

RAPPORT DE PROJET PROTOTYPAGE – EI23

Par HAMEL Martin et EL KOUHEN Yasser

Réalisation d'un clavier maître
pour synthétiseur



Mai-Juin 2024

MINES SAINT-ETIENNE
Encadré par M. Bernier, M. Calmes, M. Delattre

Sommaire

<u>Introduction</u>	<u>2</u>
<u>1. Eléments pour l'acquisition et le traitement de signaux par le clavier maître</u>	<u>4</u>
1.1 Capteur capacitif	4
1.2 Montage du Conditionneur	5
1.2.1 Simulation sur Partquest	5
1.2.2 Réalisation sur KiCad	7
1.3 Programmation du conditionneur	9
<u>2. Conception et assemblage du clavier maître</u>	<u>10</u>
2.1 Contexte, Moog Mavis	10
2.2 Réalisation	12
2.2.1 Programmation de la carte nucleo	12
2.2.2 Montage ALI	14
2.2.3 Choix des plaques de cuivre	14
2.2.4 Assemblage du prototype	16
<u>3. Synthèse</u>	<u>18</u>
<u>4. Glossaire</u>	<u>19</u>
<u>5. Bibliographie</u>	<u>21</u>

**Les mots/expression en gras sont définis dans le Glossaire par ordre d'apparition*



Introduction

L'UP Prototypage se compose de deux séries de séances. Les premières sont consacrées à la conception d'un circuit conditionneur, composé d'une carte de développement STM32 Nucleo et d'un montage permettant d'amplifier un signal. Pour cette première série de séances, nous avons également à notre disposition une plaque de cuivre avec laquelle nous effectuons des mesures de capacité. La deuxième série de séances consistait en un travail personnel sur la conception d'un prototype dont le fonctionnement repose sur l'utilisation d'un capteur capacitif. Après avoir échangé avec les membres de l'équipe enseignante, nous avons choisi de concevoir un clavier maître pour synthétiseur. Celui-ci sera connecté à un synthétiseur analogique que nous possédons, le Moog Mavis. En raison de l'absence de clavier maître (Fig.1), les touches du synthétiseur permettant de modifier la note traitée par le Moog Mavis ne sont pas ergonomiques pour jouer de la musique.



Fig.1 Synthétiseur sans clavier maître
Moog Mavis



Fig.2 Exemple de clavier maître
(Akai MPK Mini)

La problématique qui se pose est donc : Comment concevoir un clavier maître ergonomique et fonctionnel pour le synthétiseur Moog Mavis, afin de faciliter la modification de la hauteur des notes et d'améliorer l'expérience de jeu musical ?

Notre prototype a donc été pensé dans un souci de confort de jeu vis-à-vis de cette problématique. Prototype qui consiste en un clavier maître qui permet de jouer au synthétiseur quatre **notes** différentes et de faire varier la hauteur de chacune de ces notes de manière contrôlée, 0 à 30 (± 10) Hz.



Bien que des synthétiseurs avec clavier maître répondant aux fonctionnalités mentionnées soient déjà disponibles sur le marché, l'objectif de ce projet n'est pas d'innover ou d'améliorer une application existante. Il vise plutôt à exploiter pleinement le modèle de condensateur plan pour mettre en évidence ses limites et comprendre comment notre dispositif diffère du modèle théorique. Pour accroître la précision et le nombre de fonctionnalités, il serait nécessaire d'ajouter de la complexité à notre système, mais cela dépasse le cadre de ce module académique.

Pour réaliser ce projet, nous bénéficions des ressources de notre École. Nous sommes encadrés par des enseignants expérimentés qui nous apportent leur expertise et leurs conseils avisés. Nous avons également à notre disposition des microcontrôleurs ST-Nucléo et d'autres équipements électroniques nécessaires à la réalisation de notre application. De plus, nous avons effectué une visite à l'ID-Fab pour découper les plaques de cuivre selon les dimensions requises pour notre projet.

À l'aide de ces ressources, nous expliquerons dans un premier temps comment nous assemblerons le conditionneur, nécessaire au traitement des signaux captés par le clavier maître à travers ses capteurs capacitifs. Puis nous verrons comment nous concevrons et assemblerons le clavier maître. Enfin, dans la synthèse, nous tirerons une conclusion des tests du prototype sur le Moog Mavis afin de savoir si ce dernier répond bien à nos attentes et dans quelle mesure.



1. Eléments pour l'acquisition et le traitement de signaux par le clavier maître

1.1 Capteur capacitif

Un capteur capacitif est un dispositif qui détecte des changements dans la capacité électrique d'un condensateur due à la proximité ou à la présence d'un objet. C'est d'ailleurs le capteur utilisé lors de ce projet. Celui-ci permet donc de détecter la présence d'objet plus ou moins éloigné de lui selon sa sensibilité. En effet, une fois alimenté, la plaque de cuivre se comporte comme un condensateur ouvert. La face positive est donc la plaque et la Terre devient la face négative. Ainsi, un champ magnétique s'instaure et donc un courant électrique alternatif se forme. Lorsque nous nous tenons debout, nous sommes reliés au sol et donc à la face négative du condensateur. De ce fait, lorsque nous approchons notre main, celle-ci agit comme une électrode et donc perturbe le champ magnétique. Ces perturbations peuvent ensuite être quantifiées en extrayant le courant électrique.

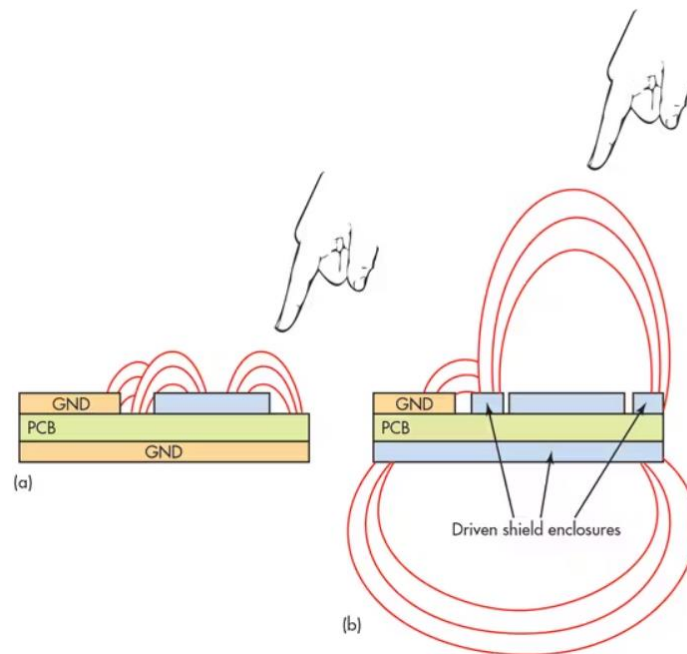


Fig.3 effet d'une main sur une plaque de cuivre alimentée



1.2 Montage du conditionneur

1.2.1 Simulation sur Partquest

Le conditionneur est un dispositif électronique conçu pour traiter les signaux électriques provenant d'une source quelconque, dans le but de les rendre plus fiables et exploitables. Pour ce faire, il réduit le bruit et amplifie le signal d'entrée. Dans le contexte du projet, les signaux électriques proviennent de la plaque de cuivre. Nous simulons un tel circuit électronique sur l'interface Partquest.

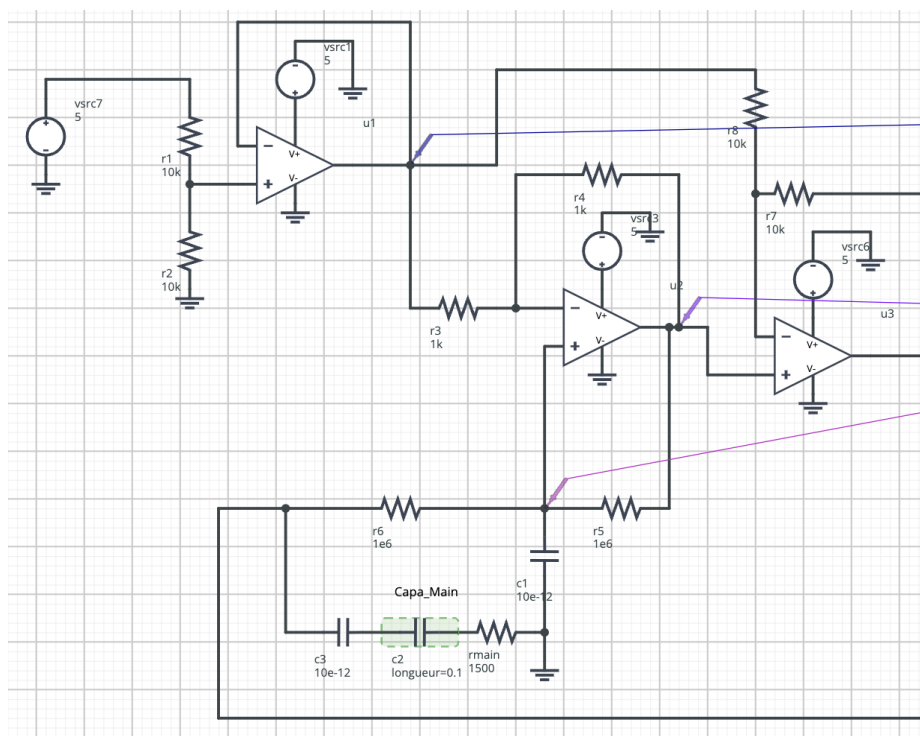


Fig.4 Schéma du conditionneur sur Partquest

On modélise les sources d'alimentation du circuit par les sources de tension 0V, +5V comme avec la carte nucleo. La main est quant à elle modélisée par une capacité (Capa_main et $c3$) mise en série avec une résistance ($rmain$), la capacité $c1$ représente l'électrode. Le circuit est alimenté par une source de tension continue de 5V. Le montage comprend les deux résistances $r1$ et $r2$ en pont diviseur de tension et un ALI en montage suiveur. Le but est d'adapter l'impédance



de la source d'alimentation pour être utile au reste du circuit. Le deuxième ALI (u2) est monté de telle sorte à créer un convertisseur tension-courant. Le signal en sortie de ce montage est alors une tension créneau. Enfin, le dernier ALI (u3) est monté en comparateur hystérésis, la tension d'entrée de ce montage est le signal créneau en sortie de u2. La sortie de u3 est donc une tension triangle de même fréquence que le créneau. En effet, l'action d'un comparateur hystérésis revient à "intégrer" le signal.

Pour obtenir des résultats pertinents, on fait varier la valeur de la capacité c3, qui simule le mouvement de la main au-dessus de la plaque de cuivre. On obtient alors les résultats suivants :

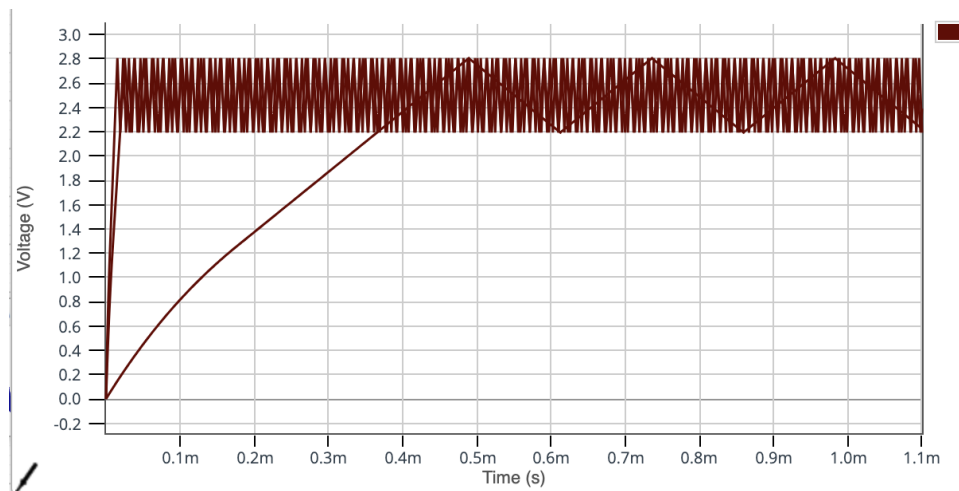


Fig.5 Résultat de la simulation

Ces résultats correspondent à ceux obtenus à l'oscilloscope pendant les premières séances de l'UP.



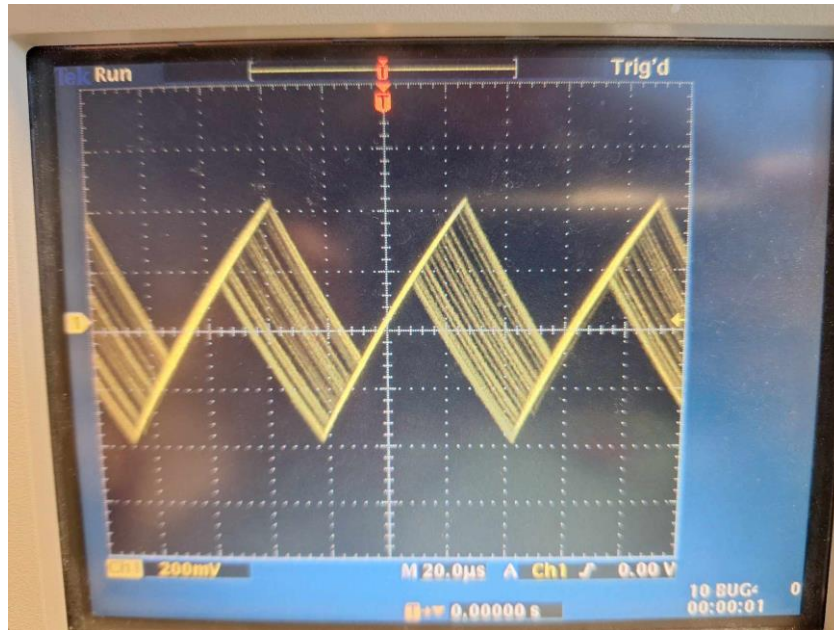


Fig.6 Signal triangle en sortie du convertisseur tension-courant

En outre, on teste la sortie du conditionneur avec une électrode ouverte (à droite) et sans électrode (à gauche). On constate une augmentation de 90 kHz entre les deux signaux.

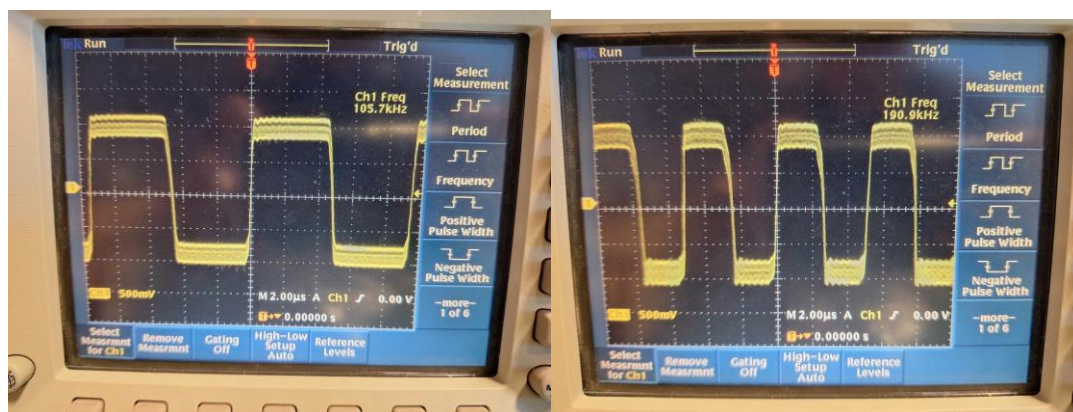


Fig.7 Signal créneau en sortie du convertisseur tension-courant

1.2.2 Réalisation sur KiCad

Le design du PCB (Printed Circuit Board) du conditionneur est réalisé sur le logiciel KiCad. Ce dernier permet ensuite l'impression des circuits réalisés. Pour ce faire, il faut d'abord tracer le circuit du montage. Ensuite, on assigne à chacun des composants une empreinte qui



permet d'identifier le type de composant, ses dimensions et la manière de le souder sur le PCB. Une difficulté que l'on a rencontré lors de cette phase est l'éventuelle absence de bonne empreinte. En effet, nous avons dû modifier l'empreinte de plusieurs composants, d'abord celle de l'ALI ADA4622 qui n'avait pas d'égal et plus tard l'empreinte des connecteurs jack car ceux commandés étaient différents des empreintes proposées par le logiciel.

La deuxième phase est celle du design du PCB. Une fois, le circuit tracé et les composants assignés aux bonnes empreintes, il faut relier ces derniers entre eux. Puis, on crée une zone délimitant la dimension du PCB et sa masse. Enfin, on crée les fichiers Gerber et les fichiers de perçage pour pouvoir imprimer le circuit. Les PCBs imprimés pour ce projet ont été réalisés sur une plaque de cuivre.

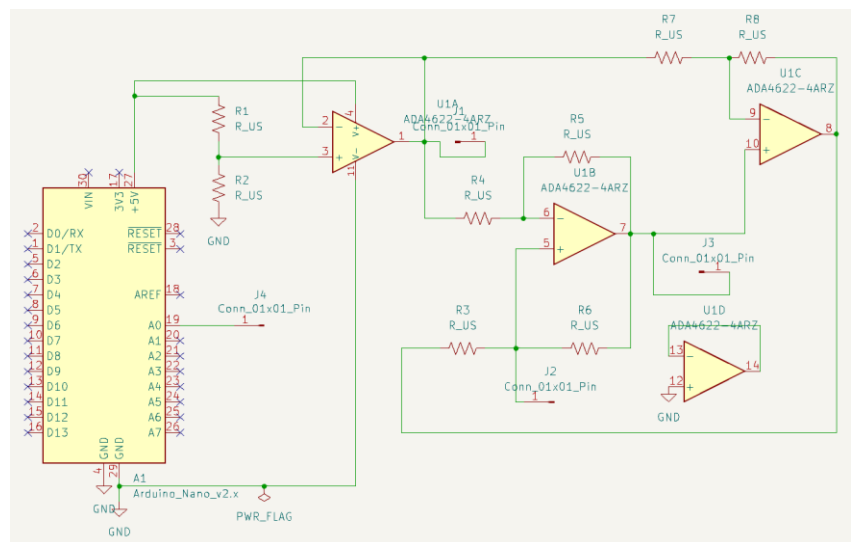


Fig.7 Schématique du conditionneur

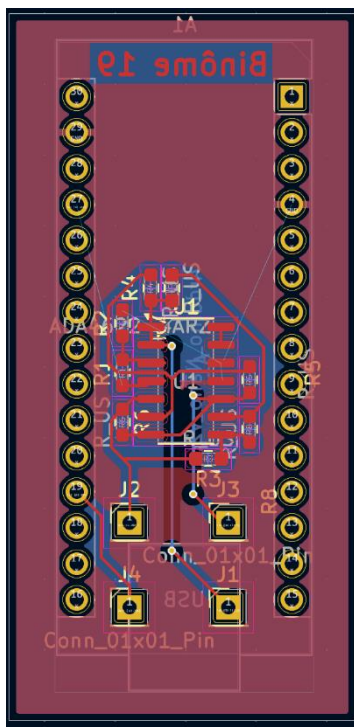


Fig.8 PCB du conditionneur



1.3 Programmation du conditionneur

Le premier objectif du projet a été la réalisation du conditionneur. Quant au rôle du conditionneur, il s'agit de mesurer la fréquence d'oscillation du courant électrique. Nous avons utilisé le timer 2 pour réaliser les mesures. On a commencé par démarrer le timer en mode interruption car on prélève à chaque front montant de l'horloge la valeur acquise par la carte. On a écrit ensuite la fonction `void HAL_TIM_IC_CaptureCallback (TIM_HandleTypeDef *htim)` qui effectue la différence entre deux valeurs lues à deux instants successifs.

```
/* Initialize all configured peripherals */
MX_GPIO_Init();
MX_TIM2_Init();
MX_USART2_UART_Init();
MX_TIM1_Init();
/* USER CODE BEGIN 2 */
HAL_TIM_IC_Start_IT(&htim2, TIM_CHANNEL_1);
HAL_TIM_PWM_Start(&htim1, TIM_CHANNEL_1);
/* USER CODE END 2 */

/* USER CODE BEGIN 4 */
void HAL_TIM_IC_CaptureCallback(TIM_HandleTypeDef *htim)
{
    t0 = t1;
    t1 = HAL_TIM_ReadCapturedValue(&htim2, TIM_CHANNEL_1);
    frequence=(32*1000000)/(t1-t0);
}
/* USER CODE END 4 */
```

Fig.6 Acquisition des mesures sur STM32Cube IDE

La valeur de la fréquence est ensuite calculée à la ligne

$$frequence=(32*1000000)/(t1-t0);$$

Les nombres 32 et 100000 correspondent respectivement au facteur d'échelle du compteur de temps utilisé pour mesurer les valeurs aux temps successifs t0 et t1 et au facteur de conversion du temps pour trouver une période en seconde et ainsi une fréquence en Hertz.



2. Conception et assemblage du clavier maître

2.1 Contexte, cas du Moog Mavis

Un synthétiseur est un instrument de musique électronique dont les premiers modèles apparaissent dans les années 1970. Le fonctionnement de ces instruments repose sur la synthèse de signaux sonores à l'aide de circuits analogiques et aussi plus tard numériques. Cette synthèse se produit via les interactions entre les différents modules qui occupent un rôle bien précis. Ainsi, on retrouve communément parmi ces modules des **générateurs d'enveloppe**, des filtres ou encore des oscillateurs.



Fig.9 Moog Mavis

Comme le synthétiseur que nous utilisons est le Moog Mavis, nous nous concentrerons essentiellement sur la manière dont il fonctionne. Le Moog Mavis est un synthétiseur analogique monophonique. Il ne dispose donc d'aucun outil numérique et on ne peut le connecter de telle façon. Le terme monophonique, quant à lui, indique qu'il ne dispose que d'une seule voix. En d'autres termes, ce synthétiseur ne supporte qu'une seule note en même temps. Une voix est créée à partir d'un Voltage Controlled Oscillator (VCO), cet oscillateur prend en entrée une tension continue, que l'on appelle **Control Voltage (CV)** et sort une tension alternative d'une fréquence déterminée en fonction de l'entrée. Le CV est le signal contrôlant l'instant où la note est jouée et



la hauteur de cette dernière. On divise le CV en deux signaux, le premier appelé Gate régit l'activation du module, la seconde CV, la hauteur de la note et plus généralement la tension appliquée à l'un des paramètres du module. Dans le cas d'un instrument Moog, la hauteur d'une note est définie de telle sorte qu'une **octave** est comprise sur un volt.

L'autre particularité du Moog Mavis est qu'il est un **synthétiseur modulaire**. Cela implique l'existence d'un patchbay. Le **patchbay** est un dispositif permettant la communication arbitraire entre différents modules. Il est composé de connecteurs servant d'entrée ou de sortie de différents signaux. Ce patchbay est particulièrement intéressant pour notre projet car il comprend notamment les entrées "1V/Oct" et "Gate" qui constituent le CV. C'est sur ces deux entrées que nous connectons le clavier.

Le Moog mavis possède 12 touches représentant une octave, cependant, celles-ci ne sont pas ergonomiques. Créer un clavier maître permettrait un meilleur confort de jeu. En outre, l'instrument n'est pas doté de "**pitch bend**" permettant de faire varier la hauteur des notes.

Pour concevoir notre projet, nous avons eu besoin de deux conditionneurs jouant deux rôles différents. Le premier gère le clavier tandis que le second s'occupe du pitch bend. Par conséquent, il nous fallait deux électrodes spécialement choisies pour chacune des tâches. Tout d'abord, celle utilisée pour le clavier devait apporter un confort de jeu et une bonne ergonomie. La seconde quant à elle, devait détecter la main à une hauteur d'environ 5cm pour éviter que des mouvements parasites l'enclenchent spontanément.

Le conditionneur du clavier génère en sortie le CV tandis que celui de la molette du pitch bend le signal "1V/Oct". Un ALI en montage additionneur non inverseur réalise l'addition entre les deux signaux "1V/Oct", puis le CV est redirigé vers deux ports jack femelle. L'ensemble du circuit électrique est monté sur un PCB.

La contrainte principale est la sensibilité des électrodes qui peuvent nuire au confort de jeu et les valeurs des signaux du CV qui peuvent ne pas correspondre à ceux utilisés pour le Moog Mavis, notamment le seuil de 1,5V d'activation du Gate.



2.2. Réalisation

2.2.1. Programmation des cartes nucleo

Pour le clavier nous avons décidé de diviser le panel de fréquences mesurées en quatre parties distinctes qui correspondent à l'activation d'une des quatre notes. Le synthétiseur étant monophonique, cela permet de distinguer clairement quelle note est jouée. Le signal de sortie du clavier est le CV. On utilise alors le module de Pulse Width Modulation (PWM) du timer 1 pour déterminer une tension arbitraire. Nous avons ensuite assigné le port PA5 en sortie GPIO et nous l'avons appelé GATE. Ainsi, nous avons seulement eu à inverser l'état de la pin pour créer le Gate du CV.

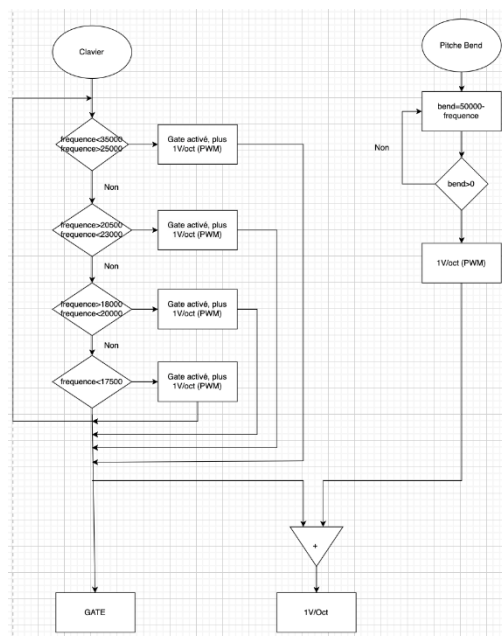


Fig.10 Algorithme programmation nucleo

Au multimètre, nous avons relevé les tensions en sortie du PWM et nous les avons ajustées de telle manière à ce qu'elles soient comprises entre -5V et +5V qui correspondent à l'étendue tonale du Moog Mavis. Cependant, n'ayant pas trouvé de gamme de valeurs précises, ces tensions sont purement arbitraires. La pin GATE quant à elle génère une tension de 3,5V supérieure au seuil de 1,5V de l'activation du port jack Gate de l'instrument.



```

if(frequence>25000 && frequence<35000)
{
    __HAL_TIM_SET_COMPARE(&htim1,TIM_CHANNEL_1,10000);
    sprintf(note,"Note jouée, frequence=%d\n\r",frequence);
    HAL_UART_Transmit(&huart2,note, sizeof(note),200);
    HAL_GPIO_TogglePin(GATE_GPIO_Port, GATE_Pin);
}
if(frequence>20500 && frequence<23000)
{
    __HAL_TIM_SET_COMPARE(&htim1,TIM_CHANNEL_1,7000);
    sprintf(note,"Note jouée, frequence=%d\n\r",frequence);
    HAL_UART_Transmit(&huart2,note, sizeof(note),200);
    HAL_GPIO_TogglePin(GATE_GPIO_Port, GATE_Pin);
}
if(frequence>18000 && frequence <20000)
{
    __HAL_TIM_SET_COMPARE(&htim1,TIM_CHANNEL_1,4000);
    sprintf(note,"Note jouée, frequence=%d\n\r",frequence);
    HAL_UART_Transmit(&huart2,note, sizeof(note),200);
    HAL_GPIO_TogglePin(GATE_GPIO_Port, GATE_Pin);
}
if(frequence<17500)
{
    __HAL_TIM_SET_COMPARE(&htim1,TIM_CHANNEL_1,1000);
    sprintf(note,"Note jouée, frequence=%d\n\r",frequence);
    HAL_UART_Transmit(&huart2,note, sizeof(note),200);
    HAL_GPIO_TogglePin(GATE_GPIO_Port, GATE_Pin);
}
}

```

Fig.11 Programme du clavier

Pour le pitch bend, nous avons dû trouver un moyen de générer en sortie de la carte une tension variable en fonction de la fréquence mesurée par la carte. À l'aide du PWM du timer1, nous avons délivré une tension dont la valeur moyenne dépend de la valeur de la fréquence mesurée en temps réel. Pour améliorer le fonctionnement du pitch bend, nous avons défini la variable *bend* dont la valeur dépend des mesures. Comme les valeurs mesurées sont disparates, nous nous sommes assurés que *bend* soit négatif lorsque l'on n'approche pas la main, puis à condition qu'il devienne positif, il s'active.

```

< USER CODE END WHILE */
bend=50000-frequence;
if(bend>0)
{
    sprintf(note, "Le pitch bend vaut %d et frequence=%d \n\r", bend,frequence);
    HAL_UART_Transmit(&huart2,note,sizeof(note),200);
    __HAL_TIM_SET_COMPARE(&htim1,TIM_CHANNEL_1,bend);
}
USER CODE BEGIN 3

```

Fig.12 Programme du pitch bend

Après tests, nous nous sommes rendu compte que le pitch bend pouvait délivrer une tension qui semblait correspondre à nos attentes.



2.2.2 Montage ALI

Une fois les trois tensions de sortie créées, il fallait additionner les tensions 1V/Oct et du pitch bend pour créer la hauteur finale de la note jouée. Pour ce faire, nous avons réalisé un montage additionneur non-inverseur avec l'ALI. La tension de sortie d'un tel montage est déterminée par la formule suivante :

$$V_s = ((R_2 + R_1) / (2 * R_1)) * (V_1 + V_2)$$

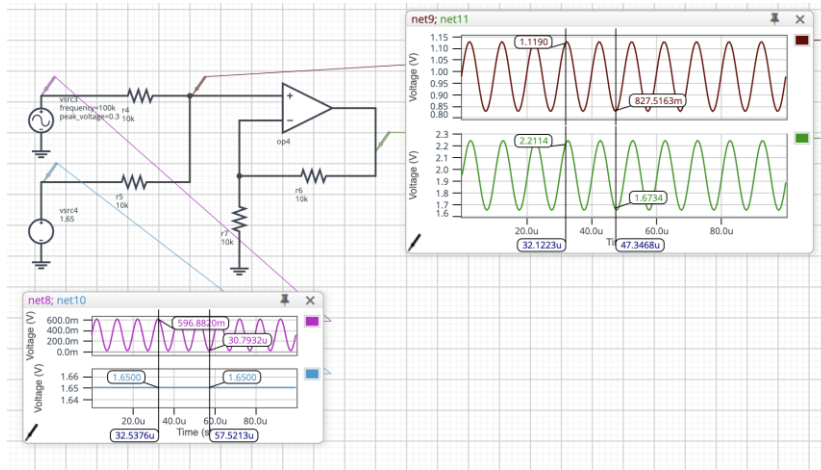


Fig.13 Simulation du montage additionneur non inverseur sur Partquest

Comme toutes les résistances sont les mêmes, on trouve :

$$V_s = V_1 + V_2$$

2.2.3 Choix des plaques de cuivre

Le choix de la dimension des plaques de cuivre pour le clavier et le pitch bend a été très important. En effet, il fallait trouver pour le clavier une plaque assez sensible pour assurer un confort de jeu. Pour celle servant de clavier, nous avons opté pour une plaque triangulaire, la point de celle-ci permet de pouvoir choisir quelle note jouer sans trop de difficulté. Plus la surface de peau en contact avec la plaque est réduite, plus la fréquence du courant mesurée est élevée. Ainsi, en touchant légèrement du doigt la plaque, on pouvait déterminer quelle note jouer.



La plaque du pitch bend quant à elle est rectangulaire et de taille réduite, ce qui permet de la rendre moins sensible. En effet, les mouvements parasites pourraient spontanément enclencher le module ce qui nuirait au rendu final. Cependant, cela a pour conséquence qu'il faut plus rapprocher les doigts sur la plaque, voire la toucher carrément.

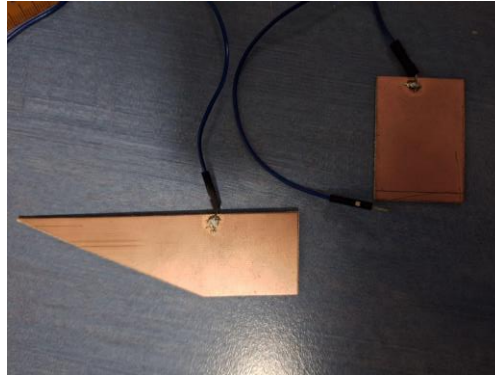


Fig.14 Plaques utilisées pour le clavier et le pitch bend

Afin de déterminer les bonnes dimensions des électrodes, on utilise le logiciel de simulation à éléments finis Comsol. Sur ce logiciel, on commence par tracer deux blocs rectangulaires simulant respectivement l'électrode et la main. Une sphère d'air constitue l'environnement.

Ainsi, une électrode rectangulaire de dimensions $4,4 \times 3,2 \times 0,1$ (en cm^3) détecte la main à environ 5cm de hauteur, ce qui correspond à nos attentes.

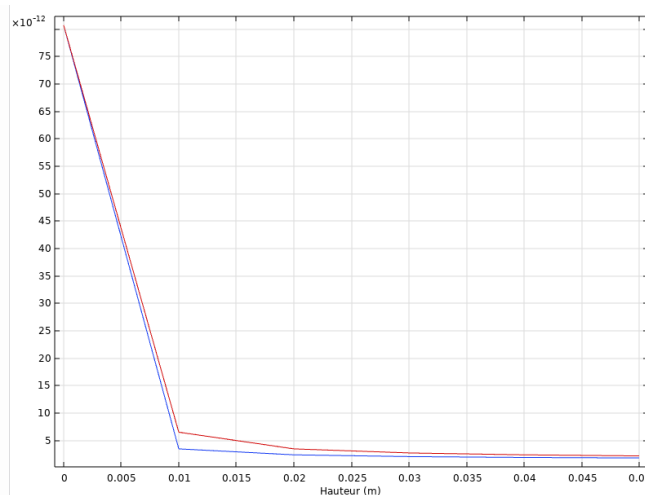


Fig.15 relation hauteur capacité



Pour le clavier nous avons simulé le comportement d'une électrode triangulaire. La particularité de cette géométrie est la répartition des charges. En effet, plus l'on s'approche de la pointe, plus la capacité de l'électrode diminue. Cependant, lorsqu'on arrive au bout de la pointe, les charges présentes créent un champ magnétique fort.

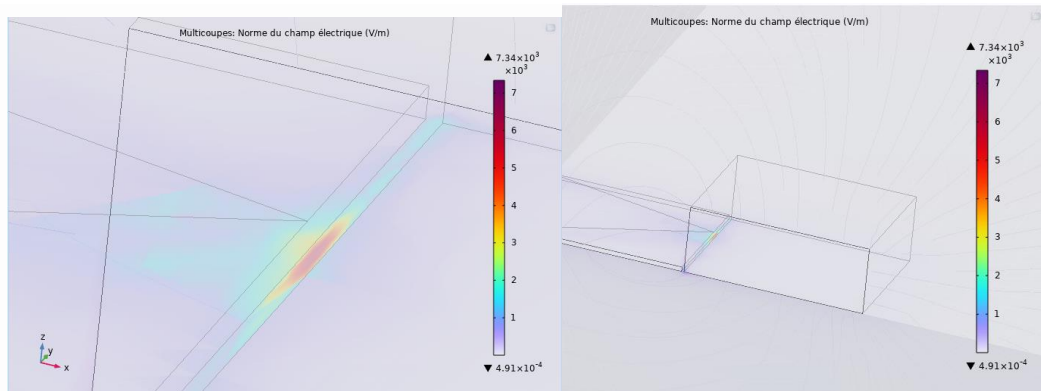


Fig.16 Modélisation 3D Comsol

Cette activité nous permet de faire facilement varier la capacité de l'électrode en approchant le doigt, ce qui est donc utile pour la mise en place du clavier. Par ailleurs, les dimensions pour cette électrode en deviennent moins importantes.

2.2.4 Assemblage du prototype

Pour assembler, ce prototype nous avons d'abord commandé les composants requis qui sont 4 résistances de 10k Ohm, d'un ALI d'un deuxième conditionneur et de deux connecteurs jack femelle 3,5mm.

Comme nous avons eu des problèmes de perçage avec le PCB, nous avons dû nous contenter de l'assembler sur un breadboard.

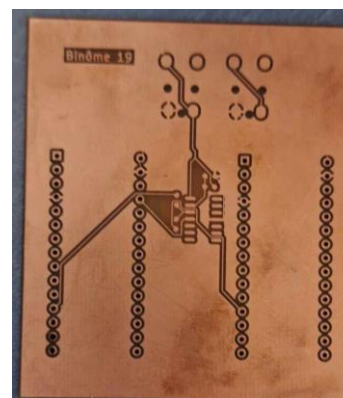


Fig 17. PCB incomplet de notre projet prototypage



Nous avons alors rencontré d'autres difficultés. La première est la connexion des pins des connecteurs. En effet, ces derniers sont censés être soudés sur un PCB et ne sont donc pas compatibles avec un breadboard. Nous avons tout de même réussi à les connecter à l'aide de câbles mâles-femelles. Seulement, la connexion était mauvaise et avait beaucoup de bruit. Toutefois, en testant le clavier et le pitch bend individuellement, nous avons obtenu des résultats. Nous avons réussi à jouer avec le clavier et le pitch bend. Cependant, la tension que délivrait la PWM correspondait à des octaves si basses qu'il était difficile de discerner les différentes notes et le pitch bend. La deuxième déconvenue est le signal GATE qui passait mal vers le synthétiseur rendant le clavier quasiment inutilisable.

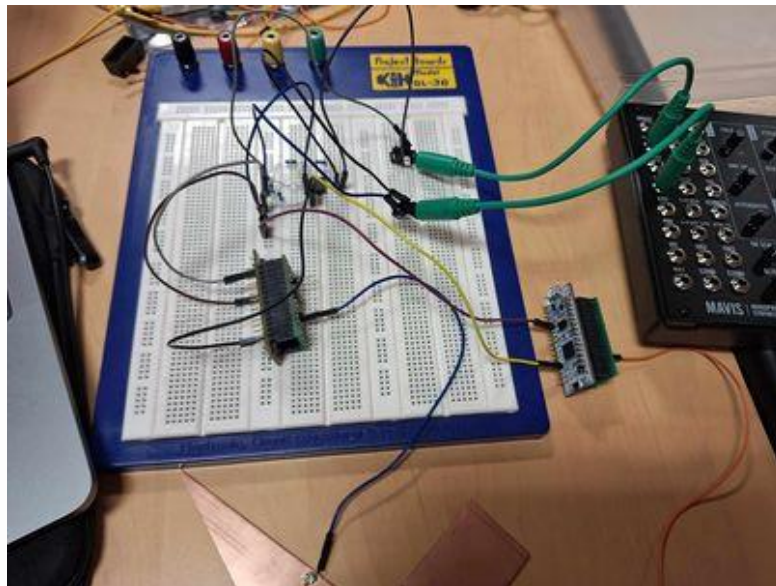


Fig 17. Version la plus aboutie de notre projet

Pour ce qui est de la hauteur des notes, un ALI monté en amplificateur non inverseur aurait pu corriger ce défaut, malheureusement, nous n'avons pas eu le temps de le mettre en place.



3. Synthèse

Nous avons conçu un clavier maître pour le synthétiseur Moog Mavis en utilisant deux conditionneurs et deux électrodes. L'électrode triangulaire permet de jouer quatre notes différentes, et celle dédiée au pitch bend détecte une main à moins de 5 cm, augmentant les notes d'environ 30 Hz. Le signal de contrôle de tension (CV) inclut deux signaux Gate pour déclencher les notes et un signal 1V/Octave pour ajuster leur hauteur, tous traités par deux cartes Nucleo programmées sous STM32Cube IDE.

Le prototype fonctionne, mais des améliorations sont nécessaires. Les signaux 1V/Octave doivent être amplifiés car les notes sont trop basses. La précision des électrodes doit aussi être améliorée.

Malgré ces limitations, le prototype est utile pour les synthétiseurs sans clavier maître comme le Black System III d'Eric Synths. Le clavier et le pitch bend fonctionnent, mais les notes sont difficiles à identifier en raison de leur basse fréquence, et l'effet du pitch bend est faible. Cependant, le signal Gate fonctionne bien, rendant le CV opérationnel.

De manière plus générale, ce projet est une réflexion sur l'interaction entre technologie et musique, mettant en lumière le potentiel et les défis des capteurs capacitifs dans les instruments électroniques. Projet qui nous a d'ailleurs permis de comprendre en profondeur les défis liés à la conception et à la mise en œuvre de capteurs capacitifs dans un contexte musical. Une des leçons clés a été l'importance de l'amplification et de la précision des signaux pour obtenir des performances musicales satisfaisantes. À l'avenir, il serait intéressant d'explorer des matériaux et des technologies de capteurs alternatifs pour améliorer la sensibilité et la précision des électrodes.



4. Glossaire

PAR ODRE D'APPARITION

Synthétiseur : Un synthétiseur est un instrument de musique électronique qui génère des sons en utilisant des circuits électroniques ou des logiciels informatiques. Il permet de créer et de moduler une grande variété de timbres et de textures sonores, grâce à des oscillateurs, des filtres, des enveloppes et d'autres modules de traitement du signal.

Clavier maître : Un clavier maître est un contrôleur MIDI (Musical Instrument Digital Interface) sous la forme d'un clavier de piano, qui permet de piloter des instruments virtuels ou des modules sonores externes, sans générer de son par lui-même.

Note : Une note en musique est un son défini par sa hauteur (fréquence) et sa durée.

Control Voltage (CV) : Un CV (Contrôle Voltage) dans un synthétiseur est un signal électrique continu qui permet de contrôler un ou plusieurs paramètres sonores, tels que la hauteur, le filtre, l'amplitude, etc. Il est généré par un module de contrôle, tel qu'un clavier, une séquenceur ou un LFO, et est appliqué à un module de traitement du signal, tel qu'un oscillateur, un filtre ou un VCA (Voltage-Controlled Amplifier).

Générateur d'enveloppe : Module électronique dans un synthétiseur qui permet de créer et de contrôler l'évolution d'un signal de tension dans le temps, en fonction de paramètres tels que l'attaque, le décroissance, le sustain et la libération. Il est utilisé pour moduler l'amplitude, la fréquence ou le timbre d'un son.

Synthétiseur modulaire : Un synthétiseur est dit modulaire lorsqu'il est composé de modules séparés, chacun ayant une fonction spécifique (oscillateur, filtre, amplificateur, etc.), qui peuvent être reliés entre eux par des câbles ou des connecteurs pour créer des circuits sonores complexes et personnalisables. À l'inverse, un synthétiseur non modulaire est un instrument intégré, où les



différents modules sont pré-connectés et ne peuvent pas être modifiés ou réorganisés par l'utilisateur.

Patchbay : Panneau de connexions qui permet de relier et de router des signaux audio ou vidéo entre différents équipements, tels que des synthétiseurs, des effets, des consoles de mixage, etc.

Octave : Intervalle musical qui sépare deux notes de même nom, mais dont la fréquence fondamentale de la seconde est le double de celle de la première.

Pitch bend : Le pitch bend est un contrôleur MIDI qui permet de modifier temporairement la hauteur d'une note en cours de jeu, en créant un effet de glissando ou de portamento (effet de glissement continu entre 2 notes).

Gamme de notes du solfège : La gamme des notes du solfège comprend les notes Do, Ré, Mi, Fa, Sol, La et Si, avec des fréquences fondamentales respectives de 261,6 Hz, 293,6 Hz, 329,6 Hz, 349,2 Hz, 392,0 Hz, 440,0 Hz et 493,9 Hz dans la gamme tempérée standard (La 440).



5. Bibliographie

Introduction

<https://laguitareheureuse.fr/comment-jouer-du-synthetiseur-avec-un-clavier-maitre-midi/?fbclid=IwAR0UUqdILtzSR2UM-qlBjhBLRe4Txw474JC0IRGnMG9FyBS27wJkWJ8c1ZM>

<https://www.moogmusic.com/exploremavis?fbclid=IwAR3ScXIHBGOZDZXvKWULtUfAFx1205OS18N1Y0TUbaAj95pLg7nGrODuJpKU>

2. Projet

2.1 Contexte, cas du Moog Mavis

https://www.synthfood.fr/cest-quoi-un-synthetiseur/?fbclid=IwAR0wYRNw5pxwKZv2kguudsui5B4CnPPtQbOdMIzjVTYe5qb5xH_eZqD58k

https://laguitareheureuse.fr/comment-jouer-du-synthetiseur-avec-un-clavier-maitre-midi/?fbclid=IwAR14R0GyZ0JcCx1AaBdp4pDrmhYJdE-VPxQVeXTdvRlk5LRYDR9W5_PCMnM

https://www.thomann.de/fr/onlineexpert_page_synthetiseur_des_sons_pleins_de_tension.html

