aide des LEDs qui s'allument. Le circuit du vu-mètre est constitué principalement de **8 comparateurs** alors 2 **LM324** (chaque LM324 comporte 4 comparateurs) pour

comparer une tension de référence à la tension d'entrée. Ses comparateurs sont alimentés entre **+/-15V** avec un courant d'entrée de **0.5mA** et de sortie de **10mA**. Nous aurons besoin ainsi de **8 LEDs** de **2V** qui vont être soumises à 10mA à la sortie du comparateur, pour limiter le courant de sortie nous avons mis 8 résistances placées avant les LEDs. Finalement 9 résistances, chacune placée à l'entrée d'un comparateur comme montré dans le schéma ci-dessous:

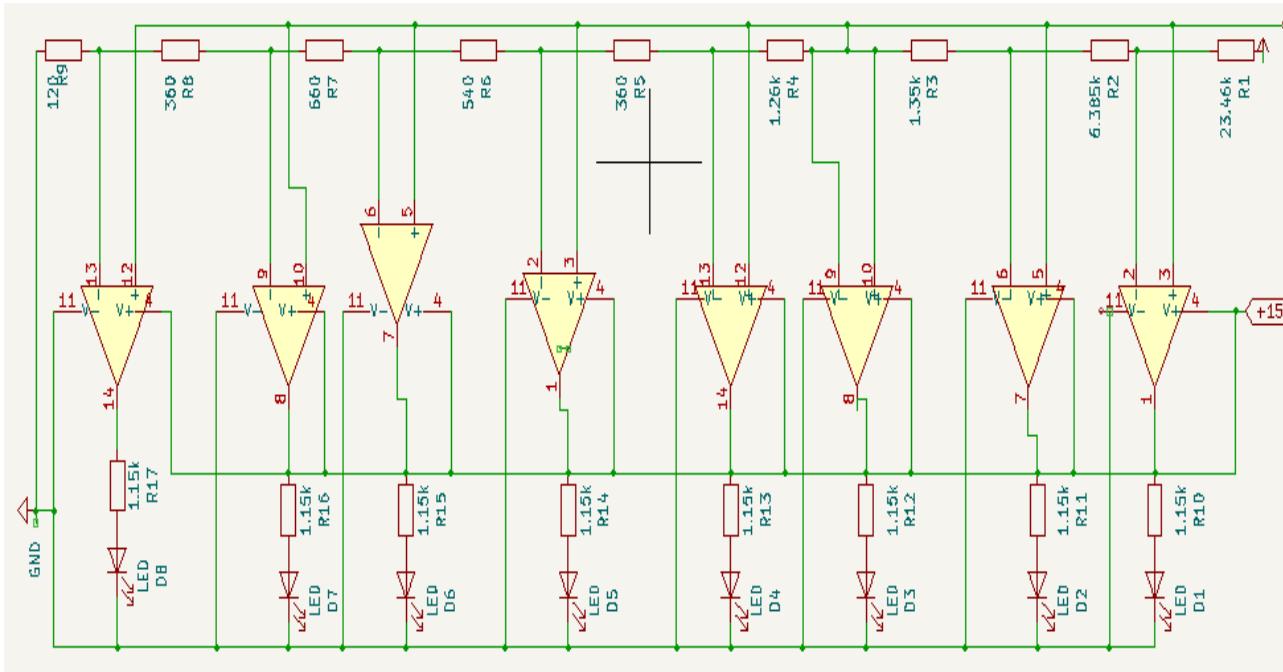


Figure 28 : Schéma du vu-mètre sous Kicad

Pour pouvoir dimensionner les résistances d'entrée nous allons faire en sorte que chaque diode s'allume à une atténuation donnée de notre signal. Nous prenons: +6 dBu, +3 dBu, 0 dBu, -3 dBu, -6 dBu, -9 dBu, -12 dBu, -20 dBu, et -30dBu. Chaque seuil va nous permettre de définir une tension de sortie pour nos comparateurs. Et en partant de la relation:

$$G = 20 \log\left(\frac{V_s}{V_e}\right) \Rightarrow V_s = V_{ref} \times 10^{\left(\frac{G \text{dBu}}{20}\right)} \quad (1)$$

V_s représente la tension de sortie qui va varier en fonction du gain choisi et, **V_{ref}** est la valeur normalisée puisque notre gain est en dB, elle est constante, et est égale à **0,775V**. Pour déterminer les valeurs des résistances d'entrée nous avons utilisé la formule:

$$R_i = \frac{V_{ref(i-1)} - 3 V_{ref(i)}}{I} \quad (2)$$

Avec $I = 0.5\text{mA}$ et allant de **1 jusqu'à 9**. Le facteur **3** représente le gain de notre AOP qui va se relier au vumètre, pour avoir une marge suffisante afin de pouvoir placer les LEDs avec une tension de 2v.

En utilisant les relations (1) et (2), nous pouvons déduire finalement les valeurs des résistances présentes dans le tableau suivant :

I	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Gain(dBu)	6	3	0	-3	-6	-9	-12	-20	-30
Résistance(kΩ)	23.5	6.4	1.4	1.3	0.36	0.54	0.66	0.36	0.12

A la sortie de vu-mètre nous aurons une valeur de résistance **constante** de **1.15 kΩ** déterminée en trouvant la tension aux bornes de la résistance.

Nous avons tout d'abord une tension à la sortie du comparateur que nous avons pris à **13.5V** puisque le comparateur ne va pas pouvoir donner la totalité de sa tension **+Vcc** à cause de la tension de déchet, en appliquant la loi des mailles nous trouvons: **UR = 13.5 - 2 = 11.5V ⇒ R = 11.5 / 0.01 = 1.15 kΩ**

Après avoir mis en place les composants nécessaires ainsi que leurs dimensionnements nous avons tout d'abord réalisé le schéma PCB sur Kicad, après nous l'avons imprimé et voici le PCB réalisé ainsi que la carte finale obtenue:

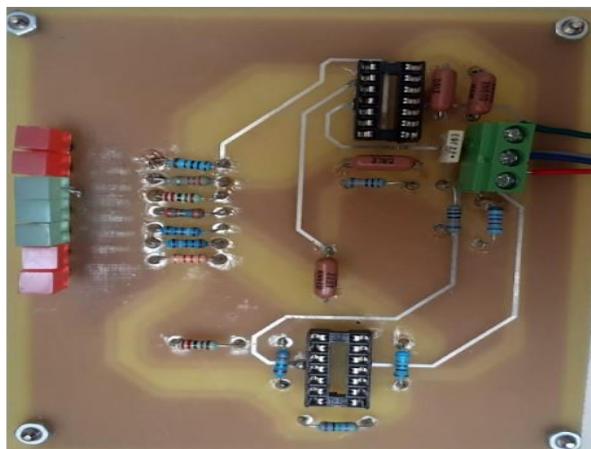
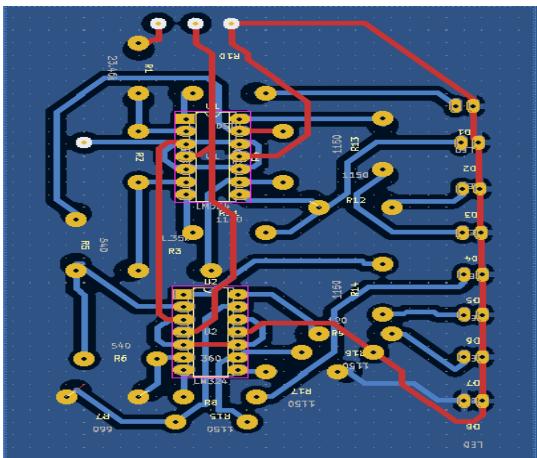


Figure 29 : Schéma du PCB réalisé sur Kicad

Figure 30 : Carte finale du vumètre

5. Amplificateur

Pour l'amplificateur, nous avions à notre disposition plusieurs choix : le LM1875T, LM4766T, LM3886T et le TDA7293. Nous sommes entrés dans la datasheet de chacun de ces amplis pour regarder leurs caractéristiques à savoir la résistance, la puissance, le Taux de Distorsion Harmonique. Nous devons satisfaire le cahier des charges en prenant un ampli qui a au minimum 15W efficace en puissance sous une charge de 8 Ohm.

Avec le TDA7293, à 8 Ohm, en se plaçant à 30V (qui correspond à la tension d'alimentation) nous avons une puissance de 45W sur la courbe avec le TDAH=0.5%, cette puissance est la plus élevée et ce TDH le plus faible par rapport aux autres amplis proposés. Avec cet amplificateur, nous avons un gain égal à 30 dB et on aura en valeur naturelle $A_v=32$.

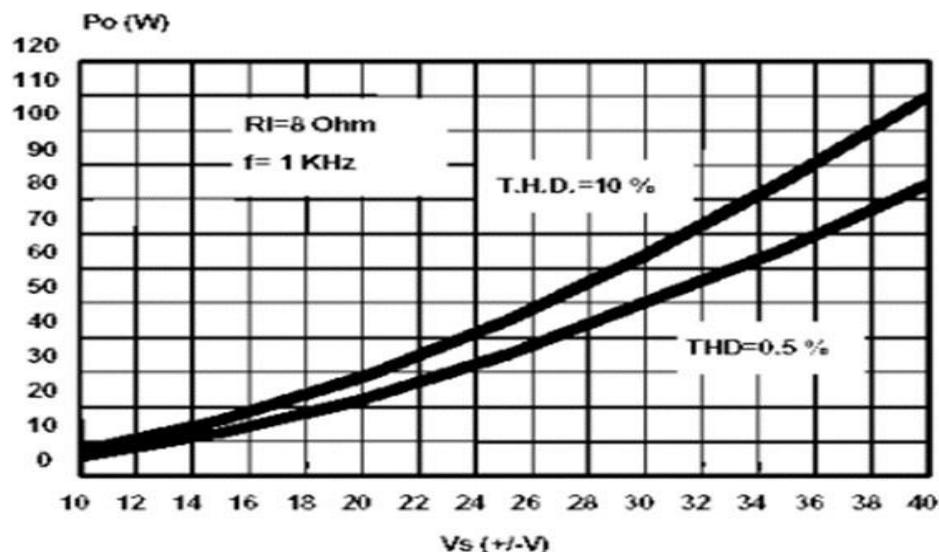


Figure 31: Output power vs. supply voltage

En effet, l'amplificateur n'a que pour but d'ajouter de la puissance au signal et ne modifie pas le son. Sur la datasheet du TDA7293, nous avons trouvé la figure ci-dessous que l'on a intégrer dans chacun de nos étages de filtre comme dit précédemment.

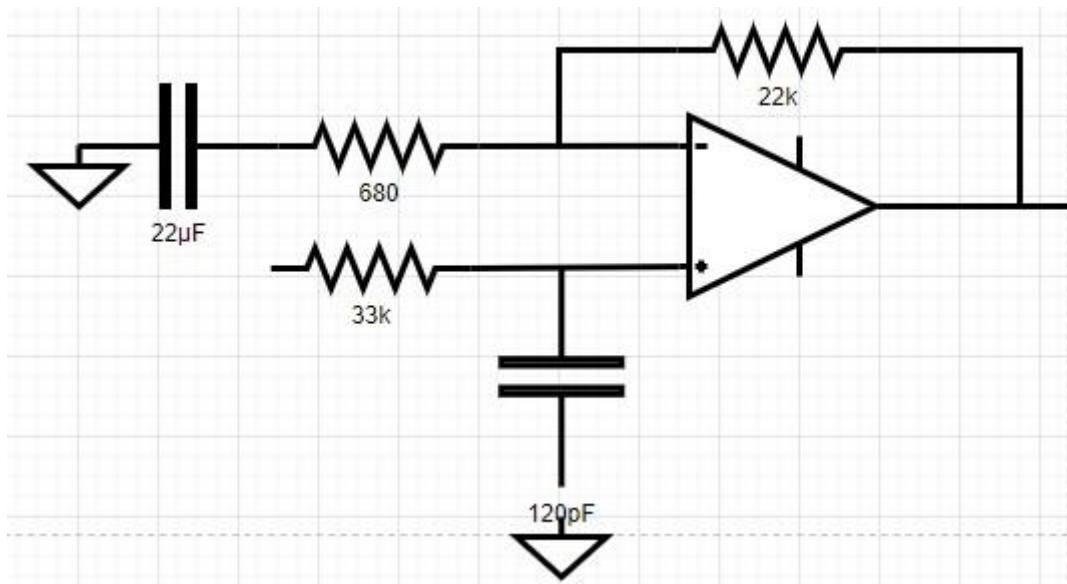


Figure 32 : Schéma de l'amplificateur

6. Choix des dissipateurs

Les dissipateurs sont utilisés dans nos régulateurs mais aussi nos amplificateurs. En effet, ils jouent un rôle important dans le processus d'éviter le surchauffement de nos cartes électroniques en évacuant la chaleur résultant de l'effet joule. Comme nous l'avons dit précédemment notre dissipateur sera dans nos régulateurs LM7815 et LM7915. D'après la datasheet consultée pour ces deux composants il était obligatoire d'en utiliser vu que leur résistance thermique était inférieure à 50°C/W régi par le fabricant.



Figure33 : dissipateurs

Sachant que la puissance du régulateur est la même et est donnée par la formule suivante:

Puissance du régulateur= 15*370= 5.55 watts.

Le calcul de LM7815 est donné ainsi:

R_θja=((150°C-25°C)/5.55)-4°C/w=16.7°C/w

Le calcul de LM7815 est donné ainsi:

R_θja=((125°C-25°C)/5.55)-5°C/w=11.2°C/w.

En ce qui concerne du TDA7293 nous avons déterminé la puissance du régulateur en nous référant à la datasheet et le processus de calcul est le même:

Puissance dissipée= 16 watts

R_θra=((150°C-25°C)/16)-1,5°C/w=6,3°C/w

VI. Problèmes rencontrés

Au cours de la réalisation de ce projet, nous avions rencontré plusieurs problèmes qu'on a su résoudre en apportant des solutions.

1. Alimentation

Lors de la réalisation de notre carte alimentation, nous n'avions pas bien sélectionné le bon composant et cela affectait le bon fonctionnement de la carte mais après une profonde réflexion et à l'aide de notre encadrant, nous avons réussi à résoudre ce problème de sorte l'alimentation fonctionne comme on le souhaite.

2. Passe-haut

Lors de la création de carte PCB du filtre, nous n'avions pas bien relié certains pattes des composants. Ainsi nous l'avions remarqué pendant la phase de perçage des cartes et c'était trop tard de la réparer. Par la suite, nous avons pensé à refaire cette carte. Par conséquent, nous sommes arrivés à régler cette difficulté.

3. Vu-mètre

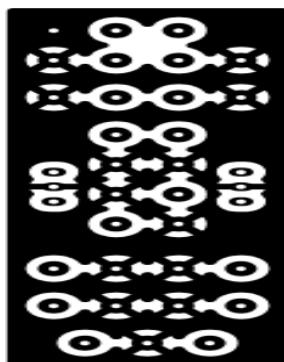
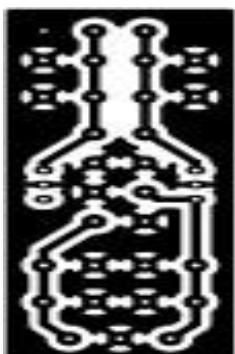
Après le dimensionnement des composants et la conception de la carte, nous avions testé une à une de nos cartes mais toutes marchaient sauf le vu-mètre. Ainsi nous avons passé beaucoup de temps à savoir l'origine de ce problème mais on n'arrivait toujours pas à résoudre ce problème.

Conclusion

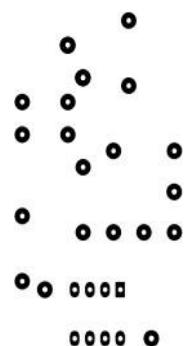
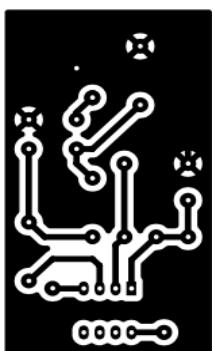
Au regard de tous les dimensionnements, de la réalisation et de la conception, ce projet était une occasion pour nous, de renforcer nos connaissances en électronique mais aussi et surtout de découvrir plus en profondeur la partie pratique de l'électronique. C'était en quelque sorte pour nous un peu de détachement de la théorie et une mise en situation face à la réalité. Étant donné que nous travaillons en groupe, il nous a permis de développer un esprit d'équipe, développer des compétences en termes d'organisation et surtout de rigueur qui est grandement attendu sur le comportement professionnel d'un ingénieur .Il nous a également permis de gagner d'autres compétences transversales à savoir respecter un cahier des charges, anticiper et faire face aux imprévus qui sont parties prenantes du projet mais aussi de savoir gérer un budget qui est pareillement un des aspects fondamentaux pour une bonne réussite d'un projet. Ce travail a été long et fastidieux et donc nous étions quelques fois en difficulté suite des fois à des erreurs que nous faisions surtout sur le logiciel Kicad par exemple l'alimentation de nos composantes et des fois sur la réalisation des tipons mais qu'on a su résoudre en apportant des solutions en toute rigueur, efficacité et parfois même en autonomie ce qui été bénéfique pour nous car on a appris énormément de choses de ces erreurs. En somme, le bilan que l'on fait à la sortie de ce projet ne peut qu'être positif puisque ce dernier a été didactique sur tous les angles d'observation.

Annexes:

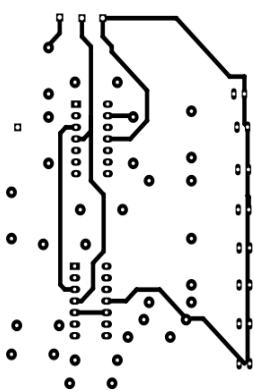
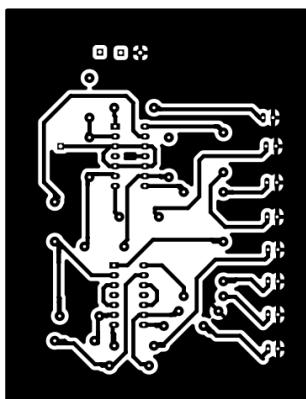
1/ Typons:



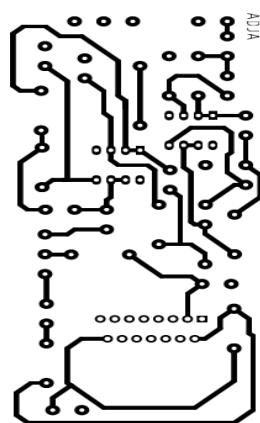
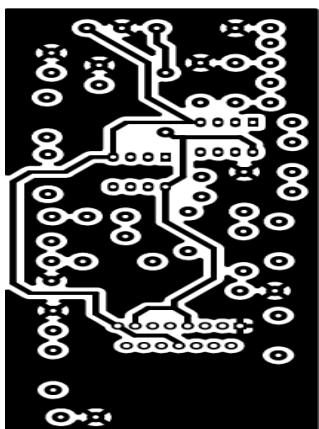
Annexe 1: Alimentation BCU et FCU



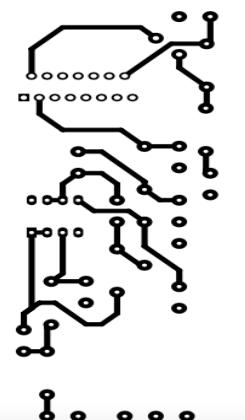
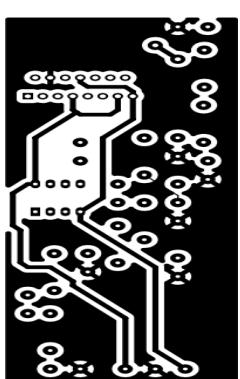
Annexe 2: Préampli BCU et FCU



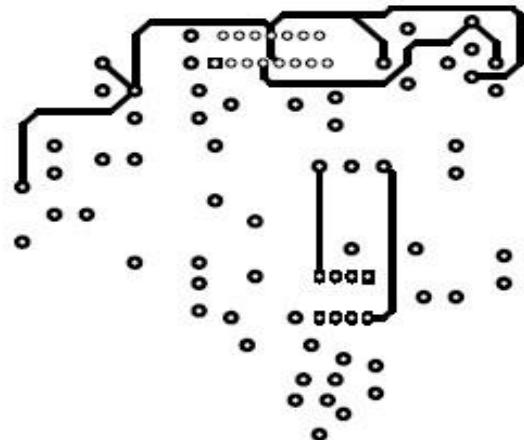
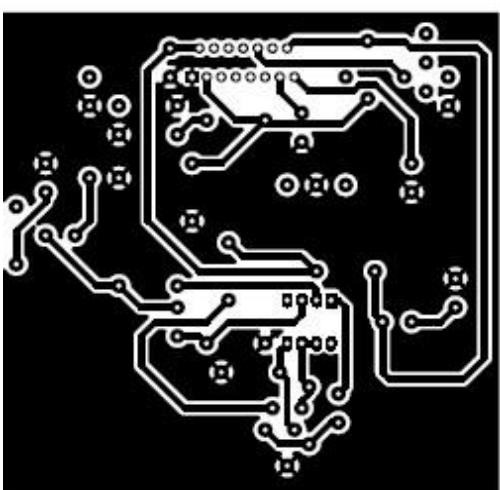
Annexe 3: Vu-mètre BCU et FCU



Annexe 4: Filtre passe bande BCU et FCU



Annexe 5: Filtre passe bas BCU et FCU



Annexe 6: Filtre passe haut

2/ Datasheets:

TDA7293



TDA7293

120V - 100W DMOS AUDIO AMPLIFIER WITH MUTE/ST-BY

- VERY HIGH OPERATING VOLTAGE RANGE (±50V)
- DMOS POWER STAGE
- HIGH OUTPUT POWER (100W @ THD = 10%, $R_L = 8\Omega$, $V_D = \pm 40V$)
- MUTING/STAND-BY FUNCTIONS
- NO SWITCH ON/OFF NOISE
- VERY LOW DISTORTION
- VERY LOW NOISE
- SHORT CIRCUIT PROTECTED (WITH NO INPUT SIGNAL APPLIED)
- THERMAL SHUTDOWN
- CLIP DETECTOR
- MODULARITY (MORE DEVICES CAN BE EASILY CONNECTED IN PARALLEL TO DRIVE VERY LOW IMPEDANCES)

DESCRIPTION

The TDA7293 is a monolithic integrated circuit in Multiwatt15 package, intended for use as audio class AB amplifier in Hi-Fi field applications (Home Stereo, self powered loudspeakers, Top-

MULTIPOWER BCD TECHNOLOGY



Multiwatt15V
TDA7293V

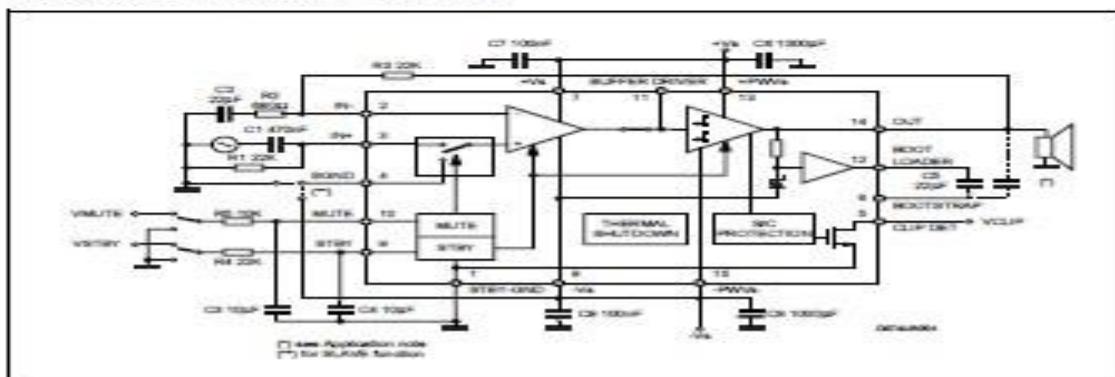


Multiwatt15H
TDA7293HS

class TV). Thanks to the wide voltage range and to the high output current capability it is able to supply the highest power into both 4Ω and 8Ω loads. The built in muting function with turn on delay simplifies the remote operation avoiding switching on-off noises.

Parallel mode is made possible by connecting more device through pin 11. High output power can be delivered to very low impedance loads, so optimizing the thermal dissipation of the system.

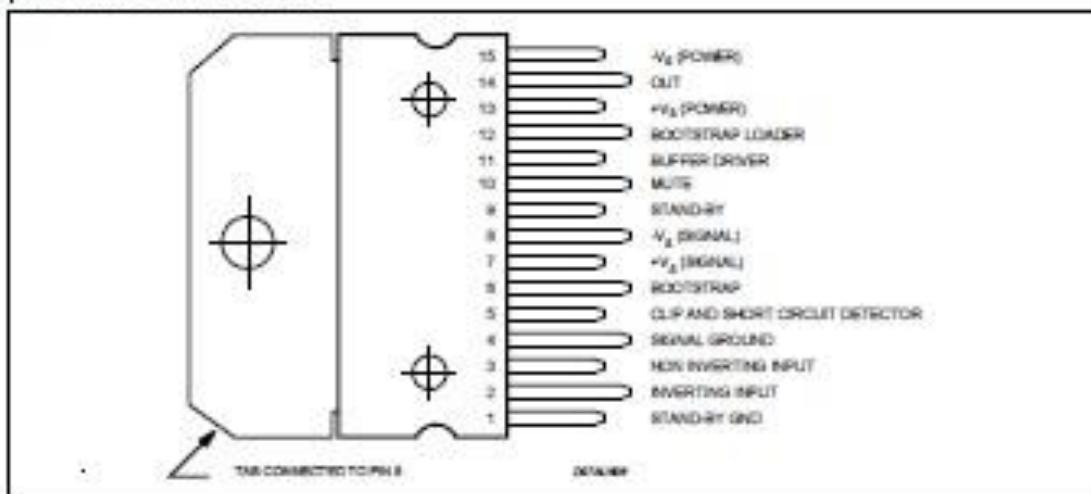
Figure 1: Typical Application and Test Circuit



Annexe 7

TDA7293

PIN CONNECTION (Top view)



Annexe 8

TYPICAL CHARACTERISTICS (Application Circuit of fig 1 unless otherwise specified)

Figure 3: Output Power vs. Supply Voltage.

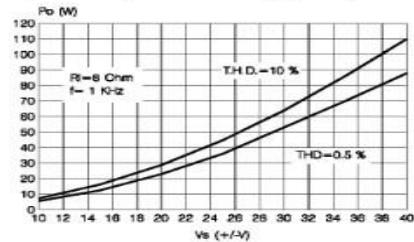


Figure 5: Output Power vs. Supply Voltage

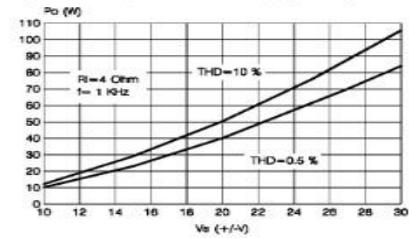


Figure 7: Distortion vs. Frequency

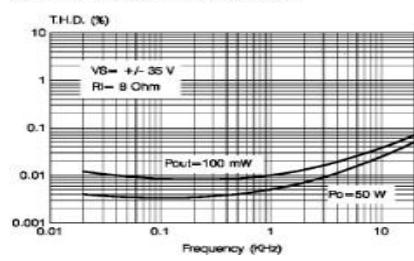


Figure 4: Distortion vs. Output Power

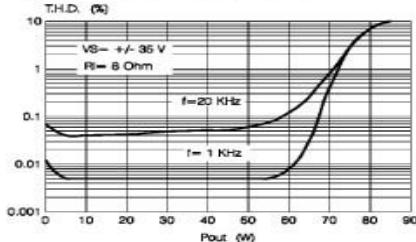


Figure 6: Distortion vs. Output Power

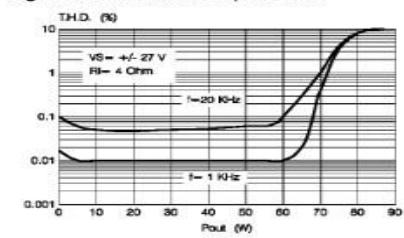
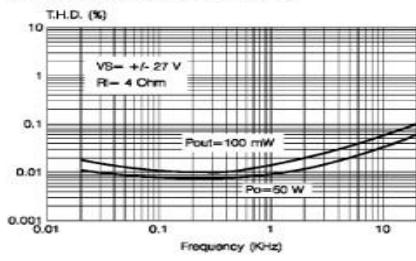


Figure 8: Distortion vs. Frequency



Annexe 9

TYPICAL CHARACTERISTICS (continued)

Figure 9: Quiescent Current vs. Supply Voltage

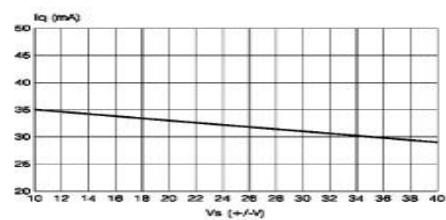


Figure 11: Mute Attenuation vs. V_{p1n10}

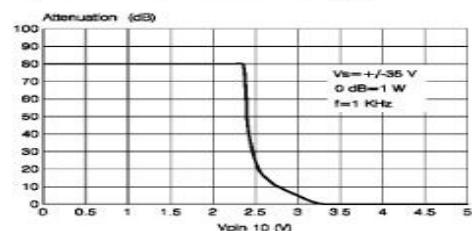


Figure 13: Power Dissipation vs. Output Power

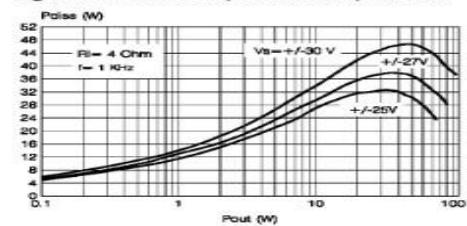


Figure 10: Supply Voltage Rejection vs. Frequency

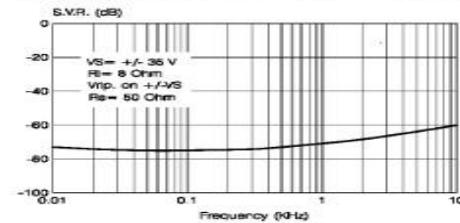


Figure 12: St-by Attenuation vs. V_{p1n9}

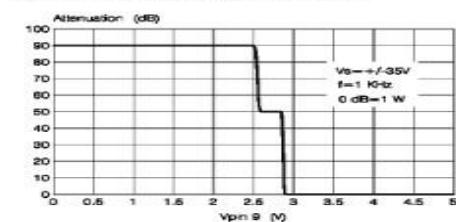
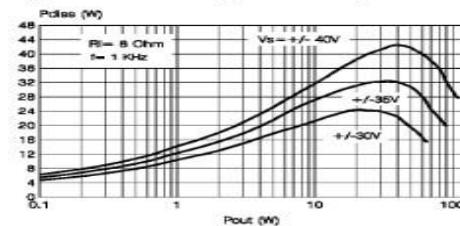


Figure 14: Power Dissipation vs. Output Power



Annexe 10

TDA7293

Figure 8: Distortion vs. Output Power

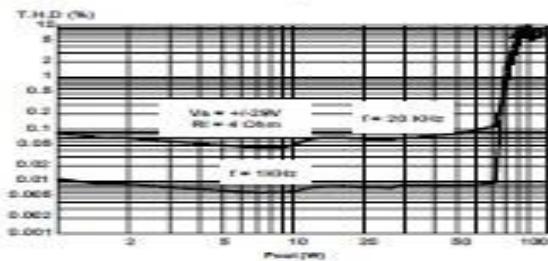


Figure 10: Distortion vs. Output Power

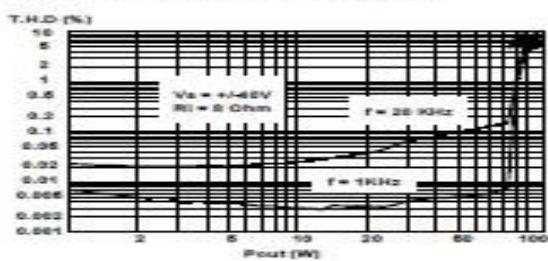


Figure 11: Distortion vs. Frequency

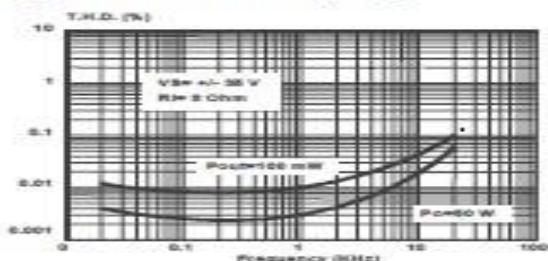


Figure 12: Modular Application Derating Rload vs Vsupply (ref. fig. 7)



Figure 13: Modular Application Pd vs Vsupply (ref. fig. 7)

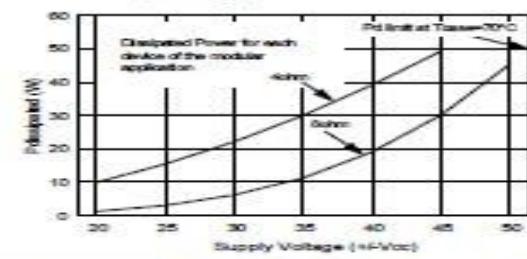
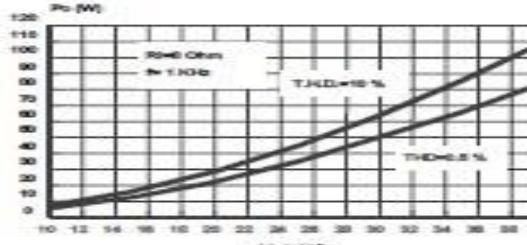


Figure 14: Output Power vs. Supply Voltage



Annexe 11

LM7815



LM7800 Series 3-Terminal Fixed Voltage Regulators

THREE-TERMINAL POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

These voltage regulators are monolithic integrated circuits designed as fixed-voltage regulators for a wide variety of applications including local, on-card regulation. These regulators employ internal current limiting, thermal shutdown, and safe-area

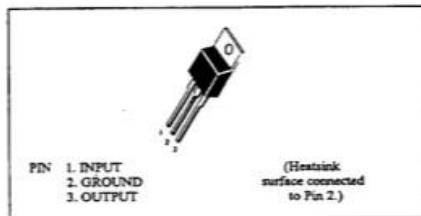
compensation. With adequate heatsinking they can deliver output currents in excess of 1.5 ampere.

Although designed primarily as a fixed voltage regulator, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

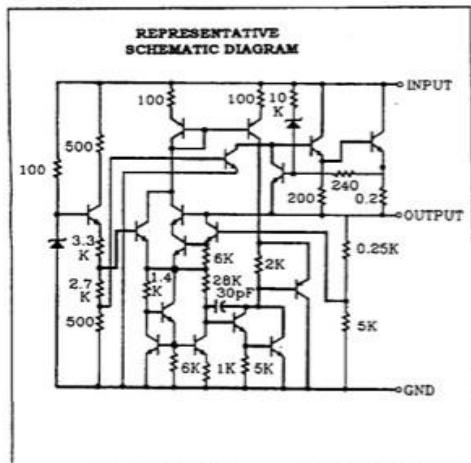
FEATURES

- Output Current in Excess of 1.5 Ampere
- No External Components Required
- Internal Thermal Overload Protection
- Internal Short-Circuit Current Limiting
- Output Transistor Safe-Area Compensation
- Output Voltage Offered in 2% Tolerance

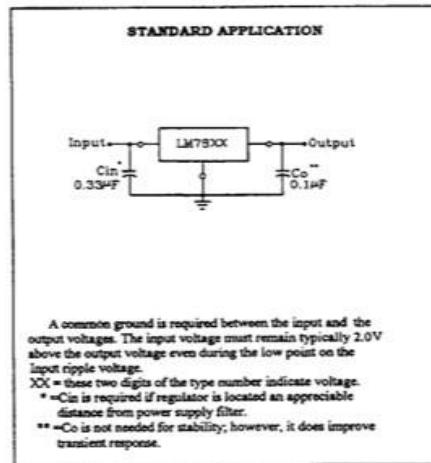
PIN ARRANGEMENT



CIRCUIT SCHEMATIC



TYPICAL CONNECTING CIRCUIT



A common ground is required between the input and the output voltage. The input voltage must remain typically 2.0V above the output voltage even during the low point on the input ripple voltage.

XX = these two digits of the type number indicate voltage.

* -Cin is required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter.

** -Co is not needed for stability; however, it does improve transient response.

Annexe 12



LM7800 Series 3-Terminal Fixed Voltage Regulators

• LM7806 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Vin=11V, Iout=500mA, 0°C < Tj < 125°C, Cin=0.33µF, Cout=0.1µF; unless otherwise specified.)

Item	Symbol	Test Conditions		min.	typ.	max.	unit
Output Voltage	Vout	Tj=25°C		5.88	6.0	6.12	V
		8V ≤ Vin ≤ 21V, 5mA ≤ Iout ≤ 1.0A,		5.83	--	6.17	V
		Pd ≤ 15W					
Line Regulation	Δ REGline	Tj=25°C	8V ≤ Vin ≤ 25V	--	5	120	mV
			9V ≤ Vin ≤ 13V	--	1.5	60	mV
Load Regulation	Δ REGload	Tj=25°C	5mA ≤ Iout ≤ 1.5A	--	14	120	mV
			250mA ≤ Iout ≤ 750mA	--	4.0	60	mV
Quiescent Current	Iq	Tj=25°C, Iout=0		--	4.3	8.0	mA
Quiescent Current Change	Δ Iq	8V ≤ Vin ≤ 25V	--	--	--	1.3	mA
			5mA ≤ Iout ≤ 1.0A	--	--	0.5	mA
Output Noise Voltage	Vn	Ta=25°C, 10Hz ≤ f ≤ 100KHz		--	45	--	µV
Ripple Rejection Ratio	RR	f=120Hz		59	75	--	dB
Voltage Drop	Vdrop	Iout=1.0A, Tj=25°C		--	2.0	--	V
Output Resistance	Rout	f=1KHz		--	19	--	mΩ
Output Short Circuit Current	Ios	Tj=25°C		--	550	--	mA
Peak Output Current	Io peak	Tj=25°C		--	2.2	--	A
Temperature Coefficient of Output Voltage	Δ Vout/Δ Tj	Iout=5mA, 0°C ≤ Tj ≤ 125°C		--	-0.8	--	mV/°C

• LM7808 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Vin=14V, Iout=500mA, 0°C < Tj < 125°C, Cin=0.33µF, Cout=0.1µF; unless otherwise specified.)

Item	Symbol	Test Conditions		min.	typ.	max.	unit
Output Voltage	Vout	Tj=25°C		7.84	8.0	8.16	V
		10.5V ≤ Vin ≤ 23V, 5mA ≤ Iout ≤ 1.0A,		7.74	--	8.26	V
		Pd ≤ 15W					
Line Regulation	Δ REGline	Tj=25°C	10.5V ≤ Vin ≤ 25V	--	6	160	mV
			11V ≤ Vin ≤ 17V	--	2.0	80	mV
Load Regulation	Δ REGload	Tj=25°C	5mA ≤ Iout ≤ 1.5A	--	12	160	mV
			250mA ≤ Iout ≤ 750mA	--	4	80	mV
Quiescent Current	Iq	Tj=25°C, Iout=0		--	4.3	8.0	mA
Quiescent Current Change	Δ Iq	10.5V ≤ Vin ≤ 25V	--	--	--	1.0	mA
			5mA ≤ Iout ≤ 1.0A	--	--	0.5	mA
Output Noise Voltage	Vn	Ta=25°C, 10Hz ≤ f ≤ 100KHz		--	52	--	µV
Ripple Rejection Ratio	RR	f=120Hz		56	72	--	dB
Voltage Drop	Vdrop	Iout=1.0A, Tj=25°C		--	2.0	--	V
Output Resistance	Rout	f=1KHz		--	16	--	mΩ
Output Short Circuit Current	Ios	Tj=25°C		--	450	--	mA
Peak Output Current	Io peak	Tj=25°C		--	2.2	--	A
Temperature Coefficient of Output Voltage	Δ Vout/Δ Tj	Iout=5mA, 0°C ≤ Tj ≤ 125°C		--	-1.8	--	mV/°C

Annexe 13



LM7800 Series 3-Terminal Fixed Voltage Regulators

• LM7818 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{in}=27V$, $I_{out}=500mA$, $0^\circ C \leq T_j \leq 125^\circ C$, $C_{in}=0.33\mu F$, $C_{out}=0.1\mu F$; unless otherwise specified.)

Item	Symbol	Test Conditions	min.	typ.	max.	unit
Output Voltage	V _{out}	T _j =25°C	17.64	18.0	18.36	V
		21.0V≤V _{in} ≤33V, 5mA≤I _{out} ≤1.0A, P _D ≤15W	17.44	—	18.56	V
Line Regulation	Δ V _{o line}	21.0V≤V _{in} ≤33V	—	15	360	mV
		24V≤V _{in} ≤30V	—	5.0	180	mV
Load Regulation	Δ V _{o load}	5mA≤I _{out} ≤1.5A	—	12	360	mV
		250mA≤I _{out} ≤750mA	—	4.0	180	mV
Quiescent Current	I _Q	T _j =25°C, I _{out} =0	—	4.5	8.0	mA
Quiescent Current Change	Δ I _Q	21.0V≤V _{in} ≤33V	—	—	1.0	mA
		5mA≤I _{out} ≤1.0A	—	—	0.5	mA
Output Noise Voltage	V _n	T _a =25°C, 10Hz≤f≤100KHz	—	110	—	μV
Ripple Rejection Ratio	RR	f=120Hz	53	69	—	dB
Voltage Drop	V _{drop}	I _{out} =1.0A, T _j =25°C	—	2.0	—	V
Output Resistance	R _{out}	f=1KHz	—	22	—	mΩ
Output Short Circuit Current	I _{os}	T _j =25°C	—	200	—	mA
Peak Output Current	I _{o peak}	T _j =25°C	—	2.1	—	A
Temperature Coefficient of Output Voltage	Δ V _{out} /Δ T _j	I _{out} =5mA, 0°C ≤ T _j ≤ 125°C	—	-1.0	—	mV/°C

• LM7824 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{in}=33V$, $I_{out}=500mA$, $0^\circ C \leq T_j \leq 125^\circ C$, $C_{in}=0.33\mu F$, $C_{out}=0.1\mu F$; unless otherwise specified.)

Item	Symbol	Test Conditions	min.	typ.	max.	unit
Output Voltage	V _{out}	T _j =25°C	23.52	24.0	24.48	V
		27.0V≤V _{in} ≤38V, 5mA≤I _{out} ≤1.0A, P _D ≤15W	23.32	—	24.68	V
Line Regulation	Δ V _{o line}	27.0V≤V _{in} ≤38V	—	18	480	mV
		30V≤V _{in} ≤36V	—	6.0	240	mV
Load Regulation	Δ V _{o load}	5mA≤I _{out} ≤1.5A	—	12	480	mV
		250mA≤I _{out} ≤750mA	—	4.0	240	mV
Quiescent Current	I _Q	T _j =25°C, I _{out} =0	—	4.6	8.0	mA
Quiescent Current Change	Δ I _Q	27.0V≤V _{in} ≤38V	—	—	1.0	mA
		5mA≤I _{out} ≤1.0A	—	—	0.5	mA
Output Noise Voltage	V _n	T _a =25°C, 10Hz≤f≤100KHz	—	170	—	μV
Ripple Rejection Ratio	RR	f=120Hz	50	66	—	dB
Voltage Drop	V _{drop}	I _{out} =1.0A, T _j =25°C	—	2.0	—	V
Output Resistance	R _{out}	f=1KHz	—	28	—	mΩ
Output Short Circuit Current	I _{os}	T _j =25°C	—	150	—	mA
Peak Output Current	I _{o peak}	T _j =25°C	—	2.1	—	A
Temperature Coefficient of Output Voltage	Δ V _{out} /Δ T _j	I _{out} =5mA, 0°C ≤ T _j ≤ 125°C	—	-1.5	—	mV/°C

Annexe 14

FIGURE 1 - WORST CASE POWER DISSIPATION versus AMBIENT TEMPERATURE (Case 221A)

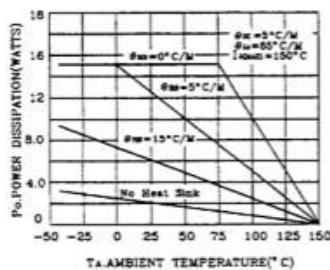


FIGURE 2 - WORST CASE POWER DISSIPATION versus AMBIENT TEMPERATURE (Case 1)

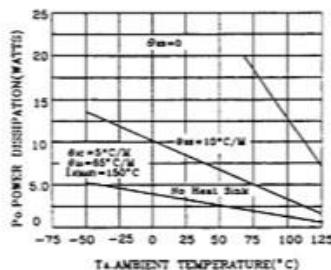


FIGURE 3 - INPUT OUTPUT DIFFERENTIAL AS A FUNCTION OF JUNCTION TEMPERATURE

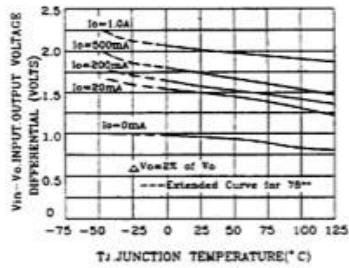


FIGURE 4 - INPUT OUTPUT DIFFERENTIAL AS A FUNCTION OF JUNCTION TEMPERATURE

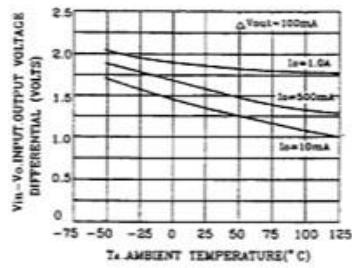


FIGURE 5 - PEAK OUTPUT CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT-OUTPUT DIFFERENTIAL VOLTAGE

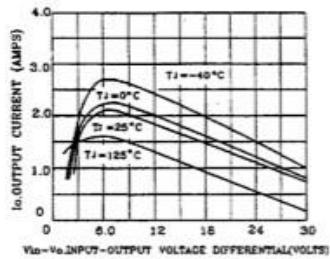
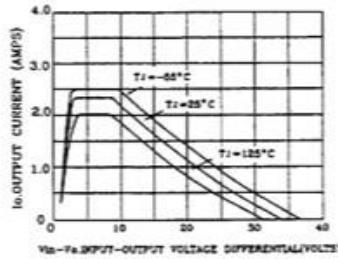


FIGURE 6 -PEAK OUTPUT CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT-OUTPUT DIFFERENTIAL VOLTAGE



Annexe 15



LM7800 Series 3-Terminal Fixed Voltage Regulators

FIGURE 7 - RIPPLE REJECTION AS A FUNCTION OF OUTPUT VOLTAGE

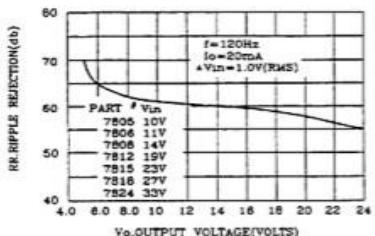


FIGURE 8 - RIPPLE REJECTION AS A FUNCTION OF FREQUENCY

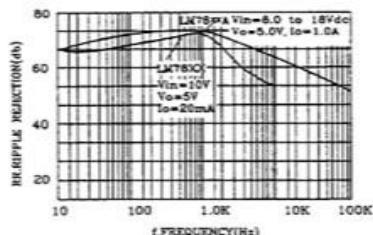


FIGURE 9 - OUTPUT VOLTAGE AS A FUNCTION OF JUNCTION TEMPERATURE

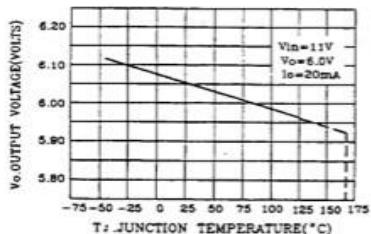


FIGURE 10 - OUTPUT IMPEDANCE AS A FUNCTION OF OUTPUT VOLTAGE

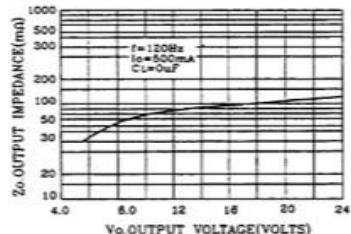


FIGURE 11 - QUIESCENT CURRENT AS A FUNCTION OF TEMPERATURE

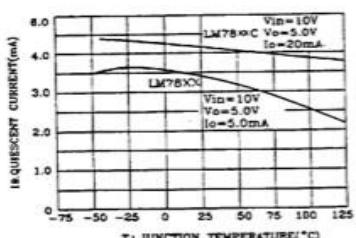
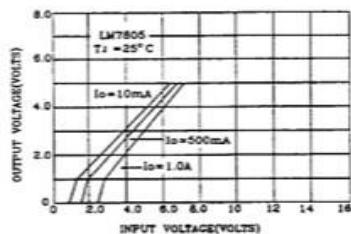


FIGURE 12 -DROPOUT CHARACTERISTICS



Annexe 16

TL072

**TL071, TL071A, TL071B, TL072
TL072A, TL072B, TL074, TL074A, TL074B
LOW-NOISE JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS**

SLOS080J – SEPTEMBER 1978 – REVISED MARCH 2005

description/ordering information (continued)

ORDERING INFORMATION

T _A	V _{I0max} AT 25°C	PACKAGE†	ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
10 mV	0°C to 70°C	PDIP (P)	Tube of 50 TL071CP	TL071CP
		PDIP (P)	Tube of 50 TL072CP	TL072CP
		PDIP (N)	Tube of 25 TL074CN	TL074CN
		SOIC (D)	Tube of 75 TL071CD	TL071C
			Reel of 2500 TL071CDR	
			Tube of 75 TL072CD	TL072C
			Reel of 2500 TL072CDR	
			Tube of 50 TL074CD	TL074C
			Reel of 2500 TL074CDR	
		SOP (NS)	Reel of 2000 TL074CNSR	TL074
		SOP (PS)	Reel of 2000 TL071CPSR	TL071
			Reel of 2000 TL072CPSR	T072
			Reel of 2000 TL072CPWR	T072
		TSSOP (PW)	Tube of 90 TL074CPW	
			Reel of 2000 TL074CPWR	T074
6 mV	0°C to 70°C	PDIP (P)	Tube of 50 TL071ACP	TL071ACP
		PDIP (P)	Tube of 50 TL072ACP	TL072ACP
		PDIP (N)	Tube of 25 TL074ACN	TL074ACN
		SOIC (D)	Tube of 75 TL071ACD	071AC
			Reel of 2500 TL071ACDR	
			Tube of 75 TL072ACD	072AC
			Reel of 2500 TL072ACDR	
			Tube of 50 TL074ACD	
			Reel of 2500 TL074ACDR	TL074AC
		SOP (PS)	Reel of 2000 TL072ACPSR	T072A
		SOP (NS)	Reel of 2000 TL074CNSR	TL074A
		SOIC (D)	Tube of 50 TL071BCP	TL071BCP
			Tube of 50 TL072BCP	TL072BCP
			Tube of 25 TL074BCN	TL074BCN
			Tube of 75 TL071BCD	
			Reel of 2500 TL071BCDR	071BC
			Tube of 75 TL072BCD	072BC
			Reel of 2500 TL072BCDR	
		PDIP (N)	Tube of 50 TL074BCD	
			Reel of 2500 TL074BCDR	TL074BC
		SOP (NS)	Reel of 2000 TL074BCNSR	TL074B

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Annexe 17

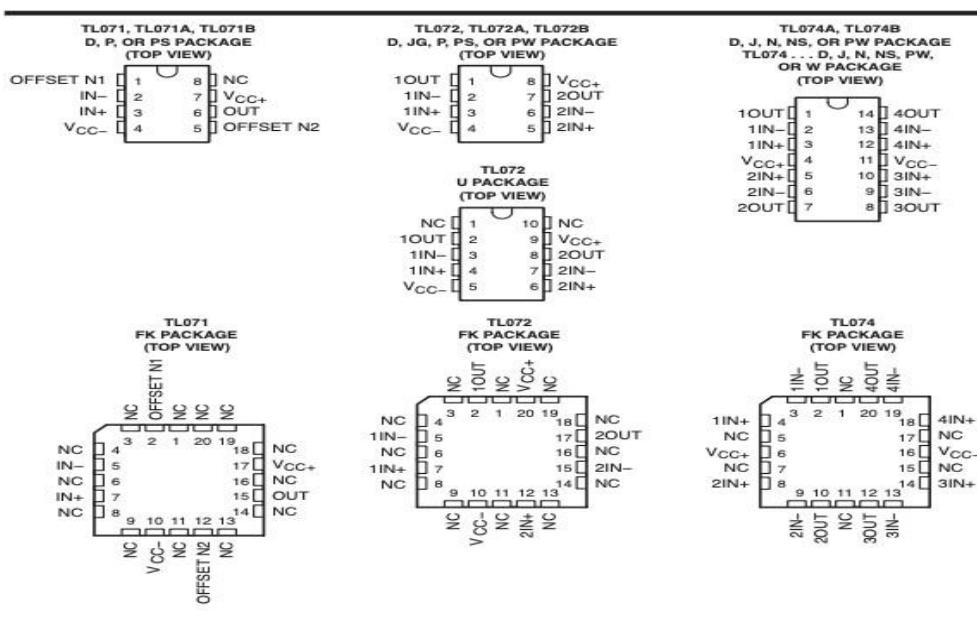
description/ordering information (continued)

ORDERING INFORMATION

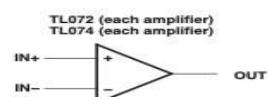
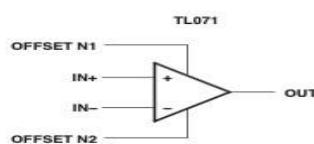
T_A	V_{IOmax} AT 25°C	PACKAGE†	ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
-40°C to 85°C	6 mV	PDIP (P)	Tube of 50	TL071IP
			Tube of 50	TL072IP
		PDIP (N)	Tube of 25	TL074IN
			Tube of 75	TL071ID
		SOIC (D)	Reel of 2500	TL071IDR
			Tube of 75	TL072ID
			Reel of 2500	TL072IDR
			Tube of 50	TL074ID
			Reel of 2500	TL074IDR
-55°C to 125°C	6 mV	CDIP (JG)	Tube of 50	TL072MJGB
		CFP (U)	Tube of 150	TL072MUB
		LCCC (FK)	Tube of 55	TL072MFKB
	9 mV	CDIP (J)	Tube of 25	TL074MJB
		CFP (W)	Tube of 25	TL074MWB
		LCCC (FK)	Tube of 55	TL074MFKB
				TL074MFKB

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.

Annexe 18



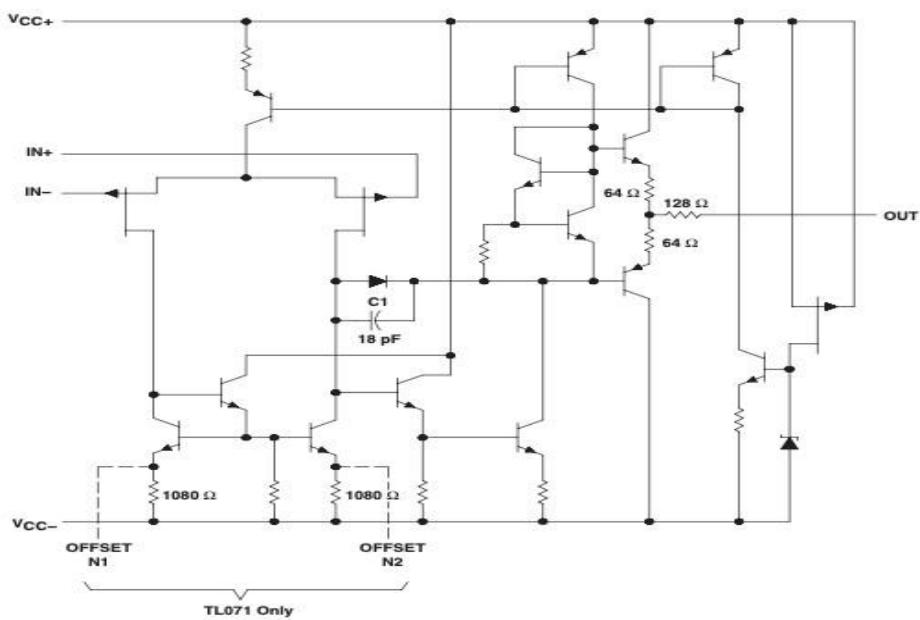
symbols



Annexe 19

**TL071, TL071A, TL071B, TL072
TL072A, TL072B, TL074, TL074A, TL074B**
LOW-NOISE JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS
SLOS080J – SEPTEMBER 1978 – REVISED MARCH 2005

schematic (each amplifier)



All component values shown are nominal.

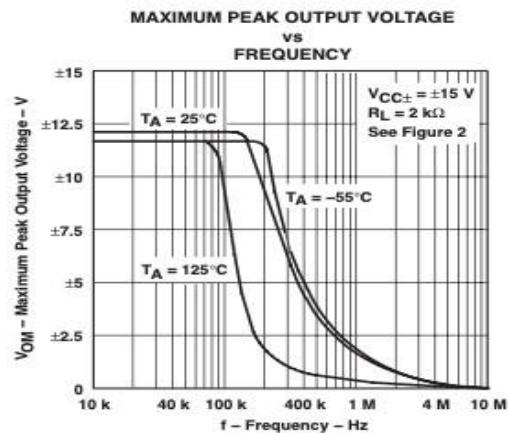
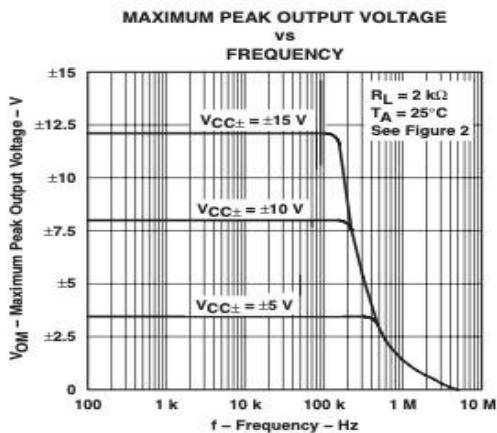
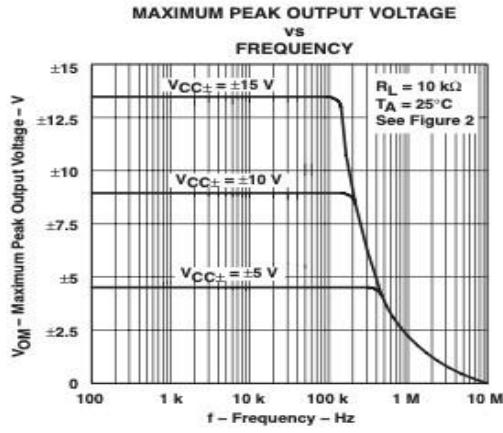
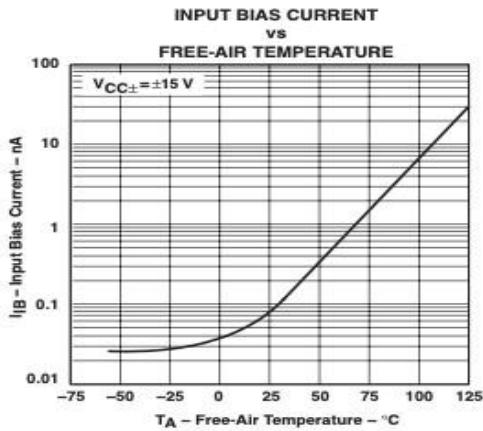
COMPONENT COUNT†			
COMPONENT TYPE	TL071	TL072	TL074
Resistors	11	22	44
Transistors	14	28	56
JFET	2	4	6
Diodes	1	2	4
Capacitors	1	2	4
epi-FET	1	2	4

† Includes bias and trim circuitry

Annexe 20

**TL071, TL071A, TL071B, TL072
TL072A, TL072B, TL074, TL074A, TL074B
LOW-NOISE JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS**
SLOS080J - SEPTEMBER 1978 - REVISED MARCH 2005

TYPICAL CHARACTERISTICS[†]



Annexe 21

3/ Bons de commande

Contacter Mouser (Brive) +33 5 55 85 79 96 | Commentaires

Changer de pays Français EUR

MOUSER ELECTRONICS.

Produits Fabricants Services et outils Ressources techniques Aide

PANIER

Ceci n'est pas une facture.

Trier	Détails du produit	Description	Quantité	Disponibilité	Prix unitaire (EUR)	Ext. Prix (EUR)
1	N° Mouser : 71-RN60D-F-10K N° de fab. : RN60D1002FB14 Fab. : Vishay N° client : N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant 1/4watt 10Kohms 1% 100ppm	4	4 Expédition Immédiate	0,348 €	1,39 €
2	N° Mouser : 603-MFR-25FBF52-14K N° de fab. : MFR-25FBF52-14K Fab. : YAGEO N° client : N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant 14K OHM 1/4W 1% RoHS : conforme	4	4 Expédition Immédiate	0,094 €	0,38 €
3	N° Mouser : 603-MFR-25FTF52-47K N° de fab. : MFR-25FTF52-47K Fab. : YAGEO N° client : N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant RoHS : conforme	8	8 Expédition Immédiate	0,103 €	0,82 €
4	N° Mouser : 660-MF1/4DC2202F N° de fab. : MF1/4DC2202F Fab. : KOA Speer N° client : N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant 22K 1% 100PPM RoHS : conforme	2	2 Expédition Immédiate	0,262 €	0,52 €
5	N° Mouser : 603-MFR-25FBF52-91K N° de fab. : MFR-25FBF52-91K Fab. : YAGEO N° client : N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant 91K OHM 1/4W 1% RoHS : conforme	2	2 Expédition Immédiate	0,113 €	0,23 €

6	N° Mouser : N° de fab. : Fab. : N° client:	603-MFR-25FBF52-42K2 MFR-25FBF52-42K2 YAGEO N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant 42.2 OHM 1/4W 1% RoHS : conforme	8	8 Expédition Immédiate	0,094 €	0,75 €
7	N° Mouser : N° de fab. : Fab. : N° client:	603-MFR-25FBF52-33K MFR-25FBF52-33K YAGEO N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant 33K OHM 1/4W 1% RoHS : conforme	4	4 Expédition Immédiate	0,113 €	0,45 €
8	N° Mouser : N° de fab. : Fab. : N° client:	603-MFR-25FBF52-66K5 MFR-25FBF52-66K5 YAGEO N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant 66.5K OHM 1/4W 1% RoHS : conforme	4	4 Expédition Immédiate	0,094 €	0,38 €
/ N° Mouser : 660-MF1/4CC1003F Résistances à couche							
9	N° de fab. : Fab. : N° client:	MF1/4CC1003F KOA Speer N° client	métallique - Trou traversant 100Kohms 1% 50PPM RoHS : conforme	2	2 Expédition Immédiate	0,362 €	0,72 €
10	N° Mouser : N° de fab. : Fab. : N° client:	603-MFR-25FBF52-13R3 MFR-25FBF52-13R3 YAGEO N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant 13.3 OHM 1/4W 1% RoHS : conforme	4	4 Expédition Immédiate	0,122 €	0,49 €
11	N° Mouser : N° de fab. : Fab. : N° client:	603-MFR25SFTF52-470R MFR25SFTF52-470R YAGEO N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant RoHS : conforme	1	1 Expédition Immédiate	0,103 €	0,10 €
12	N° Mouser : N° de fab. : Fab. : N° client:	603-MFR-25FTF52-330R MFR-25FTF52-330R YAGEO N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant RoHS : conforme	1	1 Expédition Immédiate	0,103 €	0,10 €

13	N° Mouser: N° de fab.: Fab.: N° client:	603-MFR-25FBF52-232R MFR-25FBF52-232R YAGEO N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant 232 OHM 1/4W 1% RoHS : conforme	1	1 Expédition Immédiate	0,094 €	0,09 €
14	N° Mouser: N° de fab.: Fab.: N° client:	603-MFR-25FBF52-169R MFR-25FBF52-169R YAGEO N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant 169 OHM 1/4W 1% RoHS : conforme	1	1 Expédition Immédiate	0,094 €	0,09 €
15	N° Mouser: N° de fab.: Fab.: N° client:	603-MFR-25FBF52-121R MFR-25FBF52-121R YAGEO N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant 121 OHM 1/4W 1% RoHS : conforme	1	1 Expédition Immédiate	0,113 €	0,11 €
16	N° Mouser: N° de fab.: Fab.: N° client:	603-MFR-25FBF52-80R6 MFR-25FBF52-80R6 YAGEO N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant 80.6 OHM 1/4W 1% RoHS : conforme	3	3 Expédition Immédiate	0,094 €	0,28 €
17	N° Mouser: N° de fab.: Fab.: N° client:	603-MFR-25FBF52-1K91 MFR-25FBF52-1K91 YAGEO N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant 1.91K OHM 1/4W 1% RoHS : conforme	2	2 Expédition Immédiate	0,113 €	0,23 €
18	N° Mouser: N° de fab.: Fab.: N° client:	71-RN60D-F-1.2K RN60D1201FB14 Vishay N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant 1/4watt 1.2Kohms 1% 100ppm	2	2 Expédition Immédiate	0,649 €	1,30 €
19	N° Mouser: N° de fab.: Fab.: N° client:	603-MFR-25FBF52-931R MFR-25FBF52-931R YAGEO N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant 931 OHM 1/4W 1% RoHS : conforme	4	4 Expédition Immédiate	0,113 €	0,45 €

20	 N° Mouser : 603-MFR-25FBF52-680R N° de fab. : MFR-25FBF52-680R Fab. : YAGEO N° client: N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant 680 OHM 1/4W 1% RoHS : conforme	1	1 Expédition Immédiate	0,113 €	0,11 €
21	 N° Mouser : 660-MF1/4DC4750F N° de fab. : MF1/4DC4750F Fab. : KOA Speer N° client: N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant 475ohm 1% 100PPM RoHS : conforme	1	1 Expédition Immédiate	0,262 €	0,26 €
22	 N° Mouser : 603-MFR-25FBF52-324R N° de fab. : MFR-25FBF52-324R Fab. : YAGEO N° client: N° client	Résistances à couche métallique - Trou traversant 324 OHM 1/4W 1% RoHS : conforme	1	1 Expédition Immédiate	0,094 €	0,09 €
23	 N° Mouser : 505-MKS2C044701M00KO N° de fab. : MKS2C044701M00KSSD Fab. : WMA N° client: N° client	Condensateurs à film 4.7 uF 63 VDC 10% RoHS : conforme	1	1 Expédition Immédiate	1,76 €	1,76 €
24	 N° Mouser : 505-FKP2C001001D00KS N° de fab. : FKP2C001001D00KSSD Fab. : WMA N° client: N° client	Condensateurs à film 100 pF 63 VDC 10% RoHS : conforme	1	1 Expédition Immédiate	0,402 €	0,40 €
25	 N° Mouser : 80-MMK5103J63J01L4 N° de fab. : MMK5103J63J01L4 Fab. : KEMET N° client: N° client	Condensateurs à film 63volts 0.01uF 5% 5mm RoHS : conforme	2	2 Expédition Immédiate	0,451 €	0,90 €
26	 N° Mouser : 80-MMK5223K63J01L4 N° de fab. : MMK5223K63J01L4BULK Fab. : KEMET N° client: N° client	Condensateurs à film 63volts 0.022uF 10% RoHS : conforme	2	2 Expédition Immédiate	0,338 €	0,68 €

Afficher des informations supplémentaires sur le produit.

Afficher des informations supplémentaires sur le produit.

27		N° Mouser : 80-MMK5182K50J01L4 N° de fab. : MMK5182K50J01L4BULK Fab. : KEMET N° client: N° client	Condensateurs à film 50V 1800pF 10% LS=5mm RoHS : conforme	4	4 Expédition Immédiate	0,451 €	1,80 €
Afficher des Informations supplémentaires sur le produit.							
28		N° Mouser : 80-MMK5153K50J01L4 N° de fab. : MMK5153K50J01L4BULK Fab. : KEMET N° client: N° client	Condensateurs à film 50volts 0.015uF 10% LS 5mm RoHS : conforme	2	2 Expédition Immédiate	0,395 €	0,79 €
Afficher des Informations supplémentaires sur le produit.							
29		N° Mouser : 80-MMK5152J63J01L4 N° de fab. : MMK5152J63J01L4BULK Fab. : KEMET N° client: N° client	Condensateurs à film 63volts 1500pF 5% LS 5mm RoHS : conforme	2	2 Expédition Immédiate	0,423 €	0,85 €
Afficher des Informations supplémentaires sur le produit.							
30		N° Mouser : 80-MMK5102J50J01L4 N° de fab. : MMK5102J50J01L4BULK Fab. : KEMET N° client: N° client	Condensateurs à film 50V 1000pF 5% LS 5mm RoHS : conforme	2	2 Expédition Immédiate	0,385 €	0,77 €
Afficher des Informations supplémentaires sur le produit.							
31		N° Mouser : 80-R82CC4220Z370J N° de fab. : R82CC4220Z370J Fab. : KEMET N° client: N° client	Condensateurs à film 50V 2.2uF 5% LS=5mm AEC-Q200 RoHS : conforme	3	3 Expédition Immédiate	1,24 €	3,72 €
Afficher des Informations supplémentaires sur le produit.							
32		N° Mouser : 80-R82DC4100AA60J N° de fab. : R82DC4100AA60J Fab. : KEMET N° client: N° client	Condensateurs à film 63V 1uF 5% LS=5mm AEC-Q200 RoHS : conforme	9	9 Expédition Immédiate	0,451 €	4,15 €
Afficher des Informations supplémentaires sur le produit.							

33		N° Mouser : 80-RSBDC3100AA00J N° de fab. : RSBDC3100AA00J Fab. : KEMET N° client: N° client	Condensateurs à film 63V 0.1uF 5% 5mm AEC-Q200 RoHS : conforme	4	4 Expédition immédiate	0,442 €	1,77 €
<i>Afficher des Informations supplémentaires sur le produit.</i>							
34		N° Mouser : 80-R82DC3330Z360J N° de fab. : R82DC3330Z360J Fab. : KEMET N° client: N° client	Condensateurs à film 63V 0.33uF 5% LS=5mm AEC-Q200 RoHS : conforme	2	2 Expédition immédiate	0,395 €	0,79 €
<i>Afficher des Informations supplémentaires sur le produit.</i>							
35		N° Mouser : 696-SSLX55103IDFL N° de fab. : SSL-LX55103ID-FL Fab. : Lumex N° client: N° client	DEL standard - Trou traversant Red Diffused 635nm 15mod RoHS : conforme	4	4 Expédition immédiate	0,376 €	1,50 €
36		N° Mouser : 696-SSLX55103GDFL N° de fab. : SSL-LX55103GD-FL Fab. : Lumex N° client: N° client	DEL standard - Trou traversant Green Diffused 565nm 10mod RoHS : conforme	4	4 Expédition immédiate	0,461 €	1,84 €
37		N° Mouser : 749-ELM-7-815 N° de fab. : ELM 7-815 Fab. : BIVAR N° client: N° client	Matiériel de montage LED LED Mount Self Ret 3mm Black .815 Inch RoHS : conforme	1	1 Expédition immédiate	0,367 €	0,37 €
38		N° Mouser : 863-MC7915CTG N° de fab. : MC7915CTG Fab. : onsemi N° client: N° client	Régulateurs de tension linéaires 15V 1A Negative Conforme à RoHS par dispense	1	1 Expédition immédiate	0,686 €	0,69 €
39		N° Mouser : 595-LM324DG4 N° de fab. : LM324DG4 Fab. : Texas Instruments N° client: N° client	Amplificateurs opérationnels - Ampils-Op Quad General-Purpose Op Amp RoHS : conforme	5	5 Expédition immédiate	0,874 €	4,37 €
<i>Afficher des Informations supplémentaires sur le produit.</i>							

40		N° Mouser : 595-TL072CP N° de fab. : TL072CP Fab. : Texas Instruments N° client: N° client	Amplificateurs opérationnels - Amplis-Op JFET Input Low Noise RoHS : conforme	14	14 Expédition Immédiate	0,856 €	11,36 €
41		N° Mouser : 710-971100321 N° de fab. : 971100321 Fab. : Wurth Elektronik N° client: N° client	Écureuils et entretoises WA-SSTIE M M 3x10mm SW 5.5 Conforme à RoHS par dispense	1	1 Expédition Immédiate	0,329 €	0,33 €
42		N° Mouser : 437-3108712041001101 N° de fab. : 310-87-120-41-001101 Fab. : Precl-dip N° client: N° client	Embase et logements de câbles RoHS : conforme	1	1 Expédition Immédiate	1,43 €	1,43 €
43		N° Mouser : 80-R82DC3220AA60J N° de fab. : R82DC3220AA60J Fab. : KEMET N° client: N° client	Condensateurs à film 63V 0,22uF 5% LS=5mm AEC-Q200 RoHS : conforme	8	8 Expédition Immédiate	0,244 €	1,95 €
44		N° Mouser : 679-AXE510127 N° de fab. : AXE510127 Fab. : Panasonic N° client: N° client	Connecteurs carte à carte et mezzanine Narrow Pitch Connect (Board to FPC) 0.4mm RoHS : conforme	2	2 Expédition Immédiate	1,88 €	3,76 €
45		N° Mouser : 652-3310C-001-104L N° de fab. : 3310C-001-104L Fab. : Bourns N° client: N° client	Potentiomètres 9mm 100Kohms Single Cup RoHS : conforme	6	6 Expédition Immédiate	2,91 €	17,46 €
46		N° Mouser : 598-107TTA063M N° de fab. : 107TTA063M Fab. : Cornell Dubilier N° client: N° client	Condensateurs électrolytiques en aluminium - Fils axiaux 100uF 63V 20% RoHS : conforme	6	6 Expédition Immédiate	1,15 €	6,90 €

En soumettant votre commande, vous acceptez ces conditions.
Pour plus d'informations sur la disponibilité, cliquez sur le numéro de référence Mouser
Incoterms : DDP
Tous les prix incluent les taxes et les droits de douane pour les modes d'expédition sélectionnés.
Livraison gratuite pour la plupart des commandes supérieures à 50 € (EUR)

Marchandise :	80,30 €
Expédition :	FedEx International Priorité Commandes en ligne expédiées mars 15 Arrivée prévue mars 17 - mars 20 0,00 €
+ Autres options de livraison	
Sous-total :	80,30 €

Annexe 22

