



ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Τεχνικές Επεξεργασίας Ήχου στην
Ηχογράφηση/Ηχοληψία**

Κωνσταντίνος Ν. Γαϊτανής

Εισηγητής: Παναγιώτης Δροσινόπουλος

ΑΙΓΑΛΕΩ
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2014

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Τεχνικές Επεξεργασίας Ήχου στην Ηχογράφηση/Ηχοληψία

Κωνσταντίνος Ν. Γαϊτανής
A.M. 31527

Εισηγητής:
Παναγιώτης Δροσινόπουλος

Εξεταστική Επιτροπή:

Ημερομηνία εξέτασης

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ολοκληρώθηκε μετά από επίμονες προσπάθειες, σε ένα ενδιαφέρον γνωστικό αντικείμενο όπως αυτό της επεξεργασίας ήχου. Την προσπάθειά μου αυτή στήριξε ο επιβλέπων καθηγητής μου κ. Δροσινόπουλος, τον οποίο και ευχαριστώ.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Παναγιωτοπούλου Ευαγγελία για την υπομονή της σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου και φυσικά την οικογένειά μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάζει ψηφιακούς αλλά και αναλογικούς τρόπους επεξεργασίας ήχου μέσα από τεχνικές ηχογραφήσεων και ηχοληψίας, με μεθόδους βελτίωσης της πληροφορίας μέσα από λογισμικό και εφαρμογές ενός Digital Audio Workstation (DAW).

ABSTRACT

This paper examines digital and analog audio processing through sound engineer and recording techniques, with methods for improving the audio signal through software and applications of a Digital Audio Workstation (DAW).

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Επεξεργασία Σήματος Ήχου

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: επεξεργασία ήχου, ηχογράφηση, ηχοληψία, Mixcraft, DAW

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1. Γενικά	2
1.2. Ιστορική Αναδρομή	3
2. ΉΧΟΣ	6
2.1. Ορισμός	6
2.2. Κατηγορίες Ήχου	7
2.3. Χαρακτηριστικά του Ήχου	8
2.4. Η Μονάδα Μέτρησης Decibel (dB)	9
2.5. Ακουστική	11
2.6. Αναλογικός και Ψηφιακός Ήχος	13
2.7. Πρότυπα Ψηφιακού Ήχου	15
2.8. Αλγόριθμοι Συμπίεσης Ψηφιακού Σήματος Ήχου.....	16
2.9. Αρχεία Ήχου	19
2.9.1. Περιγραφή Κατηγοριών Αρχείων Ήχου	21
3. ΗΧΟΓΡΑΦΗΣΗ	24
3.1. Βασικά Εργαλεία της Ηχογράφησης	25
3.1.1. Μικρόφωνα	25
3.1.2. Κονσόλες	31
3.1.3. Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές	34
3.2. Στούντιο.....	36
3.2.1 Ακουστική Ποιότητα	38
3.3. Αναλογική και Ψηφιακή Ηχογράφηση	39
3.4. Διασύνδεση (Interface)	40
3.5. Επεξεργασία Σήματος Ήχου	45
3.5.1. Συμπιεστές και Περιοριστές	45
3.5.2. Ισοσταθμιστές και Φίλτρα	46

3.5.3. Αντήχηση και Χρονική Καθυστέρηση Σήματος	49
3.5.4. Reverb (Προσομοίωση της Αντήχησης)	52
3.6. Τεχνικές Στέρεο	60
3.7. Μίξη	64
3.7.1. DAW και VST	65
4. ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	66
4.1. Γενικά	67
4.1.1. Ηχογράφηση Audio	67
4.1.2. Ηχογράφηση Σημάτων Ελέγχου (MIDI)	68
4.1.3. Κάρτες Ήχου	68
4.1.4. Συνδεσμολογία	69
4.2. Εξοπλισμός	70
4.3. Δουλεύοντας με το Acoustica Mixcraft	75
4.4. Συμπεράσματα	98
5. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'	100
6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'	102
7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'	109
8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ'	112
9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	113

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1: Reel – to – Reel Tape και LP	4
Εικόνα 2.1: Στιγμιότυπο ενός διαμήκους κύματος	7
Εικόνα 2.2: Η κλίμακα του decibel	10
Εικόνα 2.3: Αριστερά το ηχητικό κύμα συναντά σκληρή επιφάνεια και μεγάλο μέρος της ενέργειας ανακλάται. Δεξιά συναντά ένα πορώδες υλικό ή μια μαλακή επιφάνεια ή μια μεμβράνη και μεγάλο μέρος του απορροφάται.	11
Εικόνα 2.4: Εντός δωματίου, μια πηγή κι ένας ακροατής. Ο εκπεμπόμενος ήχος διαδίδεται προς όλες τις πιθανές κατευθύνσεις.	13
Εικόνα 2.5: Αναπαραγωγή MIDI αρχείου από διαφορετικό εξοπλισμό έχει σαν αποτέλεσμα διαφορετική απόδοση	21
Εικόνα 2.6: Παράδειγμα αναπαραγωγής ενός MOD αρχείου από διαφορετικό εξοπλισμό	22
Εικόνα 3.1: Βασικά πολικά διαγράμματα μικροφώνων α) παντοκατευθυντικό, β) μονοκατευθυντικό, γ) δικοκατευθυντικό	26
Εικόνα 3.2: Ένα δυναμικό μικρόφωνο	27
Εικόνα 3.3: Ένα μικρόφωνο ταινίας	28
Εικόνα 3.4: Ένα πυκνωτικό μικρόφωνο	29
Εικόνα 3.5: Ένα Windscreen και ένα Shock Mount αντίστοιχα σε μικρόφωνα ..	30
Εικόνα 3.6: Τυπικά σχεδιαγράμματα συνδεσμολογίας κονσόλας ελέγχου του ήχου με εισόδους (μικρόφωνα ,μουσικά όργανα) και εξόδους (ενισχυτες, ηχεία, data recorders) αλλά και επεξεργαστές σήματος (equalizers, compressors).	34
Εικόνα 3.7: Δομή λειτουργίας ενός Η/Υ	34
Εικόνα 3.8: Δομή μιας κάρτας ήχου για Η/Υ	35
Εικόνα 3.9: Σύγχρονο control room (χώρος ελέγχου) ενός στούντιο ηχογράφησης	37
Εικόνα 3.10: Αναλογικό μαγνητόφωνο	39
Εικόνα 3.11: Κάθε συνθετητής (synthesizer) ή Η/Υ ή άλλη συσκευή παραγωγής και επεξεργασίας ήχου έχει τις παραπάνω υποδοχές MIDI.	42

Εικόνα 3.12: Γραφική απεικόνιση Αντήχησης κλειστού δωματίου	50
Εικόνα 3.13: Reverb	52
Εικόνα 3.14: Παράδειγμα reverb σε software	53
Εικόνα 3.15: Τεχνική X-Y	62
Εικόνα 3.16: Τεχνική ORTF	63
Εικόνα 4.1: Παραδείγματα συνδεσμολογίας με διαφορετικές μεθόδους	69
Εικόνα 4.2: Μικρόφωνο Shure 606N	70
Εικόνα 4.3: Κάρτα Ήχου Lexicon Alpha	71
Εικόνα 4.4: Ακουστικά κλειστού τύπου Sennheiser HD 215	73
Εικόνα 4.5: Επισκόπηση του λογισμικού Mixcraft της Acoustica	74
Εικόνα 4.6: Σύγκριση Mixcraft με αντίστοιχα λογισμικά	75
Εικόνες 4.7 – 4.40:*	76 – 98
Εικόνα 6.1: Κύρια χαρακτηριστικά Mixcraft	107
Εικόνα 6.2: Guitar Rig - Στούντιο γεμάτο ενισχυτές, μικρόφωνα και δημιουργικά εργαλεία για τη διαμόρφωση του ήχου	108
Εικόνα 7.1: Zoom 505 Guitar Effects Pedal	109
Εικόνα 7.2: Κύρια Χαρακτηριστικά του Zoom 505	110
Εικόνα 7.3: Κιθάρες - Eriphone Les Paul Standard και Encore αντίστοιχα.	111

* Οι αναφερθείσες εικόνες επεξηγούνται επαρκώς στη ροή της εργασίας γι' αυτό και θεωρήθηκε άσκοπη η χρήση λεζάντας καθεμίας εξ' αυτών.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1: Στάδια επεξεργασίας αναλογικού σήματος κατά τη μετατροπή του σε ψηφιακό	14
Σχήμα 3.1: Σχεδιαγράμματα φίλτρων με τις συχνότητες αποκοπής τους	48
Σχήμα 3.2: Ανάλυση αντήχησης (RT60).....	51
Σχήμα 3.3: Τεχνική M-S	62
Σχήμα 4.1: Τυπική απόκριση συχνότητας και πολικό διάγραμμα του Shure 606N	71
Σχήμα 4.2: Τυπικό διάγραμμα δρομολόγησης ενός σήματος από κάρτα ήχου	72

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1: Ηχητική ποιότητα και μέθοδος ψηφιοποίησης	17
---	----

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Hi-Fi	High Fidelity
PCM	Pulse-Code Modulation
ADPCM	Adaptive Differential Pulse-Code Modulation
MPEG	Moving Picture Experts Group
AC3	Audio Code no3
AAC	Advanced Audio Codec
AIFF	Audio Interchange File Format
MIDI	Musical Instrument Digital Interface
ASIO	Audio Stream Input Output
S/PDIF	Sony/Philips Digital Interface Format
AES/EBU	Audio Engineering Society/European Broadcasting Union
MADI	Multichannel Audio Digital Interface
DSD	Direct-Stream Digital
EQ	Equalizer
A/D	Analog to Digital
D/A	Digital to Analog
DAW	Digital Audio Workstation
VST	Virtual Studio Technology
Sel – Sync	Selective Synchronization
MME	MultiMedia Extensions
WDM	Windows Driver Model
M-S	Mid-Side
BPM	Beats Per Minute

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι πληροφορίες όπως γνωρίζουμε έχουν γίνει πλέον καθημερινό κομμάτι της ζωής μας ειδικότερα μετά την εξάπλωση του Παγκοσμίου Ιστού (World Wide Web) σαν εργαλείο της δουλειάς πολλών εργαζομένων. Η ανάγκη για περισσότερες πληροφορίες και δη του ήχου μας αναγκάζουν να βρούμε νέους τρόπους χειραγώγησης τους αλλά και βελτίωσής τους. Από τότε που αποτυπώθηκε για πρώτη φορά ένα ηχητικό κύμα πάνω σε χειροπιαστό υλικό και αξιολογώντας την αξία αυτού του γεγονότος της τεχνολογικής αποκάλυψης δημιουργήθηκε η ανάγκη για τη βελτίωση των συνθηκών της διαδικασίας της ηχογράφησης και της αναπαραγωγής του ήχου.

Μέχρι πριν από μερικά χρόνια οι πληροφορίες ήταν από αναλογικές πηγές και ήταν αποθηκευμένες με ξεπερασμένες αναλογικές τεχνικές. Ο λόγος βέβαια είναι ότι δεν υπήρχαν ακόμα τα ψηφιακά μέσα αποθήκευσης, πόσο μάλλον ο τρόπος να επεξεργαστεί κανείς ψηφιακά μια πληροφορία. Η ανάγκη λοιπόν για έναν καλύτερο τρόπο επεξεργασίας αλλά και αποθήκευσης δεδομένων μας έφερε στην ψηφιακή εποχή. Επεξεργάζοντας μια πληροφορία ψηφιακά με την χρήση σωστού λογισμικού μπορούμε να πετύχουμε μηδενική απώλεια από την ποιότητα της πηγής, αλλά και βελτίωση της ήδη υπάρχουσας πληροφορίας.

Σε πρώτο στάδιο καλό θα είναι να κατανοηθούν οι αρχές ήχου και της φυσικής (αναλογικής) ηχογράφησης, για να γίνει πιο εφικτή η πρόσβαση στον τομέα της ψηφιακής τεχνολογίας, ο οποίος απαιτεί σημαντικές γνώσεις της πληροφορικής.

1.1. Γενικά

Ηχογράφηση καλείται το σύνολο των τεχνικών λειτουργιών για την μεταφορά των χαρακτηριστικών του ήχου πάνω σε μέσο ή ειδικό υλικό που δύναται να το διατηρεί και να το αναπαράγει. Η διαδικασία της ηχογράφησης είναι ένας ευρύς εργασιακός χώρος για τον ηχολήπτη, που υποδιαιρείται σε πολλές επιμέρους εργασίες. Ο σύγχρονος ηχολήπτης χειριζόμενος ηλεκτρονικό υπολογιστή έχει όλη τη δυνατότητα και την ευχέρεια να παράγει ήχους χωρίς θόρυβο και με εξαιρετική ακουστική απόδοση!

Ο ηχολήπτης είναι ο τεχνικός εκείνος που είναι υπεύθυνος για την λήψη και την απόδοση του ήχου ενώ η ηχοληψία είναι η τεχνική διαδικασία με την οποία «ζωντανεύει» ένα κείμενο ή μια εικόνα σύμφωνα με το μήνυμα που θα πρέπει να δώσουμε στον ακροατή ή στον θεατή. Μερικοί από τους επαγγελματικούς τομείς της ηχοληψίας είναι: ραδιοφωνικοί σταθμοί, τηλεοπτικοί σταθμοί, στούντιο ήχου, Ντίτζεϊ (DJ), κέντρα διασκέδασης, μπαρ, κινηματογράφος, θέατρο.

Σύμφωνα με τον μεγάλο Ρώσο θεωρητικό Βεμπρίντσεν «απαιτεί από τον ηχολήπτη όχι μόνο γνώση του χειρισμού των μηχανημάτων ή των κανόνων της ακουστικής, αλλά και τα εφόδια που προσφέρει μια μουσική παιδεία». Σ' αυτό το σημείο θα δώσουμε το «πορτρέτο του σύγχρονου ηχολήπτη».*

Ο σύγχρονος ηχολήπτης θα πρέπει:

- 1. Να έχει καλλιτεχνική ευαισθησία, προκειμένου να μπορεί να καταλαβαίνει τη δυναμική εκφραστικότητα του κάθε ήχου. Φυσικού και τεχνητού.*
- 2. Να είναι γνώστης σε πρώτο θεωρητικό επίπεδο της ιστορίας της μουσικής.*
- 3. Να γνωρίζει επακριβώς το ρόλο του δημοσιογράφου, του παρουσιαστή τόσο σε ραδιόφωνο όσο και στην τηλεόραση.*
- 4. Να γνωρίζει τα βασικά στοιχεία δημοσίων σχέσεων, διαφήμισης και μάρκετινγκ.*
- 5. Να γνωρίζει τα βασικά στοιχεία της εικονοληψίας, του μοντάζ και της σκηνοθεσίας.*
- 6. Να γνωρίζει βασικές αρχές ψυχολογίας και ιδιαίτερα εκείνης της ανθρώπινης συμπεριφοράς.*
- 7. Να έχει την αίσθηση του «οργανώννειν» και «προγραμματίζειν».*

* Έτσι όπως δημοσιεύτηκε στο βιβλίο «Ραδιοτηλεοπτική Παραγωγή» (Σκλαβούνη – Εκδόσεις «ΕΛΛΗΝ»)

Πλέον στις μέρες μας, η τεχνολογία και ειδικά η εξέλιξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών προσφέρει στον καθένα από εμάς την δυνατότητα να ηχογραφεί και να επεξεργάζεται την πληροφορία εύκολα ακόμα και στο σπίτι του με διάφορους τρόπους. Αφορμή στάθηκε η δημιουργία μιας γενιάς εύχρηστων και πανίσχυρων εργαλείων που άνοιξαν τον δρόμο για μια διαφορετική προσέγγιση της μουσικής τέχνης. Κάθε περιφερειακό σύστημα που χρησιμοποιείται από Η/Υ χρειάζεται και έναν hardware driver (οδηγό) που να εξασφαλίζει την επικοινωνία του με το λειτουργικό σύστημα.

Η ραγδαία αυτή εξέλιξη της τεχνολογίας και ιδιαίτερα της πληροφορικής καθιστά απαραίτητη τη στενή παρακολούθηση και τη διαρκή ενημέρωση πάνω στα νέα επιτεύγματα της μουσικής τεχνολογίας, σαν στοιχείο της δουλειάς κάθε μουσικού και μουσικολόγου.

1.2. Ιστορική Αναδρομή

Η ηχογράφηση αρχίζει στην Γαλλία το 1856 με τον Λεόν Σκοτ να μεταφέρει με το «φωνοαυτόγραφο» τους ηχητικούς κραδασμούς σε καμπύλες που χαράσσονταν πάνω σε περιστρεφόμενο αιθαλωμένο κύλινδρο και ολοκληρώνεται πανηγυρικά το 1878 με τον Αμερικανό πολυεφευρέτη Τόμας Έντισον. Ο Έντισον χρησιμοποίησε το «φωνοαυτόγραφο» του Σκοτ, αλλά αντί της αιθάλης χρησιμοποίησε μια πλαστική ουσία που μπορούσε να χαραχθεί και έτσι γεννήθηκε ο περίφημος «φωνογράφος» που ήταν πλέον μια συσκευή τόσο για εγγραφή όσο και για παραγωγή ανοίγοντας έτσι το δρόμο για την ανάπτυξη της σύγχρονης ηχογράφησης.

Στα πρώτα χρόνια η τέχνη και η επιστήμη της εγγραφής και αναπαραγωγής παρέμενε εξ' ολοκλήρου στη φύση της ακουστικής μηχανικής. Η εισαγωγή στην ηλεκτρική εγγραφή από την Western Electric (Maxfield & Harrison, 1926) πρόσφερε μεγαλύτερη καλλιτεχνική ελευθερία και θεμελίωσε τον κόσμο της ηχητικής δημιουργίας μέσα στο στούντιο.

Στην αρχή της δεκαετίας του '30 έγιναν πειράματα πολυκάναλης ηχογράφησης στην Αγγλία (Blumlein, 1931) και στις Η.Π.Α. (Steinberg & Snow, 1934) που οδήγησαν στην διαμόρφωση τεχνικών μεθόδων για την εγγραφή ακουστικής προοπτικής. Ο όρος στερεοφωνία (ή απλά «στέρεο») χρησιμοποιείται σήμερα για να περιγράψει αυτή την προοπτική. Ο στερεοφωνικός ήχος έφτασε στα σαλόνια των καταναλωτών στη δεκαετία

του '50, με την μορφή μπομπίνων μαγνητοφώνων (reel – to – reel tapes) και τους στερεοφωνικούς δίσκους βινυλίων μακράς διάρκειας (stereo long - playing records, LP).



Εικόνα 1.1: Reel – to – Reel Tape και LP

Έτσι προήλθε ο όρος «Υψηλή Πιστότης» Hi-Fi (High Fidelity) εννοώντας την ποιότητα της εγγραφής και αναπαραγωγής η οποία επιτρέπει στα μουσικά έργα να ακούγονται όσο το δυνατόν πιστότερα στο πραγματικό μουσικό γεγονός.

Πλέον έχουμε τέσσερις μεθόδους ηχογράφησης, την οπτικοφωτογραφική, την μαγνητική, την μηχανική και την ψηφιακή.

Με την οπτικοφωτογραφική μέθοδο, που χρησιμοποιούταν κυρίως για την εγγραφή κινηματογραφικής ταινίας, ο ήχος γράφεται φωτογραφικά σε μορφή μεταβαλλόμενων διαφανειών στην μια πλευρά του κινηματογραφικού φιλμ που ονομάζεται «ηχητική κολώνα».

Η μαγνητική μέθοδο επίσης εφαρμόζεται στις κινηματογραφικές ταινίες και βασίζεται στην τοπική μεταβλητή μαγνήτισης ενός ειδικού χημικού επιστρώματος όταν αυτό διέρχεται μπροστά από έναν ηλεκτρομαγνήτη.

Με την μηχανική μέθοδο έχουμε την πραγματοποίηση της εγγραφής του ήχου σε μορφή μικρών πλευρικών αποκλίσεων κατά χάραξη μιας σπειροειδούς αύλακας πάνω σ' έναν ειδικό πλαστικό δίσκο.

Η πλέον πιο διαδεδομένη μέθοδος στις μέρες μας είναι η ψηφιακή με επανασύνδεση στην ηχογράφηση – αφού παραμερίζει τις προηγούμενες ηχογραφικές μεθόδους – και «αναλαμβάνει» να τις κάνει μέσω ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή. Η ψηφιακή εγγραφή

εμφανίστηκε στο εμπόριο στις αρχές της δεκαετίας του '70 και έγινε η ξεκάθαρη κατεύθυνση της ηχογράφησης στο μέλλον. Η διαδικασία της μπορεί να εφαρμοστεί, εκτός από τα συστήματα σκληρού δίσκου των Η/Υ, και σε μαγνητική ταινία και οπτικούς δίσκους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΉΧΟΣ

Ο άνθρωπος ζώντας μέσα σε ένα ελαστικό μέσο (αέρας) κατακλύζεται διαρκώς από μια συνεχή ροή ηχητικών πληροφοριών οι οποίες καταφτάνουν στα αυτιά του και αποκωδικοποιούνται ώστε να γίνονται κατανοητές μέσα από πολύπλοκες εγκεφαλικές λειτουργίες.

2.1. Ορισμός

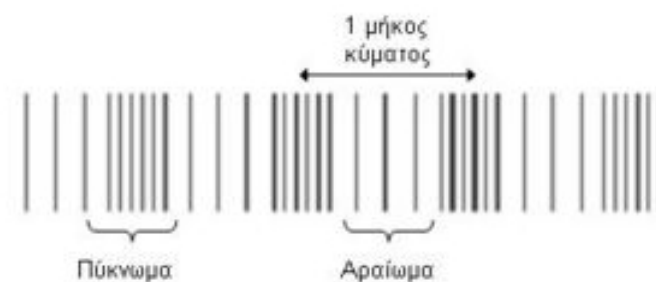
Ο ήχος μπορεί να οριστεί σαν κυματική κίνηση στον αέρα ή σε άλλα ελαστικά μέσα (ερέθισμα) ή σαν αίσθηση (εκείνη τη διέγερση του μηχανισμού ακοής που έχει σαν αποτέλεσμα την αντίληψη του ήχου). Ο ορισμός που ισχύει εξαρτάται από το αν η προσέγγιση είναι φυσική ή ψυχοφυσική. Αν το ενδιαφέρον βρίσκεται στην διαταραχή του αέρα που δημιουργείται από ένα megάφωνο, τότε έχουμε πρόβλημα φυσικής. Αν το ενδιαφέρον έγκειται στον τρόπο με τον οποίο ακούγεται σε ένα άτομο που βρίσκεται κοντά στο megάφωνο, πρέπει να χρησιμοποιηθούν ψυχοφυσικές μέθοδοι.

Από την καθημερινή μας εμπειρία η αίσθηση της ακοής μας οδηγεί στο ότι ο ήχος δεν είναι άμεσο και ταυτόχρονο φαινόμενο στο χώρο . Για παράδειγμα, δυο άνθρωποι που στέκονται σε διαφορετικά μέρη ενώ βλέπουν το ίδιο φως ενός κεραυνού δεν ακούν την ίδια βροντή . Όταν η απόσταση που καλύπτεται κατά το ταξίδι του ήχου είναι μεγαλύτερη από 20 με 30 μέτρα, ο χρόνος διάδοσης είναι αντιληπτός σαν το φαινόμενο της αντήχησης (echo), όρος ο οποίος θα εξηγηθεί παρακάτω. Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου είναι σχετικά μικρή και η ταχύτητα δεν είναι σταθερή, αλλά εξαρτάται από τις καταστατικές μεταβλητές του συστήματος (πίεση, θερμοκρασία).

2.2. Κατηγορίες Ήχου

Πριν αναφέρουμε τις κατηγορίες του ήχου, να εξηγήσουμε ότι το είδος της κίνησης που κάνει ο ήχος είναι περιοδικός (περιοδική κίνηση), δηλαδή επαναλαμβάνεται κατά τον ίδιο τρόπο σε ίσα χρονικά διαστήματα. Επίσης, εξηγούμε ότι τα κύματα είναι απλές αρμονικές ταλαντώσεις οι οποίες διαδίδονται στον χώρο. Υπάρχουν δυο ειδών κύματα : τα **εγκάρσια** και τα **διαμήκη**.

Στα εγκάρσια η διάδοση του κύματος γίνεται κάθετα προς τη διεύθυνση δόνησης της πηγής (π.χ. ηλεκτρομαγνητικά κύματα) , ενώ στα διαμήκη η διάδοση κύματος γίνεται κατά μήκος της διεύθυνσης δόνησης (π.χ. το μεγάφωνο πάλλεται κατά μήκος του άξονα του και ο ήχος διαδίδεται σ αυτήν την διεύθυνση) . Έτσι τα **ηχητικά κύματα είναι διαμήκη κύματα** και χρειάζονται ένα ελαστικό μέσο για να διαδοθούν.



Εικόνα 2.1: Στιγμιότυπο ενός διαμήκους κύματος

Ο ήχος κατατάσσεται σε τέσσερις κατηγορίες:

- **Απλός** (ή τόνος): Η μεταβολή της πίεσης είναι αρμονική συνάρτηση του χρόνου. Είναι η πιο απλή μορφή ήχου και αποτελείται από μία μόνο συχνότητα. Η κυματομορφή τους έχει ημιτονοειδή μορφή και παρουσιάζει περιοδικότητα αλλά όχι και αρμονική συνάρτηση του χρόνου. Τέτοιους ήχους μπορούν να παράγουν οι γεννήτριες ακουστικών συχνοτήτων και το διαπασών.
- **Σύνθετος** (ή φθόγγος): Είναι η σύνθεση πολλών απλών ήχων με την κυματομορφή τους να παρουσιάζει επίσης περιοδικότητα. Θεωρητικά, τέτοιους ήχους παράγουν τα διάφορα μουσικά όργανα.
- **Θόρυβος**: Είναι μη περιοδικά ηχητικά κύματα αποτελούμενα από διάφορους σύνθετους ήχους. Θορύβους παράγουν οι μηχανές διάφορων οχημάτων (αυτοκίνητα, μοτοσικλέτες κ.τ.λ.), ηλεκτρονικές συσκευές (π.χ. ηλεκτρονική σκούπα), η πτώση του

νερού στους καταρράκτες κ.α.

- **Κρότος**: Η μεταβολή της πίεσης είναι φθίνουσα απεριοδική συνάρτηση του χρόνου και διαρκεί μικρό χρονικό διάστημα. Είναι θόρυβος μεγάλης έντασης και μικρής διάρκειας. Κρότο παράγουν τα όπλα, τα βεγγαλικά κ.α

2.3. Χαρακτηριστικά του Ήχου

Τα χαρακτηριστικά του ήχου χωρίζονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με το πως και το ποιος τα προσδιορίζει. Έτσι, τα χαρακτηριστικά εκείνα που προσδιορίζονται από διάφορα όργανα μέτρησης και αναφέρονται στη φυσική κατάσταση του ήχου ονομάζονται **αντικειμενικά**, ενώ αυτά που δεν μπορούν να μετρηθούν από μηχανήματα αλλά εξάγονται ως αποτέλεσμα του τρόπου που τα αντιλαμβάνεται μια ομάδα ανθρώπων, καλούνται **υποκειμενικά**.

Τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά είναι τα εξής:

- **Ένταση (Intensity)** : Ηχητική ένταση σε ένα σημείο του ηχητικού πεδίου και προς μια καθορισμένη διεύθυνση είναι το πηλίκο της μέσης ηχητικής ισχύος που διαπερνά κάθετα μία στοιχειώδη επιφάνεια δια του εμβαδού της επιφάνειας. Μονάδα μέτρησης της έντασης είναι το W/m^2 (Watt ανά m^2). Η ένταση είναι μέγεθος διανυσματικό με διεύθυνση και φορά την διεύθυνση και φορά της ροής της ενέργειας, εκφράζει δηλαδή τη ροή της ηχητικής ενέργειας. Η άμεση σχέση μεταξύ έντασης και πίεσης διακόπτεται από το ότι η ένταση δεν μπορεί να μετρηθεί με τα συνήθη μικρόφωνα που μετρούν την πίεση, διότι αυτά δεν μπορούν να μετρήσουν διεύθυνση και φορά.

- **Συχνότητα (Frequency)** : Είναι ο αριθμός των ταλαντώσεων που εκτελούν τα μόρια του ελαστικού μέσου μέσα στο οποίο διαδίδεται το ηχητικό κύμα στη μονάδα του χρόνου. Η μονάδα μέτρησης είναι το Hz (κύκλοι ανά δευτερόλεπτο). Η συντριπτική πλειοψηφία των ήχων δεν αποτελείται από μία μόνο συχνότητα αλλά από ένα σύνολο συχνοτήτων, στο οποίο συνήθως κυριαρχεί μία που τις περισσότερες φορές έχει μεγαλύτερη ένταση από τις υπόλοιπες και καλείται "θεμελιώδης συχνότητα". Οι υπόλοιπες είναι γνωστές ως "παράγωγες συχνότητες" και συνήθως έχουν μικρότερη ένταση και υψηλότερη τιμή.

- **Φασματικό περιεχόμενο (Spectrum content)** : Γενικά οι ήχοι στη φύση είναι σύνθετοι. Αυτό σημαίνει ότι είναι αποτέλεσμα της συνύπαρξης πολλών απλών ήχων με

διαφορετικά πλάτη και συχνότητες. Το σύνολο των σχετικών εντάσεων των απλών αυτών ήχων συνθέτουν το φασματικό περιεχόμενο του ήχου.

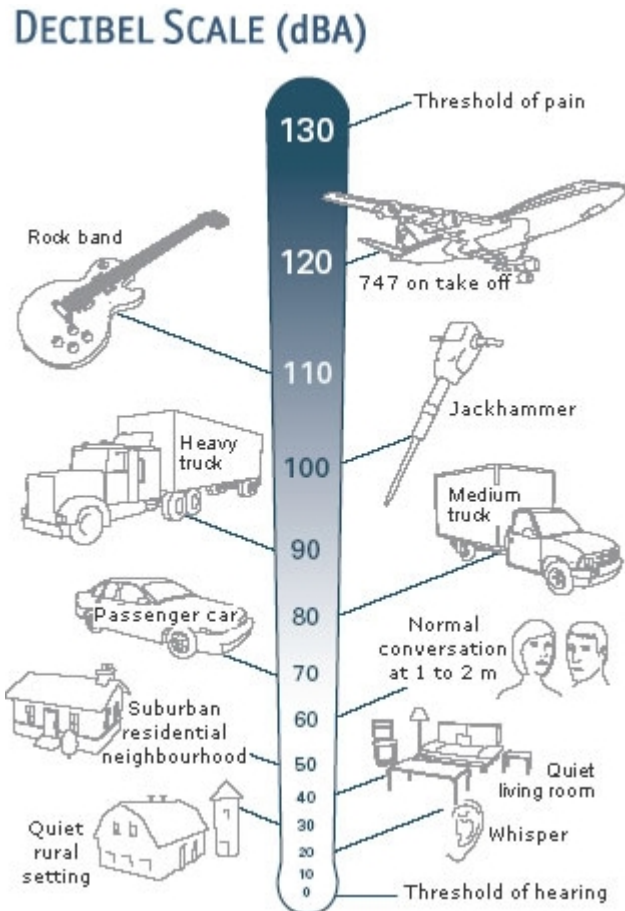
Τα υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου αποτελούνται από τα παρακάτω:

- **Ακουστότητα** (Loudness) : είναι η υποκειμενική απόκριση του αυτιού στη στάθμη του ήχου. Είναι το χαρακτηριστικό εκείνο που μας δίνει τη δυνατότητα να αντιληφθούμε αν και κατά πόσο δυνατός-ισχυρός είναι ένας ήχος. Είναι δηλαδή η αντίληψη της έντασης και εξαρτάται από δυο παράγοντες: την ένταση και τη συχνότητα. Μονάδα μέτρησης της ακουστότητας είναι το phon.
- **Ύψος** (Pitch) : είναι η υποκειμενική απόκριση του αυτιού στη συχνότητα. Ο ρυθμός μεταβολής της ατμοσφαιρικής πίεσης λόγω ενός ηχητικού κύματος προσδιορίζει το χαρακτηριστικό εκείνο που καλούμε ύψος του ήχου και εξαρτάται από τη θεμελιώδη συχνότητα του ηχητικού κύματος και κατά δεύτερο λόγο από την ένταση του. Με βάση το ύψος διακρίνουμε τον ήχο σε οξύ (πρίμα) και σε βαρύ (μπάσα). Δύο ήχοι είναι δυνατόν να έχουν διαφορετική συχνότητα, αλλά η διαφορά αυτή να μη γίνεται αντιληπτή λόγω της διαφορετικής τους έντασης.
- **Χροιά** (Timber) : ονομάζουμε τα υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου τα οποία κάνουν δυνατό το διαχωρισμό δυο τόνων της ίδιας έντασης και θεμελιώδους συχνότητας αλλά διαφορετικών κυματομορφών. Είναι το χαρακτηριστικό εκείνο που μας δίνει τη δυνατότητα να ξεχωρίζουμε ήχους που έχουν την ίδια ακουστότητα και το ίδιο ύψος, αλλά προέρχονται από διαφορετική πηγή. Για παράδειγμα, λόγω της διαφορετικής χροιάς ξεχωρίζουμε τον ήχο ενός πιάνου από τον ήχο ενός αρμόνιου ακόμη και αν παίζουν την ίδια νότα με την ίδια ένταση.

2.4. Η Μονάδα Μέτρησης Decibel (dB)

Η μονάδα Bel ορίζεται ως ο λογάριθμος μιας αδιάστατης ποσότητας. Αδιάστατες ποσότητες είναι ο λόγος δύο ομοειδών ποσοτήτων π.χ. ισχύων, εντάσεων, πιέσεων κ.λπ. Επειδή το Bel από μόνο του είναι μεγάλη μονάδα στην πράξη χρησιμοποιείται υποδιαίρεσή του, το decibel (dB). Η μονάδα decibel περιγράφει ένα λόγο λογαριθμικό

μεταξύ δυο μεγεθών που σχετίζονται με την ισχύ και ορίζεται ως το δέκατο της μονάδας Bel και διαφοροποιείται ανάλογα με την πηγή εκπομπής ήχου. Για παράδειγμα 3db είναι ο θόρυβος του περιβάλλοντος, 110db είναι ο θόρυβος του κεραυνού και 10db είναι ο θόρυβος από ένα στούντιο ηχογράφησης.



Εικόνα 2.2: Η κλίμακα του decibel

Ακριβώς επειδή η ευαισθησία των αυτιών μας είναι λογαριθμική και όχι γραμμική το dB σχετίζεται καλύτερα με την ακοή μας. Ο γενικός ορισμός του decibel είναι :

$dB = 10 \log(W1/W0)$, δηλαδή ο λόγος ισχύς δύο σημάτων που δηλώνει την ενίσχυση (gain) ή την απώλεια (loss) ενός σήματος.

Ο παραπάνω τύπος εφαρμόζεται για την ακουστική, ηλεκτρική και γενικά κάθε μορφή ισχύος. Ανάλογα με την αναφορά υπάρχουν διάφορες εκφράσεις του decibel όπως dBm (1mw), dBu (1mv στα 600 Ωhm φορτίου), dBV (1Volt), dbSPL (20 μ PA) κ.α. Επίσης πρέπει να γνωρίζουμε ότι ο διπλασιασμός έντασης αντιστοιχεί σε αύξηση 3db, ενώ της πίεσης σε 6db. Για παράδειγμα, αν έχουμε δυο μεγάφωνα σε ένα χώρο και το καθένα έχει ένταση 90db τότε το αποτέλεσμα των δυο αυτών εντάσεων θα είναι 93db. Στο ίδιο παράδειγμα, αν η πίεση των δυο μεγαφώνων με 90db το κάθε μεγάφωνο, τότε το

συνολικό αποτέλεσμα θα ήταν $p=96\text{db}$.

2.5. Ακουστική

Η Ακουστική αποτελεί αυτόνομο κλάδο της φυσικής επιστήμης που εξετάζει και ασχολείται με τις κάθε είδους ελαστικές δονήσεις και κύματα, από τις πιο χαμηλές έως τις πιο υψηλές συχνότητες. Σαν ορισμό μπορούμε να πούμε ότι ακουστική είναι η μελέτη του ήχου που προέρχεται από ελαστικές δονήσεις και κύματα στα αέρια, στα υγρά και στα στερεά.

Γενικότερα η επιστήμη της ακουστικής περιλαμβάνει: 1) το τμήμα φυσικής που εξετάζει τα ηχητικά φαινόμενα που επεκτείνονται σε συχνότητες έξω από το πεδίο ακουσιμότητας, και 2) το τμήμα τεχνικής που ασχολείται με τα υλικά διαμέσου των οποίων διαδίδεται η ηχητική ενέργεια.

Ενώ η θεωρία του ήχου προσδιορίζει το ηχητικό πεδίο στις διάφορες περιοχές του χώρου, η φυσική ακουστική αφορά τις αντιδράσεις των στοιχειωδών ηχητικών κυμάτων με ηλεκτρόνια και φωτόνια και η μη γραμμική φυσική ασχολείται με τα έντονα ηχητικά κύματα. Ακουστική ισχύς πηγής είναι η ακουστική ενέργεια που εκπέμπει η πηγή ανά μονάδα χρόνου προς όλες τις διευθύνσεις.

Όταν ένα ηχητικό κύμα πέσει επάνω σε ένα τοίχο ή γενικά σε κάποια επιφάνεια διαχωρισμού δύο μέσων, ένα μέρος από την ενέργεια που μεταφέρει **ανακλάται**, ενώ ένα άλλο μέρος **απορροφάται** ή **διαδίδεται** μέσω του τοίχου από την άλλη πλευρά.



Εικόνα 2.3: Αριστερά το ηχητικό κύμα συναντά σκληρή επιφάνεια και μεγάλο μέρος της ενέργειας ανακλάται. Δεξιά συναντά ένα πορώδες υλικό ή μια μαλακή επιφάνεια ή μια μεμβράνη και μεγάλο μέρος του απορροφάται.

Στην **ανάκλαση** όταν ο ήχος, κατά τη διάδοσή του, συναντήσει μια επιφάνεια αρκετά

μεγαλύτερη από το μήκος κύματος του ένα μέρος του ανακλάται, με τη γωνία που προσπίπτει να είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης του. Ένα μικρότερο μέρος του μετατρέπεται σε θερμότητα αφού πρώτα διεγείρει τα μόρια του υλικού. Το ποσοστό του που θα μετατραπεί σε ενέργεια έχει να κάνει με τη φύση του υλικού. Το να προβλεφτούν οι ανακλάσεις ενός κλειστού χώρου είναι σχεδόν αδύνατο με δεδομένο ότι οι ανακλάσεις που αναφέρονται να είναι μόνο οι πρωτογενείς ενώ έχουμε ακόμα δευτερογενείς, τριτογενείς κ.ο.κ. με εξασθένηση βέβαια κάθε φορά της ενέργειας τους.

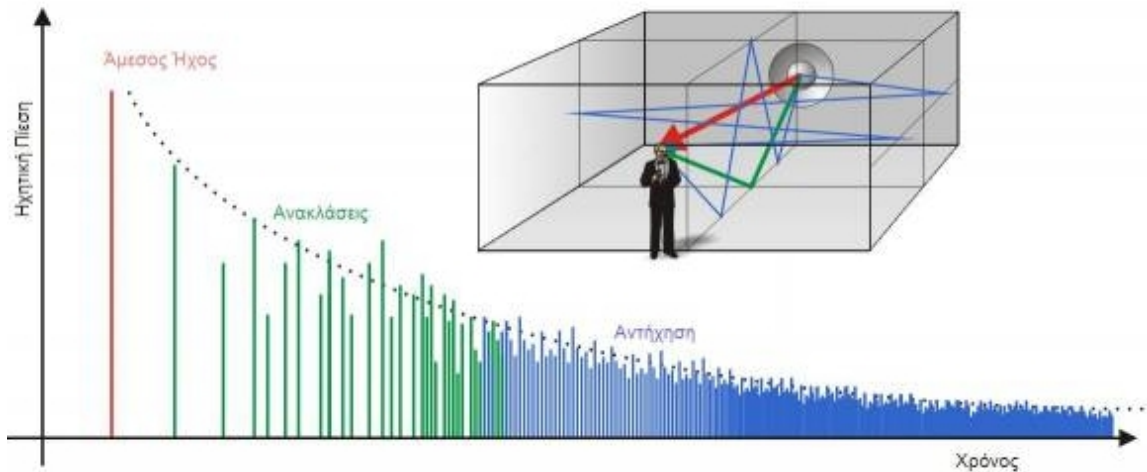
Η **περίθλαση** είναι και αυτή ένα είδος ανάκλασης με τη διαφορά ότι η ανακλαστική επιφάνεια δεν έχει διαστάσεις μεγαλύτερες από το μήκος κύματος αλλά συγκρίσιμες με αυτό. Σε αυτή τη περίπτωση στα όρια της επιφάνειας (άκρες της) δημιουργούνται δευτερογενείς ηχητικές πηγές ίδιας συχνότητας με την αρχική. Αυτές βέβαια είναι ανεπιθύμητες και προσπαθούμε να τις εξαλείψουμε.

Η απορρόφηση του ήχου από τα τοιχώματα παίζει πολύ σπουδαίο ρόλο στην ακουστική των χώρων. Η απορρόφηση αυτή οφείλεται κυρίως σε δύο φαινόμενα:

- Καθώς το ηχητικό κύμα εισχωρεί στο υλικό που είναι συνήθως πορώδες, το μέσο διάδοσης (συνήθως ο αέρας) κατά την εκτέλεση των ταλαντώσεων λόγω τριβών με το υλικό χάνει ενέργεια. Έχουμε δηλαδή μετατροπή ηχητικής ενέργειας σε θερμική.

- Το ηχητικό κύμα διεγείρει προς ταλάντωση (και συνεπώς προσφέρει ενέργεια) τα μόρια του απορροφητικού υλικού, οπότε η ενέργεια του ηχητικού κύματος μειώνεται.

Για να περιγραφεί η συμπεριφορά ενός χώρου σχετικά με τις ανακλάσεις χρησιμοποιείται ο χρόνος αντήχησης. Σαν χρόνος αντήχησης (RT60- Reverbation Time 60 dB) ορίζουμε το φαινόμενο της παραμονής του ήχου στο χώρο υπό τη μορφή ανακλώμενων κυμάτων, ακόμη και μετά το σταμάτημα της εκπομπής του από την ηχητική πηγή. Δηλαδή ο χρόνος που χρειάζεται μετά το ακαριαίο σταμάτημα της ηχητικής πηγής για να ελαττωθεί το ηχητικό πεδίο κατά 60dB SPL (Απόκριση Πλάτους). Αυτό συνεπάγεται σε αλλαγή στην ηχητική ένταση και στην στάθμη πίεσης. Μελετώντας την ηχητική συμπεριφορά ενός χώρου μέσα στον οποίο υπάρχει πηγή ορισμένης έντασης παρατηρούμε ότι πέρα από μια μικρή απόσταση από την πηγή (όπου η ένταση του ήχου είναι μεγάλη) για διάρκεια παραγωγής αξιόλογη παρατηρείται μια στάθμη ήχου σταθερή. Εάν η πηγή διακόψει την εκπομπή η στάθμη του ήχου πέφτει εκθετικά με το χρόνο.



Εικόνα 2.4: Εντός δωματίου, μια πηγή κι ένας ακροατής. Ο εκπεμπόμενος ήχος διαδίδεται προς όλες τις πιθανές κατευθύνσεις.

Ο χρόνος αντήχησης του χώρου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η γεωμετρία του, το υλικό κατασκευής όλων των επιφανειών του, η ύπαρξη ή όχι ακροατών κ.λ.π.

Η ακουστικότητα των χώρων κατάλληλων για ηχογράφηση θα αναλυθεί στο επόμενο κεφάλαιο.

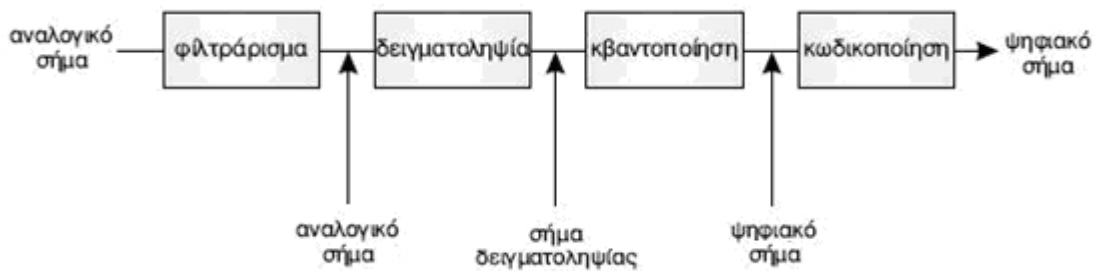
2.6. Αναλογικός και Ψηφιακός Ήχος

Αναλογικός είναι ο ήχος που παράγεται από φυσικές πηγές (ανθρώπινη φωνή, μουσικά όργανα κ.τ.λ.), παίρνουν δηλαδή συνεχόμενες τιμές, ενώ ψηφιακός είναι το σήμα που καταλαβαίνει ο ηλεκτρονικός υπολογιστής που σε αντίθεση με τον αναλογικό ήχο παίρνει διακριτές τιμές

Η μετατροπή του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό γίνεται για να υπάρχει επικοινωνία του ηλεκτρονικού υπολογιστή με τον έξω κόσμο. Για να το επιτύχουμε αυτό θα πρέπει το αναλογικό σήμα να περάσει από κάποια στάδια επεξεργασίας που είναι:

- **Φιλτράρισμα:** Οι συνηθισμένες μορφές φίλτρων είναι το φίλτρο χαμηλής διέλευσης, το φίλτρο υψηλής διέλευσης, το φίλτρο διέλευσης ζώνης και το φίλτρο απόρριψης ζώνης,
- **Δειγματοληψία:** Είναι η διαδικασία μετατροπής του αναλογικού σήματος σε διακριτό, δηλαδή σε σήμα που δεν είναι συνεχές στο χρόνο.

- **Κβαντοποίηση:** Με την κβαντοποίηση, χωρίζουμε τη στάθμη του αναλογικού σήματος εισόδου σε περιοχές (διαστήματα). Σε κάθε δείγμα, που λάβαμε με τη διαδικασία της δειγματοληψίας, αντιστοιχούμε μία τιμή στάθμης (ένα επίπεδο στάθμης), ανάλογα με την περιοχή που βρίσκεται. Η τιμή στάθμης, που αντιστοιχούμε σε κάθε δείγμα είναι η κεντρική τιμή του διαστήματος στο οποίο ανήκει.
- **Κωδικοποίηση:** Το τελικό στάδιο της μετατροπής του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό είναι η κωδικοποίηση, με την οποία αντιστοιχούμε σε κάθε τιμή δείγματος, ένα δυαδικό αριθμό.



Σχήμα 2.1: Στάδια επεξεργασίας αναλογικού σήματος κατά τη μετατροπή του σε ψηφιακό

Σύμφωνα με τον Harry Nyquist:

- Για να αναπαραστήσουμε με επιτυχία και ακρίβεια το αρμονικό περιεχόμενο μιας αναλογικής κυματομορφής, πρέπει να δειγματοληπτήσουμε με συχνότητα τουλάχιστον διπλάσια από την υψηλότερη συχνότητα που περιέχεται μέσα στο σήμα μας.
- Ο αριθμός των δειγμάτων που παίρνουμε σε χρονικό όριο ενός δευτερολέπτου, αποτελεί τη συχνότητα δειγματοληψίας (*sampling frequency*). Αν πάρουμε για παράδειγμα ένα CD το οποίο περιέχει ηχητικό υλικό με συχνότητα δειγματοληψίας τα 44.1KHz, τότε έχουν τυπωθεί 44100 δείγματα για κάθε δευτερόλεπτο.

Ο ψηφιακός ήχος, έλυσε πολλά από τα προβλήματα της αναλογικής τεχνολογίας όπως είναι ο θόρυβος και επιτάχυνε πολλές χρονοβόρες διαδικασίες που ήταν απαραίτητες όταν κανείς χρησιμοποιούσε αναλογικά μέσα.

2.7. Πρότυπα Ψηφιακού Ήχου

MONO: Μονοφωνικό σήμα ήχου το οποίο μπορεί να αναπαραχθεί από περισσότερα ηχεία, μεταφέροντας όμως την ίδια πληροφορία σε όλα τα ηχεία. Συναντάτε σε DVD με πολύ παλιές ταινίες και συχνά αναφέρεται και ως 1.0.

Dolby Stereo - Dolby Surround - Dolby Prologic: Κινηματογραφικό πρότυπο της δεκαετίας του '80, το οποίο διέθετε δύο κανάλια για το εμπρός τμήμα, ένα κεντρικό και δύο περιφερειακά περιορισμένου εύρους, περιπλεγμένα σε ένα στερεοφωνικό σήμα. Σκοπός του συστήματος ήταν η πιο ρεαλιστική αναπαραγωγή των δρώμενων στις ταινίες της εποχής και είχε ενσωματωθεί και σε ενισχυτές Dolby Surround. Γνωστό και ως Dolby Prologic.

Dolby Digital: Επίσης κινηματογραφικό πρότυπο, το οποίο εμφανίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του '90. Επρόκειτο για μία σημαντική βελτίωση του προτύπου Dolby Stereo, καθώς διέθετε πέντε διακριτά κανάλια, δύο για τα εμπρός ηχεία, ένα κεντρικό, δύο πίσω, συν ένα κανάλι περιορισμένου εύρους για τις πληροφορίες στη χαμηλή περιοχή συχνοτήτων (LFE – Low Frequency Effect) που οδηγούν το subwoofer. Το γεγονός ότι διέθετε πέντε κανάλια συν ένα για τα εφέ χαμηλών συχνοτήτων οδήγησε στην ονομασία 5.1 (όπου 1 το κανάλι LFE).

Dolby Digital EX: Ένα σχετικά ένα νέο πρότυπο, το οποίο βασίζεται στο Dolby Digital, μόνο που σε αυτό υπάρχει και πίσω κεντρικό ηχείο ή, εναλλακτικά, δύο πίσω περιφερειακά ηχεία. Πλέον χρειάζονται έξι ή επτά ηχεία για τον περιφερειακό ήχο, συν ένα για τα εφέ χαμηλών συχνοτήτων, δηλαδή συστήματα 6.1 και 7.1.

Dolby Headphone: Σύστημα επεξεργασίας ήχου, το οποίο δίνει την αίσθηση περιφερειακού ήχου 5.1 κατά την ακρόαση μέσω ακουστικών.

Dolby Prologic II, Dolby Prologic IIx: Το Dolby Prologic II είναι ένα σύστημα που μετατρέπει ένα στερεοφωνικό σήμα (από CD, MP3, βιντεοκασέτα, DVD) σε ήχο 5.1 με πολύ καλά αποτελέσματα. Το Dolby Prologic IIx είναι επέκταση του Dolby Prologic II και μετατρέπει ένα σήμα στέρεο ή 5.1 σε σήμα 6.1 ή 7.1.

Dolby Virtual Speaker, True Surround XT: Τεχνολογίες που προσπαθούν δώσουν την αίσθηση του πολυκάναλου ήχου σε συστήματα δύο ηχείων μέσω ειδικών αλγορίθμων.

DTS (Digital Theatre Systems): Σύστημα παρόμοιο σε φιλοσοφία με το Dolby Digital. Διαθέτει κανάλια 5.1 με περισσότερες ηχητικές πληροφορίες, γι' αυτό και από πολλούς θεωρείται ανώτερο του Dolby Digital, ειδικά αν πρόκειται για αναπαραγωγή μουσικής. Αν και δεν είναι μέρος των στάνταρ προδιαγραφών του DVD, έχει σημαντική παρουσία και συναντάται σε πολλούς δίσκους DVD. Η υποστήριξη του από τους ενισχυτές που κυκλοφορούν στην αγορά θεωρείται δεδομένη.

DTS-ES: Σύστημα 6.1 ανάλογο του Dolby Digital EX, που αποτελεί φυσική εξέλιξη του DTS.

DTS Neo6: Σύστημα ανάλογο του Dolby Prologic II, που αναλαμβάνει τη μετατροπή ενός στερεοφωνικού σήματος (από CD, MP3, βιντεοκασέτα, DVD) σε ήχο 5.1.

DVD Audio: Χρησιμοποιεί τον αποθηκευτικό χώρο του DVD για την αποθήκευση ήχου 5.1 σε ποιότητα κατά πολύ υψηλότερη εκείνης του CD. Για την αναπαραγωγή του χρειάζεται DVD player που να το υποστηρίζει, ή η χρήση κατάλληλου λογισμικού και hardware στο PC και στη συνέχεια η οδήγηση των σημάτων σε ενισχυτή 5.1.

2.8. Αλγόριθμοι Συμπίεσης Ψηφιακού Σήματος Ήχου

Ο ήχος είναι γενικά δύσκολο να συμπιεστεί γιατί η ακοή είναι πιο ευαίσθητη στις αλλοιώσεις του ήχου σε σχέση για παράδειγμα με την όραση. Εξαιτίας του ενδιαφέροντος για συμπίεση του ήχου στην τηλεφωνία, έχουν αναπτυχθεί πολλές τεχνικές αποτελεσματικής κωδικοποίησης της ομιλίας. Στην μουσική τα πράγματα είναι πιο δύσκολα γιατί και οι απαιτήσεις ποιότητας είναι μεγαλύτερες και το εύρος ζώνης της είναι σημαντικά μεγαλύτερο από αυτό της ανθρώπινης φωνής.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι συχνότητες δειγματοληψίας και το μήκος της λέξης κατά την κβαντοποίηση για διάφορα πρότυπα συμπίεσης ήχου. Εκτός από την κατάλληλη επιλογή αυτών των παραμέτρων ανάλογα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής, περαιτέρω συμπίεση μπορεί να επιτευχθεί με αφαίρεση των σιωπηλών τμημάτων και με

καλύτερες μεθόδους κωδικοποίησης όπως μη γραμμική PCM, διαφορική PCM και προσαρμοστική διαφορική PCM.

<i>Συχνότητα Δειγματοληψίας (kHz)</i>	<i>Κβαντοποίηση (bits)</i>	<i>Τεχνική Κωδικοποίησης</i>	<i>Ποιότητα</i>
44.1	16	PCM	Hi-fi
37.8	8	ADPCM	Hi-fi
37.8	8	ADPCM	FM μετάδοση (μουσική)
18.9		ADPCM	AM μετάδοση (ομιλία)
8	8	PCM	Τηλεφωνική

Πίνακας 2.1: Ηχητική ποιότητα και μέθοδος ψηφιοποίησης

Κατά τη μετατροπή αναλογικού σήματος ήχου σε ψηφιακό παράγεται σημαντική ποσότητα δεδομένων η οποία εξαρτάται από τη χρονική διάρκεια και την ποιότητα του. Η ποιότητα καθορίζεται από τη συχνότητα δειγματοληψίας και τον αριθμό ψηφίων ανά δείγμα (Bits/sample). Η ποσότητα δεδομένων ψηφιακού ήχου σε kbps δίνεται από το τύπο $(F\delta \times B \times N \times T)/1000$, όπου:

Fδ: συχνότητα δειγματοληψίας σε Hz

B: αριθμός ψηφίων ανά δείγμα (Bit/sample)

N: αριθμός καναλιών

T: χρόνος σε δευτερόλεπτα (sec)

Όταν η ποσότητα δεδομένων είναι πολύ μεγάλη, που αυξάνει περισσότερο όταν χρησιμοποιούμε περισσότερα κανάλια (συνήθως 5.1), δημιουργείται πρόβλημα κόστους αποθήκευσης και ταχύτητας μετάδοσης τους. Για να μειώσουμε το μέγεθος του χώρου που απαιτείται για να αποθηκεύσουμε τον ήχο και επακόλουθα να συντομεύσουμε το χρόνο που απαιτείται για τη μεταφορά του ψηφιακού ήχου από έναν υπολογιστή σε άλλο όπως γίνεται στο Ίντερνετ, χρησιμοποιούμε αλγόριθμους συμπίεσης.

Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τρόποι μείωσης του μεγέθους ενός αρχείου ήχου:

- Μείωση του αριθμού των καναλιών: από στερεοφωνικό σε μονοφωνικό.
- Μείωση του βάθους bit από τα 16bits στα 8bits: ο ήχος γίνεται πιο «κοκκώδης».
- Μείωση της συχνότητας δειγματοληψίας από τα 44.1 KHz στα 22.050 KHz ή ακόμα και στα 11.025 KHz - ο ήχος χάνει μέρος του εύρους του.

- Συμπίεση του τελικού μεγέθους του αρχείου ήχου.

Οι αλγόριθμοι συμπίεσης διακρίνονται σε:

Απωλεστικούς: Οι αλγόριθμοι αυτοί μειώνουν τα δεδομένα του ψηφιακού ήχου σε τέτοιο βαθμό που χάνεται μέρος της πληροφορίας που μεταφέρει, με αποτέλεσμα να είναι αδύνατη η ανασύσταση του σήματος στην αρχική του μορφή. Οι βαθμοί συμπίεσης που πετυχαίνουμε έτσι ώστε η διαφορά του αρχικού σήματος με το συμπιεσμένο να μην είναι ακουστικά αισθητή, είναι της τάξης του 7:1 έως 11:1.

Μη απωλεστικούς: Οι αλγόριθμοι αυτοί μειώνουν τα δεδομένα του ψηφιακού ήχου σε πολύ μικρό βαθμό και δεν προκαλούν απώλεια πληροφοριών, με τον βαθμός συμπίεσης να μην είναι μικρότερος του 2:1. Για το λόγο αυτό, για τη συμπίεση ήχου ή εικόνας οι αλγόριθμοι αυτοί σπάνια χρησιμοποιούνται μόνοι τους αλλά συνήθως χρησιμοποιούνται ως μέρος της συμπίεσης των απωλεστικών αλγορίθμων.

Οι πιο δημοφιλείς αλγόριθμοι συμπίεσης ψηφιακού σήματος ήχου είναι: **MPEG**, **Dolby Digital (AC-3)** και **ACC**.

Ο MPEG (Moving Picture Experts Group) δεν είναι απλώς αλγόριθμος, αλλά οικογένεια διεθνών τυποποιήσεων κωδικοποίησης πληροφοριών εικόνας και ήχου σε συμπιεσμένη ψηφιακή μορφή. Η οικογένεια αυτή περιέχει τις τυποποιήσεις κωδικοποίησης ήχου και εικόνας MPEG-1 και 2. Στον MPEG-1 για την περίπτωση του ήχου υπάρχουν τρία επίπεδα, ανάλογα με τη συμπίεση/ροή της πληροφορίας, layer 1 (DCC), Layer 2 (DAB, DVB, Video CD, multimedia, τηλεπικοινωνίες, κ.α.) και layer 3 (επαγγελματικές εφαρμογές, δίκτυα ISDN). Εκτελεί την μικρότερη δυνατή συμπίεση του όγκου δεδομένων και είναι όμως πιθανό να γίνονται αντιληπτές ατέλειες στην ηχητική ποιότητα από κάποιον εκπαιδευμένο ακροατή.

Το σήμα ήχου στους αλγόριθμους MPEG-1 layer 1, MPEG-1 layer 2 χωρίζεται σε 32 ζώνες συχνοτήτων, ενώ στον MPEG-1 layer 3 σε 576 και με τη χρήση ψυχοακουστικών μοντέλων καθορίζεται για κάθε ζώνη ένα κατώφλι ακουστότητας. Τα ψυχοακουστικά μοντέλα των αλγορίθμων αυτών χρησιμοποιούν τις ιδιαιτερότητες της ανθρώπινης ακοής και κυρίως το φαινόμενο της ακουστικής σκίασης.

Ο AC3 (Audio Code no3) είναι ψηφιακός κώδικας συμπίεσης υψηλής ποιότητας και σχεδιάστηκε για πολυκάναλο συμπιεσμένο ψηφιακό ήχο. Εκμεταλλεύεται το φαινόμενο της ακουστική επικάλυψης των ήχων που σημαίνει ότι υποδιαιρεί το ακουστικό φάσμα

σε υποπεριοχές εύρους ανάλογου των κρίσιμων ζωνών του ανθρώπινου αυτιού και απορρίπτει εντελώς τους μη ακουστικούς ήχους. Πετυχαίνει χαμηλές ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων της τάξης των 320 kbit/s(kbps) σε σχέση με άλλους κώδικες. Λόγω της υψηλής ποιότητας ήχου και την ικανότητα να εξυπηρετεί μεγάλη βάση κωδικοποιητών μονοφωνικών, στερεοφωνικών και πολλαπλών καναλιών με μονή ροή bits, η ψηφιακή κωδικοποίηση dolby έγινε ευρύτατα αποδεκτή. Το 1996 η Ομοσπονδιακή Επιτροπή Επικοινωνιών των Ηνωμένων Πολιτειών καθόρισε τις τυποποιήσεις για τη ψηφιακή τηλεόραση και μεταξύ αυτών υιοθέτησε το dolby digital ως ψηφιακή τυποποίηση ήχου.

Ο AAC (Advanced Audio Codec) είναι ο πιο πρόσφατος αλγόριθμος κωδικοποίησης ήχου που μπορεί να δώσει εξαιρετικά υψηλής ποιότητας ήχο σε bitrate 64Kb/sec/κανάλι. Επιτρέπει την κωδικοποίηση έως και 48 καναλιών ήχου και έως και 16 καναλιών χαμηλής συχνότητας για εφέ, ενώ μπορεί να υποστηρίξει πολλές γλώσσες ταυτόχρονα, φωνή πάνω από προγράμματα ήχου και όλα αυτά ενσωματωμένα σε ένα stream.

Το AAC έχει τρεις διαφορετικές όψεις. Την «κύρια», την «χαμηλής πολυπλοκότητας» και την «κλιμακούμενης συχνότητας δειγματοληψίας». Η «κύρια» όψη και απευθύνεται σε εφαρμογές που η υπολογιστική ισχύς και η μνήμη δεν είναι περιορισμένα. Η «χαμηλής πολυπλοκότητας» σε εφαρμογές που ισχύς και μνήμη είναι σε μεγάλη ζήτηση, ενώ η τελευταία είναι έτσι φτιαγμένη ώστε οι αποκωδικοποιητές να έχουν ελάχιστες απαιτήσεις σε μνήμη και ισχύ. Υποκειμενικά τεστ που έγιναν με καλά εκπαιδευμένους ακροατές έδειξαν ότι η συγκεκριμένη κωδικοποίηση δίνει καλύτερη ποιότητα ήχου από οποιαδήποτε άλλη κωδικοποίηση με το μισό μόνο bitrate. Το AAC είναι κομμάτι του MPEG-4 (για τον ήχο η επίσημη φόρμα είναι το AAC, για την εικόνα έχει ταυτιστεί ο divx, όταν τα δυο ενώνονται ενιαία σε ένα αρχείο αποτελεί το mp4). Ουσιαστικά το mp4 είναι ένας container (container είναι ένας "τρόπος" με τον οποίο μπαίνουν πολλά αρχεία και πληροφορίες μέσα σε ένα για να αντιμετωπίσουμε διάφορα προβλήματα).

2.9. Αρχεία Ήχου

Από τη σκοπιά του υπολογιστή, όλα τα αρχεία ανεξαρτήτως κατηγορίας είναι στην ουσία αποθηκευμένα στον σκληρό δίσκο σαν σειρές από bits. Για παράδειγμα, ένα

αρχείο ήχου (έστω mp3) είναι στην ουσία μια οριοθετημένη περιοχή του δίσκου και τρέχοντας έναν player (π.χ. real player) για να ακούσουμε το αρχείο, ο Η/Υ διαβάζει την συγκεκριμένη περιοχή του δίσκου και στέλνει τα δεδομένα στο τμήμα της μνήμης που χειρίζεται ο player. Παρόμοια διαδικασία ακολουθείται για όλες τις κατηγορίες αρχείων.

Ο **AIFF** και **AIFF-C**, είναι format που αναπτύχθηκε από την Apple και είναι το στάνταρ για το λειτουργικό σύστημα Macintosh. Ακρωνύμιο του **A**udio **I**nterchange **F**ile **F**ormat, είναι από τα καλύτερα στην υποστήριξη διαφορετικών αρχιτεκτονικών Η/Υ. Το AIFF είναι επιτρέπει τον καθορισμό αυθαίρετων ρυθμών δειγματοληψίας, βάθους bit, αριθμού καναλιών και επιτρέπει τον καθορισμό μπλοκ χαρακτηριστικών για συγκεκριμένη εφαρμογή που μπορούν να αγνοηθούν από τις υπόλοιπες. Το AIFF-C είναι το AIFF με συμπιεσμένα δείγματα.

Η περίπτωση του **Wave** (.WAV) αναπτύχθηκε από τις IBM και Microsoft και αποτελεί επίσης δημοφιλές πρότυπο ιδιαίτερα όταν πρόκειται για την πρωτότυπη αποθήκευση μιας ηχογράφησης. Διαθέτει πληθώρα από διαφορετικούς τύπους συμπίεσης, αν και ο πιο συνήθης είναι ο ADPCM της Microsoft που παρέχει 4:1 λόγο συμπίεσης. Η ποιότητα του ήχου είναι συνάρτηση της δειγματοληψίας, του βάθους, αν είναι στέρεο ή όχι και ανάλογα διαφέρουν και τα μεγέθη αυτών των αρχείων.

Ένα αρχείο ήχου λοιπόν μπορεί να έχει κατάληξη .WAV, .MP3, .FLAC, .APE, RA, .AAC, κ.τ.λ. ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκει. Αυτό γίνεται για να μπορεί το εκάστοτε λειτουργικό σύστημα να καλεί την σωστή εφαρμογή όταν του ζητούμε να ανοίξει ένα αρχείο. Τα αρχεία αυτά αναγράφουν σε κάποιο σημείο της "υπογραφής" τους και τα χαρακτηριστικά με τα οποία έχει αποθηκευτεί το μέγεθος. Για παράδειγμα, ένα αρχείο που περιέχει ένα ψηφιοποιημένο τραγούδι μπορεί να αναφέρει αν είναι στέρεο ή όχι, με πόσες χιλιάδες πληροφορίες το δευτερόλεπτο ψηφιοποιήθηκε ο πρωτότυπος ήχος (π.χ. 44.100 Hz/sec) και/ή τον τύπο της συμπίεσης που έχει υποστεί κατόπιν προκειμένου να μειωθεί το μέγεθος του αρχείου, (π.χ. MPEG Layer III - MP3).

Υπάρχουν τρεις κατηγορίες τύπων αρχείων ήχου, ανάλογα με τις δυνατότητες:

- Μόνο δεδομένα μουσικής, χωρίς όργανα (Γενικό MIDI)
- Δεδομένα μουσικής + πληροφορίες οργάνων (MIDI+, MOD, XM)
- Ψηφιοποιημένος ήχος (AUDIO), (RA, Wave, MP3)

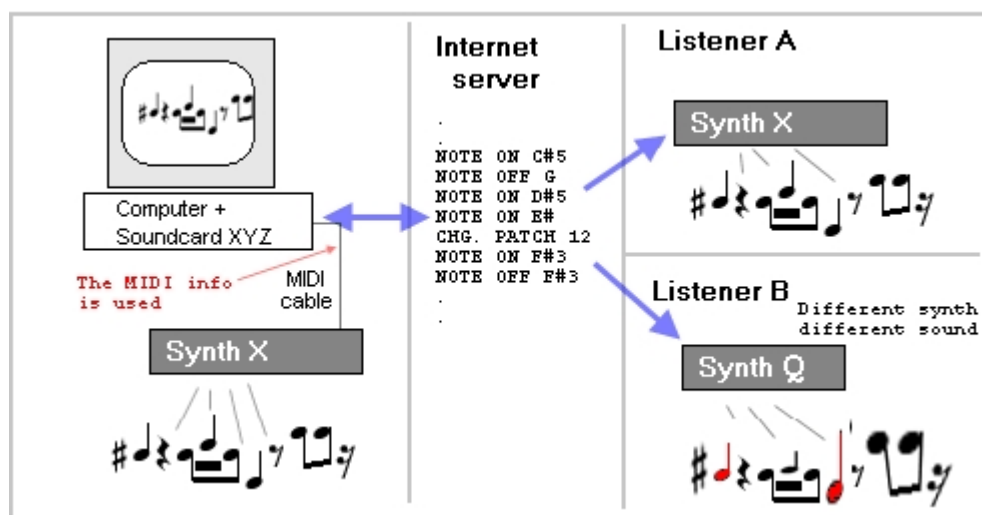
Στην πρώτη κατηγορία, περιλαμβάνονται αρχεία, που στην ουσία είναι οι ψηφιακές παρτιτούρες κάποιας μουσικής σύνθεσης. Στην δεύτερη, έχουμε αρχεία που εκτός από

την παρτιτούρα του κομματιού περιέχουν και πληροφορίες για τα συγκεκριμένα όργανα που πρέπει να ακουστούν. Στην τρίτη και τελευταία γενική κατηγορία περιλαμβάνονται όλα τα αρχεία εκείνα τα οποία περιέχουν πλήρη ψηφιοποιημένο ήχο σαν αυτό που ακούμε σε ένα CD.

2.9.1. Περιγραφή Κατηγοριών Αρχείων Ήχου

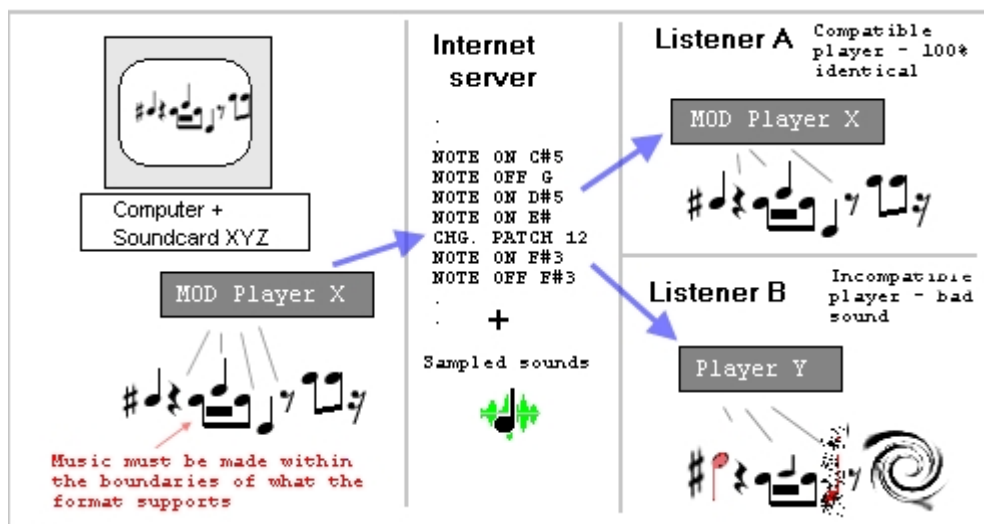
Το MIDI (**M**usical **I**nstrument **D**igital **I**nterface) είναι το πιο διαδεδομένο σχήμα για μουσική αποκλειστικά και αρχικά αναπτύχθηκε για τον έλεγχο των synthesizers μέσω λογισμικού μουσικής εγγραφής (Sequencer). Το MIDI δηλαδή είναι μια ακολουθιακή γλώσσα δεδομένων που αποτελείται από μηνύματα midi που λέγονται γεγονότα (events) και αναφέρεται στον εξ' αποστάσεως έλεγχο και την επικοινωνία ανάμεσα σε ηλεκτρονικά μουσικά όργανα και άλλες συσκευές όπως ηλεκτρονικούς υπολογιστές με Sequencers, ρυθμομηχανές (drum-machines), δειγματολήπτες (samplers), συνθετητές με δυνατότητα μουσικής εγγραφής (Workstation Synthesizer), συσκευές συγχρονισμού κ.ά., ανεξαρτήτως κατασκευαστή.

Στο MIDI αποθηκεύονται μόνο οι πληροφορίες για τις νότες και η μετατροπή σε μουσική γίνεται από τον εξοπλισμό του κάθε παραλήπτη του κομματιού. Διαφορετικές κάρτες ήχου μπορεί να έχουν διαφορετική απόδοση στο ίδιο κομμάτι μουσικής.



Εικόνα 2.5: Αναπαραγωγή MIDI αρχείου από διαφορετικό εξοπλισμό έχει σαν αποτέλεσμα διαφορετική απόδοση

Στην κατηγορία δεδομένα μουσικής + πληροφορίες οργάνων το πιο διαδεδομένο αρχείο είναι MIDI + SBK (Soundfont) που συνήθως πρόκειται για απλό αρχείο Midi που όμως περιέχει και δείγματα ήχων. Επίσης γνωστά είναι και τα αρχεία MOD και όλοι οι απόγονοι του (S3M, XM κ.τ.λ.) που κατάγονται από ένα πρόγραμμα της AMIGA που λεγόταν SoundTracker, ο οποίος ήταν ένας sequencer δειγμάτων ήχων (samples) που «έσωζε» όλο το κομμάτι μαζί με τα samples σε μορφή αρθρωμάτων (modules). Έτσι, ένα module περιέχει τους ξεχωριστούς ήχους-samples, μαζί με μια λίστα που λέει πότε και πώς να παιχθούν. Και σε αυτό το είδος των αρχείων η μετατροπή σε μουσική γίνεται από τον εξοπλισμό του τελικού παραλήπτη. Έτσι ασύμβατα προγράμματα ή κάρτες ήχου μπορεί να έχουν διαφορετικό ηχητικό αποτέλεσμα.



Εικόνα 2.6: Παράδειγμα αναπαραγωγής ενός MOD αρχείου από διαφορετικό εξοπλισμό

Όταν αναφερόμαστε σε αρχεία ψηφιοποιημένου ήχου, εννοούμε ότι έχουμε αποθηκεύσει τον πλήρη ήχο από μια πηγή (στούντιο μουσικής ή ένα CD) και κατόπιν τον έχουμε ή όχι συμπίεσει. Η μετατροπή σε μουσική μεταφέρεται ή αντιγράφεται με την ίδια ποιότητα ή με κατώτερη, ανάλογα με τη συμπίεση που επιλέγεται κατά περίπτωση. Όπως και τα υπόλοιπα αρχεία, έτσι και τα αρχεία ήχου ξεκινούν με μια επικεφαλίδα (Header) η οποία περιέχει πληροφορίες που περιγράφουν τον τύπο (Format) του αρχείου. Χαρακτηριστικά όπως το μήκος λέξης ή βάθος Bit, η συχνότητα δειγματοληψίας, ο αριθμός των καναλιών (μονοφωνικός, στερεοφωνικός) και η συμπίεση αναφέρονται λεπτομερώς στην επικεφαλίδα. Έτσι η εφαρμογή που θα αναπαράγει τον ήχο μπορεί να διαβάσει το αρχείο σωστά.

Στον ψηφιοποιημένο ήχο βρίσκουμε όλους τα γνωστά format ψηφιοποιημένου ήχου και
Κωνσταντίνος Ν. Γαϊτανής 22

συμπίεσης (mp3,wav, κ.τ.λ.) που αναφέραμε προηγουμένως, με μία επίσης κατηγορία. Αυτή των αρχείων με δυνατότητα ροής (stream-able), δηλαδή μεταφορά από έναν υπολογιστή σε έναν άλλο. Ένα τέτοιο αρχείο ήχου από το διαδίκτυο, δεν χρειάζεται να περιμένουμε να μεταφερθεί ολόκληρο στον υπολογιστή μας αλλά η αναπαραγωγή του ήχου ξεκινά αμέσως μόλις μεταφερθεί ένα μέρος του αρχείου, δηλαδή τα πρώτα δευτερόλεπτα μουσικής -αναπαραγωγή σε πραγματικό χρόνο. Ο πρώτος τύπος αρχείων που είχαν αυτή τη δυνατότητα είναι τα αρχεία RealAudio με κατάληξη .ra.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΗΧΟΓΡΑΦΗΣΗ

Μια ηχητική εγγραφή αποτελεί το πρώτο στάδιο κατά το οποίο γίνεται η αρχική ηχογράφιση ενός υλικού σε ένα ή περισσότερα κανάλια. Η διαδικασία που ακολουθείται για εγγραφή μουσικού συνόλου (πάνω από ένα μουσικό όργανο) μπορεί να γίνει είτε ηχογραφώντας όλα τα όργανα μαζί σε ζωντανή εκτέλεση, είτε μια ομάδα μόνο οργάνων που θα αποτελέσει το βασικό υλικό πάνω στο οποίο θα προστεθούν αργότερα και τα υπόλοιπα όργανα ή φωνές. Σε κάθε περίπτωση κάθε ξεχωριστό όργανο ή φωνή τοποθετείται σε ένα αντίστοιχο κανάλι (track).

Τα μέρη κάποιων μουσικών οργάνων που δεν υπάρχουν στην αρχική ηχογράφιση μπορούν να προστεθούν σε ένα δεύτερο στάδιο με εγγραφή νέου υλικού πάνω σε ήδη ηχογραφημένα κανάλια. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή με τον όρο overdubbing (πρόσθετη ηχογράφιση πάνω στην αρχική). Η τεχνική αυτή προϋπήρχε και πριν την μαγνητική εγγραφή όταν και μπορούσε να επιτευχθεί με επανεγγραφή του προηγούμενου υλικού και δίνοντάς του νέο ρόλο στην τελική διαδικασία. Αυτή η μέθοδος όμως, απαιτούσε τουλάχιστον μια επιπλέον δημιουργία αυτού του υλικού, γι' αυτό και δεν έγινε ευρύτερα αποδεκτή.

Στις σύγχρονες εγγραφές, εφαρμόζεται μια διαδικασία γνωστή ως Sel – Sync (Selective Synchronization), που δεν απαιτεί την επαναδημιουργία του υλικού. Μπορούμε όχι μόνο να προσθέτουμε καινούρια κανάλια σε συγχρονισμό με τα προηγούμενα, αλλά και προηχογραφημένα κανάλια να τροποποιηθούν ή να διορθωθούν, όπου είναι απαραίτητο, με στιγμιαία Sel – Sync.

Η διαδικασία overdubbing άλλαξε ριζικά τη δημιουργική διαδικασία της ηχογράφησης. Τα κανάλια της ρυθμικής βάσης (rhythm tracks) μπορούν να ηχογραφηθούν σ' ένα χώρο, τα φωνητικά και κάποια άλλα μουσικά μέρη να προστεθούν αργότερα σ' έναν άλλο χώρο στην άλλη άκρη της γης. Γενικά γίνεται εύκολος ο στόχος να γίνουν πειραματισμοί ή επεμβάσεις σε διάφορα ηχητικά στοιχεία.

Εφόσον τελειώσει η ηχογράφηση όλων των μερών ενός συνόλου και η αποθήκευσή τους σε κανάλια ακολουθεί το στάδιο της μίξης (mix). Στο στάδιο αυτό τα σήματα που είναι αποθηκευμένα σε διάφορες περιοχές του πολυκάναλου κατάλληλου λογισμικού στον Η/Υ μας (ή αντίστοιχα της πολυκάναλης μαγνητοταινίας) γίνεται η επεξεργασία του κάθε μεμονωμένου σήματος που περιλαμβάνει ρύθμιση της στάθμης του, εξισορρόπηση, προσθήκη διαφόρων εφέ και τοποθέτηση στο επίπεδο στερεοφωνικής εικόνας. Στη συνέχεια όλα τα σήματα αναμιγνύονται σε ένα σύνθετο μονοφωνικό ή στερεοφωνικό σήμα το οποίο αποτελεί το ηχογραφημένο προϊόν της όλης διαδικασίας.

3.1. Βασικά Εργαλεία της Ηχογράφησης

Όπως προαναφέραμε, μπορεί πλέον καθένας που διαθέτει Η/Υ να ηχογραφήσει ένα ηχητικό αποτέλεσμα φτάνει να διαθέτει τουλάχιστον ένα μικρόφωνο αλλά και για καλύτερα - κοντά σε επαγγελματικά - αποτελέσματα και μια κονσόλα.

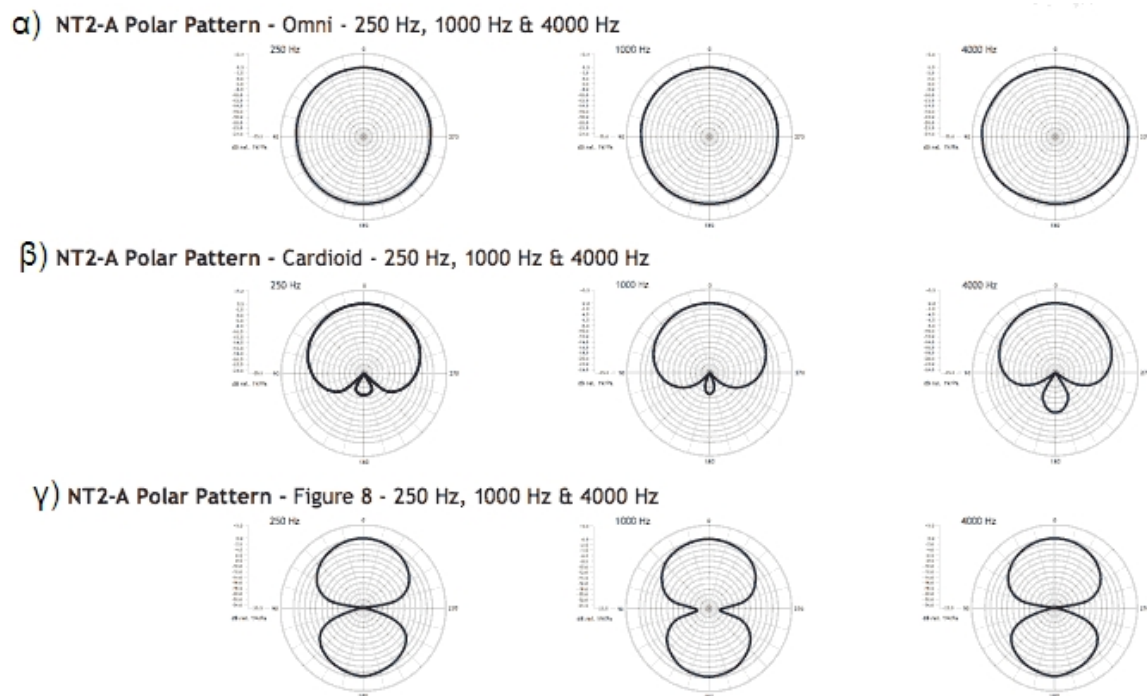
3.1.1. Μικρόφωνα

Ένα μικρόφωνο είναι ένας τύπος μετατροπέα, ο οποίος μετατρέπει μια μορφή ενέργειας σε μια άλλη. Συλλαμβάνει τα ακουστικά κύματα, μιας φωνής ή ενός μουσικού οργάνου, και τα μετατρέπει σε ηλεκτρική ενέργεια όπου μεταφέρεται έπειτα στην επόμενη συσκευή μέσω του μικροφωνικού καλωδίου, ή μέσω ενός ασύρματου συστήματος, το οποίο στέλνει το ακουστικό σήμα χρησιμοποιώντας τα ραδιοκύματα. Στην καρδιά κάθε μικροφώνου υπάρχει ένα διάφραγμα το οποίο τίθεται σε εναλλασσόμενη ταλάντωση από την ενέργεια των κυμάτων και με τη βοήθεια μιας μικρής γεννήτριας μεταβάλλει τις μηχανικές αυτές ταλαντώσεις σε ηλεκτρικό ρεύμα. Γενικά τα μικρόφωνα πρέπει να είναι καλής ποιότητας έτσι ώστε να εξασφαλίζουν την πιστότερη μετατροπή του ακουστικού κύματος σε ηλεκτρικό σήμα.

Ως προς την πρακτική απόδοση των μικροφώνων έχουμε το **παντοκατευθυντικό** (OMNIDIRECTIONAL), όπου ο ήχος συλλέγεται ομοιόμορφα από όλες τις κατευθύνσεις, το **δικατευθυντικό** («δύο κατευθύνσεων, BI – DIRECTIONAL), που ενεργοποιείται προς τους ήχους που προέρχονται από μπρος ή πίσω τους και το **κατευθυντικό** ή αλλιώς **μονοκατευθυντικό** (UNIDIRECTIONAL) που χαρακτηρίζεται από τον ήχο που

προέρχεται μονάχα από μπροστά.

Ως προς την πολική απόκριση τώρα, την μετράμε σε ειδικά στούντιο στα οποία δεν υπάρχει αντίλαλος (ANECHOIC CHAMBER) και μετρίεται κινώντας το μικρόφωνο κυκλικά κρατώντας παράλληλα σταθερά την ηχητική πηγή σε ένταση και θέση.



Εικόνα 3.1: Βασικά πολικά διαγράμματα μικροφώνων α) παντοκατευθυντικό, β) μονοκατευθυντικό, γ) δικάτευθυντικό

Το μονοκατευθυντικό διάγραμμα συνήθως αναφέρεται ως **καρδιοειδές** από το σχήμα της καρδιάς που παρουσιάζει και το δικάτευθυντικό ως **figure-of-8** (φιγούρα 8) για τον ίδιο λόγο (εικόνα 3.1).

Έχουμε τρεις τύπους μικροφώνων, τα **δυναμικά** (DYNAMIC), τα **ταινίας** (RIBBON) και τα **πυκνωτικά** (CONDENSER) τα οποία μετατρέπουν τη φυσική ηλεκτρική ενέργεια σε ηλεκτρική.

Το δυναμικό μικρόφωνο αποτελείται από το κυρίως σώμα και την κάψα, όπου πίσω και πάνω στο διάφραγμα που βρίσκεται μέσα σε αυτή, υπάρχει ένα πηνίο που αιωρείται σε μόνιμο μαγνητικό πεδίο, γι' αυτό και ονομάζεται επίσης μικρόφωνο κινητού πηνίου. Με το που «πέφτουν» τα ηχητικά κύματα πάνω του αρχίζει το διάφραγμα να παράγει ταλαντώσεις, κάνοντας με τον τρόπο αυτό το πηνίο να κινείται ανάμεσα στις σταθερές γραμμές της μαγνητικής ροής που τροφοδοτείται από τον μαγνήτη. Αυτές οι κινήσεις

του πηγίου παράγουν μικροφωνικό ρεύμα μέσα στο σύρμα που μεταφέρεται από την έξοδο του μικροφώνου.



Εικόνα 3.2: Ένα δυναμικό μικρόφωνο

Τα πλεονεκτήματα των δυναμικών μικροφώνων είναι:

- Η μη ύπαρξη εξωτερικής πηγής τροφοδοσίας.
- Η μεγάλη ευαισθησία.
- Η πολύ καλή πιστότητα.
- Είναι ανεπηρέαστα από τις εξωτερικές συνθήκες.
- Παρουσιάζουν κυκλικό πολικό διάγραμμα.
- Δεν επηρεάζονται από τη χρήση μεγάλου μήκους καλωδίων σύνδεσης και γι' αυτό προτιμούνται στις μικροφωνικές εγκαταστάσεις.

Τα μειονεκτήματα από την άλλη έχουν ως εξής:

- Απαιτήση μετασχηματιστή προσαρμογής.
- Πολύ μικρή εσωτερική αντίσταση.
- Στις υψηλές συχνότητες εμφανίζουν μία μεγάλη κατευθυντικότητα στο μπροστινό μέτωπο του πολικού διαγράμματος.

Τα μικρόφωνα ταινίας, είναι σαν τα δυναμικά με τη διαφορά ότι χρησιμοποιούν μια ευαίσθητη ταινία, τοποθετημένη κάθετα στη ροή ενός μαγνητικού πεδίου και ενεργοποιείται βαλλόμενη από τα ηχητικά κύματα. Αυτό το «σφυροκόπημα» των ηχητικών κυμάτων μετατρέπει την τάση σε σήμα εξόδου. Λειτουργεί δηλαδή βάση της

αρχής της μαγνητικής επαγωγής. Τα μικρόφωνα ταινίας είναι κατευθυντικά, έχουν μικρή εσωτερική αντίσταση και χρειάζονται μετασχηματιστή προσαρμογής.

Τα μικρόφωνα ταινίας διακρίνονται σε:

- Μικρόφωνα πίεσης: Αν τα ηχητικά κύματα πιέζουν μόνο τη μία πλευρά της ταινίας, η δόνηση της θα είναι ανάλογη της πίεσης. Παρουσιάζουν μία έμφαση της καμπύλης απόκρισης στις υψηλές συχνότητες με αντίστοιχη μείωση στις χαμηλές.
- Μικρόφωνα ταχύτητας: Αν τα ηχητικά κύματα προσπίπτουν και στις δύο πλευρές της ταινίας, η συνολική πίεση θα είναι η διαφορά των δύο πιέσεων (εμπρός-πίσω), οπότε η τάση που θα αναπτυχθεί θα είναι ανάλογη της ταχύτητας κίνησης της ταινίας. Παρουσιάζουν ομοιόμορφη απόδοση. Η διάκριση τους σε πίεσης και ταχύτητας εξαρτάται από τον κατασκευαστή της ταινίας του αλουμινίου και από τον τρόπο πρόσπτωσης των ηχητικών κυμάτων στην ταινία.



Εικόνα 3.3: Ένα μικρόφωνο ταινίας

Τα πυκνωτικά μικρόφωνα (καλούνται και μικρόφωνα χωρητικότητας) λειτουργούν με βάση τις αρχές της ηλεκτροστατικής. Αποτελούνται και αυτά από το κυρίως σώμα και την κάψα, μέσα όμως υπάρχουν δύο διαφράγματα όπου το ένα είναι κινητό και το άλλο σταθερό. Στα μικρόφωνα αυτά χρησιμοποιείται ένα τροφοδοτικό συνεχούς ρεύματος που παρέχει μια πολική τάση για πυκνωτή του οποίου η χωρητικότητα προσδιορίζεται από την έκθεση και την επιφάνεια των διαφραγμάτων (τα οποία είναι σταθερής αξίας), το υλικό που υπάρχει μεταξύ τους (αέρας) και από την απόστασή τους (η οποία μεταβάλλεται ανάλογα με την ηχητική πίεση). Όταν η απόσταση μεταξύ των πλακών ελαττωθεί η χωρητικότητα αυξάνεται και όταν η απόσταση αυξηθεί η χωρητικότητα ελαττώνεται. Επειδή είναι σχετικά απλά στη δομή τους αποτελούν την επιλογή των

τεχνικών, όπου επιθυμείται ομοιόμορφη και εκτεταμένη απόκριση.



Εικόνα 3.4: Ένα πυκνωτικό μικρόφωνο

Τα πλεονεκτήματα των πυκνωτικών μικροφώνων είναι:

- Η υψηλή πιστότητα τους.
- Η πολύ καλή απόκριση στις υψηλές συχνότητες.
- Η χρήση τους σε μόνιμες εγκαταστάσεις (συνέδρια).
- Η χρήση τους σε μετρήσεις ακριβείας.
- Το μικρό βάρος και ο μικρός όγκος.

Ενώ τα μειονεκτήματα:

- Η μεγάλη τους αντίσταση.
- Η μικρή ευαισθησία.
- Το υψηλό κόστος.
- Η ανάγκη παροχής τάσης στο μικρόφωνο.

Επίσης, προκειμένου να έχουμε σωστή λήψη ήχων έχουμε και τα «Αντιανέμια» (WINDSCREENS) μικρόφωνα που τοποθετούνται πάνω στα μικρόφωνα εμποδίζοντας να περάσει ο ήχος του αέρα, ενώ τα SHOCK MOUNTS (αντικραδασμικά υλικά) χρησιμεύουν για «εξαφανίζουν» τους ενοχλητικούς ήχους (ειδικό για στούντιο που βρίσκονται σε περιοχές έντονης κυκλοφοριακής κίνησης).



Εικόνα 3.5: Ένα Windscreen και ένα Shock Mount αντίστοιχα σε μικρόφωνα

Τέλος, να αναφέρουμε και άλλα λιγότερο γνωστούς τύπους μικροφώνων όπως μικρόφωνα άνθρακα, κρυσταλλικά μικρόφωνα, μικρόφωνα επαφής και τα γνωστά μικρόφωνα «Λαβαβιέρ» (LAVALIER) γνωστά και σαν «ψείρες» λόγω του μικρού τους μεγέθους που διευκολύνουν κυρίως τους δημοσιογράφους, παρουσιαστές και συνεντευξιαζόμενους που τα τοποθετούν στο μπροστινό μέρος των ρούχων τους στο ύψος του στήθους τους.

Ο μηχανικός ηχογράφησης πρέπει να γνωρίζει τα βασικά όρια της απόδοσης ενός μικροφώνου καθώς και τα γενικά ηλεκτρικά του χαρακτηριστικά. Η **αντίσταση** (impedance) του μικροφώνου είναι το μέτρο της εσωτερικής πηγής αντίστασης και οι συνήθεις αξίες είναι της τάξης 50 έως 200Ωhms, γνωστά ως μικρόφωνα χαμηλής αντίστασης που αποτελούν τον κύριο όγκο των επαγγελματικών μικροφώνων. Εφόσον μάλιστα οδηγούνται σε προενισχυτές με αντίσταση εισόδου της τάξης των 3.000Ωhms,σπάνια δημιουργούνται προβλήματα παρεμβολών και υπερφόρτωσης του μικροφώνου.

Ο τεχνικός καλείται να γνωρίζει και την **μέγιστη στάθμη ηχητικής πίεσης** (max dB SPL) στην οποία μπορεί να λειτουργήσει το μικρόφωνο. Σαν στάθμη αναφοράς χρησιμοποιείται η στάθμη ηχητικής πίεσης, όπου η συνολική αρμονική παραμόρφωση (THD) που εμφανίζεται, είναι της τάξης του 0,5%.

Επίσης, πρέπει να γνωρίζει τον **ηλεκτρικό θόρυβο** χαμηλής στάθμης που παράγει το

ίδιο το μικρόφωνο. Στην περίπτωση πυκνωτικών μικροφώνων, ο ενδογενής θόρυβος που παράγεται από το μικρόφωνο αναγράφεται σαν ισοδυναμική ακουστική μέτρηση σε dB(A). Τα επαγγελματικά πυκνωτικά μικρόφωνα εμφανίζουν επίπεδα θορύβου (noise floors) από 10dB(A) μέχρι 16dB(A) περίπου.

Γενικά για την καλή χρήση των μικροφώνων καλό είναι να έχουμε υπόψη τα παρακάτω:

- 1 Αποφεύγουμε την υπερφόρτωση με διάφορες τεχνικές επεμβάσεις.
- 2 Τα προστατεύουμε με «αντικείμενα» και «αντιδονητικά» πλαίσια.
- 3 Ελέγχουμε πάντα αν οι μικροφωνικές γραμμές έχουν προκάλυμμα.
- 4 Να μην υπάρχει αναστροφή ηλεκτρικής φάσης στις διόδους του σήματος.
- 5 Χρησιμοποιούμε πάντα ένα μικρόφωνο, εφόσον η τοποθέτηση ενός δεύτερου είναι περιττή.
- 6 Μεριμνούμε στο να μην προκαλούμε υπερφόρτιση στη μικροφωνική γραμμή.

Σχετικά με την τοποθέτησής τους για την σύλληψη των ήχων, είτε από πρόσωπο είτε από όργανο είτε από ορχήστρα, δεν υπάρχουν τέτοιου είδους ακριβείς θέσεις δεδομένου ότι οι χώροι διαφέρουν μεταξύ τους στις αποστάσεις και στα «σημεία» απορρόφησης του ήχου. Οι μέθοδοι αυτοί τοποθέτησής τους μαθαίνονται συνεχώς με την εμπειρία των ηχογραφήσεων. Ένα μικρόφωνο πρέπει να επιλέγεται και να τοποθετείται έτσι ώστε να λαμβάνεται επαρκής στάθμη σήματος από την επιθυμητή ακουστική πηγή, ενώ ταυτόχρονα να εξασφαλίζεται ότι η θέση και η επιλογή του μικροφώνου διαχωρίζουν, όσο το δυνατόν περισσότερο, ανεπιθύμητους θορύβους. Όμως, βασικές αρχές σωστής τοποθέτησης των μικροφώνων είναι δυνατόν να έχουμε.

3.1.2. Κονσόλες

Η αρχή λειτουργίας μιας κονσόλας ελέγχου του ήχου είναι να συλλέγει στην είσοδο της μια σειρά σημάτων και προσδιορίζει (για το καθένα ξεχωριστά) τη στάθμη και την πανοραμική τους θέση στη στερεοφωνική της έξοδο. Είναι ουσιαστικά ένας μίκτης που παρέχει στον ηχολήπτη πλήθος δυνατοτήτων επεξεργασίας και δρομολόγησης (routing) των σημάτων αυτών. Ελέγχει και ρυθμίζει την ένταση, την ανάμιξη και την τοποθέτηση στο πεδίο της «στερεοφωνικής εικόνας» όλων των σημάτων που εισέρχονται στις εισόδους της μέσω μικροφώνων, μουσικών οργάνων ή συστημάτων αναπαραγωγής ήχου. Δίνεται επίσης η δυνατότητα στον ηχολήπτη να στέλνει τα παραπάνω σήματα σε

ανάλογα συστήματα αποθήκευσης ή/και αναπαραγωγής (σκληρούς δίσκους, μαγνητόφωνο, μόνιτορ κ.α.).

Γενικά σχεδιάζονται για να καλύπτουν τις παρακάτω λειτουργίες:

- Διακλάδωση των διαφόρων ηχητικών πηγών: Η διακλάδωση των ηχητικών πηγών γίνεται με τη βοήθεια ενός πίνακα διακλάδωσης, του οποίου η βασική λειτουργία είναι η οδήγηση των ηχητικών πηγών (μικρόφωνα, κασετόφωνο, κ.τ.λ.) προς και από τα διάφορα τμήματα των συσκευών. Η διακλάδωση γίνεται με τη χρήση αγωγών και βυσμάτων ή με τη χρήση Η/Υ.
- Επεξεργασία των σημάτων εισόδου.
- Μίξη των ηχητικών σημάτων.
- Ποιοτικό έλεγχο των ηχητικών σημάτων: Οι κονσόλες ήχου έχουν διάφορα ρυθμιστικά, που επηρεάζουν το χαρακτήρα των ηχητικών σημάτων. Τα σπουδαιότερα ρυθμιστικά του ελέγχου της ποιότητας του ήχου είναι ο εξισωτής (equalizer - Αυξάνει ή μειώνει επιλεγμένες περιοχές συχνοτήτων μεταβάλλοντας το χαρακτήρα της ακουστικής πληροφορίας) και διάφορα φίλτρα αποκοπής ζώνης συχνοτήτων (τα φίλτρα αυτά μειώνουν δραστικά τη στάθμη περιοχής συχνοτήτων).
- Επεξεργασία των σημάτων εξόδου: Μονάδα στην οποία έρχονται τα επεξεργασμένα σήματα και τα οποία οδηγούνται στη γραμμή εξόδου. Εδώ γίνεται ο τελικός έλεγχος της στάθμης του παραγόμενου ηχητικού σήματος, ο οποίος μπορεί να ρυθμιστεί με το κεντρικό ποτενσιόμετρο (masterpot.). Η παρακολούθηση της στάθμης αυτής γίνεται από ένα βολτόμετρο.
- Παρακολούθηση της στάθμης των ηχητικών σημάτων.

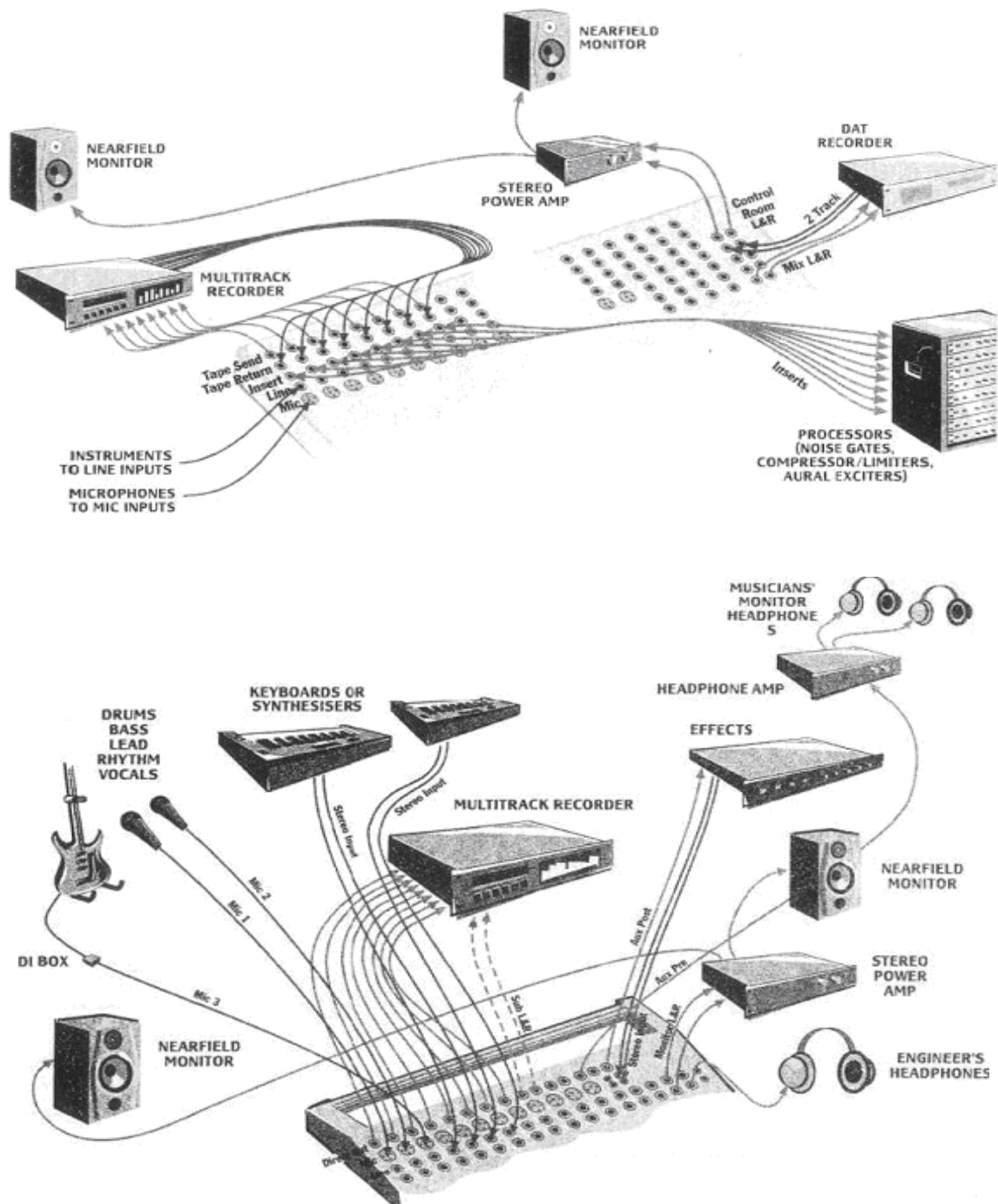
Υπάρχουν πολλών ειδών κονσόλες και συνεχώς αναπτύσσονται τεχνολογικά. Μια κονσόλα αποτελείται από τα 3 βασικά μέρη. Το «Τμήμα Εισόδου» (INPUT SECTION), το «Τμήμα Εξόδου» (OUTPUT SECTION) και το «Τμήμα Μόνιτορ» (MONITOR SECTION).

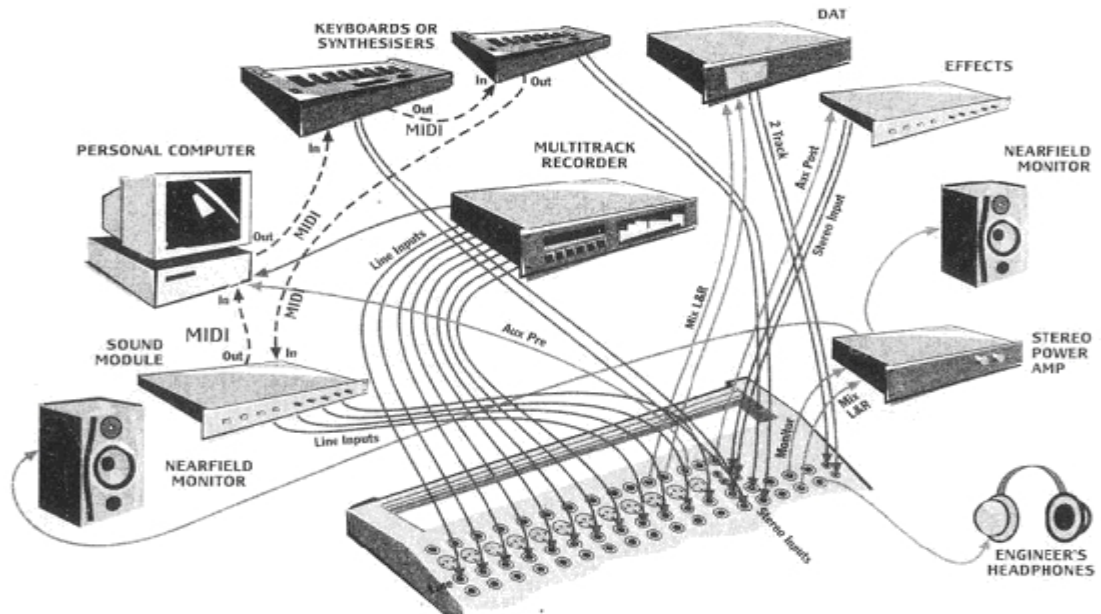
Το «Τμήμα Εισόδου» περιλαμβάνει την «επεξεργασία σήματος εισόδου» και τον «έλεγχο στάθμης σήματος εισόδου» (INPUT SIGNAL LEVEL CONTROL) όπου το κάθε σήμα εισόδου δρομολογείται στην επιθυμητή έξοδο.

Το «Τμήμα Εξόδου» περιλαμβάνει τον «διάδρομο εξόδου» (OUTPUT BUS), όπου διάδρομο νοείται το μήκος μιας μπάρας που χρησιμοποιείται σαν μια κεντρική τροφοδοτική γραμμή και τον «έλεγχο στάθμης εξόδου» (OUTPUT BUS LEVEL

CONTROL) όπου τα σύνθετα σήματα συνδυάζονται και δρομολογούνται σε διαφορετική ομάδα εξόδων.

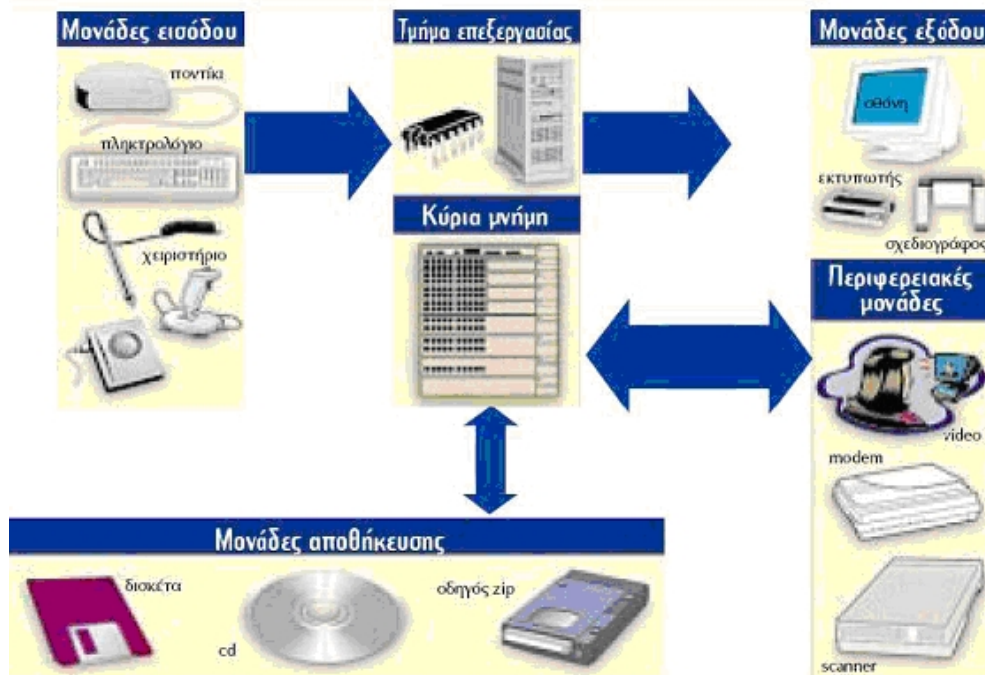
Το «Τμήμα Μόνιτορ» περιλαμβάνει την «παρακολούθηση ηχείων» (LOUDSPEAKER MONITORING), όπου ο ηχολήπτης είναι σε θέση να ακούει διάφορα σήματα εκτός ηχογραφημένου συνόλου και με τη στάθμη που το καθένα έχει ηχογραφηθεί, τη «σόλο λειτουργία» (SOLO FUNCTION), όπου ο ηχολήπτης και χωρίς να επηρεάσει την διαδικασία της ηχογράφησης μπορεί να ακούσει κάποια έξοδο ενός καναλιού για να πετύχει κάποιο αποτέλεσμα.





Εικόνα 3.6: Τυπικά σχεδιαγράμματα συνδεσμολογίας κονσόλας ελέγχου του ήχου με εισόδους (μικρόφωνα ,μουσικά όργανα) και εξόδους (ενισχυτές, ηχεία, data recorders) αλλά και επεξεργαστές σήματος (equalizers, compressors).

3.1.3. Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές (Η/Υ)

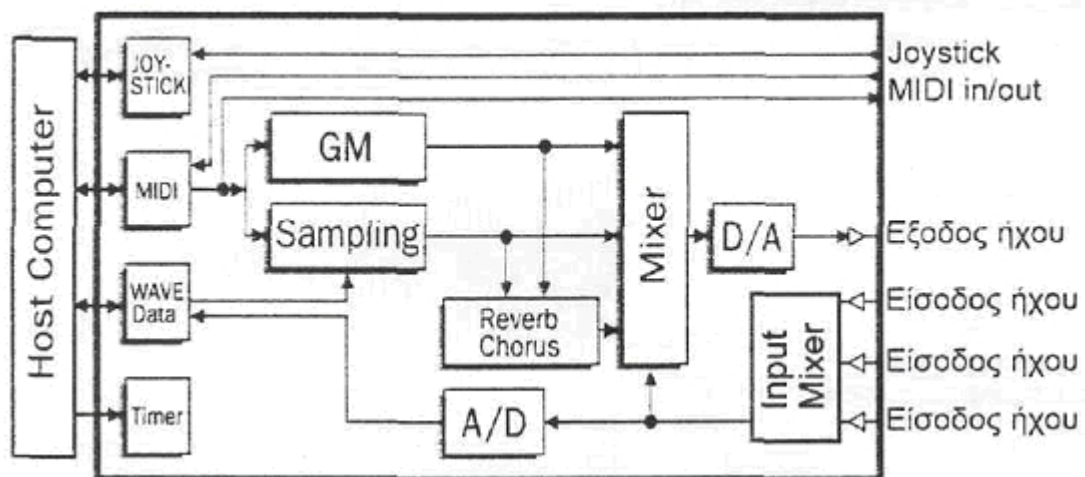


Εικόνα 3.7: Δομή λειτουργίας ενός Η/Υ

Ένας σύγχρονος ηχολήπτης δεν είναι δυνατόν να μην γνωρίζει ηλεκτρονικό υπολογιστή και αυτό λόγω του ψηφιακού μοντάζ όπου μπορεί να κάνει τα πάντα και είναι σε θέση να κερδίσει χρόνο μεγάλο σε σχέση με το αναλογικό μοντάζ.

Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι η διαδικασία αυτή του μοντάζ θυμίζει τον γνωστό κειμενογράφο που χρησιμοποιούμε στα Windows, το Word, όπου έχοντας ολοκληρώσει το κείμενο μπορούμε να προβούμε σε διορθώσεις με διαγραφή, αντιγραφή, αποκοπή, επικόλληση, συμπλήρωση, ανά πάσα στιγμή. Έτσι και σε ένα ηχογραφημένο σύνολο μπορούμε να προβούμε σε ανάλογες ενέργειες.

Για εγγραφή και αναπαραγωγή του ήχου στον ηλεκτρονικό υπολογιστή είναι απαραίτητη η ύπαρξη μιας κάρτας ήχου. Πρόκειται για μια πλακέτα με ηλεκτρονικά εξαρτήματα που τοποθετείται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή και μας δίνει τη δυνατότητα να συνδέσουμε μικρόφωνα, μουσικά όργανα, ηχεία, κ.α. Ένα τυπικό σχεδιάγραμμα μιας απλής κάρτας ήχου φαίνεται στη παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 3.8: Δομή μιας κάρτας ήχου για Η/Υ

Κάθε περιφερειακό σύστημα που χρησιμοποιείται από Η/Υ χρειάζεται έναν driver (οδηγητή) που να εξασφαλίζει την επικοινωνία του με το λειτουργικό σύστημα, όπως με τις κάρτες ήχου (εσωτερικές ή εξωτερικές). Οι περισσότερες κάρτες ήχου σήμερα συνοδεύονται από ένα συνονθύλευμα επιλογών γνωστά με τα ονόματα ASIO, DirectSound, EASI, GSIF, MME και WDM, ενώ η επιλογή της κατάλληλης καθορίζεται από το μουσικό πρόγραμμα που χρησιμοποιείται.

Η πιο διαδεδομένη είναι η ASIO (Audio Stream Input Output), που προτιμάτε από αρκετούς κατασκευαστές μουσικών εφαρμογών και η οποία αναπτύχθηκε αρχικά από

την εταιρεία Steinberg ως οδηγός για την επιτυχημένη εφαρμογή της Cubase και με γνώμονα την μίξη πολλών αρχείων ήχου σε πραγματικό χρόνο προκειμένου να εξασφαλιστούν οι ικανές και οι αναγκαίες συνθήκες για την κάλυψη των σύγχρονων μουσικών αναγκών. Ο οδηγός παρακάμπτει μεγάλο μέρος του λειτουργικού συστήματος του Η/Υ, συγκρινόμενος με τους οδηγούς MME και DirectSound της Microsoft (συναντάτε σε Η/Υ με λειτουργικό σύστημα Windows) και εξασφαλίζει αισθητά μικρότερης χρονικής διάρκειας λανθάνοντα χρόνο.

3.2. Στούντιο

Στα επαγγελματικά πλαίσια μιας ηχογράφησης, αυτή πραγματοποιείται σε στούντιο ειδικά διαμορφωμένο για αυτή την περίπτωση. Ένας τέτοιος χώρος μπορεί να είναι χώρος για ηχογράφηση καλλιτεχνών και συγκροτημάτων, χώρος για παραγωγή ραδιοφωνικών παραγωγών και λοιπών ενημερωτικών εκπομπών ή χώρος παραγωγής διαφημιστικών σποτ και παραγωγής CD. Ένα στούντιο ηχογραφήσεων αποτελείται από τον χώρο ηχοληψίας και τον χώρο ελέγχου (control room).

Ο χώρος ηχοληψίας είναι ένας χώρος με προσεκτικά μελετημένη ακουστική, τέτοια ώστε οι διάφοροι ήχοι που παράγονται να μπορούν να καταγραφούν πιστότερα σε μέσα καταγραφής με τη βοήθεια μετατροπέων (transducers). Το είδος της μουσικής για το οποίο προορίζεται να ηχογραφηθεί έχει σημασία μιας και καθορίζει το μέγεθος του χώρου αυτού αφού άλλον χώρο χρειάζονται για μια ροκ/ποπ μπάντα (σχετικά μικρό μέγεθος) και άλλον για ένα μεγαλύτερο μουσικό σύνολο. Από το είδος της μουσικής επίσης καθορίζεται και η ελάχιστη τιμή της στάθμης θορύβου (Background noise) καθώς και από τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται. Κατά τον σχεδιασμό ενός στούντιο ηχογραφήσεων υπολογίζεται μια μέση τιμή της στάθμης θορύβου η οποία ελάχιστα μπορεί να μεταβληθεί μετά την κατασκευή του χώρου.

Ο χώρος ελέγχου χρησιμοποιείται σαν ιδανικό περιβάλλον ακρόασης. Μέσα σε αυτόν βρίσκονται οι περισσότερες ηλεκτρονικές συσκευές ενός στούντιο ηχογραφήσεων.



Εικόνα 3.9: Σύγχρονο control room (χώρος ελέγχου) ενός στούντιο ηχογράφησης

Βασικό στοιχείο στον σχεδιασμό ενός στούντιο είναι η εφαρμογή αποτελεσματικών τεχνικών ηχομόνωσης ώστε να ελαττώνεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα ο εξωτερικός θόρυβος που μεταδίδεται στο εσωτερικό του, είτε μέσω αέρα είτε μέσω στερεών υλικών (τοίχοι, μέλη της οικοδομής, κ.λ.π.).

Με τον όρο ηχομόνωση εννοούμε την απομόνωση του χώρου μας από εξωτερικούς ήχους, αλλά και την εμπόδιση των εσωτερικών ήχων να βγουν προς τα έξω.

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται συνήθως για την ηχομόνωση τέτοιων χώρων είναι η κατασκευή διπλών τοίχων, πατώματος και οροφής. Το κενό που δημιουργείται ανάμεσα στις εσωτερικές και εξωτερικές επιφάνειες υπάρχει ελαστικό ηχομονωτικό υλικό ή αέρας. Ανάλογες απαιτήσεις υψηλής ακουστικής αντίστασης έχει και ο τοίχος που χωρίζει τον χώρο ηχοληψίας από τον χώρο ελέγχου, στο κέντρο όπου υπάρχει παράθυρο με πολλαπλό κρύσταλλο έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η οπτική επαφή μεταξύ των δύο χώρων. Μέτρα ηχομόνωσης λαμβάνονται επίσης για τις πόρτες των χώρων ηχοληψίας και ελέγχου.

3.2.1. Ακουστική ποιότητα

Η ακουστική ποιότητα ενός στούντιο ηχογραφήσεων διαμορφώνεται από παράγοντες όπως η σχετική ισορροπία των συστατικών του ήχου, η αντήχηση, η απορρόφηση, κ.α. Βασική προϋπόθεση σωστής λειτουργίας είναι οι διάφορες συχνότητες ενός ηχητικού κύματος να διατηρούν τα σχετικά επίπεδα εντάσεών τους. Με άλλα λόγια, θα πρέπει ο χώρος να έχει ευθεία απόκριση σ' όλο το φάσμα των ακουστικών συχνοτήτων, ώστε να μην προσθέτει ανεπιθύμητους «χρωματισμούς» στον ήχο.

Ένα φαινόμενο που επιδρά αρνητικά στην καλή ακουστική των χώρων είναι αυτό των στάσιμων κυμάτων και οφείλεται συνήθως στην ύπαρξη παράλληλων αντανακλαστικών επιφανειών. Το φαινόμενο αυτό συντελεί στην ενίσχυση συγκεκριμένων περιοχών του ακουστικού φάσματος.

Μια μέθοδος για την διόρθωση της ακουστικής απόκρισης των χώρων ηχοληψίας και ελέγχου είναι η μελετημένη τοποθέτηση ηχοαπορροφητικών υλικών στις επιφάνειές τους. Με τον όρο ηχοαπορρόφηση εννοούμε τις τεχνικές και τα υλικά που χρησιμοποιούμε έτσι ώστε να εξαλείψουμε διάφορα ανεπιθύμητα φαινόμενα που συναντάμε στον ήχο όπως για παράδειγμα είναι η ηχώ. Με τον τρόπο αυτό γίνεται δυνατή η εξάλειψη ενός ποσοστού ενέργειας από περιοχές συχνοτήτων του ακουστικού φάσματος, που λόγω ανακλάσεων προκαλούν προβλήματα στην ομαλή ακουστική απόκριση του χώρου.

Τέλος, ένας σημαντικός παράγοντας σωστής λειτουργίας ενός στούντιο ηχογράφησης είναι ο βαθμός αντιληπτότητας και διακριτότητας των ήχων στον χώρο ηχοληψίας και ιδιαίτερα στις θέσεις τοποθέτησης των μικροφώνων. Ο βαθμός αυτός σχετίζεται άμεσα με τη διαμόρφωση των σταθερών αντήχησης (T60) όλων των συχνοτήτων του ακουστικού φάσματος.

Με τη χρησιμοποίηση πάντως διάφορων τεχνικών είναι δυνατή και μέσα σε κάποια όρια η μεταβολή της ακουστικής συμπεριφοράς του χώρου ηχοληψίας. Η μεταβολή αυτή πετυχαίνεται μέσω της αλλαγής του συντελεστή απορρόφησης των επιφανειών του χώρου και κατά συνέπεια του χρόνου αντήχησης. Μεταβολή του συντελεστή απορρόφησης των διαφόρων επιφανειών μπορεί επίσης να επιτευχθεί και με χρησιμοποίηση κουρτινών και μοκέτας.

3.3. Αναλογική και Ψηφιακή Ηχογράφηση

Οι πρώτες προσπάθειες μαγνητικής ηχογράφησης έγιναν στα τέλη του 18^{ου} αιώνα αλλά οι πρακτικές ευκολίες που παρείχε δεν έγιναν εμφανείς παρά μετά τον 2^ο παγκόσμιο πόλεμο. Οι πρακτικές αυτές της ηχογράφησης αναπτύχθηκαν γύρω από την ευελιξία της πολυκάναλης ταινίας ηχογράφησης και την ευχέρεια επέμβασης στη συνένωση πολλών διαφορετικών ή διορθωτικών λήψεων.



Εικόνα 3.10: Αναλογικό μαγνητόφωνο

Η παραπάνω εικόνα απεικονίζει τα βασικά στοιχεία ενός αναλογικού μαγνητοφώνου. Η ταινία οδηγεί πρώτα στην κεφαλή διαγραφής (erase head), όπου οποιαδήποτε κατάλοιπα από προηγούμενα σήματα διαγράφονται, καθώς εφαρμόζεται στη μαγνητική επίστρωση της ταινίας μια υψίσυχνη τάση πόλωσης (bias signal). Στη συνέχεια περνά από την κεφαλή εγγραφής (record head) όπου εφαρμόζεται το ακουστικό σήμα μαζί με την πόλωση bias. Καθώς η ταινία εγγράφεται μπορεί ταυτόχρονα να αναπαραχθεί από την κεφαλή αναπαραγωγής (playback head) για τον έλεγχο της εγγραφής. Η ταινία φυσικά μπορεί να διορθωθεί, να μονταρισθεί, να παιχτεί ξανά αργότερα και να αντιγραφεί σε άλλα μέσα.

Με τον αναλογικό τρόπο αποθήκευσης μιας πληροφορίας υπάρχουν σοβαρά μειονεκτήματα. Κάθε εγγραφή αλλοιώνεται, υποβαθμίζοντας έτσι την ποιότητα αποθήκευσης από την ποιότητα της πηγής. Αυτό συμβαίνει διότι η πληροφορία για να αποθηκευτεί περνάει μέσα από αναλογικά μέσα μεταφοράς δεδομένων και χάνει έτσι κάποια στοιχεία που χαρακτηρίζουν την πληροφορία της πηγής. Το ίδιο και αν η υποβαθμισμένη πληροφορία επεξεργαζόταν ξανά και αποθηκευόταν, η απώλεια από την αρχική πληροφορία είναι ακόμα μεγαλύτερη. Καταλαβαίνουμε έτσι ότι τα αναλογικά μέσα δεν επαρκούν για την σωστή επεξεργασία και αποθήκευση μιας πληροφορίας. Επίσης, το μαγνητικό μέσο στο οποίο αποθηκευόταν έχει ένα μικρό όριο ζωής και εκτός των άλλων είναι και ιδιαίτερα ευπαθές.

Χρησιμοποιώντας από την άλλη οπτικά μέσα αποθήκευσης το αποτέλεσμα είναι εντυπωσιακό, μιας και κάθε πληροφορία όσες φορές και να επεξεργαστεί δεν αλλοιώνεται, αλλά αν θέλουμε αναβαθμίζεται κιόλας.

Η ψηφιακή εγγραφή λαμβάνει δείγματα από το ακουστικό σήμα σε ακριβή χρονικά διαστήματα και ορίζει έναν αριθμό που αντιπροσωπεύει την τιμή εύρους του δείγματος εκείνη τη συγκεκριμένη στιγμή. Αυτοί οι αριθμοί είναι που αποθηκεύονται - και όχι το ίδιο το σήμα - και μπορούν να αντιγραφούν σε πολλά διαδοχικά αντίγραφα και για όσο μπορούν να διαβαστούν με ακρίβεια, το σήμα μπορεί να ανακτηθεί χωρίς σταδιακή εξασθένηση.

Βασικοί παράμετροι σ' ένα σύστημα ψηφιακής εγγραφής είναι η **συχνότητα της δειγματοληψίας** (sampling rate) και η **κβαντοποίηση** του σήματος (signal quantizing). Αν η συχνότητα δειγματοληψίας μιας εγγραφής είναι π.χ. 44.1 KHz τότε το ανώτατο όριο απόκρισης του συστήματος είναι 22.05 KHz, ή αλλιώς στο μισό της συχνότητας δειγματοληψίας.

Η κβαντοποίηση είναι η διαδικασία της αντιστοίχισης ενός αριθμού σε κάθε δείγμα του σήματος, που στον ψηφιακό κόσμο χρησιμοποιείται το δυαδικό σύστημα με τις αριθμητικές τιμές 0 και 1.

Η ηχογράφηση ψηφιακού σήματος αφορά τα όργανα που για να λειτουργήσουν χρειάζονται ηλεκτρικό ρεύμα (ηλεκτρική κιθάρα, ηλεκτρονικά τύμπανα, μπάσο, κ.τ.λ.). Η ηχογράφηση αναλογικού σήματος γίνεται είτε με σύνδεση του μουσικού οργάνου απευθείας στην κονσόλα με line in είτε με σύνδεση πρώτα σε έναν προενισχυτή ή σε ένα direct injection box (d.i.) και μετά στην κονσόλα.

Η ηχογράφηση αναλογικού σήματος που εννοούμε φωνητικά και φυσικά όργανα (κλασσική κιθάρα, πιάνο, βιολί, κ.τ.λ.) γίνεται με μικρόφωνο συνδεδεμένα στην κονσόλα.

3.4. Διασύνδεση (Interface)

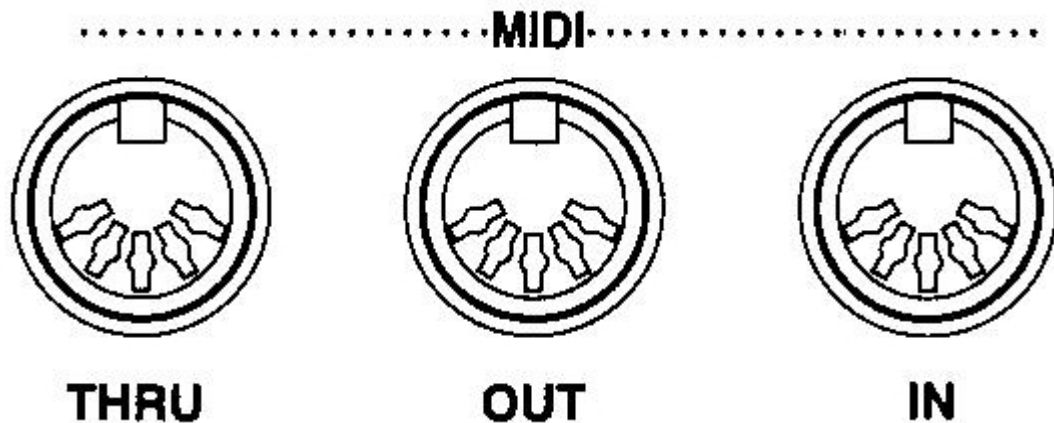
Ο όρος synthesizer (συνθετητής) φέρνει στο νου την εικόνα του συνθέτη εκτελεστή – εκτελεστή μπροστά από ηλεκτρονικά πλήκτρα που μπορούν να προγραμματιστούν για την παραγωγή ήχου. Οι χώροι της κινηματογραφικής μουσικής και της τηλεόρασης θα ήταν αρκετά διαφορετικοί χωρίς αυτούς. Πριν λίγα χρόνια ο όρος αντιπροσώπευε ένα ογκώδες σύνολο από μηχανήματα στα οποία η πρόσβαση γινόταν μέσα από περίπλοκα συστήματα καλωδίωσης και ενεργοποιούνταν από προγραμματισμένες εντολές.

Δύο κύρια χαρακτηριστικά στους σύγχρονους συνθετητές είναι:

- **Δειγματοληψία (sampling):** ξεχωριστοί ήχοι μπορούν να ψηφιοποιηθούν, να εγγραφούν, να αποθηκευτούν ψηφιακά και να επεξεργαστούν έτσι ώστε να μπορούν να αναπαραχθούν σε διαφορετικά ύψη, κατευθείαν από το κλαβιέ (πλήκτρα). Η τεχνική πιθανότατα χρησιμοποιήθηκε αρχικά από ριψοκίνδυνους κατασκευαστές ηλεκτρικών οργάνων, οι οποίοι έψαχναν τρόπους να κάνουν τα όργανά τους να αναπαράγουν μια πραγματική απομίμηση του τόνου ενός Οργάνου (μουσικό όργανο - ripe organ).
- **MIDI (Musical Instrument Digital Interface - ψηφιακή διασύνδεση μουσικών οργάνων):** Ψηφιακός κώδικας για την μετάδοση πληροφοριών ελέγχου και συγχρονισμού μεταξύ συνθετητών σε πραγματικό χρόνο. Τα συμβατά MIDI μπορούν να ελεγχθούν από ένα κεντρικό λαβιέ (mother keyboard), ενώ όλες οι δυνατές εντολές μπορούν να γίνουν αντιληπτές (μέσω διασύνδεσης MIDI) από ένα άλλο.

Το διασυνδεδετικό MIDI έχει πλέον ζωή περίπου 30 χρόνων και προέκυψε από την ανάγκη εύρεσης ενός κοινά αποδεκτού τρόπου επικοινωνίας ανάμεσα στις συσκευές των διάφορων κατασκευαστών ώστε να επιτευχθεί ένα μεγαλύτερο άνοιγμα στην αγορά που είχε βρεθεί σε αδιέξοδο, ώστε να εκμεταλλευόντουσαν την επερχόμενη άνοδο των προσωπικών υπολογιστών.

Το διασυνδεδετικό MIDI αποτελείται από το πρωτόκολλο επικοινωνίας (Software) και το υλικό του μέρος (Hardware). Το πρώτο, περιέχει τις εντολές (MIDI Language) που χρειάζονται για την "περιγραφή" μιας μουσικής εκτέλεσης, ενώ το δεύτερο, αναφέρεται στα χαρακτηριστικά των κυκλωμάτων που παράγουν και ερμηνεύουν την πληροφορία MIDI και προσδιορίζει τον τύπο των συνδέσεων και το είδος των καλωδίων που πρέπει να χρησιμοποιηθούν.



Εικόνα 3.11: Κάθε συνθετητής (synthesizer) ή Η/Υ ή άλλη συσκευή παραγωγής και επεξεργασίας ήχου έχει τις παραπάνω υποδοχές MIDI.

Οι προδιαγραφές του MIDI έχουν προβλέψει ώστε οι MIDI πληροφορίες να μπορούν να μεταδοθούν μέχρι και σε 16 διαφορετικά κανάλια. Τα MIDI κανάλια προσφέρουν την πολύ σημαντική υπηρεσία της ταυτόχρονης αναπαραγωγής 16 διαφορετικών ήχων από ένα και μόνο synthesizer αλλά και άλλες, όπως για παράδειγμα, ας πούμε ότι ένας χρήστης που συνθέτει με τη βοήθεια Η/Υ τη μουσική του, κατέχει έναν synthesizer εξοπλισμένο με υποδοχές MIDI και συνδεδεμένο με τα κατάλληλα καλώδια σε έναν Η/Υ εξοπλισμένο με κάρτα ήχου που έχει δυνατότητα MIDI και ειδικό software που μπορεί να καταγράφει MIDI πληροφορίες και λέγεται Sequencer. Τότε με την κατάλληλη καλωδίωση ορθής λήψης και αποστολής των MIDI μηνυμάτων, εκκινεί το πρόγραμμα εγγραφής (Sequencer).

Κατά το μεγαλύτερο μέρος η ψηφιακή τεχνολογία έχει αντικαταστήσει τις αναλογικές μεθόδους καθώς μπορεί να προγραμματιστεί με ευκολία από κατάλληλα λογισμικά του συστήματος. Συγκριτικά, τα αναλογικά μηχανήματα πρέπει να προγραμματιστούν με διασύνδεση των εισόδων και εξόδων των φυσικών μερών τους μέσω καλωδίου, ενώ ο ψηφιακός εξοπλισμός είναι πιο σταθερός και έχει το πλεονέκτημα της δυνατότητας αύξησης της μνήμης για μεγέθη προγραμμάτων που διαρκώς μειώνονται. Με τις ψηφιακές μεθόδους δημιουργήθηκαν νέα θέματα όσον αφορά την διασύνδεση και την

σωστή λειτουργία των μηχανημάτων τα οποία λύνονται άλλες φορές εύκολα και άλλες δύσκολα.

Λόγω της πληθώρας μηχανημάτων και των διαφορετικών λειτουργιών τους ήταν αναπόφευκτο να επινοηθούν διάφορα πρωτόκολλα επικοινωνίας τα οποία θα επιτρέπανε την μεταξύ τους σύνδεση και ομαλή λειτουργία. Όπως είναι γνωστό σε έναν χώρο παραγωγής μουσικού υλικού, τα ηχητικά σήματα ψηφιακά και μη ακολουθούν περίπλοκες διαδρομές μέχρι να φτάσουν στον τελικό προορισμό τους, με σκοπό το τελικό σήμα να έχει υποστεί όσο το δυνατόν μικρότερη παραμόρφωση σε σχέση με το αρχικό σήμα. Στην ψηφιακή διασύνδεση αυτό είναι πάντα πιο εφικτό αλλά όχι και απόλυτο. Επιτυγχάνεται με τον απόλυτο συγχρονισμό των μηχανημάτων μεταξύ τους (να λαμβάνουν όλα τα ψηφιακά δείγματα στους ίδιους χρόνους και με την ίδια συχνότητα) και την σωστή καλωδίωση και διάταξη.

Ένα πολύ διαδεδομένο πρωτόκολλο διάδοσης ψηφιακού ήχου είναι η **S/PDIF** (Sony/Philips Digital Interface Format) που συναντάται πολύ συχνά σε συσκευές audio και video που απευθύνονται στον μέσο καταναλωτή αλλά και σε επαγγελματικά μηχανήματα (ευνοεί την συμβατότητα μεταξύ επαγγελματικών και μη επαγγελματικών μηχανημάτων). Διαδίδεται με ένα καλώδιο 75 Ωhm (με ανοχή στα 10 περίπου μέτρα απόστασης για 0.5V σήματος και με απολήξεις τύπου RCA ή πιο σπάνια BNC ή εναλλακτικά με μία (πλαστική ή γυάλινη) οπτική ίνα. Η δειγματοληψία που υποστηρίζει αυτό το πρωτόκολλο ανέρχεται μέχρι τα 48KHz και η ανάλυση του σήματος σε bit μέχρι τα 24. Ο συγχρονισμός σε μία S/PDIF σύνδεση γίνεται με επιπλέον πληροφορία για την κατάσταση του ρολογιού που μεταφέρεται μαζί με την ηχητική πληροφορία στο ίδιο καλώδιο. Μια λειτουργία που υποστηρίζει το πρωτόκολλο είναι η μεταφορά κωδικοποιημένου ψηφιακού ήχου που η διαδεδομένη πλέον εφαρμογή αυτού είναι στην διασύνδεση ενός DVD Player που αναπαράγει πολυκάναλο ήχο τύπου Dolby Digital.

Επίσης, συναντάμε το πρωτόκολλο **AES/EBU** ή **AES-3** καθιερώθηκε το 1985 από τους οργανισμούς Audio Engineering Society/European Broadcasting Union (γι' αυτό και τα αρχικά της ονομασίας) και πρόκειται για το πιο σύνηθες πρωτόκολλο μετάδοσης ψηφιακού ήχου στον επαγγελματικό τομέα, καθώς μπορεί να μεταφέρει σήμα χωρίς περαιτέρω ενίσχυση μέχρι και 100 μέτρα, ενώ παράλληλα υποστηρίζει συχνότητες δειγματοληψίας μέχρι τα 192 KHz, 24 bit ανάλυση. Χρησιμοποιείται όπως και στο S/PDIF για την μεταφορά 2 καναλιών ψηφιακού ήχου ή πολυκάναλων σημάτων με

κωδικοποίηση, αλλά επίσης και ψηφιακά δεδομένα που αφορούν την μεταφορά. Μεταφέρει και αυτό μαζί με το σήμα και πληροφορία χρονισμού ώστε να μπορούν δύο μηχανήματα να συγχρονιστούν χωρίς περαιτέρω καλωδίωση άλλου σήματος συγχρονισμού. Χρησιμοποιείται καλώδιο με αντίσταση 110Ωhm και αντιστοιχεί στην γνωστή balanced λογική (θετικό, αρνητικό, γείωση) με απολήξεις του βύσματα τύπου XLR.

Το πρωτόκολλο **MADI** ή AES-10 (Multichannel Audio Digital Interface) πρόκειται ουσιαστικά για επέκταση του AES-3 σε ένα πολυκάναλο πρωτόκολλο. Στο AES-10 προβλέπεται σειριακή μεταφορά μέχρι και 64 καναλιών ψηφιακού ήχου μέσα από ένα απλό καλώδιο 75 Ωhm με απολήξεις τύπου BNC για μήκος έως 50 μέτρα, ενώ για μεγαλύτερες αποστάσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί και οπτική ίνα. Υποστηρίζει ανάλυση σήματος 24 bit και δειγματοληψία μέχρι 48 KHz με δυνατότητα για ακόμα μεγαλύτερες δειγματοληψίες (μέχρι και 192 KHz) με έλεγχο της ψηφιακής ροής δεδομένων (bitrate), θυσιάζοντας όμως 32 κανάλια ήχου. Το πραγματικά χρήσιμο στον επαγγελματικό τομέα χαρακτηριστικό του MADI είναι η δυνατότητα μεταφοράς πολλών καναλιών ήχου ταυτόχρονα με δυνατότητα επεξεργασίας χωρίς αυτά να μετατρέπονται από ψηφιακά σε αναλογικά και αντίστροφα το οποίο ως γνωστόν υποβαθμίζει την ποιότητα. Επίσης, αποφεύγονται και οι πολλές καλωδιώσεις καθώς χρειάζονται μόνο δύο καλώδια για μία σύνδεση 64 καναλιών, ένα send και ένα return. Μειονέκτημα του πρωτοκόλλου, εκτός της σχετικά χαμηλής συχνότητας δειγματοληψίας για τα δεδομένα της εποχής, είναι ότι για να υπάρξει συγχρονισμός πρέπει να υπάρξει ξεχωριστό σήμα συγχρονισμού που μεταφέρεται μέσω ενός άλλου ξεχωριστού καλωδίου με αποτέλεσμα να συγχρονίζουν ως προς ένα ξεχωριστό εξωτερικό ρολόι (master clock).

Κάποια άλλα πρωτόκολλα, λιγότερο διαδεδομένα στον χώρο του επαγγελματικού ήχου αλλά πιθανόν να χρησιμοποιηθούν ευρύτερα στο προσεχές μέλλον, είναι: το **ADAT** (Alesis Digital Audio Tape) ή **ADI** από την γνωστή σε όλους τους επαγγελματίες του ήχου ALESIS και αφορά την διασύνδεση του ήχου σε ένα από τα οχτακάναλα ψηφιακά κασετόφωνα που είχε βγάλει τότε στην αγορά, όπου μεταφέρουμε σειριακά 8 κανάλια ψηφιακού ήχου ταυτόχρονα μέσω μίας οπτικής ίνας, το **TDIF** (Tascam Digital Interface Format) της γνωστής εταιρείας ηχητικών μηχανημάτων TASCAM που υποστηρίζει την διαμεταγωγή 16 καναλιών (8 είσοδοι και 8 έξοδοι σήματος μίας συνδεδεμένης συσκευής) ψηφιακού ήχου μέσω ενός πολυκαλωδίου με απολήξεις D-SUB (25 pins) με

συγχρονισμό μάλιστα μέσω του ίδιου καλωδίου, το **SDIF-2** (Sony Digital Interface) της εταιρίας SONY που βρίσκει εφαρμογή σε ορισμένα επαγγελματικά της συστήματα που έχουν λειτουργίες Video με κύριο χαρακτηριστικό την απεριόριστη συχνότητα δειγματοληψίας με ανάλυση μέχρι 20 bits. Υπάρχει και μία πολυκάναλη έκδοση του SDIF-2 που χρησιμοποιεί balanced (twisted pair) καλώδια D-SUB με 50 pins. Η SONY έχει παρουσιάσει επίσης και το **SDIF-3** το οποίο όπως και το **MAC-DSD** χρησιμοποιούνται για την μετάδοση σήματος DSD (Direct-Stream Digital).

3.5. Επεξεργασία Σήματος Ήχου

Από τις αρχές των ηχογραφήσεων οι μηχανικοί βρήκαν απαραίτητο να προσαρμόσουν το σήμα για να ταιριάζει κατάλληλα με το μέσο. Αυτή η «προσαρμογή» μπορεί να πάρει διάφορες μορφές, που μεταξύ άλλων περιλαμβάνουν τον περιορισμό της δυναμικής έκτασης, καθώς και την αναχαίτιση των οριακών συχνοτήτων του σήματος. Αυτή η διαδικασία κατά την ηχογράφηση καλείται επεξεργασία σήματος (signal processing) και θα την μελετήσουμε με την ακόλουθη σειρά:

- 1 Επεξεργασία της δυναμικής περιοχής: **Συμπιεστές** και **περιοριστές**.
- 2 Διαχείριση απόκρισης συχνοτήτων: **Ισοσταθμιστές** και **φίλτρα**.
- 3 Διαχείριση χρονικών πεδίων: **Αντήρηση** και **χρονική καθυστέρηση**.
- 4 Διάφορα ειδικά εφφέ.

3.5.1. Συμπιεστές και Περιοριστές

Ο συμπιεστής (compressor) είναι ένας ενισχυτής μεταβαλλόμενου κέρδους (variable gain amplifier). Στα χαμηλά επίπεδα η έξοδος ευθυγραμμίζεται με την είσοδο, ωστόσο, όταν η στάθμη εισόδου ξεπεράσει το οριακό σημείο συμπίεσης (compression threshold), η στάθμη εξόδου μειώνεται ανάλογα με την αύξηση στην είσοδο. Λόγω συμπίεσης είναι η αναλογία (σε dB) της αύξησης στην είσοδο προς την αύξηση της εξόδου. Π.χ., λόγος συμπίεσης 4:1 σημαίνει πως μια αύξηση 4 dB στην είσοδο έχει ως αποτέλεσμα μια αύξηση 1 dB στην έξοδο. Για παράδειγμα αν σε κάποιο ρυθμικό σχήμα η ντράμς δίνει ένα ομοιόμορφο beat, η κιθάρα παράγει ίδιας έντασης ήχο, το μπάσο και τα synthesizers δίνουν ένα μεστό υπόβαθρο στον όλο ήχο, τα φωνητικά κινούνται καθ'

όλη τη διάρκεια από τον υψηλό στον χαμηλό τόνο και τούμπαλιν (ρεφρέν-στροφές), δηλαδή η ένταση της πέφτει αισθητά και η φωνή ακούγεται αδύναμη. Η δυναμική διαφορά αυτή είναι μεγάλη, απ' τη στιγμή που τα υπόλοιπα όργανα παρουσιάζουν πολύ μικρότερα σκαμπανεβάσματα στην ένταση τους. Αυτή την λύση λύνει ο compressor ο οποίος θα μειώσει τη συγκεκριμένη δυναμική και καθιστά την προσαρμογή της στάθμης της φωνής σε σχέση με τα υπόλοιπα όργανα. Για το σκοπό αυτό ο κομπρέσορας χρησιμοποιεί έναν αυτόματο ενισχυτή (VCA, Voltage Controlled Amplifier) του οποίου το μέτρο της ενίσχυσης είναι συνάρτηση του ίδιου του σήματος που επεξεργάζεται. Ο περιοριστής (limiter) είναι ένας ειδικός συμπιεστής με μια πολύ υψηλή αναλογία συμπίεσης συνήθως έως 20:1. Ένας τέτοιος επεξεργαστής δημιουργεί ουσιαστικά ένα ανώτατο όριο επιτρεπόμενης στάθμης εξόδου του σήματος, που οδηγείται μέσα από το κύκλωμά του. Συνήθως χρησιμοποιούνται για να αποκόψουν στιγμιαίες κορυφώσεις στη στάθμη ακουστικού σήματος που διαφορετικά θα προκαλούσαν κορεσμό ή παραμόρφωση. Η τυπική του χρήση είναι να μην επηρεάζει το σήμα, παρά μόνο στις στιγμές κορύφωσης.

Οι συμπιεστές και οι περιοριστές χρησιμοποιούνται με τους ακόλουθους τρόπους:

- Για να περιορίσουν τη στάθμη διαμόρφωσης μέσα σε ασφαλή όρια για τα διάφορα μέσα (ταινίες μετάδοσης, δίσκοι βινυλίου, κ.τ.λ.).
- Για τη δημιουργία ειδικών εφέ σε παραγωγές κυρίως μουσικές όπου στις ηχογραφήσεις πολλά σήματα εισόδου μπορούν να «μεταμορφωθούν» με επιλεκτική χρήση συμπίεσης ή περιορισμού.
- Για να προσαρμόσουν διάφορα σήματα εισόδου με τους διάφορους φυσικούς περιορισμούς της δυναμικής έκτασης του οικιακού μουσικού περιβάλλοντος. Οι περιορισμοί αυτοί μπορεί να επιβάλλονται από τις επιτρεπόμενες τοπικές στάθμες θορύβου ή απλά από τις υποχρεώσεις της καλής γειννίασης.

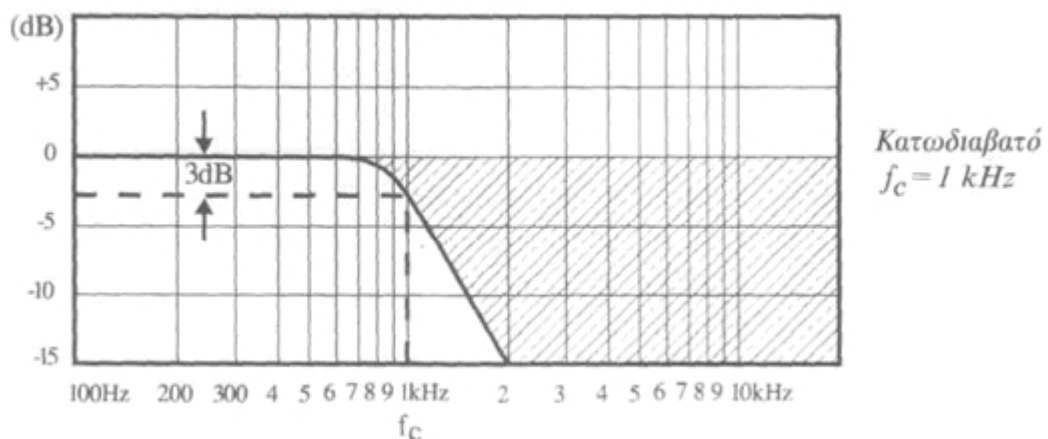
3.5.2. Ισοσταθμιστές και Φίλτρα

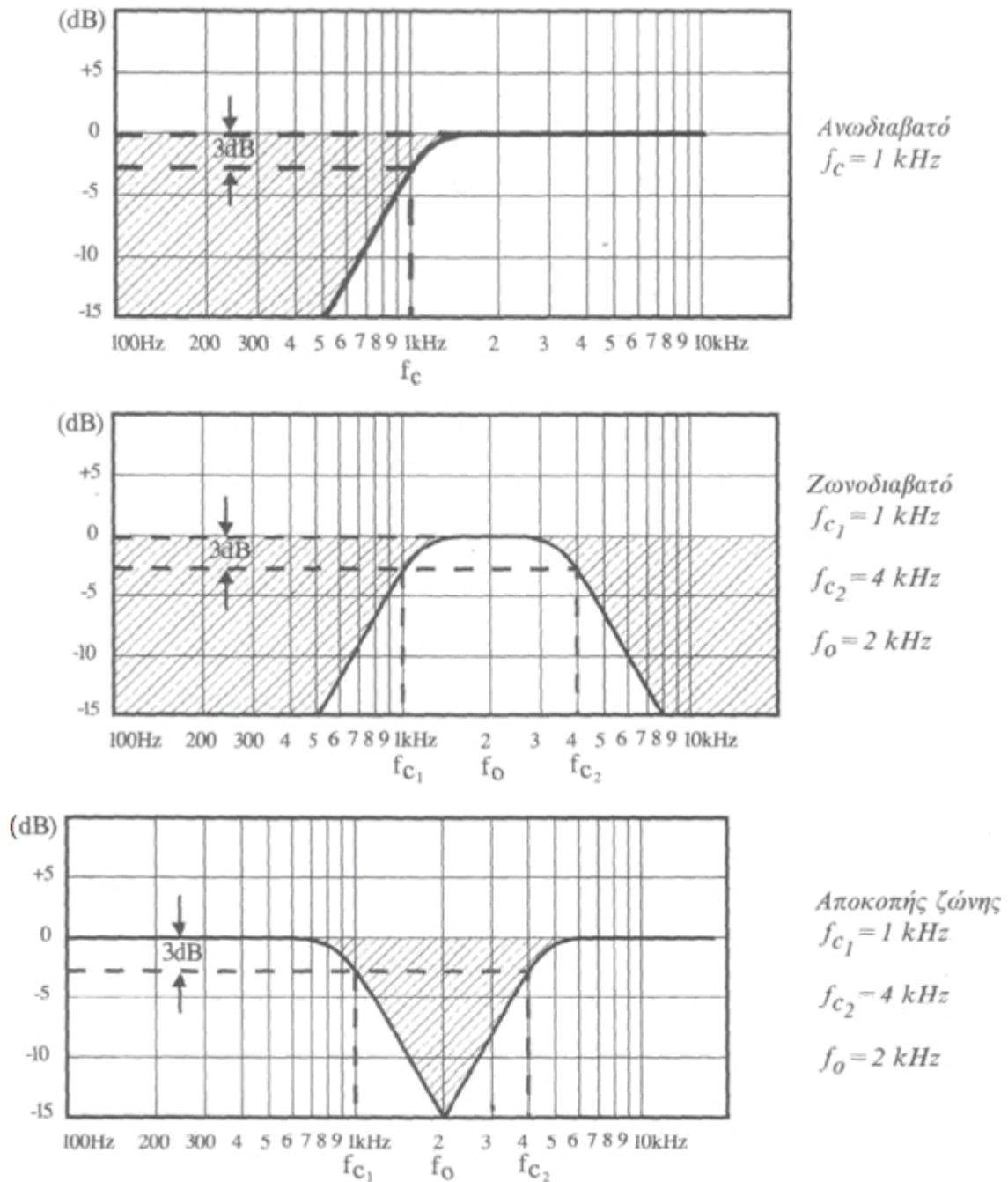
Ισοσταθμιστή (equalizer) εννοούμε όταν η απόκριση της συχνότητας απεικονίζεται σε μια ευθεία σε ένα γράφημα της στάθμης σε συνάρτηση με τη συχνότητα. Δηλαδή όταν ο χαρακτήρας της μετάδοσης σε σχέση με την απόκριση συχνοτήτων είναι σταθερός. Εισάγοντας ένα ακουστικό σήμα σε ένα equalizer (EQ) μπορούμε να επέμβουμε στην

απόκριση της συχνότητας του, δηλ. να ρυθμίσουμε τον τόνο του ώστε να ταιριάζει στο προσωπικό μας γούστο. Ο όρος χρησιμοποιούταν παλιότερα στην τηλεφωνία με τις συσκευές να έχουν τον ρόλο να αναπληρώνουν τις απώλειες γραμμής, να «ισοσταθμίζουν» δηλαδή την έξοδο της γραμμής με την στάθμη εισόδου. Πλέον χρησιμοποιείται σε κάθε εφαρμογή που συνδέεται με την αλλοίωση της απόκρισης συχνότητας, είτε για διορθωτικούς είτε για δημιουργικούς λόγους.

Φιλτράρισμα είναι όρος που αναφέρεται στην απομάκρυνση συγκεκριμένων τμημάτων του φάσματος συχνοτήτων, με γνωστούς τους όρους που προαναφέραμε σε προηγούμενη ενότητα - φίλτρο διέλευσης χαμηλών/υψηλών (low/high-pass), διέλευση ζώνης (band-pass) και φίλτρο απόρριψης ζώνης (band-reject). Οι συχνότητες που βρίσκονται στα όρια των περιοχών διέλευσης και αποκοπής ονομάζονται συχνότητες αποκοπής και συμβολίζονται συνήθως με f_c . Στη συχνότητα f_c θεωρείται ότι το φίλτρο, έχει εισέλθει στην αποκοπή και εξασθενεί κατά 3 dB.

Τα Low-Pass Filters επιτρέπουν τη διέλευση των χαμηλών συχνοτήτων, ενώ τα High-Pass Filters μόνο των υψηλών συχνοτήτων. Τα Band-Reject Filters αποκόπτουν μία ζώνη συχνοτήτων ενώ επιτρέπουν όλες τις άλλες συχνότητες. Τα ζωνοδιαβατά φίλτρα (Band-Pass Filters) επιτρέπουν μόνο μία συγκεκριμένη ζώνη συχνοτήτων.





Σχήμα 3.1: Σχεδιαγράμματα φίλτρων με τις συχνότητες αποκοπής τους

Οι δημιουργικές χρήσεις των ισοσταθμιστών και των φίλτρων περιλαμβάνουν:

- Διορθώσεις προβλημάτων φασματικής ισορροπίας, σαν αποτέλεσμα για παράδειγμα της κοντινής τοποθέτησης του μικροφώνου με φαινόμενο εγγύτητας (proximity effect).
- Σκιαγράφηση συγκεκριμένων ορχηστρικών ή μουσικών γραμμών με έμφαση της απόκρισης των υψηλών συχνοτήτων.

- Δημιουργία ειδικών ηχητικών εφέ («βραχεία κύματα», «χροιά του τηλεφώνου», κ.α.).
- Αλλοίωση της χροιάς ή του φασματικού χαρακτήρα ενός μουσικού οργάνου για μουσικούς λόγους.

Οι διορθωτικές χρήσεις από την άλλη περιλαμβάνουν:

- Απομάκρυνση του θορύβου σε διάφορα σημεία του ακουστικού φάσματος.
- Διόρθωση των αθροιστικών απωλειών στην τελική μεταγραφή παλαιότερου υλικού.

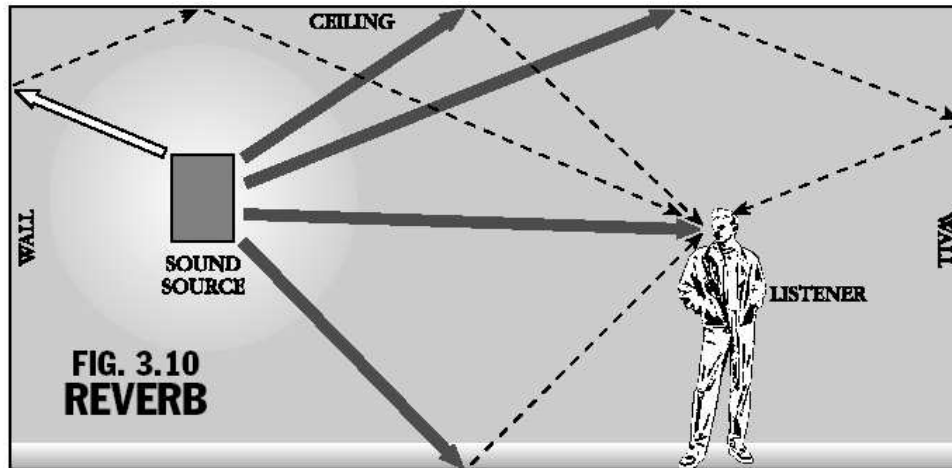
Κάτι τέτοιο χρειάζεται ιδιαίτερη πείρα.

- Διόρθωση διαφόρων χαρακτηριστικών του μικροφώνου. Για παράδειγμα η χρήση ενός μικροφώνου επίπεδης τυχαίας πρόπτωσης, σε μια εφαρμογή που απαιτεί επίπεδη απόκριση on-axis.
- Μορφοποίηση του φάσματος προγράμματος για την ασφαλή μεταφορά του σε «δύσκολα» μέσα, όπως η κασέτα και οι δίσκοι βινυλίου.

3.5.3. Αντήχηση και Χρονική Καθυστέρηση Σήματος

Η ψηφιακή τεχνολογία επέφερε τα πλεονεκτήματα της διακριτής χρονικής καθυστέρησης και της δημιουργίας τεχνητής αντήχησης μέσα στις τεχνικές ηχογράφησης. Οι μονάδες αντήχησης (reverberation units) δέχονται τη στέρεο είσοδο και δημιουργούν και δημιουργούν έξοδο είτε δύο είτε τεσσάρων καναλιών. Οι σύγχρονες μάλιστα μονάδες μπορούν να παράγουν φυσική εξομοίωση πραγματικών χώρων.

Η αντήχηση (reverberation) είναι ένα φυσικό φαινόμενο. Όταν μία πηγή ήχου πάλλεται σε έναν κλειστό χώρο, τα ηχητικά κύματα ταξιδεύουν σφαιρικά προς κάθε κατεύθυνση. Μερικά από αυτά φτάνουν απευθείας στον ακροατή ενώ τα άλλα, αφού πρώτα έχουν ανακλαστεί, στις επιφάνειες του χώρου. Αυτό δημιουργεί πολλαπλούς αντίλαλους με διαφορετικούς χρόνους καθυστέρησης, το άθροισμα των οποίων δημιουργεί την αίσθηση της αντήχησης και αυτό εξηγείται και στο επόμενη εικόνα.



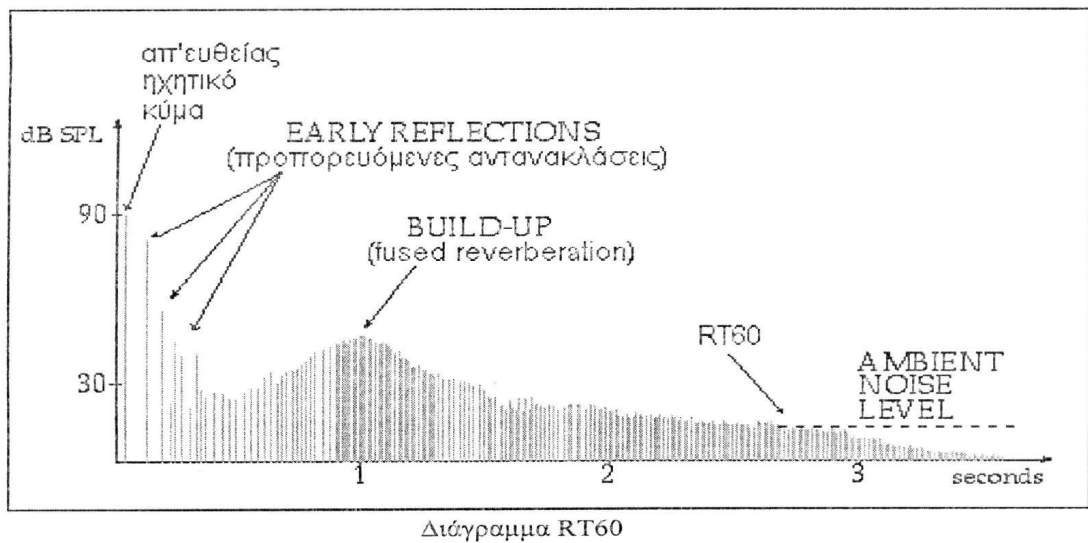
Εικόνα 3.12: Γραφική απεικόνιση Αντήρησης κλειστού δωματίου

Η αντήρηση σε τρία μέρη (διάγραμμα RT60):

1. Τα απ' ευθείας ηχητικά κύματα (direct sound), τα οποία εκπέμπονται σε ευθεία γραμμή από την πηγή προς τον ακροατή .
2. Διακριτές προπορευόμενες ανακλάσεις (early reflections) που αφορούν κύματα που φτάνουν στον ακροατή αμέσως μετά τον απ' ευθείας ήχο.
3. Διαχέουσα αντήρηση (fused reverberation) η οποία αποτελείται από χιλιάδες, χρονικά κοντινούς, αντίλαλους και χρειάζονται αρχικά κάποιο χρόνο για να διογκωθούν και μετά να σβήσουν .

Η αντήρηση αρχίζει μετά από τα milliseconds που θα ορίσουμε σαν predelay και διαρκεί μέχρι η ένταση του σήματος να πέσει κατά 60db (RT60).

Στο σχήμα 3.2 φαίνονται και τα τρία παραπάνω μέρη της αντήρησης.



Σχήμα 3.2: Ανάλυση αντήχησης (RT60)

Σημείωση ότι υπάρχει ένας βασικός αντηχητής με έναν αριθμό διακριτών καθυστερήσεων γύρω του, που μπορούν να προσαρμοστούν για συγκεκριμένα αποτελέσματα. Το ίδιο το πρόγραμμα αντήχησης έχει έναν αριθμό παραμέτρων (μέγεθος του χώρου προσομοίωσης, προσαρμογή συγκεκριμένων χρονο-μεταβλητών του προγράμματος, κ.α.) και έτσι μπορούν να ρυθμιστούν από τον χρήστη.

Οι μονάδες χρονικής καθυστέρησης (time delay units) παράγουν καθυστερήσεις μεγαλύτερες από ένα τέταρτο του δευτερολέπτου, συχνά με ανάλυση μέχρι δέκατα του δευτερολέπτου.

Οι χρήσεις της χρονο-καθυστέρησης και της τεχνητής αντήχησης είναι οι εξής:

- Δημιουργία αρχικών πλευρικών ανακλάσεων (συνήθως επιτυγχάνεται με την εναλλάξ τροφοδοσία καθυστερημένων σημάτων από το αριστερό προς το δεξί κανάλι και αντίστροφα.)
- Υλοποίηση του φαινομένου της προήγησης (precedence effect).
- Διάφορες εφαρμογές διεύρυνσης της ηχητικής εικόνας και στερεοφωνικών τεχνικών.

3.5.4. Reverb (Προσομοίωση της Αντήχησης)

Μιας και έγιναν παρουσιάσεις για κάποιους κύριους επεξεργαστές στον κόσμο της ηχοληψίας (compressors και limiters), μπορούμε να περάσουμε στο πλέον πιο συχνά χρησιμοποιούμενο εφέ, που ονομάζεται **reverb**. Δεν υπάρχει μίξη ή συναυλία που να μην έχει χρησιμοποιηθεί έστω και για λίγο αυτό το εφέ!

Η λέξη **reverbation**, ή reverb για συντομία, αναφέρεται στον τρόπο που τα ηχητικά κύματα ανακλώνται σε διάφορες επιφάνειες πριν να φτάσουν στο αυτί μας.



Εικόνα 3.13: Reverb

Ανάλογα με την **υφή** τους, την **απόσταση** τους από την πηγή του ήχου και την **ένταση** τους, μεταφέρουν στον χώρο αντίστοιχα ηχητικά αποτελέσματα, ανάλογα βέβαια με τον χώρο που γίνεται η ανάκλαση πάντα. Ένα σήμα μπορεί να αναπηδήσει προς τα εμπρός και προς τα πίσω αρκετές φορές σε διάφορα σημεία μέχρι να φτάσει στο αυτί μας (να επιστρέψει) και στο τέλος να εξαφανιστεί. Οπότε ανάλογα με τον χώρο, μπορεί την δικιά μας φωνή να την ακούσουμε αρκετές φορές και με ανάλογη επανάληψη και ένταση μέχρι να εξαφανιστεί εντελώς.

Όταν λοιπόν τα ηχητικά κύματα ανακλώνται σε έναν τοίχο συμβαίνουν τρία πράγματα:

- Χρειάζονται κάποιο χρόνο μέχρι να επιστρέψουν στον ακροατή
- Χάνουν ενέργεια (γίνονται κάθε φορά πιο αθόρυβα) με κάθε αναπήδηση
- Ο ακροατής ακούει πρώτα τον πραγματικό ήχο και κατ' επακολούθηση τις ανακλάσεις του

Οι ανακλάσεις είναι στην ουσία μια σειρά από γρήγορες ηχούς (echoes). Για την ακρίβεια ο όρος ηχώ, σημαίνει μια διαφορετική και ξεχωριστή καθυστέρηση ήχου.

Η σειρά των ήχων συγχωνεύεται, έτσι ώστε ο ακροατής να ερμηνεύει την αντήχηση ως ένα και μόνο αποτέλεσμα. Στις περισσότερες αίθουσες, τα ανακλώμενα κύματα

διαχέονται προς όλες τις κατευθύνσεις και απορροφούνται πολύ γρήγορα. Οι άνθρωποι σπάνια συνειδητοποιούν την αντήχηση σε τέτοιους χώρους λόγω της δυσκολίας τους να ακουστούν και να αναγνωριστούν. Επίσης, κάποιοι χώροι είναι ικανοί για περισσότερη και εντονότερη ανάκλαση του ήχου λόγω της υφής των τοίχων.

Η ανάκλαση μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε έναν ήχο τεχνικά με την χρήση του εφέ reverb. Αυτό το αποτέλεσμα μπορεί να παράγεται από μία αυτόνομη μονάδα εφέ (hardware ή software) ή μέσα από μια άλλη συσκευή, όπως μίκτης ή από μια μονάδα πολλαπλών εφέ.



Εικόνα 3.14: Παράδειγμα reverb σε software

Το Reverb, λοιπόν είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τον ήχο που παράγουν τα όρια/τείχη ενός δωματίου. Οι τεχνικές κοντινής τοποθέτησης μικροφώνων, που χρησιμοποιούνται περισσότερο στα στούντιο, αλλά και η φύση πολλών ήχων από synthesizers και samplers, που κι αυτοί επίσης μπορεί να έχουν έλλειψη στην αίσθηση του «χώρου», κάνουν απαραίτητη τη χρήση τεχνητού βάθους για να γίνει σωστά μια μίξη. Για να εξομοιώσουμε αυτό τον ήχο λοιπόν, χρησιμοποιούμε μονάδες που παράγουν τεχνητά τον ήχο του Reverb και λέγονται Effects Processors (ή FX processors).

Οι εφαρμογές της αντήχησης ποικίλουν και οι ενίοτε επιλογές είναι αποτέλεσμα αποφάσεων που σχετίζονται με την αισθητική της μουσικής, με τεχνικά κριτήρια αλλά

και με τη δημιουργική διάθεση του παραγωγού. Παραδείγματα εφαρμογών:

- Εξομοίωση φυσικών ή δημιουργία «φανταστικών» χώρων.
- Βελτίωση του διαχωρισμού των οργάνων.
- «Βάθος». Η Τρίτη διάσταση στη μίξη.
- Ενίσχυση της διάθεσης της μίξης.
- Προσθήκη ζωντάνιας σε ήχους.
- Πλήρωση χρονικών κενών (time gaps)
- Πλήρωση του στερεοφωνικού πανοράματος.
- Επίλυση του φαινομένου της «Μάσκας» (Masking Effect).
- Πιο ρεαλιστική τοποθέτηση στη στερεοφωνία
- Δημιουργική χρήση.

Από την άλλη η **μη προσεκτική** χρήση του reverb θα μπορούσε να προκαλέσει ποικίλα προβλήματα σε μια μίξη. Τα πιο σημαντικά συνοψίζονται παρακάτω:

1. Καθορισμός – Διαύγεια (definition). Κακή χρήση του reverb θα μπορούσε να κάνει έναν ήχο απροσδιόριστο στη στερεοφωνία, χωρίς ευκρίνεια και παρουσία.
2. Μασκάρισμα. Εάν το reverb είναι πολύ μεγάλο και πυκνό για τα δεδομένα της μίξης τότε το πιο πιθανό είναι να δημιουργήσει περισσότερα προβλήματα μασκαρίσματος από αυτά που θα μπορούσε να λύσει.
3. Μουτζούρα. Μια απρόσεκτη και ίσως υπερβάλλουσα χρήση του reverb θα μπορούσε να μπουκώσει, να μουτζουρώσει, μια μίξη. Η πρόκληση είναι το εφέ αυτό να είναι αποτελεσματικό χωρίς να υπερτερεί όλων των άλλων μουσικών στοιχείων.
4. Χρονισμός. Το reverb, ως χρονικό εφέ (time based effect), μπορεί να αλλοιώσει τη χρονική αίσθηση μιας ερμηνείας, κυρίως στα κρουστά όργανα.
5. Αλλοίωση ηχοχρώματος. Με την κακή έννοια ...

Τύποι Reverb:

1. Ζευγάρι μικροφώνων, σε στέρεο διάταξη.

Ο πιο κλασσικός τρόπος να πιάσεις το απόλυτο φυσικό reverb του ήχου μιας πηγής σε έναν χώρο, είναι τοποθετώντας ένα ζευγάρι μικροφώνων σε μια στέρεο διάταξη στον χώρο αυτό και ηχογραφώντας τη φυσική αντήχηση του χώρου. Παλιότερα αυτός ήταν και ο μοναδικός τρόπος που είχαν στη διάθεση τους οι τεχνικοί και πολλές φορές, η ακουστική των δωματίων ηχογράφησης ήταν βασικό κριτήριο επιλογής του εκάστοτε

στούντιο.

Ακόμα και οι καλύτεροι εξομοιωτές δεν μπορούν να παράγουν τη λεπτομέρεια, τη πιστότητα και τη πληρότητα που θα δώσουν αυτά τα μικρόφωνα και μάλιστα σε ζωντανό χρόνο. Ένας επιπλέον λόγος για αυτό είναι πως, όπως γνωρίζουμε τα όργανα εκπέμπουν τα διάφορα πεδία των συχνοτήτων τους προς διάφορες κατευθύνσεις, γεγονός που σημαίνει πως τα κοντινά μικρόφωνα «αρπάζουν» ένα μέρος του συνόλου. Το στέρεο ζευγάρι από την άλλη, θα πιάσει το σύνολο των συχνοτήτων από τα όργανα, οι οποίες ύστερα από τις ανακλάσεις τους στους τείχους του χώρου θα καταλήξουν στα μικρόφωνα δημιουργώντας ένα πλούσιο και πιστό βάθος.

2. Δωμάτια Αντήρησης (Reverb or Echo Chambers).

Το δωμάτιο αντήρησης είναι ένα κλειστός χώρος στον οποίο μικρόφωνα καταγράφουν την αντήρηση (βάθος) του ήχου που παράγουν ηχεία που βρίσκονται μέσα σε αυτόν. Ένα τέτοιο δωμάτιο θα μπορούσε να είναι οποιοδήποτε μεγέθους, πολύ συχνά μεταβαλλόμενου μάλιστα.

Η χρήση τους γίνεται ως εξής: από ένα send της κονσόλας μίξης ο ήχος μιας πηγής οδηγείται σε ένα ηχείο που βρίσκεται σε κάποιο σημείο του δωματίου αντήρησης. Σε μια απόσταση και ίσως και σε γωνία σε σχέση με το ηχείο, βρίσκεται ένα μικρόφωνο (ή ζευγάρι μικροφώνων) το οποίο καταγράφει τις αντηχήσεις του ήχου του ηχείου στον χώρο, μεταφέροντας τον ήχο του πίσω στην κονσόλα για μίξη με το «στεγνό» (dry) σήμα. Το αποτέλεσμα αυτής της τεχνικής μπορεί να είναι πολύ ποιοτικό και ταυτόχρονα μπορεί να δώσει περισσότερα σημεία ελέγχου στον τεχνικό από ότι η προηγούμενη τεχνική, μέσω του ελέγχου της ποσότητας του ήχου που στέλνεται στα ηχεία, τη μετατόπιση της θέσης του μικροφώνου ή του ηχείου στο χώρο, την αλλαγή των ανακλαστικών ιδιοτήτων των επιφανειών του χώρου, κλπ...

3. Reverb ελατηρίου (Spring Reverb).

Η αρχική ιδέα Spring Reverb έχει τις ρίζες της στα εργαστήρια της εταιρείας Bell, οι ερευνητές των οποίων προσπάθησαν να εξομοιώσουν τις καθυστερήσεις που συνέβαιναν στις μακρές τηλεφωνικές γραμμές. Η πρώτη κατασκευή έγινε το 1939 από τους μηχανικούς της εταιρείας Hammond, ενώ τη δεκαετία του '60, ο Leo Fender (ο γνωστός, της εταιρείας μουσικών οργάνων Fender) προσέθεσε το Spring του Hammond στον ενισχυτή της κιθάρας, κίνηση που την ακολούθησαν αργότερα και οι εταιρείες Marshall & Peavey.

Το Spring reverb είναι μια ηλεκτρομηχανική συσκευή που χρησιμοποιεί μετατροπείς και μεταλλικά ελατήρια για να εξομοιώσει ανακλάσεις. Η αρχή λειτουργίας είναι απλή: ένας μετατροπέας πάλλεται βάσει ενός σήματος εισόδου που δέχεται. Επάνω του εφάπτεται ένα ελατήριο στο οποίο μεταφέρονται οι ταλαντώσεις. Όταν οι ταλαντώσεις φτάσουν στον μετατροπέα εξόδου στην άλλη άκρη του ελατηρίου, ένα μέρος αυτών μετατρέπεται σε σήμα εξόδου ενώ το υπόλοιπο επιστρέφει πίσω στο ελατήριο και συνεχίζει τη μεταπήδηση του εμπρός-πίσω, μεταξύ τα δύο άκρα του ελατηρίου, τροφοδοτώντας την έξοδο με ποσοστό σήματος κάθε φορά που επιστρέφει στον μετατροπέα εξόδου.

Αν και η θορυβώδης λειτουργία του απέχει πολύ από την εξομοίωση του φυσικού βάθους, το χαρακτηριστικό του χρώμα επηρέασε πολλές γενιές ακροατών και γι' αυτό τον λόγο ακόμα και σήμερα το συναντάμε επάνω σε ενισχυτές κιθάρας αλλά και ψηφιακούς επεξεργαστές εφέ, που συνήθως ανεπιτυχώς προσπαθούν να εξομοιώσουν τον ήχο του.

Δεν αντιδρά όμορφα σε ήχους με γρήγορα transient, γι' αυτό και δεν προτιμάται η χρήση του σε κρουστά. Μπορεί να δώσει όμως ωραίο αποτέλεσμα σε φωνές, pads και κιθάρες.

4. Reverb Επιφάνειας (Plate Reverb).

Σε αντίθεση με το Spring reverb, στο Plate reverb οι ταλαντώσεις μεταφέρονται σε μια λεπτή μεταλλική πλάκα, η οποία είναι αναρτημένη πάνω σε ένα ξύλινο κουτί! Ένας μετατροπέας εισόδου δονεί την πλάκα και οι μετατροπείς εξόδου συγκεντρώνουν τις δονήσεις της. Στην περίπτωση του Plate reverb οι ταλαντώσεις γίνονται σε δυο διαστάσεις σε σχέση με τη μονή διάσταση του Spring.

Το 1957 φτιάχτηκε το πρώτο Plate Reverb από τη γερμανική εταιρία EMT. Είχε διαστάσεις 2,4μ x 1,3μ και ζύγιζε περισσότερο από 250 κιλά! Εξακολουθεί ακόμα και σήμερα να είναι το αγαπημένων πολλών τεχνικών ήχου. Έχει καλύτερη ηχητική ποιότητα από το Spring, ενώ ο μηχανισμός απόσβεσης που διαθέτει (damping mechanism) επιτρέπει τον έλεγχο του χρόνου πτώσης (decay time) του βάθους που παράγει. Το κάπως μεταλλικό αποτέλεσμά του, αν και ούτε αυτό πλησιάζει το φυσικό βάθος, είναι πιο «μουσικό» και δένει καλά με φωνές. Επιπλέον, ο λαμπερός, πυκνός και απαλός χαρακτήρας του, το έκανε μια πολύ δημοφιλή επιλογή για τα τύμπανα και κυρίως για το ταμπούρο.

5. Ψηφιακοί εξομοιωτές (Digital emulators).

Η εφεύρεση του πρώτου ψηφιακού εξομοιωτή βάθους χρεώνεται στο ερευνητή Manfred Schroeder, των εργαστηρίων Bell, ο οποίος μόλις το 1961 παρουσίασε μια τέτοια συσκευή. Ήταν η εξέλιξη των μικροεπεξεργαστών και η συνεργασία της EMT με την αμερικανική εταιρεία Dynatron που έκανε δυνατή την παραγωγή του πρώτου εμπορικού ψηφιακού εξομοιωτή βάθους, του EMT 250, το 1976.

Υπάρχουν πολλοί τύποι και τρόποι που δουλεύουν τα ψηφιακά reverb, που βασίζονται όλα σε μαθηματικές εξισώσεις που τις υπολογίζει ένας επεξεργαστής (DSP chip). Αυτά, λοιπόν, τα ψηφιακά εφέ ονομάζονται και αλγοριθμικά reverb για να διαχωρίζονται από εφέ συνέλιξης (Convolution Reverbs), για τα οποία γίνεται λόγος παρακάτω.

Πρέπει να σημειωθεί πως ακόμα και το καλύτερο ψηφιακό reverb δεν μπορεί να αποδώσει πλήρως τον ήχο του φυσικού. Και αυτό γιατί είναι πάρα πολλές οι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη για να παραχθεί το φυσικό αποτέλεσμα που αναγκαστικά περιορίζονται στις δυνατότητες των επεξεργαστών. Όσο πιο δυνατό επεξεργαστή έχει μια συσκευή, δηλαδή, τόσο πιο πολλούς υπολογισμούς μπορεί να κάνει, άρα και πιο φυσικό το αποτέλεσμα της. Αν και σήμερα με τους επεξεργαστές των Η/Υ να είναι πολύ δυνατοί, ένα πολύ καλό plug-in reverb συνεχίζει να καταναλώνει ένα σημαντικό μέρος της επεξεργαστικής δύναμης, γι' αυτό και πολλοί στρέφονται σε εξειδικευμένες εξωτερικές συσκευές ή εσωτερικές κάρτες επεξεργασίας, για να αντεπεξέλθουν.

Ωστόσο, λόγω του ότι τα ψηφιακά reverb δεν έχουν μηχανικούς περιορισμούς, έχουν πολύ μεγάλη χρηστικότητα, αφού παρέχουν πάρα πολλά εργαλεία ελέγχου που αφορούν τον ήχο του βάθους. Το γεγονός αυτό τα κάνει να είναι πολύ ευέλικτα και εύχρηστα και δεν είναι τυχαίο το ότι σήμερα είναι τα συναντάμε συνεχώς στη διαδικασία της μίξης.

6. Reverb Συνέλιξης (Convolution or Sampling Reverbs).

Η ιδέα του να συλλάβει κάποιος τα ακουστικά χαρακτηριστικά ενός χώρου (αντήχηση) και να τα εφαρμόσει αργότερα σε μια ηχογράφηση ξεκινάει από το 1970. Η πραγματοποίησή, όμως, αυτής της ιδέας έπρεπε να περιμένει τον ερχομό της νέας χιλιετίας και τους μοντέρνους επεξεργαστές με τη δυνατότητα να φέρουν εις πέρας όλους τους απαραίτητους υπολογισμούς.

Ο δειγματισμός της αντήχησης γίνεται τοποθετώντας ένα ζευγάρι μικροφώνων σε ένα

δωμάτιο και στη συνέχεια ηχογραφώντας την απόκριση του δωματίου (βάθος) σε έναν στιγμιαίο κρότο, σαν και αυτόν του πιστολιού εκκίνησης. Ο αρχικός ήχος (κρότος) αφαιρείται από την ηχογράφηση, αφήνοντας μόνο την αντήχηση. Η ηχογραφημένη απόκριση στον κρότο (impulse response, IR) «φορτώνεται» στη συνέχεια σε μια συσκευή convolution reverb, η οποία με την σειρά της την αναλύει και κατασκευάζει ένα πολύπλοκο μαθηματικό μοντέλο, βάσει του οποίου το convolution reverb θα παράγει αντηχήσεις / βάθος, πολύ κοντινό με αυτό του πραγματικού χώρου που δειγματίστηκε.

Ένα convolution reverb μπορεί να βασίζεται σε δύο τύπους συνέλιξης: σε αυτή που γίνεται στο πεδίο του χρόνου (pure convolution) ή σε αυτή που γίνεται στο πεδίο των συχνοτήτων (Fourier based). Και η δυο έχουν το ίδιο αποτέλεσμα, αν και κάποιες φορές η μια μπορεί να είναι πιο γρήγορη από την άλλη. Για να γίνει συνειδητή η επεξεργαστική δύναμη που απαιτούν αυτά τα συστήματα, σας αναφέρεται πως για ένα Impulse Response διάρκειας 6 δευτερολέπτων σε δειγματοληψία 44,1 kHz απαιτείται να γίνουν 23 δις μαθηματικές πράξεις το δευτερόλεπτο, γεγονός που αντιστοιχεί στην δύναμη ενός επεξεργαστή 2,2 GHz!

Τα convolution reverb είναι αρκετά δημοφιλή σήμερα και είναι γεγονός πως μπορούν να ξεπεράσουν σε ποιότητα ακόμα και το πιο καλό αλγοριθμικό reverb. Αυτό που τα κάνει πολύ ιδιαίτερα είναι πως μπορούν να καταφέρουν ένα πολύ ρεαλιστικό αποτέλεσμα, γι' αυτό και βρίσκουν και πολύ εφαρμογή και στον κινηματογράφο.

Μειονέκτημα η έλλειψη αρκετών εργαλείων ελέγχου του βάθους που παράγουν, αφού τα περισσότερα χαρακτηριστικά έχουν ηχογραφηθεί και σπανίως δίνεται η δυνατότητα μεταβολής τους.

Προγράμματα Reverb:

Σε ένα ψηφιακό επεξεργαστή βάθους συναντάμε εκατοντάδες προετοιμασμένα προγράμματα αντήχησης (presets). Αυτά οργανώνονται σε κατηγορίες, οι βασικότερες των οποίων είναι οι παρακάτω:

Halls: Μεγάλοι, ζωντανοί χώροι, με φυσική ακουστική για ρεαλιστική χρήση.

Chambers: Εξομοίωση δωματίων αντήχησης, ελαφρώς λιγότερο φυσικό βάθος, για ρεαλιστική χρήση.

Rooms: Φυσιολογικά δωμάτια διαφόρων μεγεθών, για ρεαλιστική χρήση.

Ambiance: Το ενδιαφέρον σε αυτά είναι περισσότερο η φυσική τοποθέτηση του ήχου σε ένα εικονικό περιβάλλον (π.χ. City Ambiance), παρά η αντήχηση. Για ρεαλιστική χρήση

Plates: Για χρωματισμό των ήχων.

Studio: Εξομοίωση της ακουστικής του δωματίου ηχογράφησης ενός στούντιο. Για ρεαλιστική χρήση.

Church/Cathedral: Εντυπωσιακά βάθη αλλά για περιορισμένη χρήση. Για ρεαλιστικές εφαρμογές.

Spring: Για χρωματισμό των ήχων. Χρήση περισσότερο ως εφέ.

Gated: Μη γραμμικό βάθος, χαρακτηριστικό των '80s! Εφαρμογή ως εφέ.

Reversed: Βάθος που δυναμώνει αντί να σβήνει! Εφαρμογή ως εφέ.

Ρυθμιστικά των προγραμμάτων Reverb:

1. Direct Sound (απευθείας ήχος).

Δεν αποτελεί ήχο του βάθους αλλά είναι ο ήχος που ταξιδεύει απευθείας από την πηγή στον ακροατή, μέσω της πιο σύντομης οδού, της ευθείας γραμμής δηλαδή. Είναι πολύ μεγάλης ψυχοακουστικής σημασίας το σήμα αυτό. Είναι επίσης το στεγνό (dry) σήμα που θα τροφοδοτήσει έναν επεξεργαστή reverb. Το ρυθμιστικό που έχει την ένδειξη Direct ή Dry είναι αυτό που καθορίζει εάν θα μιξάρεται το direct σήμα στην έξοδο του επεξεργαστή, μαζί το βάθος. Πολλές φορές συναντάμε έναν ρυθμιστή που ορίζει αναλογία % του dry με το wet (έτσι λέγεται το παραχθέν βάθος) σήμα.

2. Pre-Delay.

Ο χρόνος Pre-Delay αναφέρεται στη χρονική διαφορά άφιξης του απευθείας ήχου από τον ήχο της πρώτης αντανάκλασης. Παρόλα αυτά, σε ορισμένους επεξεργαστές η ρύθμιση αυτή αφορά στο χρονικό κενό μεταξύ του dry σήματος και της αντήχησης (reverberation). Ο χρόνος αυτός είναι σημαντικός διότι μας μεταφέρει πληροφορίες για το μέγεθος του χώρου (ευθεία αναλογία), καθώς και για την απόσταση μεταξύ πηγής και ακροατή. Για παράδειγμα, όσο πιο κοντά είναι ο ακροατής στην πηγή, τόσο πιο μεγάλο το Pre Delay time (αντίστροφη αναλογία). Για φυσικά αποτελέσματα χρόνος αυτός πρέπει να παραμένει κάτω των 50 milliseconds, εκτός από κάποιες περιπτώσεις, όπως αυτές όταν προσπαθείς να κρατήσεις ένα όργανο μπροστά στη μίξη.

Σύντομες ρυθμίσεις μπορεί να προκαλέσουν φίλτρο χτένας (comb filtering) σε σχέση με το dry σήμα ή να προκαλούν φαινόμενα μάσκας των πρώιμων αντηχήσεων από αυτό. Αντίθετα, μεγάλοι χρόνοι θα προκαλέσουν κενό μεταξύ του dry και του ήχου της αντήχησης, γεγονός που θα προκαλέσει μια αφύσικη αίσθηση αλλά και ρυθμικά μπερδέματα!

3. Early Reflections – ER (Πρώιμες ανακλάσεις).

Οι πρώιμες ανακλάσεις φτάνουν αμέσως μετά τον απευθείας ήχο, έχοντας ανακλαστεί σε μια - δύο επιφάνειες και με χρονικό κενό μεταξύ τους! Οι πληροφορίες που μεταφέρουν ως προς τα χωρικά χαρακτηριστικά, αλλά και τη θέση του ακροατή σε σχέση με την πηγή, είναι αναντικατάστατες.

Η έντασή τους σχετίζεται με το μέγεθος του χώρου (αντίστροφη αναλογία) αλλά και τα υλικά των επιφανειών. Επίσης, δηλώνει τη θέση του ακροατή σε σχέση με την πηγή. Για παράδειγμα, όσο πιο μακριά είναι ο ακροατής από την πηγή τόσο πιο κοντά σε ένταση θα είναι ο ανακλώμενος με τον απευθείας ήχο.

3.6. Τεχνικές Στέρεο

Μια τεχνική, ονομαζόμενη στερεοφωνία, τείνει προς κατάργηση της μονοφωνίας. Αντικαθιστώντας λοιπόν τα δυο αυτιά ενός ακροατή από δυο μονοφωνικά συστήματα ανεξάρτητα μεταξύ τους και βάζοντας στο κανάλι τα μικροφωνικά ρεύματα από δυο ανεξάρτητες αλυσίδες καταφέρνουμε ένα είδος στερεοφωνίας.

Το άκουσμα σε ακουστικά διαφορετικά στο ένα αυτί από το άλλο μπορεί να εξασφαλίσει μια ικανοποιητική κατανομή των ακουστικών πιέσεων, ενώ τα δυο ηχεία σωστά τοποθετημένα σε ένα χώρο κάνουν την ακουστική του τόπου ακρόασης να επέμβει, πράγμα που κάνει επίσης πιο αισθητή την προσέγγιση μιας στέρεο ηχογράφησης.

Η στερεοφωνία είναι μια περίπλοκη και παλιά (από τον Blumlein) διαδικασία και επιτρέπει μια καινούργια ερμηνεία της ηχητικής ύλης δίνοντας την αίσθηση του τρισδιάστατου χώρου. Είναι και μια πραγματικότητα αφού κι εμείς από τα δικά μας αυτιά έτσι αντιλαμβανόμαστε τον ήχο γύρω μας, με σκοπό την διακουστική ακρόαση. «Ο τετραγωνικός ήχος είναι ανύπαρκτος τη στιγμή που έχουμε δυο αυτιά» είπε ο Dolby στο συμβούλιο της Λοζάννης το 1978.

Ας ξεκαθαρίσουμε λοιπόν εδώ 3 σχεδόν διαφορετικούς τρόπους ακούσματος.

Mono: ακούμε το ίδιο και από τα δυο ηχεία, δεν έχουμε δηλαδή την αίσθηση του αριστερού και δεξιού αλλά ο ήχος τείνει προς το κέντρο.

Stereo: δυο ξεχωριστά κανάλια. Άλλα υπάρχουν στο δεξί και άλλα στο αριστερό κανάλι

κανάλι.

Διακουστικό ή Binaural: Stereo με αντικρουόμενες φασικές διαφορές.

Το τελικό στάδιο επεξεργασίας του πολυκάναλου ηχητικού υλικού σε δύο κανάλια που ακούει χρησιμοποιείται στην ηχοληψία, στην επεξεργασία ήχου και στα ηχητικά συστήματα για να εξισορροπήσει τις σχετικές ηχητικές στάθμες και τα συχνοτικά περιεχόμενα ενός αριθμού μουσικών οργάνων.

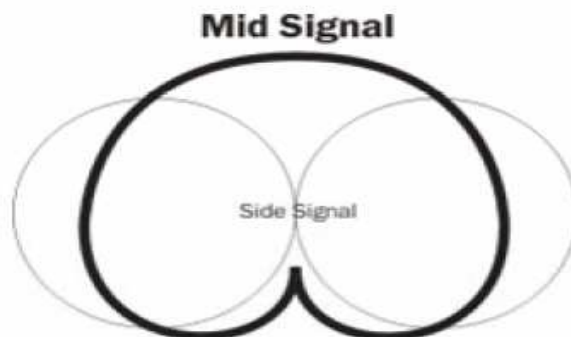
Σ' ένα στούντιο λειτουργούν το μεγαλύτερο μέρος της λήψης γίνεται με ξεχωριστά μικρόφωνα που τοποθετούνται κοντά και ανάλογα το κάθε όργανο. Σκοπός η επίτευξη καλού διαχωρισμού, ώστε κατά την μίξη να μπορεί να δημιουργηθεί μια τεχνητή στέρεο εικόνα.

Οι στερεοφωνικές τεχνικές προσπαθούν κατά κάποιο τρόπο να μιμηθούν τον τρόπο με τον οποίο συλλέγει τις ηχητικές πληροφορίες ο ανθρώπινος μηχανισμός ακοής, και γενικότερα την πρακτική της ταυτόχρονης λήψης δυο αντιτύπων για κάθε σήμα, τα οποία μπορεί να διαφέρουν μεταξύ τους σε ένταση, χρόνο άφιξης, χροιά και φάση. Παρακάτω παρουσιάζουμε βασικές τεχνικές στέρεο ηχογράφισης.

Η διάταξη του **Blumlein** (από τον ομώνυμο βρετανό επιστήμονα) αναπτύχθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1930 και είναι ευαίσθητη προς όλες τις αζιμουθιακές κατευθύνσεις και έτσι συλλαμβάνεται ένα καλό ποσοστό αντήχησης αν ο χώρος ηχογράφισης είναι ακουστικά ζωντανός. Αποτελείται από δύο μικρόφωνα δικατευθυντικά (figure-8), τοποθετημένα έτσι ώστε οι κεντρικοί τους άξονες να σχηματίζουν γωνία 90 μοίρες. Η στερεοφωνική εικόνα μεταξύ των μπροστινών λοβών παρουσιάζεται με αρκετή ακρίβεια και ευκρίνεια. Σε εφαρμογές μέσα σε στούντιο μπορούν να τοποθετηθούν ηχητικές πηγές και πίσω από τη διάταξη για ισοδύναμη σαφήνεια.

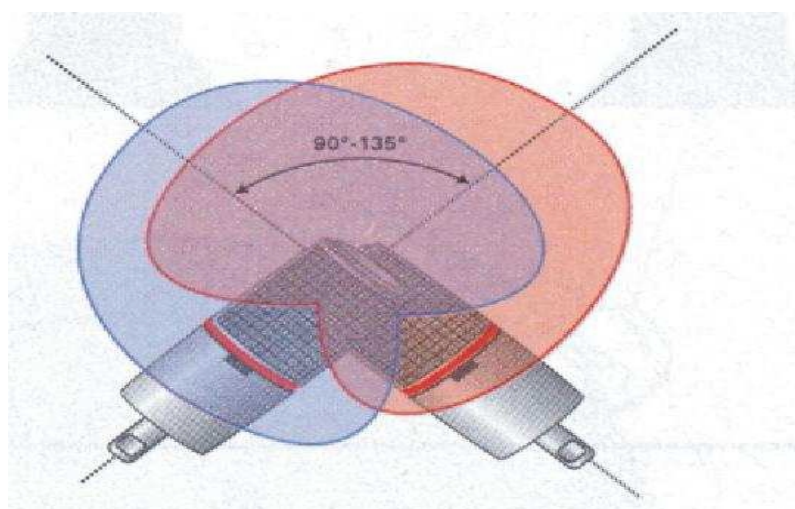
Μια διαδεδομένη τεχνική είναι η **M-S(Mid-Side)** κατά την οποία ένα μικρόφωνο τοποθετείται ώστε να λαμβάνει ήχο από τα πλάγια και ένα άλλο να λαμβάνει ήχο από το κέντρο των ηχητικών πηγών. Αυτά τα δύο σήματα συνδυάζονται μεταξύ τους μέσα από κυκλώματα πρόσθεσης και διαφοράς, για να καταλήξουν σε ένα δεξί και ένα αριστερό σήμα εξόδου. Συνδυάζει την ευκολία τοποθέτησης και τη μεγάλη ευελιξία με τη μονοφωνική συμβατότητα και την κάλυψη όλων των παραμέτρων του κυρίως ήχου, αλλά και των πληροφοριών του χώρου. Από τις ιδιαίτερες περιπτώσεις αφού

απαιτεί δυο διαφορετικά μικρόφωνα. Η στέρεο αυτή διάταξη είναι πρακτική καθώς η στερεοφωνική εικόνα εύκολα μπορεί να «διευρυνθεί» ή να «στενέψει» σε μια μετέπειτα παρουσίαση.



Σχήμα 3.3: Τεχνική M-S

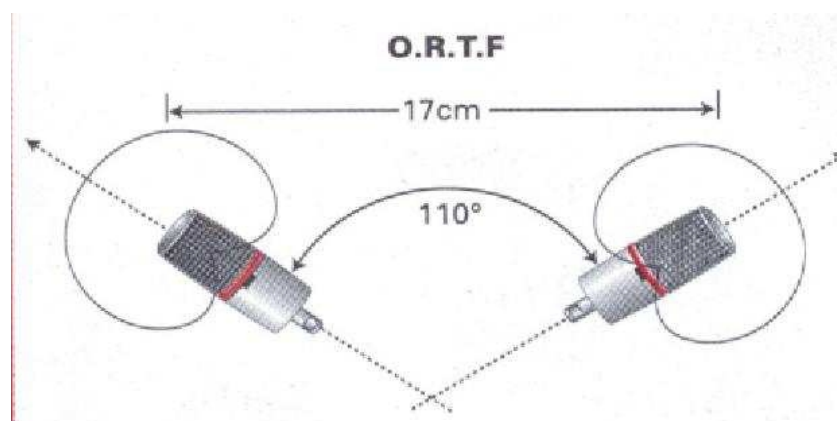
Η τεχνική **X-Y**, ευρέως χρησιμοποιούμενη και ιδίως στα ραδιόφωνα, αποτελείται από ένα διαχωρισμένο ζεύγος καρδιοειδών μικροφώνων που τοποθετούνται με κλίση συνήθως μεταξύ 90 και 120 μοιρών. Η λήψη των πληροφοριών του χώρου είναι μηδαμινή, με συνέπεια να προκύπτει μεγάλη καθαρότητα και σαφήνεια στο ηχητικό αποτέλεσμα. Το ποσοστό διαχωρισμού στο αποτέλεσμα της λήψης εξαρτάται κυρίως από την γωνία της μεταξύ τους κλίσης και σε μικρότερο ποσοστό, από το συγκεκριμένο πολικό διάγραμμα του κάθε μικροφώνου.



Εικόνα 3.15: Τεχνική X-Y

Οι διατάξεις που περιγράφηκαν είναι γνωστές σαν **συμπίπτουσες διατάξεις** (Coincident) και η απόδοση της στερεοφωνίας κατά την αναπαραγωγή εξαρτάται από τις σχέσεις του εύρους ή της έντασης. Τέτοιες ηχογραφήσεις συχνά καλούνται *intensity stereo* (στερεοφωνία έντασης).

Οι **ημι-συμπίπτουσες διατάξεις** (Near-Coincident) διαφέρουν ελάχιστα από τις συμπίπτουσες εκτός του ότι η στερεοφωνική εικόνα βασίζεται σε διαφορές έντασης και φάσης μεταξύ των δύο καναλιών. Περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων την δημοφιλή τεχνική **ORTF** που παρουσιάστηκε από τον Ραδιοφωνικό Οργανισμό της Γαλλίας και διέθετε πολλά από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της μεθόδου Blumlein, αλλά ευκολότερη εφαρμογή. Η λήψη σε αυτή την τεχνική αποκτά μεγαλύτερη φυσικότητα αλλά και μικρότερη συμβατότητα με την μονοφωνία. Η στερεοφωνική εικόνα όμως είναι πιο ανοιχτή και εντυπωσιακή με αποτέλεσμα να θεωρείται κατάλληλη για την λήψη συνόρων μεγάλου πλάτους, όπως μια συμφωνική ορχήστρα. Χρησιμοποιεί δυο καρδιοειδή μικρόφωνα σε απόσταση 17cm και άνοιγμα 110 μοιρών μεταξύ τους. Οι τιμές αυτές είναι όμοιες με αυτές των αυτιών του ανθρώπου και δεν δημιουργούν ιδιαίτερα προβλήματα φάσης στις χαμηλές συχνότητες.



Εικόνα 3.16: Τεχνική ORTF

Για τους μηχανικούς που επιθυμούν επεμβάσεις επαύξησης του χώρου (*spatial cues*) στην ηχογράφιση είναι χρήσιμες και ορισμένες **απομακρυσμένες** (Spaced) τεχνικές. Σ' αυτές τις περιπτώσεις μεγαλώνουμε ακόμα πιο πολύ την απόσταση μεταξύ των μικροφώνων δημιουργώντας έτσι τις πιο απομακρυσμένες τεχνικές οι οποίες χρησιμοποιούνται ευρέως στις ηχογραφήσεις κλασσικής μουσικής. Χρησιμοποιούνται

κατά κανόνα απομακρυσμένα παντοκατευθυντικά (spaced omni) μικρόφωνα (λόγω πιο εκτεταμένης απόκρισης στις χαμηλές συχνότητες από τα κατευθυντικά) που απέχουν μεταξύ τους από 0,4 έως 2 μέτρα (και 3 μέτρα για περιπτώσεις ηχογράφησης μεγάλης – συμφωνικής για παράδειγμα – ορχήστρας) ανάλογα το μέγεθος του μουσικού συνόλου και την απόσταση εργασίας. Τέτοιες διατάξεις είναι δύσκολο να αναλυθούν με ακρίβεια όμως συχνά ηχούν πολύ καλά.

3.7. Μίξη

Το τελικό στάδιο επεξεργασίας ενός πολυκάναλου ηχητικού υλικού σε δύο κανάλια που ακούει ο ακροατής ονομάζεται μίξη ήχου (Audio mixing) και χρησιμοποιείται στην ηχοληψία, στην επεξεργασία ήχου και στα ηχητικά συστήματα για να εξισορροπήσει τις σχετικές ηχητικές στάθμες και τα συχνотικά περιεχόμενα ενός αριθμού μουσικών οργάνων η μουσικών τμημάτων μίας ορχήστρας. Ο ηχολήπτης θα κατασκευάσει μια μουσική σκηνή (με την έννοια του χώρου) έτσι ώστε ο ακροατής ακούγοντας το τελικό προϊόν να έχει σαφή στερεοφωνική εικόνα της σκηνής αυτής ξεχωρίζοντας χωροταξικά όλα τα μέλη μιας ορχήστρας και με τις σωστές χροιές και εντάσεις θα καταφέρει να αναδείξει τις αρετές του μουσικού έργου.

Μία καλή μίξη χαρακτηρίζεται από τα εξής :

- **Δυναμική περιοχή:** Καλείται η συνολική αίσθηση της έντασης του μουσικού υλικού που προκαλείται από την μίξη και πρέπει να είναι όσο το δυνατό μεγαλύτερη, τόσο ώστε να είναι και ξεκάθαρο σαν άκουσμα όταν παίζει σιγά αλλά και στα δυνατά του σημεία να μην παραμορφώνει.
- **Συχνотικό φάσμα:** Έχοντας σαν δεδομένο ότι το ακουστικό φάσμα του ανθρώπου καλύπτει την περιοχή από 20 Hz έως 20 KHz, ο ηχολήπτης, γνωρίζοντας το συχνотικό εύρος, πρέπει να ταιριάζει τις χροιές και τις εντάσεις των μουσικών οργάνων ούτως ώστε να επιτύχει ένα ομοιογενές αποτέλεσμα καλύπτοντας όλες τις συχνотικές περιοχές, ανάλογα πάντα με το είδος του κομματιού και το τι θέλουμε να κάνουμε.
- **Panning:** Πρέπει να υπάρχει σαφής στερεοφωνική εικόνα στο σύνολο των οργάνων και ισόποση κατανομή στο δεξί και αριστερό κανάλι. Η λάθος κατανομή οργάνων σε μια stereo εικόνα δημιουργεί πρόβλημα στο αυτί του ακροατή.
- **Masking:** Όταν δύο ή περισσότερες πηγές ήχου βρίσκονται στο ίδιο συχνотικό φάσμα

πρέπει να μην επικαλύπτει η μία την άλλη. Αυτό επιτυγχάνεται με τη σωστή χρήση του equalizer.

3.7.1. DAW και VST

Τα τελευταία χρόνια, στο χώρο της μουσικής τεχνολογίας, έχει παρατηρηθεί το φαινόμενο ότι τα hardware synths αρχίζουν και χάνουν έδαφος απέναντι στους software synth αντικαταστάτες τους. Αξιοσημείωτο επίσης είναι το γεγονός ότι πλέον πολλοί επαγγελματίες αντικαθιστούν τον hardware εξοπλισμό τους με όλο και περισσότερο software, υποστηρίζοντας πως δε βρίσκουν το λόγο να επενδύσουν σε ένα σωρό ακριβά μηχανήματα, που απαιτούν περισσότερο χώρο και χρήμα. Το κυριότερο είναι ότι μπορούν να έχουν σχεδόν ότι χρειάζονται μέσα σε ένα πακέτο με προγράμματα για τον ηλεκτρονικό τους υπολογιστή αλλά και δυνατότητες τις οποίες δεν θα μπορούσαν να δώσουν οι hardware ανταγωνιστές τους, για τεχνικούς κυρίως λόγους.

Έτσι έχουμε λοιπόν το **DAW** που σημαίνει *Digital Audio Workstation*. Το συναντάμε και ως Recording Software, Recording Program, Mixing Program, Mixing Software και δεν είναι τίποτα άλλο από το πρόγραμμα ηχογράφησης της προτίμησής μας (Pro Tools, Cubase, Ableton...)

VST (*Virtual Studio Technology*) είναι τα εσωτερικά προγράμματα που χρειαζόμαστε για την μίξη όπως Equalizers, Compressors, Reverbs, Delays κλπ. και δεν είναι standalone programs δηλαδή δεν μπορούν να ανοιχτούν μόνα τους αλλά μπορούν μόνο μέσα από τα DAWs. Πέρα από την εισαγωγή effect συναντάμε και την εισαγωγή "εικονικού" μουσικού οργάνου (*VST instrument* ή *VSTi*).

Το πρακτικό μέρος αυτής της πτυχιακής ασχολείται αναλυτικά με τις ανωτέρω περιπτώσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Σκοπός της παρακάτω πρακτικής ενότητας είναι να αποδείξει ότι οι ηχογραφήσεις, από την πρωτογενή ηχογράφηση (αυτή δηλαδή που κάνει ο χρήστης) μέχρι το τελικό στάδιο της επεξεργασίας, να είναι **καθαρή**, απαλλαγμένη δηλαδή από ανεπιθύμητους θορύβους και σε αρκετά **καλή ένταση** και ότι αξιοπρεπή αποτελέσματα μπορούμε να έχουμε ακόμη και με σχετικά φθηνά (ή αν θέλετε και μέτρια σε ποιότητα) μηχανήματα. Το τελικό αποτέλεσμα σε μια ηχογράφηση να μην εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον εξοπλισμό που διαθέτουμε και από τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η λήψη του ήχου που επιθυμούμε να ηχογραφήσουμε, όμως οι δυνατότητες επεξεργασίας των λογισμικών που χρησιμοποιούνται (στην προκειμένη περίπτωση θα χρησιμοποιήσουμε το Mixcraft της Acoustica) μπορούν να αξιοποιηθούν με κατάλληλες τεχνικές αποτέλεσμα που επιθυμούμε.

Βέβαια ο πιο λιτός εξοπλισμός ηχογράφησης είναι με εξοπλισμό ένα μικρόφωνο και ένα ζευγάρι ακουστικά, μιας και όλοι οι υπολογιστές είναι εξοπλισμένοι με μία κάρτα ήχου η οποία στην πιο απλή περίπτωση έχει 3 υποδοχές (ή και 2 σε φορητό). Αυτός ο τρόπος έχεις τα εξής μειονεκτήματα: α) Το μικρόφωνο του υπολογιστή είναι τις περισσότερες φορές χαμηλής ποιότητας πράγμα το οποίο περιορίζει τις δυνατότητες επεξεργασίας μιας ηχογράφησης και β) οι συμβατικές κάρτες ήχου παρουσιάζουν μία καθυστέρηση στην επιστροφή του σήματος που λαμβάνουν από το μικρόφωνο με αποτέλεσμα μια μικρή καθυστέρηση κατά την διάρκεια της ηχογράφησης.

Τέλος να επισημάνουμε, ότι η πρακτική αυτή άσκηση δεν δημιουργήθηκε για να δείξει τις συνθετικές δυνατότητες του υποφαινόμενου, αλλά τις δυνατότητες των μουσικών προγραμμάτων στην επεξεργασία μουσικής φόρμας.

4.1. Γενικά

Η μουσική δημιουργία που βασίζεται στον υπολογιστή χωρίζεται σε 3 απλές εργασίες:

- Εισαγωγή ενός ή περισσότερων μουσικών σημάτων (audio) ή σημάτων ελέγχου (MIDI) στον υπολογιστή (ηχογράφηση).
- Ένωση / μίξη και επεξεργασία των σημάτων αυτών (mixing / fx processing).
- Εξαγωγή του επεξεργασμένου σήματος (στον ενισχυτή / ηχεία) ή/και αποθήκευση (αρχείο ήχου / CD-ROM).

4.1.1. Ηχογράφηση Audio

Τα μουσικά σήματα (audio) που μπορούμε να τροφοδοτήσουμε τον υπολογιστή μας είναι πρακτικά... οτιδήποτε! Τα στάδια που οφείλει να περάσει ένα μουσικό σήμα για να εισαχθεί στον ΗΥ επιτυχώς είναι η **μετατροπή ενός ηχητικού σήματος σε ηλεκτρικό**. Αυτό επιτυγχάνεται:

- 1) Με τα **μικρόφωνα** ή τους **μαγνήτες (κάψες κ.λ.π.)**.
- 2) Με την **αύξηση της έντασης του ηλεκτρικού σήματος (προενίσχυση)**, που επιτυγχάνεται με τους **προενισχυτές**. Η δουλειά τους είναι να μεγαλώσουν την ένταση του ηλεκτρικού σήματος που δέχονται στην είσοδο και να το μετατρέπουν σε line-level (το επίπεδο σήματος line-level είναι το πλέον διαδεδομένο σήμα στις καταναλωτικές συσκευές, είναι π.χ. είναι το σήμα που βγάζει το audio CD του στερεοφωνικού μας).
- 3) Με τη **δειγματοληψία και ψηφιοποίηση του ηλεκτρικού σήματος (Sampling)**. Πρόκειται για την μετατροπή του αναλογικού line-level σήματος σε ψηφιακό. Αυτό γίνεται ως εξής: Σε κάθε ένα μικρό χρονικό διάστημα «διαβάζεται» το ηλεκτρικό σήμα και ανάλογα με την έντασή του αντιστοιχούμε και έναν αριθμό (μεγαλύτεροι αριθμοί για μεγαλύτερες εντάσεις κ.ο.κ.).

Παράδειγμα, έστω ότι αποφασίζουμε να χωρίσουμε το δευτερόλεπτο σε 44100 κομματάκια, και σε κάθε κομματάκι θα αντιστοιχήσουμε έναν αριθμό που αποτελείται από 16 bits δηλ. από 0-65535. Στο παράδειγμα αυτό η **συχνότητα δειγματοληψίας** είναι 44.1 kHz και έχουμε **δείγματα των 16 bit**. Υπάρχουν και

μικρότερες συχνότητες δειγματοληψίας π.χ. 22 kHz, αλλά και μεγαλύτερες π.χ. 96 kHz. Ομοίως υπάρχουν και μικρότερα δείγματα π.χ. 8 bit αλλά και μεγαλύτερα π.χ. 24 bit. Όσο ψηλότερη είναι η συχνότητα δειγματοληψίας και μεγαλύτερα τα δείγματα, τόσο ποιοτικότερη (πιστότερη) είναι η ψηφιακή αναπαράσταση του αναλογικού μας σήματος. Στη συνέχεια τροφοδοτούμε τον υπολογιστή μας με αυτά τα δεδομένα (π.χ. λέξεις των 16 bit, και μια σταθερή συχνότητα δειγματοληψίας), και έτσι ο υπολογιστής μας «καταλαβαίνει» το μουσικό μας σήμα (**Analog to Digital Converters - A/D Converters**).

4.1.2. Ηχογράφηση Σημάτων Ελέγχου (MIDI)

Το πρωτόκολλο μεταφοράς μουσικών δεδομένων **MIDI**, δεν είναι τίποτ' άλλο παρά ψηφιακά δεδομένα με τη μορφή εντολών (π.χ. η εντολή «παιξε τη νότα ΛΑ δίεση» θα μπορούσε να ήταν 100010001). Τα MIDI δεδομένα αυτά παράγονται από τους λεγόμενους **Ελεγκτές MIDI** (MIDI Controllers) ή κάθε άλλη συμβατή με MIDI συσκευή (π.χ. synthesizer) και μεταφέρονται ως έχουν (χωρίς καμιά μετατροπή) στα αντίστοιχα MIDI κυκλώματα του Υπολογιστή. Πρέπει να γίνει κατανοητό ότι γενικά οι MIDI διαδικασίες (αναπαραγωγή, επεξεργασία, ηχογράφηση) είναι ανεξάρτητες από τις αντίστοιχες audio διαδικασίες.

4.1.3. Κάρτες Ήχου

Μια κάρτα ήχου δεν είναι τίποτα άλλο παρά ένας **προενισχυτής** (γενικής χρήσης), ένας A/D και D/A Converter και κάποια MIDI κυκλώματα ενωμένα με τους απαραίτητους **οδηγούς / drivers** της κάρτας. Έτσι λοιπόν μέσω της κάρτας ήχου μπορούμε να μεταφέρουμε τη μουσική μας και τα MIDI σήματά μας στον υπολογιστή μας. Τα κριτήρια μιας κάρτα ήχου:

- Πλήθος καναλιών Εισόδου –Εξόδου καθώς πλέον και οι πιο απλές κάρτες μπορούν να ηχογραφήσουν ταυτόχρονα 2 κανάλια (stereo) και να αναπαράγουν πάλι 2 κανάλια, ενώ οι πιο καλές ταυτόχρονα από 4 ή και 8 κανάλια για ηχογράφηση, και 6 ή 8 κανάλια για αναπαραγωγή.
- Συχνότητα Δειγματοληψίας... Η μέγιστη συχνότητα μιας απλής κάρτας είναι 48 kHz με

λέξεις των 16 bit, ενώ οι πιο καλές ανεβαίνουν στα 96 kHz (ή και στα 192 kHz) με λέξεις των 24 bit.

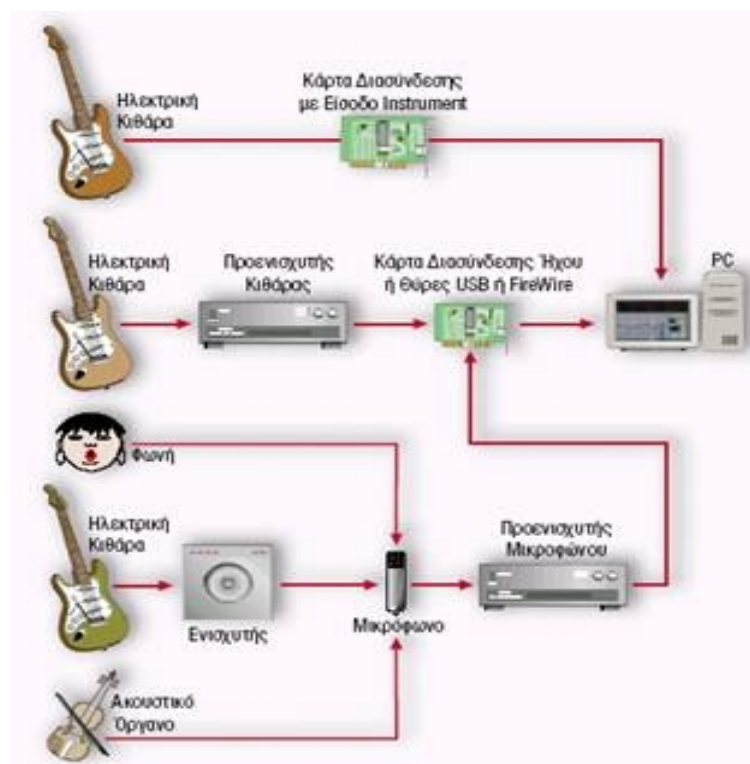
- Drivers... Οι καλές κάρτες ήχου διαθέτουν **και** τους διαδεδομένους οδηγούς, την **ASIO**.

- Πλήθος άλλων συνδέσεων όπως ψηφιακές συνδέσεις SPDIF, Optical, Clock...

- Η ποιότητα του προενισχυτή της.

4.1.4. Συνδεσμολογία

Είναι κατανοητό δεν μπορεί να προταθεί μια προτινόμενη συνδεσμολογία καθώς αυτή εξαρτάται από το πλήθος και το είδος των μηχανημάτων που είναι διαθέσιμα για την ηχογράφηση.



Εικόνα 4.1: Παραδείγματα συνδεσμολογίας με διαφορετικές μεθόδους

Σίγουρα ο αποτελεσματικότερος και ποιοτικότερος τρόπος είναι να χρησιμοποιήσουμε ότι καλύτερο έχουμε από εξοπλισμό με έναν επίσης καλό προενισχυτή που θα αναβαθμίζει σημαντικά το εισαγόμενο σήμα καθώς και σωστή κατανομή των μηχανημάτων μακριά από ηλεκτρικό ρεύμα (πρίζες, πολύπριζα, γραμμές μεταφοράς κ.λ.π.) που δημιουργούν θορύβους στα καλώδια που μεταφέρουν τα ηχητικά σήματα.

4.2. Εξοπλισμός

- **Shure C606N**

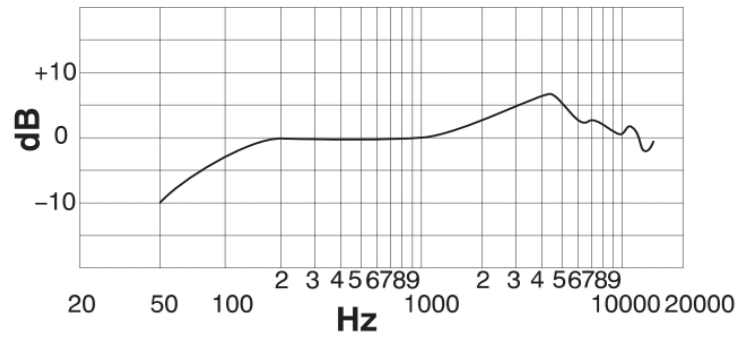


Εικόνα 4.2: Μικρόφωνο Shure 606N

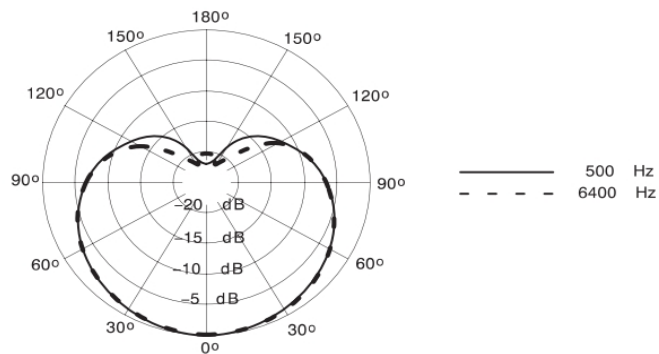
Πρόκειται για δυναμικό καρδιοειδές μικρόφωνο με διακόπτη on/off και στερεοφωνική είσοδο με καρφί (jack) ένα τέταρτο της ίντσας ($\frac{1}{4}$ ").

Τα χαρακτηριστικά του Shure 606N:

- Πολικό διάγραμμα: καρδιοειδές
- Ευαισθησία ανοιχτού κυκλώματος: -52 dBV/Pa (1000 Hz) [$1 \text{ Pa} = 94 \text{ dB SPL}$]
- Απόκριση συχνοτήτων: 50 – 15.000 Hz
- Ονομαστική σύνθετη αντίσταση: $<600 \text{ } \Omega$
- Σύνδεση: 3-pin XLR βύσμα.
- Μήκος Καλωδίου που συμπεριλαμβάνεται: 4,6 μέτρα



TYPICAL FREQUENCY RESPONSE



PICKUP PATTERN

Σχήμα 4.1: Τυπική απόκριση συχνότητας και πολικό διάγραμμα του Shure 606N

- **Lexicon Alpha Audio Interface**

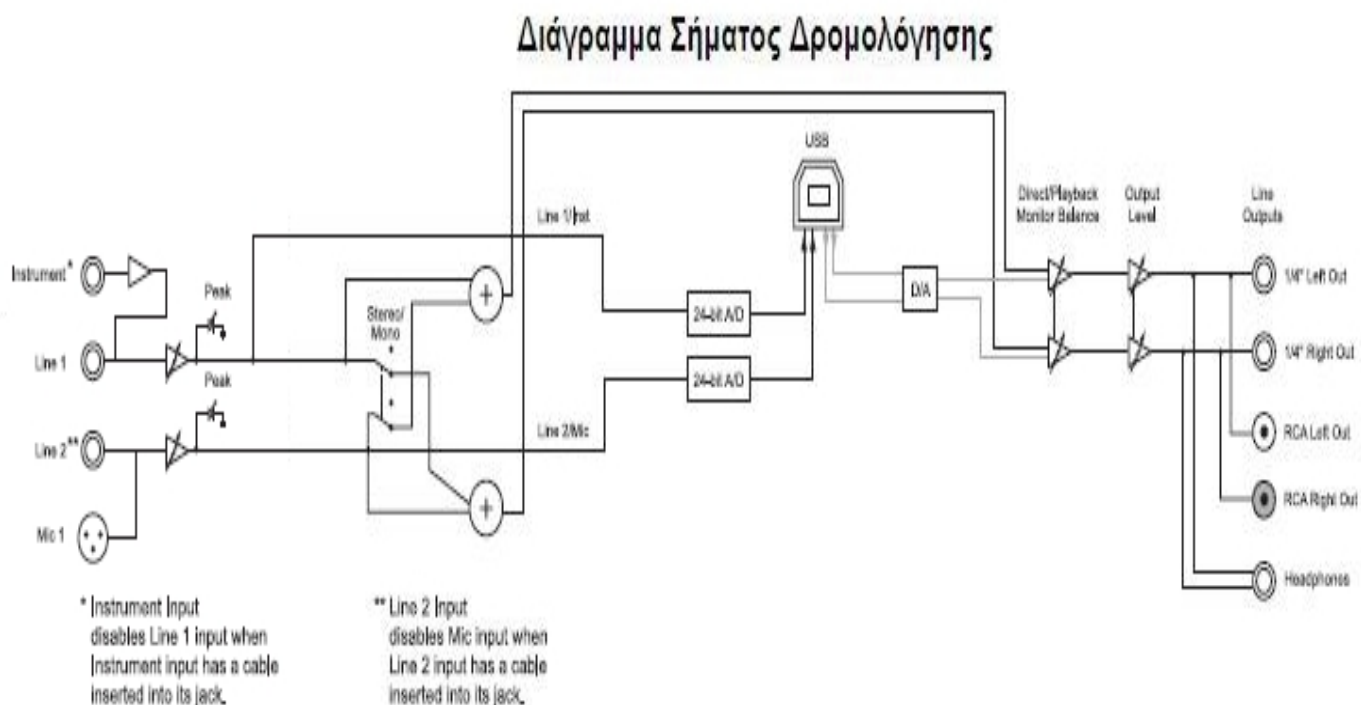


Εικόνα 4.3: Κάρτα Ήχου Lexicon Alpha

Κάρτα ήχου την οποία χρησιμοποιούμε για την επικοινωνία μας με τον Η/Υ. Διαθέτει δυνατότητα ηχογράφησης 2 καναλιών ταυτόχρονα σε 44.1/48kHz με ανάλυση 16 ή 24bit, μηδενικό latency για overdubs χωρίς καθυστερήσεις, συμβατό με οποιοδήποτε λογισμικό ηχογράφησης. Συνοδεύεται από τα Lexicon Pantheon reverb plug-in, Cubase LE multitrack software.

Τα χαρακτηριστικά αυτής της κάρτας είναι:

- Line TRS: 2xLine TRS
- Mic XLR: 1xMic XLR
- Line Out RCA: 2xLine Out RCA
- TRS balanced/unbalanced: 2 x 1/4"
- Ανάλυση: 24-bit
- Τύπος κάρτας ηχογράφησης: Studio
- Direct Monitoring
- Πρωτόκολλο Σύνδεσης: USB 2.0
- Λόγος σήματος προς θόρυβο: 115.0 dB
- Προενίσχυση ακουστικών: Ναι
- Προενίσχυση μικροφώνου / κιθάρας: Ναι
- Δειγματοληψία: 48 KHz



Σχήμα 4.2: Τυπικό διάγραμμα δρομολόγησης ενός σήματος από μια κάρτα ήχου

- **Sennheiser HD 215**

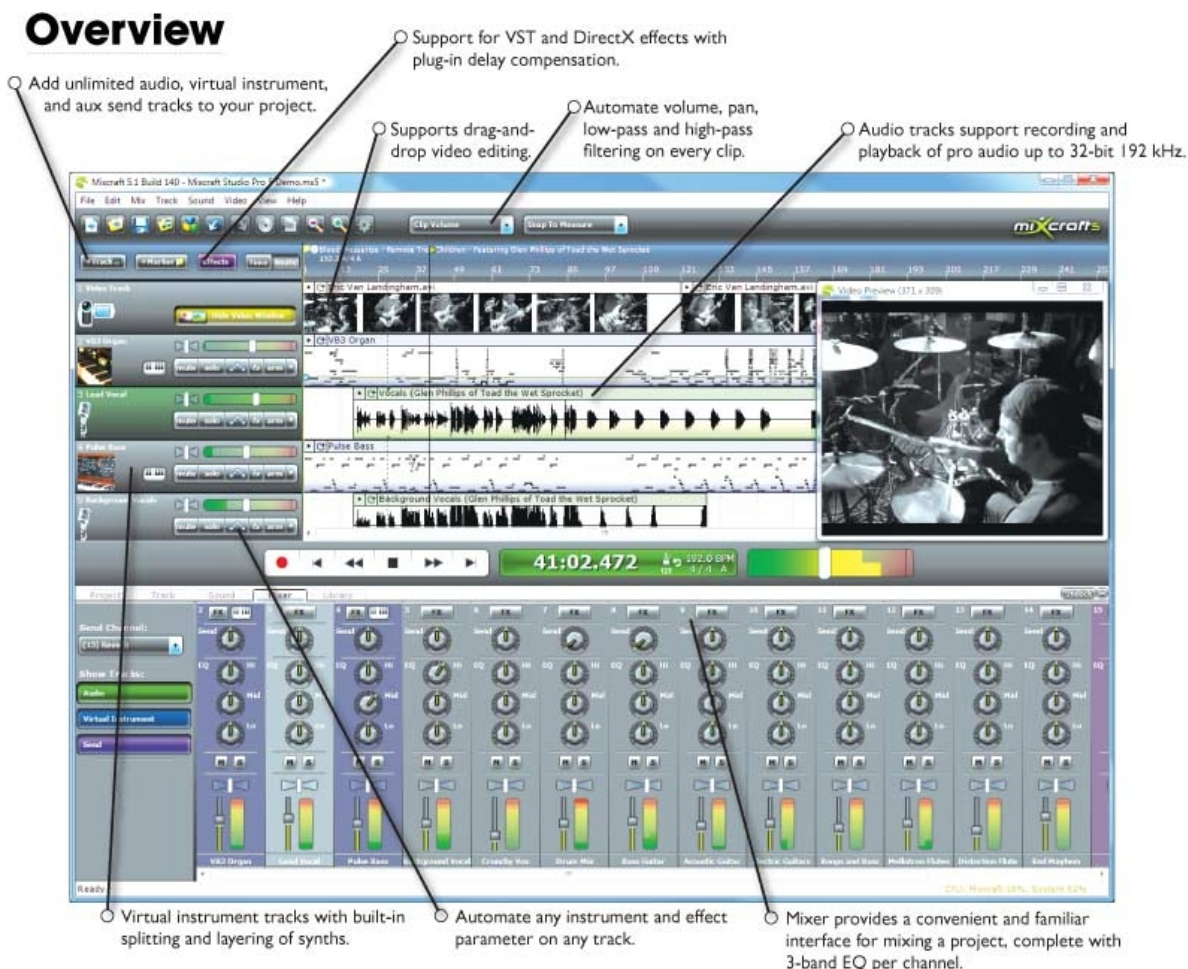


Εικόνα 4.4: Ακουστικά κλειστού τύπου Sennheiser HD 215

Ακουστικά που θα χρησιμοποιηθούν για το monitor και έχει τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Βύσμα: 3,5/6,3 mm stereo
- Αντίσταση: 32 Ω
- Βάρος χωρίς καλώδιο: ca. 280 g
- Τύπος Κάψας - Ακουστικού: Δυναμική, Κλειστού
- Ear coupling: circum-aural
- Μήκος Καλωδίου: 3 μέτρα
- Απόκριση Συχνότητας: 12 - 22000 Hz
- Μέγιστη Στάθμη Έντασης (SPL): 112 dB(SPL)
- THD, Συνολική Αρμονική Παραμόρφωση: <0,2 %

- **Acoustica Mixcraft v.5 & v.6**



Εικόνα 4.5: Επισκόπηση του λογισμικού Mixcraft της Acoustica

Πρόκειται για την – κατά κάποιο τρόπο – απάντηση στο αντίστοιχο λογισμικό ηχογράφησης και επεξεργασίας ήχου, Garage Band (Apple, Macidos), αλλά για την πλατφόρμα λειτουργικού συστήματος της Microsoft, τα Windows.

Η σύγκριση αυτών των δύο διόλου τυχαία, μιας και και πρόκειται για DAW τελευταίας γενιάς και που και τα δύο έδωσαν στον χρήστη μεγάλη βάση τόσο στην φιλικότητα του περιβάλλοντος (interface) όσο και στην ευελιξία που το διακατέχει δίνοντάς του την δυνατότητα να επιτύχει ικανοποιητικά αποτελέσματα στο μουσικό σύνολο που θα επιτευχθεί χωρίς παράλληλα να τον «ζορίζει» με πολλαπλές τεχνικές.

Ένας επιπλέον λοιπόν λόγος, η επιλογή του συγκεκριμένου εργαλείου μιας και εκτός του έχει όλο το πακέτο για την επεξεργασία ήχου (ηχογράφηση / μίξη / mastering) είναι πιο κοντά στο να δείξουμε στο πως ερασιτεχνικά μπορούμε να επιτύχουμε το μουσικό αποτέλεσμα στα πρότυπα demo ηχογραφήσεων που είναι πλέον ευρέως διαδεδομένα

τόσο στο διαδίκτυο που κυριαρχεί στα μέσα προώθησης κοινωνικής δικτύωσης τύπου MySpace, Facebook, ReverbNation, SoundCloud, κ.τ.λ. Παρακάτω δίνεται μία σύγκριση ορισμένων εκ των γνωστών αντίστοιχων λογισμικών σε σχέση με το Mixcraft.

Compare Mixcraft to Other Digital Audio Workstations (DAW)

Features	Mixcraft 5	Cubase Studio 5	Cakewalk SONAR Home Studio 7 XL	Acid Pro 7
32-bit floating point audio engine	✓	✓	✓	✓
Multi-processor support	✓	✓	✓	✓
Number of audio tracks	Unlimited	Unlimited	64	Unlimited
Number of MIDI tracks	Unlimited	Unlimited	Unlimited	Unlimited
FX Send channels	Unlimited	8	Unspecified	32
Audio Effect insert slots	Unlimited	8	Unspecified	32 per chain
Virtual Instrument insert slots	Unlimited	32	Unspecified	32
Easy layering and splitting of multiple virtual instruments and MIDI devices	✓	✗	✗	✗
Included audio loops	3300+	0	450	3000+
Included audio effects plug-ins	22	39	14	19
Included virtual instrument plug-ins	8	3	7	1
Mixer Interface	✓	✓	✓	✓
Video Track	✓	✓	✓	✓
VST Automation	✓	✓	✓	✓
MP3 Encoding	✓	Available for additional cost	Available for additional cost	✓
High-resolution sample rate support	✓	✓	✓	✓
Edit and print music notation	✓	✓	✓	✗
Musical typing keyboard	✓	✓	✗	✗
Price (MSRP)	\$74.95 download / \$85.95 box	\$399.99	\$209	\$399.99

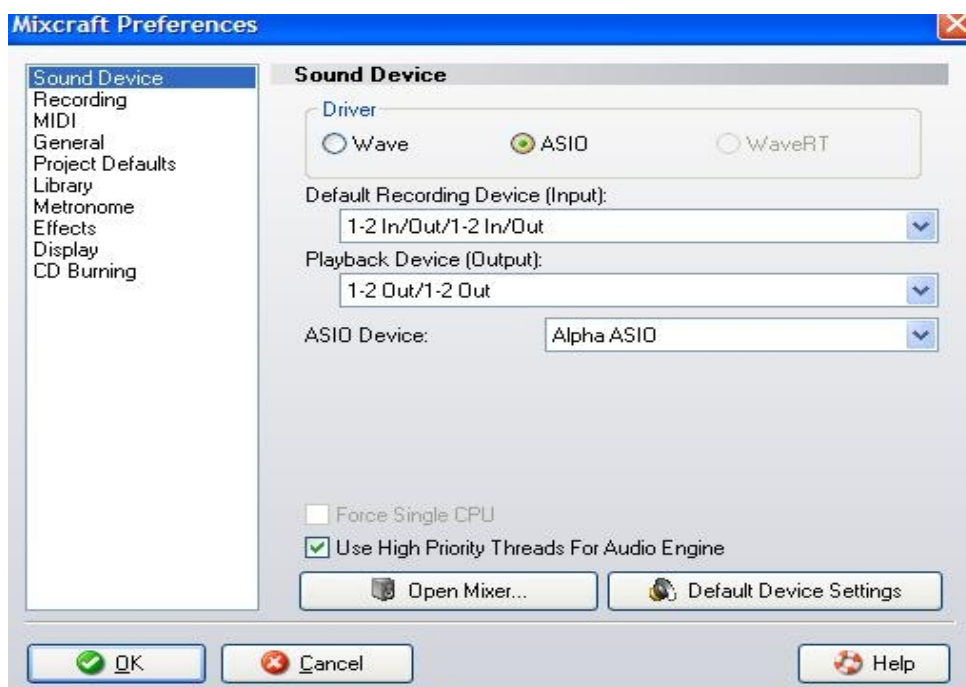
Εικόνα 4.6: Σύγκριση Mixcraft με αντίστοιχα λογισμικά

Στη παρακάτω ενότητα θα αναλύσουμε μέσα από την διαδικασία των ηχογραφήσεων και μέχρι το τελικό αποτέλεσμα όσο το δυνατόν πιο αναλυτικά τις δυνατότητες του συγκεκριμένου λογισμικού.

4.3. Δουλεύοντας με το Acoustica Mixcraft

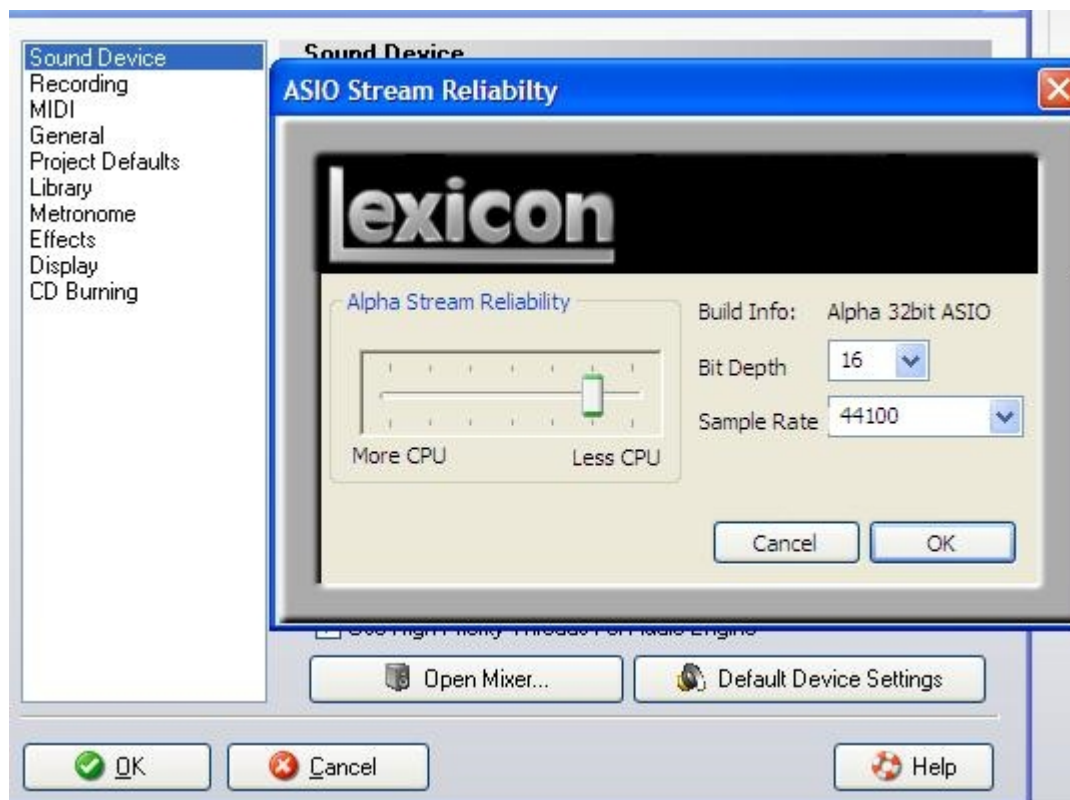
Πρώτο μας μέλημα είναι να καθορίσουμε τις ρυθμίσεις του προγράμματος επεξεργασίας με βάση τον εξοπλισμό που διαθέτουμε.

Η κάρτα ήχου μας διαθέτει ASIO Input/Output (δηλαδή δυνατότητα να δίνει αλλά και να παράγει σήμα ήχου).



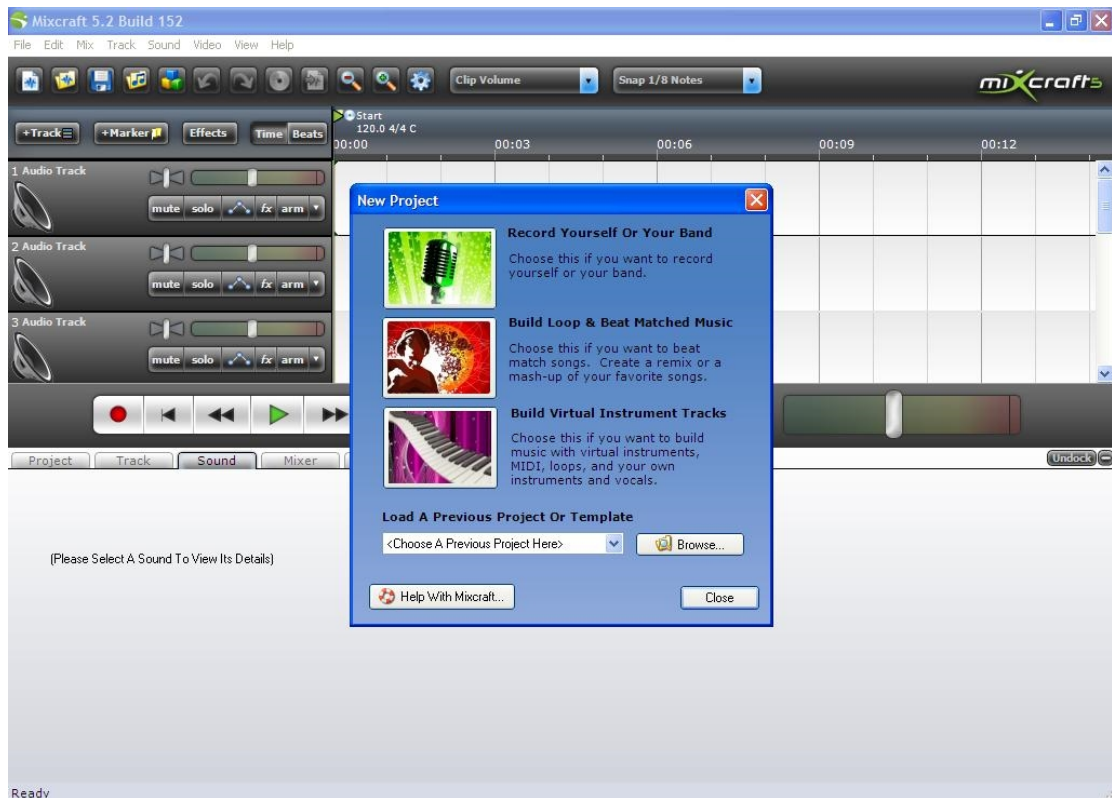
Εικόνα 4.7

Επίσης ρυθμίζουμε την συχνότητα δειγματοληψίας στα 44.1 kHz με δείγματα των 16 bit.



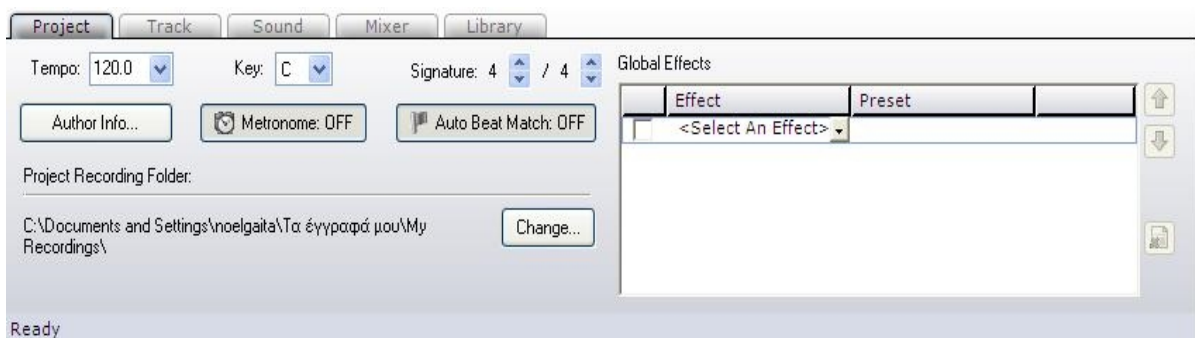
Εικόνα 4.8

Μετά τις βασικές ρυθμίσεις οδηγούμαστε στο κύριο layout όπου μας ζητείτε να διαλέξουμε τον τρόπο με την οποία θα γίνει είτε η ηχογράφηση με επιλογή νέου project είτε η επεξεργασία υπάρχοντος project.



Εικόνα 4.9

Αφού επιλέξουμε αυτό που θέλουμε (στην περίπτωσή μας νέο project – Record Yourself Or Your Band) θα παρατηρήσουμε στην κάτω ετικέτα με τον τίτλο Project, επιλογές που έχουν να κάνουν με την σύνθεση του κομματιού που θέλουμε να ηχογραφήσουμε.



Εικόνα 4.10

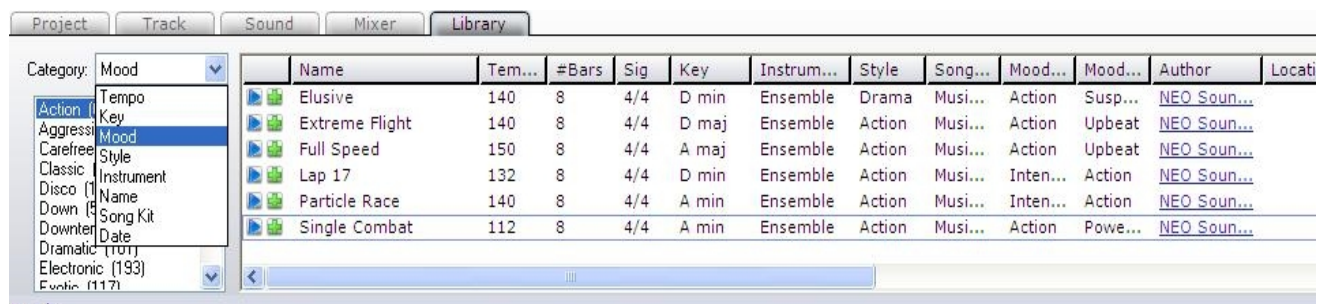
Tempo: Πρόκειται για τον παλμό του κομματιού που μετρείται σε **bpm (beats per minute)**

Key: Τα κλειδιά στην ορολογία της μουσικής «βαφτίζουν» την αντίστοιχη νότα που επιλέγεται και κατά συνέπεια όλες τις υπόλοιπες και ορίζουν το συγκεκριμένο ύψος της σύνθεσης.

Signature: Ο ρυθμός της σύνθεσης με μονάδα μέτρησης το τέταρτο (έναν χτύπο από το τέμπο).

Υπάρχουν επίσης οι δυνατότητες να γράψουμε τις πληροφορίες του συνθέτη (**Author Info...**) για το κομμάτι το οποίο θα ηχογραφηθεί, η επιλογή για ενεργοποίηση Μετρονόμου (**Metronome**) για την διαδικασία της ηχογράφησης καθώς και η επιλογή για συγχρονισμό του beat/loop που τυχόν επιλεγεί να ρυθμιστεί αυτόματα στα bpm που εισάγαμε στο Tempo (**Auto Beat Match**). Τέλος μας δίνεται η δυνατότητα να επιλέξουμε σε ποιον φάκελο θα αποθηκευτούν τα ηχογραφημένα αρχεία του συγκεκριμένου Project (**Project Recording Folder**).

Μετά τις απαραίτητες προεργασίες για την σύνθεσή μας ξεκινάμε με την loop («λούπα» όπως συχνά συνηθίζουμε να την αποκαλούμε) που θέλουμε να εισάγουμε. Το Mixcraft μας παρέχει βιβλιοθήκη/**library** με πολλά samples (δείγματα ήχων) ταξινομημένα ανά Tempo, Key, Instrument (όργανο) κ.τ.λ. ενώ υπάρχει η επιπλέον δυνατότητα να εισάγουμε δικούς μας ήχους στην συγκεκριμένη βιβλιοθήκη.



Εικόνα 4.11

Όλα αποσπάσματα ήχου βρίσκονται online στο internet και εφόσον χρησιμοποιηθούν αποθηκεύονται στον υπολογιστή μας στο σημείο όπως είναι ρυθμισμένο από τις προτιμήσεις του λογισμικού.



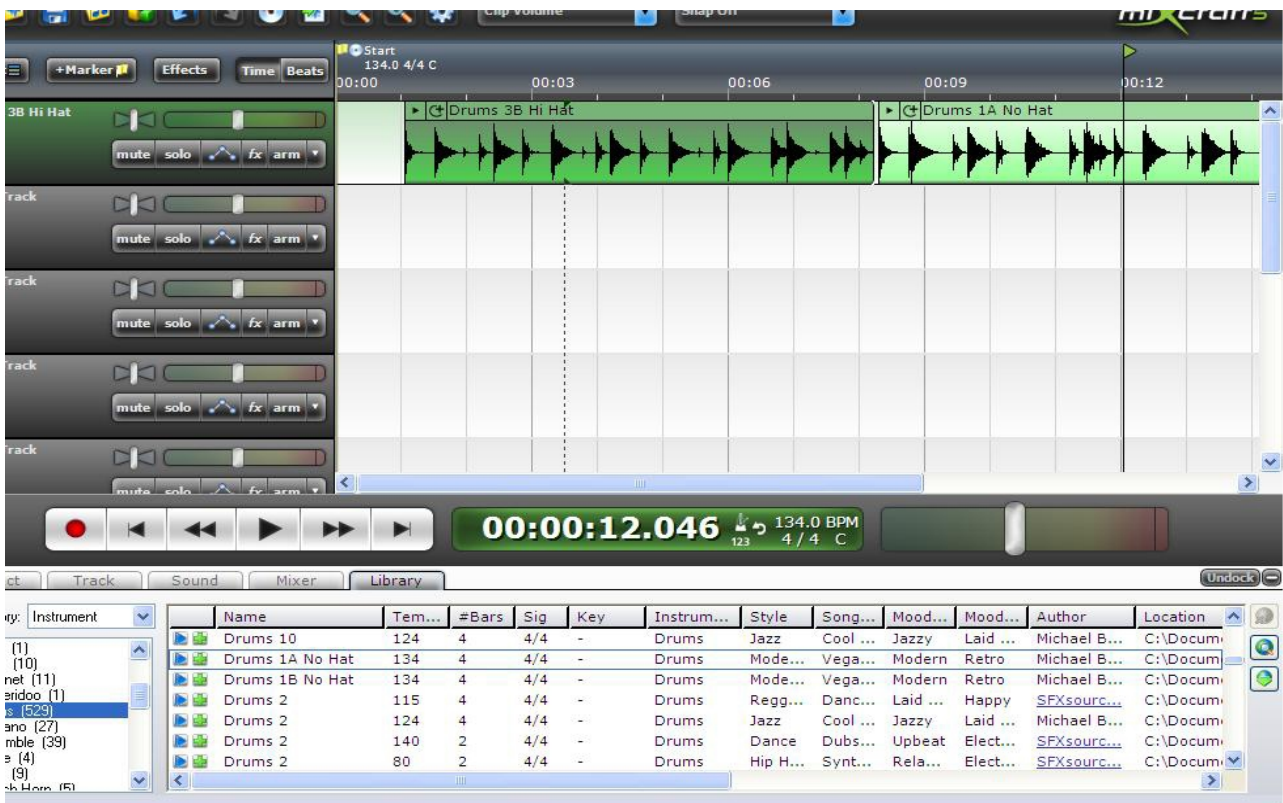
Εικόνα 4.12

Στην περίπτωση μας ψάχνουμε να βρούμε loop να ταιριάζει σε ότι θέλουμε να συνθέσουμε. Ψάχνοντας στην κατηγορία drums καταλήξαμε σε 2 loop

Category:	Name	Tem...	#Bars	Sig	Key	Instrum...	Style	Song...	Mood...	Mood...	Author
Cello (1)	808 Hi Hat	80	2	4/4	-	Drums	Hip H...	Urba...	Dow...	Mellow	Peace Lo...
Choir (10)	808 Kick	100	4	4/4	-	Drums	Rhyt...	Top ...	Laid ...	Urban	Di Puzzle
Clavinet (11)	808 Kick	80	2	4/4	-	Drums	Hip H...	Urba...	Dow...	Mellow	Peace Lo...
Didgeridoo (1)	808 Kick	90	4	4/4	-	Drums	Rhyt...	Urba...	Laid ...	Urban	Di Puzzle
Drums (529)	808 Reverse Cym...	96	4	4/4	-	Drums	Hip H...	Gang...	Laid ...	Urban	Di Puzzle
E. Piano (27)	808 Snare	100	4	4/4	-	Drums	Rhyt...	Top ...	Laid ...	Urban	Di Puzzle
Ensemble (39)	808 Snare	80	2	4/4	-	Drums	Hip H...	Urba...	Dow...	Mellow	Peace Lo...
Fiddle (4)											
Flute (9)											
French Horn (5)											

Εικόνα 4.13

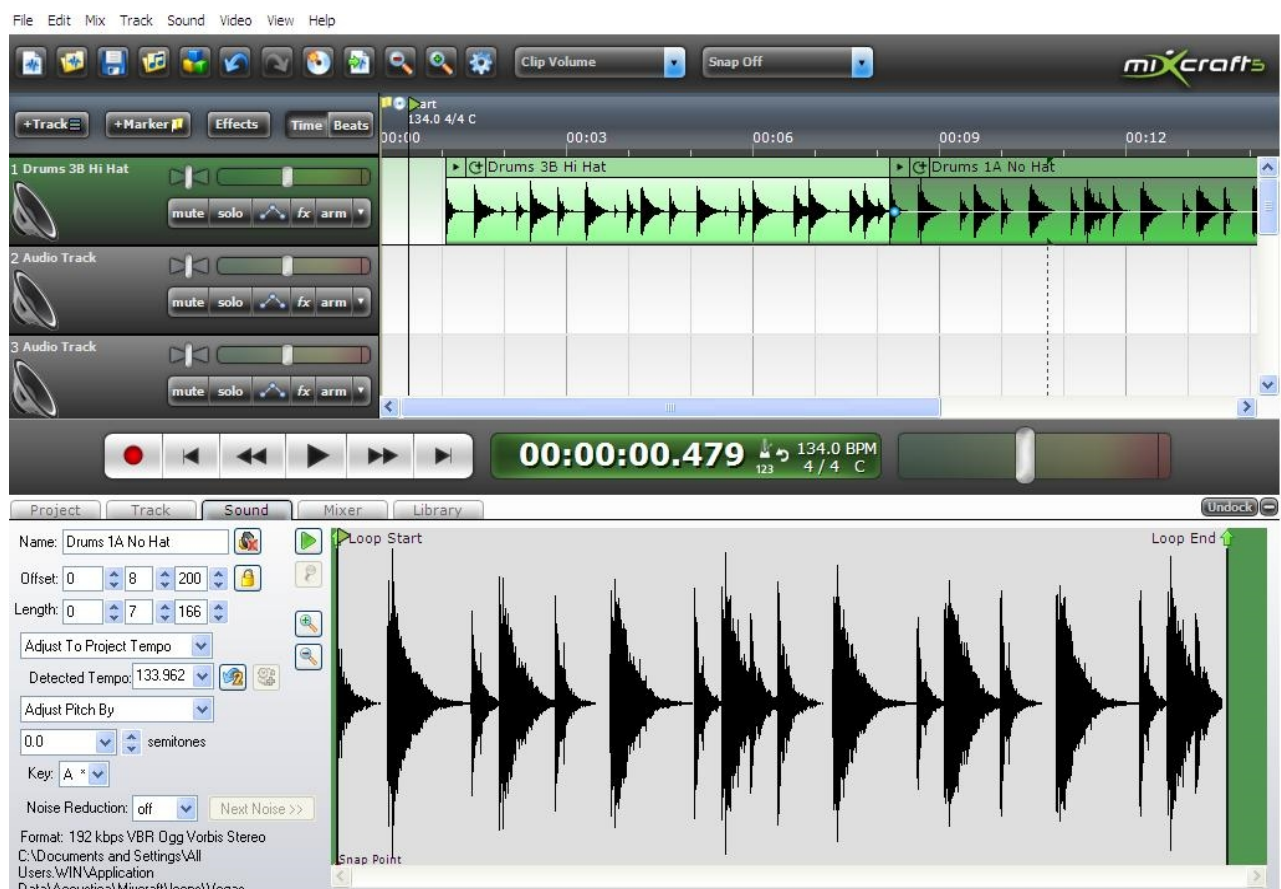
όπου τις εισάγουμε στο project σε ένα κανάλι όπως βλέπουμε παρακάτω.



Εικόνα 4.14

Στην ετικέτα Sound έχοντας επιλεγμένο κάποιο αρχείο ήχου μας δίνονται οι πληροφορίες του όπως επίσης και η δυνατότητα επεξεργασίας αυτών: χρόνος - per beat ή per time – (**Offset**), μέγεθος διάρκειας (**Length**), το Τempo, το «τονικό ύψος» (**Pitch**), το κλειδί (**Key**) και ο θόρυβος (**Noise Reduction** = μείωση θορύβου).

Προσοχή από εδώ μπορούμε να επεξεργαστούμε ένα συγκεκριμένο κομμάτι ήχου που ενσωματώθηκε στο κανάλι μας και όχι όλο το κανάλι. Παράδειγμα η παρακάτω εικόνα όπου έχει επιλεγεί η loop με την ονομασία *Drums 1A No Hat* ενώ στο κανάλι υπάρχει και μια δεύτερη με την ονομασία *Drums 3B Hi Hat*.



Εικόνα 4.14

Στο πρώτο κανάλι όπου τοποθετήσαμε τα beat, υπάρχει η επιλογή **fx** όπου πατώντας πάνω σε αυτήν μας βγάζει ένα αναδυόμενο παράθυρο με επιλογή των **effect** που υπάρχουν ενσωματωμένα στο λογισμικό και όχι μόνο... Υπάρχουν και οτιδήποτε βρήκε - ή βρει στην πορεία με κάθε νέα εγκατάσταση ενός προγράμματος - ανιχνεύσιμο το λογισμικό (Mixcraft) στον υπολογιστή μας, από stand alone προγράμματα και αντίστοιχα προγράμματα επεξεργασίας (Digital Audio Workstation **DAW** με Virtual Studio Technology – **VST**) έως άλλα λογισμικά του συστήματός μας που προορίζονται

για άλλες λειτουργίες.

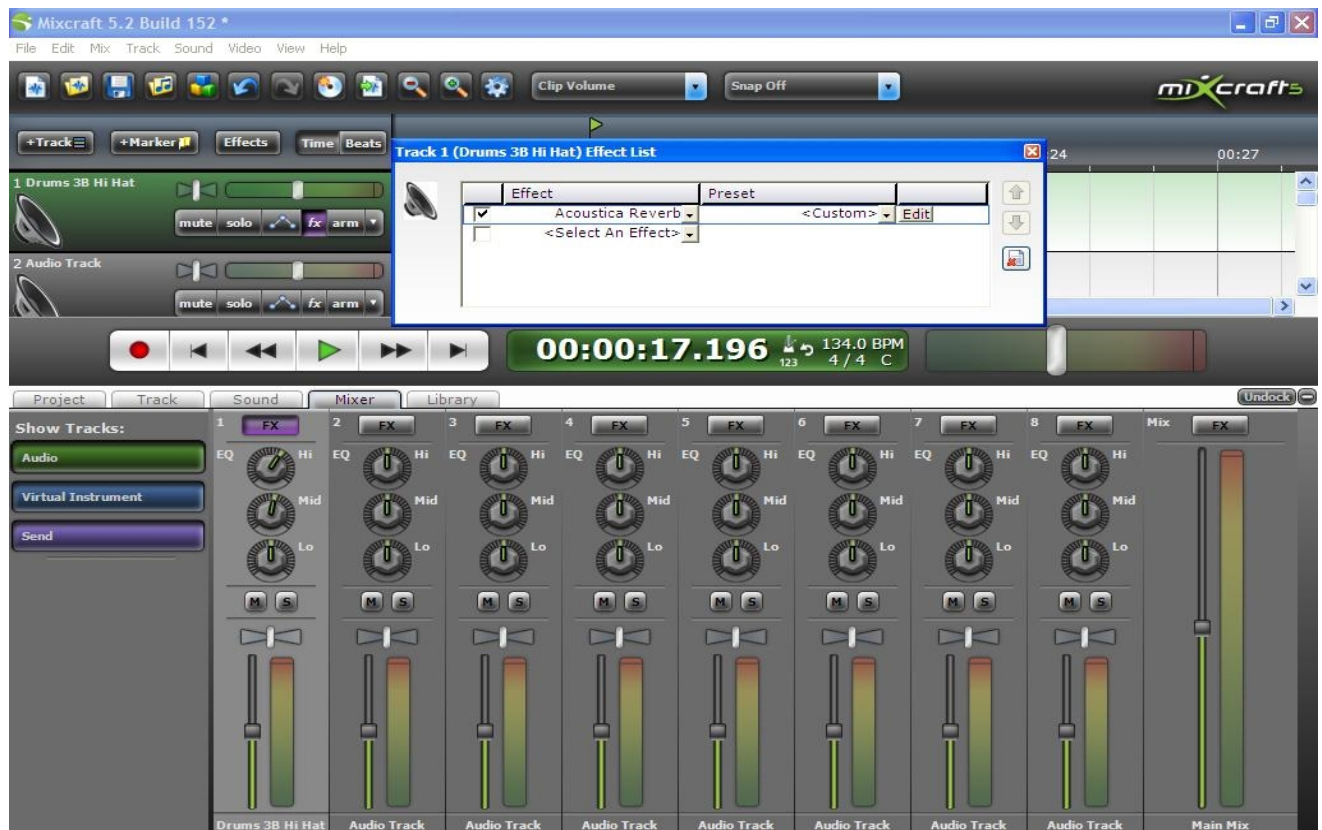
Effect σημαίνει επίδραση και ουσιαστικά εννοούμε την επίδραση στον ήχο για να το διαμορφώσουμε (**modulation**), να το παραμορφώσουμε (**distortion**), να του δημιουργήσουμε μια άλλη εικόνα (**EQ**), άλλη ατμόσφαιρα (**Reverb, Chorus, Phaser, Flanger**), να δημιουργήσουμε ψευδαισθήσεις (**Stereo Channel, Panning, Speaker Simulator**), ακουστικά τρυκ, (**Delay, Tap Delay, Pitch Shifting, Harmonizer, Wah**) και πολλά ακόμα που δύσκολα μπορούν να περιγραφτούν με λέξεις. Το γεγονός ότι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το κάθε effect ξεχωριστά ή σε συνδυασμό με πολλά άλλα effects, τότε καταλαβαίνουμε ότι έχουμε ποσοτικά άπειρους ήχους και ότι το ηχητικό αποτέλεσμα παίρνει τέτοιες διαστάσεις, που δε θα μπορούσαμε να το πετύχουμε με κανένα φυσικό, ηλεκτρικό ή μη, όργανο.

Τις λειτουργίες του καναλιού που αναγράψαμε παραπάνω τις συναντάμε και στην ετικέτα **Mixer** όπου συναντάμε τους επεξεργαστές ανά κανάλι ξεχωριστά και περιλαμβάνει, εκτός του **FX** που αναφέραμε, τα εξής:

EQ: που προκύπτει από την λέξη equalization δηλαδή **ισοστάθμιση**. Πρόκειται για την επιλεκτική, σε ότι αφορά την συχνότητα, ενίσχυση ή εξασθένηση μέρους του ηχητικού σήματος. Πρόκειται για αναπόσπαστο κομμάτι recording setup σε mixing περιβάλλον με 2 κύριες κατευθύνσεις, την επιδιορθωτική (απλούστερη και πιο γενικευμένη) και την δημιουργική – παρεμβατική.

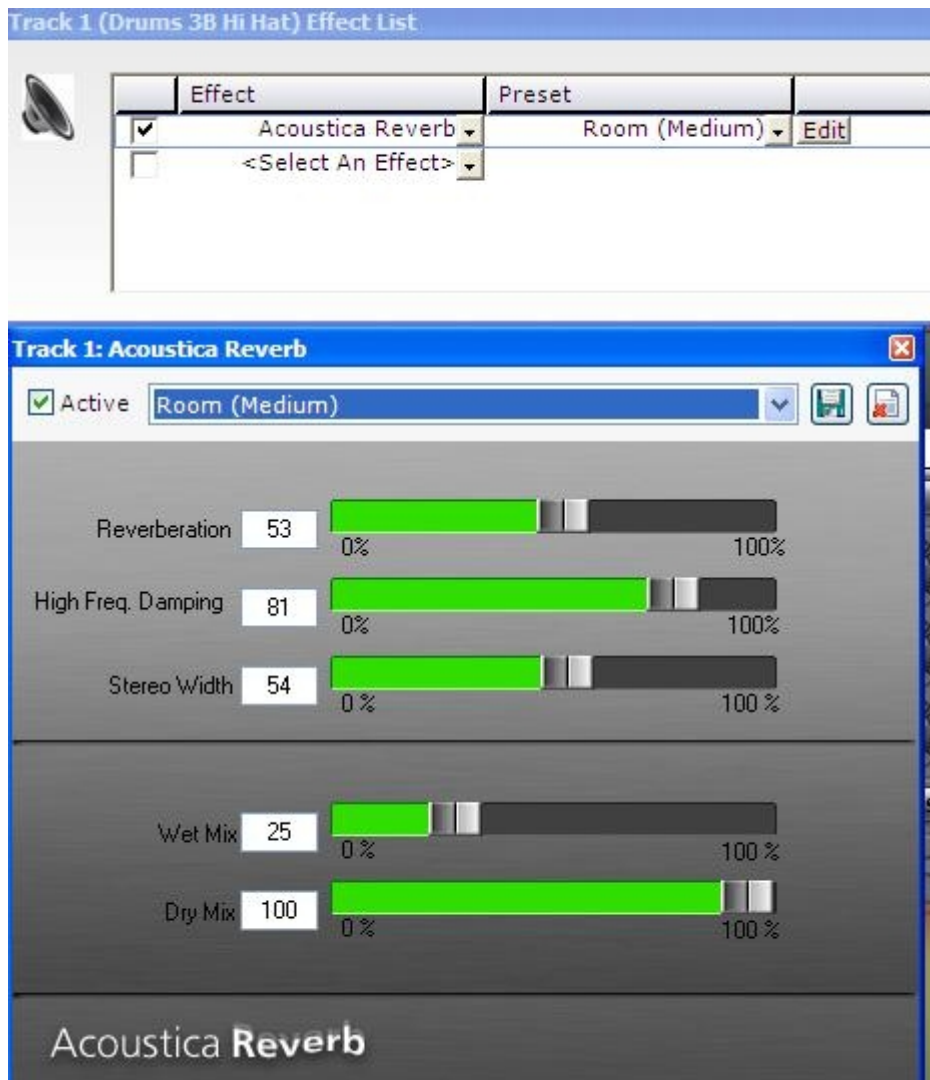
mute (M) και **solo (S)**: Πρόκειται για τις επιλογές είτε απενεργοποίησης *mute* της αναπαραγωγής ήχου από το συγκεκριμένο κανάλι σε ένα σύνολο ήχων είτε ενεργοποίησης αναπαραγωγής μόνο του συγκεκριμένου καναλιού. Χρήσιμο για τις δοκιμές κατά την επεξεργασία αφαίρεσης - προσθήκης – διόρθωσης ενός ηχητικού αποτελέσματος.

Τέλος, για κάθε κανάλι συναντάμε τις ρυθμίσεις **stereo** (ρυθμιζόμενο στη μέση όπως στην παρακάτω εικόνα έχουμε ίση κατανομή δεξιά-αριστερά, μετατοπίζοντάς το αυξάνουμε την ένταση στο σημείο που το μετατοπίσαμε) και την **ένταση**. Περισσότερα με τις λειτουργίες μίξεις θα ασχοληθούμε και κατά την διάρκεια του project.



Εικόνα 4.15

Στο κανάλι λοιπόν όπου προσθέσαμε τα ρυθμικά μας μέρη επιλέγουμε να προσθέσουμε αντήχηση (**Reverb**) με επιλογές που παρουσιάζονται στην ενότητα Preset. Π.χ. στην περίπτωση μας και μετά από δοκιμές με όλες τις επιλογές του Preset καταλήξαμε στο *Room (Medium)*, που όπως μας προμηνύει και η ονομασία έχει σκοπό την προσομοίωση της αντήχησης σε μεσαίες διαστάσεις δωματίου. Οι ρυθμίσεις του επεξεργαστή διακρίνονται πατώντας την επιλογή edit.



Εικόνα 4.16

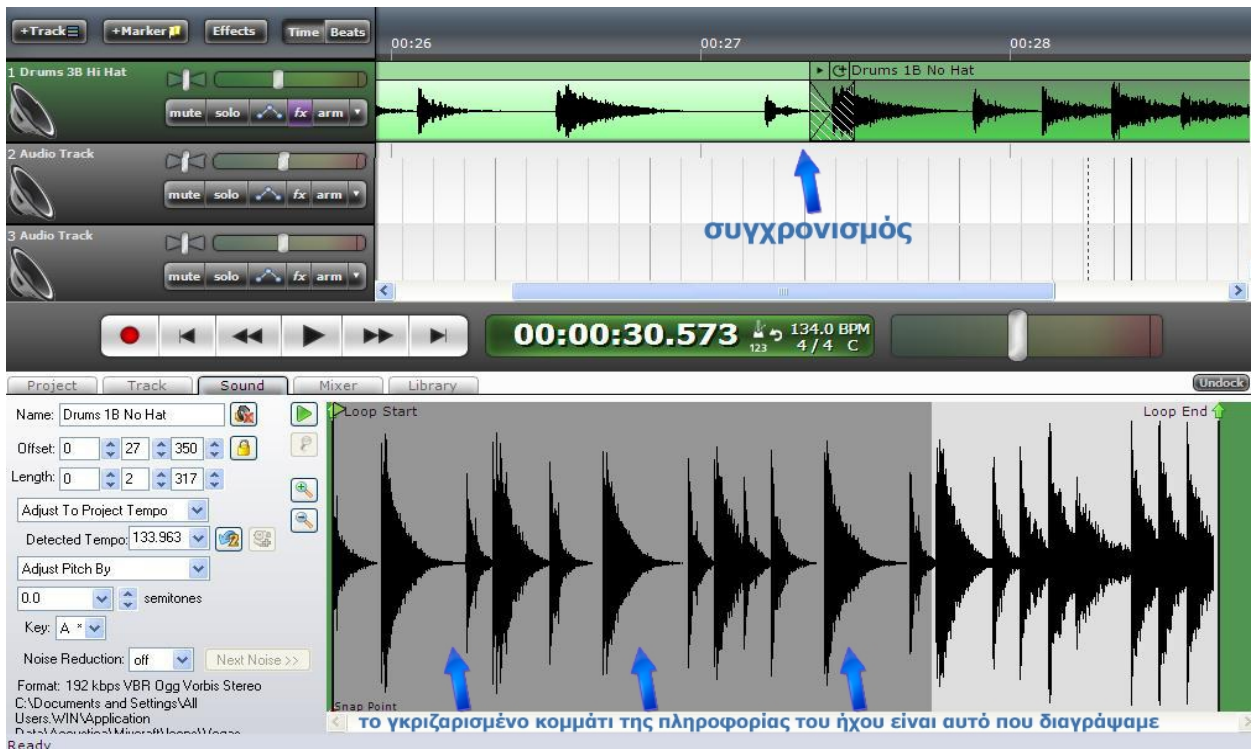
Βλέπουμε τα ρυθμιστικά που περιλαμβάνονται σε ένα reverb όπου οι μετρήσεις δίνονται σε μονάδα τοις εκατό %. Μέσα από εδώ μπορούμε να μεταβάλουμε τις μετρήσεις ώστε να φτάσουμε στο ηχητικό αποτέλεσμα που επιθυμούμε.

Πέραν της αντήχησης Reverberation, συναντάμε το High Freq.Damping όπου ορίζουμε τον χρόνο απόσβεσης των υψηλών συχνοτήτων στον ήχο αντήχησης, ενώ στο Stereo Width το στερεοφωνικό εύρος.

Τέλος, δίνεται και η αναλογία μίξης του απευθείας ήχου dry/wet, δηλαδή στεγνό σήμα/παραχθέν βάθος σήμα.

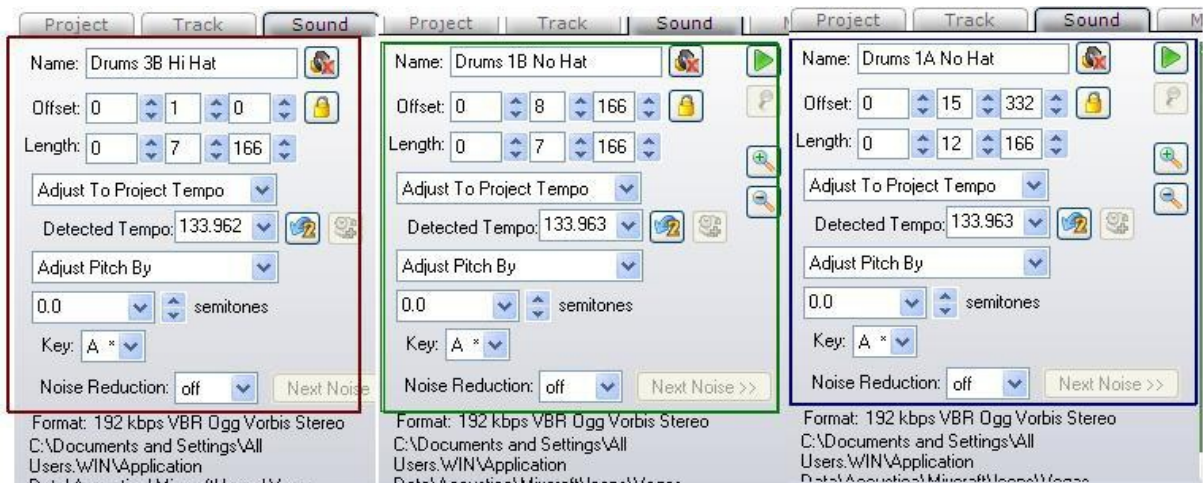
Αφού καταλήξαμε στην ρύθμιση του καναλιού μας, προχωράμε στον συγχρονισμό των αρχείων που επιλέξαμε. Αφού προσθέσαμε άλλο ένα αρχείο ήχου από την βιβλιοθήκη μας (με την ονομασία *Drums 1B No Hat*), θέλοντας να πάρουμε ένα μέρος αυτού,

κόβουμε (cut) το σημείο που δεν θέλουμε και στη συνέχεια με το αυτί και με ιδιαίτερη προσοχή προσπαθούμε να το συγχρονίσουμε με τον προηγούμενο ήχο στον χρόνο που θέλουμε και ταιριάζει με τον τρόπο που βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 4.17

Επίσης κοιτάμε οι ήχοι που εισήγαμε στο κανάλι μας να έχουν τις ίδιες ρυθμίσεις όσον αφορά τις πληροφορίες Tempo, Key, Pitch και Noise Reduction.



Εικόνα 4.18

Έχοντας λοιπόν ταξινομήσει τα ρυθμιστικά μας μέρη, το επεκτείνουμε χρονικά ώστε να διαρκέσει όσο εμείς επιθυμούμε, δίνοντας τουλάχιστον αρκετό χρόνο ώστε να υπάρχει αρκετός χώρος για τις επόμενες ηχογραφήσεις που σχεδιάζουμε στο συγκεκριμένο project.

Για τον συγχρονισμό που αναφέραμε νωρίτερα, πέρα από το αυτί μας που προδιαθέτει μια χρονοβόρα διαδικασία με συνεχή αναπαραγωγή και επεξεργασία μέχρι τον ακριβή συγχρονισμό που επιθυμούμε, οι πληροφορίες που δίνονται μέσω της ετικέτας Sound στις επιλογές **Offset** και **Length** ρυθμίσεις του χρόνου (ή και beats, εμείς έχουμε ρυθμίσει το project μας σε *per Time* και όχι *per Beats*) μας βοηθούν στον περαιτέρω συγχρονισμό.

Offset χαρακτηρίζεται το σημείο εκκίνησης του ήχου μας και **Length** η διάρκειά του.

Ας πάρουμε το παράδειγμα τις παρακάτω εικόνας.



Εικόνα 4.19

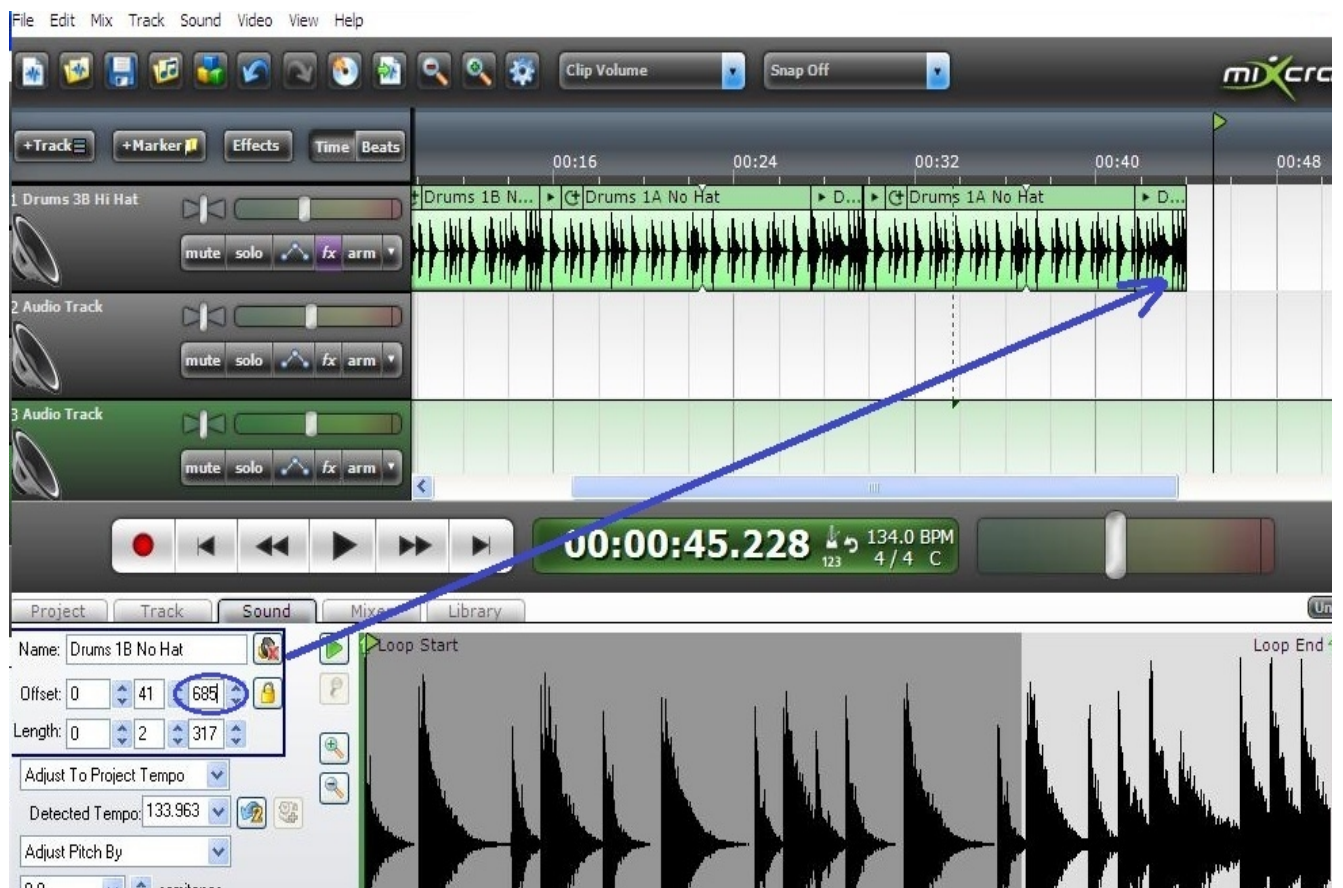
Έχουμε τους ήχους με τις ονομασίες *Drums 1A No Hat* και *Drums 1B No Hat* (το ενδιάμεσο χρωματικό κομμάτι της παραπάνω εικόνας). Έχοντας προηγουμένως ρυθμίσει την εισαγωγή, για τον συγχρονισμό της επέκτασης που στο συγκεκριμένο παράδειγμα πρόκειται για την επόμενη θέση (χρονικά) του *Drums 1B No Hat*, κάνουμε τα εξής: Αφαιρούμε το άθροισμα των milliseconds του **Offset** με του **Length** (που βρίσκονται στην τρίτη στήλη, η πρώτη αναφέρεται σε minutes και η δεύτερη στήλη σε seconds) του ενός ήχου (του αμέσως προηγούμενου αυτού που θέλουμε να προσθέσουμε όταν το είχαμε προσθέσει αρχικά, δηλαδή το *Drums 1A No Hat* το πρώτο στα δεξιά της παραπάνω εικόνας) με τα milliseconds του **Offset** αυτού που θέλουμε να προσθέσουμε όταν το είχαμε προσθέσει αρχικά. Το αποτέλεσμα αυτού αφαιρείτε από το άθροισμα των milliseconds του **Offset** με του **Length** του αμέσως προηγούμενου ήχου αυτού που θα προσθέσουμε, δηλαδή το *Drums 1A No Hat* το τελευταίο στα δεξιά της παραπάνω εικόνας. Έτσι προκύπτει το αποτέλεσμα που δηλώνει τη θέση **Offset** δηλαδή τη χρονική εκκίνηση του ήχου που προσθέσαμε.

Name:	Drums 1A No Hat				
Offset:	0	15	332	🔒	= 498
Length:	0	12	166		

Name:	Drums 1B No Hat				
Offset:	0	27	350	🔒	498 - 350 = 148
Length:	0	2	317		

Name:	Drums 1A No Hat				
Offset:	0	29	667	🔒	833 - 148 = 685
Length:	0	12	166		

Εικόνα 4.20



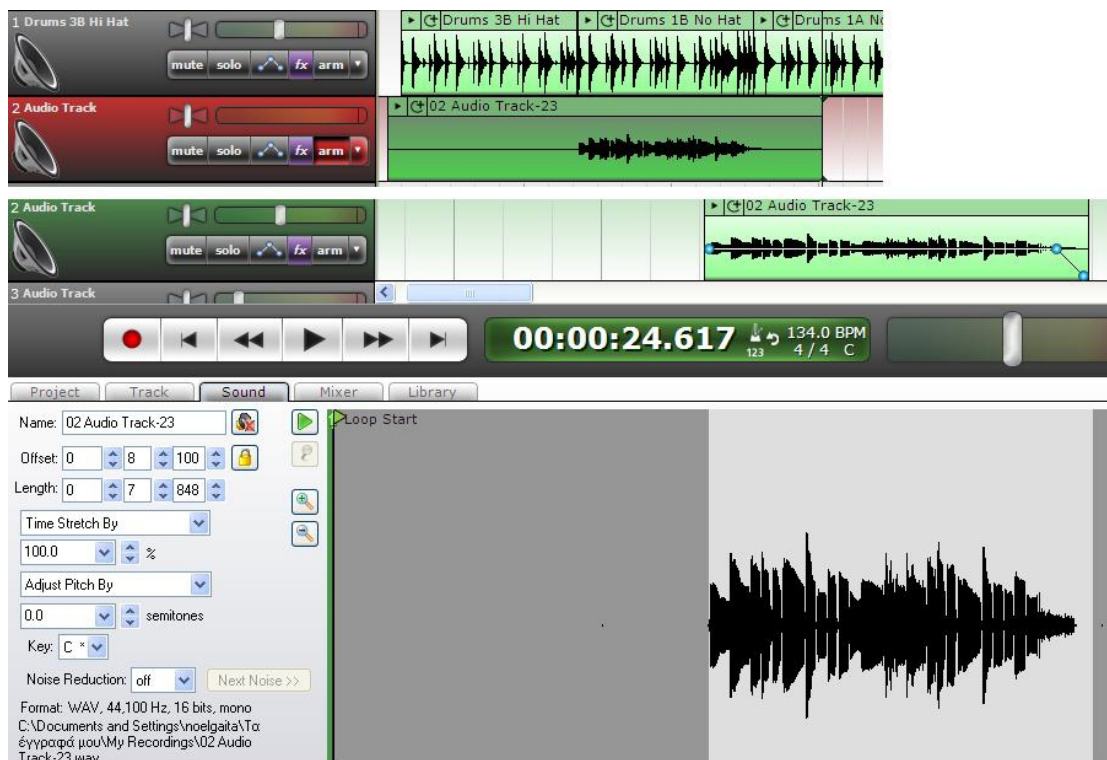
Εικόνα 4.21

Σειρά παίρνουν οι ηχογραφήσεις της ηλεκτρική μας κιθάρας. Επιλέγουμε το κανάλι που θέλουμε να κάνουμε την ηχογράφιση επιλέγοντας την επιλογή arm όπως φαίνεται στην εικόνα παρακάτω.



Εικόνα 4.21

Μετά την ολοκλήρωση της ηχογράφησης της ηλεκτρικής κιθάρας, αποφασίζουμε να σπάσουμε ένα μέρος του “cut” και να το μεταφέρουμε σε άλλο κανάλι με την μέθοδο “cut and paste”.



Εικόνα 4.22

Ο λόγος που το κάνουμε αυτό είναι επειδή στο ένα μέρος έχουμε ένα ηχητικό αποτέλεσμα (riff) που θέλουμε να ηχεί διαφορετικά από το υπόλοιπο – ρυθμικό - μέρος και θα χρησιμοποιήσουμε διαφορετικές ρυθμίσεις για καθ' ένα από τους ήχους αυτούς.

Με τον ίδιο τρόπο που προσθέσαμε effect στο 1^ο (πρώτο) κανάλι ένα γνωστό στον χώρο της μουσικής τεχνολογίας και δε της κιθάρας standalone plugin, το **Guitar Rig** της Native Instruments (περισσότερες πληροφορίες στο Παράρτημα Β').



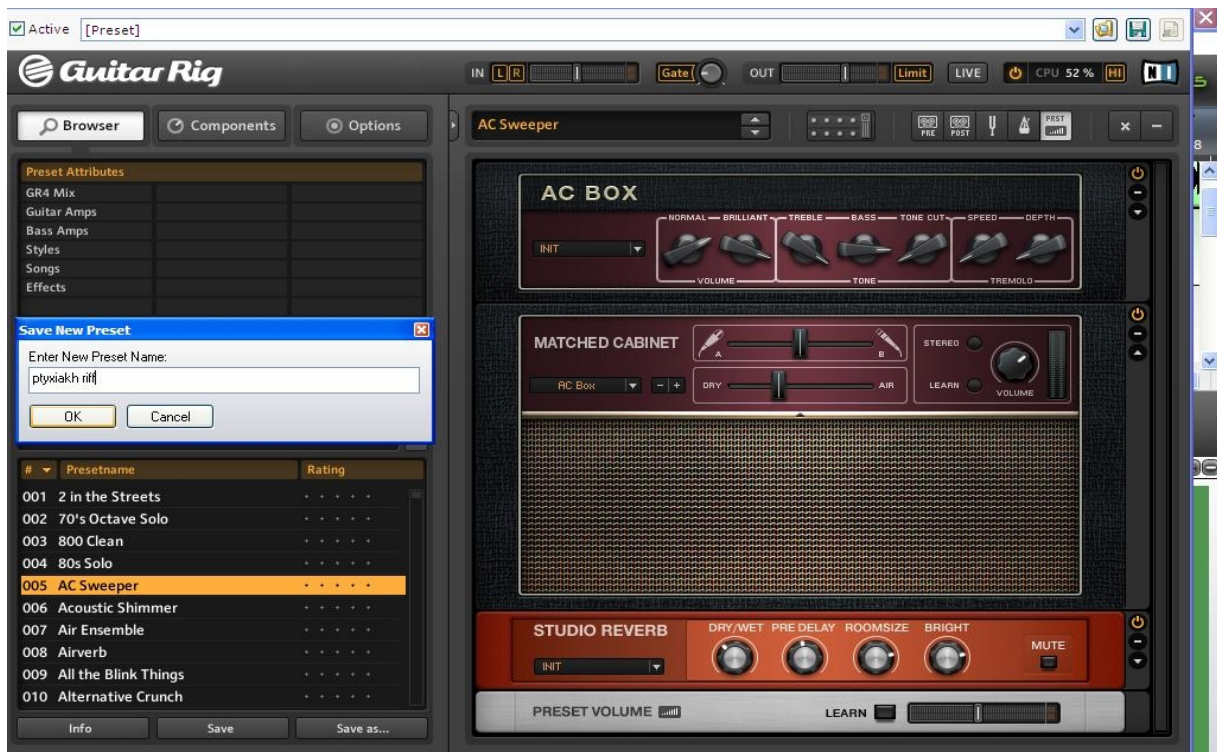
Εικόνα 4.23

Πατώντας την επιλογή edit μας δίνεται το user interface του λογισμικού (Guitar Rig) με πληθώρα επιλογών από ενισχυτές και ρυθμίσεων αυτών.



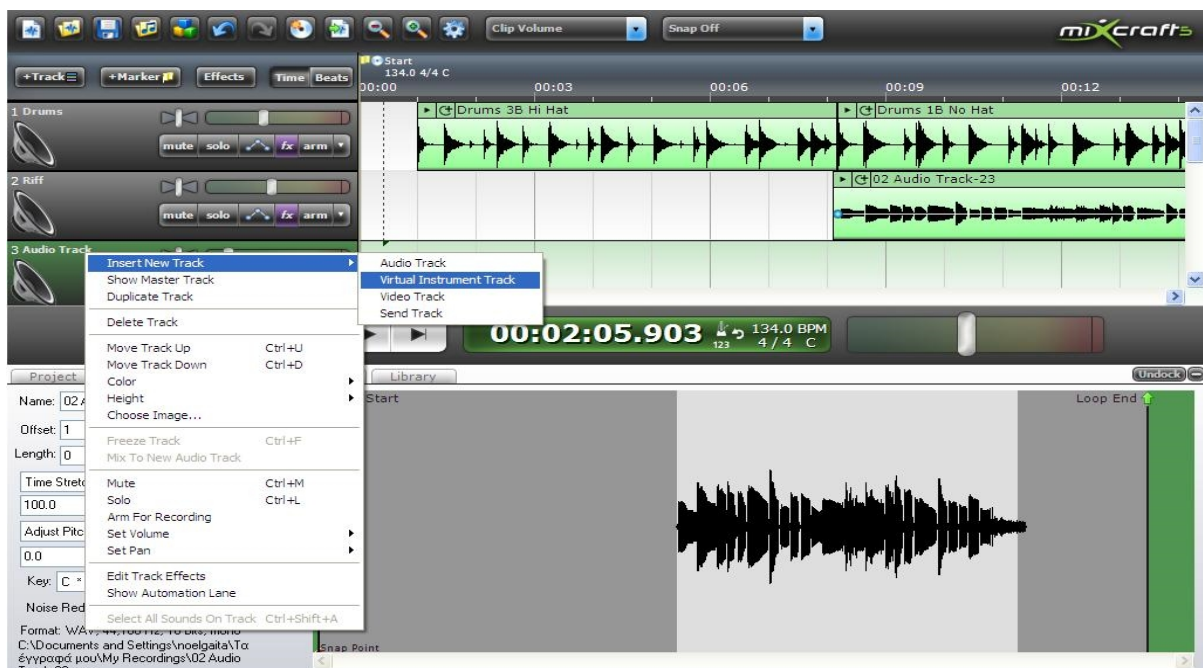
Εικόνα 4.24

Αφού κάνουμε τις δοκιμές μας σε *Control Room* επίπεδο (με κονσόλες, μιξερ, ρυθμιστές κ.τ.λ.) μέσα από διάφορους ενισχυτές, καταλήγουμε σε έναν με την ονομασία *AC Sweeper* που μας δίνει το αποτέλεσμα που προσδοκούμε και το αποθηκεύουμε με όποια ονομασία θέλουμε να του δώσουμε.



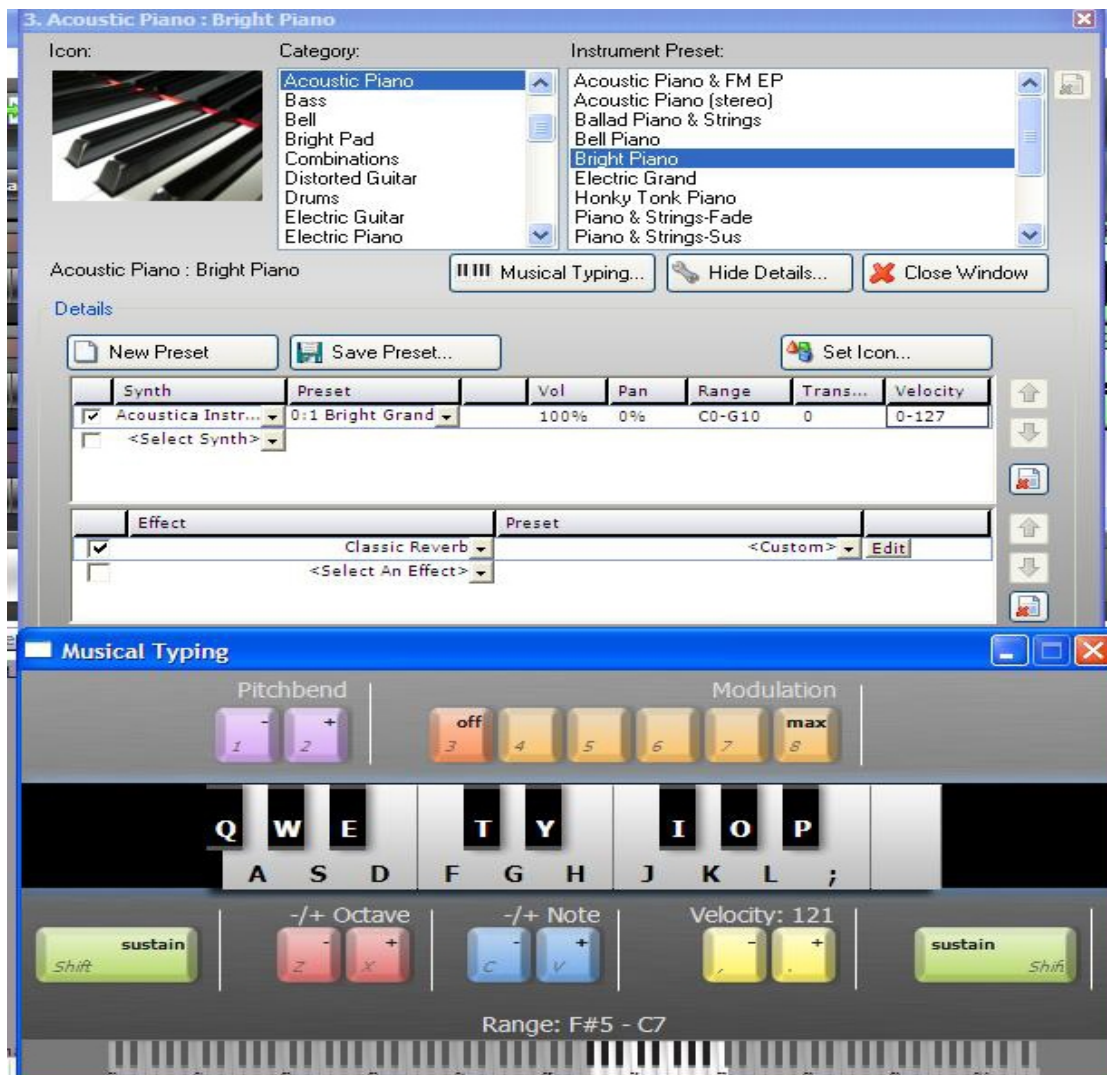
Εικόνα 4.25

Στη συνέχεια επιλέγουμε να προσθέσουμε στη σύνθεσή μας πιάνο. Λόγω απουσίας του φυσικού οργάνου, θα χρησιμοποιήσουμε τα εργαλεία που μας παρέχονται από το Mixcraft (midi). Επιλέγουμε ένα κανάλι και πατώντας πάνω (δεξί κλικ με το ποντίκι) μας δίνει διάφορες επιλογές. Επιλέγουμε Insert New Track και κατόπιν Virtual Instrument Track όπως στην εικόνα παρακάτω.



Εικόνα 4.26

Πρόκειται για την «εικονική πληροφορία» ενός μουσικού οργάνου που θα ενσωματώσουμε (πιάνο). Επιλέγοντας την κατηγορία οργάνου (Category) που επιθυμούμε μας δίνονται ορισμένες προεπιλογές (Instrument Preset). Κάνουμε τις δοκιμές μας μέσω της επιλογής Musical Typing όπου μπορούμε να παράγουμε ήχο από τα πλήκτρα του πληκτρολογίου μας - ή ακόμα καλύτερα αν έχουμε έναν MIDI Keyboard -. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε και να ηχογραφήσουμε εφόσον μας δίνονται σε γράμμα πληκτρολογίου ποιο μουσικό πλήκτρο αντιστοιχεί από την σειρά στην οποία βρισκόμαστε (Range).



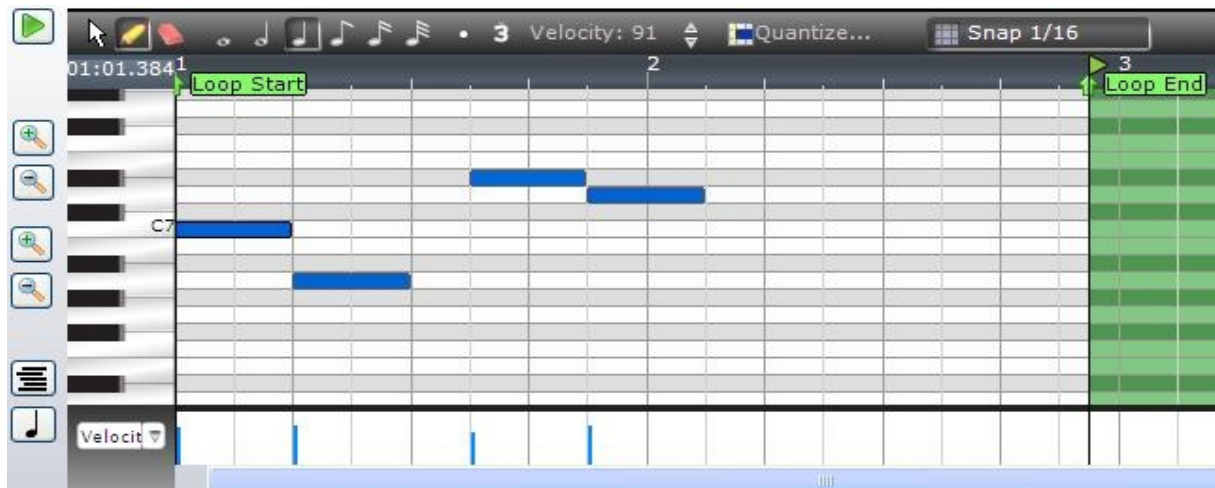
Εικόνα 4.27

Εναλλακτικά, αντί αυτής της μεθόδου, θα χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο Add Instrument Clip (δεξί κλικ στο κανάλι που ρυθμίσαμε προηγουμένως σε Virtual Instrument Track).



Εικόνα 4.28

Έτσι μας δίνεται στην ετικέτα Sound του καναλιού ένα βολικό περιβάλλον για ενσωμάτωση midi ήχου τόσο για τον έλεγχο της ακρίβειας (αντιγραφή, επικόλληση, loop) όσο και για άλλες λειτουργίες αυτού του επιπέδου.

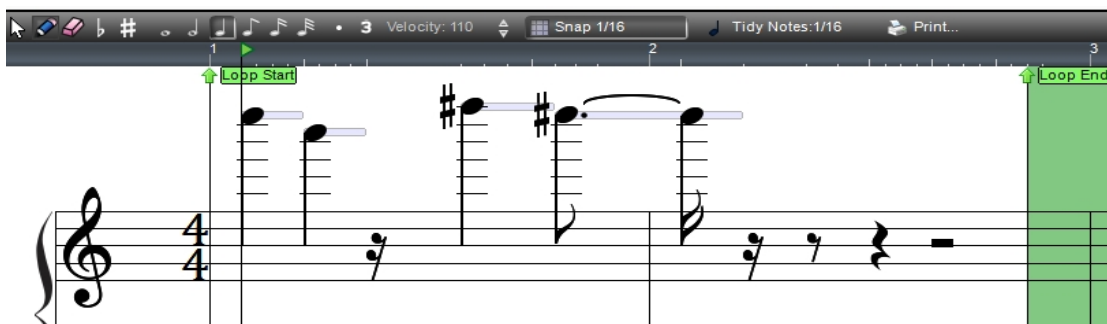


Εικόνα 4.29

Επιλέξαμε αυτή την μέθοδο λόγω της απλοϊκότητας της σύνθεσης που θα ενσωματώσουμε εδώ (4 νότες – 4 πλήκτρα και μάλιστα ανά διαστήματα). Όπως βλέπουμε στην παραπάνω εικόνα έχουμε ένα εύρος από «εικονικό midi συνθεσάιζερ» και επιλέγοντας τα πλήκτρα που θέλουμε να αναπαραχθούν, τα ταξινομούμε στον χρόνο που επιθυμούμε. Το ηχητικό αυτό αποτέλεσμα παίζεται 2 φορές οπότε είτε προεκτείνουμε τον χρόνο και τον χώρο όπου προσθέτουμε τις νότες μας (Loop End),

είτε ακριβώς επειδή πρόκειται για loop αφήνουμε λίγο ακάλυπτο χρόνο και ακούγοντας το audio-clip σε συνεχόμενη ροή πετυχαίνουμε ακριβή αναπαραγωγή της loop όπως την θέλουμε.

Ο παραπάνω τρόπος είναι περισσότερο μνημένος στα άτομα που συνθέτουν μαθημένοι στα ακόντια (όπως ο υποφαινόμενος) όμως για τους μνημένους στις μουσικές νότες υπάρχει δυνατότητα εισαγωγής - αναπαραγωγής - επεξεργασίας με την αλλαγή του περιβάλλοντος που περιγράψαμε παραπάνω σε ταμπλατούρας όπως στην εικόνα παρακάτω (όπου διακρίνεται η midi σύνθεσή μας σε μουσικές νότες).



Εικόνα 4.30

Στη συνέχεια ξαναπιάνουμε την κιθάρα μας για να ηχογραφήσουμε το solo του κομματιού μας, με την ίδια μεθοδολογία που αναφέραμε στην πρώτη μας ηχογράφηση. Επιλέγουμε πάλι μέσα από το Guitar Rig τον ενισχυτή για την παραμόρφωση/effect που μας ικανοποιεί.

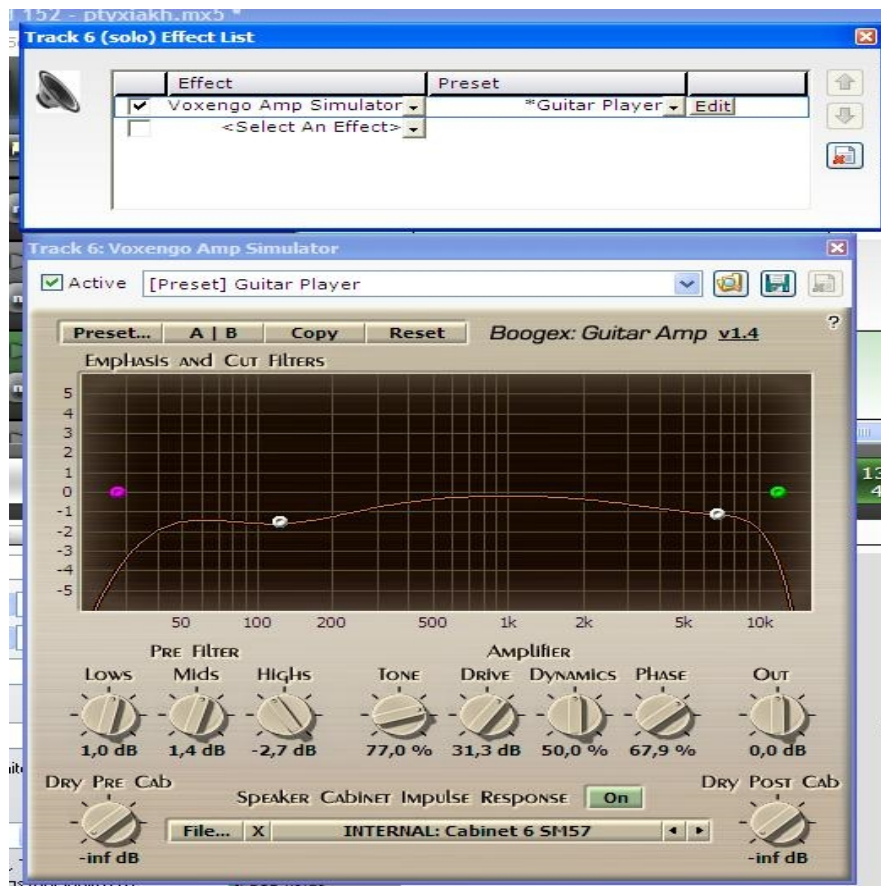


Εικόνα 4.31

Μετά το πέρας της ηχογράφησης και ελέγχοντας το αποτέλεσμα, επιθυμούμε επιπλέον παραμορφώσεις στον ήχο μας και μια αύξηση της έντασης. Επιλέγουμε μέσα από την επιλογή fx τα effect που διακρίνονται παρακάτω.



Εικόνα 4.32





Εικόνα 4.33



Εικόνα 4.34

Στη συνέχεια επιλέγουμε να τοποθετήσουμε φωνητικά μέρη στο μουσικό μας σύνολο. Από τη βιβλιοθήκη του Mixcraft επιλέγουμε το κομμάτι με την ονομασία *Vocal High Phrase* και το τοποθετούμε επί δύο φορές σε νέο κανάλι με βαθμιαίες μειώσεις και αυξήσεις έντασης του ηχητικού σήματος (όπως διακρίνεται από την κυματομορφή - μπλε τελίτσες - δεξιά της παρακάτω εικόνας).



Εικόνα 4.35

Να επισημάνουμε εδώ ότι στο κάτω μέρος του λογισμικού και στην ετικέτα Mixer αυτή η δυνατότητα επεξεργασίας ισοστάθμισης σημάτων ήχου δίνεται στην ενότητα EQ ξεχωριστά για μεγάλες (Hi), μεσαίες (Mid) και χαμηλές (Lo) συχνότητες σήματος ήχου για συγκεκριμένο όμως κανάλι, δηλαδή όλους τους ήχους ενός συγκεκριμένου καναλιού.

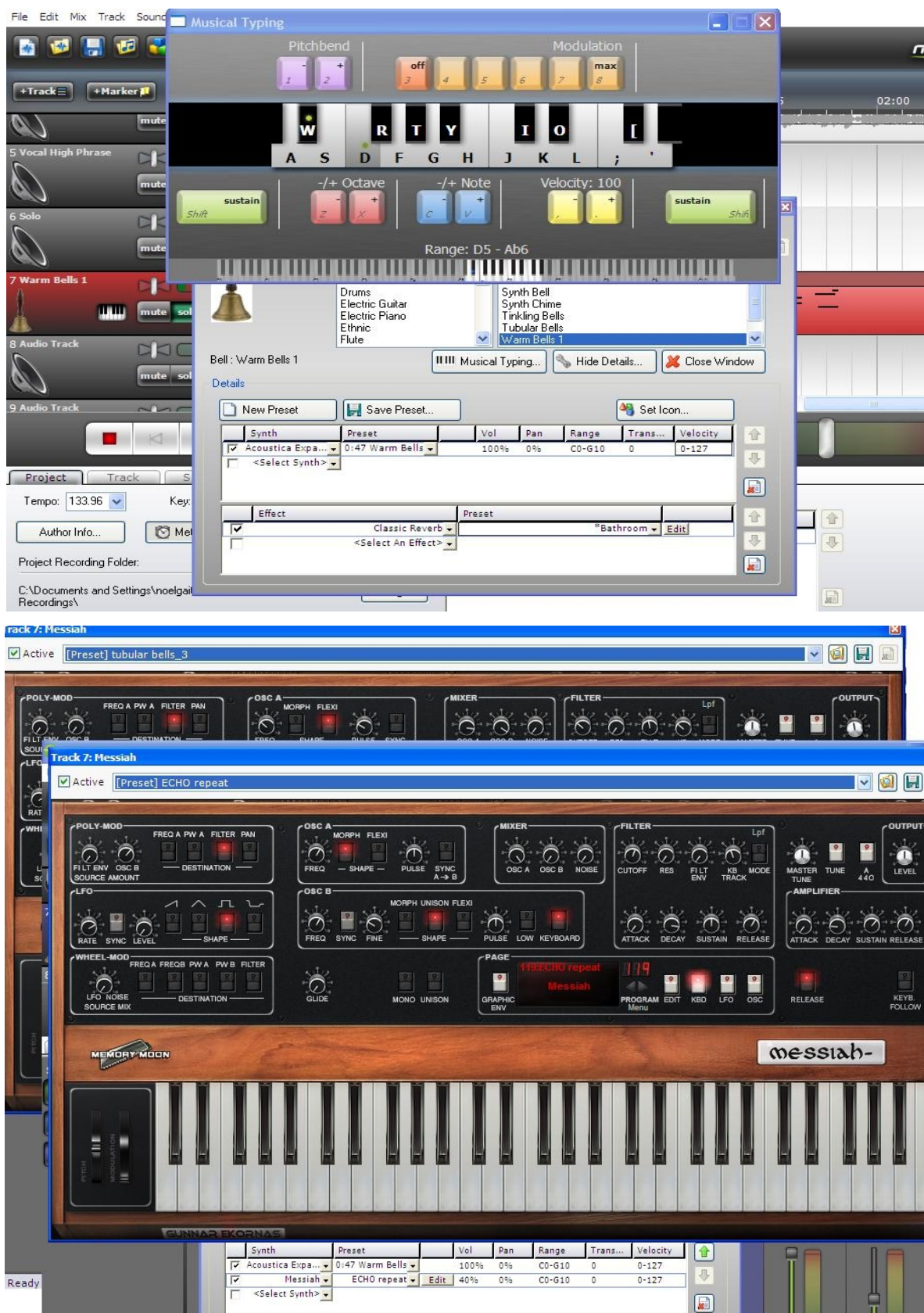


Εικόνα 4.36

Θέλουμε να εμπλουτίσουμε τον ήχο και προσθέτουμε επιπλέον κανάλι με εισαγωγή πλήκτρων και ήχο με την ονομασία *Warm Bells 1*. Με την ίδια διαδικασία ενσωμάτωσης ενός Virtual Instrument Track που αναφέραμε προηγουμένως αλλά ηχογραφώντας αυτή τη φορά το μουσικό μέρος, προχωρούμε στις επιλογές ηχητικών effect και plugins

Τεχνικές Επεξεργασίας Ήχου στην Ηχογράφηση/Ηχοληψία

καθώς και ρυθμίσεις αυτών όπως φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 4.37

Φτάσαμε πλέον στο τελικά στάδια της μίξης όπου με συνεχή αναπαραγωγή του κομματιού καθορίζουμε τις τελευταίες λεπτομέρειες όπως π.χ. στο κλείσιμο αυτού (outro) ο ήχος της κιθάρας να ηχεί σε διαφορετική ένταση από τα άλλα μέρη.



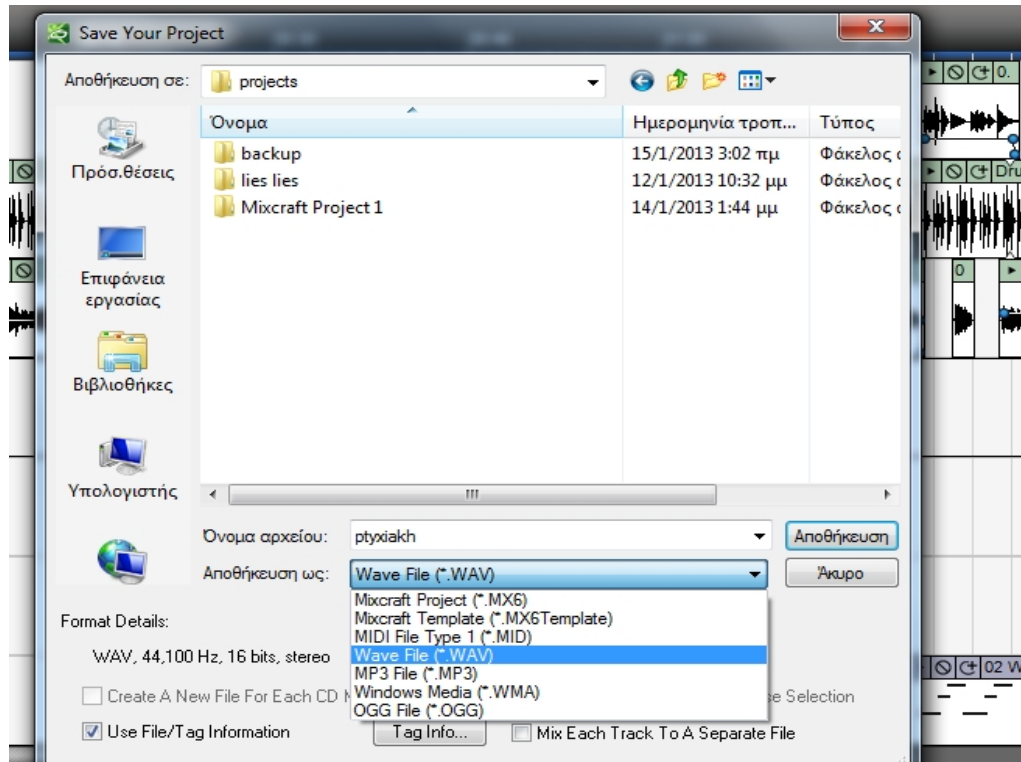
Εικόνα 4.38

Στο τέλος προσαρμόζουμε το αποτέλεσμα από την ετικέτα Mixer όπου όπως φαίνεται στην εικόνα έχουμε ένα μουσικό αποτέλεσμα από επτά κανάλια και με εξαίρεση την ισοστάθμιση (EQ) του κάθε καναλιού που αναφέραμε νωρίτερα, έχουμε τις ρυθμίσεις έντασης τόσο για το κανάλι ξεχωριστά όσο και για το σύνολο (Main Mix). Την προσοχή μας οι μπάρες αυξομείωσης να μη «χτυπάνε κόκκινο» καθώς μ' αυτό τον τρόπο χάνεται πληροφορία.



Εικόνα 4.39

Ολοκληρώνοντας, και εφόσον μας ικανοποιεί το τελικό ηχητικό αποτέλεσμα, δε μένει παρά η αποθήκευση του κομματιού σε αρχείο ήχου που επιθυμούμε (εικόνα 4.39) ενώ υπάρχει και η επιλογή αντιγραφής σε audio CD (Burn CD).



Εικόνα 4.40

4.4. Συμπεράσματα

Δεν υπήρξε άλλη εποχή που τα κάθε λογής εργαλεία να είναι τόσο ισχυρά και συνάμα προσιτά. Οι εντολές επεξεργασίας που χρησιμοποιήθηκαν παραπάνω δεν αποτελούν παρά την κορυφή του παγόβουνου στο οπλοστάσιο των σύγχρονων προγραμμάτων. Ο περιορισμός αυτός στη χρήση λίγων εντολών έγκειται στην προσέγγιση που λέει ότι με εξαίρεση τις περιπτώσεις που τις χρησιμοποιούμε για δημιουργικό πειραματισμό οι μουσικές ανάγκες υποδεικνύουν τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν και όχι το αντίθετο.

Το θέμα που φτιάχτηκε προσπάθησε όσο το δυνατόν καλύτερα να δείξει τις δυνατότητες των μουσικών προγραμμάτων στην σύνθεση και επεξεργασία μιας μουσικής φόρμας. Η αρχή έγινε με την ενσωμάτωση ενός ρυθμικού σχήματος που χρησίμευε σαν οδηγός της ενορχήστρωσης του θέματος που επέβαλε εκτεταμένες επεξεργασίες - κυρίως στη κιθάρα - σε παραμέτρους όπως η στάθμη, οι βαθμιαίες μεταβολές της έντασης τους (Fade In & Fade Out) και τη θέση τους στην στερεοφωνική εικόνα.

Με τις κατάλληλες ρυθμίσεις δώσαμε βάθος στα όργανα που θέλαμε που εκτός από τη γενική ρύθμιση του βάθους σε κάθε κανάλι έγινε επεξεργασία ξεχωριστά σε κάθε όργανο που έχουμε επιλέξει να ρυθμίσουμε την ποσότητα του βάθους που θέλουμε καθώς και άλλες παραμέτρους σε συνάρτηση με το βάθος. Η επί μέρους διαμόρφωση της χροιάς των οργάνων έγινε με πληθώρα από διάφορα plug-in effects για κάθε είδος και ύφος και κατά συνέπεια καθόρισε το ύφος του κομματιού, ενώ υπάρχουν ακόμα απίστευτα πολλοί τρόποι.

Το σύστημα ρυθμίστηκε κατάλληλα ώστε να επηρεάσουμε τη χωρητικότητα της επεξεργασίας, της εγγραφής παιξίματος με τις default (πρωταρχικές) ρυθμίσεις του συστήματος να προσδίδουν εξαιρετες ρυθμίσεις με δυνατότητα επιπλέον στο μέγιστο για επεξεργασία του Mixcraft. Οι δυνατότητες επεξεργασίας που αναφέρθηκαν τις συναντάμε στα περισσότερα μουσικά προγράμματα DAW ενώ την απαραίτητη παλέτα ήχων την εξασφαλίζουν πλουσιοπάροχα οι σύγχρονες κάρτες ήχου.

Επιγραμματικά ορισμένες από τις δυνατότητες που χρησιμοποιήσαμε:

- Reverb, Echo/Delay, Compression/Dynamics, Chorus, Flanging, Equalizers
- Υποστήριξη Virtual Studio Instruments - VST
- Surround Panning
- Surround Mixing
- Mix Automation Tracks για κάθε audio track, group channel και plug-ins
- Timeline Formats: Time code, Seconds, Samples, Beats
- Συγχρονισμός: Sample Clock Sync, MTC, MIDI Clock
- Επεξεργασία audio : Cross fades, Envelope, Fade In/Out, Gain Change, Noise Gate, Normalize, Stereo Flip
- Ακριβές Sample με ASIO 2.0
- Remote έλεγχος μέσω εξειδικευμένων ελεγκτών MIDI & Audio

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

Στο παράρτημα αυτό παρατίθενται ορισμένες ηχητικές ορολογίες.

AES Επαγγελματικό στάνταρτ επικοινωνίας ψηφιακού ήχου καθορισμένο από τον παγκόσμιο οργανισμό ηχοληπτών.

ASIO Κώδικας (πρωτόκολλο επικοινωνίας) που έχει αναπτυχθεί από την εταιρία Steinberg για να μπορούν ηχητικές συσκευές (audio ή midi) και computers να επικοινωνούν.

BALANCED - ΙΣΟΡΡΟΠΟΙΜΕΝΗ ΣΥΝΔΕΣΗ Μέθοδος σύνδεσης συσκευών μεταξύ τους που χρησιμοποιεί δύο καλώδια και ξεχωριστή γείωση. Το ηλεκτρικό σήμα χωρίζεται στα δύο καλώδια με διαφορά φάσης 180 μοιρών, οπότε όταν το σήμα ληφθεί και συγκριθεί, οποιοσδήποτε θόρυβος έχει επηρεάσει το καλώδιο ακυρώνεται. Αυτός ο τύπος σύνδεσης συναντάτε στα περισσότερα επαγγελματικά μηχανήματα ήχου και διακρίνεται για την ηχητική του απόδοση σε μεγάλα μήκη καλωδίου και την αντοχή του σε παρεμβολές που απειλούν το ηχητικό σήμα.

COMPRESSION – ΣΥΜΠΙΕΣΗ Τεχνική που μειώνει το μέγεθος που καταλαμβάνουν τα δεδομένα σε ένα ψηφιακό αρχείο με σκοπό την ευκολότερη μετάδοσή του από κάποιο δίκτυο (π.χ. INTERNET) ή για να χωρέσει σε κάποιο αποθηκευτικό μέσο (π.χ. σκληρός δίσκος, CD, DVD). Υπάρχουν διάφορες τεχνικές συμπίεσης με απώλειες (LOSSY) και χωρίς απώλειες (LOSSLESS) πληροφορίας ή ποιότητας.

DEMO – DEMONSTRATION Είναι δείγμα που συνήθως φτιάχνεται για μία δουλειά π.χ. σε μια δισκογραφική εταιρία ή σε πιθανό πελάτη έτσι ώστε να επιλεγεί και να προχωρήσει στην κανονική π.χ. ηχογράφηση και κυκλοφορία της δουλειάς αυτής στην αγορά.

DENOISE - ΑΠΟΘΟΥΥΒΟΠΟΙΗΣΗ Διαδικασία με την οποία μειώνουμε το θόρυβο (φύσημα) σε ένα ηχητικό σήμα (π.χ. παλαιές ηχογραφήσεις). Γίνεται συνήθως μέσω προγραμμάτων υπολογιστών τα οποία αναλύουν το επίπεδο του θορύβου για να κατασκευάσουν ένα ίχνος πριν αφαιρέσουν αυτές τις συχνότητες από το ακουστικό σήμα.

DITHERING Κατά τη διαδικασία μετατροπής ενός αναλογικού ηχητικού σήματος σε ψηφιακό μπορεί να δημιουργηθεί ψηφιακός θόρυβος στο σήμα. Το dithering είναι μια διαδικασία κατά την οποία αφαιρείται ο θόρυβος που έχει προκληθεί.

DYNAMIC RANGE - ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ Είναι η απόσταση μεταξύ του

υψηλότερου πιθανού επιπέδου σήματος (peak) από το χαμηλότερο. Εκφράζεται σε DB.

EBU Επαγγελματικό στάνταρτ επικοινωνίας ψηφιακού ήχου καθορισμένο από Ευρωπαϊκή Ένωση Εκπομπής.

FIREWIRE Σήμα κατατεθέν για το πρωτόκολλο επικοινωνίας IEEE 1394 που αναπτύχθηκε από την εταιρία APPLE και είναι πλέον στάνταρτ στα MAC αλλά και στα PC. Χρησιμοποιείται για την ψηφιακή μεταφορά δεδομένων μεταξύ ενός υπολογιστή και διαφόρων περιφερειακών συσκευών. Θεωρείται αρκετά αξιόπιστο πρωτόκολλο επικοινωνίας με μεγάλη ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων και υψηλή σταθερότητα.

LATENCY – ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ Ο χρόνος που χρειάζεται π.χ. ένα πρόγραμμα (software) για να αντιδράσει και να παράγει ήχο από τη στιγμή που πατήθηκε μία νότα. Συνήθως ο χρόνος είναι μηδαμινός (μέχρι 7 milliseconds) και περνά απαρατήρητος, ενώ μεγαλύτερη καθυστέρηση αρχίζει να γίνεται κουραστική για το αυτί και μπορεί να οφείλεται στην κάρτα ήχου του υπολογιστή ή στους drivers.

MASTERING Είναι η τελική ηχητική επεξεργασία και η βελτιστοποίηση μιας ηχητικής παραγωγής πριν αυτή φτάσει στην τελική μορφή ή πριν κυκλοφορήσει. Κατά τη διαδικασία του mastering εξομαλύνονται οι διαφορές από τραγούδι σε τραγούδι σε συχνότητα, δυναμική περιοχή (dynamic range), εύρος στερεοφωνικής εικόνας (stereo image) και εμπλουτίζεται η διαφάνεια και η ζωντάνια του ήχου.

Plug-in Πρόγραμμα που δουλεύει μέσα ή παράλληλα με ένα άλλο πρόγραμμα υπολογιστή. Πολλά software effects είναι σε μορφή plug-in για να μπορούν να δουλέψουν σε συνδυασμό με διάφορα προγράμματα.

POST PRODUCTION Η τεχνική επεξεργασία που γίνεται σε ένα ηχητικό ή οπτικό υλικό μετά από τη λήψη του και περιλαμβάνει όλα τα ενδιάμεσα στάδια επεξεργασίας μέχρι την τελική του μορφή (MASTER).

REMASTERING Είναι η επεξεργασία που σκοπό έχει τη βελτίωση της ηχητικής απόδοσης ενός ήδη ηχογραφημένου υλικού και την ψηφιακή μετατροπή του σε ανώτερο τύπο (format) υψηλής ηχητικής απόδοσης (πχ 24 bit/96 khz). Επίσης γίνεται αφαίρεση ανεπιθύμητων θορύβων, φουσημάτων και άλλων προβλημάτων που μπορεί να ακούγονταν στην πρωτότυπη ηχογράφηση.

STUDIO MONITOR Είναι ηχεία “αναφοράς” (υψηλής ευκρίνειας) που αναπαράγουν τον ήχο χωρίς κατά το δυνατόν να τον αλλοιώνουν (χρωματίζουν). Αποτελούν ένα απαραίτητο και αξιόπιστο οδηγό για τη δημιουργία τελικής μίξης και mastering έτσι ώστε το τελικό ηχητικό προϊόν να ακούγεται σωστά σε οποιοδήποτε ηχητικό σύστημα κι αν αναπαραχθεί.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄

Στο παράρτημα αυτό παρατίθενται επιπλέον πληροφορίες καθώς επίσης και πηγές για manuals/tutorials για τα λογισμικά Mixcraft και Guitar Rig.

- **Mixcraft 6 Music Recording Software**

Κατασκευαστής: Acoustica

Ιστοσελίδα/Πληροφορίες: <http://www.acoustica.com/mixcraft/>

Οδηγίες Χρήσης/Manuals:

1. User Manual - <http://www.acoustica.com/mixcraft/Mixcraft-6-Manual.pdf>
2. Teacher's Guide - http://acoustica.com/mixcraft/v6_teachers_guide/mixcraft6-teachersguide.pdf

Απαιτήσεις Συστήματος:

- 1 GHz CPU, 1 GB Ram (2 GB or more Recommended)
- Windows® 8, Windows® 7, Vista, and XP
- Sound card, USB, or Firewire sound device

Κύρια Χαρακτηριστικά:

- Professional interface with high-contrast graphics.
- Custom loop library includes over 6000 royalty-free loops and sound effects in a huge variety of styles.
- Easily import your own loop files and loop CDs into the loop library.
- Loop Library features easy search tool to quickly find loops and sound effects.
- Works with Acid™ WAV and Apple Garage Band™ AIFF loops.
- Record multiple MIDI and audio tracks simultaneously.
- Piano roll to view and edit MIDI.
- Drum maps included for Mixcraft's drum instruments, plus many popular drum applications.
- Notation tools allow you to create, edit, and print your MIDI data in familiar music notation format.
- 11 powerful virtual instruments, including the Acoustica Instruments General MIDI sample library, Expanded Instruments sample library, Studio Drums sample

collection, Lounge Lizard Session vintage electric piano, VB3 tonewheel organ, ComboV and ComboF classic transistor organ emulators, MiniMogueVA monophonic analog synthesizer, Messiah polyphonic analog synthesizer, Alien303 Bass Synthesizer, and Impulse polyphonic analog synthesizer.

- 25 high quality effects, including the Pultronic Tube EQ, which models the classic tube equalizer found in studios throughout the world, and theShred Amp Simulator, a complete suite of 5 classic amp heads, 17 cabinet models, and 6 powerful effects.
- Built-in guitar tuner available on every audio track.
- Save and load complete audio effect chains, with many excellent effect chain presets included.
- Create complex virtual instrument setups that layer and split multiple virtual synthesizers and effects. Set the key range, velocity sensitivity, transposition, pan and volume for each instrument.
- Add unlimited VSTi™ instruments, VST™ and DirectX™ effects.
- Route MIDI track data to audio effects (such as vocoder and pitch correction effects).
- Video Track allows loading and editing of video files. Easily cross-fade from one video clip to another. Remix the audio, add a soundtrack, and effortlessly render your video project to a new video file.
- Powerful video features include still image importing, automatable effects and transitions, and moving text.
- Mix down to MP3, WAV, high-quality compressed OGG, and other audio file types.
- Option to record directly to high-quality compressed OGG files. This is ideal for collaborators exchanging projects over the internet, laptop users, schools, and anyone recording long speeches or conferences.
- Insert Time and Remove Time features moves all sounds, automation, and markers so you can add or remove an entire section from your song.
- Burn CDs of your mix with just one click.

Sound Engine:

- Wave (WDM), ASIO™, WaveRT, and WaveRT Exclusive Mode low latency audio support.

- WaveRT Exclusive Mode (available with Windows 7 and up) provides ultra-low-latency, solid audio performance on most audio hardware without any special sound card drivers. With WaveRT Exclusive Mode, Mixcraft can interface directly with the audio hardware, bypassing the operating system for low-latency audio performance without any special drivers.
- MIDI input and output support. Will work with any USB MIDI keyboard or any instrument connected to a MIDI interface.
- MIDI control surface support for transport controls, effect controls, and instrument controls.
- 32 bit SSE2-optimized sound engine supports recording and playback of broadcast quality audio up to 192 kHz and 32 bits.
- Time stretch any sound from 25% to 400% with FlexAudio™ without affecting the pitch.
- Punch In/Punch Out recording.
- Loop recording with multiple takes.
- Pitch shift sounds from -24 to +12 semitones!.
- Use an unlimited number of tracks, instruments, and effects.
- Automatically detects beat locations, keys and tempos of imported songs.
- Import WAV, AIF, OGG, WMA, and MP3 files!
- Reduce the noise level or eliminate it entirely with built-in Noise Reduction available on every audio clip.
- Support for up to 16 processor cores takes full advantage of today's cutting-edge multi-processor computers.
- Shape each sound's volume, pan and resonant filters with unlimited envelope points.
- Support for DirectX™ & VST™ effects, including plug-in delay compensation.
- Support for VST instruments with multiple outputs.
- ReWire Hosting allows you to sync other music applications with Mixcraft.

Interface:

- New Automation features provide automated control of all parameters in any VST effect, VSTi instrument, or Acoustica effect. All tracks can contain an unlimited number of automation curves on an unlimited number of effects and instruments. In addition, you can even automate the track volume & panning, and more.

- Master Track allows you to smoothly automate the global effects parameters and master volume, for smooth and easy fade-ins and fade-outs for your mixes.
- Send Tracks (aka Auxiliary Busses) let you route audio from multiple Audio Tracks and Virtual Instrument Tracks to a single set of audio effects. For example, use one reverb effect on multiple tracks. Audio can be routed both pre-fader and post-fader to the Send Tracks, and effects on the Send Tracks can all be easily automated.
- Submix Tracks allow grouping audio and MIDI tracks together to create a single submix.
- Output Tracks (aka Output Busses) allow grouping tracks to a single output bus (with support for multiple hardware outputs).
- Powerful Mixer Interface provides a convenient and familiar interface for mixing a project. Complete with easy access to volume, pan, mute, and solo controls, as well as effects and instrument dialogs, plus 3-band EQ on every track.
- Recording Count-In feature sets Mixcraft's metronome to count-in before recording begins. The length of the count-in is user-adjustable, between 1 and 32 measures.
- Mix To New Audio Track (aka Bouncing) allows you to mix down an Audio Track or Virtual Instrument Track, complete with all effects and automation, to a new audio track. This is a great one-click method to save CPU or "lock in" the edits and effects that have been applied to a track.
- Undock the details tabs and move them around the screen, or onto a second monitor. Maximize the details tabs window for full-screen MIDI editing, mixing, and access to the loop library.
- Edit any sound to make a loop. Pick sections of prerecorded songs and extract loops for remixing. User-created sounds can even be saved to the Loop Library.
- Adjust loop points to visual beat marks.
- Link audio, MIDI, and video clips together so they'll select and move as a group.
- Reverse audio clips to create cool effects. Invert the phase of audio clips to solve phasing issues.
- Mix To New Clip (aka Merging) feature allows you to merge several audio or MIDI clips together to form one single clip. "Lock in" edits that have been made to a recording, combine multiple loops into a single new loop, or mix multiple MIDI passages together into one MIDI clip.

- Seamless Loop Mode lets you smoothly loop sections of your project with no audio gapping.
- Lanes feature allows you to stack and organize multiple clips on a single track.
- Color-coded CPU meter on the status bar helps you keep track of your computer's processing power at all times.
- Multi-monitor support lets you take full advantage of computers with multiple monitors.
- Musical Typing Keyboard lets you play and record virtual instruments without the use of a MIDI keyboard. Use your computer's typing keyboard to play notes and chords. Control pitch bend, modulation, and velocity. Sustain notes with a simple press of the Shift key. You can even transpose by octaves and semitones.
- Archive your entire project to a ZIP file or new folder.
- Powerful piano roll editor allow you to edit MIDI data easily. Create MIDI loops by adjusting the loop points. Edit notes and controller information with ease.
- Load in standard MIDI files.
- Add your own photos or images to each track header.
- Edit each track's color, size and position in a variety of ways.
- Intuitive keyboard controls and shortcuts for quick work flow.
- Work in beats and measures mode, or in time mode.
- Adjust the snap to grid setting which allows you to work and edit in whole notes, quarter notes, etc.
- Split, cut, copy, delete and paste sounds with ease.
- Easily move sounds around with drag and drop or via the keyboard.
- Cross fade sounds automatically by visually overlapping them.
- Create precise, custom loops extracted from existing songs.

+ FEATURES	Mixcraft 6
Tracks	Unlimited
Loops/SFX	6500+
Track Automation	All parameters
Rewire Hosting	●
Output/Send Track	●
Clip Automation Volume, Pan, Low-Pass and High-Pass Filters	●
Submixing	●
MP3 Mixdown	●
CD Burning	●
MIDI/Audio FX Routing	●
Import/Edit to Library	●
Sound FX Tones	●
BUILT-IN Guitar Tuner on Every Track	●
Edit and Print Notation	●

Εικόνα 6.1: Κύρια χαρακτηριστικά Mixcraft

- **Guitar Rig 5**

Κατασκευαστής: Native Instruments

Ιστοσελίδα/Πληροφορίες: <http://tinyurl.com/guitar-rig-pro>

<http://www.native-instruments.com/en/products/komplete/guitar/guitar-rig-5-pro/>

Οδηγίες Χρήσης/Manuals:

1. Manual: <http://tinyurl.com/guitar-rig-manual>
2. Components References: <http://tinyurl.com/guitar-rig-components>

Το Guitar Rig είναι ένα λογισμικό ενισχυτή και εφέ μοντελοποίησης που σχεδιάστηκε κυρίως για ηλεκτρική κιθάρα και μπάσο. Χρησιμοποιεί μοντέλα ενισχυτών για να

επιτρέπει σε πραγματικό χρόνο επεξεργασίας ψηφιακού σήματος τόσο σε standalone όσο και σε VST περιβάλλον. Παρέχει δυνατότητες για πολλούς ενισχυτές και πετάλια παραμόρφωσης και προσομοιώνει μια σειρά από συσκευές όπως ενισχυτές και μικρόφωνα με ψευδώνυμα (όπως η μετονομασία της Shure SM57 σε "Dynamic 57").

Απαιτήσεις Συστήματος:

- Mac OS X 10.7, 10.8 or 10.9 (latest update), Intel Core 2 Duo, 2 GB RAM (4 GB recommended)
- Windows 7 or Windows 8 (latest Service Pack, 32/64-bit), Intel Core 2 Duo or AMD Athlon 64 X2, 2 GB RAM (4 GB recommended)

Υποστηριζόμενες Διασυνδέσεις (Interfaces):

- Stand-alone, VST, Audio Units, RTAS (Pro Tools 9 + 10), ASIO, CoreAudio, WASAPI, AAX Native (Pro Tools 10), 64-bit AAX plugins (Pro Tools 11)



Εικόνα 6.2: Guitar Rig - Στούντιο γεμάτο ενισχυτές, μικρόφωνα και δημιουργικά εργαλεία για τη διαμόρφωση του ήχου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ΄

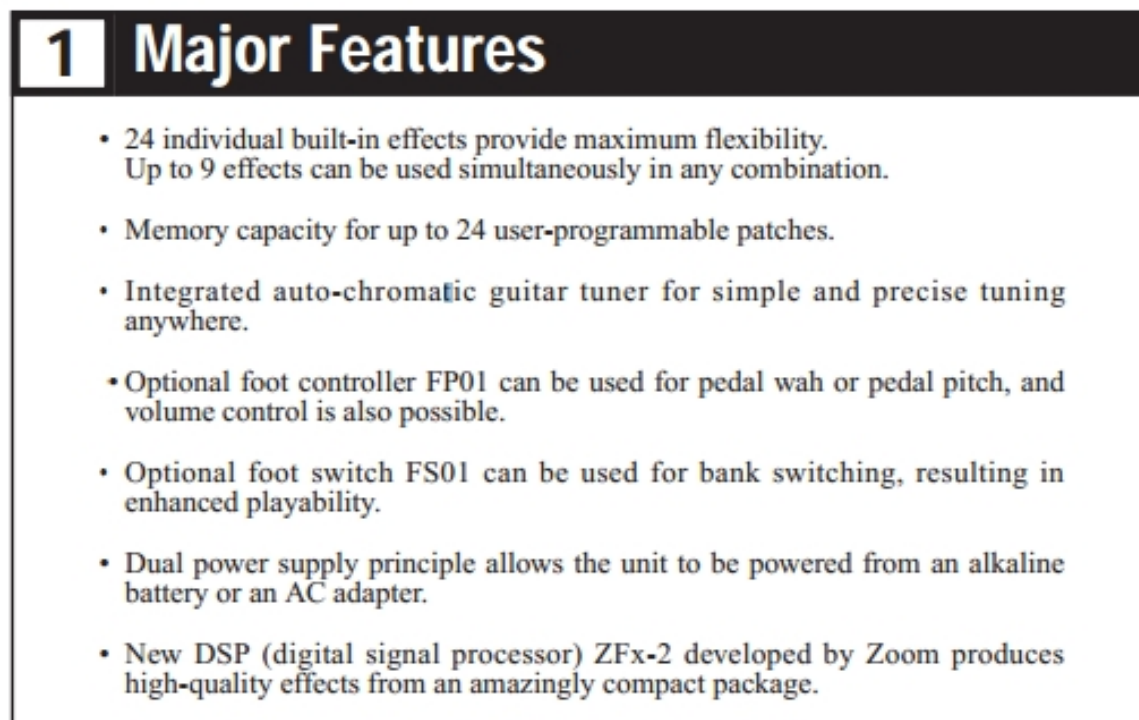
Στο παράρτημα αυτό παρατίθεται επιπλέον εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια των ηχογραφήσεων.

- **ZOOM 505**

Πρόκειται για πετάλι effect κιθάρας (Guitar Effects Pedal) που περιλαμβάνει διάφορες παραμορφώσεις για τον ήχο της ηλεκτρικής (ή ηλεκτροακουστικής) κιθάρας με Delays, Reverbs, Wah, Chorus, Flanger, EQ, κ.τ.λ.).



Εικόνα 7.1: Zoom 505 Guitar Effects Pedal



Εικόνα 7.2: Κύρια Χαρακτηριστικά του Zoom 505

Οδηγίες Χρήσης/Manuals: http://www.zoom.co.jp/download/E_505.pdf

- **Κιθάρες**
 - Ηλεκτρική κιθάρα: Eriphone Les Paul Standard
 - Ηλεκτροακουστική κιθάρα: Encore



Εικόνα 7.3: Κιθάρες - Eriphone Les Paul Standard και Encore αντίστοιχα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ'

Στο τελευταίο αυτό παράρτημα δίνεται ο σύνδεσμος για την ιστοσελίδα που φτιάχτηκε αποκλειστικά για τον σκοπό αυτής της πτυχιακής απ' όπου μπορείτε να βρείτε εκτός των άλλων και ηχογραφημένες συνθέσεις του υποφαινόμενου.

<http://ptyxiaki.gpek.net/>

- Online Audio Players
- HTML5, Javascript, jQuery, Flash XML



ΤΕΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- R. Izhaki, “Mixing Audio: Concepts, Practices and Tools”, Taylor & Francis, 2008
- S. Savage, “The Art of Digital Audio Recording: A Practical Guide for Home and Studio”, Oxford University Press, 2011
- P. Newell, “Recording Studio Design”, Taylor & Francis, 2008
- B. Katz, R. A. Katz, “Mastering Audio: The Art and the Science”, Elsevier/Focal Press, 2007
- J. M. Eargle, “Music, Sound, and Technology”, Springer US, 2013
- Γ. Παπανικολάου, “Τεχνολογία Ηχογραφήσεων”, University Studio Press, 1991
- Γ. Ν. Σκλαβούνης, “Εισαγωγή στην Ηχοληψία”, Έλλην, 2001
- Γ. Α. Σάγος, “Εφαρμογές της Ηλεκτροακουστικής στο Hi - Fi ”, Ίων, 1998
- Χ. Χ. Σπυρίδης, Ι. Μαλαφής, “Φάκελος Μαθήματος: Εισαγωγή στην Ηχοληψία ”, Αθήνα, 2003
- “Τεχνολογία Πολυμέσων – Παράρτημα Ζ: Ήχος στο Δίκτυο”, Εργαστήριο Πολυμέσων ΕΜΠ, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο - Τομέας Πληροφορικής, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών, 2000
- “Κιθαρῶν Ψηφιακές Περιπέτειες (Τεύχος 1^ο)”, wiki.kithara.gr - <http://bit.ly/1pnxLp4>
- Βικιπαίδεια, wikipedia.org
- Mixcraft Music Recording Software, acoustica.com/mixcraft/

