

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

***ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΗΧΟΓΡΑΦΗΣΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΗΧΟΥ
(SURROUND SOUND RECORDING)***

Οι επικρατέστερες τεχνικές ηχογράφησης και αναπαραγωγής

ΒΑΣΙΛΙΚΗ ΤΣΙΑΝΑΚΑ Α.Μ.: 632

Επιβλέπων καθηγητής: Νικόλας Βαλσαμάκης

ΡΕΘΥΜΝΟ 2014

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά, ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στον εξαιρετικό καθηγητή και επιβλέπων της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας κύριο Νικόλα Βαλσαμάκη, για τις απεριόριστες γνώσεις του σχετικά με το θέμα τις Διπλωματικής, για τη συμβολή του και τη πολύτιμη καθοδήγησή του στη συγγραφή της Πτυχιακής μου εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω όλους τους ειδικούς αλλά και εκείνους που ασχολούνται με το θέμα των τεχνικών ηχογραφήσεων.

Επιπλέον, θα ήθελα να δηλώσω ότι είμαι ευγνώμων στο προσωπικό των διαφόρων εταιρειών που ασχολούνται με την θεματολογία για την απεριόριστη παροχή εξοπλισμού σχετικά με τις μορφές και τους τρόπους λειτουργίας, εν χρήση του Περιφερειακού Ήχου ως ένα πολύτιμο «εργαλείο» επιρροής στη βιομηχανία της μουσικής παραγωγής.

Τέλος, θα επιθυμούσα να αποστείλω τις ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου, οι οποίοι όλο αυτόν τον καιρό, της προετοιμασίας της συγκεκριμένης εργασίας αλλά και έρευνας, με στήριξαν στον υπέρτατο βαθμό.

Η πτυχιακή αυτή εργασία αφιερώνεται με πολλή αγάπη και ευγνωμοσύνη στους μελλοντικούς συνεργάτες μου και στους ανθρώπους της ψυχαγωγίας και του σύγχρονου θεάματος.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή αυτή έρευνα ασχολείται με το τη θεωρία και τις τεχνικές γύρω από τον Περιφερειακό Ήχο, τις κυριότερες διατάξεις καθώς και τα μικρόφωνα που χρησιμοποιούνται σε κάθε μια από αυτές. Γίνεται αναφορά στην φυσική διάσταση του ήχου και στην χωρόδιαταξή του. Επίσης γίνεται εκτενής ιστορική αναδρομή της εξέλιξης του Περιφερειακού Ήχου. Στο κυρίως θέμα, παρουσιάζονται οι δεκαπέντε κυριότερες διατάξεις μικροφώνων για ηχογράφιση Περιφερειακού Ήχου και τα χαρακτηριστικά σε κάθε μια από αυτές. Εν κατακλείδι, γίνεται σύγκριση των διατάξεων αυτών.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ

περιφερειακός ήχος, ηχοληψία, μικρόφωνα,

TITLE

Surround Sound Recording

ABSTRACT

This dissertation is concerned with what is surround sound and the main provisions and the microphones used in each of them. Reference is made to the physics of sound and the localization of sound. An extensive historical overview of the evolution of surround sound is provided. Fifteen main surround sound recording techniques, their features and the appropriate microphone requirements are presented. In conclusion, there is a discussion and comparison between the various surround recording techniques.

KEYWORDS

Surround Sound, sound recording, microphones

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|----|
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ..... | 2 |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ..... | 3 |
| TITLE- ABSTRACT..... | 4 |
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ..... | 5 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ..... | 7 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ..... | 8 |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 9 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Γενικά περί ήχου και αντίληψής του..... | 11 |
| 1.1 Φυσική του ήχου..... | 11 |
| 1.2 Διάδοση των ηχητικών κυμάτων..... | 11 |
| 1.3 Εγκάρσια και διαμήκη κύματα..... | 11 |
| 1.4 Ταχύτητα του ήχου..... | 12 |
| 1.5 Φαινόμενα του ήχου..... | 12 |
| 1.5.1 Ανάκλαση..... | 12 |
| 1.5.2 Περίθλαση..... | 13 |
| 1.5.3 Διάθλαση..... | 13 |
| 1.5.4 Συμβολή..... | 13 |
| 1.5.5 Το φαινόμενο Ντόπλερ..... | 13 |
| 1.6 Χαρακτηριστικά του ήχου..... | 14 |
| 1.6.1 Παράγοντες της εικονικής χωροδιάταξης του ήχου..... | 15 |
| 1.6.2 Προσδιορισμός οριζόντιας γωνίας. Διαφοροποιήσεις χρόνου πρόληψης και έντασης πρόσληψης (ITD, IID)..... | 15 |
| 1.6.3 Προσδιορισμός απόστασης..... | 16 |
| 1.6.4 Προσδιορισμός ύψους. Φασματικές διαφοροποιήσεις - spectral cues (head related transfer functions – HRTF)..... | 17 |
| 1.7 Πώς αντιλαμβανόμαστε τους ήχους..... | 18 |
| 1.7.1 Αντίληψη..... | 18 |

| | |
|---|----|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Ηχοληψία Περιφερειακού Ήχου | 20 |
| 2.1 Ιστορία | 20 |
| 2.2 Ιστορική αναδρομή Περιφερειακού Ήχου | 24 |
| 2.2.1 Quad | 25 |
| 2.2.2 Ambisonics | 26 |
| 2.2.3 Περιφωνία | 27 |
| 2.2.4 Dolby Surround | 30 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Βασικές μέθοδοι ηχογράφησης Περιφερειακού Ήχου | 32 |
| 3.1 Η διάταξη Double M/S | 33 |
| 3.2 OCT Surround | 37 |
| 3.3 IRT-Cross | 38 |
| 3.4 Hamasaki Square | 39 |
| 3.5 Calrec Soundfield | 40 |
| 3.6 KFM 360 Surround | 40 |
| 3.7 Decca Tree | 43 |
| 3.8 SDA™ Surround | 45 |
| 3.9 Multichannel Microphone Array Design (MMAD) | 47 |
| 3.10 Fukada Tree | 51 |
| 3.11 INA-3 technique | 52 |
| 3.12 4-Channel ‘Rear’ Microphone Techniques | 53 |
| 3.13 2-Channel ‘Rear’ Microphone Techniques | 54 |
| 3.14 Dummy Head Technique | 54 |
| 3.15 Spaced Cardioid Technique | 55 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Σύγκριση των διαφόρων τεχνικών (από πρακτική σκοπιά) | 57 |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ | 59 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ | 60 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ Τεχνικά χαρακτηριστικά μικροφώνων | 61 |

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

| | |
|---|----|
| ΕΙΚΟΝΑ 1: Διάταξη ηχείων Surround 5 καναλιών..... | 27 |
| ΕΙΚΟΝΑ 2: Απεικόνιση του φαινομένου cross-talk | 29 |
| ΕΙΚΟΝΑ 3: Τυπική διάταξη Home Cinema 5 καναλιών | 32 |
| ΕΙΚΟΝΑ 4: Απεικόνιση 2 μικροφώνων σε διάταξη M/S. Ένα μικρόφωνο υπέρ- καρδιοειδές (gun) και ένα με λοβό δαρι, οριζόντια..... | 33 |
| ΕΙΚΟΝΑ 5: Το διπλό M/S (δυο μονά, “πλάτη με πλάτη”). | 34 |
| ΕΙΚΟΝΑ 6: «Double M/S – a Surround recording technique put to test». Παρουσιάστηκε στο Tonmeistertagung (ημέρα μηχανικών ήχου) 2006. | 36 |
| ΕΙΚΟΝΑ 7: OCT Surround με 5 μικρόφωνα σε διαφορετική διάταξη και αποστάσεις. | 38 |
| ΕΙΚΟΝΑ 8: Διάταξη IRT–Σταυρός | 39 |
| ΕΙΚΟΝΑ 9: Διάταξη μικροφώνων Hamasaki-Square..... | 40 |
| ΕΙΚΟΝΑ 10: Soundfield STS-200..... | 40 |
| ΕΙΚΟΝΑ 11: Μικρόφωνο τετραμερούς στερεοφωνικού και περιφερειακού ήχου.... | 41 |
| ΕΙΚΟΝΑ 12: Το ολοκληρωμένο σύστημα DSP-4 KFM 360 KFM 360 (Set) της SCHOEPS..... | 44 |
| ΕΙΚΟΝΑ 13: Ψυχο-ακουστική εντύπωση (ψευδαίσθηση) με το σύστημα SDA Surround..... | 48 |
| ΕΙΚΟΝΑ 14: Σύστημα καταγραφής ήχου Multichannel (MMAD)..... | 49 |
| ΕΙΚΟΝΑ 15: Συστοιχία μικροφώνων για πολυκάναλη ηχογράφηση..... | 50 |
| ΕΙΚΟΝΑ 16: Άλλη μια διάταξη μικροφώνων για πολυκάναλη ηχογράφηση..... | 51 |
| ΕΙΚΟΝΑ 17: Τυπική διάταξη μουσικών και μικροφώνων για πολυκάναλη ηχογράφηση..... | 52 |
| ΕΙΚΟΝΑ 18: INA -3 διάταξη μικροφώνων και L R stereo..... | 55 |
| ΕΙΚΟΝΑ 19: Ομοίωμα ανθρώπινης κεφαλής. Εσωτερικά (στο μέρος των αυτιών) τοποθετήθηκαν δυο πυκνωτικά μικρόφωνα..... | 56 |
| ΕΙΚΟΝΑ 20: Εικόνα από παλαιότερο κατάλογο Brüel & Kjaer..... | 57 |
| ΕΙΚΟΝΑ 21: Ο τρόπος του OCT (Optimized Cardioid Triangle)..... | 59 |
| ΕΙΚΟΝΑ 22: Διπλό M/S σε μπουμ, (αρκετά βολικό)..... | 60 |

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

| | |
|--|----|
| ΣΧΗΜΑ 1: Δυο σετ M-S σε συνδυασμό «πλάτη με πλάτη»..... | 34 |
| ΣΧΗΜΑ 2: OCT Surround με 5 μικρόφωνα..... | 38 |
| ΣΧΗΜΑ 3: Σήματα-Πληροφορίες Κατευθύνσεων (X, Z, Y)..... | 42 |
| ΣΧΗΜΑ 4: Η διάταξη Decca Tree..... | 46 |
| ΣΧΗΜΑ 5: Sweet Area «γλυκιά περιοχή» περίπου 1.5 τ.μ. Στην περιοχή αυτή η στερεοφωνική «εικόνα» είναι ακριβής, σε όλα τα συστήματα Περιφερειακού Ήχου..... | 52 |
| ΣΧΗΜΑ 6: Τεχνική Fukada Tree..... | 53 |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πτυχιακή αυτή έρευνα ασχολείται με τη θεωρία και τις τεχνικές γύρω από τον Περιφερειακό Ήχο, τις κυριότερες διατάξεις καθώς και τα μικρόφωνα που χρησιμοποιούνται σε κάθε μια από αυτές.

Στο **πρώτο κεφάλαιο**, γίνεται μια αναφορά σε έννοιες της ακουστικής αντίληψης του ανθρώπινου αυτιού, γενικά περί ακοής. Πιο συγκεκριμένα, στη φυσική του ήχου, στη διάδοση των ηχητικών κυμάτων, στα εγκάρσια διαμήκη κύματα, στην ταχύτητα του ήχου καθώς επίσης και στα φαινόμενα του ήχου όπως η ανάκλαση, η περίθλαση, η διάθλαση, η συμβολή και το φαινόμενο Ντόπλερ. Κλείνοντας το κεφάλαιο αυτό, αναλύονται τα χαρακτηριστικά του ήχου ως προς τους παράγοντες της εικονικής χωροδιάταξης του ήχου. Γίνεται αναφορά στον προσδιορισμό της οριζόντιας γωνίας, στις διαφοροποιήσεις του χρόνου πρόληψης και της έντασης πρόσληψης (ITD & IID) και τέλος, στον προσδιορισμό της απόστασης, του ύψους και στις φασματικές διαφοροποιήσεις - spectral cues (head related transfer functions - HRTF).

Στη συνέχεια, στο **δεύτερο κεφάλαιο** γίνεται μια ιστορική αναδρομή για την πορεία των ηχογραφήσεων έως σήμερα με θεματική αναφορά στην ηχοληψία και την ιστορική αναδρομή του Περιφερειακού Ήχου, καθώς επίσης στη λειτουργία του Quad, στα Ambisonics και στο δημοφιλές Dolby Surround.

Στη συνέχεια, στο **τρίτο κεφάλαιο** απαριθμώ τις επικρατέστερες μεθόδους για ηχογράφιση Περιφερειακού Ήχου, οι οποίες είναι: η Double M/S, η OCT Surround, η IRT-Cross, η Hamasaki Square, η Calrec Soundfield, η KFM 360 Surround, η Decca Tree, η SDA TM Surround, η Multichannel Microphone Array Design (MMAD), η Fukada Tree, η INA-3 technique, η 4-Channel 'Rear' Microphone Techniques, η 2-Channel 'Rear' Microphone Techniques, η Dummy Head Technique και η Spaced Cardioid Technique.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο**, γίνεται σύγκριση των διαφόρων τεχνικών ηχογράφησης (από πρακτική σκοπιά) και εξάγονται τα βασικά συμπεράσματα.

Τέλος, στο Παράρτημα επισυνάπτω διάφορες σελίδες από καταλόγους εταιρειών και φυλλάδια με μικρόφωνα και διάφορα εργαλεία και εξοπλισμούς που χρησιμοποιούμε στις ηχογραφήσεις Περιφερειακού Ήχου.

Ως κατηγορία/τομέας ο «Περιφερειακός Ήχος» σαφώς είναι ένα τεράστιο δε ενδιαφέρον μεν θέμα και με την εργασία μου αυτή να θεωρηθεί σαν μια επιμορφωτική /εισήγηση /εισαγωγή στο θέμα αυτό.

Ελπίζω να βοήθησα προς την κατεύθυνση αυτή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Γενικά περί ήχου και αντίληψης του

Ο ήχος είναι η αίσθηση του προκαλείται λόγω της διέγερσης των αισθητηρίων οργάνων της ακοής από μεταβολές πίεσης του ατμοσφαιρικού αέρα. Αυτές οι μεταβολές διαδίδονται με τη μορφή ηχητικών κυμάτων. Πολλές φορές στην πράξη, ο όρος χρησιμοποιείται ως ταυτόσημος με την έννοια των ηχητικών κυμάτων - για παράδειγμα, συνηθίζεται η έκφραση διάδοση του ήχου (αντί του ορθότερου διάδοση των ηχητικών κυμάτων).

1.1 Φυσική του ήχου

Τα ηχητικά κύματα παράγονται από σώματα που εκτελούν μηχανικές ταλαντώσεις (δονήσεις), και επομένως χαρακτηρίζονται ως μηχανικά κύματα (ελαστικότητας) που μεταφέρουν μηχανική ενέργεια.

1.2 Διάδοση των ηχητικών κυμάτων

Για τη μετάδοση των κυμάτων είναι απαραίτητη η ύπαρξη κάποιου υλικού μέσου μεταξύ πομπού και δέκτη. Το μέσο μπορεί να βρίσκεται σε οποιαδήποτε κατάσταση ύλης - στερεό, υγρό, αέριο ή πλάσμα - καθώς ο ήχος δεν διαδίδεται στο απόλυτο κενό. Όταν, εξαιτίας κάποιου ερεθίσματος, δημιουργηθεί μια μορφή διατάραξης στο υλικό μέσο, τότε τα μετατοπισμένα μόρια ύλης ασκούν δυνάμεις στα γειτονικά μόρια, αναγκάζοντάς τα να έλθουν εκτός θέσης ισορροπίας. Με αυτό τον τρόπο η διατάραξη ταξιδεύει στο μέσο -το φαινόμενο ονομάζεται διάδοση.

1.3 Εγκάρσια και διαμήκη κύματα

Ας υποθέσουμε πως το υλικό μέσο είναι μια μονοδιάστατη ελαστική κατασκευή άπειρου μήκους, που απαρτίζεται από μάζες ενωμένες σε σειρά με τη βοήθεια ελατηρίων. Ανάλογα με τον τύπο διατάραξης του υλικού μέσου, τα ηχητικά κύματα που δημιουργούνται μπορεί να είναι εγκάρσια ή διαμήκη.

Όταν η πρώτη μάζα υποστεί διατάραξη και μετατοπιστεί κατά το μήκος του μέσου, θα προκαλέσει συμπίεση στο συνδεδεμένο ελατήριο, το οποίο σε σειρά θα ασκήσει δύναμη στην επόμενη μάζα. Καθώς η διάδοση γίνεται με κάποια καθυστέρηση και συγκεκριμένη ταχύτητα, θα παρατηρηθούν στο μέσο διαδοχικά πυκνώματα και αραιώματα. Τα κύματα που προκύπτουν κατά αυτό τον τρόπο ονομάζονται διαμήκη. Όταν η πρώτη μάζα μετατοπιστεί κάθετα ως προς τον άξονα έκτασης του μέσου, θα προκαλέσει πλάγια διαστολή του συνδεδεμένου ελατηρίου, το οποίο θα μεταφέρει την κάθετη μετατόπιση στην επόμενη μάζα. Έτσι παρατηρούνται στο μέσο διαδοχικές κορυφές και κοιλώματα. Τα κύματα που προκύπτουν κατά αυτό τον τρόπο ονομάζονται εγκάρσια. Στα ρευστά (υγρά και αέρια), τα ηχητικά κύματα διαδίδονται πάντα ως διαμήκη, ενώ στα στερεά διαδίδονται κύματα και των δύο μορφών.

1.4 Ταχύτητα του ήχου

Στον αέρα, και υπό κανονικές συνθήκες, η ταχύτητα του ήχου υπολογίζεται στα 331,5 μέτρα το δευτερόλεπτο, η ταχύτητα επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και την ατμοσφαιρική πίεση, είναι ανεξάρτητη της συχνότητας ταλάντωσης και, εντός πλαισίων, ανεξάρτητη της έντασης.

1.5 Φαινόμενα του ήχου

Τα βασικά φαινόμενα του ήχου είναι η ανάκλαση, η περίθλαση, η διάθλαση, η συμβολή και το φαινόμενο Ντόπλερ.

1.5.1 Ανάκλαση

Όταν ένα ξένο σώμα διαφορετικής ύλης από αυτή του μέσου της ηχητικής διάδοσης παρεμβάλλεται στην κατεύθυνση των ηχητικών κυμάτων, τότε αυτά υφίστανται ανάκλαση. Αν για παράδειγμα, σταθούμε μπροστά από έναν τοίχο και χτυπήσουμε παλαμάκια, τα κύματα που θα φτάσουν στον τοίχο θα αναγκαστούν να αλλάξουν κατεύθυνση. Αν το εμπόδιο βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη από 17 μέτρα, τότε

παρατηρούμε πως ο κρότος που δημιουργήσαμε επαναλαμβάνεται - αυτό το φαινόμενο ονομάζεται ηχώ . Αν όμως το εμπόδιο βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη από 17 μέτρα, τότε ο ήχος απλώς δυναμώνει. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται αντήχηση και οφείλεται στο ότι τα ηχητικά κύματα ανακλώνται και επιστρέφουν ενισχυμένα όταν συναντήσουν ένα πολύ κοντινό εμπόδιο.

1.5.2 Περίθλαση

Τα ηχητικά κύματα που ανακλώνται αλλάζουν γωνία κατεύθυνσης. Τα κύματα που περνούν γύρω από ένα εμπόδιο ή που το διαπερνούν (εξαιτίας, λόγου χάριν, κάποιου ανοίγματος στο σώμα) έχουν τη δυνατότητα να κυρτώνονται και γεμίζουν τον χώρο πέρα του εμποδίου. Αυτή η ιδιότητα ονομάζεται περίθλαση.

1.5.3 Διάθλαση

Όταν η υπόσταση του υλικού μέσου αλλάζει σταδιακά, τότε τα κύματα μπορεί να αλλάξουν κατεύθυνση. Το φαινόμενο αυτό λέγεται διάθλαση και παρατηρείται, για παράδειγμα, όταν ο ήχος ταξιδεύει σε στρώματα αέρα με διαφορετική θερμοκρασία.

1.5.4 Συμβολή

Όταν ηχητικά κύματα παραγόμενα από δύο διαφορετικές πηγές διαδίδονται στο ίδιο μέσο, τότε η διατάραξη που επιδέχεται κάθε μάζα προκύπτει από το άθροισμα των μετατοπίσεων που θα επιδεχόταν από κάθε κύμα ξεχωριστά. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται συμβολή. Η συμβολή μπορεί να είναι *καταστρεπτική* όταν τα ηχητικά κύματα ακυρώνουν πλήρως τη μετατόπιση που θα σημειωνόταν σε σημείο του μέσου.

1.5.5 Το φαινόμενο Ντόπλερ

Είναι η αντίληψη της διαφορετικής συχνότητας που αντιλαμβάνεται ένας παρατηρητής για τον ήχο μιας πηγής, όταν βρίσκονται σε σχετική κίνηση μεταξύ τους. Όταν ο παρατηρητής και η πηγή είναι ακίνητοι ή κινούνται με ίσες

(διανυσματικά) ταχύτητες δεν εμφανίζεται φαινόμενο Doppler, δηλαδή ο παρατηρητής ακούει τον ήχο της πηγής με τη πραγματική του συχνότητα. Όταν ο παρατηρητής κινείται και η πηγή είναι ακίνητη, η συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται είναι διαφορετική. Ο ήχος δεν μεταφέρεται στον κενό χώρο, επειδή δεν υπάρχει αέρας.

1.6 Χαρακτηριστικά του ήχου

Ένα ηχητικό κύμα χαρακτηρίζεται από φυσικές ιδιότητες όπως συχνότητα, περίοδος, μήκος κύματος, πλάτος ταλάντωσης, χρόνος (διάρκεια) και κυματομορφή. Από αυτές τις ιδιότητες πηγάζουν τέσσερα χαρακτηριστικά ενός ήχου από μουσικής ακουστικής προσέγγισης και είναι τα εξής: ύψος, ένταση, διάρκεια και χροιά.

Η συχνότητα εκφράζει την ταχύτητα ταλάντωσης και μετράται σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο (Hertz, Hz). Γρηγορότερες ταλαντώσεις επιφέρουν υψηλότερους - οξύτερους - ήχους, ενώ βραδύτερες ταλαντώσεις παράγουν χαμηλότερους - βαρύτερους - ήχους. Ο μουσικά εξειδικευμένος όρος 'ύψος' δηλώνει πόσο υψηλός ή χαμηλός είναι ένας ήχος, χαρακτηριστικό που εξαρτάται από την παρουσία περιοδικών ταλαντώσεων.

Ως ένταση αποκαλείται το πόσο ισχυρή ή ασθενής είναι η ταλάντωση ενός σώματος. Πλατύτερες ταλαντώσεις παράγουν ηχητικά κύματα με μεγαλύτερη ένταση, σε σύγκριση με ταλαντώσεις μικρότερου πλάτους που παράγουν ασθενέστερους ήχους. Η διάρκεια ορίζει τον συνολικό χρόνο για τον οποίο ένας ήχος γίνεται αντιληπτός. Ένας ήχος είναι μακρύτερος από έναν άλλο, όταν η αντιληπτή διάρκεια είναι συγκριτικά μεγαλύτερη.

Με βάση την κυματομορφή, οι ήχοι ταξινομούνται σε απλούς ή σύνθετους, και σε περιοδικούς ή μη περιοδικούς - το ημιτονοειδές κύμα είναι ένα παράδειγμα απλού και περιοδικού ηχητικού κύματος, ενώ ο λευκός θόρυβος είναι ήχος σύνθετος και μη περιοδικός. Από την κυματομορφή ενός ήχου πηγάζει το χαρακτηριστικό της χροιάς, το οποίο και εκφράζει την ποιότητα ενός ηχητικού κύματος - πρόκειται για το

χαρακτηριστικό εκείνο που προσδιορίζει την ταυτότητα της ηχητικής πηγής και κάνει εφικτό τον διαχωρισμό μεταξύ δύο διαφορετικών ηχητικών πηγών ή μουσικών οργάνων.

1.6.1 Παράγοντες της εικονικής χωροθέτησης του ήχου

Τα ψυχοακουστικά χαρακτηριστικά για τον εντοπισμό και την χωροθέτηση μιας πηγής ήχου, διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες και είναι η οριζόντια γωνία (Azimuth), η απόσταση (για σταθερή πηγή) και το ύψος.

Η *οριζόντια γωνία* εξαρτάται από τρεις κύριους παράγοντες: στη διαφοροποίηση του χρόνου άφιξης της ηχητικής πηγής, μεταξύ των δύο αυτιών (**Interaural Time Difference – ITD**), στη διαφοροποίηση της έντασης με την οποία το σήμα λαμβάνεται από το κάθε αυτί, ιδιαίτερα στις υψηλές συχνότητες (**Interaural Intensity Difference – IID**) στην πρόληψη φασματικών διαφοροποιήσεων της ηχητικής πηγής, οι οποίες προέρχονται από ανομοιογένειες στη φυσική κατασκευή του αυτιού και άλλων μερών του ανθρώπινου σώματος (**Spectral Cues**).

Η *απόσταση* εξαρτάται από τρεις βασικούς παράγοντες: από τη σχέση άμεσου ως προς το ανακυκλωμένο σήμα, από την ελάττωση των υψηλών συχνοτήτων του φάσματος, όσο η απόσταση αυξάνεται, από την ελάττωση λεπτομερειών στον ήχο, όσο η απόσταση αυξάνεται. Σε σχέση με μια κινούμενη πηγή ήχου (μεταβαλλόμενης απόστασης), η ανάλυση γίνεται με φαινόμενο Doppler.

Το *ύψος* προσδιορίζεται με βάση την πρόληψη φασματικών διαφοροποιήσεων, οι οποίες επίσης οφείλονται στις ανακλάσεις του ήχου στο εξωτερικό μέρος του αυτιού και ώμους (Spectral Cues).

1.6.2 Προσδιορισμός οριζόντιας γωνίας. Διαφοροποιήσεις χρόνου πρόληψης και έντασης πρόληψης (ITD, IID)

Οι διαφοροποιήσεις στο χρόνο και στην ένταση ισχύουν στην περίπτωση όπου η ηχητική πηγή διαδίδεται σε *οριζόντιο*, σε σχέση με τον ακροατή, *επίπεδο*.

Πιο αναλυτικά, όταν η πηγή του ήχου βρίσκεται σε συμμετρική απόσταση από τα αυτιά του ακροατή, δηλαδή σε οριζόντια γωνία $\theta=0^\circ$, τότε ο ακροατής προσλαμβάνει ελάχιστες διαφοροποιήσεις σε σχέση με τον χρόνο και την ένταση με την οποία το σήμα φτάνει στα αυτιά του. Εάν η συχνότητα της ηχητικής πηγής είναι μικρότερη από 1KHz, ο εντοπισμός της θα προσδιοριστεί με βάση την χρονική διαφοροποίηση (ή τη *διαφορά φάσης*) με την οποία το σήμα φτάνει σε κάθε ένα από τα αυτιά του ακροατή.

Εάν η συχνότητα της ηχητικής πηγής είναι μεγαλύτερη του 1.5KHz, ο προσδιορισμός γίνεται με βάση την *διαφοροποίηση στην ένταση* με την οποία το σήμα προσλαμβάνεται από τα αυτιά του ακροατή, γεγονός το οποίο οφείλεται μάλλον και στο ότι το μήκος κύματος, για συχνότητες μεγαλύτερες του 1.5KHz, είναι μικρότερο από το μέγεθος του ανθρώπινου κεφαλιού.

Οπότε γενικώς, οι εικονικές διατάξεις που χρησιμοποιούνται για να δώσουν την αίσθηση της οριζόντιας γωνίας, αλλά και την κίνηση της στο οριζόντιο επίπεδο, αφορούν κυρίως τεχνικές *διαφοροποίησης της έντασης* ανάμεσα στα κανάλια (*panning*).

1.6.3 Προσδιορισμός απόστασης

Σημαντικός παράγοντας που επηρεάζουν την αντίληψη της απόστασης στην οποία βρίσκεται μια σταθερή πηγή ήχου, είναι οι *φασματικές διαφοροποιήσεις* που παρουσιάζει η πηγή σε συνάρτηση με την απόσταση που βρίσκεται. Καθώς και η σχέση *άμεσου* ως προς το *ανακλώμενο σήμα* το οποίο καταλήγει από την πηγή στον ακροατή.

1) Σε περίπτωση που η πηγή αφορά φυσικό ήχο π.χ. ένας τόνος από μια φωνή soprano.

Πιο αναλυτικά, όταν μια φυσική πηγή ήχου μεγαλύτερης έντασης από μια άλλη, αλλά με τα ίδια ακριβώς υπόλοιπα χαρακτηριστικά δηλαδή τονικό ύψος, ηχοχρωματικό φάσμα, διάρκεια - προκαλεί *μετατόπιση* στο φάσμα του παραγόμενου ήχου προς τις

υψηλές συχνότητες, συνεπώς όσο η ένταση στη φωνή αυξάνεται, τόσο το φάσμα μετατοπίζεται ενεργειακά από την θεμελιώδη προς τις υψηλότερες συχνότητες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, το αυτί να αντιλαμβάνεται τις φασματικές διαφοροποιήσεις στην ενεργειακή κατανομή μεταξύ του απαλού και του δυνατού ήχου.

2) Σε περίπτωση που η πηγή αφορά τεχνικό ήχο, π.χ. ένας τόνος φωνής από ένα ηχείο.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση με τεχνική πηγή ήχου, όπως για παράδειγμα μία φωνή soprano η οποία μεταδίδεται από ένα ηχείο, όταν αυξηθεί η έντασή της από τον ενισχυτή, το φάσμα δεν διαφοροποιείται σημαντικά. Ο παράγοντας που συμβάλλει στο να ξεχωρίσει ο ακροατής την εντονότερη πηγή, είναι η σχέση *άμεσης μετάδοσης ως προς το ανακλώμενο σήμα*. Έρα, όσο η απόσταση της ηχητικής πηγής αυξάνεται, τόσο η ενέργεια που μεταδίδεται απευθείας στα αυτιά του ακροατή, στην ίδια δηλαδή ευθεία με τη πηγή, μειώνεται αντιστρόφως ανάλογα ως προς το τετράγωνο της απόστασης. Ταυτόχρονα όμως την ίδια στιγμή, παραμένει σχεδόν σταθερή η ενέργεια που φθάνει στον ακροατή αθροιστικά, από τις ανακλάσεις του χώρου. Παρόλο που ο ακροατής προσλαμβάνει το απευθείας σήμα με χαμηλότερη ένταση, η ενέργεια του ανακλώμενου σήματος είναι αυτή που τελικά αποτελεί κριτήριο για την σωστή εκτίμηση της απόστασης.

Εάν η πηγή βρισκόταν σε σταθερή απόσταση και μειωνόταν διαρκώς η έντασή της, το κριτήριο για την απόσταση, θα ήταν πάλι η μείωση της ανακλώμενης ενέργειας που θα έφτανε στα αυτιά του ακροατή.

1.6.4 Προσδιορισμός ύψους. Φασματικές διαφοροποιήσεις - spectral cues (head related transfer functions - HRTF)

Στο κατακόρυφο πεδίο, η ικανότητα αντίληψης της διαφορετικής προέλευσης των πηγών οφείλεται στις *φασματικές διαφοροποιήσεις* (spectral cues) τις οποίες το αυτί προσλαμβάνει ανάλογα με τη θέση κάθε σημείου, φαινόμενο το οποίο οφείλεται στην ανομοιογενή κατασκευή του εξωτερικού αυτιού.

Με αυτόν τον τρόπο το εξωτερικό αυτί λειτουργεί με *χαρακτηριστικά φίλτρου*, επεμβαίνοντας στο πλάτος και στη φάση του προσλαμβανομένου ήχου, σε συνάρτηση με τη θέση της πηγής. Οι περισσότερες από αυτές τις επεμβάσεις έχει υπολογιστεί πως αφορούν καθυστερήσεις της τάξης των 300μs, οι οποίες προέρχονται από τις πολύπλοκες πτυχώσεις του πτερυγίου του εξωτερικού αυτιού (Begault, 1994).

Ο συγκεκριμένος τύπος φιλτραρίσματος καλείται και *Head Related Transfer Function (HRTF)*. Τέλος, επεμβάσεις του ίδιου τύπου οφείλονται και σε άλλα μέρη του ανθρώπινου σώματος, όπως οι ώμοι και ο άνω κορμός).

1.7 Πώς αντιλαμβανόμαστε τους ήχους

1.7.1 Αντίληψη

Η αντίληψη του ήχου αποτελεί βασική αίσθηση σε πολλούς οργανισμούς και πραγματοποιείται μέσω της ακοής. Χρησιμοποιείται για διάφορους λόγους, όπως επικοινωνία, ψυχαγωγία, μουσική σύνθεση, προειδοποίηση και αποφυγή κινδύνων. Στον άνθρωπο η ακοή εκτείνεται για ήχους με συχνότητα μεταξύ 20 Hz και 20.000 Hz. Το εύρος αυτό διαφέρει και σε μεγαλύτερες ηλικίες παρατηρείται μείωση της αντίληψης υψηλών συχνοτήτων. Ήχοι με συχνότητα κάτω ή άνω των ορίων αυτών ονομάζονται υπόηχοι ή υπέρηχοι αντιστοίχως και δεν γίνονται αντιληπτοί από το ανθρώπινο αυτί. Σε άλλους οργανισμούς το φάσμα της ακοής διαφέρει - στον σκύλο το εύρος ακοής εκτείνεται μεταξύ 40 Hz και 60.000 Hz.

Τα ηχητικά κύματα δεν είναι ορατά με γυμνό μάτι - μπορούν να εμφανισθούν στην επιφάνεια ενός υγρού και να καταγραφούν από ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά μέσα ηχογράφησης. **Audio** (στην Αγγλική) αναφέρεται στην αντιληπτική εμπειρία που σχετίζεται με τη διέγερση της αίσθησης της ακοής. Για τους ανθρώπους, η αίσθηση της ακοής διεγείρεται από ακουστική ενέργεια (ηχητικά κύματα) που εισέρχονται στο εξωτερικό αυτί (πτερύγιο και έξω ους) και που σε δονήσεις στο τύμπανο και τα συνημμένα οστά (οστάρια) του μέσου αυτιού τα οποία μεταφέρουν τη μηχανική ενέργεια στο εσωτερικό αυτί, στον κοχλία. Το ακουστικό σύστημα μπορεί επίσης να

ενισχυθεί με την αγωγιμότητα των οστών όταν η πηγή του ήχου προκαλεί τα οστά του κρανίου να δονούνται (π.χ., την ίδια τη φωνή ενός ατόμου μπορεί να ακουστεί από αγωγιμότητα των οστών). Η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε νευρικά ερεθίσματα εντός του κοχλίου μέσω της διέγερσης των αισθητήριων κυττάρων, στο ακουστικό νεύρο.

Αμέσως μετά τη διέγερση, το ακουστικό σύστημα μπορεί να γίνει λιγότερο ευαίσθητο λόγω προσαρμογής ή κόπωση και παρατεταμένη διέγερση υψηλής έντασης μπορεί να βλάψει την αισθητηριακή διαδικασία (του θορύβου που προκαλείται από απώλεια της ακοής). Το ακουστικό σύστημα οργανώνεται (*tonotopically*) έτσι ώστε η συχνότητα του ήχου διέγερσης χαρτογραφείται επάνω σε μία θέση κατά μήκος της βασικής μεμβράνης εντός του κοχλίου, παρέχοντας έναν κωδικό (ακουστική φυσιολογία). Για παράδειγμα, ήχοι χαμηλής συχνότητας οδηγούν σε μέγιστη μετατόπιση του ακραίου τμήματος της βασικής μεμβράνης και ήχοι υψηλής συχνότητας οδηγούν σε μέγιστη μετατόπιση του βασικού τμήματος της βασικής μεμβράνης. Επιπλέον, τα κύτταρα εμφανίζουν επιλεκτικότητα συχνότητας σε όλη την ακουστική οδό. Αυτή η οργάνωση παρέχει μια βάση για τη φασματική ανάλυση των ήχων.

Η αντίληψη που σχετίζεται με ένα συγκεκριμένο ήχο θα μπορούσε να περιγραφεί με διάφορους τρόπους, αλλά οι περιγραφές όσον αφορά την διάρκεια, ύψος, ένταση, χροιά, και αντιληπτή χωρική θέση είναι ίσως τα πιο κοινά γνωρίσματα των ήχων. Το ύψος είναι πιο στενά συνδεδεμένο με τη συχνότητα του ήχου ή της θεμελιώδους συχνότητας για πολύπλοκες περιοδικές ήχους. Η ένταση είναι πιο στενά συνδεδεμένη με την ένταση του ήχου και το ηχόχρωμα είναι πιο στενά συνδεδεμένο με την κατανομή της ακουστικής ενέργειας σε συχνότητες, (δηλαδή την μορφή του φάσματος του ήχου). Η αντίληψη της θέσης του ήχου στο χώρο (κατεύθυνση, απόσταση κτλ) βασίζεται κυρίως στη σύγκριση των ήχων που φθάνουν στα δύο αυτιά (binaural ακρόαση) και την ύπαρξη (παρεμβολή) της κεφαλής μας. Κάθε μία από αυτές τις παραμέτρους αντίληψης εξαρτάται επίσης και από άλλους παράγοντες, ιδιαίτερα όταν λαμβάνουμε ήχους πολύπλοκους και χρονικά μεταβαλλόμενους. Παράγοντες όπως η μνήμη και η προσοχή, παίζουν επίσης ρόλο στην ακουστική αντίληψη.

Οι παρεμβολές ενός ήχου από άλλον ονομάζεται *συγκάλυψη* και έχει να κάνει με το ότι και οι δύο ήχοι διεγείρουν την ίδια περιοχή του ακουστικού νεύρου. Άλλοι παράγοντες στην ακουστική αντίληψη είναι το ότι σχεδόν κανείς μας δεν έχει την ίδια «ποιότητα» αυτιού και λόγω ηλικιών και λόγω πολιτισμών, ακόμη και διατροφικών συνηθειών παγκοσμίως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ηχοληψία Περιφερειακού Ήχου

Η ηχοληψία (**sound recording**) είναι η εφαρμοσμένη επιστήμη και η τέχνη που ασχολείται με την καταγραφή, τη μίξη και την αναπαραγωγή των ήχων (φωνή, μουσική, κτλ). Πρόεκυψαν πολλές καλλιτεχνικές και επαγγελματικές ειδικότητες, συμπεριλαμβανομένης της ηλεκτρονικής, της ακουστικής, της ηλεκτροακουστικής, της ψυχοακουστικής και της μουσικής.

Ένας ηχολήπτης (ή μηχανικός/τεχνικός ήχου) έχει την δυνατότητα χρήσης των διαφορετικών τύπων τεχνικού εξοπλισμού και μέσων καταγραφής, όπως η αναλογική ταινία (μπομπίνες), τα ψηφιακά πολυκάναλα (multitrack, DAT και SSD Recorders), καθώς επίσης και των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Σήμερα στην ψηφιακή εποχή, έχει γίνει ιδιαίτερα σημαντικό για τον ηχολήπτη να κατανοεί και να χρησιμοποιεί το διαθέσιμο λογισμικό και το υλικό στις ψηφιακές μεταφορές. Η ηχοληψία αφορά τις δημιουργικές και πρακτικές πτυχές των ήχων και της μουσικής, σε αντίθεση με το επίσης εφαρμοσμένο αντικείμενο της ειδικότητας του μηχανικού ακουστικής (acoustical engineer).

2.1 Ιστορία

Οι πρώτες διατάξεις εγγραφής και αναπαραγωγής ήχου ήταν μηχανικές και δεν μπορούσαν να καταγράψουν την ανθρώπινη φωνή. Η αυτόματη αναπαραγωγή μουσικής συναντάται από τον 9ο αιώνα, όταν οι αδερφοί Banū Mūsā κατασκεύασαν το πρώτο "μουσικό κουτί", ένα υδρο-κινούμενο Όργανο, το οποίο έπαιζε κυλίνδρους που άλλαζαν αυτόματα. Σύμφωνα με τον Charles B. Fowler, η αρχή λειτουργίας του

κυλίνδρου με τις ακίδες παρέμεινε η βασική διάταξη μηχανικής αναπαραγωγής μουσικής μέχρι το δεύτερο μισό του 19ου αιώνα. Οι αδερφοί Banu Musa εφήυραν επίσης ένα αυτόματο μηχανικό φλάουτο, που απετέλεσε την πρώτη προγραμματιζόμενη μηχανή μουσικής. Σύμφωνα με τον Charles B. Fowler, οι αυτόματοι μηχανισμοί ήταν ρομποτικές μάντιες που εκτελούσαν περισσότερες από 50 κινήσεις προσώπου και σώματος κατά τη διάρκεια κάθε μουσικού παιξίματος. Το 14ο αιώνα, ο Flanders εισήγαγε ένα μηχανικό κουδούνι ελεγχόμενο από περιστρεφόμενο κύλινδρο. Παρόμοιες σχεδιάσεις εμφανίστηκαν σε barrel organs (15ος αιώνας), μουσικά ρολόγια (1598), λατέρνες - barrel pianos (1805) και μουσικά κουτιά (1815). Όλες αυτές οι μηχανές έπαιζαν αποθηκευμένη μουσική, αλλά όχι οποιουδήποτε ήχου, ούτε μπορούσαν να γράψουν ζωντανές εκτελέσεις, ενώ είχαν και περιορισμούς λόγω φυσικού μεγέθους.

Το 1796, ο Ελβετός ωρολογοποιός Antoine Favre-Salomon περιέγραψε την ιδέα ενός μουσικού κυλίνδρου για την εγγραφή και αναπαραγωγή μίας μελωδίας. Το fairground organ, που αναπτύχθηκε το 1892, χρησιμοποιούσε παρόμοιο σύστημα αναδιπλωμένων χαρτονιών.

Η πιανόλα (αυτόματο πιάνο) εμφανίστηκε το 1876, και χρησιμοποιούσε διάτρητο ρολό χαρτί με αποθηκευμένη μουσική, ενώ η μαζική της παραγωγή άρχισε το 1898. Η τεχνολογία καταγραφής ζωντανής εκτέλεσης σε piano roll αναπτύχθηκε το 1904. Σύμφωνα με μία υπόθεση το 1908 του Ανώτατου Δικαστηρίου των ΗΠΑ, μόνο το 1902 είχαν κατασκευαστεί 70.000 έως 75.000 πιανόλες, καθώς επίσης 1.000.000 έως 1.500.000 piano rolls. Η χρήση τους άρχισε να φθίνει στη δεκαετία του 1920.

Η πρώτη συσκευή μηχανικής εγγραφής ήχου (και ανθρώπινης φωνής), χωρίς όμως δυνατότητα αναπαραγωγής ήταν ο φωνο-αυτογράφος, που αναπτύχθηκε το 1857 στο Παρίσι, από τον εφευρέτη Édouard-Léon Scott de Martinville, με σκοπό την οπτική μελέτη του ήχου. Οι παλαιότερες από τις εγγραφές αυτές (φωνο-αυτογραφήματα) περιλαμβάνουν τη δραματική ανάγνωση του έργου Οθέλλος του Σαίξπηρ, με μουσική κιθάρας και τρομπέτας. Τα φωνο-αυτογραφήματα αποτελούν ομάδες κυματιστών γραμμών που έχουν χαραχθεί από ακίδα σε ευαίσθητο ρολό χαρτί που έχει μαυρίσει από αιθάλη λάμπας λαδιού. Το 1877, ο Charles Cros πρότεινε την αντιστροφή της διαδικασίας με φωτο-εγχάραξη για τη μετατροπή της εγγραφής σε αυλάκι που θα

μπορούσε να οδηγήσει μία ακίδα, που θα αναδημιουργούσε τις ταλαντώσεις της αρχικής ακίδας, οι οποίες μέσω ενός συνδεδεμένου διαφράγματος θα μπορούσαν να αναπαραχθούν στον αέρα. Το 1887, ο Emile Berliner φωτο-εγγάραξε εγγραφές φωνο-αυτογράφου σε μέταλλο, με δυνατότητα αναπαραγωγής.

Η πρώτη πρακτική εφαρμογή εγγραφής και αναπαραγωγής ήχου ήταν η μηχανική συσκευή του φωνογράφου κυλίνδρων, που εφευρέθηκε από τον Τόμας Έντισον το 1877 και κατοχυρώθηκε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το 1878. Η εφεύρεση σύντομα εξαπλώθηκε σε όλο τον κόσμο και τις επόμενες δύο δεκαετίες, η εμπορική καταγραφή, η διανομή και η πώληση των ηχογραφήσεων έγινε μια αναπτυσσόμενη διεθνώς νέα βιομηχανία, με τους πιο δημοφιλείς τίτλους να πωλούν εκατομμύρια μονάδες από τις αρχές του 1900. Η ανάπτυξη της μαζικής παραγωγής επέτρεψε στις τεχνικές ηχογράφησης σε κύλινδρο να αποτελέσουν ένα σημαντικό νέο καταναλωτικό είδος στις βιομηχανικές χώρες και ο κύλινδρος ήταν το κύριο καταναλωτικό φορμά από τα τέλη του 1880 μέχρι περίπου το 1910.

Η επόμενη σημαντική εξέλιξη ήταν η εφεύρεση του δίσκου γραμμοφώνου του Emile Berliner, που εισάγεται στο εμπόριο στις Ηνωμένες Πολιτείες το 1889. Οι δίσκοι ήταν πιο εύκολοι στην κατασκευή, μεταφορά και αποθήκευση, και είχαν το πρόσθετο πλεονέκτημα να παίζουν πιο δυνατά (οριακά) από τους κυλίνδρους, οι οποίοι κατ' ανάγκη ήταν και μονής όψης. Οι πωλήσεις των δίσκων γραμμοφώνου ξεπέρασαν των κυλίνδρων περίπου το 1910, και μέχρι το τέλος του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου ο δίσκος είχε γίνει η κυρίαρχη εμπορικά φόρμα εγγραφής. Ο Edison, ο οποίος ήταν ο κύριος παραγωγός των κυλίνδρων, δημιούργησε την Edison Disc Record, σε μια προσπάθεια να ανακτήσει την αγορά. Σε διάφορες παραλλαγές, το ηχητικό φόρμα δίσκου έγινε το κύριο μέσο ηχογράφησης, μέχρι το τέλος του 20ου αιώνα, και η διπλής όψης 78 στροφών δίσκοι shellac ήταν η τυποποιημένη μορφή μουσικής από τις αρχές του 1910 έως τα τέλη του 1950.

Αν και δεν υπήρξε μια κοινώς αποδεκτή ταχύτητα (στροφές), και οι διάφορες εταιρείες που προσέφεραν δίσκους παίζονταν σε διαφορετικές ταχύτητες, οι μεγάλες δισκογραφικές εταιρείες κατέληξαν τελικά σε ένα *ντε φάκτο* βιομηχανικό πρότυπο ονομαστικής ταχύτητας 78 στροφές ανά λεπτό, αν και η πραγματική ταχύτητα

διέφερε ανάμεσα στην Αμερική και στον υπόλοιπο κόσμο. Η προδιαγεγραμμένη ταχύτητα ήταν 78,26 στροφή ανά λεπτό στην Αμερική και 77,92 στροφή ανά λεπτό σε όλο τον υπόλοιπο κόσμο. Η διαφορά στην ταχύτητα ήταν αποτέλεσμα της διαφοράς στις συχνότητες του εναλλασσόμενου ρεύματος για την οδήγηση των σύγχρονων κινητήρων στα μηχανήματα τότε και στη διατιθέμενη αναλογία γραναζιών. Οι δίσκοι κατασκευάζονταν από shellac ή παρόμοια εύθραυστα υλικά, και παίζονταν με βελόνες από μια ποικιλία υλικών, συμπεριλαμβανομένων μαλακό χάλυβα, αγκάθια, ακόμη και ζαφείρια. Οι δίσκοι είχαν εξαιρετικά περιορισμένη διάρκεια ζωής, εξαρτώμενη σε μεγάλο βαθμό από τον τρόπο αναπαραγωγής. Οι προηγούμενες, καθαρά ακουστικές μέθοδοι καταγραφής είχαν περιορισμένη ευαισθησία και εύρος συχνοτήτων. Οι νότες στο μεσαίο φάσμα συχνοτήτων μπορούσαν να καταγραφούν, αλλά όχι όμως οι πολύ χαμηλές και οι πολύ υψηλές συχνότητες. Όργανα όπως το βιολί δεν μπορούσαν να μεταφερθούν με πιστότητα σε δίσκο. Όμως αυτό εν μέρη λύθηκε με την προσθήκη μίας κωνικής κόρνας στο καπάκι του βιολιού. Η κόρνα αυτή δεν χρειαζόταν πλέον όταν αναπτύχθηκε η ηλεκτρική εγγραφή. Οι φωνογραφικοί δίσκοι βινυλίου microgroove εφευρέθηκαν από τον Γερμανό-Ούγγρο μηχανικό Peter Carl Goldmark της Columbia Records. Εισήχθησαν στα τέλη της δεκαετίας του 1940, σε δύο κύριες μορφές, το 7-ιντσών με 45 στροφές ανά λεπτό και το 12-ιντσών LP (μακράς διάρκειας παίξιμο) με 33 στροφές ανά λεπτό και αντικατέστησαν εντελώς τους δίσκους 78 στροφών σέλακ (μερικές φορές βινυλίου) μέχρι το τέλος της δεκαετίας του 1950.

Το βινύλιο προσέφερε βελτιωμένες επιδόσεις, τόσο στην εκτύπωση όσο και στην αναπαραγωγή, και παίζεται γενικά από ακίδα γυαλισμένο σε διαμάντι. Όταν παίζεται σωστά (ακριβές βάρος στον βραχίονα του ΠΚ ΑΠ, κτλ) επιτυγχάνεται μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Οι δίσκοι βινυλίου είναι πολύ λιγότερο εύθραυστοι από το σέλακ (shellac). Οι περισσότεροι είναι μαύροι, αλλά υπάρχουν και μερικοί χρωματιστοί, διαφανείς.

2.2 Ιστορική αναδρομή Περιφερειακού Ήχου

Το λεγόμενο σήμερα Surround Sound (περιφερειακός ήχος) (πολυ-καναλικό σύστημα αναπαραγωγής ήχων κυρίως ταινιών κινηματογράφου) είναι μια επέκταση της έννοιας της στερεοφωνίας. Αντί να περιορίζεται η αναπαραγωγή ήχου μόνον στο μπροστινό τεταρτημόριο της στερεοφωνίας, αυξήθηκαν τα κανάλια ηχογράφησης και τα ηχεία αναπαραγωγής γύρω από τον ακροατή, σε μια προσπάθεια να επιτευχθεί μια πιο συναρπαστική ηχητική εμπειρία.

Σχεδόν ταυτόχρονα με τις έρευνες στην στερεοφωνία, ο Blumlein και η ομάδα του Bell Labs ήταν οι πρώτοι που ασχολήθηκαν. Επίσης, ο Walt Disney είχε εφεύρει το *Fantasound*, αποκλειστικά για την ταινία του «Μουσική φαντασία». Το Fantasound ήταν κοντά στο σημερινό 5.1 πρότυπο στο ότι χρησιμοποιούνται τρία μπροστινά κανάλια και δύο πλευρικά (LS και RS). Η Bell Labs και η EMI καθώς και οι τεχνικοί της Disney, ήταν πρωτοπόροι. Όχι μόνο είχαν εφεύρει την έννοια του ήχου Surround Sound για την ταινία, εφεύραν επίσης τις έννοιες του Panning, δηλαδή, πανοραμική «τοποθέτηση» των ήχων και πολύ-κάναλες εγγραφές.

Ο πρώτος εμπορικά επιτυχημένος πολυκαναλικός ήχος αναπτύχθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1950 για τον κινηματογράφο. Εκείνη την εποχή, ο στερεοφωνικό ήχος, (μια έννοια νέα για το κοινό), μαζί με την ευρεία οθόνη, προωθήθηκαν από την βιομηχανία κινηματογράφου σε αντιστάθμισμα στην ταχεία εξάπλωση της τηλεόρασης.

Αναπτύχθηκε για τον κινηματογράφο το σύστημα 4-track σινεμασκόπ (35 mm) και 6-track Todd-AO (70 mm), τα κανάλια ήχου καταγράφονταν σε ταινίες μαγνητικού υλικού. Οι μηχανές προβολής ήταν εξοπλισμένες με επιπλέον μαγνητικές κεφαλές αναπαραγωγής, όπως αυτές σε ένα μαγνητόφωνο, και οι κινηματογράφοι εξοπλίστηκαν με επιπλέον ενισχυτές και ηχεία.

Αν και η στερεοφωνική ταινία (με στερεοφωνικό ήχο) έχασε την εύνοια στη δεκαετία του 1960 και στις αρχές του 1970 (λόγω του υψηλού κόστους και της πτώσης του κινηματογράφου γενικώς), οι επαγγελματίες του χώρου αυτού (ηχολήπτες κυρίως)

συνέχισαν να πειραματίζονται με χωριστό κανάλι ήχου. Το κανάλι των εφέ (κανάλι για τα διάφορα ηχητικά εφέ), σε μορφές όπως 6-track 70 χιλιοστά μαγνητικό, έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιήσουν το κανάλι εφέ για να «τυλίξουν» το κοινό με ήχους. Το κανάλι εφέ πρόσθεσε μεγαλύτερο ηχητικό ρεαλισμό συνολικά και δραματικότητα (ένα ακόμη εργαλείο στους σκηνοθέτες).

2.2.1 Quad

Στη δεκαετία του 1970 ένα νέο προϊόν για τους καταναλωτές κάνει την εμφάνισή του γνωστό ως **Quad**, (4 ηχεία για την αναπαραγωγή σε γωνία 90° μοιρών).

Το Quad απέτυχε για μια σειρά από διαφορετικούς λόγους. Είχε πολλές τεχνικές ατέλειες και υψηλό κόστος για τον καταναλωτή, επιπλέον ηχεία και ενισχυτές. Η πρώτη μορφή Quad ήταν σε μαγνητοταινία (reel to reel, μπομπίνα) η οποία ήταν σε θέση να αποδώσει τέσσερα ξεχωριστά κανάλια ήχου. Με μια σωστή τοποθέτηση τεσσάρων ηχείων, το αποτέλεσμα ήταν αρκετά καλό, κυρίως για τις ηχογραφήσεις POP μουσικής. Ακόμη και για μερικές εφαρμογές στην κλασική μουσική, το Quad μπορούσε να προσθέσει πολλά στην εμπειρία της ακρόασης. Οι πρώτες δυσκολίες φάνηκαν όταν ήρθε η ώρα να «μπει» και σε βινύλιο. Αυτό έγινε με matrixing (μητροποίηση) δηλαδή τα τέσσερα κανάλια να γίνουν δύο (για να μπουν στο βινύλιο) και στη συνέχεια ξανά να γίνουν τέσσερα κατά την αναπαραγωγή με quad decoder (τετρακάναλος αποκωδικοποιητής).

Ένα από τα πιο σοβαρά προβλήματα της τετραφωνίας (Quad) ήταν τα πολλά πρότυπα matrixing (μητροποίηση). Λίγα από αυτά λειτούργησαν καλά στην πράξη. Σε πολλές περιπτώσεις, η ηχητική εικόνα ήταν ασαφής και το τελικό άκουσμα δεν ήταν ευχάριστο.

Το σύστημα Quad οδήγησε στο πρότυπο 5.1 του Surround Sound. Σε πολλές περιπτώσεις το κεντρικό ηχείο (μπροστινό), δεν είχε ηχητικές πληροφορίες και το αποτέλεσμα ήταν ικανοποιητικό μόνον με τα ηχεία μπροστά αριστερά – και μπροστά

δεξιά καθώς και τα περιφερειακά (Surround) πίσω αριστερά - και πίσω δεξιά (χωρίς τη χρήση του μεσαίου κεντρικού καναλιού. δηλαδή μόνον 4 κανάλια).

2.2.2 Ambisonics

Η μέθοδος Ambisonics (περιβάλλον ήχος) αναπτύχθηκε επίσης το ίδιο χρονικό διάστημα. Το Ambisonics είναι διαφορετικό από τις άλλες μορφές Surround Sound στο ότι είναι προϊόν matrixing (μητροποίηση), δηλαδή ηλεκτρονική επεξεργασία. Με διαφορετικούς τρόπους matrixing (μητροποίηση) μπορούν να παραχθούν πάμπολλα κανάλια αναπαραγωγής.

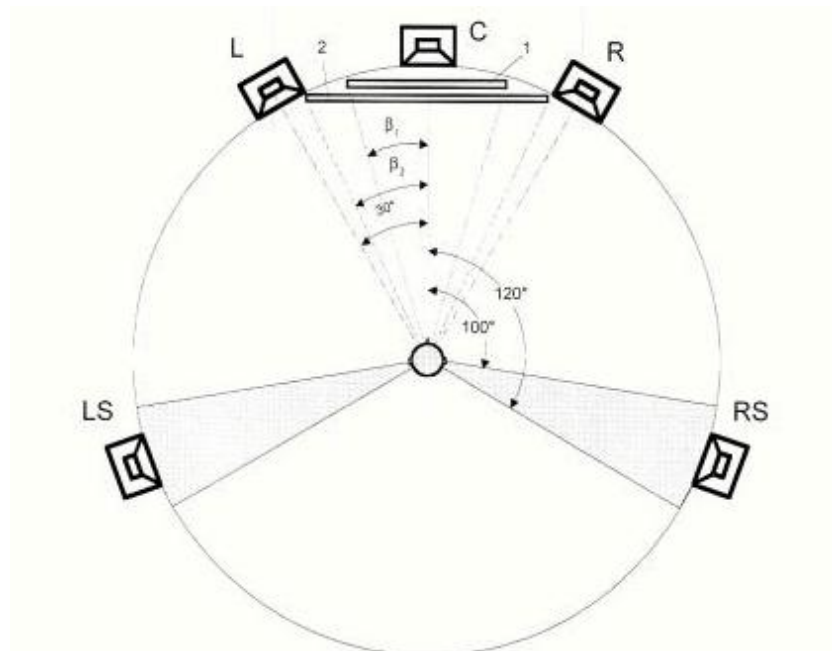
Το Ambisonics χρησιμοποιείται και στις μέρες μας, αλλά βρίσκεται σε σχετική αφάνεια. Μόνον με την εξέλιξη της ψηφιακής τεχνολογίας απέδωσε τα μέγιστα ο πραγματικός Περιφερικός Ήχος (Surround Sound) και μπορεί σήμερα να αποδοθεί αξιόπιστα ακόμη και στο σαλόνι μας (Home Cinema). Για άλλη μια φορά, ο κινηματογράφος άνοιξε το δρόμο.

Στο θέατρο, τρία ή και περισσότερα μπροστινά κανάλια ήταν ήδη ο κανόνας και γίνονταν πειράματα με την τοποθέτηση ηχείων μέσα ή γύρω από το κοινό για τα ειδικά εφέ, αλλά δεν υπήρχε ακόμη τυποποιημένος τρόπος για ήχο Surround Sound. Στη δεκαετία του 1970, πρωτοστάτησε και το σύστημα Dolby Surround (matrixed) για ταινίες όπου οι πληροφορίες για τα ηχεία Surround Sound, προέρχονταν από τη στερεοφωνική «πληροφορία» της ταινίας. Δεν ήταν επίσης ασυνήθιστο να έχουν ένα ειδικό ηχείο για τα εφέ για τις χαμηλές συχνότητες (SUB). Τελικά πρόεκυψε το πρότυπο 5.1 όπου υπάρχουν τρία κανάλια για μπροστά, δύο κανάλια για τον περιβάλλοντα ήχο και ένα κανάλι τις χαμηλές συχνότητες (Low Pass SUB).

Με την εμφάνιση του DVD αυτή η μορφή (5.1) άρχισε να κυριαρχεί. Καθώς τα νέα πρότυπα HDTV αρχίζουν να εδραιώνονται, η δημοτικότητά του Surround Sound αυξάνεται συνεχώς.

Ωστόσο, τον τελευταίο καιρό έχουμε δύο πρότυπα που κυριαρχούν, οι δύο αντικρουόμενες μορφές απόδοσης (SACD και DVD-Audio), μαζί με τη σύγχυση για

την σωστή τοποθέτηση ηχείων. Το γενικά αποδεκτό standard είναι το ITU-R BS.775-1, το οποίο ορίζει ότι τα ηχεία θα πρέπει να τοποθετούνται σε έναν κύκλο, το καθένα σε ίση απόσταση από τον ακροατή. Το αριστερό μπροστά (LF) και το δεξιό μπροστά (RF) ηχεία είναι τα ίδια όπως σε ένα στερεοφωνικό σύστημα, συν ένα μεγάφωνο (center) στο κέντρο μπροστά. Τα περιφερικά ηχεία είναι το καθένα σε γωνία 100-120 μοιρών από το κέντρο. Το πρότυπο αυτό αναπτύχθηκε έχοντας κατά νου τις κινηματογραφικές ταινίες. Τέτοιες γωνίες μεταξύ των δύο surround ηχείων (είναι πολύ μεγάλες) δεν συνιστώνται για ακριβή απόδοση στερεοφωνίας παρά μόνον για ταινίες κινηματογράφου.



ΕΙΚΟΝΑ 1: Διάταξη ηχείων Surround 5 καναλιών.

2.2.3 Περιφωνία

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί πολλά διαφορετικά συστήματα αναπαραγωγής περιβάλλοντος ήχου (surround sound). Πολλά από αυτά, όπως 5.1, έχουν περιορισμένες δυνατότητες και δεν θεωρούνται ψυχο-ακουστικά σωστές μέθοδοι για

την επίτευξη ενός ρεαλιστικού αποτελέσματος αναπαραγωγής (της μουσικής κυρίως). Άλλα συστήματα (μέθοδοι, τρόποι) τα οποία είναι ικανά, κατ' αρχήν, της πλήρους «περιφωνίας» (periphony, δηλαδή αναπαραγωγή ακουστικών πηγών παντού στο χώρο, μια πλήρη «σφαίρα ήχων» γύρω από τον ακροατή) έχουν προταθεί, αλλά κανένα από αυτά τα συστήματα δεν έχει κερδίσει την γενική αποδοχή ή να γίνουν εμπορικά διαθέσιμα στην αγορά, εν μέρει, διότι δεν ήταν συμβατά με την τεράστια υπάρχουσα παραγωγή των stereo LPs και CDs.

Οι περισσότερες periphonic μέθοδοι εμπίπτουν σε μία από τις δύο μεγάλες κατηγορίες:

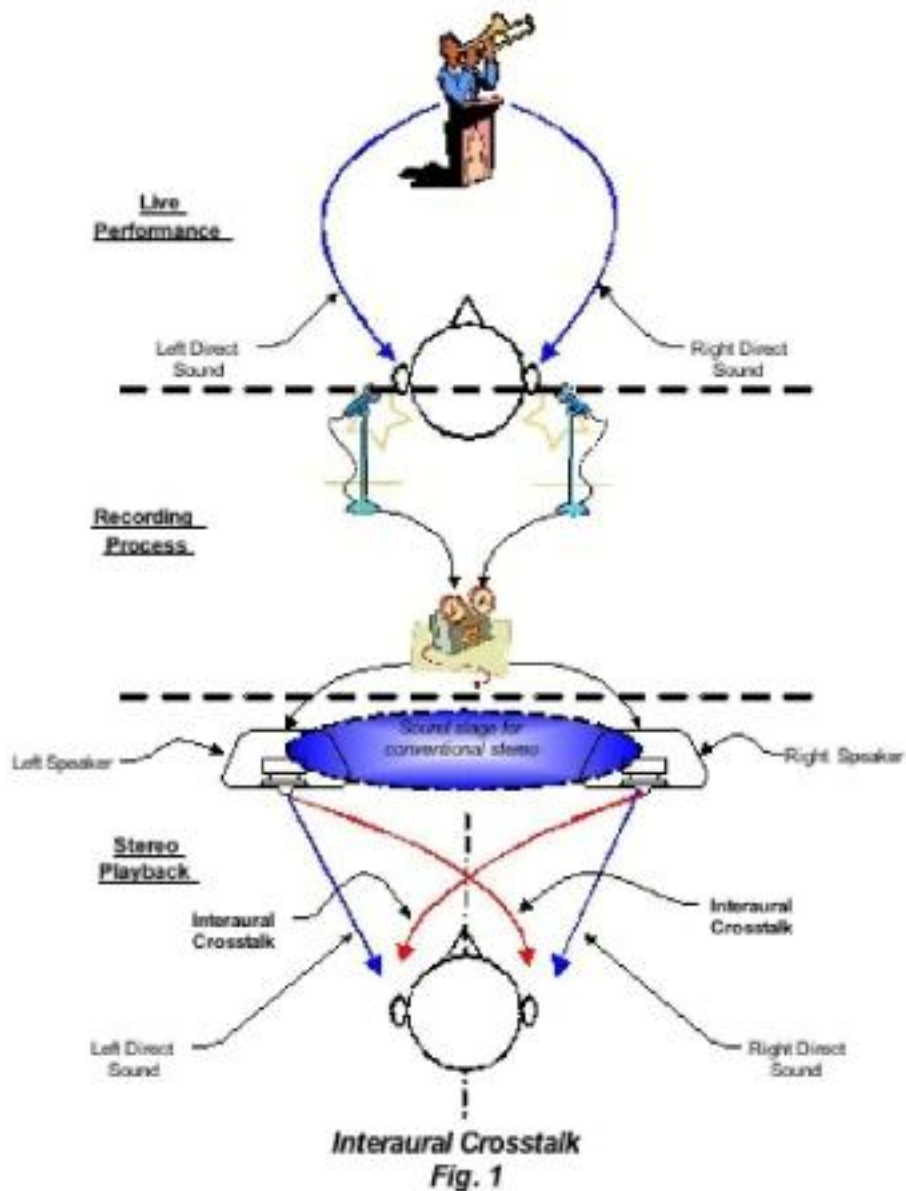
A) Binaural :

1. δυο μικρόφωνα τοποθετημένα σε απορροφητικό υλικό, παρόμοιο της υφής και του σχήματος της ανθρώπινης κεφαλής
2. η μέθοδος A-B (δύο μικρόφωνα σε απόσταση άνω του ενός μέτρου) όπου και αναπαράγονται από δύο κανάλια ενισχυτών και μεγάφωνων. Με αρχή τους δύο αυτούς τρόπους προστίθενται περισσότερα μικρόφωνα και κανάλια ήχου, για να δημιουργήσουμε ένα περιφερειακό (Surround) αποτέλεσμα.

B) Wavefield:

Το σύστημα αυτό, καταγράφει τα ηχητικά κύματα που προσπίπτουν σε μια σειρά από μικρόφωνα στον χώρο, μέσω της χρήσης συστοιχιών μικροφώνων. Ο τρόπος αυτός απαιτεί περισσότερα μεγάφωνα και κανάλια ενισχυτών για την αναπαραγωγή (αντίστοιχα με τον αριθμό μικροφώνων).

Οι δυο τρόποι Binaural έχουν το πλεονέκτημα ότι ασχολούνται κατά βάση με την καταγραφή και την αναπαραγωγή μόνο δύο καναλιών και έτσι είναι συμβατοί με την παραδοσιακή στερεοφωνία. Μια μορφή αναπαραγωγής μονοδιάστατη, δηλαδή (πηγές ήχου που βρίσκονται σε μια γραμμή μπροστά από τον ακροατή-θεατή). Ο σωστότερος τρόπος αναπαραγωγής είναι μέσω ακουστικών. Στην περίπτωση αναπαραγωγής μέσω μεγαφώνων, απαιτούνται φίλτρα ακύρωσης του φαινομένου cross-talk (ακύρωση των παρασιτικών σημάτων που πηγαίνουν σε "λάθος" αυτί).



ΕΙΚΟΝΑ 2 : Απεικόνιση του φαινομένου cross-talk.

Στόχος όλων των μεθόδων ηχογράφησης και αναπαραγωγής Ambiphonics (περιβάλλον ήχος) είναι να αναπαραχθεί μια ρεαλιστική ακουστική εμπειρία. Οι κοινές Binaural μέθοδοι είναι πολύ ευαίσθητες ως προς την τοποθέτηση και τα πολικά διαγράμματα των μικροφώνων που χρησιμοποιούνται κατά την ηχογράφηση και την ιδιαίτερη θέση τους στο χώρο.

Αν δεν λάβουμε σοβαρά υπ όψιν αυτά τας δύο παραμέτρους, η ακουστική αντίληψη του χώρου της ηχογραφήσεως θα είναι κακή και η αναπαραγωγή θα είναι αφύσικη. Επιπλέον, τα σφάλματα εντοπισμού (εστίασης) των πηγών ήχου, ενοχλούν πολύ, ιδιαίτερα για τις πηγές ήχου κοντά στο κέντρο, μπρος και πίσω.

Για να λύσουν τα προβλήματα αυτά, οι διάφορες εταιρείες που ασχολούνται με το αντικείμενο, εργάζονται κρυφά και δεν αποκαλύπτουν τις τεχνικές των. Τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, αυτό έχει αλλάξει. Η δημοτικότητα του ήχου surround για οικιακή χρήση (home cinema), έφερε αυτές τις βιομηχανίες πιο κοντά για την κατάρτιση ενός πρότυπου (standard) αναπαραγωγής Surround Sound, κυρίως για τις εταιρείες παραγωγής ταινιών κινηματογράφου.

2.2.4 Dolby-Surround

Το Dolby Surround αποτελεί ένα αναλογικό πολυκάναλο σύστημα, το οποίο παρέχει πλούσιο ήχο στον τομέα του Home Cinema. Με το Dolby Surround τέσσερα κανάλια κωδικοποιούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε να κατανέμονται σε δύο ηχητικά κανάλια. Το Dolby Surround μπορεί να αποδοθεί ως "περιφερειακός ήχος της εταιρείας Dolby" και χαρακτηρίζει ένα τεχνικό σύστημα, το οποίο παρέχει ρεαλιστικό ήχο για την παρακολούθηση κινηματογραφικών ταινιών ή βίντεο. Τα στερεοφωνικά κανάλια κωδικοποιούνται με το Dolby Surround και διαχέονται μέσω ηχείων Surround στο χώρο γύρω από τους θεατές, έτσι ώστε να τους δίνει την εντύπωση πως βρίσκονται στο σημείο δράσης της ταινίας.

Αυτό το αναλογικό πολύ-κάναλο σύστημα διαθέτει δύο ηχητικά ίχνη, μέσα στα οποία εμπεριέχονται συνολικά τέσσερα κανάλια ήχου. Τα τέσσερα κανάλια κωδικοποιούνται αρχικά σε δύο κανάλια, ενώ κατά την αναπαραγωγή του ήχου αποκωδικοποιούνται εκ νέου σε τέσσερα κανάλια. Καθώς η εξελισσόμενη ψηφιοποίηση απωθεί ολοένα και περισσότερο την αναλογική τεχνολογία στο περιθώριο, το Dolby Surround έχει χάσει επίσης έδαφος στον τομέα του Home Cinema. Το Dolby Digital/AC-3 και το DTS κρατούν τα σκήπτρα στον τομέα του

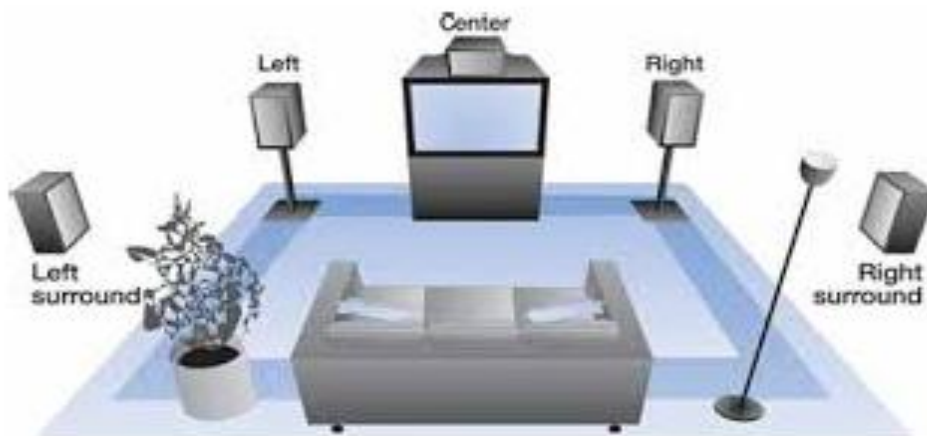
βίντεο στην οικιακή διασκέδαση λόγω της εμφάνισης νέων ψηφιακών μέσων, όπως το DVD και το Blu-ray.

Το Dolby Surround χρησιμοποιείται ακόμη στα CD ήχου. Εκεί δεν μπορούν να εφαρμοστούν τα ψηφιακά πρότυπα (όχι ακόμη). Το πλεονέκτημα του Dolby Surround σε σχέση με τους ψηφιακούς ανταγωνιστές του, είναι πως είναι συμβατό με προγενέστερες εκδόσεις του. Το Dolby Surround μπορεί να αναπαραχθεί από μονοφωνικά αλλά και από στερεοφωνικά συστήματα. Ο διάδοχος του Dolby Surround Prologic, του συστήματος αποκωδικοποίησης, το οποίο τα δύο κανάλια σε δύο ηχητικά ίχνη (tracks) τα μετατρέπει εκ νέου σε τέσσερα κανάλια, ονομάζεται Dolby Surround Prologic II. Με την νέα έκδοση μπορεί κανείς, μεταξύ άλλων, να ρυθμίσει την απόδοση του φίλτρου για το μεγάφωνο στο κέντρο (Center-Filter).

Ένα ήχο-σύστημα Dolby Surround αποτελείται συνήθως από πέντε έως επτά ηχεία, έναν αποκωδικοποιητή και έναν πολύ-κάναλο ενισχυτή. Τα ηχεία προορίζονται για τις παρακάτω θέσεις:

Εμπρός αριστερά (FL),
εμπρός δεξιά (FR),
κέντρο (C) ,

καθώς και από άλλα ηχεία για πλούσια κατανομή του ήχου στον χώρο. Τα περισσότερα ήχο-συστήματα διαθέτουν επιπλέον ηχείο χαμηλών συχνοτήτων (Subwoofer).



ΕΙΚΟΝΑ 3: Τυπική διάταξη Home Cinema 5 καναλιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Βασικές μέθοδοι ηχογράφησης Περιφερειακού Ήχου

Σήμερα (στην βιομηχανία κινηματογράφου κυρίως), χρησιμοποιούνται αρκετά συστήματα και μέθοδοι ηχογράφησης και αναπαραγωγής Περιφερειακού Ήχου όπως:

- Double M/S
- OCT Surround
- IRT Cross/Hamasaki Square
- Calrec Soundfield
- KFM 360 Surround
- Decca Tree
- SDA Surround
- Multichannel Microphone Array Design (MMAD)
- Fukada Tree
- INA-3 technique
- 4-Channel 'Rear' Microphone Techniques
- 2-Channel 'Rear' Microphone Techniques
- Dummy Head Technique
- Spaced Cardioid Technique

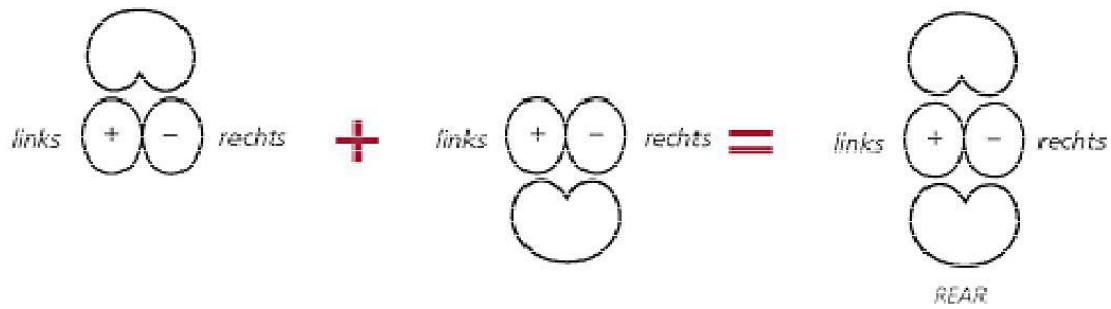
Η έρευνα στον τομέα αυτό δεν σταμάτησε ποτέ μέχρι να καταλήξουμε σε ένα σύστημα κοινά αποδεκτό. Στις επόμενες ενότητες θα παρουσιασθούν τα βασικά χαρακτηριστικά για κάθε μια από τις μεθόδους αυτές.

3.1 Η διάταξη (μέθοδος) Double M/S

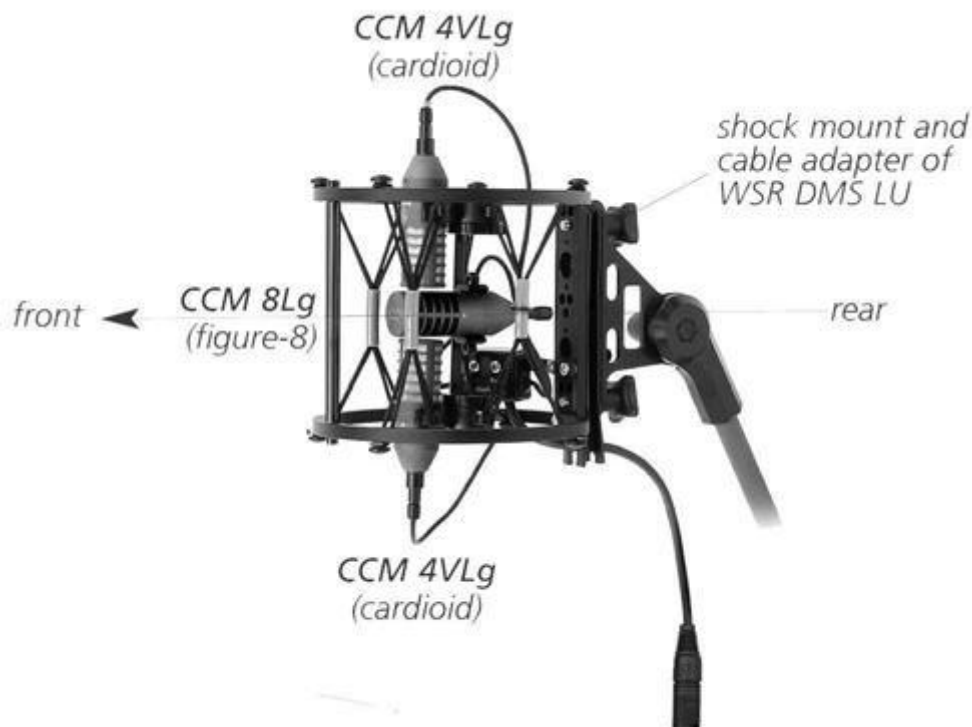


ΕΙΚΟΝΑ 4 : Απεικόνιση 2 μικροφώνων σε διάταξη M/S.

Ένα μικρόφωνο υπέρ-καρδιοειδές (gun) και ένα με λοβό δαρι, οριζόντια.



ΣΧΗΜΑ 1: Δυο σετ M-S σε συνδυασμό «πλάτη με πλάτη».



ΕΙΚΟΝΑ 5: Το διπλό M/S (δυο μονά, “πλάτη με πλάτη”).

Αυτό το σύστημα απαιτεί μόνο 3 μικρόφωνα (2 καρδιοειδή και ένα 8αρι) και 3 κανάλια ηχογράφησης για 5.0 αποτέλεσμα.

-Είναι σχετικά μικρό ευέλικτο και ελαφρύ σύστημα.

-Εύκολα προστατεύεται με αντιανεμικό περίβλημα από τις ριπές του άνεμου (wind screening) στους εξωτερικούς χώρους.

-Επιτρέπει επεξεργασία στο Studio (post-production processing, matrixing).

-Με τον αποκωδικοποιητή MDMS αποδίδει 5.0 περιβάλλοντα ήχο.

Το μονό M/S σύστημα επικράτησε και προτιμάται από τους επαγγελματίες όταν απαιτούν σωστό μονοφωνικό ήχο, (π.χ. παλαιότερες τηλεοράσεις, ραδιόφωνα που είναι μονοφωνικά).

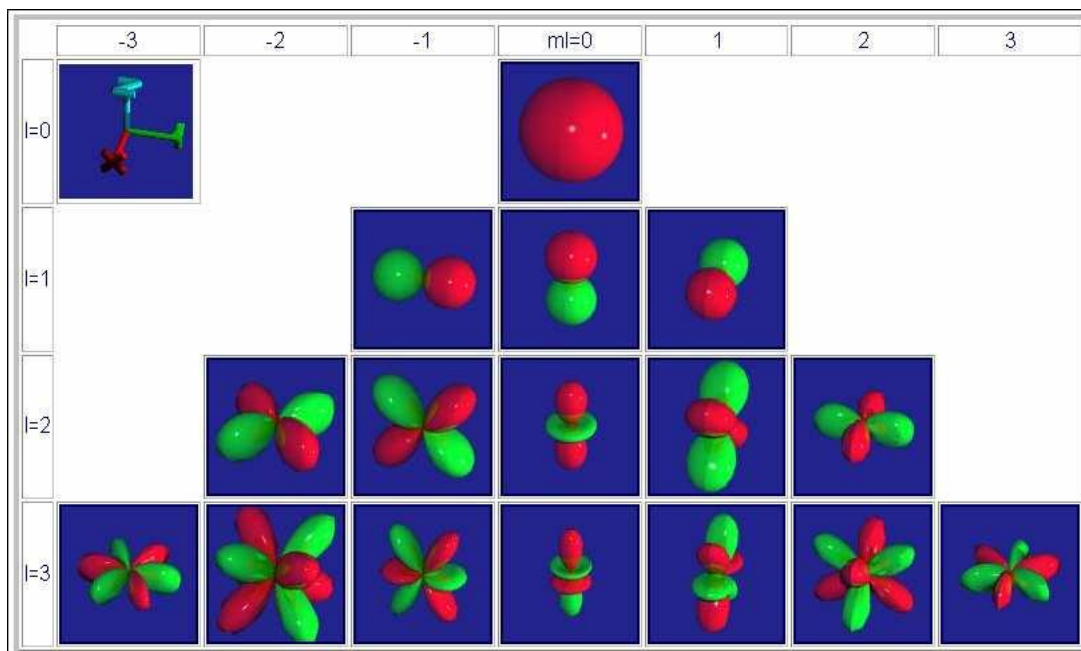
Το καρδιοειδές ή υπέρ-καρδιοειδές μικρόφωνο στο μέσον, λαμβάνει τον μονοφωνικό ή κεντρικό ήχο M=middle, το άλλο μικρόφωνο που τοποθετείται κάθετα με λοβό δάρι λαμβάνει τους πλευρικούς ήχους S= side. Εξ' ου και το όνομα M/S. Πολλές φορές, μερικοί επαγγελματίες αναφέρονται στο σύστημα M/S ότι σημαίνει M = Μονό και S = στέreo σήμα. Το ηλεκτρικό σήμα των μικροφώνων περνά από ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα (matrix) όπου ρυθμίζουμε και ελέγχουμε τον στερεοφωνικό ή περιφερειακό ήχο.

Το κύκλωμα αυτό (matrix) έχει ρύθμιση με ποτενσιόμετρο για το M σήμα και ποτενσιόμετρο για το S σήμα. Όταν αυτό το «πακέτο» αναπαραχθεί σε μονοφωνικό σύστημα τότε η πληροφορία S δεν ακούγεται γιατί το S υπάρχει σαν +S και -S (το ένα από το άλλο είναι εκτός φάσεως). Κατά την μονοφωνική αναπαραγωγή τα δυο αυτά σήματα αλληλοαναιρούνται και παραμένει μόνο η πληροφορία M(mono). Άρα, τέλειος μονοφωνικός ήχος.

Με το διπλό M/S σύστημα και μέσω των κυκλωμάτων matrix, είναι δυνατή η παραγωγή και άλλων στερεοφωνικών σημάτων όπως 2/0-Stereo και 3/2- Stereo. Αυτό είναι εφικτό με την χρήση των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων (M/S matrix). Από το M front/S προκύπτει το L/R και από ένα δεύτερο κύκλωμα (M/S matrix) προκύπτει το σήμα LS/RS από το M rear/S.

Το πλεονέκτημα αυτό είναι σημαντικό για την δημιουργία βελτιστοποιημένης συμπτωτικής εγγραφής (coincident recording). Επιτρέπει την μεταβολή της «γωνίας εγγραφής» χωρίς αλλαγή της κατεύθυνσης των μικροφώνων και αλλαγή λοβών λήψης. Υπάρχουν ομοιότητες του συστήματος Double-M/S με το σύστημα Ambisonics. Η μέθοδος Ambisonics είναι μια τεχνική εγγραφής και αναπαραγωγής που εφευρέθηκε από τον Michael Gerzon. Αυτή η τεχνική βασίζεται στην “συμπτωτική” εγγραφή (coincident recording). Η τεχνική βασίζεται στην διάσπαση το ηχητικού πεδίου στις λεγόμενες «σφαιρικές αρμονικές», λειτουργίες που περιγράφουν την κίνηση των εισερχόμενων κυμάτων ήχου.

Όσο υψηλότερη είναι η σειρά αυτών των σφαιρικών αρμονικών, τόσο μεγαλύτερη η περιγραφική τους ακρίβεια. Το σχήμα δείχνει σφαιρικές αρμονικές έως και την τρίτη. Έως σήμερα, είναι δυνατόν μόνο να καταγραφεί μόνον πρώτη σειρά των σφαιρικών αρμονικών. Ηχογραφώντας τέτοια (πρώτης αρμονικής σειράς) ηχητικά σήματα παράγονται τα λεγόμενα "πρώτης τάξης B-format" σήματα.



ΕΙΚΟΝΑ 6 : «Double M/S – a Surround recording technique put to test».

Παρουσιάστηκε στο Tonmeistertagung (ημέρα μηχανικών ήχου) 2006.

Περιγράψω εδώ έναν απλό τρόπο συνδεσμολογίας μικροφώνων σε μια στερεοφωνική κονσόλα για την δημιουργία M/S σημάτων, στην περίπτωση που δεν διαθέτουμε τα ηλεκτρονικά κυκλώματα (matrix) που συνήθως πωλούν οι ίδιοι οι κατασκευαστές των μικροφώνων.

Σε μια είσοδο του μείκτη (κονσόλα) συνδέουμε το καρδιοειδές η υπέρ-καρδιοειδές μικρόφωνο. Το PAN-POT στο ΜΕΣΟΝ. Αυτό είναι το Μ κανάλι (mono).

Σε άλλη είσοδο συνδέουμε το δάρι μικρόφωνο (που τοποθετείται κάθετα στο M μικρόφωνο. Το PAN-POT όλο αριστερά (αυτό είναι το αριστερό σήμα L).

Σε άλλη διπλανή είσοδο του MIXER συνδέουμε το ίδιο σήμα (δάρι μικρόφωνο), που μπορούμε να πάρουμε μετά την προ-ενίσχυση από την έξοδο DIRECT OUT ή από μια έξοδο AUX και αντιστρέφουμε την φάση στο κανάλι αυτό μόνον. Το PAN-POT όλο δεξιά. Αυτό είναι το δεξιό κανάλι (σήμα R).

Τα δυο αυτά FADERS μαζί, αποτελούν την στερεοφωνική πληροφορία (LR), δηλαδή την στερεοφωνική πληροφορία.

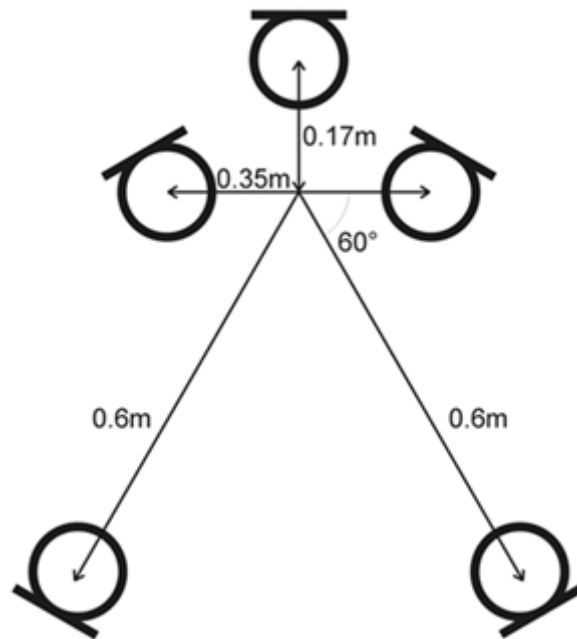
Με τα τρία αυτά ποτενσιόμετρα τώρα έχουμε ρύθμιση του τελικού ήχου M/Σ, προσθέτοντας ή αφαιρώντας M ή S σήμα.

Τα δύο L και R μαζί, είναι η στερεοφωνία και η πρώτη γραμμή (PAN-POT στο κέντρο) είναι η μονοφωνία.

Έτσι τώρα έχουμε ένα σετ M/S μικροφώνων. Με τον ίδιο τρόπο μπορούμε να συνδέσουμε και ένα δεύτερο σετ M/Σ, που τοποθετούμε πλάτη με πλάτη στο πρώτο σετ, για να λάβουμε όλες τις ηχητικές πληροφορίες του χώρου περιμετρικά (Περιβάλλον Ήχος).

3.2 OCT Surround (Optimized Cardioid Triangle Surround)

Είναι μία τεχνική του Dr. Günther Theile με 5 μικρόφωνα (κανάλια ήχου) αντί για 3 που είναι το απλό OCT, που δεν χρησιμοποιεί ηλεκτρονικά κυκλώματα.(matrixing). Στην μέθοδο αυτή, τα καρδιοειδή μικρόφωνα είναι σε μέτρια απόσταση (έως 1 μέτρο) αποδίδοντας καλό διαχωρισμό στα L/C (αριστερά -κέντρο) και R/C (δεξιά- κέντρο) κανάλια του ήχου. Αποδίδει καλή εστίαση, ευρύτερη περιοχή ακρόασης και γενικά φυσικό και ευχάριστο αποτέλεσμα. Τα μικρόφωνα τοποθετούνται ως εξής:



ΣΧΗΜΑ 2: OCT Surround με 5 μικρόφωνα.



ΕΙΚΟΝΑ 7 : OCT Surround με 5 μικρόφωνα σε διαφορετική διάταξη και αποστάσεις.

3.3 IRT Cross

Ο Theile πρότεινε μία τετρακάναλη συστοιχία μικροφώνων που ονομάζεται IRT-Σταυρός. Αποτελείται από 4 (συνήθως καρδιοειδή) μικρόφωνα τοποθετημένα σε ένα τετράγωνο πλευράς 0,2 έως 0,25 του μέτρου πλάτος και κάθε μικρόφωνο στις

γωνίες να “βλέπει” μακριά από το κέντρο. Αυτή η διάταξη είναι άριστη για special recording “ατμοσφαιρική ηχογράφιση”, αλλά μπορεί να είναι ακατάλληλη σε σχέση με τον άμεσο ήχο (επειδή τα μπροστινά δύο μικρόφωνα που είναι στις εμπρός γωνίες), δεν μπορούν να έχουν επαρκή άμεσο (direct) ήχο.

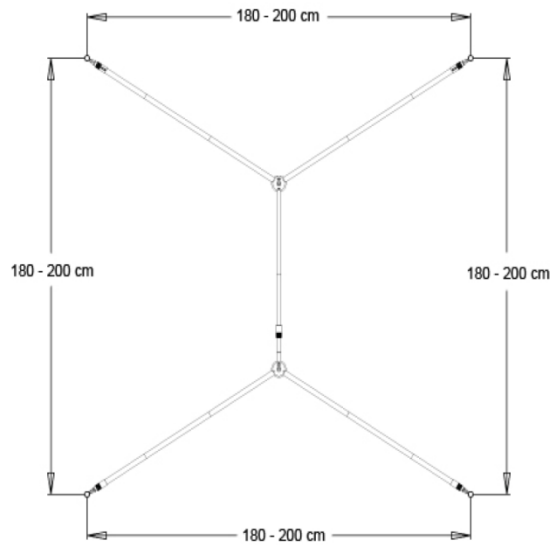
Η απόσταση μεταξύ των μικροφώνων μπορεί να αποφασίζεται ανάλογα με την κάθε περίπτωση. Μικρότερες αποστάσεις μεταξύ των μικροφώνων παρέχουν μια πιο ισορροπημένη κατανομή των πλησιέστερων πηγών ήχου, ενώ μεγαλύτερες αποστάσεις παρέχουν έναν πιο διάχυτο ήχο (περισσότερη αντήχηση). Ο λοβός των μικροφώνων επιλέγεται ανάλογα με την περίπτωση.



ΕΙΚΟΝΑ 8 : Διάταξη IRT–Σταυρός.

3.4 Hamasaki- Square

Μια άλλη συστοιχία πίσω μικροφώνων είναι η Hamasaki-Square. Χρησιμοποιεί δίπολα μικρόφωνα που δείχνουν προς τα αριστερά ή προς τα δεξιά του κέντρου, έτσι ώστε οι νεκροί άξονες (των μικροφώνων να “βλέπουν” προς τα εμπρός. Αυτό γίνεται προκειμένου να μειωθούν οι αλληλοεπιδράσεις από τον άμεσο ήχο όσο το δυνατόν περισσότερο. Η απόσταση μεταξύ κάθε μικροφώνου αρχικά προτείνεται να είναι 1 μέτρο, αλλά αυτό ρυθμίζεται κατά περίπτωση ανάλογα.



ΕΙΚΟΝΑ 9 : Διάταξη μικροφώνων Hamasaki-Square.

3.5 Calrec Soundfield

Το μικρόφωνο *Soundfield* είναι ένα σύστημα μικροφώνων που αποτελείται από τέσσερις κάψες (καρδιοειδείς ή υπο- καρδιοειδείς) τοποθετημένες σε ένα τετράεδρο. Μπορεί να λειτουργήσει ως ένα μονοφωνικό, στερεοφωνικό ή surround μικρόφωνο-σύστημα, συμπεριλαμβανομένων και πληροφοριών ύψους. Το μικρόφωνο (σύστημα) αυτό εφευρέθηκε από τον Michael Gerzon και Peter Craven και αναπτύχθηκε σε ένα πρακτικό σύστημα μικροφώνων από την Calrec Limited το 1978.



ΕΙΚΟΝΑ 10 : Soundfield sts-200



ΕΙΚΟΝΑ 11 : Μικρόφωνο Τετραμερούς Single Point στερεοφωνικού & Περιφερειακού ήχου.

Καθώς τα αρχικά διπλώματα ευρεσιτεχνίας σχετικά με το μικρόφωνο Soundfield έχουν λήξει και άλλες εταιρείες έχουν αρχίσει να κατασκευάζουν μικρόφωνα ηχητικού πεδίου (Soundfield). Ένα πλήρες σετ μικροφώνου Soundfield, που αποτελείται από το μικρόφωνο και έναν επεξεργαστή σήματος, που παράγει δύο διαφορετικές ομάδες ηχητικών σημάτων που ονομάζονται A-Format και B-Format. Η A-μορφή είναι τα σήματα από τα τέσσερα μικρόφωνα που βρίσκονται στις όψεις του τετραέδρου. Το πρώτο σετ, η A-Μορφή, παράγεται από το ίδιο το μικρόφωνο Soundfield και αποτελείται από τα τέσσερα σήματα από τις κάψουλες του μικροφώνου. Αυτά τα τέσσερα σήματα δεν προορίζονται να χρησιμοποιηθούν χωρίς περαιτέρω ηλεκτρονική επεξεργασία. Η A-Μορφή μετασχηματίζεται σε B- Μορφή.

Ανάλογα με το μοντέλο του μικροφώνου, αυτή η μεταμόρφωση μπορεί να γίνει είτε με φυσικό τρόπο ή με ηλεκτρονικό. Η Β-Μορφή είναι η τυπική μορφή ήχου που παράγεται από ένα τέτοιο σετ (Soundfield). Αποτελείται από τα ακόλουθα τέσσερα σήματα:

W – είναι το σήμα που λαμβάνει μια μη κατευθυντική κάψα (omnidirectional).

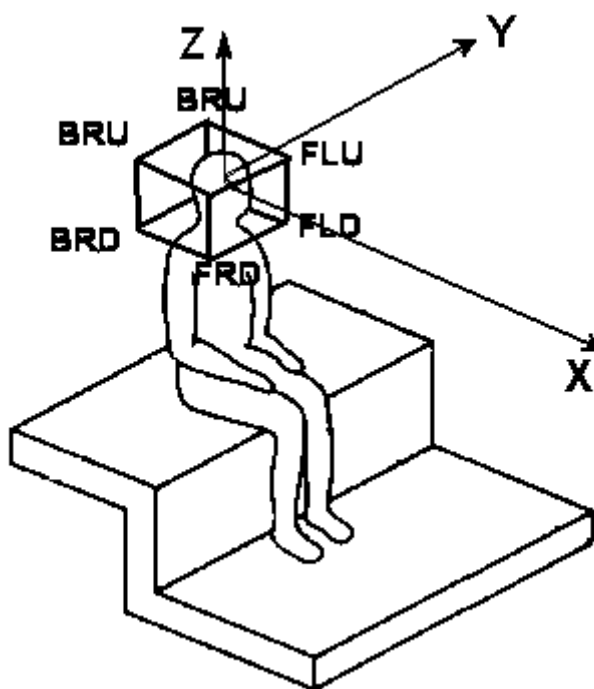
X – είναι η πληροφορία ενός μικροφώνου με λοβό δάρι (πληροφορίες μπρος και πίσω).

Y – είναι η πληροφορία από άλλο ένα δαρι μικρόφωνο (πληροφορία από αριστερά – δεξιά).

Z – είναι η πληροφορία του άνω και κάτω από άλλο ένα δαρι μικρόφωνο που κοιτάζει την οροφή.

Όλα αυτά τα σήματα σχηματίζουν ένα σύνθετο πολύ-μικρόφωνο σφαιρικής λήψης.

Αυτά τα σήματα-πληροφορίες (W, X, Y, Z) είναι δυνατόν να αναδημιουργήσουν το τρισδιάστατο ηχητικό πεδίο, ωστόσο, το μικρόφωνο Soundfield δείχνει ιδιαίτερα ευέλικτο και σε εφαρμογές Mono-Stereo. Με άλλα λόγια, με κατάλληλη μίξη (χρήση) των πληροφοριών αυτών, μπορούμε να «κατευθύνουμε» το σύστημα αυτό, προς όποιο σημείο της ορχήστρας ή του ηχητικού συμβάντος, πριν ή και μετά την ηχογράφηση, (4 κανάλια ηχογράφησης με τα σήματα (W, X, Y, Z)).



ΣΧΗΜΑ 3 : Σήματα-πληροφορίες των κατευθύνσεων (X, Y, Z).

2.6 KFM 360 Surround

Το μικρόφωνο KFM (σφαίρα 360 μοιρών) της Schoeps, χρησιμοποιεί δύο transducers (μετατροπείς ακουστικής πίεσης) και μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και για στερεοφωνική εγγραφή. Η σφαίρα μικρόφωνο της Schoeps KFM 6 του έχει διάμετρο 20 cm, ενώ του KFM 360 είναι 18 cm.

Ο ήχος Surround επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης δύο ακόμη μικροφώνων που προσαρμόζονται πάνω στη σφαίρα με λοβό 8, τα οποία μπορούν να συνδέονται ηλεκτρονικά (από χειριστήριο) στα μικρόφωνα μετατροπείς πίεσης. Οι κύριοι άξονες αυτών των δύο μικροφώνων πρέπει να στοχεύουν ακριβώς προς τα εμπρός. Το DSP-4 KFM 360 τα ηλεκτρονικά (matrix) του μικροφώνου επεξεργάζονται τέσσερα χωριστά κανάλια ήχου "γωνίες" (L, R, LS, RS) από τα σήματα του μικροφώνου. Ένα κεντρικό κανάλι λαμβάνεται από τα δύο μπροστινά μικρόφωνα.

Ένα επιπλέον κανάλι μεταφέρει μόνο τις συχνότητες κάτω από 70 Hz. Μπορεί κανείς να μειώσει το επίπεδο των σημάτων των πίσω ηχείων, να καθυστερήσει ή και να καθορίζει ακόμη και την απόκριση συχνοτήτων τους.

Το εύρος της μπροστινής «στερεοφωνικής εικόνας» είναι ρυθμιζόμενο, και τα «πρότυπα ήχου» των μπροστινών ηχείων, σε σχέση με τα πίσω μπορούν να επιλέγονται ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Η μονάδα επεξεργασίας προσφέρει τόσο αναλογικές όσο και ψηφιακές εισόδους για τα σήματα των μικροφώνων.

Εκτός από την ρυθμιζόμενη στάθμη, προσφέρει αντιστάθμιση υψηλών συχνοτήτων (equalizer) για τους transducers (τους μετατροπείς ακουστικής πίεσης) καθώς αντιστάθμιση χαμηλών συχνοτήτων για τα μικρόφωνα με λοβό 8άρι.



ΕΙΚΟΝΑ 12: Το ολοκληρωμένο σύστημα DSP-4 KFM 360 KFM 360 (Set) της SCHOEPS.

3.6 Decca Tree

Αρχικά το εισήγαγε η δισκογραφική εταιρεία Decca, το "δέντρο" αποτελεί μια λήψη τριών σημείων από κατευθυντικά μικρόφωνα σε μια διάταξη ισόπλευρου τριγώνου, με κατεύθυνση προς την πηγή του ήχου.

Τα δύο μικρόφωνα στις άκρες απέχουν τόσο πολύ που θα υπήρχε «κενό στη μέση» χωρίς την προσθήκη ενός μικρόφωνα στο κέντρο. Το μικρόφωνο στο κέντρο ρυθμίζεται έτσι, για να "γεμίσει" αυτό το κενό, προσέχοντας να μην ακούγεται πολύ μονο το αποτέλεσμα. Τα εξωτερικά μικρόφωνα απέχουν από 60 έως 120 εκατοστά.

Το τρίτο, στο κέντρο, μπορεί να είναι ελαφρώς χαμηλότερα από τα άλλα δυο πλευρικά.

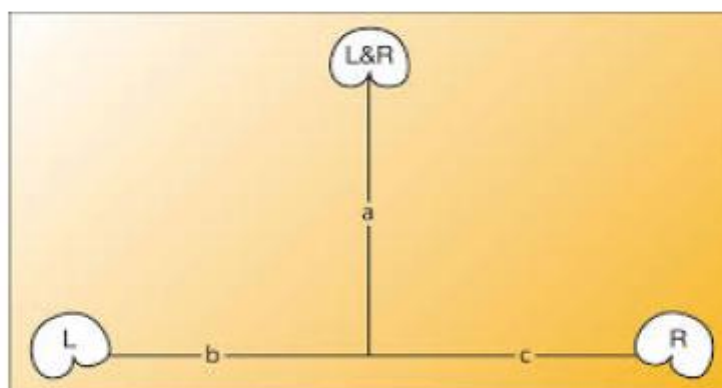
Η διάταξη αυτή σε σχήμα T με 2 μέτρα απόσταση μεταξύ αριστερού και δεξιού μικρόφωνα και 1 μέτρο απόσταση για το κεντρικό μικρόφωνο, επιλέχτηκε μετά από πολλές δόκιμες και ακροάσεις. Ανάλογα με τις ακουστικές παραμέτρους της αίθουσας όπου το μουσικό σύνολο ή ορχήστρα ηχογραφείται, το ύψος του "δέντρου" μπορεί να αυξηθεί ή να μειωθεί για να επιτευχθεί το καλύτερο αποτέλεσμα.

Είναι μια επιτυχημένη διάταξη, δεδομένου ότι εξασφαλίζει για τους ακροατές μια φυσική "ηχητική εικόνα" και τους επιτρέπει να γνωρίσουν την πλήρη δυναμική αυτής της μεθόδου. Συχνά, το "δέντρο" βρίσκεται πίσω ακριβώς ή πάνω από τον μαέστρο, για ισορροπία και δυναμική πολύ κοντά στις προθέσεις του.

Τα τρία μικρόφωνα σε διάταξη T μπορούν να πλησιάσουν περισσότερο την ορχήστρα από ότι τα μικρόφωνα σε διάταξη A/B, παρέχοντας ακόμη μεγαλύτερη σαφήνεια και μια πιο λεπτομερή αναπαραγωγή.

Η εταιρία DPA κατασκευάζει δύο κατάλληλα μικρόφωνα το 4003 και το 4006 καθώς και έναν ειδικό ισοσταθμιστή για αυτά, για περισσότερο έλεγχο της ηχογράφησης γενικώς. Αυτό γίνεται χωρίς την προσθήκη θορύβου ή προσθήκη παραμόρφωσης, γιατί η επεξεργασία γίνεται ακουστικά στο διάφραγμα του μικρόφωνα και όχι από ηλεκτρονικά κυκλώματα.

Το L50B (μικρόφωνο σφαίρα) προσδίδει μια διαύγεια (presence) και κατευθυντικότητα στις υψηλότερες συχνότητες, μια παρόμοια χροιά με τα παλαιά θρυλικά μικρόφωνα της Decca, άλλα με πιο πολύ φυσικότητα που προσφέρουν τα μοντέρνα μικρόφωνα της DPA.



ΣΧΗΜΑ 4 : Η διάταξη Decca Tree.

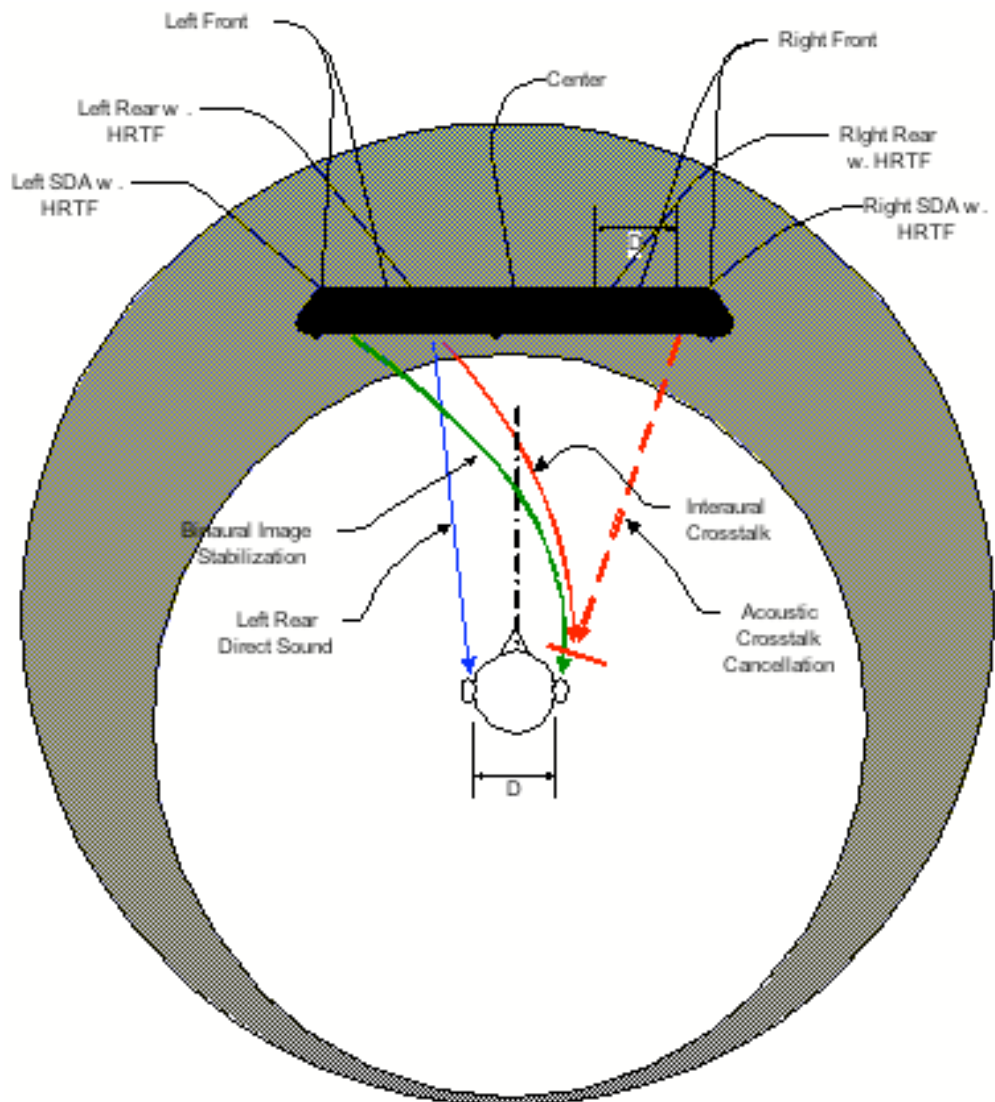
3.7 SDA TM Surround

Η τεχνολογία SDA TM Surround βασίζεται σε ένα μείγμα: ακουστικής, ψυχό-ακουστικής και “λίγης μαγείας“, όπως λέει η ίδια η εταιρεία, που έχει την πατέντα. Η αρχική τεχνολογία SDA, η οποία αναπτύχθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1980, ήταν μια τεχνολογία δύο καναλιών με στόχο να ξεπεράσει κάποια προβλήματα της στερεοφωνικής αναπαραγωγής. Η SDA TM Surround χρησιμοποιεί τις ίδιες βασικές αρχές, αλλά επεκτείνει την τεχνολογία για να επιτρέψει την αναπαραγωγή του ήχου surround χωρίς την ανάγκη για πίσω ηχεία.

Στην πραγματικότητα, είναι δυνατό να αναπαραχθεί περιφερειακός ήχος, από λίγα μεγάφωνα (σε μικρή απόσταση μεταξύ των) που βρίσκονται ακριβώς μπροστά από τον ακροατή. Αυτή η τεχνολογία δεν απαιτεί ανακλαστικές επιφάνειες ή ειδική τοποθέτηση των ηχείων και μπορεί να συνδεθεί με οποιοδήποτε ενισχυτή ήχου surround, ώστε να μπορεί να λειτουργήσει καλά σχεδόν σε οποιοδήποτε δωμάτιο οποιουδήποτε μεγέθους ή σχήματος και να αποδίδει μια εμπειρία ήχου surround για σχεδόν όλες τις θέσεις του ακροατή. Αν και η εμπειρία ήχου surround που προσφέρονται από SDA TM Surround μπορεί να είναι πολύ ικανοποιητική και δραματική, δεν προορίζεται να πάρει τη θέση ενός σωστά εγκατεστημένου, υψηλής πιστότητας, συστήματος 5.1.

Στόχος είναι να αποδώσει έναν εξαιρετικό ήχο surround χωρίς τα πίσω ηχεία. Λόγω των ψυχο-ακουστικών αρχών στις οποίες η τεχνολογία αυτή βασίζεται, η μέθοδος SDA™ Surround επιτυγχάνει εξαιρετική “συνέχεια” ήχου από δεξιά-αριστερά και μπρος-πίσω, έτσι ώστε να “παρακολουθεί” και να αποδίδει σωστά την θέση των διαφόρων πηγών ήχου στην οθόνη.

Παρέχει επίσης, ακρίβεια, ως προς το βάθος της σκηνης και ως προς τις πλευρές. Το σύστημα SDA™ Surround δίνει την ψευδαίσθηση της ύπαρξης πολύ περισσότερων ηχείων στο χώρο και αποδίδει έναν εντυπωσιακό περιφερειακό ήχο. Αποτέλεσμα που αποδίδουν άλλα συστήματα περιφερειακού ήχου με 5-6 κανάλια ενισχυτή και 5-6 ηχεία.



**Sound stage with
SDA Surround
Fig. 6**

ΕΙΚΟΝΑ 13: Ψυχο-ακουστική εντύπωση (ψευδαίσθηση) με το σύστημα SDA Surround.

3.8 Multichannel Microphone Array Design (MMAD)



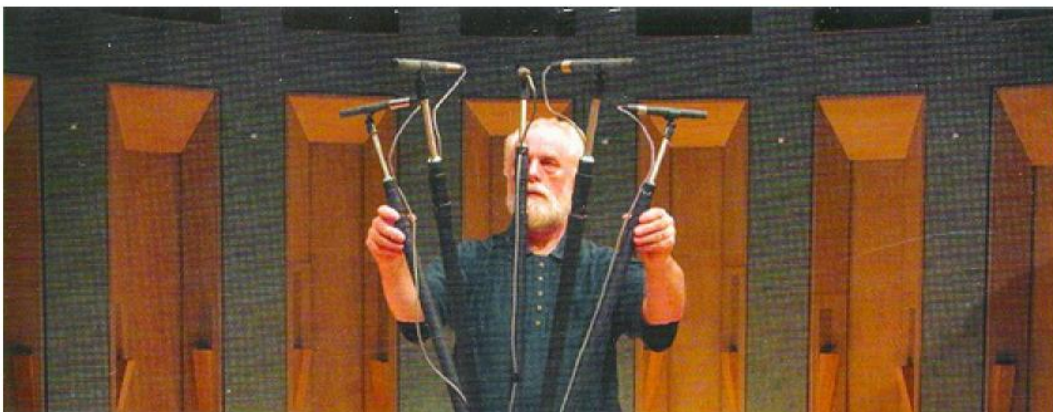
ΕΙΚΟΝΑ 14 : Σύστημα καταγραφής ήχου Multichannel (MMAD).

Το σύστημα καταγραφής ήχου Multichannel (MMAD) υπόκειται στους ίδιους βασικούς κανόνες ορθής καταγραφής και κάθε άλλου συστήματος καταγραφής, είτε πρόκειται για μονοφωνική ή στερεοφωνική καταγραφή. Η συστοιχία μικροφώνου ή των μικροφώνων θα πρέπει να είναι κοντά στην πηγή ήχου για την απόκτηση της ίδιας ηχητικής προοπτικής σε σχέση με την φυσική αντίληψη (άκουσμα), την στιγμή της δημιουργίας της πηγής ήχου.

Η αντίληψη της απόστασης είναι ως συνήθως, μια λειτουργία της άμεσης αντήχησης ήχου και συνεπώς επηρεάζεται άμεσα από την κατευθυντικότητα των μικροφώνων που χρησιμοποιούνται στο σύστημα. Το πλεονέκτημα της μεθόδου MMAD surround είναι ότι είμαστε σε θέση να “τυλίξουμε” τον ακροατή με όσο ήχο και πληροφορίες θέσεων των πηγών επιθυμούμε. Για την επίτευξη αυτού του στόχου μας, δεν περιοριζόμαστε μόνον σε τρία μικρόφωνα και τρία μεγάφωνα για την απόδοση της ηχογράφησης. Το αποτέλεσμα θα ήταν μόνον λίγο καλύτερο από την παραδοσιακή στερεοφωνική αναπαραγωγή. Δεν περιοριζόμαστε μόνον στην “μπροστινή ζώνη” των περίπου 60° (στερεοφωνία), αλλά με πολύ-κανάλι καταγραφή του ηχητικού πεδίου και την κατάλληλη αναπαραγωγή, έχουμε την ελευθερία και είμαστε σε θέση να διευρύνουμε αυτή την γωνία ακρόασης, αν το επιθυμούμε. Η στερεοφωνική διάταξη ακρόασης, περιορίζει σημαντικά τον ηχολήπτη εγγραφής και δεν μπορεί (στην αναπαραγωγή) να αποδώσει πιστά τις πρώτες ανακλάσεις της πηγής ήχου και πολύ περισσότερο τις ανακλάσεις όλου του περιβάλλοντα ήχου.

Με την μέθοδο MMAD είναι δυνατόν ο ηχολήπτης να σχεδιάσει πολύ-καναλικό σύστημα με συστοιχίες μικροφώνων, διευρύνοντας έτσι την ηχητική εικόνα σε οποιαδήποτε επιθυμητή γωνία, να ενσωματώσει και τις δύο πρώτες αντηχήσεις, ανακλάσεις (που δίνουν την πληροφορία του χώρου), διατηρώντας ταυτόχρονα την φυσική ακουστική δομή της πηγής. Αυτό είναι ένα σημαντικό βήμα προς την επίτευξη της τέλει εγγραφής και αναπαραγωγής του ήχου που περιβάλλει τον ακροατή. Το σύστημα αυτό καταγραφής, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στην σύγχρονη μουσική σκηνή όπου γίνεται εκτενής χρήση πολλαπλών οπτικό-ακουστικών εφέ και ο ήχος (κατά την αναπαραγωγή) θα πρέπει να εντοπίζεται με ακρίβεια στα πλαίσια του συνολικού περιβάλλοντος ηχητικού πεδίου. Αλλά μην ξεγελιάστε, η επίτευξη του στόχου αυτού χρειάζεται πολύ προσεκτική ρύθμιση των παραμέτρων της συστοιχίας μικροφώνων, καθώς και μια σαφή κατανόηση των θεμελιωδών χαρακτηριστικών κάθε τμήματος της συστοιχίας.

Ποτέ δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι, όπως και με την στερεοφωνία, τα μικρόφωνα θα πάρουν ήχους όχι μόνο στο οριζόντιο επίπεδο γύρω από τη συστοιχία, αλλά και ήχους πάνω και κάτω από αυτή. Δεν πρέπει να ξεχνούμε ότι όλα τα συστήματα Surround Sound εξακολουθούν να έχουν κάποιους περιορισμούς ως προς τη φυσική αναπαραγωγή του συνολικού ηχητικού πεδίου



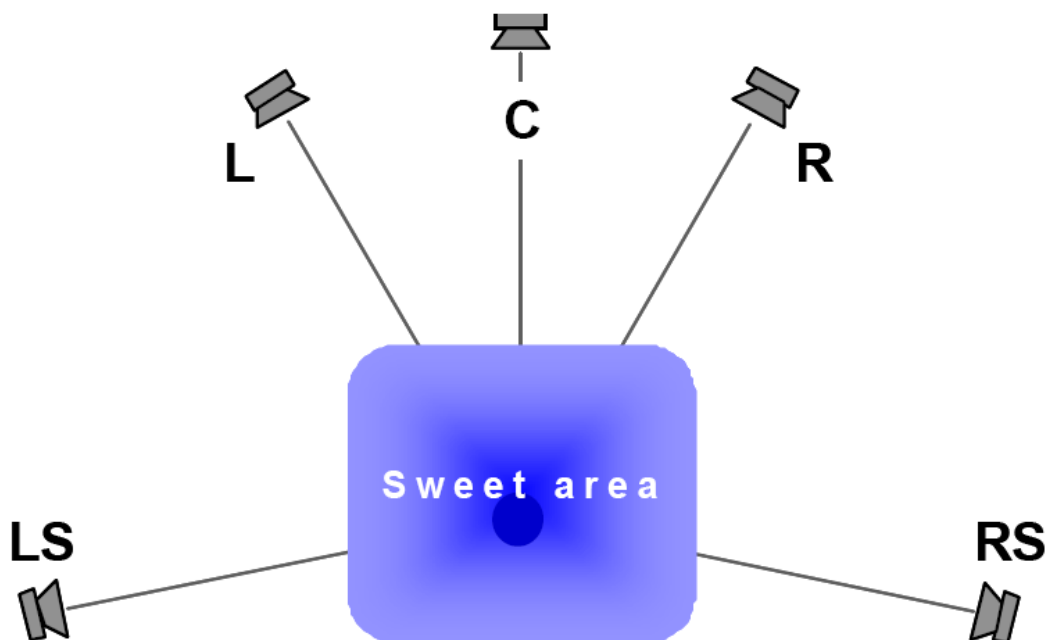
ΕΙΚΟΝΑ 15 : Συστοιχία μικροφώνων για πολυκάναλη ηχογράφιση.



ΕΙΚΟΝΑ 16 : Άλλη μια διάταξη μικροφώνων για πολυκάναλη ηχογράφηση.



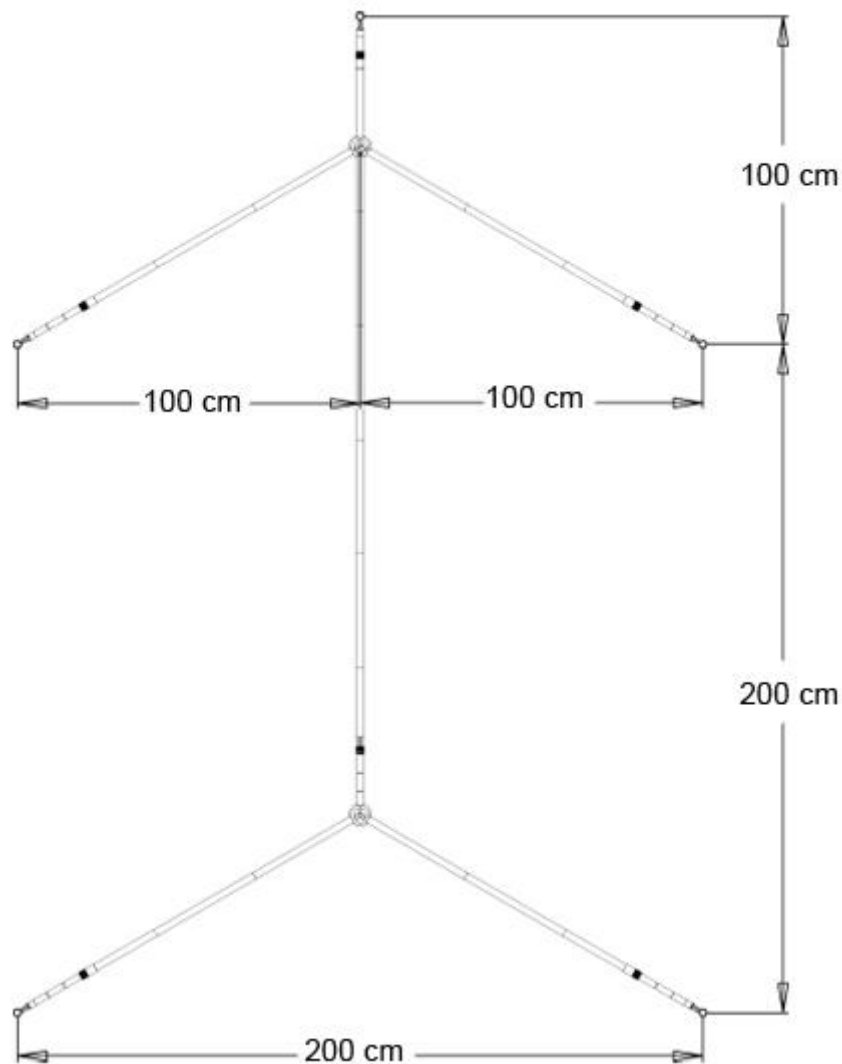
ΕΙΚΟΝΑ 17 : Τυπική διάταξη μουσικών και μικροφώνων για πολυκάναλη ηχογράφηση.



ΣΧΗΜΑ 5 : Sweet Area «γλυκιά περιοχή» περίπου 1.5 τ.μ. Στην περιοχή αυτή η στερεοφωνική «εικόνα» είναι ακριβής, σε όλα τα συστήματα Περιφερειακού Ήχου.

3.9 Fukada Tree

Η τεχνική Fukada Tree είναι μια τροποποίηση της τεχνικής Decca Tree (στερεοφωνική τεχνική καταγραφής με κεντρικό μικρόφωνο). Το Fukada Tree αντικαθιστά τα omni-directional (σφαιρικού λοβού) μικρόφωνα του Decca Tree με 5 καρδιοειδή (cardioid) μικρόφωνα προκειμένου να μειωθεί ο ανακλώμενος ήχος στα μπροστινά κανάλια.



ΣΧΗΜΑ 6: Τεχνική Fukada Tree.

Το κεντρικό μικρόφωνο “κοιτάζει” προς τα εμπρός, και τα εξωτερικά μικρόφωνα (σε γωνία 90° το ένα προς το άλλο “κοιτάζουν” πλευρικά. Το εξωτερικό ζεύγος (λόγω

της απόστασης μεταξύ των) παράγει μια μεγάλη διαφορά χρόνου παρέχοντας μια καλή αίσθηση του χώρου, ενώ το μικρόφωνο στο κέντρο παρέχει την «εστίαση» στην στερεοφωνική εικόνα.

Υπάρχει, ωστόσο, ένα δυνητικό πρόβλημα στον εντοπισμό των πηγών ήχου, καθώς επέρχεται μια ισχυρή επίδραση μεταξύ των L και C, ή R και C μικροφώνων, λόγω της μεγάλης απόστασης μεταξύ των. Ως εκ τούτου, είναι δύσκολο με την μέθοδο Fukada να επιτευχθεί μια ισορροπημένη κατανομή των πηγών ήχου, αν και υπάρχουν τρεις “συμπαγείς περιοχές καλής εστίασης” γύρω από τα τρία μπροστινά μικρόφωνα.

3.10 INA-3 (Διάταξη)

Η INA -3 τεχνική βασίζεται στην “κρίσιμη σύνδεση” τεχνική που προτάθηκε από τους Williams & Le Du. Η “Κρίσιμη σύνδεση “ προτίθεται να επισυνάψει τα αριστερά (L-C) και δεξιά (R-C) τμήματα της κεντρικής εικόνας του ήχου, χωρίς επικάλυψη και ως εκ τούτου έχει ως στόχο μια ισορροπημένη και διαρκή “παρουσίαση” του αναπαραγόμενου κεντρικού ήχου στο τμήμα L-C-R στην stereo αναπαραγωγή. Αυτή η “κρίσιμη σύνδεση“ επιτυγχάνεται είτε με ηλεκτρονική αντιστάθμιση είτε με αλλαγή των θέσεων των μικροφώνων. Η ηλεκτρονική “μετατόπιση” δημιουργείται επεμβαίνοντας στην ένταση (gain) ή με διαφορά χρόνου δηλαδή με το delay. Το “μηχανικό offset “ επιτυγχάνεται αλλάζοντας τη φυσική θέση των μικροφώνων, επιτυγχάνοντας διαφορές του χρόνου και της έντασης της συστοιχίας μικροφώνων.

Η συστοιχία θα πρέπει να τοποθετείται έτσι ώστε τα εξωτερικά μικρόφωνα να “βλέπουν “ τις παρυφές της ηχητικής σκηνής για πλήρη ανάπτυξη της στερεοφωνικής εικόνας, με την προϋπόθεση ότι τα κεντρικά σημεία καλύπτονται από τα μικρόφωνα στο κέντρο.



ΕΙΚΟΝΑ 18 : INA -3 διάταξη μικροφώνων και L R stereo.

3.11 4-Channel ‘Rear’ Microphone Techniques

Στις τεχνικές αυτές “4 καναλιών πίσω”, τα τέσσερα μικρόφωνα χρησιμοποιούνται για την καταγραφή της διάχυτης αντήχησης. Τα σήματα από αυτά τα μικρόφωνα γενικά αναπαράγονται χρησιμοποιώντας τα **L, R, LS** και **RS** ηχεία σε ένα πρότυπο 3/2 στερεοφωνική προσέγγιση (μέσω matrix) στα μεγάφωνα.

Μια μελέτη από τον Hiyama et al, έδειξε ότι τέσσερα μεγάφωνα στις **L, R, LS & RS** θέσεις σε 3/2 stereo αναπαραγάγει μια εντύπωση χώρου πολύ κοντά σε εκείνη με δώδεκα μεγάφωνα κυκλικά τοποθετημένα. Η χρήση των τεσσάρων καναλιών πρέπει συνεπώς να είναι επωφέλης σε σύγκριση με τις τεχνικές, που χρησιμοποιούνται σε συστοιχίες μικροφώνων πέντε καναλιών.

3.12 2-Channel ‘Rear’ Microphone Techniques

Η Τεχνική 2 καναλιών “πίσω” συνήθως χρησιμοποιεί τα σήματα από τα δύο κεντρικά κανάλια μικροφώνων (μπροστινά) και για τα **LS** και **RS** πίσω ηχεία. Αυτό βέβαια μετά από ηλεκτρονική (matrix) επεξεργασία.

3.13 Dummy Head (ομοίωμα ανθρώπινης κεφαλής) Technique

Ο Klerko πρότεινε τη χρήση ενός μικροφώνου ομοίωμα κεφαλής, binaural Dummy Head Microphone, που προσφέρει μια διαρκής πλευρική αίσθηση του χώρου. Υποστηρίζει ότι τα προβλήματα “συνήχησης” (acoustical crosstalk) στις υψηλές συχνότητες, που είναι παρόντα όταν τα “αμφί –ωτικά ” (binaural) σήματα αναπαράγονται μέσω ηχείων, λύνονται όταν το ομοίωμα της κεφαλής χρησιμοποιείται στην ηχογράφιση για τα πίσω κανάλια, καθώς τα πίσω ηχεία τοποθετούνται σχεδόν στις πλευρές του ακροατή, το κεφάλι του ακροατή δρα ως εμπόδιο για περίθλασης συχνοτήτων πάνω από 1kHz.

Η μέγιστη απόρριψη των παρεμβολών επιτυγχάνεται όταν τα πίσω κανάλια αναπαράγονται από ηχεία τοποθετημένα ακριβώς στις $\pm 90^\circ$ από τον ακροατή (ένα σε κάθε πλευρά της κεφαλής). Σε διάφορα πειράματα και δοκιμές ο Klerko διαπίστωσε ότι η συνεχής και σαφής χωροταξική ηχητική εικόνα δημιουργείται μεταξύ $\pm 30^\circ$ και $\pm 90^\circ$.



ΕΙΚΟΝΑ 19 : Ομοίωμα ανθρώπινης κεφαλής. Εσωτερικά (στο μέρος των αυτιών) τοποθετήθηκαν δυο πυκνωτικά μικρόφωνα.

3.14 Spaced Cardioid Technique

Σε αυτό το πείραμα, χρησιμοποιήθηκε μια τεχνική με δύο μικρόφωνα καρδιοειδή (Brüel & Kjaer 4011) στραμμένα μακριά από τον άμεσο ήχο. Το καθένα στραμμένο προς τις αντίστοιχες πίσω γωνίες του τοίχου του στούντιο.

Έχουνε τοποθετηθεί όσο γίνεται μακρύτερα το ένα από το άλλο και όσο πιο πίσω γινόταν, προκειμένου να συλλάβουν όσο το δυνατόν περισσότερο ήχο ανακλάσεων. Είχαν τοποθετηθεί σε 8 μέτρα απόσταση μεταξύ των και 4 μέτρα από τα μικρόφωνα της συστοιχίας στο κέντρο.



ΕΙΚΟΝΑ 20 : Εικόνα από παλαιότερο κατάλογο Brüel & Kjaer.

Αυτές είναι οι κυριότερες μέθοδοι (τρόποι) που χρησιμοποιούνται για την ηχογράφηση και αναπαραγωγή Περιφερειακού Ήχου (Surround Sound). Ο αναγνώστης-αναγνώστρια θα λάβει μια “εικόνα” για το τι είναι “Περιφερειακός Ήχος”.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Σύγκριση των διαφόρων τεχνικών (από πρακτική σκοπιά)

Δεν είναι εύκολη μια τέτοια σύγκριση, καθότι δεν έχω η ίδια την εμπειρία και ούτε έχω πρόσβαση σε κάποια από τις μεθόδους, για να βγάλω ασφαλή συμπεράσματα. Αν είχαμε μερικές ηχογραφήσεις του (ίδιου ηχητικού γεγονότος) με ταυτόχρονη χρήση κάποιων από τις μεθόδους αυτές, θα μπορούσαμε να κάνουμε κάποια σχόλια.

Πάντως, βλέποντας τα διάφορα συστήματα και εξετάζοντας τον εξοπλισμό τους, βγάζω κάποια συμπεράσματα ως προς την πρακτικότητα και το κόστος του εξοπλισμού. Π.χ. ο τρόπος **OCT (Optimized Cardioid Triangle)** με 3 μικρόφωνα χρειάζεται μια βάση στοιβαρή και μια μπάρα στην κορυφή ενός μέτρου περίπου. Καταλαμβάνει αρκετό όγκο και σε ζωντανές παραστάσεις με κοινό και τηλεοπτική κάλυψη, αυτό είναι ένα πρόβλημα για τον σκηνοθέτη.



ΕΙΚΟΝΑ 21 : Ο τρόπος του OCT (Optimized Cardioid Triangle).

Ο τρόπος **OCT Surround (3/2-Stereo setup)**, με 5 μικρόφωνα καταλαμβάνει περίπου 1 τετραγωνικό μέτρο και αυτό ακατάλληλο για ζωντανές μεταδόσεις. Για ηχογραφήσεις στο Studio ίσως. Όσον αφορά το **Hamasaki Square**, που καταλαμβάνει περί τα 4-9 τ.μ. Ακόμη και με την χρήση Decca Tree χρειάζεται αρκετός χώρος, απόσταση από 2 έως 3 μέτρα και ύψος για το τρίτο μικρόφωνο 1.5 έως 2 μέτρα.

Η τεχνολογία **Multichannel Microphone Array Design (MMAD)** επίσης είναι περίπλοκη, καθώς χρησιμοποιεί πολλά κανάλια και πολλά μικρόφωνα. Αυτό σημαίνει πολλές βάσεις και πολλά καλώδια τριγύρω, το ίδιο και με την μέθοδο **Fukada Tree** (απαιτείται πολύς χώρος για το στήσιμο των μικροφώνων).

Απεναντίας, ο τρόπος με **Double M/S Surround** είναι πιο εύχρηστος λόγω μικρότερου όγκου και με ευκολία στο «στήσιμο».



ΕΙΚΟΝΑ 22 : Διπλό M/S σε μπουμ, (αρκετά βολικό).

Επίσης, ο τρόπος με το **SoundField** μικρόφωνο **KFM 360** ή ο τρόπος **Dummy Head** (ομοίωμα ανθρώπινης κεφαλής) φαίνονται πιο βολικά στην χρήση και επίσης είναι κατάλληλα για ζωντανές μεταδόσεις.

Η τεχνολογία **SDA™ Surround** είναι πολύ απλή στην ηχογράφιση, καθότι προκύπτει ηλεκτρονικά από μόνον 2 κανάλια.

Αυτά ως προς το πρακτικό μόνο μέρος, μακάρι να είχαμε ηχογραφήσεις, με ταυτόχρονη χρήση μερικών τεχνολογιών ώστε, να βγάzaμε συμπέρασμα για το ποιος τρόπος αποδίδει πιστότερα το αρχικό ηχητικό συμβάν.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως φάνηκε από την έρευνα μου, δεν υπάρχει ένα πρότυπο για όλες τις περιπτώσεις και για όλα τα είδη μουσικής ή άλλων ηχητικών πηγών. Κάθε φορά ο ηχολήπτης επιλέγει έναν τρόπο, που κατά την γνώμη του είναι ο καταλληλότερος για την συγκεκριμένη περίπτωση αλλά και αυτός ενδεχομένως να τροποποιηθεί για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Πάντως σε όλες τις περιπτώσεις ιδιαίτερη φροντίδα και σκέψη δίνεται στον μονοφωνικό και στερεοφωνικό αποτέλεσμα. Πρέπει να διατηρείται η συμβατότητα σε MONO και STEREO.

Για να αναπαραχθεί σωστά μια ηχογράφιση πρέπει κατά την αναπαραγωγή να ακολουθήσουμε τις οδηγίες για το πως θα πρέπει να έχουμε προετοιμάσει το σύστημα αναπαραγωγής, για να ακουστεί σωστά π.χ. πόσα κανάλια ενισχυτών και πόσα μεγάφωνα απαιτούνται κατά περίπτωση και σε ποια θέση.

Ο πλέον επικρατέστερος τρόπος φαίνεται να είναι το **DOLBY SURROUND** και επικράτησε λόγω των πολλών ετών που χρησιμοποιείται. Βέβαια η έρευνα συνεχίζεται και συνεχώς επινοούνται νέοι τρόποι, πλέον αυθεντική εμπειρία είναι η “ζωντανή” (live, δηλαδή πρώτη φορά στον χώρο). Αυτό είναι το σημείο αναφοράς. Επειδή δεν υπάρχει μια κοινά αποδεκτή μέθοδος, ο “περιφερειακός ήχος” έχει και πολλούς επικριτές και λόγου του μεγαλύτερου κόστους στο σύστημα αναπαραγωγής. Αξίζει πράγματι το αυξημένο κόστος; Δίνει αυτό μια αυθεντική απόδοση; Σαν να ήμασταν στον ίδιο χώρο;

Οι πολλές παρεμβάσεις στην τοποθέτηση των μικροφώνων και η χρήση κάποιων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων για την κωδικοποίηση (matrixing), ώστε το όλο “πακέτο” να χωρέσει σε δύο ίχνη ήχου (2 channels), βρίσκει μεγάλο μέρος των καταναλωτών το σκεπτικό για το αν όλη αυτή η προσπάθεια έχει νόημα, ή όλα γίνονται για το κέρδος των εταιρειών. Πάντως για τον κινηματογράφο, τα ειδικά εφέ αποδίδονται καλύτερα σε Surround και ενισχύουν την δραματικότητα μιας ταινίας.

Ελπίζω με την εργασία μου αυτή να συνεισέφερα κατά το μέγιστο, στην κατανόηση του τι είναι “ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΣ ΗΧΟΣ” (Surround Sound).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- MATTHEW S. P. ‘‘*Surround Technology White Paper*’’ (SDA speakers).
- KADIS J. (2006-11) . ‘‘*Introduction To Sound Recording Technology*’’,
(For Educational Use).
 - MANOLA, F., GENOVESE, A. and FARINA, A.
‘‘*A comparison of different surround sound recording and reproduction Techniques based on the use of a 32 capsules microphone array*’’. Department of Electronics, University of York, Heslington, York, UK.
 - LABORIE, A., REMY B., MONTOYA, S.
‘‘*A New Comprehensive Approach of Surround Sound Recording*’’.
Audio Engineering Society Convention Paper 5717 . Paris, France
 - GRIESINGER D., from (Lexicon. dgriesinger@lexicon.com)
‘‘*The Physics and Psycho- Acoustics of Surround Recording*’’
 - AES TECHNICAL COUNCIL. *document AESTD 1001,1.01-10*
 - ΔΙΑΜΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ Τ., 2004, ‘‘*Προγραμματισμός & Σύνθεση Ήχου*’’,
Εκδόσεις ‘‘ΕΛΛΗΝ’’ - ΠΑΡΙΚΟΣ Γ. & ΣΙΑ Ε.Ε.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΙΚΡΟΦΩΝΩΝ

THE ELA M 260 TRI-MONO

RECORDING SET

If you work in film scoring or classical recording, then you should know what a **Decca Tree** is. If you don't work in those disciplines, here is a brief synopsis of the **Decca Tree** [or "**Tri-Mono**"] recording technique. Engineers who recorded classical music for Decca Records pioneered this microphone placement technique in the early 1950s when they wanted a strong sense of stereo image and balanced coverage of an orchestra, as the conductor might have heard while he led the orchestra.

The technique features three omni-directional microphones placed in a reverse "T" configuration, roughly above the head of the conductor. The "left" and "right" are positioned behind the conductor while the "center" microphone hangs in front of the conductor. In addition to orchestral recording applications, the **Decca Tree** configuration can be an invaluable component to more contemporary recordings for drum applications and to gain an overall "band in a room" kind of atmosphere to your recording process.

The most common **Decca Tree** setup employs 3x 1-meter bars from which the microphones hang in a triangle configuration; though larger and smaller bar sets can be used.

The microphone most commonly employed for this technique is the Neumann M-50, though other microphones like the Neumann KM-53's and Schoeps M-221b microphones have been successfully employed.

One of the problems often associated with the application of the **Decca Tree** technique is a loss of high frequency content due to the physics of how sound travels. The greater the distance a sound has to travel, the more high frequency information is lost due to the resistance of the air through which the sound must travel. Another problem that can be associated with this technique can be the capture of greater

reverberant information than is often desired (due to the omnidirectional capsules employed).

The capsule assembly of the Neumann M-50 featured a 40mm acrylic sphere which was actually a "diffuse field sphere" built into the M-50's capsule assembly. In order to obtain a best of both worlds scenario, **TELEFUNKEN Elektroakustik** has created diffuse field spheres as an accessory for the **ELA M 260 Tri-Mono Recording Set**.

The addition of a diffuse field sphere is the most organic way to combat both effects; reducing the loss of high frequencies as well as minimizing the reverberant information. **TELEFUNKEN Elektroakustik** has made two different sized diffuse field-recording spheres available for the **ELA M 260** series of microphones: 50mm and 30mm. The sphere is an accessory that attaches to the capsule end of the microphone, which effectively makes the microphone's diaphragm part of the sphere as the sphere changes the shape of the transduction capsule. The result is a gradual and smooth rise in upper midrange and high frequency information captured by the microphone.

The sphere increases the directionality of an omni-directional capsule by altering the acoustic surface area of the capsule to nearly infinite. Where an omni-directional microphone has (for all intents and purposes) 360° pickup capability, with the addition of a sphere, the frequency response of the microphone is increased in the 2 - 10kHz region of the audio by as much as 2.5 db in the front of the microphone (50mm sphere) while being simultaneously diminished by about 2.5db from 5kHz up from the rear of the microphone. The 35mm attachment gives a less pronounced effect, which may be preferable for smaller venues.

This high frequency increase in the front of the microphone coupled with the decrease of upper frequency information from the rear of the microphone increases the perceived directionality of the microphone, while information coming from 90° and 270° remains unaffected. This

increased directivity of the microphone, coupled with the rise in high frequency information permits better pickup at a greater distance from the sound source.

The **TELEFUNKEN Elektroakustik TRI-MONO** package for the **ELA M 260** system consists of three **ELA M 260** microphones [finished in black], a 3-channel power supply capable of powering all three microphones, three elastic shock mounts, and a set of three 10-meter AccuSound TX-7 tube mic cables with right angle XLR connectors. In order to foster an element of creativity, all three capsule systems [TK60 cardioid, TK61 omni-directional, and TK62 hyper-cardioid] are included in the package, along with a set of three 50mm and a set of three 30mm diffuse field spheres.

ELA M 260 TRI MONO Specifications.

Polar Pattern Cardioid, Omni, Hypercardioid. 50mm and 30mm diffuse field Size 5 1/2" (140mm) length x 13/16" (21mm) diameter

Weight 4.2 oz (119g)

Frequency Range 20Hz / 20kHz

Sensitivity 16.5 mV/pa +/- 1 dB

THD at 1kHz at 1Pa <0.15% Per Channel

Self Noise 11dBA Per Channel

Output Impedance <200 ohms

Power Type Dedicated Power Supply

Supply Current <1mA (120V) 135mA (6V)

Connected Via XLR-7 (F), XLR-3 (M) output

Supplied Accessories

Locking flight case, 3-channel power supply, 3x 30mm and 3x field spheres, 3x TK60 cardioid capsules, 3x TK61 omni capsules, hypercardioid capsules, capsule cases, wooden mic boxes, Accusound dual-shielded right-angle cables, windscreens.