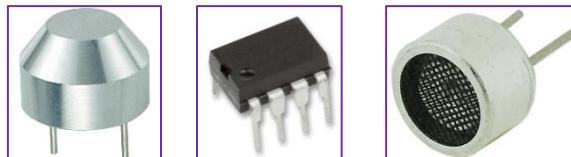
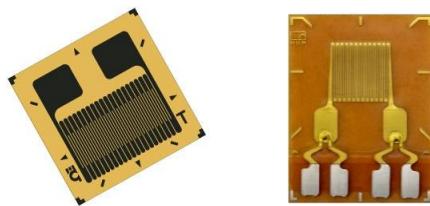




# Electronique analogique

## Projets

### PEP10





## Table des matières

Table des matières.....	3
Préambule.....	4
Fonctionnement pratique.....	4
Attendus et Notations.....	5
Projets 2025.....	6
Préamplificateur de microphone différentiel.....	7
Module amplificateur audio basé sur le LM386.....	8
Amplificateur commandé en tension avec entrée symétrique .....	9
Amplificateur commandé en tension (VCA).....	10
Convertisseur Tension-Courant (V-I) .....	11
Modulateur de largeur d'impulsion commandé en tension (PWM).....	12
Redresseur Double Alternance avec AOP à Alimentation Simple.....	13
~~~~~ Annexe ~~~~ .....	14
Consignes Circuit imprimé .....	15

## Préambule

### I/ Mots clefs

- Autonomie
- Créativité
- Conception
- Réalisation pratique
- Contrainte planning & budget

### II/ Objectifs

- Mettre en contexte les thématiques (Circuits audio, convertisseurs courant – tension, redresseurs, oscillateurs...) avec un cadre d'utilisation fonctionnel.
- Comprendre et réaliser un montage d'électronique analogique liée à la mesure, comprendre son fonctionnement et l'expliquer.
- Aller jusqu'à la réalisation pratique sur circuit imprimé du projet.
- Valider / mesurer les performances du produit obtenu.

### III/ Près requis

- EP330 – Composants électroniques
- EP360 - Circuits électroniques

### IV/ Façon d'être

- La présence est obligatoire aux séances.
- Le travail ne se limite SURTOUT PAS aux séances.
- Accès aux outils de recherche (web)
- Accès aux outils de simulation, KiCad, Matlab, LTspice.
- Accès aux laboratoires d'électronique (sur demande en dehors des séances)

### V/ Conseil

- Soyez exigeant dans votre travail

## Fonctionnement pratique

### I/ Composants magasin : David DREVET

- Composants fournis par le magasin (David Drevet).

### II/ Circuits imprimés : Claude CANTELLI

- Regrouper les demandes de réalisation.
- Déposer le dossier KiCad (.zip) sur Chamilo
- **Après validation** envoyer les documents par email à : ([support.technique@esisar.grenoble-inp.fr](mailto:support.technique@esisar.grenoble-inp.fr)). pour la réalisation.
- Prévoir deux semaines de délai.
- Lire l'annexe correspondant (fin de document).

# Attendus et Notations

## I/ Attendus

- Investissement personnel en amont du projet.
- Présence obligatoire.
- Utilisation de Chamilo pour le rendu des documents.
- Nom du fichier de réalisation (.Zip)
  - PEP10\_KiCad\_Nom1\_Nom2\_Nom3

## II/ Evaluation PEP10 Projet

- 20% CS : Comportement individuel.
- 25% QC : Qualité de la carte.
- 55% MN : Présentation/Manipulation

## III/ Rendus et Notations

### Comportement individuel

- Comportement / Savoir être / Investissement.

### Qualité de la carte

- Qualité générale de la conception du PCB (optimisation de l'agencement des composants, routage des pistes, gestion des plans de masse et d'alimentation, ...).
- Qualité du montage du PCB (Qualité des soudures, composants bien alignés, ...).
- Esthétique et ergonomie (Noms de l'équipe et date en sérigraphie, propreté générale de la carte, absence de résidus de flux, ...).

### Présentation/Manipulation

- Les deux journées en fin de projet seront consacrées à finalisation de la carte, et la mise en œuvre des tests.
- La dernière séance sera découpée en créneaux de 20 minutes où chaque équipe présentera les tests de validation du circuit.
  - Répartition équilibrée du temps de parole.
  - Exécution des tests et mesures.
  - Commentaires sur les résultats pratiques obtenus.
  - Une attention particulière sera portée à la qualité des manipulations, l'organisation de l'équipe, la rigueur méthodologique et l'interprétation des résultats.

# Projets 2026

# Préamplificateur de microphone différentiel

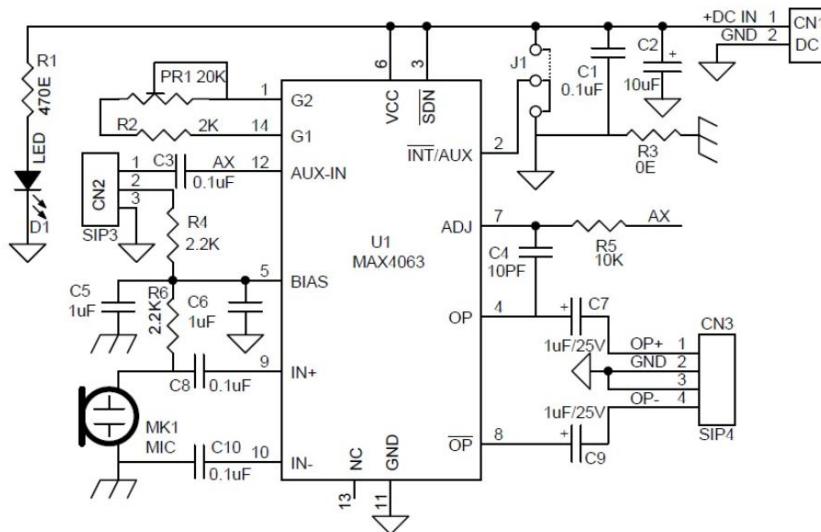
## Description

Ce projet présente un préamplificateur de microphone de haute qualité, optimisé pour une utilisation dans les ordinateurs, les équipements multimédias et les applications mobiles. Il offre une entrée différentielle, ce qui le rend particulièrement efficace lorsque l'amplificateur est éloigné du microphone. Le gain est ajustable via un potentiomètre et le circuit offre une très haute réjection de l'alimentation et du mode commun, idéal pour les applications à faible bruit. La carte permet de choisir entre un microphone interne ou externe via un cavalier.

## Spécifications

- Alimentation : 5V DC (plage : 2,4V à 5V)
- Indicateur d'alimentation : LED intégrée
- Sélection du microphone : Interne ou externe via cavalier
- Réglage du gain : Potentiomètre (PR1)
- Sortie : Différentielle (+OP, -OP) ou asymétrique (+OP/GND)

## Schématique



## Liste des composants

SR	QN	REF	DESC.	BOITIER	Référence
1	1	CN1	CONNECTEUR MÂLE 2 BROCHES, PAS 2,54 mm	THT 2.54mm vertical	
2	1	CN2	CONNECTEUR MÂLE 3 BROCHES, PAS 2,54 mm	THT 2.54mm vertical	
3	1	CN3	CONNECTEUR MÂLE 4 BROCHES, PAS 2,54 mm	THT 2.54mm vertical	
4	4	C1,C3,C8,C10	CONDENSATEUR 100 nF	SMD 0805	
5	1	C2	CONDENSATEUR 10 µF / 16 V	SMD 1210	
6	1	C4	CONDENSATEUR 10 pF	SMD 0805	
7	2	C5,C6	CONDENSATEUR 1 µF / 16 V	SMD 0805	
8	2	C7,C9	CONDENSATEUR 1 µF / 25 V	SMD 1210	
9	1	D1	DIODE ÉLECTROLUMINESCENTE (LED)	SMD 0805	
10	1	J1	CAVALIER DE CONFIGURATION 3 POINTS	THT 2.54mm + shunt	
11	1	MK1	MICROPHONE ÉLECTRET	Électret Ø6 mm THT	Farnell 2066499
12	1	PR1	POTENTIOMÈTRE AJUSTABLE 20 kΩ / 22 kΩ	THT ajustable vertical	Farnell 9354344
13	1	R1	RÉSISTANCE 470 Ω	SMD 0805	
14	1	R2	RÉSISTANCE 2 kΩ	SMD 0805	
15	1	R3	RÉSISTANCE 0 Ω	SMD 0805	
16	2	R4,R6	RÉSISTANCE 2,2 kΩ	SMD 0805	
17	1	R5	RÉSISTANCE 10 kΩ	SMD 0805	
18	1	U1	AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL MAX4063	TSSOP-14	

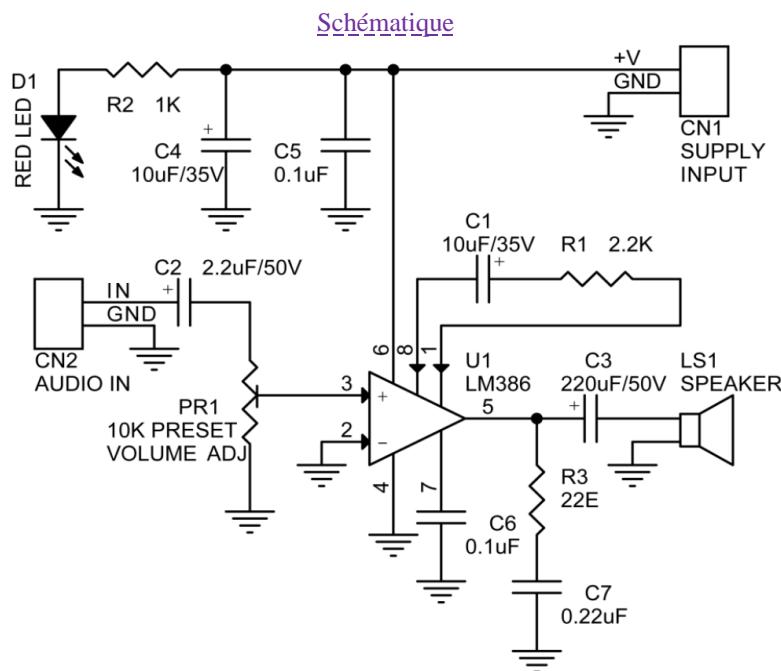
# Module amplificateur audio basé sur le LM386

## Descriptif.

Ce projet présente un module amplificateur audio compact, idéal pour les applications sur batterie. Il est basé sur le circuit intégré LM386, couramment utilisé dans des dispositifs tels que les projets robotiques, les interphones et les radios FM.

## Spécifications.

- Alimentation : 6V à 9V
- Puissance de sortie : 300 mW sous une charge de 8 ohms
- Potentiomètre intégré : Permet le réglage du niveau audio
- Connecteurs à broches : Pour l'alimentation, l'entrée du signal et la sortie vers le haut-parleur
- LED d'alimentation intégrée : Indique l'état de mise sous tension
- Entrée : Signal audio standard



## Liste des composants

SR	QN	REF	DESC.	BOÎTIER	Référence
1	1	CN1	CONNECTEUR MÂLE 2 BROCHES, PAS 2,54 mm	THT 2.54 mm vertical	
2	1	CN2	CONNECTEUR MÂLE 2 BROCHES, PAS 2,54 mm	THT 2.54 mm vertical	
3	2	C1,C4	CONDENSATEUR 10 µF / 35 V	SMD 1206	Farnell 2611379
4	1	C2	CONDENSATEUR 2,2 µF / 50 V	SMD 1206	Farnell 4061837
5	1	C3	CONDENSATEUR 220 µF / 50 V	SMD 1206	Farnell 4061835
6	2	C5,C6	CONDENSATEUR 100 nF	SMD 1206	
7	1	C7	CONDENSATEUR 220 nF	SMD 1206	
8	1	D1	DIODE ÉLECTROLUMINESCENTE (ROUGE)	SMD 1206	
9	1	LS1	CONNECTEUR MÂLE 2 BROCHES (SORTIE HP)	THT 2.54 mm vertical	
10	1	PR1	POTENTIOMÈTRE AJUSTABLE 10 kΩ	SMD, réglage supérieur, format 3 mm	Farnell TC33X-1
11	1	R1	RÉSISTANCE 2,2 kΩ	SMD 1206	
12	1	R2	RÉSISTANCE 1 kΩ	SMD 1206	
13	1	R3	RÉSISTANCE 22 Ω	SMD 1206	
14	1	U1	AMPLIFICATEUR AUDIO LM386	SOIC-8 (SMD)	

# Amplificateur commandé en tension avec entrée symétrique

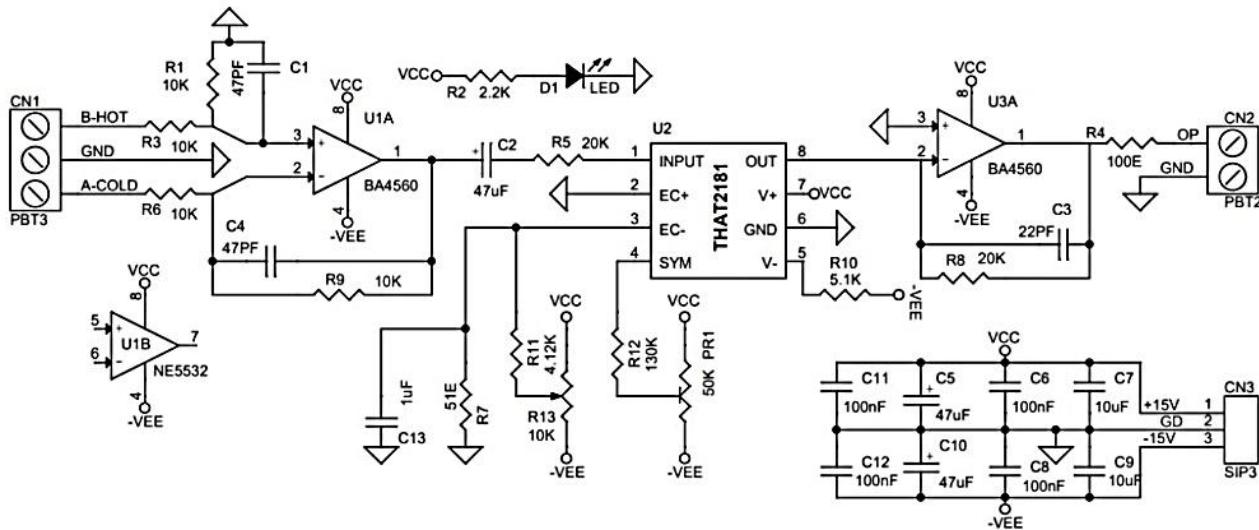
## Descriptif.

Ce projet présente un amplificateur commandé en tension (VCA) permettant de contrôler le niveau audio via un potentiomètre distant. Il nécessite un signal audio symétrique en entrée. La tension de contrôle du gain peut être ajustée via le potentiomètre R13. Le circuit fonctionne avec une alimentation symétrique de  $\pm 15V$  et utilise le circuit intégré THAT2181LA, conçu pour des applications audios nécessitant un contrôle exponentiel du gain, une faible distorsion, une large plage dynamique et une faible diaphonie de la tension de contrôle.

## Spécifications.

- Alimentation :  $\pm 15V$  DC @ 40mA
- Distorsion harmonique totale : 0,0025% à 1V, gain de 0dB
- Connecteurs : Bornier à vis pour l'entrée audio symétrique et la sortie audio
- Indicateur d'alimentation : LED intégrée

## Schématique



## Liste des composants

SR	QN	REF	DESC.	BOÎTIER	Référence
1	1	CN1	BORNIER À VIS 3 BROCHES, PAS 5,08 mm	THT, pas 5,08 mm	
2	1	CN2	BORNIER À VIS 2 BROCHES, PAS 5,08 mm	THT, pas 5,08 mm	
3	1	CN3	CONNECTEUR MÂLE 3 BROCHES, PAS 2,54 mm	THT 2,54 mm vertical	
4	2	C1,C4	CONDENSATEUR 47 pF / 50 V, CÉRAMIQUE	SMD 0805	
5	3	C2,C5,C10	CONDENSATEUR 47 µF / 35 V, ÉLECTROLYTIQUE	SMD	Farnell 3346125
6	1	C3	CONDENSATEUR 22 pF / 50 V, CÉRAMIQUE	SMD 0805	
7	4	C6,C8,C11,C12	CONDENSATEUR 100 nF / 50 V, CÉRAMIQUE	SMD 0805	
8	2	C7,C9	CONDENSATEUR 10 µF / 25 V, CÉRAMIQUE	SMD 0805	
9	1	C13	CONDENSATEUR 1 µF / 25 V, CÉRAMIQUE	SMD 0805	
10	1	D1	DIODE ÉLECTROLUMINESCENTE ROUGE	SMD 0805	
11	1	PR1	POTENTIOMÈTRE AJUSTABLE 50 kΩ	THT, ajustable vertical	Farnell 9353305
12	5	R1,R3,R6,R9,R13	RÉSISTANCE 10 kΩ ±5 %	SMD 0805	
13	1	R2	RÉSISTANCE 2,2 kΩ ±5 %	SMD 0805	
14	1	R4	RÉSISTANCE 100 Ω ±5 %	SMD 0805	
15	2	R5,R8	RÉSISTANCE 20 kΩ ±1 %	SMD 0805	
16	1	R7	RÉSISTANCE 51 Ω ±1 %	SMD 0805	
17	1	R10	RÉSISTANCE 5,1 kΩ ±1 %	SMD 0805	
18	1	R11	RÉSISTANCE 4,12 kΩ ±1 %	SMD 0805	
19	1	R12	RÉSISTANCE 130 kΩ ±1 %	SMD 0805	
20	2	U1,U3	AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL BA4560	SOP-8 (CMS)	
21	1	U2	AMPLIFICATEUR AUDIO THAT2181A	SIP-8 (CMS)	

# Amplificateur commandé en tension (VCA)

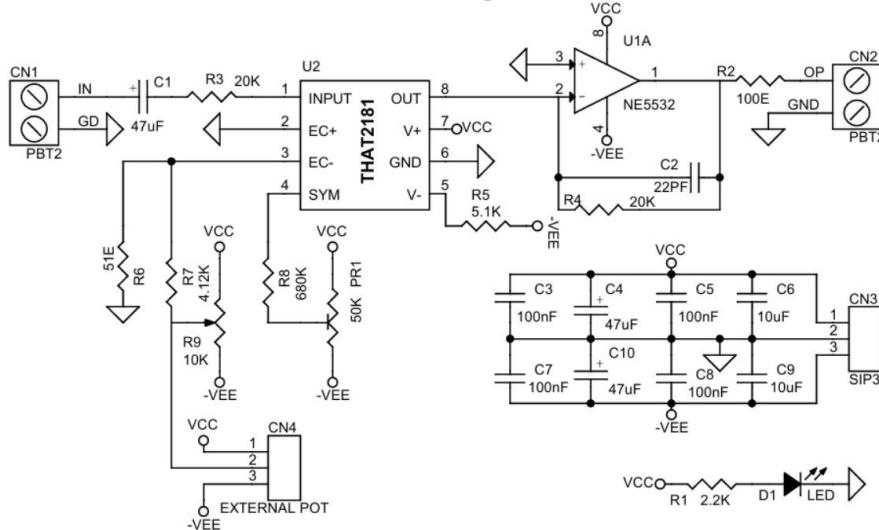
## Descriptif

Ce projet présente un amplificateur commandé en tension (VCA) permettant de contrôler le niveau audio via un potentiomètre distant. Il accepte un signal audio asymétrique en entrée, et la tension de contrôle du gain peut être ajustée soit par un potentiomètre intégré, soit par un potentiomètre externe connecté au connecteur CN4. Le circuit fonctionne avec une alimentation symétrique de  $\pm 15V$  et utilise le circuit intégré THAT2181LA, conçu pour des applications audios nécessitant un contrôle exponentiel du gain, une faible distorsion, une large plage dynamique et une faible diaphonie de la tension de contrôle.

## Spécifications

- Alimentation :  $\pm 15V$  DC @ 40mA
- Plage de gain : -100dB minimum à +20dB maximum
- Distorsion harmonique totale : 0,0025% à 1V, gain de 0dB
- Impédance d'entrée audio :  $20k\Omega$
- Connecteurs : Bornier à vis pour l'entrée audio asymétrique et la sortie audio
- Indicateur d'alimentation : LED intégrée

## Schématique



## Liste des composants

SR	QN	REF	DESC.	BOÎTIER	Référence
1	2	CN1,CN2	BORNIER À VIS 2 BROCHES, PAS 5,08 mm	THT, pas 5.08 mm	
2	1	CN3	CONNECTEUR MÂLE 3 BROCHES, PAS 2,54 mm	THT 2.54 mm vertical	
3	1	CN4	CONNECTEUR MÂLE 3 BROCHES (OPTIONNEL)	THT 2.54 mm vertical	
4	3	C1,C4,C10	CONDENSATEUR 47 $\mu$ F / 35 V, ÉLECTROLYTIQUE	SMD, boîtier Ø6.6 mm	Farnell 3346125
5	1	C2	CONDENSATEUR 22 pF / 50 V, CÉRAMIQUE	SMD 0805	
6	4	C3,C5,C7,C8	CONDENSATEUR 100 nF / 50 V, CÉRAMIQUE	SMD 0805	
7	2	C6,C9	CONDENSATEUR 10 $\mu$ F / 16 V, CÉRAMIQUE	SMD 0805	
8	1	D1	DIODE ÉLECTROLUMINESCENTE ROUGE	SMD 0805	
9	1	PR1	POTENTIOMÈTRE AJUSTABLE 50 k $\Omega$	SMD, réglage supérieur	Farnell 9353305
10	1	R1	RÉSISTANCE 2,2 k $\Omega$ $\pm 5\%$	SMD 0805	
11	1	R2	RÉSISTANCE 100 $\Omega$ $\pm 5\%$	SMD 0805	
12	2	R3,R4	RÉSISTANCE 20 k $\Omega$ $\pm 1\%$	SMD 0805	
13	1	R5	RÉSISTANCE 5,1 k $\Omega$ $\pm 1\%$	SMD 0805	
14	1	R6	RÉSISTANCE 51 $\Omega$ $\pm 0,1\%$	SMD 0805	
15	1	R7	RÉSISTANCE 4,12 k $\Omega$ $\pm 1\%$	SMD 0805	
16	1	R8	RÉSISTANCE 680 k $\Omega$ $\pm 1\%$	SMD 0805	
17	1	R9	POTENTIOMÈTRE 10 k $\Omega$	THT	Farnell PDB181-K
18	1	U1	AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL NE5532	SOIC-8 (CMS)	
19	1	U2	AMPLIFICATEUR AUDIO THAT2181LA	SIP-8 (THT)	

# Convertisseur Tension-Courant (V-I)

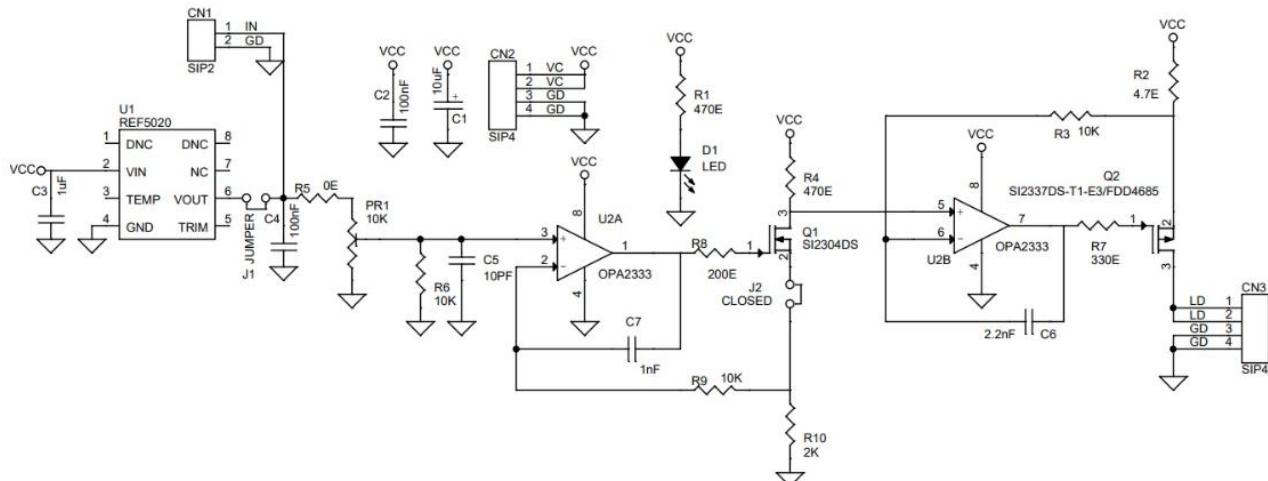
## Descriptif

Ce projet présente un convertisseur tension-courant haute tension (V-I) qui traduit une tension d'entrée de 0 V à 2 V en un courant de sortie de 0 mA à 100 mA. Le circuit fournit une source de courant haute tension qui délivre un courant ajustable à une charge référencée à la masse. Le premier étage à amplificateur opérationnel établit un courant de référence, tandis que le second étage agit comme un miroir de courant pour réguler le courant.

## Spécifications

- Alimentation : 5V DC
- Tension de contrôle d'entrée : 0 à 2V
- Courant de sortie : 0 à 100 mA
- Sélection de la tension de contrôle : Interne/externe via jumper
- Générateur de tension de référence : Source 2V
- Connecteurs : Entrée, sortie et alimentation
- Ajustement de la tension : Potentiomètre intégré
- Indicateur : LED d'alimentation

## Schématique



## Liste des composants

SR	QN	REF	DESC.	BOÎTIER	Référence
1	1	CN1	CONNECTEUR MÂLE 2 BROCHES, PAS 2,54 mm	THT 2.54 mm vertical	
2	2	CN2,CN3	CONNECTEUR MÂLE 4 BROCHES, PAS 2,54 mm	THT 2.54 mm vertical	
3	1	C1	CONDENSATEUR 22 µF / 10 V, CÉRAMIQUE	SMD 1206	
4	2	C2,C4	CONDENSATEUR 100 nF / 50 V, CÉRAMIQUE	SMD 0805	
5	1	C3	CONDENSATEUR 1 µF / 25 V, CÉRAMIQUE	SMD 0805	
6	1	C5	CONDENSATEUR 10 pF / 50 V, CÉRAMIQUE	SMD 0805	
7	1	C6	CONDENSATEUR 2,2 nF / 50 V, CÉRAMIQUE	SMD 0805	
8	1	C7	CONDENSATEUR 1 nF / 50 V, CÉRAMIQUE	SMD 0805	
9	1	D1	DIODE ÉLECTROLUMINESCENTE (LED)	SMD 0805	
10	1	J1	CAVALIER / PONT DE SOUDURE	PCB, par soudure	
11	1	J2	CAVALIER / PONT DE SOUDURE	PCB, par soudure	
12	3	R3,R6,R9	RÉSISTANCE 10 kΩ ±1 %	SMD 0805	
13	1	Q1	TRANSISTOR MOSFET IRLML2030TRPBF	SOT-23 (CMS)	
14	1	Q2	TRANSISTOR MOSFET SI2337DS	SOT-23 (CMS) (TO-236)	
15	2	R1,R4	RÉSISTANCE 470 Ω ±0,1 %	SMD 0805	
16	1	R2	RÉSISTANCE 4,7 Ω ±0,1 %	SMD 0805	
17	1	R5	RÉSISTANCE 0 Ω (STRAP)	SMD 0805	
18	1	R7	RÉSISTANCE 330 Ω ±1 %	SMD 0805	
19	1	R8	RÉSISTANCE 200 Ω ±1 %	SMD 0805	
20	1	R10	RÉSISTANCE 2 kΩ ±1 %	SMD 0805	
21	1	U1	RÉFÉRENCE DE TENSION REF5020	SOIC-8 (CMS)	
22	1	U2	AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL OPA2333	SOIC-8 (CMS)	
23	1	PR1	POTENTIOMÈTRE AJUSTABLE 10 kΩ	SMD, réglage supérieur	Farnell PT6KV-10

# Modulateur de largeur d'impulsion commandé en tension (PWM)

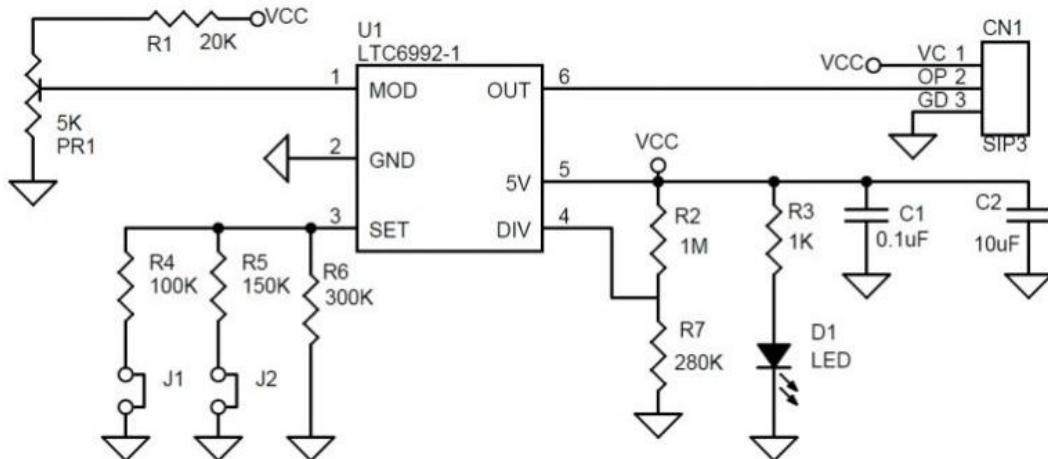
## Descriptif

Ce projet propose un convertisseur tension-vers-PWM facile à utiliser, occupant très peu d'espace. Le circuit est basé sur le LT6992-1, un dispositif de temporisation en silicium. La modulation de largeur d'impulsion (PWM) est contrôlée par une entrée analogique de 0V à 1V, avec un potentiomètre ajustant le cycle de service de 0 à 100%. Des cavaliers permettent de sélectionner des fréquences précises de sortie.

## Spécifications

- Alimentation : 5V DC
- Consommation de courant : 10 mA
- Fréquences de sortie (sélection via cavaliers J1 et J2) :
  - 2,65 kHz
  - 7,8 kHz
  - 10,4 kHz
  - 15,7 kHz
- Cycle de service : Ajustable de 0 à 100%
- Sortie : Conducteur CMOS capable de fournir/absorber 20 mA
- Indicateur d'alimentation : LED intégrée

## Schématique



## Liste des composants

SR	QN	REF	DESC.	BOÎTIER	Référence
1	1	CN1	CONNECTEUR MÂLE 3 BROCHES, PAS 2,54 mm	THT 2.54 mm vertical	
2	1	C1	CONDENSATEUR 100 nF / 50 V, CÉRAMIQUE	SMD 0805	
3	1	C2	CONDENSATEUR 10 µF / 16 V	SMD 1206	
4	1	D1	DIODE ÉLECTROLUMINESCENTE ROUGE	SMD 0805	
5	2	J1,J2	CONNECTEUR MÂLE 2 BROCHES, PAS 2,54 mm	THT 2.54 mm vertical	
6	1	PR1	POTENTIOMÈTRE AJUSTABLE 5 kΩ	THT, réglage vertical	Mouser 652-3299W1-502LF
7	1	R1	RÉSISTANCE 20 kΩ ±1 %	SMD 0805	
8	1	R2	RÉSISTANCE 1 MΩ ±1 %	SMD 0805	
9	1	R3	RÉSISTANCE 1 kΩ ±1 %	SMD 0805	
10	1	R4	RÉSISTANCE 100 kΩ ±1 %	SMD 0805	
11	1	R6	RÉSISTANCE 300 kΩ ±1 %	SMD 0805	
12	1	R7	RÉSISTANCE 280 kΩ ±1 %	SMD 0805	
13	1	U1	CIRCUIT INTÉGRÉ LTC6992-1	SOT-23-6 (CMS)	
14	2	J1,J2	CAVALIER DE CONFIGURATION 2 POINTS	THT 2.54mm + shunt	
15	1	R5	RÉSISTANCE 150 kΩ ±1 %	SMD 0805	

# Redresseur Double Alternance avec AOP à Alimentation Simple

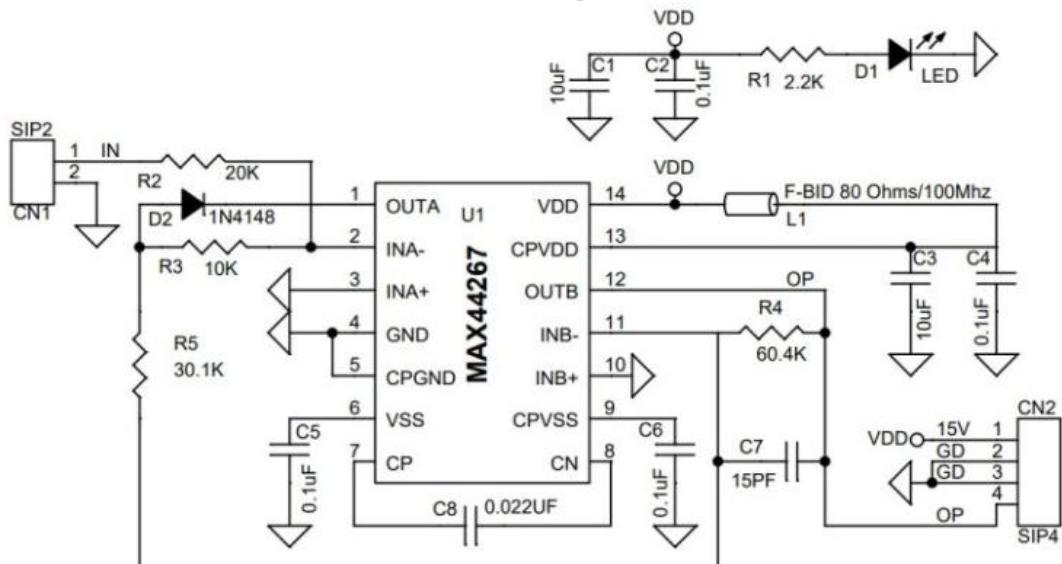
## Descriptif

Ce projet présente un redresseur double alternance utilisant un amplificateur opérationnel (AOP) avec une alimentation simple. Le circuit redresse un signal AC bipolaire pour fournir une sortie DC positive. Il est utile pour des applications telles que la mesure du signal d'une onde sinusoïdale ou l'extraction de valeurs efficaces dans des systèmes basse consommation.

## Spécifications

- Alimentation : 5V à 12V DC (alimentation simple)
- Signal d'entrée : AC bipolaire
- Signal de sortie : DC positif (redressé)
- Utilisation : Redresseur double alternance
- Applications : Mesure de signal AC, extraction de valeurs efficaces

## Schématique



## Liste des composants

SR	QN	REF	DESC.	BOÎTIER
1	1	CN1	CONNECTEUR MÂLE 2 BROCHES, PAS 2,54 mm	THT 2.54 mm vertical
2	1	CN2	CONNECTEUR MÂLE 4 BROCHES, PAS 2,54 mm	THT 2.54 mm vertical
3	2	C1,C3	CONDENSATEUR 10 µF / 25 V	SMD 1206
4	4	C2,C4,C5,C6	CONDENSATEUR 100 nF / 50 V, CÉRAMIQUE	SMD 0805
5	1	C7	CONDENSATEUR 15 pF / 50 V, CÉRAMIQUE	SMD 0805
6	1	C8	CONDENSATEUR 22 nF / 25 V, CÉRAMIQUE	SMD 0805
7	1	D1	DIODE ÉLECTROLUMINESCENTE (LED)	SMD 0805
8	1	D2	DIODE 1N4148	SOD-323
9	1	L1	PERLE DE FERRITE 80 Ω @ 100 MHz	SMD 0805
10	1	R1	RÉSISTANCE 2,2 kΩ ±5 %	SMD 0805
11	1	R2	RÉSISTANCE 20 kΩ ±1 %	SMD 0805
12	1	R3	RÉSISTANCE 10 kΩ ±1 %	SMD 0805
13	1	R4	RÉSISTANCE 60,4 kΩ ±1 %	SMD 0805
14	1	R5	RÉSISTANCE 30,1 kΩ ±1 %	SMD 0805
15	1	U1	AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL MAX44267	TSSOP (CMS)

~~~~~ **Annexe** ~~~~~

# Consignes

## Circuit imprimé

### I/ Fonctionnement pratique

#### 1/ Introduction

Présentation des paramètres et contraintes de routage pour la réalisation de PCB en interne sous peine de travail inutile qu'il sera alors nécessaire de recommencer afin de les respecter.

○ Source : service technique de l'Esistar

#### 2/ Composants en magasin

- Cf. catalogue (Chamilo)
- Faire le maximum avec des composants traversants appartenant au catalogue école.

#### 3/ Circuits imprimés

- Regrouper les demandes de réalisation
- Faire une demande officielle (lien) sur intranet.
- Fournir le plan sous forme de fichier adéquat au service compétent
- Prévoir au minimum une semaine de délai de réalisation

### II/ Procédure

- Phase 1 : Impression du typon

Lors de la phase d'impression du typon, une opacité maximum doit être obtenue. La qualité du rendu de l'insolation est conditionnée à la bonne qualité d'impression du typon.

- Phase 2 : Insolation UV du PCB avec le typon
- Phase 3 : Révélation (suppression de la couche photo sensible non protégée par le typon)
- Phase 4 : Gravure chimique du PCB

La phase de gravure comporte 2 paramètres majeurs, à savoir la qualité du bain de perchlorure et la vitesse de convoyage du PCB dans le bain d'acide lors de ce process.

### III/ Valeurs à respecter

En phase de routage du PCB (Kicad ou autre), il est important de prendre en compte certaines recommandations. Pour éviter un maximum de problèmes de réalisation du PCB (gravure) et pour une facilité de câblage des cartes par la suite, bien prendre en compte les éléments suivants.

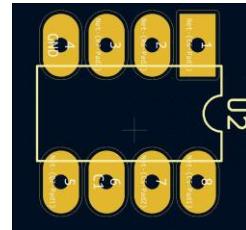
#### a/ Valeurs minimums

|                  |                |
|------------------|----------------|
| Isolation        | 0,5mm (min)    |
| Largeur de piste | Masse (GND)    |
|                  | 2mm (min)      |
|                  | Alimentation   |
|                  | 1,25mm (min)   |
|                  | Autres signaux |
|                  | 0,7mm (min)    |

Diamètre des pastilles 2mm (min) et perçage 0,5mm (min)

#### b/ Forme des pastilles

Pour les circuits intégrés, les transistors (3 pattes ou plus) et les connecteurs prendre des pad ovales.



Pour les pastilles rondes, privilégier un diamètre de 2,5mm pour un perçage à 0,8mm.



#### c/ Vias

Pour les vias de transfert de la face TOP (rouge) en face BOTTOM (bleue), prendre les mêmes dimensions 2,5mm avec perçage à 0,8mm.

#### Attention :

Pas de possibilité de réaliser des trous métallisés. Il est nécessaire de passer par une patte de composant ou un via soudé.

#### d/ Règle de câblage

De façon générale, lorsque des composants traversants sont utilisés, router les pistes les reliant en face BOTTOM (bleue).

#### Attention

Si les composants sont plaqués au PCB, vous n'aurez plus accès à la pastille en face TOP pour éventuellement faire un transfert TOP/BOTTOM. Il faudra alors déporter un via pour réaliser la connexion.

#### e/ Plan de masse

Pour les plans de masse, prévoir des freins thermiques sur les pastilles qui y sont reliées ; croix autours des pastilles avant de rejoindre le plan de masse.



Pour les composants CMS, préférer les empreintes «HandSolder» pour un câblage manuel plus aisément.

