ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΟΠΤΟΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

Τμήμα Μουσικής Τεχνολογίας και Ακουστικής



Πτυχιακή εργασία

Alienizer: κατασκευή πρωτότυπου synthesizer με δυνατότητα σύνθεσης, ηχογράφησης και αναπαραγωγής ήχου και μουσικής σε πραγματικό χρόνο σε προγραμματιστικό περιβάλλον MAX/MSP

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΓΕΡΟΛΥΜΟΣ ΤΑ:1214

Επιβλέπων: ***Νικόλας Βαλσαμάκης***

Ρέθυμνο, Μάϊος 2024

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία καταπιάνεται με την δημιουργία ενός synthesizer στο προγραμματιστικό περιβάλλον της MAX/MSP. Βασικός σκοπός είναι η δημιουργία μιας standalone εφαρμογής για τον υπολογιστή, μέσω της οποίας οι χρήστες θα έχουν την δυνατότητα να παίξουν και να ηχογραφήσουν μουσική, να συνθέσουν ήχους μέσω της χρήσης δύο μορφών σύνθεσης ήχου, μονάδων εφέ, φίλτρων και ταλαντωτών, καθώς και να αναπαράξουν τα ηχογραφημένα αρχεία που έχουν δημιουργήσει μέσω ενός συστήματος πολυκάναλης ηχογράφησης και αναπαραγωγής, όλα σε πραγματικό χρόνο. Το συγκεκριμένο synthesizer δημιουργήθηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολο να παίξει κανείς μουσική σε συνθήκες ζωντανής μουσικής εκδήλωσης κάνοντας χρήση του συστήματος πολυκάναλης ηχογράφησης και αναπαραγωγής, ενώ παράλληλα είναι επίσης εύκολο για τον χρήστη να δημιουργήσει μουσικές ή ηχητικές συνθέσεις σε συνθήκες σπιτιού ή στούντιο. Η βασική έμπνευση πίσω από την δημιουργία του synthesizer είναι η ηχητική και μουσική σύνθεση για βιντεοπαιχνίδια, ταινίες, επιτραπέζια παιχνίδια ρόλων φαντασίας και οποιοδήποτε άλλο μέσο δημιουργικής έκφρασης μπορεί να επωφεληθεί από την προσθήκη ηχητικού περιβάλλοντος και μουσικών συνθέσεων.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Μουσικός προγραμματισμός, σύνθεση ήχου, MAX/MSP, synthesizer, synthesizer ήχου.

ABSTRACT

Alienizer: building and implementation of an original synthesizer with potential of composition, recording and playback of sound and music in real time with the use of the visual programming language MAX/MSP.

The following paper presents the creation of a synthesizer made in the visual programming language of MAX/MSP. The main purpose is the creation of a standalone application through which the users will be able to compose, play and record music and/or sounds, using two sound synthesis methods, along with effect units, filters, as well as oscillators. At the same time, they will be able to playback the recorded tracks they have created through a multichannel system of recording and playback, all in real time. The synthesizer presented in this paper was created in such a way that the users will be able to play music with ease during a live performance using the multichannel recording and playback system, while at the same time they are able to create sound and/or musical compositions at home or in a studio environment. The main inspiration behind the creation of this synthesizer was sound synthesis and musical composition for video games, movies, tabletop fantasy role playing games and any other media that would benefit from the addition of a sound environment, a music track or both.

KEYWORDS

Music programming, sound synthesis, MAX/MSP, synthesizer, sound synthesizer.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ABSTRACT

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1: Μέρη του Synthesizer

- 1.1: Πιάνο
- 1.2: Ταλαντωτές
- 1.3: Κανάλι πιάνου και βασικές ρυθμίσεις
- 1.4: Φίλτρα
- 1.5: Εφέ
- 1.6: Κανάλια Εγγραφής
- 1.7: Matrix
- 1.8: Presets
- 1.9: Master Channel
- 1.10: Οπτικά Εφέ(Visuals)
- 1.11: Εκκίνηση του προγράμματος

2: Δημιουργία και μέρη MIDI πιάνο

- 2.1: MIDI χαρτογράφηση πληκτρολογίου
- 2.2: Πολυφωνία
- 2.3: Οκτάβες
- 2.4: Attack/Release
- 2.5: Είδη ταλαντωτών
- 2.6: Gain/Volume
- 2.7: Ηχητική χωροτοποθέτηση(Panning) και Random Panning

2.7.1: Βασικό Panning

2.7.2: Random Panning

3: Φίλτρα

3.1: MIDI Mapping

3.2: Ενεργοποίηση/απενεργοποίηση φίλτρων

3.3: Σύστημα αποθήκευσης ρυθμίσεων των φίλτρων

4: Εφέ

4.1: Comb Filter

4.1.1: Βασική περιγραφή του Comb Filter

4.1.2: Είδη Comb Filter και χρήση τους στην εφαρμογή

4.2: Μονάδες Delay

4.2.1: Βασική περιγραφή του Delay

4.2.2: Είδη Delay στην εφαρμογή

4.2.3: Συνδυασμός των μονάδων Delay

4.3: LFO

4.3.1: Θεωρητική ανάλυση

4.3.2: Το LFO στην εφαρμογή

4.4: Frequency Parallel Modulation

4.4.1: Θεωρητική Εισαγωγή

4.4.2: Η FM Synthesis μέσα στην εφαρμογή

4.5: Wavetable Synthesis

4.5.1: Βασική περιγραφή

4.5.2: Η Wavetable Synthesis στο synthesizer

5: Σύστημα Ηχογράφησης

5.1: Σύντομη Περιγραφή

5.2: Κανάλια Ηχογράφησης

5.2.1: Ηχογράφηση μέσω καναλιών

5.2.2: Ηχογράφηση μέσω του Master Channel

5.2.3: Λειτουργίες αναπαραγωγής

5.2.4: Ηχητική χωροτοποθέτηση

5.2.5: Έλεγχος κυματομορφής

5.2.6: Αντικατάσταση, αποθήκευση και εκκαθάριση ηχητικού αρχείου

5.3: Buffer καναλιών

5.4: Matrix

6: Presets & Visuals

6.1: Presets

6.2: Visuals

7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1: Αποτελέσματα

7.2: Μελλοντικές προεκτάσεις-διορθώσεις

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μέσω της παρούσης εργασίας θα παρουσιαστεί ένα synthesizer το οποίο δημιουργήθηκε εξ ολοκλήρου με την χρήση της οπτικής γλώσσας προγραμματισμού MAX/MSP. Η γενική ιδέα πίσω από την δημιουργία του συγκεκριμένου ηλεκτρονικού μουσικού οργάνου, είναι η παροχή μιας εφαρμογής μέσω της οποίας μπορεί κάποιος να παίξει ζωντανά μουσική, και όχι μόνο, έχοντας τη δυνατότητα της απευθείας επεξεργασίας του ήχου που παράγει σε πραγματικό χρόνο, καθώς και την δημιουργία ηχητικών αρχείων με δυνατότητα επανάληψης σε ελάχιστο χρόνο, με αποτέλεσμα να μπορεί να παίζει και να έχει την δυνατότητα μίξης του ηχητικού αποτελέσματος απευθείας. Η εφαρμογή δεν απαιτεί κάποιου είδους εγκατάσταση στον υπολογιστή, είναι μικρή σε μέγεθος καταλαμβάνοντας πολύ λίγο χώρο στην μνήμη του υπολογιστή, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να μεταφέρεται εύκολα σε ένα οποιοδήποτε μέσο αποθήκευσης. Παράλληλα, δεν χρειάζεται πολλούς πόρους για να λειτουργήσει, πέραν αυτών που παρέχει ο υπολογιστής από μόνος του, καθιστώντας την προσβάσιμη σε πολλούς υπολογιστές με λιγότερο ή περισσότερο εύρος δυνατοτήτων. Το συγκεκριμένο synthesizer δημιουργήθηκε με περισσότερη έμφαση στην σύνθεση ήχου και δημιουργίας ηχητικών εφέ ή ηχοτοπίων, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει κάποια μέθοδος δημιουργίας ρυθμικών ακολουθιών(για παράδειγμα drum machine). Παρόλα αυτά, με τις δυνατότητες επεξεργασίας του ηχητικού σήματος που υπάρχουν στην εφαρμογή είναι δυνατό να δημιουργηθούν και ρυθμικές ακολουθίες και κάποιου είδους κρουστικοί ήχοι. Η εφαρμογή απευθύνεται σε χρήστες που ενδιαφέρονται να πειραματιστούν με ένα synthesizer, να παίξουν ή/και να γράψουν, είτε ζωντανά είτε στον προσωπικό τους χώρο, μουσική, καθώς και να ασχοληθούν με την σύνθεση ήχου σε γενικότερο πλαίσιο. Εξίσου σημαντική έμπνευση για την δημιουργία του synthesizer αποτέλεσαν τα βιντεοπαιχνίδια, τα TTRPGs(επιτραπέζια παιχνίδια ρόλων φαντασίας) και γενικότερα όλο το πλαίσιο του φανταστικού(fantasy, sci-fi, sci-fantasy κλπ), μιας και το χτίσιμο της όλης εφαρμογής ενδείκνυται για την δημιουργία ηχητικών εφέ, ηχοτοπίων και μουσικής που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε όλα τα παραπάνω, συνεισφέροντας στην τελική εμπειρία του χρήστη. Η εφαρμογή μπορεί ακόμη να χρησιμοποιηθεί σε ταινίες, ντοκιμαντέρ, θεατρικές και χορευτικές παραστάσεις και σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση που χρειάζεται ηχητική συνοδεία.

Το συγκεκριμένο synthesizer έχει χτιστεί με τέτοιο τρόπο που το καθιστά εύκολα προσβάσιμο στους χρήστες, μιας και αποτελεί μια standalone εφαρμογή την οποία μπορεί ο καθένας να έχει στον υπολογιστή του, χωρίς την ανάγκη προαπαιτούμενων συνθηκών, όπως για παράδειγμα εγκατεστημένη MAX/MSP στον υπολογιστή, κάποιον οδηγό εγκατάστασης(driver), ή άνοιγμα μέσω κάποιου

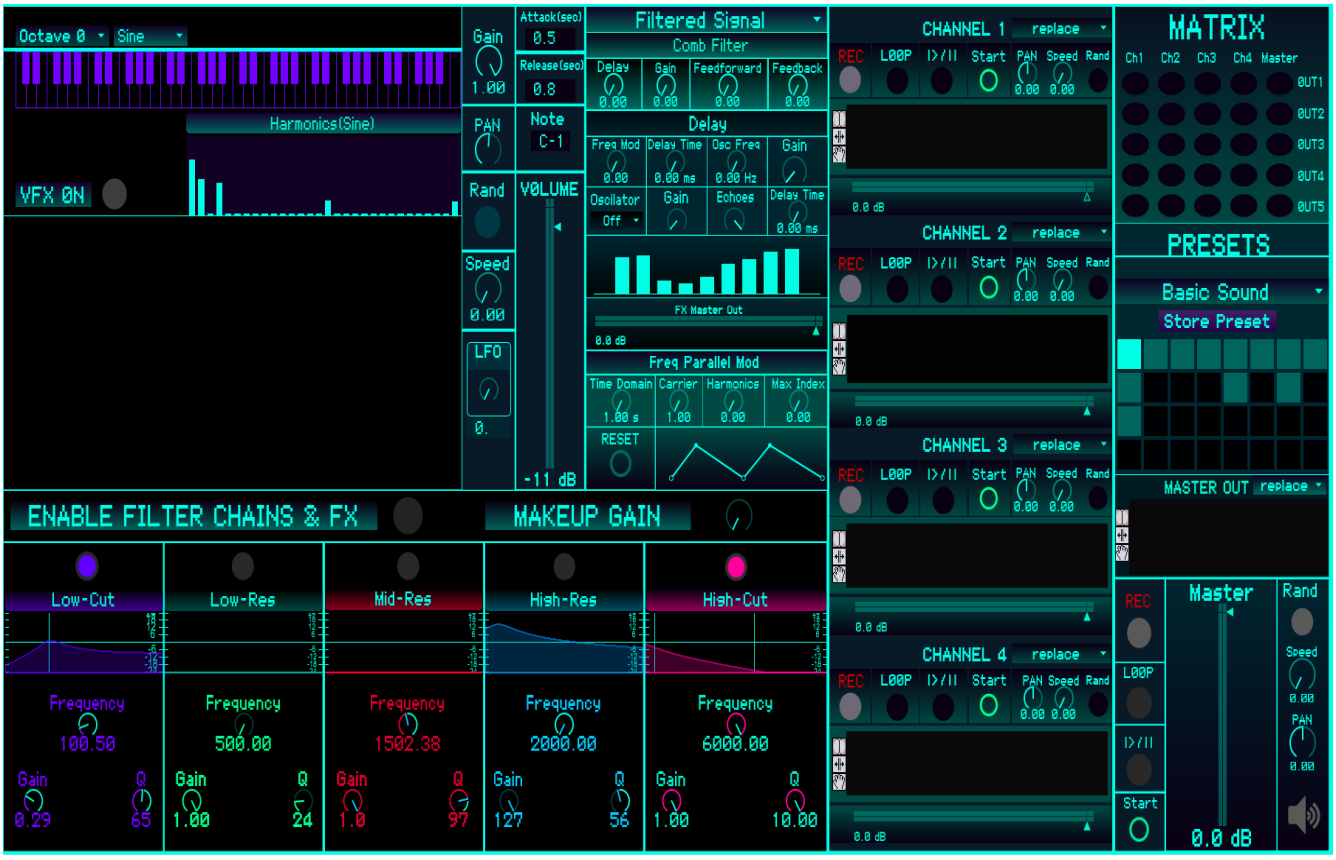
προγράμματος DAW όπως το Reaper. Ο χρήστης μπορεί απλά να πατήσει το εικονίδιο της εφαρμογής με διπλό κλικ και να ξεκινήσει να παίζει.

Παράλληλα, δεν υπάρχει η ανάγκη χρήσης άλλων περιφερειακών μονάδων, όπως για παράδειγμα εξωτερικό MIDI πληκτρολόγιο, και αυτό διότι ο έλεγχος των λειτουργιών του synthesizer γίνεται μέσω χρήσης του πληκτρολογίου του υπολογιστή, καθώς και του ποντικιού.

Για την ευκολότερη κατανόηση και χρήση της εφαρμογής από τον χρήστη, έχει δημιουργηθεί ένα γραφικό περιβάλλον μέσα στο οποίο διαχωρίζονται τα μέρη του synthesizer ανάλογα τη λειτουργία τους. Ταυτόχρονα έχει δοθεί βάση και στο αισθητικό κομμάτι του γραφικού περιβάλλοντος με τέτοιο τρόπο ώστε, πέρα από την δημιουργία ενός αισθητικά ικανοποιητικού αποτελέσματος, η χρωματική παλέτα που έχει επιλεχθεί να μην κουράζει τα μάτια και ο χρήστης να μπορεί να κάνει χρήση της εφαρμογής με περισσότερη άνεση για περισσότερη ώρα.

Κεφάλαιο 1: Μέρη του Synthesizer

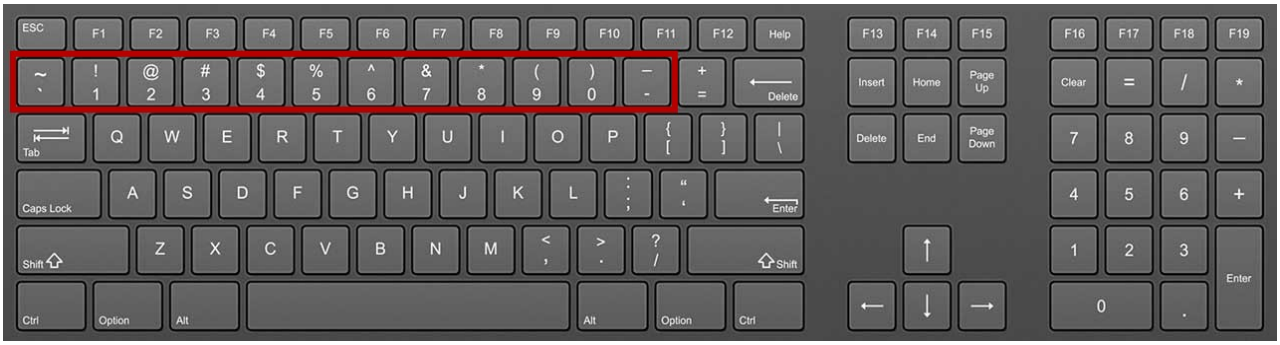
Το “Alienizer” είναι ένα synthesizer το οποίο έχει την δυνατότητα πολυκάναλης ηχογράφησης, αποθήκευσης και αναπαραγωγής ηχητικών αρχείων. Ο χρήστης μπορεί να παίξει νότες μέσω ενός πιάνου που υπάρχει στην εφαρμογή, το οποίο έχει συνολικά τέσσερις οκτάβες και πέντε ταλαντωτές, Παράλληλα, έχει την δυνατότητα επεξεργασίας του παραγόμενου ηχητικού σήματος με την χρήση φίλτρων, εφέ και δύο μορφών σύνθεσης ήχου, ενώ μπορεί να επιλέξει ανάμεσα στο καθαρό, δίχως εφέ σήμα και στο σήμα που περνάει από τις μονάδες επεξεργασίας που αναφέρθηκαν παραπάνω. Επίσης, προσφέρεται η δυνατότητα δημιουργίας και ανάκλησης προκαθορισμένων ρυθμίσεων (presets) με δυνατότητα ονοματοδοσίας του εκάστοτε preset. Τέλος, στο γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής υπάρχει η δυνατότητα ενεργοποίησης οπτικών εφέ, τα οποία είναι βασισμένα στην μελέτη του Ernst Chladni για τους τρόπους δόνησης των ηχητικών συχνοτήτων πάνω σε μία μεταλλική πλάκα. Παρακάτω θα παρουσιαστούν τα κομμάτια που απαρτίζουν το synthesizer ξεχωριστά.



Εικόνα 1.0: Η εφαρμογή του synthesizer

1.1 Πιάνο

Η εφαρμογή κάνει χρήση ενός απλού πιάνου μέσω του οποίου ο χρήστης πατώντας τα κουμπιά **[(~) έως (-)]** μπορεί να παίξει τα μαύρα κλειδιά, ενώ πατώντας τα κουμπιά **[Tab έως (\)]** μπορεί να παίξει τα λευκά κλειδιά. Το πιάνο μέσω κώδικα διαβάζει την πληροφορία του κάθε πλήκτρου και ανταποκρίνεται φωτίζοντας το αντίστοιχο κλειδί, ενώ στην συνέχεια μέσω της μηχανής παραγωγής ήχου μετατρέπει αυτήν την πληροφορία σε ηχητικό σήμα και μπορεί να ακούσει ο χρήστης τις νότες που παίζει.



Εικόνα 1.1: Τα πλήκτρα μέσα στο κόκκινο πλαίσιο αντιπροσωπεύουν τα μαύρα κλειδιά του πιάνου



Εικόνα 1.2: Τα πλήκτρα μέσα στο μπλε πλαίσιο αντιπροσωπεύουν τα λευκά κλειδιά του πιάνου

Αξίζει να σημειωθεί πως με τα κουμπιά του πληκτρολογίου του υπολογιστή που φαίνονται και στις παραπάνω εικόνες ο χρήστης μπορεί να καλύψει έκταση 14 νοτών ή αλλιώς περίπου 2 οκτάβων.

Όπως είναι εμφανές ανοίγοντας την εφαρμογή, το πιάνο που φαίνεται στο γραφικό περιβάλλον έχει σαφώς μεγαλύτερη έκταση σε οκτάβες. Ο τρόπος για να αποκτήσει πρόσβαση ο χρήστης στις

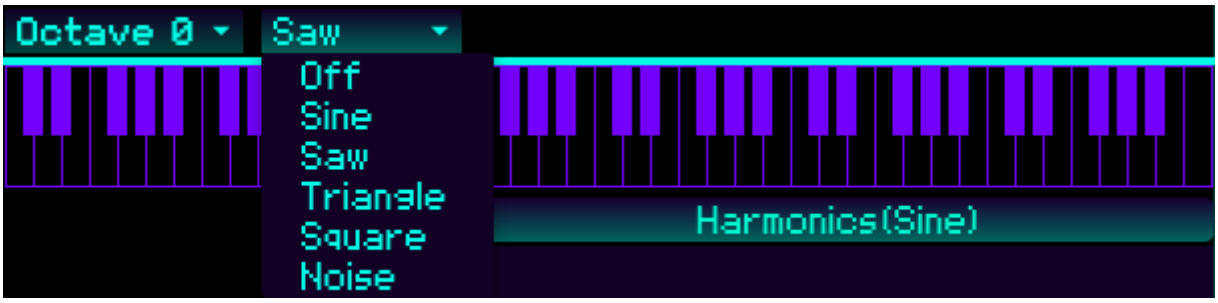
διαθέσιμες διαφορετικές οκτάβες είναι να επιλέξει την οκτάβα που θέλει μέσω του μενού πάνω από το πιάνο. Το μενού βρίσκεται αρχικά στην επιλογή “**Octave 0**”, το οποίο σημαίνει πως οι νότες που παράγονται τοποθετούνται συχνοτικά στην δεύτερη οκτάβα. Πατώντας το συγκεκριμένο μενού εμφανίζεται ένα αναδυόμενο παράθυρο μέσω του οποίου ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μεταξύ μερικών οκτάβων. Στις διαθέσιμες οκτάβες υπάρχουν, αρχικά αυτή με την οποία ξεκινάει να παίζει το πιάνο με την εκκίνηση της εφαρμογής(**Octave 0**, 2η οκτάβα), μια οκτάβα υψηλότερη από την βασική(**Octave +1**, 3η οκτάβα), δύο οκτάβες υψηλότερα από την βασική(**Octave +2**, 4η οκτάβα), τρεις οκτάβες υψηλότερα από την βασική(**Octave +3**, 5η οκτάβα) και μια οκτάβα χαμηλότερα από την βασική(**Octave -1**, 1η οκτάβα). Τα πλήκτρα του υπολογιστή με την σειρά τους ενεργοποιούν την αντίστοιχη νότα στην εκάστοτε οκτάβα που επιλέγει ο χρήστης.



Εικόνα 1.3: Πατώντας το μενού Octave ο χρήστης μπορεί να επιλέξει την οκτάβα που επιθυμεί

1.2 Ταλαντωτές

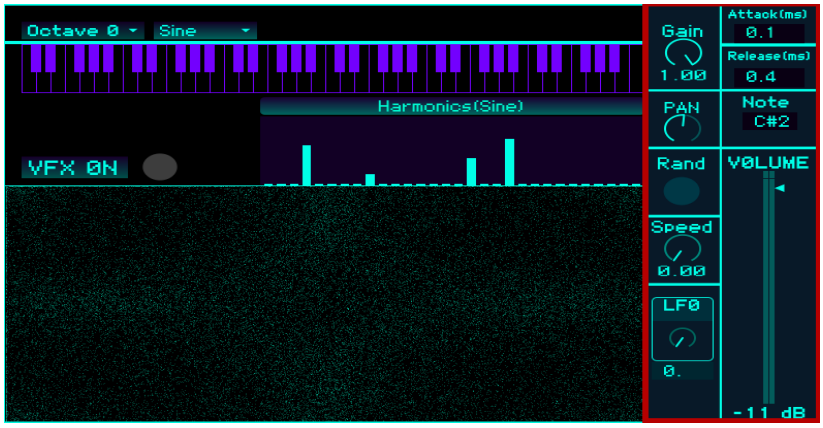
Η μηχανή παραγωγής ήχου του synthesizer κάνει χρήση ταλαντωτών για να παράξει ήχο με συγκεκριμένη κυματομορφή, αλλάζοντας την χροιά του ανάλογα με τον ταλαντωτή που επιλέγει ο χρήστης. Για να πραγματοποιηθεί η δυνατότητα επιλογής ταλαντωτή, έχει δημιουργηθεί ένα μενού παρόμοιο με αυτό για τις οκτάβες, το οποίο περιλαμβάνει πέντε ταλαντωτές και μια επιλογή “**Off**”, με την οποία επί της ουσίας το synthesizer σταματάει να παράγει ήχο. Οι πέντε διαθέσιμοι ταλαντωτές είναι **Sine**(ημιτονοειδής κυματομορφή), **Saw**(πριονωτή κυματομορφή), **Triangle**(τριγωνική κυματομορφή), **Square**(τετραγωνική κυματομορφή), και **Noise** όπου παράγει λευκό θόρυβο. Πατώντας πάνω στο μενού εμφανίζεται ένα αναδυόμενο παράθυρο με τις διαθέσιμες επιλογές και ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τον ταλαντωτή που επιθυμεί. Εξ ορισμού, δηλαδή την στιγμή που ανοίγει την εφαρμογή ο χρήστης, το μενού βρίσκεται στη θέση “**Off**”.



Εικόνα 1.4: Πατώντας το μενού ο χρήστης μπορεί να επιλέξει την κυματομορφή που επιθυμεί, αλλάζοντας το ηχόχρωμα του παραγόμενου ήχου

1.3 Κανάλι Πιάνου και Βασικές Ρυθμίσεις

Στο σύνολό του, το synthesizer έχει διάφορα κανάλια με αρκετές λειτουργίες το καθένα. Παρόλα αυτά, έχει δημιουργηθεί και ένα κανάλι το οποίο εμπεριέχει τις βασικές ρυθμίσεις του πιάνου, όπως αυτές έχουν δημιουργηθεί με σκοπό να επηρεάζουν το όργανο αυτό καθαυτό, ξεχωριστά από άλλες ρυθμίσεις, όπως αυτές συναντώνται για παράδειγμα σε κάποια μονάδα εφέ.



Εικόνα 1.5: Στο κόκκινο πλαίσιο φαίνονται οι βασικές ρυθμίσεις, καθώς και κάποιες πληροφορίες, του βασικού οργάνου.

Gain

Η ρύθμιση **Gain** αφορά την προενίσχυση του ηχητικού σήματος που παράγει το πιάνο. Όσο υψηλότερη είναι τόσο πιο ισχυρό σήμα παράγεται.

Pan

Η εφαρμογή στο σύνολό της, παράγει στερεοφωνικό σήμα. Μέσω της ρύθμισης **Pan** ο χρήστης μπορεί να ελέγξει το ποσοστό της παρουσίας του ηχητικού σήματος που παράγει το πιάνο μέσα στην στερεοφωνία, αλλάζοντας με αυτόν τον τρόπο επί της ουσίας το πόσο σήμα ακούγεται στο αριστερό και στο δεξί κανάλι.

Rand και Speed

Οι συγκεκριμένες ρυθμίσεις αφορούν την στερεοφωνική χωροτοποθέτηση(Panning) και αποτελούν έναν επιπλέον ενδιαφέροντα τρόπο πειραματισμού. Ενεργοποιώντας το **Rand**(Random), το ηχητικό σήμα του πιάνου μετακινείται από το ένα κανάλι της στερεοφωνίας στο άλλο με τυχαίο τρόπο, με ταχύτητα η οποία ορίζεται μέσω της παραμέτρου **Speed**. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή αυτής της παραμέτρου τόσο πιο γρήγορα θα μετακινείται το ηχητικό σήμα από την θέση της στερεοφωνίας στην οποία βρίσκεται στην επόμενη.

Attack

Η συγκεκριμένη παράμετρος ορίζει τον χρόνο σε δευτερόλεπτα που χρειάζεται το ηχητικό σήμα για να φτάσει την μέγιστη ηχητική στάθμη του. Όσο μικρότερη η τιμή του **Attack** τόσο πιο απότομος ο ήχος, ενώ όσο μεγαλύτερη η τιμή τόσο πιο απαλή η εναλλαγή της ηχητικής στάθμης του σήματος του σήματος.

Release

Η παράμετρος του **Release** είναι ίδια με αυτήν του **Attack**, με μόνη διαφορά ότι ελέγχει την χρονική διάρκεια που απαιτείται για να φτάσει το ηχητικό σήμα από την μέγιστη τιμή της ηχητικής του στάθμης στην ελάχιστη. Όσο μεγαλύτερη η τιμή της διάρκειας τόσο πιο αργά σβήνει το σήμα, ενώ όσο μικρότερη η τιμή τόσο πιο γρήγορα σβήνει.

Note

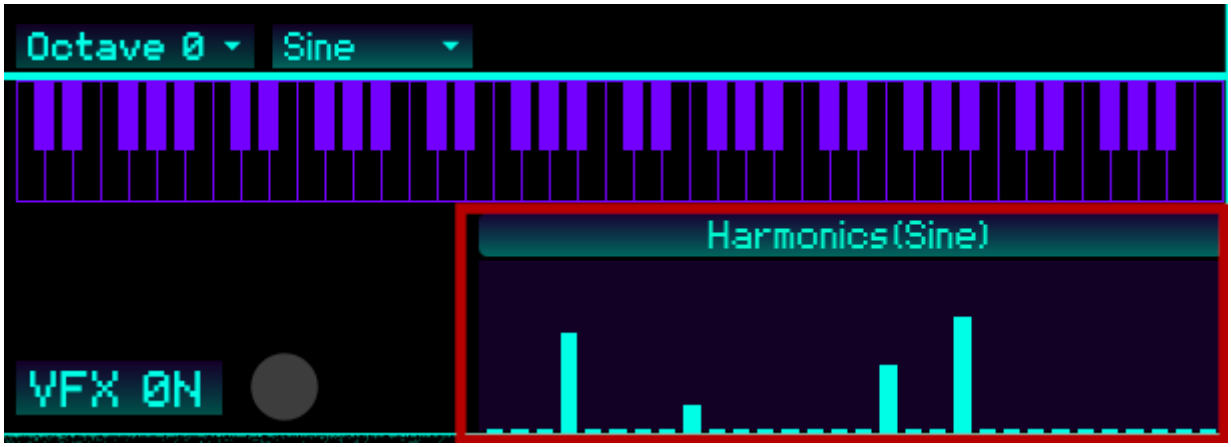
Το συγκεκριμένο τμήμα του καναλιού αποτελεί οπτικό βοήθημα για τον χρήστη. Μεταφράζει την συχνότητα του ηχητικού σήματος που παράγει το πιάνο από Hertz στην ονομασία της νότας. Για παράδειγμα τα 440Hz εμφανίζονται ως A_4(νότα Λα 4ης οκτάβας).

Volume Fader

Μέσω του **Volume Fader** ο χρήστης ελέγχει την ένταση του ηχητικού σήματος που φτάνει στην έξοδο του **Master Channel** και έπειτα στα ηχεία, στα ακουστικά και ούτω καθεξής.

Harmonics(Sine)

Το τελευταίο κομμάτι στο βασικό μέρος του πιάνου είναι ένας πίνακας με μεταβαλλόμενες τιμές, οι οποίες οπτικοποιούνται σε μορφή στήλης. Η κάθε στήλη αντιπροσωπεύει και μια αρμονική συχνότητα της θεμελίου, η οποία θεμέλιος συχνότητα αποτελεί επί της ουσίας την εκάστοτε νότα που παίζει στο πιάνο, της οποίας το πλάτος μπορεί να ελέγξει ο χρήστης αλλάζοντας το ύψος της στήλης. Ο συγκεκριμένος πίνακας εμπεριέχει σύνολο 30 αρμονικές συχνότητες και η μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει η καθεμία είναι 1, ενώ η ελάχιστη είναι 0. Το συγκεκριμένο κομμάτι του πιάνου αποτελεί μια μορφή σύνθεσης, την **Wavetable Synthesis**, μέσω της οποίας γίνεται δυνατό να αλλάξει το αρμονικό περιεχόμενο των νοτών. Η συγκεκριμένη μέθοδος σύνθεσης λειτουργεί μόνο για την ημιτονοειδή κυματομορφή, εξ ου και η επισήμανση "**sine**" σε παρένθεση στο κουτάκι "**Harmonics**" πάνω από το πινακάκι με τις αρμονικές.

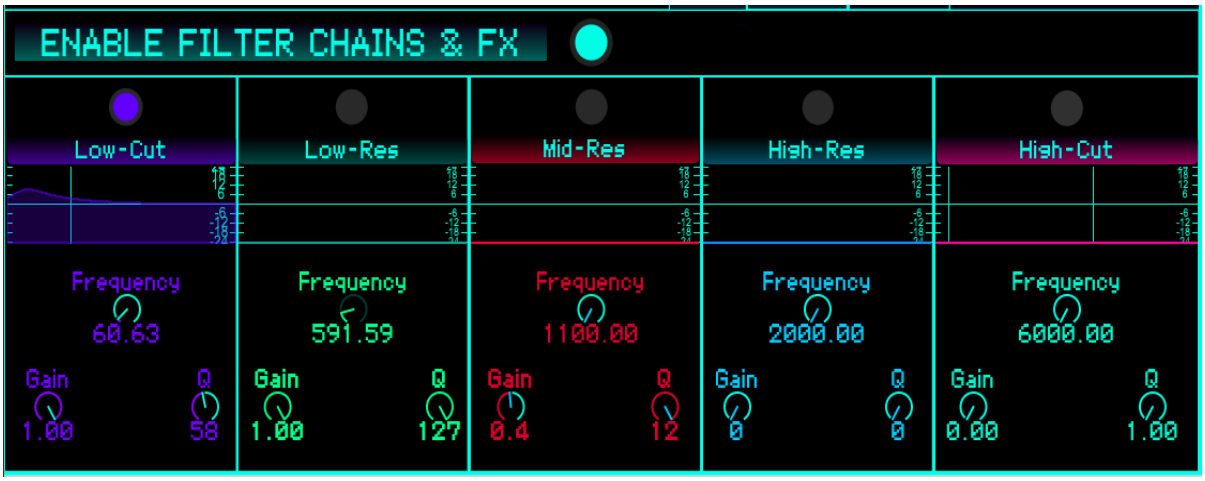


Εικόνα 1.6: Ο πίνακας αρμονικών συχνοτήτων(κόκκινο πλαίσιο). Μεταβάλλοντας το ύψος των στηλών αλλάζει η ηχητική στάθμη της εκάστοτε αρμονικής, αλλάζοντας το αρμονικό περιεχόμενο των νοτών.

1.4 Φίλτρα

Σημαντικό κομμάτι του synthesizer αποτελεί η δυνατότητα ο χρήστης να μπορεί να επεμβαίνει στο συχνοτικό περιεχόμενο του ηχητικού σήματος. Για να επιτευχθεί αυτό, έχει δημιουργηθεί μια σειρά από πέντε τύπους φίλτρων, τοποθετημένα στο κάτω μέρος του γραφικού περιβάλλοντος της

εφαρμογής. Το κάθε φίλτρο συνοδεύεται από τρεις παραμέτρους μέσω των οποίων μπορεί να γίνει η επεξεργασία της εκάστοτε συχνοτικής περιοχής. Παράλληλα, για το κάθε φίλτρο υπάρχει γραφική απεικόνιση της συχνοτικής περιοχής την οποία αυτό επηρεάζει, διευκολύνοντας και οπτικά τον χρήστη ως προς την καλύτερη κατανόηση της επεξεργασίας του ηχητικού σήματος.



Εικόνα 1.7: Η σειρά με τα είδη φίλτρων με τις παραμέτρους τους και την γραφική απεικόνιση των συχνοτικών περιοχών τους

Για να ενεργοποιηθούν τα φίλτρα θα πρέπει να πατηθεί το κουμπί δίπλα από την ένδειξη "**ENABLE FILTER CHAINS & FX**". Ο λόγος για τον οποίο η χρήση των φίλτρων γίνεται με αυτόν τον τρόπο, είναι διότι η φιλοσοφία του συγκεκριμένου synthesizer είναι βασισμένη στη δυνατότητα του χρήστη να επιλέξει να παίξει το πιάνο με δύο τρόπους. Ο ένας είναι κάνοντας χρήση του αφιλτράριστου, χωρίς εφέ σήματος που παράγουν οι ταλαντωτές, με μόνη μέθοδο επεξεργασίας του ηχητικού σήματος μέσω του πίνακα των αρμονικών και των βασικών ρυθμίσεων του πιάνου. Ο άλλος τρόπος είναι με την ενεργοποίηση των φίλτρων και των εφέ ταυτόχρονα. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να κάνει απευθείας εναλλαγή μεταξύ του "καθαρού σήματος" και του σήματος το οποίο έχει υποστεί την όποια επεξεργασία μέσω των φίλτρων και των εφέ. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι εναλλαγές στις ρυθμίσεις των φίλτρων αποθηκεύονται μέσω κώδικα σε πραγματικό χρόνο. Με αυτόν τον τρόπο, εάν ο χρήστης αποφασίσει να απενεργοποιήσει το οποιοδήποτε φίλτρο ξεχωριστά, ή τα φίλτρα και τα εφέ συνολικά, όταν τα ενεργοποιήσει ξανά θα εμφανιστούν οι τελευταίες ρυθμίσεις τις οποίες έκανε, όπως ακριβώς αν άλλαζε τις ρυθμίσεις στα ποτενσιόμετρα αναλογικής κονσόλας ή synthesizer.

Είδη Φίλτρων

Ξεκινώντας από τα αριστερά προς τα δεξιά, το πρώτο φίλτρο στην σειρά είναι ένα **Low-Cut Filter**, το οποίο αποκόπτει την διέλευση χαμηλών συχνοτήτων από μια κεντρική συχνότητα και κάτω. Η

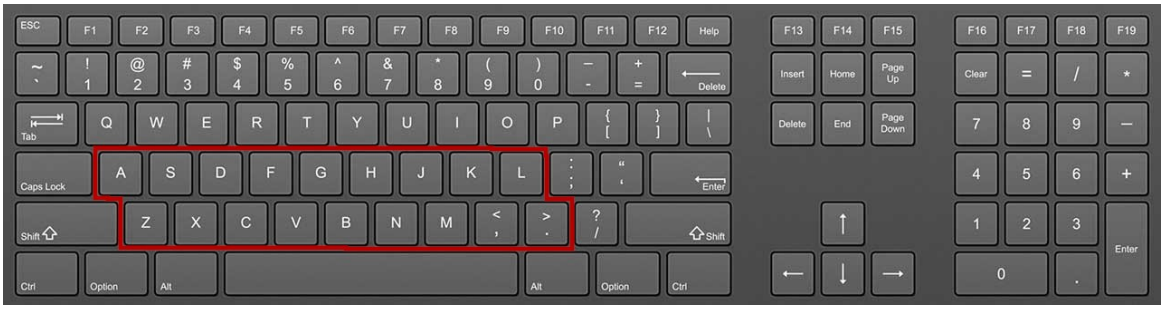
συχνοτική περιοχή την οποία επηρεάζει είναι από 35Hz έως 500Hz. Δεύτερο στη σειρά είναι ένα **Low Resonant Filter**, το οποίο δρα στην συχνοτική περιοχή από 500Hz έως 1100Hz. Η λειτουργία του είναι να ενισχύει μια κεντρική συχνότητα και τις συχνότητες γύρω από αυτήν. Το τρίτο φίλτρο είναι ένα **Middle Resonant Filter**, του οποίου η λειτουργία είναι ίδια με του **Low Resonant**, αλλά δρα στην συχνοτική περιοχή από 1100Hz έως 2000Hz. Το τρίτο φίλτρο είναι ένα **High Resonant Filter**, με ίδια λειτουργία με τα δύο προηγούμενα και επηρεάζει την συχνοτική περιοχή από 2000Hz έως 3500Hz. Τελευταίο φίλτρο στη σειρά είναι ένα **High-Cut Filter**, το οποίο αποκόπτει τις υψηλές συχνότητες από μια κεντρική συχνότητα και πάνω. Η συχνοτική περιοχή στην οποία δρα είναι από τα 6000Hz έως τα 10000Hz.

Παράμετροι των Φίλτρων

Το κάθε φίλτρο έχει τρεις παραμέτρους τις οποίες μπορεί να ελέγξει ο χρήστης. Η παράμετρος **Gain** ελέγχει την ένταση της συχνοτικής περιοχής στην οποία επιδρά το φίλτρο. Η παράμετρος **Frequency** ορίζει την κεντρική συχνότητα του φίλτρου. Μέσω της παραμέτρου **Q** καθίσταται δυνατό να τονιστεί περισσότερο η κεντρική συχνότητα του φίλτρου, προσφέροντας την δυνατότητα αλλαγής του ηχοχρώματος αισθητά, ανάλογα με την τιμή την οποία δίνει ο χρήστης. Κάθε παράμετρος έχει το δικό της ποτενσιόμετρο και ελέγχεται χρησιμοποιώντας διαφορετικό ζευγάρι πλήκτρων στο πληκτρολόγιο.

Έλεγχος των Φίλτρων

Ο έλεγχος των φίλτρων μπορεί να γίνει μέσω του πληκτρολογίου του υπολογιστή. Τα πλήκτρα “**A έως L**” και “**Z έως (>)**” έχουν χωριστεί σε ζευγάρια, με το κάθε ζευγάρι να ελέγχει μια εκ των παραμέτρων του κάθε φίλτρου.

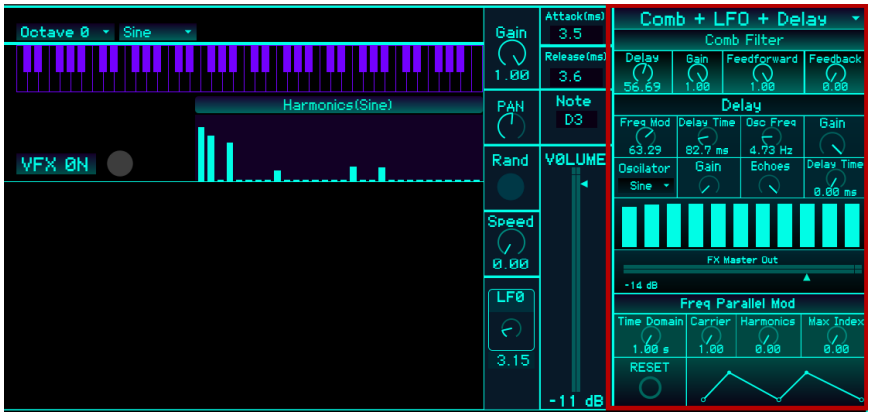


Εικόνα 1.8: Μέσω της χρήσης των πλήκτρων μέσα στο κόκκινο πλαίσιο γίνεται ο έλεγχος των παραμέτρων των φίλτρων

Ξεκινώντας από τα αριστερά προς τα δεξιά, τα πρώτα τρία ζεύγη πλήκτρων που αντιστοιχούν στις παραμέτρους του **Low-Pass** φίλτρου είναι τα **[A, Z]** για το **Gain**, με το "**A**" να αυξάνει την τιμή του ενώ το "**Z**" να την μειώνει, τα **[S, X]** για την κεντρική συχνότητα, με το "**S**" να αυξάνει την τιμή της συχνότητας και το "**X**" να την μειώνει, και τα **[D, C]** για την παράμετρο Q, με το "**D**" να αυξάνει την τιμή της και το "**C**" να την μειώνει αντίστοιχα. Την ίδια λογική ακολουθούν και τα επόμενα ζεύγη πλήκτρων και για τα υπόλοιπα φίλτρα. Στο **Low Resonant** φίλτρο αντιστοιχούν τα ζεύγη **[F, V]**, **[G, B]** και **[H, N]** για το Gain, την κεντρική συχνότητα και το Q αντίστοιχα. Στο **Middle Resonant** φίλτρο αντιστοιχούν τα ζεύγη **[J, M]** για το Gain, **[K, <]** για την κεντρική συχνότητα και **[L, >]** για την τιμή του Q. Έτσι ώστε να καλυφθούν και τα δυο τελευταία φίλτρα στη σειρά, δημιουργήθηκε η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των πλήκτρων **[A,Z]**, **[S, X]** και **[D, C]** για το **High Resonant** φίλτρο και τα **[F, V]**, **[G, B]** και **[H, N]** για το **High-Cut** αντίστοιχα, μέσω της χρήσης του πλήκτρου **Caps Lock**. Επί της ουσίας, όταν το Caps Lock είναι ενεργοποιημένο ο χρήστης μπορεί να ελέγξει τα **High Resonant** και **High-Cut** φίλτρα χρησιμοποιώντας τα ίδια πλήκτρα με τα οποία ελέγχει τις παραμέτρους των **Low-Cut** και **Low Resonant** φίλτρα αντίστοιχα. Παράλληλα, υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου των παραμέτρων των φίλτρων και μέσω του ποντικιού, εάν αυτό είναι επιθυμητό.

1.5 Εφέ

Το επόμενο κομμάτι στην επεξεργασία του ηχητικού σήματος είναι οι διαθέσιμες μονάδες εφέ που έχουν απαρτίζουν το synthesizer. Αυτές είναι, μια μονάδα **Comb Filter**, δυο είδη **Delay** και μια μονάδα **παράλληλης FM Synthesis**. Ο χρήστης μπορεί να τις ενεργοποιήσει πατώντας το κουμπί με το οποίο ενεργοποιούνται και τα φίλτρα, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, και τοποθετούνται σε ξεχωριστό πλαίσιο στο γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής.

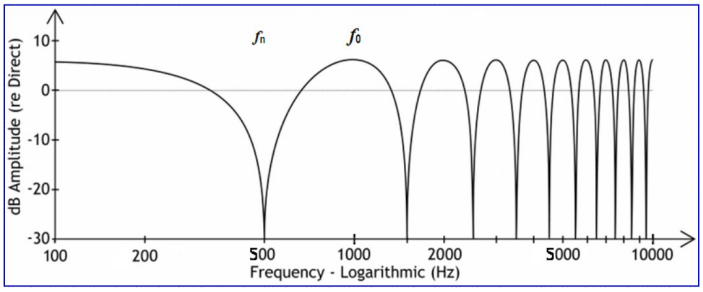


Εικόνα 1.9: Οι διαθέσιμες μονάδες εφέ, όπως φαίνονται μέσα στο κόκκινο πλαίσιο

Στην κορυφή του τμήματος των εφέ, υπάρχει ένα μενού παρόμοιο με τα υπόλοιπα που έχουν αναλυθεί παραπάνω, μέσω του οποίου ο χρήστης μπορεί να ενεργοποιήσει το κάθε εφέ ξεχωριστά, ή να επιλέξει κάποιον συνδυασμό από τα εφέ. Πατώντας πάνω στο μενού εμφανίζεται ένα αναδυόμενο παράθυρο με τις διαθέσιμες επιλογές συνδυασμών εφέ.

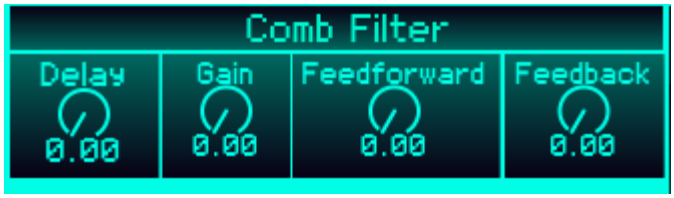
COMB FILTER

Το **Comb Filter** είναι ένα φίλτρο το οποίο υλοποιείται προσθέτοντας την καθυστερημένη εκδοχή ενός ηχητικού σήματος με το ίδιο το σήμα, προκαλώντας εποικοδομητική ή/και καταστροφική συμβολή στο τελικό αποτέλεσμα. Το άθροισμα των δύο εκδοχών του σήματος, ανάλογα την καθυστέρηση, έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του πλάτους κάποιων αρμονικών συχνοτήτων ενισχύοντάς τες, και την ελάττωση του πλάτους κάποιων άλλων στο σημείο όπου αυτές ακυρώνονται. Αυτή η διαδικασία έχει σαν αποτέλεσμα το ηχητικό σήμα να “χρωματίζεται” και να προκύπτουν ενδιαφέροντα ηχητικά ηχοχρώματα.



Εικόνα 1.10: Λογαριθμική απεικόνιση του συχνοτικού φάσματος έπειτα από την επεξεργασία του σήματος από το Comb Filter.

Η μονάδα του **Comb Filter** απαρτίζεται από τέσσερις παραμέτρους τις οποίες μπορεί να αλλάξει ο χρήστης μέσω των αντίστοιχων ποτενσιόμετρων. Ο έλεγχος των ποτενσιόμετρων γίνεται με την χρήση του αριστερού κλικ του ποντικιού.



Εικόνα 1.11: Η μονάδα του Comb Filter και οι παράμετροί του.

Delay

Είναι η παράμετρος που ορίζει την χρονική καθυστέρηση του σήματος σε milliseconds, έπειτα από την οποία το καθυστερημένο σήμα θα προστεθεί στο αρχικό. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του Delay, τόσο αυξάνεται η καθυστέρηση του σήματος με αποτέλεσμα να μετακινούνται στον άξονα των συχνοτήτων οι αρμονικές συχνότητες που ενισχύονται, καθώς και αυτές που ακυρώνονται, αλλάζοντας το ηχητικό αποτέλεσμα. Μηδενική τιμή στο Delay ουσιαστικά “κλείνει” το Comb Filter.

Gain

Το Gain αποτελεί την προενίσχυση του Comb Filter. Αυξάνοντας την τιμή του είναι δυνατό να προκληθεί εφέ παραμόρφωσης.

Feedforward

Είναι η παράμετρος η οποία αποτελεί την χρονική καθυστέρηση του σήματος σε δείγματα. Το αρχικό σήμα καθυστερείται βάσει του Delay και προστίθεται με το αρχικό σήμα πριν αυτό βγει από την έξοδο του εφέ, κάποια δείγματα μετά. Αλλάζοντας την συγκεκριμένη παράμετρο αλλάζει το πλάτος των συχνοτήτων που ενισχύονται και αυτών που ακυρώνονται, προκαλώντας συνολική αύξηση του παραγόμενου σήματος και ταυτόχρονα, μετατοπίζεται η φάση του σήματος με αποτέλεσμα να αλλάζουν και οι συχνότητες που ενισχύονται ή/και ακυρώνονται.

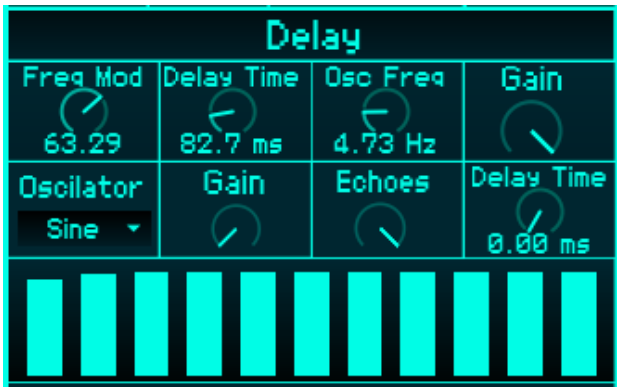
Feedback

Μέσω αυτής της παραμέτρου ανατροφοδοτείται το σήμα έπειτα από τον ορισμένο χρόνο καθυστέρησης από το Delay. Το καθυστερούμενο σήμα προστίθεται με το αρχικό πριν αυτό μπει στην είσοδο του εφέ. Όπως και με το Feedforward, το τελικό ηχητικό σήμα χρωματίζεται ανάλογα με το ποσοστό του Feedback.

DELAY

Το συγκεκριμένο τμήμα του synthesizer αποτελείται από δύο μονάδες Delay με διαφορετικές λειτουργίες η καθεμία. Η πρώτη είναι ένα Delay το οποίο καθυστερεί το σήμα που παράγεται ανάλογα

τον χρόνο που ορίζει ο χρήστης, ενώ παράλληλα διαμορφώνει το ηχητικό σήμα μέσω κάποιων ταλαντωτών. Η λογική που ακολουθεί η παραπάνω διαμόρφωση ακολουθεί την λογική ενός LFO. Η άλλη μονάδα Delay παράγει επαναλήψεις του σήματος οι οποίες, ανάλογα με τον χρόνο που ορίζει ο χρήστης, μπορεί να επιμηκύνουν την διάρκεια του ηχητικού σήματος ή να ακούγονται σαν διακριτές επαναλήψεις. Η κάθε μονάδα Delay μπορεί να λειτουργήσει ανεξάρτητα από την άλλο, αλλά και ταυτόχρονα, επηρεάζοντας συνδυαστικά το ηχητικό αποτέλεσμα.



Εικόνα 1.12: Η μονάδα με τα δύο είδη Delay και οι παράμετροί τους.

Η παρουσίαση των παραμέτρων θα γίνει από τα αριστερά προς τα δεξιά, ξεκινώντας από την πρώτη σειρά και έπειτα στην δεύτερη.

Freq Mod

Αλλάζει την συχνότητα του παραγόμενου σήματος και πολλαπλασιάζεται με την συχνότητα του ταλαντωτή**(Osc Freq)**. Μηδενική τιμή αφήνει το σήμα ανεπηρέαστο.

Delay Time

Ο χρόνος καθυστέρησης του σήματος σε milliseconds. Εάν ο χρήστης παίξει κάποια νότα, αυτή θα ξεκινήσει να ακούγεται μετά από τον χρόνο που έχει ορίσει στο Delay Time.

Osc Freq

Η συχνότητα του ταλαντωτή συχνοτήτων που επηρεάζει το απευθείας σήμα. Πολλαπλασιάζεται με την τιμή του Freq Mod και το αποτέλεσμα είναι το σήμα να ταλαντώνεται με ταχύτητα ανάλογη της τιμής του Osc Freq, προκαλώντας vibrato.

Gain

Η προενίσχυση του Delay. Αυξάνει ή μειώνει την ισχύ του σήματος.

Oscillator

Ο ταλαντωτής που προκαλεί το vibrato στο σήμα μέσω του Osc Freq. Η επιλογή του ταλαντωτή γίνεται μέσω ενός μενού με αναδυόμενο παράθυρο. Οι διαθέσιμοι ταλαντωτές είναι **Sine**(ημιτονοειδής κυματομορφή), **Saw**(πριονωτή κυματομορφή), **Triangle**(τριγωνική κυματομορφή), **Square**(τετραγωνική κυματομορφή), ενώ υπάρχει και η επιλογή **Off**, η οποία επί της ουσίας κλείνει το εφέ.

Gain

Το δεύτερο Gain αφορά την προενίσχυση του δεύτερου Delay. Αυξάνει ή μειώνει την ενίσχυη του σήματος.

Echoes

Ελέγχει τον αριθμό των παραγόμενων επαναλήψεων του εισερχόμενου σήματος. Οι επαναλήψεις είναι δέκα στο σύνολο και απεικονίζονται σε έναν πίνακα αντίστοιχο με αυτόν στον οποίο απεικονίζονται και οι αρμονικές του Wavetable(Εικόνα 1.6). Αλλάζοντας το ύψος των στηλών αλλάζει η ηχητική στάθμη κάθε επανάληψης. Αξίζει να σημειωθεί πως στον πίνακα απεικονίζονται έντεκα στήλες. Η πρώτη στήλη είναι το απευθείας σήμα και οι υπόλοιπες δέκα οι επαναλήψεις του. Αλλάζοντας τον αριθμό των επαναλήψεων ο πίνακας ενημερώνεται αυτόματα, παρουσιάζοντας τόσες στήλες όσες και ο αριθμός ο οποίος έχει οριστεί.

Delay Time

Αποτελεί τον χρόνο καθυστέρησης σε milliseconds της μιας επανάληψης από την επόμενη. Όσο μεγαλύτερη η τιμή του τόσο πιο μετά αναπαράγεται η επόμενη επανάληψη. Αρκετά μικρές τιμές οδηγούν στην, φαινομενική, αύξηση της διάρκειας του σήματος.

LOW FREQUENCY OSCILLATOR

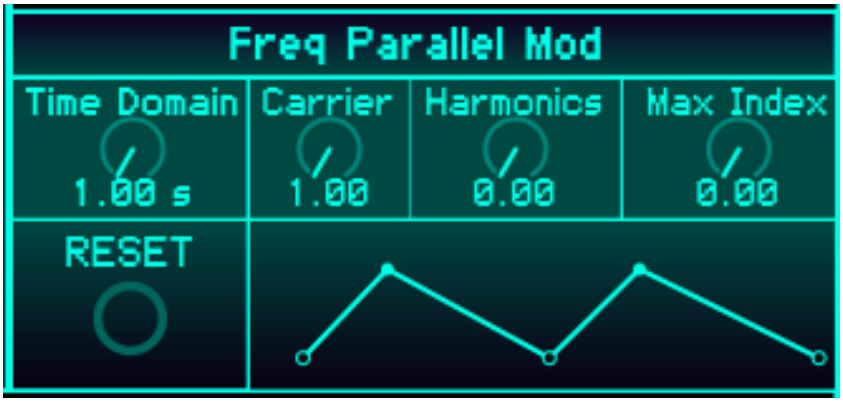
Το LFO είναι ένας δευτερεύων ταλαντωτής ο οποίος προκαλεί ένα απλό vibrato στο ηχητικό σήμα. Η διαφορά του συγκεκριμένου ταλαντωτή από αυτόν που υπάρχει στη μονάδα του Delay είναι ότι κάνει χρήση συνάρτησης εφαπτομένης πριν στείλει το σήμα στην έξοδο, με αποτέλεσμα το σήμα εκτός από vibrato, να έχει και μια ελαφριά παραμόρφωση.

FX MASTER OUT

Η συνολική ηχητική στάθμη του επεξεργασμένου από τα εφέ σήματος που φτάνει στο Master Channel.

FREQUENCY PARALLEL MODULATION

Το τελευταίο τμήμα των εφέ είναι μια παράλληλη **FM Synthesis**. Πρόκειται για μια μορφή ηχητικής σύνθεσης μέσω της οποίας μπορούμε να αλλάξουμε τη συχνότητα μιας κυματομορφής, στην προκειμένη περίπτωση της κυματομορφής που παράγει το πιάνο(Carrier), αλλάζοντας το πλάτος του σήματος ενός άλλου ταλαντωτή(Modulator). **Το αποτέλεσμα της συνολικής επεξεργασίας είναι η εμφάνιση αρμονικών γύρω από την θεμέλιο συχνότητα, οι οποίες για λόγους αρμονικότητας με ακέραιους κάνουν το φάσμα αρμονικό, ενώ για λόγους αρμονικότητας με δεκαδικούς παράγουν μη αρμονικό φάσμα.** Σε αντίθεση με τα άλλα εφέ, ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει την FM και στο καθαρό σήμα.



Εικόνα 1.13: Οι παράμετροι της FM και η περιβάλλουσα ελέγχου του πλάτους του σήματος

Περιβάλλουσα

Μέσω της περιβάλλουσας ο χρήστης μπορεί να αλλάξει το πλάτος των αρμονικών του Modulator, ο οποίος με την σειρά του αλλάζει την συχνότητα του Carrier(σήμα από το πιάνο). Κάνοντας χρήση του ποντικιού, ο χρήστης μπορεί να σχεδιάσει την καμπύλη όπως επιθυμεί. Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται πως κάποια σημεία της καμπύλης είναι χρωματισμένα ενώ άλλα είναι άδεια. Τα άδεια σημεία είναι ένδειξη ότι βρίσκονται στο μηδέν, και αξίζει να σημειωθεί πως το πρώτο σημείο και το τελευταίο σημείο της καμπύλης πρέπει να είναι στο μηδέν για να λειτουργήσει σωστά η περιβάλλουσα.

Reset

Πατώντας το κουμπί Reset σβήνει η καμπύλη που έχει σχεδιαστεί, καθαρίζοντας τον πίνακα και επιτρέποντας την εκ νέου σχεδίαση καινούριας καμπύλης.

Time Domain

Ορίζει την συνολική χρονική διάρκεια της περιβάλλουσας. Αυτό σημαίνει πως αν η χρονική διάρκεια είναι μικρή, τότε η καμπύλη που έχει σχεδιαστεί θα διαβαστεί γρήγορα από το πρόγραμμα, επηρεάζοντας το σήμα του Carrier για τον αντίστοιχο χρόνο. Αντίστοιχα το ίδιο θα συμβεί για μεγαλύτερη χρονική διάρκεια της περιβάλλουσας. Η χρονική διάρκεια που ορίζει ο χρήστης αλλάζει το τελικό ηχητικό αποτέλεσμα.

Carrier

Αποτελεί τον συντελεστή αρμονικότητας ο οποίος ορίζει την βασική συχνότητα με την οποία και πολλαπλασιάζεται. Σε συνδυασμό με τις άλλες παραμέτρους τροποποιεί το παραγόμενο σήμα. Αν οι υπόλοιπες παράμετροι έχουν μηδενική τιμή, η παράμετρος του Carrier μεταβάλλει την συχνότητα του σήματος. Αυξάνοντας και μειώνοντας την τιμή του ποτενσιόμετρου μπορεί, επί της ουσίας, να προκληθεί ένα pitch shift εφέ.

Harmonics

Αποτελεί τον συντελεστή αρμονικότητας ο οποίος ορίζει πολλαπλασιάζεται με την βασική συχνότητα και ορίζει την συχνότητα του Modulator. Όσο μεγαλύτερη η τιμή του τόσο πιο πλούσια σε αρμονικές είναι η συχνότητά του. Έπειτα μεταβάλλεται το πλάτος της μέσω του Max Index και της περιβάλλουσας, και με αυτόν τον τρόπο διαμορφώνει την βασική συχνότητα.

Max Index

Το ποσοστό βάσει του οποίου μεταβάλλεται το πλάτος της συχνότητας του Modulator. Μεγαλύτερη τιμή οδηγεί στην παραγωγή πλουσιότερου σε αρμονικές φάσματος.

1.6 Κανάλια Εγγραφής

Το synthesizer παρέχει τέσσερα ξεχωριστά κανάλια εγγραφής και ένα ακόμα για το Master Channel. Ο χρήστης μπορεί να ηχογραφήσει οτιδήποτε παίζει πατώντας το **REC** του εκάστοτε καναλιού. Όταν ξαναπατήσει το **REC** η ηχογράφηση σταματάει και το αρχείο αποθηκεύεται αυτόματα στον φάκελο του προγράμματος. Τα κανάλια εγγραφής έχουν δημιουργηθεί με τέτοιο τρόπο, ούτως ώστε ο χρήστης να μπορεί να ηχογραφήσει για όση διάρκεια θέλει, με μόνο όριο τον διαθέσιμο αποθηκευτικό χώρο του υπολογιστή του. Το κάθε κανάλι, πέρα από την ηχογράφηση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν μέσο αναπαραγωγής οποιουδήποτε ηχητικού αρχείου πέραν του ηχογραφηθέντος. Το κάθε κανάλι συνοδεύεται και από ένα στοιχείο απεικόνισης κυματομορφής (**Waveform Display**), το οποίο εμφανίζει την κυματομορφή του ηχητικού αρχείου που ηχογραφήθηκε αφού ο χρήστης σταματήσει την ηχογράφηση, ή/και διαφορετικού ηχητικού αρχείου που επιλέγει να ανοίξει ο χρήστης μέσω ενός μενού στο κανάλι. Μέσω του Waveform Display γίνεται δυνατή και η

μερική επεξεργασία της κυματομορφής. Εφόσον έχει φορτωθεί κάποιο ηχητικό αρχείο στο κανάλι, ο χρήστης μπορεί να το αναπαράγει, να πατήσει παύση αλλά και να το ρυθμίσει να παίζει σε επανάληψη. Τις ίδιες ενέργειες μπορεί να κάνει και για επιλεγμένο κομμάτι της κυματομορφής. Ο έλεγχος της ηχητικής στάθμης κάθε καναλιού γίνεται μέσω ενός fader και κάθε κανάλι έχει το δικό του. Παράλληλα, είναι δυνατό να ελέγχεται η τοποθέτηση του ηχητικού σήματος στην στερεοφωνία όπως ακριβώς με το κανάλι του πιάνου ή του Master.



Εικόνα 1.14: Ένα από τα τέσσερα διαθέσιμα κανάλια εγγραφής



Εικόνα 1.15: Το μενού του καναλιού με τις διαθέσιμες επιλογές. Με κόκκινες ενδείξεις τα κουμπιά που επιτρέπουν μερική επεξεργασία της κυματομορφής.

REC

Πατώντας το κουμπί REC ξεκινάει ή/και σταματάει η ηχογράφηση. Μόλις σταματήσει η ηχογράφηση το αρχείο που δημιουργήθηκε φορτώνεται αυτόματα στο κανάλι, πλέον έτοιμο για αναπαραγωγή, καθώς εμφανίζεται και η κυματομορφή του στο Waveform Display.

LOOP

Ενεργοποιώντας το LOOP το ηχητικό αρχείο, ή κομμάτι αυτού, αναπαράγεται σε επανάληψη.

|> / ||_

Το κουμπί αναπαραγωγής και παύσης του ηχητικού αρχείου.

Start

Πατώντας το Start το κομμάτι αναπαράγεται από την αρχή.

PAN

Με αυτό το ποτενσιόμετρο ελέγχεται η ηχητική χωροτοποθέτηση του αρχείου στην στερεοφωνία.

Rand και Speed

Ενεργοποιώντας το **Rand**(Random), το ηχητικό αρχείο μετακινείται από το ένα κανάλι της στερεοφωνίας στο άλλο με τυχαίο τρόπο, με ταχύτητα η οποία ορίζεται μέσω της παραμέτρου **Speed**.

Ένδειξη 1

Πατώντας το κορυφαίο κουμπί δίπλα στο Waveform Display ενεργοποιείται η δυνατότητα επιλογής κάποιου κομματιού του ηχητικού αρχείου, κρατώντας πατημένο το κλικ και έπειτα σέρνοντας το ποντίκι στην κυματομορφή. Κάνοντάς το αυτό θα εμφανιστεί ένα “κουτάκι” διαφορετικού χρώματος (Εικόνα 1.15), που οριοθετεί την περιοχή που επιλέχθηκε. Πρέπει να σημειωθεί πως αν το LOOP είναι ενεργοποιημένο τότε θα παίζει σε επανάληψη το επιλεγμένο σημείο της κυματομορφής. Αν πατηθεί το Start ενώ το LOOP είναι ενεργοποιημένο και έχει επιλεχθεί κάποιο κομμάτι της κυματομορφής, το αρχείο θα ξεκινήσει να παίζει από την αρχή μέχρι να φτάσει στην επιλεγμένη περιοχή, όπου θα συνεχίσει την αναπαραγωγή παίζοντας σε επανάληψη το επιλεγμένο κομμάτι.

Ένδειξη 2

Πατώντας το δεύτερο εικονίδιο γίνεται δυνατό να μετακινηθεί το “κουτάκι” που οριοθετεί την επιλογή κομματιού του ηχητικού αρχείου χωρίς να αλλάξουν τα όριά του. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να αλλάξει απευθείας το επιλεγμένο κομμάτι και η αναπαραγωγή του αρχείου να ακολουθήσει αναλόγως.

Ένδειξη 3

Πατώντας το τρίτο εικονίδιο γίνεται δυνατή η μεγέθυνση ή/και σμίκρυνση της κυματομορφής, αλλάζοντας τον βαθμό λεπτομέρειας της γραφικής απεικόνισης. Παράλληλα μπορεί να μετακινηθεί και η συνολική κυματομορφή δεξιά ή αριστερά, αλλάζοντας το σημείο απεικόνισης στο Waveform Display.

Menu

Δίπλα από το όνομα του κάθε καναλιού υπάρχει ένα μενού. Αν πατηθεί εμφανίζει ένα αναδυόμενο παράθυρο με κάποιες επιλογές.

Replace: Πατώντας αυτήν την επιλογή εμφανίζεται ένα παράθυρο μέσω του οποίου ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί στον υπολογιστή και να επιλέξει κάποιο άλλο αρχείο ήχου να φορτώσει στο κανάλι. Τα αρχεία που μπορούν να διαβαστούν και να ανοίξουν από το πρόγραμμα είναι AIFF, Next/Sun και WAV. Το μέγεθος μνήμης του καναλιού προσαρμόζεται αναλόγως για να χωρέσει ολόκληρο το αρχείο.

Clear: Αδειάζει το κανάλι από το περιεχόμενό του.

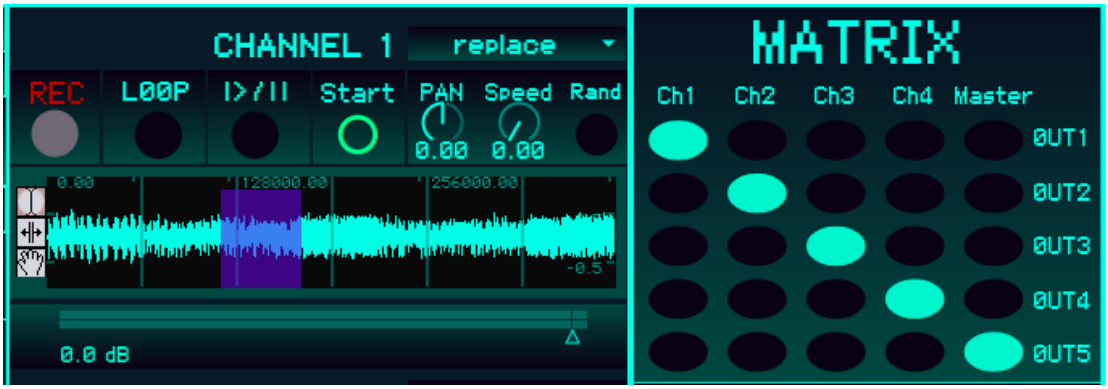
Write: Πατώντας αυτήν την επιλογή γίνεται δυνατή η αποθήκευση του ηχητικού αρχείου που είναι φορτωμένο σε κάποιο κανάλι. Τα αρχεία ήχου μπορούν να αποθηκευτούν σε μορφή AIFF, FLAC και WAV.

Channel Fader

Ελέγχει την ηχητική στάθμη του καναλιού.

1.7 Matrix

Πρέπει να σημειωθεί πως ακόμα και αν τα κανάλια είναι φορτωμένα με κάποιο αρχείο ήχου, δεν θα ακουστεί τίποτα αυτόματα. Για να ακουστεί το σήμα του κάθε καναλιού, ή και όλων μαζί, δημιουργήθηκε ένα Matrix το οποίο συνδέει εισόδους με εξόδους. Με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης μπορεί να ελέγχει σε ποια έξοδο πηγαίνει το εκάστοτε κανάλι, επιτρέποντας του να κάνει και μίξη των καναλιών που παίζουν. Το Matrix αφορά τα κανάλια εγγραφής και το Master Channel. Το πιάνο στέλνεται απευθείας στο κανάλι του Master.



Εικόνα 1.16: Μέσω του Matrix δρομολογούνται τα κανάλια εγγραφής και το Master Channel σε εξόδους

Το Matrix αποτελείται από πέντε γραμμές και πέντε στήλες. Οι γραμμές αντιπροσωπεύουν τα κανάλια εγγραφής και το Master, και οι στήλες τις εξόδους. Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει το ποντίκι για να ενεργοποιήσει/απενεργοποιήσει οποιοδήποτε κουμπί. Παρατηρώντας την εικόνα διακρίνονται κάποια ενεργοποιημένα κουμπιά. Ενεργοποιώντας το πρώτο κουμπί, το οποίο αντιστοιχεί

στο πρώτο κανάλι και στην έξοδο 1 (OUT 1), σημαίνει πως το πρώτο κανάλι εγγραφής θα αναπαράγεται μέσω της πρώτης εξόδου. Σε αυτήν την περίπτωση θα εμφανιστεί το ηχητικό σήμα του καναλιού στο δικό του fader και μπορεί να ρυθμιστεί αναλόγως μέσω αυτού. Το ίδιο ισχύει και για τα υπόλοιπα κανάλια και εξόδους όπως αυτά είναι ενεργοποιημένα στην παραπάνω εικόνα. Αν ενεργοποιηθεί το δεύτερο κουμπί της πρώτης στήλης, τότε η έξοδος του καναλιού 1 θα είναι η OUT 2. Αυτό σημαίνει πως το ηχητικό αρχείο του καναλιού 1 θα ακούγεται από το δεύτερο κανάλι και ούτω καθεξής. Η έξοδος 5 (OUT 5) είναι η έξοδος του Master.

1.8 Presets

Το synthesizer έχει την δυνατότητα αποθήκευσης προκαθορισμένων ρυθμίσεων(Presets) και ανάκλησής τους μέσω ενός μενού επιλογής και ενός πίνακα, ο οποίος μπορεί να αποθηκεύσει σε κουτάκια τις ρυθμίσεις ολόκληρου του synthesizer. Ο χρήστης μπορεί να κάνει οποιαδήποτε αλλαγή στις διάφορες παραμέτρους που υπάρχουν στην εφαρμογή, από την οκτάβα που παίζει το πιάνο μέχρι τις ρυθμίσεις των φίλτρων και των εφέ, καθώς και τα ενεργοποιημένα κουμπιά, και να πατήσει **Shift-Click** σε ένα άδειο κουτάκι στον πίνακα και οι ρυθμίσεις που έχει δημιουργήσει να αποθηκευτούν σαν ένα καινούριο preset. Μπορεί να επιλέξει διαφορετικό preset, ενεργοποιώντας το και κατ’ επέκταση ανακαλώντας τις ρυθμίσεις που είναι αποθηκευμένες σε αυτό, είτε κάνοντας Click πάνω σε κάποιο ήδη γεμάτο κουτάκι στον πίνακα, είτε επιλέγοντας το preset από το μενού που υπάρχει πάνω από τον πίνακα. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι θέσεις των fader του πιάνου, των καναλιών, των εφέ και του Master δεν αποθηκεύονται, όπως επίσης και οι ρυθμίσεις των καναλιών εγγραφής. Εάν είναι επιθυμητή η διαγραφή κάποιου preset τότε ο χρήστης μπορεί να πατήσει **Shift-Alt+Click** πάνω σε κάποιο γεμάτο κουτάκι και να το σβήσει από τον πίνακα.



Εικόνα 1.17: Ο πίνακας των Preset και το μενού επιλογής

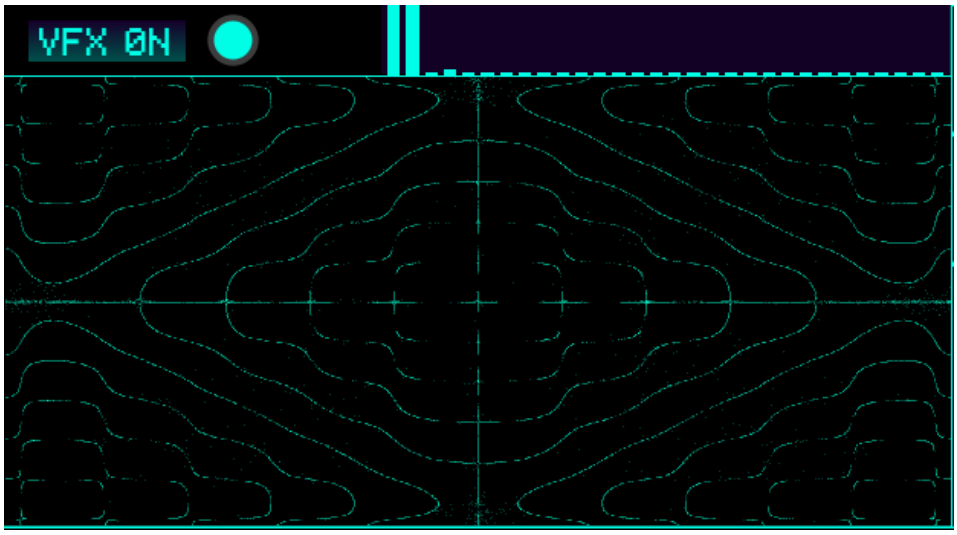
1.9 Master Channel

Το Master Channel είναι το το γενικό κανάλι όλης της εφαρμογής. Από την έξοδό του βγαίνει το κανάλι του πιάνου, το κανάλι των εφέ και τα κανάλια εγγραφής ανεξάρτητα από ποια έξοδο έχει επιλεγεί από το Matrix. Από το fader του ρυθμίζεται η συνολική ηχητική στάθμη του synthesizer. Παράλληλα αποτελεί και αυτό κανάλι εγγραφής, έχοντας τις ίδιες ρυθμίσεις και δυνατότητες που έχουν και τα υπόλοιπα κανάλια εγγραφής. Η διαφορά που παρουσιάζεται στο Master σαν κανάλι εγγραφής, σε σχέση με τα υπόλοιπα, είναι ότι πατώντας το REC ξεκινάει να ηχογραφεί οτιδήποτε αναπαράγεται από οποιοδήποτε κανάλι εγγραφής, καθώς και οποιοδήποτε ηχητικό γεγονός συμβαίνει από τον χρήστη. Αυτό σημαίνει ότι ο χρήστης μπορεί να έχει φορτωμένα ηχητικά αρχεία στα κανάλια εγγραφής και να τα αναπαράγει/χειρίζεται όπως θέλει, να παίζει το πιάνο κάνοντας εναλλαγές μεταξύ του καθαρού σήματος και των διάφορων συνδυασμών εφέ και των παραμέτρων τους, και όλα να ηχογραφούνται από το Master Channel.

Πρέπει να αναφερθεί ότι όσον αφορά την ηχογράφηση, όταν ανοίξει το πρόγραμμα ο χρήστης και αρχίσει να ηχογραφεί χρησιμοποιώντας κάποιο κανάλι, όταν σταματήσει την ηχογράφηση το αρχείο αποθηκεύεται στον φάκελο του προγράμματος με την ονομασία “**track**” ακολουθούμενο από έναν τρία νούμερα, εκ των οποίων το πρώτο υποδηλώνει τον αριθμό του καναλιού και τα υπόλοιπα δύο νούμερα τον αριθμό του ηχογραφημένου κομματιού, ξεκινώντας την αρίθμηση από το μηδέν. Έτσι, αν γίνει ηχογράφηση με χρήση του πρώτου καναλιού, το όνομα του κομματιού στον φάκελο του προγράμματος θα εμφανιστεί ως “track100”. Αν συνεχίσει η ηχογράφηση επιπλέον κομματιών με χρήση του ίδιου καναλιού τα επόμενα κομμάτια που θα αποθηκευτούν θα εμφανίζονται ως “track101, track102” και ούτω καθεξής. Αν χρησιμοποιηθεί το δεύτερο κανάλι για ηχογράφηση το αρχείο θα έχει το όνομα “track200” και λοιπά. Αν γίνει ηχογράφηση χρησιμοποιώντας το Master Channel το αρχείο που θα εμφανιστεί στον φάκελο θα έχει ονομασία “monstertrack100, monstertrack101...”. Μέσω της χρήσης του **Write** από το μενού του εκάστοτε καναλιού ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει και με άλλο όνομα το αρχείο που είναι φορτωμένο σε κάποιο κανάλι. Τέλος, αν ο χρήστης ξανανοίξει το πρόγραμμα και ξεκινήσει να ηχογραφεί, η ονοματοδοσία των αρχείων θα ξεκινήσει από το μηδέν, με το πρώτο αρχείο να έχει ονομασία “track(αριθμός καναλιού)00”.

1.10 Οπτικά Εφέ(Visuals)

Το τελευταίο μέρος του synthesizer είναι ένα οπτικό εφέ, το οποίο είναι βασισμένο στην οπτικοποίηση των δονήσεων των ηχητικών κυμάτων πάνω σε ένα Chladni Plate. Το πείραμα αυτό κάνει χρήση μιας πλακέτας πάνω στην οποία τοποθετούνται κόκκοι άμμου ή αλατιού, και συνδέεται με έναν ταλαντωτή. Αυτός ο ταλαντωτής παράγει σήματα και οι κόκκοι άμμου μετακινούνται πάνω στην πλακέτα ανάλογα με τις δονήσεις, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται εντυπωσιακά σχήματα. Στο synthesizer έχει γίνει προσομοίωση μέσω κώδικα αυτού του πειράματος, έτσι ώστε όποτε ο χρήστης παίζει κάποια νότα, ή την αλλάζει με την χρήση κάποιου φίλτρου, να εμφανίζονται στην οθόνη κάτω από το πιάνο αντίστοιχα σχήματα με την συχνότητα που λαμβάνει. Τα συγκεκριμένα οπτικά εφέ μπορούν να ενεργοποιηθούν και να απενεργοποιηθούν πατώντας το κουμπί που βρίσκεται δίπλα στην ένδειξη “**VFX ON**”.



Εικόνα 1.18: Η οθόνη απεικόνισης των ταλαντώσεων των νοτών. Από πάνω η ένδειξη "VFX ON" και το κουμπί ενεργοποίησης και απενεργοποίησης των οπτικών εφέ.

1.11 Εκκίνηση του προγράμματος

Έτσι ώστε να ξεκινήσει κάποιος να παίζει με το synthesizer εύκολα και γρήγορα θα πρέπει να ακολουθήσει τα παρακάτω βήματα.

- Διπλό κλικ στο εικονίδιο του προγράμματος.
- Στο κανάλι του Master υπάρχει ένα εικονίδιο ενός ηχείου το οποίο αρχικά είναι γκρι διότι είναι ανενεργό. Μονό κλικ πάνω του έτσι ώστε να ενεργοποιηθεί το πρόγραμμα.
- Επιλογή ενός από τα διαθέσιμα presets.
- Το synthesizer είναι έτοιμο να παίξει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Δημιουργία και Μέρη MIDI Πιάνο

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η δημιουργία του πιάνου, η MIDI χαρτογράφηση του πληκτρολογίου καθώς και η δημιουργία της μηχανής παραγωγής ήχου με μεγαλύτερη ανάλυση από τα υπόλοιπα μέρη του synthesizer. Η αιτία για τα παραπάνω είναι η εμβάθυνση, και σε προγραμματιστικό επίπεδο, του βασικότερου τμήματος της εφαρμογής. Στα επόμενα κεφάλαια δεν θα γίνει ανάλυση των μερών του synthesizer σε προγραμματιστικό επίπεδο, αλλά σε λειτουργικό.

2.1 MIDI Χαρτογράφηση Πληκτρολογίου

Το πρώτο βήμα για την σταδιακή υλοποίηση παραγωγής ήχου, αλλά και για την οπτική διευκόλυνση του χρήστη, ήταν η εισαγωγή του αντικειμένου της MAX/MSP **[kslider]**. Το συγκεκριμένο αντικείμενο εμφανίζει επί της οθόνης ένα μέρος πλήκτρων πιάνου, εμβέλειας μιας οκτάβας εξ ορισμού, μέσω του οποίου ο χρήστης μπορεί να εξάγει αριθμητική πληροφορία χρησιμοποιώντας το κλικ του ποντικιού στα πλήκτρα(**MD**). Η συγκεκριμένη λειτουργία απενεργοποιήθηκε μέσω του *Inspector* του αντικειμένου διότι δεν είναι επιθυμητή, μιας και ο έλεγχος του πιάνου θα πρέπει να γίνεται μέσω των πλήκτρων του υπολογιστή. Επιπροσθέτως, ξανά μέσω του *Inspector,* τροποποιήθηκε η εμφάνιση του πιάνου ώστε να εμφανίζει 73 πλήκτρα, καλύπτοντας επί της ουσίας εμβέλεια έξι περίπου οκτάβων συνολικά.

Για να πραγματοποιηθεί ο έλεγχος του πιάνου μέσω του πληκτρολογίου του υπολογιστή, δημιουργήθηκε ένα υπο-patch μέσω του οποίου θα γινόταν η ανάγνωση των πλήκτρων του υπολογιστή και η μετάφρασή τους σε MIDI πληροφορία, έτσι ώστε να διαβαστεί από το **[kslider]** και ο εκάστοτε MIDI αριθμός να ενεργοποιήσει την αντίστοιχη νότα σε αυτό.

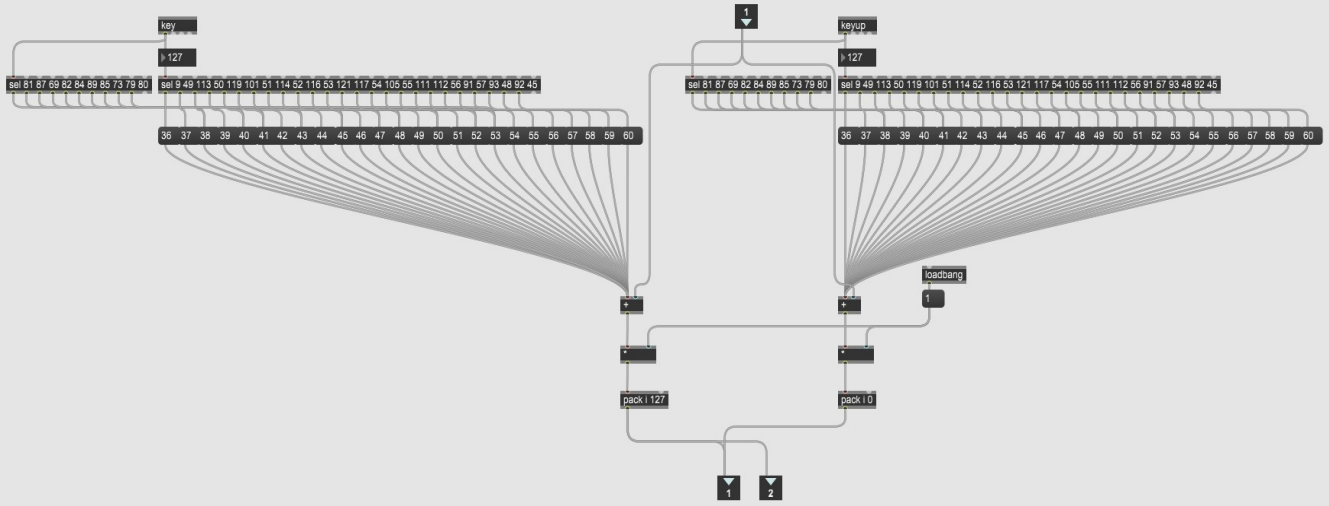
Μέσα στο υπο-patch, εισήχθη το αντικείμενο **[key]**, μέσω του οποίου γίνεται ανάγνωση και εξαγωγή των αριθμητικών κωδικών/αξιών του εκάστοτε πλήκτρου του υπολογιστή που πατιέται(**MD**), είτε σε απλή αριθμητική αξία είτε σε κώδικα ASCII. Για το συγκεκριμένο ηλεκτρονικό μουσικό όργανο έγινε χρήση της ανάγνωσης και εξαγωγής των αριθμητικών αξιών του κώδικα ASCII κάθε πλήκτρου του υπολογιστή. Στη συνέχεια αυτή η πληροφορία εισέρχεται στο αντικείμενο **[sel]**, το οποίο

εξάγει ένα bang από τις αριστερές εξόδους του εφόσον η πληροφορία που δέχεται ταιριάζει με τα ορίσματα που του έχουμε δώσει(**MD**).

Το συγκεκριμένο αντικείμενο **[sel]** έχει δεχτεί σαν ορίσματα τις αριθμητικές αξίες ASCII των πλήκτρων **“1”** έως **“-”** για τα μαύρα κλειδιά του πιάνου και **“Tab”** έως **“\”** για τα λευκά κλειδιά αντίστοιχα, με την σειρά κατά την οποία εμφανίζονται στο πληκτρολόγιο του υπολογιστή από τα αριστερά προς τα δεξιά, καλύπτοντας με αυτόν τον τρόπο δύο οκτάβες και δύο επιπλέον νότες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κάθε φορά που ο χρήστης πατάει κάποιο από τα προαναφερθέντα πλήκτρα στον υπολογιστή το αντικείμενο **[sel]** να δημιουργεί ένα bang στην αντίστοιχη έξοδό του, το οποίο με την σειρά του ενεργοποιεί ένα **[message]** με την αριθμητική αξία MIDI της εκάστοτε νότας που σκοπεύει να παίξει ο χρήστης. Η πληροφορία αυτή, τέλος, διαβάζεται από το **[kslider]** το οποίο ενεργοποιεί και “φωτίζει” το πλήκτρο στο οποίο αντιστοιχεί η πληροφορία της αντίστοιχης νότας που έλαβε και παράγει στην έξοδο του την πληροφορία που του έχει δοθεί σαν πληροφορία MIDI.

Για να ολοκληρωθεί η σωστή λειτουργία χειρισμού του πληκτρολογίου και να μπορεί ο χρήστης να παίξει με ρεαλιστικό τρόπο, δηλαδή όταν πατάει κάποιο πλήκτρο να παίζει η αντίστοιχη νότα και όταν το αφήνει να σταματάει, η παραπάνω διαδικασία αντιγράφηκε μέσα στο ίδιο υπο-patch, με μόνη διαφορά την χρήση του αντικειμένου **[keyup]** έναντι του **[kslider]**, το οποίο έχει παρόμοια λειτουργία με το **[kslider]**, με βασική διαφορά την εξαγωγή πληροφορίας όταν ο χρήστης αφήνει το πλήκτρο του υπολογιστή το οποίο πάτησε. Στη συνέχεια, η πληροφορία του εκάστοτε πλήκτρου που πατήθηκε ή/και αφέθηκε, περνάει μέσα από μια πρόσθεση, στην οποία ο δεύτερος προσθετέος δίνεται εκτός του υπο-patch από τον χρήστη με τρόπο που θα αναλυθεί παρακάτω και μπορεί να παίρνει τις αξίες “-12, 0, 12, 24, 36”, επιτυγχάνοντας με αυτόν τον τρόπο την εναλλαγή σε χαμηλότερες ή υψηλότερες οκτάβες αντίστοιχα. Έτσι ώστε να διασφαλισθεί η απευθείας λειτουργία του πιάνου με την εκκίνηση του προγράμματος, το αποτέλεσμα της πρόσθεσης περνάει μέσα από έναν πολλαπλασιασμό με τον αριθμό “1”, ο οποίος φορτώνεται σαν πληροφορία κατά την εκκίνηση του προγράμματος με την χρήση του αντικειμένου **[loadbang]**, επιτυγχάνοντας έτσι την σωστή και ομαλή διετέλεση των πράξεων με αποτέλεσμα η πληροφορία των πλήκτρων που θα πατάει ο χρήστης να φτάνει σωστά στην έξοδο του υπο-patch και από εκεί στο **[kslider]** για την εκκίνηση και λήξη της εκάστοτε νότας αντίστοιχα. Με αυτόν τον τρόπο, το εκάστοτε πλήκτρο του **[kslider]** ενεργοποιείται και απενεργοποιείται κάθε φορά που ο χρήστης πατάει ή αφήνει το πλήκτρο αντίστοιχα, όπως και σε ένα φυσικό πιάνο ή οποιοδήποτε άλλο πληκτροφόρο όργανο.

Με την ολοκλήρωση του υπο-patch και σύνδεσή του στο **[kslider]** ολοκληρώνεται η MIDI χαρτογράφηση μέρους του πληκτρολογίου του υπολογιστή για τον έλεγχο των πλήκτρων του πιάνου.



Εικόνα 2.1:Μηχανισμός MIDI χαρτογράφησης πληκτρολογίου του υπολογιστή

2.2 Πολυφωνία

Για να υπάρξει η δυνατότητα ο χρήστης να μπορεί να παίξει περισσότερες από μια νότες ταυτόχρονα, είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί τρόπος βάσει του οποίου θα μπορεί να επιτευχθεί πολυφωνία.

Το πρώτο βήμα είναι η μετατροπή του **[kslider]** από μονοφωνικό σε πολυφωνικό μέσω του Inspector. Με την συγκεκριμένη αλλαγή το **[kslider]** μπορεί να στείλει στην έξοδό του πληροφορία για περισσότερες νότες, ενώ ταυτόχρονα αυτή η αλλαγή οπτικοποιείται και στο πιάνο με τον “φωτισμό” περισσότερων πλήκτρων καθώς αυτά ενεργοποιούνται από τον χρήστη μέσω του πληκτρολογίου.

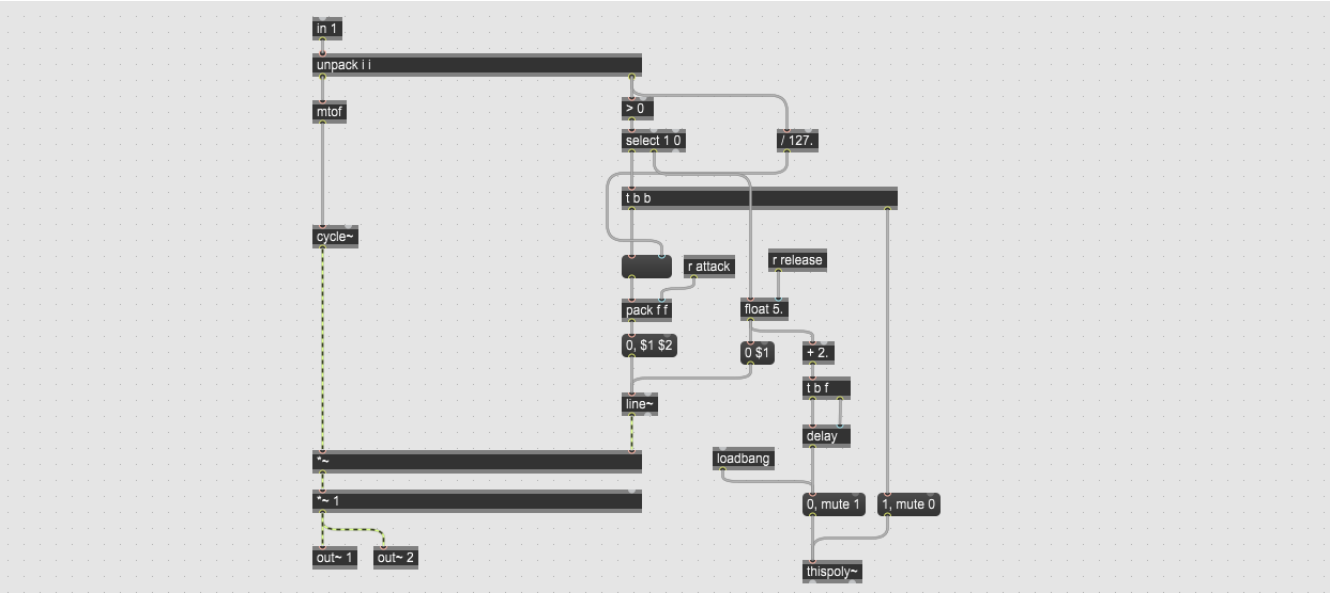
Το επόμενο βήμα είναι η διαχείριση της πληροφορίας αυτής μέσω διαδικασίας η οποία θα επιτρέπει την παραγωγή δύο ή περισσότερων ταυτόχρονων νοτών, ενώ παράλληλα τα χαρακτηριστικά της κάθε νότας, όπως η αρχή, η διάρκεια και το τέλος της, θα ανταποκρίνονται στο παίξιμο του χρήστη χωρίς να επηρεάζει η μία την άλλη. Για να επιτευχθεί αυτό γίνεται χρήση του αντικειμένου **[poly~]**.

Το αντικείμενο **[poly~]** επιτρέπει την εμφώλευση ενός patcher μέσα σε ένα object box της MAX/MSP. Ταυτόχρονα επιτρέπει την φόρτωση ενός ή παραπάνω αντιγράφων κάποιου patcher. Αυτό γίνεται μέσω της εισαγωγής του ονόματος του ζητούμενου patcher ακολουθούμενου από τον αριθμό αντιγράφων που θέλουμε, σαν ορίσματα στο αντικείμενο **[poly~](MD)**. Για το συγκεκριμένο ηλεκτρονικό μουσικό όργανο το αντικείμενο **[poly~]** έχει δεχθεί σαν όρισμα τον αριθμό “24”, γεγονός που σημαίνει πως το **[poly~]** θα διαχειρίζεται 24 αντίγραφα του patch που περιέχεται μέσα του.

Παράλληλα προωθεί σήματα και πληροφορίες που λαμβάνει μέσω των εισόδων του σε κάθε αντίγραφο του ορισμένου patcher, το οποίο με την σειρά του στέλνει τις πληροφορίες και τα σήματα που λαμβάνει στις εξόδους του αντικειμένου **[poly~](MD)**.

Σκοπός της χρήσης του αντικειμένου **[poly~]** είναι η διαχείριση ενός patcher, αλλά και πολλαπλών αντιγράφων του, μέσα στο οποίο θα πραγματοποιείται όλη η διαδικασία παραγωγής ήχου, συμπεριλαμβανομένων και άλλων παραμέτρων απαραίτητων για την λειτουργία εφέ τα οποία θα αναλυθούν παρακάτω. Επί της ουσίας το **[poly~]** είναι η μηχανή παραγωγής ήχου.

Ακολουθώντας την γραμμή μεταφοράς πληροφοριών το αντικείμενο **[poly~]**, όντας επόμενο σε σειρά μετά το πιάνο, λαμβάνει σαν πληροφορίες την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των εκάστοτε νοτών καθώς και των αριθμητικών αξιών τους σε MIDI μορφή. Στην συνέχεια μετατρέπει την MIDI πληροφορία σε συχνοτική μέσω του αντικειμένου **[mtof]**. Έπειτα, η παραπάνω πληροφορία μεταφέρεται σε έναν ταλαντωτή του οποίου η έξοδος πολλαπλασιάζεται με την έξοδο του αντικειμένου **[line~]**. Το συγκεκριμένο αντικείμενο είναι γεννήτρια γραμμικών αλληλουχιών αριθμών**(ΜΔ)** του οποίου τα ορίσματα εξασφαλίζουν την ομαλή εξέλιξη της νότας μέσα στο χρόνο, από την αρχή μέχρι το σβήσιμό της. Το αποτέλεσμα του παραπάνω πολλαπλασιασμού καταλήγει στις εξόδους του αντικειμένου**[poly~]** έτσι ώστε ο ήχος που παράγεται στη συνέχεια να περάσει από το επόμενο κομμάτι της αλυσίδας, το οποίο θα αναλυθεί σε επόμενο κεφάλαιο. Παράλληλα, το αποτέλεσμα της διαχείρισης των MIDI πληροφοριών της εκάστοτε νότας, αλλά όπως και της ατάκας, της διάρκειας και του σβησίματος αυτής χρησιμοποιούνται για να ορίσουν στο αντικείμενο**[poly~]** πότε να ξεκινήσει και να λήξει το κάθε αντίγραφο(φωνή) του παραπάνω μηχανισμού, μέσω των μηνυμάτων **“0, mute 1”** για την έναρξη και **“1, mute 0”** για την λήξη της νότας, στο αντικείμενο **[thispoly~]**. Παρακάτω παρατίθεται εικόνα του μηχανισμού παραγωγής ήχου μέσα στο**[poly~]** χωρίς τις προσθήκες των μηχανισμών για τα εφέ.



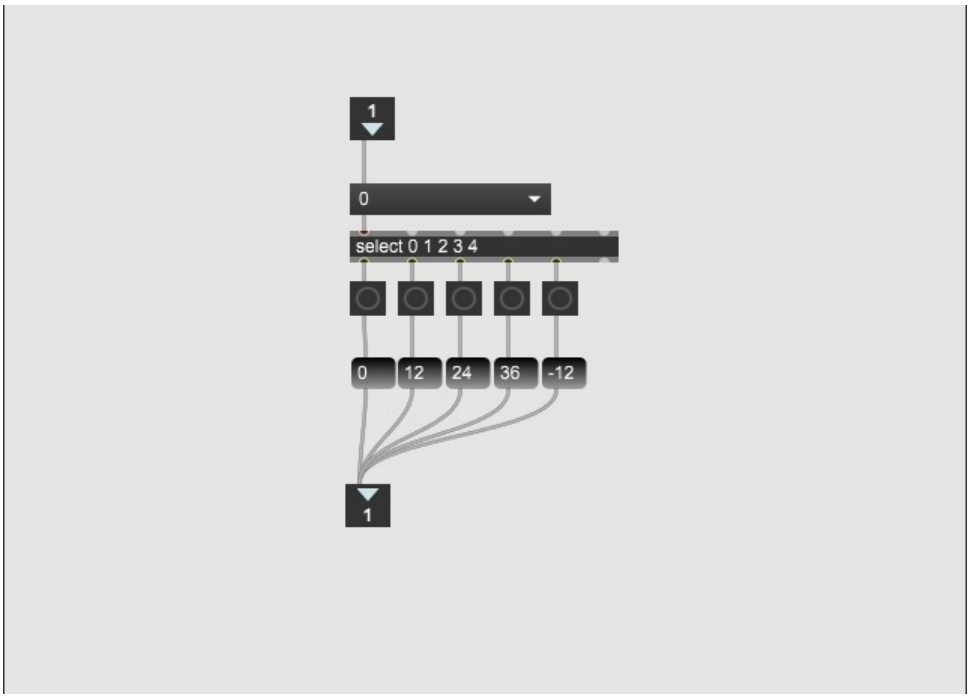
Εικόνα 2.2:Μηχανισμός παραγωγής ήχου μέσα στο αντικείμενο [poly~]

Για κάθε νότα το **[poly~]** δημιουργεί καινούργιο αντίγραφο του εμφωλευμένου patcher, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο “φωνές”, κάθε μια εκ των οποίων διαχειρίζεται την εκάστοτε νότα. Μέσω της παραπάνω διαδικασίας επιτυγχάνεται η ταυτόχρονη αναπαραγωγή ξεχωριστών νοτών, διατηρώντας παράλληλα την χρονική τους διάρκεια χωρίς να επηρεάζουν την αναπαραγωγή άλλων νοτών που παίζει ο χρήστης, με αποτέλεσμα την δημιουργία πολυφωνίας.

2.3 Οκτάβες

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, το πιάνο μέσω του *Inspector* έχει μορφοποιηθεί έτσι ώστε να παρουσιάζει μεγαλύτερη έκταση σε οκτάβες, αλλάζοντας παράλληλα και το μέγεθός του οπτικά, εμφανίζοντας στην παρούσα μορφή του 73 νότες. Εξ ορισμού το αντικείμενο **[kslider]** εμφανίζει ένα πιάνο με 48 νότες. Μέσω της MIDI χαρτογράφησης του πληκτρολογίου του υπολογιστή που παρουσιάστηκε παραπάνω, ο χρήστης μπορεί να καλύψει έκταση 24 νοτών χρησιμοποιώντας τα πλήκτρα του υπολογιστή. Για να δοθεί η δυνατότητα κάλυψης των επιπλέον νοτών που έχουν οριστεί στο πιάνο χωρίς την χρήση επιπλέον πλήκτρων, μιας και θα χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο άλλων λειτουργιών που θα παρουσιαστούν και αναλυθούν σε επόμενο κεφάλαιο, δημιουργήθηκε ένα υπο-patch με το όνομα “**Octave Handler**”, μέσω του οποίου αποστέλλονται μηνύματα με τους αριθμούς

[0, 12, 24, 36, 12**]** στο υπο-patch **“Keyboard**” στο οποίο γίνεται η χαρτογράφηση του πληκτρολογίου του υπολογιστή. Η επιλογή των παραπάνω αριθμών γίνεται από τον χρήστη εξωτερικά του “**Octave Handler”** με χρήση του αντικειμένου **[umenu]**. Το συγκεκριμένο αντικείμενο μπορεί να δεχτεί μέσω του *Inspector* κείμενο ή αριθμούς χωρισμένα με κόμμα, δημιουργώντας επί της ουσίας μια λίστα στοιχείων, και να τα προβάλλει σε αυτήν την μορφή σε αναδυόμενο παράθυρο όταν ο χρήστης πατήσει με το ποντίκι πάνω του, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο έναν, φιλικό προς τον χρήστη, κατάλογο. Παράλληλα, αν ο χρήστης πατήσει πάνω σε κάποια από τα αντικείμενα της λίστας του αναδυόμενου παραθύρου το **[umenu]** θα εξάγει σαν πληροφορία είτε τον αριθμό του αντικειμένου που επιλέχθηκε με αφετηρία το μηδέν, είτε τους χαρακτήρες του ίδιου του στοιχείου σαν ***message(ΜΔ)***. Εδώ έχει επιλεχθεί η πληροφορία να εξάγεται ως αριθμός για να αξιοποιηθεί σε επόμενο κομμάτι της αλυσίδας που ελέγχει την επιλογή οκτάβων. Για την δημιουργία φιλικότερης προς τον χρήστη εμπειρίας το **[umenu]** έχει δεχθεί σαν λίστα τα **[Octave 0**, **Octave +1**, **Octave +2**, **Octave +3**, **Octave -1]** για την επιλογή της εξ ορισμού οκτάβας του πιάνου, μιας οκτάβας παραπάνω, δυο οκτάβων παραπάνω, τριών οκτάβων παραπάνω και μια οκτάβα παρακάτω από την αρχική αντίστοιχα. Εφόσον ο χρήστης επιλέξει το στοιχείο που αναπαριστά την οκτάβα για την οποία ενδιαφέρεται, το **[umenu]** στην έξοδό του θα στείλει έναν αριθμό, ο οποίος αντιπροσωπεύει τη θέση του στοιχείου μέσα στη λίστα και στη συνέχεια θα περάσει στο **[Octave Handler]**. Εκεί η αριθμητική πληροφορία θα διαβαστεί από το αντικείμενο **[select]**, στο οποίο έχουμε δώσει σαν ορίσματα τους αριθμούς “0,1,2,3,4” για κάθε στοιχείο της λίστας. Ανάλογα τον αριθμό που θα διαβάσει, το **[select]** θα παράξει στην αντίστοιχη έξοδό του ένα **[bang]**, ενεργοποιώντας έτσι το αντίστοιχο μήνυμα μεταξύ των μηνυμάτων στο καθένα εκ των οποίων έχουμε δώσει τους αριθμούς **[**0, 12, 24, 36, 12**]** ξεχωριστά. Με την ενεργοποίηση του εκάστοτε μηνύματος αποστέλλεται στο υπο-patch **[Keyboard]** ο αριθμός που έχουμε επιλέξει και προστίθεται στην αριθμητική αξία του πλήκτρου που έχει πατήσει ο χρήστης, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο τη δυνατότητα χρήσης επόμενης ή προηγούμενης οκτάβας. Για παράδειγμα, αν μέσω του **[umenu]** ο χρήστης επιλέξει το στοιχείο “**Octave +1**” αυτό θα στείλει στην έξοδό του τον αριθμό 1, ο οποίος με την σειρά του θα διαβαστεί στο υπο-patch **[Octave Handler]** από το αντικείμενο **[select]** και αυτό με τη σειρά του θα ενεργοποιήσει το μήνυμα με τον αριθμό “12”. Στη συνέχεια η παραπάνω πληροφορία θα μεταφερθεί στο υπο-patch **[Keyboard]** και θα αποτελεί μόνιμο δεύτερο προσθετέο στην εκάστοτε MIDI αξία του πληκτρολογίου μέχρι να αλλάξει από τον χρήστη. Με αυτόν τον τρόπο, κάθε φορά που ο χρήστης θα παίζει κάποια νότα αυτή θα προστίθεται με τον αριθμό “12” και σαν αποτέλεσμα η νότα που θα παράγεται θα είναι μια οκτάβα υψηλότερη.



Εικόνα 2.3: Ο μηχανισμός διαχείρισης της επιλογής οκτάβας

2.4 Attack/Release

Έχοντας ολοκληρώσει την MIDI χαρτογράφηση του πληκτρολογίου του υπολογιστή, τον μηχανισμό επιλογής και διαχείρισης των οκτάβων καθώς και την πρωταρχική μορφή του αντικειμένου **[poly~]** για την παραγωγή ήχου, ο χρήστης βρίσκεται σε θέση να παράξει ήχο μέσω της χρήσης του πιάνου. Είναι απαραίτητο να σημειωθεί ωστόσο ότι το synthesizer στην παρούσα μορφή του παρέχει περιορισμένες λειτουργίες στον χρήστη οι οποίες είναι αρκετές για την βασική παραγωγή νοτών, χωρίς όμως να προσφέρει την δυνατότητα περαιτέρω ελέγχου των χαρακτηριστικών τους, όπως την αρχή και το σβήσιμο της κάθε νότας. Έτσι ώστε να δοθεί η δυνατότητα ελέγχου της αρχής και του τέλους της νότας στον χρήστη δημιουργήθηκε το υπο-patch **[attack_release]**.

Μέσα στο συγκεκριμένο υπο-patch δημιουργήθηκε ένας μηχανισμός ο οποίος επί της ουσίας αυξάνει ή μειώνει τον χρόνο αρχής της νότας, επηρεάζοντας την ατάκα της δηλαδή και ακολουθώντας ομαλή σταδιακή αύξηση της έντασής της ανάλογα με τον χρόνο που έχουμε ορίσει στο **attack**, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο το εφέ του fade in. Αντίστοιχα, η ίδια διαδικασία συμβαίνει και για το σβήσιμο της νότας μέσω της τροποποίησης της παραμέτρου του **release** δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο το εφέ του fade out. Παράλληλα, το συγκεκριμένο υπο-patch είναι το επόμενο βήμα της

αλυσίδας μέσα στο οποίο γίνεται χαρτογράφηση επιπλέον πλήκτρων του πληκτρολογίου, και συγκεκριμένα των πλήκτρων για τα βελάκια του υπολογιστή, μέσω MIDI χαρτογράφησης.

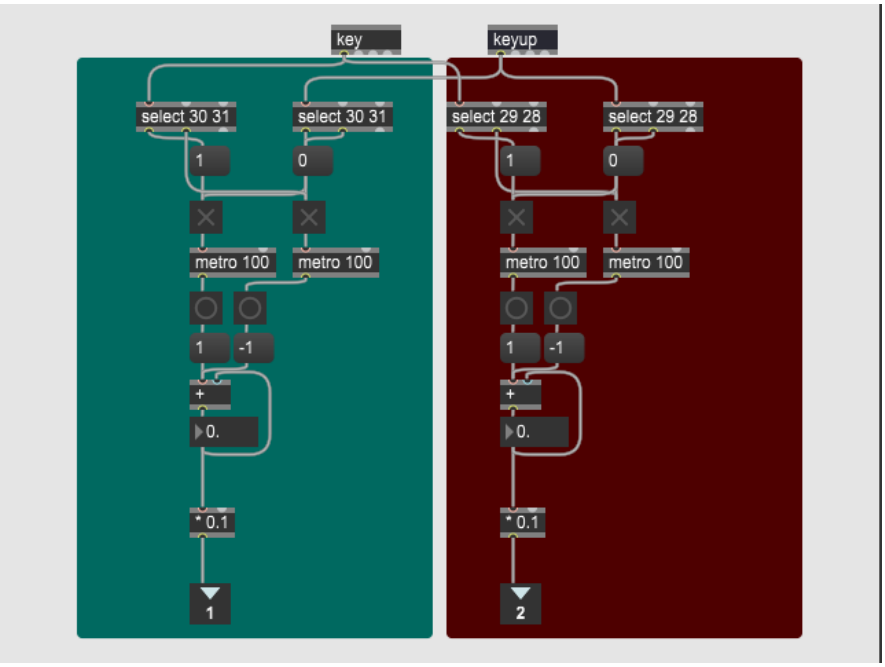
Αρχικά, έτσι ώστε να γίνει δυνατή η ανάγνωση της πληροφορίας που φέρουν τα πλήκτρα των βελών από το patch γίνεται χρήση του αντικειμένου **[key]** και **[keyup]**, ακριβώς όπως και στον μηχανισμό χαρτογράφησης του πληκτρολογίου για το πιάνο. Και σε αυτήν την περίπτωση επιλέχθηκε ο κώδικας ASCII των πλήκτρων σαν εξαγόμενη πληροφορία από τα αντικείμενα **[key]** και **[keyup]**. Από την στιγμή που ο χρήστης πατήσει κάποιο από τα τέσσερα βελάκια στον υπολογιστή η πληροφορία του καθενός θα διαβαστεί από ένα **[select]** με τα κατάλληλα ορίσματα εκ των οποίων το καθένα αντιπροσωπεύει κάθε ένα βέλος. Για τη βέλτιστη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του μηχανισμού και των βημάτων που ακολουθήθηκαν για την δημιουργία του θα χρησιμοποιήσουμε το εξής παράδειγμα. Έστω ότι ο χρήστης πατάει το βέλος με την προς τα πάνω κατεύθυνση. Στη συνέχεια, και εφόσον το πλήκτρο είναι πατημένο, το αντικείμενο **[select]** διαβάζει την πληροφορία που λαμβάνει από το **[key]** και ενεργοποιεί ένα *message box* με τον αριθμό “1” να στείλει στην έξοδό του το “1” σε ένα **[toggle]**. Αυτό λαμβάνοντας τον αριθμό “1” ενεργοποιείται και με την σειρά του ενεργοποιεί το αντικείμενο **[metro]**, το οποίο είναι επί της ουσίας ένας μετρονόμος ο οποίος παράγει στην έξοδό του ένα **[bang]** ανάλογα το χρονικό διάστημα που του έχουμε δώσει σαν όρισμα σε milliseconds. Κάθε bang του μετρονόμου ενεργοποιεί ένα *message box* με τον αριθμό “1”, παράγοντας στην έξοδό του τον συγκεκριμένο αριθμό ο οποίος αποστέλλεται σε μια πρόσθεση. Το αποτέλεσμα της πρόσθεσης αποστέλλεται ξανά στην πρόσθεση, αυτήν την φορά μέσω της δεξιάς εισόδου του αντικειμένου της πρόσθεσης, εξασφαλίζοντας με αυτόν τον τρόπο ότι το αποτέλεσμα θα αυξάνεται κατά 1 όσο ο χρήστης κρατάει πατημένο το πλήκτρο. Παράλληλα, το ίδιο αποτέλεσμα πριν την έξοδό του από το υπο-patch περνάει από έναν πολλαπλασιασμό με το 0.1, έτσι ώστε να παίρνει δεκαδική μορφή και ως εκ τούτου ο χρόνος που αντιστοιχεί στην ατάκα της νότας(attack) μέσω των δεκαδικών ψηφίων να αποκτάει περισσότερα βήματα, προσφέροντας μεγαλύτερη ακρίβεια στην συγκεκριμένη παράμετρο.

Αντίθετα, η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται με χρήση του αντικειμένου **[keyup]** με σκοπό την παύση της αύξησης ή μείωσης του χρόνου του attack και του release. Χρησιμοποιώντας το παραπάνω παράδειγμα με το βέλος με κατεύθυνση πάνω, όταν ο χρήστης αφήσει το πλήκτρο το αντικείμενο **[keyup]** θα στείλει τον αριθμό ASCII του βέλους στο αντικείμενο **[select]** και αυτό με την σειρά του θα αποστείλει ένα **[bang]** σε ένα message box με τον αριθμό “0”, ταυτόχρονα ενεργοποιώντας το να στείλει τον συγκεκριμένο αριθμό σαν εντολή στο **[toggle]**. Αυτό με την σειρά του θα απενεργοποιηθεί, δίνοντας παράλληλα εντολή στον μετρονόμο να σταματήσει να παράγει **[bang]** στην έξοδό του,

διακόπτοντας έτσι την διαδικασία της πρόσθεσης. Ως εκ τούτου, το αποτέλεσμα της πρόσθεσης παραμένει στον τελευταίο αριθμό που παράχθηκε όταν ο χρήστης άφησε το πλήκτρο μέχρι την στιγμή που θα αποφασίσει να το τροποποιήσει. Μέσω της παραπάνω διαδικασίας δίνεται στον χρήστη η δυνατότητα αύξησης του χρόνου ατάκας της νότας και διατήρησης του στο επιθυμητό χρονικό όρισμα.

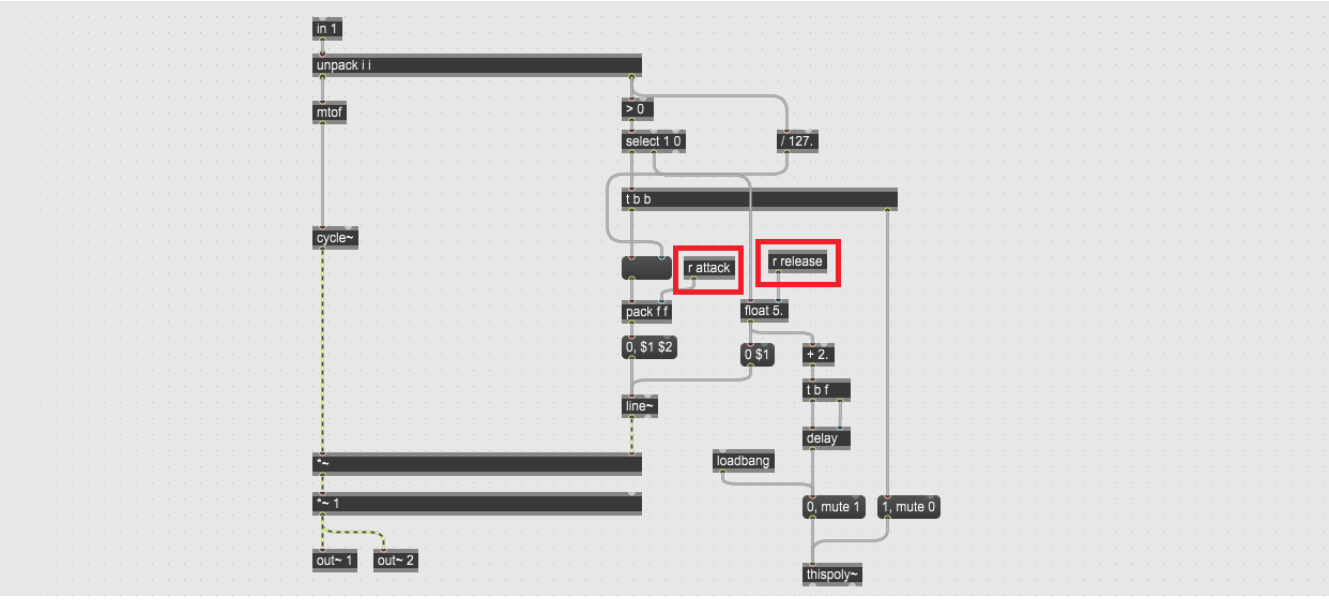
Για να μπορεί να μειωθεί ο χρόνος της ατάκας δημιουργήθηκε αντίγραφο της παραπάνω διαδικασίας για το πλήκτρο βέλους με κατεύθυνση κάτω, με την μόνη διαφορά ότι σε αυτή την περίπτωση το αντικείμενο **[metro]** ενεργοποιεί ένα message box με τον αριθμό “-1”, ο οποίος και αποστέλλεται στην πρόσθεση μετατρέποντάς την επί της ουσίας σε αφαίρεση. Με τον συνδυασμό όλων των παραπάνω, όταν ο χρήστης πατάει το πάνω βελάκι αυξάνει τον χρόνο ατάκας ενώ όταν πατάει το κάτω βελάκι τον μειώνει και παράλληλα με την χρήση του μετρονόμου εξασφαλίζεται η σταθεροποίηση του.

Το σύνολο της παραπάνω διαδικασίας έχει αντιγραφεί με διαφορετικά ορίσματα στο αντικείμενο **[select]** έτσι ώστε να διαβάζει τον κώδικα ASCII των βελών με κατευθύνσεις “αριστερά” και “δεξιά”, αναθέτοντάς τα παράλληλα στον χρόνο σβησίματος της νότας(release), δίνοντας στον χρήστη τη δυνατότητα τροποποίησής του με χρήση των συγκεκριμένων πλήκτρων.



Εικόνα 2.4: Αριστερά(μπλε πλαίσιο) το κομμάτι για το attack - Δεξιά(κόκκινο) το κομμάτι για το release

Έπειτα από την παραγωγή των επιθυμητών χρονικών παραμέτρων για τους χρόνους του attack και του release, το αριθμητικό αποτέλεσμα για κάθε ζεύγος βελών εξάγεται από το υπο-patch μέσω των εξόδων του και συνδέεται σε δύο **number boxes** με την δυνατότητα να απεικονίζουν δεκαδικούς αριθμούς. Για την οπτική διευκόλυνση του χρήστη τα συγκεκριμένα **number boxes** έχουν συμπεριληφθεί στο γραφικό περιβάλλον του synthesizer(presentation view) μαζί με message boxes με την περιγραφή *Attack(ms)* και *Release(ms)* αντίστοιχα, με αποτέλεσμα να μπορεί να βλέπει σε πραγματικό χρόνο την αριθμητική χρονική αξία σε δευτερόλεπτα των παραμέτρων που τροποποιεί και να μπορεί να ξεχωρίζει την μια από την άλλη. Παράλληλα, για να ολοκληρωθεί η χρονική μετατροπή σε δευτερόλεπτα των παραπάνω αριθμών, αυτοί πολλαπλασιάζονται με τον αριθμό “1000” ο καθένας. Το αποτέλεσμα του πολλαπλασιασμού αποστέλλεται στο αντικείμενο **[poly~]** “ασύρματα”, με την χρήση των αντικειμένων **[s attack]** και **[s release]** αντίστοιχα. Το συγκεκριμένο αντικείμενο επιτρέπει την αποστολή πληροφορίας χωρίς την χρήση καλωδίων σε οποιοδήποτε σημείο μεταξύ παραθύρων του patcher(**MD**). Μέσα στο patch του **[poly~]** έχουν δημιουργηθεί τα αντικείμενα **[r attack] [r release]** τα οποία λαμβάνουν την πληροφορία του χρόνου ατάκας και του χρόνου σβησίματος από τα αντικείμενα **[s attack]** και **[s release]** αντίστοιχα, με αποτέλεσμα να δίνεται η δυνατότητα επεξεργασίας των συγκεκριμένων παραμέτρων και ως εκ τούτου η μηχανή παραγωγής ήχου που έχουμε φτιάξει στο αντικείμενο **[poly~]** να γίνεται πιο λεπτομερής.



Εικόνα 2.5: Τα αντικείμενα [r attack] και [r release] λαμβάνουν ασύρματα τις παραμέτρους και τις στέλνουν στο υπόλοιπο κομμάτι του poly~

2.5 Είδη Ταλαντωτών

Έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, πως μέσα στο αντικείμενο **[poly~]** υπάρχει ταλαντωτής ο οποίος μετατρέπει την συχνοτική πληροφορία που λαμβάνει από το αντικείμενο **[mtof]** σε ηχητικό σήμα. Όπως μπορούμε να δούμε και στην παραπάνω εικόνα(Εικόνα 1.3) γίνεται χρήση του αντικειμένου **[cycle~]** το οποίο παράγει περιοδική κυματομορφή ημιτονοειδούς σχήματος**(ΜΔ)**. Παρότι η χρήση του **[cycle~]** είναι αρκετή για την παραγωγή ήχου, η ύπαρξη μόνο αυτού του ταλαντωτή, λαμβάνοντας υπόψη τα φίλτρα και τα εφέ που προστέθηκαν μετά και τα οποία θα αναλυθούν σε επόμενο κεφάλαιο, θα καθιστούσε το synthesizer ελλιπές σε παροχή δυνατοτήτων. Εξαιτίας αυτού κρίθηκε απαραίτητη η δημιουργία επιπλέον ταλαντωτών μέσα στο **[poly~]** αλλά και η δημιουργία τρόπου μέσω του οποίου ο χρήστης θα μπορεί να επιλέγει ποιον ταλαντωτή θέλει να χρησιμοποιήσει.

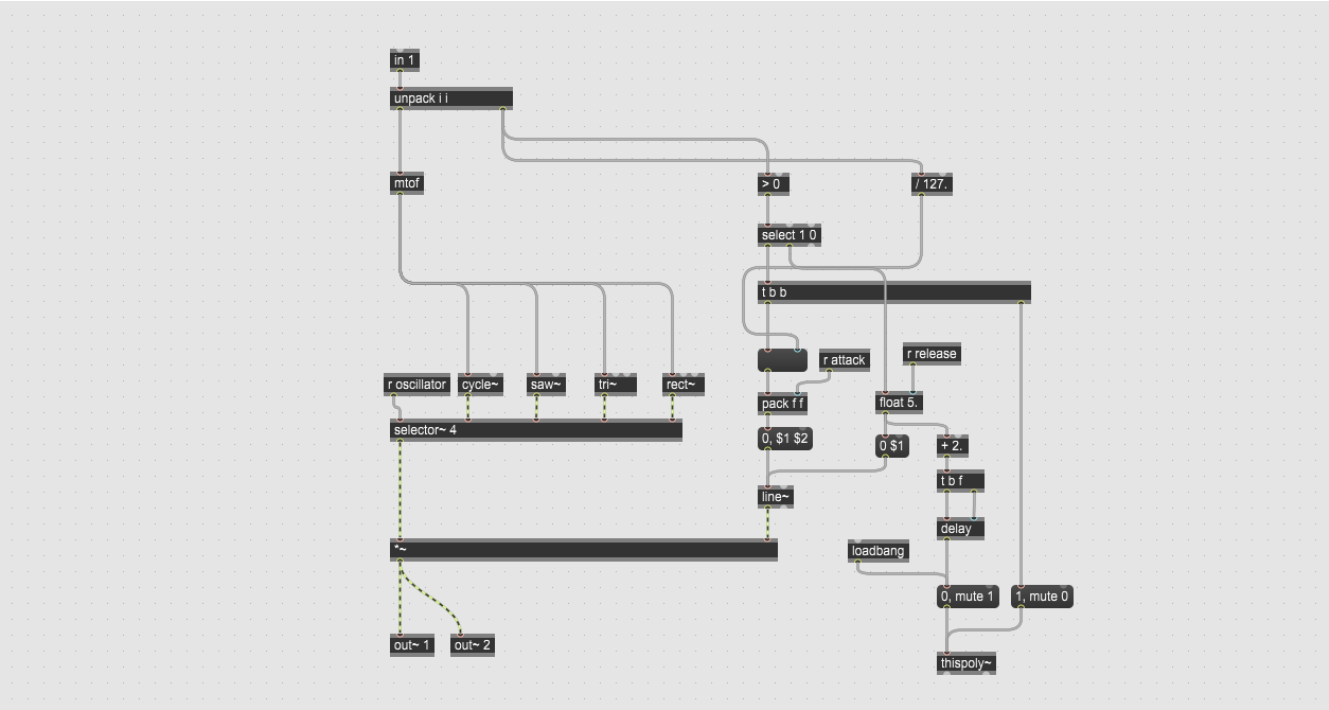
Αρχικά προστέθηκαν μέσα στο **[poly~]** τα αντικείμενα **[saw~]**, **[tri~]**, **[rect~]** και **[noise~]**. Το **[saw~]** είναι ταλαντωτής ο οποίος παράγει πριονωτή κυματομορφή από την οποία έχουν εξαλειφθεί τα σφάλματα ψηφιακής καταγραφής σήματος(aliasing) μέσω μεθόδου εξομάλυνσης των εν λόγω σφαλμάτων(anti-aliasing). Ο ταλαντωτής **[tri~]** παράγει τριγωνική κυματομορφή της οποίας οι συχνότητες παρουσιάζουν αρκετά λιγότερο aliasing ενώ το αντικείμενο **[rect~]** είναι ταλαντωτής ο οποίος, όπως και το **[saw~]**, παράγει εξομαλυμένη(anti-aliased) τετραγωνική κυματομορφή. Το **[noise~]** είναι γεννήτρια λευκού θορύβου και αξίζει να σημειωθεί πως παρότι η χρήση του συγκεκριμένου αντικειμένου δεν παράγει διαφορετικές νότες καθώς ο χρήστης παίζει με το πιάνο εξαιτίας της φύσης του λευκού θορύβου, προστέθηκε με σκοπό την αποκλειστική επεξεργασία του μέσω των φίλτρων και των εφέ που χρησιμοποιούνται στο synthesizer, με αποτέλεσμα την δυνατότητα διαφορετικής προσέγγισης της μέχρι τώρα διαδικασίας σύνθεσης ήχου του συγκεκριμένου ηλεκτρονικού μουσικού οργάνου.**(MD)**

Έχοντας προσθέσει τους παραπάνω ταλαντωτές στον μηχανισμό παραγωγής ήχου, είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί τρόπος μέσω του οποίου θα γίνεται η επιλογή του καθενός μέσω του χρήστη. Στην MAX/MSP υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι μέσω των οποίων μπορεί κάποιος να έχει έλεγχο επιλογών. Ο στόχος στην παρούσα εργασία είναι ο τρόπος με τον οποίο θα γίνεται η επιλογή ταλαντωτών να είναι φιλικός προς τον χρήστη, ενώ παράλληλα είναι απαραίτητο να αυτός ο τρόπος να δύναται να διαχειριστεί ηχητική πληροφορία, μιας και οι ταλαντωτές παράγουν στην έξοδό τους ηχητικό σήμα. Το πρώτο βήμα για να γίνει αυτό είναι η χρήση του αντικειμένου **[selector~]**. Το συγκεκριμένο αντικείμενο επιτρέπει την επιλογή ενός ή περισσότερων ηχητικών σημάτων, ή και

κανένα**(MD)**. Σαν όρισμα του δίνουμε τον αριθμό “5”, ο οποίος ορίζει τον αριθμό των εισόδων του. Αυτό σαν αποτέλεσμα έχει το **[selector~]** να αποκτήσει συνολικά έξι εισόδους, εκ των οποίων η πρώτη δέχεται εντολές για το ποια από τις εισόδους του να ενεργοποιήσει ή να τις απενεργοποιήσει όλες εντελώς. Αφού συνδέσουμε τον κάθε ταλαντωτή στην κάθε μία είσοδο πέραν της πρώτης, αποσυνδέουμε το αντικείμενο **[mtof]** από τον πολλαπλασιασμό με τον οποίο ήταν συνδεδεμένο μέχρι τώρα, και το συνδέουμε με κάθε έναν ταλαντωτή ξεχωριστά. Αυτό θα επιτρέπει σε όλους τους ταλαντωτές να δέχονται την συχνοτική πληροφορία από το πιάνο, την οποία και θα μετατρέπουν σε ηχητικό σήμα. Έπειτα ή έξοδος του **[selector~]** θα συνδεθεί στον πολλαπλασιασμό. Η τελευταία προσθήκη μέσα στο αντικείμενο **[poly~]** για την ολοκλήρωση του μηχανισμού επιλογής είναι η σύνδεση του αντικειμένου **[r oscillator]** στην πρώτη είσοδο του **[selector~]**. Αυτό το αντικείμενο αποτελεί τον αποδέκτη ο οποίος θα λαμβάνει την πληροφορία ενεργοποίησης της εκάστοτε εισόδου του **[selector~]** ή της ολικής απενεργοποίησής του ασύρματα από εξωτερικό κομμάτι του συνολικού patch.

Για να δώσουμε στον χρήστη την επιλογή αλλαγής ταλαντωτή με εύκολο προς αυτόν τρόπο θα γίνει χρήση του αντικειμένου **[umenu]**, όπως έγινε και για την επιλογή οκτάβας. Μέσω του *Inspector* γράφουμε, χωρισμένες με κόμμα, τις λέξεις “Off”, “Sine”, “Saw”, “Triangle”, “Square” και “Noise”, προσθέτοντάς τις στην λίστα αντικειμένων του **[umenu]**. Όταν ο χρήστης πατήσει πάνω στο κουτάκι του **[umenu]** θα εμφανιστεί ένα παράθυρο διαλόγου με μια λίστα αποτελούμενη από τα παραπάνω αντικείμενα. Ταυτόχρονα, το κάθε αντικείμενο αντιστοιχεί στους αριθμούς [0, 1, 2, 3, 4, 5], σύμφωνα με την σειρά με την οποία αυτά εμφανίζονται, και όταν ο χρήστης πατήσει κάποιο από αυτά το **[umenu]** θα στείλει στην έξοδό του τον αντίστοιχο αριθμό. Την έξοδό του με την αριθμητική πληροφορία την συνδέουμε στην είσοδο του αντικειμένου **[s oscillator]**, το οποίο αποτελεί τον πομπό ο οποίος στέλνει την εν λόγω πληροφορία μέσα στο **[poly~]** και εκεί θα ληφθεί από το **[r oscillator]**, ενεργοποιώντας με αυτόν τον τρόπο μία από τις εισόδους του **[selector~]** το οποίο με την σειρά του ενεργοποιεί τον αντίστοιχο ταλαντωτή και ως αποτέλεσμα ο ήχος που παράγεται έχει την χροιά ενός από τους προαναφερθέντες ταλαντωτές. Στην περίπτωση ου ο χρήστης επιλέξει την επιλογή “Off” το **[selector~]** απενεργοποιεί τις εισόδους του συνολικά, με αποτέλεσμα να “κλείνει” το synthesizer.

Με την ολοκλήρωση της παραπάνω διαδικασίας ο χρήστης έχει πλέον την δυνατότητα να επιλέξει ανάμεσα σε ένα σύνολο από ταλαντωτές ή να απενεργοποιήσει το synthesizer εξ ολοκλήρου.



Εικόνα 2.6: Ο μηχανισμός παραγωγής ήχου έπειτα της προσθήκης των ταλαντωτών, του [selector~] και του [r oscillator]

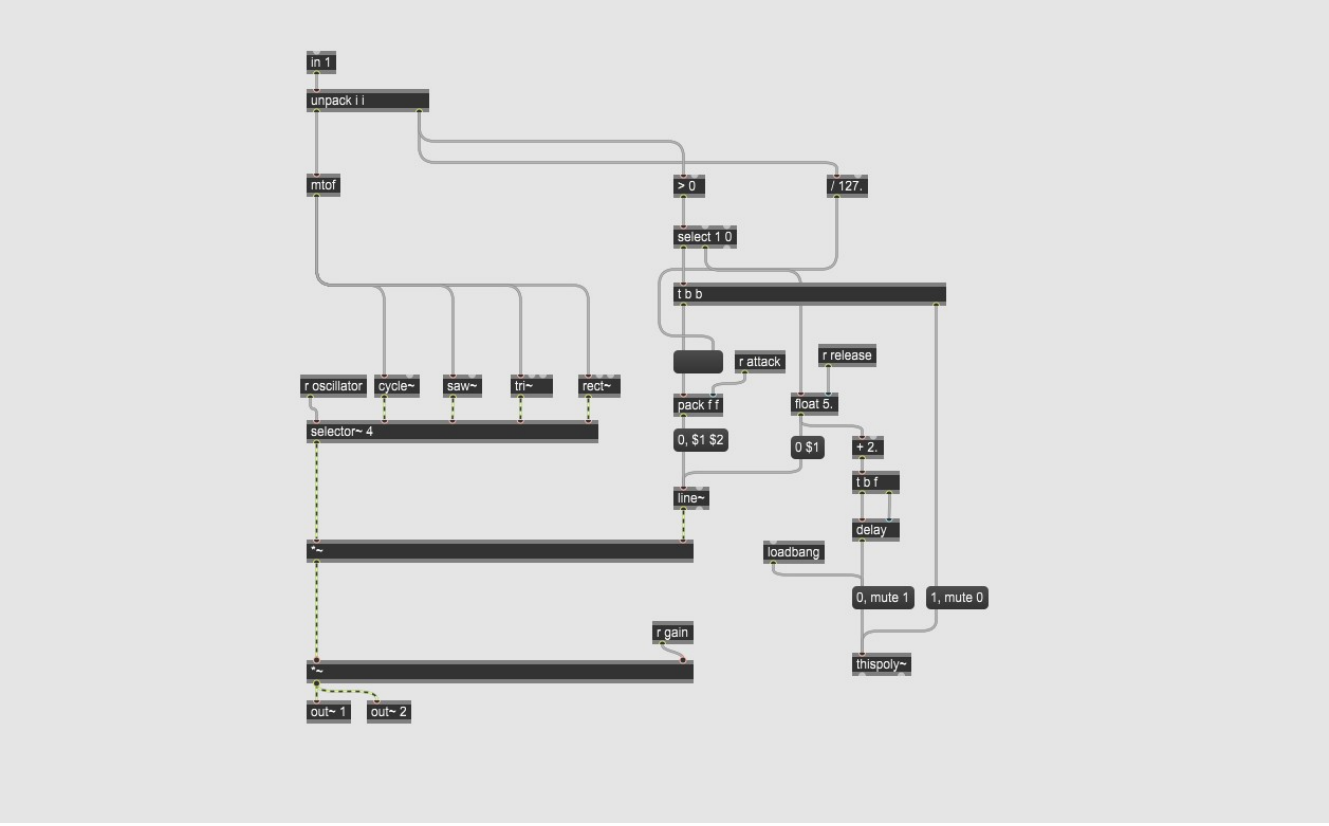
2.6 Gain/Volume

Μέχρι αυτό το σημείο το synthesizer παρέχει την δυνατότητα παραγωγής μουσικής αξιοποιώντας παράλληλα και επιπλέον παραμέτρους, όπως τα attack και release, αλλά και διαφορετικούς ταλαντωτές. Το επόμενο βήμα είναι η προσθήκη ενίσχυσης του παραγόμενου ήχου αλλά και η μετατροπή του συνολικού πιάνου σε ξεχωριστό κανάλι. Επί της ουσίας ο χρήστης πέραν από την δυνατότητα ενίσχυσης με τη χρήση ενός *Gain*, θα έχει και ξεχωριστό fader για τον έλεγχο της συνολικής ηχητικής στάθμης του οργάνου, του οποίου η έξοδος θα καταλήγει σε ένα ξεχωριστό Master Channel. Οι λόγοι που οδηγούν στην δημιουργία των παραπάνω είναι διότι στην συνέχεια θα προστεθεί μέθοδος ηχογράφησης πολλαπλών ξεχωριστών καναλιών με δυνατότητα αναπαραγωγής τους και ξεχωριστό fader για το καθένα, τα οποία θα αναλυθούν σε επόμενο κεφάλαιο, αλλά και γιατί θα εξυπηρετήσει το παίξιμο του χρήστη σε πραγματικό χρόνο.

Αρχικά ο έλεγχος της ενίσχυσης του παραγόμενου ηχητικού σήματος θα γίνεται με την χρήση του αντικειμένου **[live.dial]** το οποίο εμφανίζει ένα ποτενσιόμετρο που εξάγει αριθμούς με την κίνηση της βελόνας του ποτενσιόμετρου μέσω του ποντικιού. Το εύρος των παραγόμενων αριθμών έχει τροποποιηθεί μέσω του *Inspector* έτσι ώστε να έχουν εμβέλεια [0-1] και δεκαδική μορφή, παράγοντας

με αυτόν τον τρόπο και τα δεκαδικά ψηφία μέσα σε αυτό το εύρος αριθμών. Η έξοδος του **dial** συνδέεται με το αντικείμενο **[s gain]** με σκοπό να σταλεί μέσα στο **[poly~]**, ενώ παράλληλα αποστέλλεται και σε ένα **All-Pass Filter**, για το οποίο θα γίνει ανάλυση στο κεφάλαιο που θα ασχοληθούμε με τα φίλτρα.

Μέσα στο **[poly~]** το σήμα στην παρούσα μορφή του patch περνάει από έναν πολλαπλασιασμό με μια **[line~]** έτσι ώστε να καθοριστεί η χρονική διάρκεια των νοτών με βάσει τις παραμέτρους που ελέγχει ο χρήστης, και στη συνέχεια καταλήγει στις εξόδους του patch. Έτσι ώστε να εισαχθεί η παράμετρος του **Gain** είναι απαραίτητο να παρεμβάλουμε μεταξύ του παραπάνω πολλαπλασιασμού και των εξόδων του **[poly~]** ακόμα έναν πολλαπλασιασμό, ο οποίος θα δέχεται σαν πολλαπλασιαστή στην δεξιά είσοδό του το αντικείμενο **[r gain]**. Με αυτόν τον τρόπο θα λαμβάνει την πληροφορία που εξάγει το αντικείμενο **[live.dial]** που δημιουργήσαμε εκτός του **[poly~]** και το σήμα θα πολλαπλασιάζεται με αυτόν τον αριθμό και έπειτα θα καταλήγει ενισχυμένο στις εξόδους του **[poly~]**.



Εικόνα 2.7: Το patch με την προσθήκη του πολλαπλασιασμού και του [r gain]

Στη συνέχεια η έξοδος του αντικειμένου **[poly~]** συνδέεται με την είσοδο του αντικειμένου **[live.gain~]**, το οποίο εμφανίζει ένα στέρεο fader μέσω του οποίου ο χρήστης ελέγχει την ακουστική ένταση του ηχητικού σήματος και παρακολουθεί τα επίπεδά της. Η έξοδος του συγκεκριμένου fader καταλήγει σε ένα άλλο αντίστοιχο fader το οποίο αποτελεί το Master Fader και τέλος καταλήγει στο αντικείμενο **[ezdac~]** για να ακούγεται. Με την προσθήκη τρόπου ενίσχυσης του σήματος αλλά και χειρισμού της ηχητικής έντασης του πιάνου σαν ξεχωριστό κανάλι, καθώς και με τη δημιουργία Master καναλιού το επόμενο βήμα είναι η δημιουργία τρόπου χειρισμού της ηχητικής χωροτοποθέτησης(panning).

2.7 Ηχητική Χωροτοποθέτηση(Panning) και Random Panning

2.7.1 Βασικό Panning

Σημαντική προσθήκη στην δημιουργία του synthesizer αποτελεί η παροχή δυνατότητας στον χρήστη ελέγχου της ηχητικής χωροτοποθέτησης(panning). Η συγκεκριμένη προσθήκη, πέραν από την δυνατότητα ελέγχου της στερεοφωνικής εικόνας του παραγόμενου ήχου, θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια και στα ξεχωριστά κανάλια ηχογράφησης και αναπαραγωγής που θα προστεθούν σε επόμενο βήμα. Παράλληλα, προστέθηκε τρόπος αυτοματοποίησης της ηχητικής χωροτοποθέτησης με χρήση τυχαίων αριθμών με σκοπό την ενίσχυση της συνθετικής δημιουργίας, αποτελώντας μια επιπλέον δυνατότητα πειραματισμού στην περίπτωση που είναι επιθυμητή από τον χρήστη.

Έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η δυνατότητα panning έγινε χρήση του αντικειμένου **[pan2]**. Το συγκεκριμένο αντικείμενο είναι επί της ουσίας ένα Stereo Panner το οποίο δέχεται στην αριστερή του είσοδο ένα ηχητικό σήμα και το τοποθετεί στερεοφωνικά αναλόγως το αριθμητικό όρισμα που δέχεται ανάμεσα στο διάστημα [-1, 1], με το “-1” να αντιπροσωπεύει το αριστερότερο άκρο και το “1” το δεξιότερο άκρο αντίστοιχα. Μέχρι τώρα η έξοδος του **[poly~]** ήταν συνδεδεμένη με ένα fader και η έξοδος του εν λόγω fader ήταν συνδεδεμένη στην είσοδο του Master Fader. Για να γίνει χρήση του panning το ηχητικό σήμα που προέρχεται από την μηχανή παραγωγής ήχου συνδέεται πρώτα στην είσοδο του **[pan2]** και μετά καταλήγει στο fader. Η ίδια διαδικασία έγινε και για το κανάλι του Master έτσι ώστε ο χρήστης να έχει τον έλεγχο της χωροτοποθέτησης του. Για τον έλεγχο της χωροτοποθέτησης δημιουργήθηκε ένα ποτενσιόμετρο με τη χρήση του αντικειμένου **[live.dial~]**, του οποίου η αριθμητική εμβέλεια τροποποιήθηκε μέσω του Inspector έτσι ώστε να εμφανίζει στην έξοδό

του το διάστημα δεκαδικών αριθμών από το “-1” έως “1”. Η έξοδος του ποτενσιόμετρου συνδέεται με την είσοδο του **[pan2]** που διαβάζει αυτούς τους αριθμούς και τοποθετεί ποσοστιαία το ηχητικό σήμα στην στερεοφωνική εικόνα ανάλογα με το αριθμητικό όρισμα που δίνει ο χρήστης. Με αυτό τον τρόπο, όταν το ποτενσιόμετρο είναι στο “0” το ηχητικό σήμα βρίσκεται στο κέντρο της στερεοφωνίας ενώ ανάλογα με το πόσο αριστερά ή δεξιά κινεί ο χρήστης το ποτενσιόμετρο τόσο περισσότερο μεταφέρεται το σήμα προς το αντίστοιχο άκρο.

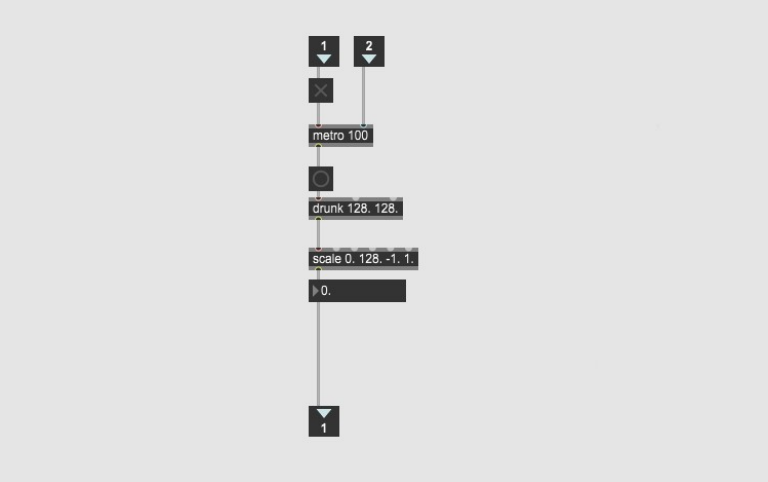
2.7.2 Random Panning

Έχοντας ολοκληρώσει τον βασικό μηχανισμό της ηχητικής χωροτοποθέτησης, δημιουργήθηκε ένας επιπλέον μηχανισμός για το panning ο οποίος, εφόσον ενεργοποιηθεί, τοποθετεί στερεοφωνικά το ηχητικό σήμα αυτόματα κάνοντας χρήση τυχαίων αριθμών.

Ο μηχανισμός αυτός δημιουργήθηκε μέσα σε ένα υπο-patch με το όνομα **[random pan]**, το οποίο συνδέεται στην δεύτερη είσοδο του **[pan2]**. Το πρώτο κομμάτι αυτού του μηχανισμού είναι ένα **Toggle** μέσω του οποίου ενεργοποιείται ένας μετρονόμος. Ο μετρονόμος με την σειρά του ενεργοποιεί το αντικείμενο **[drunk]** ανάλογα με το χρονικό όρισμα που δέχεται. Το **[drunk]** είναι ένα αντικείμενο το οποίο παράγει τυχαίους αριθμούς με εμβέλεια από το “0” μέχρι τον οποιοδήποτε αριθμό έχουμε ορίσει σαν ανώτατο όριο του αριθμητικού διαστήματος. Στην προκειμένη περίπτωση έχουμε δώσει σαν όρισμα τον αριθμό “128.” έτσι ώστε να παράγει τυχαίους δεκαδικούς αριθμούς από το “0” έως το “128”. Οι αριθμοί που θα παράγονται από το **[drunk]** θα πηγαίνουν στο **[pan2]** και έτσι θα αλλάζει η ηχητική χωροτοποθέτηση του σήματος με τυχαίο τρόπο. Το πρόβλημα που προκύπτει από αυτό το αποτέλεσμα είναι ότι το **[drunk]** παράγει τυχαίους θετικούς αριθμούς, γεγονός το οποίο σημαίνει πως το ηχητικό σήμα δεν θα μετακινείται προς το αριστερό άκρο της στερεοφωνικής εικόνας. Για να λυθεί αυτό συνδέουμε στην έξοδο του **[drunk]** το αντικείμενο **[scale]** έτσι ώστε να μετατρέψουμε τον οποιονδήποτε αριθμό στο διάστημα [0., 128.] στον οποιονδήποτε δεκαδικό αριθμό στο διάστημα [-1., 1.]. Με αυτόν τον τρόπο το ηχητικό σήμα θα μετακινείται σε όλο το εύρος της στερεοφωνικής εικόνας.

Εξωτερικά του υπο-patch έχει δημιουργηθεί ένα **button** το οποίο αν πατήσει ο χρήστης ενεργοποιεί τον μηχανισμό παραγωγής τυχαίων αριθμών. Παράλληλα έχει δημιουργηθεί ένα επιπλέον ποτενσιόμετρο με το όνομα **[Speed]** και με αριθμητική εμβέλεια από το “0” έως το “1000”. Το συγκεκριμένο ποτενσιόμετρο έχει δυο χρήσεις. Η πρώτη είναι να ορίζει το χρονικό διάστημα σε milliseconds βάσει του οποίου ο μετρονόμος μέσα στο **[random pan]** θα ενεργοποιεί το αντικείμενο **[drunk]** και αυτό θα παράγει τυχαίους αριθμούς. Η δεύτερη είναι να ορίζει στο **[pan2]** ένα χρονικό

διάστημα βάσει του οποίου θα γίνεται σταδιακά και ομαλά η εναλλαγή από τη μια τιμή της στερεοφωνικής εικόνας στην άλλην. Το **[Speed]** συνδέεται στην δεύτερη είσοδο του υπο-patch **[random pan]** έτσι ώστε να αλλάζει την ταχύτητα με την οποία ενεργοποιεί ο μετρονόμος το **[drunk]**, επί της ουσίας κάνοντας το ηχητικό σήμα να κινείται πιο γρήγορα ή πιο αργά στην στερεοφωνία. Ταυτόχρονα συνδέεται και στην τρίτη είσοδο του **[pan2]** η οποία διαχειρίζεται το χρόνο της σταδιακής αύξησης ή μείωσης της στάθμης του σήματος στο κάθε στερεοφωνικό κανάλι σε milliseconds, ή αλλιώς το fade time. Με αυτό τον τρόπο αν η τιμή του **[Speed]** είναι “100” τότε το **[random pan]** θα παράγει κάθε 100ms έναν τυχαίο δεκαδικό αριθμό και το **[pan2]** θα μετακινεί το ηχητικό σήμα κατά αυτό το ποσοστό δεξιά ή αριστερά της στερεοφωνίας ανάλογα με το πρόσημο του αριθμού, θετικό για την δεξιά μεριά και αρνητικό για την αριστερή αντίστοιχα. Παράλληλα το fade time από την εκάστοτε τιμή του panning στην επόμενη θα είναι ο ίδιος με την ταχύτητα παραγωγής αριθμών, δηλαδή στο παραπάνω παράδειγμα 100ms. Έτσι ο ήχος δεν θα παρουσιάζει “κλικς” όποτε αλλάζει το panning αλλά ούτε και απότομες εναλλαγές στις στάθμες του σήματος. Αντίθετα η μετάβαση θα είναι ομαλή και το αποτέλεσμα θα μοιάζει φυσικό.



Εικόνα 2.8: Ο μηχανισμός παραγωγής τυχαίων αριθμών για το αυτόματο panning

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Φίλτρα

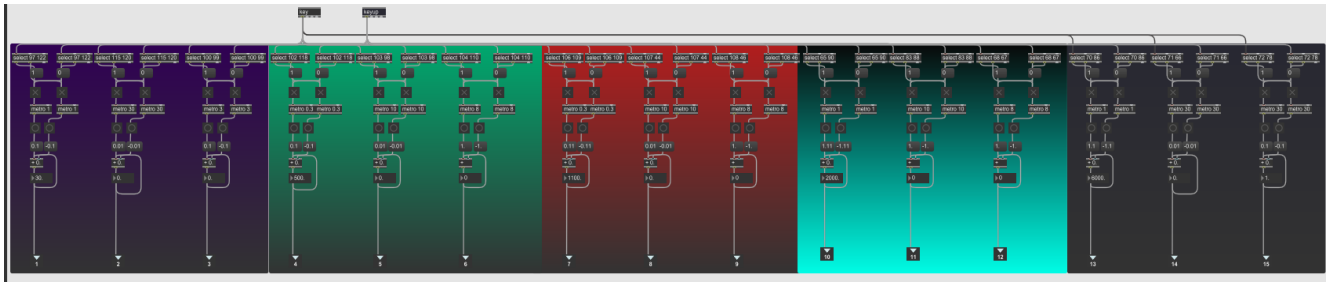
Έχοντας ολοκληρώσει τον βασικό μηχανισμό παραγωγής ήχου και προσθέσει τα βασικά μέρη που απαρτίζουν το MIDI πιάνο, το synthesizer είναι σε θέση να παρέχει στον χρήστη αρκετές δυνατότητες έτσι ώστε να παίξει ζωντανή μουσική. Ο επόμενος στόχος είναι η δυνατότητα επεξεργασίας του ηχητικού σήματος με την χρήση σειράς φίλτρων, μέσω των οποίων ο χρήστης θα μπορεί να ελέγχει ή/και να αλλάζει το συχνοτικό περιεχόμενο του παραγόμενου ήχου. Επιπλέον, αυτό θα μπορεί να γίνεται σε πραγματικό χρόνο και μέσω της χρήσης διαφορετικού μέρους του πληκτρολογίου του υπολογιστή για τον έλεγχο των παραμέτρων των φίλτρων. Για την πραγματοποίηση αυτού, το μέρος των πλήκτρων του υπολογιστή που θα χρησιμοποιηθούν θα χαρτογραφηθούν σε μορφή MIDI, όπως ακριβώς έγινε και για τα πλήκτρα του πιάνου.

3.1 MIDI Mapping

Για την διαχείριση των παραμέτρων αλλά και άλλων στοιχείων των φίλτρων, όπως η χαρτογράφηση των πλήκτρων, δημιουργήθηκε ένα υπο-patch με το όνομα **[channel_filter]**, μέσα στο οποίο περιέχονται και άλλα υπο-patch για τις διαφορετικές λειτουργίες που απαιτούνται. Το πρώτο υπο-patch που θα αναλυθεί είναι αυτό με το όνομα **[filter_knobs]** και είναι αυτό στο οποίο γίνεται η χαρτογράφηση των πλήκτρων που θα χρησιμοποιηθούν για τις παραμέτρους των φίλτρων.

Αρχικά ο χρήστης θα έχει τη δυνατότητα να ελέγχει τρεις παραμέτρους για κάθε φίλτρο. Αυτές είναι το **Gain**, η κεντρική συχνότητα **Frequency** του φίλτρου και ο παράγοντας **Q(Resonance)**, ο οποίος ανάλογα την τιμή του καθορίζει το συχνοτικό εύρος ζώνης στα -3dB/+3dB γύρω από την κεντρική συχνότητα που ορίζει ο χρήστης. Έτσι ώστε να ελέγχεται αποτελεσματικά η κάθε παράμετρος είναι απαραίτητο να μπορεί να αυξηθεί ή να μειωθεί η τιμή της. Για αυτό το σκοπό θα γίνει χρήση δύο πλήκτρων για την κάθε παράμετρο, συνολικά έξι πλήκτρα για το κάθε φίλτρο, και η λογική που θα ακολουθηθεί, όπως και ο μηχανισμός που θα δημιουργηθεί, θα είναι ίδια με αυτήν για τις τιμές του **Attack** και του **Release**.

Το επιθυμητό αποτέλεσμα είναι ο χρήστης να μπορεί να αλλάζει τις παραμέτρους των φίλτρων γρήγορα, χωρίς να είναι απαραίτητο να κάνει μεγάλες κινήσεις κατά την διάρκεια που παίζει μουσική. Παράλληλα είναι επιθυμητό να χρησιμοποιεί τα φίλτρα ταυτόχρονα με το πιάνο, αλλάζοντας σε πραγματικό χρόνο το συχνοτικό περιεχόμενο των νοτών που παίζει την ώρα που αυτές παράγονται. Για να γίνουν δυνατά τα παραπάνω, επιλέχθηκε να γίνει χρήση των πλήκτρων **[A-L]** και **[Z-”>”]** με την σειρά κατά την οποία αυτά εμφανίζονται στο πληκτρολόγιο. Τα πλήκτρα θα χρησιμοποιηθούν ως ζεύγη για τον έλεγχο της κάθε παραμέτρου, με τους πρώτους συνδυασμούς να αποτελούν τα ζεύγη **[A-Z]**, **[S-X]** και **[D-C]** για το **Gain**, το **Frequency** και το **Q** αντίστοιχα για το πρώτο φίλτρο στην σειρά. Η παραπάνω ομαδοποίηση των πλήκτρων θα είναι ίδια και για τα υπόλοιπα πλήκτρα που θα αντιστοιχούν στις ίδιες παραμέτρους των υπόλοιπων φίλτρων.



Εικόνα 3.1: Ο μηχανισμός χαρτογράφησης των παραμέτρων των φίλτρων

Όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα, ο μηχανισμός χαρτογράφησης των πλήκτρων του υπολογιστή είναι ακριβώς ίδιος με τον μηχανισμό των παραμέτρων Attack και Release. Στην προκειμένη περίπτωση, διακρίνουμε πέντε αντίγραφα του μηχανισμού, ένα για κάθε φίλτρο που βρίσκεται στην διάθεση του χρήστη. Τα διαθέσιμα φίλτρα είναι ένα **Low-Cut Filter**(φίλτρο αποκοπής χαμηλών συχνοτήτων) με συχνοτική εμβέλεια 35-500Hz, ένα **Low-Resonant Filter**(φίλτρο αντήχησης χαμηλο-μεσαίων συχνοτήτων με επίκεντρο μια συχνότητα και των γύρω περιοχών της) με συχνοτική εμβέλεια 500-1100Hz, ένα **Middle-Resonant Filter**(φίλτρο αντήχησης υψηλο-μεσαίων συχνοτήτων με επίκεντρο μια συχνότητα και των γύρω περιοχών της) με συχνοτική εμβέλεια 1100-2000Hz, ένα **High-Resonant Filter**(φίλτρο αντήχησης υψηλών συχνοτήτων με επίκεντρο μια συχνότητα και των γύρω περιοχών της) με συχνοτική εμβέλεια 2000-3500Hz και ένα **High-Cut Filter**(φίλτρο αποκοπής υψηλών συχνοτήτων) με συχνοτική εμβέλεια 3500-6000Hz.

Τα τρία πρώτα φίλτρα, δηλαδή τα Low-Cut Filter, Low-Res Filter και Mid-Res Filter στο σύνολό τους δεσμεύουν μέσω της MIDI χαρτογράφησης όλα τα πλήκτρα του πληκτρολογίου που

αναφέρθηκαν παραπάνω, δηλαδή τα πλήκτρα **[A έως L]** και **[Z έως “>”]**. Προκειμένου να καταστεί δυνατό να τροποποιηθούν οι παράμετροι των High-Res και High-Cut φίλτρων μέσω του πληκτρολογίου, γίνεται δέσμευση των ήδη χαρτογραφημένων πλήκτρων από την αρχή, με την μόνη διαφορά ότι απαιτείται η ενεργοποίηση του πλήκτρου **Caps Lock**. Όταν το Caps Lock ενεργοποιείται τα πλήκτρα **[A-D]** και **[Z-C]** μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο των παραμέτρων του High-Res Filter, και τα πλήκτρα **[F-H]** και **[V-N]** μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο των παραμέτρων του High-Cut Filter. Παρακάτω ακολουθεί πίνακας με τις αντιστοιχίσεις των πλήκτρων και των παραμέτρων που ελέγχουν ανάλογα με το φίλτρο, με σκοπό την ευκολότερη κατανόηση της MIDI χαρτογράφησης.

	Caps Lock OFF			Caps Lock ON	
	Low-Pass	**Low-Res**	**Mid-Res**	**High-Res**	**High-Cut**
Gain	A-Z	F-V	J-M	A-Z	F-V
Frequency	S-X	G-B	K-<	S-X	G-B
Q(Resonance)	D-C	H-N	L->	D-C	H-N

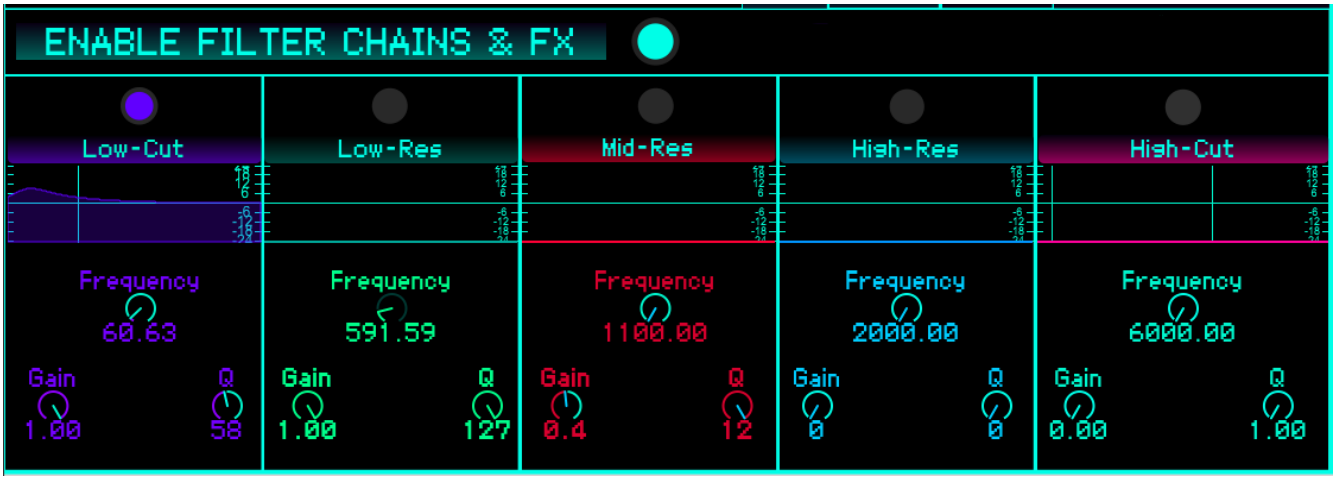
3.2 Ενεργοποίηση/Απενεργοποίηση Φίλτρων

Τα φίλτρα που παρέχει το synthesizer αποτελούν μια μορφή επεξεργασίας του παραγόμενου ηχητικού σήματος, η οποία μπορεί να το τροποποιήσει ή να το διαμορφώσει με τέτοιο τρόπο ώστε το τελικό αποτέλεσμα να διαφέρει από το την αρχική μορφή σε μεγάλο ή ελάχιστο βαθμό. Για αυτόν το λόγο τα φίλτρα αποτελούν ξεχωριστό κομμάτι της εφαρμογής, το οποίο μπορεί να ενεργοποιηθεί ή να απενεργοποιηθεί, δίνοντας στον χρήστη την επιλογή εναλλαγής μεταξύ του “καθαρού”(dry), χωρίς επεξεργασία από φίλτρα, σήματος, και του σήματος που μπορεί να τροποποιηθεί μέσω των φίλτρων αλλά και των εφέ(wet).

Έτσι ώστε να είναι δυνατή αυτή η εναλλαγή δημιουργήθηκε ένα **Gate** με δύο εξόδους, μέσα από το οποίο περνάει το ηχητικό σήμα**.** Για να ενεργοποιηθεί η σειρά των φίλτρων υπάρχει ένα κουμπί δίπλα από την σημείωση **“ENABLE FILTER CHAINS & FX”**. Πατώντας το με το κλικ του ποντικιού δίνεται εντολή στο **gate** να ανοίξει την δεύτερη έξοδό του, και να στείλει το εισερχόμενο σε αυτό ηχητικό σήμα μέσα από την σειρά των φίλτρων αλλά και των εφέ. Ο χρήστης έπειτα έχει την

δυνατότητα να επιλέξει μεταξύ κάποιων συνδυασμών των μονάδων επεξεργασίας του σήματος μέσω ενός μενού το οποίο βρίσκεται πάνω από τις μονάδες των εφέ. Μία από τις διαθέσιμες επιλογές είναι και η **“Filtered Signal”**, η οποία στέλνει το ηχητικό σήμα που εξέρχεται από την έξοδο των φίλτρων στην έξοδο του καναλιού του οργάνου αλλά και του Master, παρακάμπτοντας τις μονάδες εφέ. Πρέπει να σημειωθεί πως με την επιλογή οποιουδήποτε άλλου συνδυασμού ηχητικής επεξεργασίας το παραγόμενο σήμα εξέρχεται πάντα πρώτα από τα φίλτρα πριν περάσει στην εκάστοτε μονάδα εφέ. Περισσότερα για τα εφέ θα αναλυθούν σε επόμενο κεφάλαιο.

Όσο το **“ENABLE FILTER CHAINS & FX”** είναι ενεργοποιημένο το ηχητικό σήμα θα περνάει πάντα μέσα από την σειρά φίλτρων. Παρόλα αυτά δίνεται η δυνατότητα ενεργοποίησης και απενεργοποίησης του κάθε φίλτρου ξεχωριστά.



Εικόνα 3.2: Τα είδη φίλτρων με τις παραμέτρους τους και τα κουμπιά ενεργοποίησης

Όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα, πάνω από το όνομα του κάθε φίλτρου υπάρχει ένας διακόπτης. Πατώντας τον μπορεί το εκάστοτε φίλτρο να ενεργοποιηθεί ή να απενεργοποιηθεί. Με την απενεργοποίηση κάποιου φίλτρου, η οποιαδήποτε επεξεργασία έχει υποστεί η συχνοτική περιοχή την οποία αυτό επηρεάζει χάνεται, επαναφέροντας το συγκεκριμένο συχνοτικό διάστημα στην αρχική κατάσταση του σήματος πριν την επεξεργασία από το συγκεκριμένο φίλτρο. Ωστόσο, οι ρυθμίσεις που έχει κάνει ο χρήστης στο φίλτρο επαναφέρονται με την ενεργοποίησή του, μέσω της εισαγωγής ενός συστήματος αποθήκευσης. Το συγκεκριμένο σύστημα θα αναλυθεί περισσότερο παρακάτω.

Για κάθε φίλτρο υπάρχει και ένα αντίστοιχα ονοματισμένο υπο-patch, μέσα στο οποίο γίνεται η διαχείριση της πληροφορίας για την ενεργοποίηση/απενεργοποίηση του φίλτρου, καθώς και η διανομή

του σήματος. Για παράδειγμα, εάν ο χρήστης έχει ενεργοποιημένα όλα τα φίλτρα και αποφασίσει ότι θέλει να απενεργοποιήσει το Mid-Res Filter, τότε πατώντας το κουμπί πάνω από το συγκεκριμένο φίλτρο, θα σταλεί η εντολή στο αντίστοιχο υπο-patch να το απενεργοποιήσει, στέλνοντας ταυτόχρονα το ηχητικό σήμα από το προηγούμενο φίλτρο κατευθείαν στο επόμενο.

Κάθε φίλτρο συνοδεύεται και από ένα αντικείμενο **[filtergraph~]**, το οποίο χρησιμοποιείται σαν οθόνη γραφικής απεικόνισης της συχνοτικής απόκρισης του φίλτρου, καθώς και των παραμέτρων Gain και Q. Με κάθε αλλαγή των παραμέτρων αλλάζει και η γραφική απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο, παρουσιάζοντας και οπτικά τις διαφορετικές ρυθμίσεις στο συχνοτικό φάσμα.

Σημαντική λεπτομέρεια που αφορά την πορεία του ηχητικού σήματος μέσα από τα φίλτρα είναι το γεγονός ότι εάν απενεργοποιηθεί το Low-Cut Filter όσο είναι ενεργοποιημένο το **“ENABLE FILTER & FX”**, τότε δεν θα φτάνει το ηχητικό σήμα σε κάποια έξοδο, με αποτέλεσμα να μην ακούγεται τίποτα. Αυτό συμβαίνει διότι, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, έχει γίνει εσκεμμένα ο διαχωρισμός του αφιλτράριστου, μη επεξεργασμένου σήματος από το επεξεργασμένο σήμα. Αυτό συμβαίνει για να υπάρξει η συνθήκη “καθαρού” και “βρώμικου” σήματος(dry/wet signal). Βάσει αυτού, όταν ενεργοποιούνται τα φίλτρα και τα εφέ, το Low-Cut Filter αποτελεί παράλληλα και την “πύλη” που επιτρέπει ή όχι στο ηχητικό σήμα να συνεχίσει την πορεία του μέχρι την έξοδο της εφαρμογής και κατ’επέκταση στα ηχεία των χρηστών.

3.3 Σύστημα αποθήκευσης ρυθμίσεων των φίλτρων

Στην προηγούμενη ενότητα έγινε αναφορά στην δυνατότητα επαναφοράς των ρυθμίσεων των φίλτρων έπειτα από την απενεργοποίηση τους μέσω ενός συστήματος αποθήκευσης. Το συγκεκριμένο σύστημα έχει δημιουργηθεί μέσα σε ένα υπο-patch, το οποίο με την σειρά του βρίσκεται στο υπο-patch το οποίο διαχειρίζεται το σύνολο των φίλτρων και των λειτουργιών τους. Όταν κάποιο φίλτρο ενεργοποιηθεί, η πληροφορία ότι είναι ενεργό φτάνει και στο σύστημα αποθήκευσης, το οποίο ενεργοποιείται με τη σειρά του ταυτόχρονα με το φίλτρο και λειτουργεί στο παρασκήνιο της εφαρμογής μέχρι να λάβει την εντολή να σταματήσει. Όσο είναι ενεργό το φίλτρο, το σύστημα αποθήκευσης καταγράφει τις τιμές των παραμέτρων Gain, Frequency και Q, αποθηκεύοντας τες

προσωρινά σε πραγματικό χρόνο, λειτουργώντας επί της ουσίας με παρόμοιο τρόπο όπως η μνήμη RAM του υπολογιστή. Κάθε αλλαγή που κάνει ο χρήστης στις παραμέτρους αυτές καταγράφεται και αντικαθιστά τις προηγούμενες τιμές που είχαν αποθηκευτεί. Όταν το φίλτρο απενεργοποιηθεί, στέλνεται εντολή από το πρόγραμμα να απενεργοποιήσει και το σύστημα αποθήκευσης, κρατώντας στην μνήμη του τις τελευταίες τιμές που έλαβε πριν σταματήσει η λειτουργία του. Όταν το ίδιο φίλτρο ενεργοποιηθεί ξανά, θα ενεργοποιηθεί και το σύστημα αποθήκευσης, ανακαλώντας τις τιμές των παραμέτρων που είχε κρατήσει και τις στέλνει στο ίδιο το φίλτρο, επαναφέροντας το φίλτρο στις προηγούμενες ρυθμίσεις που είχε πριν αυτό κλείσει. Παράλληλα, όταν ένα φίλτρο απενεργοποιείται, σταματάει και η απεικόνιση του συχνοτικού φάσματος από το αντικείμενο **[filtergraph~]**. Όπως φαίνεται και στην εικόνα(3.2), στα απενεργοποιημένα φίλτρα έχει εξαφανισθεί και η γραφική απεικόνιση του φάσματος. Με την ενεργοποίηση ενός φίλτρου επανέρχεται και η γραφική απεικόνιση βάσει των αποθηκευμένων τιμών που υπάρχουν στο σύστημα αποθήκευσης.

Η συγκεκριμένη λειτουργία δημιουργήθηκε με σκοπό να προσφέρει στον χρήστη μεγαλύτερη ευκολία στο να ελέγχει τις ρυθμίσεις που αλλάζει καθώς πειραματίζεται με τον ήχο που δημιουργεί σε πραγματικό χρόνο. Για παράδειγμα, εάν κατά την διάρκεια της σύνθεσης ο χρήστης θελήσει να ελέγξει πως ακούγεται το ηχητικό αποτέλεσμα χωρίς ένα ή παραπάνω φίλτρα, χωρίς να κλείσει όμως τις μονάδες των εφέ ή όλα τα φίλτρα στο σύνολό τους, μπορεί με την παραπάνω λειτουργία να απενεργοποιήσει ένα φίλτρο, και όταν το επαναφέρει να έχει τις τελευταίες ρυθμίσεις που είχε αλλάξει κατευθείαν, χωρίς να χρειάζεται να τις ξαναφτιάξει από την αρχή.

Αξίζει να σημειωθεί πως εάν τερματιστεί η εφαρμογή, το σύστημα αποθήκευσης κρατάει τις τελευταίες τιμές των παραμέτρων των φίλτρων που έλαβε και τις επαναφέρει με την επανεκκίνηση του προγράμματος. Παρόλα αυτά, η λειτουργία αποθήκευσης και επαναφοράς των ρυθμίσεων των φίλτρων δεν αποτελεί τρόπο δημιουργίας προκαθορισμένων ρυθμίσεων(preset), όπως το σύστημα δημιουργίας preset που υπάρχει στην εφαρμογή και αποθηκεύει και αυτό τις ρυθμίσεις του προγράμματος. Η λειτουργία του περιορίζεται αποκλειστικά και μόνο στην διευκόλυνση του χρήστη να ελέγχει σε πραγματικό χρόνο το ηχητικό αποτέλεσμα, παρέχοντας επί της ουσίας μια λειτουργία παράκαμψης(bypass) κάποιου φίλτρου.

Κεφάλαιο 4: Εφέ

Με την σειρά των φίλτρων ολοκληρωμένη, ο χρήστης της εφαρμογής μπορεί ήδη να διαμορφώσει τον παραγόμενο ήχο αρκετά, αλλάζοντας το τελικό αποτέλεσμα ριζικά, σε πραγματικό χρόνο. Η προσθήκη μονάδων εφέ, αλλά και τρόπων σύνθεσης ήχου, αποτελεί το επόμενο, και τελευταίο, κομμάτι στις δυνατότητες σύνθεσης και επεξεργασίας ήχου που προσφέρει το synthesizer. Οι μονάδες εφέ αποτελούνται από ένα Comb Filter, δύο μονάδες Delay, ένα LFO, ένα Wavetable και μια μονάδα Frequency Parallel Modulation Synthesis. Πρέπει να σημειωθεί πως αν και το Wavetable και η Frequency Parallel Modulation δεν αποτελούν μονάδες εφέ με την κλασσική έννοια, έχουν τοποθετηθεί στην ίδια κατηγορία μαζί με το Comb Filter και τα Delay με σκοπό την ευκολότερη παρουσίασή τους, το γεγονός πως η χρήση τους οδηγεί στην δημιουργία διαφορετικών ηχητικών εφέ, αλλά και την τοποθέτησή τους στο γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής. Με εξαίρεση την Frequency Parallel Modulation Synthesis και το Wavetable, οι υπόλοιπες μονάδες εφέ, καθώς και το LFO, ενεργοποιούνται και αυτές μαζί με τα φίλτρα.

4.1 Comb Filter

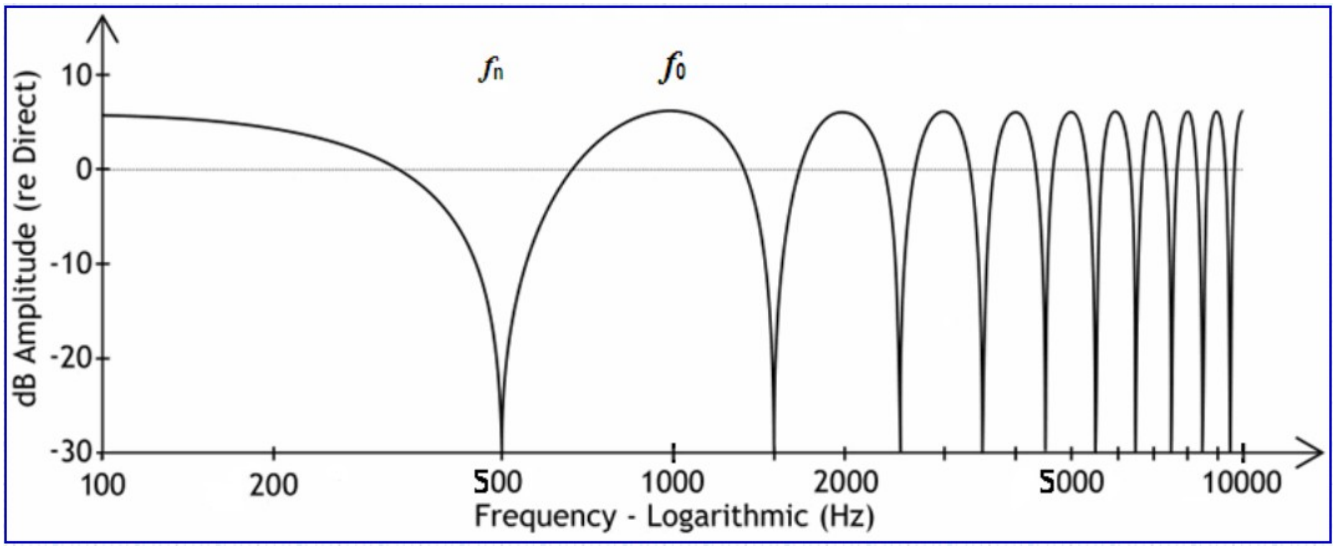
4.1.1 Βασική περιγραφή του Comb Filter

Το Comb Filter είναι ένα φίλτρο το οποίο είναι αποτέλεσμα της πρόσθεσης ενός σήματος με την καθυστερημένη εκδοχή του. Η πρόσθεση αυτή προκαλεί εποικοδομητική και καταστροφική συμβολή στο σήμα στην έξοδο του φίλτρου, με αποτέλεσμα η συχνοτική απόκριση του παραγόμενου σήματος να αποτελείται από μια σειρά “εγκοπών” και μια σειρά κορυφών, οι οποίες εμφανίζονται σε επαναλαμβανόμενα συχνοτικά διαστήματα. Οι εγκοπές και οι κορυφές εναλλάσσονται μεταξύ τους, με αποτέλεσμα η συχνοτική απόκριση να παρουσιάζει τη μορφή χτένας, από την οποία και πήρε το όνομά του το συγκεκριμένο φίλτρο.

Στα σημεία όπου βρίσκονται οι εγκοπές το πλάτος των αρμονικών συχνοτήτων είναι ελάχιστο, ενώ στα σημεία όπου βρίσκονται οι κορυφές το πλάτος των αρμονικών είναι μέγιστο. Αυτό έχει σαν

αποτέλεσμα την δημιουργία του χαρακτηριστικού ήχου ενός Comb Filter. Ανάλογα τον χρόνο καθυστέρησης του σήματος, αλλάζει και η διαφορά φάσης μεταξύ των δύο σημάτων και, ως εκ τούτου, αλλάζουν οι αρμονικές συχνότητες στις οποίες εμφανίζονται μέγιστα και ελάχιστα πλάτη αντίστοιχα, αλλάζοντας με αυτόν τον τρόπο το τελικό ηχητικό αποτέλεσμα στην έξοδο του φίλτρου.

Στην παρακάτω εικόνα διακρίνονται οι κορυφές και οι εγκοπές που δημιουργούνται στο συχνοτικό φάσμα έπειτα από την επίδραση του Comb Filter στο σήμα.

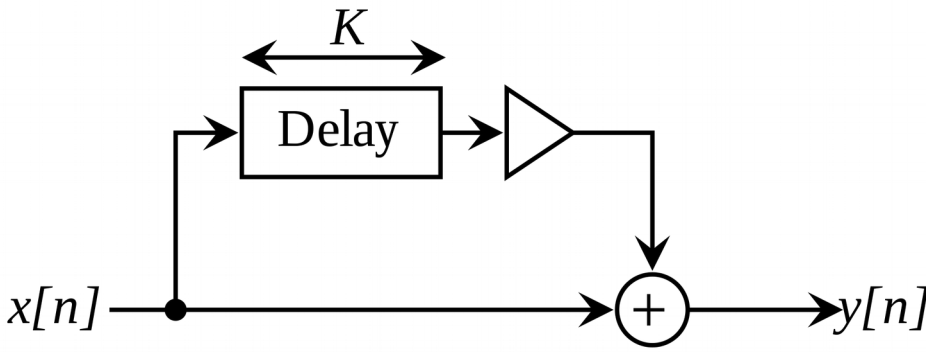


Εικόνα 4.1: Συχνοτική απόκριση ενός Comb Filter

4.1.2 Είδη Comb Filter και χρήση τους στην εφαρμογή

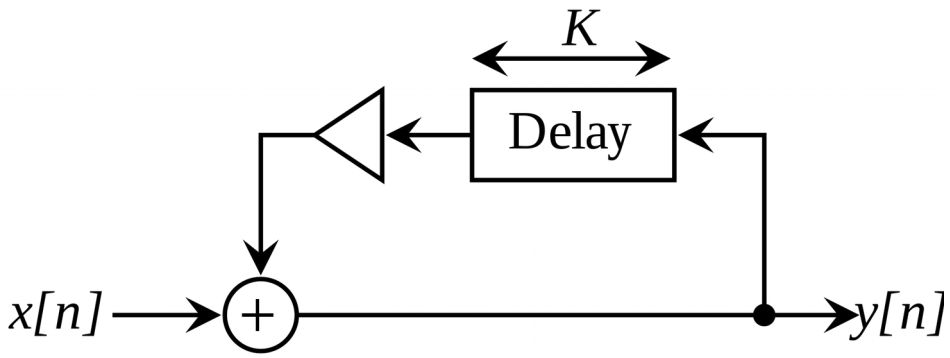
Ένα Comb Filter υπάρχει σε δύο μορφές, το Feedforward Comb Filter και το Feedback Comb Filter. Οι ονομασίες *feedforward και feedback* αναφέρονται στην κατεύθυνση την οποία το καθυστερούμενο σήμα ακολουθεί πριν προστεθεί με το αρχικό σήμα.

Το Feedforward Comb Filter προσθέτει το καθυστερημένο σήμα με το αρχικό στην έξοδο του φίλτρου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση μιας σειράς από εγκοπές στην συχνοτική απόκριση, οι οποίες τοποθετούνται σε ίσα συχνοτικά διαστήματα μεταξύ τους. Πρέπει να σημειωθεί ότι το μέγεθος των εγκοπών δεν επηρεάζεται από το Feedforward Gain.



Εικόνα 4.2: Διάγραμμα ενός feedforward Comb Filter

Στο Feedback Comb Filter καθυστερείται μια αντεστραμμένη εκδοχή του αρχικού σήματος και προστίθεται με αυτό στην είσοδο του φίλτρου. Το μέγεθος των εγκοπών που εμφανίζονται στην συχνοτική απόκριση αυξάνεται όσο αυξάνεται και η προενίσχυση του feedback.



Εικόνα 4.3: Διάγραμμα ενός feedback Comb Filter

Το παρών synthesizer κάνει χρήση και των δύο μορφών του Comb filter. Για την κατασκευή του ίδιου του φίλτρου έχει δημιουργηθεί ένα υπο-patch, μέσα στο οποίο γίνεται η λήψη και διαχείριση των απαιτούμενων πληροφοριών έτσι ώστε να λειτουργήσει το φίλτρο. Μέσα στο υπο-patch εισέρχεται το ηχητικό σήμα το οποίο παράγεται από την μηχανή του ήχου και περνάει μέσα από το αντικείμενο **[comb~]**. Αυτό το αντικείμενο εφαρμόζει στο ηχητικό σήμα ένα απλό Comb Filter, βάσει κάποιων παραμέτρων που λαμβάνει από τον χρήστη.

Όπως έχει παρουσιαστεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, οι διαθέσιμες παράμετροι τις οποίες μπορεί να ελέγξει ο χρήστης είναι το Delay, το Gain, το Feedforward και το Feedback. Ο έλεγχος τους γίνεται με τη χρήση ποτενσιόμετρων. Το κάθε ποτενσιόμετρο εξάγει μία τιμή, η οποία λαμβάνεται από το Comb Filter μέσα στο υπο-patch, αφού προηγουμένως έχει μετατραπεί μέσω του αντικειμένου **[scale]**, σε διαφορετική τιμή η οποία εξυπηρετεί καλύτερα τον σκοπό του συγκεκριμένου φίλτρου για αυτό το synthesizer. Για παράδειγμα, η παράμετρος του feedback δεν μπορεί να πάρει τιμή ίση ή μεγαλύτερη από την τιμή 1 διότι θα δημιουργηθεί ένας ατέρμονος βρόχος ανατροφοδότησης του σήματος και αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα να μην μπορεί να λειτουργήσει σωστά η εφαρμογή, ενώ παράλληλα υπάρχει πιθανότητα το παραγόμενο σήμα να προκαλέσει ενόχληση στα αυτιά, ενώ παράλληλα μπορεί φθείρει τα ακουστικά ή τα ηχεία του χρήστη. Ακολουθώντας την ίδια λογική, έχουν υποστεί αντίστοιχη μετατροπή και οι τιμές των υπόλοιπων ποτενσιόμετρων. Σημαντική εξαίρεση αποτελεί το Delay. Τυπικά, ο χρόνος καθυστέρησης που χρειάζεται για να εμφανιστεί το φαινόμενο του Comb Filtering είναι 15-20ms. Στην εφαρμογή το ανώτατο χρονικό όριο, το οποίο καθορίζεται μέσα στο υπο-patch του Comb Filter, είναι τα 1000ms, έτσι ώστε η επιρροή του φίλτρου στο ηχητικό σήμα να είναι μεγαλύτερη, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται εφέ όπως Pitch Shifting(τονική μετατροπή) ή Flanging.

Για να γίνει χρήση του Comb Filter απαιτείται, όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενη ενότητα, η ενεργοποίηση των φίλτρων και των εφέ, καθώς και η επιλογή του ίδιου του Comb Filter, ή κάποιου συνδυασμού εφέ που να το εμπεριέχει, μέσα από το μενού που βρίσκεται πάνω από τις μονάδες των εφέ.

4.2 Μονάδες Delay

4.2.1 Βασική περιγραφή του Delay

Το Delay σαν τεχνική επεξεργασίας ηχητικού σήματος, καταγράφει ένα εισερχόμενο ηχητικό σήμα σε κάποιο μέσο αποθήκευσης και το αναπαράγει έπειτα από συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Το αποτέλεσμα της μίξης του αρχικού σήματος με την καθυστερημένη εκδοχή του είναι η δημιουργία ενός ηχητικού εφέ παρόμοιο με αυτό της ηχούς, κατά το οποίο το αρχικό σήμα ακούγεται ακολουθούμενο από το καθυστερημένο σήμα έπειτα από κάποια χρονική περίοδο.

Η μονάδα Delay που έχει δημιουργηθεί για το συγκεκριμένο synthesizer αποτελείται επί της ουσίας από δύο μονάδες Delay, οι οποίες είναι φτιαγμένες με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Και οι δύο μονάδες έχουν διαφορετική λειτουργία, και ως εκ τούτου παράγουν διαφορετικό ηχητικό αποτέλεσμα ξεχωριστά.

4.2.2 Είδη Delay στην εφαρμογή

Modulation Delay

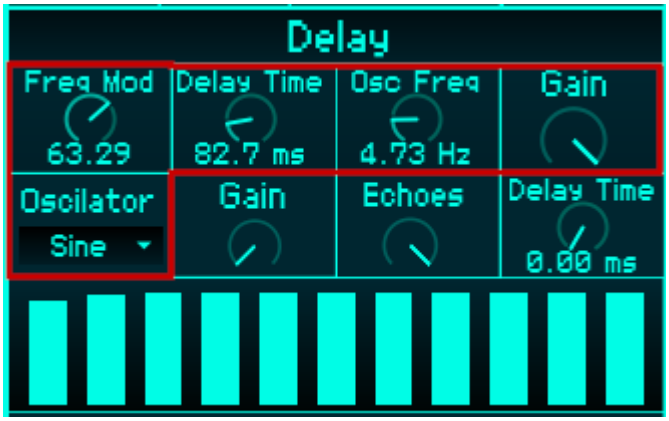
Η πρώτη μονάδα Delay είναι ένα Modulation Delay. Μέσω της παραμέτρου **Delay** ορίζεται ένας χρόνος καθυστέρησης, έπειτα από τον οποίο θα αναπαραχθεί η νότα που θα παίξει ο χρήστης. Πρέπει να σημειωθεί ότι δεν θα ακουστεί η νότα ακολουθούμενη από μια διακριτή επανάληψή της, θα ακουστεί απλώς καθυστερημένη. Ο λόγος για τον οποίο συμβαίνει αυτό, είναι διότι η συγκεκριμένη μονάδα λειτουργεί συνδυαστικά με τις υπόλοιπες παραμέτρους για να τροποποιεί το παραγόμενο ηχητικό σήμα ανατροφοδοτώντας το με το καθυστερημένο, και με αυτό τον τρόπο παράγονται ποικίλα διαφορετικά ηχητικά εφέ.

Η παραπάνω διαδικασία για να μπορέσει να λειτουργήσει χρειάζεται έναν ταλαντωτή. Όπως έχει παρουσιαστεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, έχει δημιουργηθεί ένα μενού το οποίο προσφέρει την επιλογή ανάμεσα σε τέσσερις διαφορετικούς ταλαντωτές, και την επιλογή **“Off”**. Μέσω της επιλογής “Off” ο χρήστης μπορεί να απενεργοποιήσει την μονάδα του Delay, ανεξάρτητα από το αν αυτή είναι ενεργοποιημένη ή αν έχει κάποια τιμή μεγαλύτερη του μηδενός στο Gain της. Ο κάθε ταλαντωτής διαμορφώνει το πλάτος του ηχητικού σήματος ανάλογα με την κυματομορφή του(Saw, sine, κλπ). Το πόσο συχνά συμβαίνει αυτή η διαμόρφωση εξαρτάται από την συχνότητα του ταλαντωτή, η οποία δίνεται από την παράμετρο **“Osc Freq”**. Η τιμή αυτής της παραμέτρου ορίζει την ταχύτητα με την οποία γίνεται η διαμόρφωση του πλάτους της συχνότητας, με αποτέλεσμα την δημιουργία vibrato για πιο χαμηλές τιμές, ή ενός πιο πλούσιου αρμονικού σήματος για υψηλότερες τιμές.

Η παράμετρος “**Freq Mod**” πολλαπλασιάζεται με την συχνότητα του εισερχόμενου σήματος, αλλάζοντας το τονικό της ύψος και λειτουργεί σε συνδυασμό με το “Delay” και το “Osc Freq”. Αυτό

σημαίνει πως εάν μια εκ των δύο παραμέτρων έχουν την τιμή μηδέν, το “Freq Mod” δεν θα επηρεάσει το εισερχόμενο σήμα.

Μέσω πειραματισμού με διαφορετικές τιμές μεταξύ των παραμέτρων, αλλά και το είδος του ταλαντωτή, είναι δυνατό να προκύψει ένα εξαιρετικά μεγάλο πλήθος διαφορετικών ηχητικών αποτελεσμάτων. Στην εικόνα που ακολουθεί, φαίνονται πλαισιωμένες οι παράμετροι που αφορούν την πρώτη μονάδα Delay.



Εικόνα 4.4: Οι παράμετροι της πρώτης μονάδας Delay

Tape Delay

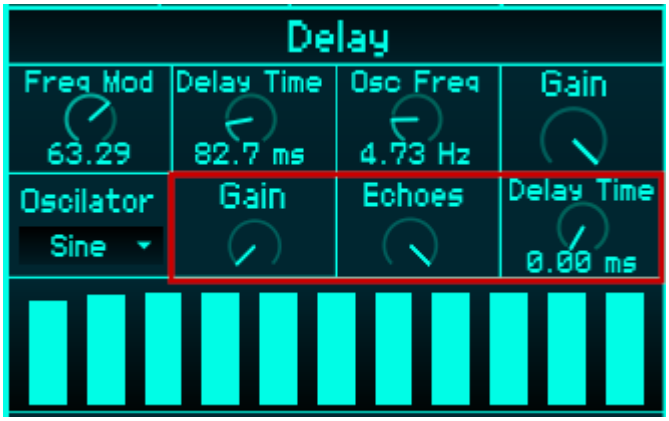
Η δεύτερη μονάδα Delay είναι μια μορφή ενός κλασσικού Tape Delay. Αυτό σημαίνει ότι έχει την δυνατότητα να παράξει έναν αριθμό επαναλήψεων του εισερχόμενου σήματος όπου, ανάλογα τον χρόνο καθυστέρησης αυτών των επαναλήψεων, μπορεί να δημιουργηθεί ένα εφέ ηχούς με λιγότερες ή περισσότερες επαναλήψεις, ή να “επιμηκυνθεί” η διάρκεια του ήχου.

Ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί είναι μέσω του ορισμού του χρόνου καθυστέρησης μέσω της παραμέτρου “Delay Time”, τον ορισμό του αριθμού των επαναλήψεων που θέλει ο χρήστης, καθώς και την στάθμη της κάθε επανάληψης. Η τιμή της παραμέτρου “Delay Time” ορίζει μετά από πόσο χρονικό διάστημα θα εμφανιστεί η πρώτη επανάληψη μετά το αρχικό σήμα, καθώς και κάθε επανάληψη μετά την προηγούμενή της.

Η παράμετρος “Echoes” ορίζει τον αριθμό των επαναλήψεων του αρχικού σήματος, ενώ το πινακάκι το οποίο βρίσκεται από κάτω εμφανίζει σε στήλες τις ηχητικές στάθμες της κάθε

επανάληψης. Αλλάζοντας την τιμή του “Echoes”, αλλάζει ταυτόχρονα και το μέγεθος του πίνακα, με αποτέλεσμα να μπορεί να προβάλει την ηχητική στάθμη όλων των διαθέσιμων επαναλήψεων. Ο μέγιστος αριθμός επαναλήψεων που μπορεί να ορίσει ο χρήστης είναι δέκα. Όπως φαίνεται και στο πινακάκι, ο αριθμός των προβαλλόμενων στηλών είναι πάντα κατά 1 μεγαλύτερος από τον αριθμό των επαναλήψεων. Αυτό συμβαίνει διότι η πρώτη στήλη αναπαριστά την ηχητική στάθμη του εισερχόμενου σήματος.

Μέσω του πίνακα, ο χρήστης μπορεί να ορίσει το πλάτος κάθε επανάληψης αλλά και του εισερχόμενου σήματος. Χρησιμοποιώντας το ποντίκι, μπορεί να ρυθμίσει το ύψος της εκάστοτε στήλης σε πραγματικό χρόνο, ελέγχοντας με αυτόν τον τρόπο το πλάτος της κάθε επανάληψης του αρχικού ηχητικού σήματος. Σε συνδυασμό με τον χρόνο καθυστέρησης που ορίζεται από το Delay Time, μπορούν να προκύψουν πολλά και ενδιαφέροντα ηχητικά αποτελέσματα. Στην εικόνα που ακολουθεί, σημειώνονται σε κόκκινο πλαίσιο οι παράμετροι της δεύτερης μονάδας Delay.



Εικόνα 4.5: Οι παράμετροι της δεύτερης μονάδας Delay

4.2.3 Συνδυασμός των μονάδων Delay

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, οι μονάδες Delay μπορούν να λειτουργήσουν ανεξάρτητα η μία από την άλλη, καθώς και συνδυαστικά. Η ταυτόχρονη χρήση τους δίνει στον χρήστη την δημιουργεί περισσότερες δυνατότητες επεξεργασίας και σύνθεσης ήχου. Μέσω του συνδυασμού τους είναι δυνατό να προκύψουν ηχητικά εφέ όπως η επιμήκυνση της “ουράς” του ηχητικού σήματος, αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο την διάρκειά του με παρόμοιο τρόπο όπως θα έκανε μια μονάδα Reverb. Παράλληλα,

είναι δυνατό να προκύψουν εφέ των οποίων το ηχητικό αποτέλεσμα είναι παρόμοιο με αυτά των Flanger και Chorus.

Για να γίνει ταυτόχρονη χρήση και των δύο μονάδων Delay είναι απαραίτητο να είναι ανοιχτά και τα δύο Gain, καθώς και να βρίσκεται σε λειτουργία ένας από τους διαθέσιμους ταλαντωτές της μια μονάδας Delay μέσω του μενού επιλογής που βρίσκεται σε αυτό το κομμάτι των εφέ. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, εάν δεν έχει επιλεχθεί κάποιος ταλαντωτής και, κατ'επέκταση, είναι ενεργή η επιλογή "Off" του μενού, η μία μονάδα δεν θα λειτουργήσει.

Όπως και με κάθε διαθέσιμη μονάδα επεξεργασίας του ηχητικού σήματος, ο χρήστης πρέπει να επιλέξει το Delay μέσα από το διαθέσιμο μενού επιλογής εφέ, το οποίο βρίσκεται στην κορυφή των εφέ στο γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής. Ενεργοποιώντας την συγκεκριμένη επιλογή το ηχητικό σήμα περνάει πρώτα μέσα από την αλυσίδα των φίλτρων και έπειτα στις μονάδες Delay. Παράλληλα, μπορεί μέσω του μενού επιλογής των εφέ να επιλέξει έναν οποιονδήποτε συνδυασμό μεταξύ των εφέ, συνδυάζοντας με αυτόν τον τρόπο για παράδειγμα τις μονάδες Delay με την μονάδα του Comb Filter.



Εικόνα 4.6: Το μενού επιλογής των διαθέσιμων εφέ και των συνδυασμών τους(κόκκινο πλαίσιο)

4.3 LFO

4.3.1 Θεωρητική Ανάλυση

Ένας ταλαντωτής χαμηλών συχνοτήτων(LFO) είναι ένας δευτερεύον ταλαντωτής ο οποίος παράγει αρκετά χαμηλότερες συχνότητες από άλλους ταλαντωτές, συνήθως έως 20Hz. Οι συχνότητες οι οποίες παράγονται από το LFO χρησιμοποιούνται σαν σήματα ελέγχου, μέσω των οποίων διαμορφώνονται οι

τιμές άλλων παραμέτρων που βρίσκονται στο synthesizer. Σαν ταλαντωτής, παράγει συνήθως περιοδικές κυματομορφές, όπως ημιτονοειδή κυματομορφή, πριονωτή, τριγωνική ή τετραγωνική, χωρίς όμως να περιορίζεται σε αυτές.

Μέσω της χρήσης ενός ταλαντωτή χαμηλών συχνοτήτων για την διαμόρφωση ενός άλλου σήματος μπορούν να προκύψουν ποικίλα διαφορετικά εφέ στο τελικό ηχητικό αποτέλεσμα, τα οποία διαφοροποιούνται ανάλογα με την συχνότητα του LFO ή τον τρόπο διαμόρφωσης του ηχητικού σήματος. Ένας τέτοιος ταλαντωτής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ελέγξει την συχνότητα του βασικού ταλαντωτή, καθώς και την φάση του, την ηχητική χωροτοποθέτησή του, την συχνότητα αποκοπής ενός φίλτρου ή το πλάτος του ηχητικού σήματος. Ανάλογα την παράμετρο την οποία ελέγχει, προκύπτει διαφορετικό ηχητικό εφέ στον παραγόμενο ήχο.

4.3.2 Το LFO στην εφαρμογή

Το παραγόμενο από τον χρήστη ηχητικό σήμα περνάει από διαφορετικές διαδρομές έτσι ώστε να υποστεί την επιθυμητή επεξεργασία από την εκάστοτε μονάδα εφέ. Όταν τα φίλτρα και τα εφέ είναι ενεργοποιημένα, το σήμα εξέρχεται πρώτα από την αλυσίδα των φίλτρων και έπειτα περνάει από ένα αντικείμενο **gate**, το οποίο το στέλνει στο αντίστοιχο εφέ, ή σειρά εφέ, και τέλος στην έξοδο του synthesizer.

Για να λειτουργήσει το LFO, έχει δημιουργηθεί ένα υπο-patch μέσα στο οποίο περνάει το παραγόμενο ηχητικό σήμα. Εκεί, πολλαπλασιάζεται με έναν ταλαντωτή ημιτονοειδούς κυματομορφής. Ο ταλαντωτής αυτός αποτελεί τον ταλαντωτή χαμηλών συχνοτήτων ο οποίος χρησιμοποιείται για την διαμόρφωση του τόνου του σήματος. Η συχνότητα του συγκεκριμένου ταλαντωτή έχει εύρος 0-20Hz και δίνεται μέσω του ποτενσιόμετρου το οποίο, στο γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής, είναι τοποθετημένο δίπλα στο fader του πιάνου και συνοδεύεται από την επιγραφή “LFO”. Η συχνότητα του LFO πολλαπλασιάζεται με αυτήν του εισερχόμενου σήματος και αυτό με την σειρά του ταλαντώνεται τόσες φορές το δευτερόλεπτο, όση είναι και η τιμή της συχνότητας του LFO. Επειδή το LFO διαμορφώνει τον τόνο του σήματος το τελικό ηχητικό αποτέλεσμα είναι ένα vibrato.

Ο τρόπος κατασκευής ενός LFO που παρουσιάστηκε παραπάνω αποτελεί την πιο απλή μορφή ενός ταλαντωτή χαμηλού συχνοτήτων. Το LFO που κατασκευάστηκε για το synthesizer ακολουθεί την

παραπάνω λογική αλλά παρουσιάζει μια μικρή διαφορά. Το πλάτος της συχνότητας του LFO πολλαπλασιάζεται με τον αριθμό “10” και έπειτα πολλαπλασιάζεται με την συχνότητα του αρχικού σήματος. Το αποτέλεσμα αυτού του πολλαπλασιασμού είναι η παραμόρφωση του ηχητικού σήματος μέσω waveshaping με τη χρήση της υπερβολικής συνάρτησης της εφαπτομένης του εισερχόμενου σήματος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το τελικό ηχητικό σήμα να παρουσιάζει μια ελαφριά παραμόρφωση μαζί με το vibrato.

Το LFO μπορεί να επιλεχθεί μέσα από το μενού επιλογής των εφέ, όπως και τα εφέ που αναλύθηκαν παραπάνω. Μπορεί να επιλεχθεί μόνο του ή μέσω ενός από τους διαθέσιμους συνδυασμούς μεταξύ των υπολοίπων εφέ.

4.4 Frequency Parallel Modulation

4.4.1 Θεωρητική Εισαγωγή

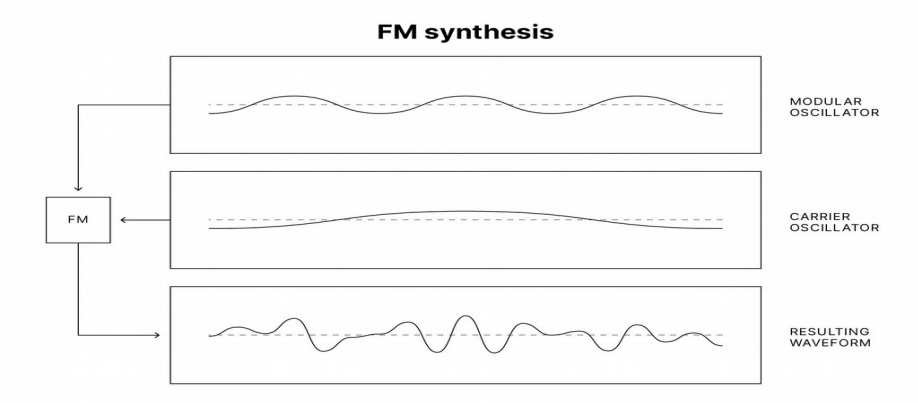
Η Σύνθεση Συχνοτικής Διαμόρφωσης(Frequency Modulation Synthesis ή FM), είναι μια μορφή σύνθεσης ήχου κατά την οποία η συχνότητα μιας κυματομορφής αλλάζει μέσω της διαμόρφωσης της συχνότητας αυτής με την χρήση ενός frequency modulator(διαμορφωτή συχνότητας). Η συχνότητα του βασικού ταλαντωτή(carrier oscillator) αλλάζει ανάλογα με το πλάτος του σήματος διαμόρφωσης του modulator.

Μέσω της FM Synthesis μπορούν να προκύψουν αρμονικοί ή/και μη αρμονικοί ήχοι. Έτσι ώστε να δημιουργηθούν αρμονικοί ήχοι, το σήμα διαμόρφωσης(modulator) πρέπει να έχει αρμονική σχέση με το σήμα του βασικού ταλαντωτή(carrier). Αυτό σημαίνει ότι η συχνότητα του modulator πρέπει να είναι ακέραιο πολλαπλάσιο της συχνότητας του carrier. Εάν δεν ικανοποιείται η παραπάνω συνθήκη, δηλαδή αν η συχνότητα του modulator είναι μη-ακέραιο πολλαπλάσιο της συχνότητας του carrier, τότε προκύπτουν μη αρμονικοί ήχοι.

Η σύνδεση ενός ταλαντωτή(modulator) στον βασικό ταλαντωτή(carrier) με σκοπό την διαμόρφωση του σήματος θυμίζει την λογική ενός LFO. Σε αντίθεση με ένα LFO, η τιμή της συχνότητας του modulator δεν περιορίζεται στο διάστημα 1-20Hz, δηλαδή στις συχνότητες κάτω από το χαμηλό όριο της ανθρώπινης ακοής, αλλά παράγει συχνότητες σε όλο το ακουστικό φάσμα της

ανθρώπινης ακοής, ή και παραπάνω. Αυτές οι συχνότητες δεν είναι ακουστές καθώς παράγονται, παρά μόνο το αποτέλεσμά τους στο σήμα του αρχικού ταλαντωτή. Όσο αυξάνεται η τιμή της συχνότητας του modulator πέρα από τα 20Hz, σταματάμε να ακούμε διαφορές στο ύψος της συχνότητας του βασικού ταλαντωτή, δηλαδή το απλό vibrato ενός LFO. Αυξάνοντας την τιμή της συχνότητας του modulator αυξάνεται και η ταχύτητα με την οποία ταλαντώνεται το σήμα του carrier. Ως αποτέλεσμα, αυτό που ακούμε είναι η αλλαγή στην χροιά του παραγόμενου ηχητικού σήματος με επιπλέον συχνότητες στην έξοδο του synthesizer. Επί της ουσίας, η FM Synthesis διαμορφώνει τη συχνότητα της αρχικής κυματομορφής μέσω μιας άλλης, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο πιο περίπλοκες κυματομορφές, με πλουσιότερο αρμονικό περιεχόμενο.

Σε έναν αλγόριθμο FM Synthesis μπορούν να υπάρχουν παραπάνω από ένας διαμορφωτές συχνότητας, συνδεδεμένοι μεταξύ τους σε σειρά(το ένα modulator διαμορφώνει το άλλο) ή παράλληλα(οι ρυθμίσεις του κάθε modulator αθροίζονται με το σήμα του carrier), είτε συνδεδεμένοι με την έξοδο του synthesizer. Ο τρόπος με τον οποίο γίνονται οι συνδέσεις μεταξύ των ταλαντωτών, carrier και modulators, μπορεί να έχει πολλή διαφορετική επίδραση στην χροιά του παραγόμενου ήχου, ενώ παράλληλα καθορίζει τον τύπο του ήχου που μπορεί να παραχθεί μέσα από ένα patch FM Synthesis.



Εικόνα 4.7: Παράδειγμα τελικής κυματομορφής έπειτα από την διαμόρφωση της συχνότητας του carrier από την συχνότητα του modulator.

Στην παραπάνω εικόνα μπορούμε να δούμε ότι η απλή κυματομορφή ενός carrier oscillator και την συχνότητα ενός modulator. Μέσω της διαμόρφωσης της συχνότητας του carrier από την συχνότητα του modulator, το τελικό παραγόμενο σήμα είναι μια πιο σύνθετη κυματομορφή.

4.4.2 Η FM Synthesis μέσα στο synthesizer

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η FM Synthesis που υπάρχει στην εφαρμογή λειτουργεί ανεξάρτητα από άλλα εφέ, γεγονός το οποίο σημαίνει ότι δεν επιλέγεται μέσα από το μενού ενεργοποίησης των εφέ. Το μόνο που χρειάζεται για να λειτουργήσει είναι η αλλαγή των παραμέτρων που βρίσκονται στο γραφικό περιβάλλον. Ο λόγος για τον οποίο έχει δομηθεί με αυτόν τον τρόπο είναι για να είναι άμεσα διαθέσιμη για την διαμόρφωση του ηχητικού σήματος, είτε αυτό περνάει μέσα από τα φίλτρα και έπειτα στα εφέ, είτε όχι. Παράλληλα, όταν η FM επηρεάζει το αφιλτράριστο, δίχως εφέ σήμα, ή έξοδος από την οποία βγαίνει είναι το κανάλι του οργάνου, και ως εκ τούτου ο έλεγχος της συνολικής έντασης του τελικού σήματος γίνεται από αυτό το fader. Όταν κάποιο εφέ είναι ενεργοποιημένο, για παράδειγμα το Delay, η έξοδος του επεξεργασμένου από το εφέ σήματος και την FM είναι το FX Master Out.

Για την συγκεκριμένη εφαρμογή έχει δημιουργηθεί ένας απλός αλγόριθμος FM Synthesis, ο οποίος αποτελείται από δύο τελεστές(operators), τον βασικό ταλαντωτή(carrier) του οργάνου που παράγει το ηχητικό σήμα μέσω της μηχανής ήχου, και έναν επιπλέον ταλαντωτή(modulator) ο οποίος διαμορφώνει την κυματομορφή που παράγει ο carrier. Παράλληλα, έχει δημιουργηθεί μια περιβάλλουσα έντασης με την οποία ελέγχουμε το πλάτος του σήματος του modulator. Κάνοντας χρήση του αντικειμένου **[function]** εμφανίζεται μια κενή επιφάνεια γραφικού περιβάλλοντος, μέσα στην οποία ο χρήστης μπορεί να σχεδιάσει σημεία(breakpoints) τα οποία ενώνονται μεταξύ τους με γραμμές, χρησιμοποιώντας το ποντίκι. Πατώντας το “**Alt**” και τραβώντας τις γραμμές με το αριστερό κλικ του ποντικιού μπορεί να μετατρέψει τις γραμμές αυτές σε καμπύλες. Το σχέδιο αυτών των γραμμών, ή των καμπυλών, καθορίζει τις τιμές που θα πάρει το πλάτος της συχνότητας που παράγει το modulator, με ελάχιστη τιμή το μηδέν και μέγιστη το ένα. Έτσι ώστε να αξιοποιηθεί αυτή η πληροφορία που βρίσκεται μέσα στην περιβάλλουσα απαιτείται να δοθεί η εντολή στο αντικείμενο να την εξάγει μέσω της χρήσης ενός **[bang]**. Επειδή είναι απαραίτητο να εξάγεται η πληροφορία κατά την διάρκεια στην οποία ο χρήστης παίζει μουσική, το **[bang]** ενεργοποιείται όταν ο χρήστης πατήσει κάποιο πλήκτρο του πιάνου. Αυτό γίνεται μέσω του αντικειμένου **[select]**, το οποίο ενεργοποιεί το **[bang]** όταν λάβει τιμή μεγαλύτερη του μηδενός από το velocity του πιάνου, δηλαδή όταν πατηθεί κάποιο πλήκτρο. Με την ενεργοποίηση της περιβάλλουσας, οι πληροφορίες που περιέχει αποστέλλονται στο αντικείμενο **[curve~]** για να διαβαστεί η περιβάλλουσα έντασης και το ηχητικό σήμα να ακολουθήσει τις τιμές που έχει σχεδιάσει ο χρήστης. Ο λόγος που χρησιμοποιείται το συγκεκριμένο αντικείμενο είναι διότι, σε αντίθεση με το αντικείμενο **[line~]** το οποίο παράγει

γραμμική περιβάλλουσα, αυτό παράγει εκθετική. Ως εκ τούτου, οι καμπύλες που μπορεί να σχεδιάσει ο χρήστης στο γραφικό αντικείμενο μπορούν να διαβαστούν και να δημιουργηθεί η αντίστοιχη περιβάλλουσα.

Η περιβάλλουσα διαμόρφωσης του πλάτους του modulator επηρεάζεται παράλληλα από την παράμετρο **“Max Index”**. Μέσω αυτής της παραμέτρου ορίζεται το ποσοστό διαφοροποίησης μεταξύ των τιμών της περιβάλλουσας που έχει ορίσει ο χρήστης στο πινακάκι. Αυτό σημαίνει ότι όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του “**Max Index**” τόσο περισσότερο παρουσιάζονται διαφοροποιήσεις στο διάστημα των τιμών από το ένα σημείο του πίνακα στο επόμενο, αλλάζοντας με αυτόν τον τρόπο την διαμόρφωση που γίνεται στο σήμα του carrier και, κατ’επέκταση το τελικό ηχητικό αποτέλεσμα.

Σε αυτό το σημείο υπάρχει η δυνατότητα διαμόρφωσης του πλάτους του σήματος που παράγει ο modulator με την χρήση των μεθόδων που αναφέρθηκαν παραπάνω. Μέσω της παραμέτρου “**Harmonics**” καθίσταται δυνατό να τροποποιηθεί και η το συχνοτικό περιεχόμενο της παραγόμενης κυματομορφής. Αυξάνοντας την τιμή της συγκεκριμένης παραμέτρου το σήμα του modulator γίνεται πιο πλούσιο αρμονικά. Αυτό συμβαίνει διότι η τιμή του “**Harmonics**” πολλαπλασιάζεται με την συχνότητα του modulator, προκαλώντας στο σήμα την εμφάνιση περισσότερων αρμονικών. Η τελική κυματομορφή του modulator επηρεάζεται παράλληλα και από την περιβάλλουσα του πλάτους και το τελικό σήμα διαμορφώνει την συχνότητα που παράγει ο βασικός ταλαντωτής, δηλαδή ο carrier.

Μέσω της παραμέτρου “**Carrier**” μπορεί να επηρεαστεί η αρμονικότητα της κυματομορφής του βασικού ταλαντωτή. Αυξάνοντας την τιμή της, το σήμα του carrier παρουσιάζει περισσότερες αρμονικές. Έπειτα, το σήμα προστίθεται με το σήμα του modulator και διαμορφώνεται ανάλογα με τις ρυθμίσεις που έχει κάνει ο χρήστης.

Το τελικό κομμάτι του αλγόριθμου της FM Synthesis είναι η παράμετρος “**Time Domain**”. Έχοντας ολοκληρώσει τα μέρη τα οποία διαμορφώνουν το παραγόμενο σήμα είναι απαραίτητο να οριστεί ένα χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο θα λάβει χώρα η διαμόρφωση της κυματομορφής του carrier. Όπως φαίνεται και στην εφαρμογή, το ελάχιστο χρονικό όριο είναι ένα δευτερόλεπτο. Αυτό σημαίνει πως μέσα σε αυτό το διάστημα θα συμβούν όλα τα γεγονότα που περιγράφονται στην περιβάλλουσα με το σχέδιο των καμπυλών. Όσο αυξάνεται το χρονικό όριο, το αποτέλεσμα θα είναι η πραγμάτωση της διαμόρφωσης του σήματος σε ολοένα και πιο αργό ρυθμό. Για παράδειγμα, εάν η τιμή του “**Time Domain**” είναι 3,5 δευτερόλεπτα, τότε μέσα σε αυτό το χρονικό διάστημα θα ξεκινήσει όταν πατηθεί κάποιο πλήκτρο του πιάνου η περιβάλλουσα, και θα ολοκληρωθεί όταν φτάσει το ορισμένο χρονικό όριο. Όσο συμβαίνει αυτό, δηλαδή για 3,5 δευτερόλεπτα και εφόσον ο χρήστης

κρατάει πατημένο το πλήκτρο, ακούμε το σήμα που παράγεται διαμορφωμένο από την FM, και μόλις περάσει ο χρόνος που έχουμε ορίσει στο “**Time Domain**” το σήμα θα επανέλθει στην αρχική του κατάσταση πριν την διαμόρφωση, δηλαδή είτε στο καθαρό σήμα χωρίς φίλτρα ή εφέ, είτε στο φιλτραρισμένο σήμα με όποιο εφέ είναι ενεργοποιημένο.

Για την ευκολία χρήσης του αλγόριθμου έχει προστεθεί ένα κουμπί με την επιγραφή “**Reset**” δίπλα από την περιβάλλουσα. Όταν πατηθεί, η ήδη σχεδιασμένη περιβάλλουσα σβήνει, καθώς και οι πληροφορίες της, και ο χρήστης μπορεί να σχεδιάσει καινούρια.

4.5 Wavetable Synthesis

4.5.1 Βασική περιγραφή

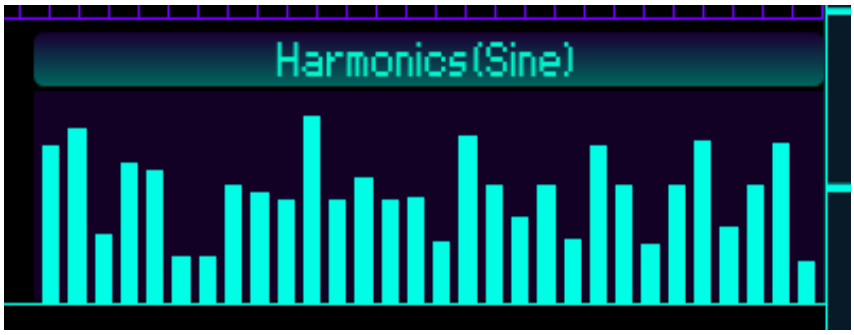
Η Wavetable Synthesis είναι μια μορφή ψηφιακής σύνθεσης ήχου η οποία χρησιμοποιεί και συνδυάζει μια σειρά απλών κυματομορφών μιας περιόδου, έτσι ώστε να δημιουργήσει πιο σύνθετους και εξελισσόμενους ήχους. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι δεν παράγει καινούριες κυματομορφές, αντίθετα τροποποιεί τις ήδη υπάρχουσες από όποια πηγή αυτές παράγονται, μέσω της χρήσης των κυματομορφών που υπάρχουν αποθηκευμένες στο Wavetable.

Κάθε Wavetable που μπορεί να υπάρχει, αποθηκεύει ένα σύνολο κυματομορφών, οι οποίες μπορούν να είναι είτε απλές είτε σύνθετες. Για να αξιοποιηθεί κάποια από τις αποθηκευμένες κυματομορφές είναι απαραίτητη η διαμόρφωση της θέσης του wavetable. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι τρόποι για να επιτευχθεί αυτό, όπως ένα LFO, μια περιβάλλουσα, ή η απευθείας εισαγωγή δεδομένων από τον χρήστη. Ανάλογα την θέση που ορίζεται στο wavetable, γίνεται επιλογή της αντίστοιχης κυματομορφής. Διαμορφώνοντας την εκάστοτε κυματομορφή, ή διαμορφώνοντας περισσότερες ταυτόχρονα, μπορούν να προκύψουν δυναμικές αλλαγές στην χροιά του παραγόμενου ήχου σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Παράλληλα, το γεγονός ότι αυτή η μέθοδος σύνθεσης δεν παράγει ηχητικό σήμα, αλλά διαμορφώνει το υπάρχον μέσω αποθηκευμένων αξιών, σημαίνει ότι δεν χρειάζεται πολλούς πόρους του υπολογιστή για να λειτουργήσει.

4.5.2 Η Wavetable Synthesis στο synthesizer

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το wavetable το οποίο υπάρχει στο synthesizer μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς να χρειάζεται ενεργοποίηση όπως άλλα εφέ. Η ιδιαιτερότητα που παρουσιάζει η συγκεκριμένη μορφή σύνθεσης στην εφαρμογή είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διαμορφώσει το αρμονικό περιεχόμενο του ταλαντωτή που παράγει ημιτονοειδή κυματομορφή, και όχι των υπολοίπων. Παράλληλα, όπως και στην FM Synthesis, το ηχητικό αποτέλεσμα της διαμόρφωσης που προκαλείται στο ηχητικό σήμα από το wavetable μπορεί στη συνέχεια να επηρεαστεί από τα φίλτρα, καθώς και από τις υπόλοιπες μονάδες εφέ.

Για την υλοποίηση του wavetable έχει δημιουργηθεί ένας αλγόριθμος ο οποίος, ακολουθώντας την λογική της wavetable synthesis που αναλύθηκε παραπάνω, έχει έναν buffer ο οποίος χρησιμοποιείται για να αποθηκεύει την πληροφορία από ένα σύνολο απλών ημιτονοειδών κυματομορφών. Ο έλεγχος αυτών των κυματομορφών, γίνεται μέσω ενός πίνακα με 30 μεταβλητές στήλες, καθεμία εκ των οποίων αναπαριστά και το πλάτος μιας κυματομορφής. Μεταβάλλοντας το ύψος της εκάστοτε στήλης αλλάζει το πλάτος επί της ουσίας της εκάστοτε αρμονικής συχνότητας. Ο αλγόριθμος του wavetable διαβάζει αυτές τις πληροφορίες που του αποστέλλονται μέσω του πίνακα, και στην συνέχεια στέλνει το σύνολο αυτών των πληροφοριών μέσα στην βασική μηχανή παραγωγής ήχου του synthesizer στον ημιτονοειδή ταλαντωτή. Ως εκ τούτου, ανάλογα με το ποιες αρμονικές ενισχύονται ή αποκόπτονται, αλλάζει το ηχητικό περιεχόμενο του ταλαντωτή, με αποτέλεσμα να αλλάζει η χροιά του παραγόμενου ήχου.



Εικόνα 4.8: Ο πίνακας με τις στήλες των αρμονικών συχνοτήτων για την wavetable synthesis

Ο πίνακας με τις μεταβλητές στήλες των αρμονικών συχνοτήτων αποτελεί κομμάτι του γραφικού περιβάλλοντος της εφαρμογής και μπορεί να ρυθμιστεί μέσω της χρήσης του ποντικιού από τον χρήστη. Για την διευκόλυνση του χρήστη, πάνω από τον πίνακα υπάρχει μια επιγραφή με την ένδειξη “**Harmonics(sine)**”, έτσι ώστε να δείξει ότι η συγκεκριμένη μορφή σύνθεσης ήχου χρησιμοποιείται για τον ημιτονοειδή ταλαντωτή του synthesizer.

1

1.Η άδεια χρήσης του patch για το wavetable έχει δοθεί από τον επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής Νικόλα Βαλσαμάκη.

Κεφάλαιο 5 : Σύστημα Ηχογράφησης

5.1 Σύντομη Περιγραφή

Με την ολοκλήρωση της δημιουργίας των μονάδων εφέ και των δύο μορφών σύνθεσης ήχου το synthesizer αποτελεί ένα έτοιμο ηλεκτρονικό μουσικό όργανο το οποίο μπορεί να παιχτεί σε πραγματικό χρόνο, έχοντας την δυνατότητα δημιουργίας μουσικής ή ήχων γρήγορα και άνετα. Το τελευταίο κομμάτι έτσι ώστε να ολοκληρωθεί η πρωταρχική ιδέα για την δημιουργία του synthesizer που παρουσιάζεται σε αυτήν την εργασία είναι ένα σύστημα ηχογράφησης.

Όπως έχει ήδη παρουσιαστεί στην αρχή του κειμένου, η ιδέα πίσω από το παρών ηλεκτρονικό μουσικό όργανο είναι η δημιουργία μουσικής, καθώς και η δυνατότητα σύνθεσης ήχου με σκοπό την έκφραση δημιουργικότητας, το παίξιμο ζωντανής μουσικής, αλλά και την δυνατότητα ηχητικής ή μουσικής συνοδείας σε άλλα πολυμέσα όπως ταινίες, βιντεοπαιχνίδια καθώς και επιτραπέζια παιχνίδια ρόλων φαντασίας, ή οπουδήποτε κρίνεται απαραίτητο ή θεμιτό να υπάρχει ηχητικό και μουσικό περιβάλλον. Βάσει των παραπάνω, ένα σύστημα ηχογράφησης κρίνεται απαραίτητο. Μέσω αυτού, θα δίνεται η δυνατότητα καταγραφής, αλλά και εξαγωγής, των παραγόμενων ήχων. Παράλληλα, το σύστημα ηχογράφησης έχει την δυνατότητα αναπαραγωγής των ηχογραφημένων αρχείων καθώς και την επιλογή αναπαραγωγής σε επανάληψη(loop). Ως εκ τούτου, ο χρήστης θα μπορεί να χτίσει το κομμάτι που γράφει βήμα βήμα, έχοντας την δυνατότητα ολοκλήρωσής του εν ευθέτω χρόνω, ή αν βρίσκεται σε συνθήκες ζωντανής μουσικής, θα μπορεί να παίζει σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας επαναλήψεις των ηχογραφημένων αρχείων που δημιουργεί ζωντανά ή που έχει δημιουργήσει.

Η δυνατότητα ηχογράφησης στηρίζεται στην ύπαρξη τεσσάρων ξεχωριστών καναλιών, μέσω των οποίων μπορεί ο χρήστης να ηχογραφήσει, σαν να έχει στην διάθεσή του σύστημα πολυκάναλης ηχογράφησης. Το πέμπτο κανάλι αποτελεί το Master Channel, διότι και αυτό έχει την δυνατότητα ηχογράφησης και αναπαραγωγής ηχητικών αρχείων. Παράλληλα, η δυνατότητα ηχητικής χωροτοποθέτησης που βρίσκεται στο κανάλι του πιάνου υπάρχει και στο κάθε κανάλι ηχογράφησης, καθώς και στο Master. Σημαντική προσθήκη για την δυνατότητα ελέγχου της αναπαραγωγής ηχητικών αρχείων από κάποιο κανάλι, αποτελεί ένα Matrix μέσω του οποίου ορίζεται ποια είσοδος αποστέλλεται

σε ποια έξοδο, και κατ’επέκταση στο master out. Κάθε κανάλι έχει και ένα γραφικό στοιχείο το οποίο εμφανίζει την κυματομορφή του ηχογραφημένου αρχείου ή του αρχείου που φόρτωσε τελευταίο ο χρήστης. Η οθόνη απεικόνισης της κυματομορφής, πέρα από οπτικό βοήθημα του γραφικού περιβάλλοντος, προσφέρει στον χρήστη και ορισμένες δυνατότητες, όπως αυτή της επιλογής τμήματος της κυματομορφής, οι οποίες θα αναλυθούν παρακάτω.

Το τελευταίο στοιχείο της ηχογράφησης είναι ένα σύστημα ονοματοδοσίας. Το συγκεκριμένο σύστημα είναι αυτόματο και με το τέλος μιας ηχογράφησης το κομμάτι που μόλις ηχογραφήθηκε παίρνει μια συγκεκριμένη ονομασία. Το όνομα που δίνεται σε κάθε κομμάτι αυτόματα μετά το τέλος της ηχογράφησης δεν μπορεί να αλλάξει από τον χρήστη, παρόλα αυτά μπορεί ο χρήστης να αποθηκεύσει με διαφορετικό όνομα το κομμάτι μέσω των ρυθμίσεων κάποιου καναλιού ηχογράφησης.

5.2 Κανάλια Ηχογράφησης

[2]

Στην αρχή της εργασίας έγινε σύντομη περιγραφή των λειτουργιών του synthesizer σε μορφή εγχειριδίου χρήσης, συμπεριλαμβανομένων και των λειτουργιών των καναλιών ηχογράφησης. Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει περαιτέρω ανάλυση της διαδικασίας της ηχογράφησης, αλλά και της αναπαραγωγής ηχητικών αρχείων, μέσω της παρουσίασης και ανάλυσης ενός καναλιού, αφού τα ίδια ισχύουν και για τα υπόλοιπα, και του Master Channel ξεχωριστά.



Εικόνα 5.1: Το πρώτο κανάλι του συστήματος πολυκάναλης ηχογράφησης

2 Η άδεια χρήσης του patch για την ονοματοδοσία έχει δοθεί από την καθηγήτρια Κατερίνα Τζεδάκη.

5.2.1 Ηχογράφηση μέσω καναλιών

Το πρώτο βήμα έτσι ώστε να ξεκινήσει η διαδικασία της ηχογράφησης είναι να πατηθεί το κουμπί “**REC**” στο κανάλι όπου θέλει να ηχογραφήσει ο χρήστης. Πατώντας αυτό το κουμπί, δίνεται εντολή στο υπο-patch που διαχειρίζεται την ηχογράφηση του συγκεκριμένου καναλιού. Το υπο-patch αυτό θα αναλυθεί περισσότερο παρακάτω. Η ενεργοποίηση του “REC” μπορεί να γίνει είτε με το ποντίκι, είτε χρησιμοποιώντας τον συνδυασμό “Ctrl + 1” για το πρώτο κανάλι είτε “Ctrl + 2” για το δεύτερο κανάλι και ούτω καθεξής. Όσο η ηχογράφηση είναι ενεργοποιημένη, η εφαρμογή καταγράφει οποιοδήποτε ηχητικό αποτέλεσμα το οποίο προκύπτει από τις ενέργειες που κάνει ο χρήστης σε πραγματικό χρόνο. Αυτό σημαίνει ότι πέρα από τις νότες τις οποίες παίζει το πιάνο, καταγράφονται οι ηχητικές αλλαγές που προκύπτουν από την χρήση των παραμέτρων των φίλτρων, καθώς και η διαφοροποίηση του ηχητικού σήματος από την ενεργοποίησή τους ή την απενεργοποίησή τους, το ηχητικό αποτέλεσμα από την χρήση των εφέ, η ηχητική επιρροή στο σήμα από το Attack και το Release του πιάνου, οι οκτάβες, αλλά και το αν λαμβάνει χώρα ηχητική χωροτοποθέτηση του σήματος μέσω του “Pan” ή μέσω της τυχαίας χωροτοποθέτησης με την ενεργοποίηση του “Rand”. Εν ολίγοις, γίνεται καταγραφή του ήχου που προκύπτει μέσω της χρήσης όλων των παραμέτρων του synthesizer.

Όταν ο χρήστης αποφασίσει ότι θέλει να σταματήσει την ηχογράφηση, πρέπει να ξαναπατήσει το κουμπί “REC”. Με την απενεργοποίηση της ηχογράφησης, δίνεται εντολή στο αντίστοιχο υπο-patch να σταματήσει την καταγραφή των γεγονότων που λαμβάνουν χώρα στην εφαρμογή, και παράλληλα δημιουργείται ένα αρχείο σε μορφή “.aiff”, η οποία είναι η εξ ορισμού μορφή ηχητικών αρχείων την οποία εξάγει η MAX/MSP, το οποίο αποθηκεύεται στον φάκελο του προγράμματος. Μόλις ολοκληρωθεί η δημιουργία και αποθήκευση του κομματιού, αυτό φορτώνεται απευθείας στο κανάλι στο οποίο ηχογραφήθηκε, δηλαδή στο κανάλι 1 σε αυτήν την περίπτωση, και είναι έτοιμο για αναπαραγωγή. Με την ολοκλήρωση του κομματιού στο κανάλι, εμφανίζεται η κυματομορφή του ηχητικού αρχείου στο γραφικό στοιχείο απεικόνισης που βρίσκεται στο κανάλι. Αξίζει να σημειωθεί πως η κυματομορφή που εμφανίζεται αποτελεί το σύνολο της διάρκειας του ηχητικού αρχείου, συμπεριλαμβανομένης και της έλλειψης ηχητικής πληροφορίας στην αρχή της, εάν αυτή υπάρχει. Αυτό σημαίνει ότι αν η ηχογράφηση ξεκινήσει και δεν παίζει στην αρχή για κάποιο χρονικό διάστημα ο χρήστης, δηλαδή δεν υπάρχει ηχητική πληροφορία, η κυματομορφή όπου θα εμφανιστεί στο γραφικό στοιχείο απεικόνισης θα περιλαμβάνει ένα φαινομενικό κενό στην αρχή της.

5.2.2 Ηχογράφηση μέσω του Master Channel

Το κανάλι του Master έχει τρία βασικά χαρακτηριστικά. Πρώτον, αποτελεί την Master Out έξοδο του synthesizer, που σημαίνει ότι από αυτό βγαίνει το σύνολο του ήχου που καταλήγει στα ηχεία. Δεύτερον, έχει την δυνατότητα να λειτουργήσει σαν το πέμπτο κανάλι εξόδου από το Matrix, γεγονός που το καθιστά ένα επιπλέον κανάλι για αναπαραγωγή ηχητικών αρχείων. Τρίτον, αποτελεί το πέμπτο κανάλι ηχογράφησης στο σύστημα πολυκάναλης ηχογράφησης που έχει δημιουργηθεί στην εφαρμογή.

Τα χαρακτηριστικά του Master Channel δεν διαφέρουν σε κάτι από τα υπόλοιπα κανάλια ηχογράφησης και αναπαραγωγής, πέραν του ότι μέσω αυτού βγαίνει ο συνολικός ήχος της εφαρμογής. Μέσω της χρήσης του σαν κανάλι ηχογράφησης ο χρήστης έχει την δυνατότητα να ηχογραφήσει ταυτόχρονα τα υπόλοιπα τέσσερα κανάλια, ενώ παράλληλα μπορεί να ηχογραφεί και οτιδήποτε παίζει στο πιάνο, ενώ αναπαράγονται ηχητικά αρχεία τα οποία είναι φορτωμένα στα άλλα κανάλια. Ως εκ τούτου, ο χρήστης μπορεί με αυτόν τον τρόπο να ηχογραφήσει μια ολοκληρωμένη ηχητική ή μουσική σύνθεση με ευκολία, και όταν τελειώσει να σταματήσει την ηχογράφηση του Master.

Μόλις σταματήσει να ηχογραφεί το Master Channel δημιουργείται αυτόματα ένα αρχείο στον φάκελο του προγράμματος με το όνομα “monster_track100” εάν είναι το πρώτο αρχείο που ηχογραφήθηκε από το κανάλι του Master, ενώ για κάθε επόμενο αρχείο που δημιουργείται με αυτόν τον τρόπο αλλάζει το τελευταίο ψηφίο στο όνομα του αρχείου, δηλαδή “monster_track101” για το δεύτερο, “monster_track102” για το τρίτο και ούτω καθεξής. Τα αρχεία αυτά, όπως γίνεται και με τα αρχεία του εκάστοτε καναλιού, είναι σε μορφή “.aiff” και μπορούν έπειτα να φορτωθούν σε κάποιο από τα διαθέσιμα κανάλια, συμπεριλαμβανομένου και του Master, και να αναπαραχθούν μέσω κάποιας εξόδου της εφαρμογής. Αυτό δίνει την δυνατότητα δημιουργίας καινούριων ηχογραφήσεων πάνω στα αρχεία αυτά, η την χρήση τους για κάποιο μουσικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο μπορεί ο χρήστης να παίξει ζωντανά καινούριες μουσικές ή ηχητικές συνθέσεις.

5.2.3 Λειτουργίες αναπαραγωγής

Έχοντας ολοκληρώσει την ηχογράφηση, το κομμάτι είναι έτοιμο για αναπαραγωγή. Το πρώτο βήμα είναι να γίνει επιλογή του καναλιού εξόδου από την οποία θα παίζει το ηχητικό αρχείο μέσω του Matrix. Το Matrix θα αναλυθεί περισσότερο παρακάτω. Για την περίπτωση την οποία εξετάζουμε θα

επιλέξουμε την πρώτη έξοδο. Αυτό σημαίνει πως η αναπαραγωγή του ηχητικού αρχείου θα γίνει από το πρώτο κανάλι, μέσω του οποίου έγινε και η ηχογράφηση, και ο έλεγχος της έντασης του κομματιού θα γίνεται από το fader το οποίο βρίσκεται στο κάτω μέρος του καναλιού. Εφόσον έχει οριστεί η έξοδος του κομματιού, για να ξεκινήσει η αναπαραγωγή του πρέπει να πατηθεί το κουμπί με τα σύμβολα "|>/||", τα οποία αναπαριστούν τα "Play/Pause" αντίστοιχα. Κάθε κανάλι ηχογράφησης συνοδεύεται και από έναν buffer, ο οποίος αποθηκεύει το ηχητικό αρχείο το οποίο επιθυμεί ο χρήστης και όλες τις πληροφορίες του, όπως τη διάρκεια, το πλάτος της κυματομορφής και ούτω καθεξής. Με το πάτημα του "Play/Pause" δίνεται εντολή στον buffer να ανακαλέσει τις αποθηκευμένες πληροφορίες του ηχητικού αρχείου και να το αναπαράξει.

Εάν είναι επιθυμητό, το κομμάτι έχει την δυνατότητα να παιχτεί και κατ' επανάληψη πατώντας το κουμπί "**Loop**". Όσο είναι ενεργοποιημένη η λειτουργία επανάληψης, ο buffer θα αναπαράγει το κομμάτι από την αρχή μέχρι το τέλος του. Παράλληλα, εάν έχει επιλεχθεί κάποιο κομμάτι της κυματομορφής του ηχογραφημένου αρχείου, ή του οποιουδήποτε φορτωμένου ηχητικού αρχείου στο κανάλι, θα παίζει σε επανάληψη το συγκεκριμένο τμήμα της κυματομορφής. Με την απενεργοποίηση της λειτουργίας επανάληψης, η αναπαραγωγή του αρχείου συνεχίζει από την στιγμή που ξαναπατήθηκε το "**Loop**" μέχρι το τέλος του.

Η τρίτη δυνατότητα που αφορά την αναπαραγωγή ηχητικών αρχείων στο κανάλι βρίσκεται στο κουμπί "**Start**". Πατώντας το, δίνεται εντολή στον buffer να ξεκινήσει την αναπαραγωγή του ηχητικού αρχείου από την αρχή του. Πρέπει να σημειωθεί πως ακόμα κι αν η λειτουργία επανάληψης είναι ενεργοποιημένη, πατώντας το "**Start**" το κομμάτι ξεκινάει από την αρχή και έπειτα συνεχίζει να παίζει σε επανάληψη. Το ίδιο συμβαίνει και στην περίπτωση όπου είναι επιλεγμένο ένα τμήμα της κυματομορφής.

5.2.4 Ηχητική χωροτοποθέτηση

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, κάθε κανάλι έχει την δυνατότητα να τοποθετηθεί στην στερεοφωνία, μέσω του ίδιου συστήματος panning που υπάρχει και στο κανάλι του πιάνου. Οι παράμετροι είναι ακριβώς οι ίδιες. Μέσω του ποτενσιόμετρου "**Pan**" ρυθμίζεται το ποσοστό παρουσίας του σήματος στο αριστερό ή το δεξί τμήμα της στερεοφωνίας, ενώ με την ενεργοποίηση του "**Rand**" το panning

γίνεται αυτόματα με τυχαίο τρόπο. Η ταχύτητα με την οποία γίνονται οι μεταβολές μεταξύ των τιμών του panning ορίζεται από την παράμετρο “**Speed**”.

Η δυνατότητα ελέγχου της ηχητικής χωροτοποθέτησης στο κάθε κανάλι μπορεί να βοηθήσει τον χρήστη στην μίξη των ηχητικών αρχείων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τον γρήγορο και εύκολο έλεγχο και τροποποίηση των εντάσεων και του panning σε συνθήκες ζωντανής μουσικής, αλλά και την βελτιστοποίηση του τελικού ηχητικού αποτελέσματος μιας σύνθεσης με περισσότερα κανάλια, η οποία στη συνέχεια μπορεί να ηχογραφηθεί μέσω του Master Channel.

5.2.5 Έλεγχος κυματομορφής

Ο έλεγχος της κυματομορφής γίνεται μέσω της χρήσης των τριών εικονιδίων-κουμπιών που βρίσκονται στο πλάι του γραφικού στοιχείου που εμφανίζει την κυματομορφή του ηχητικού αρχείου.

Χρησιμοποιώντας το πρώτο εικονίδιο, ξεκινώντας από πάνω προς τα κάτω, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τμήμα της κυματομορφής του ηχητικού αρχείου, σύροντας το ποντίκι πάνω στην κυματομορφή. Με αυτήν την ενέργεια στέλνονται στον buffer που διαχειρίζεται τις πληροφορίες του καναλιού η πληροφορία που περιλαμβάνει τα χρονικά σημεία αρχής και τέλους του επιλεγμένου τμήματος της κυματομορφής. Βάσει αυτών των πληροφοριών, και εφόσον είναι ενεργοποιημένη η λειτουργία επανάληψης, ο buffer θα αναπαράγει σε επανάληψη μόνο το επιλεγμένο τμήμα του ηχητικού αρχείου. Κάνοντας χρήση του δεύτερου εικονιδίου γίνεται να μετακινηθεί το επιλεγμένο τμήμα του ηχητικού αρχείου, χωρίς να αλλάξει το μέγεθος επιλογής. Για παράδειγμα, αν το κομμάτι που είναι φορτωμένο στο κανάλι είναι δύο λεπτά, και το επιλεγμένο τμήμα της κυματομορφής είναι 30 δευτερόλεπτα, μετακινώντας την επιλογή θα διατηρηθεί η χρονική διάρκεια της αλλά θα αλλάξει το σημείο αρχής και τέλους του επιλεγμένου τμήματος.

Πατώντας το τρίτο εικονίδιο δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να μεγεθύνει την κυματομορφή(zoom in), έχοντας με αυτόν τον τρόπο την δυνατότητα να εστιάσει με μεγαλύτερη λεπτομέρεια στο επιθυμητό τμήμα του αρχείου το οποίο θέλει να εξετάσει. Για την μεγέθυνση ή σμίκρυνση(zoom out) της κυματομορφής πρέπει να κρατηθεί πατημένο το αριστερό κλικ του ποντικιού και να μετακινηθεί το ποντίκι προς τα πάνω ή προς τα κάτω αντίστοιχα.

5.2.6 Αντικατάσταση, αποθήκευση και εκκαθάριση ηχητικού αρχείου

Κάθε κανάλι, συμπεριλαμβανομένου και του Master Channel, έχει ένα μικρό μενού μέσω του οποίου ο χρήστης μπορεί να επιλέξει να φορτώσει κάποιο διαφορετικό κομμάτι, να αποθηκεύσει το ηχογραφημένο κομμάτι με κάποια άλλη μορφή και όνομα, ή να αφαιρέσει το φορτωμένο ηχητικό αρχείο από το κανάλι και κατ' επέκταση από τον buffer.

Μέσω της επιλογής "**replace**" μπορεί να επιλέξει να φορτώσει στο επιθυμητό κανάλι κάποιο άλλο ηχητικό αρχείο. Το καινούριο αρχείο μπορεί να είναι κάποιο άλλο ηχογραφημένο κομμάτι ή ένα οποιοδήποτε άλλο κομμάτι που μπορεί να έχει στον υπολογιστή ο χρήστης. Πρέπει να σημειωθεί ότι το καινούριο κομμάτι μπορεί να είναι οποιασδήποτε μορφής, όπως για παράδειγμα mp3. Αφού γίνει η επιλογή του κομματιού, το μέγεθος του buffer τροποποιείται αυτόματα έτσι ώστε να προσαρμοστεί στην διάρκεια του καινούριου κομματιού, καθώς και να δεχθεί όλες τις πληροφορίες που υπάρχουν στο ηχητικό αρχείο οι οποίες είναι απαραίτητες για την αναπαραγωγή του. Ταυτόχρονα, εμφανίζεται και η κυματομορφή του καινούριου αρχείου στο γραφικό στοιχείο απεικόνισης του αντίστοιχου καναλιού.

Όταν ολοκληρώνεται μια ηχογράφηση το κομμάτι που μόλις ηχογραφήθηκε αποθηκεύεται στον φάκελο της εφαρμογής του synthesizer με ένα συγκεκριμένο όνομα, το οποίο δείχνει σε ποιο κανάλι ηχογραφήθηκε και ποιο κομμάτι είναι στη σειρά ηχογράφησης μέσω αυτού του καναλιού, ενώ η μορφή του αρχείου είναι ".aiff" εξ ορισμού. Εάν είναι επιθυμητό, ο χρήστης μπορεί μέσω της επιλογής "**write**" να αποθηκεύσει σε κάποιον άλλο φάκελο του υπολογιστή το κομμάτι που μόλις ηχογράφησε, δίνοντάς του άλλο όνομα και άλλη μορφή. Οι διαθέσιμες μορφές αποθήκευσης του αρχείου είναι WAV,AIFF και FLAC.

Χρησιμοποιώντας την επιλογή "**clear**" σβήνονται τα περιεχόμενα του buffer και αφαιρείται το ηχητικό αρχείο που είναι φορτωμένο στο κανάλι.

5.3 Buffer Καναλιών

Έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η ηχογράφηση και η αναπαραγωγή ήχου μέσα από την εφαρμογή, είναι απαραίτητη η χρήση ενός μέσου προσωρινής αποθήκευσης και διαχείρισης πληροφοριών. Το μέσο αυτό είναι ένας buffer, ο οποίος έχει παρόμοια λειτουργία με αυτήν της μνήμης RAM του υπολογιστή,

δηλαδή έχει την δυνατότητα αποθήκευσης πληροφορίας προσωρινά μέχρι αυτή να μεταφερθεί κάπου αλλού. Χρησιμοποιείται για να αποθηκεύει πληροφορίες καθώς αυτές λαμβάνονται από κάποια μονάδα εισόδου, στην περίπτωση αυτή τις πληροφορίες που εξάγει το synthesizer καθώς ηχογραφεί ο χρήστης, και τις κρατάει μέχρι αυτές να αντικατασταθούν είτε λόγω καινούριας ηχογράφησης είτε λόγω φόρτωσης διαφορετικού ηχητικού αρχείου. Στην εφαρμογή του synthesizer κάθε κανάλι έχει το δικό του buffer. Οι buffer αυτοί αποθηκεύουν τις πληροφορίες των ηχητικών αρχείων που δημιουργούνται στον σκληρό δίσκο από την ηχογράφηση και έπειτα το πέρας της μπορούν να ανακαλέσουν αυτές τις πληροφορίες, στέλνοντάς τες σε κάποια μονάδα εξόδου, δηλαδή στην έξοδο της εφαρμογής και έπειτα στα ηχεία κατά την αναπαραγωγή. Κάθε κανάλι, πέρα από την δυνατότητα ηχογράφησης που έχει, αποτελεί και έξοδο του προγράμματος καθώς και μέσο αναπαραγωγής ηχητικών αρχείων. Για να επιτευχθεί αυτή η αναπαραγωγή, ο buffer του εκάστοτε καναλιού τροποποιείται μέσω των αντίστοιχων μενού που βρίσκονται στο κάθε κανάλι. Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως οι buffer που χρησιμοποιούνται από τα κανάλια λειτουργούν σε συνδυασμό με την μνήμη RAM του υπολογιστή. Αυτό, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι είναι απαραίτητο να οριστεί το μέγεθος του buffer για να μπορεί να λειτουργήσει, δημιουργεί έναν περιορισμό στην διαδικασία ηχογράφησης και αναπαραγωγής ηχητικών αρχείων. Έτσι ώστε να ξεπεραστεί ο παραπάνω περιορισμός, το πρώτο βήμα είναι η λειτουργία του buffer να γίνεται σε συνδυασμό με τον σκληρό δίσκο του υπολογιστή, και το δεύτερο βήμα είναι να ρυθμίζεται το μέγεθός του αυτόματα.

Ξεκινώντας από την διαδικασία της ηχογράφησης, όταν δίνεται η εντολή να ξεκινήσει η καταγραφή ηχητικού αρχείου, και κατά συνέπεια η καταγραφή πληροφοριών στον buffer, αυτή γίνεται μέσω της χρήσης του σκληρού δίσκου του υπολογιστή. Αυτό σημαίνει αφενός ότι το αρχείο που δημιουργείται κατά την ηχογράφηση πηγαίνει απευθείας στον σκληρό δίσκο του υπολογιστή και αφετέρου ότι ξεπερνιέται ο περιορισμός στην χωρητικότητα που υπάρχει όταν η ηχογράφηση γίνεται κάνοντας χρήση της μνήμης RAM. Παράλληλα γίνεται καταγραφή του χρόνου ηχογράφησης σε δευτερόλεπτα. Ο χρόνος αυτός επικαιροποιεί συνεχώς το μέγεθος του buffer σε πραγματικό χρόνο, ο οποίος όσο διαρκεί η ηχογράφηση μπορεί με αυτόν τον τρόπο να έχει συνεχώς το κατάλληλο μέγεθος έτσι ώστε να χωρέσει ολόκληρο το ηχητικό αρχείο όσο μεγάλο και να’ναι. Ο συνδυασμός των παραπάνω εξασφαλίζει ότι αφενός ο buffer τροποποιείται αυτόματα σε πραγματικό χρόνο ανάλογα με τις ανάγκες τις ηχογράφησης, και αφετέρου ότι ο χρήστης έχει την δυνατότητα να ηχογραφήσει όσην ώρα θέλει, με μόνο περιορισμό την διαθέσιμη χωρητικότητα του σκληρού δίσκου του υπολογιστή. Η συγκεκριμένη δυνατότητα αποτελεί βασικό ζητούμενο ολόκληρης της εφαρμογής, αφού μέσω αυτής

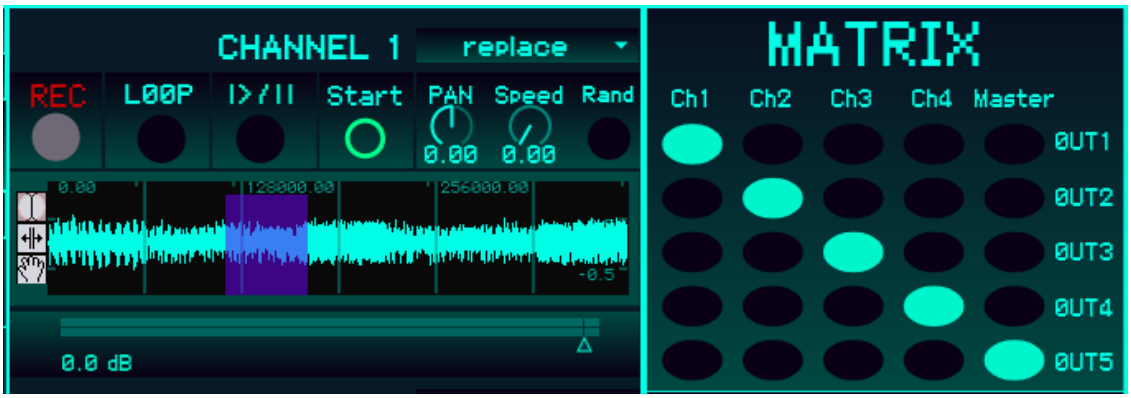
καθίσταται δυνατό να δημιουργηθούν ηχητικές και μουσικές συνθέσεις στον βαθμό όπου μπορούν να δημιουργηθούν.

Με την ολοκλήρωση της ηχογράφησης ο buffer στέλνει όλες τις πληροφορίες που έχει αποθηκεύσει στο αντίστοιχο κανάλι, στο οποίο έπειτα φορτώνεται το ηχητικό αρχείο και είναι έτοιμο για αναπαραγωγή.

5.4 Matrix

Το πολυκάναλο σύστημα ηχογράφησης είναι έτοιμο, και το μόνο που χρειάζεται είναι ένας τρόπος διαχείρισης των εξόδων των διαθέσιμων καναλιών. Για αυτόν τον λόγο δημιουργήθηκε ένα matrix, το οποίο επί της ουσίας αποτελεί έναν πίνακα εισόδων και εξόδων, στον οποίο μπορούν να συνδεθούν σήματα τα οποία εξέρχονται από κάποιο κανάλι και να δρομολογηθούν στις αντίστοιχες εξόδους. Σε αυτό το αντικείμενο συνδέονται οι έξοδοι όλων των καναλιών ηχογράφησης με σκοπό να μπορούν να καταλήξουν σε κάποια έξοδο κατά την λειτουργία τους σαν κανάλια αναπαραγωγής.

Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης εφαρμογής δημιουργήθηκαν πέντε έξοδοι για την αναπαραγωγή των ηχητικών αρχείων. Οι τέσσερις έξοδοι αντιστοιχούν στα τέσσερα κανάλια ηχογράφησης ενώ η πέμπτη αντιστοιχεί στο κανάλι του Master. Η αντιστοίχηση οποιασδήποτε εισόδου με την οποιαδήποτε έξοδο γίνεται μέσω του γραφικού στοιχείου που βρίσκεται στην εφαρμογή με την ένδειξη “**MATRIX**” το οποίο αναπαριστά έναν δισδιάστατο πίνακα. Όπως φαίνεται και στο γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής, ο πίνακας αυτός έχει διάσταση 5x5 και αποτελείται από πέντε σειρές εξόδων και πέντε στήλες εισόδων. Η αναπαράσταση του κάθε κελιού του πίνακα γίνεται με κύκλους οι οποίοι έχουν λειτουργία κουμπιού. Πατώντας το οποιοδήποτε από αυτά τα κουμπιά δρομολογείται η έξοδος του αντίστοιχου καναλιού στην επιθυμητή έξοδο.



Εικόνα 5.2: Το Matrix στο γραφικό περιβάλλον με αντιστοιχισμένες τις εξόδους των καναλιών στις ανάλογες εξόδους αναπαραγωγής

Όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα, στην κορυφή κάθε στήλης του πίνακα υπάρχει ένδειξη με τα κανάλια, ενώ στην δεξιά πλευρά του πίνακα υπάρχει ένδειξη σε κάθε γραμμή για της αντίστοιχη έξοδο. Παρατηρούμε πως στην απεικόνιση είναι ήδη ενεργοποιημένα πέντε κουμπιά του πίνακα. Ο τρόπος με τον οποίο είναι ενεργοποιημένα σημαίνει ότι η έξοδος του καναλιού 1 θα βγει από την έξοδο 1 του matrix, η έξοδος του καναλιού 2 από την έξοδο 2 του matrix και ούτω καθεξής. Αντίστοιχα, η έξοδος του Master Channel σαν κανάλι αναπαραγωγής θα βγει από την έξοδο του Master Channel. Η παραπάνω δρομολόγηση των σημάτων αφορά την αναπαραγωγή των φορτωμένων στα κανάλια ηχητικών αρχείων και σημαίνει ότι το σήμα εξόδου του εκάστοτε καναλιού θα περάσει πρώτα από το fader του καναλιού και έπειτα θα καταλήξει στην Master Out έξοδο του προγράμματος. Με αυτόν τον τρόπο καθίσταται δυνατό να γίνεται μίξη των καναλιών, και σε πραγματικό χρόνο, από τον χρήστη. Αξίζει να σημειωθεί ότι, εάν είναι επιθυμητό, το οποιοδήποτε κανάλι μπορεί να βγαίνει από παραπάνω από μια εξόδους ταυτόχρονα είτε μεμονωμένα. Για παράδειγμα, εάν ο χρήστης ενεργοποιήσει όλα τα κουμπιά της πρώτης γραμμής, δηλαδή της εξόδου 1, τότε όλα τα αρχεία που είναι φορτωμένα στα κανάλια θα παίξουν ταυτόχρονα από το fader του πρώτου καναλιού. Αντίστοιχα, αν ο χρήστης ενεργοποιήσει τα κουμπιά της πρώτης στήλης, δηλαδή όλες τις διαθέσιμες εξόδους στο κανάλι 1, τότε το αρχείο που είναι φορτωμένο στο κανάλι 1 θα παίξει ταυτόχρονα σε όλα τα fader.

Αυτή η λειτουργία δεν επηρεάζεται από το αν υπάρχει ήδη φορτωμένο κάποιο αρχείο σε κάποιο κανάλι. Για παράδειγμα, στην παραπάνω περίπτωση που αναφέρθηκε κατά την οποία το αρχείο του καναλιού 1 παίζει από όλες τις εξόδους ταυτόχρονα, αν τα άλλα κανάλια έχουν φορτωμένα αρχεία η παρουσία τους δεν θα επηρεάσει την αναπαραγωγή του κομματιού που υπάρχει στο κανάλι 1. Βάσει των παραπάνω, υπάρχει δυνατότητα πολλών διαφορετικών συνδυασμών μεταξύ των εισόδων και εξόδων του Matrix

Κεφάλαιο 6: PRESETS & VISUALS

6.1 Presets

Με τον συνδυασμό όλων των διαθέσιμων μονάδων εφέ, φίλτρων, μορφών σύνθεσης ήχου και οποιασδήποτε παραμέτρου που επηρεάζει το ηχητικό αποτέλεσμα, μπορεί να προκύψει μια πληθώρα διαφορετικών ήχων. Μέσω του πειραματισμού, ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει κάποιον ήχο τον οποίο δεν θέλει να χάσει λόγω αλλαγής ρυθμίσεων, και να τον ανακαλέσει σε επόμενο χρόνο. Οι ρυθμίσεις μέσω των οποίων προκύπτει το εκάστοτε ηχητικό αποτέλεσμα είναι ένα σύνολο πληροφοριών, το οποίο κρίνεται απαραίτητο να μπορεί να αποθηκεύεται και να ανακαλείται όποτε αυτό είναι επιθυμητό. Για αυτόν τον σκοπό δημιουργήθηκε ένα σύστημα αποθήκευσης και ανάκλησης ρυθμίσεων(Presets), με την δική του θέση και στο γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής.

Το σύστημα αυτό λαμβάνει πληροφορίες από κάθε παράμετρο που υπάρχει στο synthesizer. Παράμετροι όπως, το “**Attack**” και το “**Release**”,η επιλεγμένη οκτάβα, κάθε παράμετρος του κάθε φίλτρου καθώς και των εφέ, αλλά παράλληλα και η κατάσταση στην οποία βρίσκονται τα κουμπιά ενεργοποίησης των φίλτρων ή των εφέ, δηλαδή αν το κουμπί είναι ενεργοποιημένο ή όχι, βρίσκονται σε συνεχή επικοινωνία με το σύστημα των Presets στο παρασκήνιο της εφαρμογής και όταν δοθεί η εντολή από τον χρήστη, αποθηκεύεται σε ένα καινούριο ή υπάρχον Preset η κατάστασή τους(On/Off) και η τιμή η οποία έχει οριστεί στην στιγμή της αποθήκευσης. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η διατήρηση των ρυθμίσεων για το επιθυμητό ηχητικό αποτέλεσμα, ενώ παράλληλα δίνεται η δυνατότητα ανάκλησης του συγκεκριμένου Preset μέσω του πίνακα που βρίσκεται στο γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής, ή μέσω του μενού που υπάρχει πάνω από τον πίνακα. Αξίζει να σημειωθεί ότι το σύστημα αποθήκευσης ρυθμίσεων δεν καταγράφει τις παραμέτρους των καναλιών ηχογράφησης.



Εικόνα 6.1: Ο πίνακας των Presets

Αποθήκευση και ανάκληση ρυθμίσεων

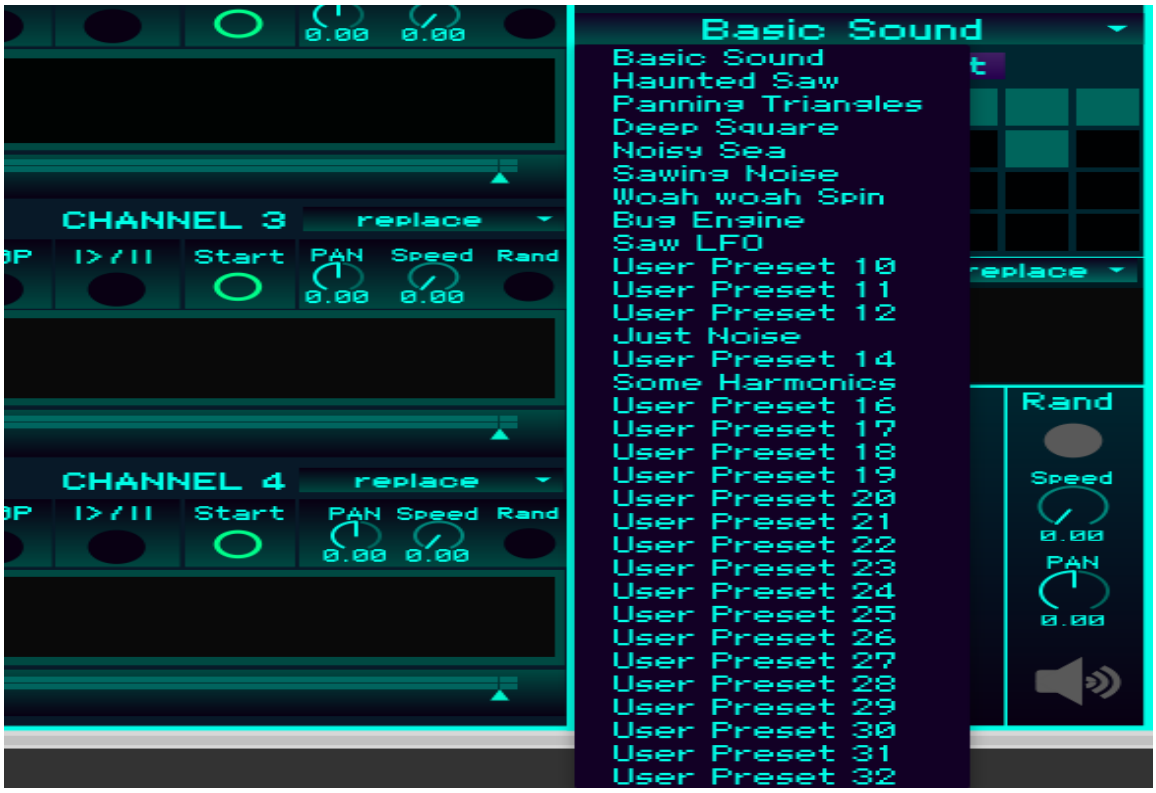
Όπως φαίνεται και στην εικόνα, ο πίνακας των Presets αποτελείται από 32 κελιά. Τα μαύρα κελιά είναι κενά, χωρίς καμία αποθηκευμένη πληροφορία. Τα χρωματισμένα κελιά είναι κάποιες αποθηκευμένες ρυθμίσεις, με διαφορετικό ηχητικό αποτέλεσμα η καθεμία, οι οποίες έχουν δημιουργηθεί ως παραδείγματα χρήσης των διαφορετικών τμημάτων του synthesizer, και είναι διαθέσιμες με την εκκίνηση του προγράμματος.

Τα κελιά του πίνακα λειτουργούν σαν κουμπιά. Για να ανακληθεί ένα αποθηκευμένο preset ο ένας τρόπος είναι ο χρήστης να πατήσει πάνω στο χρωματισμένο κελί του πίνακα που επιθυμεί με το αριστερό κλικ του ποντικιού. Κάνοντας αυτήν την ενέργεια, δίνει εντολή στο σύστημα των preset να ανακαλέσει και να φορτώσει στην εφαρμογή τις αποθηκευμένες πληροφορίες που βρίσκονται στο συγκεκριμένο κελί. Με την ενεργοποίηση κάποιου preset, αμέσως παρατηρείται ότι οι ρυθμίσεις όλων των παραμέτρων του synthesizer αλλάζουν απευθείας, και παίρνουν τις τιμές που έχουν αποθηκευτεί σε αυτό το preset, ενώ παράλληλα αλλάζει το χρώμα του κελιού του πίνακα.

Ο δεύτερος τρόπος ανάκλησης κάποιου preset είναι μέσω του μενού που βρίσκεται πάνω από τον πίνακα. Πατώντας το με το αριστερό κλικ του ποντικιού εμφανίζεται ένα αναδυόμενο παράθυρο με όλα τα αποθηκευμένα preset, καθώς και των κενών διαθέσιμων θέσεων. Διαλέγοντας ένα από τα αποθηκευμένα preset αυτό ανακαλείται και οι αποθηκευμένες ρυθμίσεις φορτώνονται στην εφαρμογή.

Έτσι ώστε να αποθηκευτεί κάποιο καινούριο preset πρέπει να γίνει χρήση του μενού και ενός κουμπιού με την επιγραφή “**Store Preset**” το οποίο βρίσκεται κάτω από το μενού των preset στο γραφικό περιβάλλον. Η διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί είναι απλή. Έστω ότι ο χρήστης θέλει να δημιουργήσει ένα καινούριο preset στο οποίο θα αποθηκεύσει τις ρυθμίσεις που επιθυμεί. Το πρώτο βήμα είναι να πατήσει πάνω στο μενού και να επιλέξει ένα από τα διαθέσιμα άδεια preset. Όπως φαίνεται και στο μενού, υπάρχει ένα σύνολο από διαθέσιμες θέσεις με την ονομασία “**User Preset X**”, όπου “**X**” ο αριθμός του κελιού στον πίνακα. Αυτές οι θέσεις είναι κενές και δεν έχουν καμία αποθηκευμένη πληροφορία. Για αυτό το παράδειγμα θα επιλεγεί η θέση με το όνομα “**User Preset 20**”, η οποία αντιστοιχεί στο εικοστό κελί του πίνακα. Αφού γίνει η επιλογή της θέσης, θα κλείσει το αναδυόμενο παράθυρο του μενού και θα εμφανιστεί η επιγραφή “**User Preset 20**” στο μενού. Σε αυτό το σημείο ο πίνακας είναι έτοιμος να αποθηκεύσει σε αυτό το κελί τις ρυθμίσεις του synthesizer. Για να δοθεί η εντολή αποθήκευσης των ρυθμίσεων πρέπει να πατηθεί το κουμπί “**Store Preset**”.Στο πάτημα του εμφανίζεται ένα αναδυόμενο παράθυρο, μέσα στο οποίο ο χρήστης έχει την δυνατότητα να γράψει με το πληκτρολόγιο κάποιο όνομα για το καινούριο preset που δημιουργεί. Αφού γράψει αυτό που θέλει, πρέπει να πατήσει το πλήκτρο “**Enter**” του υπολογιστή. Με αυτήν την ενέργεια κλείνει το αναδυόμενο παράθυρο ονοματοδοσίας και στο μενού η επιγραφή “**User Preset 20**” αντικαθίσταται με το όνομα που έχει δώσει ο χρήστης στο preset, ενώ παράλληλα το εικοστό κελί του πίνακα χρωματίζεται. Αξίζει να σημειωθεί ότι εάν ο χρήστης, ενώ βρίσκεται στο αναδυόμενο παράθυρο ονοματοδοσίας, αποφασίσει ότι δεν θέλει να αποθηκεύσει το preset, με το πάτημα του πλήκτρου “**Esc**” του υπολογιστή κλείνει το παράθυρο και δεν αποθηκεύεται το preset. Επίσης, κάθε υπάρχον preset μπορεί να αντικατασταθεί με την ίδια διαδικασία που αναλύθηκε παραπάνω, δηλαδή με την εκ νέου αποθήκευση ρυθμίσεων σε αυτό.

Τα preset που δημιουργούνται διατηρούνται καθ όλη τη λειτουργία της εφαρμογής. Εάν ο χρήστης αποφασίσει να τερματίσει το πρόγραμμα, τα preset τα οποία δημιούργησε θα εξαφανιστούν. Για να αποφευχθεί αυτό, είναι απαραίτητο πριν τερματιστεί η εφαρμογή να γίνει αποθήκευση της συνολικά, με τον τρόπο που γίνεται και σε οποιαδήποτε άλλη εφαρμογή, δηλαδή πατώντας “**File→Save**” και έπειτα να τερματίσει η εφαρμογή. Με αυτόν τον τρόπο όσα preset δημιουργήθηκαν θα διατηρηθούν και στην επόμενη εκκίνηση της εφαρμογής θα βρίσκονται στον πίνακα.



Εικόνα 6.2: Το μενού με τα αποθηκευμένα preset και τις διαθέσιμες κενές θέσεις του πίνακα

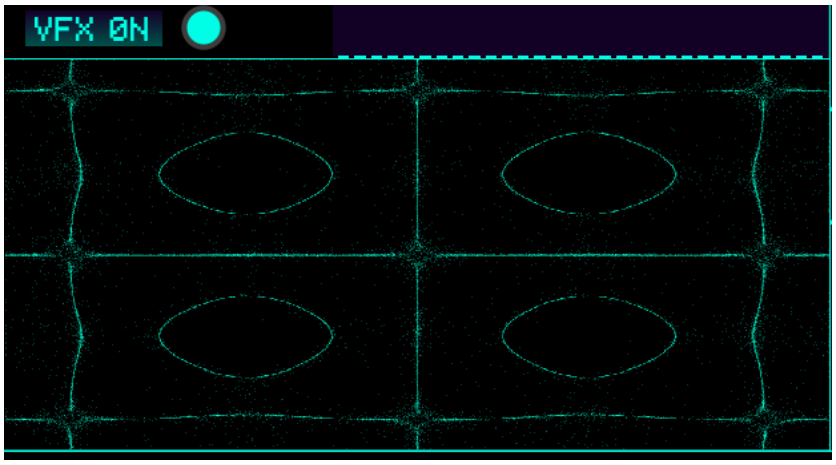
6.2 Visuals

Με την ανάλυση του κομματιού του συστήματος αποθήκευσης ρυθμίσεων ολοκληρώνεται η ανάλυση όλων των λειτουργιών του synthesizer. Το τελευταίο κομμάτι στο οποίο θα γίνει αναφορά είναι το κομμάτι των οπτικών εφέ. Το συγκεκριμένο κομμάτι δημιουργήθηκε καθαρά για αισθητικούς λόγους και δεν προσφέρει κάτι επιπλέον σε επίπεδο λειτουργικότητας της εφαρμογής.

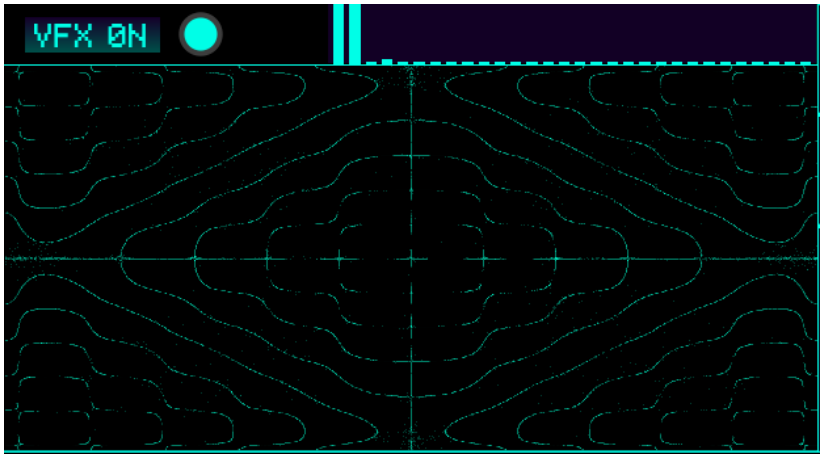
Στο γραφικό περιβάλλον του synthesizer, κάτω από το πιάνο, παρατηρείται πάνω από ένα μαύρο χώρο, η επιγραφή “**VFX ON**” και δίπλα της ένα κουμπί, ίδιο με τα υπόλοιπα κουμπιά της εφαρμογής. Με το πάτημα του ενεργοποιούνται τα οπτικά εφέ(visuals), τα οποία προβάλλονται στον μαύρο χώρο κάτω από την επιγραφή. Τα visuals αυτά, είναι επί της ουσίας η προσομοίωση της γεωμετρικής οπτικοποίησης των παραγόμενων συχνοτήτων από το πιάνο. Τα παραγόμενα σχήματα στον φυσικό κόσμο είναι αποτέλεσμα των ταλαντώσεων των ηχητικών κυμάτων πάνω σε κάποια επιφάνεια. Διάφοροι επιστήμονες έχουν ασχοληθεί με αυτόν τον τομέα έρευνας, με ίσως πιο γνωστό τον **Ernst Chladni**, ο οποίος χρησιμοποίησε μεταλλικές πλάκες πάνω στις οποίες έβαλε άμμο, ενώ

παράλληλα προκαλούσε ταλαντώσεις στις πλάκες χρησιμοποιώντας μαι χορδή βιολιού. Τα σχήματα που προέκυπταν από την ταλάντωση των πλακών άλλαζαν ανάλογα με την παραγόμενη συχνότητα.

Για την δημιουργία των παραπάνω σχημάτων δημιουργήθηκε ένα υπο-patch, το οποίο περιέχει έναν αλγόριθμο ο οποίος δέχεται σαν πληροφορία την συχνότητα της εκάστοτε νότας που αναπαράγεται από το πιάνο. Στη συνέχεια αυτή η πληροφορία αξιοποιείται από εξισώσεις που υπολογίζουν την θέση των γραφικών στοιχείων όπου αναπαριστούν την άμμο πάνω στην πλακέτα. Ανάλογα λοιπόν την συχνότητα που παίζει το πιάνο, υπολογίζεται η ταλάντωση του κύματος όπως ακριβώς θα ταλαντωνόταν και στον φυσικό κόσμο. Με την βοήθεια των γραφικών, προσομοιώνεται η κίνηση της άμμου λόγω της ταλάντωσης από την συχνότητα πάνω στην πλακέτα, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται τα γεωμετρικά σχήματα στον μαύρο χώρο κάτω από το πιάνο.



Εικόνα 6.3: Σχήμα ταλάντωσης χαμηλής συχνότητας



Εικόνα 6.4: Σχήμα ταλάντωσης υψηλής συχνότητας

Όσο είναι ενεργοποιημένα τα οπτικά εφέ ο υπολογισμός των ταλαντώσεων γίνεται σε πραγματικό χρόνο και τα παραγόμενα σχήματα αλλάζουν ανάλογα με την συχνότητα. Επί της ουσίας, κάθε διαφορετική νότα που παίζει ο χρήστης παράγει και διαφορετικό αποτέλεσμα. Αξίζει να σημειωθεί πως αλλάζοντας και την παράμετρο της συχνότητας του κάθε φίλτρου αλλάζουν τα σχήματα που εμφανίζονται, όπως ακριβώς θα άλλαζαν με το παίξιμο της αντίστοιχης νότας.

Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα

Ο σκοπός της παρούσης εργασίας ήταν η δημιουργία ενός synthesizer μέσω του προγραμματιστικού περιβάλλοντος MAX/MSP. Ο βασικός στόχος ήταν η δημιουργία ενός ηλεκτρονικού μουσικού οργάνου μέσω του οποίου ο χρήστης θα μπορεί να παίξει, καθώς και να ηχογραφήσει, μουσική σε πραγματικό χρόνο, αλλά και να μπορεί να συνθέσει και να ηχογραφήσει ήχους για χρήση σε βιντεοπαιχνίδια, ταινίες, επιτραπέζια παιχνίδια ρόλων φαντασίας και σε οποιοδήποτε μέσο κρίνεται απαραίτητη η παρουσία ηχητικού περιβάλλοντος ή ηχητικών εφέ. Κατά την διάρκεια της δημιουργίας του synthesizer παρουσιάστηκε η ανάγκη για αποθήκευση και ανάκληση προκαθορισμένων ρυθμίσεων(presets), καθώς και η μετατροπή του patch της MAX/MSP στο οποίο δημιουργήθηκε το synthesizer σε standalone εφαρμογή, δηλαδή σε ένα αυτόνομο πρόγραμμα του υπολογιστή. Με το πέρας της εργασίας το τελικό αποτέλεσμα είναι μια standalone εφαρμογή ενός synthesizer το οποίο καλύπτει τους παραπάνω στόχους.

Μέσω της διαδικασίας δημιουργίας της εφαρμογής απέκτησα περισσότερες γνώσεις όσον αφορά το προγραμματιστικό περιβάλλον της MAX/MSP, κατανόησα ακόμα περισσότερο διάφορες μορφές σύνθεσης ήχου, τόσο σε προγραμματιστικό επίπεδο όσο και στον τρόπο με τον οποίο επηρεάζεται το ηχητικό αποτέλεσμα μέσω αυτών, ενώ παράλληλα μέσω των δυσκολιών που αντιμετώπισα στο κομμάτι της πολυκάναλης ηχογράφησης και αναπαραγωγής κατανόησα σε βαθύτερο επίπεδο την δρομολόγηση του ηχητικού σήματος μέσα από διάφορα μέσα και συνδυασμούς αυτών, όπως τα εφέ, αλλά και στις διάφορες εξόδους για την σωστή αναπαραγωγή του ηχητικού σήματος. Επιπροσθέτως, αποκόμισα περισσότερες γνώσεις για το πρωτόκολλο MIDI λόγω της χαρτογράφησης του πληκτρολογίου του υπολογιστή με σκοπό την χρήση του στην εφαρμογή.

Το synthesizer έπειτα το πέρας της εργασίας είναι λειτουργικό και έχει την δυνατότητα παραγωγής πληθώρας διαφορετικών ηχητικών αποτελεσμάτων. Αξίζει να σημειωθεί όμως ότι σε σχέση με άλλα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα έχει περιορισμένο αριθμό μονάδων εφέ και δύο τρόπους σύνθεσης ήχου. Σε μελλοντική τροποποίηση της εφαρμογής θα προστίθεντο επιπλέον μονάδες εφέ, όπως reverb μεταξύ άλλων, ενώ ιδανικά θα προστίθεντο και επιπλέον τρόποι σύνθεσης ήχου, όπως Additive ή Subtractive Synthesis. Επιπλέον, το γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής, αν και το αποτέλεσμα της σχεδίασης του είναι ικανοποιητικό, χρειάζεται έναν τρόπο με τον οποίο θα βρίσκεται αυστηρά εντός ορίων του παραθύρου της εφαρμογής όταν αυτή ανοίγει, ενώ οι διαστάσεις κάθε γραφικού στοιχείου θα τροποποιούνται ανάλογα με τις διαστάσεις του παραθύρου της εφαρμογής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Manzo, V. J. (2016) *Max/MSP/Jitter for Music*. Second Edition. Oxford: Oxford University Press.

Miranda, E. R. (2002) *Computer Sound Design: Synthesis techniques and programming.* Second Edition. Boston, Mass: Focal Press.

Roads, C. (2023) *The Computer music Tutorial, second edition.* Second Edition. Boston, Mass.: MIT Press.

Russ, M. (2008) *Sound Synthesis and Sampling.* Third Edition. London: Routledge.

Hans, J. (2024) *Cymatics: A Study of Wave Phenomena & Vibration.* Fifth Edition. United States*:* MACROmedia Publishing.