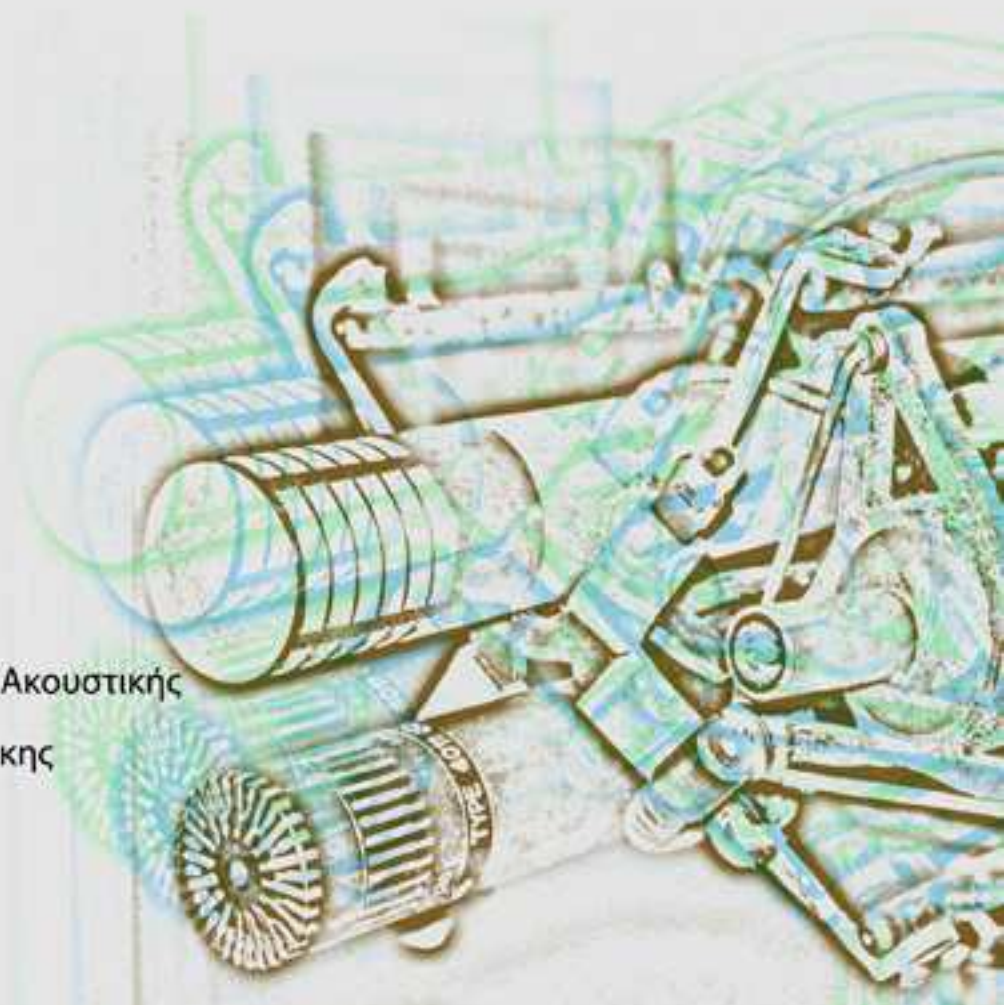


Πάυλος Χατζηνικολάου

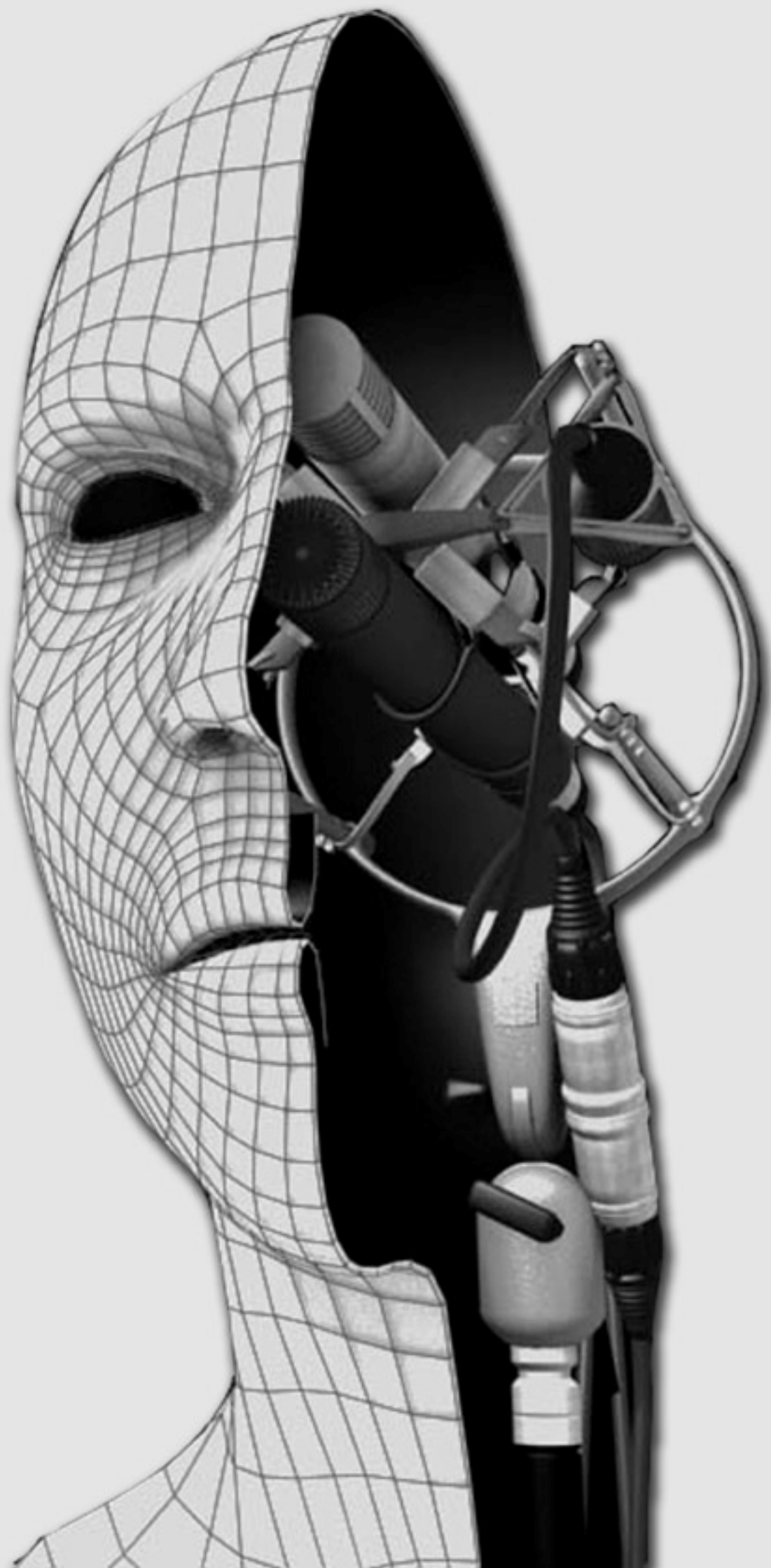
Πτυχιακή Εργασία: Surround Ηχογραφήσεις Θεωρία & Πράξη



Σχολή Μουσικής Τεχνολογίας & Ακουστικής

Καθηγητής: κ. Δημήτριος Ξενικάκης

Ρέθυμνο 2009



Περιεχόμενα

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

Η ΘΕΩΡΙΑ

1. Από τους ήχους της φύσης στη στερεοφωνική ηχογράφιση	4
2. Στερεοφωνική ηχογράφιση – Τεχνικές	5
3. Από τη στερεοφωνική ηχογράφιση στην τεχνολογία Surround	10
4. Στόχοι κατά τη δημιουργία ενός συστήματος Surround για ηχογράφιση και αναπαραγωγή μουσικής	12
5. Τεχνικές δημιουργίας Surround	14
6. Τεχνικές διάταξης μικροφώνων σε surround ηχογράφιση (5.1) κλασσικής μουσικής	15
7. Νεότερες έρευνες στα συστήματα surround για την ηχογράφιση μουσικής	34
8. Συστήματα αναπαραγωγής Surround	41

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

1. Επιλογή μεθόδου	53
2. Στόχος	53
3. Στοιχεία πειράματος – Υλικά	53
4. Περιγραφή των πειραμάτων	57
5. Μίξη για αναπαραγωγή Surround	61
Επισημάνσεις	65
Σημειώσεις	66
Αναφορές	67

A. Η ΘΕΩΡΙΑ

1. Από τους ήχους της φύσης στη στερεοφωνική ηχογράφιση..

Η προσπάθεια των ανθρώπων να «συλλάβουν» τους ήχους της φύσης και τη μουσική που αυτή δημιουργούσε, χρονολογείται από αιώνες πριν.

Καταγεγραμμένες προσπάθειες έχουμε από τα μέσα του 18^{ου} αιώνα (1857), με τους γάλλους Leon Scott και Charle Cos να δημιουργούν ο μιν πρώτος το **φωνοαυτογράφο** (phonoautograph) που κατέγραφε αλλά δεν αναπαρήγε τον ήχο, και τον δεύτερο να βελτιώνει τη μέθοδο προτείνοντας τη φωτοτύπηση του ίχνους πάνω σε μέταλλο, με αποτέλεσμα την αναπαραγωγή του ήχου. Όμως μόνο με την εφεύρεση του **φωνογράφου** το 1877 από τον Thomas Edison, κατέστη δυνατή η καταγραφή και αναπαραγωγή του ήχου. Ο φωνογράφος μετέτρεπε την ακουστική ενέργεια σε μηχανική, καταγράφοντας τις δονήσεις του αέρα υπό μορφή χαραγματιών διαφορετικού βάθους πάνω σε μια κυλινδρική επιφάνεια, επικαλυμμένη στην αρχή με φύλλο κασσίτερου και μεταγενέστερα με κερί (γραφόφωνο – graphophon των Bell & Tainer).

Η χρήση των μηχανών αυτών ήταν μόνο για υπαγορεύσεις συμβολαίων. Η ψυχαγωγική τους χρήση (για καταγραφή και αναπαραγωγή μουσικής) δεν είχε ακόμη θεωρηθεί ότι έχει εμπορική αξία. Η ηχογραφημένη μουσική για ψυχαγωγία άρχισε να βρίσκει ανταπόκριση στο κοινό από το τέλος του 18^{ου} αιώνα και μετά. Το γεγονός αυτό, έδωσε το απαιτούμενο κίνητρο για να γίνουν επενδύσεις σε νέες τεχνολογίες, από τις νεοσύστατες δισκογραφικές εταιρείες. Έτσι, το 1888, ο Berliner βρίσκει πρώτος τον τρόπο να δημιουργεί αντίγραφα δίσκων από σκληρό ελαστικό, το βουλκανίτη.

Με τον φωνογράφο ο αναπαραγόμενος ήχος είχε χαμηλή ένταση. Επίσης δεν ήταν ακόμη εφικτό να γίνει μαζική παραγωγή αντιτύπων ενός πρωτότυπου δίσκου. Στις αρχές του 19^{ου} αιώνα, εκτοπίζονται οι κύλινδροι ηχογράφησης από τους δίσκους. Επίσης ο Ademor Petit, βρίσκει τρόπο να

κατασκευάζονται δίσκοι διπλής όψης. Με τη δημιουργία της διοδικής θερμικής βαλβίδας από τον Fleming και αργότερα της τριοδικής από τον Lee de Forest, η ηλεκτρική ηχογράφιση ήταν πλέον εφικτή. Την ίδια χρονική περίοδο (1900-1930) ο Georg Neumann κατασκευάζει το μικρόφωνο άνθρακα Reisz, και το 1928 γίνεται μια σημαντική εξέλιξη των μικροφώνων, με τη Neumann να κατασκευάζει το πρώτο πυκνωτικό μικρόφωνο το CMV3. Το ίδιο κάνει και η αμερικανική RCA, μόνο που αυτής είναι δυναμικό και μάλιστα ταινίας (ribbon). Μέχρι τότε, και για πολλά χρόνια ακόμη, όλες οι ηχογραφήσεις ήταν μονοφωνικές. Η βάση για τις σύγχρονες τεχνικές δόθηκε από τον Alan Dower Blumlein (της EMI), ο οποίος το 1931 πήρε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για την τεχνική της **στερεοφωνικής ηχογράφησης.**

2. Στερεοφωνική ηχογράφιση - Τεχνικές

Στερεοφωνική ηχογράφιση και αναπαραγωγή είναι η δημιουργία σταθερών ειδώλων των ηχητικών πηγών στο χώρο, ανεξάρτητα από τον αριθμό των χρησιμοποιούμενων ηχείων.

Επειδή όμως για πολλά χρόνια οι τεχνικές ηχογράφησης που εφαρμόζονταν είχαν σαν βάση το δικαναλικό σύστημα, έχει επικρατήσει να νοείται στερεοφωνικό ένα σύστημα δύο καναλιών.

Στερεοφωνικές τεχνικές ονομάζονται αυτές που χρησιμοποιούν δύο (κατά κανόνα) ή και περισσότερα μικρόφωνα, που εργάζονται από κοινού για να λάβουν τον ήχο ενός μουσικού συνόλου. Κατά την αναπαραγωγή ακούγονται τα είδωλα των μουσικών οργάνων σε διάφορα σημεία στο χώρο μεταξύ των δύο ηχείων.

Η κατανόηση της αξίας της στερεοφωνικής ηχογράφησης, γίνεται πιο εύκολη αν κατανοήσουμε πρώτα τον τρόπο που αντιλαμβάνονται τα αυτιά μας (ως μέρος του ανθρώπινου ακουστικού συστήματος) την προέλευση του/των ήχων. Λόγω της διαφορετικής θέσης τους, κάθε αυτί προσλαμβάνει διαφορετικά ηχητικά σήματα, τα οποία όμως εκπέμπονται από το ίδιο γεγονός. Ο εγκέφαλος επεξεργάζεται τους προσλαμβανόμενους ήχους από το κάθε αυτί, τους συσχετίζει μεταξύ τους και έτσι ο ακροατής έχει την αίσθηση ενός ακουστικού γεγονότος το οποίο τοποθετείται κάπου στο

εξωτερικό περιβάλλον. Αυτό είναι το ψυχοακουστικό φαινόμενο της δωστικής ή αμφιωτικής ακοής (binaural hearing), δηλαδή ο τρόπος που λειτουργεί η ανθρώπινη ακοή.

Όπως προαναφέρθηκε, ο πρώτος που εφάρμοσε τεχνική στερεοφωνικής ηχογράφησης ήταν ο Alan Dower Blumlein. Η πρώτη ηχογράφηση συμφωνικής ορχήστρας επιτεύχθηκε από τους μηχανικούς της BASF, το 1936, που χρησιμοποίησαν ένα « Magnetophon» και ηχογράφησαν τη Φιλαρμονική ορχήστρα του Λονδίνου σε διεύθυνση του Sir Thomas Beecham. Η ηχογράφηση αυτή υπάρχει ακόμα και μάλιστα έχει απρόσμενα καλή ποιότητα ήχου. Την ίδια εποχή, προσπάθειες και πειράματα στερεοφωνικής ηχογράφησης έγιναν και από τα εργαστήρια Bell υπό τον Dr Harvey Fletcher, που επικέντρωσαν τις προσπάθειές τους στην δημιουργία και αναπαραγωγή στερεοφωνικού ήχου για πολυπληθές κοινό (π.χ κινηματογράφους). Και οι δύο τεχνικές είχαν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, ήταν όμως πρωτοπόρες.

Ώθηση στην ανάπτυξη της ποιότητας της ηχογράφησης και αναπαραγωγής του ήχου, δόθηκε μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο (1945). Ως εκ τούτου το ηχητικό φάσμα αυξήθηκε κατακόρυφα. Με την ανακάλυψη δε ενός πλαστικού υλικού πολλαπλής χρήσης, του πολυβινυλοχλωριδίου, (το γνωστό μας PVC), δόθηκε η δυνατότητα για την κατασκευή μαγνητικών ταινιών και δίσκων με χαμηλό ηχητικό θόρυβο. Δημιουργήθηκαν δίσκοι με στεγνό αυλάκι με δυνατότητες πολύ υψηλότερες από τους μέχρι τότε δίσκους «μεγάλης διάρκειας» των 78 στροφών ανά λεπτό. Την επανάσταση όμως στο σχεδιασμό και την απόδοση των μηχανημάτων ήχου και όχι μόνο, την έκανε η δημιουργία του **transistor** από τους Shokley, Brittain και Bardeen.

Ο στερεοφωνικός ήχος πρακτικά αντικατέστησε πλήρως τον μονοφωνικό το 1960.

Σήμερα εφαρμόζονται αρκετές τεχνικές για τη δημιουργία στερεοφωνικού ήχου, που χωρίζονται σε τρεις γενικές κατηγορίες. Η διαφορά της κάθε κατηγορίας, έγκειται στην διάταξη των μικροφώνων στο χώρο και στην απόσταση μεταξύ τους.

Οι γενικές κατηγορίες των στερεοφωνικών τεχνικών ηχογράφησης είναι:

1. Η Συμπτωτική (Coincident)
2. Η Ημισυμπτωτική (near – Coincident) και
3. Η Απομακρυσμένη (Spaced)

2.1 Συμπτωτικές Τεχνικές (Coincident)

Συνήθως χρησιμοποιούνται δύο όμοια κατευθυντικά μικρόφωνα, τοποθετημένα υπό γωνία σε σχέση με την ηχητική πηγή και συμμετρικά ως προς τον άξονα που δημιουργείται από τα μικρόφωνα και την πηγή. Τα διαφράγματα των μικροφώνων βρίσκονται όσο το δυνατόν πιο κοντά μεταξύ τους.

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν:

1. Τεχνική **X – Ψ** : Δύο καρδιοειδή μικρόφωνα σε διάφορες γωνίες.
2. Τεχνική **Blumlein** : Δύο δικάτευθυντικά μικρόφωνα υπό γωνία 90° .
3. Τεχνική **M – S (Mid-Side)**: Ένα καρδιοειδές και ένα δικάτευθυντικό μικρόφωνο.

2.2 Ημισυμπτωτικές Τεχνικές (near – Coincident)

Εδώ, τα διαφράγματα των μικροφώνων απέχουν μεταξύ τους περίπου όσο και τα αυτιά των ανθρώπων. Υπάρχουν πολλές παραλλαγές, αφού είναι αμέτρητοι οι συνδυασμοί απόστασης και γωνίας των δύο μικροφώνων.

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν:

1. Τεχνική **O.R.T.F** (Γαλλική Ραδιοφωνία): Δύο καρδιοειδή μικρόφωνα με απόσταση 17 cm μεταξύ τους και υπό γωνία 110° .
2. Τεχνική **N.O.S** (Ολλανδική Ραδιοφωνία): Δύο καρδιοειδή μικρόφωνα με απόσταση 30cm μεταξύ τους και υπό γωνία 90° .

3. Τεχνική **Faulkner**: Δύο δικάτευθυντικά μικρόφωνα με απόσταση μεταξύ τους 20cm και χωρίς κλίση (δηλαδή τοποθετημένα παράλληλα).

4. **Αμφιωτική τεχνική (binaural)** : Δύο παντοκατευθυντικά μικρόφωνα με γωνία -90° και $+90^\circ$, τοποθετημένα στη θέση των αυτιών ενός ομοιώματος ανθρώπινου κεφαλιού. Το αποτέλεσμα αναπαράγεται σωστά μόνο με ακουστικά.

2.3 Απομακρυσμένες Τεχνικές (Spaced)

Συνήθως χρησιμοποιούνται παντοκατευθυντικά μικρόφωνα με αρκετά μεγάλη απόσταση μεταξύ τους. Οι τεχνικές, βασίζονται στη διαφορά του χρόνου άφιξης του ήχου στα μικρόφωνα. Λόγω της διάταξης αυτής, δε δίνουν καλά αποτελέσματα σε μονοφωνική αναπαραγωγή.

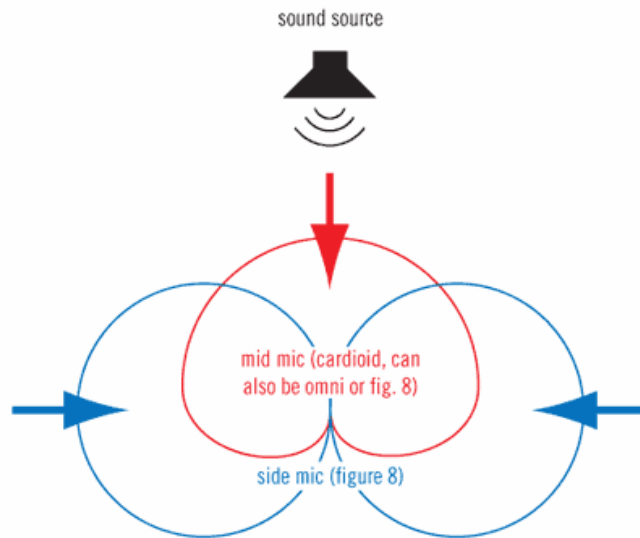
Στην κατηγορία αυτή ανήκουν:

1. Τεχνική **A – B** : Δύο παντοκατευθυντικά μικρόφωνα, με απόσταση 40 ÷ 60cm μεταξύ τους ή και μεγαλύτερη.

2. Τεχνική **Decca Tree** : Τρία παντοκατευθυντικά μικρόφωνα σε διάταξη σχήματος ανεστραμμένου T. Τα δύο πίσω μικρόφωνα έχουν απόσταση 140cm μεταξύ τους και το τρίτο βρίσκεται κεντρικά, 75cm μπροστά από αυτά. Κατά τη μίξη το σήμα του κεντρικού μπροστινού μικροφώνου, προστίθεται στα δύο πίσω. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται και για surround ηχογραφήσεις. (βλέπε κεφάλαιο 5.1)

Το αποτέλεσμα όλων των στερεοφωνικών τεχνικών είναι ότι κατά την αναπαραγωγή από τα δύο ηχεία δημιουργείται ένα τόξο που ξεκινάει από το ένα ηχείο και καταλήγει στο άλλο και εντός του οποίου εμφανίζονται τα ηχητικά είδωλα των διαφόρων πηγών προκαλώντας μια ψευδαίσθηση ότι τα ηχητικά γεγονότα συμβαίνουν μπροστά μας.

Παρακάτω περιγράφεται μόνο μια από τις προαναφερόμενες τεχνικές στερεοφωνικής ηχογράφησης, η τεχνική M-S (Mid-Side), που χρησιμοποιήθηκε στα πειράματα ηχογράφησης surround που πραγματοποιήθηκαν για την παρούσα πτυχιακή εργασία.



2.4 M-S (Mid – Side)

Στην τεχνική M-S χρησιμοποιούμε δύο διαφορετικά μικρόφωνα. Το ένα (Mid) είναι συνήθως καρδιοειδές και είναι στραμμένο (κοιτάει) προς την ηχητική πηγή. Το δεύτερο (Side) είναι διευθυντικό (figure of 8) με τους λοβούς να εστιάζουν στα πλάγια, στις θέσεις $+90^\circ$ και -90° σε σχέση με τον άξονα του μικροφώνου. Έτσι το mid λαμβάνει τον ήχο της πηγής, ενώ το side τον ήχο του χώρου.

Το τελικό στερεοφωνικό αποτέλεσμα δημιουργείται ως εξής:

Αριστερό κανάλι = mid + side

Δεξί κανάλι = mid – side

3. Από τη στερεοφωνική ηχογράφιση στην τεχνολογία Surround

3.1 Γενικά

Την πρώτη εποχή των ηχογραφήσεων, παρότι οι τεχνικές δυνατότητες ήταν περιορισμένες, οι ορχήστρες εγγράφοντο ζωντανά με στερεοφωνικές και απομακρυσμένες τεχνικές που προσπαθούσαν να συλλάβουν την ολότητα της ηχητικής πληροφορίας.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας και τις συνεχείς έρευνες και ανακαλύψεις στα εργαλεία καταγραφής και αναπαραγωγής του ήχου, οι απαιτήσεις στην ποιότητα αναπαραγωγής αυξήθηκαν. Η διαδικασία ηχογράφησης έγινε τόσο περίπλοκη που τα studios άρχισαν να χρησιμοποιούν ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

Επίσης, με την ανάπτυξη της πολυκαναλικής ηχογράφησης έπαψαν οι μουσικοί να ηχογραφούν ως σύνολο, αλλά ο κάθε μουσικός ηχογραφούσε μόνος του με το μικρόφωνο μάλιστα πολύ κοντά στο μουσικό όργανο -τεχνικές σποτ (spot). Μ' αυτόν τον τρόπο, χανόταν η έννοια της ενότητας του ηχητικού αποτελέσματος. Με την εγγραφή κάθε οργάνου ξεχωριστά αποκλείονταν οι διαρροές (leakage) μεταξύ των οργάνων, που ήταν και το ζητούμενο. Οι διαρροές όμως αυτές, είναι από τα θεμελιώδη στοιχεία που συνεισφέρουν θετικά στη δημιουργία αυτού που ονομάζουμε «ήχο ορχήστρας και ομάδας μουσικών». Επιπλέον οι τεχνικές σποτ ήρθαν να αποτελειώσουν ό,τι είχε απομείνει από τη φυσικότητα στην εγγραφή των οργάνων. Αλλοιώνουν τις χροιές των οργάνων, αφού επικεντρωνόμαστε σε συγκεκριμένους ιδιοσυντονισμούς του σώματος και δεν αφήνουμε τον ήχο να «αναπνεύσει» και να πάρει την ολοκληρωμένη του μορφή. Ιδιαίτερα τα όργανα μιας ορχήστρας με κοντινή Διάταξη μικροφώνων ακούγονται πολύ λαμπερότερα και οξύτερα σε σχέση με τον ήχο τους σε μία αίθουσα συναυλιών [1]. Με αυτές τις τεχνικές, η στερεοφωνία δημιουργείται τεχνητά στην μείξη με την κονσόλα και τις μονάδες των εφέ (ψευδοστερεοφωνία). Έτσι προσπαθούμε να δημιουργήσουμε ένα ηχητικό αποτέλεσμα αντίστοιχο με αυτό που θα προέκυπτε αν από την αρχή είχαμε ηχογραφήσει ενιαία και ζωντανά.

Τις τελευταίες δεκαετίες όμως με την επανάσταση της πολυκαναλικής στερεοφωνίας (surround 5.1) έναντι της δικαναλικής άλλαξε ολοκληρωτικά η αντίληψη περί ήχου και των ηχητικών δεδομένων που μπορούμε να προσφέρουμε στον ακροατή. Η επεξεργασία λοιπόν στο στούντιο, κατά την μείξη δεν είναι αρκετή για να πετύχουμε τη μέγιστη φυσικότητα των ήχων. Αυτό μπορεί να γίνει μόνο κατά τη λήψη του ήχου με τις στερεοφωνικές τεχνικές και γενικότερα τη χρήση πολλών και απομακρυσμένων από τις πηγές, μικροφώνων.

Στη σημερινή εποχή ακόμη χρησιμοποιείται ευρέως η στερεοφωνική ηχογράφηση. Η ηχογράφηση surround δεν εφαρμόζεται ακόμα σε ευρεία κλίμακα . Μόνο τα μεγάλα κινηματογραφικά studios την εφαρμόζουν για την καταγραφή των ήχων των ταινιών τους.

3.2 Ιστορικό

Η πρώτη καταγεγραμμένη χρήση του surround ήχου είναι το 1940, για το κινηματογραφικό έργο του studio Disney-«Φαντασία». Η πολυκαναλική ηχητική εφαρμογή, ονομάστηκε «Fantasound» και συμπεριλάμβανε τρία audio κανάλια και μικρόφωνα. Ο ήχος ήταν διάχυτος σε όλη την κινηματογραφική αίθουσα. Επιτεύχθηκε με τη χρήση 54 μεγαφώνων τοποθετημένα έτσι ώστε να χρησιμοποιούν το άθροισμα και τη διαφορά των φάσεων του ήχου.

Το 1958, σε συναυλία του Ιάνη Ξενάκη στη Διεθνή Έκθεση των Βρυξελλών και σε ειδικά σχεδιασμένη αίθουσα (Philips Pavilion), επίσης χρησιμοποιήθηκαν εξειδικευμένα ηχητικά συστήματα με 425 ηχεία να διαχέουν τον ήχο σε όλη την αίθουσα.

Σήμερα, έχουν πια καθιερωθεί τα συστήματα Dolby Digital τα οποία περιλαμβάνουν τα Dolby Digital 5.1, Dolby AC – 3, Dolby SR – D (Spectral Recording Digital) και στα οποία περιλαμβάνονται έξι ηχητικές πηγές (Δεξιά, αριστερή, κεντρική, δεξιά surround, αριστερή surround και LFE – χαμηλές συχνότητες). Τα συστήματα ονομάζονται 5.1 όπου το .1 αναφέρεται στο LFE.

Τελευταία έχουν εμφανιστεί αρκετά ακόμη συστήματα Surround, που τα περιγράφουμε συνοπτικά παρακάτω.

4. Στόχοι κατά τη δημιουργία ενός συστήματος Surround για ηχογράφηση και αναπαραγωγή μουσικής.

Το ζητούμενο για ένα σύστημα Surround είναι να μεταφερθεί η εμπειρία της αίθουσας συναυλιών στο σπίτι του ακροατή. Πειράματα των Holman (1988) και Damaske και Ando (1972) [10] έδειξαν ότι 5 κανάλια είναι η ελάχιστη απαίτηση για να δοθεί μια ικανοποιητική προσομοίωση του ηχητικού πεδίου μιας κλασσικής συναυλίας.

Κατά τον Ralph Glasgal (Ambiophonics Institute, New Jersey, USA) το ζητούμενο σε μια ηχογράφηση μουσικής είναι η αληθοφάνεια ή ρεαλισμός (Realism). Δηλαδή η δημιουργία ενός ηχητικού πεδίου τόσο αληθοφανούς ώστε να ικανοποιεί το μέσο σύστημα αυτί – εγκέφαλος όπως ικανοποιείται σε πραγματικές συνθήκες [11].

Καθώς όλοι γνωρίζουμε ποια είναι η αίσθηση μιας πραγματικής συναυλίας μπορούμε εύκολα να αντιληφθούμε την αίσθηση αληθοφάνειας. Μία συναυλία για να ηχεί αληθοφανής πρέπει τα αυτιά να ερεθίζονται ακριβώς με τον τρόπο που αναμένει το σύστημα αυτί – εγκέφαλος. Αληθοφάνεια όμως δεν σημαίνει κατ' ανάγκη ακρίβεια στην αναπαραγωγή. Μία συναυλία που ενεγράφη στο Avery Fisher Hall αλλά ακούγεται σαν να έγινε στο Carnegie Hall είναι αληθοφανής αλλά όχι ακριβής. Άλλωστε πολλές φορές η αναπαραγωγή στο σπίτι μπορεί να υπερβαίνει σε ποιότητα το πραγματικό γεγονός, όπως για παράδειγμα όταν η θέση μας σε μία συναυλία δεν είναι η ιδανική ούτε από οπτική ούτε από ακουστική άποψη.

Ο Dave G. Malham (Department of Music, University of York, UK) υποστηρίζει ότι μια παραγωγή μουσικής για να είναι υψηλής ποιότητας πρέπει να εμπεριέχει όλες τις πληροφορίες του χώρου μιας παράστασης, πέραν των προφανών απαιτήσεων για ουδέτερη απόκριση συχνοτήτων και χαμηλή παραμόρφωση.

Κατά τον Dave G. Malham ένα ηχητικό πεδίο, σε ένα σύστημα εγγραφής/αναπαραγωγής, για να έχει φυσικότητα πρέπει να πληροί τους παρακάτω δύο όρους:

1. να είναι ομοιογενές (homogeneous) δηλαδή να μην ευνοείται καμία διεύθυνση. Για παράδειγμα στον κινηματογράφο δεν έχουμε ομοιογενές σύστημα καθώς οι ήχοι που προέρχονται από μπροστά (εντός οθόνης) ελέγχονται αυστηρότερα σε σχέση με τους υπολοίπους, ιδιαίτερα δε τους πίσω, και

2. να είναι συναφές (coherent) δηλαδή τα είδωλα των ηχητικών πηγών να παραμένουν σταθερά ακόμη και αν ο ακροατής αλλάζει θέση μέσα σ' αυτό.

Άρχισε λοιπόν να τίθεται το ερώτημα εάν τα συστήματα 5.1 που εχρησιμοποιούνται κατά βάση στον κινηματογράφο μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ηχογράφηση κλασσικής μουσικής.

Τα προτερήματα του συστήματος 5.1 είναι προφανή. Πρώτα απ' όλα παρακάμπτεται το πρόβλημα των στερεοφωνικών ηχογραφήσεων όπου απευθείας ήχος και αντήχηση αναπαράγονται από τα δύο (μπροστινά) ηχεία ενώ με το 5.1 η αντήχηση αναπαράγεται από τα πίσω ηχεία, το δεξιό surround και το αριστερό surround.

Με την πολυκαναλική ηχογράφηση όμως δίδεται η δυνατότητα να υπάρξει πιο ρεαλιστική αναπαραγωγή και στη μη κλασσική – δυτική μουσική. Στην κλασσική μουσική η διάταξη των μουσικών σε μια σκηνή μπροστά από το κοινό είναι κανόνας και αυτή η αίσθηση μπορεί να αναπαραχθεί από ένα απλό στερεοφωνικό σύστημα. Αυτό όμως δεν συμβαίνει στη μη δυτική μουσική, στη δυτική μουσική προ του 17ου αιώνα καθώς και στη σύγχρονη μουσική [9] αλλά ακόμη και σε κάποια κλασσικά έργα όπως κάποιες συμφωνίες του Μάλερ.

5. Τεχνικές δημιουργίας surround

Ο ήχος surround δημιουργείται με διάφορους τρόπους και ακόμη οι τεχνικοί πειραματίζονται με την διάταξη των μικροφώνων για την surround ηχογράφηση μουσικής. Τυποποιημένες τεχνικές δεν υπάρχουν και σίγουρα δεν υπάρχει η «απόλυτη τεχνική». Κάποιες προτάσεις είναι οι παρακάτω:

Η πρώτη και πιο απλή μέθοδος είναι η χρήση πολλών μικροφώνων και η κατάλληλη ανάμιξη των αντίστοιχων ηχογραφήσεων για αναπαραγωγή, σ' ένα ηχητικό σύστημα που χρησιμοποιεί ηχεία που περικυκλώνουν τον ακροατή για να αναπαράγεται ο ήχος από διαφορετικές κατευθύνσεις.

Μια δεύτερη προσέγγιση είναι η διαδικασία ακρόασης με την εντοπισμένη μέθοδο ψυχοακουστικού ήχου να προσομοιάζει ένα ηχητικό πεδίο δύο διαστάσεων (2-D) με ακουστικά. (Egg SRS Lab's Circle Surround Headphone Technology).

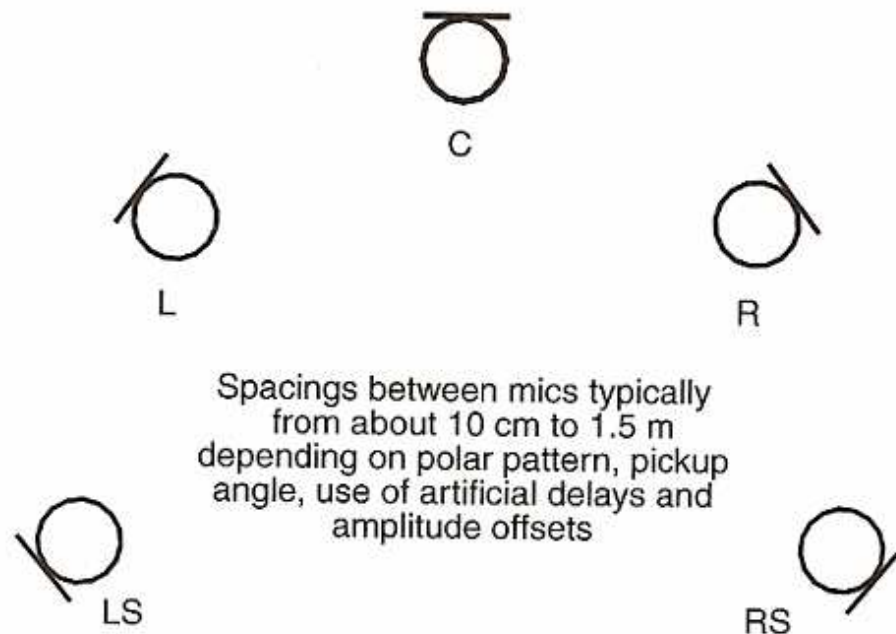
Η τρίτη προσέγγιση, που βασίζεται στην αρχή του Huygen's επιχειρεί να ανακατασκευάσει το ηχογραφημένο ηχητικό πεδίο στο χώρο της ακρόασης. Ένα ηχητικό «ολογράφημα». Μια φόρμα σύνθεσης κυματικών πεδίων (WFS – wave field synthesis), που παράγει ένα ομοιόμορφα λανθασμένο ηχητικό πεδίο πάνω σε ολόκληρη την περιοχή. (βλέπε κεφάλαιο 7) WFS συστήματα κατασκευάζονται στη Σουηδία και απαιτούν τη χρήση πολλών ηχείων και Η/Υ.

Η φόρμα Ambisonics, που κι' αυτή βασίζεται στην αρχή του Huygen's, δίνει μια πιστή αναπαραγωγή του ήχου στο κεντρικό σημείο ακρόασης, με μικρή διαφορά μακριά από αυτό (βλέπε κεφάλαιο 7). Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται ευρέως από συνθέτες ηλεκτρονικής μουσικής και με χρήση Η/Υ.

Τέλος, ήχος surround μπορεί να επιτευχθεί κατά τη διαδικασία του mastering, από στερεοφωνικές πηγές, όπως με Pentec, το οποίο χρησιμοποιεί συχνοτική ανάλυση FFT μιας στερεοφωνικής ηχογράφησης, απομονώνει περιοχές συχνοτήτων και μετά τις τοποθετεί ανάλογα στα πέντε καναλιών.

6. Τεχνικές Διάταξης μικροφώνων σε Surround Ηχογράφηση (5.1) κλασσικής μουσικής

6.1. Απομακρυσμένες τεχνικές ηχογράφησης 5.1



Γενική διάταξη μικροφώνων ηχογράφησης surround. Οι αποστάσεις μεταξύ των μικροφώνων κυμαίνονται από 10 εκ. έως 1.5 μ. αναλόγως του πολικού διαγράμματος, των γωνιών και της αναμενόμενης εκ των υστέρων επεξεργασίας των σημάτων. [8]

Στις απομακρυσμένες τεχνικές για συστήματα 5.1 η ηχογράφηση γίνεται εν γένει με πέντε (5) μικρόφωνα σε διάταξη αντίστοιχη αυτής του συστήματος αναπαραγωγής. Το έκτο κανάλι «.1» παράγεται από μία χαμηλοπερατή έξοδο ενός εκ των μικροφώνων (Mike Sokol with Hector La Torre, Fits & Starts Productions, USA [5]).

Στην 24η διεθνή σύνοδο της AES στο Banff του Καναδά το 2003 [5] παρουσιάστηκαν κάποιες τεχνικές για την ηχογράφηση surround, κλασσικής μουσικής.

Πρωταρχικό μέλημα των μηχανικών ήχου ήταν να δημιουργηθεί όσο το δυνατόν ευρύτερο πεδίο ακρόασης (sweet area). Κατά την δικιά τους εμπειρία αυτό συμβαίνει μόνο με απομακρυσμένη διάταξη μικροφώνων. Τα μικρόφωνα χρειάζεται να έχουν ουδέτερο χαρακτήρα ακόμη και αν αυτό

σημαίνει στις περισσότερες περιπτώσεις περιορισμένη αντοχή. Για να αναπαραχθεί το ηχητικό γεγονός χωρίς αλλοιώσεις πρέπει τα μικρόφωνα να έχουν ομαλή και γραμμική απόκριση συχνοτήτων εκτός άξονα (Mikkel Nymad, Tonmeister DPA Microphones A/S [13]).

Κατά τους Lars S. Christensen και Jan Oldrup (Danish Broadcasting Corporation, DR Music Production, Copenhagen, Denmark [5]) η ακουστική μουσική είναι η πιο δύσκολη για πολυκαναλική ηχογράφιση καθώς ο παραγωγός δεν πρέπει να αρκестεί μόνο στον εντυπωσιασμό του κοινού, όπως συμβαίνει στον κινηματογράφο ή την ηλεκτρονική ποπ-ροκ μουσική. Το κοινό της κλασσικής μουσικής είναι δύσκολο και προσδοκά την ακουστική προσομοίωση μιας αίθουσας συναυλιών.

Η δική τους πρόταση αποτελείται από ένα συνδυασμό διατάξεως Decca tree για τους μπροστινούς ήχους και ενός ζεύγους ORTF ή A-B για τους οπίσθιους. Τα παντοκατευθυντικά μικρόφωνα της Decca tree είναι ιδανικά στο να διατηρούν ακέραιο το ηχητικό χρώμα της ορχήστρας ενώ με τα καρδιοειδή στο πίσω ζεύγος αποφεύγεται η συλλογή ήχων της ορχήστρας που θα είχε ως αποτέλεσμα να την ακούει ο ακροατής από τα πίσω ηχεία. Για αυτό το λόγο είναι επίσης καλό να βρίσκεται το πίσω ζεύγος αρκετά μακριά από την Decca tree (γύρω στα 8 – 10 μέτρα).

Οι διαστάσεις του τριγώνου της Decca tree εξαρτώνται από τις διαστάσεις της ορχήστρας. Έτσι για μικρά σύνολα, όπως κουαρτέτα, ένα μήκος πλευράς 60 εκ. είναι αρκετό ενώ για μεγαλύτερα, όπως μια συμφωνική ορχήστρα, χρειάζεται να είναι 90 – 120 cm.. Η διάταξη Decca tree τοποθετείται πάνω από τον μαέστρο σε ύψος 3.50 – 4.90 μέτρα αλλά χρειάζεται χρόνος ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή ηχητική ισορροπία, καθώς ακόμα και οι μεταβολές της τάξεως των 10 – 20 εκ. σε ύψος επιφέρουν εμφανείς αλλαγές στον ήχο. Τέλος το κεντρικό μικρόφωνο πρέπει να είναι κατά 3 dB χαμηλότερης στάθμης έναντι των δύο ακραίων.

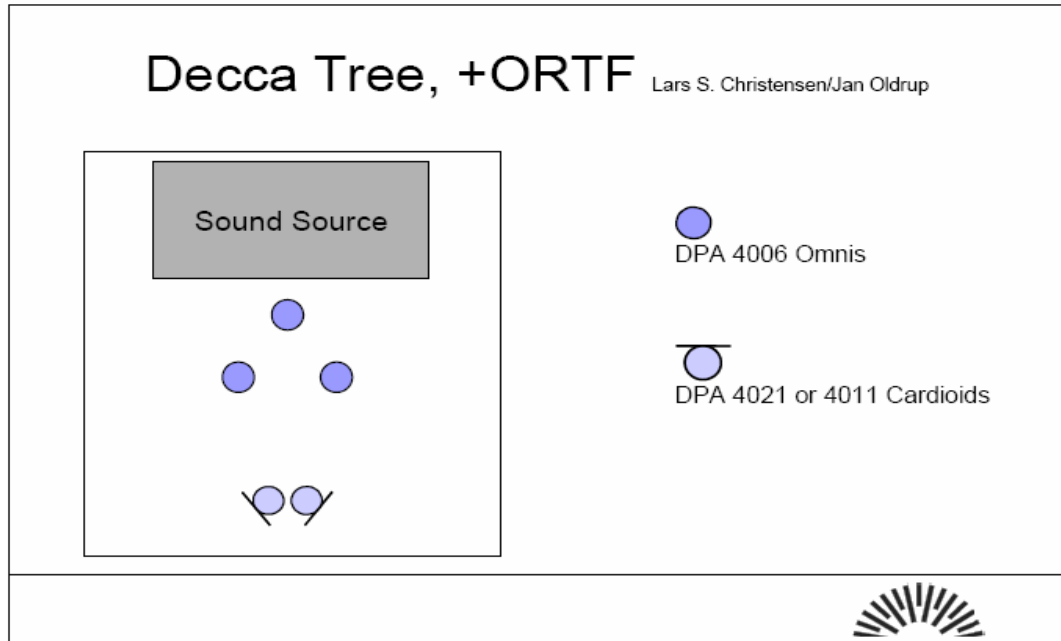


Εικόνες από την ηχογράφιση Surround, του Μεσσία του Χέντελ, με τη μέθοδο Decca Tree + ORTF στον καθεδρικό ναό του Ribe στη Δανία για τηλεοπτική παραγωγή του 2001[5]



Πρακτικά προβλήματα που προκύπτουν με τη διάταξη Decca tree είναι η οπτική της αισθητική, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για τηλεοπτική παραγωγή (όπως φαίνεται και στην πρώτη φωτογραφία) καθώς και η δυσκολία στην εγκατάσταση της.

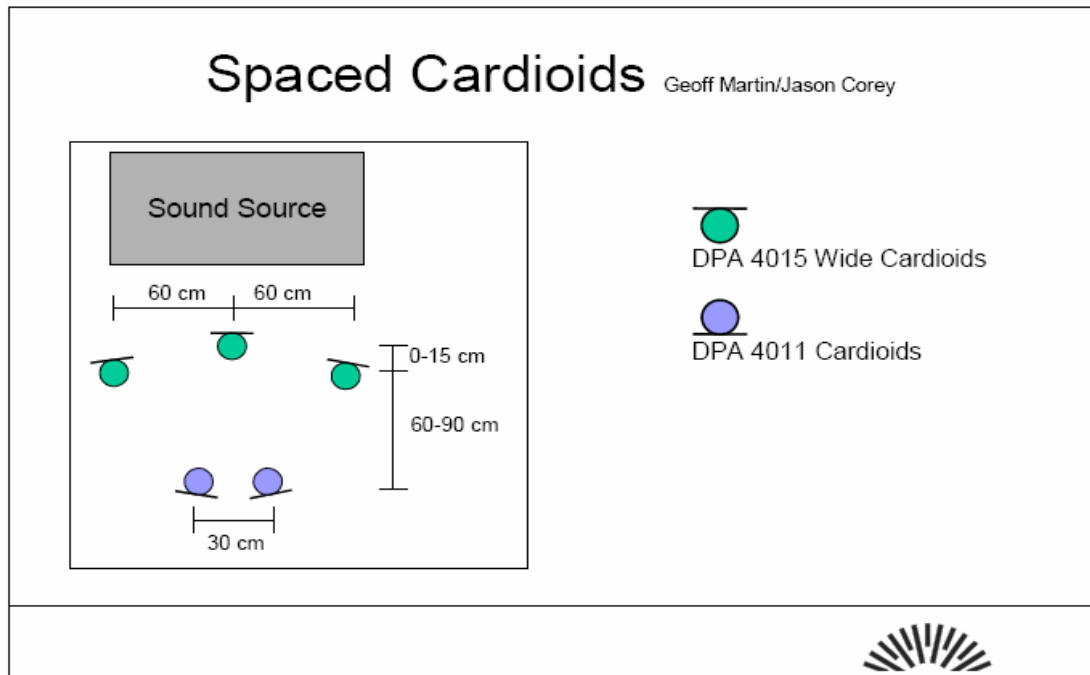
Κατά τους Jason Corey (University of Michigan, USA[5]) και Geoff Martin (Bang & Olufsen, Denmark [5]) όταν ηχογραφείς για συστήματα Surround πρέπει όχι μόνο να τελειοποιείς τη θέση των ειδώλων στο χώρο



αλλά και να δημιουργείς ομαλή κατανομή της αντήχησης γύρω από τον ακροατή. Μία τεχνική ηχογράφησης 5 καναλιών πρέπει να συλλέγει ολόκληρο το ηχητικό πεδίο και να είναι κάτι παραπάνω από την παρουσίαση των οργάνων μπροστά και της αντήχησης στα πίσω ηχεία.

Το σύστημα αναπαραγωγής πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπ' όψιν. Για παράδειγμα γειτονικά ηχεία (όπως το αριστερό και το κεντρικό ή το αριστερό και το αριστερό Surround) μπορεί να δημιουργήσουν φαινόμενο τύπου κτένας κάτι που δεν γίνεται κατά τη φυσική ακρόαση καθώς η «ηχητική σκιά» που προκαλεί η κεφαλή μετριάζει αυτό το φαινόμενο. Αυτός ο κίνδυνος λοιπόν μπορεί να εξαλειφθεί εάν φροντίσουμε ώστε τα αντίστοιχα μικρόφωνα να συλλέγουν εμφανώς διαφορετικά σήματα χωρίς να διακυβεύεται η συνοχή του ηχητικού πεδίου.

Η διάταξη που προτείνουν αποτελείται από 3 καρδιοειδή μπροστινά μικρόφωνα, που έχουν ευρύ πολικό διάγραμμα, και δύο καρδιοειδή οπίσθια, που είναι στραμμένα προς την οροφή. Τα μπροστινά μικρόφωνα

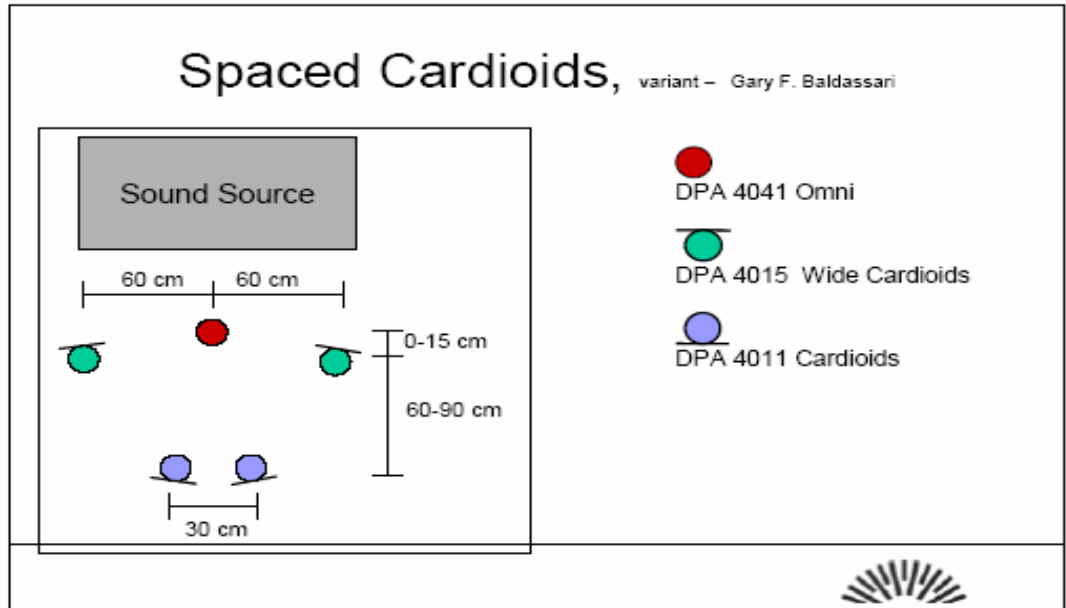


αφενός έχουν μεγαλύτερο εύρος συλλογής από τα τυπικά καρδιοειδή, αφεταίρου μπορούν να τοποθετηθούν σε μεγαλύτερη απόσταση από τη σκηνή απ' ότι τα παντοκατευθυντικά και έτσι πετυχαίνεται ευκολότερα η ισορροπία μεταξύ του απευθείας ήχου και της αντήχησης. Μια ασαφής αναπαραγωγή της αντήχησης από τα μπροστινά κανάλια είναι επιθυμητή, καθώς συμβάλλει στην ομοιογένεια του ήχου.

Το πλάτος της μπροστινής διάταξης είναι από 120 εκ. μέχρι 180 εκ. για μεγάλα σύνολα ενώ το κεντρικό μπορεί να είναι ελαφρώς πιο μπροστά από τα άλλα, το πολύ κατά 15 εκ.. Η απόσταση μεταξύ μπροστινής και οπίσθιας διάταξης είναι 60 – 90 εκ. ενώ τα πίσω μικρόφωνα απέχουν μεταξύ τους 30 εκ..

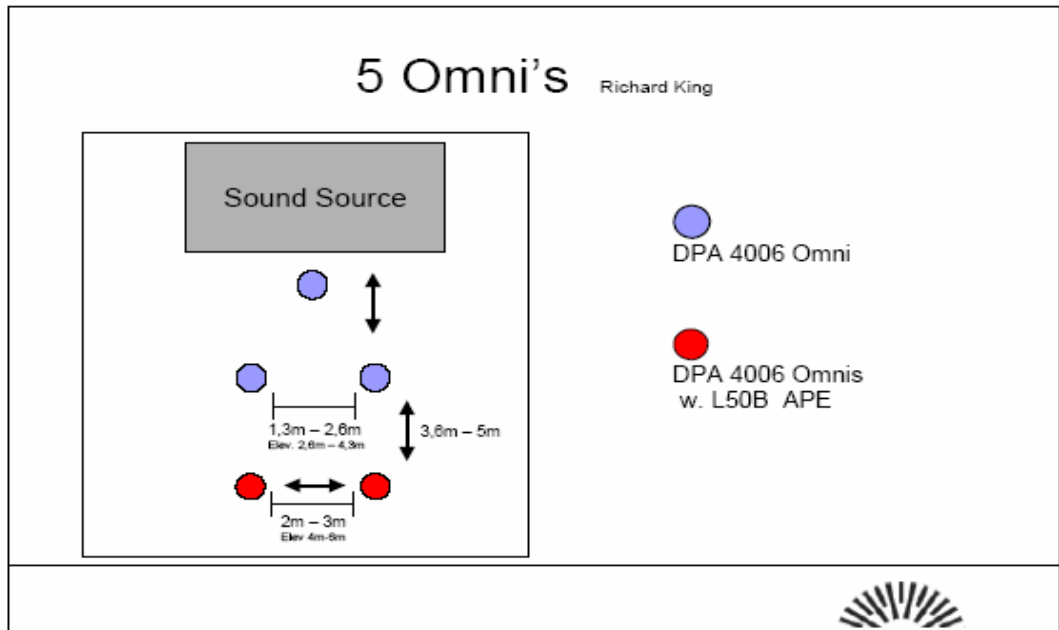
Ο προσανατολισμός των πίσω μικροφώνων προς τα πάνω έχει δύο στόχους. Πρώτα αποφεύγεται η συλλογή του ήχου της ορχήστρας καθώς αυτός φτάνει στο μηδενικό σημείο του πολικού διαγράμματος. Δεύτερον αποφεύγονται οι θόρυβοι του κοινού σε ζωντανές ηχογραφήσεις (στο δεύτερο σχεδιάγραμμα παρουσιάζεται μια παραλλαγή της διάταξης από τον

Gary F. Baldassari (Incorporated Magi, Holmes Beach, Florida, USA [5]) με



παντοκατευθυντικό κεντρικό μικρόφωνο).

Η διάταξη του Richard King (Sony Music Studios, New York, USA [5]) προτείνεται κυρίως για πολυκαναλική ηχογράφιση μεγάλης ορχήστρας σε αίθουσα συναυλιών ή σε μεγάλο στούντιο, αν και μπορεί να



χρησιμοποιηθεί και για μικρότερα σύνολα.

Με τη συγκεκριμένη τεχνική επιτυγχάνεται η σύλληψη της αίσθησης του χώρου και ένας ζεστός, ευχάριστος ήχος - χωρίς στενούς περιορισμούς

- στη βέλτιστη θέση ακρόασης. Όμως το αποτέλεσμα δεν είναι τόσο ακριβές στον τομέα της φάσης και της θέσης των ειδώλων.

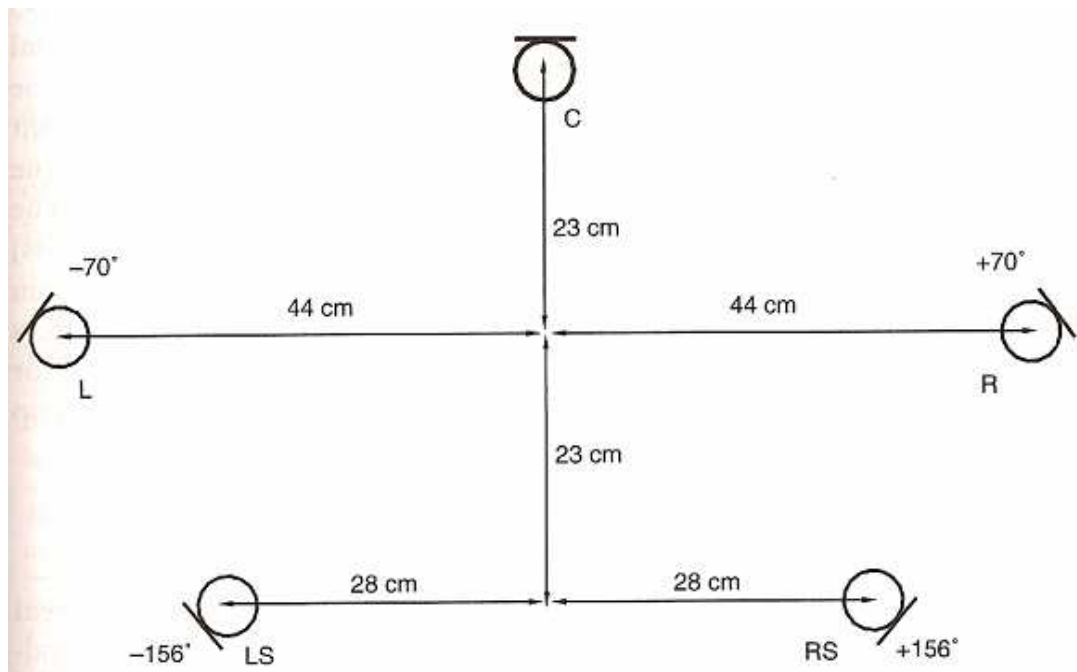
Η μπροστινή διάταξη αποτελείται από παντοκατευθυντικά μικρόφωνα αλλά δεν αποτελεί μια κλασική διάταξη Decca tree. Η διαφορά της έγκειται στο ότι η θέση του κεντρικού μικροφώνου μπορεί να προσαρμοστεί με καλύτερο αποτέλεσμα όταν τοποθετηθεί ανάμεσα στην ορχήστρα. Τα ακραία μικρόφωνα απέχουν 1.3 – 2.6 μέτρα μεταξύ τους και τοποθετούνται 20 εκ. – 3.3 μ. πίσω από τον μαέστρο και σε ύψος 2.6 – 4.3 μ.. Το κεντρικό μικρόφωνο συνήθως τοποθετείται 20 εκ. χαμηλότερα από τα υπόλοιπα. Τα surround μικρόφωνα είναι επίσης παντοκατευθυντικά αλλά τα διαφράγματά τους είναι τοποθετημένα πάνω σε μια σφαιρική επιφάνεια που ενεργεί ως διαθλαστική. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα μικρόφωνα να έχουν παντοκατευθυντική απόκριση για τις συχνότητες έως 1 KHz ενώ για άνω του 1 KHz έχουν καρδιοειδή. Τοποθετούνται 3.6 – 5 μέτρα πίσω από το κύριο ζεύγος, σε ύψος 4 – 6 μ. και σε απόσταση μεταξύ τους 2 – 3 μέτρα.

Η χρήση παντοκατευθυντικών μικροφώνων σε αντιδιαστολή με τα καρδιοειδή, μας επιτρέπει να τοποθετήσουμε τη διάταξη πιο κοντά στην ορχήστρα. Ως αποτέλεσμα έχουμε τα μπροστινά κανάλια να έχουν αξιοσημείωτη δυναμική/μεταβατική απόκριση και ευκρίνεια στον ήχο. Επίσης καλή ισορροπία μεταξύ απευθείας και ανακλώμενου ήχου η οποία μπορεί να ρυθμιστεί μεταβάλλοντας το ύψος της διάταξης. Τα παντοκατευθυντικά μικρόφωνα αποδίδουν καλύτερα τις χαμηλές συχνότητες δίνοντας έτσι μια ζεστασιά στον ήχο. Η απομακρυσμένη Διάταξη των μικροφώνων δίνει εμφανείς χρονικές διαφορές μεταξύ των 5 καναλιών κάτι που βελτιώνει τη συνολική αίσθηση του περιβάλλοντα χώρου.

Το πλάτος της διάταξης πρέπει να καθορίζεται από το εύρος του συνόλου που εγγράφουμε. Όσο αυξάνεται η απόσταση των δύο κύριων μικροφώνων τόσο πρέπει να αυξάνεται η στάθμη του κεντρικού, ενώ εάν το κεντρικό διεισδύει προς την ορχήστρα, η στάθμη του πρέπει να ελαττώνεται ώστε να διατηρείται η αίσθηση του βάθους.

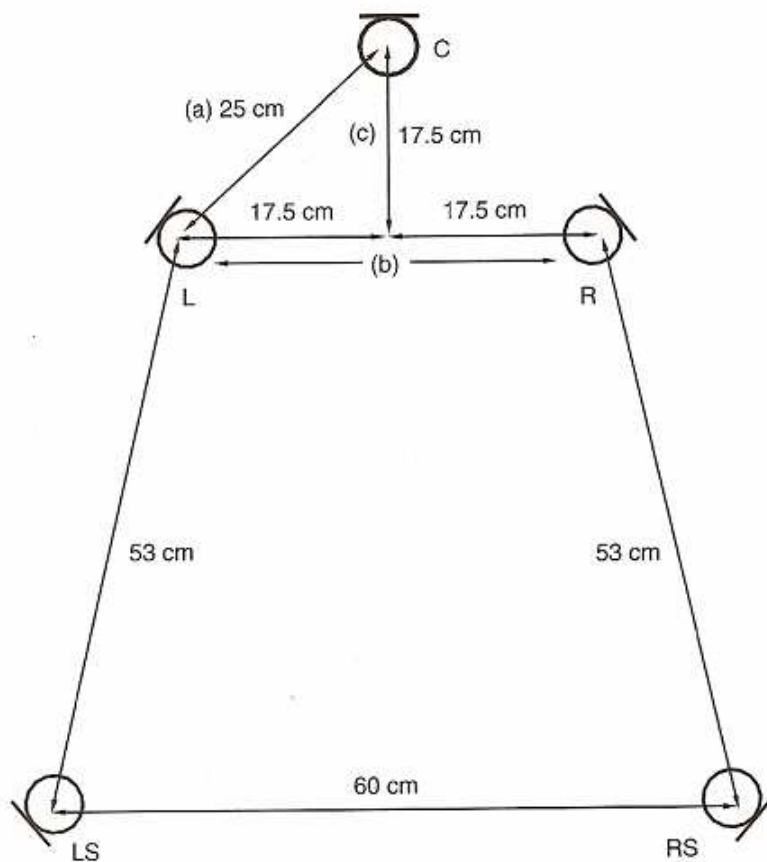
Η ιδιαιτερότητα αυτής της διάταξης έγκειται στο ότι αφενός μεν οι χαμηλές συχνότητες συλλέγονται ομαλά από όλα τα μικρόφωνα, δίνοντας μια πολύ καλή αίσθηση του χώρου, αφετέρου οι εμφανείς διαφορές στις μεσαίες και υψηλές συχνότητες μεταξύ των καναλιών -σε συνδυασμό με τις χρονικές διαφορές μεταξύ μπροστινής και πίσω διάταξης-, δίνει σταθερά είδωλα της ορχήστρας στα μπροστινά ηχεία, ακόμη και αν ο ακροατής κινείται εκτός της βέλτιστης θέσης (sweet spot) προς το πίσω μέρος.

Παρακάτω φαίνονται κάποιες άλλες απομακρυσμένες τεχνικές surround ηχογράφησης.



Στο παραπάνω σχήμα, έχουμε μία τεχνική των Williams και Le Du, με καρδιοειδή μικρόφωνα [8], σχεδιασμένη ώστε να τηρεί τα ψυχοακουστικά κριτήρια του Michael Williams. Τα 3 μπροστινά μικρόφωνα πρέπει να είναι μειωμένα κατά 3 dB σε σχέση με τα πίσω.

Το INA-5

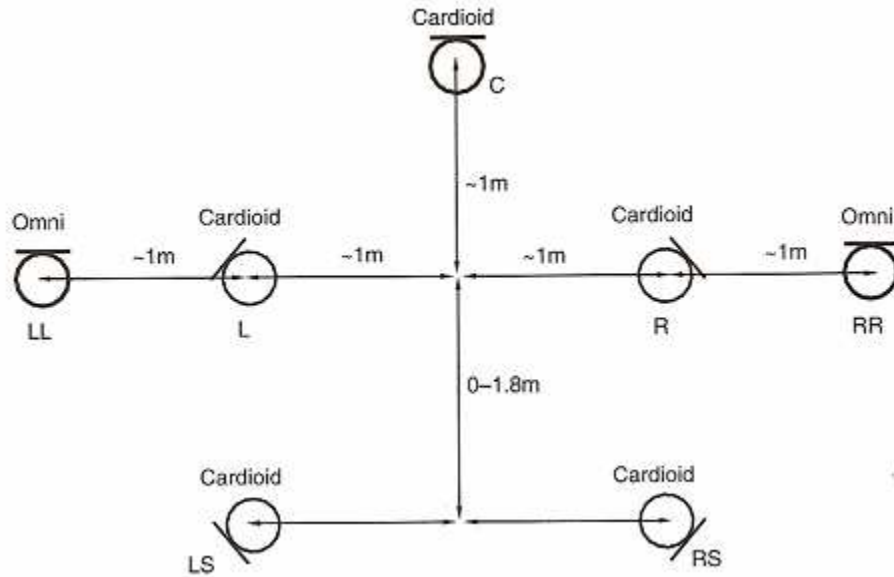


Στο σχήμα έχουμε το INA-5 [8] που δείχνει την INA (Ideale Nieren Anordnung) ή ιδανική καρδιοειδή διάταξη σχεδιασμένη από τους Herman και Henkels [16] και όπως βλέπουμε έχει βρει εμπορική εφαρμογή στο Atmos 5.1 (Brauner).



Το Atmos 5.1 (Sound Performance Lab, www.soundperformancelab.com), που βλέπουμε στη φωτογραφία δίπλα, αποτελείται από 5 μικρόφωνα (Brauner VM1) τα οποία είναι τοποθετημένα σε 5 βραχίονες. Τα μικρόφωνα μπορούν να περιστραφούν $\pm 90^\circ$ στον οριζόντιο άξονα, ενώ μπορεί να ρυθμιστεί το πολικό διάγραμμα κάθε μικροφώνου ξεχωριστά, από παντοκατευθυντικό μέχρι δικατευθυντικό.

Στο παρακάτω σχήμα (α) βλέπουμε το “Fukada Tree”. Βασίζεται στη στερεοφωνική τεχνική “Decca Tree” με τη διαφορά ότι χρησιμοποιεί καρδιοειδή μικρόφωνα στη μπροστινή διάταξη αντί για παντοκατευθυντικά. Αυτό γίνεται για να μειωθεί η λήψη αντήχησης από τα μπροστινά μικρόφωνα. Όπως βλέπουμε στο σχήμα, δύο παντοκατευθυντικά μικρόφωνα τοποθετούνται στα άκρα της διάταξης. Σκοπός τους είναι να ληφθεί ο ήχος από όλο το πλάτος της ορχήστρας και να συμπληρώσει την μπροστινή και την πίσω διάταξη. Το δε σήμα που λαμβάνεται,



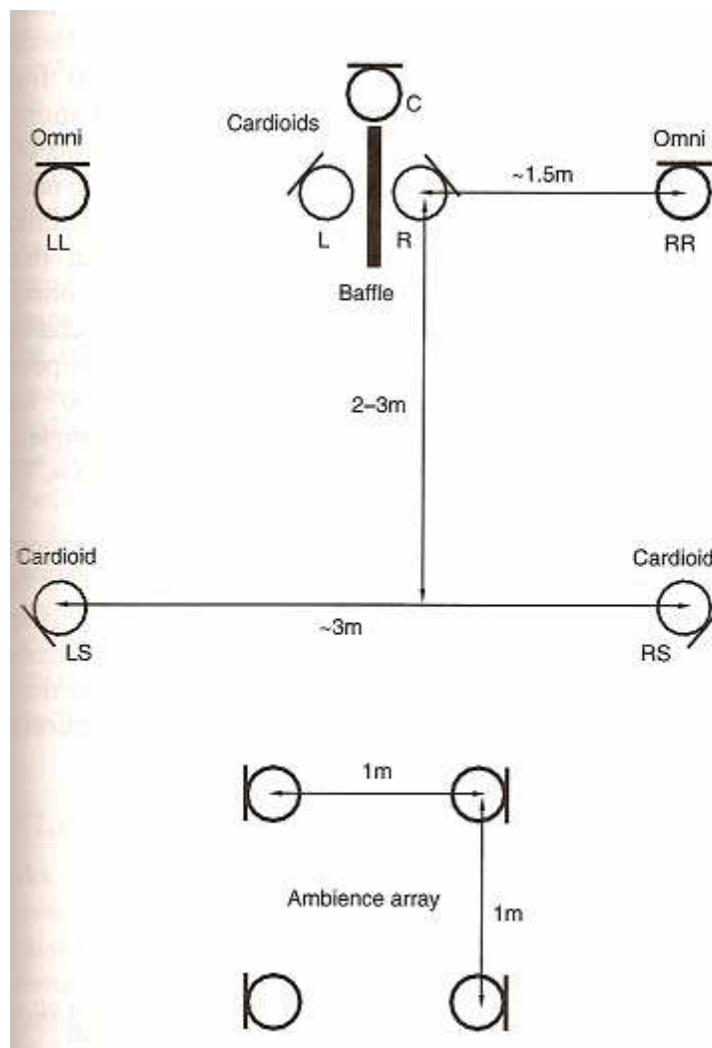
Σχήμα (α). το “Fukada Tree”[8]

δρομολογείται τόσο στο μπροστινό όσο και στο πίσω τμήμα (δεξιό ή αριστερό, αναλόγως).

Μία παραλλαγή αυτής της διάταξης αναπτύχθηκε από την Ολλανδική εταιρεία “Polyhymnia International”. Σε αυτή τη διάταξη χρησιμοποιούνται παντοκατευθυντικά μικρόφωνα μπροστά καθώς αυτά έχουν καλύτερη ποιότητα. Το κεντρικό μικρόφωνο τοποθετείται ελαφρώς πιο μπροστά από τα δύο ακραία. Η πίσω διάταξη, δε, τοποθετείται πολύ μακρύτερα από την μπροστινή, σχεδόν στα 3 μέτρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το σήμα της να είναι ευκόλως διακριτό σε σχέση με της μπροστινής και να ακούγεται ξεκάθαρα η ηχώ και η αντήχηση από πίσω [8].

Η επόμενη τεχνική σχεδιάστηκε από τον Hamasaki της “NHK” (Ιαπωνική εταιρία τηλεόρασης) (σχήμα δ). Βασίζεται σε μία ημισυμτωτική διάταξη καρδιοειδών μικροφώνων αποστάσεως 30 εκ. τα οποία χωρίζονται από ένα δίσκο. Το κεντρικό μικρόφωνο τοποθετείται ελαφρώς μπροστά από τα δύο άλλα ενώ στα άκρα τοποθετούνται δύο παντοκατευθυντικά με απόσταση περίπου 3 μ. μεταξύ τους. Τα δύο αυτά μικρόφωνα περνούν από χαμηλοπερατό φίλτρο, στα 250 Hz. Τα σήματα τους μειγνύονται με

αυτά των καρδιοειδών ούτως ώστε να αυξηθεί η ποιότητα των μπροστινών σημάτων. Για τα πίσω σήματα χρησιμοποιεί δύο καρδιοειδή μικρόφωνα τοποθετημένα σε απόσταση τριών (3) μέτρων μεταξύ τους και 2-3 μέτρων από τα μπροστινά. Τέλος, τέσσερα συμπληρωματικά δικάτευθυντικά μικρόφωνα που βρίσκονται πέρα από τη διάταξη, συλλαμβάνουν τις καθυστερούσες ανακλάσεις και το σήμα τους διοχετεύεται στο σήμα των τεσσάρων περιφερειακών καναλιών (L, R, LS, RS) [16]. Τα μικρόφωνα αυτά απέχουν μεταξύ τους περίπου 1 μέτρο και είναι στραμμένα προς τα πλάγια



Σχήμα (β). Η διάταξη του Hamasaki της "NHK" [8]

6.2. Η διάταξη OCT (optimized cardioid triangle)

Η συγκεκριμένη διάταξη που αφορά στα τρία μπροστινά μικρόφωνα, μπορεί να συνδυαστεί με διάφορες διατάξεις για τα πίσω κανάλια και παρουσιάστηκε από τον Dr. Günther Theile (Institut Für Rundfuntechnik [IRT], Munich, Germany) στην AES 19th International Conference [24].

Το κεντρικό μικρόφωνο είναι καρδιοειδές τοποθετημένο 8 εκ. μπροστά από τα δύο ακραία τα οποία είναι σούπερ – καρδιοειδή και απέχουν μεταξύ τους 40 – 90 εκ. ανάλογα με την επιθυμητή γωνία εγγραφής, όπως παρακάτω:

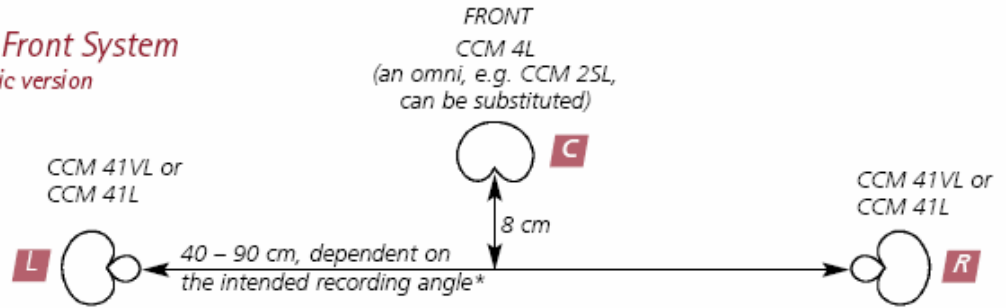
40 εκ: 160°	50 εκ: 140°
60 εκ: 120°	70 εκ: 110°
80 εκ: 100°	90 εκ: 90°

Το κεντρικό μικρόφωνο κοιτάζει προς τα εμπρός ενώ τα σούπερ – καρδιοειδή εντελώς αριστερά και δεξιά όπως φαίνεται στο σχήμα α.1. Με τη συγκεκριμένη διάταξη πετυχαίνουμε εξαιρετικό διαχωρισμό μεταξύ αριστερού και δεξιού τομέα καθώς ήχοι που παράγονται στον δεξιό τομέα, για παράδειγμα, συλλαμβάνονται από το κεντρικό και δεξιό μικρόφωνο αλλά ελάχιστα από το αριστερό. Οι κεντρικοί ήχοι δε, συλλαμβάνονται σχεδόν αποκλειστικά από το κεντρικό μικρόφωνο.

Το γεγονός ότι τα σούπερ – καρδιοειδή μικρόφωνα συλλέγουν τους ήχους κυρίως εκτός άξονα κάνει απαραίτητη τη χρήση πυκνωτικών μικροφώνων μικρού διαφράγματος καθώς μόνο αυτά έχουν απόκριση συχνοτήτων ανεξάρτητη της γωνίας προέλευσης του ήχου.

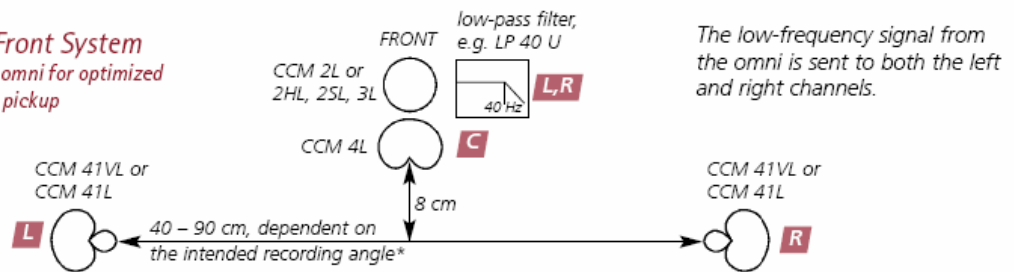
Στα σχήματα α.2 και α.3 βλέπουμε πώς μπορούμε να ενισχύσουμε την απόκριση των χαμηλών συχνοτήτων με τη συμβολή παντοκατευθυντικών μικροφώνων και χαμηλοπερατών φίλτρων.

1.1 OCT Front System basic version



Σχήμα α.1 [4]

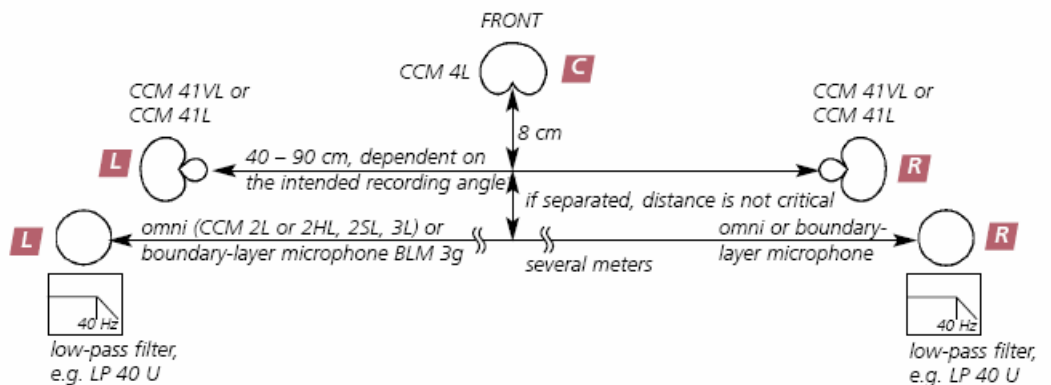
1.2 OCT Front System plus omni for optimized bass pickup



* the range within which the sound sources should be placed, as "seen" by the microphone

Σχήμα α.2 [4]

1.3 OCT Front System plus 2 omnis for optimized bass pickup

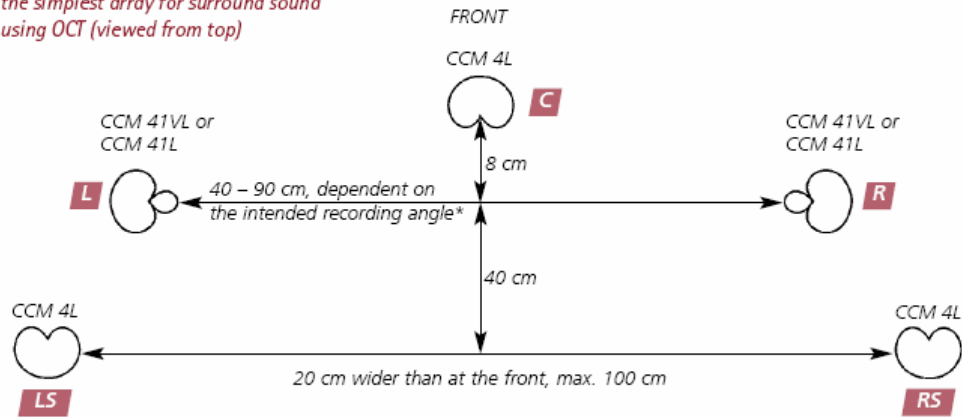


Σχήμα α.3 [4]

Για τα Surround κανάλια μπορεί να υπάρξουν πολλές διατάξεις

2. OCT Surround

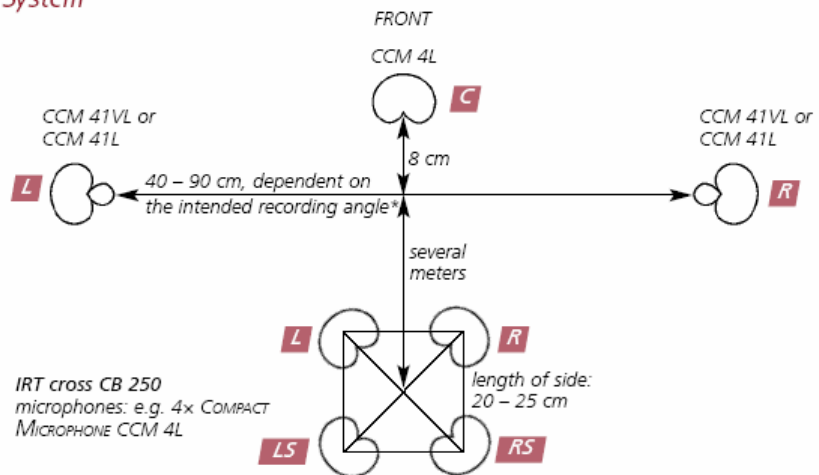
the simplest array for surround sound using OCT (viewed from top)



Σχήμα β.1 [4] Τα δύο καρδιοειδή πίσω μικρόφωνα είναι στραμμένα προς τα πίσω ώστε να αποφεύγεται η λήψη του απευθείας ήχου.

3.1 OCT Front System

+ IRT cross

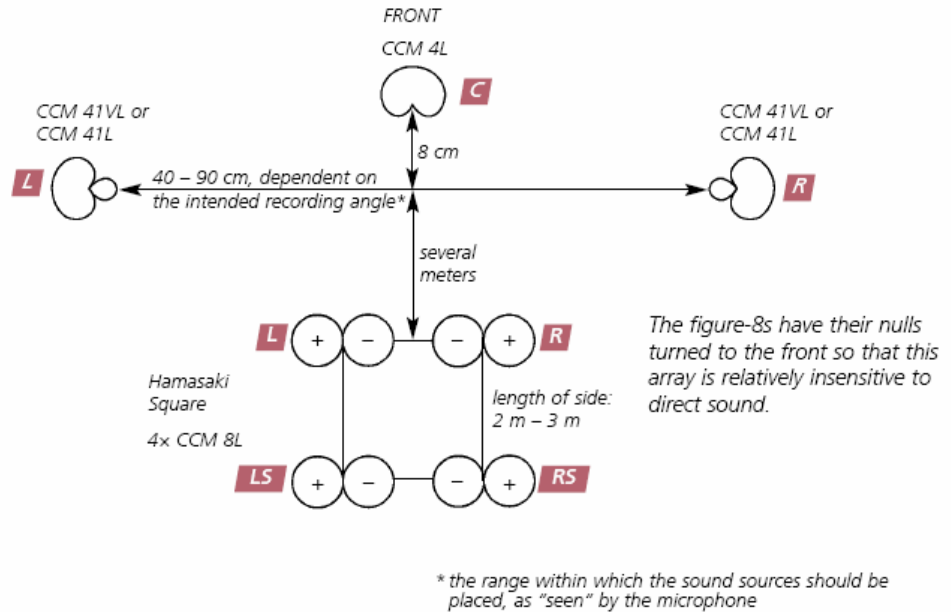


Σχήμα β.2 [4] Τα μικρόφωνα βρίσκονται στην πίσω διάταξη μαζί με τα surround αλλά λαμβάνουν απευθείας ήχο.

Στα σχήματα β.2 και β.3 βλέπουμε πώς μπορούν δύο επιπλέον μικρόφωνα να συμβάλουν στο σήμα των κυρίων καναλιών (αριστερό – δεξιό).

Τα σήματα των δύο επιπλέον μικροφώνων μειγνύονται με τα κύρια σήματα χωρίς περαιτέρω επεξεργασία. Ο λόγος ύπαρξής τους είναι να εμποδιστεί ο πλήρης διαχωρισμός μεταξύ μπροστινών και πίσω ειδώλων.

3.2 OCT Front System + Hamasaki Square



Σχήμα β.3 [4] Η διάταξη του Hamasaki

6.3. Ημισυμπτωτικές τεχνικές ηχογράφησης

Σύμφωνα με τον Chris Burmajster [22] ειδικευμένο στην ηχογράφηση κλασσικής μουσικής, τα ερωτήματα που τίθενται κατά την προετοιμασία μιας τέτοιας ηχογράφησης είναι τα ακόλουθα:

1. Πρέπει η ηχογράφηση 5.1 να θεωρείται ως μια εντελώς νέα τεχνική ή μία τεχνική στέρεο με την προσθήκη 3 καναλιών;
2. Τα οπίσθια μικρόφωνα που πρέπει να τοποθετηθούν; Στο βάθος της αίθουσας ή κοντά στο κύριο ζεύγος;
3. Πόσο σημαντικό είναι το κεντρικό κανάλι αφού ο κύριος λόγος ύπαρξής του είναι ο κινηματογράφος (κανάλι των διαλόγων);
4. Πρέπει να είναι μια ηχογράφηση 5.1 συμβατή με δικαναλικό σύστημα αναπαραγωγής (όπως ήταν παλιά χρήσιμο μια στερεοφωνική ηχογράφηση να είναι συμβατή με μονοφωνικό σύστημα);

Ο Chris Burmajster κατέληξε μετά από πειραματισμούς, σε μια διάταξη που βασίζεται στην στερεοφωνική ηχογράφηση, καθώς στην κλασσική μουσική τα μπροστινά κανάλια είναι αυτά που μεταφέρουν την

πλειοψηφία των πληροφοριών του ηχητικού γεγονότος. Έτσι, η ημισυμπωτική διάταξη ORTF (με απόσταση των μικροφώνων 17 εκ.) ή BDT (με απόσταση 20 εκ.) δίνει ένα πολύ καλό αποτέλεσμα (BDT – Blumlein Difference Technique, τεχνική που ανεπτύχθη από τον A. Blumlein) το 1931 και εγκαταλείφθηκε το 1932 και είναι όμοια με την O.S.S.). Εφόσον τα περισσότερα οικιακά συστήματα έχουν και κεντρικό κανάλι αυτό το κανάλι δεν μπορούσε να αγνοηθεί. Η μείξη των δύο στέρεο σημάτων ώστε να δημιουργηθεί ένα τρίτο έδινε μία μονοφωνική αίσθηση ενώ η παρουσία ενός τρίτου μικροφώνου στο κέντρο έδινε ξεκάθαρα φαινόμενα τύπου κτένας (comb) τα οποία όμως με την αναστροφή του μικροφώνου προς τα κάτω εξαφανίστηκαν δίνοντας έναν τέλειο μπροστινό ήχο.

Για τα πίσω μικρόφωνα η καλύτερη επιλογή ήταν ένα ζεύγος καρδιοειδών μικροφώνων σε απόσταση μεταξύ τους 27 εκ. και 30 εκ. μακριά από τα μπροστινά. Η χρήση παντοκατευθυντικών μικροφώνων θα είχε ως αποτέλεσμα τη συλλογή απευθείας ήχου ενώ με τη χρήση shotguns δεν υπήρχε τόσο καλή ποιότητα αντήχησης όσο και ήχου γενικότερα. Εάν δε η Διάταξη των πίσω μικροφώνων γινόταν στο βάθος της αίθουσας, η στάθμη κατά την αναπαραγωγή στα πίσω κανάλια ήταν πολύ χαμηλή.

Όπως βλέπουμε στην παρακάτω φωτογραφία η διάταξη είναι τοποθετημένη σε μια μεταλλική βάση μορφής «H».



Η διάταξη του Chris Burmajster [10]

Οι Mike Sokol και Hector La Torre (Fits & Starts Productions, USA [5]) πιστεύουν επίσης ότι μια ημισυμπτωτική διάταξη είναι καλύτερη από τις απομακρυσμένες καθώς δίνει ένα πιο συνεκτικό ηχητικό πεδίο.

Μετά από πειράματα κατέληξαν ότι μια διάταξη με 3 μπροστινά μικρόφωνα -που απέχουν μεταξύ τους περίπου 30 εκ-. και δύο πίσω - που απέχουν, τόσο μεταξύ τους όσο και από τα μπροστινά 60 εκ- δίνει εξαιρετη ισορροπία μεταξύ κύριου ήχου και αντηχήσεως καθώς και περιορισμένα προβλήματα ακυρώσεων φάσης (περίπου δηλαδή σαν τη διάταξη INA).

Το πλεονέκτημα της διάταξής τους (VSA Tree™ – Variable Space Array™) είναι ότι τα 5 καρδιοειδή μικρόφωνα είναι τοποθετημένα σε 5 βραχίονες μεταβλητής γωνίας και ύψους. Επίσης τα μικρόφωνα μπορούν να περιστρέφονται. Έτσι η διάταξη προσαρμόζεται ανάλογα με την περίσταση ή μετακινείται χωρίς να αλλάξει ο συσχετισμός των θέσεων των μικροφώνων.

Οι αποστάσεις μεταξύ των μικροφώνων βέβαια είναι τέτοιες που η διάταξη θα πρέπει να χαρακτηριστεί απομακρυσμένη. Οι κατασκευαστές της όμως την χαρακτηρίζουν ως ημισυμπτωτική σε αντιδιαστολή με τις «πολύ απομακρυσμένες» τεχνικές (“Far-spaced techniques”).



Το VSA TREE [5]

Δίπλα, παρουσιάζεται μία ημισυμπτωτική κατασκευή πολλαπλών μικροφώνων η οποία προορίζεται για την ζωντανή πολυκάναλη ηχογράφηση σε συστήματα Surround και η οποία κυκλοφορεί στο εμπόριο.



ήχο κυρίως από μία διεύθυνση.

Το Holophone H2-PRO (Rising Sun Productions Ltd, [14]) αποτελείται από μια ελλειψοειδή κεφαλή στο μέγεθος περίπου του ανθρώπου. Σε αυτήν είναι τοποθετημένες 7 πυκνωτικές κάψες περιμετρικά της κεφαλής και σε διάταξη σύμφωνη με τις προδιαγραφές 5.1, 6,1 και 7.1 ενώ η κάψα των χαμηλών συχνοτήτων βρίσκεται στο εσωτερικό της κεφαλής. Τα μικρόφωνα είναι παντοκατευθυντικά (DPA 4060, 134 db) αλλά η κεφαλή δημιουργεί την απαιτούμενη ηχητική σκιά ώστε το κάθε μικρόφωνο να συλλέγει τον

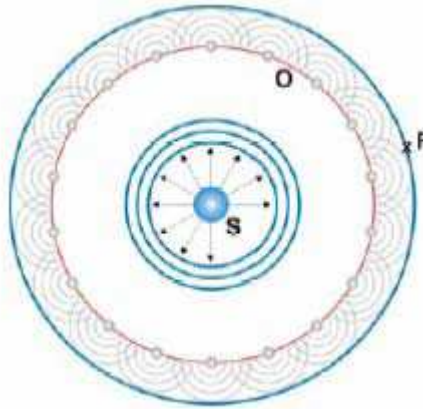
7. Νεότερες έρευνες στα συστήματα surround για την ηχογράφιση μουσικής

Οι προαναφερθείσες τεχνικές παρουσιάζουν το εξής μειονέκτημα. Όπως αναφέραμε, τα συστήματα Surround στηρίζονται στο κινηματογραφικό Surround. Αυτό όμως, δεν είναι ομοιογενές (homogeneous) ενώ πολλές φορές δεν πληροί και το δεύτερο όρο, αυτόν της συνάφειας (coherent). Οι τεχνικοί ήχου με τις παραπάνω τεχνικές λοιπόν, προσπαθούν να παρακάμψουν αυτά τα προβλήματα με εμπειρικό τρόπο, λαμβάνοντας πάντα υπ' όψη ότι το σύστημα αναπαραγωγής είναι ένα οικιακό σύστημα, -πιθανώς διατεταγμένο λάθος- και το γεγονός ότι δεν υπάρχει απόλυτη τυποποίηση στις προδιαγραφές των συστημάτων Surround.

Όσο τα συστήματα στηρίζονται στη φιλοσοφία της δημιουργίας ειδώλων ανάμεσα στα ηχεία δεν είναι δυνατόν να υπάρξει ομοιογενές σύστημα καθώς πάντοτε οι πηγές που προέρχονται ακριβώς από τη διεύθυνση των ηχείων θα ευνοούνται.

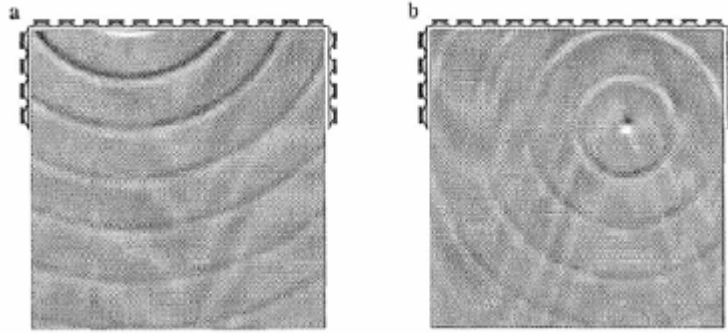
Επιπλέον για να υπάρχει συνάφεια θα πρέπει οι γωνίες που σχηματίζουν τα ηχεία με τη θέση ακρόασης να είναι ίδιες και ο ακροατής να βρίσκεται μακριά από όλα τα ηχεία. Παρόλα αυτά για να είναι ένα σύστημα απολύτως ομοιογενές και συναφές θα έπρεπε ο ακροατής να περιβάλλεται από μια σφαιρική επιφάνεια με ηχητικές πηγές που να σχηματίζουν την ελάχιστη γωνία που μπορεί να γίνει αντιληπτή από το αυτί (Minimum Audible Angle) κάτι που σημαίνει πάνω από 40,000 ηχητικές πηγές πρακτικά αδύνατον [9].

Οι σύγχρονες προσπάθειες για την πανομοιότυπη αναπαραγωγή ενός μουσικού γεγονότος βασιζόμενες στην αρχή του Huygens [9],[13] προσπαθούν να δημιουργήσουν στο χώρο ακρόασης ένα πλήθος από ηχητικά κύματα τα οποία είναι ίδια με αυτά του χώρου που γίνεται το μουσικό γεγονός. Έτσι λοιπόν το ζητούμενο σε αυτά τα συστήματα είναι να συλληφθεί το ηχητικό πεδίο (soundfield) κατά τη δημιουργία του, να κωδικοποιηθεί και στη συνέχεια να αποκωδικοποιηθεί και να αναπαραχθεί στο χώρο ακρόασης [9],[13].

Η αρχή του Huygens

Σύμφωνα με την αρχή του Huygens, όπως φαίνεται στο σχήμα, όταν ένα μόριο σε ένα σημείο S τεθεί σε ταλάντωση, μεταβιβάζει την ταλάντωσή του στα γειτονικά μόρια και αυτά ακολούθως στα γειτονικά τους. Έτσι το σφαιρικό ηχητικό κύμα της επιφάνειας P που έχει παραχθεί από την πηγή S μπορούμε να δεχθούμε ότι έχει παραχθεί από τις δευτερεύουσες πηγές που βρίσκονται στην επιφάνεια O .

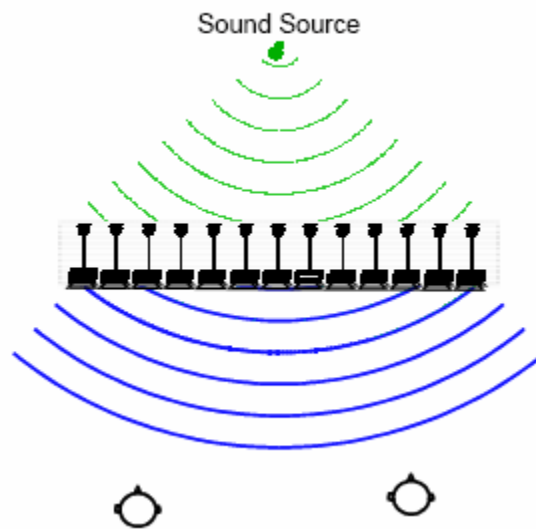
Σύμφωνα με αυτή την αρχή λοιπόν έχουν αναπτυχθεί τρία συστήματα, το “Wave Field Synthesis”, το “Holophony” και το “Ambisonics” [9], όπως έχουμε αναφέρει στην §5. Σύμφωνα με αυτά τα συστήματα, τα ηχεία, κατά την αναπαραγωγή, λειτουργούν ως δευτερεύουσες πηγές που προσομοιάζουν στο αρχικό ηχητικό σήμα. Έτσι στο “Wave Field Synthesis” [9], [13] μία διάταξη από ηχεία τα οποία βρίσκονται το ένα δίπλα στο άλλο αναπαράγει τα ηχητικά κύματα δημιουργώντας εικονικές πηγές που μπορεί να βρίσκονται είτε πίσω είτε μπροστά από τη διάταξη όπως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα [13].



α) Είδωλο πίσω από τη διάταξη

β) Είδωλο μπροστά από τη

διάταξη [13]



Στο “Wave Field Synthesis” το ηχητικό σήμα λαμβάνεται από μία διάταξη από μικρόφωνα όμοια με αυτή των ηχείων αναπαραγωγής και η οποία βρίσκεται μπροστά από τη σκηνή [9].

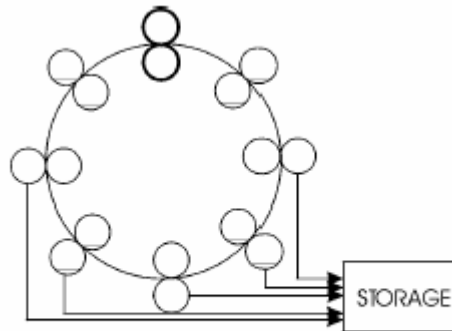


Figure 4. Recording situation with Holophony.

Το “Holophony” είναι στην ουσία μία παραλλαγή του “Wave Field Synthesis” [9]. Γι’ αυτό πολλές φορές αναφέρονται σαν ένα σύστημα [13]. Η διαφορά του με το

προηγούμενο σύστημα είναι ότι σε αυτό η επιφάνεια είναι σφαιρική αντί για επίπεδη. Στην πραγματικότητα όμως και για πρακτικούς λόγους οι διαστάσεις των διατάξεων ελαττώνονται. Έτσι στο μεν “Wave Field Synthesis” έχουμε γραμμική διάταξη μικροφώνων και ηχείων (φωτο. 1) αντί για επίπεδη ενώ στο “Holophony” κυκλική αντί για σφαιρική (φωτο. 2).



Φωτο. 1 [13]



Φωτο. 2 [13]

Το σύστημα “Ambisonics” [4], [9] λειτουργεί επίσης δια της αναπαραγωγής των ηχητικών κυμάτων. Η διαφορά του όμως έγκειται στο ότι η λήψη του ηχητικού πεδίου γίνεται σε ένα σημείο και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να απαιτείται μικρότερος αριθμός καναλιών τα οποία είναι αναγκαία για να έχουμε όλες τις ηχητικές πληροφορίες του χώρου. Η τεχνική πρωτοαναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1970 από τους Michael Gerzon, Peter Fellgett, Peter Craven και Geoffrey Barton αλλά και από άλλη ανεξάρτητη έρευνα των Cooper και Shiga. Βασίζεται στην τεχνική του Alan Blumlein η οποία αποτελείται από ένα ζεύγος δικατευθυντικών μικροφώνων που οποία βρίσκονται σχεδόν στο ίδιο σημείο και οι λοβοί τους σχηματίζουν γωνία 90ο. Τα δύο μικρόφωνα αρκούν για να συλλάβουν τις πληροφορίες στο οριζόντιο επίπεδο, ενώ εάν προσθέσουμε και ένα τρίτο δικατευθυντικό μικρόφωνο με τον εμπρόσθιο λοβό στραμμένο προς τα επάνω θα έχουμε και τις πληροφορίες του ύψους. Τέλος με την προσθήκη ενός παντοκατευθυντικού μικροφώνου (pressure signal) έχουμε πλήρη καταγραφή του ηχητικού πεδίου. Οι πληροφορίες κωδικοποιούνται (και αποκωδικοποιούνται κατά την αναπαραγωγή) σε ένα σύστημα που καλείται “B-format” και αποτελείται από τις παρακάτω παραμέτρους οι οποίες μας δείχνουν τη θέση του ήχου στο χώρο :

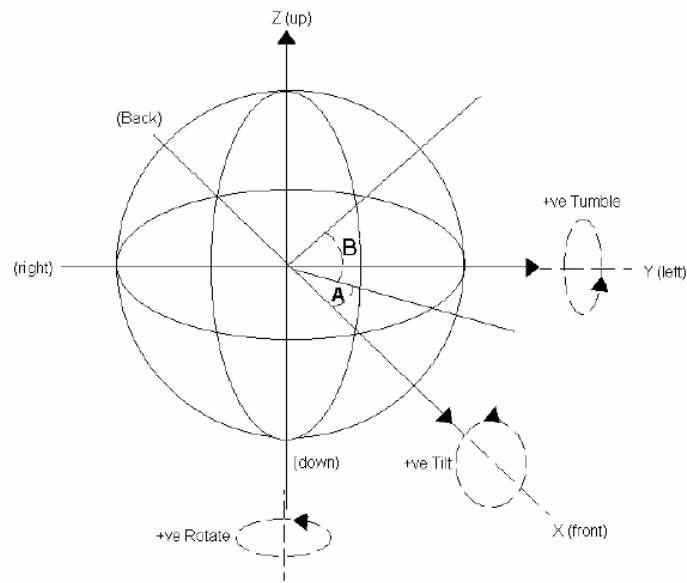
$X = \text{συν}A\text{συν}B$ (άξονας εμπρός-πίσω)

$Y = \eta\mu A\text{συν}B$ (άξονας δεξιά-αριστερά)

$Z = \eta\mu B$ (κατακόρυφος άξονας)

$W = 0.707$ (σήμα πίεσης)

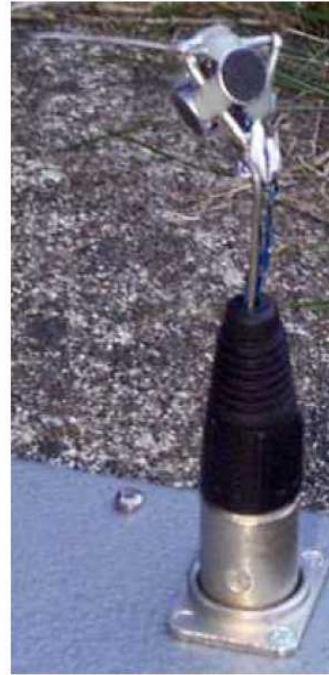
Όπου A είναι η γωνία από το κέντρο με φορά αντίθετη από αυτή των δεικτών του ρολογιού, ενώ B η γωνία ανύψωσης όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



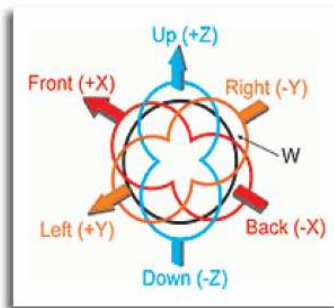
Για την αναπαραγωγή μιας τέτοιας ηχογράφησης απαιτούνται τουλάχιστον τέσσερα ηχεία εάν θέλουμε πληροφορίες μόνο του οριζόντιου επιπέδου, ενώ εάν θέλουμε και το ύψος χρειαζόμαστε οκτώ.



Φωτο α
(πηγή: www.soundonsound.com)



Φωτο β
(πηγή: www.ambisonic.net)



σχήμα α
(πηγή: www.soundonsound.com)

Για αυτό το σύστημα έχουν κατασκευαστεί και κυκλοφορούν στο εμπόριο μικρόφωνα από την “Soundfield” (τα MKV, SPS-422B και ST250) και από την “AGM” το MR2. Στις φωτογραφίες δίπλα, φαίνονται το Soundfield (φωτο. α), μια ιδιοκατασκευή (φωτο. β) όπου φαίνονται οι μικροφωνικές κάψες) και το πολικό διάγραμμα των μικροφώνων (σχήμα α).

8. Συστήματα Αναπαραγωγής Surround

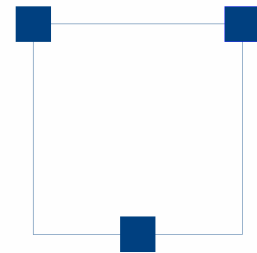
Παρακάτω περιγράφονται συνοπτικά τα διάφορα συστήματα αναπαραγωγής surround, με τις απαιτούμενες διατάξεις τους. Τα συστήματα αυτά αφορούν κυρίως κινηματογραφικές εφαρμογές, χωρίς όμως να αποκλείεται και η χρησιμοποίησή τους για την ακρόαση μουσικής.

8.1 Dolby Surround

Εξάγει τρία (3) ηχητικά κανάλια από μια στερεοφωνική πηγή.

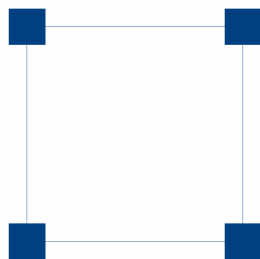
- Δύο κανάλια για τα ηχεία, μπροστά – αριστερά (L) και δεξιά (R)
- Ένα κανάλι για Surround ηχείο ή ηχεία at the rear – Surround (S)
- Περιγράφει την πολυάριθμη matrix (pre- Pro Logic) surround processors.

Διάταξη: Συνολικά τρία ηχεία. Τρία identical ηχεία τοποθετούνται σε ίση απόσταση γύρω από ένα κεντρικό σημείο ακρόασης. Εάν χρησιμοποιηθούν δύο rear ηχεία μπορούν επίσης να τοποθετηθούν πάνω από το ύψος του αυτιού, ελάχιστα πίσω από τη θέση ακρόασης, και θα πρέπει να είναι of bi-polar construction.



8.2 Quadraphonic

Εξάγει τέσσερα (4) ηχητικά κανάλια είτε από κωδικοποιημένη στερεοφωνική πηγή, είτε από τετρακάναλη πηγή.



χαμηλών συχνοτήτων (LFE)

- Δύο κανάλια για τα μπροστινά ηχεία. Αριστερό (L) και δεξί (R)
- Δύο κανάλια για Surround ηχεία πίσω. Surround αριστερό (SL) και Surround δεξί (SR). Μερικοί νεότεροι δέκτες υποστηρίζουν και κανάλι

Περιγράφει τα αρχικά συστήματα και διαχωρίζει τα τετραφωνικά συστήματα Surround. Source media, usually LP record or tape, is often branded four channel stereo.

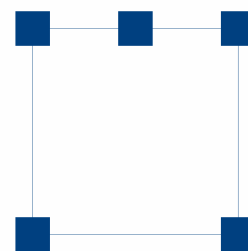
Το Quadraphonic είναι ένα σύστημα που σχεδιάστηκε μόνο για μουσική. Όλα τα ηχεία πρέπει να είναι τοποθετημένα υπό γωνία $\pm 45^\circ$, και πάνω από το ύψος του αυτιού του ακροατή.

8.3 Dolby Pro Logic

Εξάγει τέσσερα ηχητικά κανάλια από μια ειδικά κωδικοποιημένη δικάναλη πηγή.

- Δύο κανάλια για τα ηχεία, μπροστά – αριστερά (L) και δεξιά (R)
- Ένα κανάλι για ηχείο στο κέντρο –κέντρο (C)
- Ένα κανάλι και για τα δύο surround ηχεία στα μετόπισθεν – mono surround channel (S)
- Περιγράφει το Dolby Pro Logic μητρικό σύστημα surround. Η πηγή είναι τα μαζικά μέσα ενημέρωσης, συνήθως VHS, Laser disk, τηλεοπτικές εκπομπές σε καλωδιακή - δορυφορική τηλεόραση, συνήθως «μαρκάρονται» με το λογότυπο «Dolby Surround». Αυτή η διάταξη (encoding) χρησιμοποιείται σε αναλογικά οπτικά κανάλια εγγραφής (analog optical track) για κινηματογραφικές ταινίες (for theatrical motion picture films).

Διάταξη: Συνολικά πέντε (5) ηχεία. Τα μπροστινά ηχεία πρέπει να τοποθετούνται στις άκρες της οθόνης, στραμμένα προς το κέντρο της περιοχής ακρόασης, και τα tweeter πρέπει να βρίσκονται στο ύψος του



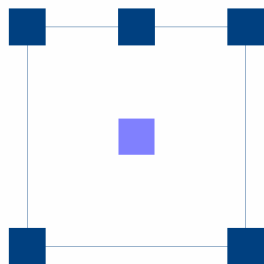
αυτιού. Το κεντρικό ηχείο πρέπει να τοποθετηθεί πίσω από τη σκηνή (όταν χρησιμοποιείται προβολή) ή πάνω και κάτω από την τηλεόραση και όσο πιο κοντά γίνεται στο ύψος του αυτιού. Τα surround channel ηχεία πρέπει να τοποθετούνται μπροστά στο ύψος του αυτιού, ελαφρώς πιο πίσω από τη θέση ακρόασης.

8.4 Dolby Pro Logic II

Εξάγει πέντε ηχητικά κανάλια είτε από μια ειδικά κωδικοποιημένη δικάναλη ή στερεοφωνική πηγή.

- Δύο κανάλια για τα ηχεία, μπροστά – αριστερά (L) και δεξιά (R)
- Ένα κανάλι για ηχείο στο κέντρο –κέντρο (C)
- Δύο κανάλια για τα surround ηχεία στα μετόπισθεν – αριστερό surround (LS) και δεξί surround (RS)
- Ένα κανάλι για τις χαμηλές συχνότητες (LFE)
- Περιγράφει το Dolby Pro Logic II μητρικό σύστημα surround. Source media είναι συχνά τα συστήματα παιχνιδιών συμπεριλαμβανομένων του Playstation 2, Game Cube και παιχνίδια Wii που «μαρκάρονται» με το λογότυπο «Pro Logic II».

Ο surround ήχος 5.1 μπορεί επίσης να αναφέρεται και σαν 3-2 stereo. Αυτό μας δείχνει ότι υπάρχουν πολλές εφαρμογές για τον surround ήχο. Ο όρος 3-2 αναφέρεται σε τρία μπροστινά ηχεία και δύο πίσω.



Διάταξη: Η διάταξη των ηχείων στο σύστημα 5.1, πρέπει να ακολουθεί το πρότυπο ITU-R BS.775, παρά το μύθο ότι η μουσική και τα περιεχόμενα σ'ένα video απαιτούν διαφορετική διάταξη ηχείων. Το πρότυπο ITU αναφέρει ότι το

αριστερό και δεξί ηχείο τοποθετούνται υπό γωνία $\pm 30^\circ$, ενώ τα πίσω ηχεία πρέπει να τοποθετούνται κατά προσέγγιση υπό γωνία $\pm 110^\circ$. Υπάρχει μια θεωρία που λέει ότι αν τοποθετήσουμε τα πίσω ηχεία υπό γωνία $\pm 150^\circ$, το αποτέλεσμα θα είναι πιο έντονα εφέ surround.

8.5 Channel Surround (70mm 6-Track) (analog magnetic)

Αποδίδει έξι ηχητικά κανάλια από πηγές έξι καναλιών:

- Τέσσερα κανάλια για ηχεία μπροστά - αριστερά (L), αριστερά κέντρο (LC), δεξιά κέντρο (RC), και δεξιά (R).
- Ένα κανάλι για ηχείο στο κέντρο –κέντρο (C)

- Ένα κανάλι για τα surround ηχεία στα μετόπισθεν – monaural surround (S)

8.6 Channel Surround (3-2 stereo) (analog magnetic: Dolby Stereo “Baby Boom”)

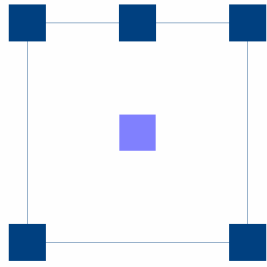
Αποδίδει πέντε ηχητικά κανάλια και ένα κανάλι LFE από πηγές έξι καναλιών:

- Δύο κανάλια για τα ηχεία, μπροστά – αριστερά (L) και δεξιά (R)
- Ένα κανάλι για ηχείο στο κέντρο –κέντρο (C)
- Δύο κανάλια για τα surround ηχεία στα μετόπισθεν – αριστερό surround (LS) και δεξί surround (RS)
- Ένα κανάλι για τις χαμηλές συχνότητες (LFE)

8.7 Channel Surround (3-2 stereo) (digital discrete: Dolby Digital, DTS, SDDS, Penteo)

Αποδίδει πέντε ξεχωριστά ηχητικά κανάλια και ένα κανάλι LFE από πηγές έξι καναλιών:

- Δύο κανάλια για τα ηχεία, μπροστά – αριστερά (L) και δεξιά (R)
- Ένα κανάλι για ηχείο στο κέντρο –κέντρο (C)
- Δύο κανάλια για τα surround ηχεία στα μετόπισθεν – αριστερό surround (LS) και δεξί surround (RS)
- Ένα κανάλι για τις χαμηλές συχνότητες (LFE)
- Περιγράφει το Dolby Digital, Digital Theater System (DTS) και το σύστημα Sony Dynamic Digital Sound (SDDS). Χρησιμοποιείται κυρίως σε DVD, και μερικές φορές Laser Disc ή δορυφορική / ψηφιακή καλωδιακή τηλεόραση είναι πατενταρισμένα με το σήμα «Dolby Digital» και/ή DTS.
 - Αν και το DTS χρησιμοποιεί στοιχεία υψηλότερης αναγνωρισμένης αξίας, αυτό δε σημαίνει ότι η πιστότητα είναι υψηλότερη.



Διάταξη: Η διάταξη των ηχείων στο σύστημα 5.1, πρέπει να ακολουθεί το πρότυπο ITU-R BS.775, παρά το μύθο ότι η μουσική και τα περιεχόμενα σ'ένα video απαιτούν διαφορετική διάταξη ηχείων. Το πρότυπο ITU αναφέρει ότι

το αριστερό και δεξί ηχείο τοποθετούνται υπό γωνία $\pm 30^\circ$, ενώ τα πίσω ηχεία πρέπει να τοποθετούνται κατά προσέγγιση υπό γωνία $\pm 110^\circ$. Υπάρχει μια θεωρία που λέει ότι αν τοποθετήσουμε τα πίσω ηχεία υπό γωνία $\pm 150^\circ$, το αποτέλεσμα θα είναι πιο έντονα εφέ surround.

8.8 Dolby Pro Logic IIx

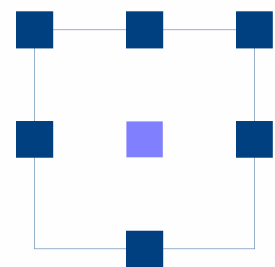
Εξάγει έξι ηχητικά κανάλια και ένα κανάλι LFE είτε από μια ειδικά κωδικοποιημένη δικάναλη ή στερεοφωνική πηγή. Διογκώνει (διευρύνει) ένα πίσω surround κανάλι από μια πηγή 5.1

- Δύο κανάλια για τα ηχεία, μπροστά – αριστερά (L) και δεξιά (R)
- Ένα κανάλι για ηχείο στο κέντρο –κέντρο (C)
- Δύο κανάλια για τα surround ηχεία στα πλαϊνά – πλαϊνό αριστερό (LS) και πλαϊνό δεξί (RS)
- Ένα κανάλι για τα surround ηχεία στα μετόπισθεν – πίσω surround κανάλι (BS)
- Ένα κανάλι για τις χαμηλές συχνότητες (LFE)
- Περιγράφει το Dolby Pro Logic IIx μητρικό σύστημα surround.

Χρησιμοποιείται το ίδιο όπως και το σύστημα Dolby Pro Logic και Dolby Pro Logic II.

Διάταξη: Τα μπροστινά ηχεία πρέπει να τοποθετούνται στις άκρες της οθόνης, στραμμένα, προς το κέντρο της περιοχής ακρόασης. Το κεντρικό ηχείο πρέπει να τοποθετείται πίσω από τη σκηνή (όταν γίνεται προβολή) ή πάνω και κάτω από την τηλεόραση.

Τα πλαϊνά ηχεία πρέπει να τοποθετούνται στα δεξιά και αριστερά της θέσης ακρόασης, σε ίση απόσταση από τα μπροστινά και τα πίσω ηχεία. Το

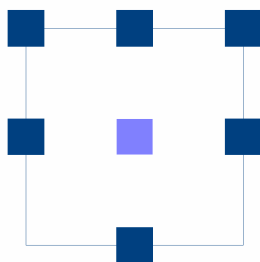


μετόπισθεν ηχείο πρέπει να τοποθετείται ελαφρώς πιο πίσω από τη θέση ακρόασης, και να έχει a normal high-quality monopolar construction. Τα μπροστινά ηχεία πρέπει να τοποθετούνται στο ύψος του αυτιού, και τα surround πιο πάνω.

8.9 Dolby Digital EX

Αποδίδει πέντε ξεχωριστά ηχητικά κανάλια, ένα αποσπασματικό, και ένα κανάλι LFE από πηγές έξι καναλιών:

- Δύο ξεχωριστά κανάλια για τα ηχεία, μπροστά – αριστερά (L) και δεξιά (R)
- Ένα ξεχωριστό κανάλι για ηχείο στο κέντρο –κέντρο (C)
- Δύο κανάλια για τα surround ηχεία στα πλαϊνά – πλαϊνό αριστερό (LS) και πλαϊνό δεξί (RS). Τα ξεχωριστά LS και RS κανάλια dematrixed σε LS, RS και πίσω surround (BS).
- Ένα κανάλι για τα surround ηχεία στα μετόπισθεν – πίσω surround κανάλι (BS). Αυτό μπορεί να γίνει σε δύο κανάλια από τον λήπτη. (can be made into two channels by the receiver)
- Ένα κανάλι για τις χαμηλές συχνότητες (LFE)
- Περιγράφει το Dolby Digital EX ξεχωριστό/ matrixed υβριδικό σύστημα surround. Αρκετά συχνά τα DVD φέρουν το σήμα με «Dolby Digital EX». Αυτό το φορμάτ χρησιμοποιείται σε μερικές κινηματογραφικές ταινίες.



Διάταξη: Τα μπροστινά ηχεία πρέπει να τοποθετούνται στις άκρες της οθόνης, στραμμένα, προς το κέντρο της περιοχής ακρόασης. Το κεντρικό ηχείο πρέπει να τοποθετείται πίσω από τη σκηνή (όταν γίνεται προβολή) ή πάνω ή

κάτω από την τηλεόραση. Τα πλαϊνά ηχεία πρέπει να τοποθετούνται στα δεξιά και αριστερά της θέσης ακρόασης, σε ίση απόσταση από τα μπροστινά και τα πίσω ηχεία. Το μετόπισθεν ηχείο πρέπει να τοποθετείται ελαφρώς πιο πίσω από τη θέση ακρόασης. Τα μπροστινά ηχεία πρέπει να

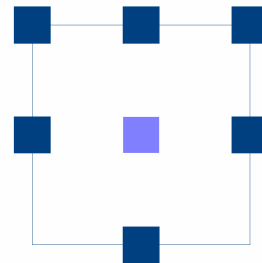
τοποθετούνται στο ύψος του αυτιού, και τα surround πάνω από το ύψος του αυτιού.

8.10 Digital Discrete: DTS-ES

Παραδίδει έξι ξεχωριστά ηχητικά κανάλια και ένα LFE κανάλι από μια πηγή επτά καναλιών.

- Δύο κανάλια για τα ηχεία, μπροστά – αριστερά (L) και δεξιά (R)
- Ένα κανάλι για ηχείο στο κέντρο –κέντρο (C)
- Δύο κανάλια για τα surround ηχεία στα πλαϊνά – πλαϊνό αριστερό (LS) και πλαϊνό δεξί (RS).
- Ένα κανάλι για τα surround ηχεία στα μετόπισθεν – πίσω surround κανάλι (BS).
- Ένα κανάλι για τις χαμηλές συχνότητες (LFE)
- Περιγράφει το ξεχωριστό σύστημα surround DTS-ES. Αρκετά συχνά τα DVD φέρουν το σήμα με «DTS-ES». Στις κινηματογραφικές ταινίες αυτό το σύστημα δεν εφαρμόζεται.

Διάταξη: Τα μπροστινά ηχεία πρέπει να τοποθετούνται στις άκρες της οθόνης, στραμμένα προς το κέντρο της περιοχής ακρόασης. Το κεντρικό ηχείο πρέπει να τοποθετείται πίσω από τη σκηνή (όταν γίνεται προβολή) ή πάνω ή κάτω από την τηλεόραση. Τα πλαϊνά ηχεία πρέπει να τοποθετούνται στα δεξιά και αριστερά της θέσης ακρόασης, σε ίση απόσταση από τα μπροστινά και τα πίσω ηχεία. Το μετόπισθεν ηχείο πρέπει να τοποθετείται ελαφρώς πιο πίσω από τη θέση ακρόασης, και να έχει a normal high-quality monopolar construction. Τα μπροστινά ηχεία πρέπει να τοποθετούνται στο ύψος του αυτιού, και τα surround πάνω από το ύψος του αυτιού.



8.11 Analog magnetic – Cinerama 7 –Track

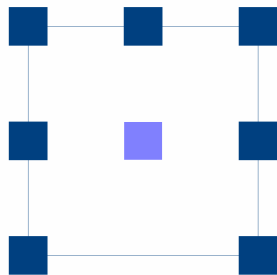
Αποδίδει επτά ηχητικά κανάλια από μια πηγή επτά καναλιών.

- Τέσσερα κανάλια για τα μπροστινά ηχεία,– αριστερά (L), δεξιά (R), αριστερό-κέντρο (LC) δεξί –κέντρο (RC) και δεξιά (R)
- Ένα κανάλι για ηχείο στο κέντρο –κέντρο (C)
- Δύο εναλλασσόμενα surround κανάλια που τροφοδοτούν ένα κανάλι στο δεξί και αριστερό τοίχο και το άλλο στα μετόπισθεν ή μπορούν να τροφοδοτήσουν ένα κανάλι στα αριστερά και ένα στα δεξιά.

Διάταξη: Τα πρώτα πέντε ηχεία πρέπει να τοποθετούνται κατά μήκος του τοίχου στο πάνω μέρος της σκηνής ή πίσω από τη σκηνή (οθόνη). Εκεί θα πρέπει να υπάρχουν τρία κανάλια surround στον αριστερό, δεξί και πίσω τοίχο. Ο εναλλασσόμενος surround ήχος πραγματοποιείται χειροποίητα από μηχανικό ήχου, based upon cue marks.

8.12 Dolby Digital Plus, DTS-HD, Dolby TrueHD

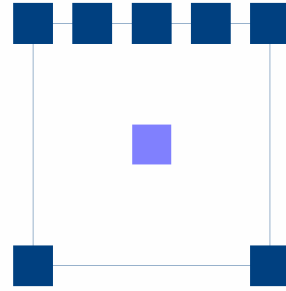
Αποδίδει επτά ηχητικά κανάλια και ένα κανάλι χαμηλών συχνοτήτων (LFE) από μια πηγή οκτώ καναλιών.



- Δύο κανάλια για τα ηχεία, μπροστά – αριστερά (L) και δεξιά (R)
- Ένα κανάλι για ηχείο στο κέντρο –κέντρο (C)
- Δύο κανάλια για τα surround ηχεία στα πλαϊνά – πλαϊνό αριστερό (LS) και πλαϊνό δεξί (RS).
- Δύο κανάλια για τα surround ηχεία στα μετόπισθεν – πίσω αριστερά (LB) και πίσω δεξιά (RB)
 - Ένα κανάλι για τις χαμηλές συχνότητες (LFE)
 - Περιγράφει το ξεχωριστό σύστημα surround Dolby Digital Plus. Τα Blu-Ray και μερικές φορές HD DVD φέρουν το εμπορικό σήμα «Dolby Digital Plus».

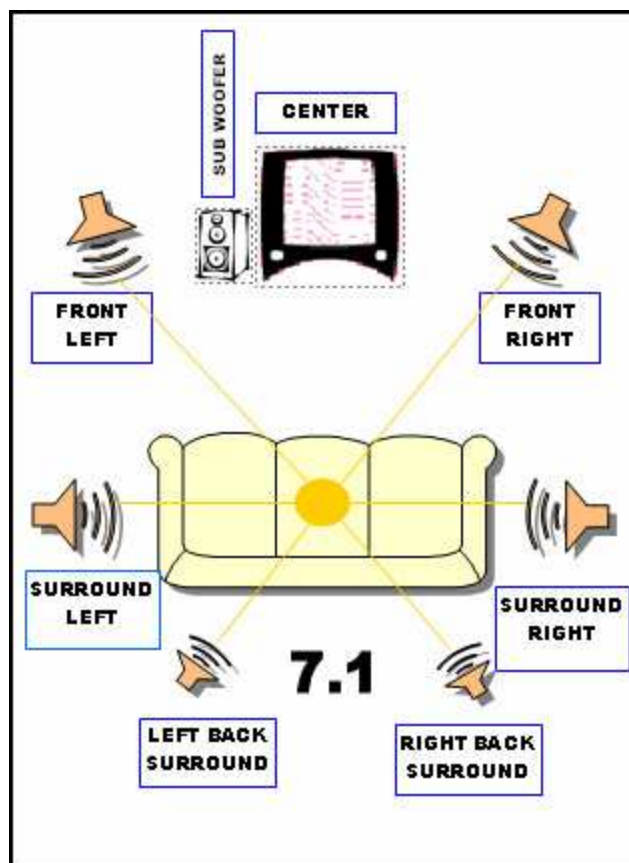
Διαφορετική εφαρμογή για 7.1 widescreen cinema:

- Τέσσερα κανάλια για τα μπροστινά ηχεία, – αριστερά (L), δεξιά (R), αριστερό-κέντρο (LC) δεξί –κέντρο (RC) και δεξιά (R)
- Ένα κανάλι για ηχείο στο κέντρο –κέντρο (C)
- Δύο κανάλια για τα surround ηχεία στα μετόπισθεν – πίσω αριστερά (LB) και πίσω δεξιά (RB)
- Ένα κανάλι για τις χαμηλές συχνότητες (LFE)



Το οκτακάναλο SDDS χρησιμοποιεί αυτή την παραλλαγή.

Αυτή η παραλλαγή αρχίζει να γίνεται ιδιαίτερα δημοφιλής στα οικιακά συστήματα, (home entertainment systems), καθώς και σε μεγάλες αίθουσες κινηματογράφου, όπου το πλάτος της σκηνής είναι τέτοιο ώστε τα επιπρόσθετα κανάλια χρειάζονται για να καλύψουν ικανοποιητικά όλες τις ενδιάμεσες γωνίες μεταξύ των ηχείων για όλες τις θέσεις της αίθουσας.



Διάταξη: Τα μπροστινά ηχεία πρέπει να τοποθετούνται στις άκρες της οθόνης, στραμμένα προς το κέντρο της περιοχής ακρόασης. Το κεντρικό ηχείο πρέπει να τοποθετείται πίσω από τη σκηνή (όταν γίνεται προβολή) ή πάνω ή κάτω από την τηλεόραση και όσο πιο κοντά γίνεται στο ύψος του αυτιού. Τα πλαϊνά ηχεία πρέπει να τοποθετούνται στους πλαϊνούς τοίχους, αριστερά και δεξιά από τη θέση ακρόασης, σε ίση απόσταση από τα μπροστινά και τα πίσω ηχεία. Τα ηχεία του πίσω καναλιού, πρέπει να τοποθετούνται στους πλαϊνούς τοίχους, ελαφρώς πιο πίσω από τη θέση ακρόασης. Τα μπροστινά ηχεία πρέπει να τοποθετούνται στο ύψος του αυτιού, και τα surround πάνω από το ύψος του αυτιού.

Για τη μουσική η διάταξη είναι ακόμη άγνωστη.

8.13 Sonic Whole Overhead Sound

Το 2002, η Dolby πρωτοπαρουσίασε ένα πρωτότυπο του «We Were Soldiers» το οποίο περιείχε (featuring) ένα σάουντρακ με την τεχνική Sonic Whole Overhead Sound. Αυτή η μίξη περιείχε ένα νέο ceiling – mounted height channel.

8.14 10.2 Channel Surround

Είναι ένα φορμάτ Surround, που δημιουργήθηκε από τον Tomlinson Holman των TMH Labs και του Πανεπιστημίου της Νότιας Καλιφόρνιας, σε συνεργασία με τον Chris Κυριακάκη του USC Viterbi School of Engineering. Το 10.2 αναφέρεται στο διαφημιστικό σλόγκαν της παραγωγής: «Twice as good as 5.1» δηλ. «Διπλά καλό από το 5.1» Οι υποστηρικτές του διαφωνούν ότι είναι ισοδύναμο με το IMAX.

Το 10.2 αυξάνει τα LS (left surround) και το RS (right surround) κανάλια μέσω δύο σημειακών καναλιών που μπορούν να διαχειριστούν τον ήχο περισσότερο ικανοποιητικά, επιτρέποντας μέσω της μίξης, την αλλαγή θέσης των ήχων μέσα σε ένα ευδιάκριτο κύκλο 360° γύρω από τον θεατή.

Τα 14 διακεκριμένα κανάλια είναι:

- Πέντε μπροστινά ηχεία: Left Wide, Left, Center, Right και Right Wide
- Πέντε surround κανάλια: Αριστερή διάδοση surround (Left Surround Diffuse), αριστερό κατευθυντικό (απευθείας?) surround (Left Surround

Direct), πίσω surround, δεξιά διάδοση surround (Right Surround Diffuse) και δεξί κατευθυντικό surround (Right Surround Direct).

- Δύο κανάλια χαμηλών συχνοτήτων LFE, αριστερά και δεξιά
- Δύο Height channels: Left Height και Right Height

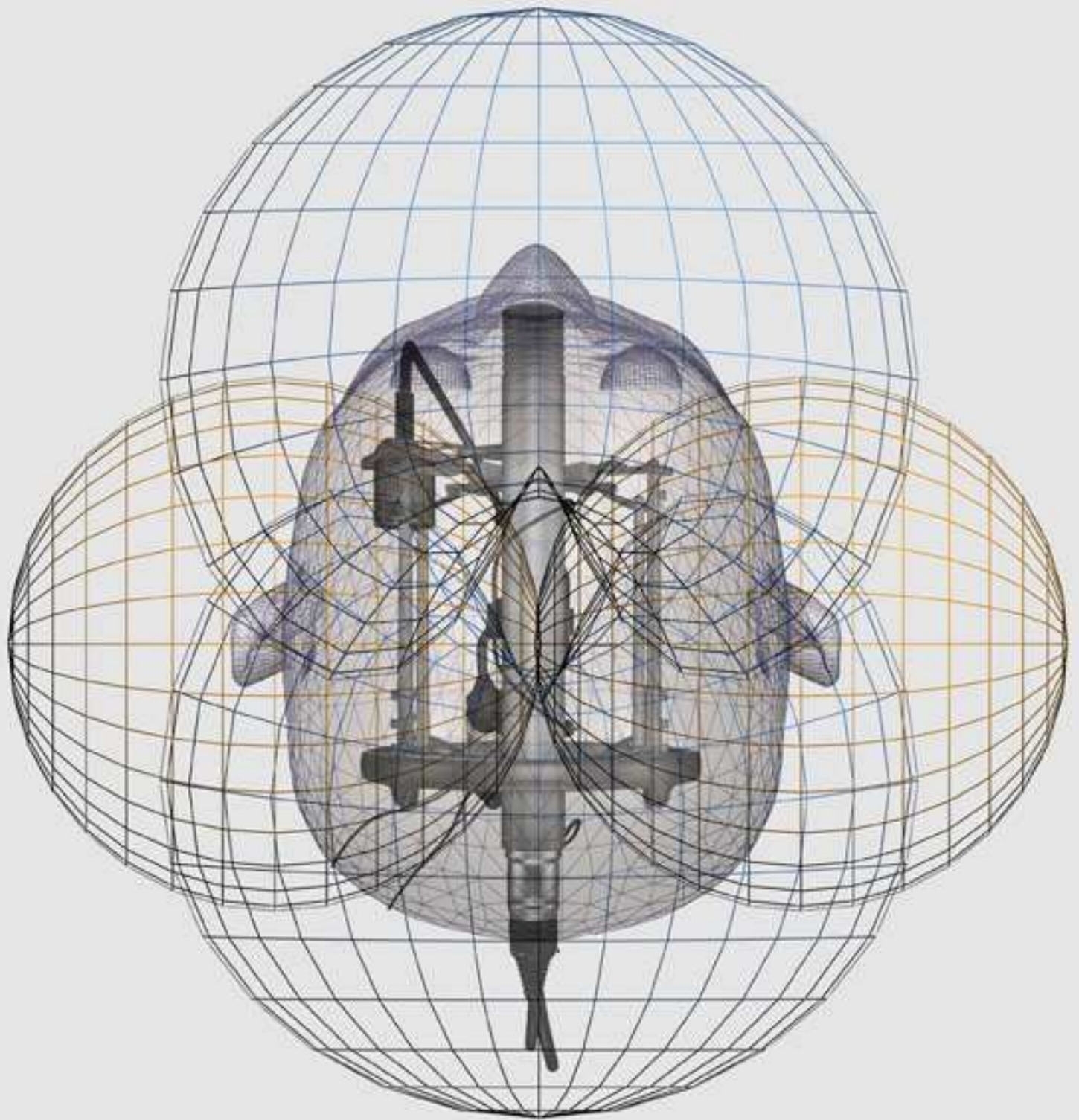
Το .2 από το 10.2, αναφέρεται στην προσθήκη ενός δεύτερου subwoofer. Το σύστημα είναι έτσι διαμορφωμένο ως προς τα μπάσα, ώστε όλα τα ηχεία στην αριστερή πλευρά να χρησιμοποιούν το αριστερό subwoofer και όλα τα ηχεία στη δεξιά πλευρά να χρησιμοποιούν το δεξί subwoofer. Τα κεντρικά και τα πίσω surround ηχεία χωρίζονται μεταξύ των δύο subwoofers. Επίσης τα δύο subwoofers λειτουργούν σαν δύο διακεκριμένα κανάλια χαμηλών συχνοτήτων (LFE). Παρόλο που οι χαμηλές συχνότητες δεν εντοπίζονται, έχει παρατηρηθεί ότι χωρίζοντας τα μπάσα σε κάθε πλευρά του ακροατηρίου, αυξάνεται η αίσθηση της περικάλυψης. (envelopment)

8.15 22.2 Channel Surround

22.2 είναι το εξάρτημα surround sound του Ultra Height Definition Video (Super Hi-vision TV με 4320 γραμμές σάρωσης) και ανακαλύφθηκε από τα εργαστήρια NHK Science & Technical Research. Όπως καταδεικνύει το όνομά του χρησιμοποιεί 24 μεγάφωνα. Αυτά διατάσσονται σε τρία επίπεδα: Ένα μεσαίο επίπεδο με 10 μεγάφωνα, ένα ανώτερο επίπεδο με εννιά μεγάφωνα και ένα χαμηλότερο επίπεδο με τρία μεγάφωνα και δύο subwoofers.

Το σύστημα επιδείχθηκε στην Expo 2005 στην Ιαπωνία, το 2006 στο Las Vegas και το 2008 στο Amsterdam της Ολλανδίας.

Το Πείραμα



B. ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

1. Επιλογή Μεθόδου

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε και περιγράφεται παρακάτω, δε βασίζεται στις υπάρχουσες τεχνικές surround ηχογράφησης που περιγράφονται στο θεωρητικό μέρος αυτής της εργασίας.

Αυτό έγινε γιατί αφ' ενός μεν δεν υπήρχαν τα μέσα για να πραγματοποιηθεί μια τέτοια ηχογράφηση, αφ' εταίρου αποφασίστηκε ο προσανατολισμός της πτυχιακής εργασίας να είναι κυρίως ερευνητικός.

Έτσι, χρησιμοποιήθηκε μια πρωτότυπη μέθοδος, που βασίζεται στην τεχνική στερεοφωνικής ηχογράφησης MS (Mid – Side) που περιγράφεται στην § 2.4 (σελ. 4) του θεωρητικού μέρους της παρούσας πτυχιακής.

2. Στόχος

Με τα παρακάτω πειράματα, και βασισμένοι στην binaural αντίληψη του ανθρώπου, προσπαθήσαμε με την πολύτιμη καθοδήγηση του κ. Νίκου Διονυσόπουλου, να δημιουργήσουμε ένα σύστημα μικροφώνων για τρισδιάστατη ηχογράφηση μουσικής, το οποίο κατά την αναπαραγωγή του από την κατάλληλη διάταξη μεγαφώνων θα είναι τόσο πιστικό όσο και η ακουστική αντίληψη του ανθρώπου. Δηλαδή ο ακροατής θα πάρει όσο το δυνατόν περισσότερα από τα στοιχεία, τις ηχητικές πληροφορίες και τα δεδομένα που θα λάμβανε, αν πραγματικά ήταν παρών στο χώρο δράσης και δημιουργίας του γεγονότος. Επίσης προσπαθήσαμε να πετύχουμε την ομοιογένεια του ηχητικού πεδίου, τηρώντας συγχρόνως τους κανόνες μιας ηχογράφησης «υψηλής ποιότητας»

3. Στοιχεία του πειράματος - Υλικά

Για την υλοποίηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν για την καταγραφή τρία μικρόφωνα, ένας φορητός οκτακάναλος ψηφιακός εγγραφέας, μία ειδική βάση στήριξης μικροφώνων, ένας χώρος με ηχητικό ενδιαφέρον, πέντε μουσικοί και πέντε ακουστικά όργανα.

(α). Μικρόφωνα :

Χρησιμοποιήθηκαν :

- Ένα μικρόφωνο καρδιοειδούς πολικού διαγράμματος της εταιρίας Briel που φέρει την ονομασία μοντέλου 4011 τοποθετημένο με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτει το μπροστινό μέρος της διάταξης.
- Ακριβώς από πάνω του σημειακά στημένο ένα Figure of 8 της εταιρίας Neumann μοντέλο KM88i καλύπτει το αριστερό και δεξιό μέρος της διάταξης.
- Τέλος, δίπλα και κοιτώντας αντίθετα από τα υπόλοιπα ένα ακόμη μικρόφωνο καρδιοειδούς πολικού διαγράμματος της Briel ίδιας σειράς, μοντέλο 4023, το οποίο καλείται να ολοκληρώσει το ολόγραμμα της Binaural αντίληψης καλύπτοντας και την πίσω μεριά της διάταξης.

Στις παρακάτω φωτογραφίες φαίνεται πώς διατάχθηκαν τα μικρόφωνα για την ηχογράφιση, και τα μικρόφωνα ξεχωριστά.



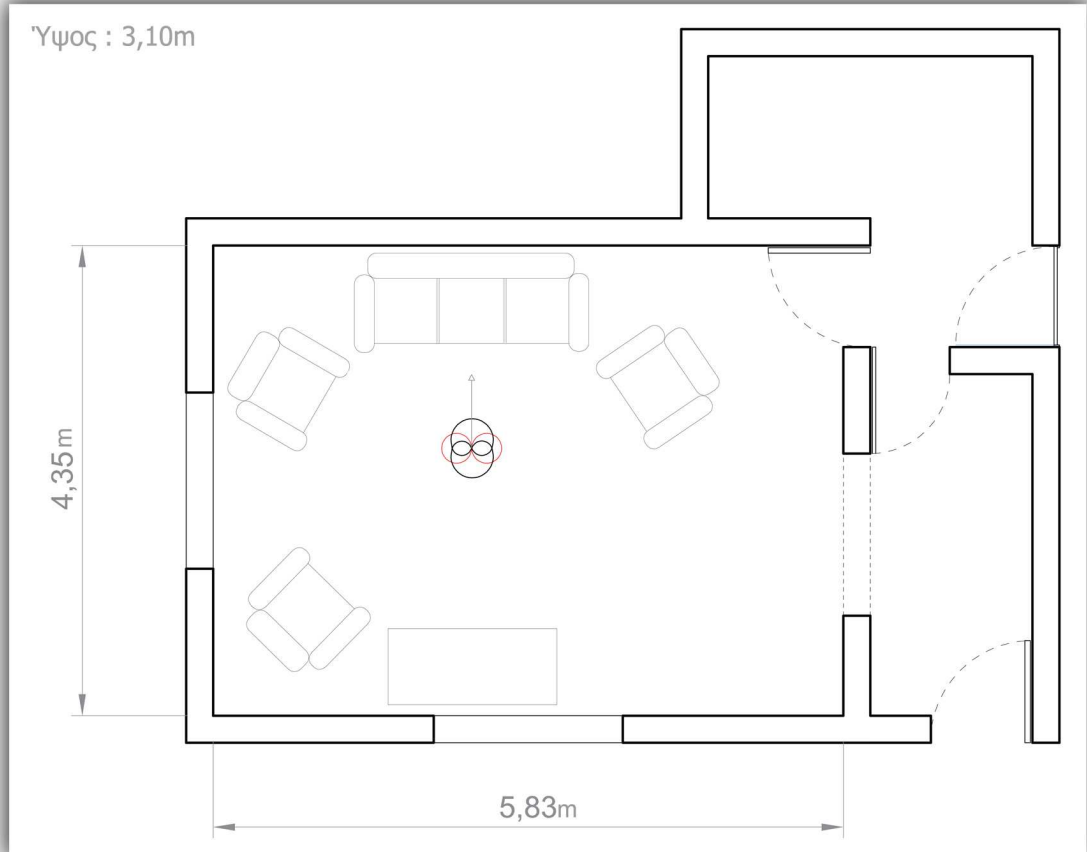
(β). Ο εγγραφέας :

Χρησιμοποιήθηκε ένας οκτακάναλος εγγραφέας της εταιρίας Sound Devices μοντέλο 788T (βλέπε φωτογραφία), για να καταγράψει οποιοδήποτε ηχητικό δρώμενο εκτελεστεί μέσα στην εμβέλεια των πολικών διαγραμμάτων των παραπάνω μικροφώνων .



(γ). Ο χώρος :

Τοποθετήσαμε όλα τα παραπάνω σε ένα χώρο διαστάσεων 5,83m x 4,35m x 3,10m , όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:.



Η επιλογή του συγκεκριμένου χώρου, έγινε λόγω του ηχητικού ενδιαφέροντος που παρουσίαζαν τα ακουστικά όργανα όταν έπαιζαν μέσα σ' αυτόν δίνοντας μια αίσθηση φυσικού βάθους (Reverb).

Έγιναν πάνω από επτά ηχογραφήσεις διαφορετικού ηχητικού περιεχομένου. Τελικά από αυτές, κρατήθηκαν οι τέσσερις, οι οποίες παρουσίαζαν και το μεγαλύτερο ενδιαφέρον και αποτελούν μέρος αυτής της πτυχιακής εργασίας.

4. Περιγραφή των πειραμάτων

4.1 Take 1:

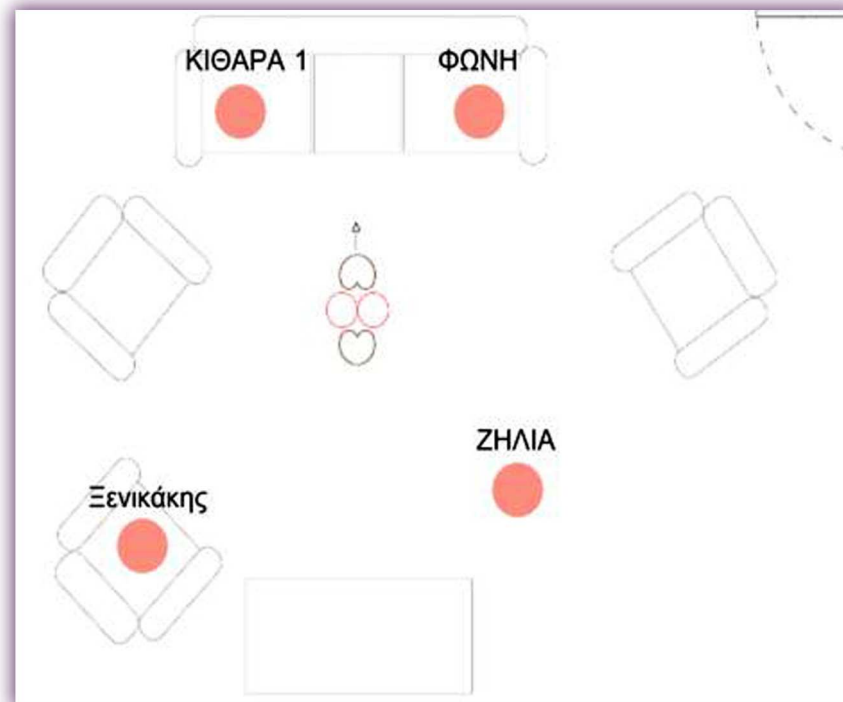


Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για τη συγκεκριμένη ηχογράφιση είναι τα παρακάτω :

- A) 2 Ακουστικές Κιθάρες (Left , Right)
- B) Ζήλια (Rear , κίνηση)
- Γ) Ομιλίες (LS "πίσω αριστερά")

Διάταξη: Οι δύο ακουστικές κιθάρες, παίζουν ακίνητες μπροστά από την διάταξη Αριστερά (L) και Δεξιά (R) αντίστοιχα , ενώ κάποια χρονική στιγμή παίζουν τα Ζήλια αλλάζοντας θέση στο πίσω μέρος. Επίσης ακούγονται και κάποιες ομιλίες οι οποίες βρίσκονται στο πίσω αριστερό μέρος της διάταξης.

4.2 Take 2:

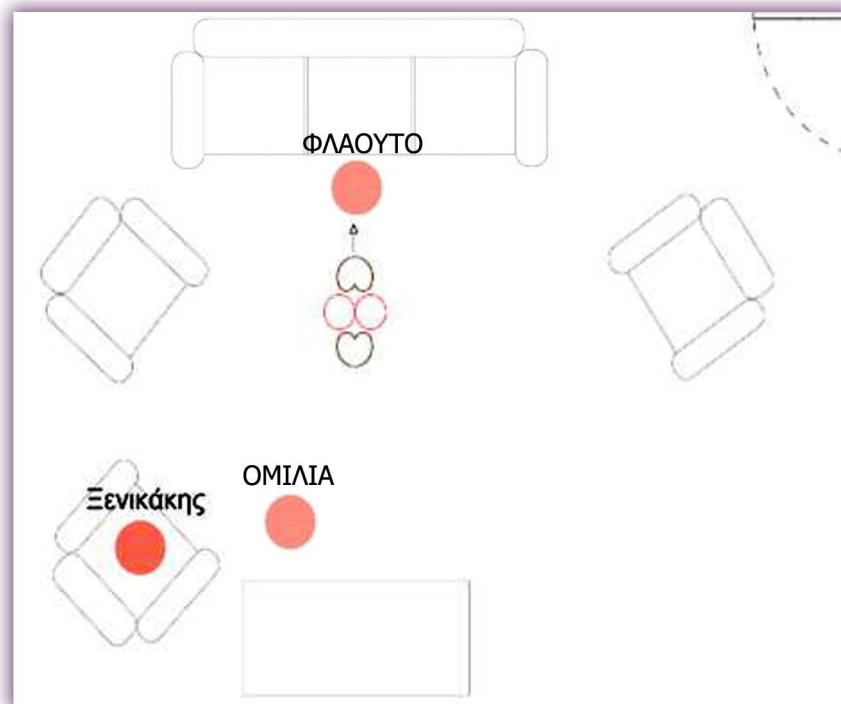


Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για την συγκεκριμένη ηχογράφιση είναι τα παρακάτω :

- A) Ακουστική Κιθάρα (Left)
- B) Φωνή (Right , κίνηση)
- Γ) Μπεντίρ (κίνηση)
- Δ) Ζήλια (Rear , κίνηση)
- Ε) Ομιλίες (LS "πίσω αριστερά")

Διάταξη: Η ακουστική κιθάρα παίζει ακίνητη μπροστά Αριστερά (L) από την διάταξη, ενώ Δεξιά (R) ξεκινάει η φωνή, η οποία κατά την διάρκεια της ηχογράφησης, αλλάζει θέσεις κυκλικά. Κατόπιν σταματάει η φωνή και την θέση της παίρνει ένα Μπεντίρ το οποίο ακολουθεί αντίστοιχη κίνηση. Στο πίσω μέρος παίζουν τα Ζήλια με μικρές μεταβολές όσον αφορά στη θέση τους, ενώ κάποιες ομιλίες ακούγονται στο πίσω αριστερό μέρος.

4.3 Take 3:



Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για την συγκεκριμένη ηχογράφιση είναι τα παρακάτω :

- A) Φλάουτο
- B) Ομιλίες (LS "πίσω αριστερά")

Διάταξη: Σ' αυτήν την ηχογράφιση τον πρωταγωνιστικό ρόλο παίζει το φλάουτο το οποίο κινείται περιστροφικά γύρω από την διάταξη των μικροφώνων, αναπαράγοντας μια μελωδία. Συγχρόνως, κάποιες ομιλίες και θόρυβοι ακούγονται στο πίσω αριστερό μέρος.

4.4 Take 4:



Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για την συγκεκριμένη ηχογράφιση είναι τα παρακάτω :

- A) Τζουράς
- B) 5 Ανθρώπινες Φωνές

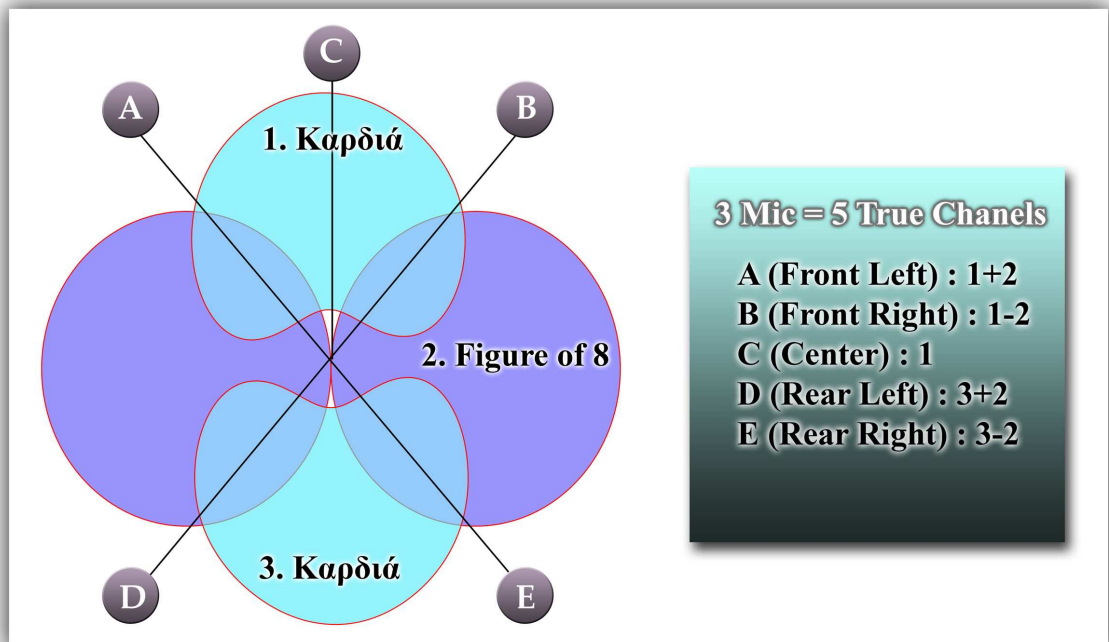
Διάταξη: Σ` αυτήν την ηχογράφιση σκοπός μας ήταν να ηχογραφήσουμε πέντε διαφορετικές πηγές σε πέντε διαφορετικές θέσεις στοιχισμένες κυκλικά γύρω από την διάταξη των μικροφώνων .

Ο τζουράς που τοποθετήθηκε εμπρός και δεξιά από τα μικρόφωνα, παίζει μια μελωδία, ενώ οι υπόλοιποι που συμμετέχουν, απλά μιλάνε όλοι μαζί . Το αποτέλεσμα αυτής της ηχογράφησης είναι η αίσθηση της περικύκλωσης του ακροατή.

5. Μίξη για αναπαραγωγή Surround

Αφού καταγράψαμε τις παραπάνω ηχογραφήσεις χρειάστηκε σημαντική δουλειά στον τομέα της μίξης για να επιτύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα κατά την αναπαραγωγή 5.1 Surround .

Σε αυτό το σημείο πρέπει να γίνει μια διευκρίνιση. Με την ηχογράφηση από τρία μικρόφωνα έχουμε τρία μονοφωνικά σήματα. Από τα τρία αυτά μονοφωνικά σήματα λόγω των συγκεκριμένων πολικών διαγραμμάτων μπορούμε να πάρουμε πέντε True channels (Πραγματικά κανάλια).



Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται αναλυτικά πώς από τρία μονοφωνικά σήματα βγαίνουν πέντε True κανάλια .

Η ικανότητα του figure of 8 να λαμβάνει από δυο διαφορετικές πλευρές το ίδιο ποσοστό σήματος, είναι το κλειδί για την συγκεκριμένη “εξίσωση”. Όλα τα άλλα είναι θέμα σωστής εξισορρόπησης της στάθμης έντασης μεταξύ των καναλιών.

Συνδυάζοντας το σήμα του κεντρικού μικροφώνου (Center), δύο φορές με αυτό του μικροφώνου Figure of 8 (μία με το κανονικό και τη

δεύτερη φορά με ανεστραμμένη φάση), δημιουργούμε τα κανάλια L και R. Παρομοίως χρησιμοποιώντας το πίσω (Rear) μικρόφωνο αντί για το κεντρικό (Center), δημιουργούμε τα κανάλια LS (left surround) και RS (right surround).

5.1 Πιο αναλυτικά :

Για τη μίξη χρησιμοποιήθηκε το παρακάτω σύστημα:

- Πρόγραμμα επεξεργασίας: Samplitude Pro 10
- Κάρτα ήχου: Tascam FW-1884
- Ηχεία αυτοεπισχυόμενα: 5 ηχεία M-Audio DSM1, και Subwoofer M-Audio BX10s

Έχουμε τρία αρχικά κανάλια από τις ηχογραφήσεις μας.

- Channel 1: Center (καρδιά , Bruel 4011)
- Channel 2: Figure of 8 (Neumann KM88i)
- Channel 3: Rear (καρδιά , Bruel 4023)

Δημιουργήσαμε ένα καινούργιο Project στο πρόγραμμα επεξεργασίας με βάση το πρότυπο Surround 5.1. Συνδέσαμε τις εξόδους της κάρτας ήχου με τα ηχεία όπως παρακάτω:

- Έξοδος 1 στο ηχείο L,
- Έξοδος 2 στο ηχείο R,
- Έξοδος 3 στο ηχείο Center (C),
- Έξοδος 4 στο ηχείο Subwoofer (LFE),
- Έξοδος 5 στο ηχείο LS, Έξοδος 6 στο ηχείο RS,

5.2 Για να δημιουργήσουμε το ηχητικό σήμα που θα εκπέμπει το Αριστερό ηχείο μας (L)

Αποτελείται από 2 κανάλια στα οποία ρυθμίσαμε το Surround Pan τους να βρίσκεται στη θέση L και τις στάθμες αντίστοιχα :

- Channel 1: Center (0,0dB)
- Channel 2: Figure of 8 (-6,5dB)

5.3 Για να δημιουργήσουμε το ηχητικό σήμα που θα εκπέμπει το Δεξιό ηχείο μας (R)

Αποτελείται από 2 κανάλια στα οποία ρυθμίσαμε το Surround Pan τους να βρίσκεται στη θέση R και τις στάθμες αντίστοιχα :

- Channel 1: Center (0,0dB)
- Channel 2: Figure of 8 (-6,5dB) Με ανεστραμμένη Φάση

5.4 Για να δημιουργήσουμε το ηχητικό σήμα που θα εκπέμπει το Κεντρικό ηχείο μας (C)

Αποτελείται από 1 κανάλι :

Channel 1: Center (6,0dB)

5.5 Για να δημιουργήσουμε το ηχητικό σήμα που θα εκπέμπει το Πίσω Δεξιό ηχείο μας (RS)

Αποτελείται από 2 κανάλια στα οποία ρυθμίσαμε το Surround Pan τους να βρίσκεται στη θέση RS και τις στάθμες αντίστοιχα :

- Channel 1: Rear (-7,1dB)
- Channel 2: Figure of 8 (-19,8dB) Με ανεστραμμένη Φάση

5.6 Για να δημιουργήσουμε το ηχητικό σήμα που θα εκπέμπει το Πίσω Αριστερό ηχείο μας (LS)

Αποτελείται από 2 κανάλια στα οποία ρυθμίσαμε το Surround Pan τους να βρίσκεται στη θέση LS και τις στάθμες αντίστοιχα :

- Channel 1: Rear (-7,1dB)
- Channel 2: Figure of 8 (-19,8dB)

5.7 Για να δημιουργήσουμε το ηχητικό σήμα που θα εκπέμπει το SubWoofερ ηχείο μας (LFE)

Στα πειράματα αυτά, λόγω του περιεχομένου (λίγες σχετικά πολύ χαμηλές συχνότητες) και του χώρου (μικρές διαστάσεις και αρκετά ζωντανός), το κεντρικό μπροστινό μικρόφωνο αποδίδει πλήρως το σύνολο του ήχου. Έτσι, για το LFE, χρησιμοποιήθηκε αυτούσιο το κεντρικό κανάλι (C), μόνο που στην έξοδο του καναλιού συνδέσαμε ένα EQ Low pass στα 100 Hz. Σε άλλες περιπτώσεις, θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε και τα άλλα μικρόφωνα (πάντα με ένα EQ Low pass στα 100 Hz).

Επισημάνσεις :

1. Όπως αναφέραμε και παραπάνω, σε όλα τα συστήματα αναπαραγωγής / μίξης Surround, είναι καθοριστική η θέση ακρόασης. Κατά την παραπάνω μίξη, η θέση ακρόασης ήταν σε ίσες αποστάσεις από τα 5 ηχεία. (1,5m)
2. Εάν αυξήσουμε ή μειώσουμε τη στάθμη του καναλιού που περιέχει το σήμα του Figure of 8 (σε σχέση με τη στάθμη του Center), τότε μεγαλώνουμε ή μικραίνουμε τη στερεοφωνική εικόνα των μπροστινών ηχείων (L,R). Το ίδιο ισχύει και για τα πίσω ηχεία αντίστοιχα. Όπως έδειξαν τα πειράματα, το σύστημα και ο τρόπος εγγραφής που χρησιμοποιήθηκε, προσφέρουν μεγάλη ευελιξία και έλεγχο στο αποτέλεσμα.
3. Χρησιμοποιώντας τις αρχικές ηχογραφήσεις, σε οποιοδήποτε πρόγραμμα επεξεργασίας ήχου με δυνατότητα και εξοπλισμό Surround, και ακολουθώντας τις παραπάνω οδηγίες, μπορούμε να πειραματιστούμε κάνοντας διαφορετικές μίξεις

Σημειώσεις :

1. Ο εξοπλισμός για την ηχογράφηση των πειραμάτων, παραχωρήθηκε από τον κ. Νίκο Διονυσόπουλο,
2. Ο εξοπλισμός και το στούντιο για τη μίξη των πειραμάτων, παραχωρήθηκαν από την εταιρία ELINA ABEE.
3. Στο πείραμα Take 1, το μουσικό θέμα είναι σύνθεση του κ. Πέτρου Δουρδουμπάκη.
4. Στο πείραμα Take 2, το μουσικό θέμα είναι σύνθεση του κ. Σπύρου Χατζηνικολάου.
5. Στα υπόλοιπα πειράματα, τα μουσικά θέματα είναι αυτοσχεδιασμοί.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[1] BARTLETT, B. (1999):. *Stereo Microphone Techniques*, Cassette House.

Available:

<http://www.tape.com/Bartlett_Articlew/stereo_microphone_tecniques.html>

[2] Δώδης Δ. (2001): «*Ηχοληψία – Η Δημιουργία με τη Σύγχρονη Τεχνολογία*»

3η έκδοση, Αθήνα εκδόσεις «ΙΩΝ».

[3] HUBER D. M, WILLIAMS P. (1998): «*Professional Microphone Techniques*».

Vallejo, CA: MixBooks.

[4] MALHAM, D.G (1998): *Spatial Hearing Mechanisms and Sound Reproduction*.

Music Technology Group, University of York, England.

[5] NYNAD M., BRIXEN E.D, STOVE M. (2003): *Miking with DPA microphones –*

A workshop in Surround Miking. DPA Microphones workshop on mic techniques for multichannel audio. AES 24th International Conference in Banff, Canada. Available:

<http://www.Dpamicrophones.com/Images/DM01488.pdf>

[6] ROBJOHNS H. (1997, February) : «*Stereo Microphones Techniques Explained*

Part 1. Sound on Sound». Available:

<http://www.soundonsound.com/sos/1997_articlew/feb97/steromiking.html>

[7] ROBJOHNS H. (1997, March) : «*Stereo Microphones Techniques Explained*

Part 2I. Sound on Sound». Available:

<http://www.soundonsound.com/sos/1997_articlew/mar97/steromictechs2.html>

- [8] RUMSEY F., McCORMICK T. (2002): «*Sound and recording: An Introduction*»
Foyrth Edition, Focal Press.
- [9] MALHAM, D.G (1999, 7-8th June, Updated 2000, 4th May).*Homogeneous and nonhomogeno Surround Systems. Paper presented at AES UK «Second Century of Audio» Conference, London, England. Available:*
http://www.york.ac.yk/inst/mustech/3d_audio/homogeneous.htm
- [10] BURMAJSTER C. (2000 September). *Microphone techniques for 5.1 Surround Sound. Audio Media Magazine. Innocent Ear Limited. Available:*
<http://homepage.ntlworld.com/chris.burmajster/5.1%20mic%20techniques.htm>
- [11] GLASGAL R. *Realism in Music Reproduction, Part I. Web site at:*
<http://www.ambiophonics.org/realism1.htm>
- [12] *Optimized Cardioid Triangle. SCHOEPS Microphone. Web site at:*
<http://www.schoeps.de/PDFs/oct-e.pdf>
- [13] THEILE G, WITTEK H, REISINGER M. *Potential Wavefield Synthesis Applications In The Multichannel Stereophonic World. AES 24th International Conference on Multichannel Audio. Available:*
http://www.irt.de/wittek/hauptmikrofon/Banff_WFS_Theile_et_al.pdf
- [14] *H2 – PRO Surround Sound Microphone User Guide. (2004). HOLOPHONE,*
Rising Sun Productions Limited, Toronto, Ontario, Canada. Available:
http://www.holophone.com/images/holophone_guide.pdf