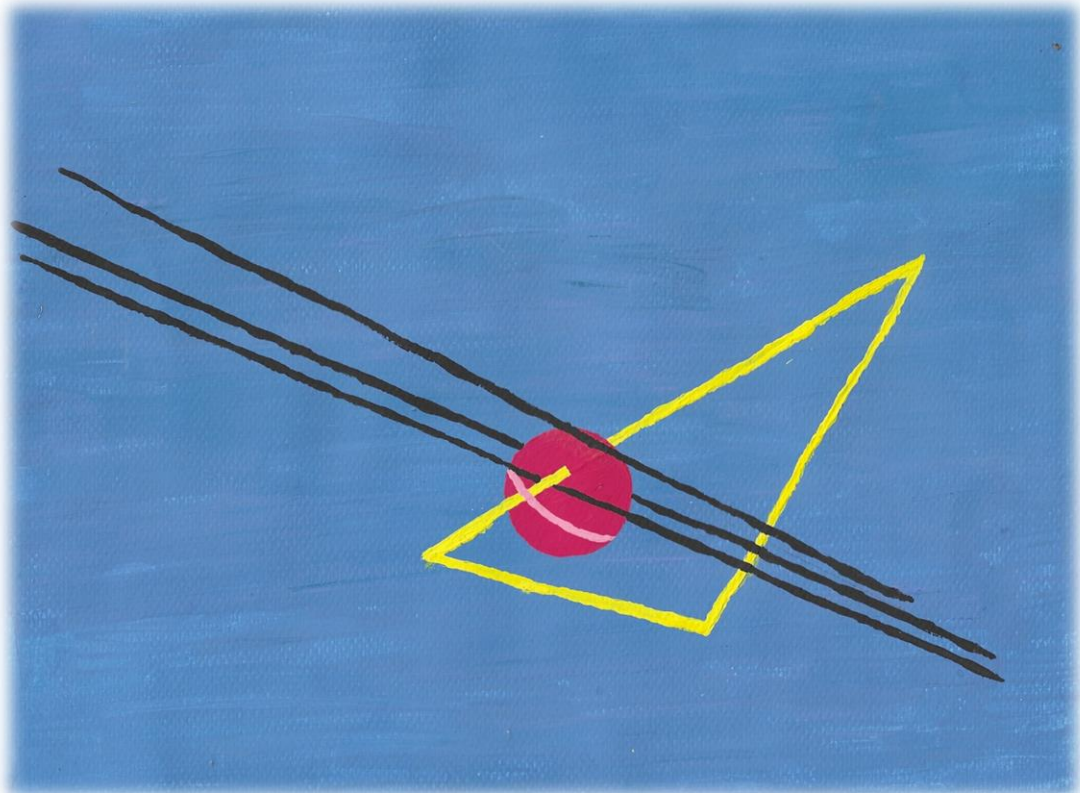


ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ

Πτυχιακή Εργασία.

*«Σύνθεση Πρωτότυπου Μουσικού Έργου Για Κιθάρα Και
Ηλεκτροακουστικά Μέσα»*



Ζαφειριάδης Στέφανος ΤΑ1727

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Τζεδάκη Κατερίνα

Ιούνιος 2020

Περίληψη.

Σκοπός της πτυχιακής αυτής εργασίας είναι η δημιουργία ενός πρωτότυπου μουσικού έργου για κιθάρα και ηλεκτροακουστικά μέσα. Στο θεωρητικό κείμενο παρουσιάζεται το γενικότερο ιστορικό και θεωρητικό πλαίσιο των αντίστοιχων μουσικών έργων για ακουστικά όργανα και ηλεκτρονικό ήχο, καθώς και η μεθοδολογία σύνθεσης του έργου *Guitar and Tape*.

Λέξεις κλειδιά : ηλεκτροακουστική μουσική, ηλεκτροακουστικά μέσα, ζωντανή εκτέλεση μουσικής με ηλεκτρονικά μέσα, σύνθεση ήχου, ηχογράφηση κιθάρας.

Abstract.

The purpose of this dissertation is to create an original musical work for guitar and live electronics. The theoretical text presents the general historical and theoretical context of the respective musical works for acoustic instruments and electronic sound, as well as the methodology of composition of the work *Guitar and Tape*.

Key words: electroacoustic music, electroacoustic medium, live electronics, sound synthesis, guitar recording.

Ευρετήριο Περιεχομένων.

Περίληψη.....	1
Abstract.....	2
Ευρετήριο Περιεχομένων.....	3
Ευρετήριο Πινάκων.....	6
Εισαγωγή.....	9
Κεφάλαιο 1 ^ο . Η χρήση των τεχνολογικών μέσων με στόχο την προέκταση της μουσικής πρακτικής.....	11
1.1 Η άνοδος της ηλεκτροακουστικής μουσικής.....	11
1.2 Τα πρώτα μέσα καταγραφής-αναπαραγωγής ήχου και η δημιουργία πρωτότυπων μουσικών έργων.....	13
1.3 Η συγκεκριμένη μουσική και η συστηματοποίηση των ηλεκτροακουστικών μέσων.....	14
1.4 Το ηλεκτροακουστικό σύστημα και η ηλεκτροακουστική μουσική.....	19
1.5 Βασική ιδέα σύνθεσης του έργου Guitar and Tape.....	23
1.6 Τα μέρη και ο μηχανισμός λειτουργίας της κιθάρας.....	25
Κεφάλαιο 2 ^ο . Στάδιο πρώτο: Ηχογράφηση.....	28
2.1 Η ηχογράφηση και τα ηλεκτροακουστικά μέσα που χρησιμοποιήθηκαν.....	28
2.1.1 Το μικρόφωνο και τα χαρακτηριστικά του.....	30
2.1.1.1 Συχνотική απόκριση μικροφώνου (Frequency response).....	31
2.1.1.2 Απόκριση στις απότομες μεταβολές (Transient response).....	31
2.1.1.3 Ευαισθησία μικροφώνου (Sensitivity).....	31
2.1.1.4 Ισοδύναμη στάθμη θορύβου (Equivalent Noise Level).....	32

2.1.1.5 Χαρακτηριστικά κατευθυντικότητας (Directional characteristics).....	32
2.2 Η κάρτα ήχου (Audio Interface).....	34
2.3 Λογισμικά ήχου (DAWs, Digital Audio Workstations).....	35
2.4 Ψηφιακή ηχογράφηση.....	36
2.5 Η ηχογράφηση της κιθάρας.....	37
Κεφάλαιο 3°. Στάδιο δεύτερο: Επεξεργασία και Μίξη.....	39
3.1 Διαλογή του ηχητικού υλικού.....	39
3.2 Η Επεξεργασία του ηχητικού υλικού.....	40
3.2.1 Συγκόλληση Ταινίας.....	41
3.2.2 Δημιουργία ηχητικών εφέ.....	44
3.2.3 Τεχνικές βασισμένες στην επανάληψη.....	46
3.2.4 Παραγωγή θορύβου κατά την διάρκεια της ηχογράφησης.....	49
3.3 Μίξη Ηχητικού Υλικού.....	50
3.3.1 Οι τεχνικές μίξης που χρησιμοποιήθηκαν.....	50
Κεφάλαιο 4°. Επέκταση του ηχητικού χαρακτήρα της κιθάρας.....	54
4.1 Σχεδιασμός εφαρμογής στο περιβάλλον της Max /Msp.....	54
4.2 Δομή και Ανάλυση του Patch.....	55
Κεφάλαιο 5°. Σχεδιασμός εκτέλεσης.....	68
5.1 Ανάπτυξη σημειογραφίας.....	68
5.2 Εκτέλεση του έργου « <i>Guitar and Tape</i> ».....	73
Κεφάλαιο 6°. Δομή και ανάλυση έργου.....	75
6.1 Ανάλυση του έργου « <i>Guitar and Tape</i> ».....	76

Συμπεράσματα.....	80
Βιβλιογραφία.....	82
1. Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία.....	82
2. Ξενόγλωσση βιβλιογραφία.....	83
3. Διαδικτυακές πηγές.....	84
Παράτημα Α. Σημείωμα Σύνθεσης.....	85
Παράτημα Β. Program Note.....	86
Παράτημα Γ. Εγχειρίδια χειρισμού συσκευών που χρησιμοποιήθηκαν.....	87
Παράτημα Δ. Λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε.....	88
Παράτημα Ε. Η πεντάγραμμη παρτιτούρα του έργου « <i>Guitar and Tape</i> ».....	89
Παράτημα Ζ. Οδηγίες του εκτελεστή.....	91
Παράτημα Η. Κατάλογος περιεχομένων συνοδευτικού DVD.....	91

Έργο εξώφυλλου: *Κιθάρα*

Φίλιππος Παντελεάκης.

Ευρετήριο Πινάκων.

Εικόνα 1: Τρισδιάστατη απεικόνιση του πλάτους και του τονικού ύψους ενός ηχητικού αντικειμένου από τον Abraham Moles (1960).....	17
Εικόνα 2: Τρισδιάστατη απεικόνιση του αρμονικού πλάνου ενός ηχητικού αντικειμένου, Abraham Moles (1960).....	18
Εικόνα 3: Τα μέρη της ακουστικής κιθάρας.....	25
Εικόνα 4: Διαγραμματική απεικόνιση της παραγωγής ήχου στην κιθάρα.....	26
Εικόνα 5: Διάταξη του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε κατά την διάρκεια της ηχογράφησης.....	29
Εικόνα 6: Η συχνотική απόκριση του μικροφώνου AKG P420 (άνω γράφημα) και το πολικό διάγραμμα (κάτω γράφημα).....	33
Εικόνα 7: Τοποθέτηση μικροφώνου για την ηχογράφηση της κιθάρας.....	37
Εικόνα 8: Παράθυρο εργασίας του λογισμικού SPEAR. Οι συχνότητες που έχουν επιλεγεί μπορούν είτε να απαλείφουν είτε να μετακινηθούν τόσο στο πεδίο του χρόνου όσο και της συχνότητας.....	41
Εικόνα 9: Παραδείγματα κοπής ταινίας, με το καθένα να επιφέρει διαφορετικό ηχητικό αποτέλεσμα.....	43
Εικόνα 10: Οι βασικές καμπύλες (curves) των fade in, στο παράθυρο επεξεργασίας (edit window) των Pro tools, όπου ανάλογα με την κλίση (slope) της καμπύλης επιτυγχάνεται διαφορετικό αποτέλεσμα στη δυναμική του ήχου.....	44
Εικόνα 11: Μετατόπιση τονικού ύψους με συγκεκριμένο αριθμό ημιτονίων στο περιβάλλον των Pro tools.....	45
Εικόνα 12: Περιβάλλουσα μεταβολής τονικού ύψους στο λογισμικό Cockos Reaper.....	46
Εικόνα 13: Μηχανισμός Tape echo ενός μαγνητοφώνου.....	47

Εικόνα 14: Αυτοματισμός περιβάλλουσας έντασης (Edit Window). Στο πάνω αριστερά μέρος του παραθύρου είναι οι επιλογές των εργαλείων, ενώ στο κάθε κανάλι φαίνεται η επιλογή για την ένταση (volume) ή το πανόραμα (pan).....	51
Εικόνα 15: Αυτοματισμός πανοραμικού (pan).....	52
Εικόνα 16: Απεικόνιση του εύρους μπάντας του φίλτρου.....	53
Εικόνα 17: Φίλτρο έλευσης υψηλών συχνοτήτων (High pass ή Low cut filter) με συχνότητα και ρυθμό αποκοπής στα 60 Hz με 24 dB ανά οκτάβα.....	54
Εικόνα 18: Απεικόνιση του κυρίως Patch.....	55
Εικόνα 19: Αλγόριθμος τονικής διολίσθησης (Pitch Shifting).....	56
Εικόνα 20: Αλγόριθμος τονικής διολίσθησης (Pitch Shifting), όπου οι τιμές του phasor καθορίζονται με τυχαίο τρόπο.....	58
Εικόνα 21: Μηχανισμοί κίνησης ήχου, όπου (α) το κυρίως patch (β) μηχανισμός αυτόματης κίνησης του ήχου (auto panning) και (γ) το subpatch του panning.....	59
Εικόνα 22: Αλγόριθμος σειράς καθυστέρησης σταθερού χρόνου.....	60
Εικόνα 23: Αλγόριθμος multi-tap delay (α) κυρίως patch και (β) το subpatch.....	62
Εικόνα 24: Δομή αντήχησης Schroeder αποτελούμενη από τρία εν σειρά φίλτρα γενικής διέλευσης και τέσσερα παράλληλα αναδρομικά φίλτρα κτένας.....	62
Εικόνα 25: Αναδρομικό φίλτρο κτένας (feedback comb filter) όπου το σήμα εξόδου λαμβάνεται από την αρχή της σειράς καθυστέρησης.....	63
Εικόνα 26: Φίλτρο γενικής διέλευσης (allpass) ως αποτέλεσμα ενός feedback/feedforward φίλτρου.....	64
Εικόνα 27: Αλγόριθμος οργάνων FM.....	65
Εικόνα 28: Παραγόμενο φάσμα κατά την συχνοτική διαμόρφωση.....	66
Εικόνα 29: Παραγόμενο φάσμα με συνεχή αύξηση του συντελεστή διαμόρφωσης (modulation index).....	67
Εικόνα 30: Δείγμα παρτιτούρας του έργου Guitar and Tape στο λογισμικό Acousmographie.....	70

Εικόνα 31: Η δεύτερη παρτιτούρας του εκτελεστή (Score 2), η οποία αποτελείται από τέσσερα μέρη (A-D). Στην εισαγωγή κάθε μέρους δίνονται απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με την έναρξη και την ολοκλήρωση του.....	71
Εικόνα 32: Ολοκλήρωση των τελευταίων μέτρων του μέρους Α της παρτιτούρας Score 1. Ο εκτελεστής ολοκληρώνοντας το τρέμολο θα πρέπει να κάνει ένα σύντομο glissando.....	72
Εικόνα 33: Δείγμα γραφικής παρτιτούρας. Οι νότες των μέτρων 45-48 της δεύτερης παρτιτούρας (Score 2) θα παιχτούν μετά τους διαδοχικούς κύκλους.....	73
Εικόνα 34: Κυματομορφή και φασματογράφημα του έργου « <i>Guitar and Tape</i> ».....	75
Εικόνα 35: Η πρώτη σελίδα της δεύτερης παρτιτούρας.....	89
Εικόνα 36: Η δεύτερη σελίδα της δεύτερης παρτιτούρας.....	90
Εικόνα 37: Διάγραμμα ζωντανής εκτέλεσης του έργου « <i>Guitar and Tape</i> ».....	91

Εισαγωγή.

Η αφητηρία του εγχειρήματος αυτού βασίζεται σε δύο κεντρικές σκέψεις. Η πρώτη βλέπει το μουσικό όργανο ως μια ηχητική πηγή της οποίας η μουσικότητα είναι απλώς μια πτυχή και όχι αυτοσκοπός, ενώ η δεύτερη βλέπει τη μουσική τεχνολογία ως προέκταση της μουσικής πρακτικής. Στόχος της πτυχιακής αυτής εργασίας είναι η δημιουργία μιας μουσικής σύνθεσης, η οποία θέτει στο επίκεντρο τον ηχητικό χαρακτήρα της κιθάρας, ενώ η μεθοδολογία που αναπτύσσεται αφορά κυρίως ηλεκτροακουστικά μέσα και τους τρόπους αλληλεπίδρασης τους, ικανοποιώντας τις ανάγκες της σύνθεσης. Η συγκεκριμένη εργασία αποτελείται από τρία σκέλη. Το πρώτο εστιάζει στο θεωρητικό πλαίσιο, από το οποίο προήλθε η βασική ιδέα του συγκεκριμένου θέματος, παρουσιάζοντας ιστορικά στοιχεία και μουσικολογικές αναφορές που επεξηγούν τόσο το αισθητικό περιεχόμενο του συγκεκριμένου έργου, όσο και την απαραίτητη ορολογία, η οποία χρησιμοποιείται σε όλη την έκταση της εργασίας. Το δεύτερο σκέλος, το οποίο αποτελεί και το μεγαλύτερο μέρος της εργασίας αποτελείται από τη μεθοδολογία και τα στάδια υλοποίησης της, περιγράφοντας αναλυτικά όλες τις ενέργειες που εντάσσονται σε καθένα από αυτά. Το τρίτο στάδιο επικεντρώνεται στην ανάλυση του έργου *Guitar and Tape*.

Πιο συγκεκριμένα, στις ενότητες του πρώτου κεφαλαίου προσπάθησα να αναδείξω, την επίδραση της ηχητικής τεχνολογίας στη μέχρι τότε μουσική νόρμα, τοποθετώντας τον ίδιο τον ήχο στο επίκεντρο των μουσικών συνθέσεων. Είναι προφανές πως το ίδιο το μέσο καθορίζει σε πολύ σημαντικό βαθμό το πρωτογενές υλικό, την ανάπτυξή του στο χρόνο, τη φόρμα και τελικά την ίδια την αισθητική. Στα τέλη του 19^{ου} και στις αρχές του 20^{ου} αιώνα εμφανίζεται η ανάπτυξη μιας ηχητικής τεχνολογίας που θέτει στο επίκεντρο τον ίδιο τον ήχο απελευθερωμένο αφενός από τα ασφυκτικά πλαίσια της οργάνωσής του σε μουσικούς φθόγγους και αφετέρου από τους περιορισμούς που επιβάλλουν τα παραδοσιακά μουσικά όργανα. Με τη δημιουργία συστημάτων που επιτρέπουν την καταγραφή-αποθήκευση της ζωντανής ηχητικής εμπειρίας σε κάποιο μέσο, αλλά και την αναπαραγωγή της από αυτό επετεύχθη η δυνατότητα μιας εξ' ολοκλήρου σύνθεσης ή ανασύνθεσης του ηχητικού υλικού μιας πηγής, μακριά από αυτήν και σε δεύτερο χρόνο. Συνεπώς, η διαδικασία της σύνθεσης μεταφέρεται από την αρχική πηγή σε ένα μέσο καταγραφής-αναπαραγωγής του ήχου, όπου αναπτύσσεται μια συγκεκριμένη μεθοδολογία

σύνθεσης ανάλογα τις δυνατότητες του, διευρύνοντας παράλληλα τις μεθόδους σημειογραφίας αλλά και τη ζωντανή εκτέλεση.

Το μεγαλύτερο μέρος της εργασίας αποτελείται από τα στάδια της μεθοδολογίας, τα οποία και αναλύονται στα κεφάλαια 2, 3, 4 και 5. Το πρώτο στάδιο (κεφάλαιο 2^ο), εστιάζει στη διαδικασία της ηχογράφησης του οργάνου παρουσιάζοντας το θέμα, όπου ήταν ο αυτοσχεδιασμός και η συλλογή ηχητικού υλικού από τα μέρη της κιθάρας, καθώς και τα ηλεκτροακουστικά μέσα που χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη του σκοπού αυτού. Στη συνέχεια, γίνεται περαιτέρω ανάλυση των βασικών χαρακτηριστικών τους, παρουσιάζοντας την αλυσίδα του ηλεκτροακουστικού συστήματος που αποτελούν. Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται το δεύτερο στάδιο της μεθοδολογίας, το οποίο αφορά κυρίως τις διαδικασίες της επεξεργασίας και της μίξης του ηχητικού υλικού. Πρωτίστως περιγράφεται η διαλογή του υλικού και η προετοιμασία για την υλοποίηση των τεχνικών επεξεργασίας, οι οποίες αναλύονται βάση της προέλευσης τους από τις συνθέσεις για μαγνητοταινία, ενώ στη συνέχεια περιγράφεται η υλοποίησή τους με τη χρήση λογισμικών ήχου, ικανοποιώντας τις ανάγκες της σύνθεσης. Το δεύτερο μέρος του τρίτου κεφαλαίου (ενότητα 3.3), εστιάζει στις διαδικασίες της τελικής μίξης. Μολονότι, οι ενέργειες που εκτελέστηκαν στα πρώτα στάδια κατάφεραν να επεκτείνουν τον ηχητικό χαρακτήρα του οργάνου με το τρίτο στάδιο (κεφάλαιο 4^ο) περιγράφεται ένας επιπρόσθετος τρόπος επίτευξης του ίδιου αποτελέσματος, ο οποίος παρέχει παράλληλα το κατάλληλο πλαίσιο για τον σχεδιασμό της ζωντανής εκτέλεσης (live performance). Επεξηγηματικότερα, στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η ανάπτυξη μιας εφαρμογής αλγόριθμων σύνθεσης ήχου, η οποία αναπτύχθηκε στο περιβάλλον της Max/Msp. Στις ενότητες του συγκεκριμένου κεφαλαίου αναλύονται ο βασικός μηχανισμός λειτουργίας των αλγορίθμων, καθώς και τα αντικείμενα του περιβάλλοντος που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίησή τους.

Ο σχεδιασμός της ζωντανής εκτέλεσης αποτελείται κυρίως από την ανάλυση της παρτιτούρας, η οποία επεξηγεί ως ένα βαθμό το υλικό και τις ενέργειες του εκτελεστή, ενώ στη συνέχεια περιγράφεται η διάταξη και ο απαραίτητος εξοπλισμός, καθώς και οι ενέργειες που καθιστούν εφικτή την ζωντανή εκτέλεση του έργου. Ολοκληρώνοντας, στο τελευταίο κεφάλαιο επιχειρείται η ανάλυση του έργου *Guitar and Tape*, επεξηγώντας παράλληλα την δομή του.

Κεφάλαιο 1^ο

Η χρήση τεχνολογικών μέσων με στόχο την προέκταση της μουσικής πρακτικής.

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο εστιάζει στην περιγραφή του θεωρητικού και ιστορικού πλαισίου, το οποίο κατέστησε εφικτή τη δημιουργία πρωτότυπων μουσικών έργων χρησιμοποιώντας διάφορα τεχνολογικά μέσα, με την πλειοψηφία αυτών να αποτελούν ηλεκτροακουστικούς μετατροπείς. Ξεκινώντας από τις προσπάθειες του Edgar Varèse για την δημιουργία νέων ήχων και την εύρεση νέων τρόπων οργάνωσης αυτού του υλικού, μεταφερόμαστε στην ανάπτυξη των πρώτων μέσων καταγραφής-αναπαραγωγής του ήχου, που χρησιμοποιήθηκαν για τη σύνθεση μουσικής. Στη συνέχεια περιγράφεται η προσπάθεια οργάνωσης και συστηματικής μελέτης των νέων μέσων, αλλά και ο ορισμός του ηλεκτροακουστικού συστήματος και της ηλεκτροακουστικής μουσικής. Τέλος, αναλύεται η βασική ιδέα σύνθεσης του έργου *Guitar and Tape*, ενώ στην επόμενη ενότητα αναλύονται τα μέρη του συγκεκριμένου οργάνου και ο μηχανισμός λειτουργίας του.

1.1 Η άνοδος της ηλεκτροακουστικής μουσικής.

Η σύγκλιση των νέων τεχνολογιών σε συνδυασμό με μια γενική πολιτιστική αντίδραση κατά του «παλαιού κόσμου» της τέχνης και των αξιών της, δημιούργησε ευνοϊκές συνθήκες για την άνοδο της ηλεκτροακουστικής μουσικής, ιδιαίτερα στα χρόνια μετά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο. Μουσικές ιδέες που αντιμετωπίστηκαν είτε με χλευασμό και καταστολή είτε με πλήρη αδιαφορία -κυρίως λόγω του πολέμου- έγιναν ευπρόσδεκτες από μια νέα γενιά ακροατών όπου αναδύθηκε κατά τη διάρκεια της ατομικής εποχής (Holms 2008, σελ. 42).

Πριν από τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο η ηλεκτρονική μουσική βασιζόταν κυρίως στη ζωντανή εκτέλεση, με τη χρήση ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων όπως: το τελαρμόνιο (Telharmonium- Thaddeus Cahill, 1897), το θέρεμιν (Theremin, Leo Theremin, 1922), τα κύματα του Martenot (Ondes Martenot- Maurice Martenot,

1928), το τραουτόνιουμ (Trautonium- Friedrich Trautwein, 1930)¹ κ.α. Ο Edgar Varèse (1883 - 1965), ένας από τους σημαντικότερους συνθέτες του 20^{ου} αιώνα αναζητούσε συνεχώς τη δημιουργία νέων οργάνων, νέων «φωνών», με πρωταρχικό στόχο τη συγκέντρωσή νέου ηχητικού υλικού και την ανάπτυξη καινούριων τρόπων οργάνωσης του. Επινόησε ένα σχέδιο για την ανάπτυξη ενός εργαστηρίου στο οποίο θα κατασκευάζονται όργανα σύνθεσης ήχου, ενώ παράλληλα θα εκπαιδεύονται οι μουσικοί στη χρήση τους. Το 1927 ο στενός φίλος του Varèse, Renè Bertrand εφηύρε ένα όργανο γνωστό ως Dynophone, το οποίο έγινε τελικά η αφορμή για τη σύλληψη ενός σχεδίου από τον Varèse με σκοπό την περαιτέρω ανάπτυξη αντίστοιχης τεχνολογίας. Πιο συγκεκριμένα, ο ίδιος πίστευε πως τέτοια όργανα θα έπρεπε να αποκτήσουν βασικές θεμελιώδεις συχνότητες με στόχο τη πρόσθεση μιας σειράς αρμονικών, δημιουργώντας έτσι χροιές που οδηγούν σε νέους ήχους. Επίσης, θεωρούσε ότι σε περίπτωση συνδυασμού ενός ή περισσότερων αντίστοιχων οργάνων, θα πρέπει να μελετηθούν οι νέοι ήχοι που θα προκύψουν, ενώ το συχνοτικό τους εύρος θα πρέπει να αυξηθεί για να φτάσει υψηλότερες συχνότητες, όπου κανένα άλλο όργανο δεν θα μπορεί να δώσει με επαρκή ένταση. Ο Varèse οραματίστηκε αυτό το έργο ως εφαρμοσμένη έρευνα παντρεύοντας την τεχνογνωσία των ηλεκτρονικών μηχανικών και των ακουστικολόγων, με στόχο την πρακτική εφαρμογή της προκύπτουσας τεχνολογίας από συνθέτες και μουσικούς. Είδη από το 1927 και επί σχεδόν μια δεκαετία, προσέγγιζε μεγάλες εταιρίες όπως την Western Electric αλλά και ιδρύματα συμπεριλαμβανομένου του ιδρύματος Guggenheim, παραθέτοντας τις προτάσεις του για τη λήψη χρηματοδότησης με στόχο τη δημιουργία ενός εργαστηρίου ηχητικής σύνθεσης (sound synthesis laboratory). Ωστόσο, οι συγκεκριμένες οργανώσεις δεν μπόρεσαν να αντιληφθούν και να δικαιολογήσουν την έγκριση τέτοιων ιδεών. Ο ίδιος επέστρεψε στην ηλεκτρονική μουσική μερικά χρόνια αργότερα, όταν η διαθεσιμότητα της μαγνητοταινίας (magnetic tape) οδήγησε την ηλεκτρονική μουσική στο επόμενο της στάδιο. Τόσο ο Varèse όπως και άλλοι συνθέτες συμπεριλαμβανομένου του John Cage (1912 - 1992) είχαν τονίσει τη σημασία ενός μέσου καταγραφής του ήχου, για την σύνθεση μουσικής (Holms 2008, σελ. 35-36).

¹ Περαιτέρω πληροφορίες για τη λεπτομερή καταγραφή των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων αναγράφονται στον ισότοπο: <http://120years.net/>

1.2 Τα πρώτα μέσα καταγραφής-αναπαραγωγής του ήχου και η δημιουργία πρωτότυπων μουσικών έργων.

Μολονότι οι πρώτες συσκευές ηχογράφησης που εμφανίστηκαν στα τέλη του 19^{ου} αιώνα θεωρήθηκαν από πολλούς αποτυχία και αντιμετωπίστηκαν με σκεπτικισμό, καθώς η επικρατούσα αντίληψη υπαγόρευε πως τέτοιες μηχανές² θα πρέπει πρωτίστως να καταγράφουν την οπτική αναπαράσταση του ήχου. Η εξέλιξη τους ήταν ραγδαία τις επόμενες δεκαετίες, με αποτέλεσμα την εμφάνιση συστημάτων καταγραφής-αναπαραγωγής ήχου που χρησιμοποιήθηκαν ως κύρια μέσα για την δημιουργία πρωτότυπων μουσικών έργων. Είδη από την δεκαετία του 1930 το γραμμόφωνο (gramophone- Emilie Berliner, 1888) ήταν ένα απλό, οικιακής χρήσης αντικείμενο. Συνθέτες όπως ο Paul Hindemith (1895 - 1963) και ο Ernst Toch (1887 - 1964) βρήκαν μια νέα εφαρμογή για τη χρήση του· θεωρώντας το ως ένα ξεχωριστό μουσικό όργανο και όχι ένα απλό μέσο παθητικής καταγραφής μουσικών ή άλλων γεγονότων. Μόλις λίγες εβδομάδες νωρίτερα από την έναρξη του φεστιβάλ *Νέας Μουσικής* (Neue Musik festival) του Βερολίνου το 1930, οι συνθέτες βυθίστηκαν σε μία φρενίτιδα δοκιμών με μικρόφωνα και κόφτες δίσκων (disc cutters) παράγοντας έτσι αυτό που θα μπορούσε να ονομαστεί ως η πρώτη μουσική που συντίθεται αποκλειστικά για και από το μέσο εγγραφής. Το πρόγραμμά τους έφερε τον τίτλο *Πρωτότυπα έργα για Δίσκους* (Originalwerke für Schallplatten) και περιείχε μόλις πέντε έργα διάρκειας πέντε λεπτών το καθένα. Ο Hindemith ονόμασε τα δύο του έργα *Ηχογραφήσεις κόλπων* (Trickaufnahmen) ενώ τα εναπομείναντα τρία έργα του Toch ονομάστηκαν *Ομιλούμενη Μουσική* (Gesprochene Musik). (Το κύριο χαρακτηριστικό του γραμμοφώνου που εκμεταλλεύτηκαν οι συνθέτες ήταν η δυνατότητα αναπαραγωγής των ηχογραφημένων ήχων σε διαφορετική ταχύτητα από αυτήν που ηχογραφήθηκαν. Τα έργα δημιουργήθηκαν από την επανεγγραφή είδη ηχογραφημένων ήχων από ένα δίσκο σε ένα δεύτερο αλλάζοντας την ταχύτητα αναπαραγωγής.) Το έργο του Hindemith αφορούσε ήχους από ξυλόφωνο, φωνή και τσέλο, με το τελευταίο να αναπαράγεται σε διαφορετικές ταχύτητες μεταβάλλοντας έτσι το τονικό ύψος στα διάφορα μέρη του έργου. Για την υλοποίηση της συγκεκριμένης σύνθεσης, ο Hindemith χρειάστηκε να ηχογραφήσει μέχρι και τρεις

² Οι πρώτες απόπειρες αφορούσαν συσκευές οι οποίες κατέγραφαν μέσω μιας γραφίδας, τη γραφιστική απεικόνιση της ηχητικής πηγής η οποία στη μία περίπτωση δονούσε ένα μηχανικό τύμπανο (phonoautograph- Leon Scott, 1857) και σε μια άλλη το εξωτερικό τμήμα ενός ανθρώπινου αυτιού ειδικά κατασκευασμένο για την συσκευή αυτή (ear phonoautograph- A.G. Bell και C.Blake 1874).

δίσκους ταυτόχρονα λαμβάνοντας έτσι την τελική μίξη σε έναν τέταρτο τοποθετώντας ένα μικρόφωνο στη μέση. Για τα έργα του Toch χρησιμοποιήθηκε ως ηχητική πηγή μόνο η φωνή. Τα τρία έργα του αποτελούν ένα είδος φούγκας για τέσσερις φωνές, δημιουργώντας ένα σύνολο που ο ίδιος ονόμασε *Γεωγραφική Φούγκα* (Fuge auf der Geografie), καθώς το έργο αποτελούσε μια εξάσκηση για την προφορά δύσκολων γεωγραφικών λέξεων όπως *‘‘Τρινιδάδ και ο μεγάλος Μισισιπής’’* και *‘‘Ναγκασάκι, Γιοκοχάμα’’*. Κύριος στόχος του συνθέτη ήταν να μετατρέψει την προφορική λέξη σε ρυθμικό, μουσικό ήχο. Αλλάζοντας και ο ίδιος την ταχύτητα αναπαραγωγής των ηχογραφημένων φωνών, είχε σαν αποτέλεσμα την αλλαγή ορισμένων φωνηέντων αλλά και την αλλαγή της χροιάς των φωνών. Με αυτόν τον τρόπο οι δύο συνθέτες, μετέτρεψαν το τεχνολογικό μέσο που διέθεταν σε μια μηχανή παραγωγής ήχου, που μπορούσε να αλλοιώσει το τονικό ύψος και να προσδώσει άλλο χρώμα στον εκάστοτε ηχογραφημένο ήχο. Το στοιχείο που αναγνώρισαν οι Hindemith και Toch ήταν πως τα μηχανικά χαρακτηριστικά που κατέστησαν δυνατή τη μουσική προερχόμενη από μια μηχανή θα μπορούσαν να διερευνηθούν για τις δικές τους εγγενείς δομικές και μουσικές ιδιότητες. Ο Ernst Toch υποστήριζε πως ο σκοπός της ενασχόλησης του με το γραμμόφωνο ήταν η εκμετάλευση των ιδιοτήτων του μηχανισμού λειτουργίας του, ενώ παράλληλα αναλύοντας τις δυνατότητες του δημιούργησε μια μουσική βασισμένη στα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου μέσου. Με την εξαίρεση του Varèse όπου από το 1935 πειραματιζόταν και ο ίδιος με την αλλαγή ταχύτητας αναπαραγωγής πολλαπλών δίσκων και αυτή του John Cage με το γνωστό *Φανταστικό Τοπίο Αρ. 1* (Imaginary Landscape No. 1, 1939), λίγοι ήταν οι συνθέτες που ακολούθησαν τους Hindemith και Toch με αντίστοιχους πειραματισμούς. Χρησιμοποιώντας τους δίσκους εγγραφής οι συνθέτες προσπάθησαν να απελευθερωθούν από την εξάρτηση της ζωντανής εκτέλεσης για τη δημιουργία μουσικής. Η συγκεκριμένη εξερεύνηση οδήγησε άμεσα σε μία δημιουργική εξέλιξη μιας πρόσφατα συλληφθείσας μουσικής, ανοιχτής στους θορύβους και στις ιδιαιτερότητες των μηχανών (Holms 2008, σελ. 43-44).

1.3 Η Συγκεκριμένη μουσική και η συστηματοποίηση των ηλεκτροακουστικών μέσων.

Μεταξύ των εργαλείων και των μέσων που διαδόθηκαν ευρέως μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, συγκαταλέγονται η μαγνητοταινία, ο δίσκος μεγάλης διάρκειας (long-playing disc, LP), η πολλαπλή εγγραφή με δύο και τέσσερα κανάλια, η εκπομπή

σε FM κ.α. Η ύπαρξη μιας ποικιλίας νέων μέσων δημιουργίας και διάδοσης της νέας μουσικής, είχε τρομακτική πολιτιστική επίδραση. Η τεχνολογία επέκτεινε τα όρια της κοινής εμπειρίας και των ηχητικών γεγονότων, ενώ ταυτόχρονα βοήθησε στη διάδοση νέων ιδεών. Σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της νέας μουσικής κατείχε η διάδοση της μαγνητοταινίας (Salzman 1983, σελ. 203-204). Πιο συγκεκριμένα, η μαγνητοταινία προσέφερε στον συνθέτη την ευελιξία και προσαρμοστικότητα των μέσων εγγραφής και αποθήκευσης του ήχου, καθώς αποτελούσε μια πιστή και βολική διάταξη όπου μπορούσε να χρησιμοποιηθεί με πολλούς τρόπους. Βελτιωμένες τεχνικές εγγραφών όπως επίσης και ποικίλες γεννήτριες προσέφεραν τα μέσα για τη διαμόρφωση των ήχων, όπως ακριβώς ο γλύπτης μορφοποιεί το υλικού του. Επιπροσθέτως υπήρχε η δυνατότητα άμεσης ακρόασης των ήχων που συνέθετε ο εκάστοτε συνθέτης. Ο John Cage πίστευε πως με τη χρήση της μαγνητοταινίας μπορούσε κανείς να συνειδητοποιήσει ότι υπάρχει ισοδυναμία μεταξύ χώρου και χρόνου, καθώς η ταινία είναι αντιληπτή στο χώρο ενώ ο ήχος στον χρόνο. Το γεγονός αυτό επηρέασε άμεσα τη σημειογραφία της μουσικής. Δεν ήταν πλέον απαραίτητο να μετράει κανείς ένα-δύο-τρία-τέσσερα, καθώς ο ήχος μπορούσε να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε σημείο στον χρόνο. Ο ρυθμός που ήταν κάποτε οργανωμένος σε μέτρα, μπορούσε πλέον να επιταχυνθεί ή να επιβραδυνθεί σε βαθμό που θα τον καθιστούσε μη αναγνωρίσιμο. Τέτοια στοιχεία, όπως η χροιά επιλεγμένων οργάνων, η αρμονία και η μελωδία μπορούσαν να μεταμορφωθούν από έναν συγκεκριμένο αριθμό ιντσών ταινίας το δευτερόλεπτο σε ένα μαγνητόφωνο μεταβλητής ταχύτητας αναπαραγωγής. Οι συγχορδίες μπορούσαν να επιταχυνθούν ώστε να ακούγονται σαν απλή ρυθμικοί κτύποι, ενώ οι ρυθμοί μπορούσαν να επιβραδυνθούν και να ακούγονται σαν drones (Holms 2008, σελ. 124).

Στούντιο ηλεκτρονικής μουσικής ξεκίνησαν να αναπτύσσονται το ένα μετά το άλλο, ιδιαίτερα στους ραδιοφωνικούς σταθμούς που διέθεταν τον απαραίτητο εξοπλισμό. Μεταξύ των φορέων αυτού του είδους ήταν η *Radiodiffusion Française* του Παρισιού και η *Nordwestdeutscher Rundfunk* της Κολωνίας, τα στούντιο των οποίων σε σύντομο χρονικό διάστημα είχαν γίνει κέντρα αντίθετων παρατάξεων συνθετών ηλεκτρονικής μουσικής. Στο Παρίσι, η πιο στενή προσέγγιση στην ηλεκτρονική μουσική έγινε με τη χρήση του μαγνητοφώνου (magnetic tape-recorder) και διαφόρων ηλεκτροακουστικών μετατροπέων³. Οι Pierre Schaeffer (1910 - 1995)

³ Εν παραδείγματι, μικρόφωνα, ηχεία και οποιαδήποτε άλλη συσκευή μετατρέπει την ακουσική ενέργεια σε ηλεκτρική ή το αντίστροφο (βλέπε ενότητα 1.4).

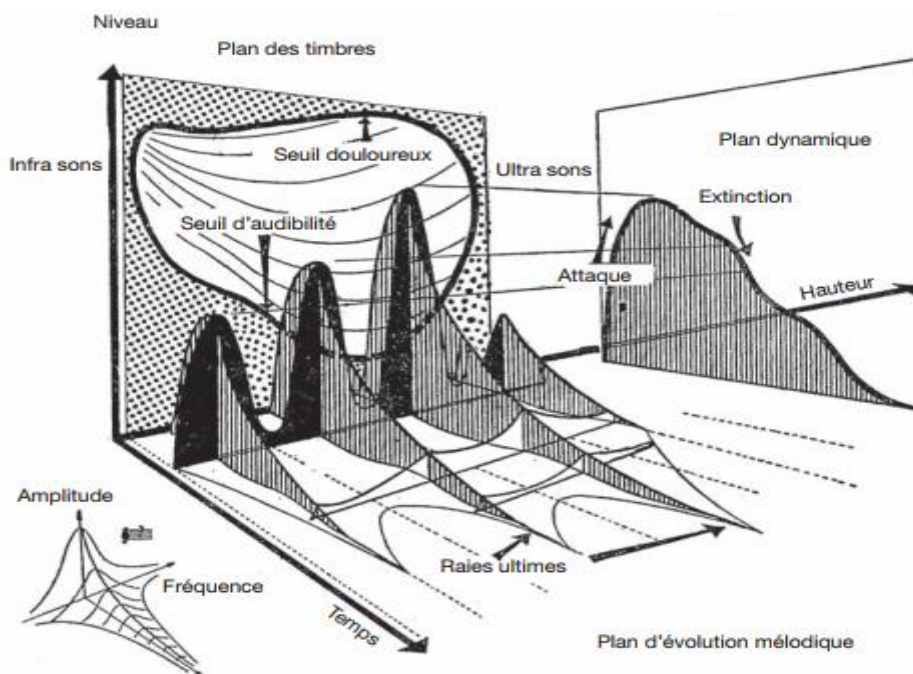
και Pierre Henry (1927 - 2017) πρωτοστάτησαν χρησιμοποιώντας εργαλεία ηχογράφησης ήχου, ενώ στη συνέχεια επεξεργάζονταν τόσο τους φυσικούς όσο και τους ηλεκτρονικούς ήχους που παρήγαγαν (Griffiths 1993, σελ. 265). Η μουσική που προέκυψε από τις ενέργειες τους ονομάστηκε *Music Concrète* (Συγκεκριμένη Μουσική) από τον Schaeffer το 1949 και οδήγησε σε ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον σε θεσμικό επίπεδο για την καθιέρωση των στούντιο ηλεκτρονικής μουσικής σε όλο τον κόσμο. Με τον όρο αυτό, ο Schaeffer ήθελε να δώσει έμφαση στην αντίστροφη διαδικασία με εκείνη της παραδοσιακής σύνθεσης, κατά την οποία η καταγραφή μιας μουσικής ιδέας θα πρέπει να εκφραστεί με τη χρήση των συμβόλων και των κανόνων της παραδοσιακής μουσικής σημειογραφίας, ενώ στη συνέχεια να ερμηνευτούν και να παραχθούν οι κατάλληλοι ήχοι από τα μουσικά όργανα, μεταφέροντας έτσι τον συνθέτη από το αφηρημένο (παρτιτούρα - έκφραση μουσικής ιδέας) στο συγκεκριμένο (ηχητική εμπειρία του μουσικού έργου). Με την *συγκεκριμένη μουσική*, ο συνθέτης ξεκινούσε από τον ηχογραφημένο ήχο (συγκεκριμένο) και προχωρούσε στο αφηρημένο (abstrait- μουσικές δομές). Ο Schaeffer στην πραγματεία του περί μουσικών αντικειμένων (*Traité des objets musicaux*, 1966) ορίζει τον ηχογραφημένο ήχο ως *ηχητικό αντικείμενο* (objet sonore), με την προσέγγιση αυτή να πηγάζει από την αποτύπωση του ήχου σε ένα κομμάτι μαγνητοταινίας (tape), μετατρέποντας τον ήχο από μία στιγμιαία και μοναδική, μη επαναλαμβανόμενη εμπειρία σε ένα αντικείμενο εγκλωβισμένο στην υλική υπόσταση του μέσου (Λώτης & Διαμαντόπουλος 2015, σελ. 16).

Συμμετέχοντας στα πειράματα του Schaeffer με τη μαγνητοταινία ο Abraham Moles (1922 - 1992) παρατήρησε πως κάθε ηχητικό αντικείμενο αποτελείται από τρία βασικά στοιχεία: το πλάτος (amplitude), τη συχνότητα (frequency) και τη διάρκεια (duration). Τα στοιχεία αυτά θα μπορούσαν να κατανοηθούν περεταίρω εξετάζοντας τα συστατικά μέρη του κάθε ήχου όπως την αρχή/ατάκα (attack), τη διατήρηση (sustain) και το σβήσιμο/ουρά (decay), καθώς και την αρμονική ή μη σχέση των συχνοτήτων στη συνέχεια του χρόνου. Η διαθέσιμη τεχνολογία ηχογράφησης αποτελούσε ένα εξαιρετικό μέσο αποθήκευσης και δοκιμής διαφόρων ήχων. Για τον συνθέτη η συγκέντρωση όλων των ήχων με βάση τα αυτά θεμελιώδη στοιχεία επαναπροσδιόρισε τη σημασία και τη χρησιμότητα των ήχων σε μια σύνθεση, επιτρέποντας σε κάθε πιθανό ήχο να γίνει μέρος ενός μουσικού έργου. Αυτή ήταν ουσιαστικά η κατεύθυνση που ακολούθησε ο Schaeffer μαζί με άλλους συνθέτες, οι οποίοι έβλεπαν την ηλεκτρονική μουσική ως ένα πολύτιμο εργαλείο για τον

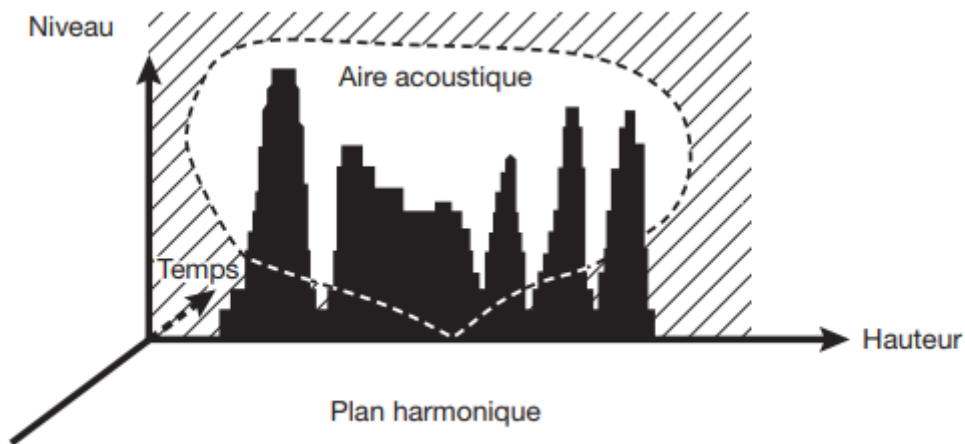
κατακερματισμό των κοινώς αποδεκτών ορισμών της μουσικής, έχοντας στα χέρια τους διάφορα μέσα, των οποίων τα ηχητικά αντικείμενα δεν θα μπορούσαν να θεωρηθούν μουσικά με την παραδοσιακή έννοια του όρου (Holms 2008, σελ. 46-47). Στην βάση των τριών προαναφερθέντων στοιχείων ο Schaeffer ανέπτυξε μια στρατηγική σύνθεσης, αποτελούμενη από τρία πλάνα:

1. Το αρμονικό πλάνο (Plan harmonique), το οποίο αναφέρεται στην ανάπτυξη της χροιάς (timbre), ως συνάρτηση όλου του συχνοτικού φάσματος στη συνέχεια του χρόνου.
2. Το πλάνο της δυναμικής (Plan dynamique), με το οποίο αναφέρεται στην ανάπτυξη των δυναμικών του ήχου.
3. Το μελωδικό πλάνο (Plan mélodique), το οποίο αναφέρεται στη διαδοχή και εξέλιξη των ήχων στο χρόνο.

Ο Moles προσπάθησε να απεικονίσει σε ένα τρισδιάστατο γράφημα τις διαστάσεις του ηχητικού αντικειμένου που αναγράφονται παραπάνω. Στο πρώτο γράφημα παρουσιάζονται το πλάτος και οι δυναμικές του ηχητικού αντικειμένου, ενώ στο δεύτερο παρουσιάζεται η συχνοτική περιοχή του φάσματος που καλύπτει το αντικείμενο.



Εικόνα 1. Τρισδιάστατη απεικόνιση του πλάτους και του τονικού ύψους ενός ηχητικού αντικειμένου από τον Abraham Moles (1960), πηγή: (Holms 2008, σελ. 46) .



Εικόνα 2. Τρισδιάστατη απεικόνιση του αρμονικού πλάνου ενός ηχητικού αντικειμένου, Abraham Moles (1960), πηγή: (Holms 2008, σελ. 47).

Η σύλληψη της ιδέας του ηχητικού αντικειμένου είναι ιδιαίτερα σημαντική επειδή αντιπροσώπευε την προσπάθεια κατανόησης των χαρακτηριστικών που απαρτίζουν την σύνθεση ενός ήχου. Τα συνοδευόμενα σχεδιαγράμματα αντιπροσωπεύουν μόνο ένα στιγμιότυπο στην διάρκεια ενός ήχου. Τόσο πριν όσο και μετά από αυτόν προηγήθηκε και ακολούθησε ένας άλλος ήχος. Μια τέτοια προσέγγιση για τη δημιουργία μουσικής με τη χρήση τεχνολογικών μέσων ωθεί τον συνθέτη στο ρόλο του μηχανικού αλλά και του μουσικού. Από τον Ιανουάριο του 1948 μέχρι τον Οκτώβριο του ίδιου έτους ο Schaeffer ασχολήθηκε με τη δημιουργία πέντε συνθέσεων που έγιναν γνωστές ως *Μελέτες για θόρυβο* (*Études de bruits*). Αυτές οι συνθέσεις ήταν οι πρώτες ολοκληρωμένες συνθέσεις συγκεκριμένης μουσικής και περιείχαν ηχογραφήσεις ήχων πιάνου και κρουστών καθώς και θορύβων της αμαξοστοιχίας του τραίνου. Πιο συγκεκριμένα, τα κομμάτια ήταν τα ακόλουθα:

1. *Étude aux chemins de fer*, όπου περιείχε ηχογραφήσεις από την αμαξοστοιχία ενός τραίνου.
2. *Étude aux tourniquets*, όπου περιλάμβανε ήχους από ξυλόφωνο, κουδούνια και σφυρίχτρες.
- 3,4. *Étude au piano I (étude violette)* και *II (étude noire)*, όπου περιείχε ηχογραφήσεις ήχων πιάνου παιγμένοι τόσο από τον ίδιο όσο και από τον Pierre Boulez (1925 - 2016).

5. *Étude pathétique*, όπου περιλάμβανε ήχους από καπάκια κατσαρόλας, ομιλίες, τραγούδι, φουσαρμόνικα και πιάνο.

Με την ραδιοφωνική πρεμιέρα του συγκεκριμένου έργου, ο Schaeffer χάραξε νέους και ανεξερεύνητους δρόμους για μια τέχνη των ήχων βασισμένη στην εμπειρία, στον πειραματισμό, στην ελευθερία έκφρασης μέσω των ήχων και στην εγγενή μουσικότητα όλων των αντικειμένων που μπορούν να πράξουν ήχο. Εισήγαγε μια τέχνη των ήχων άμεσα συνδεδεμένη με την πρακτική της ηχοληψίας και την χρήση της στο στούντιο. Γι' αυτήν του την προσπάθεια ο Schaeffer έλαβε σημαντική υποστήριξη από την Γαλλική ραδιοφωνία με αποτέλεσμα ίδρυση ενός εργαστηρίου προσανατολισμένο στην σύνθεση συγκεκριμένης μουσικής και στο σχηματισμό της ομάδας *Groupe de Recherche de Music Concrète (GRMC)*, η οποία περιλάμβανε επίσης τους Pierre Henry και τον μηχανικό Jacques Poulin. Το εργαστήριο άνοιξε τις πύλες του σε συνθέτες όπως ο Olivier Messiaen (1908 - 1992), Pierre Boulez, Karlheinz Stockhausen (1928 - 2007), Jean Barraqué (1928 - 1973), Darius Milhaud (1892 - 1974) Iannis Xenakis (1922 - 2001), και Edgar Varèse (Λώτης & Διαμαντόπουλος 2015, σελ. 17· Holms 2008, σελ. 49).

1.4 Το ηλεκτροακουστικό σύστημα και η ηλεκτροακουστική μουσική.

Όπως έχει είδη γίνει αντιληπτό, η τεχνολογία έγινε ένα ισχυρό όπλο στα χέρια των οραματιστών της νέας μουσικής. Τα τεχνολογικά μέσα της εποχής έπαιξαν καθοριστικό ρόλο, τόσο στη συλλογή του υλικού όσο και στη σύνθεση του. Βασική προϋπόθεση για την ανάπτυξη μεθόδων και τεχνικών επεξεργασίας του ήχου αποτελούν η καταγραφή και η αναπαραγωγή του ήχου, χρησιμοποιώντας συστήματα που επιτρέπουν την περαιτέρω ανάλυση και μελέτη των χαρακτηριστικών του. Σύμφωνα με τον Pierre Schaeffer μια τέτοιου είδους ανάλυση θα ήταν αδύνατη χωρίς το ηλεκτροακουστικό σύστημα (Schaeffer 2017, σελ. 321).

Πιο συγκεκριμένα, με τον όρο *ηλεκτροακουστικό σύστημα* αναφέρομαι στο σύνολο των μηχανημάτων που υλοποιούν έναν ή περισσότερους μετασχηματισμούς ενός σήματος, από ακουστική σε ηλεκτρική ενέργεια και το αντίθετο. Σε περίπτωση συνδυασμού τέτοιων συστημάτων με άλλα συστήματα μετατροπής ενέργειας, οδηγούμαστε σε σύνθετα συστήματα ή και εγκαταστάσεις (Μουρτζόπουλος 2016, σελ. 1-3). Μολονότι, ο παραπάνω ορισμός αναφέρεται στη μετατροπή του σήματος

από ακουστική σε ηλεκτρική ενέργεια και αντίστροφα, χρησιμοποιείται επίσης για να αναφέρει οποιαδήποτε διαδικασία ηλεκτρονικής παραγωγής ή/και χειρισμού ηχητικών σημάτων, συμπεριλαμβάνοντας τεχνικές ηχητικής σύνθεσης (Sound Synthesis). Ένας μεγάλος αριθμός ήχων που ακούμε στην καθημερινότητα μας προέρχονται από τέτοια ηλεκτροακουστικά συστήματα, δημιουργώντας ένα ευρύ φάσμα, από βουητά (hums) και θορύβους, προερχόμενοι είτε από ηλεκτρικές συσκευές, είτε από την ηλεκτροακουστική αναπαραγωγή ήχου μέσω μαγνητοφώνων, δίσκων βινυλίου ή cd, τη μουσική ραδιοφώνου, τον ήχο της τηλεόρασης κ.α. Ο εξηλεκτρισμός ήχων που έχουν παραχθεί προγενέστερα με άλλη διαδικασία, οδηγεί στην αλλαγή των βασικών χαρακτηριστικών τους, όπως: χροιά (timbre), διάρκεια (duration), περιβάλλουσα δυναμικής (dynamic envelope), καθώς και την ίδια την κυματομορφή του ήχου. Κάθε τμήμα ενός ηλεκτροακουστικού συστήματος αποτελούμενο από μια σειρά μηχανημάτων συνδεδεμένα μεταξύ τους εισάγει ένα είδος παραμόρφωσης και θορύβου στο σύστημα. Εν παραδείγματι, τα κατευθυντικά χαρακτηριστικά και η συχνοτική απόκριση των μικροφώνων και των ηχείων επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο ηχογραφείται και αναπαράγεται ο ήχος. Ο διαχωρισμός ενός ήχου και της ηλεκτροακουστικής αναπαραγωγής του αλλάζει τον τρόπο αντίληψης του ήχου από τον ακροατή. Σε αρκετές περιπτώσεις οι ήχοι εμφανίζονται σε ασυνήθιστες ή ακατάλληλες περιστάσεις (π.χ κλασσική μουσική σε ανελκυστήρες) συμβάλλοντας έτσι στην ηχητική ρύπανση (sound pollution). Οι ήχοι μπορεί να είναι ακριβείς επαναλήψεις συχνότερα απ' ότι είναι μοναδικά συμβάντα, ενώ μπορούν να εμφανιστούν σε εντάσεις (intensities), διάρκειες (durations), πυκνότητες (densities) και ταχύτητες που δεν έχουν εμφανιστεί ξανά, γεγονός που μπορεί να συμβεί είτε διαδοχικά είτε ταυτόχρονα με άλλους ήχους και με έναν αυθαίρετο βαθμό πολυπλοκότητας. Όλες αυτές οι νέες πιθανότητες μπορούν να αλλάξουν τις συνήθειες ή τους τρόπους ακρόασης (listening modes) ενός ακροατή, ιδίως μέσω της συχνής έκθεσης του. Ορισμένες αλλαγές μπορούν να διεγείρουν νέες συμπεριφορές και ικανότητες ακρόασης (Truax, 1999).

Ο Pierre Schaeffer στην πραγματεία του περί μουσικών αντικειμένων (Treatise on Musical Objects, 2017), χωρίζει το ηλεκτροακουστικό σύστημα σε εννέα βασικά στάδια, δημιουργώντας μια συνδετική αλυσίδα, ξεκινώντας από φυσικά ή τεχνητά ηχητικά γεγονότα (sound events), καταλήγει με το τελευταίο στάδιο στην ηχητική προβολή (sound projection) μέσω ηχείων. Τα συγκεκριμένα στάδια περιγράφονται περιληπτικά παρακάτω (Schaeffer 2017, σελ. 323-325).

1. Πεδία ήχου (Sound domains).

Με την δυνατότητα καταγραφής οποιουδήποτε ήχου, προερχόμενου είτε από τη φύση, τον άνθρωπο, τα ζώα, είτε από θελημένα ή ακούσια, απλά ή σύνθετα ηχητικά γεγονότα: στα διάφορα στάδια καλλιτεχνικής και κοινωνικής εξέλιξης, έχουμε στην κατοχή μας έναν τεράστιο πλούτο πειραματικού ηχητικού υλικού (experimental sound material).

2. Τεχνοτροπίες ήχου (Sound factures).

Εκείνες που δεν είναι εμφανής στους φυσικούς ήχους θα πρέπει να γίνουν εμφανής από τη στιγμή που θέλουμε να κάνουμε συγκεκριμένες παρεμβάσεις. Ένας τρόπος να τις αναλύσουμε είναι σε ηχητικά σώματα και στους τρόπους χρήσης τους, κάνοντας τα να δονούνται ή να διατηρούν αυτές τις δονήσεις.

3. Ηχογράφηση με μικρόφωνο. (Microphone recording).

Με τη συγκεκριμένη μέθοδο αναφερόμαστε στη χρήση ενός ή περισσότερων μικροφώνων και στην τοποθέτησή τους σε σχέση με την ηχητική πηγή, καθώς και στο μέσο που συνδέει αυτά τα δύο με το ηχητικό σώμα (αέρας, νερό, ή οποιοσδήποτε συσκευή μπορεί να μεσολαβήσει).

4. Ηλεκτροακουστική διαμόρφωση (Electroacoustic modulation).

Κάθε μικρόφωνο παρέχει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα όπου αναπαριστά τις μεταβολές της πίεσης του αέρα, ενώ στη συνέχεια τις μετατρέπει σε αντίστοιχες μεταβολές τάσης ηλεκτρικού σήματος. Ένα μικρόφωνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί με έναν εξασθεניתή (attenuator) ή ενισχυτή (amplifier), ένα σύνολο φίλτρων, μία συσκευή αντήχησης κ.α. Τα σήματα των μικροφώνων προστίθενται μεταξύ τους μέσω ενός μίκτη, όπου ελέγχει τόσο τη διαμόρφωση του κάθε σήματος όσο και την συνολική.

5. Ηχογράφηση (Recording).

Ασχέτως αν η συγκεκριμένη διαδικασία επιτυγχάνεται με μηχανική, μαγνητική ή οπτική χάραξη, παρέχει μια πιστή ηχητική εικόνα (sound image), προερχόμενη από τον μίκτη, η οποία στη συνέχεια εξακριβώνεται κατά τη διάρκεια της ακρόασης μέσω ενός ηχείου.

6. Ο χειρισμός της ηχογράφησης μέσω επεξεργασίας και μίξης, (μεταμόρφωση) (Manipulating the recording by editing and mixing, (transformation)).

Η συγκεκριμένη διαδικασία αναφέρεται κυρίως στην αλλαγή της διαδοχικής ακολουθίας και της υπέρθεσης των τμημάτων της αρχικής ηχογράφησης (sound segments) στο χρόνο, καθώς και στη δυνατότητα τροποποίησης του δυναμικού προφίλ (dynamic profile) ενός τμήματος αλλά και την ρύθμιση της στάθμης δύο διαδοχικών ή συνηχούντων τμημάτων. Το τελικό ηχητικό αντικείμενο (sound object) συνδυάζει τμήματα προερχόμενα από ένα ή περισσότερα αντικείμενα, έχοντας ενδεχομένως τροποποιήσει τις δυναμικές τους.

7. Η τροποποίηση της ηχογράφησης, (Modifying the recording).

Το συγκεκριμένο στάδιο περιλαμβάνει τόσο τη χρήση των φίλτρων και των συσκευών αντήχησης που αναφέρονται στο τέταρτο στάδιο, όσο και την επιτάχυνση ή επιβράδυνση του ήχου με σκοπό την τονική του μετατόπιση. Οι τεχνικές αυτές παρουσιάζουν συνεχώς νέες πιθανότητες μίξης.

8. Σύγχρονη αναπαραγωγή (Synchronous playback).

Η συγκριμένη τεχνική είναι αντίστοιχη με τη χρήση πολλών μικροφώνων για την λήψη ενός ήχου. Μπορούμε είτε να συνδυάσουμε δύο ή περισσότερα κανάλια είτε να αναπαράγουμε ένα από αυτά με τη χρήση ενός ηχείου, με στόχο την πολυκάναλη αναπαραγωγή (multi-track playback), κατά την οποία κάποιο κανάλι μπορεί να υποβάλλεται σε μια από τις προαναφερθείσες τεχνικές ηλεκτροακουστικής διαμόρφωσης.

9. Χωρική προβολή (Spatial projection)

Θα πρέπει να καταστεί σαφής η διαφορά μεταξύ του συγκεκριμένου σταδίου με το προηγούμενο. Μολονότι, η χωρική προβολή προέρχεται από την πολυκάναλη αναπαραγωγή, το συγκεκριμένο στάδιο αναφέρεται στα διάφορα επίπεδα ελευθερίας που προέρχονται από την τοποθέτηση των ηχείων στο χώρο με σκοπό την διερεύνηση των διαφορετικών πιθανοτήτων κίνησης του ήχου στο χώρο.

Όταν ο χειρισμός ενός αντίστοιχου συστήματος έγκειται στη δημιουργία ενός μουσικού έργου, το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας αποκαλείται συνήθως ηλεκτροακουστική μουσική. Ο όρος *ηλεκτροακουστική μουσική* δεν αναφέρεται σε μία συγκεκριμένη μουσική αισθητική, αλλά συμπεριλαμβάνει διαφορετικών αισθητικών μουσικά ρεύματα που έχουν σαν κοινό τους την χρήση των ηλεκτροακουστικών μέσων στην σύνθεση και την εκτέλεση μουσικής. Ιστορικά διάφοροι όροι έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα για κάποια από αυτά τα μουσικά ρεύματα ή τις κατηγορίες, επικεντρώνοντας κάθε φορά είτε στο αισθητικό περιεχόμενο, είτε στα μέσα, είτε στο ηχητικό περιεχόμενο των έργων (Τζεδάκη, 2013 σελ. 25 - 26). Θεωρούμενη στο σύνολο της, αυτή η μουσική βεβαιώνει την αρχή ότι κάθε αντίληψη πρέπει να θέσει τις δικές της μοναδικές προϋποθέσεις. Το πραγματικό περιεχόμενο ενός έργου και οι σχέσεις των μερών του, όπως αποκαλύπτονται, διαμορφώνονται ή διατέμνονται μέσα στο χρόνο και προσδιορίζονται κατά τρόπο μοναδικό. Συνεπώς, αντί κάθε έργο να αποτελεί ένα παράδειγμα της τάξης που ανήκει, κάθε έργο μπορεί να δημιουργήσει τη δική του τάξη στην οποία μπορεί να αποτελεί το μοναδικό μέλος. Αυτό το είδος της τέχνης αναπτύσσεται μέσα από μια ιδιαιτερότητα και μια εξειδίκευση σαν ένα είδος ερευνητικής δραστηριότητας. Γενικότερα, η ηλεκτροακουστική μουσική αποτελείται από ένα μεγάλο εύρος διαφόρων ειδών και κατηγοριών. Στον διαδικτυακό τόπο *EARS* (Electroacoustic Resource Site) παρουσιάζονται όλα τα είδη της ηλεκτροακουστικής μουσικής. Μερικά από αυτά είναι: η Ακουσματική Μουσική (Acousmatic), η Αλγοριθμική Μουσική (Algorithmic), ο Θορυβισμός (Bruitisme), το Κολάζ (Collage), η Μουσική με Υπολογιστές (Computer Music), η Μουσική για Ταινία (Tape Music), η Πειραματική Μουσική (Experimental Music), η Ηλεκτρονικά (Electronica), ο Ηχητικός Σχεδιασμός (Sound Design), η Συγκεκριμένη Μουσική (Music Concrète) κ.α.

1.5 Βασική ιδέα σύνθεσης του έργου «Guitar and Tape».

Η κεντρική ιδέα που βασίστηκε η συγκεκριμένη σύνθεση αφορά τη δημιουργία ενός μουσικού έργου που θέτει την κιθάρα ως κύρια ηχητική πηγή, ενώ η σύνθεση του ηχητικού υλικού επιτυγχάνεται με τη χρήση ηλεκτροακουστικών μέσων. Κύριος στόχος μου ήταν η δημιουργία μιας μουσικής σύνθεσης, χρησιμοποιώντας ως πρωτογενές ηχητικό υλικό τον ήχο της ακουστικής κιθάρας, ενώ σε δεύτερο χρόνο με

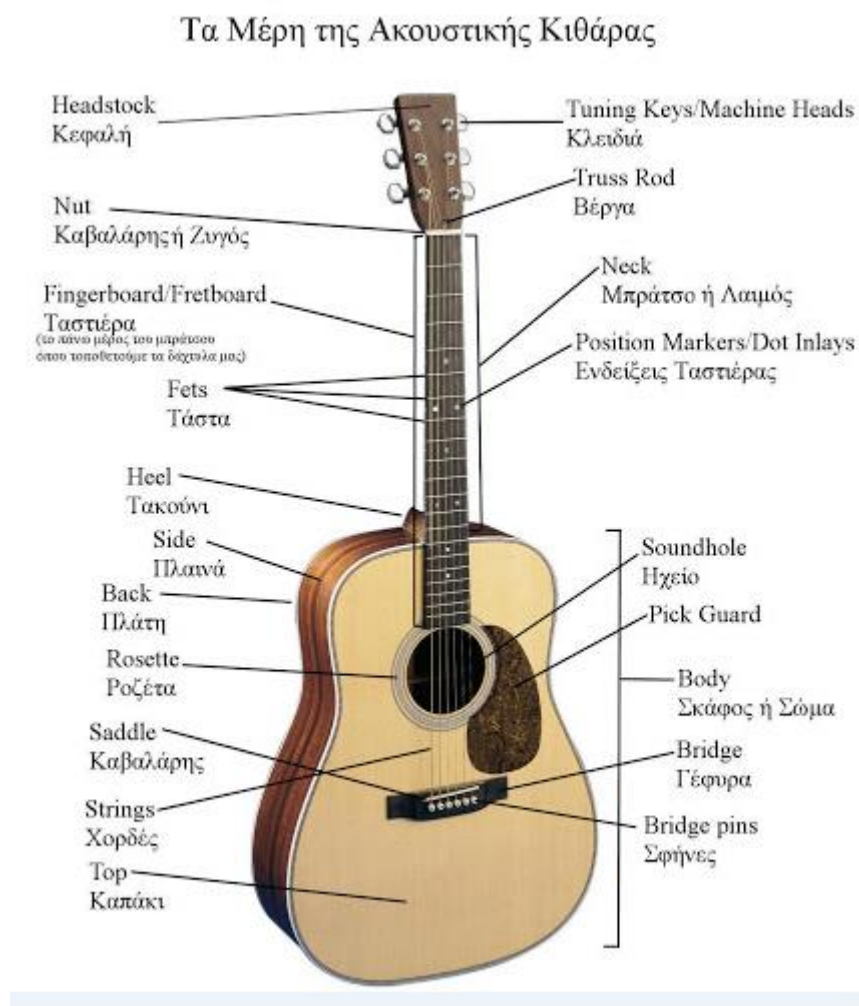
τεχνικές επεξεργασίας και σύνθεσης ήχου (sound synthesis), στόχος μου ήταν η επέκταση των ηχητικών δυνατοτήτων του οργάνου. Μολονότι, η διεργασία μιας τέτοιας σύνθεσης μπορεί να πάρει διάφορες κατευθύνσεις - ανάλογα το επιθυμητό αποτέλεσμα-, με την παρούσα ηχητική σύνθεση επιχείρησα να παρουσιάσω έναν προσωπικό τρόπο προσέγγισης του συγκεκριμένου θέματος, εστιάζοντας πρωτίστως στη χροιά του οργάνου και δευτερευόντως στον τρόπο παιξίματος. Η διαδικασία της σύνθεσης μεταφέρθηκε από το όργανο στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, όπου με τη χρήση λογισμικών πολυκάναλης εγγραφής-επεξεργασίας-μίξης αλλά και σύνθεσης ήχου, επετεύχθη το τελικό ηχητικό αποτέλεσμα. Μεγάλο μέρος των τεχνικών επεξεργασίας του ήχου προήλθε από την παράδοση συνθέσεων για μαγνητοταινία (tape music), ενώ η ανάπτυξη αλγορίθμων σύνθεσης ήχου στο περιβάλλον της Max/Msp, δημιούργησε ένα πλαίσιο, βάση του οποίου σχεδιάστηκε η ζωντανή εκτέλεση του έργου.

Το αισθητικό περιεχόμενο του έργου, όντας άμεσα επηρεασμένο από τα μέσα που χρησιμοποιούνται, επικεντρώνεται κυρίως στην αλληλοδιείσδυση των επεξεργασμένων και των φυσικών (μη επεξεργασμένων) ήχων της κιθάρας, δημιουργώντας τόσο μια αίσθηση οικειότητας όσο και αβεβαιότητας καθώς ο συνήθης ήχος της κιθάρας μεταβάλλεται συνεχώς παρουσιάζοντας μια νέα «φωνή» του οργάνου. Η συγκεκριμένη αίσθηση μετάβασης από τη μία κατάσταση στην άλλη διέπει ολόκληρη την εξέλιξη του έργου. Οι τεχνικές επεξεργασίας και σύνθεσης ήχου που χρησιμοποιήθηκαν σε συνδυασμό με τις ενέργειες του εκτελεστή κατά την διάρκεια της ζωντανής εκτέλεσης κυμαίνονται σε αντίστοιχο πλαίσιο.

Η δυνατότητα παρουσίασης ενός μουσικού έργου χρίζει απαραίτητο το σχεδιασμό παρτιτούρας, με την οποία μεταφέρονται πληροφορίες για το ηχητικό υλικό, σε συνδυασμό με τη σκέψη ή τις οδηγίες του συνθέτη σχετικά με την ερμηνεία του έργου. Η σημειογραφία που αναπτύχθηκε βασίζεται κυρίως στο ηχητικό αποτέλεσμα της σύνθεσης, παρουσιάζοντας με αυτό τον τρόπο ένα νέο πλαίσιο αναπαράστασης και ερμηνείας του ήχου.

1.6 Τα μέρη και ο μηχανισμός λειτουργίας της κιθάρας.

Η εξάχορδη κιθάρα έκανε την εμφάνισή της στα μέσα του 18ου αιώνα και είχε έξι μονές χορδές αντί για ζεύγη χορδών, σε αντίθεση με τους προκάτοχούς της (τετράχορδα και πεντάχορδα μουσικά όργανα). Στην ιστορία της κιθάρας δεν υπάρχει ακριβής ημερομηνία εμφάνισης της. Το 1850-1892 ο κατασκευαστής κιθάρων Antonio de Torres ανέπτυξε το μουσικό όργανο στη μορφή που το γνωρίζουμε σήμερα, με μεγαλύτερο και πιο ηχηρό σώμα (ηχείο). Κατά το 19ο αιώνα η κιθάρα, όπως την συναντάμε σήμερα, αναπτύχθηκε και βελτιώθηκε στο σχήμα και στα μηχανικά κλειδιά.



Εικόνα 3. Τα μέρη της ακουστικής κιθάρας, πηγή:

<http://www.musicheaven.gr/html/modules.php?name=News&file=article&id=4424>.

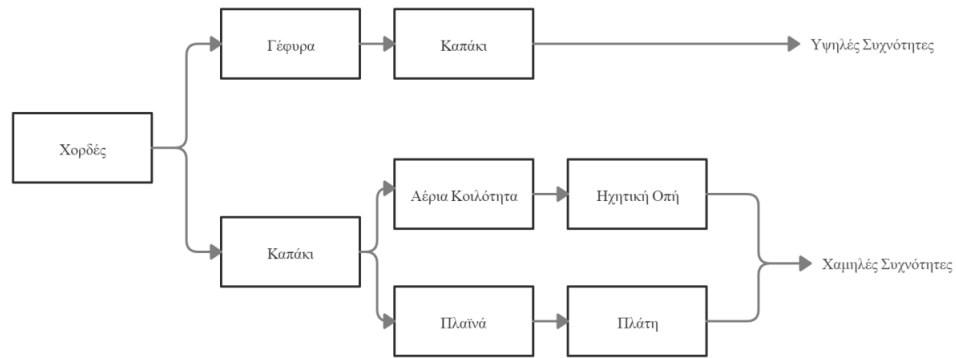
Γενικότερα, η κιθάρα ανήκει στα νυκτά έγχορδα όργανα και αποτελείται από το σώμα, τις χορδές και τον βραχίονα. Το εμπρόσθιο μέρος του βραχίονα αποτελείται από προσεκτικά τοποθετημένα μεταλλικά χωρίσματα (τάστα), με το καθένα να

αντιπροσωπεύει ένα ημιτόνιο. Ο βραχίονας με την ταστιέρα προσαρμόζονται στο καπάκι και στα πλαϊνά, ενώ το μήκος του είναι το μισό του μήκους της χορδής. Το πίσω μέρος του βραχίονα είναι καμπυλωτό, για να διευκολύνεται η λαβή και η στήριξη του χεριού που πατάει τις χορδές, οι οποίες με την σειρά τους προσαρμόζονται στην γέφυρα (ή αλλιώς καβαλάρη), που είναι κολλημένη στο καπάκι. Περνώντας από την ταστιέρα οι χορδές καταλήγουν στον μηχανισμό κουρδίσματος που επιτρέπει με τη χρήση κοχλιών, το μεγαλύτερο ή μικρότερο τέντωμά τους για σωστό χόρδισμα. Το τέντωμα των χορδών επιτυγχάνεται με τον ζυγό όπου είναι τοποθετημένος απέναντι από τον καβαλάρη, ενώ η γέφυρα και πιο συγκεκριμένα οι σφήνες που τοποθετούνται μέσα σε αυτήν αποτελούν τα σημεία συγκράτησης των χορδών και παράλληλα τα σημεία μετάδοσης των παλμικών δονήσεων στο εσωτερικό του οργάνου (Σπυρίδης 2008, σελ.53 - 59). Οι χορδές, είναι συντονισμένες στην E2, A2, D3, G3, B3 και E4. Επιπροσθέτως, μέσα από τον βραχίονα περνάει η βέργα, η οποία με τον κατάλληλο χειρισμό μας βοηθάει να ευθυγραμμίζουμε τον βραχίονα, όταν αυτός για διάφορους λόγους λυγίσει⁴. Η σύνδεση σώματος βραχίονα επιτυγχάνεται με το τακούνι. Το σώμα ή σκάφος είναι το πλατύ μέρος της κιθάρας αποτελούμενο από τη μπροστινή πλάκα (καπάκι) και την πίσω (πλάτη), με την πρώτη να αποτελεί πιθανώς και το πιο σημαντικότερο μέρος ως προς την διαμόρφωση της χροιάς και της ποιότητας του ήχου του οργάνου. Στο επάνω μέρος του καπακιού υπάρχει ένα άνοιγμα που αποκαλείται ηχητική οπή (sound hole), γύρω από την οποία υπάρχει ένα διακοσμητικό στοιχείο που ονομάζεται ροζέτα, ενώ ακριβώς από κάτω βρίσκεται το προστατευτικό κάλυμμα για τις πένες. Πάνω και κάτω από την οπή το καπάκι δένεται με ακτίνες, που υποβασιάζουν τόσο τον βραχίονα όσο και την ταστιέρα. Οι ακτίνες και η ταστιέρα καθιστούν το μέρος του καπακιού σταθερό. Η περιοχή του καπακιού, που κυρίως δονείται, είναι κάτω από το άνοιγμα και καλείται ελεύθερο τμήμα του καπακιού.

Η κιθάρα είναι ένα ξύλινο κοίλο κουτί κατασκευασμένο ώστε να υποστηρίζει έναν αριθμό χορδών. Όταν οι χορδές διεγείρονται παράγεται μια σύνθετη δόνηση. Αυτή η δόνηση μεταφέρεται από την χορδή στο ξύλινο κουτί θέτοντας τις διάφορες επιφάνειες του σε ταλάντωση. Εν συνεχεία, οι επιφάνειες αυτές παράγουν δονήσεις μέσα στο κουτί και στον περιβάλλοντα αέρα και γίνονται ακουστές ως ο γνωστός ήχος της κιθάρας. Οι ταλαντευόμενες χορδές ακτινοβολούν μόνο ένα μικρό ποσοστό

⁴ Πιθανοί λόγοι για να συμβεί κάτι τέτοιο μπορεί να οφείλονται στις αλλαγές των εποχών και θερμοκρασιών στην ή στην αλλαγή πάχους των χορδών.

από τον απευθείας ήχο που παράγουν, αλλά διεγείρουν τη γέφυρα και το καπάκι, τα οποία στη συνέχεια μεταφέρουν την ενέργεια της δόνησης στην αέρια κοιλότητα και στην πλάτη. Ο ήχος ακτινοβολείται αποτελεσματικά από τις ταλαντευόμενες επιφάνειες και την οπή. Οι χορδές από μόνες τους δεν είναι ικανές να ηχοβολίσουν επαρκή ποσά ηχητικής ενέργειας και γι' αυτό τα έγχορδα μουσικά όργανα χρειάζονται αντηχείο (Ελευθερίου 2012, σελ. 18-19).



Εικόνα 4. Διαγραμματική απεικόνιση της παραγωγής ήχου στην κιθάρα (Ελευθερίου 2012, σελ. 19).

Το σώμα δεν ενισχύει όμοια όλες τις συχνότητες, αλλά υπάρχει μια καμπύλη απόκρισης συχνότητας. Για τις χαμηλές συχνότητες το καπάκι μεταφέρει ενέργεια στην πλάτη και στην οπή διαμέσου της αέριας κοιλότητας, ενώ στις υψηλές συχνότητες το μεγαλύτερο μέρος του ήχου ακτινοβολείται από το καπάκι σε συνδυασμό με τις μηχανικές ιδιότητες της γέφυρας. Η κυματομορφή της πραγματικής δύναμης που ασκείται από την γέφυρα επηρεάζεται πολύ από την σκληρότητα και τον τρόπο διέγερσης της χορδής (πένα, δάχτυλο).

Κεφάλαιο 2^ο

Στάδιο πρώτο: Ηχογράφηση

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο αναλύεται το πρώτο εκ των τεσσάρων σταδίων της μεθοδολογίας που αναπτύχθηκε, κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης σύνθεσης. Αρχικά, περιγράφονται τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν, παρουσιάζοντας παράλληλα μια περιληπτική περιγραφή των βασικών χαρακτηριστικών τους σε συνδυασμό με τον μηχανισμό λειτουργίας τους, ενώ στη συνέχεια περιγράφεται η διαδικασία της ηχογράφησης της ακουστικής κιθάρας (Λώτης & Διαμαντόπουλος 2015, σελ. 152)..

2.1 Η ηχογράφηση και τα ηλεκτροακουστικά μέσα που χρησιμοποιήθηκαν.

Είναι προφανές πως η καταγραφή ενός ήχου ο οποίος θα χρησιμοποιηθεί μετά ως πρωτογενές υλικό σε μια σύνθεση απαιτεί την λήψη αποφάσεων που βασίζονται τόσο σε αντικειμενικές παραμέτρους όσο και σε υποκειμενικά κριτήρια. Η επιλογή ενός μικροφώνου βασίζεται στην καταλληλότητα του, τόσο για την καταγραφή του φασματικού εύρους του οργάνου όσο και των δυναμικών του. Παρόλα αυτά σημαντικότερο ρόλο στο πως θα ηχογραφηθεί ο ήχος κατέχουν τα υποκειμενικά κριτήρια, ακόμη και αν μερικές φορές αντιτίθενται στις αντικειμενικές παραμέτρους και στις παγιωμένες αρχές που διέπουν την διαδικασία της ηχογράφησης.

Το πρωτογενές ηχητικό υλικό προήλθε από την ηχογράφηση ενός αυτοσχεδιασμού για σόλο κιθάρα (ακουστική) που διήρκησε 28 λεπτά, ενώ σε δεύτερο χρόνο διασπάρθηκε σε συγκεκριμένες χρονικές διάρκειες, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο μια βιβλιοθήκη αρχείων ήχου απ' όπου επέλεγα και επεξεργαζόμουν τους ηχογραφημένους ήχους. Σκοπός της ηχογράφησης ήταν η καταγραφή όλων των εμπρόθετων και απρόθετων ήχων που παράγονται κατά την διάρκεια μιας μουσικής πράξης, καθώς και η παραγωγή ήχων από τα βασικά μέρη του οργάνου. Με τον όρο απρόθετοι ήχοι αναφέρομαι τόσο στους ήχους που ξεφεύγουν από τον έλεγχο του μουσικού, όσο και σε ήχους που δεν συνηθίζεται να συμπεριλαμβάνονται στην ηχογράφηση ενός μουσικού δρώμενου, όπως ήχοι κουρδίσματος, ήχοι από το εξωτερικό περιβάλλον, κτυπήματα στο σώμα της κιθάρας, θόρυβοι κ.λπ. Η διαδικασία της ηχογράφησης, επετεύχθη με την χρήση λογισμικών

πολυκάναλης εγγραφής-μίξης ήχου (Pro tools 12.5), η επιλογή του οποίου έγινε με βάση την πιστότητα του ήχου και την ευχρηστία των λειτουργιών, απαραίτητων για την διαδικασία του editing.

Αναλυτικότερα, η ηχογράφηση διεξήχθη σε προσωπικό οικιακό χώρο με την χρήση προσωπικού εξοπλισμού, η διάταξη του οποίου περιγράφεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 5. Διάταξη του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε κατά την διάρκεια της ηχογράφησης.

Στην συγκεκριμένη διάταξη παρουσιάζεται η ροή σήματος της όλης διαδικασίας. Πιο συγκεκριμένα, ήχος της κιθάρας λαμβάνεται από το μικρόφωνο το οποίο είναι συνδεδεμένο στην είσοδο (mic-in) της κάρτας ήχου (Audio Interface) αφού έχει τροφοδοτηθεί κατάλληλα με συνεχή τάση 48V (phantom power). Στην συνέχεια γίνεται μια πρώτη ρύθμιση στη στάθμη του σήματος, καθώς η τελική στάθμη εγγραφής ελέγχεται από το λογισμικό εγγραφής ήχου. Έπειτα το αναλογικό σήμα περνάει από έναν μετατροπέα αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (Analog to Digital Converter, ADC) -όπου και αυτός βρίσκεται στην κάρτα ήχου-, ώστε να εισέλθει στο ψηφιακό περιβάλλον του υπολογιστή. Η κάρτα ήχου επικοινωνεί με το λογισμικό επεξεργασίας ήχου (Digital Audio Workstation, DAW) στο οποίο γίνεται τελικά η ηχογράφηση και η μίξη του ήχου. Για την έξοδο του σήματος από τα ηχεία συντελείται η αντίστροφη διαδικασία.

Τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της ηχογράφησης είναι τα ακόλουθα:

- Ακουστική κιθάρα Fender CD 60

- Πυκνωτικό μικρόφωνο μεγάλου διαφράγματος (Lange diaphragm condenser microphone) AKG P 420
- Εξωτερική κάρτα ήχου Focusrite 2i2
- Λογισμικό ήχου Pro tools 12.5
- Monitor Ηχεία KRK Rokit RP5 G4

2.1.1 Το Μικρόφωνο και τα χαρακτηριστικά του.

Μέσω των μικροφώνων οι μεταβολές της πίεσης του ακουστικού πεδίου μετατρέπονται σε αντίστοιχες μεταβολές τάσης ηλεκτρικού σήματος. Η σωστή εκλογή του τύπου μικροφώνου, καθώς και η σωστή του χρήση είναι αποφασιστικής σημασίας. Ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους τα μικρόφωνα διακρίνονται σε δυναμικά (dynamic), πυκνωτικά (condenser), ταινίας (ribbon) κ.α. Στην παρούσα ηχογράφιση έγινε χρήση πυκνωτικού μικροφώνου συνεπώς η περιγραφή των χαρακτηριστικών εστιάζει στο συγκεκριμένο μικρόφωνο⁵.

Το πυκνωτικό μικρόφωνο διαθέτει έναν πυκνωτή, ο οποίος αποτελείται από δύο λεπτές πλάκες που συνήθως είναι κατασκευασμένες από πλατίνα ή χρυσό. Η εξωτερική πλάκα είναι το διάφραγμα. Στο πίσω μέρος του διαφράγματος υπάρχει μια αγωγίμη και διατρητή πλάκα. Το διάφραγμα μαζί με την πλάκα σχηματίζουν τους δύο οπλισμούς ενός πυκνωτή. Καθώς η ακουστική ενέργεια μετακινεί το διάφραγμα, αυτό πλησιάζει και απομακρύνεται διαδοχικά από τη δεύτερη σταθερή πλάκα δημιουργώντας έτσι διαφοροποιήσεις στη χωρητικότητα του πυκνωτή, ενώ στη συνέχεια αυτές οι διαφοροποιήσεις στέλνονται προς στο καλώδιο του μικροφώνου ως εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα. Για τη λειτουργία του μικροφώνου είναι απαραίτητη η εφαρμογή μιας τάσης πόλωσης η οποία είναι συνήθως 48 V και εφαρμόζεται στην αγωγίμη πλάκα (Λώτης & Διαμαντόπουλος 2015, σελ 163· Λουτρίδης 2009, σελ.86-87).

⁵ Η λεπτομερής περιγραφή των τεχνικών χαρακτηριστικών τόσο του μικροφώνου όσο και των υπόλοιπων μέσων περιγράφεται στα εγχειρίδια χειρισμού που βρίσκονται στο παράρτημα Γ.

2.1.1.1 Συχνотική απόκριση μικροφώνου (Frequency response).

Σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα στο οποίο έχουμε ως είσοδο διαφορετικές συχνότητες, ορισμένες από αυτές εμφανίζονται στην έξοδο του κυκλώματος, ενώ κάποιες άλλες όχι. Εκτός από τις συχνότητες που εξέρχονται χωρίς να υποστούν εξασθένηση και τις συχνότητες που αποκόπτονται τελείως, υπάρχουν και άλλες, οι οποίες διέρχονται εξασθενημένες μέσα από το κύκλωμα, αλλά με διαφορετικό βαθμό εξασθένησης η κάθε μία. Αυτή η αντίδραση του κυκλώματος στις διάφορες συχνότητες της εισόδου του, που καθορίζει ποιες συχνότητες θα περάσουν στην έξοδο, με πόση εξασθένηση και ποιες όχι, ονομάζεται απόκριση συχνότητας (frequency response) και είναι ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά ενός μικροφώνου. Ως συνήθως η απόκριση συχνότητας ενός μικροφώνου προσδιορίζεται είτε μέσω κάποιας γραφικής παράστασης, όπου περιγράφεται η συμπεριφορά του σε όλη την περιοχή του ακουστικού φάσματος (βλέπε εικόνα 6.), είτε με τη παράθεση των ορίων (σε Hz) μιας περιοχής συχνοτήτων στην οποία η συμπεριφορά του είναι ομοιόμορφη και η μεταβολή της ευαισθησίας του ελάχιστη (Κεχράκος 2013, σελ. 28· Καλοζάκης 2019, σελ. 5).

2.1.1.2 Απόκριση στις απότομες μεταβολές (Transient response)

Ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά του μικροφώνου αποτελεί η ευαισθησία του στο να παρακολουθεί τις απότομες μεταβολές του αέρα (transient response). Αυτή μεταξύ άλλων εξαρτάται από την μάζα του διαφράγματος και από τον συντελεστή απόσβεσης του μετατροπέα. Στα πυκνωτικά μικρόφωνα η μάζα του διαφράγματος είναι περίπου ίση με 1.5 mg ενώ στα δυναμικά 17 mg γεγονός που κάνει τα πυκνωτικά πιο ευαίσθητα στις μεταβολές της πίεσης του αέρα λόγω πιο ελαφριού διαφράγματος. Συνεπώς, τα πυκνωτικά μικρόφωνα έχουν καλύτερη ηχητική πιστότητα από τα δυναμικά.

2.1.1.3 Ευαισθησία μικροφώνου (Sensitivity).

Εξίσου σημαντικό χαρακτηριστικό για την ποιότητα του ηχητικού αποτελέσματος κατέχει η ευαισθησία (sensitivity) του μικροφώνου, η οποία συνήθως εκφράζεται με τον λόγο της τάσης εξόδου του μικροφώνου προς την ηχητική πίεση (σε συγκεκριμένη απόσταση από το διάφραγμα). Με τον συγκεκριμένο όρο εκφράζουμε πρακτικά την απόδοση του μικροφώνου. Ένα πολύ ευαίσθητο μικρόφωνο αποδίδει μια σχετικά μεγάλη τάση εξόδου για μια ηχητική πηγή

δεδομένης ακουστότητας. Η ευαισθησία συνήθως δηλώνεται σε dBV για κάθε μbar. Αυτός είναι ο λόγος μίας παραγόμενης τάσης ως προς μία τάση αναφοράς (1 volt) όταν λαμβάνει, ως συνήθως έναν τόνο 1000 Hz στάθμης 94 dB SPL (Καλοζάκης 2019, σελ. 7-9· Lewis 2012, σελ. 1-3).

2.1.1.4 Ισοδύναμη στάθμη θορύβου (Equivalent Noise Level).

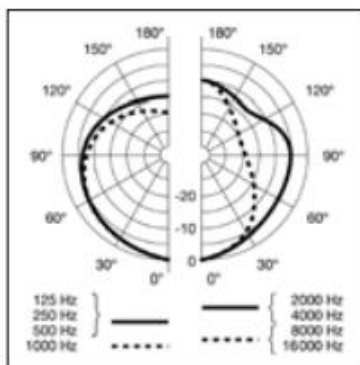
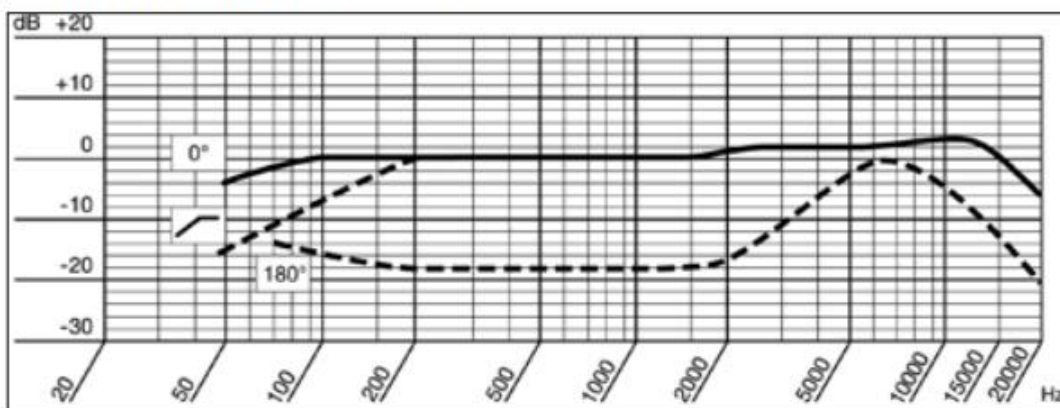
Ένα ποσοστό της συνολικής στάθμης θορύβου στην έξοδο του μικροφώνου οφείλεται στο ίδιο το μικρόφωνο. Στα δυναμικά αυτός είναι ο θερμικός θόρυβος που προκαλείται από την κίνηση των ηλεκτρονίων μέσα στο πηνίο, ενώ στα πυκνωτικά είναι κυρίως ο θόρυβος του προενισχυτή. Η ισοδύναμη στάθμη θορύβου και η ευαισθησία είναι οι δύο παράμετροι που προσδιορίζουν την τιμή του λόγου σήματος προς θόρυβο (S/N ratio) ενός μικροφώνου (Καλοζάκης 2019, σελ. 10-11).

2.1.1.5 Χαρακτηριστικά κατευθυντικότητας (Directional characteristics)

Ολοκληρώνοντας, βασικό χαρακτηριστικό του τύπου μικροφώνου είναι το πολικό διάγραμμα, με το οποίο αποτυπώνεται γραφικά σε ένα σχέδιο η κατευθυντική απόκριση του μικροφώνου, παρουσιάζοντας την ευαισθησία με την οποία αυτό ανταποκρίνεται σε σήματα που έρχονται από διαφορετικές γωνίες. Τα ηχητικά κύματα που προσπίπτουν απευθείας και κάθετα στο διάφραγμα ενός μικροφώνου ονομάζονται on axis (0°), ενώ τα κύματα που έρχονται από οποιαδήποτε άλλη γωνία λέγονται off axis. Το πολικό διάγραμμα αποτελείται ομόκεντρους βαθμονομημένοι σε dB κύκλους, και τις γωνίες πρόσπτωσης βαθμονομημένες σε μοίρες, παρουσιάζοντας με αυτόν τον τρόπο την ένταση που λαμβάνεται σε μια συγκεκριμένη συχνότητα σε σχέση με την γωνία πρόσπτωσης της ηχητικής πηγής γύρω από τον άξονα του μικροφώνου. Οι κύριες κατηγορίες των μικροφώνων με βάση τα κατευθυντικά τους χαρακτηριστικά είναι τρεις: τα παν-κατευθυντικά (omni-directional), τα δύο-κατευθύνσεων (bidi-directional) ή σχήματος οκτώ (figure of eight) και τα μόνο-κατευθυντικά (uni-directional). Τα πρώτα χαρακτηρίζονται από ομοιόμορφη ευαισθησία προς όλες τις κατευθύνσεις. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε περιπτώσεις όπου το ηχητικό περιβάλλον αποτελεί σημαντικό στοιχείο της ηχογράφησης ή όταν τα προβλήματα λόγω αντήχησης ή ακουστικής ανάδρασης είναι αμελητέα. Τα δι-κατευθυντικά χαρακτηρίζονται από ευαισθησία προς του ήχους που προέρχονται από εμπρός ή πίσω του, ενώ παράλληλα έχουν μικρή ευαισθησία σ' αυτούς που προέρχονται από τις πλαϊνές διευθύνσεις. Η ονομασία του σχήματος οκτώ προέρχεται

από το σχήμα του πολικού τους διαγράμματος, το οποίο προτιμάται για ειδικές περιπτώσεις ηχοληψίας, όπου είναι απαραίτητη η εξάλειψη ηχητικών σημάτων, των οποίων οι διευθύνσεις πρόσπτωσης σχηματίζουν γωνία 90° με τη διεύθυνση του κύριου άξονα του μικροφώνου. Τέλος, τα μόνο-κατευθυντικά, χαρακτηρίζονται από ευαισθησία σε προερχόμενους ήχους από μπροστά (on axis). Ο πιο συνηθισμένος τύπος πολικού διαγράμματος είναι το καρδιοειδές (cardioid), το οποίο εστιάζει ιδανικά σε ένα συγκεκριμένο όργανο, ενώ μειώνει αρκετά τον θόρυβο βάθους (Καλοζάκης 2019, σελ. 7-9).

Frequency Response (cardioid)



Cardioid Polar Diagram

Εικόνα 6. Η σχετική απόκριση του μικροφώνου AKG P420 (άνω γράφημα) και το πολικό διάγραμμα (κάτω γράφημα).

2.2 Η κάρτα ήχου (Audio interface).

Μολονότι, δεν θα μπορούσαν να αποκαλεστούν κάρτες ήχου, καθώς δεν συνδέονται ως κάρτα επέκτασης, ούτε φυσικά μοιάζουν με κάρτες, υπάρχουν παρόλα αυτά κάποιες συσκευές οι οποίες ονομάζονται κάρτες ήχου USB. Οι προδιαγραφές USB καθορίζουν ένα πρότυπο διεπαφής (interface) το οποίο επιτρέπει ένα μόνο οδηγό να λειτουργεί με όλα τα διαφορετικά είδη συσκευών ήχου USB που διατίθενται στην αγορά. Πιο συγκεκριμένα, η κάρτα ήχου αποτελείται από έναν ψηφιακό επεξεργαστή σήματος (Digital Signal Processor. DSP), ο οποίος εκτελεί πολλές από τις απαιτούμενες λειτουργίες επεξεργασίας του ήχου, απαλλάσσοντας την κεντρική μονάδα επεξεργασίας του υπολογιστή. Ο DSP αναλαμβάνει την καταγραφή, επεξεργασία και αναπαραγωγή του ψηφιακού ήχου. Επιπρόσθετα, μπορεί να μεταβάλει τον ρυθμό δειγματοληψίας, να αυξομειώσει την ένταση των ήχων κ.α. Το κύκλωμα μετατροπής του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό επιτυγχάνεται με έναν μετατροπέα A/D (ADC, Analogue to Digital Converter). Ο μετατροπέας ADC είναι επιφορτισμένος με τη διαδικασία της δειγματοληψίας και της κωδικοποίησης της αρχικής πληροφορίας σε ψηφιακή μορφή, ενώ ο μετατροπέας DAC (Digital to Analogue Converter), λαμβάνει το ψηφιακό ηχητικό σήμα από τον υπολογιστή και το μετατρέπει σε αναλογική μορφή και στην συνέχεια το στέλνει στον υπολογιστή και στις εξόδους προς τα ηχεία (line-out). Τόσο η συγκεκριμένη κάρτα που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία και φαίνεται στην παραπάνω διάταξη (εικόνα 5.), όσο και οι υπόλοιπες κάρτες του εμπορίου διαθέτουν ορισμένες θύρες που επιτρέπουν την ομαλή επικοινωνία μεταξύ όλων των μέσων που χρησιμοποιούνται. Αναλυτικότερα, διαθέτουν δύο τύπους εισόδων, όπου δέχονται σήμα από ηλεκτρικά ή ηλεκτρονικά όργανα (line-in), καθώς και οποιαδήποτε συσκευή παρέχει έξοδό με αναλογικό σήμα (line-out). Η δεύτερη αφορά την είσοδο για μικρόφωνα τα οποία έχουν ανάγκη ενίσχυσης του σήματος τους, όπως για παράδειγμα τα πυκνωτικά μικρόφωνα. Σε αρκετές κάρτες δύναται η δυνατότητα μέσω ενός διακόπτη (switch) να επιλεγεί ο κατάλληλος τύπος σήματος που θα δεχτεί η είσοδος της κάρτας. Μια ακόμη θύρα που συναντάμε αφορά τις MIDI συσκευές. Τέλος, από τις εξόδους line-out παίρνουμε το αναλογικό σήμα το οποίο στέλνεται για αναπαραγωγή στα ηχεία (Λαζαρίνης 2007, σελ. 172-173· Διαμαντόπουλος 2014, σελ. 110-112).

2.3 Λογισμικά ήχου (DAWs, Digital Audio Workstations).

Η κάρτα ήχου βρίσκεται σε άμεση επικοινωνία με το λογισμικό ήχου που χρησιμοποιούμε. Οι υπολογιστές χρησιμοποιούν ένα πλήθος εφαρμογών ψηφιακού ήχου, με τις περισσότερες να περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα δυνατοτήτων. Εστιάζοντας στις εφαρμογές που επεξεργάζονται τον ήχο, θα μπορούσαμε να δημιουργήσουμε δύο γενικές κατηγορίες λογισμικών με βάση την πρωτογενή πηγή του ήχου. Στην πρώτη κατηγορία, ο ήχος αφορά μια εξωτερική πηγή σε σχέση με την εφαρμογή στην οποία το λογισμικό επεμβαίνει με διάφορους τρόπους αναλόγως τον τύπο της. Συμπληρωματικά, σε αυτού του είδους τις εφαρμογές μπορεί να παρέχονται ορισμένες δυνατότητες δημιουργίας ήχου από το ίδιο το περιβάλλον, με περιορισμένο ωστόσο εύρος χρήσης. Στην κατηγορία αυτή εμπίπτουν, τα προγράμματα επεξεργασίας ήχου (sound editors), καθώς και τα προγράμματα πολυκάναλης εγγραφής- μίξης (multitrack recorders). Τα πρώτα επενεργούν σε αρχεία ήχου τα οποία μπορεί να προέρχονται είτε από άλλες ψηφιακές συσκευές όπως φορητούς εγγραφείς ήχου, είτε από μονάδες αποθήκευσης, όπως κάρτες μνήμης ή σκληροί δίσκοι, είτε από το διαδίκτυο. Εκτός των τυπικών δυνατοτήτων ενός editor, δηλαδή της αντιγραφής, απαλοιφής ή επικόλλησης τμημάτων ενός αρχείου ήχου, περιλαμβάνουν και άλλες λειτουργίες οι οποίες αφορούν επεμβάσεις στη δυναμική, στο συχνοτικό πεδίο καθώς και στην τονικότητα και στη χρονική διάρκεια. Ενδέχεται σε ορισμένες περιπτώσεις τέτοια προγράμματα να παρέχουν τη δυνατότητα περιορισμένης χρήσης γεννητριών ήχου. Στα προγράμματα πολυκάναλης εγγραφής- μίξης ήχου δίνεται η δυνατότητα οργάνωσης πολλαπλών πηγών ήχου σε παράλληλα κανάλια (tracks) ακολουθώντας την ίδια ακριβώς λογική με αυτήν της πολυκάναλης κονσόλας ήχου. Οι πηγές αυτές μπορεί να αφορούν είτε εξωτερικές πηγές με δυνατότητα ηχογράφησης ανά ξεχωριστό κανάλι ήχου, είτε έτοιμους ήχους. Ένας δείκτης (cursor) κινείται χρονικά σαρώνοντας κάθετα τα κανάλια με αποτέλεσμα να αναπαράγονται στους αντίστοιχους χρόνους οι ήχοι που βρίσκονται τοποθετημένοι σε αυτά. Παρέχεται επίσης η δυνατότητα επέμβασης ανά κανάλι ήχου ή ανά ομάδες καναλιών (groups), κυρίως στις δυναμικές και στη διευθέτηση του υλικού στο χώρο (panning), καθώς και στη χρήση διαφόρων εφέ. Η τελική μίξη παράγει ένα τελικό αρχείο ήχου (mix-down).

Τέλος, η δεύτερη κατηγορία λογισμικών ήχου αναφέρεται στη δυνατότητα παραγωγής ήχου ενδογενώς με τη χρήση αλγοριθμικών διαδικασιών, χωρίς να

αποκλείεται η αλληλεπίδραση με εξωτερικές πηγές ήχου. Η κατηγορία αυτών των προγραμμάτων απαντάται με το προσδιοριστικό *synthesis – sound, music ή audio*, τονίζοντας την δυνατότητα του προγράμματος να παράγει ήχο πρωτογενώς. Επιπροσθέτως, τα προγράμματα αυτά μπορεί να προσδιορίζονται γενικότερα είτε ως συστήματα (*systems*), είτε ως γλώσσες προγραμματισμού (*programming languages*). Παρόλα αυτά η γενικότερη χρήση του όρου περιβάλλοντα (*environments*) και ειδικότερα προγραμματιστικά περιβάλλοντα (*programming environments*) τονίζουν την αλγοριθμική διαδικασία παραγωγής του ήχου. Συνεπώς, με το όρο προγραμματιστικά περιβάλλοντα ηχητικής σύνθεσης (*audio synthesis programming environments*) αναφερόμαστε σε κάθε πρόγραμμα μέσω του οποίου ο υπολογιστής παράγει και επεξεργάζεται τον ήχο μέσα από αλγοριθμικές διαδικασίες (Διαμαντόπουλος 2014, σελ. 113-114· Holmes 2008, σελ. 281-286).

Τα λογισμικά ήχου που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία του συγκεκριμένου έργου ανήκουν στις παραπάνω στις κατηγορίες. Αρκετές φορές ένα πρόγραμμα ανήκει σε παραπάνω από μία κατηγορίες. Εν παραδείγματι, η διαδικασία της ηχογράφησης έγινε με τη χρήση του λογισμικού Pro tools 12.5, όπου παρέχει την δυνατότητα πολυκάναλης εγγραφής επεξεργασίας και μίξης ήχου. Συνεπώς, οι διαδικασίες του editing έγιναν στο ίδιο περιβάλλον αλλά σε δεύτερο χρόνο.

2.4 Ψηφιακή ηχογράφηση.

Όπως έχει είδη γίνει αντιληπτό, η διαδικασία της ηχογράφησης διεξήχθη στο ψηφιακό περιβάλλον του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Στην ψηφιακή ηχογράφηση ο ήχος αποθηκεύεται σαν μια σειρά διαδοχικών ψηφίων που αναπαριστά δείγματα πλάτους σε ίσα χρονικά διαστήματα, με συχνότητα δειγματοληψίας (*sampling rate*) αρκετά υψηλή (συνήθως 44.100 δείγματα το δευτερόλεπτο), ώστε να αναπαρασταθεί όσο πιο πιστά γίνεται το ηχητικό σήμα, καθώς και αρκετά υψηλής ανάλυσης (*bit-rate*) για μεγαλύτερο δυναμικό εύρος. Είναι προφανές πως η ψηφιακή ηχογράφηση επιφέρει κάποια πλεονεκτήματα έναντι της εγγραφής και αναπαραγωγής με αναλογικά μέσα όπως: χαμηλότερο κόστος για τον απαραίτητο εξοπλισμό, μεγαλύτερο αποθηκευτικό χώρο, μεγαλύτερο αριθμό καναλιών, δυνατότητα ανίρρησης (*undo*) και επαναφοράς (*redo*) μιας πράξης, περισσότερη ευχρηστία στις διαδικασίες του editing, ενώ η μεταφορά και αποθήκευση υλικού δεν είναι χρονοβόρα

και μπορεί να συμβεί σε χαμηλού κόστους αναλώσιμα (μονάδες USB, σκληρούς δίσκους κ.α.).

2.5 Η ηχογράφηση της κιθάρας.

Γενικότερα, ο ήχος όλων των έγχορδων οργάνων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την κατάσταση και τον τύπο χορδών. Συνεπώς, πρώτη ενέργεια ήταν η αλλαγή τους, όπου και χρησιμοποιήθηκε ένα πακέτο χορδών από την D'Addario με διάμετρο από 0.28 mm για την ψιλή Μι (πρώτη χορδή) και 1.32 mm για την χαμηλή Μι (έκτη χορδή). Στόχος ήταν η καταγραφή τόσο των χαμηλών συχνοτήτων που παράγονται κυρίως από το σώμα της κιθάρας, όσο και η καταγραφή του ήχου των χορδών. Η ηχογράφηση έγινε στα πλαίσια της close miking τεχνικής με το μικρόφωνο να είναι τοποθετημένο (on axis, 0°) στο δέκατο πέμπτο τάστο σε απόσταση 15-20 cm από την περιοχή του λαιμού (guitar neck) και της οπής (guitar hole) του οργάνου, ενώ το πολικό διάγραμμα του μικροφώνου ήταν επιλεγμένο σε σχήμα καρδιάς (cardioid).



Εικόνα 7. Τοποθέτηση μικροφώνου για την ηχογράφηση της κιθάρας.

Η κιθάρα γράφτηκε μονοφωνικά με την τελική στάθμη εγγραφής να καθορίζεται από το λογισμικό εγγραφής γύρω από την στάθμη των -12 dB, ενώ η συχνότητα δειγματοληψίας (sampling rate) και το βάθος ανάλυσης (bit depth) ήταν στα 48 kHz και 24 bit αντίστοιχα, παρέχοντας ένα δυναμικό εύρος της τάξης των

144 dB. Ο ορισμός μεγέθους της προσωρινής μνήμης (buffer size) εξαρτήθηκε από την απαιτούμενη υπολογιστική ισχύ για την διαδικασία της ηχογράφησης και της επεξεργασίας του ήχου. Για την πρώτη δεν απαιτείται μεγάλη υπολογιστική ισχύς, συνεπώς το μέγεθος της μνήμης ορίστηκε στα 128 samples. Αντίθετα, τόσο για την επεξεργασία όσο και για την μίξη του ήχου το μέγεθος της μνήμης ορίστηκε στα 256 samples.

Τέλος, όσον αφορά το μορφότυπο των αρχείων ήχου (Audio File Format) είναι γνωστό πως όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα δειγματοληψίας και οι τιμές μέτρησης του πλάτους (bit depth) του ηχητικού σήματος που ηχογραφούμε και το οποίο καταλήγει να μετατρέπεται σε ψηφιακό αρχείο, τόσο αυξάνεται η απαίτηση για αποθηκευτικό χώρο. Γι αυτόν τον λόγο χρησιμοποιήθηκαν αρχεία ήχου WAV (Wave Form Audio, .wav), καθώς παρά το μεγάλο μέγεθος τους έχουν πολύ καλή ποιότητα ήχου και υποστηρίζονται από όλα τα προγράμματα επεξεργασίας και αναπαραγωγής ήχου.

Κεφάλαιο 3^ο

Στάδιο δεύτερο: Επεξεργασία και μίξη.

Στις παρακάτω ενότητες αναλύεται το δεύτερο στάδιο της μεθοδολογίας, το οποίο περιλαμβάνει τις ενέργειες που σχετίζονται με τις διαδικασίες της επεξεργασίας και μίξης του ηχητικού υλικού. Αρχικά, περιγράφεται η διαδικασία επιλογής και εξεργασίας του υλικού, εστιάζοντας περισσότερο στην προέλευση των τεχνικών επεξεργασίας που χρησιμοποιήθηκαν και στη διαμόρφωση τους, χρησιμοποιώντας λογισμικά ήχου, έτσι ώστε να ικανοποιούν τις ανάγκες του συγκεκριμένου έργου. Το δεύτερο σκέλος του συγκεκριμένου σταδίου, αναφέρεται στις τεχνικές μίξης που υλοποιήθηκαν για να επιτευχθεί το επιθυμητό τελικό ηχητικό αποτέλεσμα.

3.1 Διαλογή του ηχητικού υλικού.

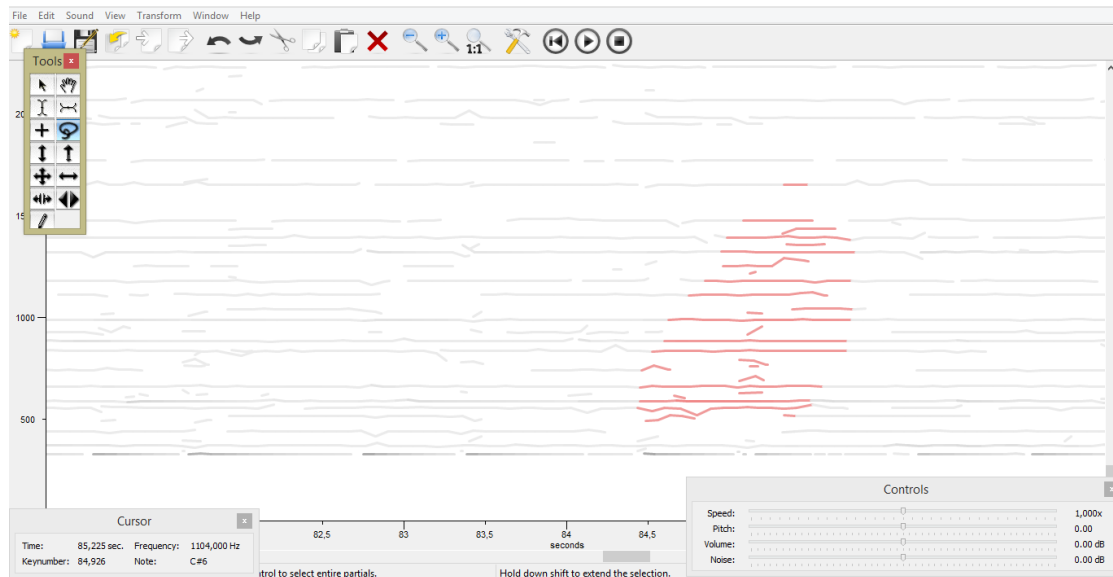
Μολονότι, η διαδικασία της αρχειοθέτησης και της επιλογής του ηχογραφημένου υλικού αποτελεί προγενέστερο στάδιο από αυτό της επεξεργασίας του, στη συγκεκριμένη περίπτωση και οι δύο αυτές ενέργειες έγιναν στον ίδιο χρόνο. Μια πρώτη κατηγοριοποίηση του ηχητικού υλικού προήλθε από την διάσπαση της αρχικής ηχογράφησης σε επτά τμήματα (regions), δηλαδή επτά διαφορετικά αρχεία ήχου τα οποία αφορούν διαφορετικά θέματα μουσικά ή μη, που αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια του αυτοσχεδιασμού. Πιο συγκεκριμένα, μετά από την ακρόαση της ηχογράφησης τοποθέτησα τα προαναφερθέντα τμήματα διαδοχικά σε ένα μονοφωνικό κανάλι (mono track) και προσπάθησα ανοίγοντας παράλληλα κανάλια να κάνω μια διαλογή του ηχητικού υλικού αποσπώντας μικρότερα δείγματα των οποίων η διάρκεια κυμαίνονταν από μερικά δευτερόλεπτα μέχρι λίγα λεπτά. Στη συνέχεια ανοίγοντας περισσότερα κανάλια είχα τη δυνατότητα ακρόασης όλο και περισσότερων δειγμάτων ταυτόχρονα, με στόχο να οδηγηθώ σε κάποιο αποτέλεσμα που θα με ικανοποιούσε και θα είχε κάποια εμφανή προοπτική για τη συνέχειά του. Στο περιβάλλον των Pro tools παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας μιας βιβλιοθήκης ήχων, η οποία περιείχε όλα τα δείγματα που δημιούργησα από την αρχική ηχογράφηση και τα απέρριπτα στη συνέχεια, παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα της

επαναχρησιμοποίησης κάποιου δείγματος ανά πάσα στιγμή. Για τη βελτιστοποίηση της συγκεκριμένης διαδικασίας, καθώς το πλήθος των αρχείων ήχου ήταν αρκετά μεγάλο, δημιούργησα τρεις κατηγορίες, που περιείχαν δείγματα από την αρχική ηχογράφηση. Στην πρώτη κατηγορία (ακουστικοί ήχοι) περιλαμβάνονται ήχοι που προήλθαν από την συνολική διαδικασία του αυτοσχεδιασμού όπως: μελωδικές φράσεις, συγχορδίες, ήχοι από το σώμα της κιθάρας, ήχοι κουρδίσματος και ήχοι από τις χορδές του οργάνου, ενώ οι δύο επόμενες κατηγορίες εστιάζουν σε ήχους προερχόμενους αποκλειστικά από το κυρίως σώμα της κιθάρας (δεύτερη κατηγορία), και τις χορδές (τρίτη κατηγορία).

3.2 Η Επεξεργασία του ηχητικού υλικού.

Ο στόχος της συγκεκριμένης διαδικασίας ήταν επέκταση των ηχοχρωματικών δυνατοτήτων της κιθάρας και η σύνθεση του ηχητικού υλικού στο βαθμό, όπου η αρχική πηγή σε αρκετά σημεία να μην είναι αναγνωρίσιμη. Αυτό επετεύχθη κυρίως με τη χρήση τεχνικών που ακολουθούν την παράδοση των συνθέσεων για ταινία (tape music) με κύριες να είναι: η κοπή και η συγκόλληση τμημάτων της ηχογράφησης με στόχο την επανατοποθέτηση τους σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές, η εναλλαγή των χαρακτηριστικών του ήχου μέσα από την χρήση ηλεκτρονικών φίλτρων, η αλλαγή τονικού ύψους, η δημιουργία επαναλήψεων και τεχνιτών αντίλαλων (echoes), η αντιστροφή του ηχητικού δείγματος (reverse) και η εισαγωγή θορύβου. Οι συγκεκριμένες τεχνικές υλοποιήθηκαν τόσο στο λογισμικό πολυκάναλης εγγραφής-μίξης που έγινε και η ηχογράφηση (Pro tools 12.5), όσο και στα λογισμικά Cockos Reaper και SPEAR. Το τελευταίο είναι ένα λογισμικό φασματικής ανάλυσης-επεξεργασίας-σύνθεσης και ανασύνθεσης του ήχου. Η φασματική ανάλυση παρουσιάζεται γραφικά μέσω της απεικόνισης των ημιτονοειδών συνιστωσών (sinusoidal partials) του σήματος, επιτρέποντας παράλληλα την επεξεργασία τους τόσο στο επίπεδο του χρόνου (time domain) όσο και της συχνότητας (frequency domain) (Klingbeil χ.χ. σελ. 1-3). Η δυνατότητα επανατοποθέτησης των συνιστωσών του ήχου σε κάποιο άλλο σημείο στο χρόνο ή ακόμα και η ολική απαλοιφή ορισμένων εξ' αυτών, τροποποίησε με απρόβλεπτο τρόπο την τελική χροιά του ήχου. Η ορολογία που χρησιμοποιείται για την περιγραφή των αντικειμένων (objects) και πιο συγκεκριμένα των εργαλείων (tools), απαραίτητων για την

λειτουργία των τεχνικών επεξεργασίας, είναι κοινή με τα υπόλοιπα λογισμικά ήχου, γεγονός που έκανε την συνολική διαδικασία πιο εύκολη.



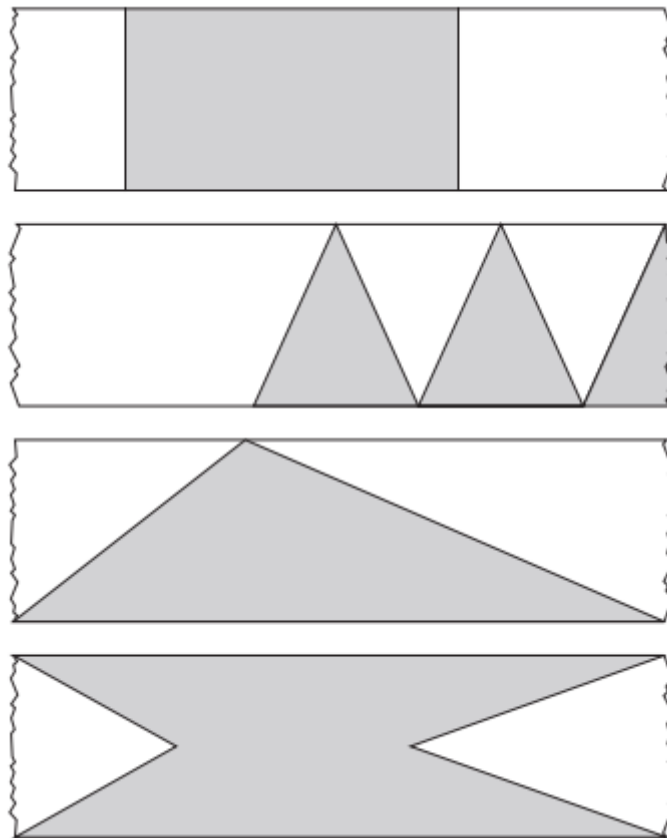
Εικόνα 8. Παράθυρο εργασίας του λογισμικού SPEAR. Οι συχνότητες που έχουν επιλεγεί μπορούν είτε να απαλείφουν είτε να μετακινηθούν τόσο στο πεδίο του χρόνου όσο και της συχνότητας

Μολονότι, οι προαναφερθείσες τεχνικές έχουν μεταφερθεί στα λογισμικά ήχου, στις παρακάτω ενότητες περιγράφεται πρωτίστως ο βασικός τρόπος λειτουργίας των τεχνικών με τη χρήση μαγνητοταινίας και στη συνέχεια περιγράφεται ο τρόπος που υλοποιήθηκε η αντίστοιχη διαδικασία με τη χρήση λογισμικών επεξεργασίας ήχου, ικανοποιώντας τις ανάγκες του συγκεκριμένου έργου.

3.2.1 Συγκόλληση Ταινίας.

Με τον όρο συγκόλληση ταινίας αναφέρομαι στη διαδικασία εκείνη που επιτρέπει την μεταφορά ενός τμήματος της ηχογράφησης σε οποιοδήποτε άλλο σημείο, αλλάζοντας τη γραμμική ακολουθία της αρχικής ηχογράφησης. Η διαδικασία για τη συγκόλληση ταινίας είναι η ακόλουθη: η ταινία τοποθετείται πάνω στο ανοιχτό καρούλι, που βρίσκεται στο μαγνητόφωνο και χειροκίνητα μετακινείτε παράλληλα με την κεφαλή αναπαραγωγής (playback head) με σκοπό τον εντοπισμό του σημείου που χρειάζεται επεξεργασία. Στη συνέχεια με έναν χάρακα μετράτε ο χρόνος είτε σε

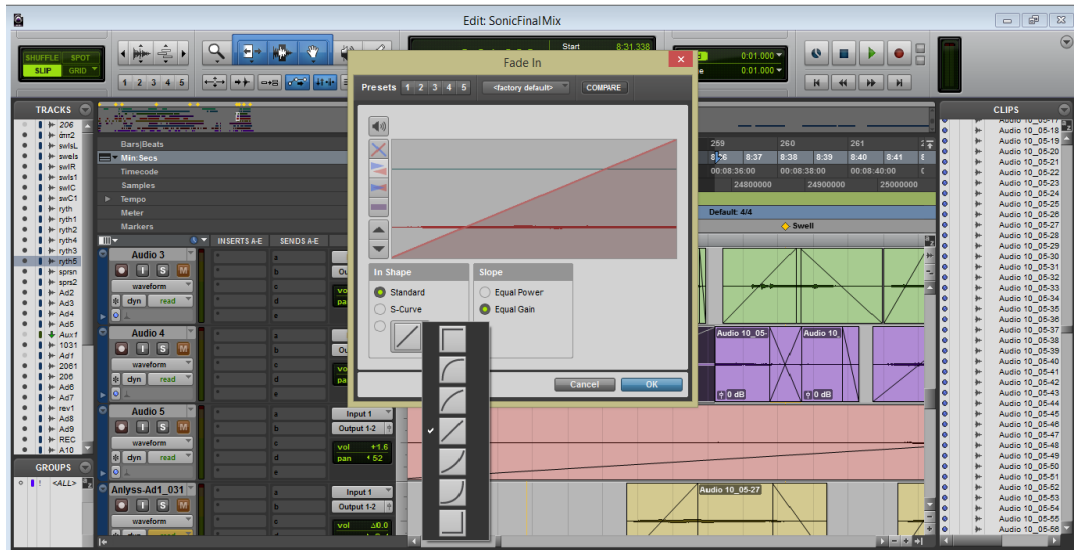
ίντσες (ips) είτε σε εκατοστά (cm) ταινίας και με ένα ξυραφάκι κόβεται το σημείο που έχει επιλεχτεί. Έπειτα, χρησιμοποιώντας μια ταινία συγκόλλησης ή απλή κόλα γίνεται η συγκόλληση των τμημάτων που έχουν επιλεχτεί, με τρόπο που ικανοποιεί το επιθυμητό πέρασμα από τον έναν ήχο στον επόμενο. Η κοπή της ταινίας γίνεται με την πλακέτα κοπής (splicing block): μια ορθογώνια κατασκευή από αλουμίνιο, με μία σχισμή για να κρατάει σταθερή την μαγνητοταινία. Το αλουμίνιο χρησιμοποιείται για την αποφυγή μαγνητισμού της ταινίας με την πλακέτα, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει θόρυβο. Πάνω στην πλακέτα βρίσκονται δύο μικρές εγκοπές, μία κάθετη (προς την ταινία) και μία διαγώνια. Τα συγκεκριμένα κανάλια κοπής (cutting channels) παρέχουν τη δυνατότητα κοπής της ταινίας και με τους δύο τρόπους αλλά και με όλους τους πιθανούς συνδυασμούς. Ως συνήθως προτιμάται το διαγώνιο κόψιμο, καθώς το κάθετο ενδέχεται να ακουστεί κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής του επεξεργασμένου υλικού, με την εμφάνιση μικρών σε διάρκεια ήχων (popping sounds) στα σημεία εγκοπής. Στη συνέχεια το τέλος κάθε σημείου της ταινίας τοποθετείται πάνω στην πλακέτα κοπής, ενώ περικόπτεται με το ξυραφάκι χρησιμοποιώντας ένα από τα κανάλια κοπής σαν οδηγό, με σκοπό τα σημεία της ταινίας που θα ενωθούν να έχουν την ίδια γωνία κοπής. Έπειτα, γίνεται η συγκόλληση με την υπόλοιπη ταινία. Με αυτήν τη σχετικά περιορισμένη τεχνολογία αναπτύχθηκε μια σειρά από μεθόδους συγκόλλησης ταινίας, διευρύνοντας τις δυνατότητες επεξεργασίας του ηχητικού υλικού. Το βασικότερο στοιχείο στις μεθόδους που αναπτύχθηκαν ήταν το «ακριβές» κόψιμο της ταινίας, καθώς το παραμικρό λάθος στη συγκόλληση δύο τμημάτων της ταινίας θα οδηγούσε πιθανώς σε κάποιο θόρυβο ή popping ήχο κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής. Η συγκόλληση μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και για την αλλαγή της ατάκας (attack) και της ουράς (decay) ενός ηχογραφημένου ήχου. Ανάλογα με τον τρόπο κοπής της ταινίας μπορούσε να επιτευχθεί και ένα συγκεκριμένο ηχητικό αποτέλεσμα. Ένα μακρύ, διαγώνιο κόψιμο θα μπορούσε να δημιουργήσει μια απαλή μετάβαση από τον έναν ήχο στον άλλον, ενώ η κοπή περιοδικών τμημάτων καινών ταινιών δημιουργούσε μια πιο παλμική/ρυθμική αίσθηση (Holms 2008, σελ. 125-126).



Εικόνα 9. Παραδείγματα κοπής ταινίας, με το καθένα να επιφέρει διαφορετικό ηχητικό αποτέλεσμα
 .πηγή: (Holms 2008, σελ. 126).

Κοινή λογική συναντάμε και στα λογισμικά επεξεργασίας ήχου που χρησιμοποιήθηκαν για τις ανάγκες της συγκεκριμένης σύνθεσης, καθώς ο τρόπος κοπής (splice) του ηχητικού δείγματος σε συνδυασμό με την σταδιακή έναρξη και απόσβεση της αρχής και του τέλους του (fade-in, fade-out) επιφέρει αλλαγές στη δυναμική του ήχου. Ανάλογα με τον τύπο της καμπύλης ενός fade in, έχουμε μια οπτική απεικόνιση για το άκουσμα που θα επιφέρουμε τόσο στην ατάκα (attack) όσο και στην ουρά (decay) ενός ήχου. Σε περίπτωση απότομης μετάβασής από τον έναν ήχο στον άλλο, ενδέχεται να ακουστεί ένας ήχος τύπου click, ακριβώς στα σημεία εγκοπής. Εν αντιθέσει, με το διαγώνιο κόψιμο και στα δύο μέρη της ταινίας τα οποία επρόκειτο να συγκολληθούν, με σκοπό την αποφυγή του ανεπιθύμητου click, στα λογισμικά ήχου χρησιμοποιείται ένας συνδυασμός μιας σταδιακής έναρξης και ομαλής απόσβεσης στο σημείο που γίνεται η εγκοπή (crossfade). Έτσι επιτυγχάνεται η ομαλή μετάβαση από το ένα σημείο στο άλλο. Βασικό πλεονέκτημα της συγκεκριμένης διαδικασίας είναι, ότι τα δείγματα ήχου μπορούν να κοπούν ή να

συγκολληθούν με απεριόριστους συνδυασμούς, εμφανίζοντας νέες προοπτικές εξέλιξης του έργου.

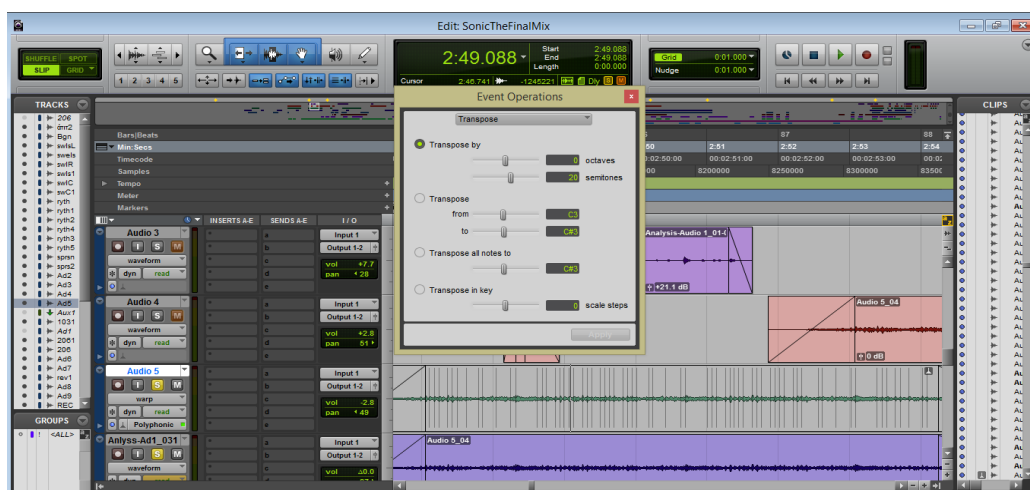


Εικόνα 10 . Οι βασικές καμπύλες (curves) των fade in, στο παράθυρο επεξεργασίας (edit window) των Pro tools, όπου ανάλογα με την κλίση (slope) της καμπύλης επιτυγχάνεται διαφορετικό αποτέλεσμα στη δυναμική του ήχου.

3.2.2 Δημιουργία ηχητικών εφέ.

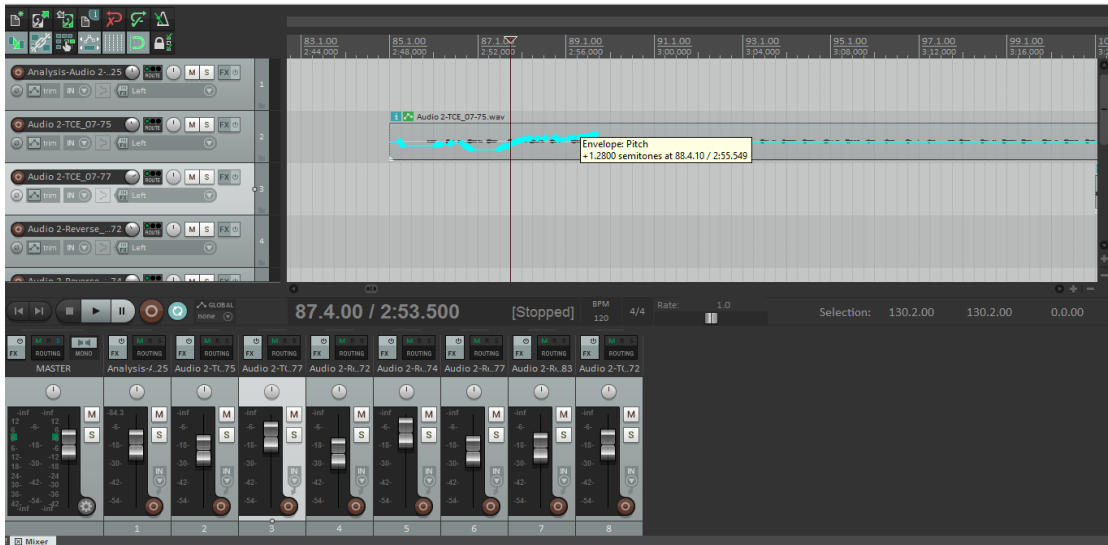
Ως συνήθως τα μαγνητόφωνα παρείχαν δύο ή τρεις διαφορετικές ταχύτητες μεταφοράς ταινίας (tape transport speeds), με την πιστότητα της ηχογράφησης να αυξάνεται ανάλογα. Αναλυτικότερα, οι ταχύτητες ήταν: 7.5 ίντσες (19cm) ανά δευτερόλεπτο, 15 ίντσες (38cm) ανά δευτερόλεπτο και 30 ίντσες (76cm) ανά δευτερόλεπτο. Συνεπώς, κάθε ταχύτητα είναι η διπλάσια της προηγούμενης της. Χρησιμοποιώντας μουσική ορολογία, θα λέγαμε πως απέχουν με διάστημα μιας οκτάβας. Αν μια νότα ήταν ηχογραφημένη με ταχύτητα 15 ips (inches per second), ενώ η αναπαραγωγή της γινόταν με ταχύτητα 30 ips, το αποτέλεσμα θα ακουγόταν μια οκτάβα πάνω. Ηχογραφώντας σε διαφορετικές ταχύτητες και αρκετές φορές έναν είδη ηχογραφημένο ήχο το εύρος των οκτάβων πολλαπλασιάζονταν. Εκμεταλλευόμενοι αυτό το χαρακτηριστικό του μαγνητοφώνου αρκετοί συνθέτες ηχογραφούσαν ήχους σε διάφορες ταχύτητες, έχοντας έτσι τη δυνατότητα μετατροπής του τονικού ύψους, επηρεάζονται παράλληλα τη χροιά και το τέμπο με τρόπο που πολλές φορές ήταν απρόβλεπτος (Holms 2008, σελ. 136-137). Στα λογισμικά ήχου η ταχύτητα αναπαραγωγής εξαρτάται από την συχνότητα δειγματοληψίας (sampling

rate). Αν ένας ήχος ηχογραφηθεί με συχνότητα δειγματοληψίας 48 kHz και στη συνέχεια η αναπαραγωγή του γίνει στα 96 kHz τότε θα έχουμε τον ίδιο ήχο με ανεβασμένο το τονικό ύψος. Παρόλα αυτά το τονικό ύψος και η διάρκεια ενός δείγματος μπορούν να τροποποιηθούν ανεξάρτητα. Τις περισσότερες φορές στα λογισμικά ήχου η αλλαγή του τονικού ύψους επιτυγχάνεται, είτε προσθέτοντας και αφαιρώντας έναν συγκεκριμένο αριθμό ημιτονίων (semitones) ή εκατοστών του ημιτονίου (cents), είτε δημιουργώντας μια περιβάλλουσα⁶ μεταβολής του τονικού ύψους (pitch envelope). Δηλαδή, οι τιμές των ημιτονίων αλλάζουν ανάλογα με την καμπύλη της περιβάλλουσας. Κατά την διάρκεια επεξεργασίας των ηχητικών δειγμάτων του συγκεκριμένου έργου χρησιμοποιήθηκαν και οι δύο μέθοδοι με την πρώτη να γίνεται στο περιβάλλον των Pro tools (βλέπε εικόνα 11.) και του Spear, ενώ η δεύτερη έγινε στο Cockos Reaper (βλέπε εικόνα 12). Στα πρώτα δύο η διαδικασία είναι παρόμοια, καθώς στο Spear παρέχεται η δυνατότητα χρήσης τεσσάρων μπαρών ελέγχου (control bars), οι οποίες αλλάζουν την ταχύτητα του ήχου, το τονικό ύψος σε ημιτόνια (semitones), την ένταση (dB) και την πρόσθεση θορύβου (dB), ενώ στα Pro tools στο παράθυρο event operations, δίνεται η δυνατότητα αλλαγής του τονικού ύψους σε ημιτόνια και οκτάβες. Για την αλλαγή της διάρκειας των δειγμάτων στα Pro tools, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του elastic audio, όπου παρέχει τη δυνατότητα επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης της διάρκειας χωρίς να μεταβάλλεται το τονικό ύψος, ενώ στο SPEAR, η αντίστοιχη ενέργεια επετεύχθη με τη χρήση της μπάρας αλλαγής ταχύτητας.



Εικόνα 11. Μετατόπιση τονικού ύψους με συγκεκριμένο αριθμό ημιτονίων στο περιβάλλον των Pro tools.

⁶ Με τον όρο περιβάλλουσα αναφέρομαι σε μία καμπύλη που περιγράφει σχηματοποιημένα την εξέλιξη μιας παραμέτρου του ήχου στο χρόνο (Λώτης & Διαμαντόπουλος 2015, σελ.158).



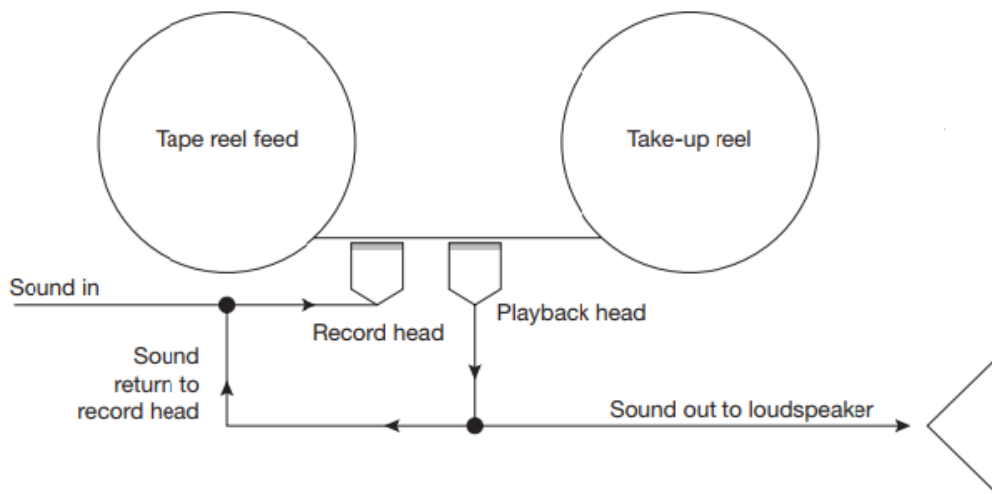
Εικόνα 12. Περιβάλλουσα μεταβολής τονικού ύψους στο λογισμικό *Cockos Reaper*.

3.2.3 Τεχνικές βασισμένες στην επανάληψη.

Το μαγνητόφωνο έδωσε τη δυνατότητα ανάπτυξης τεχνικών βασισμένες στην επανάληψη ενός ηχητικού γεγονότος, οι οποίες έγιναν γνωστές από τους πειραματισμούς συνθετών για τη δημιουργία συνθέσεων για μαγνητοταινία. Ένα από τα βασικότερα εφέ που χρησιμοποιήθηκε ήταν το tape echo (echo-ηχώ). Συνδέοντας την έξοδο (playback output) στην είσοδο (record input) του ίδιο μηχανήματος, ανάγκαζε την εγγραφή και την αναπαραγωγή του ήχου να γίνεται ταυτόχρονα. Η απόσταση που έπρεπε να καλύψει η ταινία από την κεφαλή εγγραφής μέχρι την κεφαλή ανάγνωσης σε συνδυασμό με την ταχύτητα μεταφοράς της ταινίας (tape transport speed), καθόριζε τον τελικό χρόνο καθυστέρησης. Με κάθε διαδοχική επανάληψη το πλάτος/ένταση του αρχικού σήματος εξασθενούσε, ενώ ο αριθμός των επαναλήψεων καθορίζονταν από το πλάτος του σήματος που περνούσε από την έξοδο στην είσοδο του μαγνητοφώνου. Όσο ισχυρότερο ήταν το σήμα τόσο μεγαλύτερη ήταν η ακολουθία των επαναλήψεων. Με την υπερβολική ενίσχυση του σήματος εισόδου σε βαθμό που να παράγεται θόρυβος, οι επαναλήψεις ξεπερνούσαν σε ισχύ το αρχικό σήμα παράγοντας έτσι ένα εφέ που θύμιζε λευκό θόρυβο (white noise). Το tape echo έγινε σύντομα ένα από τα βασικότερα εφέ που χρησιμοποιήθηκαν για συνθέσεις με μαγνητοταινία. Ο Otto Luening στα έργα του *Low Speed* (1952) και *Invention In Twelve Tones* (1952) είχε ως βασικό στοιχείο το μηχανισμό tape echo

τροποποιώντας αρκετά τον ηχητικό χαρακτήρα του φλάουτου (Holms 2008, σελ. 129).

Με την ευκολία που προσφέρουν τα λογισμικά ήχου στην διαλογή και η επανατοποθέτηση δειγμάτων στο χρόνο, απλοποιείται άμεσα η διαδικασία υλοποίησης ηχητικών εφέ που μπορούν να παραχθούν. Επανατοποθετώντας διαδοχικά ίδια δείγματα και ελαττώνοντας ή αυξάνοντας σταδιακά την στάθμη τους από το πρώτο ως και το τελευταίο, μπορούμε να δημιουργήσουμε τεχνητούς αντίλαλους του αρχικού δείγματος, προσομοιάζοντας διάφορα φαινόμενα καθυστέρησης. Στο συγκεκριμένο κομμάτι χρησιμοποιείται αρκετά συχνά η τεχνική slap echo (ή slapback), τοποθετώντας μόνο μία επανάληψη ενός δείγματος συνήθως από την αντίθετη πλευρά της στερεοφωνικής εικόνας, σε ίση στάθμη, με χρόνο καθυστέρησης (απόσταση μεταξύ των δύο δειγμάτων) που κυμαίνεται από 40-120 ms ή και λιγότερο. Σε αρκετές περιπτώσεις οι επαναλήψεις ήταν περισσότερες από μια, τοποθετημένες σε διαφορετικά σημεία στη στερεοφωνική εικόνα, ενώ οι χρόνοι καθυστέρησης ξεπερνούσαν τα 120 ms με την στάθμη της έντασης των επαναλήψεων να εξασθενεί συνεχώς.



Εικόνα 13. Μηχανισμός Tape echo ενός μαγνητοφώνου πηγή: (Holms 2008, σελ. 129).

Σε αντίθεση με το tape echo όπου η κάθε επανάληψη εξασθενεί μέχρι το πλάτος της να μηδενιστεί τελείως, η διαδικασία που θέτει τον ήχο σε μία συνεχή επαναλαμβανόμενη κίνηση με σταθερό πλάτος ονομάζεται βρόχος επανάληψης (tape loop). Κόβοντας και στη συνέχεια ενώνοντας δύο σημεία της ταινίας δημιουργείται ένας βρόχος του οποίου, η συχνότητα επανάληψης εξαρτάται από το μήκος της

ταινίας και την ταχύτητα αναπαραγωγής του μαγνητοφώνου. Στα ψηφιακά προγράμματα επεξεργασίας ήχου η επανάληψη ενός επιλεγμένου ηχητικού δείγματος χωρίς εξασθένηση της έντασης του είναι μια αρκετά εύκολη και χρήσιμη τεχνική. Οι ψηφιακή δειγματολήπτες (Digital Samplers), προσομοιάζουν την παραπάνω διαδικασία, δημιουργώντας έναν συνεχώς επαναλαμβανόμενο ήχο, ενώ ορισμένοι εξ' αυτών παρέχουν τη δυνατότητα ρύθμισης της έντασης των επαναλήψεων πλησιάζοντας την τεχνική του tape echo. Για την επέκταση του χρόνου επανάληψης μεταξύ των ηχογραφημένων ήχων χρησιμοποιούνταν αρκετά συχνά παραπάνω από ένα ή δύο μαγνητόφωνα, τα οποία ήταν διαταγμένα σε απόσταση που επέτρεπε μία μόνο ταινία να περνάει και από τα δύο. Ο ήχος εγγράφονταν στο πρώτο μαγνητόφωνο, ενώ η αναπαραγωγή του γινόταν από το δεύτερο, δημιουργώντας μια καθυστέρηση μεταξύ των γεγονότων. Το ηχητικό αποτέλεσμα της συγκεκριμένης διαδικασίας ονομάστηκε tape delay. (Holms 2008, σελ.132).

Άλλη μία τεχνική που απασχόλησε αρκετούς συνθέτες ήταν διαδικασία της αντίστροφης αναπαραγωγής του ήχου (Tape Reverse). Ο Pierre Schaeffer ήταν ίσως από τους πρώτους συνθέτες που ηχογράφησαν σε δίσκο φωνογράφου κομμάτι που συμπεριλάμβανε ήχους παιγμένους ανάποδα. Μετά το πρώτο λεπτό της σύντομης διάρκειας έργου του *Cinq études de bruits: Étude violette* (1948) εμφανίζεται ένα μέρος διάρκειας 35 δευτερολέπτων που αποτελείται κυρίως από συγχορδίες και νότες πιάνου παιγμένες ανάποδα. Με την είσοδο των μαγνητοφώνων η συγκεκριμένη τεχνική απλοποιήθηκε αρκετά, παρέχοντας επιπρόσθετα τη δυνατότητα αλλαγής της διάρκειας του αναποδογυρισμένου (reversed) ήχου, ανάλογα με το επιθυμητό ηχητικό αποτέλεσμα. Σε μονοφωνικό (full-track) μαγνητόφωνο, όπου παρείχε τη δυνατότητα μόνο ενός καναλιού στο πλάτος της ταινίας, το αναποδογύρισμα του ηχογραφημένου ήχου μπορούσε να επιτευχθεί απλώς με το αναποδογύρισμα της. Ενώ με τη δυνατότητα ηχογράφησης δύο καναλιών (half-track stereo) η διαδικασία παρέμεινε η ίδια, με μόνη διαφορά την αντίστροφη μεταφορά των καναλιών από αριστερά στα δεξιά (Holms 2008, σελ. 134-136). Το ηχητικό αποτέλεσμα που προσδίδει η συγκεκριμένη τεχνική είναι χαρακτηριστικό και εύκολα αντιληπτό, καθώς με την αντιστροφή της ταινίας ή του ηχητικού δείγματος σε ψηφιακά μέσα επιτυγχάνεται τόσο η αντίστροφη διαδοχή των χαρακτηριστικών της περιβάλλουσας δυναμικής, όσο και η αντίστροφη ακολουθία των ηχητικών γεγονότων μουσικών ή μη- που ηχογραφήθηκαν.

3.2.4 Παραγωγή θορύβου κατά την διάρκεια της ηχογράφησης.

Η εισαγωγή θορύβου κατά τη διάρκεια της ηχογράφησης σε συνδυασμό με την αδυναμία τόσο του μαγνητοφώνου όσο και της μαγνητοταινίας να ανταποκριθούν με τον ίδιο τρόπο σε όλες τις συχνότητες του ήχου, οδηγεί στην αλλοίωση του αρχικού σήματος, ιδιαίτερα μετά την επανάληψη τμημάτων της αρχικής ηχογράφησης. Οι τελικές ή πρώτης-γενιάς ταινίες (Master/first-generation tapes) παρέχουν το λιγότερο δυνατό ποσοστό θορύβου. Για τη βελτίωση της πιστότητας στην αναπαραγωγή του ήχου θα πρέπει η πυκνότητα του εισερχόμενου σήματος να επεκταθεί με ταινία μεγαλύτερου μήκους αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο το κατώφλι (threshold) της συχνοτικής και δυναμικής απόκρισης στο σημείο όπου η ταινία συναντά την κεφαλή εγγραφής. Οι συνθέτες έπρεπε να συμφιλιωθούν με την ιδέα του θορύβου, καθώς η ολική απαλοιφή του δεν ήταν δυνατή. Αρκετοί συνθέτες τοποθέτησαν στο επίκεντρο των συνθέσεων τους τον θόρυβο (Holms 2008, σελ. 126-127). Μολονότι, τα τεχνολογικά μέσα καταγραφής του ήχου έχουν υποστεί ραγδαία εξέλιξη από την περίοδο των μαγνητοφώνων, η εισαγωγή θορύβου παραμένει κύριο στοιχείο της όλης διαδικασίας. Η εμφάνισή του είτε ως ανεπιθύμητη ηλεκτρική διαταραχή σε μια γραμμή μετάδοσης ή σε μια ηλεκτρική διάταξη, είτε απλώς ως ανεπιθύμητος ήχος που εκπέμπεται από τις υπόλοιπες ηχητικές πηγές στο χώρο, πέραν της πηγής που μας ενδιαφέρει (θόρυβος βάθους), μπορεί να αποτελέσει σημαντικό δημιουργικό στοιχείο. Σε αρκετά σημεία του έργου *Guitar and Tape* αξιοποιείται σημαντικά το στοιχείο του θορύβου. Η υπερβολική ενίσχυση της έντασης των ηχητικών δειγμάτων σε συνδυασμό με την εισαγωγή λευκού θορύβου (white noise) που επιτρέπει το SPEAR δημιούργησε ένα μεγάλο φάσμα διαφορετικών θορύβων. Όσον αφορά την ενίσχυση των δειγμάτων, έγινε σταδιακά αναδύοντας έτσι όλους του ήχους κατά την διάρκεια των οποίων η στάθμη εγγραφής δεν επέτρεπε να γίνουν αντιληπτοί. Ήχοι όπως το τρίξιμο της καρέκλας, το τρίψιμο των ρούχων, ο θόρυβος του δωματίου, ήχοι του εξωτερικού περιβάλλοντος, διαμόρφωσαν σε μεγάλο βαθμό το τελικό ηχητικό αποτέλεσμα.

3.3 Μίξη Ηχητικού Υλικού.

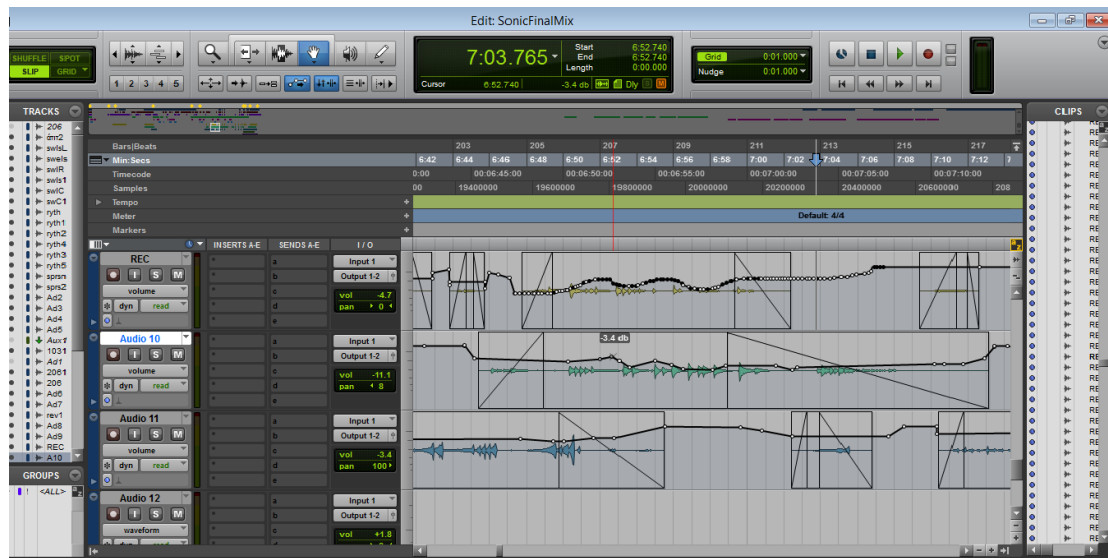
Η μίξη ήχων αναφέρεται στη διαδικασία κατά την οποία πολλαπλοί ηχογραφημένοι ήχοι συνδυάζονται σε ένα ή περισσότερα κανάλια (tracks). Η συνήχηση είτε παραδοσιακών οργάνων είτε περιβαλλοντικών ή άλλων ήχων αποτελεί μια από τις σημαντικότερες εργασίες στη σύνθεση ενός μουσικού έργου. Μολονότι, αρκετές από τις τεχνικές επεξεργασίας που περιγράφονται στην προηγούμενη ενότητα ανήκουν ως συνήθως στη διαδικασία της μίξης, στη συγκεκριμένη ενότητα θα αναφερθώ στις τελικές ρυθμίσεις της στάθμης των ήχων, την εξισορρόπηση των συχνοτήτων, όπου αυτό κρίθηκε απαραίτητο και στις ρυθμίσεις του πανοραμικού (Pan). Η συγκεκριμένη διαδικασία έγινε εξ' ολοκλήρου στο περιβάλλον των Pro tools.

3.3.1 Οι τεχνικές μίξης που χρησιμοποιήθηκαν.

Κάθε ήχος διαμορφώνει την ένταση του ανάλογα με το πλάτος της κυματομορφής του. Η ένταση του σε κάθε στιγμή της διάρκειας του ελέγχεται από την χρονικά μεταβαλλόμενη κίνηση του ποτενσιόμετρου στο κανάλι που βρίσκεται ο ήχος. Όταν η διαδικασία της μίξης πραγματοποιείται σε ένα λογισμικό ήχου (Digital Audio Workstation, DAW), οι περιβάλλουσες των εντάσεων μπορούν να αυτοματοποιηθούν και να αποθηκευτούν ως ξεχωριστά αρχεία δεδομένων της μίξης. Οι αυτοματισμοί χρησιμοποιούνται για την επίτευξη απλής ρύθμισης της συνολικής έντασης του ήχου και την τροποποίηση της αρχική περιβάλλουσας της έντασης του ήχου. Ως συνήθως, οι περιβάλλουσες ακολουθούν την εξέλιξη της κυματομορφής και η διαμόρφωσή τους εξαρτάται από το είδος της συνήχησης με τους υπόλοιπους ήχους. Παρότι οι εντάσεις των δειγμάτων αποτελούν μια μόνο παράμετρο του συνολικού ηχοχρώματος είναι ιδιαίτερα σημαντική. Κριτήριο και οδηγός ήταν η αισθητική προσέγγιση της όλης διαδικασίας.

Οι αυτοματισμοί επιτυγχάνονται κυρίως με την χρήση ενός δείκτη που τον χειριζόμαστε με το ποντίκι (mouse pad) επιλέγοντας τα σημεία και την τιμή της επιθυμητής αύξησης ή μείωσης σε dB της έντασης. Επίσης, με το μολύβι (pencil tool) μπορούμε να σχεδιάσουμε «ελεύθερα» την περιβάλλουσα που επιθυμούμε. Χρησιμοποιώντας εξωτερικούς ψηφιακούς ελεγκτές (controllers) μπορούμε να τροποποιήσουμε την περιβάλλουσα μέσω της μεθόδου write στο κανάλι της κυματομορφής. Με τη μέθοδο touch ανασχηματίζουμε την περιβάλλουσα για όσο

χρόνο κινούμε το ποτενσιόμετρο, ενώ μόλις το αφήσουμε επανέρχεται στην προηγούμενη κατάσταση της από εκείνο το σημείο και έπειτα. Τέλος, με τη μέθοδο latch η περιβάλλουσα παραμένει στο τελευταίο σημείο που αφέθηκε το ποτενσιόμετρο. Παρόμοιες μεθόδους συναντάμε και στην τροποποίηση της περιβάλλουσας του πανοραμικού (pan), όπου μπορούμε να τοποθετήσουμε χωρικά τους ήχους στο στερεοφωνικό πεδίο, δημιουργώντας έτσι τη στερεοφωνική εικόνα της μίξης, καθώς και να κινήσουμε έναν ή περισσότερους ήχους προσδίδοντας χειρονομαϊκή δραστηριότητα στην τελική μίξη (Λώτης & Διαμαντόπουλος 2015, σελ. 161).



Εικόνα 14. Αυτοματισμός περιβάλλουσας έντασης (Edit Window). Στο πάνω αριστερά μέρος του παραθύρου είναι οι επιλογές των εργαλείων, ενώ στο κάθε κανάλι φαίνεται η επιλογή για την ένταση (volume) ή το πανόραμα (pan).

Η παραπάνω διαδικασία έγιναν ταυτόχρονα καθώς η κίνηση ενός ήχου στη στερεοφωνική εικόνα επηρεάζει άμεσα την αντίληψη της έντασης σε εκείνο το σημείο. Η ισορροπία μεταξύ της στάθμης και της χωρικής τοποθέτησης των δειγμάτων αποτέλεσε ένα αρκετά χρονοβόρο αλλά και κρίσιμο στάδιο. Σε αρκετά σημεία του κομματιού (βλέπε κεφάλαιο 6, Δομή και ανάλυση), στόχος μου ήταν η δημιουργία μιας συνέχειας ήχων μετακινούμενων από τη μία πλευρά της στερεοφωνικής εικόνας στην άλλη καθιστώντας μη συγκεκριμένη τη θέση της κιθάρας στο χώρο. Με την περιβάλλουσα του πανοραμικού (pan) η κίνηση των ήχων έγινε πιο ομαλή, ενώ για τη βελτιστοποίηση της συγκεκριμένης ενέργειας στα σημεία που οι ήχοι περνάνε από το κέντρο ή διασταυρώνονται με άλλους ήχους, γίνεται μια σταδιακή μείωση της στάθμης των δειγμάτων. Αυτό επιτυγχάνεται με τη δυνατότητα

ελεύθερης σχεδίασης της επιθυμητής -για την εκάστοτε περίπτωση- περιβάλλουσας, της οποίας η καμπύλη ακολουθεί ως συνήθως την καμπύλη της περιβάλλουσας του πανοραμικού.



Εικόνα 15. Αυτοματισμός πανοραμικού (pan).

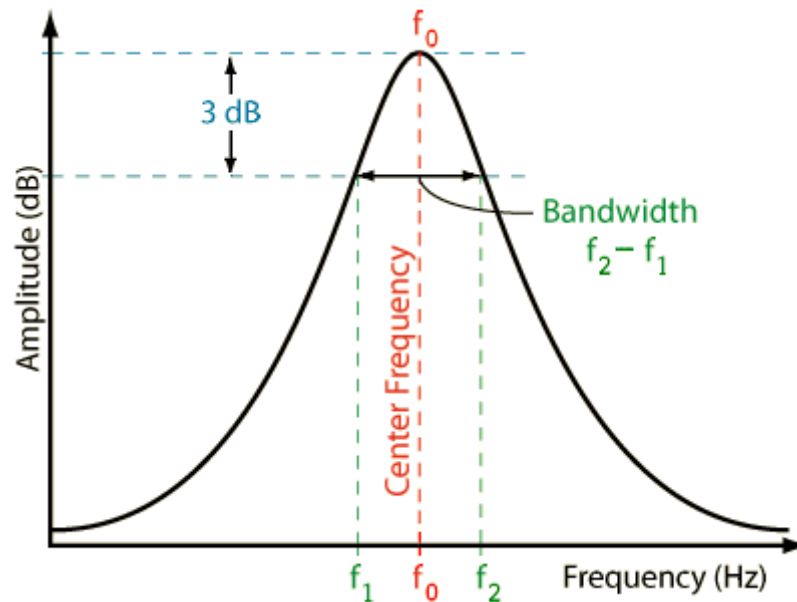
Όσον αφορά την συχνοτική ισοστάθμιση, χρησιμοποιήθηκε ένα παραμετρικού τύπου equalizer (βλέπε παράρτημα Δ), όπου παρέχει τη δυνατότητα επέμβασης σε τέσσερις συχνοτικές περιοχές με τη χρήση ποτενσιόμετρων συνεχούς μεταβολής (Ξενικάκης 2019, σελ. 83-85). Για τον διαχωρισμό των συχνοτικών περιοχών χρησιμοποιούνται οι καμπύλες των φίλτρων, οι οποίες ορίζονται από την κεντρική συχνότητα (f_c), το ρυθμιστικό της στάθμης (gain level) που απευθύνεται στην κεντρική συχνότητα και τον παράγοντα Q, ο οποίος ρυθμίζει το εύρος της καμπύλης ή «καμπάνας» των φίλτρων. Για τον υπολογισμό του Q ισχύει:

$$Q = \frac{f_c}{BW} \quad (3.1)$$

Όπου, BW το συνολικό εύρος επίδρασης του φίλτρου (Bandwidth), το οποίο δίνεται από την σχέση:

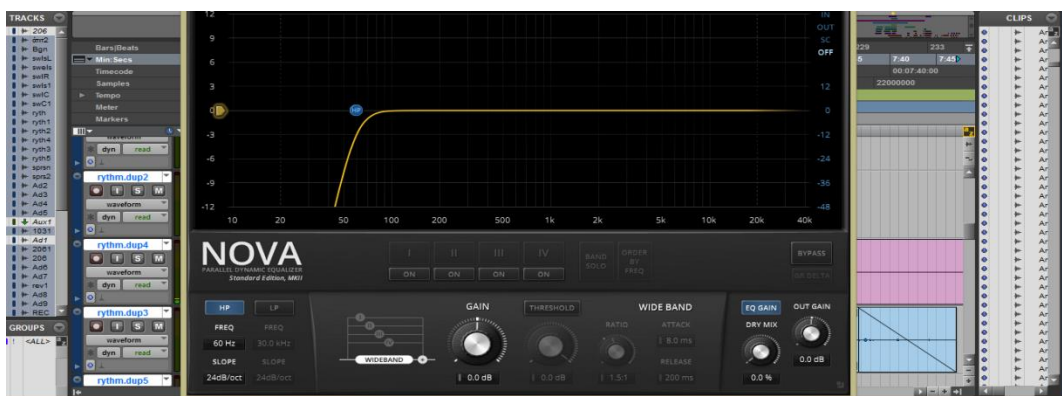
$$BW = f_2 - f_1 \quad (3.2)$$

Όπου, f_2 και f_1 οι συχνότητες αποκοπής, με την f_1 να ορίζεται ως χαμηλή συχνότητα αποκοπής και την f_2 να ορίζεται ως υψηλή συχνότητα αποκοπής.



Εικόνα 16. Απεικόνιση του εύρους μπάντας του φίλτρου πηγή: (<https://www.quora.com/Why-does-this-1-kHz-Multiple-feedback-filter-end-up-having-a-Q-4-when-chaining-two-bandpass-with-Q-2-7>.)

Η χρησιμότητα του Q είναι πολύ μεγάλη καθώς δίνει τη δυνατότητα επέμβασης σε μια συγκεκριμένη συχνοτική περιοχή με ελεγχόμενη ακρίβεια. Τα περισσότερα δείγματα από τα οποία αποτελείται το συγκεκριμένο έργο προέρχονται από την ίδια ηχητική πηγή γεγονός που δημιουργεί την πολλαπλή εμφάνιση ίδιων συχνοτήτων. Οι περισσότερες συγχύσεις δημιουργήθηκαν κυρίως στις χαμηλές περιοχές μεταξύ 70 – 250 Hz. Για την μείωση του συγκεκριμένου προβλήματος σε ορισμένα κανάλια, χρήστηκε απαραίτητη μια μείωση της στάθμης στις συγκεκριμένες συχνότητες της τάξης των 3-5 dB. Για τον ίδιο λόγο σε ορισμένα κανάλια χρησιμοποιήθηκε ένα low cut φίλτρο με συχνότητα αποκοπής στα 60 Hz.



Εικόνα 17. Φίλτρο έλευσης υψηλών συχνοτήτων (High pass ή Low cut filter) με συχνότητα και ρυθμό αποκοπής στα 60 Hz με 24 dB ανά οκτάβα.

Κεφάλαιο 4^ο

Στάδιο τρίτο: Επέκταση του ηχητικού χαρακτήρα της κιθάρας.

Άμεσο αποτέλεσμα των διαδικασιών που εξελίχθησαν στο προηγούμενο στάδιο, ήταν η επέκταση του ηχητικού χαρακτήρα της κιθάρας, καθώς το αρχικό υλικό τροποποιήθηκε σε τέτοιο βαθμό που ξεπερνάει τις ακουστικές δυνατότητες του οργάνου. Η συγκεκριμένη μετατροπή αφορούσε κυρίως την χροιά της κιθάρας και όχι τον τρόπο παιξίματος (τεχνοτροπία), καθώς η διαδικασία της επεξεργασίας του ηχητικού υλικού διεξήχθη σε δεύτερο χρόνο. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο περιγράφεται ένας δεύτερος τρόπος επίτευξης του ίδιου αποτελέσματος, αναπτύσσοντας μια εφαρμογή στο περιβάλλον της Max/Msp, όπου αξιοποιείται η ηλεκτρική κιθάρα έναντι της ακουστικής⁷. Η συγκεκριμένη διαδικασία αποτέλεσε παράλληλα και το δεύτερο στάδιο της σύνθεσης καθώς, ο σχεδιασμός των αλγορίθμων που αναλύονται στην ενότητα 4.2 βασίστηκε σε μεγάλο βαθμό στο ηχητικό αποτέλεσμα της επεξεργασίας του αρχικού ηχητικού υλικού. Με την ολοκλήρωση της εκάστοτε ηχητικής δομής συνθέτουμε ένα επιπρόσθετο μέρος έχοντας ως χροιά του οργάνου το ηχητικό αποτέλεσμα της δομής. Με αυτόν τον τρόπο η διαδικασία της σύνθεσης ολοκληρώθηκε με την παράλληλη ολοκλήρωση της εφαρμογής.

4.1 Σχεδιασμός εφαρμογής στο περιβάλλον της Max /Msp.

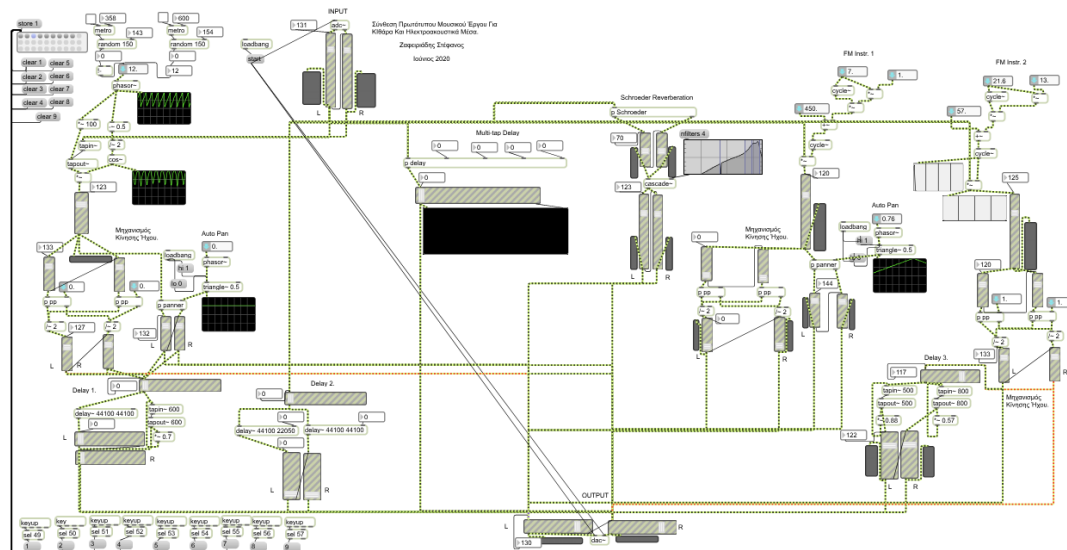
Η επιλογή του συγκριμένου περιβάλλοντος, έγκειται στην δυνατότητα σχεδιασμού ηχητικών δομών σε πραγματικό χρόνο με τη χρήση διαφόρων γραφικών αντικειμένων και στην ευελιξία που αφορά τη συνδεσιμότητα και τη διάδραση με άλλες εξωτερικές συσκευές όπως μουσικά όργανα, MIDI controllers USB controllers κ.α. Αναλυτικότερα, το συγκεκριμένο περιβάλλον περιλαμβάνει μια σειρά από γραφικά αντικείμενα (objects), καθένα από τα οποία αντιστοιχεί σε μια εξειδικευμένη λειτουργία. Τα αντικείμενα αυτά εμφανίζονται στο παράθυρο εργασίας - το οποίο καλείται *patch*- με ένα συγκεκριμένο πλήθος εισόδων και εξόδων ανάλογα με τη λειτουργία που επιτελούν. Οι είσοδοι ενός αντικειμένου αφορούν ορίσματα (input

⁷ Η εφαρμογή σχεδιάστηκε για την ηλεκτρική κιθάρα, καθώς η συνδεσιμότητα της με τον υπολογιστή διευκολύνει την διαδικασία της ζωντανής εκτέλεσης.

arguments), των οποίων οι τιμές επενεργούν στον κώδικα με προκαθορισμένο τρόπο. Η αντίστοιχη διαδικασία ισχύει και για τις εξόδους του αντικειμένου. Ένα όρισμα εξόδου αφορά στην ουσία μια μεταβλητή στην οποία αποθηκεύεται το αποτέλεσμα της επεξεργασίας του κώδικα του αντικειμένου. Επιπροσθέτως, στο συγκεκριμένο περιβάλλον έχουμε τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε την έξοδο μιας ή περισσότερων μονάδων ως είσοδο σε μια επόμενη μονάδα. Με αυτόν τον τρόπο παρέχεται η δυνατότητα συνδυασμού ενός πλήθους από μονάδες με μια συγκεκριμένη αλγοριθμική λογική. Οι αλγόριθμοι αυτοί μπορεί να αφορούν αλγόριθμους σύνθεσης ήχου, να αποτελούνται δηλαδή από μονάδες παραγωγής και διαχείρισης σημάτων ήχου δημιουργώντας έτσι μια ηχητική δομή (Διαμαντόπουλος 2014, σελ.140-141).

4.2 Δομή και Ανάλυση του Patch.

Όπως έχω είδη αναφέρει και στην εισαγωγή του υποκεφαλαίου η εφαρμογή αναπτύχθηκε στο περιβάλλον της Max/Msp. Η συγκεκριμένη ανάλυση αφορά το σχεδιασμό των αλγορίθμων και τα αντικείμενα της Max που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίησή τους, επεξηγώντας παράλληλα τις βασικές αρχές λειτουργίας των μηχανισμών έτσι ώστε να γίνει πιο κατανοητός ο κάθε αλγόριθμος.

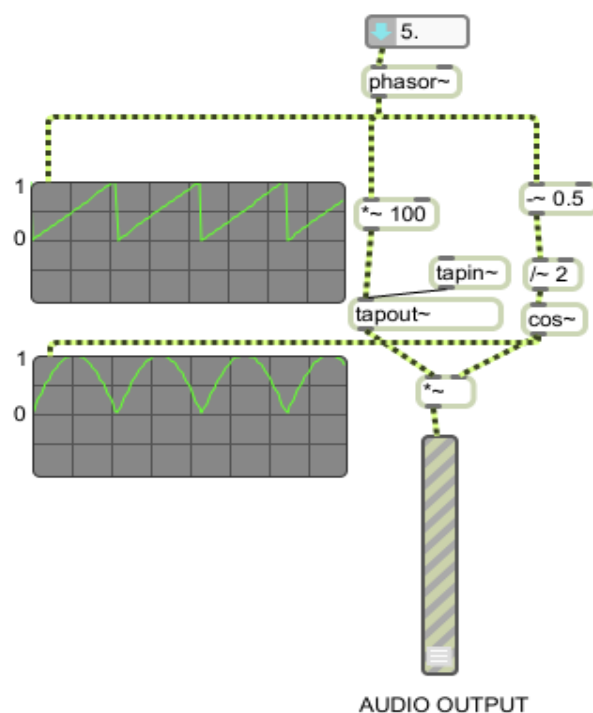


Εικόνα 18. Απεικόνιση του κυρίως Patch.

Προτού αναφερθώ στο σχεδιασμό των επιμέρους τμημάτων των αλγορίθμων, θα περιγράψω τη βασική ροή του σήματος, έτσι ώστε να γίνει περισσότερο αντιληπτή η δομή του Patch. Γενικά πρόκειται για μία διακλάδωση, όπου η ροή των πληροφοριών κατανέμεται από το πάνω μέρος της σελίδας προς το κάτω. Το σήμα

εισέρχεται σε έναν μετατροπέα αναλογικού σήματος σε ψηφιακό *adc~* και στη συνέχεια μεταφέρεται στα διάφορα αντικείμενα, για να υποστεί επεξεργασία και να ενισχυθεί πριν καταλήξει σε έναν άλλο μετατροπέα ψηφιακού σήματος σε αναλογικό *dac~* και σταλεί στα ηχεία. Η ενίσχυση του σήματος καθ' όλη την πορεία του, από την είσοδο του μικροφώνου μέχρι τη στερεοφωνική έξοδο, επιτυγχάνεται μέσω των *faders* (*gain ~*). Γενικότερα, η ροή του σήματος φαίνεται από την πορεία των καλωδίων. Οι τιμές των παραμέτρων όλων των αλγορίθμων είναι προκαθορισμένες - μιας και η ανάπτυξη αυτών αφορά το συγκεκριμένο έργο και μόνο- και επιλέγονται από τον εκτελεστή μέσω πληκτρολογίου του υπολογιστή. Με το αντικείμενο *preset* έχουμε την δυνατότητα αποθήκευσης τιμών με στόχο να τις ανακαλέσουμε σε δεύτερο χρόνο. Έτσι ο εκτελεστής πατώντας τα πλήκτρα των αριθμών στο πάνω μέρος του πληκτρολογίου ενεργοποιεί ένα *preset* ανάλογα με τις οδηγίες της παρτιτούρας.

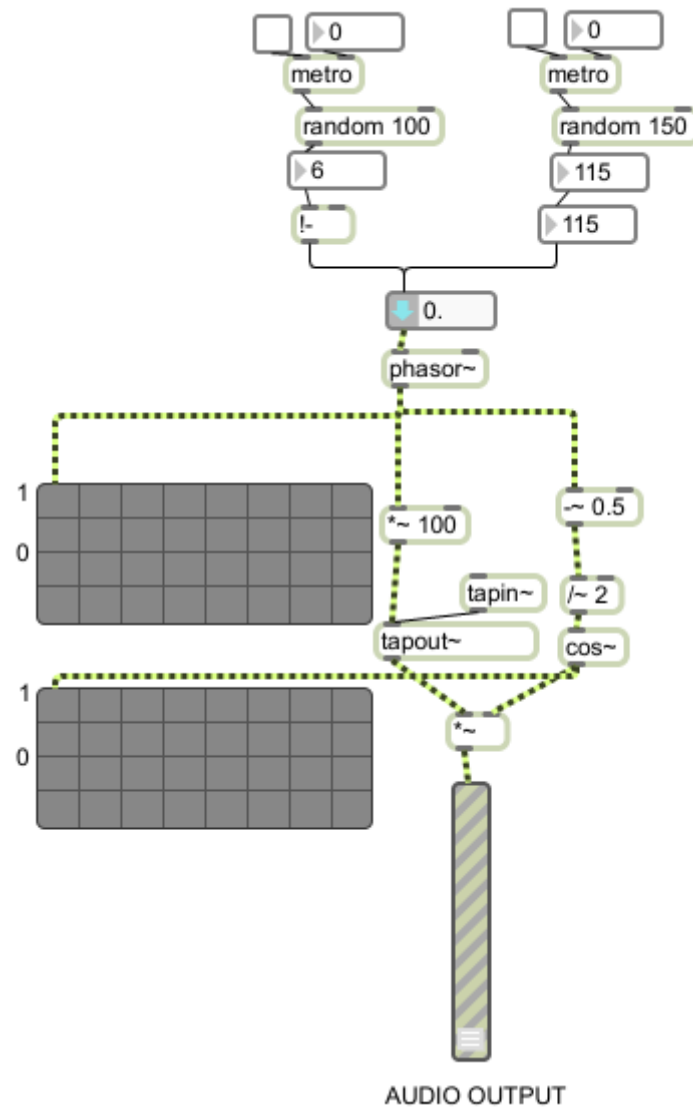
Ο πρώτος αλγόριθμος που αναλύεται περιγράφει τον σχεδιασμό μιας σειράς καθυστέρησης μεταβλητού χρόνου (*Variable Delay Line*) προσομοιάζοντας το φαινόμενο της τονικής διολίσθησης (*Pitch Shifting*).



Εικόνα 19. Αλγόριθμος τονικής διολίσθησης (*Pitch Shifting*).

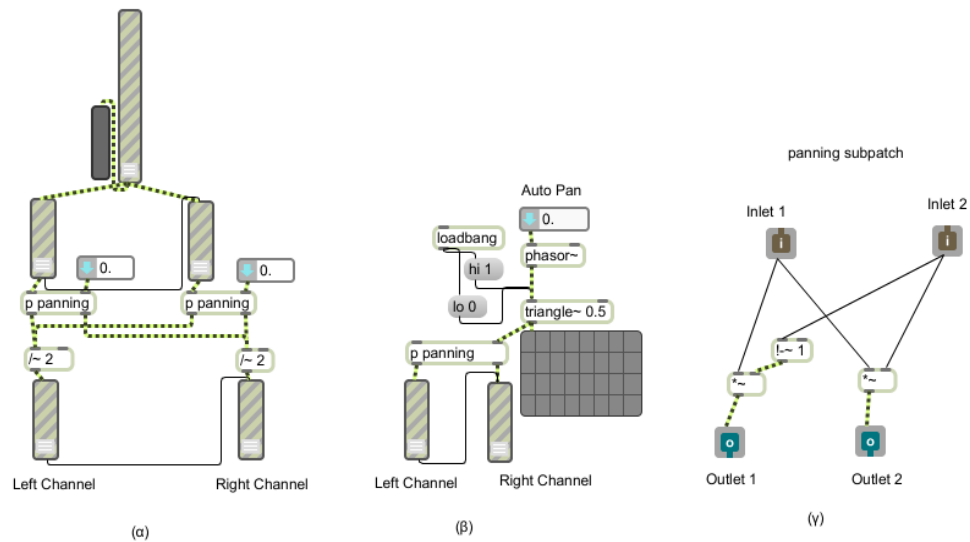
Η αρχή λειτουργίας του συγκεκριμένου μηχανισμού βασίζεται στο φαινόμενο Doppler, σύμφωνα με το οποίο, όταν η απόσταση ενός παρατηρητή και μιας ηχητικής

πηγής αυξάνεται, η παρατηρούμενη συχνότητα μειώνεται, ενώ όταν η απόσταση παρατηρητή πηγής μειώνεται, η παρατηρούμενη συχνότητα αυξάνεται (Σκαρλάτος 2015, σελ.100). Μια σειρά μεταβλητού χρόνου καθυστέρησης μπορεί να προσομοιώσει την αυξομείωση της απόστασης πηγής και παρατηρητή με τον δείκτη διαβάσματος και τον δείκτη εγγραφής. Πιο συγκεκριμένα, η περιοδική μεταβολή του χρόνου καθυστέρησης D εξαρτάται από τις τιμές ενός ταλαντωτή χαμηλών συχνοτήτων (LFO) με πλάτος 0 έως μια μέγιστη θετική τιμή η οποία θα είναι μικρότερη ή το πολύ ίση με το μέγεθος της προσωρινής μνήμης (buffer size). Με την περιοδική μεταβολή του χρόνου καθυστέρησης παράγεται και μια περιοδικά μεταβαλλόμενη τονική διολίσθηση του σήματος από τον δείκτη διαβάσματος η οποία ακολουθεί τη συχνότητα του ταλαντωτή LFO. Όσο η απόσταση των δύο δεικτών αυξάνεται το τονικό ύψος διολισθαίνει προς τα κάτω, καθώς ο δείκτης διαβάσματος επιβραδύνει την κίνηση του προκειμένου να αυξήσει την απόσταση από τον δείκτη εγγραφής, ενώ όταν μειώνεται η απόσταση των δεικτών, το τονικό ύψος διολισθαίνει ανοδικά, καθώς ο δείκτης διαβάσματος επιταχύνει την κίνηση του (Διαμαντόπουλος 2010, σελ.364-365). Αναλυτικότερα, ο συγκεκριμένος αλγόριθμος αποτελείται από μία γεννήτρια πριονωτής κυματομορφής *phasor~* που στην έξοδο της για θετικές τιμές συχνότητας εμφανίζει κυκλικά επαναλαμβανόμενες τιμές από 0 – 1, ενώ για αρνητικές τιμές επιτυγχάνεται η αντίστροφη διαδικασία (1 - 0). Πολλαπλασιάζοντας κατάλληλα την έξοδο μεταβάλλουμε συνεχώς τον χρόνο καθυστέρησης από 0 – 100 ms (delay window) (Puckette 2007, σελ. 200-208), όπου με σχετικά μικρό χρόνο το σήμα μετατοπίζεται τονικά χωρίς να γίνεται αντιληπτή η χρονική μεταβολή στη διάρκεια του. Η σειρά καθυστέρησης αποτελείται από τα αντικείμενα *tapin~* και *tapout~* των οποίων οι τιμές αναφέρονται σε ms (milliseconds). Εξαιτίας της ασυνέχειας των δειγμάτων στην έξοδο, καθώς οι τιμές του *phasor* μεταπηδούν απότομα από 1 σε 0, παράγονται στην έξοδο κάποια ανεπιθύμητα clicks τα οποία μπορούμε να απαλείψουμε χρησιμοποιώντας την συνάρτηση *cos~* σαν περιβάλλουσα (envelope), έτσι ώστε όταν η έξοδος του *phasor* έχει τη μέγιστη ή την ελάχιστη τιμή, στην τελική έξοδο να πραγματοποιείται ένα fade in και fade out αντίστοιχα. Ο συγκεκριμένος αλγόριθμος (εικόνα 19.) προήλθε από τον αντίστοιχο αλγόριθμο του Sam Tarakajian. Τέλος, στην εικόνα 20 παρατηρούμε πως στην αρχή του αλγορίθμου υπάρχει ένας μηχανισμός παραγωγής τυχαίων τιμών, με την ταχύτητα αλλαγής τους να καθορίζεται από δύο μετρονόμους, ενώ το εύρος τιμών εξαρτάται από το όρισμα εισόδου του αντικειμένου *random~*.



Εικόνα 20 . Αλγόριθμος τονικής διολίσθησης (Pitch Shifting), όπου οι τιμές του phasor καθορίζονται με τυχαίο τρόπο.

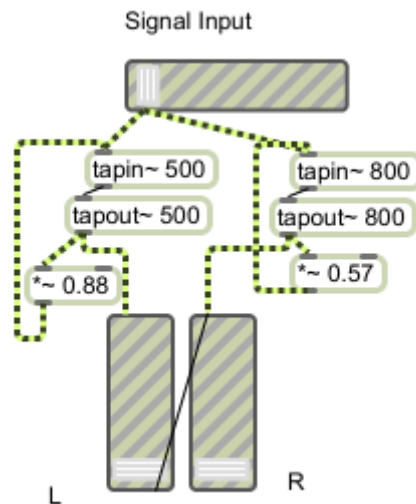
Στην συνέχεια το σήμα περνάει από την έξοδο του pitch shifter σε έναν μηχανισμό κίνησης ήχου (Stereo Panning).



Εικόνα 21. Μηχανισμοί κίνησης ήχου, όπου (α) το κυρίως patch (β) μηχανισμός αυτόματης κίνησης του ήχου (auto panning) και (γ) το subpatch του panning.

Η μεταφορά του ήχου από το ένα κανάλι στο άλλο επιτυγχάνεται με τη διαφορά στάθμης του ενός σε σχέση με το άλλο, ανάλογα με την τιμή που πολλαπλασιάζουμε την έξοδο. Για τιμές από 0 – 1 ο ήχος μεταφέρεται από το αριστερό κανάλι προς το δεξί με 0 να είναι τέρμα αριστερά, 1 τέρμα δεξιά και 0.5 στη μέση. Με τη χρήση γεννήτριας χαμηλών συχνοτήτων (LFO) μπορούμε να μεταβάλουμε τις παραπάνω τιμές μεταφέροντας έτσι τον ήχο συνεχώς από το αριστερό κανάλι στο δεξί και αντιστρόφως (Auto Panning). Για την κυκλική μεταβολή των τιμών από 0 - 1 χρησιμοποιούμε ξανά μια γεννήτρια πριονωτής κυματομορφής *phasor~*, ενώ για την ομαλή διακύμανση της έντασης στην έξοδο χρησιμοποιούμε μια τριγωνική κυματομορφή *triangle~*, αφού πρώτα τροποποιήσουμε τις τιμές στα άκρα της (-1 ως 1, σε 0 ως 1 με μέσο 0.5) Στην συγκεκριμένη εφαρμογή χρησιμοποιούνται και οι δύο τρόποι, ανάλογα με το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Το τελευταίο τμήμα της συγκεκριμένης διάταξης αποτελείται από μια σειρά καθυστέρησης σταθερού χρόνου (Constant Delay Line) όπου η έξοδος της συνδέεται σε διαφορετικό κανάλι, έτσι ώστε τα είδωλα του αρχικού σήματος να μοιράζονται δεξιά και αριστερά στην στερεοφωνική εικόνα.



Εικόνα 22.. Αλγόριθμος σειράς καθυστέρησης σταθερού χρόνου.

Η συγκεκριμένη σειρά καθυστέρησης αποτελείται από τα αντικείμενα *tapin~* και *tapout~*, τα οποία υλοποιούν ένα feedback delay με χρόνο καθυστέρησης 800 ms για το δεξί κανάλι, ενώ για το αριστερό 500 ms. Ο συγκεκριμένος αλγόριθμος, όπως και ο αλγόριθμος κίνησης του ήχου που ανέλυσα παραπάνω χρησιμοποιούνται παραπάνω από μία φορές, με ορισμένες διαφοροποιήσεις για τις οποίες δεν γίνεται περεταίρω ανάλυση καθώς οι αλλαγές που αποφέρουν στο τελικό αποτέλεσμα είναι αυτονόητες.

Οι αλγόριθμοι που αναλύθηκαν παραπάνω υλοποιούν κυκλώματα ψηφιακής σειράς καθυστέρησης (Digital Delay Line Circuit). Όταν ο χρόνος καθυστέρησης D μεταβάλλεται συνεχώς τότε η σειρά καθυστέρησης ονομάζεται μεταβλητού χρόνου (Variable Delay Line), όπως είδαμε στον πρώτο αλγόριθμο, ενώ όταν ο χρόνος καθυστέρησης είναι σταθερός έχουμε φαινόμενα σταθερού χρόνου καθυστέρησης (Constant Delay Line). Τα τελευταία αφορούν φαινόμενα του ήχου τα οποία προκύπτουν όταν μαζί με ένα αρχικό σήμα αναπαράγεται και η χρονική του καθυστέρηση κατά χρόνο D . Για τιμές του D μεγαλύτερες των 10 ms και μέχρι περίπου τα 50 ms το κύκλωμα καθυστέρησης παράγει ένα δεύτερο είδωλο της αρχικής πηγής πολύ κοντά στο αρχικό σε βαθμό που το ανθρώπινο αυτί δεν μπορεί να τα ξεχωρίσει. Η αίσθηση που προκαλείται από αυτόν τον ανεπαίσθητο διπλασιασμό

του αρχικού σήματος αφορά ένα ήχο περισσότερο γεμάτο σε όγκο, χωρίς να παράγεται κάποια αντίστοιχη στη συνολική ένταση του παραγόμενου σήματος. Για τιμές καθυστέρησης μεγαλύτερες των 50 ms το αυτί αντιλαμβάνεται τον διαχωρισμό των δύο σημάτων, με αποτέλεσμα την εμφάνιση φαινομένων επανάληψης του αρχικού σήματος (echo)⁸. Ένα DDL κύκλωμα έχει ως συνήθως χρόνους καθυστέρησης μεγαλύτερους από 1 ms. Θέτοντας στην είσοδο του κυκλώματος ένα ηχητικό σήμα στην έξοδο θα λάβουμε το αρχικό σήμα μαζί με το είδωλό του καθυστερημένο κατά χρόνο D. Σε ένα ψηφιακό σύστημα η ταχύτητα αναπαραγωγής του ήχου είναι σταθερή⁹, συνεπώς για οποιαδήποτε χρονική καθυστέρηση D, μεταβάλλουμε την απόσταση δύο σημείων ικανοποιώντας τη σχέση:

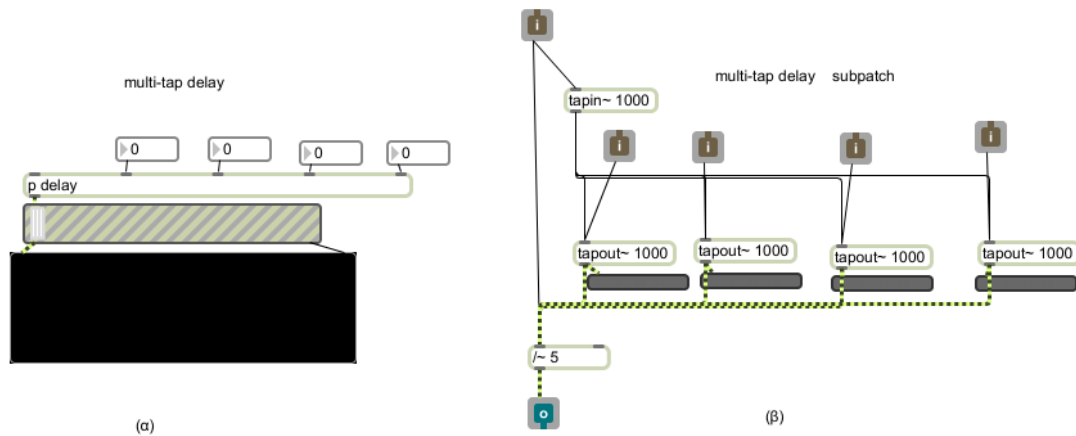
$$D = \frac{a}{SR} \quad (4.1)$$

Όπου, a είναι η απόσταση μεταξύ δύο σημείων σε δείγματα (samples) και SR η συχνότητα δειγματοληψίας (Sampling Rate). Όλα τα δείγματα ήχου αποθηκεύονται σε μια προσωρινή μνήμη (buffer), η οποία έχει κυκλική αποθηκευτική διάταξη (circular queue). Τα δείγματα του σήματος καταλαμβάνουν διαδοχικές θέσεις μνήμης, ώσπου αυτή να γεμίσει. Στη συνέχεια για κάθε νέο δείγμα στην είσοδο, η μνήμη επανεγγράφεται από την αρχή διαγράφοντας ταυτόχρονα τις παλαιότερες τιμές της. Κατ' αυτόν τον τρόπο έχουμε μια κυκλική αποθήκευση των τιμών του σήματος, με την περιόδό τους να ισοδυναμεί με το μέγεθος της μνήμης. Ολοκληρώνοντας, παράλληλα με τον δείκτη εγγραφής (write index) μπορούμε να ορίσουμε και έναν ή και περισσότερους δείκτες (read index) διαβάσματος των τιμών, οι οποίοι έπονται του δείκτη εγγραφής. Η απόσταση των δύο δεικτών ισοδυναμεί με την χρονική καθυστέρηση D της εκάστοτε σειράς καθυστέρησης, ενώ η μέγιστη τιμή που μπορεί να λάβει καθορίζεται από το μέγεθος της μνήμης (Διαμαντόπουλος 2010, σελ.342-345).

Η επόμενη μονάδα καθυστέρησης αφορά ένα multi-tap delay, όπου οι τιμές του χρόνου καθυστέρησης του κάθε δείκτη (tap) αλλάζει από τα number boxes εκτός του subpatch. Μια τέτοια διάταξη μπορεί να δώσει έναν πιο ρυθμικό χαρακτήρα στο ηχητικό αποτέλεσμα καθώς μπορούμε να ορίσουμε τον χρόνο καθυστέρησης της κάθε επανάληψης ξεχωριστά.

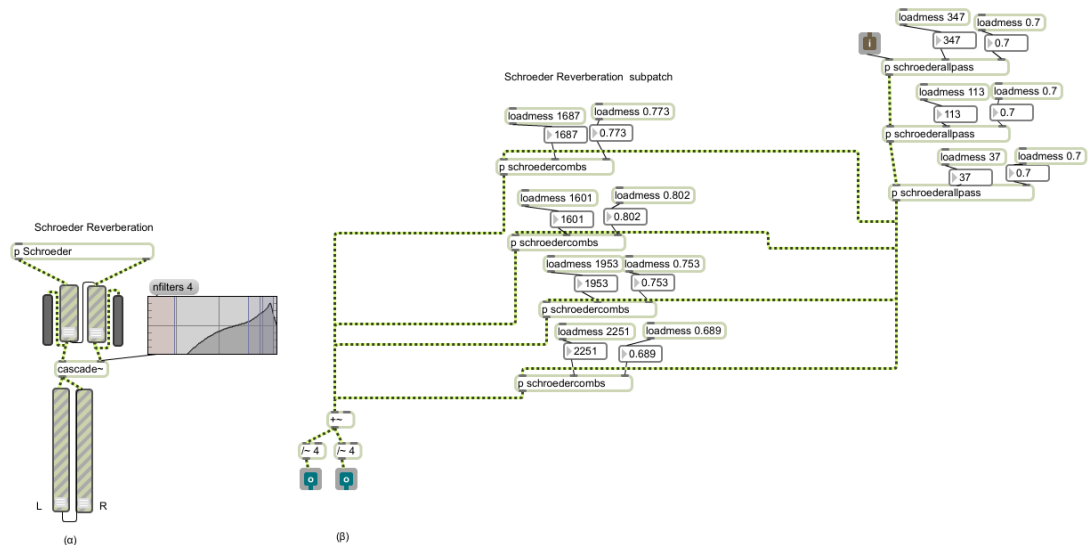
⁸ Η εμφάνιση μιας ηχούς (echo) εξαρτάται και από άλλους παράγοντες όπως η κατεύθυνση του αρχικού σήματος σε σχέση με το ανακλώμενο, την στάθμη του ειδώλου σε σχέση με το αρχικό σήμα κ.λπ. (Haas 1950).

⁹ Ως συνήθως 44 100 δείγματα ήχου το δευτερόλεπτο ή γενικότερα sr δείγματα ανά δευτερόλεπτο.

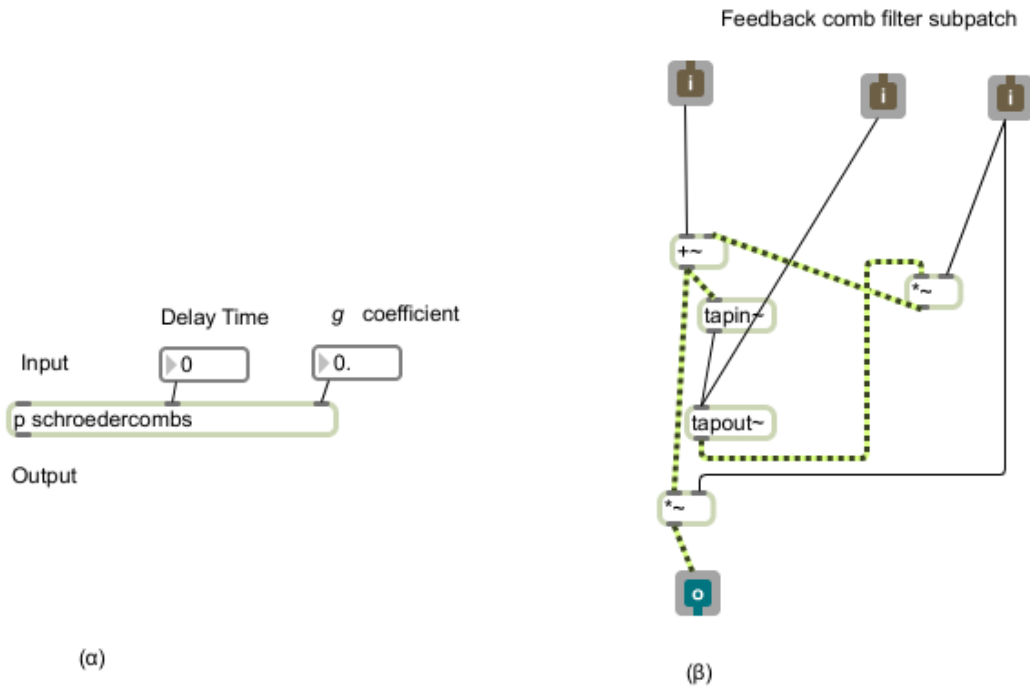


Εικόνα 23 . Αλγόριθμος multi-tap delay (α) κυρίως patch και (β) το subpatch.

Ο επόμενος αλγόριθμος υλοποιεί μια δομή αντήχησης του Schroeder. Ο Manfred Schroeder ανέπτυξε του πρώτους αλγόριθμους ψηφιακής αναπαραγωγής αντήχησης στα εργαστήρια Bell (1961, 1962, 1970), χρησιμοποιώντας κάποιες δομικές μονάδες αντήχησης οι οποίες ήταν δύο βασικών τύπων: αναδρομικά φίλτρα κτένας (recursive comb filters) και φίλτρα γενικής διέλευσης (allpass filters). Υπάρχουν διάφοροι συνδυασμοί των δύο αυτών τύπων για τη δημιουργία μιας δομής αντήχησης. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή χρησιμοποιείται μια ελαφρώς διαφοροποιημένη εκδοχή της πιο γνωστής δομής αντήχησης του Schroeder, η οποία αποτελείται από τρία φίλτρα γενικής διέλευσης εν σειρά και τέσσερα παράλληλα αναδρομικά φίλτρα κτένας (Smith, 2010).



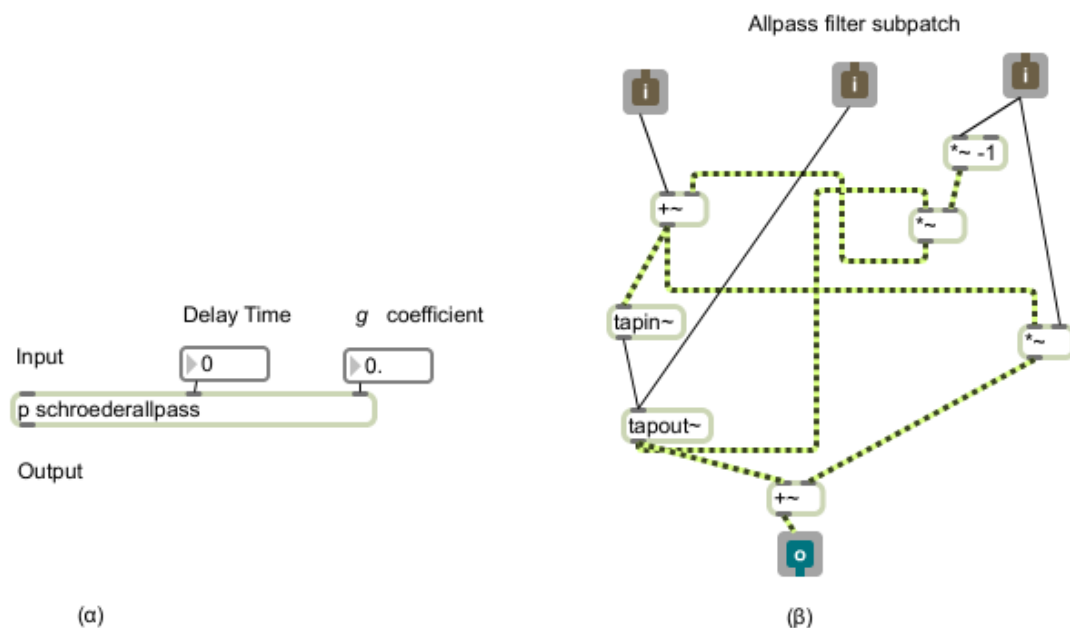
Εικόνα 24. Δομή αντήχησης Schroeder αποτελούμενη από τρία εν σειρά φίλτρα γενικής διέλευσης και τέσσερα παράλληλα αναδρομικά φίλτρα κτένας.



Εικόνα 25. Αναδρομικό φίλτρο κτένας (feedback comb filter) όπου το σήμα εξόδου λαμβάνεται από την αρχή της σειράς καθυστέρησης.

Τα αναδρομικά φίλτρα κτένας ανατροφοδοτούν μέρος της εξόδου στην είσοδο τους, όπου στο τρέχον δείγμα προστίθεται κάθε φορά μια προγενέστερη κατά χρόνο D τιμή της έξοδου του. Οι τιμές του συντελεστή ανατροφοδότησης (g) θα πρέπει να κυμαίνονται από $0 - 1$, καθώς σε περίπτωση υπέρβασης της μονάδας, η ανατροφοδότηση (feedback) γίνεται ολοένα και μεγαλύτερη με αποτέλεσμα το φίλτρο να γίνεται ασταθές και το σήμα να παραμορφώνεται συνεχώς. Η παράλληλη σύνδεση των φίλτρων κτένας έχει στόχο την δημιουργία μιας φθίνουσας σειράς από είδωλα του αρχικού σήματος, αναπαριστώντας έτσι μια σειρά παράγωγης ηχώ (echoes). Πιο συγκεκριμένα, προσομοιάζουν μια ιδανική περίπτωση ενός ζεύγους παράλληλων τοίχων, παρέχοντας την δυνατότητα επιλογής του χρόνου καθυστέρησης σε κάθε φίλτρο να είναι ο αριθμός δειγμάτων που χρειάζονται για ένα επίπεδο κύμα να διαδοθεί από τον έναν τοίχο στον απέναντι και ξανά πίσω. Τα φίλτρα γενικής διέλευσης, έχουν το ρόλο των διαχυτών (diffusers). Οι χρόνοι καθυστέρησης D οι οποίοι καθορίζουν την απόσταση των ειδώλων μπορούν να επιλεγθούν με πιο

αυθαίρετο τρόπο¹⁰ αρκεί να μην έχουν κοινούς διαιρέτες, καθώς στην αντίθετη περίπτωση, στα ακέραια χρονικά πολλαπλάσια όπου οι χρόνοι καθυστέρησης συμπίπτουν έχουμε αφύσικες αυξήσεις στην ένταση λόγω άθροισης των σημάτων. Για την συχνοτική ισοστάθμιση του σήματος εξόδου και πιο συγκεκριμένα την αποφυγή των χαμηλών συχνοτήτων (βόμβος) χρησιμοποιούνται τα αντικείμενα *cascade~* και *filtergraph~* (βλέπε εικόνα 24), όπου μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα πλήθος διαφόρων φίλτρων με το καθένα να επηρεάζει διαφορετικό εύρος συχνοτήτων.

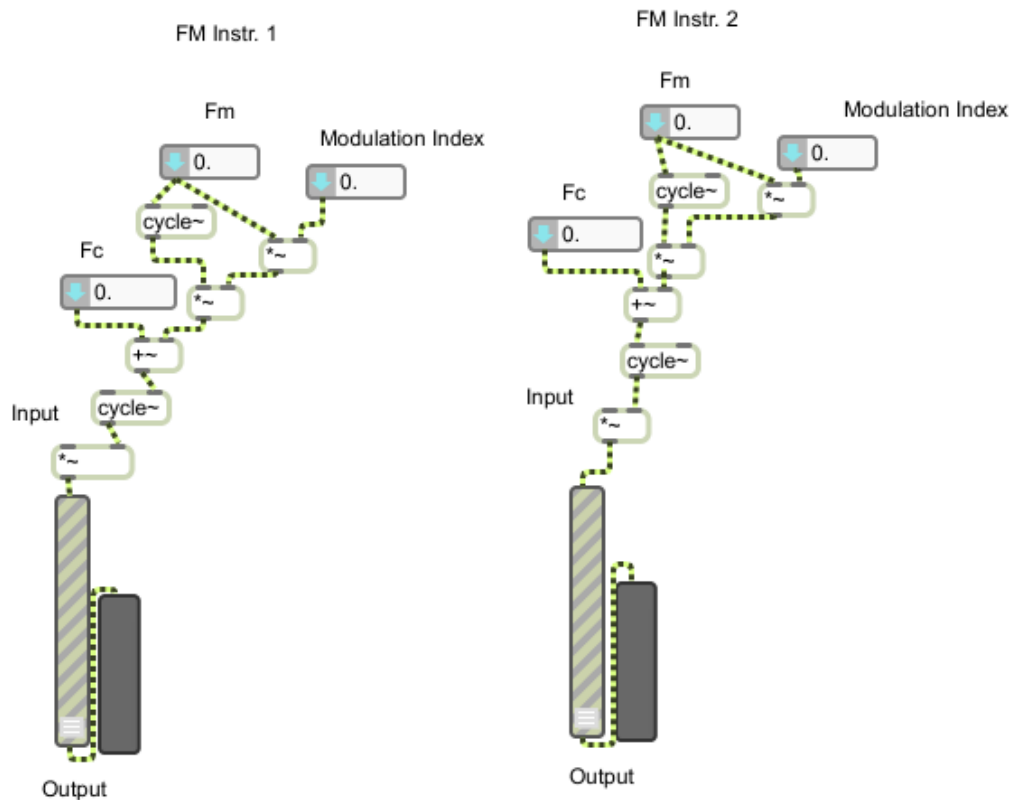


Εικόνα 26. Φίλτρο γενικής διέλευσης (*allpass*) ως αποτέλεσμα ενός *feedback/feedforward* φίλτρου.

Οι δύο τελευταίοι αλγόριθμοι περιγράφουν όργανα συχνοτικής διαμόρφωσης (Frequency Modulation). Η FM σαν τεχνική σύνθεση ήχου εξερευνήθηκε συστηματικά από τον John Chowning στις αρχές τις δεκαετίας του '70. Η συγκεκριμένη τεχνική στηρίζεται στο γεγονός πως με εξαιρετικά μικρό αριθμό ταλαντωτών μπορεί να παραχθεί πολύ μεγάλη ποικιλία ηχοχρωμάτων (Διαμαντόπουλος 2015, σελ. 273). Βασική αρχή της FM¹¹ είναι η διαμόρφωση της συχνότητας ενός ταλαντωτή φορέα (*carrier oscillator*) από έναν ταλαντωτή διαμόρφωσης (*frequency oscillator*), (Roads 1999, σελ. 227).

¹⁰ Περισσότερες πληροφορίες για τις τιμές, καθώς και για τα διαγράμματα ροής των εικόνων αναγράφονται λεπτομερώς στο αντίστοιχο άρθρο.

¹¹ Ονομάζεται και *simple FM* ή *Chowning FM*.

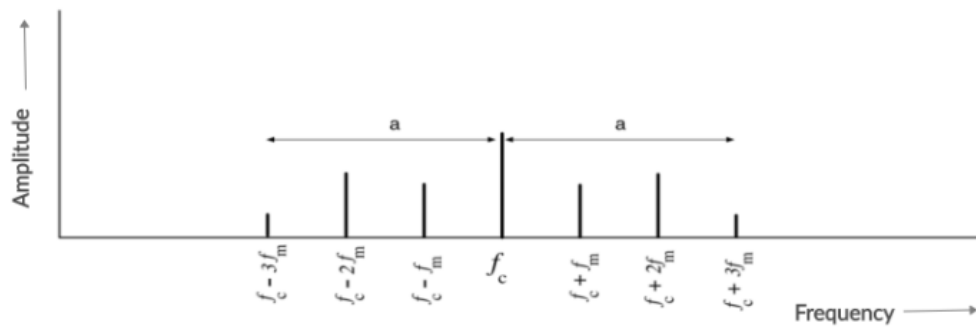


Εικόνα 27. Αλγόριθμος οργάνων FM.

Για οποιαδήποτε τιμή της συχνότητας του φορέα C προστίθεται η έξοδος του διαμορφωτή M. Όταν το πλάτος ταλάντωσης του M ισούται με μηδέν ($a=0$) δεν πραγματοποιείται διαμόρφωση, συνεπώς η έξοδος του C είναι μια απλή ημιτονοειδής ταλάντωση. Όταν όμως συμβαίνει διαμόρφωση $a \neq 0$ η συχνότητα του ταλαντωτή διαμόρφωσης f_m καθοδηγεί την συχνότητα του φορέα παράπλευρα της κεντρικής συχνότητας f_c . Συνεπώς, το τελικό σήμα εξόδου θα έχει μια περιοδικά μεταβαλλόμενη συχνότητα, με περίοδο επανάληψης που καθορίζεται από την συχνότητα του διαμορφωτή, ενώ το εύρος μεταβολής της συχνότητας του φορέα καθορίζεται από το πλάτος του σήματος διαμόρφωσης ($f_c - a$ έως $f_c + a$). Η μέγιστη τιμή απόκλισης από την κεντρική συχνότητα f_c ονομάζεται απόκλιση συχνότητας (frequency deviation) και είναι περίπου ίση με το πλάτος του διαμορφωτή ¹². Η συχνότητα του σήματος διαμόρφωσης καθορίζει πόσο συχνά θα αποκλίνει η συχνότητα του φορέα εκατέρωθεν της κεντρικής του συχνότητας και καλείται ρυθμός

¹² Γι' αυτό και πολλές φορές η τιμή του δίνεται σε Hertz.

απόκλισης συχνότητας (frequency deviation rate). Για πολύ μικρές τιμές της συχνότητας διαμόρφωσης f_m (0-20 Hz) παρουσιάζεται το φαινόμενο του vibrato, ενώ με την περαιτέρω αύξηση της συχνότητας του διαμορφωτή, το φάσμα στην έξοδο αποτελείται από ένα πλήθος διακριτών εκατέρωθεν της κεντρικής συχνότητας του φορέα f_c συχνοτήτων, σε ακέραια πολλαπλάσια της f_m .



Εικόνα 28. Παραγόμενο φάσμα κατά την συχνοτική διαμόρφωση (Λώτης & Διαμαντόπουλος 2015, σελ. 129).

Όσο αυξάνεται η τιμή της συχνότητας απόκλισης τόσο αυξάνεται το φασματικό εύρος. Συνεπώς η συχνότητα απόκλισης εκφράζει και το βάθος διαμόρφωσης (depth ή amount of modulation) (Διαμαντόπουλος 2015, σελ 275-276).

Πιο συγκεκριμένα η θέση των παράπλευρων συχνοτήτων (sidebands) εξαρτάται από τον λόγο της συχνότητας του φορέα προς την συχνότητα του διαμορφωτή. Όταν ο λόγος f_c / f_m αφορά ακέραιες τιμές (π.χ δυο σήματα στα 800 και 200 Hertz με λόγο 4:1) στην έξοδο παράγεται ένα αρμονικό φάσμα, ενώ όταν ο παραπάνω λόγος αφορά μη ακέραιες τιμές (π.χ δυο σήματα στα 800 και 210 Hertz με λόγο 8:2.1) στην έξοδο έχουμε ένα μη αρμονικό φάσμα.

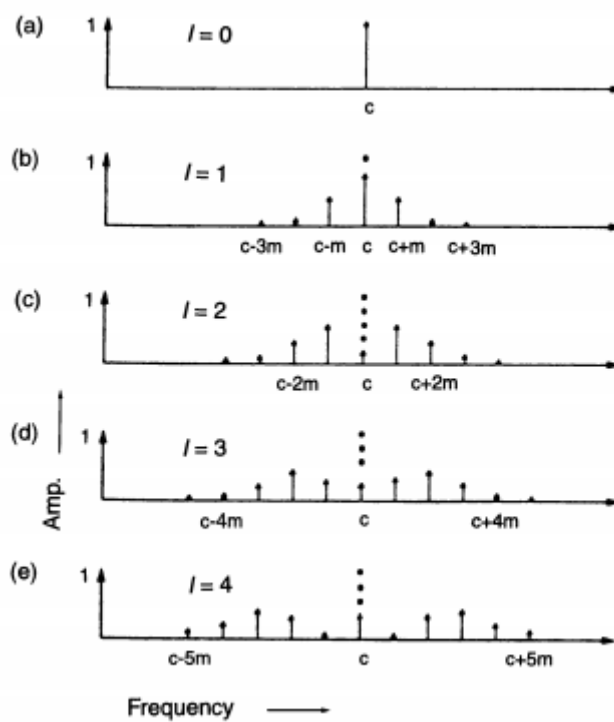
Το εύρος ζώνης των παράπλευρων συχνοτήτων προσδιορίζεται από τον συντελεστή διαμόρφωσης I (index of modulation), ο οποίος δίνεται από την σχέση:

$$I = \frac{a}{f_m}, \text{ με } I \in \mathbb{N} \quad (4.2)$$

Ο συντελεστής διαμόρφωσης αποτελεί ακόμη μία διατύπωση του βάθους διαμόρφωσης a σε ακέραια πολλαπλάσια της συχνότητας διαμόρφωσης, καθώς $a = I \times f_m$. Στην εικόνα 29 παρατηρούμε πως όσο ο συντελεστής διαμόρφωσης I αυξάνεται τόσο αυξάνονται και οι παράπλευρες συχνότητες από την κεντρική του

φορέα, ενώ ταυτόχρονα η ενέργεια της συχνότητας του φορέα μειώνεται δραστικά. Όταν ο συντελεστής διαμόρφωσης είναι μηδέν δεν έχουμε διαμόρφωση. Ως συνήθως ο αριθμός των παράπλευρων συχνοτήτων οι οποίες παρουσιάζουν σημαντικά ανιχνεύσιμο πλάτος (περισσότερο από το 1/100 του πλάτους του φορέα), ισούται κατά προσέγγιση όσο δύο φορές το άθροισμα της συχνότητας απόκλισης και της συχνότητας του διαμορφωτή (Roads 1999, σελ. 229).

$$\text{FM bandwidth} \approx 2 \times (a + f_m) \quad (4.3)$$



Εικόνα 29. Παραγόμενο φάσμα με συνεχή αύξηση του συντελεστή διαμόρφωσης (modulation index)
πηγή: (Roads 1999, σελ. 230).

Κεφάλαιο 5^ο

Στάδιο τέταρτο : Σχεδιασμός εκτέλεσης.

Με το τέταρτο στάδιο ολοκληρώνεται η περιγραφή όλων των διαδικασιών που εξελίχθησαν κατά τη διάρκεια σύνθεσης του έργου «*Guitar and Tape*». Στη συγκεκριμένη ενότητα επιχειρείται πρωτίστως μια ανάλυση τόσο των μέσων που χρησιμοποιήθηκαν για την αποτύπωση του ηχητικού υλικού αποβλέποντας στην ερμηνεία του όσο και των συμβόλων που αναπτύχθηκαν για τις πράξεις του εκτελεστή. Στη συνέχεια περιγράφονται οι ενέργειες, οι οποίες θα πρέπει να γίνουν έτσι ώστε να καταστεί εφικτή η δυνατότητα ζωντανής εκτέλεσης (live performance) του έργου.

5.1 Ανάπτυξη σημειογραφίας.

Σύμφωνα με τον Edgar Varèse,

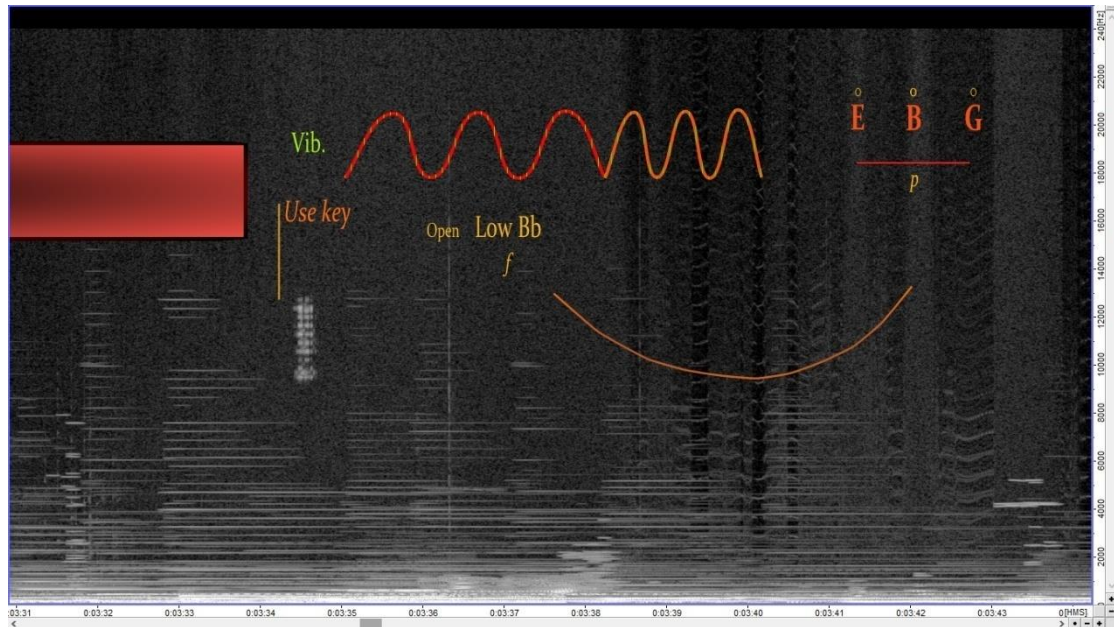
Ο συνθέτης που γράφει μουσική, η οποία επρόκειτο να παιχτεί από ανθρώπους, θα πρέπει να επιβάλει μέσω της σημειογραφίας μια μουσική σκέψη, ενώ στη συνέχεια ο εκτελεστής πρέπει να προετοιμαστεί με διάφορους τρόπους ώστε να παράγει κάτι που θα οδηγήσει στο να ακουστεί ο ήχος της πρωταρχικής εκείνης μουσικής σκέψης (Nyman 2012, σελ. 36).

Ανάλογα με το ηχητικό υλικό που διαθέτει ένας συνθέτης θα πρέπει να αναπτύξει σημειογραφικά σύμβολα που αναπαριστούν ή υποδεικνύουν με κάποιο τρόπο - και στο βαθμό που επιθυμεί ο ίδιος - τόσο τη σκέψη του όσο και τα χαρακτηριστικά του υλικού που χρησιμοποίησε. Η παρτιτούρα μιας σύνθεσης αποτελεί το πλαίσιο στο οποίο αναπτύσσονται τα διάφορα σημειογραφικά σύμβολα, με στόχο την ερμηνεία και την εκτέλεση του έργου. Η αναπαράσταση του ηχητικού υλικού, καθώς και η περιγραφή των οδηγιών του εκτελεστή, επετεύχθησαν κυρίως με τη χρήση του λογισμικού Acousmographie. Το συγκεκριμένο λογισμικό αναπτύχθηκε από την ερευνητική ομάδα της GRM (Groupe de Recherches Musicales), και επιτρέπει τη γραφική αναπαράσταση του ήχου, σε συνδυασμό με την δυνατότητα σχολιασμού και μορφοποιήσεις διαφόρων γραφικών συμβόλων που παρέχει το

λογισμικό. Η αναπαράσταση του ήχου παρουσιάζεται ως ένα κινούμενο φασματογράφημα όπου στον κάθετο άξονα αναφέρονται οι συχνότητες (Hz) και στον οριζόντιο ο χρόνος (hms - hours, minutes, seconds). Η χρονική τοποθέτηση της κάθε ενέργειας υποδεικνύεται από έναν κινούμενο δείκτη (index) ή έναν στατικό (marker). Το Acousmographie μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία διαδραστικών αναπαραστάσεων (interactive representations) ηλεκτροακουστικής, jazz και αυτοσχεδιαστικής (improvised) μουσικής (Geslin & Lefevre 2004). Η δυνατότητα επιλογής και μορφοποίησης των αντικειμένων που διαθέτει το συγκεκριμένο λογισμικό, εξυπηρετεί στην περιγραφή της σκέψης του συνθέτη προς τον εκτελεστή, καθώς το φασματογράφημα από μόνο του δεν παρέχει αρκετές πληροφορίες για την επίτευξη αυτού του σκοπού. Ο βαθμός ελευθερίας του εκτελεστή εξαρτάται, ως ένα βαθμό, από τη λεπτομέρεια με την οποία ο συνθέτης εκφράζει την σκέψη του μέσω των συμβόλων και των οδηγιών προς τον εκτελεστή. Σε αντίθετη περίπτωση, ο εκτελεστής έρχεται αντιμέτωπος με την ηχητική αναπαράσταση του έργου. Σε ορισμένα σημεία της παρτιτούρας¹³, οι οδηγίες είναι πιο απαιτητικές τόσο για τον τρόπο, όσο και τη διάρκεια του παραγόμενου ήχου. Παρόλα αυτά ο εκτελεστής είναι ελεύθερος να δράσει με βάση τα προσωπικά του κριτήρια.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ένα δείγμα της παρτιτούρας, όπου περιγράφονται οι οδηγίες προς τον εκτελεστή για το χρονικό σημείο του έργου 3:34 - 3:44 m. Το φασματογράφημα αναφέρεται στο επεξεργασμένο ηχητικό υλικό του έργου (στάδιο πρώτο), ενώ τα γραμμικά σύμβολα και οι λέξεις όπως *vib.*, *Use key* και *open Low Bb*, αποτελούν ένα μέρος των οδηγιών του εκτελεστή.

¹³ Η συγκεκριμένη παρτιτούρα χωρίζεται σε επτά διαφορετικά μέρη, αριθμημένα με λατινικούς αριθμούς, γεγονός που εξυπηρετεί στην ανάλυση του έργου που περιγράφεται στην επόμενη ενότητα.



Εικόνα 30. Δείγμα παρτιτούρας του έργου *Guitar and Tape* στο λογισμικό *Acousmographe*.

Πιο συγκεκριμένα, στο συγκεκριμένο σημείο ο εκτελεστής θα πρέπει ξεκουρδίζοντας την πρώτη χορδή της κιθάρας, όπου από την αρχή του έργου είναι κουρδισμένη σε Σιβ (Bb), να εκτελέσει ένα βιμπράτο ακλουθώντας την αντίστοιχη καμπύλη, ενώ στη συνέχεια θα πρέπει να παίζει τις αρμονικές της Μι (E), Β και Σολ (G) χορδής. Αρκετά από τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται είναι δανεισμένα από τους κανόνες της παραδοσιακής σημειογραφίας. Εν παραδείγματι, οι δυναμικές εκφράζονται είτε με τα είδη γνωστά σημεία δυναμικής (Karolyi 1983, σελ.48), είτε με σύμβολα που υποδεικνύουν στοιχεία της αρχής (attack) και του σβησίματος (decay) ενός ήχου.

Κατά την διάρκεια της σύνθεσης του συγκεκριμένου έργου αναπτύχθηκαν ορισμένες φράσεις και ρυθμικά μοτίβα τα οποία ήταν αρκετά δύσκολο να αναπαρασταθούν με το *Acousmographe*. Για το λόγο αυτό αναπτύχθηκε μια δεύτερη παρτιτούρα για τον εκτελεστή, όπου χρησιμοποιείτε μια πιο συμβατική σημειογραφία. Η γραφική παρτιτούρα (graphic score) ονομάζεται *score 1*, ενώ η δεύτερη, η οποία αναπτύχθηκε στο περιβάλλον του *MuseScore*, ονομάζεται *score 2* και αποτελείται από πέντε μέρη. Οι οδηγίες που περιγράφονται στην πρώτη παρτιτούρα υπερισχύουν της δεύτερης. Όλοι οι φθόγγοι που αναγράφονται στην

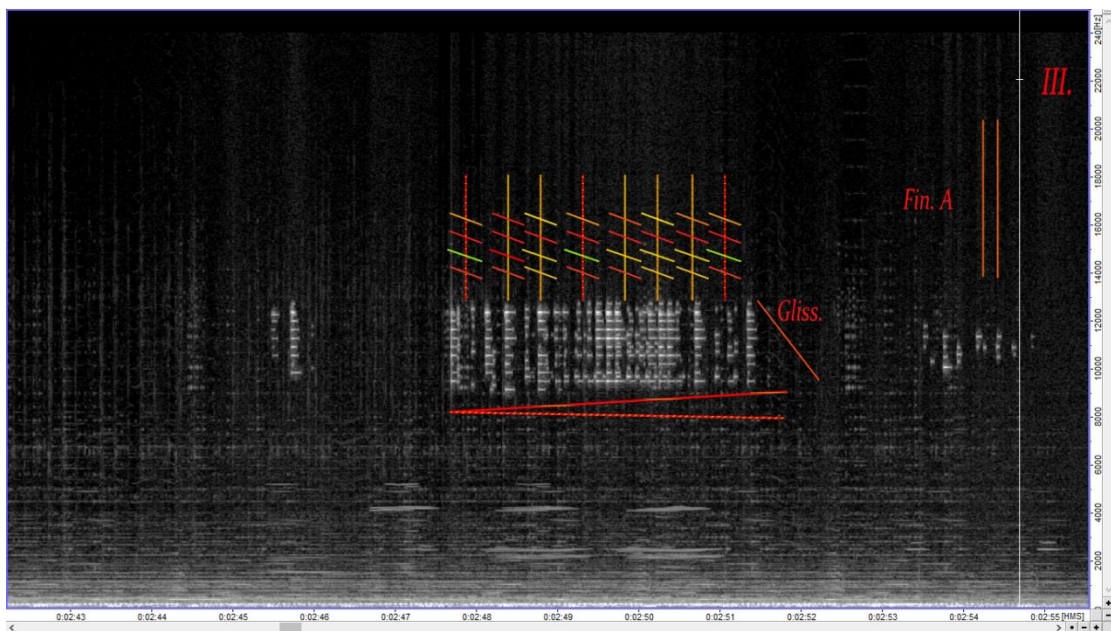
δεύτερη παρτιτούρα σχετίζονται κυρίως με τη δακτυλοθεσία στην κιθάρα, και όχι τόσο με το σύνθημα ηχητικό τους άκουσμα, καθώς ο ήχος της κιθάρας διαμορφώνεται από την εφαρμογή που αναπτύχθηκε στη Max/Msp. Οι δύο παρτιτούρες είναι σχεδιασμένες με τέτοιο τρόπο, ώστε να επικοινωνούν καθ' όλη τη διάρκεια της εκτέλεσης. Τα σύμβολα που υποδηλώνουν την εκκίνηση ή την ολοκλήρωση¹⁴ μιας ενέργειας του εκτελεστή είναι κοινά, ενώ επιπρόσθετες οδηγίες κάνουν τη διαδικασία της μετάδοσης των πληροφοριών από τη μία παρτιτούρα στην άλλη αρκετά εύκολη.

The image shows a musical score for 'Guitar and Tape' (Score 2) by Zafiriadis. The score is divided into two parts, 1 and 2, separated by a vertical line. Part 1 (left) contains measures 1-37 and Part 2 (right) contains measures 41-51. The score includes various musical notations such as dynamics (p, mp, dim), articulation (phrase 1), and performance instructions (Start when you see |, Hold until Fin. C.a II, etc.).

Εικόνα 31. Η δεύτερη παρτιτούρας του εκτελεστή (Score 2), η οποία αποτελείται από τέσσερα μέρη (A-D). Στην εισαγωγή κάθε μέρους δίνονται απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με την έναρξη και την ολοκλήρωση του.

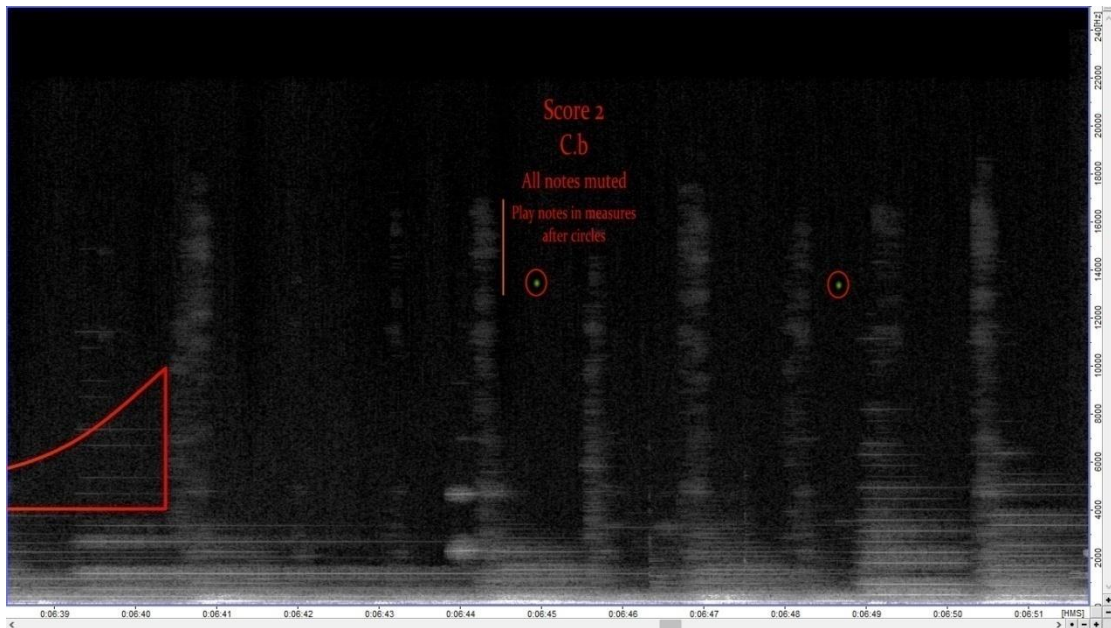
Ένα παράδειγμα αυτής της διαδικασίας παρατηρείται στην πρώτη σελίδα της δεύτερης παρτιτούρας (εικόνα 31.), όπου στο πρώτο μέτρο περιγράφεται μια οδηγία που δίνεται στον εκτελεστή σχετικά με το χρονικό πλαίσιο στο οποίο οφείλει ο ίδιος να παίζει τα πρώτα είκοσι μέτρα. Η έναρξη του πρώτου μέτρου και η ολοκλήρωση του τελευταίου καθορίζεται από τη γραφική παρτιτούρα *score 1* (εικόνα 32).

¹⁴ Για την εκκίνηση χρησιμοποιείται μία κάθετη γραμμή |, ενώ για την ολοκλήρωση δύο παράλληλες γραμμές ||. Τα συγκεκριμένα σύμβολα χρησιμοποιούνται σε όλη την έκταση της παρτιτούρας.



Εικόνα 32. Ολοκλήρωση των τελευταίων μέτρων του μέρους A της παρτιτούρας Score 1. Ο εκτελεστής ολοκληρώνοντας το τρέμολο θα πρέπει να κάνει ένα σύντομο glissando.

Για την έναρξη δίνεται η οδηγία *Start / Score 2 A*, η οποία παραπέμπει τον εκτελεστή στο πρώτο μέρος της δεύτερης παρτιτούρας (Score 2), ενώ για την ολοκλήρωση του τελευταίου μέτρου ο εκτελεστής παίζει το τρέμολο στη Ρε (D), αυξάνοντας σταδιακά την ένταση και ολοκληρώνει αφού έχει κάνει ένα σύντομο glissando προς τα κάτω, με την ένδειξη *Fin.A //*. Στην συνέχεια ο εκτελεστής θα πρέπει να επιλέξει το πλήκτρο 3 του πληκτρολογίου για να ενεργοποιηθούν οι κατάλληλες τιμές των παραμέτρων των αλγορίθμων στην Max/Msp. Ένα αντίστοιχο παράδειγμα της προαναφερθείσας διαδικασίας περιγράφεται στην παρακάτω εικόνα. Η εικόνα 33. αφορά ένα δείγμα της γραφικής παρτιτούρας (Score 1), σύμφωνα με την οποία ο εκτελεστής στο χρονικό σημείο 6:44 m θα πρέπει να παίζει τα μέτρα του τρίτου μέρους (C.b) της δεύτερης παρτιτούρας, μετά τους διαδοχικούς κύκλους. Η ολοκλήρωση του τελευταίου μέτρου ακολουθεί την ίδια λογική με το προηγούμενο παράδειγμα.



Εικόνα 33. Δείγμα γραφικής παρτιτούρας. Οι νότες των μέτρων 45-48 της δεύτερης παρτιτούρας (Score 2) θα παιχτούν μετά τους διαδοχικούς κύκλους.

Με τις συγκεκριμένες παρτιτούρες προσπάθησα να παρουσιάσω ένα μεγάλο μέρος του ηχητικού υλικού της συγκεκριμένης σύνθεσης, καθώς και τον τρόπο, με τον οποίο θα μπορούσε το ηχογραφημένο υλικό προερχόμενο από την κιθάρα να αλληλεπιδράσει με το ίδιο όργανο παιγμένο ζωντανά από έναν εκτελεστή. Μολονότι ορισμένες οδηγίες είναι απαιτητικές, δεν είναι απόλυτες. Θα μπορούσαν να αντικατασταθούν σε δεύτερο χρόνο, καθώς ο κύριος στόχος μου ήταν ο συνδυασμός της συμβατικής σημειογραφίας με μια πιο ιδιαίτερη ικανοποιώντας τις ανάγκες του συγκεκριμένου έργου.

5.2 Εκτέλεση του έργου «Guitar and Tape».

Μολονότι, οι διαδικασίες μιας σύνθεσης μπορεί να είναι περίπλοκες και χρονοβόρες, η ολοκλήρωσή τους δεν συνεπάγεται με την άμεση παρουσίαση του έργου. Οι τεχνικός εξοπλισμός που θέτει απαραίτητο ένα έργο ηλεκτροακουστικής μουσικής για την παρουσίαση του, σε συνδυασμό με τις τεχνικές δεξιότητες ή γνώσεις που ενδεχομένως απαιτούνται από τον εκτελεστή, μπορεί να οδηγήσει σε πιθανή καθυστέρηση της συγκεκριμένης διαδικασίας. Παρόλα αυτά θεωρώ απαραίτητη την περιγραφή του πλαισίου που καθιστά εφικτή την περίπτωση μιας

ζωντανής εκτέλεσης του συγκεκριμένου έργου. Πρωτίστως, ο εκτελεστής θα πρέπει να έχει οπτική επαφή με τις δυο παρτιτούρες και την εφαρμογή στο περιβάλλον της Max/Msp. Η αναπαραγωγή του μέρους του *tape* πραγματοποιείται με δύο ηχεία τοποθετημένα εκατέρωθεν του εκτελεστή, ενώ η τοποθέτηση του ακροατηρίου καλό θα είναι να προσεγγίζει το σημείο που θα σχηματίζει ένα ισοσκελές τρίγωνο μεταξύ του συγκεκριμένου σημείου και των δύο ηχείων.

Στον εκτελεστή θα πρέπει να παρέχεται ένας υπολογιστής για τη λειτουργία των απαραίτητων λογισμικών, καθώς και μια επιπρόσθετη οθόνη (monitor) για την παρακολούθηση της γραφικής παρτιτούρας (Score 1), η οποία καθοδηγεί τον εκτελεστή καθ' όλη τη διάρκεια της εκτέλεσης. Η δεύτερη παρτιτούρα (Score 2) μπορεί να τοποθετηθεί πάνω σε ένα αναλόγιο δίπλα στον εκτελεστή, παράλληλα στην οθόνη που απεικονίζεται η γραφική παρτιτούρα. Όπως αναφέρω και στην εισαγωγή του τρίτου κεφαλαίου η εφαρμογή που αναπτύχθηκε στη Max/Msp, σχεδιάστηκε για την ηλεκτρική κιθάρα, καθώς σε αντίθετη περίπτωση θα έπρεπε να τοποθετηθεί εξωτερικό μικρόφωνο με αποτέλεσμα τη δημιουργία ανάδρασης (feedback). Η ηλεκτρική κιθάρα μπορεί να συνδεθεί μέσω κάρτας ήχου στον υπολογιστή. Για την συμμετοχή του ακροατηρίου στη ροή των γεγονότων θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ένας προβολέας (projector), καθώς η γραφική παρτιτούρα περιέχει στοιχεία που εξυπηρετούν στην κατανόηση της σύνθεσης.

Τέλος, απαραίτητη διαδικασία για την ομαλή ροή των γεγονότων είναι ο έλεγχος ήχου (sound check). Η διαδικασία αυτή αποσκοπεί στη ρύθμιση του ήχου στο χώρο διεξαγωγής της ζωντανής εκτέλεσης και στην επίλυση τυχόν προβλημάτων που προκύψουν. Όλα τα ρυθμιστικά εντάσεων εντός περιβάλλοντος της Max/Msp, καθώς και τα ρυθμιστικά της συνολικής έντασης του ήχου θα πρέπει να ρυθμίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην καλύπτει ο ήχος της ζωντανής εκτέλεσης το ηχογραφημένο υλικό της υπόλοιπης σύνθεσης.

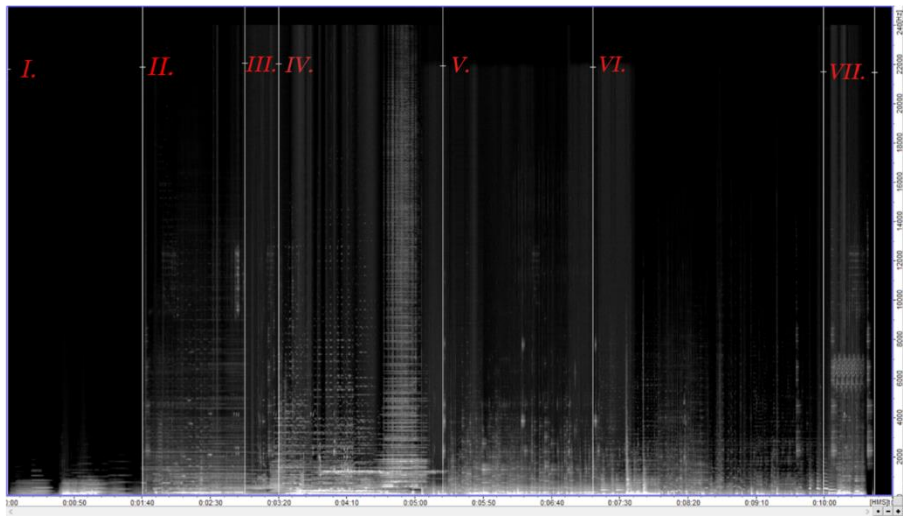
Κεφάλαιο 6^ο

Δομή και ανάλυση έργου.

Η δομή του συγκεκριμένου έργου θα μπορούσε να αναλυθεί με διάφορους τρόπους, ωστόσο στην παρακάτω ενότητα η ανάλυση εστιάζει στα υποκειμενικά κριτήρια, βάση των οποίων δημιουργήσα την παρούσα μουσική σύνθεση.

6.1 Ανάλυση του έργου «*Guitar and Tape*».

Αρχικά, το έργο χωρίζεται σε επτά τμήματα, τα οποία φαίνονται στο παρακάτω φασματογράφημα.



Εικόνα 34. Κυματομορφή και φασματογράφημα του έργου «*Guitar and Tape*».

Η εισαγωγή του πρώτου μέρους (I.) αφορά μια ομάδα τονικών ήχων (συγχορδία), όπου σαν στόχο έχουν τη δημιουργία ενός αισθήματος αβεβαιότητας και ανησυχίας, το οποίο αυξάνεται σταδιακά με την αντίστοιχη αύξηση της έντασης και την εισαγωγή περισσότερων ήχων που διαταράσσουν την αρμονικότητα των πρώτων. Οι μεταβολές των δυναμικών χαρακτηριστικών όλων των ήχων του πρώτου μέρους

είναι σταθερές χωρίς ιδιαίτερες διακυμάνσεις, εκτός ορισμένων σύντομων ήχων που εμφανίζονται στα σημεία 0:36 m – 1:14 m. Οι συγκεκριμένοι ήχοι διαφοροποιούνται και συχνοτικά από τους υπόλοιπους, οι οποίοι μέχρι το παραπάνω χρονικό σημείο έχουν δημιουργήσει έναν ήχο τύπου drone, με έντονη παρουσία κυρίως στο χαμηλό μέρος του ακουστικού φάσματος, γύρω από την περιοχή των 500 Hz. Το δεύτερο μέρος (II.) εμφανίζει αρκετά αντιθετικά στοιχεία σε σχέση με το πρώτο. Η τοποθέτηση των ήχων στην στερεοφωνική εικόνα, σε συνδυασμό με πολυπλοκότητα των μορφολογικών χαρακτηριστικών τους, δημιουργεί μια αίσθηση πληρότητας (plenity) τόσο σε συχνοτικό περιεχόμενο όσο και στην εναλλαγή των δυναμικών τους. Ο ήχος του ακουστικού οργάνου γίνεται πιο αισθητός, καθώς οι πρώτοι ήχοι που εισάγουν το συγκεκριμένο μέρος προέρχονται από χτυπήματα στο σώμα και στις χορδές της κιθάρας, χωρίς να είναι ιδιαίτερα επεξεργασμένοι. Η ρυθμική αίσθηση που προσδίδει ο ήχος των χορδών σε συνδυασμό με την σποραδική εμφάνιση μελωδικών φράσεων σε όλο το εύρος του στερεοφωνικού πεδίου, δημιουργούν μια αίσθηση οικειότητας, η οποία μπορεί να δικαιολογηθεί έως ένα βαθμό καθώς υπάρχει συγκεκριμένη τονικότητα (Ρε μείζων). Το στοιχείο της αλληλοεπικάλυψης και της ροής των ήχων οδηγεί σε μη ξεκάθαρη χωρική εστίαση. Υπάρχουν έντονα χαρακτηριστικά τυχαιότητας, όπου δίνουν την αίσθηση ότι ο ήχος βρίσκεται σε διάφορα σημεία στη στερεοφωνική εικόνα. Το συχνό εύρος των ήχων εκτείνεται από τη χαμηλή περιοχή των 100 Hz μέχρι την υψηλή των 12 kHz, με εντονότερη παρουσία στη μεσαία περιοχή μεταξύ 600 Hz και 3 kHz. Στην αρχή του συγκεκριμένου μέρους εισέρχεται και ο εκτελεστής στο ηχητικό δρώμενο, καθώς στο πρώτο μέρος παραμένει σιωπηλός¹⁵. Το μέρος Α της δεύτερης παρτιτούρας (βλέπε εικόνα 31.) αναφέρεται στο δεύτερο μέρος του έργου και όπως είναι εμφανές όλες οι φράσεις είναι γραμμένες στην ίδια τονικότητα (βλέπε οπλισμό). Παρόλα αυτά ο ήχος της κιθάρας διαμορφώνεται κατάλληλα από τους αλγορίθμους στη Max, με στόχο την αλληλοδιείσδυση του ηχητικού χαρακτήρα της κιθάρας με αυτόν της ηχητικής σύνθεσης. Οι σειρές καθυστέρησης (delay lines) της εφαρμογής δημιουργούν είδωλα του αρχικού σήματος της κιθάρας, διασκορπισμένα στη στερεοφωνική εικόνα κάνοντας ακόμη πιο αισθητό τον ήχο του οργάνου, ενώ ο μηχανισμός μετατόπισης του τονικού ύψους (pitch shifter) χρησιμοποιείται για την δημιουργία ενός πολύ

¹⁵ Στην αρχή του έργου δίνεται η οδηγία *Tacet* (λατ.), όπου χρησιμοποιείται στην παραδοσιακή σημειογραφία για την περίπτωση που κάποιο όργανο δεν πρέπει να παίζει. Η αναίρεση της συγκεκριμένης οδηγίας επιτυγχάνεται με την ένδειξη *Start* |, ενώ στη συνέχεια ο εκτελεστής παραπέμπεται στη δεύτερη παρτιτούρα στο μέρος Α.

υψηλού και παραμορφωμένου ήχου, ο οποίος μεταφέρεται δεξιά-αριστερά μέσω μηχανισμού αυτόματης κίνησης του ήχου (auto panning).

Το τρίτο μέρος (III.) εξυπηρετεί ως σημείο μετάβασης από την οικειότητα του δεύτερου στην ασάφεια (ambiguity) του τέταρτου (IV.). Οι ήχοι και οι τεχνικές επεξεργασίας που χρησιμοποιούνται με κύρια να είναι η αλλαγή της ταχύτητας προς τα κάτω, προοικονομούν την εξέλιξη του επόμενου μέρους. Στο τέταρτο μέρος δεν υπάρχει συγκεκριμένη τονικότητα. Τα ηχητικά χαρακτηριστικά της αρχικής πηγής δεν είναι πλέον εμφανή. Οι περισσότεροι ήχοι που χρησιμοποιούνται δεν εμφανίζουν στοιχεία αρμονικότητας, ενώ προς το τέλος τα συνεχή glissandi που ακούγονται εντείνουν την αίσθηση της αβεβαιότητας. Η πιο ενεργή περιοχή συχνοτικά εξακολουθεί να βρίσκεται στη χαμηλή περιοχή του ακουστικού φάσματος, χαρακτηριστικό που διατηρείται σχετικά σε όλη την έκταση του έργου. Αρκετά συχνά εμφανίζονται διάφοροι ήχοι με γρήγορες μεταβολές, στις υψηλές περιοχές του φάσματος κυρίως στα 9 με 13 kHz, αποτρέποντας το ενδεχόμενο μιας πιθανής μονοτονίας. Το τελευταίο λεπτό του συγκεκριμένου μέρους χαρακτηρίζεται από την πολλαπλή επικάλυψη των συνεχόμενων glissandi εκτελώντας κυκλικές κίνησης με περιοδικό σχεδόν τρόπο, στο στερεοφωνικό πεδίο, καταλαμβάνοντας συχνότητες σε ολόκληρο το ακουστικό φάσμα. Συνδετικό στοιχείο με το επόμενο μέρος αποτελεί ένας συνεχόμενος παλμός (pulse) του οποίου η ένταση τον καθιστά αρχικά μη αντιληπτό, ωστόσο στη συνέχεια κατέχει πρωτεύοντα ρόλο. Οι οδηγίες του εκτελεστή εντάσσουν τις ενέργειες του και τον διαμορφωμένο ήχο της κιθάρας στο ίδιο πλαίσιο. Ο αλγόριθμος μετατόπισης του τονικού ύψους σε συνδυασμό με τα όργανα FM ενισχύουν το στοιχείο της μη αρμονικότητας, ενώ οι μηχανισμοί καθυστέρησης δημιουργούν είδωλα του παραμορφωμένου ήχου της κιθάρας τα οποία εκτελούν συνεχής περιστροφικές κινήσεις. Η ολοκλήρωση του τέταρτου μέρους, επέρχεται με το μαλακό σβήσιμο της κορύφωσης των επαναλαμβανόμενων glissandi, καταλήγοντας σε έναν ήχο συχνότητας περίπου 1.3 kHz, ο οποίος δημιουργεί μια ομαλή μετάβασή στο επόμενο μέρος του έργου.

Κυρία στοιχεία του πέμπτου μέρους (V.), αποτελούν η χαμηλή ταχύτητα και η εισαγωγή θορύβου. Οι κινήσεις των ήχων στην στερεοφωνική εικόνα δεν είναι ιδιαίτερα πολύπλοκες, όπως και τα χαρακτηριστικά των δυναμικών τους δεν εμφανίζουν ιδιαίτερες μεταβολές στο χρόνο. Συχνοτικά, υπάρχει έντονη παρουσία στη μεσαία περιοχή του ακουστικού φάσματος, με ορισμένες διαφοροποιήσεις,

κυρίως με την εμφάνιση ήχων μικρής χρονικής διάρκειας, οι οποίοι καταλαμβάνουν υψηλότερες περιοχές του φάσματος. Γενικότερα υπάρχει μια αίσθηση στατικότητας και αργών μεταβολών τόσο σε συχνοτικό περιεχόμενο όσο και στις δυναμικές. Συνδεδειγμένο στοιχείο με το προηγούμενο και το επόμενο μέρος, αποτελεί ο συνεχόμενος παλμός γύρω στα 60 Hz, του οποίου η ένταση υφίσταται ομαλές αυξομειώσεις ανάλογα με το σημείο στο οποίο βρίσκεται. Ο εκτελεστής διαφοροποιείται από την υπόλοιπη σύνθεση παίζοντας γρήγορα ρυθμικά μοτίβα (βλέπε *Score 2, μέρος C.a*), ενώ ο ήχος της κιθάρας παραμένει συχνοτικά διαμορφωμένος, αποφεύγοντας να καταστήσει μια συγκεκριμένη τονικότητα. Τόσο οι σειρές καθυστέρησης όσο και μηχανισμοί κίνησης ήχου μεταβάλλουν τον διαμορφωμένο ήχο της κιθάρας δεξιά-αριστερά δημιουργώντας επιπρόσθετες επαναλήψεις του αρχικού σήματος, με αποτέλεσμα ο ήχος της κιθάρας να διαφοροποιείται, χωρίς να προκαλεί ιδιαίτερη σύγχυση με το ηχητικό αποτέλεσμα της υπόλοιπης σύνθεσης.

Στο έκτο μέρος (VI.), υπάρχει μια εμφανής αρμονική συσχέτιση μεταξύ των ήχων με συγκεκριμένη τονικότητα (Φα μείζων). Ο ήχος της κιθάρας γίνεται για δεύτερη φορά σχετικά πιο αισθητός, ενώ η αντιστροφή (reverse) των δειγμάτων που περιέχουν μελωδικές φράσεις σε συνδυασμό με τη συνεχή μεταφορά τους από την μια πλευρά του στερεοφωνικού πεδίου στην αντίθετη, δημιουργεί μια αίσθηση συνέχειας και κίνησης. Το στοιχείο του θορύβου μειώνεται, ενώ η χαμηλή ταχύτητα διατηρείται. Το συχνοτικό περιεχόμενο παραμένει έντονο στις χαμηλές και μεσαίες περιοχές του φάσματος, κυρίως στις συχνότητες από 250 Hz. έως 3 kHz. Κατά τη μισή διάρκεια του έκτου μέρους, ο εκτελεστής ακλουθώντας τις οδηγίες τόσο της γραφικής παρτιτούρας για την ένταξη του και την επιλογή των κατάλληλων preset, όσο και τις οδηγίες της δεύτερης παρτιτούρας σχετικά με την παραγωγή συγκεκριμένων φθόγγων, συμβάλλει αρχικά στην ενίσχυση της προαναφερθείσας τονικότητας παίζοντας σύντομες legato φράσεις προερχόμενες από την αντίστοιχη κλίμακα. Ο ήχος της κιθάρας είναι διαμορφωμένος κατάλληλα έτσι ώστε να μην έρχεται σε αντίθεση με την υπόλοιπη σύνθεση. Βασικό στοιχείο της διαμόρφωσης αποτελεί το βιμπράτο σε συνδυασμό με μια ελαφρά τονική μετατόπιση, ενώ οι σειρές καθυστέρησης και ο μηχανισμός αντήχησης δημιουργούν μια αίσθηση όγκου και πληρότητας· κυρίως στη στερεοφωνική εικόνα. Στο τελευταίο ενάμιση λεπτό περίπου δίνεται η δυνατότητα στον εκτελεστή να αυτοσχεδιάσει χρησιμοποιώντας σχετικά

παρόμοιο ήχο, με κύρια διαφορά την τυχαία μεταβολή του τονικού ύψους, μετατρέποντας το τελικό ηχητικό αποτέλεσμα με απρόβλεπτο τρόπο.

Μολονότι, το τελευταίο μέρος της συγκεκριμένη σύνθεσης (VII.) είναι αρκετά σύντομο σε χρονική διάρκεια, περιέχει μεγάλο πλήθος αλληλεπικαλυπτόμενων κρουστικών κυρίως ήχων μικρής διάρκειας, προερχόμενοι από το σώμα και τις χορδές του οργάνου. Οι ήχοι δεν εμφανίζουν στοιχεία αρμονικότητας και μελωδικότητας, ούτε παρουσιάζουν κάποια στοιχεία συγκεκριμένης κατεύθυνσης και προοπτικής. Οι μεταβολές των δυναμικών χαρακτηριστικών των ήχων είναι συνεχής, με έντονες ατάκες (attack) και απότομα σβησίματα (decay). Η τοποθέτηση των ήχων έχει ακόμη μία φορά έντονα χαρακτηριστικά τυχειότητας, χωρίς να υπάρχει ξεκάθαρη χωρική εστίαση, ενώ το συχνοτικό εύρος επεκτείνεται μέχρι τις υψηλές περιοχές του φάσματος γύρω στα 12 kHz. Η ομοιότητα των μορφολογικών χαρακτηριστικών των ήχων δημιουργεί έντονες σχέσεις αλληλεπίδρασης. Οι ενέργειες του εκτελεστή κυμαίνονται στο ίδιο πλαίσιο, καθώς καλείται να παράγει ήχους παρόμοιους με αυτούς που ακούει.

Συμπεράσματα.

Με την περάτωση της συγκεκριμένης εργασίας είναι επόμενο να προκύψουν ορισμένα συμπεράσματα, τα οποία αφορούν τη συνολική προσέγγιση του θέματος, τα πλεονεκτήματα ή μειονεκτήματα των τεχνικών και μεθόδων που αναπτυχθήκαν, καθώς και τις προτάσεις για την επέκταση του συγκεκριμένου θέματος.

Αρχικά, η επιλογή της κιθάρας ως βασική ηχητική πηγή, προήλθε από προσωπικό ενδιαφέρον για το συγκεκριμένο όργανο, το οποίο και μελετώ συστηματικά τα τελευταία δέκα χρόνια. Μολονότι, το ενδιαφέρον μου γύρω από την ηλεκτροακουστική μουσική αυξήθηκε κατά τη διάρκεια της φοίτησης μου στη σχολή, η συγκεκριμένη σύνθεση αποτελεί την πρώτη μου οργανωμένη προσπάθεια σύνθεσης ενός ηλεκτροακουστικού μουσικού έργου. Η διαδικασία αυτή αποτέλεσε μια ευκαιρία για την περαιτέρω μελέτη τόσο του θεωρητικού πλαισίου μέσα το οποίο προήλθε και αναπτύσσεται η ηλεκτροακουστική μουσική, όσο και στην εξοικείωση των πρακτικών εφαρμογών την. Η μεθοδολογία που χρειάστηκε να αναπτύξω για την υλοποίηση της συγκεκριμένης εργασίας ορίστηκε ανάλογα με το στάδιο εξέλιξης της σύνθεσης. Πρωτίστως έπρεπε να ηχογραφηθεί το απαραίτητο ηχητικό υλικό και στη συνέχεια να αρχειοθετηθεί κατάλληλα, έτσι ώστε σε δεύτερο χρόνο η διαλογή του να γίνει πιο εύκολη. Οι τεχνικές επεξεργασίας και μίξης του ήχου κατέστησαν σε μεγάλο βαθμό το τελικό ηχητικό αποτέλεσμα, ενώ οι αλγόριθμοι σύνθεσης ήχου που αναπτυχθήκαν επέκτειναν με καθοριστικό τρόπο τον ηχητικό χαρακτήρα της κιθάρας, παρέχοντας παράλληλα το κατάλληλο πλαίσιο για τη ζωντανή εκτέλεση του έργου. Ορισμένες από τις απαραίτητες ενέργειες για την εφαρμογή των παραπάνω τεχνικών, αποδείχθηκαν αρκετά χρονοβόρες, με αποτέλεσμα να παραγκωνίζεται το δημιουργικό στοιχείο της όλης διαδικασίας. Μεγάλο μέρος της διαλογής του ηχητικού υλικού έγινε στον ίδιο χρόνο με την επεξεργασία του, καθώς η επιλογή της κατάλληλης διαμόρφωσης του ήχου αφορούσε το κάθε ηχητικό δείγμα ξεχωριστά. Το γεγονός αυτό δυσχέρανε την ροή των υπόλοιπων ενεργειών, καθώς η μίξη του υλικού έπρεπε να γίνει σε ξεχωριστά τμήματα, διακινδυνεύοντας την ομαλή συνέχεια του έργου. Επιπροσθέτως λόγο τεχνικών κολλημάτων των λογισμικών που χρησιμοποιήθηκαν ορισμένες ενέργειες που αφορούν κυρίως την επεξεργασία του υλικού χρειάστηκε να επαναληφθούν αρκετές φορές, από αντίστοιχα λογισμικά με αποτέλεσμα να αυξάνεται η πολυπλοκότητα της όλης διαδικασίας. Παρόλα αυτά, η επεξεργασία και η μίξη του ηχητικού υλικού ήταν από τις πιο ενδιαφέρουσες διαδικασίες, καθώς

χειριζόμουν το υλικό με ένα τρόπο που μου επέτρεπε να ακολουθήσω οποιαδήποτε κατεύθυνση.

Ο σχεδιασμός εκτέλεσης του έργου αποτέλεσε μια εξίσου δύσκολη και συγχρόνως ενδιαφέρουσα διαδικασία, καθώς η προσπάθεια μετάδοσης μιας μουσικής σκέψης, συνυπολογίζοντας το βαθμό ελευθερίας που αυτή ορίζει, αποτελεί βασικό ζήτημα για οποίον γράφει μουσική που θα παιχτεί από ανθρώπους. Το ηχητικό αποτέλεσμα της συγκεκριμένης σύνθεσης με οδήγησε στην ανάπτυξη μιας ιδιαίτερης σημειογραφίας. Με τη χρήση του λογισμικού Acousmographie η παραπάνω διαδικασία έγινε πιο εύκολη, καθώς στο συγκεκριμένο λογισμικό παρέχεται η δυνατότητα μορφοποίησης ορισμένων προσχεδιασμένων συμβόλων, καθώς και ο σχολιασμός επάνω στο φασματογράφημα, το οποίο και αποτέλεσε τη βάση για το σχεδιασμό της παρτιτούρας. Για την περαιτέρω αποσαφήνιση των σκέψεων μου χρησιμοποίησα μια πιο συμβατική σημειογραφία δημιουργώντας μια δεύτερη παρτιτούρα, η οποία υπόκειται στην πρώτη.

Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά στοιχεία της ηλεκτροακουστικής μουσικής αποτελεί το γεγονός, ότι κάθε μουσικό έργο που προκύπτει ορίζει το δικό του πλαίσιο δράσης, ανάλογα με τα μέσα που χρησιμοποιεί, χωρίς να γίνεται απόλυτο. Μια σύνθεση για κιθάρα και ηλεκτροακουστικά μέσα, προσδιορίζει την ηχητική πηγή αλλά όχι και τη μεθοδολογία της σύνθεσης. Το έργο *Guitar and Tape* που προέκυψε από τη συγκεκριμένη εργασία θα μπορούσε να υλοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Εν παραδείγματι, η διαλογή και επεξεργασία ή διαμόρφωση των ηχητικών δειγμάτων από την αρχική ηχογράφιση θα μπορούσε να γίνει σε πραγματικό χρόνο, παράλληλα με τη ζωντανή εκτέλεση του έργου (live performance). Η δυνατότητα αυτή του συγκεκριμένου πλαισίου να περικλείει και όχι να αποκλείει καταστάσεις, οδηγεί στην ένταξη των γνώσεων και εμπειριών που αποκομίζει κανείς από τη διαδικασία σύνθεσης ηλεκτροακουστικής μουσικής σε διάφορα παιδιά του ήχου, με πολλές πρακτικές εφαρμογές. Για την υλοποίηση της συγκεκριμένης σύνθεσης χρειάστηκαν γνώσεις από τον τομέα της ηχοληψίας, της ακουστικής, της σύνθεσης ήχου και προφανώς της μουσικής. Το γεγονός αυτό αποτέλεσε και τη βασική αιτία που με παρακίνησε στην επιλογή του συγκεκριμένου θέματος, καθώς μου επέτρεπε να συνδυάσω με δημιουργικό τρόπο αρκετές από τις γνώσεις που έχω λάβει από τη σχολή, εξυπηρετώντας παράλληλα την ομαλή μετάβαση στη μετέπειτα συνέχεια των σπουδών μου.

Βιβλιογραφία.

1. Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία.

- Διαμαντόπουλος, Τ. *Η Μουσική των Υπολογιστών, Ο Ήχος, τα Βασικά Χαρακτηριστικά του και η Γέννησή του από τον Υπολογιστή*. Αθήνα: Εκδοτικός Όμιλος Ίων- Εκδόσεις Έλλην, 2014.
- Διαμαντόπουλος, Τ. *Προγραμματισμός και Σύνθεση Ήχου*. Αθήνα: Εκδοτικός Όμιλος Ίων- Εκδόσεις Έλλην, 2010.
- Λώτης, Θ. & Διαμαντόπουλος, Τ. *Μουσική Πληροφορική & Μουσική με Υπολογιστές*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, 2015.
- Τζεδάκη, Κ. *Μορφολογία Ήχου και Ηχητικός Σχεδιασμός I- Σημειώσεις Θεωρίας*. Ρέθυμνο: ΤΕΙ Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Μουσικής Τεχνολογίας και Ακουστικής, 2013.
- Λουτρίδης Σ. Ι. *Ηλεκτροακουστική και Ηχητικές Εγκαταστάσεις*. Αθήνα: Εκδοτικός Όμιλος Ίων- Εκδόσεις Έλλην, 2009.
- Μουρτζόπουλος, Ι. Ν. *Σημειώσεις Ηλεκτροακουστικής*. Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Τεχνολογίας Υπολογιστών Εργαστήριο Ενσύρματης Επικοινωνίας, 2016.
- Λαζαρίνης, Φ. *Τεχνολογίες Πολυμέσων Θεωρία, Υλικό, Λογισμικό*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2007.
- Σπυρίδης, Χ. Χ. *Η Φυσική Των Μουσικών Οργάνων*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Grapholine, 2008.
- Σκαρλάτος, Δ. *Εφαρμοσμένη Ακουστική*. 4^η εκδ. Αθήνα: Εκδόσεις Gotsis, 2015.
- Ελευθερίου, Μ. *Εργαστήριο Μουσικής Ακουστικής- Οργανολογίας*. Ρέθυμνο: ΤΕΙ Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Μουσικής Τεχνολογίας και Ακουστικής, 2012
- Καλοζάκης, Σ. *Ηχοληψία III*. Ρέθυμνο: ΤΕΙ Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Μουσικής Τεχνολογίας και Ακουστικής, 2019.

Ξενικάκης, Δ. *Ηχοληψία II*. Ρέθυμνο: ΤΕΙ Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Μουσικής Τεχνολογίας και Ακουστικής, Ιανουάριος 2017.

Κεχράκος, Κ. *Ηχητικά Συστήματα I Σημειώσεις Εργαστηρίου*. Ρέθυμνο: ΤΕΙ Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Μουσικής Τεχνολογίας και Ακουστικής, 2013.

Nyman, M. *Πειραματική Μουσική*. 2^η εκδ. Αθήνα: Εκδόσεις Οκτώ, μτφρ.- επιμ. Δανάη Στεφάνου, Ιανουάριος 2012.

Griffiths, P. *Μοντέρνα Μουσική*. Αθήνα: Σ. Ι. Ζαχαρόπουλος, μτφρ. Μαρία Κώστιου – μουσικολογική επιμ. Απόστολος Κώστιος, 1993.

Salzman, E. *Εισαγωγή στη μουσική του 20ού αιώνα*. Αθήνα: Εκδόσεις Νεφέλη, μτφρ. Γιώργος Ζερβός, 1983.

Karolyi, O. *Εισαγωγή στη Μουσική*. Αθήνα: Εκδόσεις Νεφέλη, μτφρ. Τρισεύγενης Καλοκύρη, 1983.

2. Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία.

Schaeffer, P. *Treatise On Musical Objects, An Essay Across Disciplines*. Oakland California: University of California Press, μτφρ. Christine North και John Dack, 2017.

Schaeffer, P. *In Search Of a Concrete Music*. Oakland California: University of California Press, μτφρ. Christine North και John Dack, 2012.

Holms, T. *Electronic and Experimental Music, Technology, Music and Culture*. 3^η έκδοση. New York: Routledge, 2008.

Roads, C. *The Computer Music Tutorial*. Massachusetts: MIT Press, 1996.

Puckette, M. *The Theory and Technique of Electronic Music*. Massachusetts: World Scientific Publishing, 2007.

Cage, J. *Silence Lectures and Writings*. London: Marion Boyars, Δεκέμβριος 2011.

Geslin, Y. & Lefevre, A. *Sound and musical representation: the Acousmographie software*. INA - Groupe de Recherches Musicales: Paris, 2004.

Traux, B. *Handbook For Acoustic Ecology*. 2^η έκδοση. England: Cambridge Street Publishing, 1999.

3. Διαδικτυακές πηγές.

Smith, J.O. III. *Physical and Audio Signal Processing Schroeder Reverberators*, 24 Ιαν. 2020. [Ιστοσελίδα] Διαθέσιμη από:
https://ccrma.stanford.edu/~jos/pasp/Schroeder_Reverberators.html
[Πρόσβαση 10 Ιουν. 2020].

Klingbeil, M. *Software for spectral analysis, editing and synthesis*. χ.χ.
[Ιστοσελίδα] Διαθέσιμη από:
<http://www.klingbeil.com/papers/spearfinal05.pdf> [Πρόσβαση 25 Απρ. 2020].

Tarakajian, S. *Max/Msp tutorials*. 2013 [Ιστοσελίδα] Διαθέσιμη από:
<https://github.com/starakaj/DeliciousTutorials> [Πρόσβαση 10 Ιουν. 2020].

Sweet Water. *Slap echoe*. 7 Μάρτ. 2005 [Ιστοσελίδα] Διαθέσιμη από:
<https://www.sweetwater.com/insync/slap-echo/> [Πρόσβαση 1 Ιουν. 2020].

D. Berners. *All pass filters*, χ.χ. [Ιστοσελίδα] Διαθέσιμη από:
<https://www.uaudio.com/blog/allpass-filters/> [Πρόσβαση 30 Απρ. 2020].

J. Lewis. *Understanding Microphone Sensitivity*, Απρίλιος 2012 [Ιστοσελίδα]
Διαθέσιμη από: <https://www.analog.com/en/analog-dialogue/articles/understanding-microphone-sensitivity.html#> [Πρόσβαση 29 Απρ. 2020].

Παράρτημα Α

Σημείωμα Σύνθεσης.

Με το έργο *Guitar and Tape* προσπάθησα να δημιουργήσω μια ηχητική σύνθεση, παρουσιάζοντας τις σχέσεις αλληλεπίδρασης που μπορούν να προκύψουν μεταξύ ενός μουσικού οργάνου και διαφόρων ηλεκτροακουστικών μέσων, αποσκοπώντας στη διεύρυνση των ηχητικών δυνατοτήτων του οργάνου. Καθ' όλη τη διάρκεια του έργου εξελίσσεται μια διαρκής μετάβαση από τον σύνηθες ήχο της κιθάρας σε έναν απρόβλεπτο, μη συνηθισμένο, δημιουργώντας μια αίσθηση οικειότητας και αβεβαιότητας αντίστοιχα. Η μετάβασή αυτή επιτυγχάνεται κυρίως με την αλληλοδιείσδυση των ήχων, τόσο των επεξεργασμένων με τους φυσικούς όσο και το αντίθετο. Η συνέχεια από το ένα σημείο του έργου στο επόμενο, άλλοτε επιτυγχάνεται με ομαλό τρόπο, διατηρώντας κοινά μορφολογικά στοιχεία και άλλοτε με απότομο τρόπο παρουσιάζοντας γρήγορες μεταβολές των δυναμικών χαρακτηριστικών των ήχων. Η τοποθέτηση των ήχων στο στερεοφωνικό πεδίο εμφανίζει κυρίως στοιχεία τυχειότητας, εντείνοντας ακόμη περισσότερο τη διαφορά μεταξύ του συνηθισμένου και μη συνηθισμένου ήχου της κιθάρας. Οι ενέργειες του εκτελεστή κυμαίνονται στο ίδιο πλαίσιο, άλλοτε εντάσσοντάς τον στο υπόλοιπο ηχητικό δρώμενο και άλλοτε διαφοροποιώντας τον από αυτό. Οι σχέσεις αλληλεπίδρασης μεταξύ εκτελεστή και ηχητικής σύνθεσης, παρουσιάζουν ακόμη μια φορά το μεταβατικό στοιχείο από κάτι γνώριμο σε κάτι μη γνώριμο.

Παράρτημα Β

Program Note.

In the composition *Guitar and Tape*, I tried to create a sound composition, presenting the interactions that can occur between a musical instrument and various electroacoustic mediums, aiming to expand the instrument's sound capabilities. Throughout the work, there is a constant transition from the usual sound of the guitar to an unpredictable, unusual one, creating a sense of familiarity and uncertainty respectively. This transition is achieved mainly by the interpenetration of sounds, both processed with natural and vice versa. Continuation from one point of the work to the next is sometimes achieved in a smooth way, maintaining common morphological elements and sometimes in an abrupt way, presenting rapid changes in the dynamic characteristics of the sounds. The placement of the sounds in the stereo field shows mainly elements of randomness, further intensifying the difference between the usual and unusual sound of the guitar. The performer's actions range in the same context, sometimes incorporating him into the rest of the sound event and sometimes differentiating him from it. The interactions between the performer and the sound composition once again present the transitional element from something familiar to something unfamiliar.

Παράρτημα Γ

Εγχειρίδια χειρισμού συσκευών που χρησιμοποιήθηκαν.

1. AKG P420:

Ηλεκτρονική διεύθυνση - <https://www.manualslib.com/manual/1183898/Akg-P420.html>

2. Focusrite Scarlet 2i2:

Ηλεκτρονική διεύθυνση - <https://d2zjg0qo565n2.cloudfront.net/sites/default/files/focusrite/downloads/7317/scarlett-2i2-user-guide-v2.pdf>

3. KRK Rokit RP5 G4:

Ηλεκτρονική διεύθυνση - <https://www.xn---2lbcma4cdtsdb1c.gr/krk/rokit-rp5-g4/%CE%B5%CE%B3%CF%87%CE%B5%CE%B9%CF%81%CE%AF%CE%B4%CE%B9%CE%BF?p=11>

Παράρτημα Δ

Λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε.

1. Pro tools 12.5:

Ηλεκτρονική διεύθυνση -

https://avid.secure.force.com/pkb/articles/en_US/Download/Pro-Tools-12-5-Downloads?retURL=%2Fpkb%2Farticles%2Fdownload%2FPro-Tools-12-5-Downloads&popup=true

2. Cycling '74 Max/Msp 5:

Ηλεκτρονική διεύθυνση - <https://cycling74.com/downloads/older>

3. SPEAR:

Ηλεκτρονική διεύθυνση - <http://www.klingbeil.com/spear/downloads/>

4. Cockos Reaper 6.0:

Ηλεκτρονική διεύθυνση - <https://www.reaper.fm/download-old.php>

5. TDR Nova:

Ηλεκτρονική διεύθυνση - <https://www.tokyodawn.net/tdr-nova/>

6. Creately:

Ηλεκτρονική διεύθυνση - <https://creately.com/>

7. Acousmographie - Ina GRM:

Ηλεκτρονική διεύθυνση - <https://inagr.com/en/showcase/news/203/acousmographie>

8. Musescore 3.0:

Ηλεκτρονική διεύθυνση - <https://musescore.com/>

Παράρτημα Ε Η πεντάγραμμη παρτιτούρα του έργου Guitar and Tape.

Η δεύτερη παρτιτούρα (Score 2).

Performers score

Guitar and Tape

Score 2

Zafiriadis

Start when you see I

A

5

p

mp

dim.....

9

13

17

Hold until Fin. A II

B

21

Start when you see I

phrase I

25

p

mp

29

33

Hold until Fin. B II

C.a

Start when you see I

37

Εικόνα 35. Η πρώτη σελίδα της δεύτερης παρτιτούρας.

41 **Hold until Fin.C.a II**

C.b
Start when you see I

45

Hold until Fin.C.b II

49

D
Start when you see I

53 *p*

57

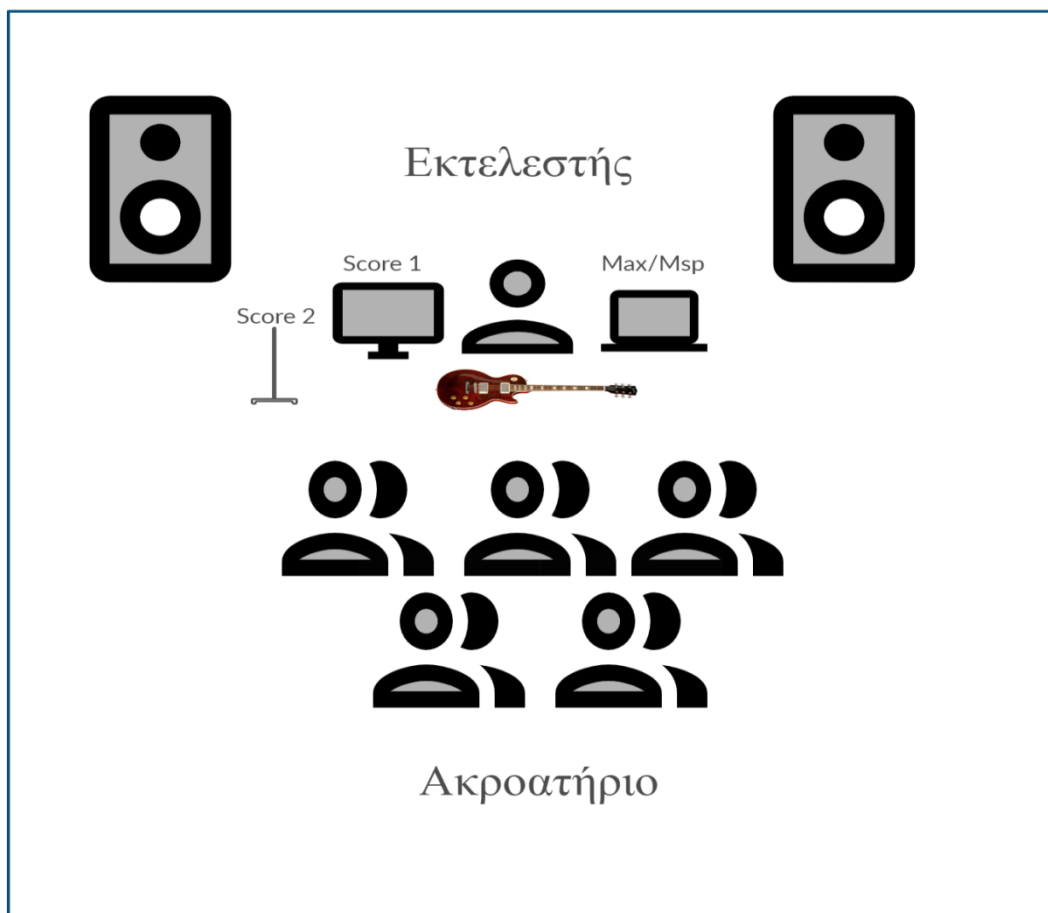
Hold until Fin.D II

61

Εικόνα 36. Η δεύτερη σελίδα της δεύτερης παρτιτούρας.

Παράρτημα Ζ**Οδηγίες του εκτελεστή.**

Πρωτίστως, ο εκτελεστής θα πρέπει να έχει οπτική επαφή με τις δυο παρτιτούρες και την εφαρμογή στο περιβάλλον της Max/Msp. Η βασική καθοδήγηση για τις ενέργειες του εκτελεστή παρέχονται από τη γραφική παρτιτούρα (Score 1.), η οποία είναι σε μορφή video. Συνεπώς, ο εκτελεστής θα χρειαστεί μια οθόνη για την παρακολούθησή της. Η δεύτερη παρτιτούρα (Score.2), η οποία είναι συνοδευτική της πρώτης, μπορεί να τοποθετηθεί σε κάποιο αναλόγιο κοντά στον εκτελεστή. Οι δύο παρτιτούρες είναι σχεδιασμένες με τέτοιο τρόπο, ώστε να επικοινωνούν καθ' όλη τη διάρκεια της εκτέλεσης, ενώ η διάρκεια μιας πράξης του εκτελεστή καθορίζεται κυρίως από τη γραφική παρτιτούρα μέσω ειδικών συμβόλων και οδηγιών. (βλέπε ενότητα 5.1 Ανάπτυξη σημειογραφίας). Για τη λειτουργία της Max/Msp ο εκτελεστής θα πρέπει να διαθέτει έναν υπολογιστή, στον οποίο μπορεί να συνδεθεί η ηλεκτρική κιθάρα μέσω εξωτερικής κάρτας ήχου.



Εικόνα 37. Διάγραμμα ζωντανής εκτέλεσης.

Παράρτημα Η

Κατάλογος περιεχομένων DVD .

1. Score 1. (Γραφική παρτιτούρα):
ZafeiriadisStefanosVideoScore (.mp4)
ZafeiriadisStefanosPNG img0001 – 0058 (.png)

2. Score 2. (Παρτιτούρα πενταγράμμου):
ZafeiriadisStefanosScore2 (.pdf)

3. Max Patch:
ZafeiriadisStefanosPatch (.maxpat)

4. Η αρχική ηχογράφηση της κιθάρας:
ZafeiriadisStefanosRecording (.wav)

5. Το μέρος της σύνθεσης του *tape*:
Guitar_and_Tape (.wav)

6. Η εκτέλεση του έργου :
Guitar_and_Tape_Performance (.wav)