Rapport de laboratoire

**Ecole supérieure**

Électronique

Laboratoire POBJ

Salle R112

2204\_Théremin

**Réalisé par :**

Jonathan Chafla Luzuriaga

**A l’attention de :**

Philippe Bovey

**Dates :**

Fin du laboratoire : 09 février 2023

Fin du laboratoire : 02 juin 2023

**Table des matières :**

2204\_Théremin 1

1 Cahier des charges 5

2 Introduction 5

3 Explications de blocs 6

3.1 Bloc power Supply 6

3.2 Bloc Capteurs 6

3.3 Audio output 7

3.4 Bloc Unité centrale 7

4 Configuration ports 8

5 Flowchart fonctionnement principal théremin 9

6 Flowchart fonctionnement lecture état batterie 10

7 Flowchart fonctionnement capteurs 11

8 Flowchart fonctionnement DAC 12

9 Création projet MPLAB X 13

10 Fichiers sur projet 13

11 Travaux restants à effectuer 14

12 Conclusion 14

13 Annexes 15

13.1 Power supply schématiques 15

13.2 Sensors 16

13.3 Audio output 16

13.4 Interfaces 16

13.5 Central Unit 17

13.6 Schéma bloc MCU 18

13.7 Journal de travail 19

# Cahier des charges

Le projet 2204\_Théremin a été conçu par les étudiants de première année en électronique à l’Ecole Supérieure pour la branche de PCAO durant les années 2022 - 2023.

Dans le cadre du cours de POBJ (programmation orienté objet), j’ai dû reprendre ce projet dont l’objectif principal est de reprendre ce projet et de créer « l’squelette » du programme permettant la communication avec les divers périphériques du système avec un microcontrôleur de type PIC18F4550-I/PT.

Le rendu du rapport ainsi qu'une présentation du travail effectué, feront objet d'une note dans la branche de POBJ.

# Introduction

Le Théremin est un appareil permettant de générer un signal audible, dont l'amplitude et la fréquence sont contrôlées par l'utilisateur au moyen de deux capteurs de distance. L'appareil peut être utilisé sur secteur ou de manière nomade grâce à une batterie interne.

Grâce la gestuelle des mains par rapport aux capteurs, la fréquence et l'amplitude du signal audio peuvent être modifiées.

Voici le schéma bloc correspondant au système du théremin développée :

Texte de remplacement généré par une machine :



Figure 1 Scéma bloc du projet théremin

# Explications de blocs

## Bloc power Supply

La schématique correspondant à ce bloc se trouve en annexe, voir annexe 13.1.

Il s’agit du bloc où nous trouvons la gestion d’alimentation du système. Les contraintes sur ce bloc sont les suivants :

* Alimentation externe
  + Câble USB-A vers micro USB 5V/500mA de sortie
  + Convertisseur AC/DC
* Alimentation interne
  + Servira à recharger la batterie et alimenter le système
* Batterie
  + Rechargeable via micro USB avec LED 3 couleurs (rouge, jaune, vert) d'état.
    - Rouge = Faible charge de batterie (<= 10 % de charge)
    - Jaune = Moyenne Charge de batterie (10 – 70 % de charge)
    - Vert = Pleine charge de batterie (70 – 100 % de charge)
* Commutateur On/Off externe
  + Permet de mettre en route l'appareil
  + LED On/Off permettant de connaitre si le système est en fonctionnement ou éteint

Pour la réalisation software de cette partie nous devons utiliser une lecture ADC qui lira l’état de la batterie, dont son état sera ensuite représenté par des LEDs. Ses LEDs sont branchés à des ports du microcontrôleur qui doivent être configurés en mode PIN Out.

## Bloc Capteurs

La schématique correspondant à ce bloc se trouve en annexe, voir annexe 13.2

Il s’agit du bloc où nous trouvons les capteurs de mouvent. Les contraintes sur ce bloc sont les suivants :

* Capteur de distance à infrarouge ou à ultrason
* Capteur de distance destiné à modifier la fréquence du signal selon la distance entre la main droite et le capteur
* Capteur de distance horizontal ou vertical par rapport au boitier (détection vers la droite ou le haut).
* Fréquence élevée : distance courte
* Fréquence basse : distance élevée
* Fréquence maximale : 2000Hz
* Fréquence minimale : 200Hz
* Distance maximale : 30cm
* Distance minimale : 5cm
* Le son n'est produit que si les deux mains sont détectées
* **Interface : le capteur transmet le réglage de la fréquence grâce à une interface à déterminer**

Pour la réalisation software de cette partie nous devons utiliser deux pins en mode PIN In pour les signaux ECHO\_V et ECHO\_H et deux pins en mode PIN Out pour les signaux TRIG\_H et TRIG\_V.

## Audio output

La schématique correspondant à ce bloc se trouve en annexe, voir annexe 13.3.

Il s’agit du bloc où nous trouvons le système nous permettant les signaux audios du système. Les contraintes sur ce bloc sont les suivants :

* + Signaux de sortie : Triangle, carré, dent de scie, sinus
  + Choix de signaux fait par un commutateur sélectionneur
  + Sortie vers hautparleur depuis chip ampli audio MAX9700
  + Réglage du volume avec potentiomètre

## Bloc Unité centrale

La schématique correspondant à ce bloc se trouve en annexe, voir annexe 13.5

Il s’agit du bloc où nous trouvons le microcontrôleur du système. Les contraintes sur ce bloc sont les suivants :

Entrées de l'unité centrale :

* + Signaux de réception envoyés depuis capteurs ultrasons
  + Lecture d’état batterie par ADC
  + Status batterie par chip MCP73871T-2CCI/ML
  + Choix du signal audio par commutateur sélectionneur

Impact des entrées sur l'unité centrale :

Le microcontrôleur va en fonction de la tension donnée par le bloc du capteur horizontale, faire varier la fréquence audio, et pour le capteur vertical, varier l'amplitude du signal.

Le potentiomètre de calibrage des capteurs, sert de réglage des distance des capteurs par l'utilisateur.

Le commutateur sélectionneur de forme du signal, vas indiquer au microcontrôleur quelle forme il doit fournir sur sa sortie.s

Sorties de l'unité centrale :

* Un signal SPI permettant le contrôle d’un DAC pour sortie d'un signal audio avec un chip MCP4901-E/SN
* Signaux de commande envoyés vers capteurs ultrasons
* Contrôle de l’alimentation par pin BAT READ
* Indication LED pour status de la batterie
* Indicateur de statut LED : LED On/Off permettant de connaitre si le système est en fonctionnement ou éteint.

Un schéma bloc répresentant les entrées et sorties du microcontroleur se trouve en annexe , voir annexe 13.6

# Configuration ports

Voici un tableau représentant les diverses configurations des ports utilisés sur le théremin :

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

Description générée automatiquement

Figure 2 Configuration PIN

Ce tableau a été créé avec excel, le fichier se trouve sous :

K:\ES\PROJETS\SLO\2204\_Theremin\doc\JournalDeTravail-PROJ\_Chafla.xlsx

# Flowchart fonctionnement principal théremin

Afin de pouvoir créer l’squelette dans l'algorithme du projet, j’ai décidé de présenter le fonctionnement principal du théremin sous forme de flowchart :

Une image contenant texte, reçu

Description générée automatiquement

3. Alors générer fréquence si détection sur les deux capteurs

8. Fréquence émise vers Haut-parleurs

1. Démarrage

6. Gestion du choix du signal : lecture position commutateur

5. Gestion du volume : en fonction position du potentiomètre

2. Si distance mesurée est entre 5cm et 30cm

1. Lecture des capteurs à distance

7. Choix signal : Sinus, carré, triangle ou dent de scie

4. Fréquence générée entre 200Hz et 2000Hz

# Flowchart fonctionnement lecture état batterie

Voici le flowchart représentant la gestion d’état de l’alimentation faite par batterie :

Une image contenant diagramme, texte, croquis, Dessin technique

Description générée automatiquement

1. Lecture ADC état batterie
2. Si système charge active par interrupteur
3. Fin
4. Selon état batterie, LED allumé
5. Démarrage

# Flowchart fonctionnement capteurs

Voici le flowchart représentant la gestion des capteurs de distance :

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

Description générée automatiquement

* 1. Démarrage
  2. Initialiser les broches du capteur HC-SR04 pour le signal TRIGGER et le signal ECHO
  3. Ensuite, une boucle indéfinie est initiée pour mesurer en continu la distance.
  4. À l'intérieur de la boucle, une impulsion de signal TRIGGER est émise pendant une durée de 10 µs pour déclencher la mesure.
  5. Le capteur HC-SR04 reçoit le signal TRIGGER et envoie un signal ultrasonique.
  6. La durée entre l'émission du signal TRIGGER et la réception du signal ECHO est mesurée.
  7. En utilisant la vitesse du son, la distance est calculée à l'aide de la formule : distance = (durée \* vitesse du son) / 2. La vitesse du son est généralement de 343 m/s à une température de 20°C.
  8. La distance mesurée est affichée, ce qui peut être fait par le biais d'une sortie console ou en utilisant un afficheur.
  9. Avant la prochaine mesure, le programme attend un court laps de temps pour éviter des mesures trop fréquentes.
  10. La boucle recommence, permettant ainsi une mesure continue de la distance.
  11. FIn

# Flowchart fonctionnement DAC

* 1. Une image contenant texte, reçu

     Description générée automatiquementDémarrage
  2. Initialiser l’interface de communication SPI
  3. Configurer les broches de contrôle CS, CLK, et SDI
  4. Configurer le registre de config du DAC : définir les paramètres de fonctionnement, tels que la référence de tension, le gain, etc.
  5. Répéter indéfiniment :

Envoie de la valeur de tension réf

Activer la brocher CS

Envoyer donnée sur bus SPI

Désactiver la brocher CS

Attente

* 1. Fin

# Création projet MPLAB X

Il s’agit de créer un projet avec les configurations suivantes :

1. Créer nouveau projet de type Standalone Project :

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

Description générée automatiquement

1. Sélectionner la famille Advanced 8-bit MCUs (PIC18), et choisir le microcontrôleur PIC18F4550 :

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

Description générée automatiquement

1. Choix du compilateur : attention à utiliser le compilateur XC8 :

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

Description générée automatiquement

# Fichiers sur projet

J’ai créé quelques fichiers : comme le main.c où on pourra implémenter le programme principal et des fichiers en-tête me permettant de réaliser la configuration des ports, et de l’oscillateur du microcontrôleur.

Des data-sheet du microcontrôleur ont été téléchargés et mises dans le dossier qui se trouve dans :

K:\ES\PROJETS\SLO\2204\_Theremin\doc\datasheets

# Travaux restants à effectuer

La suite serait d’aller chercher sur les documentations du fabriquant sur le site microchip.com, les informations nécessaires sur nos périphériques que nous devons utiliser et qui ont été présentés au point 4. Ensuite à l’aide de cette documentation et les flowcharts réalisés, créer le programme nécessaire pour faire fonctionner le projet.

Un journal du travail effectué, a été mise en annexe, voir annexe 13.7

# Conclusion

Lors du cours de POBJ j’ai dû réaliser un mini-projet. Lors du choix des sujets des projets, il m’avait été dédié le projet 1737 Foobaskill. Malheureusement, suite à une erreur ce projet n’était pas possible de le réaliser car il était trop récent et aucun PCB n’avais pas été monté. Cela m’a pris quelques jours de retard. Suite à ça, il m’a été dédié la reprise du projet Théremin réalisé l’année passé lors du cours de PCAO par certains étudiants, dont moi inclus.

Il m’a été difficile de reprendre ce projet et réétudier son fonctionnement puisque ce projet avait été réalisé par groupes qui s’occupaient de différentes parties du projet. Donc afin de développer mes idées du programme, j’ai dû réaliser une ré-étude du schéma et du fonctionnement du système, cela m’a aussi pris du temps.

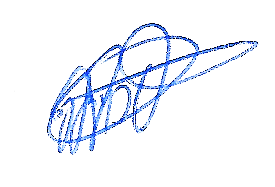
Finalement, j’ai pu réaliser un rapport dont nous pouvons trouver les informations nécessaires qui facilitent le développement du software tels que des explications sur les divers blocs du système, la représentation sous forme de tableau des entrées et sorties du microcontrôleur, les divers périphériques à utiliser, ainsi que des flowchart permettant de voir graphiquement le fonctionnement du Théremin et d’autres parties du système.

Ce qui reste à faire, c’est de reprendre cette documentation et de réaliser le programme permettant de faire fonctionner le projet.

J’aurais bien aimé de pouvoir au moins réaliser une partie du programme, mais dû à des questions de timing cela n’a m’a pas été possible de le réaliser.

Date : le 2 juin 2023

Jonathan Chafla Luzuriaga





# Annexes

## Power supply schématiques



## Sensors



## Audio output



## Interfaces

## Central Unit



## Schéma bloc MCU



Figure 3 Schéma bloc Théremin

## Journal de travail

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

Description générée automatiquement