Une image contenant texte, Police, capture d’écran, Graphique

Description générée automatiquementUne image contenant Graphique, capture d’écran, art, graphisme

Description générée automatiquement

**LIVRABLE 1**

**PROJET Traitement de Signal**

**S3E CPIA2  
 Paul Mourès / Imdad Chanou**

Sommaire :

[Introduction : 3](#_Toc183012100)

[E2 : 4](#_Toc183012101)

[E3 : 4](#_Toc183012102)

[E4 : 5](#_Toc183012103)

[E5 : 9](#_Toc183012104)

[E6 : 9](#_Toc183012105)

[E7 : 9](#_Toc183012106)

[E8 : 11](#_Toc183012107)

# Introduction :

Le projet se fonde sur un besoin très concret : écouter de la musique sans risquer d'endommager son téléphone portable, notamment dans un environnement humide comme la salle de bain. L'objectif principal est de concevoir une enceinte sans fil, fonctionnant sur batterie, qui permettra de diffuser de la musique depuis un téléphone placé en sécurité dans une autre pièce. En plus d'être pratique pour une utilisation quotidienne, cette enceinte devra également être suffisamment puissante et autonome pour être utilisée en extérieur, lors de sessions de skate ou de fêtes.

Pour réaliser ce projet, plusieurs composants de récupération seront utilisés, notamment un haut-parleur provenant d'une vieille voiture, la batterie d'un drone cassé, ainsi qu'un module audio bon marché trouvé en ligne. L'idée est de combiner ces éléments pour créer une enceinte unique et personnalisée, avec un design attrayant.

Le cahier des charges du projet stipule que l'amplificateur audio doit être réalisé par groupes de 4 élèves (ou 3 si nécessaire) en optimisant la consommation électrique et le gain en puissance de l'amplificateur. Le prototype devra être intégralement analogique et utiliser le matériel fourni, à savoir un haut-parleur, une prise jack 3.5mm mono mâle en entrée, et un module jack USB. Les transistors disponibles sont le 2N4401, 2N4403, 2N3904, BC547/BC557, BC546/556, TIP41C/TIP42C, ainsi que des amplificateurs opérationnels tels que le TL081 et le LM324. Les résistances et condensateurs à utiliser sont issus des séries E12 et E3 respectivement, avec des potentiomètres de 10kΩ, 50kΩ, et 500kΩ.

Un des aspects critiques du projet est la modélisation sur LTspice, qui doit permettre de produire un maximum de gain en puissance à partir des caractéristiques du haut-parleur et de la sortie jack audio fournies. Le signal en sortie du prototype ne doit pas être distordu et l'alimentation doit être une alimentation de laboratoire réglée sur 12V maximum pour émuler l'utilisation d'une batterie. Il est également crucial de minimiser le courant demandé à l'alimentation afin d'optimiser la durée de vie de la batterie.

Le prototype doit inclure un potentiomètre pour le réglage du volume sonore, avec une configuration permettant de couper totalement le son lorsque le potentiomètre est tourné à fond d'un côté et de l'amplifier au maximum lorsqu'il est dans la position opposée. Par ailleurs, le prototype ne doit pas endommager le haut-parleur ni le module audio USB et doit permettre la suramplification du niveau des graves et des aigus.

Le projet sera géré en utilisant la méthode Kanban avec l'outil Trello, permettant d'organiser les tâches et de tenir des réunions de coordination régulières afin d'assurer un suivi rigoureux. Un diagramme de Gantt sera fourni à la fin du projet, commenté pour identifier les points de blocage et les ajustements nécessaires.

En combinant des composants récupérés et des méthodes de gestion de projet rigoureuses, ce projet vise à produire une enceinte sans fil pratique et performante. L'amplificateur, au cœur du système, sera conçu pour maximiser le gain tout en minimisant la consommation énergétique, répondant ainsi à un besoin personnel avec une solution innovante et économique.

# E2 :

Notre prototype est uniquement analogique, il est composé de deux montages émetteur commun et un montage push-pull en cascade. Nous avons mis deux montages émetteur commun en cascade pour avoir une tension importante en sortie (et aussi pour étudier le fonctionnement des impédances et de l’adaptation des montages).

# E3 :

Nous avions déjà étudié les émetteurs communs, nous rajoutons un montage push-pull en sortie, pour augmenter la puissance (valeur d’intensité).

Le premier étage utilise un transistor NPN (BC546B) configuré en amplificateur à base commune. Ce transistor est chargé de fournir un gain en tension pour le signal d’entrée. Le bon fonctionnement de cet étage repose sur un réseau de résistances de polarisation qui fixe le point de fonctionnement du transistor, lui permettant de rester dans sa région active. Un condensateur connecté à l’émetteur court-circuite les variations de tension à haute fréquence, augmentant ainsi le gain dans cette plage, tandis qu’un potentiomètre permet d’ajuster la polarisation ou le niveau de gain selon les besoins.

Après amplification dans le premier étage, le signal est transmis au deuxième étage, construit de manière similaire. Ce second étage utilise un autre transistor BC546B pour assurer une amplification supplémentaire. Comme dans le premier étage, des résistances de polarisation et des condensateurs de couplage et de filtrage stabilisent et affinent le comportement de l’étage. Un potentiomètre supplémentaire est intégré pour permettre des ajustements précis du gain ou des paramètres de polarisation.

La dernière partie du circuit est l’étage de sortie, où un montage push-pull est utilisé pour amplifier la puissance du signal. Ce montage repose sur une paire de transistors complémentaires : un transistor NPN (BC547B) et un transistor PNP (BC556B). Leur configuration push-pull permet de traiter efficacement les cycles positifs et négatifs du signal alternatif, minimisant la distorsion et augmentant le rendement. Deux diodes sont insérées pour fournir un léger décalage de tension (bias), essentiel pour réduire la distorsion croisée qui pourrait autrement se produire lorsque les transistors passent de l'état actif à l'état inactif.

L’alimentation du circuit est assurée par une source de tension continue stabilisée, qui fournit l’énergie nécessaire au fonctionnement de l’ensemble des étages. Des condensateurs sont utilisés pour filtrer les bruits indésirables dans l’alimentation et stabiliser la tension appliquée aux transistors. En sortie, le signal amplifié est récupéré après l’étage push-pull et peut être utilisé pour piloter une charge telle qu’un haut-parleur.

En entrée nous générons un signal sinusoïdal 1kHz/100mV (crête-à-crête). Dans le fichier Excel, il est détaillé tous les calculs pour les valeurs des résistances ou autres.

Avec une alimentation de 12V, nous avons une sortie à \_V et \_mA. Les valeurs de nos composants étant « optimisées », la sortie peut difficilement être supérieur avec seulement deux amplificateurs classe A.

# E4 :

Avec les valeurs que nous avons calculé dans le Excel, nous pouvons simuler notre montage complet :

Voici un rappel, avec les valeurs adaptées de notre 1er livrable :

Nous voulons un amplificateur classe A, il faut calculer les différentes valeurs des différents composants en polarisant le transistor (pour que son fonctionnement soit maximum).

Une image contenant lune, obscurité, noir, objet astronomique

Description générée automatiquementIl nous reste à recalculer les différentes valeurs des résistances et des condensateurs que nous n’avons pas encore.

Nous utilisons des transistors BC-546, sur lesquelles nous allons travailler.

D’après la datasheet, le gain en courant β à, pour valeur minimale 110. L’intensité est de 2mA.

La valeur de tension Vcc est commune au montage et est de 12V.

Il nous faut ensuite appliquer la méthode pour calculer les différentes valeurs de résistances. La méthode est mise ci-dessous mais les calculs sont exécutés sur Excel.

Une image contenant texte, capture d’écran, Police, document

Description générée automatiquement

Complément pour trouver RC = 4\*RE :

Une image contenant texte, capture d’écran, Police, algèbre

Description générée automatiquement

Nous pouvons maintenant calculer sur Excel en suivant la méthode :

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Vcc | 12 | V |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| BC546 |  |  |  |  |  |
| hFE | 110 |  |  |  |  |
| Ic | 2,00E-03 | A | ICQ | 1,00E-03 | A |
| VEM | 1,2 | V |  |  |  |
| RE | 1200 | Ohm |  |  |  |
| RC | 4800 | Ohm |  |  |  |
| Ip | 9,09E-05 | A |  |  |  |
| VBM | 1,8 | V | 0.6 pour le transistor silicium |  |  |
| RB2 | 19800 | Ohm |  |  |  |
| RB1 | 102000 | Ohm |  |  |  |
| IBQ | 9,09091E-06 |  |  |  |  |

Point de repos :

(Rappel sur le point de repos) : http://meteosat.pessac.free.fr/Cd\_elect/perso.wanadoo.fr/f6crp/elec/sc/polar.htm)

Une image contenant texte, capture d’écran, diagramme, Parallèle

Description générée automatiquement

Une image contenant texte, capture d’écran, Police, ligne

Description générée automatiquement

Vous pourrez trouver une feuille dans le fichier Excel pour le calcul de notre point de repos.

Nous pouvons maintenant simuler le circuit :

Une image contenant texte, capture d’écran, ligne, logiciel

Description générée automatiquement

L’entrée est à 50mV crête pour une sortie de 4.5V. Le facteur d’amplification est de 90.

Maintenant, nous pouvons ajouter notre montage push-pull en sortie :

Voici le calcul des valeurs de résistances et de condensateurs :

Lorsque nous rentrons nos valeurs sur le site fourni lors d’une des corbeilles (<https://www.petervis.com/GCSE_Design_and_Technology_Electronic_Products/push-pull-amplifier/push-pull-amplifier-bias-calculator.html>), adapté à nos valeurs, nous devons mettre des résistances de 100kOhm.

Une image contenant capture d’écran, texte, ligne, logiciel

Description générée automatiquementLa sortie en tension est un petit peu diminué, mais l’intensité est drastiquement augmentée :

Une image contenant capture d’écran, ligne

Description générée automatiquement

De 3.5μA à 4mA, soit une multiplication par 1143.

En sortie, ni la tension, ni l’intensité ne sont déformés ou écrêtés.

# E5 :

Nous avons commencé par tester notre circuit en 5V, une valeur classique, nous pouvons tout de même essayer d’augmenter la tension d’alimentation plus importante (de l’ordre de 12V) pour vérifier si notre son est plus amplifié.

Notre système se compose de deux amplificateurs classe A (émetteur commun) et d’un amplificateur classe B (Push Pull). En 5V, la valeur de sortie est de l’ordre de 0.9V pour une entrée à 50mV crête et de 1mA pour une valeur d’entrée de 6μA.

Pour une tension de 12V, nous avons une sortie de 2.2V et 2mA, nous prendrons donc la valeur de tension égale à 12V pour une puissance maximale en sortie.

Notre tension d’alimentation du circuit est de 12V.

# E6 :

Pour la consommation, nous calculons la consommation en courant de chaque étage indépendamment. Les calculs sont disponibles sur le fichier Excel.

# E7 :

Pour savoir où nous placer, nous avons étudier la formule du gain au sein d’une unité d’amplificateur émetteur commun : , nous pouvons donc faire varier la valeur de la résistance RC, mais nous nous sommes rendu compte que si nous mettions une résistance avant le condensateur de l’émetteur, le gain reste maximal dans un sens et minimal dans l’autre.

Une image contenant texte, capture d’écran, affichage, ligne

Description générée automatiquementLe potentiomètre fonctionne en tant que fil, la gain est maximum :

Une image contenant texte, capture d’écran, ordinateur, ligne

Description générée automatiquementLe potentiomètre fonctionne en tant que résistance de grande valeur, la gain est minimum :

Si nous voulons avec une tension nulle et non très faible (de l’ordre de quelques μV), nous pouvons mettre un deuxième potentiomètre sur le deuxième montage émetteur commun, au même endroit et même avec une valeur plus faible, la tension est égale à 0.

Une image contenant texte, capture d’écran, nombre, ligne

Description générée automatiquement

Les potentiomètres sont donc placés directement à la sortie de l’émetteur.

# E8 :

Nous n’avons pas de modèle réel de notre haut-parleur, nous ne pouvons pas vérifier si nous ne l’abimons pas.

Conclusion :

Une image contenant texte, diagramme, Police, ligne

Description générée automatiquement