

Morgane Gaillard
Yann Debain
Yorick Laly
Clément Letouzé

Présentation de notre projet SICOM du second semestre

Dans le cadre de notre projet du second semestre, nous aimerions appliquer nos connaissances sur un sujet en rapport avec notre projet professionnel. Nous pensons que c'est une bonne occasion d'effectuer un premier projet directement en rapport avec le monde de la musique électronique, à l'instar de projets que des entreprises telles que Arturia offrent sur le marché du travail.

C'est pourquoi, nous vous proposons un sujet de projet qui serait le suivant :
Conception d'un synthétiseur analogique contrôlé numériquement.

Partie Analogique

Nous avons déjà plusieurs idées que nous aimerions mettre en place et qui regroupent la majorité des compétences acquises en deuxième année :

- La mise en place d'un (ou deux) VCO pour la génération de signal de notre synthétiseur grâce à des composants analogiques
- La mise en place d'un filtre en sortie du VCO pour supprimer/amplifier les harmoniques de notre son encore une fois à l'aide de composants analogiques

En fait, le synthétiseur analogique pourrait être construit sur la base d'un **synthétiseur modulaire**. Explicitons ce terme :

Un synthétiseur modulaire est composé de plusieurs modules qui assurent tous une fonction différentes. Ainsi, une fois les modules construits, il ne reste plus qu'à « cabler » le synthétiseur comme on le souhaite. Par exemple si l'on dispose de deux VCO, deux filtres et un générateur d'enveloppe pour le filtre et un autre pour l'enveloppe du son en lui-même (ADSR), on pourra alors changer quand nous le souhaitons de VCO ou de filtre par exemple..

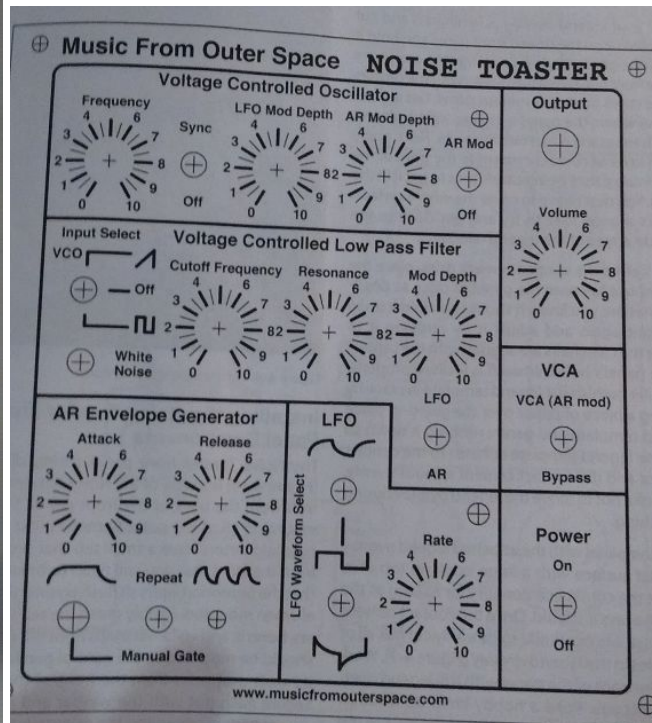
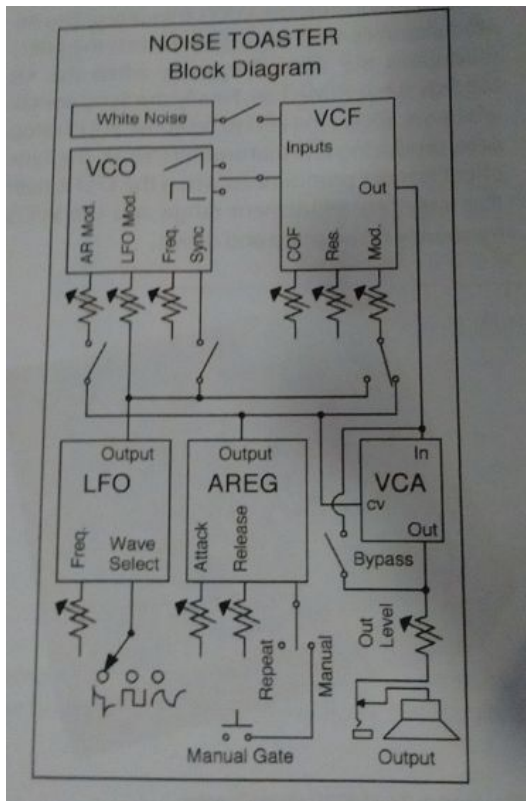
Nous pourrions alors mettre en place différents modules, éventuellement plusieurs VCO, plusieurs filtres ainsi qu'éventuellement un module d'effet sur le son (reverb, delay, distortion...) et ainsi avoir un synthétiseur multi-fonction.

Nous pourrions également mettre en place un contrôle des paramètres du VCO et du filtre, analogique ou numérique (faire varier la fréquence de coupure en temps réel par exemple) et mettre en place des modulations des paramètres précédents.

Pour ce projet, nous pourrions nous appuyer sur celui-ci :

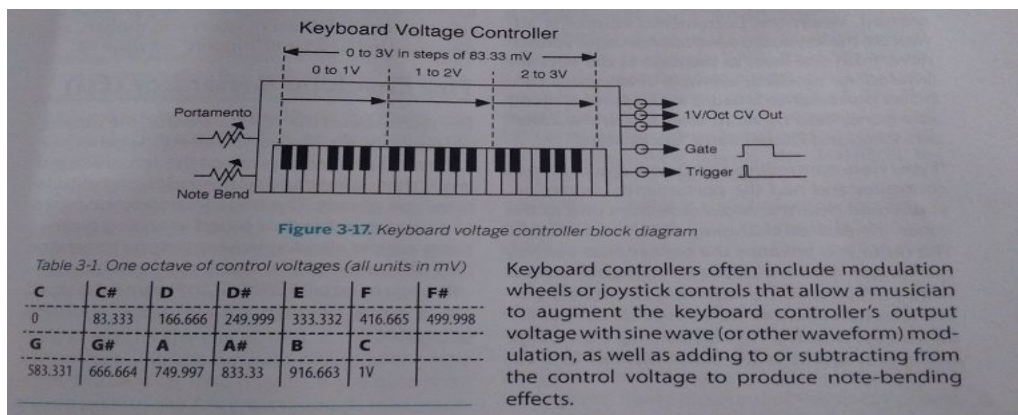
<http://www-reynal.ensea.fr/docs/projets2A/sujet-synthe.pdf>

On peut aussi se baser sur le "Noise Toaster" trouvé dans un livre. Son principe réside sur la génération d'un signal, soit par un bruit blanc (pour les sons type explosion, vent..) soit par un VCO (plusieurs formes possibles), qui est ensuite filtré passe-bas (par un VCF), amplifié (par un VCA), et dont l'attaque et le release sont modifiés (par un AREG) afin d'obtenir le type de son voulu. Schéma bloc du Noise Toaster et modules possibles (non exhaustif):



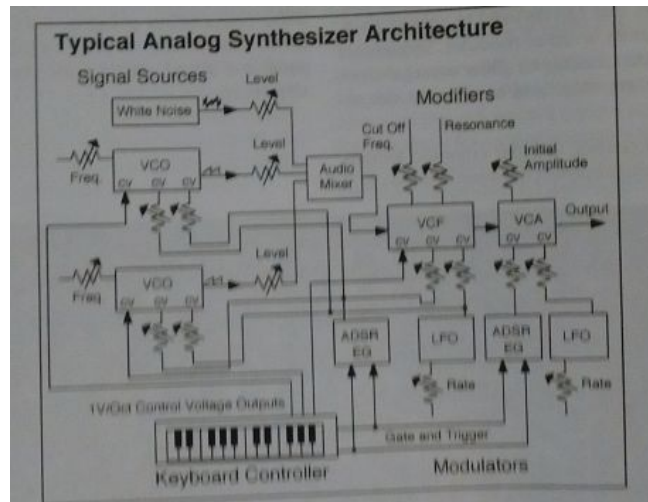
L'avantage de ce type de synthétiseur est la facilité avec laquelle on peut rajouter des modules pour obtenir de nouveaux sons.

L'exemple ci-dessus ne nécessite pas de clavier, mais si l'on veut contrôler les notes à l'aide touches (boutons poussoirs), il nous suffit de suivre ce schéma en reliant la sortie du contrôleur à l'entrée du VCO :



Il s'agit d'assigner une octave sur 1V et chaque note à un voltage précis. Après configuration du VCO, il suffira d'appuyer sur un bouton poussoir pour générer la note à la fréquence voulue.

Schéma bloc de ce principe (avec touches pour chaque note) :

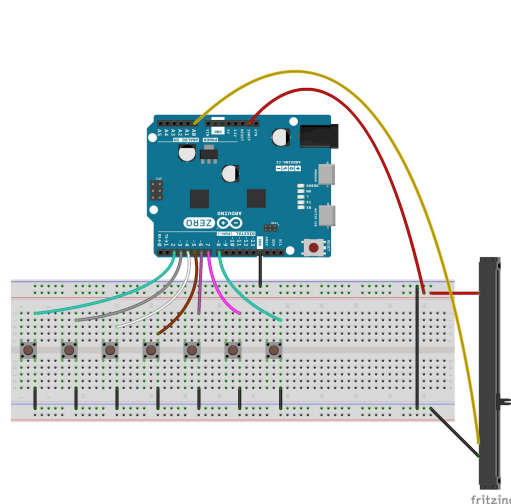


Le schéma ci-dessus possède 2 VCO dont les entrées sont reliées à 2 sorties du contrôleur à touches. Cela permet de jouer 2 notes en même temps, car en effet, si notre synthétiseur ne comporte qu'un seul VCO, il ne pourra jouer qu'une seule note à la fois (synthétiseur mono). Le livre que nous utilisons indique que cela peut devenir complexe à réaliser, ainsi nous allons dans un premier temps chercher à créer un synthétiseur mono.

Partie Numérique

Pour le contrôle des notes jouées par le synthétiseur, nous allons utiliser l'**envoi de messages MIDI** par un logiciel qui est fourni avec Windows : Virtual MIDI Piano Keyboard. Pour ce faire, nous aurons besoin:

- d'un **module Arduino** à port usb dans lequel sera implémenté le code, écrit en C
- de 7 boutons poussoirs (sur une plaque à trou dans un 1er temps), qui modélisera une gamme sans les notes altérées (dièse et bémol). Par extension, on pourra modéliser plusieurs gamme mais aussi les notes altérées (cf la table partie analogique pour les différents voltage selon la note)
- un potentiomètre linéaire, 10kohm



Les messages MIDI reposant sur des événements, nous allons coder numériquement le contrôle du synthétiseur à l'aide de 2 événements:

- un événement indiquant que la note sur laquelle on appuie doit être jouée
- un événement indiquant que la note sur laquelle on appuyait précédemment doit s'arrêter de jouer

Une spécificité des messages MIDI est que ces derniers prennent en compte un paramètre qui est la **vélocité** qui, contrairement à ce que son nom laisse penser, indique le volume sonore de la note jouée.

Dans le code, on relie ensuite chaque bouton poussoir à une position du potentiomètre, pour que ce dernier envoie une tension différente selon le bouton poussé (résultant en une fréquence différente jouée).

cf <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/MidiDevice> & <https://playground.arduino.cc/Main/ArduinoSynth>

On peut aussi récupérer le son généré via la carte son de l'ordinateur. A partir de là, on peut appliquer différents filtres numériques grâce au logiciel Matlab dont les bibliothèques contiennent bon nombre de filtres et d'outils utiles à la modification d'un signal sonore.

De plus, nous pourrions réaliser une comparaison numérique/analogique en étudiant les propriétés de nos deux synthétiseurs ou bien faire cette comparaison sur des synthétiseurs du marché puisque nous disposons de plusieurs synthétiseurs dont un qui émule (numériquement) le filtre d'un synthétiseur analogique que nous possédons également. Ici nous comparerons le filtre analogique passe-bas du MS20 mini de Korg avec son émulation numérique de l'electrabe 2 de chez Korg également.

Nous pourrions même associer ces 2 synthétiseurs pour n'en faire qu'un seul, qui puisse se commander à la fois numériquement et analogiquement. Le synthétiseur serait une sorte d'hybride avec 2 modes (activable par un bouton à 2 positions).

Ce projet regrouperait alors des compétences en électronique, en traitement du signal ainsi qu'en informatique et nous permettrait de faire un premier pas dans le monde de la musique électronique.

A la **mi-projet**, nous aimerions avoir mis en place un VCO simple (forme d'onde sinus) mais stable et capable de sortir une note en fonction d'une tension de commande.