



ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Πολυκάναλη Ηχογράφηση της Εθνικής Συμφωνικής Ορχήστρας της
Ε.Ρ.Τ.



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΑΓΓΕΛΟΣ ΓΑΤΟΣ

Α.Μ. 1643

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΓΙΑΝΝΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΣ

Α.Μ. 1635

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΞΕΝΙΚΑΚΗΣ

ΡΕΘΥΜΝΟ 2019

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον υπεύθυνο καθηγητή της πτυχιακής μας εργασίας κ. Δημήτρη Ξενικάκη, ο οποίος ανέλαβε την επίβλεψη και την σωστή καθοδήγηση για την επίτευξη αυτής της εργασίας. Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους Τεχνικούς ήχου - Ηχολήπτες της Ε.Ρ.Τ. κ. Κώστα Γιαννακόπουλο, Νίκο Θεοδωρακόπουλο και Μιχάλη Συγγλέτο με τους οποίους συναναστραφήκαμε κατά την διάρκεια της πρακτικής, δίνοντάς μας συμβουλές και βοήθεια για την ολοκλήρωση της πτυχιακής. Τέλος να ευχαριστήσουμε τον καλλιτεχνικό διευθυντή των μουσικών συνόλων κ. Αναστάσιο Συμεωνίδη που μας παραχώρησε τα "δικαιώματα" καθαρά για ακαδημαϊκή χρήση, καθώς την Συμφωνική Ορχήστρα που συνεργάστηκε και συντονίστηκε άψογα και τον συμφοιτητή μας Βασίλη Τσιμητρά για την παροχή εξοπλισμού λήψη φωτογραφιών.

Εισαγωγικό σημείωμα

Μέσω της πρακτικής άσκησης που πραγματοποιήσαμε στην Ελληνική Ραδιοφωνία Τηλεόραση (ΕΡΤ), στο τμήμα των μουσικών συνόλων, μας δόθηκε η ευκαιρία να ηχογραφήσουμε την συμφωνική ορχήστρα της ΕΡΤ. Η ηχογράφηση της ορχήστρας, καθώς και όλη η επεξεργασία και μίξη του ηχητικού υλικού, πραγματοποιήθηκαν στις εγκαταστάσεις της ΕΡΤ με τη χρήση του κατάλληλου επαγγελματικού εξοπλισμού της. **Τα έργα που ηχογραφήθηκαν είναι του γνωστού συνθέτη Μανώλη Καλομοίρη.**

Περίληψη

Η εργασία αυτή έχει θέμα την πολυκάναλη ηχογράφιση μιας συμφωνικής ορχήστρας, καθώς και την επεξεργασία και μίξη της. Η παρούσα πτυχιακή χωρίζεται σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος αποτελείται από τα κεφάλαια ένα έως και πέντε, στα οποία αναγράφεται η θεωρία που υπάρχει πίσω από το πρακτικό κομμάτι της εργασίας. Το δεύτερο μέρος, απαρτίζεται από τα κεφάλαια έξι και επτά, στα οποία αναφέρεται αναλυτικά όλη η διαδικασία του πρακτικού μέρους. Στο τέλος, διατυπώνονται τα συμπεράσματα καθώς και οι δυσκολίες που αντιμετωπίσαμε.

Η εγγραφή της συμφωνικής ορχήστρας πραγματοποιήθηκε στο στούντιο Δ της ΕΡΤ. Η βασική ιδέα ήταν η ταυτόχρονη ηχογράφιση του συνόλου της ορχήστρας σε πραγματικό χρόνο, υπό την μορφή μίας συναυλίας. Επιλέξαμε εξ' αρχής την πολυκάναλη εγγραφή του μουσικού συνόλου, η οποία με την κατάλληλη επεξεργασία θα αποδώσει το επιθυμητό ηχητικό αποτέλεσμα. Κατά την διαδικασία της εγγραφής τοποθετήσαμε αρκετά μικρόφωνα, εκ των οποίων κάποια αποσκοπούσαν στην λήψη του συνόλου της ορχήστρας ή στην λήψη του φυσικού βάθους του χώρου, ενώ τα υπόλοιπα στην εγγραφή κάποιας ομάδας οργάνων της, ή σε κάποιο συγκεκριμένο όργανό της. Για την λήψη του συνόλου της ορχήστρας χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές ηχογράφησης με δύο μικρόφωνα (στέρεο τεχνικές), όπως η X-Y τεχνική, η A-B spaced και η ORTF, ενώ για την λήψη των ομάδων οργάνων ή ενός μόνο οργάνου, τοποθετήθηκε από ένα μικρόφωνο, το οποίο αποσκοπούσε στην αποκλειστική λήψη αυτών ή αυτού.

Για την πολυκάναλη ηχογράφιση έγινε χρήση επαγγελματικού προγράμματος επεξεργασίας ήχου (Pro Tools), το οποίο λειτουργούσε μέσω ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή, στην μνήμη του οποίου αποθηκεύτηκαν όλα τα audio wav αρχεία.

Έπειτα από την διαδικασία της ηχογράφησης, πραγματοποιήθηκε η επεξεργασία και μίξη του προ-ηχογραφημένου υλικού στο στούντιο Ε της ΕΡΤ, με την χρήση του ίδιου λογισμικού software (Pro Tools). Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει την μίξη των εντάσεων, την στερεοφωνική εικόνα της ορχήστρας (Panning), την επέμβαση στις χροίες των οργάνων (Equalizer), την διαμόρφωση της δυναμικής περιοχής (Compressor) και την προσθήκη τεχνητού χώρου (Reverb). Τέλος, αφού ολοκληρώθηκε η διαδικασία της μίξης και επεξεργασίας του ήχου, ακολούθησε το στάδιο του mastering, το οποίο έγινε για την βελτίωση της στέρεο μίξης μας.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: ΣΥΜΦΩΝΙΚΗ ΟΡΧΗΣΤΡΑ, ΠΟΛΥΚΑΝΑΛΗ ΕΓΓΡΑΦΗ,
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΗΧΟΓΡΑΦΗΣΗΣ, ΜΙΞΗ, ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ
ΗΧΟΥ, MASTERING

Abstract

This project's topic is multi-channel recording of a symphony orchestra, as well as its processing and mixing. This degree division is divided into two parts. The first part consists of chapters one to five, which outline the theory behind the practical part of the work. The second part consists of chapters six and seven, which detail the whole process of the practical part. In the end, the conclusions are drawn as well as the difficulties we have encountered.

The symphony orchestra was recorded in ERT Hall D. The basic idea was simultaneous recording of the whole orchestra in real time in the form of a concert. We chose from the beginning the multi-channel recording of the musical ensemble, which, with proper editing, would prove the desired sound effect. During the recording process we installed several microphones, some of which were intended to capture the whole orchestra or to capture the physical depth of the space, while others were aimed at recording a particular group of organs, or a specific organ. We used it to get the whole orchestra two-microphone recording techniques (stereo techniques), such as X-Y technique, AB-spaced and ORTF, while for the reception of instrument groups or a single instrument, it was fitted with a microphone intended to be exclusively taken or that. Multi-channel recording was made using a professional audio editing software (Pro Tools), which operated on a computer in which all audio wav files were stored.

Following the recording process, pre-recorded material was processed and mixed in ERT studio E using the same software (Pro Tools), operating on a computer in which all audio wav files were stored.

Following the recording process, pre-recorded material was processed and mixed in ERT studio E using the same software (Pro Tools). This process involves mixing the volumes, the stereo image of the Panning, the interference with the Equalizer, the compressor configuration and the addition of a Reverb. Finally, after the process of mixing and processing the audio was completed, followed the stage of mastering, which was done to improve our stereo mix.

**KEYWORDS: SYMPHONY ORCHESTRA, MULTITRACK RECORDING,
RECORDING TECHNIQUES, AUDIO MIXING, SOUND
PROCESSING, MASTERING**

Εισαγωγή

Η πτυχιακή εργασία ξεκινάει με τα τέσσερα πρώτα κεφάλαια τα οποία αναλύουν θεωρητικά τα όσα χρειάζονται για την εργασία αυτή. Στα άλλα τέσσερα κεφάλαια αναλύονται τα όσα έγιναν στην πράξη για την πραγματοποίηση της εργασίας αυτής.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται τα μικρόφωνα (τι είναι, ποια είναι και ποια τα χαρακτηριστικά τους). Είναι σημαντικό να γνωρίζει κανείς τις ιδιαιτερότητες των μικροφώνων καθώς και τη συμπεριφορά τους, μιας και η λήψη του σήματος ξεκινάει από αυτά. Όσο καλύτερα γνωρίζουμε τα μικρόφωνα και την επιλογή αυτών, τόσο πιο καλό θα είναι και το ηχητικό αποτέλεσμα που θα ληφθεί.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρονται οι τεχνικές ηχογράφησης και είναι εξίσου σημαντικό να τις γνωρίζουμε και να τις αξιοποιούμε για ένα καλύτερο και πιο ολοκληρωμένο ηχητικό αποτέλεσμα.

Στη συνέχεια το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στο αναλογικό και το ψηφιακό σήμα. Στις μέρες μας ο ψηφιακός "κόσμος" έχει εισβάλει σημαντικά στη ζωή μας. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε λοιπόν την διαδικασία μετατροπής του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό σήμα και πως αυτό δημιουργείται.

Το τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο της θεωρίας κλείνει με την επεξεργασία σήματος. Σε αυτό το κεφάλαιο αναφέρεται η λειτουργία διαφόρων επεξεργαστών σήματος οι οποίοι είναι συνήθως, είτε ενσωματωμένοι στην κονσόλα ήχου, είτε βρίσκονται περιφερειακά της.

Στο πέμπτο κεφάλαιο εξηγούνται αναλυτικά τα μέτρα που πάρθηκαν και η μελέτη που έγινε για να πραγματοποιηθεί σωστά η ηχογράφηση. Κάποια από αυτά είναι, να γνωρίζει κανείς πλήρως: **α)** από τι αποτελείται η ορχήστρα, **β)** τα συχνοτικά φάσματα των οργάνων, **γ)** την κατευθυντικότητα του ήχου των οργάνων, **δ)** τα χαρακτηριστικά των μικροφώνων που θα επιλέξει και την επιλογή των μικροφώνων αυτών, καθώς και τι πολιτικά διαγράμματα θα χρησιμοποιήσει.

Αφού κατανοήσουμε και αποτυπώσουμε τι απαιτείται για να γίνει σωστά η ηχογράφηση, συνεχίζουμε στην δρομολόγηση και την επεξεργασία του σήματος όπως θα δούμε στο έκτο κεφάλαιο. Σε αυτό το κεφάλαιο εξηγείται η διαδικασία και η επεξεργασία που υλοποιήθηκε (line check, mixing, panning, equalization, compression, reverberation).

Στο έβδομο κεφάλαιο αναφέρεται τι είναι το mastering και ποια είναι η χρησιμότητα του. Επίσης εξηγείται αναλυτικά η επεξεργασία που έγινε στην στέρεο μίξη της εργασίας για το τελικό ηχητικό αποτέλεσμα.

Τέλος στο κεφάλαιο οκτώ αναφέρεται ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση της πτυχιακής εργασίας.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	3
Εισαγωγικό σημείωμα.....	4
Περίληψη.....	5
Abstract.....	6
Εισαγωγή.....	7
Κεφάλαιο 1^ο Μικρόφωνα.....	12
1.1 Τι είναι μικρόφωνο.....	12
1.2 Δυναμικά μικρόφωνα.....	12
1.3 Κατηγορίες μικροφώνων ανάλογα με την κατευθυντικότητα τους.....	15
1.3.1 Παντοκατευθυντικά ή Omnidirectional μικρόφωνα.....	16
1.3.2 Δι-κατευθυντικά ή Bidirectional (Figure of 8) μικρόφωνα.....	16
1.3.3 Μονοκατευθυντικά / Καρδιοειδή.....	18
1.3.4 Ιδιαίτεως κατευθυντικά ή Ultra-directional (Shotgun).....	19
1.3.5 Μικρόφωνα με περισσότερα από ένα πολικά διαγράμματα.....	19
1.3.6 Ποιοτικά χαρακτηριστικά μικροφώνων.....	21
Κεφάλαιο 2^ο Τεχνικές ηχογράφησης.....	23
2.1 Τεχνικές Μικροφώνων.....	23
2.1.1 Μακρινή τοποθέτηση μικροφώνου (Distant Mic Placement).....	23
2.1.2 Κοντινή τοποθέτηση μικροφώνου (Close microphone placement).....	24
2.1.3 Τοποθέτηση μικροφώνου έμφασης (Accent Microphone Placement ή Spot).....	25
2.1.4 Τοποθέτηση Μικροφώνων Χώρου (Ambient Microphone Placement).....	25
2.2 Τεχνικές στερεοφωνικής ηχογράφησης.....	26
2.2.1 Συμπτωτικές Τεχνικές (Coincident).....	27
2.2.2 Σχεδόν Συμπτωτικές Τεχνικές (Near Coincident).....	30
2.2.3 Απομακρυσμένες Τεχνικές (Spaced).....	32
2.2.4 Binaural Τεχνικές (Head-Related Stereo).....	34
2.3 Ενεργός περιοχή λειτουργίας των ζευγών μικροφώνων και γωνίες ηχογράφησης.....	35

Κεφάλαιο 3ο Αναλογικό – ψηφιακό σήμα και πολυκάναλη εγγραφή.....	42
3.1 Εισαγωγή.....	42
3.2 Αναλογικό σήμα.....	42
3.3 Ιστορική αναδρομή στα μέσα καταγραφής και αναπαραγωγής ήχου.....	43
3.4 Μαγνητική εγγραφή.....	45
3.5 Πολυκάναλη ηχογράφηση (Multitrack Recording).....	47
3.6 Ψηφιακό σήμα.....	48
3.7 Ψηφιακή εγγραφή.....	49
3.8 Καταγραφή με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή.....	50
3.9 Digital Audio Workstations (DAW).....	50
Κεφάλαιο 4ο Επεξεργασία Σήματος.....	52
4.1 Φίλτρα και Equalizers.....	52
4.1.1 Low pass filter.....	52
4.1.2 High pass filter.....	52
4.1.3 Band pass filter.....	52
4.1.4 Band stop filter.....	53
4.1.5 Shelving Equalizer.....	53
4.1.6 Παραμετρικό Equalizer.....	54
4.1.7 Γραφικό Equalizer.....	55
4.2 Compressors.....	56
4.3 Limiters.....	58
4.4 Expanders.....	59
4.5 Noise Gates.....	59
4.6 Αντήχηση (Reverb).....	60
4.6.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα με την χρήση του Reverb.....	62
4.6.2 Τύποι Reverb.....	64
4.6.3 Προγράμματα Reverb και τα ρυθμιστικά τους.....	68
Κεφάλαιο 5ο Διαδικασία της ηχογράφησης.....	70
5.1 Ορχήστρα και από τι αποτελείται.....	70
5.2 Συχνотικά φάσματα των οργάνων της ορχήστρας.....	72

5.2.1 Συχνотικά φάσματα εγχόρδων οργάνων με δοξάρι και τρόποι παραγωγής ήχου από αυτά.....	73
5.2.2 Συχνотικό φάσμα άρπας και τρόπος παραγωγής ήχου από αυτή.....	75
5.2.3 Συχνотικά φάσματα ξύλινων πνευστών και τρόποι παραγωγής ήχου από αυτά.....	75
5.2.4 Συχνотικά φάσματα χάλκινων πνευστών και τρόποι παραγωγής ήχου από αυτά.....	76
5.2.5 Συχνотικά φάσματα κρουστών οργάνων και τρόποι παραγωγής ήχου από αυτά.....	77
5.3 Χαρακτηριστικά μικροφώνων.....	77
5.3.1 Χαρακτηριστικά του μικροφώνου Neumann u89i.....	78
5.3.2 Χαρακτηριστικά του μικροφώνου Shoeps MK4.....	80
5.3.3 Χαρακτηριστικά του μικροφώνου stereo Shoeps.....	81
5.4 Τοποθέτηση μικροφώνων στην ορχήστρα.....	82
5.5 Επιλογές μικροφώνων και πολικών διαγραμμάτων για την εγγραφή.....	86
Κεφάλαιο 6° Δρομολόγηση και επεξεργασία σήματος.....	87
6.1 Δρομολόγηση σήματος και έλεγχος (Line Check).....	87
6.2 Σύγκριση σημάτων και αρχή της διαδικασίας της μίξης.....	89
6.3 Panning, Equalization & Compression.....	89
6.3.1 Panning.....	90
6.3.2 Equalization.....	90
6.3.3 Compression.....	91
6.4 Reverberation.....	92
6.4.1 Ακουστικά χαρακτηριστικά της αίθουσας ηχογράφησης.....	92
6.4.2 Χρήση συσκευής Reverb.....	93
Κεφάλαιο 7° Mastering.....	95
7.1 Τι είναι το mastering.....	95
7.2 Ποια η χρησιμότητα του mastering.....	95
7.3 Εισαγωγή στους ψηφιακούς μηχανισμούς του audio mastering.....	96
7.3.1 Διορθώσεις και τεχνικές λειτουργίες.....	96
7.3.2 Εξισορρόπηση των συχνотήτων (Equalization).....	97

7.3.3 Δυναμική επεξεργασία του ήχου.....	99
7.3.4 Χρήση εφέ και άλλες τεχνικές.....	101
7.3.5 Μείωση ανάλυσης και μονοφωνική συμβατότητα.....	104
Κεφάλαιο 8° Εξοπλισμός.....	105
Συμπεράσματα - Επίλογος.....	108
Βιβλιογραφία.....	109

Κεφάλαιο 1^ο : Μικρόφωνα

1.1 Τι είναι μικρόφωνο.

Τα μικρόφωνα εμφανίζονται σε διάφορα σχήματα, μεγέθη και τύπους σχεδιασμού, εξυπηρετώντας πάντα έναν σκοπό: τη μετατροπή των ακουστικών κραδασμών (υπό τη μορφή πίεσης αέρα) σε ηλεκτρική ενέργεια, ώστε να μπορεί να ενισχυθεί ή να καταγραφεί το σήμα. Υπάρχουν τρεις βασικές μηχανικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή επαγγελματικών μικροφώνων, οι οποίες έχουν τρία κοινά βασικά μέρη:

Διάφραγμα

Τα ηχητικά κύματα χτυπούν το διάφραγμα, προκαλώντας του δόνηση. Προκειμένου να αναπαραχθούν με ακρίβεια οι ήχοι υψηλής συχνότητας, πρέπει να είναι όσο το δυνατόν ελαφρύτερο.

Ανιχνευτής

Οι μηχανικοί κραδασμοί του διαφράγματος μετατρέπονται σε ένα ηλεκτρικό σήμα από τον μετατροπέα.

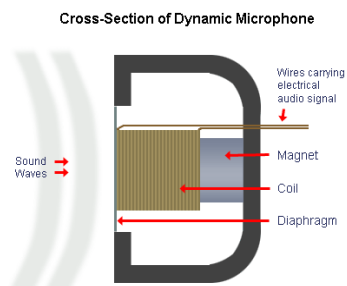
Περίβλημα

Εκτός από την παροχή μηχανικής στήριξης και προστασίας για το διάφραγμα και τον μετατροπέα, το περίβλημα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει στον έλεγχο της απόκρισης κατεύθυνσης του μικροφώνου.

Τα μικρόφωνα χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες βάση των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων που χρησιμοποιούν: τα **δυναμικά** και τα **πυκνωτικά**.

1.2.1 Δυναμικά μικρόφωνα

Σε ένα κινούμενο πηνίο (το οποίο συχνά ονομάζεται "δυναμικό"), τα ηχητικά κύματα προκαλούν κίνηση ενός λεπτού μεταλλικού διαφράγματος και ενός συνδεδεμένου πηνίου σύρματος που βρίσκεται μέσα σε μόνιμο μαγνήτη. Όταν τα ηχητικά κύματα κάνουν το διάφραγμα να δονείται, τα συνδεδεμένα πηνία δονούνται επίσης στον μαγνητικό τομέα, προκαλώντας την κίνηση του ρεύματος. Δεδομένου ότι το ρεύμα παράγεται από την κίνηση του διαφράγματος και η ποσότητα ρεύματος καθορίζεται από την ταχύτητα αυτής της κίνησης, αυτό το είδος μικροφώνου είναι γνωστό ως μικρόφωνο διαφοράς πίεσης.



Εικόνα 1.1 διάγραμμα δυναμικού μικροφώνου

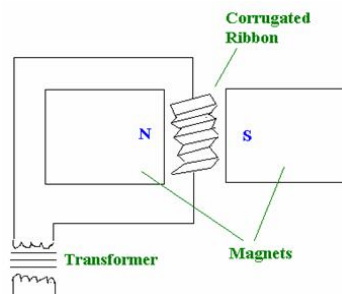
Η ικανότητα του μικροφώνου να ανταποκρίνεται σε μεταβατικά και σήματα υψηλότερης συχνότητας εξαρτάται από το πόσο βαριά είναι τα κινούμενα μέρη. Σε αυτόν τον τύπο μικροφώνου, τόσο το διάφραγμα όσο και το πηνίο μετακινούνται, πράγμα που σημαίνει ότι είναι σχετικά βαρύ. Αποτέλεσμα αυτού είναι ότι η απόκριση συχνότητας πέφτει πάνω από περίπου 10kHz.

Το μικρόφωνο έχει επίσης συντονισμένη συχνότητα (μια συχνότητα ή ομάδα συχνοτήτων που τονίζεται) που είναι συνήθως από περίπου 1 έως 4kHz. Αυτή η συντονισμένη απόκριση ονομάζεται μερικές φορές η κορυφή παρουσίας, καθώς εμφανίζεται στην περιοχή συχνότητας που επηρεάζει άμεσα την ευκρίνεια φωνής. Εξαιτίας αυτού, το δυναμικό μικρόφωνο προτιμάται συχνά από τους τραγουδιστές.

Τα δυναμικά μικρόφωνα είναι στιβαρά και ανθεκτικά. Είναι σχετικά φθηνά και δεν είναι ευαίσθητα στις αλλαγές τις υγρασίας. Απεναντίας, έχουν χαμηλή απόκριση υψηλής συχνότητας πέραν των 10 KHz.

1.2.2 Μικρόφωνα ταινίας (Ribbon)

Το μικρόφωνο με ταινία λειτουργεί σχεδόν με τον ίδιο τρόπο που λειτουργεί το μικρόφωνο κινούμενου πηνίου. Η κύρια διαφορά είναι ότι ο μετατροπέας είναι μια λωρίδα εξαιρετικά λεπτού φύλλου αλουμινίου αρκετά ευρεία και αρκετά ελαφριά ώστε να δονείται απευθείας από τα κινούμενα μόρια του αέρα του ηχητικού κύματος, επομένως δεν χρειάζεται ξεχωριστό διάφραγμα. Ωστόσο, το ηλεκτρικό σήμα που παράγεται από το μικρόφωνο ταινίας είναι πολύ μικρό σε σύγκριση με αυτό του κινούμενου πηνίου. Γι' αυτό το λόγο χρειάζεται ένας μετασχηματιστής εξόδου για την ενίσχυση του σήματος σε ένα επίπεδο.



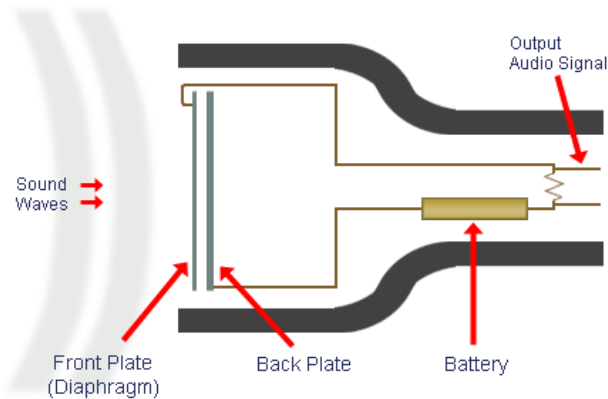
Εικόνα 1.2 Διάγραμμα μικρόφωνου ταινίας

Όπως στο δυναμικό μικρόφωνο, η απόκριση υψηλής συχνότητας ρυθμίζεται από τη μάζα των κινούμενων μερών. Αλλά επειδή το διάφραγμα είναι επίσης ο μετατροπέας, η μάζα είναι συνήθως πολύ λιγότερη από αυτή του δυναμικού μικροφώνου. Ως αποτέλεσμα, η απόκριση της ανώτερης συχνότητας τείνει να φτάσει ελαφρώς υψηλότερη από αυτή του μικροφώνου με κινούμενο πηνίο, περίπου στα 14kHz.

1.2.3 Πυκνωτικά μικρόφωνα

Το πυκνωτικό μικρόφωνο περιέχει δύο ηλεκτρικά φορτισμένες πλάκες. Μία που μπορεί να κινηθεί και λειτουργεί ως διάφραγμα, και μία που είναι σταθερή (οπίσθια πλάκα). Αυτός είναι στην πραγματικότητα ένας πυκνωτής με ένα θετικά και αρνητικά

φορτισμένο ηλεκτρόδιο και ένα κενό αέρα αναμεσά του. Ο ήχος πιέζει το διάφραγμα, προκαλώντας μια αλλαγή στην απόσταση μεταξύ αυτού και του οπίσθιου πλακιδίου. Αυτή η μεταβολή της χωρητικότητας και της απόστασης μεταξύ αυτής και της οπίσθιας πλάκας προκαλούν μια αλλαγή στο δυναμικό τάσης που μπορεί να ενισχυθεί. Για την ενίσχυση αυτής της μικρής τάσης, χρησιμοποιείται ένας σωλήνας κενού ή ένα τρανζίστορ FET ως ενισχυτής. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο απαιτείται μπαταρία ή phantom power (+48 V) για τη φόρτιση των πλακών και για τη λειτουργία του προ-ενισχυτή.



Εικόνα 1.3 Διάγραμμα πυκνωτικού μικροφώνου

Τα μικρόφωνα πυκνωτή πάντως, πάντα κουδουνίζουν λίγο, συνήθως στην περιοχή των 8 έως 12kHz.

1.2.4 Πυκνωτικά μικρόφωνα- Electrets

Ένας άλλος λιγότερο ακριβός τύπος μικροφώνου πυκνωτή είναι ο ηλεκτρικός πυκνωτής. Ένα ηλεκτρικό μικρόφωνο χρησιμοποιεί ένα μόνιμα πολωμένο ηλεκτροφόρο υλικό ως διάφραγμα, αποφεύγοντας έτσι την ανάγκη για τάση συνεχούς τάσης που απαιτείται σε συμβατικό πυκνωτικό μικρόφωνο. Τα ηλεκτρικά μπορούν να γίνουν πολύ μικρά και οικονομικά και είναι τα τυπικά μικρόφωνα σε φορητά μαγνητόφωνα. Τα καλύτερης ποιότητας πυκνωτικά μικρόφωνα αυτής της κατηγορίας ενσωματώνουν έναν προ-ενισχυτή ώστε να ταιριάζουν με την εξαιρετικά υψηλή σύνθεσή τους και να ενισχύουν το σήμα. Ένα από τα προβλήματα με τα ηλεκτρικά μικρόφωνα πυκνωτή είναι ότι ένα από τα υλικά του χάνει το φορτίο του με την πάροδο του χρόνου.

Τα πυκνωτικά μικρόφωνα electrets παρουσιάζουν εξαιρετική απόκριση υψηλής συχνότητας και μπορεί να έχουν και εξαιρετική απόκριση χαμηλής συχνότητας. Επίσης, μπορεί να υποφέρουν από κακή ή ασυνεπή απόκριση συχνότητας. Τέλος η απόδοσή τους επηρεάζεται άμεσα από την υγρασία και την θερμοκρασία.

1.2.5 Phantom Power

Όλα τα πυκνωτικά μικρόφωνα απαιτούν ενέργεια από μια εξωτερική πηγή που ονομάζεται "phantom power". Πρόκειται για μια πηγή συνεχούς ρεύματος 48 Volt τροφοδοτούμενη από κονσόλα εγγραφής ή προ-ενισχυτή μικροφώνου πάνω στο ίδιο το καλώδιο που μεταφέρει τον ήχο.

ΠΟΛΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΦΩΝΩΝ

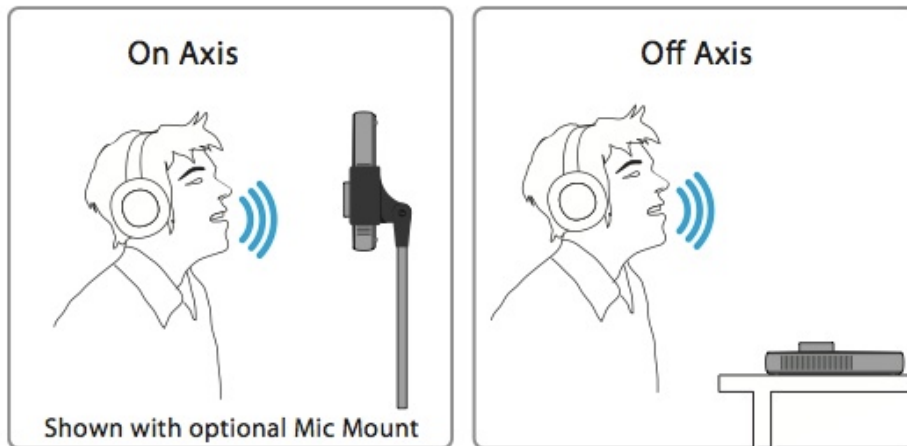
1.3 Κατηγορίες μικροφώνων ανάλογα με την κατευθυντικότητα τους

Ένα χαρακτηριστικό που χρησιμοποιούμε για τον διαχωρισμό των μικροφώνων είναι η **κατευθυντικότητα** (directionality) τους η αλλιώς, η **κατευθυντική τους απόκριση** (Directional Response).

Η έννοια της κατευθυντικότητας ενός μικροφώνου, αναφέρεται στο πως αντιδρά ένα μικρόφωνο σε ηχητικά σήματα που προέρχονται από διαφορετικές γωνίες στο χώρο γύρω του. Δηλαδή, αναφέρεται στην ευαισθησία με την οποία αντιδρά το μικρόφωνο σε ηχητικές πηγές γύρω του και σε κάποια γωνία σε σχέση με αυτό.

Έτσι η στάθμη του σήματος που θα μας δώσει ένα μικρόφωνο σε ένα σήμα το οποίο έρχεται από κάποια συγκεκριμένη κατεύθυνση-γωνία στο χώρο είναι ανάλογη με την ευαισθησία που έχει αυτό το μικρόφωνο στην συγκεκριμένη κατεύθυνση. Από κατασκευής λοιπόν, όλα τα μικρόφωνα δεν έχουν την ίδια κατευθυντικότητα, οπότε είναι σημαντικό να γνωρίζουμε το χαρακτηριστικό αυτό των μικροφώνων για την κατάλληλη χρήση τους.

Η κατευθυντική απόκριση ενός μικροφώνου αποτυπώνεται γραφικά σε ένα σχέδιο το οποίο ονομάζεται **πολικό διάγραμμα** και παρουσιάζει την ευαισθησία με την οποία ανταποκρίνεται το μικρόφωνο σε σήματα που έρχονται από διαφορετικές γωνίες. Τα ηχητικά κύματα τα οποία έρχονται απευθείας στο διάφραγμα ενός μικροφώνου λέγονται **on-axis**, ενώ τα κύματα τα οποία έρχονται από οποιαδήποτε άλλη γωνία λέγονται **off-axis** όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (Εικ.1.4).



Εικόνα 1.4 On axis / off axis διεύθυνση

Οι κατηγορίες διακρίνονται σύμφωνα με την κατευθυντικότητα των μικροφώνων και είναι οι εξής :

- A) Παντοκατευθυντικά ή Omnidirectional.
- B) Δι-κατευθυντικά ή Bidirectional (Figure of 8).
- Γ) Μονοκατευθυντικά / Καρδιοειδή ή Unidirectional / Cardioids.
- Δ) Ιδιαίτερος κατευθυντικά ή Ultra-directional (shot-gun).
- E) Μικρόφωνα με περισσότερα από ένα πολικό διάγραμμα.

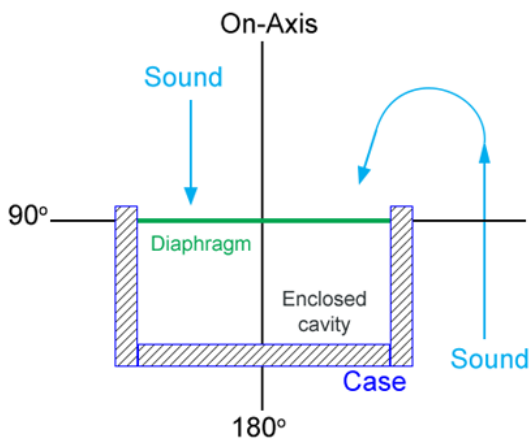
1.3.1 Παντοκατευθυντικά ή Omnidirectional μικρόφωνα

Παντοκατευθυντικά είναι τα μικρόφωνα τα οποία είναι εξίσου ευαίσθητα σε όλα τα ηχητικά κύματα, ανεξαρτήτως την κατεύθυνση που αυτά παρουσιάζουν και την γωνία που δημιουργείται μεταξύ της πηγής και του διαφράγματος του μικροφώνου.

Τα μικρόφωνα ονομάζονται και ως **μικρόφωνα πίεσης** (Pressure Microphones) διότι ανταποκρίνονται στις στιγμιαίες διακυμάνσεις της πίεσης του αέρα, οι οποίες δημιουργούνται από τα ηχητικά κύματα στην περιοχή του διαφράγματος. Επειδή τα μικρόφωνα αυτά δεν έχουν την δυνατότητα να προσδιορίσουν την θέση της πηγής του ήχου, ανταποκρίνονται με την ίδια ευαισθησία στους ήχους ανεξάρτητα από ποια κατεύθυνση έρχονται.

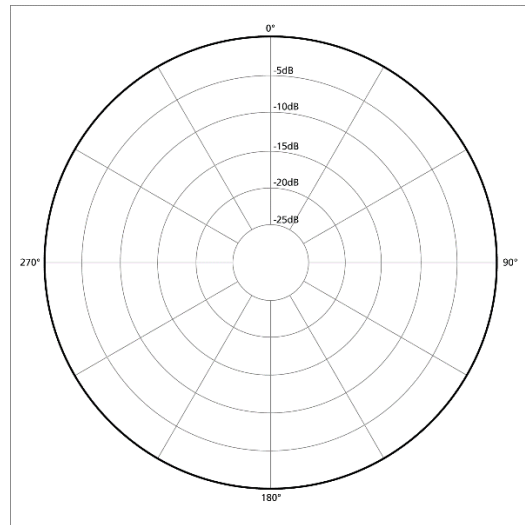
Αποτελούνται από ένα διάφραγμα το οποίο προσαρμόζεται σε ένα σφραγισμένο κουτί με τέτοιο τρόπο ώστε ο ήχος να το προσεγγίζει μόνο από τη μία πλευρά του, την εξωτερική στην οποία βρίσκεται το διάφραγμα. Τίθεται λοιπόν αυτό σε κίνηση υπακούοντας στις τιμές της ακουστικής πίεσης ακριβώς μπροστά του.

Τα Omnidirectional μικρόφωνα λοιπόν, ως μετρητές της πίεσης με μία απλή κατασκευή συμπεριφέρονται το ίδιο καλά σε όλες τις συχνότητες. Μικρές απώλειες ευαισθησίας εμφανίζονται μόνο στις συχνότητες που τα μήκη κύματος αυτών είναι της ίδιας τάξης μεγέθους ή μικρότερα των διαστάσεων του μικροφώνου, δηλαδή ψηλές συχνότητες. Το σώμα των μικροφώνων επομένως θα αποτελεί ένα μικρό εμπόδιο λόγω περίθλασης στη πορεία του προερχόμενου ήχου κυρίως από την πίσω διεύθυνση ή και τις πλαϊνές. Παρόλα αυτά, το πολικό τους διάγραμμα είναι ένας τέλειος κύκλος.



Omni-Directional (Pressure) Capsule

Εικόνα 1.5 Σχήμα κάψας μικροφώνου



Εικόνα 1.6 Πολικό διάγραμμα μικροφώνου

1.3.2 Δι-κατευθυντικά ή Bidirectional (Figure of 8) μικρόφωνα

Δι-κατευθυντικά είναι τα μικρόφωνα τα οποία είναι εξίσου ευαίσθητα στις πιέσεις που ασκούνται από το εμπρός μέρος (0^0) και το πίσω μέρος (180^0) του διαφράγματος, όμως υπάρχει διαφορά δρόμου της τάξης του 1cm, ανάλογα με την κατασκευή, δημιουργούμενη

από το πάχος του δακτυλίου που περιβάλλει το διάφραγμα. Η διαφορά αυτή δεν δημιουργεί διαφορά στάθμης λόγω διαφοράς δρόμου, γιατί η απόσταση πηγής-μικροφώνου είναι πολύ μεγαλύτερη της διαφοράς δρόμου. Δημιουργεί όμως διαφορά φάσης, συνεπώς και διαφορά πίεσης, βάση της οποίας μετατοπίζεται το διάφραγμα και παράγει ηλεκτρικό σήμα. Είναι λιγότερο ευαίσθητα κατά αρκετά σε πιέσεις που ασκούνται από τα πλαϊνά μέρη του μικροφώνου. Συγκεκριμένα τα **Figure of 8** μικρόφωνα μπορούν να απορρίψουν έως και ολοκληρωτικά τους ήχους που φθάνουν από γωνίες 90^0 ή 270^0 μοιρών off axis.

Σε αντίθεση με το παντοκατευθυντικά, τα δι-κατευθυντικά μικρόφωνα έχουν το διάφραγμα τους εκτεθειμένο και από τις δύο πλευρές στα ηχητικά κύματα. Είναι σημαντικό να παρατηρηθεί ότι το εμπρός και το πίσω μέρος του διαφράγματος δίνουν σήματα αντίθεσης ηλεκτρικής φάσης, όπου το εμπρός μέρος είναι θετικό ενώ το πίσω μέρος αρνητικό. Έτσι λοιπόν, παρά την απόλυτη συμμετρία του εμπρός και πίσω ημισφαιρίου, έχει μεγάλη σημασία να ξέρουμε ποια είναι η επιλεγμένη από τον κατασκευαστή ως on-axis (0^0) διεύθυνση, η διεύθυνση δηλαδή που δίνει "θετικό" σήμα και ποια "αρνητικό" σήμα.

Επιπλέον, όταν ένα μικρόφωνο figure of 8 λειτουργεί μόνο του σε ένα χώρο λήψης τότε δεν υπάρχει πρόβλημα, όμως θα δημιουργηθεί πρόβλημα αν στον ίδιο χώρο λειτουργούν και άλλα μικρόφωνα ανεξαρτήτου πολικού διαγράμματος. Για παράδειγμα ένας ήχος που θα ληφθεί εσκεμμένα ή μη, από ένα άλλο μικρόφωνο και από το πίσω μέρος ενός figure of 8, στην υποτιθέμενη μίξη των δύο σημάτων θα χαθεί μερικώς η τελείως λόγω της καταστρεπτικής συμβολής (destructive interference) που θα προκαλέσει η αντίστροφη φάση.

Επειδή λοιπόν το διάφραγμα ενός δι-κατευθυντικού μικροφώνου αντιδρά ανάλογα με την κλίση της πίεσης που δέχεται, τα μικρόφωνα αυτά λέγονται **μικρόφωνα διαφοράς πίεσης** (pressure gradient microphones). Τέλος, επειδή το πολικό διάγραμμα ενός τέτοιου μικροφώνου μοιάζει με τον αριθμό οκτώ (Εικόνα 1.), τα δι-κατευθυντικά μικρόφωνα λέγονται και **Figure of Eight (8)**.

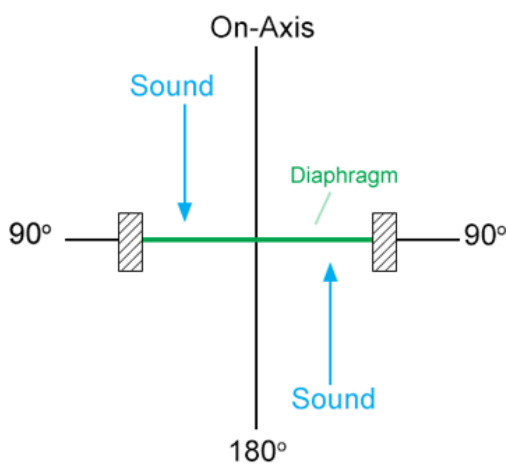
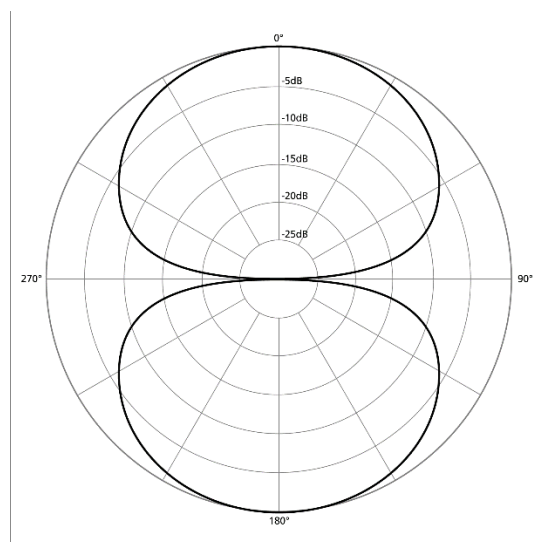


Figure-8 (Pressure Gradient) Capsule

Εικόνα 1.7 Σχήμα κάψας μικροφώνου



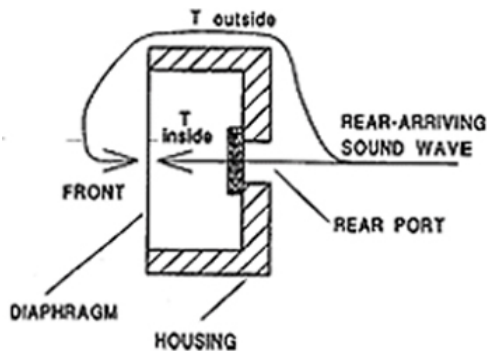
Εικόνα 1.8 Πολικό διάγραμμα μικροφώνου

1.3.3 Μονοκατευθυντικά / Καρδιοειδή ή Unidirectional / Cardioids μικρόφωνα

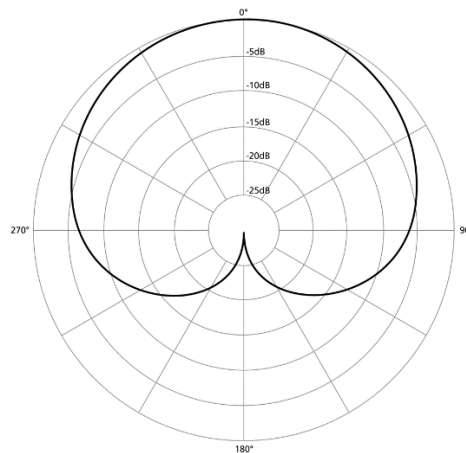
Τα μονοκατευθυντικά μικρόφωνα είναι ιδιαίτερος ευαίσθητα σε ήχους που προέρχονται ακριβώς μπροστά από το διάφραγμα και σε μηδέν μοίρες on axis. Αντίθετα, μπορεί να είναι ελάχιστα ή καθόλου ευαίσθητα σε πηγές που βρίσκονται στο πίσω μέρος του διαφράγματος και σε 180 μοίρες off axis. Οι πλευρικοί ήχοι με κλίση μικρότερη των 90⁰ η μεγαλύτερη των 270⁰ μπορούν να συλληφθούν ικανοποιητικά, ενώ το αντίθετο συμβαίνει με τους υπόλοιπους πλευρικούς ήχους.

Η κατευθυντικότητα των μικροφώνων αυτών επιτυγχάνεται με τη χρήση ειδικά σχεδιασμένων οπών εισόδου των ακουστικών κυμάτων. Οι ήχοι που έρχονται από την πίσω πλευρά μπορούν να φτάσουν στο διάφραγμα είτε κυκλώνοντας το μικρόφωνο για να φτάσουν στο διάφραγμα, είτε μέσω της ειδικής οπής που βρίσκεται συνήθως στο πίσω μέρος της κάψας. Στην πραγματικότητα η οπή αυτή λειτουργεί ως ένας ακουστικός λαβύρινθος που καθυστερεί το σήμα το οποίο περνάει από μέσα του. Αυτό είναι απαραίτητο ούτως ώστε τα δύο σήματα να φτάσουν στο διάφραγμα την ίδια στιγμή (αφού το σήμα που κυκλώνει το μικρόφωνο διασχίζει μεγαλύτερο μονοπάτι για να φτάσει στο διάφραγμα), δημιουργώντας έτσι μηδενική κλίση πίεσης σε αυτό, άρα και μηδενική τάση στην έξοδο σήματος.

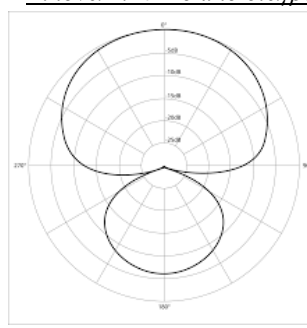
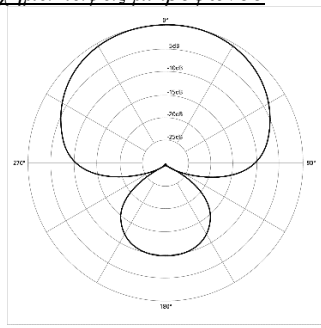
Η κατευθυντική απόκριση των μονοκατευθυντικών μικροφώνων αποτυπώνεται στο πολικό τους διάγραμμα με ένα σχήμα που μοιάζει με καρδιά βλ.(Εικ.1.10). Γι' αυτόν τον λόγο, τα μικρόφωνα αυτά λέγονται **καρδιοειδή**. Ανάλογα με τον σχεδιασμό τους τα μονοκατευθυντικά μικρόφωνα, εκτός από απλό καρδιοειδές πολικό διάγραμμα, μπορούν να έχουν σούπερ-καρδιοειδή (Super-cardioid) και υπερκαρδιοειδή (hyper-cardioid) πολικά διαγράμματα βλ.(Εικ.1.11).



Εικόνα 1.9 Σχήμα κάψας μικροφώνου



Εικόνα 1.10 Πολικό διάγραμμα μικροφώνου

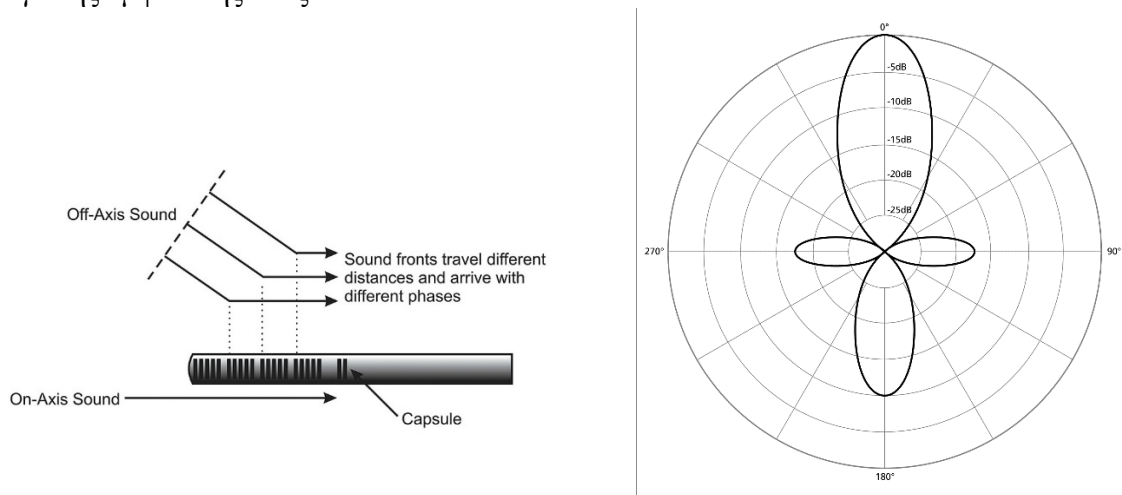


Εικόνα 1.11 Πολικά διαγράμματα Super και Hyper-cardioid

1.3.4 Ιδιαιτέρως-κατευθυντικά ή Ultra-directional (Shot-gun)

Τα μικρόφωνα αυτής της κατηγορίας χαρακτηρίζονται από την ιδιαίτερα υψηλή ευαισθησία που έχουν στα on axis ηχητικά σήματα, την ελάχιστη ευαισθησία που έχουν στα off axis ηχητικά σήματα και την πολύ χαμηλή ευαισθησία που έχουν στους πλευρικούς ήχους. Έτσι είναι λογικό το σχήμα που αποτυπώνεται παρακάτω (Εικ.1.12) στο πολικό διάγραμμα ενός τέτοιου μικροφώνου, όπου μπορούμε να παρατηρήσουμε πως όλο το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στο πρώτο μισό του πολικού διαγράμματος, αυτού που βρίσκεται στην πλευρά του άξονα on axis.

Τα Ultra-directional μικρόφωνα δεν χρησιμοποιούνται συχνά στη μουσική, αλλά βρίσκουν ιδιαίτερη εφαρμογή στην τηλεόραση, στον κινηματογράφο και το θέατρο. Εκεί που θέλουμε να εστιάσουμε περισσότερο, δηλαδή το μικρόφωνο να είναι μακριά από την πηγή, να μην επηρεάζεται από τους ήχους του περιβάλλοντος, αλλά και να μην διακρίνεται στις κάμερες ή από τον θεατή στο θέατρο. Τα μικρόφωνα αυτά ονομάζονται και **Shot-gun** λόγω της εμφάνισής τους.



Εικόνα 1.12 Σχήμα κατεύθυνσης ήχου ως προς το μικρόφωνο και το πολικό του διάγραμμα

1.3.5 Μικρόφωνα με περισσότερα από ένα πολικά διαγράμματα

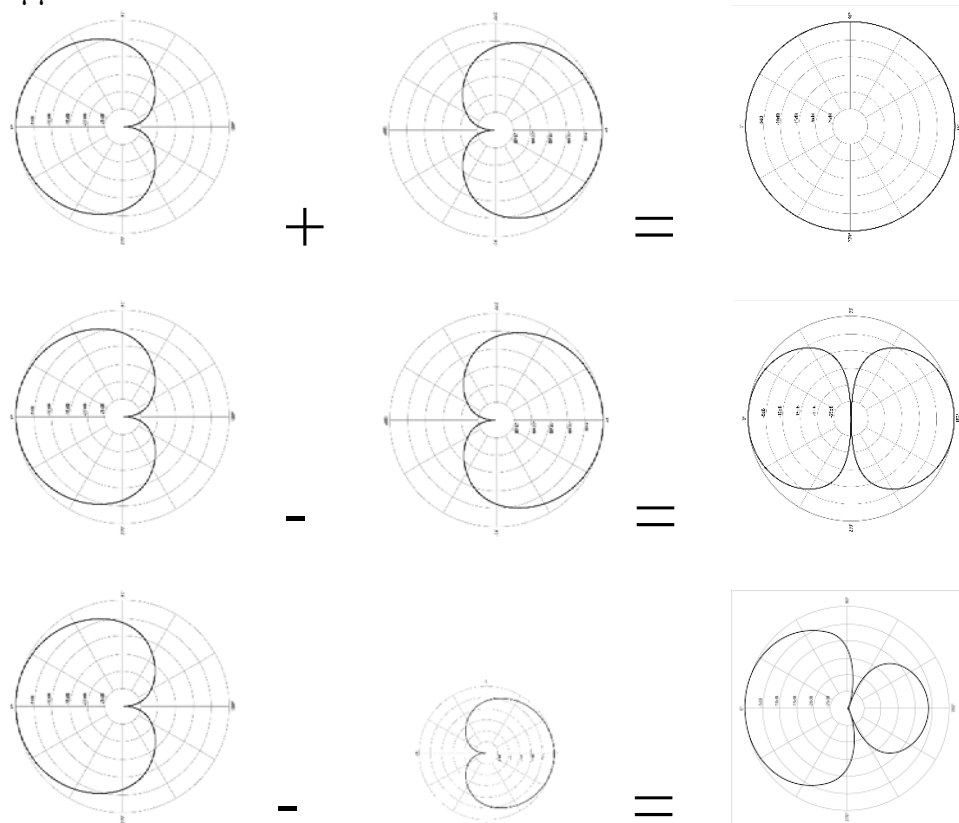
Στην κατηγορία των πυκνωτικών μικροφώνων συναντάμε μικρόφωνα τα οποία έχουν περισσότερα από ένα πολικά διαγράμματα. Δηλαδή μικρόφωνα τα οποία μας δίνουν την δυνατότητα να έχουμε cardioid, omnidirectional, figure of 8 και hyper-cardioid πολικά διαγράμματα στο ίδιο μικρόφωνο.

Τα μικρόφωνα αυτά για να προκύψουν τα παραπάνω πολικά διαγράμματα χρησιμοποιούν είτε συνδυαστικά δύο διαφορετικά διαφράγματα τοποθετημένα στις δύο όψεις μιας σταθερής πλάκας, είτε χρησιμοποιώντας ένα διάφραγμα και θύρες εισόδου ακουστικού σήματος.

Στην πρώτη περίπτωση τα δύο διαφράγματα είναι έτσι φτιαγμένα ούτως ώστε να μας δίνουν καρδιοειδές πολικό διάγραμμα το κάθε ένα. Έτσι, όταν θέλουμε να έχουμε καρδιοειδές πολικό διάγραμμα, χρησιμοποιούμε μόνο το ένα διάφραγμα (A). Εάν επιθυμούμε ένα omni διάφραγμα τότε χρησιμοποιούνται και τα δύο διαφράγματα (A+B) του μικροφώνου και το σήμα τους προστίθεται. Αντίθετα, εάν θέλουμε figure of 8 πολικό διάγραμμα, τότε η πολικότητα του B αντιστρέφεται και ο συνδυασμός του με το A μας

δίνει το figure of 8. Τέλος αν αυξήσουμε την αντίσταση του B διαφράγματος, τότε αυτό θα παράγει μια πιο μικρή "καρδιά", οπότε αν με αντίστροφη πολικότητα το συνδυάσουμε με την "καρδιά" του A διαφράγματος τότε θα έχουμε ένα υπέρ-καρδιοειδές πολικό διάγραμμα βλ.(Εικ.1.13).

Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται ένα διάφραγμα, τότε ειδικές θύρες ανοιγοκλείνουν στο σφραγισμένο πλαίσιο της κάψας, ούτως ώστε να έχουμε το επιθυμητό πολικό διάγραμμα. Όταν το πλαίσιο της κάψας στο οποίο βρίσκεται το διάφραγμα είναι σφραγισμένο, τότε έχουμε ένα omni διάφραγμα. Εάν για παράδειγμα ανοίξουμε μια θύρα στο πίσω μέρος του πλαισίου, έτσι ώστε να περνάει το ακουστικό σήμα στην πίσω πλευρά του διαφράγματος, τότε θα έχουμε ένα figure of 8 διάφραγμα. Τέλος, αν αντί της πίσω θύρας ανοίξουμε πλευρικές διόδους για το σήμα, τότε θα έχουμε ένα καρδιοειδές πολικό διάγραμμα.



Εικόνα 1.13 Πολικά διαγράμματα που προκύπτουν από δύο διαγράμματα "καρδιών"

Για κάθε πολικό διάγραμμα "κρύβεται" από πίσω μία **πολική εξίσωση** και ορίζεται ως εξής :

$$s(\theta) = A + B \cdot \cos \theta$$

Όπου, A και B θετικές παράμετροι για τις οποίες ισχύει $A + B = 1$ και ως $\theta = 0$ ορίζεται η om axis διεύθυνση οπότε $s(0) = 1$. Συνεπώς η τελική μορφή της πολικής εξίσωσης που προκύπτει είναι,

$$s(\theta) = (1 - B) + B \cdot \cos \theta, \text{ όπου } 0 \leq \theta \leq 2\pi, 0 \leq B \leq 1$$

*Σύμφωνα με την παραπάνω γενική πολική εξίσωση προκύπτουν οι παρακάτω πολικές εξισώσεις για τα αντίστοιχα πολικά διαγράμματα.

Πολικό Διάγραμμα	OMNI	CARDIOID	SUPERCARDIOID	HYPERCARDIOID	FUGURE OF 8
Πολική Εξίσωση	$s = 1$	$s = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \cos\theta$ $= 0.5 + 0.5 \cdot \cos\theta$	$s = \frac{\sqrt{3}-1}{2} + \frac{3-\sqrt{3}}{2} \cdot \cos\theta$ $= 0.37 + 0.63 \cdot \cos\theta$	$s = \frac{1}{4} + \frac{3}{4} \cdot \cos\theta =$ $0.25 + 0.75 \cdot \cos\theta$	$s = \cos\theta$

Πίνακας 1.1 Οι πολικές εξισώσεις που προκύπτουν για το κάθε πολικό διάγραμμα

1.3.6 Ποιοτικά χαρακτηριστικά μικροφώνων

Τα μικρόφωνα έχουν και κάποια επιπλέον χαρακτηριστικά εκτός από αυτά που είδαμε έως τώρα, τα οποία είναι εξίσου σημαντικά για την επιλογή μικροφώνου. Τα πιο σημαντικά από αυτά τα χαρακτηριστικά εξηγούνται παρακάτω.

1) Ευαισθησία (Sensitivity)

Αυτό είναι ένα μέτρο της ποσότητας ηλεκτρικής ισχύος που παράγεται από μια δεδομένη ηχητική πίεση. Με άλλα λόγια, αυτό μας λέει το πόσο δυνατά είναι ένα μικρόφωνο. Σε γενικές γραμμές, για την ίδια ηχητική πίεση, τα μικρόφωνα ταινίας είναι τα πιο «ήσυχχα», ενώ τα πυκνωτικά, χάρη στον ενσωματωμένο προ-ενισχυτή τους, είναι οι πιο «δυνατά».

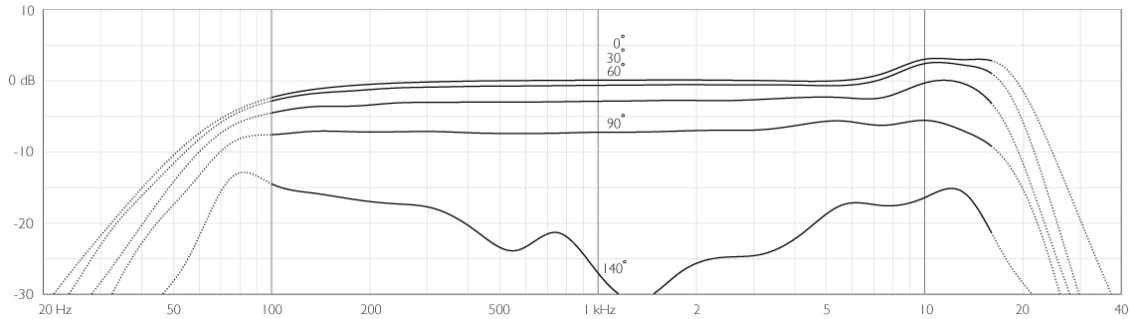
Οι βαθμολογίες ευαισθησίας για τα μικρόφωνα ενδέχεται να μην είναι ακριβώς συγκρίσιμες, δεδομένου ότι διάφοροι κατασκευαστές χρησιμοποιούν διαφορετικά συστήματα βαθμολόγησης. Συνήθως, η έξοδος μικροφώνου (σε μια περιοχή ήχου συγκεκριμένης έντασης) δηλώνεται σε dB (decibels) σε σύγκριση με ένα επίπεδο αναφοράς. Τα περισσότερα επίπεδα αναφοράς είναι πολύ πάνω από το επίπεδο εξόδου του μικροφώνου, οπότε ο αριθμός που προκύπτει (σε dB) θα είναι αρνητικός. Η καλή ευαισθησία δεν κάνει κατ' ανάγκη ένα μικρόφωνο "καλύτερο" για μια εφαρμογή.

2) Απόκριση συχνοτήτων (Frequency Response)

Το χαρακτηριστικό αυτό μας δίνει μία πολύ χρήσιμη πληροφορία για το πώς θα αντιδράσει το μικρόφωνο στις συχνότητες ενός στιγμιαίου on axis σήματος. Η απόκριση συχνοτήτων παρουσιάζεται συνήθως σε ένα γράφημα, το οποίο εμφανίζει την στάθμη εξόδου σε dB του μικροφώνου σε ερεθίσματα που καλύπτουν όλο το ανθρώπινο ακουστικό φάσμα (20Hz – 20Khz).

Κάποια μικρόφωνα είναι σχεδιασμένα με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε η απόκριση τους να είναι σχεδόν ίδια σε όλο το φάσμα, οπότε σε αυτήν την περίπτωση η καμπύλη απόκρισης θα είναι μια ευθεία γραμμή. Άλλα μικρόφωνα είναι σχεδιασμένα να δίνουν έμφαση στις χαμηλές ή και στις υψηλές συχνότητες, δίνοντας έτσι έναν διαφορετικό ακουστικό χαρακτήρα.

Συχνά, στην καμπύλη απόκρισης των συχνοτήτων, εμφανίζεται η καμπύλη απόκρισης των συχνοτήτων από ακουστικά σήματα που είναι off axis έως 180°. Ο λόγος που γίνεται αυτό είναι διότι το μικρόφωνο έχει άλλη απόκριση σε αυτά τα σήματα αλλά και αυτά επηρεάζουν τον συνολικό "χρωματισμό" του μικροφώνου. Συνεπώς είναι χρήσιμο να γνωρίζουμε την απόκριση του μικροφώνου και σε αυτά τα σήματα.



Εικόνα 1.14 Διάγραμμα απόκρισης συχνοτήτων για on axis και off axis διευθύνσεις

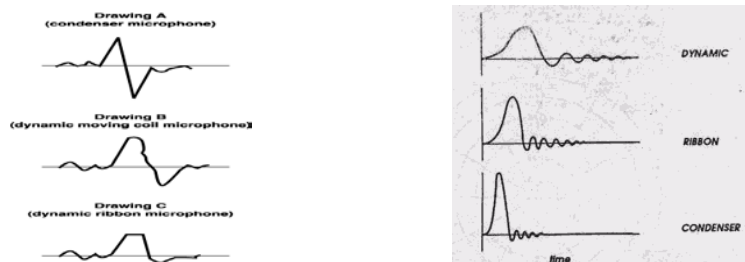
3) Απόκριση σε μεταβατικά σήματα (Transient Response)

Η απόκριση μεταβολής μας δείχνει το πόσο γρήγορα θα αντιδράσει το διάφραγμα ενός μικροφώνου στο ερέθισμα ενός ακουστικού κύματος. Οι μετρήσεις διαφέρουν από μικρόφωνο σε μικρόφωνο και σχετίζονται άμεσα με τον ποιοτικό τους χαρακτήρα.

Το διάφραγμα ενός δυναμικού μικροφώνου μπορεί να είναι αρκετά μεγάλο και σε συνδυασμό με το πηνίο δημιουργούν ένα σύστημα μεγάλης μάζας σε σχέση με την ενέργεια του ακουστικού φάσματος. Έτσι δεν μπορεί να ανταποκριθεί γρήγορα στις ακουστικές πιέσεις με αποτέλεσμα να δώσει έναν λιγότερο ακριβή ήχο, δηλαδή έναν ήχο με πιθανές αλλοιώσεις.

Το διάφραγμα από την άλλη ενός ribbon μικροφώνου είναι αρκετά πιο ελαφρύ, άρα και πιο ευέλικτο, με αποτέλεσμα να αντιδράει πιο γρήγορα και με μεγαλύτερη ακρίβεια ώστε να έχουμε έναν όχι τόσο αλλοιωμένο ήχο.

Τέλος το διάφραγμα ενός πυκνωτικού μικροφώνου μπορεί να είναι ακόμα πιο ελαφρύ και πιο λεπτό και σε συνδυασμό με τις ελάχιστες μηχανικές αντιδράσεις στις ακουστικές πιέσεις, μπορεί να μας δώσει έναν ακριβή και καθαρό ήχο σε όλο το ακουστικό φάσμα.



Εικόνα 1.15 Απόκριση μεταβολής των τριών ειδών μικροφώνων

4) Θόρυβος (Noise)

Ο θόρυβος σε ένα μικρόφωνο είναι δύο ειδών: τον ίδιο τον θόρυβο που παράγεται από το ίδιο το μικρόφωνο (όπως στην περίπτωση των πυκνωτικών μικροφώνων) και το θόρυβο χειρισμού. Τα πυκνωτικά μικρόφωνα είναι πιο επιρρεπή σε αυτό-θόρυβο επειδή χρησιμοποιούν έναν προ-ενισχυτή για την ενίσχυση των πολύ μικρών σημάτων που παράγονται από την κάψα. Το σήμα πρέπει να ενισχυθεί, ενισχύοντας έτσι και οποιονδήποτε ηλεκτρικό θόρυβο που παράγει το μικρόφωνο. Τα δυναμικά μικρόφωνα και τα μικρόφωνα ταινίας είναι ουσιαστικά χωρίς θόρυβο, αλλά υπόκεινται σε χειρισμό θορύβου. Ο χειρισμός του θορύβου είναι η ανεπιθύμητη λήψη μηχανικών κραδασμών μέσω του σώματος του μικροφώνου.

Κεφάλαιο 2^ο : Τεχνικές ηχογράφησης

2.1 Τεχνικές Μικροφώνων

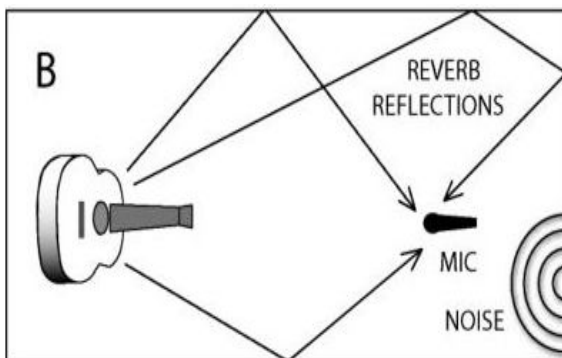
Εισαγωγή

Όπως είδαμε έως τώρα, κάθε μικρόφωνο έχει τον δικό του ηχητικό χαρακτήρα και μας δίνει το δικό του ξεχωριστό αποτέλεσμα στη συλλογή του ήχου. Όμως, τα μικρόφωνα και τα χαρακτηριστικά τους δεν είναι το μοναδικό κριτήριο για να πραγματοποιηθεί μία ηχογράφηση. Μαζί με το είδος του μικροφώνου, σημαντικός παράγοντας σε μια ηχογράφηση είναι και η τοποθέτηση του μικροφώνου στο χώρο σε σχέση καθώς και με την ηχητική πηγή. Ηχογραφώντας μια ηχητική πηγή και μετακινώντας το μικρόφωνο σε διάφορα σημεία του χώρου, θα παρατηρήσουμε ότι το ηχητικό αποτέλεσμα αλλάζει ως προς το ηχόχρωμα του, την ένταση του, το απευθείας σήμα της πηγής σε σχέση με το καθυστερημένο σήμα. Όλα αυτά παίζουν σημαντικό ρόλο έτσι ώστε να βγει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Υπάρχουν τέσσερις διαφορετικές βασικές τοποθετήσεις μικροφώνων, έχοντας ως κριτήριο την απόσταση του μικροφώνου από την ηχητική πηγή.

2.1.1 Μακρινή τοποθέτηση μικροφώνου (Distant Microphone Placement)

Στην τεχνική αυτή, ένα ή περισσότερα μικρόφωνα τοποθετούνται σε απόσταση μεγαλύτερη του ενός μέτρου από την ηχητική πηγή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ότι μπορούμε να πάρουμε μία πιο πλήρη "εικόνα" ενός οργάνου ή ενός μουσικού συνόλου διατηρώντας τον τονικό χαρακτήρα των πηγών. Συνήθως τοποθετούμε το μικρόφωνο σε απόσταση σχεδόν ίση με το μέγεθος της πηγής. Επίσης αυτή η τεχνική επιτρέπει στο ακουστικό περιβάλλον του χώρου να συλληφθεί και να γίνει μίξη με φυσικό τρόπο, μαζί με τον απευθείας ήχο της πηγής.

Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται συνήθως για την ηχογράφηση μεγάλων μουσικών συνόλων (συμφωνικές ορχήστρες, χορωδίες) σε συναυλιακούς χώρους βλ. (Εικ.2.1). Όπως είναι λογικό, σε μια τέτοια εφαρμογή η ακουστική συμπεριφορά του χώρου παίζει σημαντικό ρόλο και χρειάζεται πειραματισμούς, ούτως ώστε να πετύχουμε την επιθυμητή ισορροπία μεταξύ απευθείας ήχου και τους ήχους του περιβάλλοντα χώρου (ανακλάσεις).



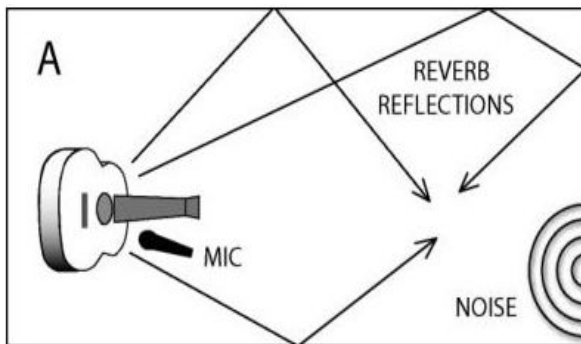
Εικόνα 2.1 Τοποθέτηση μικροφώνου από την πηγή σε απόσταση μεγαλύτερη του ενός μέτρου

2.1.2 Κοντινή τοποθέτηση μικροφώνου (Close microphone placement)

Στην τεχνική αυτή της κοντινής τοποθέτησης, το μικρόφωνο συνήθως τοποθετείται σε μία απόσταση 3-90 εκατοστών από την πηγή. Το αποτέλεσμα αυτής της τεχνικής είναι να έχουμε έναν "σφιχτό" με έντονη παρουσία ήχο, που απορρίπτει σε μεγάλο βαθμό τις ανακλάσεις του ήχου και αυτό συμβαίνει διότι η ένταση του λόγου του απευθείας ήχου και του ήχου των ανακλάσεων είναι τόσο μεγάλος όσο πλησιάζει το μικρόφωνο την πηγή(Εικ.2.2).

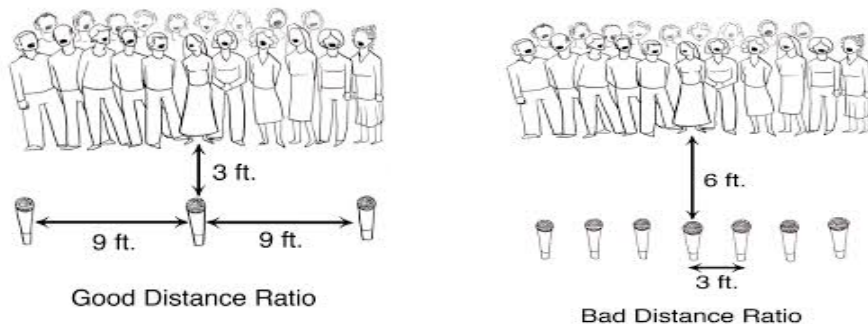
Παρόλα αυτά, ακόμα και όταν τοποθετούμε ένα μικρόφωνο κοντά σε μια πηγή υπάρχει η πιθανότητα το μικρόφωνο να δεχτεί ελαφρώς τον ήχο που δέχεται ένα άλλο μικρόφωνο. Αυτή η διαρροή δεν είναι επιθυμητή, όπως όταν π.χ. κάνουμε μία πολυκάναλη ηχογράφιση μιας συναυλίας και για να την αποτρέψουμε μπορούμε να πάρουμε τα εξής μέτρα:

- 1) Να φέρουμε το μικρόφωνο ακόμα πιο κοντά στην πηγή.
- 2) Να χρησιμοποιήσουμε κατευθυντικό μικρόφωνο.
- 3) Να τοποθετήσουμε τις δύο πηγές πιο μακριά μεταξύ τους.
- 4) Να χρησιμοποιήσουμε διαχωριστικά ήχου μεταξύ των δύο πηγών.



Εικόνα 2.2 Τοποθέτηση μικροφώνου κοντά στην πηγή

Γενικά, όταν ηχογραφούμε από κοντά πολλές πηγές είναι καλό να διατηρούμε τον **κανόνα 3:1** (Εικ.2.3). Ο κανόνας αυτός λέει πως για να διατηρήσουμε ακέραιο το σήμα του κάθε μικροφώνου πρέπει τα μικρόφωνα να τοποθετηθούν σε απόσταση μεταξύ τους, τουλάχιστον τρεις φορές μεγαλύτερη από την απόσταση από τις πηγές τους.



Εικόνα 2.3 Σωστή και λανθασμένη εφαρμογή του κανόνα 3:1

2.1.3 Τοποθέτηση μικροφώνου έμφασης (Accent Microphone Placement ή Spot)

Η τεχνική αυτή αποσκοπεί στην ηχογράφιση ενός συνόλου δίνοντας όμως έμφαση σε ένα όργανο όπου αποτελείται από σολιστικά μέρη. Με τον συνδυασμό των δύο προηγούμενων τεχνικών το αποτέλεσμα δεν θα είναι το επιθυμητό διότι από την close miking ο ήχος του οργάνου θα είναι πολύ ισχυρός και με διαφορετικό τονικό χαρακτήρα από τον ήχο που θα δίνει η distance miking. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, μιξάρωντας τα δύο μικρόφωνα θα είναι αρκετά δύσκολο, να τοποθετηθεί το όργανο μέσα στον ακουστικό χώρο της ορχήστρας χάνοντας έτσι την φυσικότητα του. Άρα η τοποθέτηση του κοντινού μικροφώνου θα πρέπει να αλλάξει τοποθέτηση και να πάει λίγο πιο μακριά από την πηγή.

Αυτό γίνεται με πειραματισμούς μέχρι να βρεθεί η επιθυμητή και η πιο κατάλληλη θέση. Αυτή λοιπόν η τεχνική λέγεται **τοποθέτηση έμφασης**.

Σε πολλές περιπτώσεις χρειάζεται να προστεθεί καθυστέρηση του σήματος σε ένα spot μικρόφωνο κατά 10 περίπου msec έτσι ώστε να μην έχει διαφορά χρόνου με το σήμα που θα ληφθεί από άλλα απομακρυσμένα μικρόφωνα.



Εικόνα 2.4 Τοποθέτηση έμφασης

2.1.4 Τοποθέτηση Μικροφώνων Χώρου (Ambient Microphone Placement)

Τα λεγόμενα **μικρόφωνα χώρου** είναι τα μικρόφωνα τα οποία τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο, ούτως ώστε ο ανακλώμενος ήχος να είναι πιο ισχυρός και να έχει μεγαλύτερη παρουσία σε σχέση με τον απευθείας ήχο της πηγής. Οι λόγοι για τους οποίους το μικρόφωνο τοποθετείται σε τέτοια θέση είναι οι εξής:

- Για να δημιουργηθεί η αίσθηση του χώρου σε μία συναυλία, η οποία χάνεται στην περίπτωση που ηχογραφούμε τις πηγές από κοντά.
- Για την ηχογράφιση ενός κοινού σε μία συναυλία ενισχύοντας την αίσθηση του "ζωντανού" με χειροκροτήματα τραγούδι κλπ..
- Τα ambient μικρόφωνα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα studio για να εμφανίσουν την φυσική ακουστική του χώρου.

Για να παραχθεί σωστά ο χώρος ή το φυσικό βάθος χώρου, τοποθετείται ένα stereo ζευγάρι ίδιων καρδιοειδών μικροφώνων ή ένα ζευγάρι figure of 8, σε κάθετη διάταξη μεταξύ τους (Blumlein), τα οποία μπορούν να συνδυαστούν και με κοντινά τοποθετημένα μικρόφωνα. Αυτές οι δύο αλλά και άλλες είναι τεχνικές στερεοφωνικής ηχογράφησης τις οποίες θα αναλύσουμε παρακάτω.



Εικόνα 2.5 Τοποθέτηση μικροφώνων χώρου σε συνδυασμό με κοντινά μικρόφωνα

2.2 Τεχνικές στερεοφωνικής ηχογράφησης

Εισαγωγή

Μια στερεοφωνική ηχογράφηση πραγματοποιείται με την χρήση δύο η και περισσότερων μικροφώνων. Οι τεχνικές αυτές λοιπόν που θα αναφερθούν παρακάτω, έχουν ως σκοπό την αποτύπωση της ανθρώπινης ακοής, δηλαδή έτσι όπως λαμβάνουν τα αυτιά την ηχητική πληροφορία, έτσι και τα μικρόφωνα να λαμβάνουν εξίσου την ίδια πληροφορία, έχοντας έτσι μια πιστή "αντιγραφή" ηχογράφησης. Αυτό σημαίνει πως, με τις τεχνικές αυτές συλλέγονται ταυτόχρονα δύο ίδιας μορφής ήχοι, οι οποίοι μπορεί να διαφέρουν σε ένταση, χρόνο άφιξης, φάση και χροιά.

Οι τεχνικές αυτές χρησιμοποιούνται είτε σε μακρινή απόσταση είτε σε κοντινή απόσταση από την πηγή για ηχογράφηση μικρής και μεγάλης ορχήστρας, για backing vocals, ακόμα και ενός οργάνου. Γενικά σε αυτές τις τεχνικές χρησιμοποιούνται μόνο πυκνωτικά μικρόφωνα τα οποία πρέπει να είναι το ίδιο μοντέλο.

Οι στερεοφωνικές τεχνικές χωρίζονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες, ανάλογα με την απόσταση μεταξύ των μικροφώνων και το είδος των διαφορών που εισάγουν στο σήμα που μας δίνουν.

- Συμπτωτικές Τεχνικές (Coincident)
- Σχεδόν Συμπτωτικές Τεχνικές (Near Coincident)
- Απομακρυσμένες Τεχνικές (Spaced)
- Binaural Τεχνικές (Head-Related Stereo)

2.2.1 Συμπτωτικές Τεχνικές (Coincident)

Εισαγωγή

Στις τεχνικές αυτές χρησιμοποιούνται δύο ίδια μικρόφωνα, στα οποία οι κάψες βρίσκονται όσο πιο κοντά γίνεται στον οριζόντιο άξονα, για αυτό συνήθως τοποθετούνται το ένα πάνω στο άλλο. Αυτό συμβαίνει για να αποφευχθεί η διαφορά φάσης, η διαφορά του χρόνου άφιξης και η διαφορά χροιάς, ενώ προκύπτει διαφορά έντασης, που προκύπτει από τα πολικά διαγράμματα των μικροφώνων, δηλαδή λόγω της διαφορετικής γωνίας υπό την οποία "βλέπει" κάθε μικρόφωνο την πηγή.

Η στερεοφωνική εικόνα των **συμπτωτικών τεχνικών** είναι ιδιαίτερα σταθερή, διότι τα σήματα των μικροφώνων είναι συμφασικά, ταυτόχρονα όμως είναι και πιο κλειστή, ως προς το πλάτος.

- **Τεχνική X-Y (X-Y Technique)**

Στην X-Y τεχνική χρησιμοποιούνται δύο μικρόφωνα κατευθυντικά (ίδιου τύπου και μοντέλου), τα οποία τοποθετούνται με τις κάψες τους όσο πιο κοντά γίνεται στον οριζόντιο άξονα μη επαπτόμενα, κοιτάζοντας σε αντίθετη κατεύθυνση. Όταν λέμε αντίθετη κατεύθυνση εννοούμε ότι οι δύο κατευθύνσεις δημιουργούν μία γωνία της τάξης 60 – 130 μοιρών, όπου συνήθως είναι 90 μοίρες. Η on axis διεύθυνση που προκύπτει από τα δύο μικρόφωνα πρέπει να είναι προς την πηγή, ενώ το σήμα των δύο μικροφώνων δρομολογείται ισόποσα στο αριστερό και δεξί κανάλι της κονσόλας βλ.(Εικ.2.6).



Εικόνα 2.6 Pan L-R

Η στερεοφωνική εικόνα που δημιουργείται από αυτήν την τεχνική είναι αρκετά καλή με ακριβή απόδοση της πηγής, αφού εστιάζει στην πηγή και όχι τόσο στον περιβάλλοντα χώρο λόγω της χρήσης κατευθυντικών μικροφώνων. Επίσης αυτή η τεχνική έχει το πλεονέκτημα ότι είναι πολύ εύκολη η εφαρμογή της, ενώ τα προβλήματα ακύρωσης φάσης στην μονοφωνική αναπαραγωγή συνήθως είναι αμελητέα.

Όσο απομακρύνουμε τα μικρόφωνα από την πηγή, είναι φυσικό, η παρουσία του χώρου να αυξάνεται, οπότε πρέπει να βρεθεί η κατάλληλη υποκειμενικά αναλογία απευθείας ήχου και χώρου τοποθετώντας τα μικρόφωνα σε διάφορες θέσεις στο χώρο. Επίσης, όσο ανοίγει η γωνία των δύο μικροφώνων τόσο αυξάνεται και το πλάτος της στερεοφωνίας. Όμως υπάρχει η πιθανότητα όταν ανοίξουμε πολύ την γωνία των μικροφώνων να δημιουργηθεί μία εξασθένηση του ήχου στο κέντρο της πηγής, πράγμα που δεν το θέλουμε, με αποτέλεσμα η στερεοφωνική εικόνα να αποκοπεί και να δημιουργηθούν σαν να λέμε δύο ανεξάρτητες πηγές.

Τέλος θα πρέπει να παρατηρηθεί πως η συγκεκριμένη τεχνική συνήθως δεν χρησιμοποιείται σε ηχογραφήσεις που έχουν υψηλές απαιτήσεις, για παράδειγμα σε μία ηχογράφιση συμφωνικής ορχήστρας.



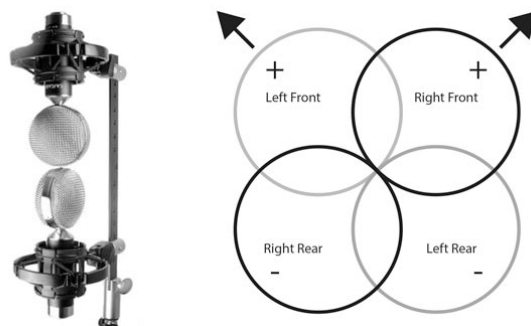
Εικόνα 2.7 Διάταξη μικροφώνων της X-Y τεχνικής και το πολικό της διάγραμμα

- **Τεχνική Blumlein (Blumlein Technique)**

Η τεχνική αυτή χρησιμοποιεί εξίσου 2 ίδια δι-κατευθυντικά μικρόφωνα ίδιου τύπου και μοντέλου τα οποία έχουν την ίδια διάταξη με την X-Y, δηλαδή οι κάψες των μικροφώνων είναι όσο κοντά μεταξύ τους γίνεται και το άνοιγμα τους είναι 90 μοίρες. Η μόνη διαφορά είναι στην αλλαγή πολικού διαγράμματος όπου έχουμε figure of 8 στην τεχνική αυτή που ονομάζεται **Blumlein**.

Σε αυτήν την τεχνική είναι λογικό να παρατηρηθεί πως η παρουσία του ήχου του περιβάλλοντος χώρου γίνεται αρκετά αισθητή μιας και αυτό το πολικό διάγραμμα λαμβάνει πληροφορία και από το πίσω μέρος, λόγω των διαφραγμάτων.

Η τεχνική Blumlein είναι μία αρκετά καλή τεχνική "ίσως και με την ιδανική στερεοφωνία με κατάλληλη απόσταση από την πηγή", αφού συνδυάζει την εύκολη εφαρμογή της με καλή απόδοση της ηχητικής πηγής αλλά και του χώρου η οποία παρουσιάζει ίσως και τον πιο φυσικό ήχο από όλες τις άλλες στέρεο τεχνικές.



Εικόνα 2.7 Διάταξη μικροφώνων της Blumlein τεχνικής και το πολικό της διάγραμμα

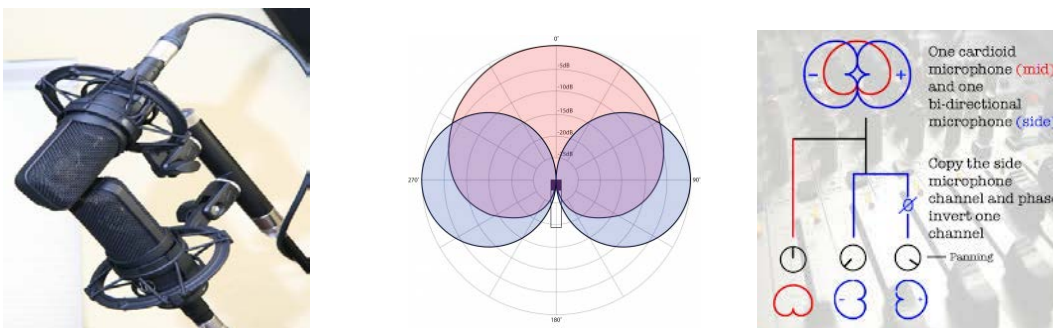
- **Τεχνική M / S (M / S Technique)**

Η τεχνική M/S είναι μία πολύ καλή τεχνική καθώς και πολύ γνωστή stereo τεχνική. Το αποτέλεσμα της είναι αρκετά ικανοποιητικό αφού δίνει μια καλή ηχογράφιση της ηχητικής πηγής καθώς και του χώρου. Η διαφορά στην τεχνική αυτή είναι πως τα μικρόφωνα είναι διαφορετικού τύπου, δηλαδή το ένα μικρόφωνο το οποίο κοιτάζει στο κέντρο της πηγής έχει πολικό διάγραμμα συνήθως καρδιοειδές και έχει την ονομασία **Mid**. Αντιθέτως το δεύτερο μικρόφωνο είναι ένα μικρόφωνο με πολικό διάγραμμα figure of 8 και είναι τοποθετημένο κάθετα σε σχέση με το Mid και ονομάζεται **Side**. Έτσι προκύπτει και η ονομασία της τεχνικής Mid/Side.

Σε αυτήν την τεχνική παρατηρείται ότι το κεντρικό Mid μικρόφωνο αναφέρεται στα σήματα τα οποία έρχονται απευθείας από το κέντρο της πηγής, ενώ το Side μικρόφωνο αναφέρεται στα σήματα τα οποία έρχονται πλευρικά. Έστω ότι το μπροστά μέρος του μικροφώνου figure of 8 κοιτάζει αριστερά, η ηχητική πληροφορία που θα συλληχθεί συνδυαστικά με την πληροφορία που θα συλλέξει το κεντρικό μικρόφωνο έχει ως αποτέλεσμα να ενισχυθεί. Αντίθετα τα σήματα που θα συλληχθούν από την αντίθετη μεριά θα έχουν την τάση να ακυρωθούν. Αντίστοιχα αν το δούμε από την αντίθετη πλευρά και αντιστρέψουμε την πολικότητα του figure of 8 μικροφώνου σε συνδυασμό με το σήμα του Mid μικροφώνου, τότε το αποτέλεσμα θα είναι να υπάρχει ενισχυμένο σήμα στην δεξιά πλευρά και ακυρωμένο στην αριστερή. Αν θεωρήσουμε ότι στην αριστερή μεριά βρίσκεται ο άξονας X και στην δεξιά μεριά ο άξονας Y (δημιουργώντας γωνία 90 μοιρών), τότε προκύπτει $M+S=X$ και $M-S=Y$.

Για να πραγματοποιηθεί η τεχνική αυτή δεν αρκεί να τοποθετηθούν μόνο αυτά τα δύο μικρόφωνα. Έχοντας ηχογραφημένο το κεντρικό μικρόφωνο σε ένα κανάλι και το πλευρικό μικρόφωνο σε ένα δεύτερο κανάλι, δημιουργούμε ένα τρίτο κανάλι στο οποίο τοποθετούμε την ηχογράφιση του πλευρικού μικροφώνου έχοντας φυσικά αντεστραμμένη την φάση. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται και σε πραγματικό χρόνο πριν την ηχογράφιση αν υπάρχει καλώδιο ή μηχανήμα (splitter) διαχωρισμού σήματος αντιστρέφοντας την φάση του ενός σήματος στην κονσόλα. Στη συνέχεια πανάρουμε το κεντρικό μικρόφωνο στο κέντρο, ενώ το πρώτο κανάλι του Side το πανάρουμε αριστερά και το δεύτερο κανάλι του Side δεξιά βλ. (Εικ.2.8), έχοντας υπ' όψη να έχουν την ένταση στο ίδιο επίπεδο. Με αυτήν την διαδικασία καταφέρνουμε να δημιουργήσουμε την σωστή στερεοφωνική εικόνα της τεχνικής M / S.

Τέλος ένα πλεονέκτημα αυτής της τεχνικής είναι ότι μπορούμε να πειραματιστούμε στην μίξη με την ένταση του κεντρικού μικροφώνου Mid, με αποτέλεσμα να αλλάζουν τα χαρακτηριστικά της στερεοφωνίας ως προς το άνοιγμα της και το βάθος του χώρου.



Εικόνα 2.8 Διάταξη μικροφώνων της M/S τεχνικής, το πολικό της διάγραμμα και η διαδικασία της

2.2.2 Σχεδόν Συμπτωτικές Τεχνικές (Near Coincident)

Εισαγωγή

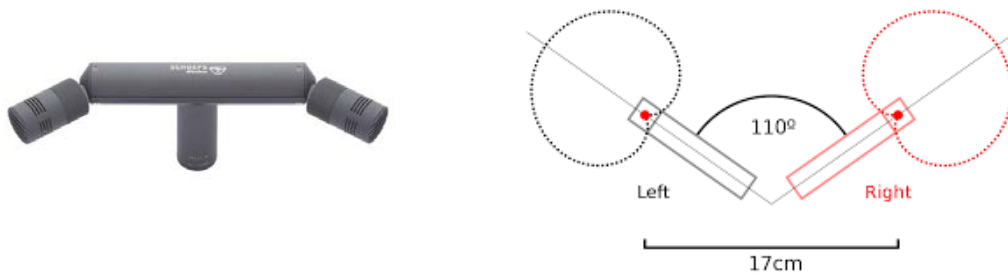
Η κατηγορία stereo τεχνικών που θα αναφερθούμε παρακάτω είναι οι σχεδόν συμπτωτικές τεχνικές. Η διαφορά που έχουν αυτές οι τεχνικές συγκριτικά με τις συμπτωτικές, οφείλεται στο γεγονός ότι οι κάψες των μικροφώνων δεν βρίσκονται πλέον στο ίδιο σημείο αλλά απέχουν μεταξύ τους. Οι αποστάσεις αυτές που τοποθετούνται τα μικρόφωνα προσομοιάζουν την απόσταση που έχουν τα αυτιά της ανθρώπινης κεφαλής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα λόγο της μεταξύ τους απόστασης να δημιουργείται και διαφορά χρόνου λήψης του σήματος, καθώς και διαφορά φάσης.

Σε αυτές τις τεχνικές η στερεοφωνική εικόνα που δημιουργείται είναι πιο ανοιχτή και ρεαλιστική από αυτή των συμπτωτικών τεχνικών, καθώς υπάρχουν περιθώρια πειραματισμού σε αποστάσεις μεταξύ τους, γωνίες των μικροφώνων, αλλά και τύπος μικροφώνων. Όπως προαναφέρθηκε πιο πριν λόγω της μεταξύ τους απόστασης δημιουργούνται διαφορές φάσης, οπότε είναι σημαντικό να γνωρίζει κανείς ότι σε μονοφωνική αναπαραγωγή μπορεί να δημιουργηθούν προβλήματα.

Οι τεχνικές που θα αναφερθούνε στη συνέχεια είναι βασικές, γνωστές και σημαντικές για τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που εμφανίζουν.

- **Τεχνική O.R.T.F. (O.R.T.F Technique)**

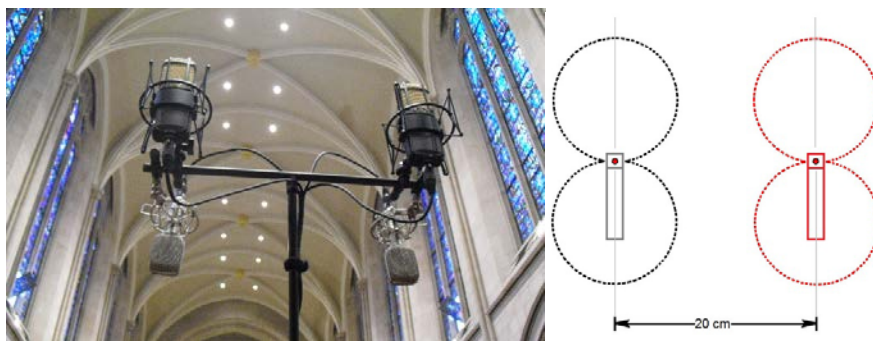
Η τεχνική αυτή είναι σημαντικό να σημειωθεί πως πήρε την ονομασία από τον οργανισμό του ραδιοφώνου και τηλεόρασης της Γαλλίας (Office de Radiodiffusion-Television Française), όπου και εφευρέθηκε και εφαρμόστηκε από ανθρώπους αυτού του οργανισμού. Η ORTF τεχνική πραγματοποιείται με δύο ίδια μικρόφωνα συνήθως καρδιοειδή ή με δύο κάψες σε ένα σώμα σε απόσταση μεταξύ τους της τάξης των 17 εκατοστών και άνοιγμα μεταξύ τους στις 110 μοίρες βλ.(Εικ.2.9). Αυτή η απόσταση αντιστοιχεί στην απόσταση των ανθρώπινων αυτιών και αυτό για να δημιουργηθεί μια σωστή και ρεαλιστική στερεοφωνική εικόνα. Μέσα από αυτήν την τεχνική δημιουργούνται κάποια φίλτρα (comb filters) τα οποία δεν προκαλούν προβλήματα, αντιθέτως οφείλονται για την καλή αίσθηση της στερεοφωνίας. Η συγκεκριμένη τεχνική αναφέρεται και σε ηχογραφήσεις ορχηστών οι οποίες αποτελούνται από πηγές με μεγάλο πλάτος.



Εικόνα 2.9 Διάταξη μικροφώνων της ORTF τεχνικής και το διάγραμμα της.

- **Τεχνική Faulkner (Faulkner Technique)**

Η Faulkner τεχνική πήρε το όνομα της από τον Άγγλο Tony Faulkner ο οποίος και την ανακάλυψε. Η συγκεκριμένη τεχνική είναι κάπως ιδιόρρυθμη. Χρησιμοποιεί δύο δι-κατευθυντικά μικρόφωνα, σε απόσταση μεταξύ τους 20 εκατοστά, αλλά τοποθετημένα παράλληλα, χωρίς γωνία μεταξύ τους. Το level του κάθε μικροφώνου εξαρτάται έντονα από την γωνία λήψης του σήματος καθώς είναι ταχύτατη η πτώση του και κατά κύριο λόγο στις ψηλές συχνότητες. Να σημειωθεί ότι το ζεύγος δεν θα πρέπει να "κοιτάει" το προς ηχογραφημένο σύνολο σε τόξο μεγαλύτερο των $20^\circ - 30^\circ$ μοιρών. Στην τεχνική αυτή προστίθεται διαφορές χρόνου άφιξης δηλαδή διαφορές φάσης, που παίζουν βασικό ρόλο στο αποτέλεσμα της στερεοφωνίας. Το αποτέλεσμα είναι αρκετά κοντά στο φυσικό ήχο παρά το ότι δεν έχει τόσο μεγάλο άνοιγμα στη στερεοφωνική εικόνα όσο η blumlein.

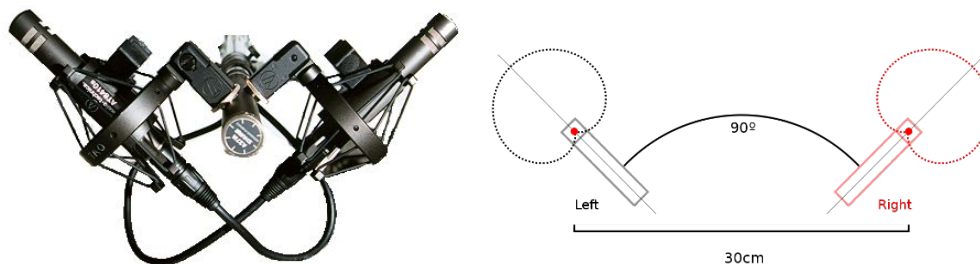


Εικόνα 2.10 Διάταξη μικροφώνων της Faulkner τεχνικής και το διάγραμμα της.

- **Τεχνική NOS (NOS Technique)**

Η στερεοφωνική τεχνική NOS χρησιμοποιεί δύο κατευθυντικά καρδιοειδή μικρόφωνα τοποθετημένα σε απόσταση 30 εκατοστών και με άνοιγμα στις 90 μοίρες μεταξύ τους για την δημιουργία της στερεοφωνικής εικόνας με τον συνδυασμό διαφοράς επιπέδου στερεοφωνίας και διαφοράς χρόνου άφιξης του ήχου της πηγής. Σε περίπτωση που χρησιμοποιηθεί σε μεγαλύτερες αποστάσεις η NOS τεχνική θα δημιουργηθούν απώλειες στις χαμηλές συχνότητες λόγω της διαφοράς πίεσης των δύο μικροφώνων.

Η τεχνική αυτή είναι χρήσιμη κυρίως σε κοντινές αποστάσεις, όπως σε ηχογραφήσεις πιάνου, τσέμπαλου, μικρών συνόλων, ακόμα και για την δημιουργία στερεοφωνίας σε μία ομάδα οργάνων μιας κλασσικής ορχήστρας (ομάδα πνευστών, ομάδα κρουστών).



Εικόνα 2.11 Διάταξη μικροφώνων της NOS τεχνικής και το διάγραμμα της.

2.2.3 Απομακρυσμένες Τεχνικές (Spaced)

Εισαγωγή

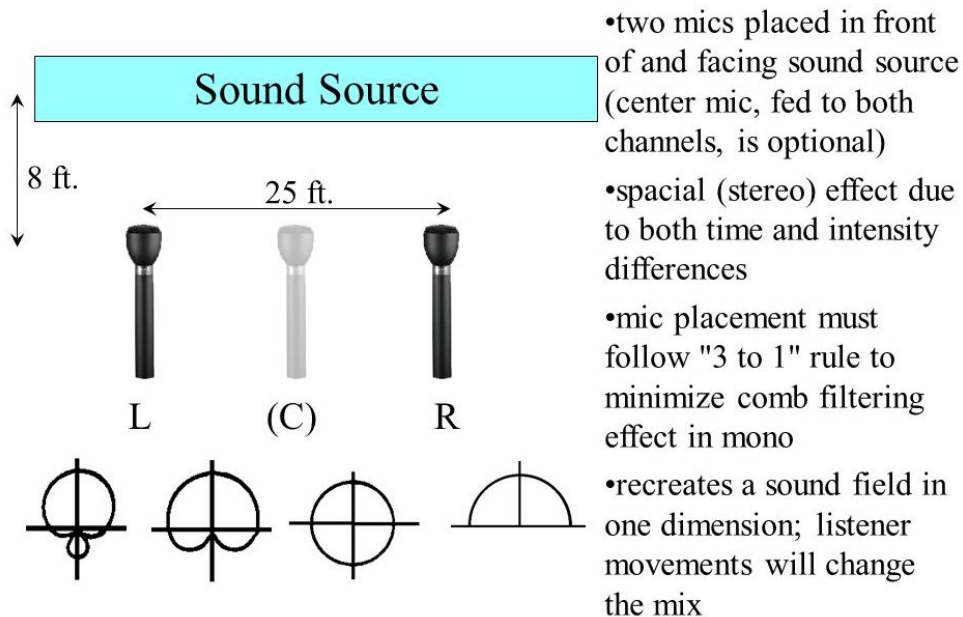
Σε αυτές τις τεχνικές παρατηρείται ότι όσο μεγαλώνει το μέγεθος της ηχητικής πηγής και κατά κύριο λόγο το πλάτος, τόσο παίζουν σημαντικό ρόλο για την ολοκλήρωση μιας ποιοτικής στερεοφωνικής εικόνας οι απομακρυσμένες τεχνικές. Δηλαδή όσο απομακρύνουμε τα μικρόφωνα μεταξύ τους, τόσο μεγαλύτερο θα είναι το "πλάτος" της στερεοφωνικής εικόνας. Σε αντίθεση με τις προηγούμενες τεχνικές οι οποίες είναι λιγότερο αποτελεσματικές.

- **Τεχνική Spaced A-B**

Σε αυτήν την τεχνική χρησιμοποιούνται δύο μικρόφωνα ίδιου μοντέλου τα οποία είναι κατευθυντικά ή παντοκατευθυντικά (cardioid ή omnidirectional) και μπορούν να απέχουν μεταξύ τους έως και 9 μέτρα, τα οποία βέβαια πρέπει να ισαπέχουν από τη πηγή και από τον κεντρικό άξονα της πηγής. Ανάλογα με το μέγεθος της πηγής υπολογίζεται και η μεταξύ τους απόσταση. Τα μικρόφωνα αυτά αποτελούν μία διάταξη η οποία μπορεί να δώσει μια πολύ καλή στερεοφωνική εικόνα και μια καλή εικόνα του χώρου.

Σημαντικό ρόλο στην τεχνική Spaced A-B παίζει η **ακουστική του χώρου** που ηχογραφείται, ενώ θα πρέπει να αποφευχθεί το φαινόμενο της απώλειας της κεντρικής ηχητικής πληροφορίας όσο απομακρύνουμε τα μικρόφωνα. Για να μην εμφανιστεί το φαινόμενο αυτό μπορεί να προστεθεί ένα επιπλέον μικρόφωνο στο κέντρο. Ωστόσο ιδιαίτερος σε αυτήν την τεχνική είναι καλό να διατηρείται ο **κανόνας 3:1** βλ.(Εικ.2.3).

Ένα από τα ελαττώματα αυτής της τεχνικής είναι η ακύρωση φάσης με τις περισσότερες πιθανότητες σε σχέση με άλλες τεχνικές και η δημιουργία comb filter effect, η οποία γίνεται αισθητή στην αναπαραγωγή mono.



Εικόνα 2.12 Διάταξη της τεχνικής Spaced A-B και οι βασικές μέθοδοι για την σωστή λειτουργία της.

- **Τεχνική Decca Tree**

Η τεχνική Decca Tree αποτελείται από μία συστοιχία μικροφώνων σε απόσταση μεταξύ τους, τέτοια ώστε να δημιουργείται ένα ισοσκελές τρίγωνο. Αρχικά αναπτύχθηκε ως ένα είδος στερεοφωνικής A-B τεχνικής προσθέτοντας ένα μικρόφωνο στο κέντρο. Η τεχνική αυτή αναπτύχθηκε στις αρχές του 1950 και χρησιμοποιήθηκε αρχικά το 1954 από τους Arthur Haddy, Roy Wallace και αργότερα βελτιώθηκε από τον μηχανικό Kenneth Wilkinson και την ομάδα του στη Decca Records Company, για να προσφέρει μια ισχυρή στερεοφωνική εικόνα.

Για την υλοποίηση της τεχνικής χρησιμοποιούμε τρία omnidirectional μικρόφωνα σε μία διάταξη σχήματος T όπως είπαμε παραπάνω. Οι αποστάσεις που πρέπει να έχουν τα μικρόφωνα είναι περίπου 1,5 μέτρο το αριστερό από το δεξί μικρόφωνο και το κεντρικό μικρόφωνο 0,75 του μέτρου από τον άξονα των άλλων δύο. Παρόλο που τα μικρόφωνα είναι παντοκατευθυντικά συνηθίζεται να δίνεται μια μικρή κλίση προς τα κάτω δηλαδή να "κοιτάνε" προς τις πηγές και αυτό διότι το μικρόφωνο δεν ανταποκρίνεται τέλεια (στις off axis διευθύνσεις) στις πολύ ψηλές συχνότητες, συχνότητες οι οποίες έχουν μήκος κύματος ίσο ή μικρότερο με τις διαστάσεις του μικροφώνου βλ.(1.3.1A). Όσον αφορά το ύψος των μικροφώνων θα πρέπει να είναι στα 2,5 με 3,2 μέτρα περίπου και λίγο πίσω από τον μαέστρο. Το κεντρικό μικρόφωνο "πανάρεται" στο κέντρο με στάθμη έντασης 3-6 dB χαμηλότερα από τα υπόλοιπα και τα άλλα "πανάρονται" αντίθετα κατά το ήμισυ (soft panning). Τέλος ανάλογα με το πλάτος της ορχήστρας είναι πιθανό να τοποθετηθούνε δύο επιπλέον μικρόφωνα, για την υποστήριξη της Decca Tree, τα οποία τοποθετούνται στα άκρα ή ακόμα και με stereo τεχνικές ανά ομάδες οργάνων.

Η Decca Tree τεχνική είναι η πιο πετυχημένη στερεοφωνική τεχνική που χρησιμοποιείται συχνά σε μεγάλες ορχήστρες ή σε χορωδιακές παραστάσεις. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως τεχνική ηχογράφησης χώρου. Για παράδειγμα όταν ηχογραφούμε τύμπανα σε ένα χώρο η στερεοφωνική εικόνα της τεχνικής αυτής καταγράφει το ηχόχρωμα του περιβάλλοντος καλύτερα από τις άλλες stereo τεχνικές. Για μικρούς χώρους όμως η τεχνική Decca Tree δεν λειτουργεί τόσο καλά.



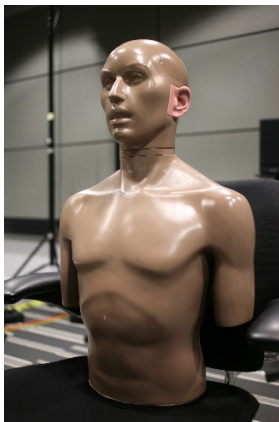
Εικόνα 2.13 Διάταξη της τεχνικής Decca Tree με τρία μικρόφωνα.

2.2.4 Binaural Τεχνικές (Head-Related Stereo)

Κύριος σκοπός της binaural τεχνικής είναι να προσεγγίσει όσο το δυνατόν περισσότερο τον τρόπο με το οποίο ακούει ο άνθρωπος. Για να πραγματοποιηθεί αυτό δημιουργήθηκε μια προσομοίωση ανθρώπινου κεφαλιού στο οποίο ενσωματώνονται τα δυο μικρόφωνα αντίστοιχα το κάθε ένα στη θέση του τυμπάνου του αυτιού. Έπειτα κατά την διαδικασία της μίξης τα δύο αυτά σήματα που θα λάβουν τα μικρόφωνα πανάρονται αντίστοιχα αριστερά και δεξιά.

Κατ' αυτόν τον τρόπο πραγματοποιείται μία ηχογράφηση με απόλυτη ακρίβεια της στερεοφωνικής εικόνας καθώς και με απόλυτη αίσθηση του περιβάλλοντος. Αυτή η τεχνική γίνεται σωστά αντιληπτή μόνο όταν γίνεται αναπαραγωγή μέσω των ακουστικών. Σε άλλη περίπτωση τότε η αίσθηση του περιβάλλοντος σταματά να είναι ακριβής και γίνεται λιγότερο πειστική.

Μία τέτοια ηχογράφηση μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς την προσομοίωση της ανθρώπινης κεφαλής, αλλά στη θέση της τοποθετείται ένα στρογγυλό ακουστικό διάφραγμα ανάμεσα ακριβώς από τα δύο μικρόφωνα τα οποία έχουν την απόσταση που έχουν και τα αυτιά.



Εικόνα 2.14 Προσομοίωση ανθρώπινης κεφαλής της Binaural τεχνικής.



Εικόνα 2.15 Διάταξη μικροφώνων με ακουστικό διάφραγμα της Binaural τεχνικής.

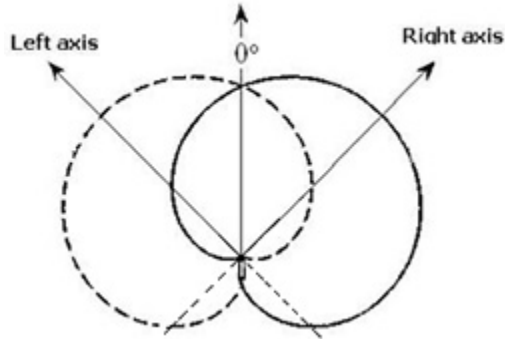
Παράδειγμα 2.1 Ηχητικό υλικό της Binaural τεχνικής. <https://www.youtube.com/watch?v=8IXm6SuUigI>

2.3 Ενεργός περιοχή λειτουργίας των ζευγών μικροφώνων και γωνίες ηχογράφησης

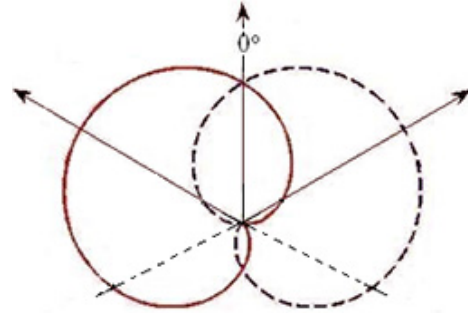
Coincident pairs

Ενεργός περιοχή του ζεύγους.

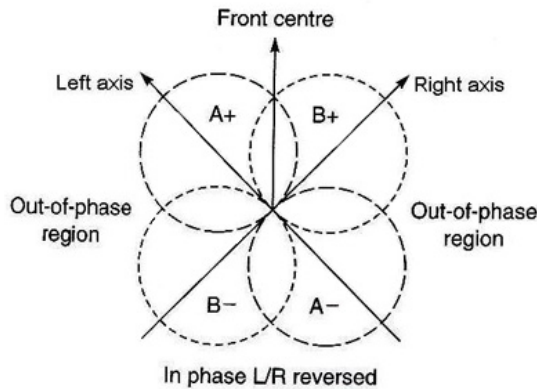
Θα ξεκινήσουμε μελετώντας συγκριτικά ορισμένα ζεύγη, γεγονός που θα αποβεί πολύ χρήσιμο (σχήματα 1,2,3,4).



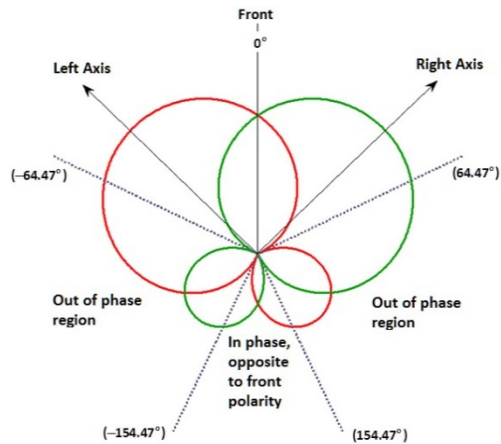
Εικόνα 2.16 Cardioids, $\vartheta_0 = 90^\circ$



Εικόνα 2.17 Cardioids, $\vartheta_0 = 120^\circ$



Εικόνα 2.18 Blumlein Figure of 8s, $\vartheta_0 = 90^\circ$



Εικόνα 2.19 Hypercardioids, $\vartheta_0 = 90^\circ$

Το γενικό συμπέρασμα που βγαίνει, για κάθε συμπτωτικό ζεύγος, μελετώντας τα παραπάνω είναι ότι η κύρια περιοχή λήψης οριοθετείται από τις διευθύνσεις μηδενικής λήψης ενός εκάστου ζεύγους των μικροφώνων, τις οποίες μάλιστα ταιριάζει να συμβολίζονται " $\pm \vartheta_{op}$ " ($\vartheta_{op} > 0$), στο σύστημα συντεταγμένων K του χώρου

Επομένως, $[-\vartheta_{op}, 0^\circ, \vartheta_{op}]$ είναι η κύρια περιοχή λήψης, εύρους $2 \times \vartheta_{op}$.

Συνεπώς, όλη η προς ηχογράφηση ορχήστρα πρέπει να βρίσκεται εντός της εν λόγω περιοχής, και ονομάζεται **ενεργός περιοχή λειτουργίας του ζεύγους**.

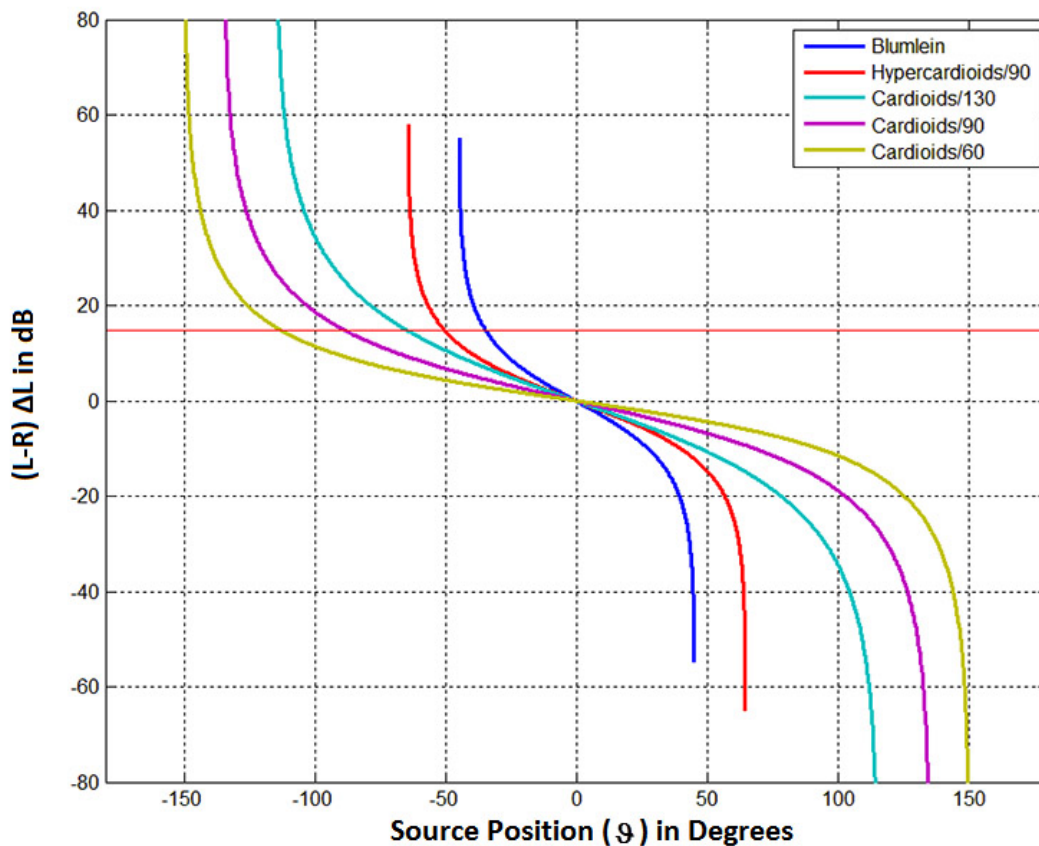
[Αν πρόκειται για ζεύγος με $B > 0.5$, οι $\pm \vartheta_{op}$ είναι οι πρώτες διευθύνσεις μηδενικής λήψης που συναντάμε "φεύγοντας" αριστερά και δεξιά του άξονα των 0° .]

Γωνία Ηχογράφησης (Recording Angle).

Τα περί ενεργού περιοχής συνιστούν προφανώς τον πρώτο μέχρι στιγμής κανόνα νόμο που πρέπει να ακολουθείται για τη κάλυψη του προς ηχογράφηση συνόλου και διαμόρφωση σε σωστή βάση της τελικής stereo-εικόνας. Συνεχίζοντας την περί πλάτους σκηνης αναζήτηση στοιχείων, θα γίνει χρήση της γραφικής παράστασης της $\Delta L(\vartheta)$, σχέση (2.1).

$$\Delta L(\vartheta) = 20 \log \left| \frac{s_L(\vartheta)}{s_R(\vartheta)} \right| = 20 \log \left| \frac{(1-B) + B \cos(\vartheta + \vartheta_0/2)}{(1-B) + B \cos(\vartheta - \vartheta_0/2)} \right| \quad (2.1)$$

Η υλοποίηση της γραφικής παράστασης απαιτεί πρώτα τη συγκεκριμενοποίηση του ζεύγους, τον καθορισμό δηλαδή του ζεύγους τιμών (B, ϑ_0) .

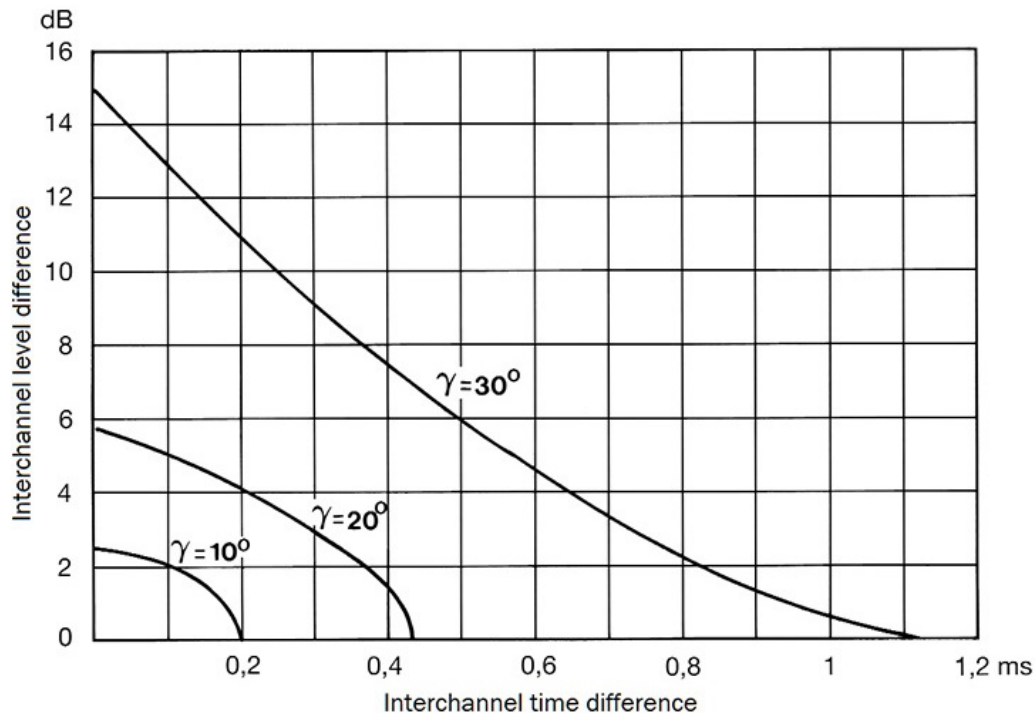


Εικόνα 2.20 Η διαφορά level ΔL των L και R σημάτων συναρτήσει της θέσης ϑ της πηγής για διάφορα coincident stereo-ζεύγη. Η οριζόντια κόκκινη γραμμή δείχνει 15 dB διαφορά level.

Στο Σχ. 8.12 λοιπόν, βλέπετε τις γραφικές παραστάσεις της $\Delta L(\vartheta)$ για κάποια επιλεγμένα ζεύγη, με τη γωνία ϑ να "τρέχει" μόνο την ενεργό περιοχή κάθε ζεύγους, $-\vartheta_{op} \leq \vartheta \leq \vartheta_{op}$.

Εάν επιθυμούμε, η εκάστοτε ορχήστρα της ηχογράφησης να ακούγεται πλήρως απλωμένη κατά πλάτος, δηλαδή να ακούγονται τέρμα αριστερά /δεξιά τα μουσικά όργανα που και στη πραγματική γεωμετρική διάταξη του συνόλου στο χώρο ηχογράφησης βρίσκονται στις ακραίες θέσεις, θα πρέπει κατά την ηχογράφηση το συμπτωτικό ζεύγος να τοποθετηθεί σε μια τέτοια θέση ώστε οι (νοητές) διευθύνσεις $\pm\theta_{op}$ να "σημαδεύουν" τα ακραία μουσικά όργανα.

Το "πλήρες άπλωμα κατά πλάτος" μας ενδιαφέρει απολύτως σε επίπεδο στερεοφωνίας. Το να ακούει όμως κανείς μια πηγή τέρμα αριστερά ή δεξιά επειδή δεν υπάρχει το σήμα της στο άλλο μεγάφωνο απορρέει από τη κοινή λογική και δεν έχει σχέση με τους νόμους της στερεοφωνίας. Πρέπει λοιπόν το θέμα «τέρμα αριστερά ή δεξιά ακρόαση» να τεθεί ψυχοακουστικά. Οι προϋποθέσεις κατά τις οποίες αντιλαμβάνεται ο ακροατής ως ακραία την εικονική θέση κάποιας πηγής που αναπαράγεται από το στερεοφωνικό σύστημα, βρίσκονται στις καμπύλες του Simonsen (σχήμα). Οι ακραίες εικονικές θέσεις της πηγής δηλώνονται από την καμπύλη $\gamma = 30^\circ$. Στα συμπτωτικά ζεύγη, δεν υπάρχει διαφορά χρόνου μεταξύ των δυο παραγόμενων σημάτων, δηλαδή $\Delta t = 0$, και εκπροσωπούνται επομένως αυτά από τον κατακόρυφο άξονα ΔL . Άρα, το πότε ο ακροατής θα αντιληφθεί τις ακραίες θέσεις βρίσκεται στη τομή της καμπύλης $\gamma = 30^\circ$ με τον άξονα ΔL . Είναι στα 15 dB. Βγαίνει λοιπόν το συμπέρασμα ότι επαρκούν αυτά για την πλήρως αριστερά ή δεξιά αντίληψη θέσης της πηγής.



Εικόνα 2.21 Οι καμπύλες του Simonsen.

Εξ αιτίας όλων αυτών, για κάθε συμπτωτικό ζεύγος ορίζεται μια καινούργια περιοχή ως εξής:

- Στο σύστημα αναφοράς Κ του χώρου, δια της συνθήκης $|\Delta L(\vartheta)| = 15 \text{ dB}$ ορίζονται οι διευθύνσεις $\pm\vartheta_r$.
- Η μέσω αυτών οριοθετούμενη περιοχή -εύρους $2 \times \vartheta_r$ - ονομάζεται «recording angle» δηλαδή «γωνία ηχογράφησης» του ζεύγους.

Στο Σχ. 8.12 βλέπετε μια κόκκινη γραμμή στα 15 dB που "κόβει" τα διάφορα ζεύγη στη θέση $(-\vartheta_r)$ και σας επιτρέπει έτσι να εκτιμήσετε με το μάτι τη τιμή της. Μπορείτε βέβαια, αν έχετε την απαραίτητη υπομονή, να υπολογίσετε όλα αυτά από την παραπάνω συνθήκη, ή μάλλον από την $\Delta L(\vartheta) = 15$, αρκεί, λόγω συμμετρίας.

Για τα ζεύγη του Σχήματος πάντως, οι γωνίες ηχογράφησης σε ακρίβεια ακεραίου παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Ζεύγος	Γωνία του ζεύγους μικροφώνων ϑ_0	Γωνία ηχογράφησης
Blumlein	90°	70°
Hypercardioids	90°	102°
Cardioids	60°	226°
Cardioids	90°	178°
Cardioids	130°	130°

Πίνακας 2.1 συμπτωτικά ζεύγη μικροφώνων, οι γωνίες τους και η γωνίες εγγραφής για το κάθε ζεύγος

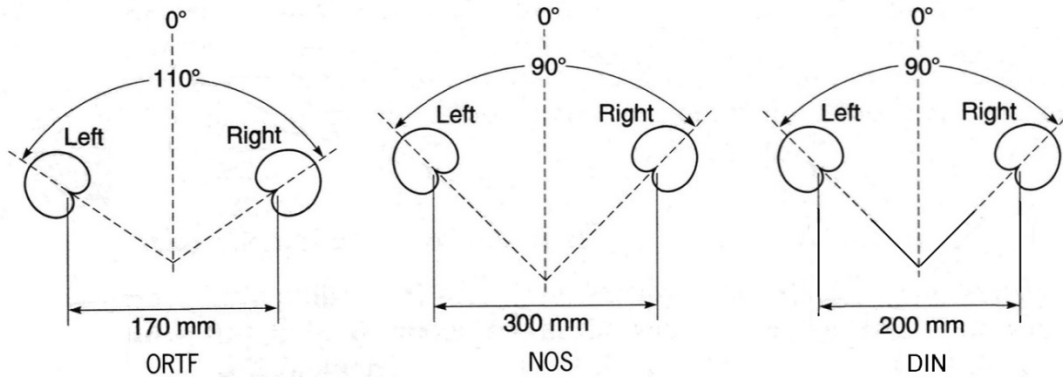
Συνοψίζοντας,

Για κάθε συμπτωτικό ζεύγος ορίζονται τρεις περιοχές:

- Η περιοχή της γωνίας του ζεύγους κατ' αρχήν, δηλαδή της γωνίας ϑ_0 .
- Η ενεργός περιοχή του ζεύγους, περιοχή του εμπρός ημισφαιρίου οριοθετούμενη από τις διευθύνσεις $\pm\vartheta_{op}$ μηδενικής λήψης ενός εκάστου των μικροφώνων.
- Η περιοχή της γωνίας ηχογράφησης (recording angle) οριοθετούμενη απ' τις διευθύνσεις $\pm\vartheta_r$ που προκύπτουν από τη συνθήκη $|\Delta L(\vartheta)| = 15 \text{ dB}$

Near coincident pairs

Η ποιότητα της binaural ηχογράφησης είναι τέτοια που η επίδραση της στα πράγματα δεν σταματά στα παραπάνω. Γεννιέται η ιδέα να εμπλουτιστούν τα συμπτωτικά ζεύγη. Εισάγεται λοιπόν μια απόσταση μεταξύ των δυο μικροφώνων της τάξης μεγέθους της ανθρώπινης κεφαλής, οπότε, στη δημιουργία της stereo-εικόνας συμμετέχει -εκτός της διαφοράς level ILD- και η χρονική (φασική) διαφορά ITD που πρέπει κατά τα γνωστά, σαν binaural delay, να κυμαίνεται στη περιοχή [0–1 ms] περίπου. Αυτά τα καινούργια ζεύγη ονομάζονται Near-Coincidents.



Εικόνα 2.22 **ORTF**: Γαλλική ραδιοηλέοραση. **NOS**: Ολλανδική ραδιοηλέοραση.

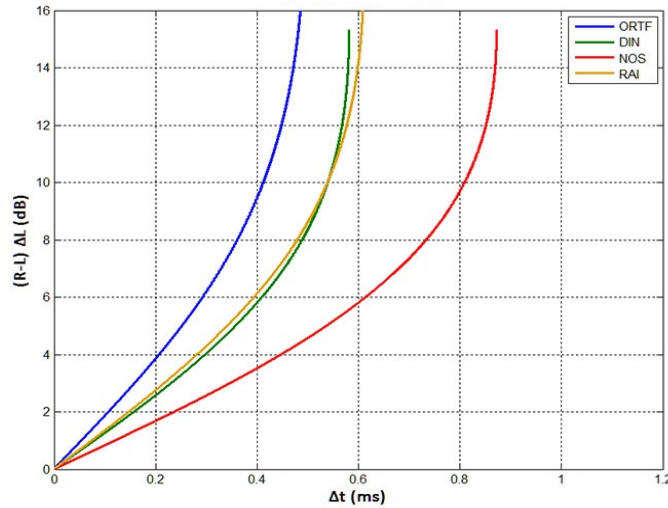
DIN: Οργανισμός Γερμανικών Standards.

Το ουσιώδες στη λειτουργία του near coincident ζεύγους είναι η "συνεργασία" της διαφοράς level και του interaural delay (ITD) για τη δημιουργία της χωροτοποθέτησης και η λογική που την διέπει. Μια λογική της οποίας οι λεπτομέρειες φαίνονται στις καμπύλες του Simonsen, Σχήμα.

Η σημαντική ιδιαιτερότητα της λογικής των NC φαίνεται στον υπολογισμό των Recording Angles. Ο καθοριστικός παράγοντας είναι η καμπύλη $\gamma=30^\circ$ του Simonsen, πιο συγκεκριμένα η "συνάντηση" της με τη συνάρτηση $\Delta L(\theta)$ που παράγουν τα δυο μικρόφωνα.

Ζεύγη που έχουν $\Delta L \neq 0$ (NOS, ORTF κλπ..)

Λόγω της μεταξύ των μικροφώνων απόστασης, σε κάθε θέση θ μιας πηγής αντιστοιχεί μια διαφορά χρόνου λήψης Δt του σήματος της απ' αυτά. Άρα Η διαφορά στάθμης από $\Delta L = \Delta L(\theta)$ [σχέση (2.1)] γίνεται $\Delta L = \Delta L(\Delta t)$. **Αυτό σημαίνει ότι για τη γραφική της παράσταση μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ίδιο σύστημα αξόνων με εκείνο των καμπύλων του Simonsen.** Για τις Recording Angles επομένως, το πράγμα είναι απλό: Στο εν λόγω σύστημα ($\Delta L, \Delta t$) μπορούμε να έχουμε και τις καμπύλες του Simonsen και τις ΔL -γραφικές παραστάσεις των NC-ζευγών. Οι αντίστοιχες Recording Angles θα προκύπτουν άρα απ' το σημείο τομής της $\gamma=30^\circ$ με κάθε μια απ' τις καμπύλες των ζευγών. Μ' αυτά τα νέα δεδομένα, οι γραφικές παραστάσεις των NC-ζευγών φαίνονται στην παρακάτω Εικ.2.23



Εικόνα 2.23 Η σχέση $\Delta L = \Delta L(\Delta t)$ για τα ζεύγη μικροφώνων ORTF, DIN και NOS, με $\Delta t = d \cdot \sin\theta / c$. Η γωνία θέσης θ «τρέχει», για λόγους συμμετρίας, μόνο στο δεξί ημισφαίριο και μόνο στην ενεργό περιοχή $[0 \leq \theta \leq 135^\circ]$.

Η επόμενη κίνηση που απαιτείται είναι να εισαχθεί στην εν λόγω Εικόνα και η καμπύλη $\gamma = 30^\circ$ του Simonsen. Εδώ όμως υπάρχει ένα... μικρό πρόβλημα(!) γιατί αυτές οι καμπύλες είναι πειραματικές, ο μέσος όρος μετρήσεων σε πολλά άτομα, δεν υπάρχει δηλαδή αναλυτική σχέση συνάρτησης της οποίας να ζητήσουμε τη γραφική παράσταση.

Υπάρχει η εξής πρακτική λύση:

Να φροντίσουμε ώστε -σε επίπεδο κατασκευής ή εκτύπωσης- οι άξονες της παραπάνω εικόνας να είναι σε απολύτως ίδιες διαστάσεις με αυτές της εικόνας καμπύλων του Simonsen, να βγάλουμε -την Εικ.2.23- σε διαφάνεια και να ταιριάξουμε το ένα σχήμα πάνω στο άλλο!.. στη συνέχεια, αν $(\Delta t_\tau, \Delta L_\tau)$ είναι το σημείο τομής της $\gamma=30^\circ$ με κάποια απ' τις καμπύλες των ζευγών, από την $\Theta = \sin^{-1}(c \cdot \Delta t / d)$ προκύπτει $\Theta_\tau = \sin^{-1}(c \cdot \Delta t_\tau / d)$ και η recording angle του εν λόγω ζεύγους είναι $2 \times \Theta_\tau$.

Υπάρχει βέβαια και μια άλλη μέθοδος υπολογισμού των recording angles για όσους διαθέτουν MATLAB ή κάποιο άλλο αντίστοιχο software. Η μέθοδος συνίσταται -με τεταμένη βέβαια προσοχή- στην επιλογή "με το μάτι" κάποιων σημείων (ms, dB) της καμπύλης $\gamma=30^\circ$, τουλάχιστον 10 τον αριθμό. Μπορεί μέσω αυτών να υπολογιστεί, προσεγγιστικά μεν αλλά πολύ καλά, μια πολυωνμική συνάρτηση $\Delta L=f(\Delta t)$ η οποία εμπεριέχει τα παραπάνω σημεία και μπορεί να θεωρηθεί ότι εκφράζει ως συνάρτηση τη καμπύλη $\gamma=30^\circ$, άρα η γραφική παράσταση της μπορεί να ενταχθεί στην Εικ.2.23. Έτσι, η εύρεση των σημείων τομής της με τις NC-καμπύλες γίνεται πολύ ευκολότερη.

Όπως και να έχει το πράγμα, τα ζητούμενα σχετικά αποτελέσματα βρίσκονται στον παρακάτω πίνακα 2.2

Ένα πρώτο σχόλιο που αβίαστα προκύπτει αφορά στη σύγκριση των recording angles ενός οποιοδήποτε συμπτωτικού ζεύγους καρδιοειδών με τα εν λόγω NCs. Χαρακτηριστικό των δεύτερων είναι ότι η recording angle τους μειώνεται δραστικά. Γενικότερα, σε όλα αυτά τα NCs η recording angle κυμαίνεται στις $90^\circ \pm$ κάτι λίγο.

Τα coincident pairs ORTF, DIN και NOS που αναλύονται παραπάνω έχουν $\Delta L \neq 0$. Από την άλλη πλευρά, τα coincident pairs που δημιουργούνται από τα ζεύγη των omni έχουν $\Delta L = 0$. Επομένως η ενεργός περιοχή αυτών πρέπει να οριστεί ξανά. Η προς ηχογράφιση ορχήστρα πρέπει σαφώς να τοποθετείται μπροστά από την καλή πλευρά των μικροφώνων, δηλαδή στις κάψες. Επομένως, η ενεργός περιοχή ορίζεται από τις -90° έως τις $+90^\circ$ στο οποιαδήποτε χρησιμοποιούμενο επίπεδο λήψης.

Για τα ζεύγη των omnis με 50 cm απόσταση μεταξύ των δύο μικροφώνων, η μέγιστη τιμή Δt στις $\pm 90^\circ$ είναι $\Delta t = d/c = \dots = 1.45$ msec, δηλαδή οριακά με τις τιμές των binaural delays. Αυτό σημαίνει ότι η recording angle θα είναι μικρότερη των $\pm 90^\circ$. Όπως φαίνεται στο σχήμα 2.3, ο άξονας $\Delta L = 0$, που παίζει και το ρόλο της καμπύλης του εν λόγω ζεύγους, κόβει την $\gamma = 30^\circ$ στη θέση $\Delta t = 1.12$ msec, συνεπώς:

$$\theta_r = \sin^{-1} \left(\frac{1.12 \text{ ms} \cdot 344 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}}{50 \text{ cm}} \right) \approx 50^\circ \rightarrow \text{τόξο λήψης} = 100^\circ$$

Για τα ζεύγη των omnis με 35 cm απόσταση μεταξύ των δύο μικροφώνων, η μέγιστη τιμή Δt στις $\pm 90^\circ$ είναι $\Delta t = d/c = \dots = 1.02$ msec, δηλαδή μέσα στις τιμές των binaural delays. Συνεπώς, η ορχήστρα μπορεί να καλύπτει όλη την ενεργό περιοχή $\pm 90^\circ$, η οποία είναι επίσης και η recording angle.

Το ζεύγος Faulkner είναι πιο ιδιόρρυθμο. Υπάρχει μηδενική διαφορά Level των δύο μικροφώνων, αλλά το Level του κάθε μικροφώνου εξαρτάται από τη γωνία λήψης θ . Εδώ βέβαια δεν τίθεται θέμα recording angle, γιατί προέχει η ταχύτερη πτώση του level «φεύγοντας» από την $\theta = 0$. Το ζεύγος Faulkner δεν θα πρέπει να «βλέπει» το προς ηχογράφιση σύνολο σε τόξο μεγαλύτερο των 20° - 30° αριστερά-δεξιά. Το ζεύγος Faulkner «βγάζει» πολύ φυσικό ήχο.

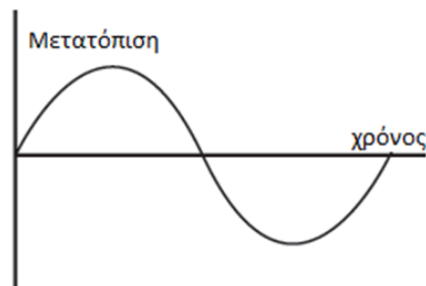
Όνομα	Πολικό διάγραμμα	Γωνία ζεύγους	Απόσταση	Recording Angle
NOS	Cardioids	90°	30 cm	80°
ORTF	Cardioids	110°	17 cm	95°
DIN	Cardioids	90°	20 cm	100°
RAI	Cardioids	100°	21 cm	90°
-	Omnis	0°	50 cm	100°
-	Omnis	0°	35 cm	$\approx 180^\circ$
FAULKNER	Figure of 8s	0°	20 cm	-

Πίνακας 2.2 near coincident ζεύγη με τα χαρακτηριστικά τους

Κεφάλαιο 3^ο Αναλογικό – ψηφιακό σήμα και πολυκάναλη εγγραφή

3.1 Εισαγωγή

Βάση της φυσικής, ο ήχος είναι ένα ακουστικό κύμα. Πιο συγκεκριμένα, είναι η πίεση και η κίνηση των μορίων του αέρα που δημιουργείται όταν δονείται κάποιο υλικό περιοδικά στον αέρα. Αυτές οι ακουστικές μεταβολές στην πίεση μεταφέρονται στο ανθρώπινο ακουστικό νεύρο και μεταφράζονται σε ήχους.



Εικόνα 3.1 Γραφική παράσταση του ήχου (μεταβολή πίεσης του αέρα)

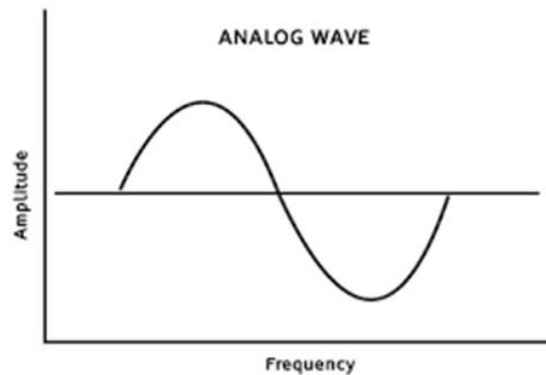
Κάθε ήχος έχει τα δικά του χαρακτηριστικά που τον περιγράφουν. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι δύο ειδών: υποκειμενικά και αντικειμενικά. Τα υποκειμενικά εξαρτώνται από την προσωπική αντίληψη του ακροατή, ενώ τα αντικειμενικά όχι. Τα υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου είναι τρία: ακουστότητα (loudness) ή ακουστικότητα που είναι η υποκειμενική ένταση του ήχου, το ύψος (pitch) το οποίο συνδέεται με την συχνότητα και μας βοηθάει να διακρίνουμε τους ήχους σε μπάσους (bass) ή πρίμους (treble), και η χροιά (timbre) ή ηχόχρωμα που μας βοηθάει να ξεχωρίζουμε δύο ήχους που έχουν ίδια ύψος και ένταση.

Τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου είναι δύο: συχνότητα (frequency) που είναι ο αριθμός των κυμάτων που δημιουργούνται από το σώμα που δονείται ανά δευτερόλεπτο και μετράται σε Hertz (Hz) και ένταση η οποία καθορίζει πόσο δυνατά ακούγεται ένας ήχος (στην φυσική μετριέται σε Watt/m^2 και στον ήχο συνήθως σε decibel).

3.2 Αναλογικό σήμα

Ονομάζεται έτσι διότι το αποτέλεσμα της μετατροπής της μεταβολής της ακουστικής πίεσης (πηγή που παράγει ήχο) σε ηλεκτρικό σήμα (εγγραφή και αναπαραγωγή του ήχου) παρουσιάζει μια ανάλογη μορφή του αρχικού φαινομένου. Γενικά, οι μεταβολές της πίεσης αέρα μετατρέπονται αρχικά (από έναν μετατροπέα όπως ένα μικρόφωνο) σε ένα ηλεκτρικό αναλογικό σήμα στο οποίο είτε η στιγμιαία τάση είτε το ρεύμα είναι άμεσα ανάλογα με την στιγμιαία πίεση αέρα. Οι μεταβολές του ηλεκτρικού σήματος με τη σειρά τους μετατρέπονται σε παραλλαγές στο μέσο εγγραφής από μια μηχανή εγγραφής (όπως π.χ. μαγνητόφωνο).

Το αναλογικό σήμα είναι συνεχόμενο και μεταβάλλεται χρονικά. Οι χρονικές μεταβολές του απεικονίζονται στην γραφική παράσταση του άξονα της έντασης συναρτήσει της συχνότητας συνεχόμενα (εικόνα 3.2).



Εικόνα 3.2 κυματομορφή αναλογικού σήματος

Θεωρητικά, δεν υπάρχει κάποιος περιορισμός στην μετατροπή του αναλογικού σήματος σε ηλεκτρικό, επομένως μπορεί να λειτουργήσει σε άπειρο εύρος εντάσεων και συχνοτήτων. Τα δύο βασικά χαρακτηριστικά που συνδέονται άμεσα με το αναλογικό σήμα είναι ο θόρυβος και η παραμόρφωση. Τα δύο αυτά χαρακτηριστικά συνδέονται άμεσα με τα αναλογικά ηχητικά κυκλώματα και είναι εργαστηριακά μετρήσιμα.

3.3 Ιστορική αναδρομή στα μέσα καταγραφής και αναπαραγωγής ήχου

Ο Leon Scott ήταν ο πρώτος εφευρέτης καταγραφέα ήχου. Η συσκευή που εφευρέθηκε από αυτόν είναι γνωστή ως Phonograph και την ανακάλυψε γύρω στο 1855-56. Ο ήχος εισερχόταν σε ένα μικρό βαρέλι, το οποίο ήταν ανοιχτό στο ένα του άκρο. Στο άλλο άκρο του βαρελιού ήταν τεντωμένη μια μεμβράνη που ήταν συνδεδεμένη με μία λεπτή ακίδα. Η κίνηση της ακίδας διαμόρφωνε την ποσότητα του γραφίτη. Ωστόσο, λόγω της έλλειψης ευαισθησίας, αυτή η συσκευή δεν ήταν επαρκής για να αναπαραγάγει σωστά τον εγγεγραμμένο ήχο. Με τη χρήση αυτής της συσκευής μπορεί να καταγραφεί μόνο ένα πολύ σύντομο κομμάτι ήχου λιγότερο από ένα δευτερόλεπτο.



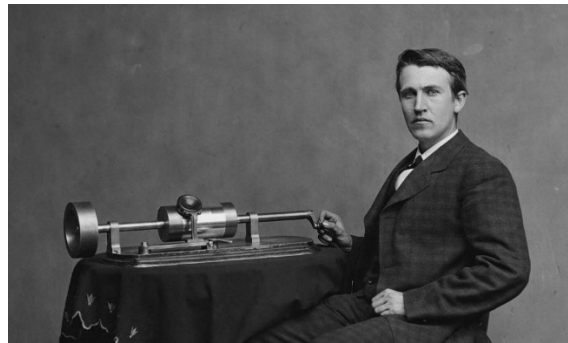
Εικόνα 3.3.1 Phonograph του Leon Scott

Έπειτα από δύο δεκαετίες από την εφεύρεση Phonautograph από τον Leon Scott, το 1874, ο Alexander Graham Bell πειραματίστηκε στους τρόπους βελτίωσης της συσκευής καταγραφής από την άποψη ενός μηχανισμού παρόμοιου με το λειτουργικό μοτίβο του ανθρώπινου αυτιού. Το 1886 ήταν σε θέση να εισαγάγει τη βελτιωμένη μηχανή ειδικά σχεδιασμένη για λόγους υπαγόρευσης. Αυτό το όργανο είναι πλέον γνωστό ως Graphophone. Διαμόρφωσε ολόκληρη τη μηχανή με τρόπο παρόμοιο με τους τρόπους με τους οποίους τα όργανα εισέρχονται στο εσωτερικό του ανθρώπινου αυτιού. Χρησιμοποίησε κυλινδρικά μέσα για την καταγραφή δεδομένων. Η βασική εκτίμηση μεταξύ phonautograph και graphophone ήταν η επικάλυψη του κυλίνδρου. Ο Leon Scott επικαλύπτει τον κύλινδρο με λάμπα, ενώ ο Bell χρησιμοποιεί κυλίνδρους κεριού.



Εικόνα 3.3.2 Φωνογράφος από τον Alexander Graham Bell

Το 1877, ο γνωστός επιστήμονας Thomas Edison κατάφερε να ανακαλύψει μια συσκευή για την καταγραφή και αναπαραγωγή της ανθρώπινης φωνής. Αυτή η συσκευή είναι γνωστή ως Phonograph και θεωρείται η πρώτη μηχανή εγγραφής και αναπαραγωγής στον κόσμο. Στο φωνογράφο, υπήρχε μια βελόνα που κατέγραφε τον ήχο και ήταν συνδεδεμένη με ένα είδος φωναγωγού με τέτοιο τρόπο ώστε να λαμβάνει μηχανικά τις δονήσεις που προκαλούσε ο ήχος που περνούσε μέσα σ' αυτόν. Η βελόνα πάλλεται κάθετα προς την επιφάνεια του κυλίνδρου και διαμόρφωνε ένα αλουμινόχαρτο δημιουργώντας "κορφές και κοιλίες". Ο κύλινδρος περιστρεφόταν με μια μανιβέλα, που ήταν προσαρμοσμένη στον άξονά του. Αργότερα ο Έντισον αντί για κυλίνδρους επικαλυμμένους με αλουμινόχαρτο άρχισε να χρησιμοποιεί κέρινους κυλίνδρους στις συσκευές του, ώστε να έχει την δυνατότητα διαγραφής μιας ηχογράφησης, αφαιρώντας την επιφάνεια του κέρινου κυλίνδρου με την χρήση μιας αιχμηρής λεπίδας.



Εικόνα 3.3.3 Phonograph του Thomas Edison

Παρόλο που ο κύλινδρος μπορούσε να παράγει ήχο επαρκούς ποιότητας ως μέσο καταγραφής, οι μουσικοί, οι τραγουδιστές και οι οργανοπαίχτες αντιμετώπισαν πολλές δυσκολίες κατά την καταγραφή του ίδιου μουσικού κομματιού, διότι κάθε ένας έπρεπε να καταγράψει μεμονωμένα μπροστά από το «κέρατο εγγραφής».

Με βάση την συσκευή Phonograph του Thomas Edison, ο επίσης Αμερικανός Emil Berliner (1851-1929), επινόησε δέκα χρόνια αργότερα μια άλλη συσκευή, το γραμμόφωνο (Gramophone), που αντί για κέρινο κύλινδρο χρησιμοποιούσε για την καταγραφή του ήχου μια κυκλική πλάκα (δίσκο) από μίγμα γομαλάκας (shellac).

Η τεχνολογία καταγραφής δίσκων ήταν σε θέση να ξεπεράσει την έννοια της μαζικής παραγωγής ή τη μέθοδο αναπαραγωγής εγγραφών στο ευρύ κοινό. Αντίθετα με τη μέθοδο μιας διαδικασίας καταγραφής των κυλίνδρων Bell, η πρόσφατα εφευρεμένη τεχνολογία καταγραφής δίσκων H. Berliner κατάφερε να παράγει χιλιάδες αντίγραφα μόνο με έναν κύριο δίσκο. Αυτές οι εγγραφές δίσκων κυκλοφόρησαν στη μαζική αγορά με διαφορετικές ταχύτητες εγγραφής και διαφορετικά μεγέθη. Ωστόσο, μετά το 1912 όλα τα αρχεία έπαιξαν με ταχύτητα 78 σ.α.λ. (στρογγυλά ανά λεπτό), αλλά τα μεγέθη ήταν γενικά μεταξύ 25 εκατοστών και 30 εκατοστών. Οι δίσκοι εγγραφής 78 στροφών ανά λεπτό θα μπορούσαν να παράγουν μόνο 3 λεπτά και 30 δευτερόλεπτα ήχου.



Εικόνα 3.3.4 Gramophone του Emile Berliner

Ωστόσο, όλα τα αρχεία μέχρι την δεκαετία του 1920 καταγράφηκαν βασικά ακουστικά χρησιμοποιώντας τη μέθοδο που ονομάζεται "Lateral cut" σε αντίθεση με την κάθετη περικοπή του Edison. Ακόμα κι αν στις πρώτες μέρες οι δίσκοι gramophone αρχικά κατασκευάστηκαν σε μια σκληρή ποικιλία καουτσούκ γνωστό ως εβονίτη και αργότερα αυτά παρήχθησαν χρησιμοποιώντας το υλικό που ονομάζεται Shellac.

3.4 Μαγνητική εγγραφή

Λόγω ορισμένων πρακτικών ζητημάτων και για ορισμένους τεχνικούς λόγους, οι επιστήμονες που ενδιαφέρονταν για την ηχογράφηση δεν ήταν ικανοποιημένοι με τις πρώτες εφευρέσεις. Ως συνέπεια της μακράς διαδικασίας της επιστημονικής έρευνας προέκυψαν θεμελιώδεις θεωρίες μέσα στο χρονικό διάστημα 1820 έως 1873 που

σχετίζονται με το μαγνητισμό και την ηλεκτρική ενέργεια. Η θεωρία της μαγνητικής καταγραφής εφευρέθηκε από την Oberlin Smith το 1888. Το 1898, ένας τηλεφωνικός τεχνικός ήταν σε θέση να παράξει την πρώτη συσκευή καταγραφής καλωδίων με τη βοήθεια αυτής της θεωρίας. Αυτή ήταν η πρώτη προσπάθεια ενός επιστήμονα να καταγράψει ήχο σε σύρμα από χάλυβα ως πρακτική μορφή "μαγνητικής εγγραφής".

Ως αρχή και ιδέα η μαγνητική ηχογράφηση εμφανίστηκε το 1898 από τον Βαλντεμάρ Πούλσεν. Η ηχογράφηση με μαγνητικό καλώδιο και αργότερα με μαγνητική ταινία γινόταν με την ροή ενός μαγνητικού υλικού πίσω από μια κεφαλή ηχογράφησης με σταθερή ταχύτητα. Η κεφαλή τροφοδοτούνταν με ηλεκτρικό σήμα ανάλογο του ηχητικού κύματος προς ηχογράφηση παρακινώντας μια πρότυπη μαγνητοσκόπησης παρόμοια με το ηλεκτρικό σήμα.

Για την ευρεία χρήση της μεθόδου αυτής όμως, χρειάστηκε η δημιουργία ενός μέσου ηχογράφησης εύχρηστου και οικονομικού. Τελικά, αυτό το μέσο αποτέλεσε η γνωστή μαγνητική ταινία. Για πρώτη φορά τη μαγνητική ταινία παρουσίασε η γνωστή Allgemeine Electricitats-Gesellschaft (AEG) το 1935, την K1.



Εικόνα 3.4.1 Poulsen Telegraphone

Πολλές εταιρείες ανέπτυξαν και εισήγαγαν τις νέες τεχνολογίες και συσκευές εγγραφής τους, όπως μαγνητόφωνα κατά τη διάρκεια του πολέμου και μετά απ' αυτόν. Την εποχή εκείνη, οι Γερμανοί και αργότερα οι Βρετανοί είχαν παράξει μεγάλο αριθμό κασετόφωνων για ποικίλους σκοπούς, όπως τη ραδιοφωνική μετάδοση, την επιτήρηση και την υπαγόρευση. Η μαγνητική εγγραφή έγινε μέσο καταγραφής στον τομέα της μετάδοσης καθώς και στον τομέα της μουσικής. Το μέσο της κασέτας θα μπορούσε να μεταφερθεί εύκολα σε απομακρυσμένες τοποθεσίες. Το μέσο της ταινίας παρουσιάστηκε σε διαφορετικούς τύπους όπως: Reel to reel και κασέτες που εισήχθησαν στη μαζική αγορά από τον Phillips το 1964.



Εικόνα 3.4.2 reel to reel



Εικόνα 3.4.3 κασέτα

Το σύστημα κασέτας ήχου εισήχθη αρχικά από τον RCA Victor (RCA) το 1958 ως μέσο αποθήκευσης. Το πλάτος της ταινίας ήταν 1/4 ή 1 7/8 ίντσες και η διάρκεια του χρόνου ήταν 60 λεπτά. Μετά από λίγα χρόνια, διάφοροι τύποι κασετών εισέρχονται στην αγορά για διαφορετικούς σκοπούς.

Το μέσο της ταινίας μεταμόρφωσε σημαντικά τον τομέα της μουσικής και την κουλτούρα της ηχογράφησης. Η ταινία θα μπορούσε εύκολα να χειριστεί για σκοπούς καταγραφής και επεξεργασίας. Επίσης, σημαντικό προτέρημα της ταινίας είναι ότι υπάρχει η δυνατότητα ένωσης δύο κομματιών (ταινίας) με διαφορετική καταγραφή χωρίς καμία ακουστική μετάβαση ή υποβάθμιση του τελικού προϊόντος. Εκτός αυτού, η χρήση ταινιών για ηχογράφηση θα μπορούσε να κάνει κάπως μεγαλύτερες χρονικά τις ηχογραφήσεις από τους δίσκους.

Η ποιότητα του ήχου στο μαγνητόφωνο ήταν καλύτερη από τις συσκευές που είχαν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν.

3.5 Πολυκάναλη ηχογράφηση (Multitrack Recording)

Η πολυκάναλη ηχογράφηση αναπτύχθηκε στη Γερμανία γύρω στο 1940 από ηχολήπτες και σήμανε ένα τεράστιο κεφάλαιο στον κόσμο της βιομηχανίας της ηχογράφησης ως ένα δημιουργικό εργαλείο, μεταμορφώνοντας δραματικά τη διαδικασία εγγραφής.

Το κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα πολλαπλών κομματιών ήταν ο στερεοφωνικός ήχος. Σε αυτή τη διαδικασία, η ταινία διαιρέθηκε ταυτόχρονα σε πολλαπλά κομμάτια. Κατά συνέπεια, τα όργανα και τα φωνητικά θα μπορούσαν να καταγραφούν ξεχωριστά στην ταινία και στη συνέχεια θα πραγματοποιούνταν η τελική παραγωγή μέσα από την ανάμιξη αυτών των χωριστών εγγραφών.

Σε σύγκριση με την προηγούμενη διαδικασία εγγραφής, οι μουσικοί θα μπορούσαν να καταγράφουν ξεχωριστά τα κομμάτια ο καθένας σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Σημαντικό πλεονέκτημα ήταν η δυνατότητα διόρθωσης ενός μικρού λάθους χωρίς να επαναληφθεί η όλη συνεδρία, σε αντίθεση με τις προηγούμενες φωνογραφικές εγγραφές. Αποτέλεσμα αυτού ήταν ότι οι μουσικές συνθέσεις έγιναν πολύ πιο περίπλοκες παρόμοιες με άλλα σύγχρονα τεχνολογικά προϊόντα.

Ήδη από τη δεκαετία του 1940, ο γνωστός κιθαρίστας Les Paul είχε εγκαταστήσει ένα μαγνητόφωνο Ampex στο οποίο μπόρεσε να καταγράψει οκτώ παράλληλες πολλαπλές

διαδρομές σε μια ταινία δυο ιντσών. Έχει επίσης αναπτύξει σχεδόν όλες τις τεχνικές που αργότερα έγιναν πρότυπα, όπως π.χ. delay.

Εκτός από την τεχνική του Les Paul, ο Raymond Scott ήταν εφευρέτης μιας μηχανής καταγραφής πολλαπλών σημείων που μπορούσε να καταγράψει επτά ή δεκατέσσερα παράλληλα κομμάτια στον ίδιο κύλινδρο ταινίας. Επιπλέον, το 1954 έφτιαξε μια πρωτότυπη μηχανή καταγραφής οκτώ γραμμών.

Το 1955 ο Hugh Le Caine (1914-77) είχε εφεύρει ένα μηχάνημα που θα μπορούσε να αναμίξει έξι ξεχωριστά κομμάτια, αλλά συγχρονισμένα σε μία ταινία.

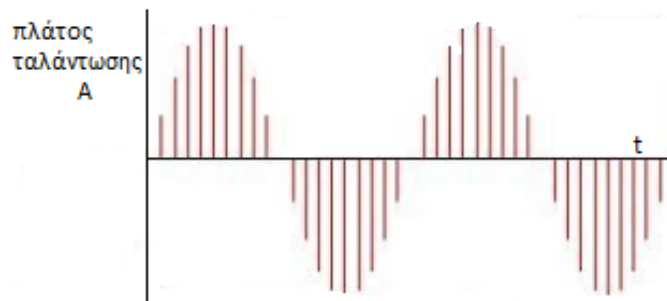
Μέχρι τη δεκαετία του 1960, όλα τα διάσημα μουσικά άλμπουμ των λαϊκών ομάδων όπως οι Beatles και Beach boys καταγράφηκαν χρησιμοποιώντας πολυκάναλη εγγραφή. Ωστόσο, σήμερα χρησιμοποιούνται στον τομέα της πολυκάναλης εγγραφής μηχανήματα των 16 καναλιών, 24 καναλιών και 32 καναλιών.

3.6 Ψηφιακό σήμα

Για να μετατραπεί ένα αναλογικό σήμα σε ψηφιακό μεσολαβούν τρία στάδια:

- Δειγματοληψία (sampling)
- Κβαντοποίηση (quantization)
- Κωδικοποίηση (coding)

Μια κυματομορφή ήχου δεν μπορεί να αναπαρασταθεί σαν ένα χρονικό συνεχές σε αντίθεση με τα αναλογικά συστήματα. Στα ψηφιακά συστήματα, η κυματομορφή του ήχου αναπαρίσταται σαν ένα πλήθος από σημεία τα οποία αφορούν χρονικά στιγμιότυπα της κυματομορφής. Κάθε στιγμιότυπο αποτυπώνει την τιμή πλάτους της ταλάντωσης στην αντίστοιχη διακριτή χρονική στιγμή. Το στιγμιότυπο αυτό ονομάζεται δείγμα.



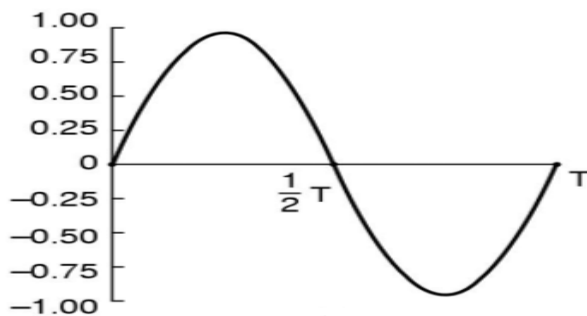
Εικόνα 3.6.1 πλάτος σε συναρτήσει με τον χρόνο (δείγμα)

Το πλήθος των δειγμάτων ανά δευτερόλεπτο σε ένα ψηφιακό μέσο ονομάζεται συχνότητα δειγματοληψίας (sampling rate). Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της συχνότητας δειγματοληψίας (περισσότερα δείγματα), τόσο πιστότερη θα είναι η προσέγγιση της αρχικής πληροφορίας. Υπάρχει μία σχέση ανάμεσα στη συχνότητα δειγματοληψίας και στη μέγιστη συχνότητα που μπορεί να αποτυπωθεί σε ένα ψηφιακό μέσο.

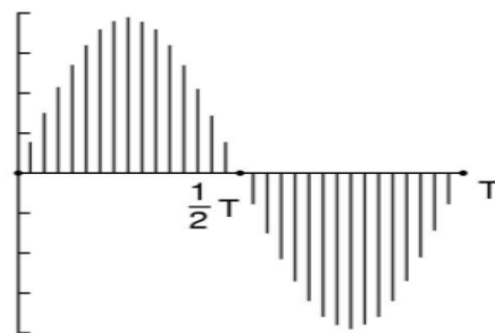
$$\text{Μέγιστη συχνότητα} = \text{συχνότητα δειγματοληψίας} / 2$$

Έπειτα από την διαδικασία της δειγματοληψίας ακολουθεί το στάδιο του κβαντισμού. Κατά την διαδικασία του κβαντισμού, από τις τιμές που έχουμε ήδη πάρει μέσω της διαδικασίας της δειγματοληψίας κάνουμε αντιστοίχιση κατά προσέγγιση σε συγκεκριμένες διαθέσιμες τιμές. Έτσι μειώνεται το σύνολο των τελικών τιμών.

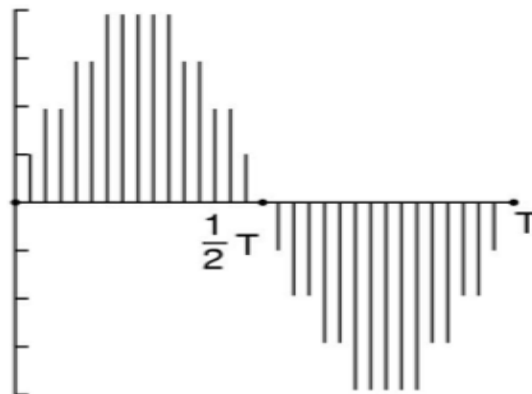
Τέλος ακολουθεί η διαδικασία της κωδικοποίησης. Έχοντας το σύνολο των τιμών της πληροφορίας μετά από την διαδικασία της δειγματοληψίας και του κβαντισμού, επιλέγουμε έναν αριθμό σε bits που μπορεί να αντιστοιχίσει σε "κωδικολέξεις" την πληροφορία αυτή. Ο τύπος που περιγράφει την διαδικασία αυτή είναι ο $2^v = K$ (όπου v ο αριθμός των bits και K ο αριθμός των "κωδικολέξεων").



Εικόνα 3.6.2 κυματομορφή αναλογικού σήματος



Εικόνα 3.6.3 διαδικασία δειγματοληψίας



Εικόνα 3.6.4 διαδικασία κβαντισμού

3.7 Ψηφιακή εγγραφή

Ο ήχος ή τα δεδομένα μετατρέπονται σε δυαδική ή αριθμητική μορφή κατά την εγγραφή με τη βοήθεια ενός μετατροπέα αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (Analog to digital Converter). Στο αρχικό της στάδιο, το σύστημα ψηφιακής καταγραφής έχει πειραματιστεί για την εγγραφή τηλεοπτικών σημάτων και την αναπαραγωγή τους με σάρωση με τη δέσμη φωτός από τη Philips στη δεκαετία του 1970. Αρχικά, τα ψηφιοποιημένα δεδομένα καταγράφηκαν σε ένα καρούλι ταινίας ειδικά κατασκευασμένο για εγγραφές βίντεο, το από Digital Audio Tape (DAT), ενώ η μορφή DAT διαδόθηκε μόνο σε σταθμούς εργασίας στούντιο. Ωστόσο, η ίδια αρχή της μεθόδου εγγραφής μπορεί

να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για την εγγραφή δεδομένων ήχου σε μορφή ψηφιακού ήχου σε δίσκο Compact. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας εγγραφής, τα ψηφιοποιημένα ηχητικά δεδομένα αποτελούνται από ηλεκτρονικούς παλμούς που μπορούν να μετατραπούν σε κοιλότητες κανονικού μεγέθους του δίσκου και να αποθηκευτούν στο δίσκο ως κοιλώματα. Η αρχή της "διαμόρφωσης κώδικα παλμών" (Pulse-Code-Modulation) επινοήθηκε από τον Alec Reeves.

Λίγα χρόνια αργότερα κατασκευάστηκαν αρκετές ψηφιακές μηχανές multitrack recording, τόσο για επαγγελματική χρήση (studios) όσο και για προσωπική. Αρχικά χρησιμοποιήθηκαν βιντεοταινίες ως μέσο καταγραφής και στην συνέχεια εισήχθη το μέσο σκληρού δίσκου ως μέσο καταγραφής ήχου. Το 1984, το πρώτο εμπορικά διαθέσιμο ψηφιακό σύστημα καταγραφής σκληρών δίσκων εισήχθη από τη βρετανική εταιρεία AMS NEVE Ltd.

3.8 Καταγραφή με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή

Το 1956, δύο μηχανικοί υπολογιστών, οι Martin L. Klein και Douglas Bolitho, χρησιμοποίησαν έναν υπολογιστή για να συνθέσουν τραγούδια. Το 1956, ο Max Mathews, ερευνητής στο Bell Laboratories, παρουσίασε για πρώτη φορά την ηλεκτρονική παραγωγή ήχου χρησιμοποιώντας έναν μετατροπέα αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (DAC) .

Το 1957, ο μηχανικός της Bell Labs Max Mathews κατάφερε να προγραμματίσει έναν υπολογιστή για να συνθέσει μερικές μουσικές νότες. Αυτή θεωρείται η πρώτη γλώσσα προγραμματισμού που γράφτηκε για να παράγει ήχο απευθείας από υπολογιστή και είναι γνωστή ως MUSIC I. Έπειτα από την πρώτη έκδοση, ακολούθησαν οι βελτιωμένες εκδόσεις MUSIC II (1958), MUSIC (1960). Επιπλέον, αρκετοί συνθέτες και προγραμματιστές ανέπτυξαν νέες εκδόσεις των προαναφερθέντων γλωσσών προγραμματισμού και ορισμένες βελτιωμένες γλώσσες όπως MUSIC N, MUSIC 360, MUSIC V και GROOVE.

Μια σημαντική εξέλιξη στον τομέα της σύνθεσης και της ηχογράφησης μουσικής με ηλεκτρονικό υπολογιστή ήταν η εισαγωγή της τεχνολογίας MIDI ((Musical instrument digital interface) το 1984. Το MIDI (Musical Instrument Digital Interface) είναι ένα πρωτόκολλο που αποσκοπεί στην επικοινωνία και τον συγχρονισμό μεταξύ ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων (όπως Synthesizers), υπολογιστών και άλλων ηλεκτρονικών συσκευών, ανεξαρτήτως κατασκευαστή. Το πρωτόκολλο του MIDI χρησιμοποιείται πλέον στη σύνταξη μουσικής και βοηθά στη λήψη μουσικών δεδομένων και την αποστολή από ένα μέρος σε άλλο, ενώ τα όργανα αναπαράγονται ή καταγράφονται.

3.9 Digital Audio Work Stations (DAW)

Τα DAW κυριαρχούν πλέον τόσο στον χώρο της επαγγελματικής ηχογράφησης, όσο και στην πολυκάναλη επεξεργασία, μίξη αλλά και mastering ενός ηχητικού υλικού. Τα συστήματα DAW αποτελούνται από ένα λογισμικό το οποίο λειτουργεί κάτω από ένα λειτουργικό ηλεκτρονικού υπολογιστή. Μέσα από αυτό το λογισμικό πραγματοποιείται η διαχείριση της audio πληροφορίας (δρομολόγηση και επεξεργασία της audio πληροφορίας καθώς και αποθήκευση, ανάκληση και διαχείριση αυτής).

Κάθε DAW σύστημα αποτελείται από:

- Την επιφάνεια μίξης (mix window) μέσα από την οποία υλοποιούνται οι δρομολογήσεις των σημάτων και στην οποία βρίσκονται οι αλγόριθμοι επεξεργασίας (plug-ins) των ηχητικών σημάτων.



Εικόνα 3.9.1 mix window στο πρόγραμμα Pro Tools

- Την επιφάνεια edit (audio μοντάζ) στην οποία παρουσιάζονται οι κυματομορφές των ηχητικών σημάτων και οι δυνατότητες επεξεργασίας του κάθε λογισμικού (copy, paste, cut, delete, repeat κλπ.).



Εικόνα 3.9.2 edit window στο πρόγραμμα Pro Tools

Το hardware μέρος των συστημάτων DAW αποτελείται από το audio interface το οποίο συνδέεται με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή και μεταφέρει την audio πληροφορία από και προς το σύστημα. Για την υλοποίηση αυτής της διαδικασίας απαιτούνται μετατροπές A/D (Analog to Digital) και D/A (Digital to Analog). Πέρα από το audio interface μπορούν να χρησιμοποιηθεί και επιπλέον εξοπλισμός για την διευκόλυνση του ηχολήπτη, όπως έναν controller με ρυθμιστικά παρόμοια με αυτά μιας audio κονσόλας.

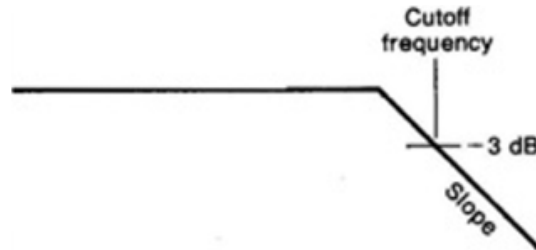
Κεφάλαιο 4^ο : Επεξεργασία Σήματος

4.1 Φίλτρα και Equalizers

Φίλτρο είναι ένα κύκλωμα το οποίο μπορεί να αποσβέσει μια συχνοτική περιοχή, επιτρέποντας τη διέλευση των υπόλοιπων συχνοτήτων. Βάση της συχνότητας διέλευσης και αποκοπής, τα φίλτρα χωρίζονται σε κάποιες κατηγορίες.

4.1.1 Low pass filter

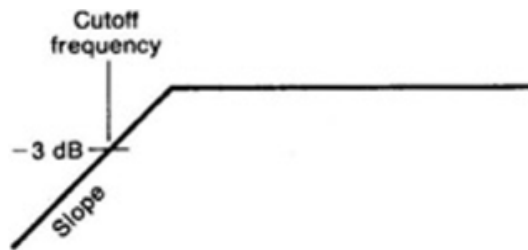
Τα χαμηλοπερατά φίλτρα επιτρέπουν την διέλευση των χαμηλών συχνοτήτων και δεν επιτρέπουν την διέλευση των υψηλών συχνοτήτων. Ως συχνότητα αποκοπής του φίλτρου f_o ορίζεται η συχνότητα όπου το κέρδος έχει ελαττωθεί κατά 3 dB σε σχέση με την μέγιστη ένταση.



Εικόνα 4.1.1 Low pass φίλτρο

4.1.2 High pass filter

Τα υψηλοπερατά φίλτρα επιτρέπουν την διέλευση των υψηλών συχνοτήτων και δεν επιτρέπουν την διέλευση των χαμηλών συχνοτήτων. Ως συχνότητα αποκοπής του φίλτρου f_o ορίζεται η συχνότητα όπου το κέρδος έχει ελαττωθεί κατά 3 dB σε σχέση με την μέγιστη ένταση.

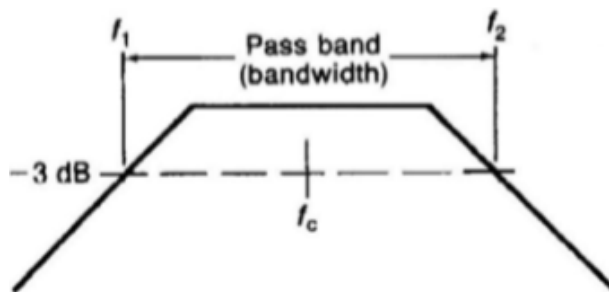


Εικόνα 4.1.2 High pass φίλτρο

4.1.3 Band pass filter

Τα ζωνοδιαβατά φίλτρα ή φίλτρα διέλευσης ζώνης επιτρέπουν τη διέλευση μίας ζώνης συχνοτήτων. Αυτή η ζώνη συχνοτήτων ορίζεται από τις δύο συχνότητες, που είναι τα δύο άκρα f_1 και f_2 αυτής της ζώνης, ελαττωμένα κατά 3 dB σε σχέση με την μέγιστη ένταση. Ως κεντρική συχνότητα f_o της ζώνης ορίζεται ο γεωμετρικός μέσος των f_1 και f_2 :

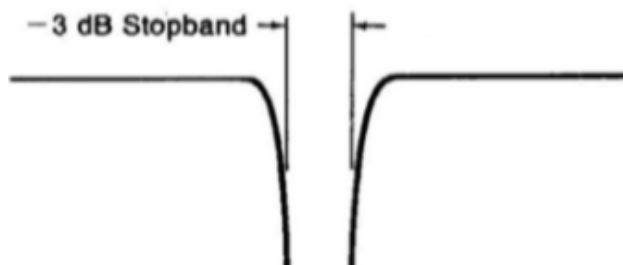
$$f_0 = \sqrt{f_1 f_2}$$



Εικόνα 4.1.3 Band pass φίλτρο

4.1.4 Band stop filter

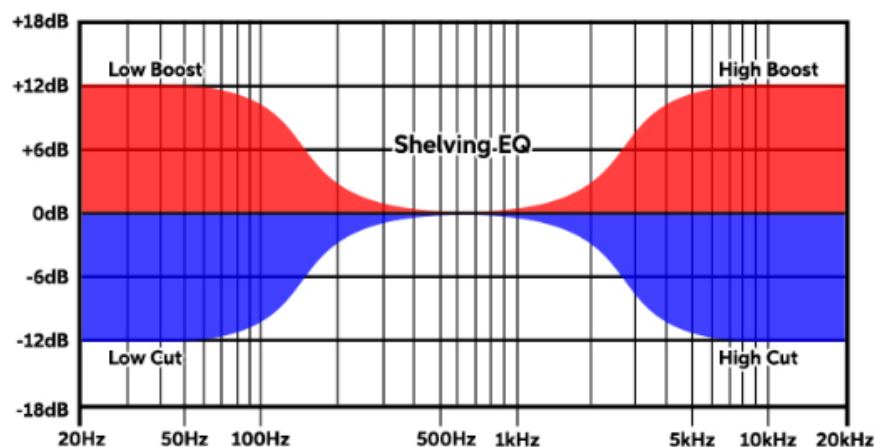
Τα ζωνοφρακτικά φίλτρα ή φίλτρα ζώνης αποκοπής αποκόπτουν μία ζώνη συχνοτήτων από την συχνότητα f_1 έως την συχνότητα f_2 . Όπως και στα ζωνοδιαβατά φίλτρα, έτσι και εδώ η κεντρική συχνότητα ορίζεται ως ο γεωμετρικός μέσος των f_1 και f_2 .



Εικόνα 4.1.4 Band stop φίλτρο

4.1.5 Shelving Equalizer

Από κάποια συχνότητα και πέρα, εμφανίζεται μια σχετικά αργή μεταβολή στάθμης (αύξηση ή μείωση), η οποία φτάνει σε κάποια μέγιστη τιμή, η οποία παραμένει σταθερή μέχρι το τέλος του φάσματος (προς τις χαμηλές ή προς τις υψηλές συχνότητες).



Εικόνα 4.1.5 Τέσσερις τύποι shelving EQ στις χαμηλές και υψηλές συχνότητες (ένταση συναρτήσεως της συχνότητας).

Το shelving αποτελείται από δύο παραμέτρους: το maximum level που προστίθεται ή αφαιρείται και μετριέται σε dB και τη συχνότητα με στάθμη -3 dB της μέγιστης (συχνότητα που ορίζει την περιοχή της λειτουργίας). Στις επαγγελματικές κονσόλες μίξης το shelving EQ αποτελείται συνήθως από ένα ποτενσιόμετρο που μεταβάλλει την ένταση και από έναν διακόπτη που δίνει την δυνατότητα επιλογής συχνότητας (εικόνα 4.1.6).



Εικόνα 4.1.6 Shelving EQ χαμηλών και υψηλών συχνοτήτων της κονσόλας μίξης Audient ASP 8024

Ωστόσο, υπάρχουν και κάποιες επαγγελματικές κονσόλες μίξης ακριβότερες στις οποίες η επιλογή της συχνότητας στο shelving EQ γίνεται με χρήση ποτενσιόμετρου συνεχούς μεταβολής (εικόνα 4.1.7).



Εικόνα 4.1.7 Shelving EQ υψηλών συχνοτήτων SSL 611

Τα shelving EQ χρησιμοποιούνται στον τομέα της ηχοληψίας κυρίως για δώσει κάποιος όγκο σε κάποιο μουσικό όργανο (τονίζει με χρήση shelving την χαμηλή συχνοτική περιοχή), ή για να δώσει λαμπρότητα (τονίζοντας με χρήση shelving την υψηλή συχνοτική περιοχή).

4.1.6 Παραμετρικό Equalizer

Το παραμετρικό equalizer δίνει την δυνατότητα στον ηχολήπτη να επέμβει στην μεσαία περιοχή συχνοτήτων. Ονομάζεται παραμετρικό διότι υπάρχει η δυνατότητα μεταβολής των παραμέτρων του. Οι παράμετροι του είναι η συχνότητα και η ένταση (ενίσχυση ή εξασθένηση της επιλεγμένης συχνότητας - εύρους συχνοτήτων). Η μεταβολή τόσο της έντασης όσο και της συχνότητας γίνονται με την χρήση ποτενσιόμετρων συνεχούς μεταβολής. Πέρα από την μεταβολή αυτών των δύο παραμέτρων (συχνότητα και ένταση), υπάρχει σε κάποιες κονσόλες μίξης η δυνατότητα επιλογής του εύρους της καμπύλης του φίλτρου (Q) με χρήση ποτενσιόμετρου (εικόνα 4.1.8).



Εικόνα 4.1.8 Parametric EQ της κονσόλας audient asp 4816

Αν f_c είναι η κεντρική συχνότητα, τότε ισχύει η σχέση:

$$Q = \frac{f_c}{BW}$$

Όπου εύρος της μάντας BW (Bandwidth) του equalizer προκύπτει από την σχέση:

$$BW = f_1 - f_2$$

4.1.7 Γραφικό equalizer

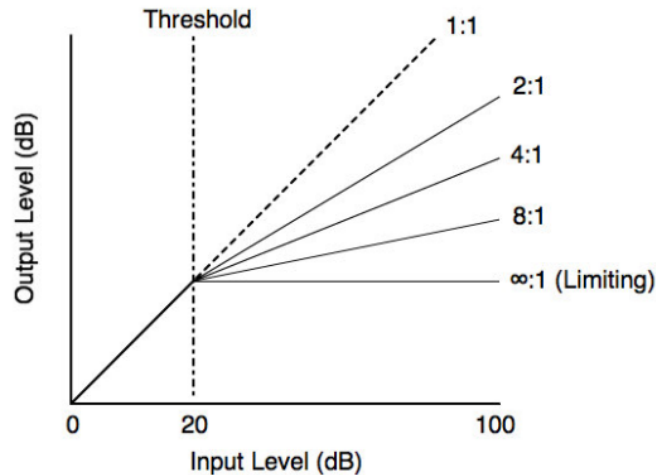
Στους γραφικούς ισοσταθμιστές διαιρείται το ακουστικό συχνοτικό φάσμα (20 Hz-20 KHz) σε μια σειρά από φίλτρα ζώνης με συγκεκριμένες κεντρικές συχνότητες. Το εύρος των συχνοτήτων αυτών είναι συνήθως μία οκτάβα ή 1/3 της οκτάβας. Όταν το γραφικό equalizer αποτελείται από 10 sliders (10 συρόμενους αυξομειωτές ελέγχου έντασης), τότε αποτελείται και από 10 μάντες (Bands), όπου η κάθε μάντα (Band) απέχει μια οκτάβα από την επόμενη και την προηγούμενη. Επίσης, υπάρχει γραφικό EQ το οποίο αποτελείται από 15 μάντες και η κάθε μάντα απέχει από την επόμενη και την προηγούμενη 1/2 της οκτάβας. Τέλος, υπάρχει και πιο αναλυτικό γραφικό EQ το οποίο αποτελείται από 31 μάντες και η κάθε μάντα απέχει 1/3 της οκτάβας από την επόμενη και την προηγούμενη. Η μέγιστη αποκοπή ή ενίσχυση σε κάθε ζώνη περιγράφεται από το μέγεθος της έντασης και μετριέται σε dB.



Εικόνα 4.1.9 Γραφικό equalizer dbx 2 καναλιών που το κάθε ένα περιλαμβάνει 31 μάντες.

4.2 Compressors

Ο Compressor είναι ένα μηχάνημα, το οποίο μειώνει το δυναμικό εύρος του σήματος. Οι δύο βασικές παράμετροι για την υλοποίηση της συμπίεσης αυτής είναι το threshold και το ratio. Ως **Threshold** ορίζεται το σημείο πάνω από το οποίο τίθεται ο compressor σε λειτουργία, δηλαδή ξεκινάει η συμπίεση του αρχικού σήματος. Το **Ratio** είναι ο λόγος της συμπίεσης του σήματος, δηλαδή το πόσο συμπιέζεται η έξοδος του compressor σε σχέση με την είσοδο του (π.χ. 2:1).



Εικόνα 4.2.1 Σχέσεις εισόδου και εξόδου για διάφορους λόγους συμπίεσης.

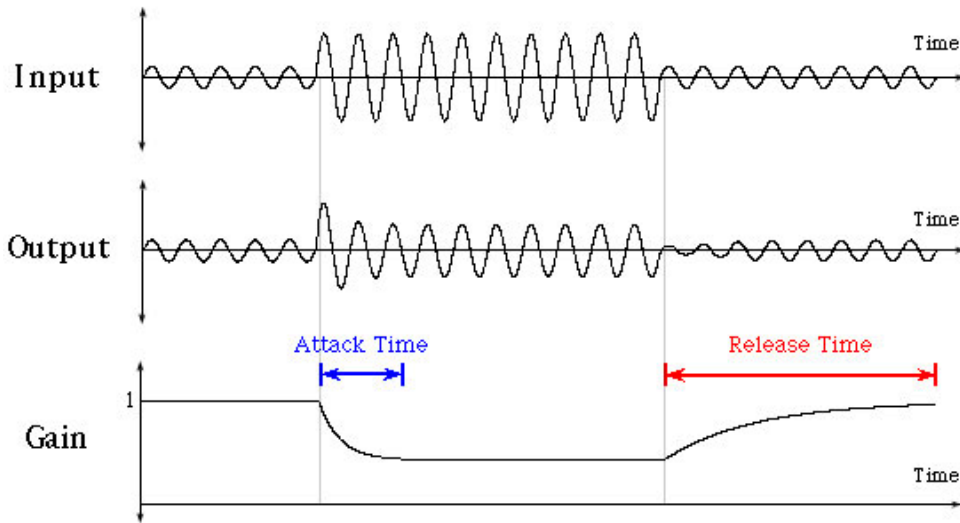
Οι τιμές του threshold και ratio ορίζονται από τον χρήστη ανάλογα με τα ηχητικά δεδομένα και την εφαρμογή. Όταν το πλάτος του σήματος εισόδου L_{in} δεν ξεπερνά το κατώφλι συμπίεσης L_T , τότε δε λειτουργεί ο compressor (δεν συμπιέζει το σήμα).

Η μαθηματική σχέση η οποία μας δίνει την στάθμη εξόδου L_{out} του Compressor συναρτήσει της στάθμης εισόδου του L_{in} , του κατωφλιού συμπίεσης L_T και του λόγου συμπίεσης R είναι η ακόλουθη:

$$L_{out} = L_T + \frac{L_{in} - L_T}{R}$$

Για μεγάλους λόγους συμπίεσης R , ο όρος $\frac{L_{in} - L_T}{R}$ γίνεται πολύ μικρός και η στάθμη εξόδου L_{out} συμπίπτει με το κατώφλι συμπίεσης L_T .

Πέρα από τις δύο παραμέτρους threshold και ratio, ο χρήστης μπορεί να ρυθμίζει ακόμη δύο παραμέτρους: την αρχή (attack) και το τέλος (release). Η παράμετρος attack καθορίζει το χρονικό διάστημα μεταξύ της στιγμής που η στάθμη του σήματος περάσει το κατώφλι συμπίεσης, μέχρι να ξεκινήσει η συμπίεση του σήματος. Από την άλλη, η παράμετρος release, καθορίζει το χρονικό διάστημα που περνάει μέχρι να επιστρέψει ο compressor στη γραμμική περιοχή λειτουργίας. Μικρές τιμές των attack και release χρησιμοποιούνται για σήματα με απότομες εξάρσεις, συνεπώς και μικρή χρονική διάρκεια.



Εικόνα 4.2.2 Attack και release κατά την υλοποίηση της συμπίεσης.

Οι compressors διαθέτουν και κάποιες αυτο-λειτουργίες. Η μία αυτο-λειτουργία δίνει στον χρήστη την δυνατότητα να επιλέξει αν θα ρυθμίσει ο ίδιος τις τιμές του attack και του release ή αν θα το «κάνει» ο compressor μόνος του. Είναι μία χρήσιμη λειτουργία, η οποία δίνει ένα φυσικό αποτέλεσμα. Μια ακόμη αυτο-λειτουργία του compressor είναι η επιλογή hard knee ή soft knee. Η hard knee λειτουργία είναι η κλασσική λειτουργία του compressor όπου η συμπίεση ξεκινάει μόλις η τιμή της εισόδου ξεπεράσει την τιμή του threshold και ο λόγος συμπίεσης είναι αυτός που ορίζει ο χρήστης. Η soft knee λειτουργία διαφέρει από την κλασσική λειτουργία του compressor. Ο compressor «μπαίνει» σε λειτουργία με κάποια μικρότερη τιμή ratio από αυτήν που δίνει ο χρήστης και πριν φτάσει στο κατώφλι (χαμηλότερη τιμή threshold από την επιλεγμένη).

Κάποιες μονάδες συμπίεσης λειτουργούν βάση του στιγμιαίου πλάτους, ενώ άλλες συσκευές λαμβάνουν υπ' όψη τους για την λειτουργία τους τη μέση τετραγωνική τιμή του σήματος (Root Means Square-RMS).



Εικόνα 4.2.3 Επαγγελματικός stereo αναλογικός compressor Avalon 2044.

Εκτός από τους απλούς compressors υπάρχουν και οι multi-band compression. Πρόκειται για μηχανήματα με τα οποία επεμβαίνει ο χρήστης σε κάποιες συγκεκριμένες συχνοτικές περιοχές, αφήνοντας ανεπηρέαστο το υπόλοιπο συχνοτικό φάσμα. Με την χρήση ενός multi-band compressor μπορεί κανείς να απομονώσει δύο όργανα διαφορετικού συχνοτικού φάσματος, τα οποία είναι ηχογραφημένα στον ίδιο χώρο με την χρήση ενός μόνο μικροφώνου (συνεπώς ένα audio κανάλι). Ο χρήστης επιλέγει την θέση τις κάθε μπάντας στο συχνοτικό φάσμα (π.χ. μπάσες συχνοτήτες για ένα μπάσο και πρίμες συχνοτήτες για ένα βιολί). Έτσι στο συγκεκριμένο παράδειγμα, μπορεί να υπάρχει ένα

φίλτρο χαμηλής διέλευσης και ένα φίλτρο υψηλής διέλευσης. Πέρα από αυτά τα δύο φίλτρα, υπάρχουν για τις μεσαίες συχνότητες (μπάντες) τα ζωνοπερατά φίλτρα. Έπειτα από την κάθε δυναμική επεξεργασία, προστίθενται τα σήματα από κάθε μπάντα και έτσι δημιουργείται το τροποποιημένο σήμα πλήρους συχνοτικού φάσματος.

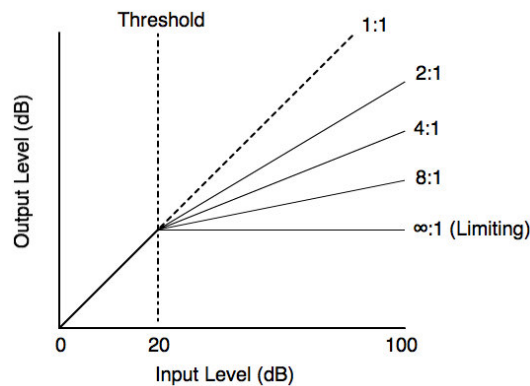


Εικόνα 4.2.4 Three band compressor Drawmer 1973

4.3 Limiters

Το limiter είναι ένα παρόμοιο εργαλείο με τον compressor, καθώς και αυτό μειώνει το δυναμικό εύρος του σήματος. Ο compressor μειώνει σταδιακά τη στάθμη του σήματος πάνω από κάποιο συγκεκριμένο όριο, ενώ το limiter λειτουργεί σε μεγάλους λόγους συμπίεσης ($\infty:1$) και «εμποδίζει» τελείως το σήμα όταν αυτό ξεπεράσει το προκαθορισμένο όριο.

Τα limiters χρησιμοποιούνται για άλλου είδους επεμβάσεις από τους compressors και μπορούν να λειτουργούν μόνα τους αλλά και σε συνεργασία με αυτούς (compressors). Όπως και στους compressors, κι εδώ υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης από τον χρήστη hard και soft limiting.



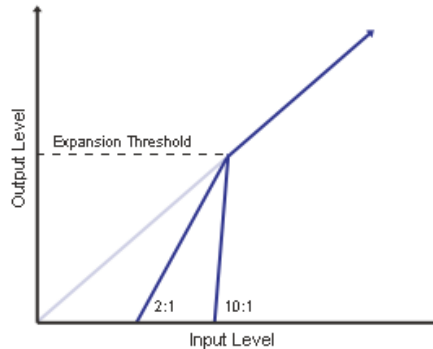
Εικόνα 4.3.1 Σχέσεις εισόδου και εξόδου για διάφορους λόγους συμπίεσης καθώς και για την λειτουργία Limiting ($\infty:1$)

Το limiter χρησιμοποιείται συχνότερα στο στάδιο mastering μιας εγγραφής, ως η τελευταία συσκευή επεξεργασίας σε ολόκληρο το μίγμα. Ο λόγος είναι σταθερός στο $\infty:1$. Αυτό σημαίνει ότι μόλις το σήμα «αγγίζει» το προκαθορισμένο όριο, δεν μπορεί να πάει υψηλότερα.

4.4 Expanders

Οι expanders ,σε αντίθεση με τους compressor, αυξάνουν το δυναμικό εύρος. Υπάρχει και εδώ ένα κατώφλι ενεργοποίησης L_T και ένας λόγος επέκτασης 1:R. Η μαθηματική σχέση η οποία μας δίνει την στάθμη εξόδου δεδομένης της στάθμης εισόδου L_{in} είναι η ακόλουθη:

$$L_{out} = L_T + (L_{in} - L_T) \cdot R$$



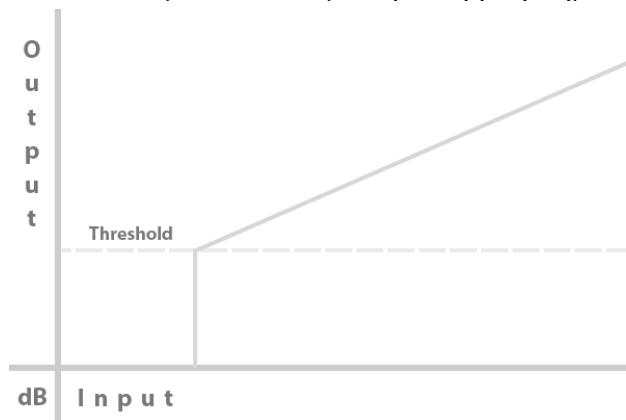
Εικόνα 4.4.1 καμπύλη εισόδου και εξόδου ενός expander

4.5 Noise Gates

Τα noise gates είναι δυναμικοί επεξεργαστές, οι οποίοι υπολογίζουν με κάποιον τρόπο τη στάθμη του σήματος και επιτρέπουν τη διέλευσή του όταν η στάθμη του σήματος ξεπερνάει κάποιο κατώφλι L_T . Όταν η στάθμη του σήματος είναι μικρότερη από την στάθμη του κατωφλιού, τότε «κλείνει» το noise gate. Τα noise gates αποσκοπούν στην τεχνητή απομόνωση των ακουστικών πηγών και χρησιμοποιούνται περισσότερο κατά την ηχογράφηση μιας ντραμς.

Για την ηχογράφηση της ντραμς χρησιμοποιούνται πολλά μικρόφωνα για την ξεχωριστή λήψη του κάθε τυμπάνου και πιανινιού, με αποτέλεσμα την διαρροή σήματος από το ένα κανάλι στο άλλο (π.χ. το σήμα της μπότας να «περνάει» στο μικρόφωνο του ταμπούρου). Με την χρήση του gate noise και τις κατάλληλες ρυθμίσεις από τον χρήστη, μπορεί κανείς να απομονώσει το κάθε κανάλι της ντραμς.

Πέρα από την δυνατότητα ρύθμισης του κατωφλιού L_T , ο χρήστης έχει την δυνατότητα να ρυθμίζει τις παραμέτρους attack και release, οι οποίες έχουν την ίδια επίδραση όπως και στον compressor.



Εικόνα 4.5.1 καμπύλη εισόδου και εξόδου ενός noise gate

4.6 Αντήχηση (Reverb)

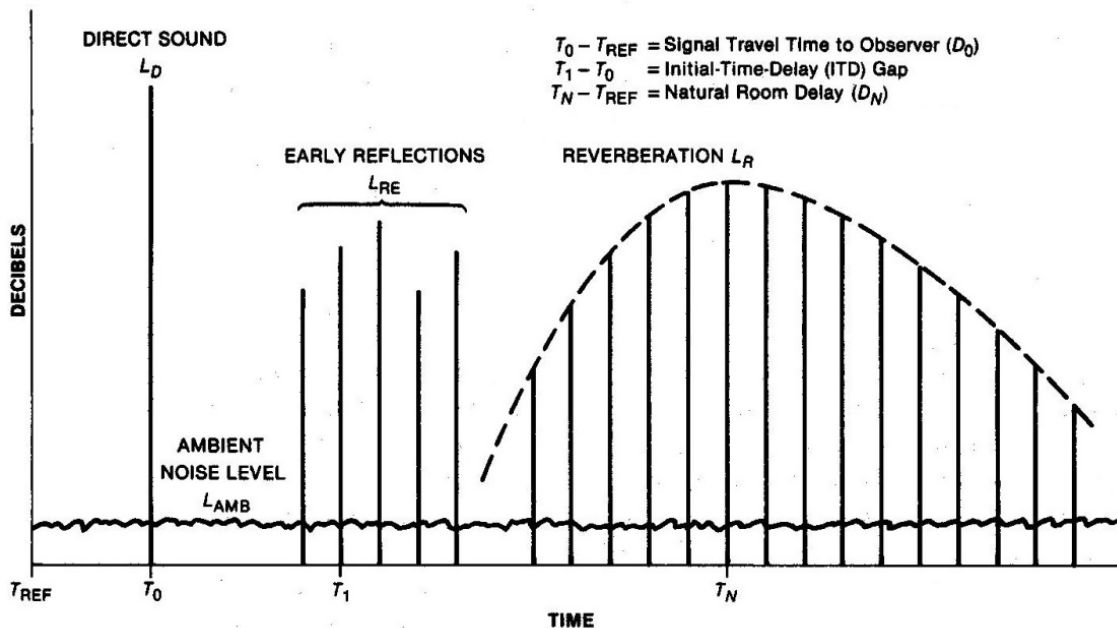
Εισαγωγή

Η αντήχηση είναι ένα φαινόμενο το οποίο δημιουργείται κυρίως σε κλειστούς χώρους. Ο ήχος που θα δημιουργηθεί θα φτάσει αρχικά από τον απευθείας ήχο L_D την χρονική στιγμή T_0 , έπειτα από τις πρώτες ανακλάσεις που είναι του δαπέδου, του ταβανιού, των τοιχωμάτων και στη συνέχεια θα ακολουθήσουν οι περισσότερες ανακλάσεις, οι οποίες είναι από τον ήχο που έχει "ταξιδέψει" περισσότερο στον χώρο.

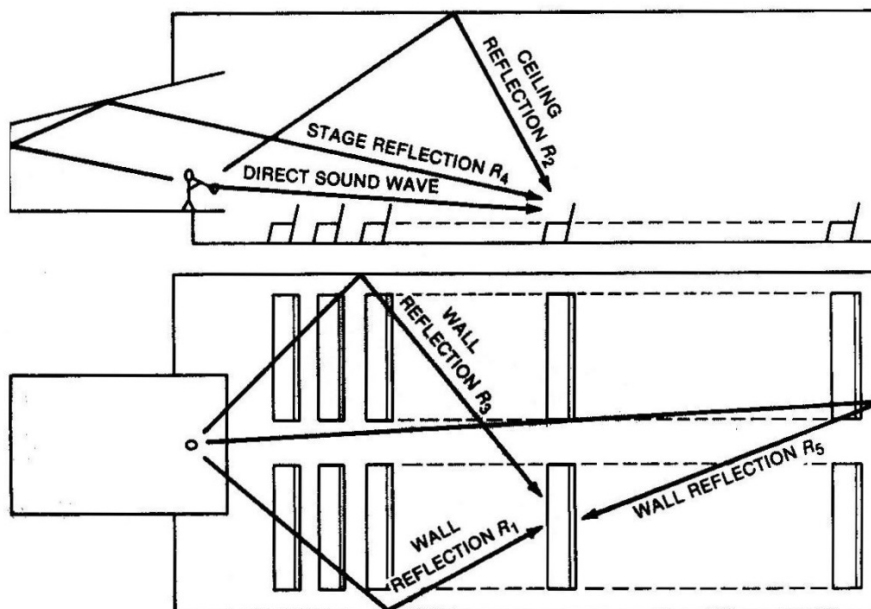
Αποτελείται λοιπόν από δύο βασικά μέρη, από τις πρώτες ανακλάσεις και από το κυρίως αντηχητικό πεδίο, με περιβάλλουσα τέτοια όπως φαίνεται στην εικόνα 4.6.1 (διακεκομμένη γραμμή). Είναι στην ουσία το ηχητικό level που ακούει ο ακροατής συναρτήσει του χρόνου εξαιτίας της εκπομπής της πηγής τη στιγμή T_{REF} , η οποία θεωρείται η αρχή των χρόνων.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω μετά το direct σήμα έρχονται οι πρώτες ανακλάσεις οι οποίες είναι διαδρομές σημάτων όπως φαίνονται στην εικόνα 4.6.2. Δεν γίνονται διακριτές σαν αυτές του Haas αλλά προσθέτουν διάρκεια και level L_{RE} στο direct σήμα. Στη συνέχεια πριν καν τελειώσουν οι πρώτες ανακλάσεις, αρχίζει να φτάνει στον ακροατή αυτός ο όγκος των μετέπειτα πολλαπλών ανακλάσεων, αυτών δηλαδή που δημιουργούν την κυρίως αντήχηση.

Πρέπει να δοθεί προσοχή στο γεγονός ότι χρειάζεται κάποιος χρόνος για να φτάσει αυτή η αντήχηση στο maximum level της L_R , τη χρονική στιγμή T_N , δηλαδή $(T_N - T_{REF})$ χρόνο μετά την εκπομπή της πηγής.



Σχήμα 4.6.1 Σχήμα του απευθείας ήχου σε σχέση με τον ανακλώμενο ήχο ως προς το χρόνο.



Σχήμα 4.6.2 Σχήμα του απευθείας ήχου και των πρώτων ανακλάσεων.

Είναι γεγονός ότι η ύπαρξη των ανακλάσεων και των level τους σε σχέση με την απορρόφηση τους είναι δύο διαδικασίες αντίρροπες στην πορεία του χρόνου και στο τέλος η απορρόφηση «νικάει». Όμως για να υπάρξει απορρόφηση πρέπει να προηγηθεί η ύπαρξη των ανακλάσεων, γι' αυτό παρά το ότι και η απορρόφηση αρχίζει λίγο πολύ μετά, στο πρώτο στάδιο της όλης διαδικασίας οι ανακλάσεις υπερισχύουν, εξ' ου και η σταδιακή αύξηση της ηχητικής στάθμης L_r μέχρι να φτάσει στο maximum του τη χρονική στιγμή T_N (βλ. Σχήμα 4.6.1). Εκείνη την χρονική στιγμή είναι και η στιγμή όπου εξισορροπούνται οι αντίρροπες λειτουργίες και αμέσως μετά αρχίζει να υπερτερεί η απορρόφηση, όπου και υπάρχει η τελική φάση της αντήχησης που είναι το decay time ή reverberation tail.

Η διαφορά χρόνου ($T_N - T_{REF}$) δηλώνει το φυσικό delay του δωματίου. Η καθυστέρηση αυτή χαρακτηρίζεται από την ιδιότητα ότι δεν εξαρτάται από θέσεις πηγής και ακροατή, συνεπώς είναι αντικειμενικό στοιχείο του χώρου. Το φυσικό delay οφείλεται στο μέγεθος του δωματίου. Όσο μεγαλύτερος ο χώρος δωματίου τόσο μεγαλύτερες θα είναι και οι διαδρομές, επομένως θα είναι και μεγαλύτερη η χρονική διάρκεια της οικοδόμησης της αντήχησης, με αποτέλεσμα ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσουμε στη ηχητική στάθμη L_r να είναι μεγαλύτερος.

Την ταχύτητα εξασθένησης της αντήχησης (decay) την καθορίζει το είδος των υλικών και η απορροφητικότητα τους. Συνοψίζοντας τα βασικά θεμελιώδη χαρακτηριστικά (μέγεθος χώρου και υλικά απορρόφησης) ενός κλειστού χώρου που καθορίζουν και το άκουσμά του, εμπεριέχονται στη μορφή της περιβάλλουσας της αντήχησης, στο Room Delay και στην τιμή του χρόνου αντήχησης RT_{60} . Η μονάδα RT_{60} ορίζει τον χρόνο που θα χρειαστεί να εξασθενίσει η αντήχηση κατά 60 dB.

4.6.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα με την χρήση του Reverb

Πλεονεκτήματα :

- **Προσομοίωση φυσικών ή δημιουργία εικονικών χώρων**

Με το να χρησιμοποιήσει κανείς ένα Reverb, επιτυγχάνει να τοποθετήσει τα όργανα μιας μίξης σε έναν φυσικό χώρο ή ακόμα και σε έναν εικονικό χώρο. Και στις δύο περιπτώσεις η χρήση του Reverb θα βοηθήσει την μίξη να αποκτήσει τον χαρακτήρα της.

Ανάλογα με το είδος μουσικής επιλέγεται και το είδος του χώρου καθώς και η αισθητική που θα δοθεί στη μίξη. Για παράδειγμα σε μια ηχογράφιση Jazz μουσικής θα ήταν ιδανική η προσομοίωση της φυσικότητας του χώρου, αντιθέτως στην ηλεκτρονική μουσική η φυσικότητα του χώρου δεν βοηθάει ιδιαίτερα, σε σχέση με έναν ή και παραπάνω φανταστικούς χώρους οι οποίοι θα έδεναν καλύτερα στη μίξη.

- **Βελτίωση του διαχωρισμού των οργάνων**

Παρόλο που τα όργανα σε μία μίξη θα μπορούσαν να οδηγούνται στο ίδιο Reverb, δρομολογούνται σε διαφορετικό είδος βάθους για κάθε ομάδα οργάνων βελτιώνοντας τη διαχώριση τους στο χώρο, χωρίς να σημαίνει ότι η αφύσικη αίσθηση του χώρου θα δημιουργήσει πρόβλημα στη μίξη.

- **«Αγκάλιασμα» των οργάνων στη μίξη**

Σε μία ηχογράφιση όπου χρησιμοποιούνται κοντινές τοποθετήσεις μικροφώνων (close miking), υπάρχει η έλλειψη του χώρου και αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο συνδυασμός των οργάνων στη μίξη να μην δένει σωστά και αυτό γιατί απουσιάζει το στοιχείο της ένωσης των οργάνων στον ίδιο χώρο. Σε αυτήν την περίπτωση η πρόσθεση ενός διακριτικού χώρου θα έλυne το πρόβλημα δημιουργώντας "ομογενοποίηση" του υλικού.

- **Προσθήκη ζωντανίας σε ήχους**

Προσθέτοντας Reverb σε μία μίξη, την μετατρέπει από στεγνή μπορεί και αφύσικη σε μία ζωντανή και εντυπωσιακή μίξη, αρκεί η ποσότητα να είναι τέτοια ώστε να μην ξεπερνάει το «ιδανικό». Ακόμα το Reverb μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μονοφωνικούς ήχους, οι οποίοι είναι πιο "αδύναμοι" μέσα στη μίξη σε σχέση με τους στερεοφωνικούς ήχους και είναι δύσκολο να τους ξεχωρίσει κανείς. Με την πρόσθεση του χώρου όμως ανέρχονται μέσα στη μίξη και έρχονται σε μία ισορροπία με τους υπόλοιπους ήχους.

- **Βάθος του χώρου**

Σε μία μίξη το Reverb δίνει την αίσθηση του χώρου και του βάθους, δύο παράγοντες για μία ενδιαφέρον μίξη με χαρακτήρα, βοηθώντας την τοποθέτηση των οργάνων φυσικά στον χώρο διαχωρίζοντας τα έτσι καλύτερα. Θα πρέπει να σημειωθεί πως η χρήση του Reverb αυξάνει την αντιληπτή απόσταση πηγής και ακροατή, γεγονός που δεν είναι επιθυμητό πάντα.

- **Κάλυψη χρονικών κενών**

Για να καλύψουμε τα χρονικά κενά που μπορεί να υπάρχουν σε μία μίξη κυρίως σε αργά κομμάτια, χρησιμοποιούμε το Reverb έτσι ώστε να "μεγαλώσει" τους ήχους στον χρόνο και να καλύψουν τα κενά.

- **Κάλυψη της στερεοφωνικής εικόνας**

Για την καλύτερη στερεοφωνική εικόνα χρησιμοποιείται το Reverb το οποίο γεμίζει και εμπλουτίζει την στερεοφωνία μίας μίξης. Για παράδειγμα αν γίνει ηχογράφηση μιας φωνής και μιας κιθάρας θα είναι αρκετά δύσκολο να γεμίσει το στερεοφωνικό πεδίο μόνο με τις δύο αυτές πηγές. Έτσι με την χρήση του Reverb προστίθεται ένα ηχητικό background το οποίο συμπληρώνει αυτήν την μικρή ενορχήστρωση.

- **Απαλοιφή του φαινομένου Masking Effect**

Με τη χρήση του Reverb δημιουργείται ένας χώρος τέτοιος στον οποίο τοποθετούνται όλα τα όργανα, με την δυνατότητα τοποθέτησης είτε μπροστά είτε πίσω και όχι μόνο αριστερά και δεξιά μέσω του panning. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την επίλυση του φαινομένου της μάσκας. Για παράδειγμα όταν ένα όργανο καλύπτει ένα άλλο όργανο, τότε με την προσθήκη βήθους στο "κρυμμένο" όργανο θα το βοηθήσει να αναδειχθεί και να ξεχωρίσει στη μίξη, αφού θα αποκτήσει μεγαλύτερη διάρκεια.

- **Δημιουργική χρήση**

Η λειτουργία ενός Reverb δεν εφαρμόζεται μόνο για τεχνικούς λόγους. Συχνά, χρησιμοποιούνται διάφορα προγράμματα reverb και χρησιμοποιούνται για την αλλαγή του ηχοχρώματος ενός ήχου, έτσι ώστε να αποκτήσει ενδιαφέρον στη μίξη.

Μειονεκτήματα :

- **Μασκάρισμα:** Εάν η χρήση του επιπρόσθετου χώρου είναι μεγάλος και πυκνός σε ανακλάσεις για τα δεδομένα της μίξης το πιο πιθανό είναι να εμφανίσει περισσότερα προβλήματα μασκαρίσματος από αυτά που θα μπορούσε να λύσει.
- **Θολούρα:** Η υπερβολική χρήση του reverb έχει ως αποτέλεσμα να μπουκώσει, να θολώσει, να μουτζουρώσει μία μίξη. Για την αποφυγή αυτού, το reverb δεν θα πρέπει να υπερτερεί σε ηχητική ένταση από όλα τα άλλα όργανα.
- **Αλλοίωση ηχοχρώματος:** Το ηχώχρωμα ενός οργάνου μπορεί να αλλοιωθεί με την υπερβολική χρήση του reverb.
- **Χρονισμός:** Η χρήση του reverb μπορεί να αλλοιώσει την χρονική αίσθηση ενός κομματιού, κυρίως όταν περιέχει κυρίως κρουστά όργανα.
- **Καθορισμός:** Η κακή λειτουργία του reverb μπορεί να φέρει τον απροσδιόριστο θέση ενός ήχου στη στερεοφωνική εικόνα, χάνοντας έτσι την παρουσία και την ευκρίνεια του.

4.6.2 Τύποι Reverb

- **Ζεύγος μικροφώνων σε στέρεο διάταξη**

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος για την λήψη της απόλυτης φυσικής αντήχησης του ήχου μιας πηγής σε έναν χώρο, πραγματοποιείται τοποθετώντας ένα ζεύγος μικροφώνων με μία στέρεο τεχνική στο χώρο αυτό, απομακρυσμένο όμως από την πηγή ήχου έτσι ώστε όταν γίνει η ηχογράφηση να ληφθεί όσο το δυνατόν περισσότερο το βάθος του χώρου.

Τα παλαιότερα χρόνια αυτός ο τρόπος ήταν και ο μοναδικός που είχαν οι τεχνικοί στη διάθεση τους, γι' αυτό και η ακουστική των δωματίων ηχογράφησης του κάθε στούντιο έπαιζε σημαντικό ρόλο και βασικό κριτήριο για την επιλογή του.

Την φυσικότητα, την πληρότητα και την πιστότητα που θα δώσουν αυτά τα μικρόφωνα, δεν θα μπορέσει να την δώσει κανένας εξομοιωτής αντήχησης και μάλιστα σε ζωντανό χρόνο. Από θέμα πρακτικότητας όμως, στο σήμα που ηχογράφησαν αυτά τα μικρόφωνα, λίγα είναι τα πράγματα στο οποία μπορεί να παρέμβει κανείς σε επόμενο χρόνο, αρά η χρήση τους είναι περιοριστική κατά κάποια έννοια.



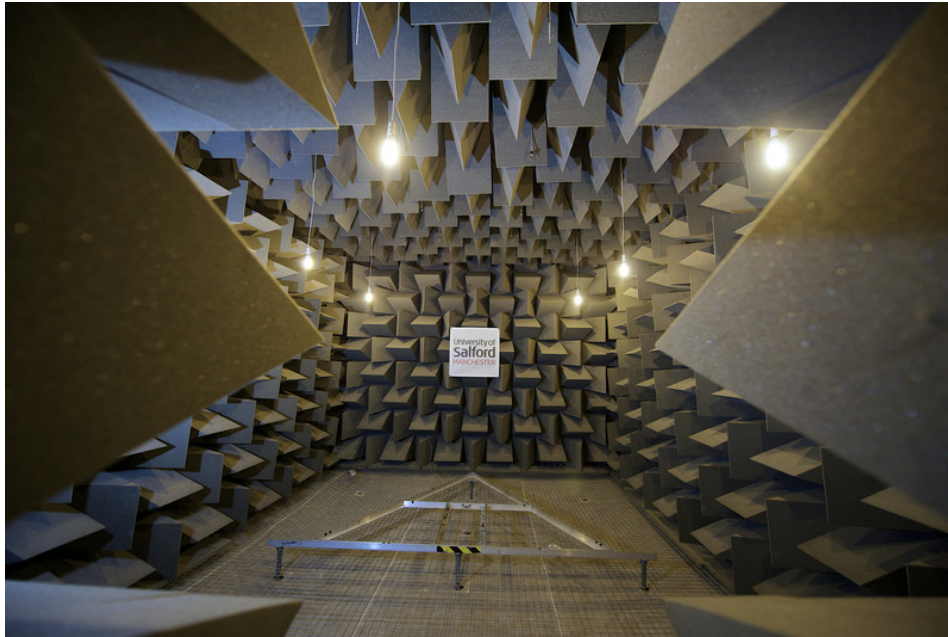
Εικόνα 4.6.2.1 Διάταξη στέρεο μικροφώνων για την λήψη φυσικής αντήχησης.

- **Δωμάτια αντήχησης (Reverb Chambers)**

Τα δωμάτια αντήχησης είναι κλειστοί χώροι στους οποίους, μικρόφωνα ηχογραφούν το βάθος χώρου του ήχου, που παράγουν ηχεία που βρίσκονται μέσα σε αυτά τα δωμάτια. Αυτά τα δωμάτια μπορούν να είναι οποιουδήποτε μεγέθους ακόμα και μεταβαλλόμενα με σκοπό να μεταβάλλονται διάφοροι παράμετροι, έτσι ώστε να βγαίνει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Για να υλοποιηθεί η διαδικασία αυτή, στέλνουμε το "στεγνό" σήμα από ένα send ή από auxiliary της κονσόλας σε ένα ηχείο το οποίο βρίσκεται σε κάποιο σημείο του δωματίου αντήχησης. Σε μία απόσταση x τοποθέτησης ζεύγους μικροφώνων και ηχείου καταγράφονται οι αντηχήσεις του ήχου του ηχείου που παράγονται μέσα στο χώρο και στη συνέχεια επιστρέφει το σήμα στην κονσόλα σε ένα στέρεο κανάλι για μίξη με το dry σήμα.

Αυτή η τεχνική μπορεί να επιφέρει εξαιρετικά αποτελέσματα, αφού ο τεχνικός έχει την δυνατότητα να επέμβει σε διάφορες παραμέτρους όπως είναι η ποσότητα του ήχου που θα στείλει στο ηχείο, η μετατόπιση θέσης του ηχείου ή του μικροφώνου στο χώρο και η αλλαγή των ανακλαστικών ιδιοτήτων των επιφανειών του χώρου, μεγαλώνοντας ή μικραίνοντας τις διαστάσεις. Η τεχνική αυτή μας δίνει ευελιξία σε αντίθεση με την προηγούμενη τεχνική.



Εικόνα 4.6.2.2 Δωμάτιο αντίχησης (Reverb Chamber)

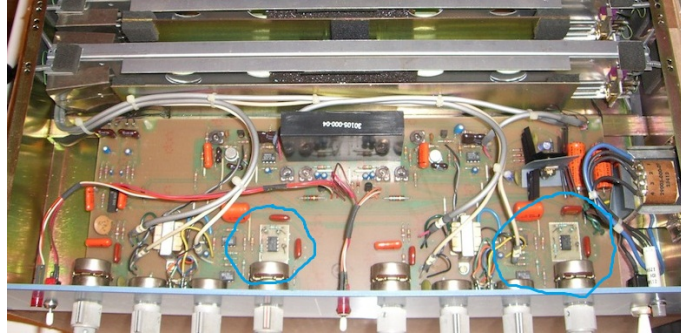
- **Reverb ελατηρίου (Spring Reverb)**

Το Spring Reverb είναι μία ηλεκτρομηχανική συσκευή που χρησιμοποιεί μετατροπείς και μεταλλικά ελατήρια για να μπορέσει να εξομοιώσει ανακλάσεις. Η λειτουργία της συσκευής είναι απλή αν σκεφτεί κανείς πως το Reverb δεν είναι τίποτα άλλο παρά μία συλλογή από καθυστερημένους ήχους. Μέσα στην συσκευή ένας μετατροπέας πάλλεται βάση ενός σήματος εισόδου που δέχεται. Πάνω στον μετατροπέα εφάπτεται ένα μεταλλικό ελατήριο στο οποίο μεταφέρονται οι ταλαντώσεις. Όταν αυτές οι ταλαντώσεις φτάσουν στην άκρη του ελατηρίου όπου και βρίσκεται ο μετατροπέας εξόδου, ένα ποσοστό μετατρέπεται σε σήμα εξόδου και το υπόλοιπο επιστρέφει πίσω στο ελατήριο και συνεχίζει την ταλάντωση του μεταξύ των δύο άκρων, τροφοδοτώντας κάθε φορά την έξοδο με ποσοστό σήματος.

Η τεχνική αυτή δεν αποσκοπεί στην εξομοίωση της φυσικότητας του χώρου, αλλά στον εμπλουτισμό και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ηχοχρώματος. Ακόμα και σήμερα η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται σε ενισχυτές κιθάρας αλλά και σε ψηφιακούς επεξεργαστές, όμως δεν επιτυγχάνεται η εξομοίωση του ήχου της. Η λειτουργία του δεν απευθύνεται σε ήχους με μικρή ατάκα για αυτό και δεν προτιμάται η χρήση του σε κρουστά, όμως δίνει ωραίο αποτέλεσμα σε κιθάρες και σε φωνές.



Εικόνα 4.6.2.3 Spring Reverb



Εικόνα 4.6.2.4 Συσκευή Spring Reverb (Orban 111B)

- **Reverb Επιφάνειας (Plate Reverb)**

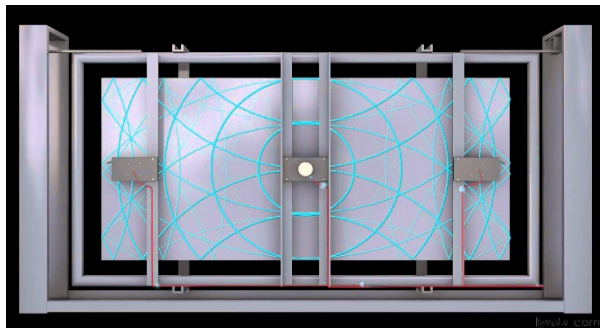
Στην τεχνική αυτή οι ταλαντώσεις μεταφέρονται σε μία μεταλλική πλάκα η οποία είναι αναρτημένη σε ένα ξύλινο κουτί. Για να πραγματοποιηθούν οι ταλαντώσεις αυτές υπάρχει ένας μετατροπέας εισόδου ο οποίος δονεί την πλάκα, ενώ οι μετατροπείς εξόδου συγκεντρώνουν τις δονήσεις της. Στην περίπτωση του Plate Reverb οι ταλαντώσεις γίνονται σε δύο διαστάσεις, σε αντίθεση με το Spring Reverb στο οποίο οι ταλαντώσεις γίνονται σε μία διάσταση.

Το πρώτο Reverb επιφάνειας φτιάχτηκε το 1957 από την γερμανική εταιρία EMT και ονομάστηκε EMT 140. Είχε μήκος 2.4 μέτρα και πλάτος 1.3 μέτρα και ζύγιζε περίπου 250 κιλά βλ.(Εικ.4.6.2.5). Συγκριτικά με το Spring reverb το ηχητικό αποτέλεσμα που παράγει το Reverb επιφάνειας είναι καλύτερο μιας που υπάρχει και η δυνατότητα ελέγχου του χρόνου πτώσης (decay time) του παραγόμενου βάθους, με έναν μηχανισμό απόσβεσης. Η τεχνική Plate reverb ούτε αυτή πλησιάζει το φυσικό βάθος του χώρου, όμως αυτό το "μεταλλικό" αποτέλεσμα του ταιριάζει αρκετά "ακουστικά" στη φωνή, στα τύμπανα και κυρίως στο ταμπούρο.



Εικόνα 4.6.2.5 Μεταλλική πλάκα EMT 140

Σε αυτή την εικόνα φαίνονται οι δονήσεις που δημιουργούνται από το σήμα εισόδου και φαίνονται να είναι πυκνές και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δίνει πλούσιο χαρακτήρα στην τεχνική Plate Reverb.



Εικόνα 4.6.2.6 Δονήσεις Μεταλλικής πλάκας.

- **Ψηφιακοί εξομοιωτές (Digital Emulators)**

Η εφεύρεση του πρώτου ψηφιακού εξομοιωτή βάρους έγινε από τον ερευνητή Manfred Schroeder, ο οποίος το 1961 παρουσίασε την πρώτη συσκευή. Ήταν όμως η εξέλιξη των μικροεπεξεργαστών και η συνεργασία της EMT με την αμερικανική εταιρεία Dynatron που έκανε δυνατή την παραγωγή του πρώτου εμπορικού ψηφιακού εξομοιωτή βάρους τον EMT 250, το 1976.

Τα ψηφιακά reverb δουλεύουν με πολλούς τύπους και τρόπους, αλλά όλα βασίζονται σε μαθηματικές εξισώσεις που υπολογίζονται από έναν επεξεργαστή. Τα ψηφιακά reverb λοιπόν, ονομάζονται και αλγοριθμικά reverb. Ακόμα και τα καλύτερα ψηφιακά reverb μέχρι σήμερα δεν μπορούν να αποδώσουν πλήρως τον φυσικό ήχο αντήχησης και αυτό διότι είναι τόσες πολλές οι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν για να παραχθεί το φυσικό αποτέλεσμα και οι επεξεργαστές αδυνατούν να ανταπεξέλθουν στις τόσες παραμέτρους. Μια συσκευή όσο πιο δυνατό επεξεργαστή έχει, τόσο πιο πολλούς υπολογισμούς μπορεί να κάνει και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να τείνει στο φυσικό του πράγματος.

Το πλεονέκτημα των ψηφιακών Reverb είναι ότι δεν έχουν μηχανικούς περιορισμούς, αφού παρέχουν πολλά εργαλεία ελέγχου που αφορούν τον ήχο του βάρους και για αυτόν το λόγο έχουν μεγάλη χρησιμότητα. Το γεγονός αυτό κάνει τους ψηφιακούς εξομοιωτές να είναι ευέλικτοι και εύρηστοι και δεν είναι τυχαίο που σήμερα τους συναντάμε συνεχώς σε κάθε μίξη.



Εικόνα 4.6.2.7 Αριστερά η συσκευή ψηφιακού εξομοιωτή Lexicon 480L και δεξιά η συσκευή Lexicon 960L.



Εικόνα 4.6.2.8 Πρόγραμμα ψηφιακού εξομοιωτή μεταλλικής πλάκας σε η/υ (Plate reverb plug-in).

4.6.3 Προγράμματα Reverb και τα ρυθμιστικά τους

Σε κάθε ψηφιακό επεξεργαστή βάθους, συναντάμε πολλά προετοιμασμένα προγράμματα αντήχησης (presets). Αυτά διακρίνονται σε κατηγορίες κάποιες από αυτές είναι οι εξής:

- Halls :** Μικροί – μεσαίοι - μεγάλοι χώροι, ζωντανοί χώροι με φυσική ακουστική.
- Rooms :** Δωμάτια διαφόρων διαστάσεων, για ρεαλιστική χρήση.
- Spring :** Χρησιμοποιείται για χρωματισμό των ήχων και προστίθεται κυρίως ως εφέ.
- Chambers :** Προσομοίωση δωματίων αντήχησης , για ρεαλιστική χρήση.
- Plates :** Χρησιμοποιείται επίσης για χρωματισμό των ήχων κυρίως ως εφέ.
- Ambience :** Χρήση για φυσική τοποθέτηση ενός ήχου σε ένα εικονικό περιβάλλον και όχι τόσο για αντήχηση. Για παράδειγμα χρησιμοποιείται σε ένα εξωτερικό περιβάλλον.
- Church :** Εντυπωσιακά με μεγάλα βάθη χώρου, αλλά για περιορισμένη χρήση.
- Reversed :** Αντεστραμμένο το βάθος χώρου, δηλαδή αντί να εξασθενεί ο ήχος δυναμώνει. Λειτουργεί ως εφέ.

Τα κοινά ρυθμιστικά που βρίσκουμε στις περισσότερες συσκευές Reverb είναι τα εξής:

- **Direct Sound (Απευθείας Ήχος)**

Όταν λέμε απευθείας ήχος εννοούμε τον ήχο ο οποίος δεν είναι ανακλώμενος ήχος, αλλά ο ήχος που θα ταξιδέψει και θα φτάσει πρώτος από την πηγή στον ακροατή, δηλαδή απευθείας. Το σήμα αυτό είναι πολύ σημαντικό γιατί εμπλέκεται σε ψυχο-ακουστικά θέματα. Ονομάζεται επίσης και dry σήμα δηλαδή στεγνό σήμα και είναι αυτό που θα τροφοδοτήσει τον επεξεργαστή χώρου. Το ρυθμιστικό Dry είναι αυτό που θα καθορίσει εάν θα μιζάρεται το στεγνό σήμα μαζί με το βάθος στην έξοδο του επεξεργαστή. Τέλος συχνά εμφανίζεται ένας ρυθμιστής ο οποίος δείχνει την αναλογία του dry με το wet σήμα και συμβολίζεται επί τις εκατό (%).

- **Pre-Delay**

Το ρυθμιστικό Pre-Delay ορίζει την χρονική διαφορά άφιξης του απευθείας ήχου από τον ήχο της πρώτης ανάκλασης. Με άλλα λόγια αυτή η ρύθμιση αφορά το χρονικό κενό μεταξύ του dry σήματος και του wet σήματος. Ο χρόνος αυτός παίζει σημαντικό ρόλο διότι καθορίζει το μέγεθος του χώρου καθώς και την απόσταση πηγή και ακροατή. Για να βγει φυσικό αποτέλεσμα η διάρκεια της καθυστέρησης πρέπει να είναι μικρότερη των 50 milliseconds, ειδικά χρησιμοποιείται για να κρατηθεί ένα όργανο στη μίξη.

- **Early Reflections – ER (Πρώιμες ανακλάσεις)**

Λέγοντας πρώιμες ανακλάσεις εννοούμε τις ανακλάσεις οι οποίες φτάνουν αμέσως μετά τον απευθείας ήχο, οι οποίες έχουν ανακλαστεί σε μία ή δύο επιφάνειες και με χρονικό κενό μεταξύ τους. Η πληροφορία που μεταφέρεται ως προς τα χωρικά χαρακτηριστικά, αλλά και τη θέση του ακροατή σε σχέση με την πηγή, είναι αναντικατάστατες.

Η ένταση των ανακλάσεων αυτών σχετίζεται αντιστρόφως ανάλογα με το μέγεθος του χώρου, αλλά και με τα υλικά των επιφανειών. Επίσης, δηλώνουν τη θέση του ακροατή σε σχέση με την πηγή, για παράδειγμα, όσο πιο μακριά είναι ο ακροατής από την πηγή τόσο πιο κοντά θα είναι σε ένταση ο απευθείας ήχος με τον ανακλώμενο.

Στους επεξεργαστές Reverb υπάρχει ρυθμιστικό το οποίο ρυθμίζει το πόσο μιξάρονται οι πρώιμες ανακλάσεις στο τελικό σήμα του επεξεργαστή. Υπάρχουν περιπτώσεις που μπορεί να μη τις θέλουμε καθόλου, ή να θέλουμε μόνο αυτές, για παράδειγμα όπως συμβαίνει στις ηλεκτρικές κιθάρες με distortion.

- **Reverberation – Αντήχηση**

Η αντήχηση ακολουθεί τις πρώιμες ανακλάσεις και είναι τόσες πολλές ανακλάσεις που μπορεί να θεωρηθεί ένας ενιαίος ήχος. Η αντήχηση αποτελείται από ανακλάσεις που έχουν μεταπηδήσει από επιφάνεια σε επιφάνεια πολλές φορές. Λόγο της απορρόφησης των ανακλάσεων από τις επιφάνειες, έχει ως αποτέλεσμα η αντήχηση να έχει πτωτική στάθμη έντασης βλ. (Εικόνα 4.3.1).

- **Decay Time – Χρόνος απόσβεσης**

Τον χρόνο που χρειάζεται για να εξασθενήσει η αντήχηση πλήρως τον ορίζει μία μέτρηση που ονομάζεται RT60, η οποία μετράει τον χρόνο που χρειάζεται ένας ήχος για να εξασθενήσει σε ένα χώρο κατά 60 dB. Με βάση αυτήν την μέτρηση λειτουργούν και οι επεξεργαστές Reverb για να μετρήσουν τον χρόνο που κρατάει ένα πρόγραμμα αντήχησης.

Οι πληροφορίες που μας δίνονται από τον χρόνο απόσβεσης είναι, το μέγεθος του δωματίου αλλά και το πόσο ανακλαστικά είναι τα υλικά των επιφανειών του.

- **Room Size – Μέγεθος δωματίου**

Το ρυθμιστικό αυτό καθορίζει τις διαστάσεις του εικονικού χώρου και συνδέεται με το χρόνο απόσβεσης και τον σχεδιασμό των πρώιμων ανακλάσεων. Όσο πιο μικρό είναι το εικονικό δωμάτιο τόσο λιγότερο «χρωματίζει».

- **Density – Πυκνότητα**

Η ρύθμιση αυτή μπορεί να υπάρχει σε έναν επεξεργαστή αντήχησης για τις πρώιμες ανακλάσεις μόνο, για την αντήχηση μόνο, ή και για τα δύο μαζί. Η παράμετρος αυτή ορίζει το πόσες διακριτές ανακλάσεις αποτελούν τα ER. Πυκνές πρώιμες ανακλάσεις δηλώνουν μικρό δωμάτιο και το αντίστροφο.

Κεφάλαιο 5^ο : Διαδικασία της ηχογράφησης

Εισαγωγή

Η διαδικασία ξεκινάει με την παρακολούθηση της πρόβας της συμφωνικής ορχήστρας. Σκοπός της ακρόασης μας είναι να έρθουμε σε μια πρώτη επαφή με το έργο και να φτάσουμε στον στόχο μας, ο οποίος είναι να προσομοιάσουμε το φυσικό άκουσμα της ορχήστρας με αυτό της τελικής μας μίξης. Επομένως, θέλουμε να ηχογραφήσουμε το έργο και να το αναπαράξουμε, έτσι ώστε ο ακροατής να το αντιλαμβάνεται σαν να βρίσκεται στην θέση του μαέστρου. Συνεπώς, ο ακροατής θα ακούει τα όργανα όπως ήταν τοποθετημένα κατά την ηχογράφηση, τόσο όσον αφορά την στερεοφωνική εικόνα, όσο και το βάθος της σκηνης της ορχήστρας (π.χ. τα τυμπάνια θα έχουν μια καθυστέρηση ή περισσότερο βάθος σε σχέση με τα βιολιά που είναι πιο κοντά στον μαέστρο, ώστε να γίνει ακριβής αναπαράσταση του βάθους της σκηνης).

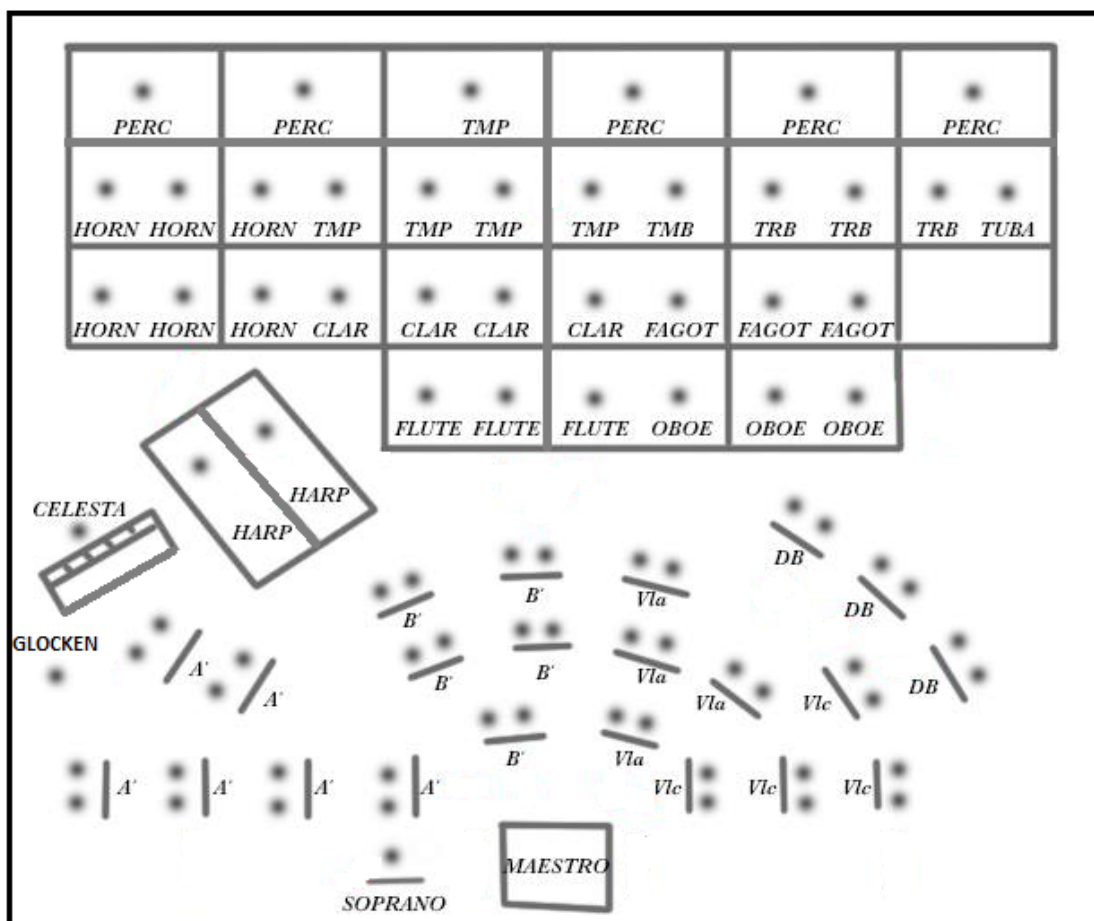
5.1 Ορχήστρα και από τι αποτελείται

Η Συμφωνική Ορχήστρα αποτελείται από τρεις ομάδες μουσικών οργάνων: τα έγχορδα, τα πνευστά (ξύλινα και χάλκινα) και τα κρουστά (βλ. πίνακα 5.1). Συγκεκριμένα, η κατηγορία των εγχόρδων αποτελείται από τα πρώτα και τα δεύτερα βιολιά, τις βιόλες, τα τσέλα, τα κοντραμπάσα και τις άρπες. Η κατηγορία των ξύλινων πνευστών περιλαμβάνει τα φλάουτα, τα όμποε, τα κλαρινέτα και τα φαγκότα. Η κατηγορία των χάλκινων πνευστών αποτελείται από τις τρομπέτες, τα τρομπόνια, τους κόρνους και την τούμπα. Τέλος, η κατηγορία των κρουστών οργάνων περιλαμβάνει την τσελέστα, το Glockenspiel, τα τυμπάνια, τις καμπάνες, την grand κάσα, το ταμπούρο, το ντέφι, το τρίγωνο, τα πιατίνια και το κονγκ.

		Όργανα	Συνολικός αριθμός οργάνων
Έγχορδα		Βιολιά (πρώτα)	12
		Βιολιά (δεύτερα)	10
		Βιόλες	8
		Τσέλα	10
		Κόντρα-μπάσα	6
		Άρπες	2
	Πνευστά	Ξύλινα	Φλάουτα
Όμποε			3
Κλαρινέτα			4
Φαγκότα			3
Τρομπέτες			4
Χάλκινα		Τρομπόνια	4
		Τούμπα	1
		Κόρνοι	6

Κρουστά	Τυμπάνια	4
	Grand κάσα	1
	Πιατίνια (Cymbals)	1
	Ταμπούρο	1
	Καμπάνες (Bells)	1
	Κόνγκ (Gongs)	1
	Glockenspiel	1
	Ντέφι	1
	Τρίγωνο (Triangle)	1
	Τσελέστα	1

Πίνακας 5.1 Ορχήστρα και από τι αποτελείται



Σχήμα 5.1 κάτοψη της ορχήστρας

Στην κάτοψη της ορχήστρας (βλ. σχήμα 5.1) φαίνονται με ακρίβεια η θέση του κάθε μουσικού οργάνου, η θέση της σοπράνο, καθώς και η θέση του μαέστρου. Ο μαέστρος βρίσκεται στο κέντρο της ορχήστρας και μπροστά από αυτήν. Αριστερά του μαέστρου βρίσκονται τα πρώτα βιολιά τα οποία συμβολίζονται με το Α' και είναι δώδεκα (12). Δεξιά από τα πρώτα βιολιά βρίσκονται τα δεύτερα βιολιά, τα οποία είναι δέκα (10) και συμβολίζονται με το Β'. Δεξιά από τα δεύτερα βιολιά βρίσκονται οι βιόλες, οι οποίες

είναι οκτώ (8) και συμβολίζονται με VIa. Τέρμα δεξιά υπάρχουν τα βιολοντσέλα, τα οποία είναι οκτώ (8) και συμβολίζονται με VIc. Πίσω από τα τσέλα και τις βιόλες είναι τα κόντρα μπάσα, τα οποία είναι έξι (6) και συμβολίζονται με το DB. Πίσω από τα βιολιά βρίσκονται οι δύο άρπες σε ένα πατάρι. Αριστερά από τις άρπες είναι η τσελέστα και πιο αριστερά το glockenspiel.

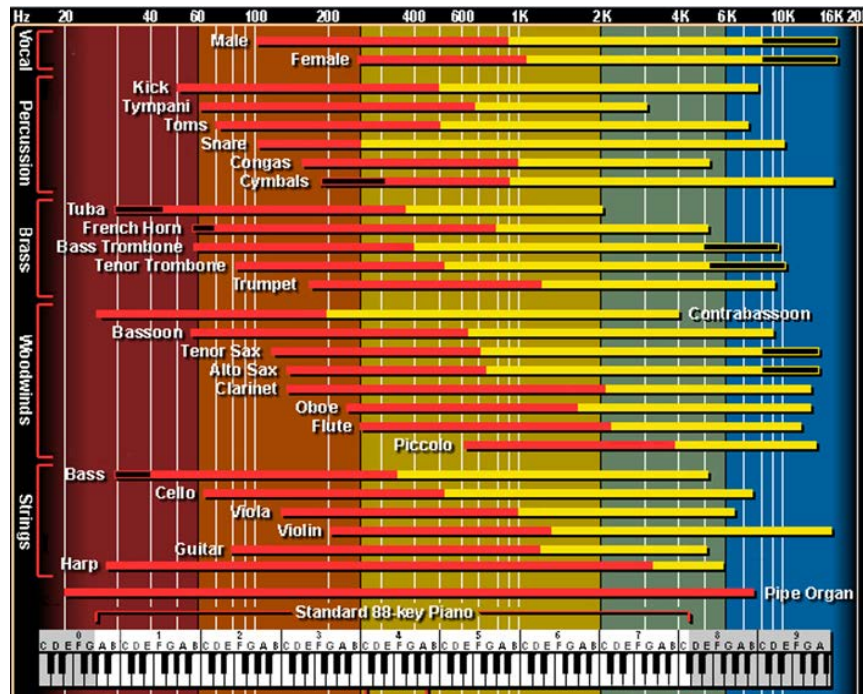
Πίσω από τα έγχορδα υπάρχουν τα πνευστά, τα οποία είναι τοποθετημένα πάνω σε πατάρια. Όπως βλέπει ο μαέστρος την ορχήστρα από αριστερά προς τα δεξιά, στην πρώτη σειρά παρατηρεί κανείς τρία φλάουτα και τρία όμποε. Στην δεύτερη σειρά βρίσκονται τρία κόρνα, τέσσερα κλαρινέτα και τρία φαγκότα. Τέλος, στην τρίτη σειρά είναι τρία κόρνα, τέσσερις τρομπέτες, τέσσερα τρομπόνια και η μία τούμπα.

Πίσω από τα πνευστά όργανα και στο τελευταίο και υψηλότερο πατάρι είναι τοποθετημένα τα κρουστά. Αναλυτικότερα, τέρμα αριστερά είναι το κόνγκ, ακολουθούν δεξιά τα τέσσερα τυμπάνια, έπειτα οι καμπάνες, τα πιατίνια, το τρίγωνο, το ντέφι και το ταμπούρο. Τέλος, τέρμα δεξιά βρίσκεται η grand κάσα.

5.2 Συχνотικά φάσματα των οργάνων της ορχήστρας

Εισαγωγή

Το ανθρώπινο ακουστικό φάσμα θεωρητικά είναι από 20 Hz μέχρι 20 KHz, όσο και το συχνотικό εύρος ενός πιάνου που αποτελείται από 88 πλήκτρα, συνεπώς 11 οκτάβες. Το φάσμα του κάθε μουσικού οργάνου (βλ. Εικόνα 5.1) βρίσκεται μέσα σε αυτό το συχνотικό εύρος. Φυσικά, το κάθε μουσικό όργανο αποτελείται από το δικό του συχνотικό εύρος βάση των κατασκευαστικών του χαρακτηριστικών.



Εικόνα 5.1 συχνотικό εύρος του κάθε οργάνου

5.2.1 Συχνοτικά φάσματα εγχόρδων οργάνων με δοξάρι και τρόποι παραγωγής ήχου από αυτά

Στην κατηγορία των εγχόρδων οργάνων το κόντρα μπάσο έχει συχνοτικό εύρος από περίπου 30 Hz μέχρι 5 KHz, το τσέλο από σχεδόν 70 Hz μέχρι 7,5 KHz, η βιόλα από περίπου 130 Hz έως 6,5 KHz και το βιολί από 200 Hz μέχρι 16 KHz.

Συνεπώς, στην οικογένεια των εγχόρδων με δοξάρι, όσο αυξάνεται ο όγκος του οργάνου, τόσο το όργανο αποκτά χαμηλότερες συχνότητες. Σίγουρα το συχνοτικό εύρος εξαρτάται και από άλλους παράγοντες όπως είναι το πάχος των χορδών και το κατασκευαστικό υλικό των οργάνων.

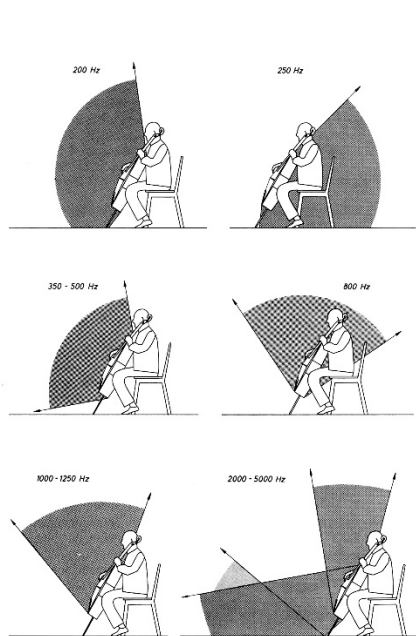
Όλα τα έγχορδα της οικογένειας αυτής (έγχορδα με δοξάρι) έχουν τέσσερις μονές χορδές. Το κούρδισμα είναι διαφορετικό σε κάθε όργανο και οι χορδές ακολουθούνται από τις διαστάσεις των οργάνων. Το κούρδισμα του βιολιού είναι $G_3 D_4 A_4 E_5$ (όπου G_3 η πίο μπάσα χορδή του οργάνου και E_5 η πίο πρίμα), της βιόλας $C_3 G_3 D_4 A_4$, του τσέλου $C_2 G_2 D_3 A_3$ και του κόντρα μπάσου $E_1 A_1 D_2 G_2$ (A=la, C=do, D=re, G=sol, E=mi).

Στην εικόνα 5.2 φαίνονται όλα τα μέρη από τα οποία αποτελείται το βιολί. Στο εσωτερικό του βιολιού και κάτω από τον καβαλάρη, βρίσκεται ένα λεπτό ραβδάκι το οποίο ονομάζεται ψυχή του βιολιού. Ο ρόλος του είναι να μεταβιβάζει τις ταλαντώσεις των χορδών στη ράχη του οργάνου, συμβάλλοντας έτσι στη διαμόρφωση του χαρακτηριστικού ήχου του βιολιού. Έπειτα ενισχύεται ο ήχος μέσα στο ηχείο του (σκάφος) και εξέρχεται από τις δύο τρύπες F (βλ. Εικόνα 5.2).

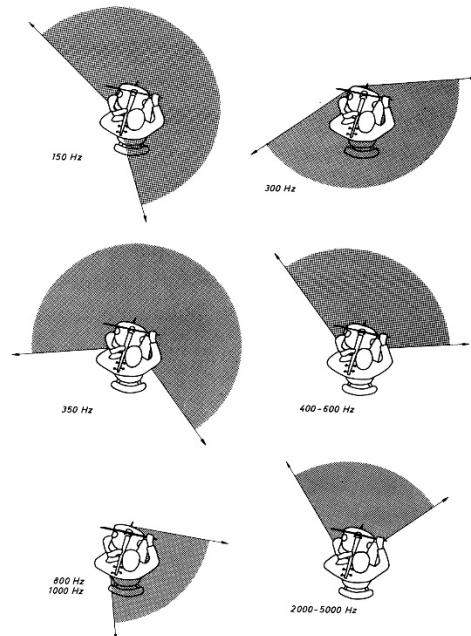


Εικόνα 5.2 τα μέρη του βιολιού

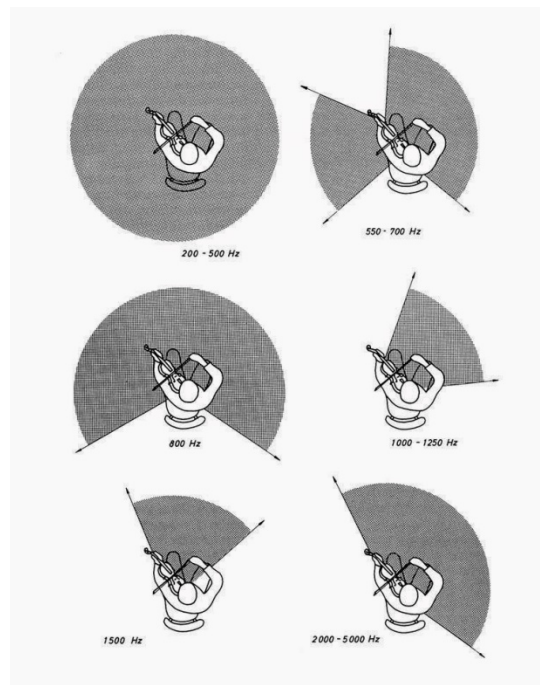
Λόγω της κατασκευής τους, τα έγχορδα όργανα με καπάκι και σκάφος παρουσιάζουν έντονη κατευθυντικότητα στον ακτινοβολούμενο ήχο (βλ. εικόνες 5.3, 5.4 και 5.5). Πιο αναλυτικά, στις χαμηλές συχνότητες το μήκος κύματος είναι πολύ μεγαλύτερο από το μήκος του σκάφους του εκάστοτε οργάνου και ο ήχος διαδίδεται ομοιόμορφα προς όλες τις κατευθύνσεις. Όσο το μήκος κύματος μικραίνει (υψηλότερες συχνότητες), τόσο η εκπομπή του ήχου εστιάζει προς συγκεκριμένες κατευθύνσεις.



Εικόνα 5.3 κατευθυντικότητα του τσέλου κάθετα



Εικόνα 5.4 κατευθυντικότητα του τσέλου οριζόντια



Εικόνα 5.5 κατευθυντικότητα του βιολιού οριζόντια

Και στις τρεις εικόνες (βλ. εικόνες 5.3, 5.4 και 5.5) οι μαυρισμένες περιοχές περιγράφουν τα όρια όπου ελαττώνεται η στάθμη της έντασης κατά 3 dB.

5.2.2 Συγχοτικό φάσμα άρπας και τρόπος παραγωγής ήχου από αυτή

Το συγχοτικό φάσμα της άρπας είναι από 30 Hz μέχρι 6 KHz. Συνεπώς, η άρπα έχει έκταση μεγαλύτερη των έξι οκτάβων, από C₁ b μέχρι G₇# (πρώτη do ύφεση με sol δίεση έβδομη). Τα πεντάλ της άρπας χρησιμοποιούνται για την τονική μεταβολή (μεταβολή συχνότητας). Η παραγωγή του ήχου διαφέρει στην άρπα. Το ηχείο της άρπας (βλ. εικόνα 5.6), έχει στην κάτω του πλευρά τέσσερις ή περισσότερες οπές ορθογωνίου σχήματος, οι οποίες μαζί με τον καθαρό όγκο του αέρα του ηχείου σχηματίζουν έναν συνηχητή Helmholtz. Ο συνηχητής αυτός αυξάνει την εκπομπή των χαμηλών συχνοτήτων του οργάνου.



Εικόνα 5.6 τα μέρη από τα οποία αποτελείται μια άρπα

5.2.3 Συγχοτικά φάσματα ξύλινων πνευστών και τρόποι παραγωγής ήχου από αυτά

Στην κατηγορία των ξύλινων πνευστών κατατάσσονται (βλ. εικόνα 5.7) το φλάουτο με συγχοτικό εύρος 300 Hz έως περίπου 12 KHz, το όμποε με συγχοτικό εύρος σχεδόν από 250 Hz μέχρι περίπου 13 KHz, το κλαρινέτο με συγχοτικό εύρος από περίπου 150 Hz μέχρι 13 KHz και το φαγκότο με συγχοτικό εύρος 60 Hz μέχρι 9 KHz.

Το φλάουτο αποτελείται από ένα κυλινδρικό σώμα και οπές οι οποίες είναι σχετικά μεγάλες και λειτουργούν με ένα σύστημα κλειδιών για ένα πιο άνετο παίξιμο του εκτελεστή. Ο οργανοπαίκτης φυσάει στην οπή (αριστερά του οργάνου), η οποία έχει σχήμα οβάλ ακουμπώντας το κάτω χέιλος του στην κάτω πλευρά και φυσώντας στην επάνω πλευρά, έχοντας το πάνω χέιλος του στον αέρα. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται το ρεύμα του αέρα. Δεξιά της οπής φυσήματος υπάρχει ένα μικρό τμήμα σωλήνα το οποίο περιέχει έναν φελλό, ο οποίος φελλός λειτουργεί ως συνηχητής Helmholtz γύρω από την συχνότητα των 5 KHz. Τα στάσιμα κύματα των χαμηλών συχνοτήτων εξέρχονται από τις οπές του οργάνου ή ανακλώνται, σε αντίθεση με τα στάσιμα κύματα υψηλών συχνοτήτων τα οποία συνεχίζουν την διαδρομή τους προς το άκρο του σωλήνα. Επομένως οι υψηλές συχνότητες δεν σχηματίζουν στάσιμα κύματα λόγω των μη ισχυρών ανακλάσεων τους. Το φαινόμενο αυτό παρουσιάζεται στο φλάουτο πάνω από την συχνότητα των 2 KHz, ενώ στο κλαρινέτο και το όμποε πάνω από την συχνότητα του 1,5 KHz.

Το κλαρινέτο όπως και το όμποε κατατάσσονται στην κατηγορία των ξύλινων πνευστών με γλωττίδα. Η γλωττίδα είναι μια κατασκευή από καλάμι (μπορεί να είναι μονή ή διπλή) και λειτουργεί ως βαλβίδα ελέγχου της ροής του αέρα, μετατρέποντας την συνεχή ροή του αέρα σε εναλασσόμενη. Η γλωττίδα είναι κατασκευασμένη κατάλληλα ώστε η συχνότητα συντονισμού του οργάνου να είναι μεγαλύτερη από τις θεμελιώδεις συχνότητες αυτού. Ο ήχος στα πνευστά με οπές παράγεται από τις οπές και όχι από την καμπάνα του οργάνου, εκτός αν είναι όλες οι οπές κλειστές. Ο ρόλος της καμπάνας είναι να αυξάνει το ενεργό μήκος του σωλήνα και να διαμορφώνει κάποιες συχνότητες.



Εικόνα 5.7 οικογένεια ξύλινων πνευστών οργάνων

5.2.4 Συγχοτικά φάσματα χάλκινων πνευστών και τρόποι παραγωγής ήχου από αυτά

Η κατηγορία των χάλκινων πνευστών αποτελείται από (βλ. Εικόνα 5.8) την τρομπέτα η οποία έχει συχνοτικό εύρος από 200 Hz έως 9 KHz, το τρομπόνι με συχνοτικό εύρος από 80 Hz μέχρι 10 KHz, το γαλλικό κόρνο με συχνοτικό εύρος από 60 Hz μέχρι 5KHz και την τούμπα με συχνοτικό εύρος 30 Hz έως 2 KHz.

Στα χάλκινα πνευστά δεν υπάρχουν γλωττίδες και τον ρόλο τους παίρνουν τα χείλη του οργανοπαίκτη τα οποία διαθέτουν τη μάζα. Ο εκτελεστής φυσάει με κλειστό το στόμα του στο επιστόμιο. Από την πίεση του αέρα ανοίγει το στόμα του και εισέρχεται αέρας στο επιστόμιο. Η μεταβολή της πίεσης στο επιστόμιο εξαρτάται από το πλάτος των στάσιμων κυμάτων στο σωλήνα και γι' αυτό το λόγο απαιτείται συνεργασία της κατάστασης πίεσης που επικρατεί στον σωλήνα με αυτήν της κίνησης των χειλιών του παίκτη. Τα χάλκινα πνευστά αποτελούνται από τρία μέρη: το επιστόμιο, το κυρίως σώμα (σωλήνα) και την καμπάνα.

Για την μεταβολή της τονικότητας και την παραγωγή μουσικής κλίμακας υπάρχουν κάποιες βαλβίδες οι οποίες ανοίγουν και μεταβάλλουν το μήκος του σωλήνα. Η τρομπέτα αποτελείται από βαλβίδες υπό την μορφή εμβόλου και το γαλλικό κόρνο από περιστροφικές βαλβίδες. Στον κυλινδρικό σωλήνα, το επιστόμιο και η καμπάνα

αλλοιώνουν τη συχνότητα των στάσιμων κυμάτων. Έτσι δημιουργείται μια μετατόπιση των στάσιμων κυμάτων των χαμηλών συχνοτήτων προς τις υψηλότερες. Στα χάλκινα πνευστά όργανα ο ήχος παράγεται από την καμπάνα.



Εικόνα 5.8 οικογένεια χάλκινων πνευστών οργάνων

5.2.5 Συχνотικά φάσματα κρουστών οργάνων και τρόποι παραγωγής ήχου από αυτά

Στην κατηγορία των κρουστών οργάνων βρίσκονται η grand κάσα με συχνοτικό εύρος 50 Hz με 8 KHz, τα τυμπάνια με συχνοτικό εύρος 60 Hz μέχρι 3 KHz, το ταμπούρο με συχνοτικό εύρος 100 Hz έως 10 KHz και τα πιατίνια με συχνοτικό εύρος 200 Hz έως 16 KHz.

Η γκρανκάσα, τα τυμπάνια και το ταμπούρο ανήκουν στην ίδια οικογένεια. Αποτελούνται από μία ή δύο κυκλικές μεμβράνες το κάθε ένα, οι οποίες είναι τεντωμένες σε μία κυκλική στεφάνη. Η κάσα είναι το πιό δυνατό όργανο της ορχήστρας με μέγιστη παραγόμενη ισχύ της τάξης των 20 W. Τα τυμπάνια αποτελούνται από μία μεμβράνη και η τονικότητά τους ελέγχεται από τα πεντάλ που διαθέτουν στο κάτω μέρος τους. Το ταμπούρο αποτελείται από δύο μεμβράνες, ενώ στο κάτω μέρος του διαθέτει τις μεταλλικές χορδές που δημιουργούν αυτό το ιδιαίτερο ηχητικό αποτέλεσμα. Πέρα από τα μεμβρανόφωνα υπάρχουν τα κύμβαλα, τα λεγόμενα πιατίνια. Τα κύμβαλα φτιάχνονται κυρίως από μπρούντζο και χωρίζονται σε πολλές κατηγορίες ανάλογα το είδος τους. Το φάσμα τους είναι εμπλουτισμένο αρκετά στις μεσαίες και κυρίως υψηλές συχνότητες.

5.3 Χαρακτηριστικά μικροφώνων

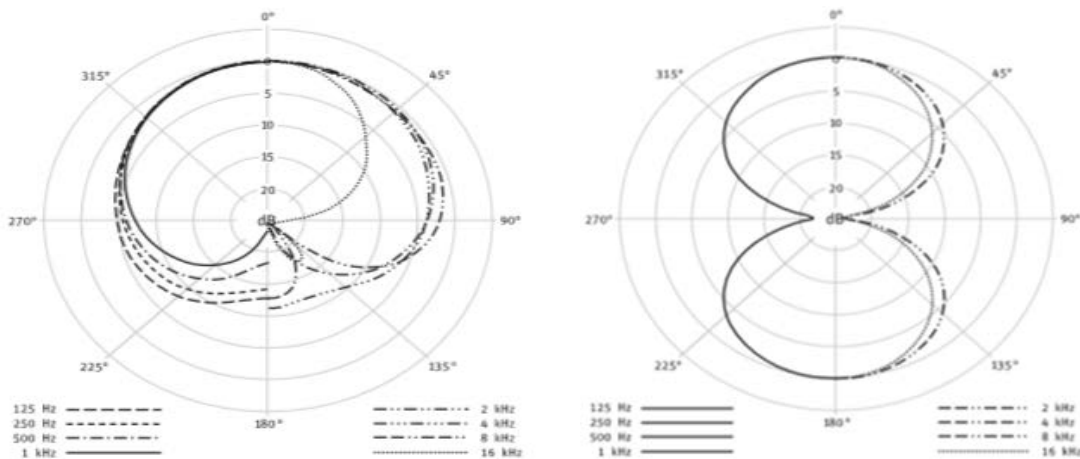
Τα μικρόφωνα επιλέχθηκαν πολύ προσεκτικά με βάση τα χαρακτηριστικά τους. Κάποια από τα βασικά χαρακτηριστικά τους που θα δούμε παρακάτω είναι η κατηγορία των μικροφώνων, τα πολικά διαγράμματά τους καθώς και τις συχνοτικές αποκρίσεις τους με βάση των πολικών διαγραμμάτων.

5.3.1 Χαρακτηριστικά του μικροφώνου Neumann u89i

Το μικρόφωνο Neumann U89i (βλ. εικόνα 5.9) είναι ένα πυκνωτικό μικρόφωνο με δυνατότητα επιλογής πολικού διαγράμματος. Όλα τα μικρόφωνα U89i που χρησιμοποιήθηκαν ήταν καρδιοειδούς διαγράμματος, εκτός από αυτό που τοποθετήθηκε ανάμεσα στις δύο άρπες το οποίο ήταν figure of 8 (βλ. εικόνα 5.10).

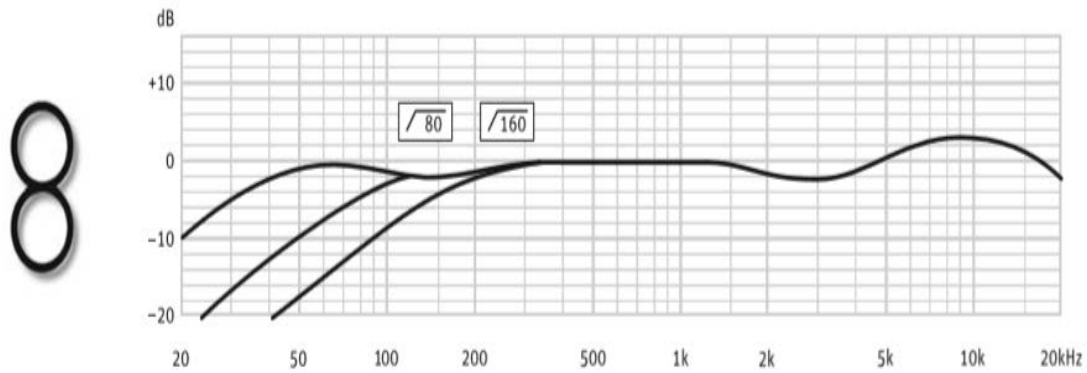


Εικόνα 5.9 μικρόφωνο Neumann U89i

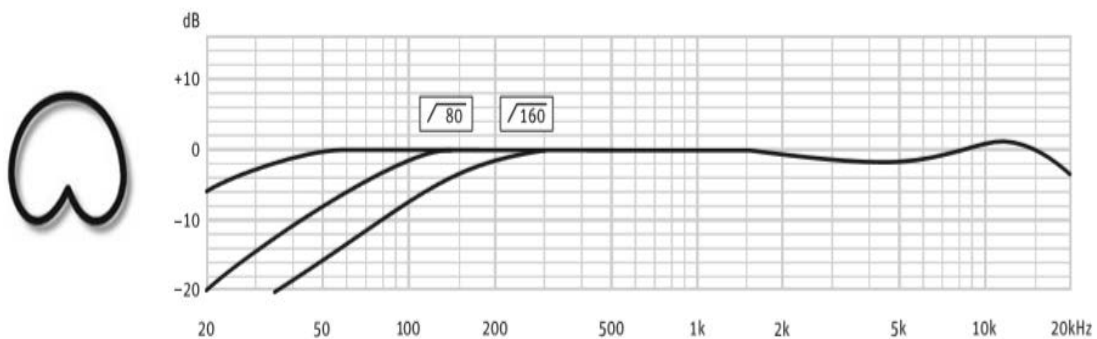


Εικόνα 5.10 Neumann U89i πολικό διάγραμμα cardioid και figure of 8

Προφανώς, η συχνοτική απόκριση του figure of 8 (εικόνα 5.11) δεν είναι ίδια με αυτή του καρδιοειδούς (εικόνα 5.12). Πιο συγκεκριμένα το figure of 8 εξασθενεί από τα 50 Hz και κάτω, από τα 70 Hz έως τα 300 Hz και από τα 1,5 KHz έως τα 5 KHz. Επίσης, ενισχύει από τα 5 KHz μέχρι τα 15 KHz. Το καρδιοειδές U89i εξασθενεί επίσης από τα 50 Hz και κάτω, ενώ εξασθενεί περίπου από τα 2 KHz έως τα 5 KHz και ενισχύει από τα 5KHz έως τα 15 KHz.



Εικόνα 5.11 συχνοτική απόκριση Neumann U89i πολικού διαγράμματος figure of 8



Εικόνα 5.12 συχνοτική απόκριση Neumann U89i πολικού διαγράμματος cardioid

Frequency range	20 Hz - 20 kHz
Sensitivity at 1 KHz into 1 Kohm	8 mV/Pa
Equivalent noise level (A-weighted)	17 dB-A
Equivalent noise level (CCIR)	28 dB
Signal-to-noise ratio (A-weighted)	77 dB-A
Maximum sound pressure level at 0.5% THD	134 dB-SPL
Dynamic range of microphone amplifier (A- Weighted)	117 dB
Weight	400 g
Dimensions	46 mm x 185 mm

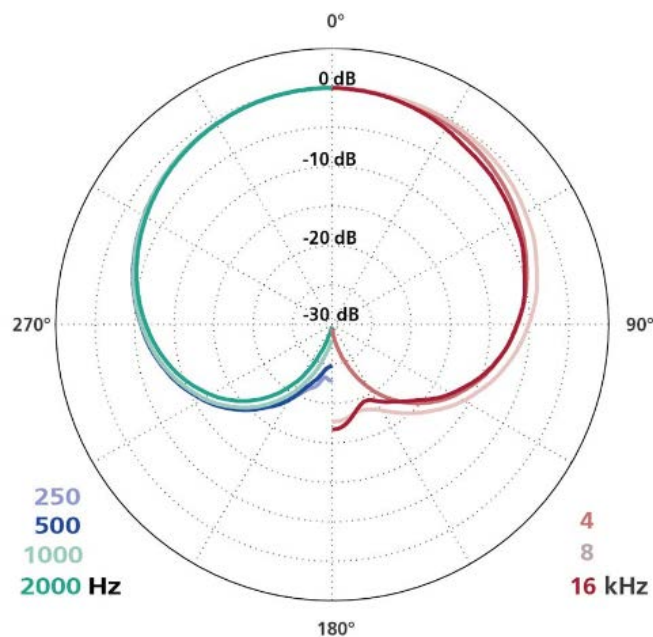
Πίνακας 5.2 Χαρακτηριστικά του μικροφώνου Neumann U89i

5.3.2 Χαρακτηριστικά του μικροφώνου Schoeps MK 4

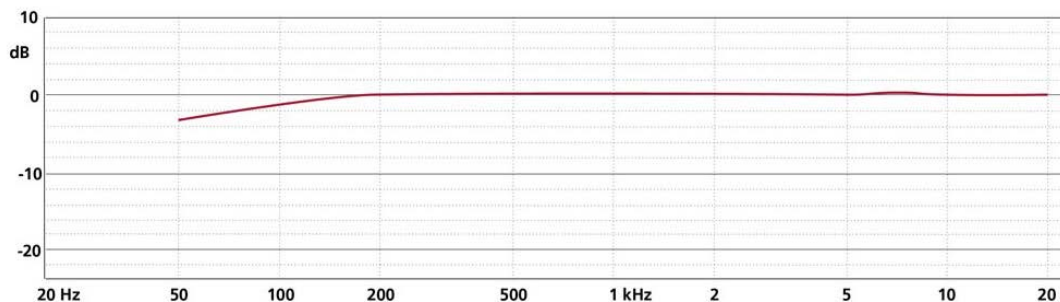


Εικόνα 5.13 Μικρόφωνο Schoeps με προ-ενισχυτή CMC 6U και κάμα MK 4

Το μικρόφωνο Schoeps MK 4 είναι ένα πυκνωτικό καρδιοειδούς πολικού διαγράμματος (εικόνα 5.14) και έχει συχνοτική απόκριση, η οποία εξασθενεί στις χαμηλές συχνότητες και ενισχύει ελάχιστα στις υψηλές (εικόνα 5.15). Συγκεκριμένα, βάση της συχνοτικής του αποκρίσης, εξασθενεί ελαφρώς από τα 150 Hz και κάτω, ενώ ενισχύει την περιοχή των υψηλών συχνοτήτων μεταξύ 5-15 KHz.



Εικόνα 5.14 πολικό διάγραμμα μικροφώνου Schoeps MK4



Εικόνα 5.15 συχνοτική απόκριση μικροφώνου Schoeps MK4

Frequency range	40 Hz - 20 kHz
Sensitivity	13 mV/Pa
Equivalent noise level (CCIR)	15 dB-A
Equivalent noise level (CCIR)	24 dB
Signal-to-noise ratio (A-weighted)	79 dB-A
Maximum sound pressure level at 0.5% THD	132 dB-SPL
Length	22 mm
Diameter	20 mm
Weight	17 g
Surface finish	matte gray (g) or nickel (ni)

Πίνακας 5.3 Χαρακτηριστικά του μικροφώνου Schoeps MK 4

5.3.3 Χαρακτηριστικά του μικροφώνου stereo Schoeps

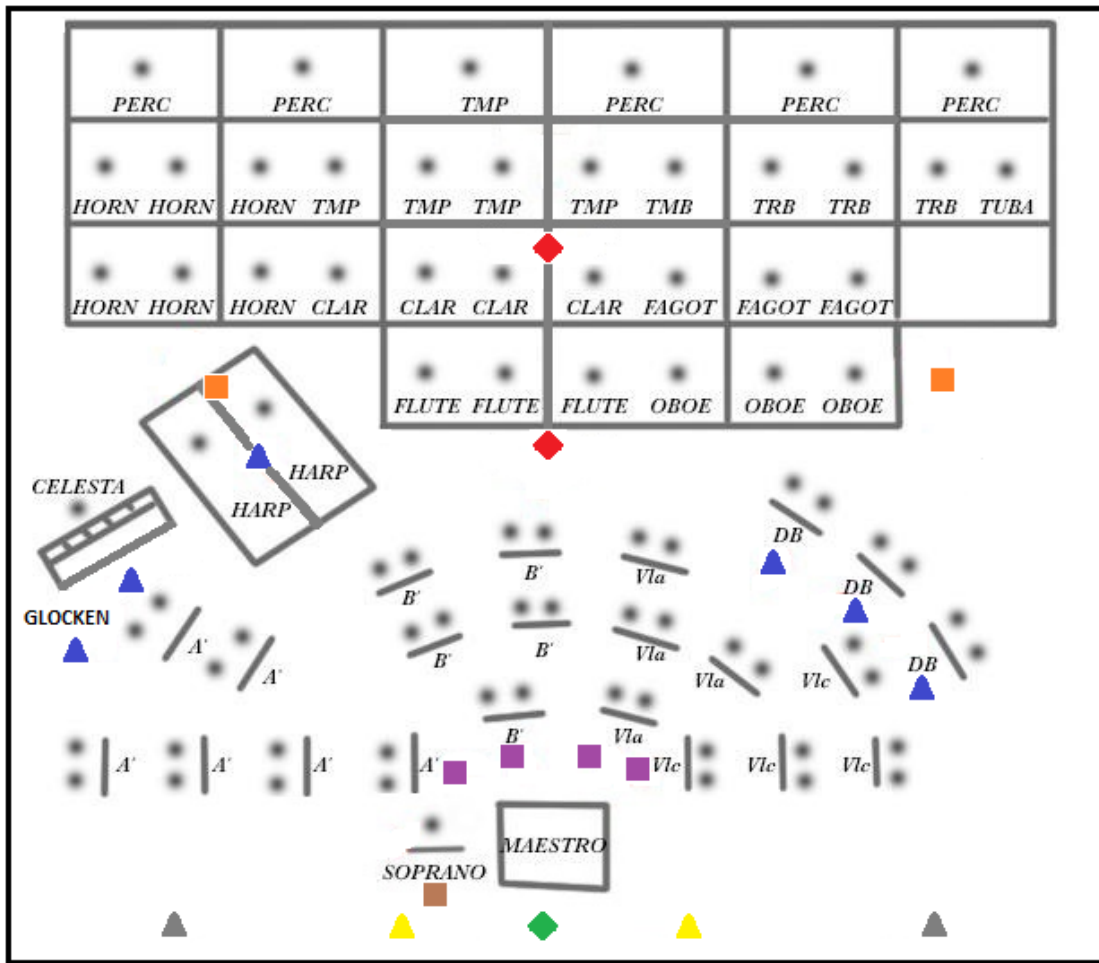
Τα stereo schoeps που χρησιμοποιήθηκαν (βλ. εικόνα 5.16) αποτελούνται από τον προενισχυτή MSTC 64 U και από δύο κάψες MK4 καρδιοειδούς πολικού διαγράμματος. Τα χαρακτηριστικά τους είναι απόλυτα ίδια με αυτά των Schoeps MK4. Πρόκειται για ένα ζεύγος μικροφώνων, το οποίο είναι διάταξης ORTF (βλ. κεφάλαιο 2 στέρεο ηχογραφήσεις). Η απόσταση ανάμεσα στις δύο κάψες είναι 17 cm και η γωνία εγγραφής (recording angle) είναι 95 μοίρες.



Εικόνα 5.16 stereo Schoeps μικρόφωνο

5.4 Τοποθέτηση μικροφώνων στην ορχήστρα

Στην ηχογράφιση που πραγματοποιήθηκε, χρησιμοποιήθηκαν μικρόφωνα για την λήψη συγκεκριμένων ομάδων οργάνων (π.χ. ένα μικρόφωνο για την λήψη των πρώτων βιολιών), ζεύγη μικροφώνων για την λήψη συγκεκριμένων συνόλων (π.χ. ένα ζεύγος μικροφώνων για την λήψη όλων των κρουστών) και ζεύγη για το σύνολο της ορχήστρας (π.χ. το x-y ζεύγος πίσω από τον μαέστρο).



Σχήμα 5.2 κάτοψη της ορχήστρας με την τοποθέτηση μικροφώνων

Στο σχήμα 5.1 (κάτοψη ορχήστρας) περιγράφεται αναλυτικά το κάθε όργανο και η ακριβής θέση του στην ορχήστρα. Το σχήμα 5.2 είναι και αυτό η κάτοψη της ορχήστρας, αλλά με την τοποθέτηση όλων των μικροφώνων.

Τα ζεύγη των μικροφώνων που χρησιμοποιήθηκαν είναι έξι. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν δύο στέρεο μικρόφωνα schoeps mk4 διάταξης ORTF (βλ. εικόνα 5.19), τα οποία ήταν τοποθετημένα στην ίδια ευθεία με τον μαέστρο. Το ένα τοποθετήθηκε μπροστά από τα πνευστά και το άλλο μπροστά από τα κρουστά. Τα μικρόφωνα αυτά αποσκοπούσαν στην λήψη αυτών των δύο μεγάλων ομάδων οργάνων (πνευστών και κρουστών). Στο σχήμα 5.2 τα δύο αυτά στέρεο μικρόφωνα συμβολίζονται με δύο κόκκινους ρόμβους. Στα πνευστά, χρησιμοποιήθηκε μία ακόμα στέρεο τεχνική, διότι δεν ήταν ικανοποιητικό το ηχητικό αποτέλεσμα. Τοποθετήθηκαν δύο μικρόφωνα schoeps

mk4 μπροστά από τα πνευστά, αλλά στα άκρα της σκηνης τα οποία στο σχήμα 5.2 συμβολίζονται με δύο πορτοκαλί τετράγωνα. Υπάρχει μόνο το ένα από τα δύο μικρόφωνα του ζεύγους Ambience των πνευστών, το οποίο βρίσκεται στο βάθος και τέρμα αριστερά της εικόνας 5.19. Τέρμα δεξιά (της εικόνας 5.19) έπρεπε να υπάρχει το δεξί μικρόφωνο του ζεύγους, το οποίο δυστυχώς δεν φαίνεται (βρίσκεται λίγο πιο δεξιά από την φωτογραφία).

Πέρα από αυτά τα τρία ζεύγη, χρησιμοποιήθηκαν δύο ζεύγη μικροφώνων για την εγγραφή του συνόλου της ορχήστρας. Η τεχνική του πρώτου ζεύγους είναι X-Y και αποτελείται από δύο μικρόφωνα schoeps mk4 (βλ. εικόνες 5.17 και 5.19) . Είναι τοποθετημένα ακριβώς πίσω από τον μαέστρο (δλδ. στο κέντρο της ορχήστρας) και στο σχήμα 5.2 συμβολίζονται με έναν πράσινο ρόμβο. Η τεχνική του δεύτερου ζεύγους είναι μια spaced A-B τεχνική (βλ. εικόνες 5.18 και 5.19). Υπάρχουν δύο μικρόφωνα Neumann U89, από τα οποία το ένα είναι τοποθετημένο 60 εκατοστά (cm) αριστερά από το ζεύγος X-Y και το άλλο 60 εκατοστά δεξιά του ζεύγους X-Y (δηλαδή το ένα μικρόφωνο απέχει 120 εκατοστά από το άλλο). Τα δύο αυτά μικρόφωνα συμβολίζονται στο σχήμα 5.2 με δύο κίτρινα τρίγωνα. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε ένα ζεύγος, το οποίο αποτελούνταν από δύο μικρόφωνα Neumann U89. Τα δύο αυτά μικρόφωνα τοποθετήθηκαν στην ίδια ευθεία με τα ζεύγη X-Y και A-B, αλλά στα άκρα της ορχήστρας (βλ. εικόνα 5.18). Στο σχήμα 5.2, τα δύο αυτά μικρόφωνα συμβολίζονται με δύο γκρι τρίγωνα.

Πέρα από τα ζεύγη μικροφώνων, χρησιμοποιήθηκαν και επιπλέον μικρόφωνα. Συγκεκριμένα τοποθετήθηκαν τρία Neumann U89 στα έξι κόντρα μπάσα (ένα μικρόφωνο ανά δύο μπάσα, ένα εκ των οποίων διακρίνει κανείς στην εικόνα 5.20), ένα μικρόφωνο U89 ανάμεσα στις δύο άρπες (βλ. εικόνα 5.21), από ένα μικρόφωνο U89 στην τσελέστα (βλ. εικόνα 5.22) και στο glockenspiel (βλ. εικόνα 5.23), καθώς και ένα μικρόφωνο schoeps mk4 με βέργα στην σοπράνο (βλ. εικόνα 5.24). Στο σχήμα 5.2 όλα αυτά τα μικρόφωνα συμβολίζονται με μπλε τρίγωνα (στις άρπες, στην τσελέστα, στο glockenspiel και στα έξι μπάσα) εκτός από αυτό της σοπράνο που συμβολίζεται με καφέ τετράγωνο.



Εικόνα 5.17 X-Y ζεύγος μικροφώνων



Εικόνα 5.18 ζεύγη μικροφώνων X-Y, A-B spaced και ambient



Εικόνα 5.19 ζεύγη μικροφώνων X-Y, A-B spaced και τα δύο ζεύγη ORTF



Εικόνα 5.20 μικρόφωνο Neumann U89 πολικού διαγράμματος καρδιάς για την λήψη δύο κόντρα μπάσων



Εικόνα 5.21 μικρόφωνο Neumann U89 πολικού διαγράμματος figure of eight ανάμεσα στις δύο άρπες



Εικόνα 5.22 τοποθέτηση μικροφώνου Neumann U89 πολικού διαγράμματος καρδιάς στην τσελέστα



Εικόνα 5.23 τοποθέτηση μικροφώνου Neumann U89 πολικού διαγράμματος καρδιάς στο Glockenspiel



Εικόνα 5.24 τοποθέτηση μικροφώνου Schoeps mk4 καρδιοειδούς πολικού διαγράμματος στην σοπράνο με την χρήση της ειδικής βέργας της ίδιας εταιρίας

Τέλος, υπήρξε ένα μικρόφωνο schoeps mk4 για την λήψη της ομάδας των πρώτων βιολιών (εικόνα 5.25), ένα για την λήψη των δευτέρων (εικόνα 5.26), ένα για την λήψη στις βιόλες (εικόνα 5.27) και ένα για την λήψη των τσέλων (εικόνα 5.28). Στο σχήμα 5.2 τα τέσσερα αυτά μικρόφωνα συμβολίζονται με τέσσερα μωβ τετράγωνα.



Εικόνα 5.25 τοποθέτηση μικροφώνου Schoeps mk4 καρδιοειδούς πολικού διαγράμματος στα πρώτα βιολιά



Εικόνα 5.26 τοποθέτηση μικροφώνου Schoeps mk4 καρδιοειδούς πολικού διαγράμματος στα δεύτερα βιολιά



Εικόνα 5.27 τοποθέτηση μικροφώνου Schoeps mk4 καρδιοειδούς πολικού διαγράμματος στις βιόλες



Εικόνα 5.28 τοποθέτηση μικροφώνου Schoeps mk4 καρδιοειδούς πολικού διαγράμματος στα τσέλα

5.5 Επιλογές μικροφώνων και πολικών διαγραμμάτων για την εγγραφή

Στις ομάδες των πρώτων βιολιών, των δεύτερων βιολιών καθώς και στις βιόλες τοποθετήθηκε από ένα μικρόφωνο Schoeps mk4 καρδιοειδούς πολικού διαγράμματος (βλ. εικόνα 5.14). Επιλέχθηκαν αυτά τα μικρόφωνα, γνωρίζοντας ότι και στη συχνοτική απόκριση του μικροφώνου (βλ. εικόνα 5.15) αλλά και στο συχνοτικό φάσμα των συγκεκριμένων εγχόρδων οργάνων (βλ. εικόνα 5.1), περιέχονται κυρίως μεσαίες και υψηλές συχνότητες (έλλειψη της πολύ χαμηλής συχνοτικής περιοχής 16 έως 60 Hz και της χαμηλής περιοχής 60-250 Hz).

Στα έξι κόντρα-μπάσα επιλέχθηκαν τρία μικρόφωνα Neumann U89 (ένα μικρόφωνο ανά δύο όργανα). Η επιλογή αυτή έγινε ξανά βάση των συχνοτικών αποκρίσεων των οργάνων και των μικροφώνων. Το συχνοτικό φάσμα του κόντρα-μπάσου κυμαίνεται από περίπου 30 Hz έως 7,5 KHz (βλ. εικόνα 5.1), δηλαδή τα κόντρα-μπάσα τοποθετούνται κυρίως στην πολύ χαμηλή συχνοτική περιοχή (16 Hz- 60Hz), στην χαμηλή περιοχή (60 Hz- 250Hz), στην μεσαία (250 Hz- 2 KHz) και στην πάνω μεσαία (2 KHz – 4KHz). Το μικρόφωνο Neumann U89, βάση του μεγαλύτερου διαφράγματός του αλλά και του συνόλου των τεχνικών του χαρακτηριστικών (βλ. πίνακα 5.2), παρουσιάζει μεγαλύτερη ευαισθησία στις χαμηλές συχνότητες από το μικρόφωνο Schoeps mk4. Λαμβάνοντας υπόψιν ότι στα κόντρα-μπάσα εγκυμονούσε ο κίνδυνος επίδρασης και αύξησης της ισχύος των χαμηλών συχνοτήτων, δηλαδή το φαινόμενο επίδρασης εγγύτητας (proximity effect), τα μικρόφωνα τοποθετήθηκαν σε τέτοια απόσταση ώστε να μην δημιουργηθεί (απόσταση πηγής-μικροφώνου μεγαλύτερη των 50 εκατοστών).

Αντίστοιχα είναι τα κριτήρια για την επιλογή μικροφώνου στις άρπες με αυτά των κόντρα-μπάσων. Γνωρίζοντας ότι η άρπα έχει συχνοτικό φάσμα σχεδόν ίδιο με του κόντρα μπάσου (βλ.εικόνα 5.1), επιλέχθηκε το μικρόφωνο Neumann U89. Οι άρπες της ορχήστρας ήταν δύο. Για την λήψη των δύο άρπεων, το πολικό διάγραμμα του μικροφώνου ήταν figure of 8 (βλ. εικόνα 5.10) και το μικρόφωνο τοποθετήθηκε αναμεσά τους. Η επιλογή αυτού του πολικού διαγράμματος έγινε για την λήψη ίδιας ηχητικής ενέργειας και από τις δύο άρπες, με περιορισμό όσο το δυνατόν περισσότερο λήψης της υπόλοιπης ορχήστρας λόγω της μηδενικής λήψης σήματος του μικροφώνου στα πλάγια, δηλαδή στις 90 μοίρες και στις 270 μοίρες (βλ. υποκεφάλαιο 1.3.1B Δι-κατευθυντικά ή Bidirectional μικρόφωνα).

Κεφάλαιο 6^ο : Δρομολόγηση και επεξεργασία σήματος

6.1 Δρομολόγηση σήματος και έλεγχος (Line Check)

Παράλληλα με την τοποθέτηση των μικροφώνων πραγματοποιήθηκε και η σύνδεσή τους με την κονσόλα μίξης ήχου, η οποία βρισκόταν στο control room (βλ. εικόνα 6.1). Για να καταλήξουν τα σήματα των μικροφώνων στην κονσόλα μίξης έγινε χρήση κατάλληλου εξοπλισμού, λόγω της μεγάλης απόστασης της αίθουσας της ορχήστρας με το δωμάτιο ελέγχου. Αναλυτικότερα ο εξοπλισμός αυτός αποτελείται από: XLR balanced καλώδια, boxes με mic inputs, multicore cables και χταπόδια (βλ. εικόνες 6.2.α και 6.2.β).



Εικόνα 6.1 control room



Εικόνα 6.2.α καλώδιο balanced XLR



Εικόνα 6.2.β box με mic inputs, multi και χταπόδι

Όλα τα μικρόφωνα που τοποθετήθηκαν στην αίθουσα είναι πυκνωτικά και για να λειτουργήσουν απαιτείται η ενεργοποίηση του διακόπτη phantom power της κονσόλας (βλ. υποκεφάλαιο 1.2.5).

Στην συνέχεια ελέγχθηκε μεμονωμένα το κάθε κανάλι της κονσόλας για τυχόν διαρροές σημάτων και έπειτα τα σήματα της κονσόλας στάλθηκαν ένα προς ένα στο πολυκάναλο σύστημα εγγραφής (βλ εικόνες 6.3.α και 6.3.β).



Εικόνα 6.3.α πρόγραμμα εγγραφής Pro Tools



Εικόνα 6.3.β μετατροπείς αναλογικού σήματος σε ψηφιακό και κάρτες ήχου Focusrite

Τα κανάλια (tracks) τα οποία ηχογραφήθηκαν είναι στο σύνολό τους είκοσι τρία. Στον πίνακα 6.1 αναγράφεται αναλυτικά το κάθε όργανο (ή ομάδα οργάνων), το μικρόφωνο το οποίο τοποθετήθηκε στο συγκεκριμένο όργανο (ή ζεύγος μικροφώνων, καθώς και το κανάλι της κονσόλας στο οποίο καταλήγουν.

CONSOLE CHANNEL	INSTRUMENTS	MICROPHONE
1	VIOLIN I	SCHOEPS MK4
2	VIOLIN II	SCHOEPS MK4
3	VIOLA	SCHOEPS MK4
4	CELLO	SCHOEPS MK4
5	CONTRABASS I	NEUMANN U89
6	CONTRABASS II	NEUMANN U89
7	CONTRABASS III	NEUMANN U89
8	HARP	NEUMANN U89
9	CELESTA	NEUMANN U89
10	GLOCKENSPIEL	NEUMANN U89
11	SOLIST VOICE	SCHOEPS MK4
12	STEREO X-Y	SCHOEPS MK4
13		SCHOEPS MK4
14	STEREO A-B	NEUMANN U89
15		NEUMANN U89
16	AMBIENCE FRONT L-R	NEUMANN U89
17		NEUMANN U89
18	WINDBRASS AND WINDWOOD L-R	STEREO SCHOEPS
19		
20	WIND AMBIENCE L-R	SCHOEPS MK4
21		SCHOEPS MK4
22	PERCUSSION L-R	STEREO SCHOEPS
23		

Πίνακας 6.1 microphone list

Αφού ολοκληρώθηκε η διαδικασία της ηχογράφησης, αποθηκεύτηκε το ηχητικό υλικό στον ηλεκτρονικό υπολογιστή και ξεκίνησε η διαδικασία της μίξης και επεξεργασίας

του. Η μίξη και επεξεργασία του ήχου πραγματοποιήθηκε στο studio E της Ελληνικής Ραδιοφωνίας (βλ. εικόνα 6.4), το οποίο είναι επαγγελματικό και διαθέτει κατάλληλο εξοπλισμό.



Εικόνα 6.4 studio E

6.2 Σύγκριση σημάτων και αργή της διαδικασίας της μίξης

Παρόλο που χρησιμοποιήθηκαν spot μικρόφωνα για την εγγραφή, τα βασικά μικρόφωνα πάνω στα οποία «χτίστηκε» η μίξη είναι τα στέρεο μικρόφωνα, και κυρίως τα στέρεο μικρόφωνα που αποσκοπούσαν στην λήψη του συνόλου της ορχήστρας. Τα δύο βασικά ζεύγη είναι αυτά που τοποθετήθηκαν πίσω από τον μαέστρο (βλ. εικόνα 5.19), δηλαδή το X-Y ζεύγος και το A-B. Υπάρχουν δύο βασικά κριτήρια βάση των οποίων επιλέχθηκε να μπει στην μίξη το stereo A-B. Αρχικά το ζεύγος μικροφώνων A-B προσφέρει στο ακουσμά του καλύτερη χροιά με περισσότερο όγκο, κι έπειτα το A-B ζεύγος έχει πιά ανοιχτή στερεοφωνία, ενώ το X-Y είναι πιο «στενό».

Στην συνέχεια της μίξης ισορροπήθηκαν τα υπόλοιπα στέρεο ζεύγη, πνευστών και κρουστών, αλλά και τα ζεύγη ambient. Τα μικρόφωνα των κόντρα μπάσων χρησιμοποιήθηκαν και τα τρία. Τα spot μικρόφωνα εμφανίζονται σε όλη την διάρκεια της μίξης και διαμορφώνουν κυρίως τις χροιές των βιολιών, των βιόλων και των τσέλων. Τέλος, τα μικρόφωνα αυτά στα σολιστικά σημεία, δίνουν έμφαση στο εκάστοτε σολιστικό όργανο ή ομάδα οργάνων.

Η τελική μίξη έγινε στο πρόγραμμα των Pro tools. Η μόνη εξωτερική συσκευή που χρησιμοποιήθηκε ήταν το reverb, το οποίο είναι το Lexicon 480L.

6.3 Panning, Equalization & Compression

Εισαγωγή

Αφού επιλέχθηκαν τα audio αρχεία ηχογράφησης και έγινε εν μέρη η ισοστάθμισή τους, τα επόμενα βήματα είναι η χώρο-τοποθέτηση των μουσικών οργάνων στην μίξη (Panning), η διόρθωση ή βελτίωση των χροιών και τέλος η συμπίεση του ήχου.

6.3.1 Panning

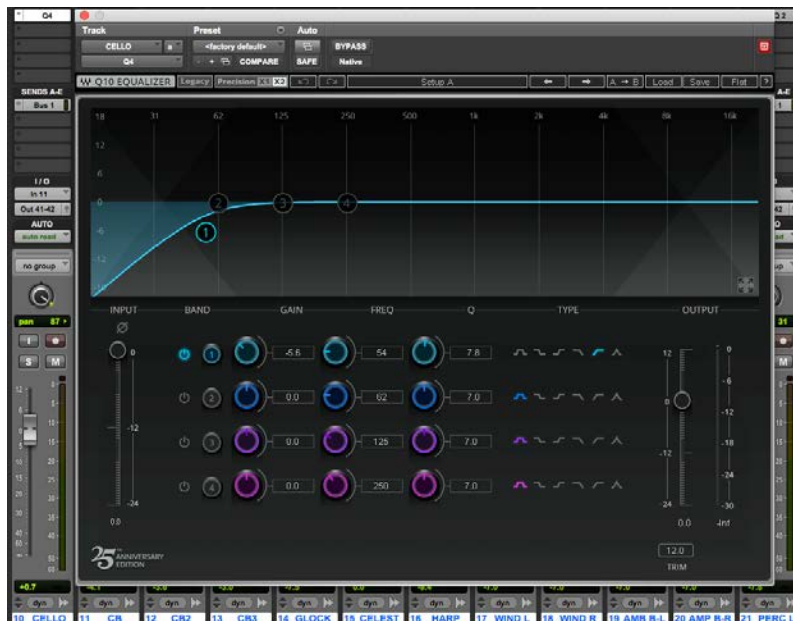
Όπως ήδη αναγράφεται στην εισαγωγή του πέμπτου κεφαλαίου, το επιθυμητό είναι ο ακροατής της τελικής μίξης να αντιλαμβάνεται την στερεοφωνία, έτσι ακριβώς όπως την αντιλαμβάνεται ο μαέστρος από την θέση του. Συνεπώς η στερεοφωνία έγινε βάση της κάτοψης της ορχήστρας (βλ. κεφάλαιο 5, σχήμα 5.1).



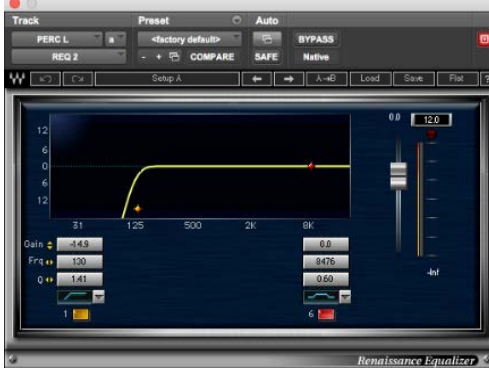
Εικόνα 6.5 χρήση των pan-rot στο πρόγραμμα pro tools

6.3.2 Equalization

Οι χροιές όλων των οργάνων ήταν σε γενικές γραμμές ικανοποιητικές. Αυτό οφείλεται εν μέρη στην ποιότητα των οργάνων, αλλά κυρίως στην κατάλληλη τοποθέτηση των μικροφώνων στον χώρο. Γι' αυτό τον λόγο έγινε επέμβαση στις χροιές κάποιων οργάνων, κυρίως για την μείωση ανεπιθύμητου θορύβου. Συγκεκριμένα επιλέχθηκαν φίλτρα low-cut στα πρώτα και δεύτερα βιολιά, στις βιόλες και στα τσέλα. Οι συχνότητες οι οποίες μειώθηκαν σε ένταση ήταν εκτός συχνοτικού φάσματος των οργάνων (βλ. υποκεφάλαιο 5.2 εικόνα 5.1). Αποσκοπούσαν στην μείωση των χαμηλών συχνοτήτων που εισέρχονταν σε αυτά τα τέσσερα spot μικρόφωνα από τα υπόλοιπα όργανα της ορχήστρας (π.χ. τα κόντρα μπάσα και την τούμπα).



Εικόνα 6.6 χρήση low cut EQ στο μικρόφωνο των τσέλων



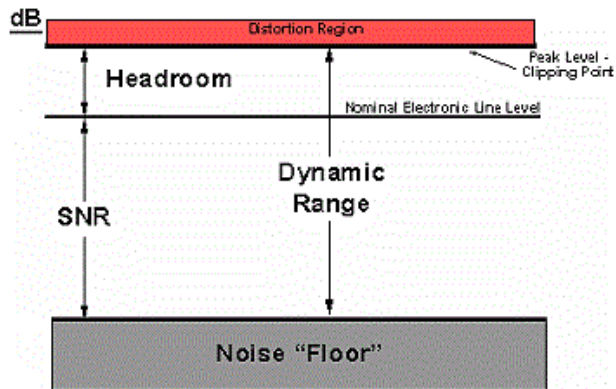
Εικόνα 6.7.α χρήση low cut φίλτρου στο αριστερό κανάλι των κρουστών



Εικόνα 6.7.β χρήση low cut φίλτρου στο δεξί κανάλι των κρουστών

6.3.3 Compression

Πριν ξεκινήσει η δυναμική επεξεργασία ας θυμηθούμε τι είναι το δυναμικό εύρος. Η δυναμική περιοχή είναι η διαφορά των πιο ηχηρών και των πιο σιγαλών στάθμων ενός ήχου, μετρούμενη σε decibel (dB). Βέβαια πρέπει να γίνει κατανοητό, ότι η δυναμική περιοχή ενός ήχου δεν μεταβάλλεται με την αύξηση της έντασης. Με την αύξηση του volume σε μία συσκευή αυξάνεται από την μία η στάθμη του σήματος, αλλά παράλληλα αυξάνεται και η στάθμη του θορύβου (signal to noise ratio, SNR). Ο θόρυβος αυτός μπορεί να προέρχεται από τα κυκλώματα μιας συσκευής, ή να υπάρχει εξ' αρχής στο σήμα λόγω περιορισμένης δυναμικής περιοχής του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε κατά την διαδικασία της ηχογράφησης. Το headroom είναι το περιθώριο ενίσχυσης της στάθμης, το οποίο βρίσκεται πάνω από τον λόγο σήματος προς θόρυβο (SNR), συνεπώς μεγαλύτερη ένταση) και τελειώνει εκεί που αρχίζει η παραμόρφωση και ο ψαλιδισμός του ηχητικού σήματος (βλ. εικόνα 4.).



Εικόνα 4. Dynamic range, SNR, Headroom

Η διαδικασία της λήψης των σημάτων είναι πολύ σημαντική για το δυναμικό εύρος. Όσο μεγαλύτερο είναι το δυναμικό εύρος κατά την διαδικασία της ηχογράφησης τόσο το καλύτερο, και ειδικά εάν πρόκειται για την ηχογράφηση μιας συμφωνικής ορχήστρας, της οποίας το δυναμικό εύρος βρίσκεται κοντά στα 100 decibell. Επομένως, θα πρέπει να ληφθεί κατά την εγγραφή η μέγιστη στάθμη, η οποία βέβαια πρέπει να μην είναι παραμορφωμένη (βλ. κεφάλαιο 4 επεξεργαστές δυναμικής περιοχής). Συνεπώς όλα τα σήματα των μικροφώνων λήφθηκαν στην μέγιστη δυνατή στάθμη.

Η μόνη επέμβαση που έγινε σε δυναμική περιοχή σήματος ήταν στο μικρόφωνο της σοπράνο. Η φωνή της σοπράνο είχε αρκετά δυνατά σε ένταση σημεία. Το αποτέλεσμα σε αυτά τα σημεία ήταν να καλύπτει η φωνή κάποια όργανα, τα οποία είτε έπαιζαν μελωδίες που έπρεπε ν' ακουστούν, είτε έδιναν το ρυθμό. Γι' αυτό τον λόγο έγινε χρήση ενός compressor μόνο για το κανάλι της φωνής, με μικρό ratio (βλ. εικόνα 6.8).



Εικόνα 6.8 voice compressor

6.4 Reverberation

Για την επιλογή του reverb και της ποσότητάς του, λήφθηκαν υπόψιν κάποια από τα ακουστικά χαρακτηριστικά της αίθουσας ηχογράφησης, τα οποία παρουσιάζονται και αναλύονται στο υποκεφάλαιο 6.4.1.



Εικόνα 6.9 αίθουσα εγγραφής της ορχήστρας

6.4.1 Ακουστικά χαρακτηριστικά της αίθουσας ηχογράφησης

Η ηχογράφηση της ορχήστρας πραγματοποιήθηκε σε μία αίθουσα, η οποία δεν ήταν σχεδιασμένη κατάλληλα γι' αυτό τον σκοπό. Πρόκειται για ένα τηλεοπτικό στούντιο μεγάλων διαστάσεων, στο οποίο είχαν τοποθετηθεί πατάκια, ώστε η ορχήστρα να είναι στημένη αμφιθεατρικά.

Το πάτωμα της αίθουσας αυτής είναι κατασκευασμένο από τσιμέντο, όπως και οι τοίχοι. Στους τοίχους υπάρχουν τοποθετημένα κάποια ηχοαπορροφητικά πάνελ και όλη η

αίθουσα στο εσωτερικό της περικλείεται από κουρτίνες με χοντρό ύφασμα. Τέλος, η αίθουσα έχει αρκετά μεγάλο ύψος.

Κάθε υλικό οποιουδήποτε χώρου περιγράφεται από τον δικό του συντελεστή απορρόφησης. Η απορρόφηση η οποία προσφέρει το κάθε υλικό εξαρτάται από το πάχος του, την πυκνότητά του καθώς και από τον τρόπο τοποθέτησής του στον χώρο.

Η απορρόφηση του υλικού επηρεάζεται και μεταβάλλεται από την συχνότητα του προσπίπτοντα σε αυτό ήχου.

Συμπερασματικά λοιπόν από την περιγραφή της αίθουσας, την θεωρία καθώς και από το άκουσμά της, πρόκειται γενικά για έναν χώρο με αρκετή απορρόφηση, συνεπώς έναν χώρο χωρίς αρκετές ανακλάσεις.

Παρόλο που τοποθετήθηκαν ambient μικρόφωνα στην ορχήστρα, τα οποία αποσκοπούσαν τόσο στην λήψη του απ' ευθείας ήχου όσο και στην λήψη του ακουστικού αποτυπώματος της αίθουσα (φυσικό reverb) , το reverb δεν επαρκούσε. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιήθηκαν τεχνητά μέσα, τα οποία με τις κατάλληλες ρυθμίσεις των παραμέτρων τους θα οδηγήσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Αυτό έχει εν μέρη τα προτερήματά του, αλλά από την άλλη έχει και τα μειονεκτήματά του.

Το ηχητικό αποτέλεσμα πρέπει να πείθει τον ακροατή και η ποσότητα του reverb θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μην ακούγεται κάτι εξωπραγματικό. Επιπλέον, ο χώρος ο οποίος προστίθεται μέσω της συσκευής πρέπει να ταιριάζει ακουστικά με το φυσικό reverb της αίθουσας ηχογράφησης, κάτι το οποίο πραγματοποιείται με την κατάλληλη ρύθμιση παραμέτρων της συσκευής, τις οποίες ο χρήστης μπορεί να μεταβάλει (βλ. υποκεφάλαιο 4.3.4 προγράμματα reverb και τα ρυθμιστικά των προγραμμάτων αυτών).

6.4.2 Χρήση συσκευής Reverb

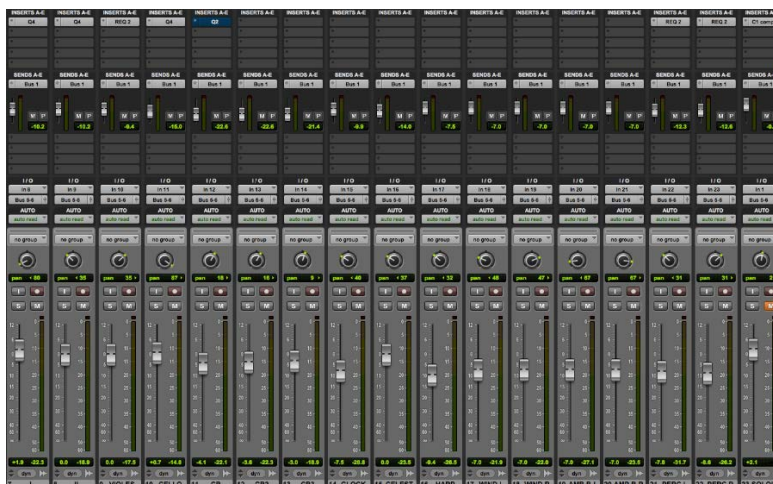
Για την προσθήκη reverb έγινε χρήση εξωτερικής ψηφιακής συσκευής Lexicon 480L (βλ. εικόνα 6.10.α και 6.10.β), η οποία ήταν συνδεδεμένη με το πρόγραμμα των pro tools. Επιλέχθηκε αυτή η συσκευή και όχι reverb υπό την μορφή plug in, διότι ακουστικά ανταποκρίνεται περισσότερο στην πραγματικότητα, δηλαδή ακούγεται πιο φυσικό. Σε κάθε κανάλι δημιουργήθηκε μέσω του send ένα bus (βλ. εικόνα 6.11), το οποίο λειτουργούσε όπως ακριβώς λειτουργεί το auxiliary μιας αναλογικής κονσόλας (δηλαδή μέσω του bus γινόταν η επιλογή ποσότητας του εφέ). Επιπλέον, δημιουργήθηκε ένα στέρεο κανάλι, στο οποίο κατέληγε η επιστροφή του reverb.



Εικόνα 6.10.α Lexicon 480L controller



Εικόνα 6.10.β Lexicon 480L machine



Εικόνα 6.11 Pro Tools mix window

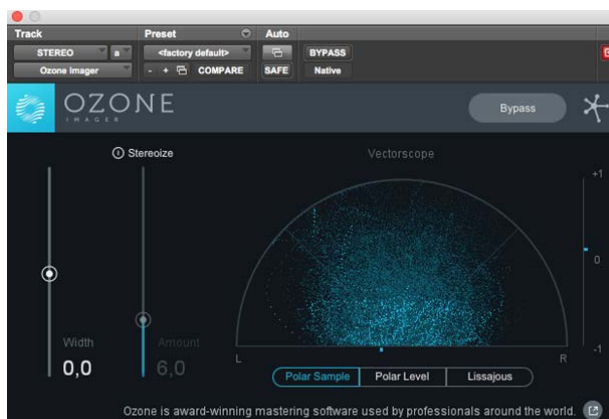
Σε όλη την ορχήστρα, καθώς και στην soprano, έγινε η χρήση του ίδιου reverb. Βέβαια η ποσότητα δεν ήταν σε κάθε κανάλι η ίδια. Τα πίσω όργανα πρέπει να έχουν περισσότερο βάθος από τα μπροστινά, για να δημιουργείται κατά την ακρόαση η αίσθηση της διάστασης του βάθους.

Έγινε επιλογή ενός προγράμματος Large Hall, φυσικά με μερικές αλλαγές σε κάποιες παραμέτρους του (βλ. πίνακα 6.2). Οι παράμετροι ενός reverb αναλύονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 4.

RT ₆₀	2.4 second
SIZE	36 meters
PRE DELAY	28 msecond
RTC	4.395 HZ

6.2 παράμετροι reverb

Παράλληλα με την μίξη και επεξεργασία του ηχητικού υλικού γίνονταν ανά διαστήματα ποιο ακρόαση καθώς και έλεγχος της φάσης μέσω plug in των Pro Tools (βλ. εικόνα 6.12). Επιπλέον έγινε και χρήση ακουστικών ημι-ανοιχτού και κλειστού τύπου καθώς και ακρόαση σε δύο ζεύγη ηχείων. Όλος ο εξοπλισμός αυτός αναγράφεται παρακάτω στο κεφάλαιο 8.



Εικόνα 6.12 Phase meter plug in

Κεφάλαιο 7^ο : Mastering

7.1 Τι είναι το Mastering.

Το mastering είναι μία διαδικασία επεξεργασίας του ήχου που έρχεται μετά την μίξη ενός τραγουδιού. Στην ουσία είναι η τελική επεξεργασία που γίνεται και επεμβαίνει μόνο στο stereo της μίξης του τραγουδιού. Στην τεχνολογία του ήχου και της εικόνας το mastering επιβλήθηκε λόγω των διαφόρων μέσων που κυκλοφορούν στην αγορά, όπως την κασέτα, το βινύλιο, το CD player, τη βιντεοκασέτα, το DVD και άλλα. Το κάθε μέσο έχει τις δικές του ιδιαιτερότητες συνεπώς να χρειάζεται και διαφορετικό mastering. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται στην παραγωγή αφού το υλικό έχει ολοκληρωθεί και συλλεχθεί. Επομένως πρόκειται για την επεξεργασία είτε ηχητικού είτε άλλου υλικού πριν και κατά τη μαζική βιομηχανική τύπωση.

Μια παρομοίωση που μπορούμε να δώσουμε για να κατανοηθεί η έννοια του mastering είναι η διαδικασία της δημιουργίας ενός βιβλίου ή περιοδικού. Σε αυτήν την περίπτωση αφού ετοιμαστούν τα κείμενα από τους συγγραφείς, συλλεχτούν οι φωτογραφίες και ότι άλλο, θα πρέπει τα κείμενα να περάσουν από διορθώσεις, οι φωτογραφίες να περάσουν από φίλτρα για τη βελτίωση των χρωμάτων, να μπουν όλα στη σωστή σειρά για την καλύτερη παρουσίαση του περιοδικού ή του βιβλίου, να μπουν τα περιεχόμενα, οι τίτλοι, να φτιαχτεί το εξώφυλλο κτλ. Αυτό ακριβώς γίνεται και στο mastering από την πλευρά της ηχητικής ή οπτικοακουστικής παραγωγής.

7.2 Ποια η χρησιμότητα του audio mastering

Το mastering στις μέρες μας είναι πια αναγκαίο για όλες τις επαγγελματικές μουσικές παραγωγές καθώς το αποτέλεσμα που βγαίνει από ένα studio ηχογράφησης δεν είναι πάντα έτοιμο για μαζική παραγωγή. Πάντα υπάρχουν μικρο-ατέλειες και θέματα των standard της μουσικής βιομηχανίας που πρέπει να ελεγχθούν. Όλα τα διαφορετικά μέσα που υπάρχουν πια στο εμπόριο, απαιτούν το mastering το οποίο θα διασφαλίσει την καλύτερη απόδοση της μουσικής σε όλα αυτά τα είδη. Είναι γενικά αποδεκτό πως μία παραγωγή μετά το mastering ακούγεται πολύ καλύτερα, χωρίς αυτό να σημαίνει πως μία κακή μίξη με mastering θα ακούγεται καλύτερα από μία καλή μίξη, αλλά μια καλή μίξη θα ακούγεται καλύτερα η ίδια με mastering.

Παρακάτω θα δούμε κάποια κύρια παραδείγματα που μπορεί να περιλαμβάνει η διαδικασία του audio mastering:

- Να μπουν τα μουσικά κομμάτια ενός άλμπουμ στην επιθυμητή σειρά
- Να οριστεί με λεπτομέρεια το κενό μεταξύ των κομματιών
- Να γίνει Crossfade (εναλλαγή έντασης) μεταξύ των μουσικών κομματιών
- Να γίνουν fade ins και fade outs σε όλα τα μουσικά κομμάτια
- Τυχών αυξομείωση έντασης σε σημεία των κομματιών
- Επεξεργασία κάθε κομματιού ξεχωριστά για να έχουν όλα ομοιογενή ένταση και φάσμα συχνοτήτων

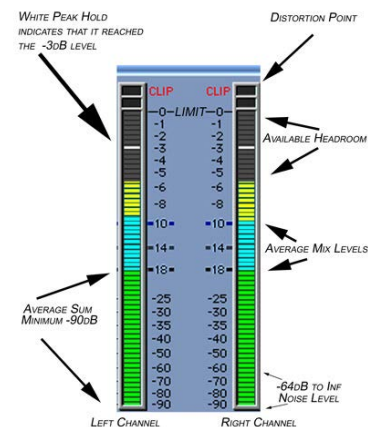
- Δυναμική επεξεργασία για να παίζουν τα κομμάτια στη σωστή ένταση σε όλα τα μέσα αναπαραγωγής
- Επεξεργασία τονικότητας για μικρές αλλαγές στη μίξη (αύξηση έντασης φωνητικών)
- Αφαίρεση θορύβου – φύσημα
- Αφαίρεση clicks, pops & glitches όπου εμφανίζονται
- Μοντάζ για να μικρύνει σε χρόνο ένα κομμάτι η να μεγαλώσει
- Να προστεθούν εφέ για ambience η διόρθωση των fade ins/outs
- Εφαρμογή επεξεργασιών για διαπλάτυνση της στερεοφωνικής εικόνας
- Να προστεθούν ήχοι που πιθανό να έχουν παραληφθεί στη μίξη

Το mastering διαφέρει από το mixing γιατί εδώ έχουμε να κάνουμε με την επεξεργασία της τελικής μορφής της μουσικής σε δικάναλη (stereo) ή πολυκάναλη (surround) μορφή και όχι στη μίξη drums, keys, synths, vocals και άλλων ήχων όπως γίνεται για παράδειγμα στο studio.

7.3 Εισαγωγή στους ψηφιακούς μηχανισμούς του audio mastering

Εισαγωγή

Αφού γίνει η συλλογή του ηχητικού υλικού γνωρίζοντας ότι η μέγιστη ηχητική στάθμη πρέπει να κυμαίνεται από τα -6dBFS έως τα -3dBFS έτσι ώστε να υπάρχει το headroom για περιθώρια βελτίωσης, αποφεύγοντας παράλληλα και την εμφάνιση θορύβου σε περίπτωση που λαμβάναμε το υλικό σε χαμηλότερη ηχητική στάθμη (βλ. εικ.7.1). Η διαδικασία του mastering ξεκινάει με κάποιες βασικές κατηγορίες όπως είναι οι διορθώσεις και άλλες τεχνικές λειτουργίες (fade-ins, fade-outs, crossfades), εξισορρόπηση των συχνοτήτων, δυναμική επεξεργασία ήχου (Compression – Limiting), χρήση εφέ και τεχνικών βελτιστοποίησης.



OPTIMUM Mix Levels For Mastering

Εικόνα 7.1 Ηχητική στάθμη της μίξης

7.3.1 Διορθώσεις και τεχνικές λειτουργίες

Στις μέρες μας η τεχνολογία έχει εξελιχθεί ραγδαία ακόμα και στον τομέα της μουσικής. Αυτό σημαίνει ότι έχουμε τον απόλυτο έλεγχο στην ηχογραφημένη μουσική μέσα από τα ψηφιακά συστήματα επεξεργασίας ήχου που ονομάζονται και Digital Audio Workstations (DAWs). Στο mastering μπορεί να χρειαστεί να επέμβουμε στο να μεγαλώσει η να μικρύνει ένα κομμάτι σε διάρκεια (επανάληψη ή αφαίρεση αποσπασμάτων).

Μία από τις πιο βασικές επεξεργασίες είναι αυτή των fade-ins και fade-outs όπου χρειάζονται. Μπορεί αυτή η διαδικασία να φαίνεται απλή αλλά στην πραγματικότητα θέλει μεγάλη προσοχή έτσι ώστε τα fades να είναι απόλυτα ομαλά, καθώς να ξεκινούν και να καταλήγουν στην απόλυτη σιωπή ($-\infty$). Για την διαδικασία αυτή έχουν φροντίσει τα νέα σύγχρονα DAWs τα οποία έχουν ειδικές ρυθμίσεις για την διαδικασία αυτή.



Εικόνα 7.2 Fade in του ηχητικού συνόλου



Εικόνα 7.3 Fade out του ηχητικού συνόλου

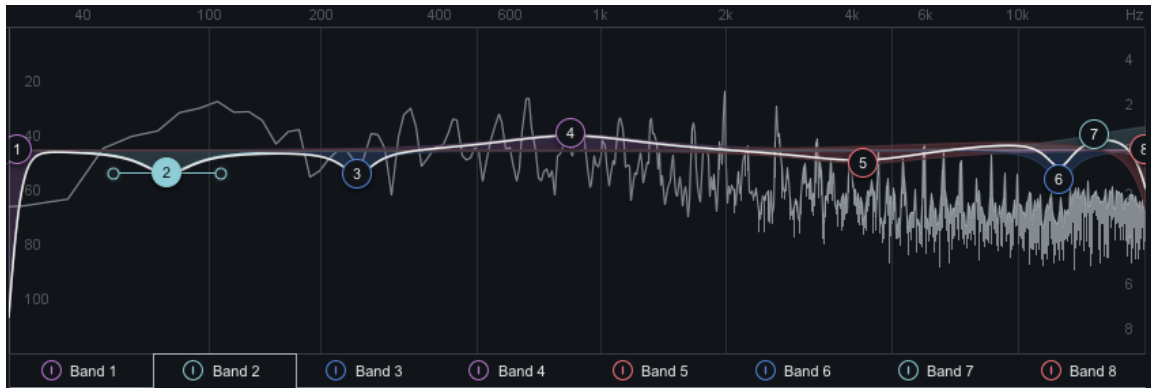
Κάτι ακόμα που μπορεί να περιλαμβάνει μία μίξη η οποία προέρχεται από το studio ηχογράφησης είναι κάποιες ατέλειες οι οποίες είναι σημαντικό να ληφθούν και να διορθωθούν κατά την επεξεργασία του mastering. Αυτές οι ατέλειες μπορεί να είναι pops, clicks, noise, φύσημα, διαρροές σημάτων, απότομες αυξομειώσεις στην ένταση του ήχου και άλλα. Αυτά μπορούν να απαλειφθούν είτε χειροκίνητα είτε με χρήση audio plug-ins τα οποία είναι μικρά προγράμματα που ειδικεύονται για συγκεκριμένες χρήσεις (de-clicker, de-noiser, de-esser κτλ.).

7.3.2 Εξισορρόπηση των συχνοτήτων (Equalization)

Μία πολύ σημαντική διαδικασία είναι αυτή του equalization κατά την οποία καλείται ο τεχνικός mastering να γνωρίζει σε βάθος βελτιώνοντας την ισορροπία των συχνοτήτων όχι μόνο ενός κομματιού αλλά και του συνόλου των κομματιών για να δέσει καλύτερα τα κομμάτια που θα γίνουν στη συνέχεια άλμπουμ. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να ακουστεί ο δίσκος πιο ολοκληρωμένος σαν σύνολο. Για να έρθει η τονικότητα σε μία σωστή ισορροπία χρειάζονται τα κατάλληλα μέσα τα οποία είναι ο ελεγχόμενος χώρος monitoring, το αυτί το οποίο θέλει χρόνια εξάσκησης και εμπειρίας καθώς και κάποιους εικονικούς μετρητές για να βλέπουμε τα σωστά εύρη τονικότητας (βλ. εικ.7.5).

Πρέπει να τονιστεί ότι η διαδικασία εκτέλεσης στο mastering είναι διαφορετική από την διαδικασία της μίξης. Δηλαδή κατά την διάρκεια της ηχογράφησης η της μίξης υπάρχει η δυνατότητα μεγάλης αυξομείωσης από 3 dB έως και 15 dB σε μια συχνοτική περιοχή, αντιθέτως στο mastering έχουμε την δυνατότητα να επέμβουμε μέχρι και 2 με 3 dB το πολύ. Αυτό διότι δεν έχουμε το δικαίωμα να πειράζουμε τις χροιές, αλλά αποσκοπούμε στην σωστή κατανομή ενέργειας τονίζοντας ή εξασθενώντας μικρές συχνοτικές περιοχές (βλ. εικ.7.4).

Για την πιο ομαλή αλλαγή στον ήχο χρησιμοποιείται μία τεχνική στο mastering η οποία λέγεται frequency feathering. Με αυτήν την τεχνική εφαρμόζουμε μικρότερη αυξομείωση σε γειτονικές συχνότητες με αυτήν που θέλουμε, παρά μεγαλύτερη αυξομείωση σε μία συχνότητα. Για παράδειγμα αντί να τονίσουμε +3 dB στα 200 Hz θα τονίσουμε +1.5 dB στα 200 και όλο και λιγότερο μέχρι τα 180 Hz και τα 220 Hz.



Εικόνα 7.4 Equalization με αυξομειώσεις σε 6 συχνοτικές περιοχές

Στην παραπάνω εικόνα εμφανίζεται το equalization που πραγματοποιήθηκε για την προκειμένη ηχογράφιση και μίξη της εργασίας. Όπως παρατηρείται από τα 20 Hz και κάτω υπάρχει ένα low cut filter καθώς και ένα high cut filter για τα 20 KHz και πάνω. Αυτό γίνεται για να αφαιρεθούν οι περιττές συχνότητες, από την στιγμή που το αντί ανταποκρίνεται από τα 20 Hz έως τα 20 KHz. Στη συνέχεια εμφανίζονται μικρές αυξομειώσεις της τάξης μέχρι και του 1dB σε περιοχές όπου η ενέργεια ήταν αλλού πιο ισχυρή και αλλού πιο ασθενής. Οι συχνότητες που επηρεάστηκαν αλλά και οι πλευρικές τους συχνότητες είναι τα 80, τα 250, τα 800, τα 4000 και τα 16000 Hz.



Εικόνα 7.5 Γράφημα τεσσάρων περιοχών τονικότητας

Εικόνα 7.6 Γράφημα καμπύλης τονικότητας

Τα παραπάνω γραφήματα τα οποία είναι πανομοιότυπα μας βοηθάνε να δούμε την κατανομή ενέργειας ανά συχνοτικές περιοχές οι οποίες χωρίζονται σε 4 ζώνες συχνοτήτων, στην χαμηλή, στην χαμηλή-μεσαία, στην μεσαία-ψηλή και στην ψηλή. Οι τέσσερις μεταβαλλόμενες λευκές γραμμές μας δείχνουν έναν μέσο όρο της ενέργειας που κυμαίνεται μέσα σε κάποια όρια τα οποία φαίνονται να είναι οι πιο ξεθωριασμένες λευκές γραμμές. Αν η έντονη γραμμή στην κάθε ζώνη φαίνεται να είναι εκτός αυτών των ορίων σημαίνει ότι κατανέμεται είτε περισσότερη είτε λιγότερη ενέργεια από εκείνη που χρειάζεται. Για να ελέγξουμε ότι λειτουργεί σωστά αυτό που βλέπουμε από τα γραφήματα, πέρα από το να ακούσουμε το τελικό αποτέλεσμα τόσες φορές όσες χρειαστεί που είναι και το πιο σημαντικό, πρέπει να βρούμε το σημείο μέσα στο ηχητικό υλικό το οποίο είναι το πιο δυναμικό καθώς και το πιο πλούσιο σε ηχητικό φάσμα (πχ. να παίζουν όλα τα όργανα ή τα περισσότερα) για να μπορέσουμε να βγάλουμε και τα σωστά συμπεράσματα. Για παράδειγμα αν μια χρονική στιγμή παίζουν μόνο τα κοντραμπάσα δεν θα πάμε με βάση το τι δείχνει το γράφημα εκείνη την στιγμή, διότι πολύ πιθανόν οι ενδείξεις από τις ζώνες High-Mid και High να είναι εκτός ορίων.

7.3.3 Δυναμική επεξεργασία του ήχου

Όπως επεξεργαζόμαστε τις συχνότητες για την κατάλληλη ισορροπία μεταξύ τους, έτσι με τις δυναμικές και τις εντάσεις πρέπει να υπάρχει η επεξεργασία έτσι ώστε όταν ο ακροατής ακούει το άλμπουμ να μην χρειάζεται να αυξομειώνει την ένταση σε κάθε κομμάτι. Δυναμική επεξεργασία επίσης χρειάζεται για την μεγιστοποίηση της έντασης.

Την μεγιστοποίηση της έντασης την συναντάμε κυρίως στα CD καθώς και σε άλλα μέσα χωρίς βέβαια να εμφανίζεται παραμόρφωση και είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες του mastering. Στόχος του τεχνικού είναι να μεγιστοποιήσει να μεν την ένταση χωρίς όμως να αλλάξει αισθητά την δυναμική ενός κομματιού και να χαλάσει την φυσικότητά του. Αυτό το "μικρόβιο" ξεκίνησε παλαιότερα από το ραδιόφωνο όπου τα τραγούδια τα οποία ακούγονταν πιο δυνατά συνήθως είχαν και μεγαλύτερη επιτυχία. Έτσι σιγά σιγά είχε όλο και περισσότερη ζήτηση αυτή η διαδικασία όταν προοριζόταν το κομμάτι για το ραδιόφωνο.

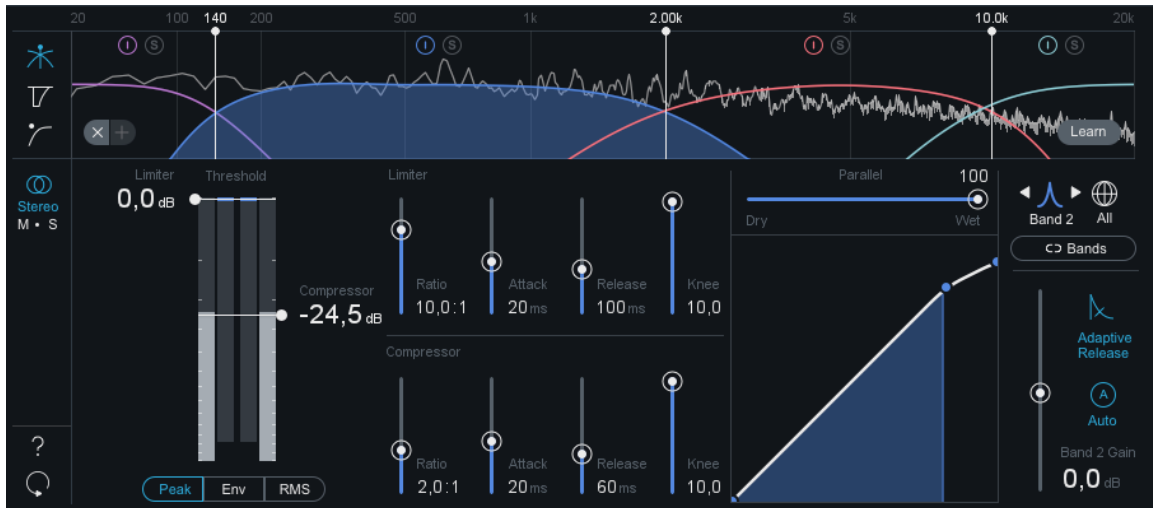
Αυτό το φαινόμενο βέβαια δεν μένει μόνο στο ραδιόφωνο αλλά ξεκινάει και με τις δισκογραφικές εταιρίες οι οποίες δεν θα ήθελαν σε καμία περίπτωση τα κομμάτια τους να ακούγονται χαμηλότερα από τα κομμάτια των ανταγωνιστών τους. Επίσης από τεχνικής άποψης όσο πιο δυνατός είναι ο ήχος τόσο λιγότερος θόρυβος θα εμφανίζεται σε συστήματα κατώτερης ποιότητας.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα παραπάνω αναφέρονται κυρίως για την pop, την rock, και την ηλεκτρονική μουσική και όχι τόσο για την κλασική ή την Jazz μουσική στις οποίες οι ακροατές επιθυμούν μεγαλύτερο δυναμικό εύρος και όχι την μέγιστη ένταση.

Για να πραγματοποιηθεί η δυναμική επεξεργασία και η μεγιστοποίηση της έντασης του ήχου χρησιμοποιούνται διάφοροι compressors και limiters. Ο compressor χρησιμοποιείται για να αυξήσει την χαμηλή στάθμη ενός κομματιού και το limiter για να μειώσει την ψηλή στάθμη. Μπορούμε να δούμε την λειτουργία του limiting να εμπεριέχεται σε έναν compressor αλλά προτιμάται στο mastering να αντιμετωπίζονται μεμονωμένα με ειδικευμένα μηχανήματα για να υπάρχει μεγαλύτερος έλεγχος κατά την διάρκεια της επεξεργασίας.

- **Compression:** Η λειτουργία του compressor είναι να συμπιέζει το σήμα τόσο όσο χρειάζεται μειώνοντας το δυναμικό εύρος του σήματος. Σκοπός του είναι να χαμηλώνει τα πολύ δυνατά σημεία και να δυναμώνει τα πολύ χαμηλά σημεία, έτσι ώστε η ένταση να είναι ομαλή στις αυξομειώσεις. Οι compressors έχουν την δυνατότητα να αντιδρούν ταχύτατα και με αυτοματισμούς πράγμα που κάνει την επεξεργασία πιο αποτελεσματική.
- **Limiting:** Η λειτουργία του limiter είναι να συμπιέζει το σήμα κοφτά και απότομα όπου συνήθως επεμβαίνουν στις κορυφές (peaks) των σημάτων, οι οποίες φτάνουν μέχρι και τα 0 dBFS στο CD, χωρίς να υπάρχουν μεγάλες αλλοιώσεις στον ήχο, για τον λόγο ότι η διάρκεια τους είναι πολύ σύντομη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να έρθει η συνολική ένταση αρκετά πιο ψηλά. Στην ουσία τα limiters λειτουργούν σαν ένα φράγμα της στάθμης, η οποία δεν μπορεί να ξεπεράσει κάποια στάνταρ levels που είναι συνήθως τα 0 dBFS. Λόγο της εξέλιξης της τεχνολογίας έχουμε επίτευξη των υψηλότερων εντάσεων όσο από ποτέ χάρη στην λειτουργία look ahead, η οποία

προσθέτει μία καθυστέρηση της τάξης των 2ms έτσι ώστε τα limiters να προβλέπουν τις κορυφές του σήματος πριν φτάσουν.



Εικόνα 7.7 Multi-Band Compressor (Κομπρέσορας τεσσάρων περιοχών)

Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε έναν πρόγραμμα plug-in compressor τεσσάρων περιοχών που χρησιμοποιήθηκε για την τελική επεξεργασία της ηχογράφησης. Η κάθε περιοχή όπως φαίνεται και στην εικόνα χωρίζεται με crossover στις συχνότητες των 140 Hz, των 2 KHz και των 10 KHz, οι οποίες μεταβάλλονται με τις επιλογές του τεχνικού. Όπως αναφέρεται παραπάνω οι compressors έχουν την δυνατότητα να λειτουργούν ταχύτατα και αυτό παρατηρείται στην εικόνα όπου το attack είναι στα 20 ms (χρόνος που απαιτείται για την πλήρη ενεργοποίηση του) και το release στα 60 ms (χρόνος που απαιτείται για την πλήρη παύση του). Αυτές οι ρυθμίσεις αλλάζουν ανάλογα με το τι θέλει να πετύχει ο τεχνικός. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα να ακούσουμε μεμονωμένα την κάθε συχνοτική περιοχή και πως επεμβαίνει ο compressor σε αυτήν πατώντας το κουμπί "S" το οποίο σημαίνει Solo.



Εικόνα 7.8 Limiter – Loudness Maximizer

Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε ένα plug-in limiter ή loudness maximizer όπου ο ρόλος του είναι να μεγιστοποιεί την ηχητική ένταση χωρίς να παραμορφώνει το σήμα. Ας ξεκινήσουμε με το threshold το οποίο όσο το ρυθμίζεις προς τα κάτω τόσο αρχίζει να ενισχύεται το σήμα. Για παράδειγμα αν χαμηλώσει το ρυθμιστικό κατά 6 dB, η έξοδος θα αυξηθεί κατά 6 dB. Το ρυθμιστικό Ceiling ορίζει σε ποια στάθμη έντασης θα είναι οι κορυφές (peaks). Αν έπεται και άλλη επεξεργασία μετά την έξοδο του σήματος από το limiting προτεινόμενες τιμές είναι από -0.8 έως -0.3 dB. Για αυτό καλό είναι είτε το plug-in είτε κάποιο hardware ενός limiter να μπαίνει πάντα στο τέλος κατά την επεξεργασία, έτσι ώστε να εξασφαλίσουμε πως δεν θα έχουμε παραμορφωμένο σήμα. Η ρύθμιση Character ονομάζεται μία μονάδα μέτρησης η οποία επεμβαίνει στο attack και στο release του limiter και ρυθμίζει πόσο αργά η πόσο γρήγορα θα επηρεάζει το σήμα, ακριβώς όπως λειτουργεί και στον compressor. Τέλος θα παρατηρήσουμε κάτω αριστερά της εικόνας μία μονάδα μέτρησης που ονομάζεται LUFS. Η μονάδα αυτή έχει ως ένδειξη την ένταση πλήρους κλίμακας (Loudness Units to Full Scale). Τα τελευταία χρόνια είναι τόσο σημαντική αυτή η μονάδα όσο και τα dBFS στην μουσική βιομηχανία. Αυτό συμβαίνει διότι όταν ξεκίνησαν οι μουσικές πλατφόρμες του internet και δεχόντουσαν τραγούδια, δεν υπήρχε ισορροπία στην ένταση των τραγουδιών και έπρεπε να εφαρμόσουν κάποια standard όσων αφορά την ένταση του κάθε κομματιού. Έτσι ορίζει η κάθε μία ξεχωριστά την δική της στάθμη αναφοράς έντασης και προσαρμόζει το κάθε κομμάτι σε αυτήν, αυτό βέβαια χωρίς να επηρεάζει την μίξη ή την χροιά ή την οποιαδήποτε επεξεργασία, εκτός της επιθυμητής έντασης του τεχνικού. Γι' αυτό καλό είναι να γνωρίζει ο τεχνικός κάποια στάνταρ της μονάδας αυτής.

7.3.4 Χρήση εφέ και άλλες τεχνικές

Κατά την διαδικασία του mastering υπάρχουν περιπτώσεις όπου η προσθήκη εφέ θα επιδιορθώσει κάποια προβλήματα, όπως είναι τα απότομα fade outs στα οποία με την χρήση reverb θα μας δώσει μία πιο ομαλή και μεγάλη ουρά. Επίσης στο μοντάζ μπορεί να παρουσιάζεται δυσκολία στην ένωση και ενδεχομένως με λίγο echo να επιλυθεί το πρόβλημα. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις όπου στην συνολική μίξη μπορεί ο παραγωγός η ο καλλιτέχνης να διαπιστώσει κάπως αργά ότι λείπει ο χώρος σε ένα κομμάτι η σε ολόκληρο έργο (για παράδειγμα σε μία συμφωνική ορχήστρα) και να χρειαστεί να προστεθεί reverb. Για αυτές τις επεξεργασίες χρειάζονται καλής ποιότητας hardware ή plug-ins εφέ.

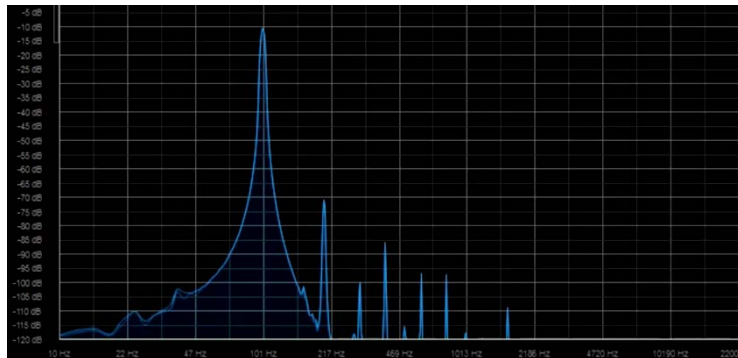
Εκτός από την χρήση του εφέ, στο mastering χρησιμοποιούνται και πολλά άλλα τρικ για την βελτίωση του ήχου, είτε αντικειμενικά είτε ψυχοακουστικά. Αυτά συνήθως πραγματοποιούνται με επαγγελματικά μηχανήματα η καλής ποιότητας software plug-ins τα οποία περιλαμβάνουν την διαπλάτυνση της στερεοφωνικής εικόνας καθώς και την βελτίωση της τονικότητας. Όσων αφορά την τονικότητα οι βελτιώσεις μπορεί να αφορούν χαμηλές συχνότητες, με τεχνικές που προσθέτουν μπάσα εκεί που δεν υπάρχουν και αυτό πραγματοποιείται με την δημιουργία αρμονικών εκεί που δεν υπάρχουν. Αυτό συμβαίνει και σε κομμάτια τα οποία ακούγονται μουντά μπορεί να υπάρξει βελτίωση στις υψηλότερες συχνότητες προσθέτοντας ψηλές αρμονικές στον ήχο.

Η στερεοφωνία σε ένα κομμάτι είναι αρκετά σημαντική. Με την διαπλάτυνση της στερεοφωνίας της μουσικής επιτυγχάνεται να ακουστεί πιο εντυπωσιακή και πιο επιβλητική. Η βελτιστοποίηση της πραγματοποιείται με ψυχοακουστικά τρικ όπως την είσοδο ελάχιστης καθυστέρησης στο ένα από τα δύο κανάλια ή με χρήση πολύπλοκων αλγορίθμων που χρησιμοποιούν ειδικά hardware ή software plug-ins. Παρακάτω θα δούμε στην πράξη αυτά που μόλις προαναφέρθηκαν.

Αυτό που θα εξετάσουμε είναι οι τρόποι βελτίωσης της τονικότητας. Αν ανατρέχαμε 30 χρόνια πίσω θα μπορούσαμε να πούμε ότι αυτή η διαδικασία όχι μόνο ήταν απαραίτητη αλλά και αναπόφευκτη, διότι χάρη στον αναλογικό ήχο και τα αναλογικά συστήματα ηχογράφησης που έπρεπε να ηχογραφήσουμε, δημιουργούσαν αυτήν την φυσική αρμονική παραμόρφωση με αποτέλεσμα ο ήχος να παραγότανε πιο "ζεστός" και πιο "πλούσιος". Αυτά τα μηχανήματα δεν ήταν άλλα από τα μαγνητόφωνα (tape recorders). Στις παρακάτω εικόνες θα δούμε ένα από αυτά τα μαγνητόφωνα εγγραφής και την συμπεριφορά του όταν εισέρχεται σήμα των 100 Hz.



Εικόνα 7.9 Studer A827

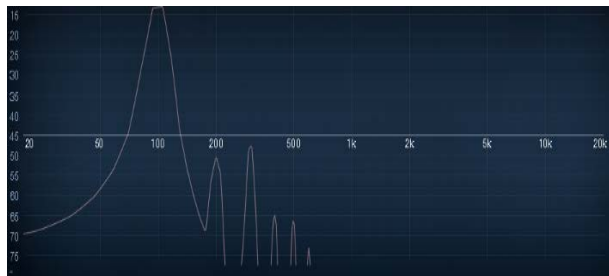


Εικόνα 7.10 Frequency Analyzer

Στις μέρες μας λοιπόν είτε θα γίνει η επεξεργασία μέσω ενός τέτοιου καλο-συντηρημένου μηχανήματος, είτε μέσω ποιοτικών software plug-ins τα οποία προσομοιάζουν τις λειτουργίες και τον ήχο τέτοιων μηχανημάτων, όπως θα δούμε στη συνέχεια.

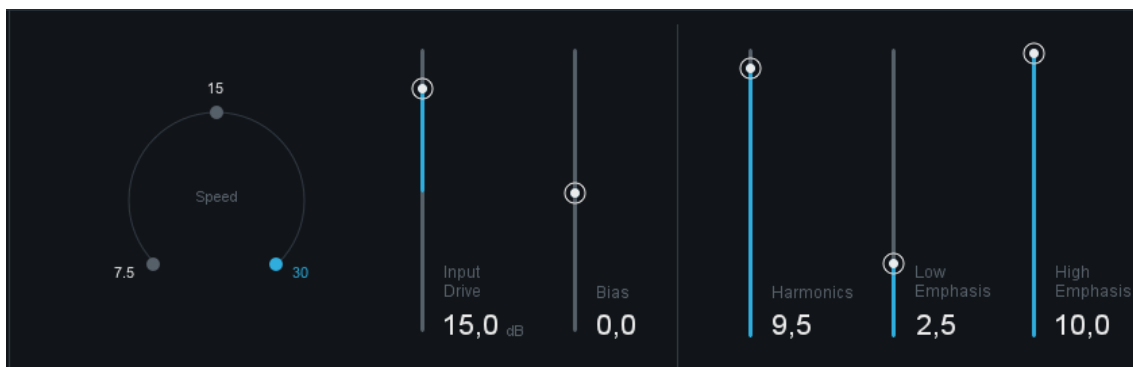


Εικόνα 7.11 Audio plug-in tape recorder



Εικόνα 7.12 Frequency Analyzer

*Στις παραπάνω εικόνες παρατηρούμε το πρόγραμμα προσομοίωσης μαγνητοφώνου και το αποτέλεσμα που δίνει η έξοδος, όταν στην είσοδο του δώσουμε έναν τόνο στα 100 Hz.



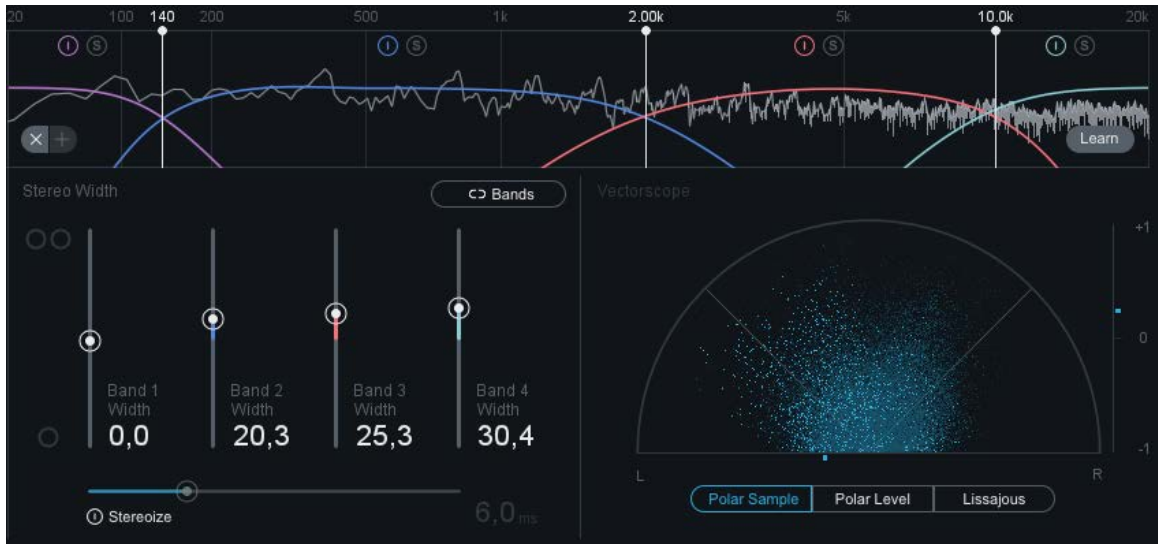
Εικόνα 7.13 Πρόγραμμα προσομοίωσης μαγνητοφώνου (Audio plug-in tape recorder)

Στην εικόνα αυτή βλέπουμε για αρχή μια ρύθμιση η οποία ορίζει την ταχύτητα εγγραφής η οποία ορίζεται στις 7.5 στις 15 και στις 30 IPS (Inches per second). Αυτό σημαίνει ότι αν γινόταν εγγραφή σε κανονικό μαγνητόφωνο σε 1 δευτερόλεπτο θα γράφαμε 30 ίντσες μαγνητοταινίας. Το θετικό σε αυτό είναι η καλύτερη ποιότητα εγγραφής και τα αρνητικά ότι η χωρητικότητα της μαγνητοταινίας εγγραφής είναι σε διάρκεια περίπου στα 15 λεπτά εγγραφής, καθώς τα μηχανήματα αυτά είναι συνήθως πιο ακριβά από αυτά που γράφουνε στις 7.5 και στις 15 ίντσες. Το δεύτερο ρυθμιστικό Input Drive ελέγχει την στάθμη έντασης εισόδου.

Το επόμενο ρυθμιστικό Bias είναι στην πραγματικότητα μία τεχνική που χρησιμοποιείται στα μαγνητόφωνα για να βελτιώσουν την πιστότητα τους. Υπάρχει η DC Bias και η AC Bias. Η DC Bias είναι η προσθήκη ενός συνεχούς ρεύματος στο ηχητικό σήμα που καταγράφεται. Η AC Bias είναι η προσθήκη ενός ακουστικού σήματος υψηλής συχνότητας (από 40 έως 150 KHz) στο ηχητικό σήμα. Τα περισσότερα σύγχρονα μαγνητόφωνα χρησιμοποιούν AC Bias. Κατά την εγγραφή η μαγνητική ταινία έχει μια μη γραμμική απόκριση. Χωρίς την τεχνική Bias αυτή η απόκριση θα έχει ως αποτέλεσμα κακές επιδόσεις ειδικά στα χαμηλά επίπεδα σήματος. Ένα σήμα εγγραφής το οποίο παράγει μία ισχύ μαγνητικού πεδίου μικρότερη από την ισχύ της μαγνητοταινίας δεν μπορεί να την μαγνητίσει και παράγεται μικρό σήμα αναπαραγωγής. Με την τεχνική αυτή αυξάνεται σημαντικά η ποιότητα των σημάτων των περισσότερων ηχογραφήσεων πιέζοντας το σήμα σε πιο γραμμικές ζώνες της λειτουργίας της μαγνητοταινίας.

Οι επόμενες 3 ρυθμίσεις ορίζουν τον αριθμό των αρμονικών που θα παραχθούν, καθώς και πόση έμφαση θα δώσουμε στις χαμηλές αλλά και στις ψηλές αρμονικές συχνότητες, δηλαδή κατά πόσο θα τονιστούν οι αρμονικές συχνότητες σε ηχητική ένταση.

Τέλος όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως η στερεοφωνία καθώς και η διαπλάτυνσή της παίζει σημαντικό ρόλο στο τελικό ηχητικό αποτέλεσμα. Παρακάτω θα δούμε την επεξεργασία που έχει γίνει για το τελικό αποτέλεσμα του mastering καθώς είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε και να ελέγξουμε αν καθ' όλη την διάρκεια της ηχογράφησης το σήμα είναι εντός φάσης σε γενικές γραμμές.



Εικόνα 7.14 Πρόγραμμα επεξεργασίας στερεοφωνικού πλάτους

Στην παραπάνω εικόνα παρατηρούνται τα ρυθμιστικά στερεοφωνικού πλάτους καθώς και ένα διάγραμμα κατανομής ενέργειας στο στερεοφωνικό πεδίο (Polar Sample). Τα τέσσερα αυτά ρυθμιστικά αντιστοιχούν το κάθε ένα ξεχωριστά για τις τέσσερις περιοχές συχνοτήτων όπως φαίνονται να χωρίζονται από crossovers στα 140 Hz, στα 2KHz και στα 10KHz. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα απομόνωσης μια συχνοτικής περιοχής για την σύγκριση του πριν και του μετά σήματος. Στόχος των ρυθμιστικών αυτών είναι να απλώσουν αυτές τις συχνοτικές περιοχές ομαλά στο ακουστικό πεδίο χρησιμοποιώντας σύνθετους αλγορίθμους. Όμως η υπερβολική χρήση της λειτουργίας αυτής μπορεί να φέρει το σήμα εκτός φάσης. Εκτός φάσης βρίσκεται το σήμα όταν η ένδειξη της μπλε κουκίδας στο Vector Scope κυμαίνεται από το 0 έως το -1 και αντίστοιχα εντός φάσης κυμαίνεται από το 0 μέχρι το +1. Όσο η ένδειξη τείνει στο +1 τείνει και το σήμα να γίνει μονοφωνικό, όσο τείνει στο 0 τείνει στην "πλήρη" στερεοφωνία. Η κουκίδα που κυμαίνεται στον άξονα L – R μας δείχνει αν το σήμα τείνει στο αριστερό ή το δεξιό κανάλι.

7.3.5 Μείωση ανάλυσης και μονοφωνική συμβατότητα

Η επεξεργασία του ήχου πλέον είναι κυρίως ψηφιακή και καταλήγει σε ψηφιακά μέσα. Έτσι λοιπόν οι περισσότεροι τεχνικοί mastering επιλέγουν να δουλεύουν σε υψηλές αναλύσεις του ψηφιακού ήχου στα 32bit και 96KHz, για όσο το δυνατόν λιγότερες απώλειες κατά την επεξεργασία του ήχου. Όμως τα περισσότερα ψηφιακά μέσα όπως το CD υποστηρίζουν χαμηλότερες αναλύσεις (CD: 16bit 44.100 KHz, DVD-Audio: 24bit 96 KHz) και πρέπει να γίνει η μείωση ψηφιακής ανάλυσης bit rate και δειγματοληψίας (down-sampling) του ψηφιακού ήχου.

Στο mastering είναι σημαντικό επίσης να γίνεται μονοφωνική ακρόαση για την εξασφάλιση της σωστής αναπαραγωγής και σε τηλεοράσεις, ραδιόφωνα κ.α.. Πρέπει να τονιστεί ότι όσο καλά και αν ακούγεται το ηχητικό σήμα στη στερεοφωνία δεν σημαίνει ότι μονοφωνικά θα ακούγεται σωστά χωρίς ακυρώσεις και προβλήματα διαχωρισμού των οργάνων.

Κεφάλαιο 8^ο : Εξοπλισμός

Πλήρης εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την ολοκλήρωση της πτυχιακής εργασίας.

Μικρόφωνα (Microphones)



Neumann U89i



Shoeps MK4



Stereo Shoeps MSTC 64

Καλώδια (Cables)



XLR Cable 5, 10, 20m



XLR Multicore Audio Cable



Analog DB25 to TRS Patch Snake

Κονσόλα ήχου (Audio Console)



Midas XL200 Mixing Console

Τροφοδοτικά κονσόλας (Console Power Supplies)



Midas XL2900 x 2 Τροφοδοτικά κονσόλας

Ηχεία (Studio Monitors)



Neumann Klein Hummel O 300 D Active Monitor



Genelec 1022A Studio Monitor

Ακουστικά (Headphones)



Beyerdynamic DT 770



Shure SRH 840



AKG 712 Pro

Περιφερειακός Εξοπλισμός (Peripheral Equipment)



Lexicon 480L Reverb



Manley Variable MU Compressor/Limiter

Κάρτες ήχου και μετατροπείς σήματος ADC / DAC (Audio Interface Signal and Converters ADC / DAC)



Rednet A16R x 2 (16x16 analog I/O)



Rednet 1 (8x8 analog I/O)



Rednet HD32R (32x32 I/O)

Εξοπλισμός καταγραφής ήχου (Audio Recording Equipment)



H/Y Apple Mac Pro



Avid ProTools Digital Audio Workstation

Συμπεράσματα – Επίλογος

Η ολοκλήρωση της πτυχιακής εργασίας, μας έδωσε να καταλάβουμε πόσο σημαντική είναι η παρουσία της, αφού μέσα από αυτήν ξεπροβάλλουν όλα όσα μάθαμε μέσα από την σχολή αυτή. Δίνεται η ευκαιρία λοιπόν μέσα από την εργασία να βελτιωθεί η ροή και η οργάνωση σκέψης γύρω από την θεωρητική αλλά και πρακτική εκμάθηση που λήφθηκε κατά την διάρκεια των σπουδών μας, λειτουργώντας με μεθοδικότητα. Σκοπός λοιπόν της εργασίας είναι να παραχθεί ένα μεστό και άρτιο αποτέλεσμα το οποίο να πλησιάζει επαγγελματικό επίπεδο.

Η εργασία αυτή συγκεκριμένα μας έδωσε να καταλάβουμε τις απαιτήσεις που χρειάζεται η ηχογράφηση μιας συμφωνικής ορχήστρας, καθώς και τις δυσκολίες της. Οι απαιτήσεις αυτές “ξεκινάνε” από την κατάλληλη και σωστή τοποθέτηση μικροφώνων, έχοντας στο μυαλό σου ότι έχεις να κάνεις με σχεδόν 80 πηγές ήχου, μέχρι και τον χρονικό περιορισμό που υπάρχει για να κάνεις τις κατάλληλες διεργασίες παράλληλα με την πρόβα της ορχήστρας όπου η διάρκεια της είναι της τάξης των 20 λεπτών, ώστε να στείλεις και ένα σωστό ηχητικό αποτέλεσμα είτε απευθείας για την τηλεόραση είτε σε έναν εγγραφέα για ερχόμενη μίξη και επεξεργασία. Με την εργασία αυτή μας δόθηκε η ευκαιρία να πειραματιστούμε και να καταλάβουμε πως λειτουργούν και πως συμπεριφέρονται διάφορα μικρόφωνα, πως ανταποκρίνονται διάφορες στερεο τεχνικές μικροφώνων, πως καταλήγει η ροή του σήματος στα ηχεία μέσω της κονσόλας και πως συμπεριφέρονται οι περιφερειακές συσκευές. Ακόμα εμβαθύνουμε αρκετά στον χειρισμό της κονσόλας, στον χειρισμό του ευρέως γνωστού επεξεργαστή βάθος χώρου Lexicon 480L, καθώς και στον χειρισμό των ProTools (DAW) μηχανήματα δηλαδή που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως στους περισσότερους χώρους της ηχοληψίας.

Σε γενικές γραμμές δεν εμφανίστηκαν δυσκολίες κατά την διάρκεια της εργασίας όσων αφορά το θεωρητικό αλλά και το πρακτικό μέρος. Όσων αφορά την διαδικασία της ηχογράφησης, μας ήταν “οικεία” και αυτό διότι είχαμε επαναλάβει αρκετές φορές την ηχογράφηση αυτής της ορχήστρας καθ’ όλη την διάρκεια της πρακτικής μας άσκησης. Η μόνη δυσκολία εμφανίστηκε στον περιορισμένο χρόνο που ήταν ελεύθερο το studio με αποτέλεσμα να «κλέβουμε» κάθε φορά χρόνο όταν το studio δεν χρησιμοποιούταν από τους αρμόδιους για κάποια ηχογράφηση.

Βιβλιογραφία

Roey Izhaki. (2008). *Mixing Audio – Concepts, Practices and Tools*. New York. Focal Press.

David Gibson. (1997). *The Art of Mixing A Visual Guide To Recording Engineering And Production*. Auburn Hills, Michigan. MixBooks, Artistpro.com, LLC.

Bobby Owsinski. (2005). *The Recording Engineer’s Handbook*. USA, Boston. The ArtistPro.

Bobby Owsinski. (2006). *The Recording Engineer’s Handbook: Second Edition*. USA, Boston. The ArtistPro.

Ray Rayburn. (2011). *Eargle's the Microphone Book _ From Mono to Stereo to Surround - A Guide to Microphone Design and Application: Third Edition*. Oxford. Focal Press.

Philip Newell. (1998). *Recording Spaces*. Oxford. Elsevier Ltd, Focal Press.

Philip Newell and Keith Holland. (2007). *Loudspeakers - For Music Recording and Reproduction*. Oxford. Elsevier Ltd, Focal Press.

Philip Newell. (2012) *Recording Studio Design: Third Edition*. Oxford. Elsevier Ltd, Focal Press.

Robert A. Katz. (2002). *Mastering Audio: The Art and the Science*. Oxford. Elsevier, Focal Press.

Robert A. Katz. (2015). *Mastering Audio: The Art and the Science: Third Edition*. Oxford. Elsevier, Focal Press.

D. Ksenikakis (2013). *Ηχοληψία I*. Crete. Department of Music Engineering & Acoustics.

D. Ksenikakis (2013). *Ηχοληψία II*. Crete. Department of Music Engineering & Acoustics.

D. Ksenikakis (2013). *Ηχοληψία III*. Crete. Department of Music Engineering & Acoustics.

Minas K. Sifakis. (2014). *Εφαρμοσμένη Ακουστική I*. Crete. Department of Music Engineering & Acoustics.

I. Loutridis (2015). *Ακουστική: Αρχές και Εφαρμογές*. Patra. Tziola’s Publications.

D. Skarlatos (2012). *Εφαρμοσμένη Ακουστική: 4^η Έκδοση*. Patra. Gotsis.