



**Α.Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ - ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΡΕΘΥΜΝΟΥ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ**

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**« Τεχνικές Stereo Ηχογράφησης μεγάλου μουσικού  
συνόλου σε κλειστό χώρο »**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΦΙΤΣΑΝΑΚΗΣ ΜΙΝΩΣ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ : ΛΙΑΝΔΡΑΚΗΣ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ , ΜΑΜΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ**

# **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ**

## **ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΦΙΛΑΡΜΟΝΙΚΗΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ**

### **ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

#### **Κεφάλαιο 1**     **ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ**

- 1.1 ΗΧΟΣ.....σελ. 6
- 1.2 ΚΥΜΑΤΑ – ΗΧΟΣ.....σελ. 7
- 1.3 ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ - ΠΕΡΙΟΔΟΣ - ΜΗΚΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ.....σελ. 9
- 1.4 Η ΦΑΣΗ ΤΟΥ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ.....σελ. 11

#### **Κεφάλαιο 2**     **db ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ**

- 2.1 ΤΟ db ΣΤΗΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ.....σελ. 11
- 2.2 ΚΥΜΑΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΗΧΟΥ.....σελ. 13
- 2.3 Ο ΗΧΟΣ ΣΑΝ ΣΗΜΑ.....σελ. 15

#### **Κεφάλαιο 3**     **ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΧΩΡΩΝ**

- 3.1 STUDIO MONITORING.....σελ. 17
- 3.2 ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΧΟΣ – ΠΡΩΤΕΣ ΑΝΑΚΛΑΣΕΙΣ ΑΝΤΗΧΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ..σελ.18

3.3	<i>ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΗΧΗΣΗΣ (REVERBERATION TIME-RT60)</i> .....σελ.22
3.4	<i>ΤΑ ΣΤΑΣΙΜΑ ΚΥΜΑΤΑ</i> .....σελ.24
3.5	<i>ΣΧΟΛΙΑ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΙΚΡΑ – ΜΕΓΑΛΑ ΔΩΜΑΤΙΑ</i> .....σελ. 26

## **Κεφάλαιο 4      ΣΤΕΡΕΟΦΩΝΙΑ**

4.1	<i>ΜΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΣΤΕΡΕΟΦΩΝΙΑ</i> .....σελ. 27
4.2	<i>STEREO ΤΕΧΝΙΚΕΣ MICS</i> .....σελ. 28

## **Κεφάλαιο 5      ΜΙΞΗ**

5.1	<i>ΠΕΡΙ ΜΙΞΗΣ</i> .....σελ. 41
-----	--------------------------------

## **ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

6.1	<i>ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</i> .....σελ. 43
6.2	<i>HARDWARES ΗΧΟΓΡΑΦΗΣΗΣ</i> .....σελ. 47
6.3	<i>ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ RT60 ΧΩΡΟΥ</i> .....σελ. 56
6.4	<i>ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΜΙΞΗΣ ΚΑΙ ΑΚΡΟΑΣΗΣ</i> ...σελ. 58
6.5	<i>ΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</i> .....σελ. 63

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ

Το θέμα της πτυχιακής μας εργασίας προτάθηκε από εμάς στον κ. Φιτσανακη γιατί δεν έχει παρουσιασθεί κάτι παρόμοιο μέχρι σήμερα στο τμήμα μας αφενός, και αφετέρου μας δίνει την ευκαιρία να χρησιμοποιήσουμε όλες τις εξειδικευμένες γνώσεις που αποκτήσαμε κατά την τετραετή φοίτησή μας στη σχολή μας, που αφορούν σφαιρικά τα θέματα του ήχου. Για την υλοποίηση της εργασίας αναλάβαμε με **επαγγελματισμό** όλα τα παρακάτω, κάτω από πραγματικές συνθήκες ηχογράφησης και συναυλίας, με όλα τα προβλήματα και τις αντικειμενικές δυσκολίες που παρουσιάζονται, την ηχογράφιση μουσικού συνόλου στον κλειστό χώρο, εκεί όπου κάνει πρόβες η Φιλαρμονική μπάντα του Δήμου Ηρακλείου.

Ειδικότερα αυτή η πτυχιακή εργασία έχει σκοπό να υλοποιήσει τις τεχνικές stereo μικροφώνων σε μια μεγάλη μουσική μπάντα, που στην περίπτωση μας είναι η Φιλαρμονική του Δήμου Ηρακλείου. Για τεχνικούς λόγους όπως καταλαβαίνετε δεν έχουμε στις διάθεση μας τόσα μικρόφωνα ώστε να χρησιμοποιήσουμε ένα μικρόφωνο ανά ομάδα οργάνων οπότε χρησιμοποιούμε διάφορες stereo τεχνικές μικροφώνων και παίρνουμε το σύνολο της μπάντας. Ίσως είναι καλύτερα έτσι για να γνωρίσουμε πως με 2 μικρόφωνα για παράδειγμα μπορούμε να έχουμε το σύνολο μιας μπάντας αλλά ταυτόχρονα να ηχογραφούμε και το χώρο (τον επιθυμητό) στο οποίο βρίσκεται η μπάντα.

*Ας ευχαριστήσουμε εδώ κάποιους ανθρώπους που βοήθησαν για να γίνει πράξη αυτή η πτυχιακή εργασία και πρώτα – πρώτα τον κ. Φιτσανακη, τον κ. Αντωνάκη (καλλιτεχνικό διευθυντή του Δήμου Ηρακλείου), τον μαέστρο της Φιλαρμονικής κ. Τζωρτζάκη Ι. και Τζωρτζάκη Α., όλους τους μουσικούς για την υπομονή και την ευχάριστη διάθεση τους σ όλη την διάρκεια των ηχογράφησης. Επίσης τις εταιρίες συναυλιών(P.A.) ARIA, SPACE SOUND, και PROSOUND. Ας ευχαριστήσουμε τέλος όλους όσους βοήθησαν ώστε να βγει αυτό το αποτέλεσμα.*

## ΦΙΛΑΡΜΟΝΙΚΗ ΔΗΜΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ (ΙΣΤΟΡΙΚΟ)

Ο όρος *φιλαρμονική* στην Ελλάδα συνδέεται με την εμφάνιση των πρώτων στρατιωτικών πνευστών και κρουστών οργάνων, τόσο κατά τη διάρκεια του επαναστατικού αγώνα όσο και αμέσως μετά την απελευθέρωση, οι οποίες ιδρύθηκαν πρωτίστως για στρατιωτική χρήση και δευτερευόντως για τις ανάγκες της κοινωνικής ζωής των πόλεων. Σε πολλά αστικά κέντρα (Αθήνα, Ναύπλιο, Χαλκίδα, Άργος, Μεσολόγγι, Πάτρα κλπ) στρατιωτικές μπάντες εξυπηρετούσαν τις ανάγκες του Στρατού σε μουσική, κάνοντας παράλληλα και δημόσιες εμφανίσεις για την ψυχαγωγία των δημοτών. Από το 1978 και τις επόμενες δεκαετίες ιδρύονται στις μεγαλύτερες ελληνικές πόλεις μουσικά σωματεία, η δράση των οποίων συνετέλεσε μεταξύ άλλων και στη διάδοση του Λυρικού Θεάτρου.

Επίσης, οι τοπικές Φιλαρμονικές πολλές φορές συνέβαλαν στην πραγματοποίηση παραστάσεων όπερας συμπληρώνοντας τις ελλείψεις σε έμπυχο δυναμικό αυτών.

*Η δημοτική Φιλαρμονική του Ηρακλείου* ήταν συνδεδεμένη αρχικά με τους φιλοπρόοδους πολιτισμικούς συλλόγους του τόπου. Η πρώτη προσπάθεια δημιουργίας φιλαρμονικής στο Ηράκλειο έγινε το 1850 από τον **Φιλεκπαιδευτικό Σύλλογο Ηρακλείου** με πρόεδρο τον γιατρό Ιωσήφ Χατζηδάκη και αρχιμουσικό του Ελληνικού Στρατού Ξαβέριο Άρτζιους. Το 1948 η Δημοτική Αρχή με δήμαρχο τον *Γεώργιο Γεωργιάδη* αποφάσισε την αναδιοργάνωση της Φιλαρμονικής την οποία ανέλαβε ο Αρχιμουσικός και Σολίστ καθηγητής βιολιού *Μηνάς Τζωρτζάκης* ο οποίος δημιούργησε ικανούς και άρτια εκπαιδευμένους μουσικούς για την επάνδρωση της Φιλαρμονικής. Το 1968 ο Αρχιμουσικός *Γιάννης Τζωρτζάκης* δημιούργησε τη σχολή Φιλαρμονικής στο Δήμο Ηρακλείου. Η σχολή αυτή με τον διπλό της προορισμό, την δωρεάν μουσική μόρφωση των δημοτών αλλά και την δημιουργία άρτια εκπαιδευμένων μουσικών στα πνευστά και στα κρουστά, αποτέλεσε τον κυριότερο παράγοντα στην ανοδική καλλιτεχνική πορεία της *Δημοτικής Φιλαρμονικής*.

Ο νέος διευθυντής της *Δημοτικής Φιλαρμονικής Λεωνίδας Τζωρτζάκης*, ο οποίος τίμησε τη γενέτειρα του πετυχαίνοντας σημαντικές διακρίσεις στο Πανεπιστήμιο *Salford University του Manchester* και το Conservatory Tchaikovsky της Μόσχας, καθιέρωσε καλλιτεχνικές ανταλλαγές με ξένους και Έλληνες καλλιτέχνες. Ενδεικτικά αναφέρουμε μερικές δραστηριότητες όπως η συνεργασία με την **Brass Band** και **Big Band** ορχήστρα του *Salford University*, η συμμετοχή της Φιλαρμονικής Ηρακλείου στις πολιτιστικές εκδηλώσεις για την εκατονταετηρίδα των *Ολυμπιακών αγώνων* στο Καλλιμάρμαρο στάδιο των Αθηνών, η συμμετοχή στο δεκαήμερο πολιτιστικών εκδηλώσεων της πόλης της Μόσχας όπου η Φιλαρμονική έδωσε τρεις συναυλίες και συμμετείχε στην παρέλαση μαζί με άλλες 14 Φιλαρμονικές από την Ευρώπη και την Αμερική και άλλες πολλές συμμετοχές.

Σήμερα τα μέλη της Φιλαρμονικής του Δήμου Ηρακλείου σε πλήρη σύνθεση ανέρχονται σε 60 μουσικούς όπου με την σύνθεση αυτή, η Φιλαρμονική μπορεί να ανταποκριθεί και στις πιο μεγάλες καλλιτεχνικές απαιτήσεις. Άλλωστε αυτό μπορεί να φανεί και από τις συνεχείς προσκλήσεις για συμμετοχή σε εορταστικές εκδηλώσεις όχι μόνο εντός των ορίων του νομού του Ηρακλείου αλλά και σε άλλους δήμους της χώρας.

## **ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

### **1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ - ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

#### **1.1 ΗΧΟΣ**

Ο *ήχος* είναι μέρος του φυσικού περιβάλλοντος του ανθρώπου. Πρώτα απ' όλα είναι ένα φαινόμενο, μια αίσθηση, ένα ακατέργαστο υλικό που παράγεται από την αίσθηση της ακοής: είναι το κλάμα, η φωνή, μια λέξη, κατά συνέπεια η ομιλία, μια άλλη μορφή επικοινωνίας και έκφρασης, είναι και ο θόρυβος.

Από την καθημερινή μας εμπειρία η αίσθηση της ακοής μας οδηγεί στο ότι:

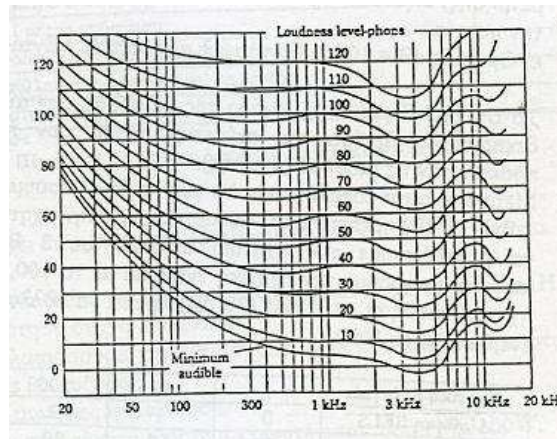
α) Ο *ήχος* εκλαμβάνεται σαν μια ταλαντωτική κίνηση ενός δονούμενου συστήματος (μια κυματική διαταραχή του αέρα ή άλλου δονούμενου ελαστικού μέσου).

β) Ο *ήχος* δεν είναι άμεσο και ταυτόχρονο φαινόμενο στο χώρο. Για παράδειγμα, δυο άνθρωποι που στέκονται σε διαφορετικά μέρη ενώ βλέπουν το ίδιο φως ενός κεραυνού, δεν ακούν την ίδια βροντή.

γ) Όταν η απόσταση που καλύπτεται κατά το ταξίδι του ήχου είναι μεγαλύτερη από 20m με 30 m, ο χρόνος διάδοσης είναι αντιληπτός σαν το φαινόμενο της αντήχησης (echo). Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου είναι σχετικά μικρή. Κάθε μέτρο ο ήχος ταξιδεύει 17 msec περίπου.

Για το ανθρώπινο αυτί είναι γνωστό ότι το εύρος ακουστού συχνοτικά πεδίου κυμαίνεται από 20hz – 20 khz. Σ αυτό όμως το ανθρώπινο ακουστικό εύρος δεν ακούμε γραμμικά αλλά λογαριθμικά. Έτσι το ανθρώπινο αυτί έχει μεγαλύτερη ευαισθησία περίπου στους 4000 κύκλους / sec που ακούει και πιο δυνατά λόγω

της θέσης και της γωνίας που σχηματίζουν τα αυτιά μας μεταξύ τους. Και αυτό είναι που εκμεταλλεύονται αυτοί που φτιάχνουν τον ήχο σε διάφορα μαγαζιά, έτσι ώστε να παίζουν χαμηλότερα προστατεύοντας τους ενισχυτές, και δίνοντας ενίσχυση σε συχνότητες που το ανθρώπινο αυτί ακούει πιο δυνατά, εμείς “νομίζουμε” ότι παίζει δυνατά. Έτσι και αλλιώς το ανθρώπινο αυτί από 4 kHz και πάνω αρχίζει να αντιλαμβάνεται καλύτερα την κατεύθυνση του ήχου. Ας δούμε την παρακάτω καμπύλη απόκρισης του αυτιού για να καταλάβουμε καλύτερα



Σχήμα : καμπύλες ίσης ακουστότητας

## 1.2 ΚΥΜΑΤΑ - ΗΧΟΣ

Μία κίνηση λέγεται *περιοδική*, όταν επαναλαμβάνεται κατά τον ίδιο τρόπο σε ίσα χρονικά διαστήματα όπως ο ήχος.

*Ταλάντωση*, είναι η περιοδική κίνηση που γίνεται παλινδρομικά γύρω από τη θέση ισορροπίας.

*Απλή αρμονική ταλάντωση*, είναι η γραμμική ταλάντωση στην οποία η απομάκρυνση του σώματος από τη θέση ισορροπίας είναι αρμονική συνάρτηση του χρόνου.

Μαθηματικά η απλή αρμονική ταλάντωση περιγράφεται με τη σχέση :

$$X = x_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

Όπου :  $x_0$  = είναι η θέση ισορροπίας

$X$  = η απομάκρυνση

$\omega$  = η γωνιακή ταχύτητα

$t$  = ο χρόνος

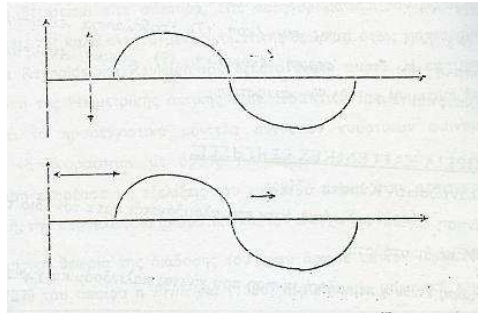
$\varphi$  = η φάση

Τα κύματα είναι απλές αρμονικές ταλαντώσεις οι οποίες διαδίδονται στον χώρο.

Υπάρχουν δυο ειδών κύματα : τα εγκάρσια και τα διαμήκη.

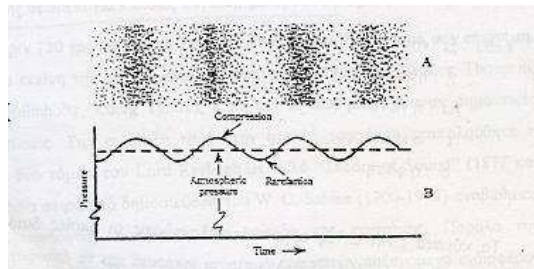
Στα εγκάρσια η διάδοση του κύματος γίνεται κάθετα προς τη διεύθυνση δόνησης της πηγής (π.χ. ηλεκτρομαγνητικά κύματα) .

Στα διαμήκη κύματα η διάδοση κύματος γίνεται κατά μήκος της διεύθυνσης δόνησης (π.χ. το μεγάφωνο πάλλεται κατά μήκος του άξονα του και ο ήχος διαδίδεται σ αυτήν την διεύθυνση) . Τα ηχητικά κύματα είναι διαμήκη κύματα και χρειάζονται ένα ελαστικό μέσο ( υγρά , στερεά , αέρια) για να διαδοθούν .



Σχήμα : Εγκάρσια και διαμήκη κύματα

Στον αέρα ένα στιγμιότυπο του κύματος θα αποτελείται από πυκνώματα και αραιώματα στα μόρια του αέρα. Ο ήχος ή η ακουστική δόνηση λοιπόν είναι μια κίνηση σωματιδίων γύρω από μια θέση ισορροπίας σε ένα ελαστικό μέσο ( για τον αέρα η θέση ισορροπίας είναι η ατμοσφαιρική πίεση ίση με 1 atm.

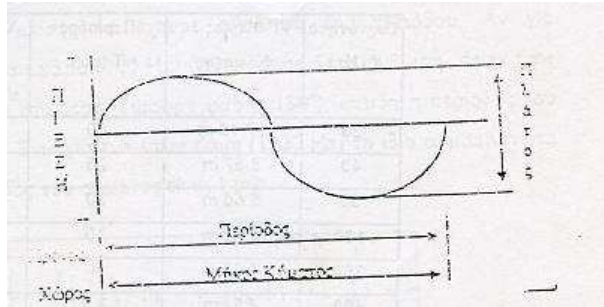


Σχήμα : Πυκνώματα και αραιώματα του αέρα



### 1.3 ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ - ΠΕΡΙΟΔΟΣ - ΜΗΚΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ

Σε ένα ακουστικό κύμα αυτό που μεταβάλλεται περιοδικά είναι η πίεση του αέρα. Στο παρακάτω σχήμα παριστάνεται ένα ακουστικό κύμα .



Σχήμα : ακουστικό κύμα (περίοδος ημιτονοειδούς κύματος στον αέρα)

Η *συχνότητα*  $f$  ορίζεται σαν ο αριθμός των κύκλων (συμπιέσεων και αραιώσεων της πίεσης του αέρα) ανά μονάδα χρόνου . Η συχνότητα σαν μονάδα αναφέρεται σαν κύκλοι / sec ή hertz .

*Περίοδος* ( $T$ ) είναι το ποσό του χρόνου που απαιτείται για να γίνει ένας ολόκληρος κύκλος ενός ακουστικού κύματος και ορίζεται σε δευτερόλεπτα (sec). Η σχέση που συνδέει την συχνότητα με την περίοδο είναι η :

$$T = 1/f$$

Όπου :

$$T = \text{περίοδος}$$
$$f = \text{συχνότητα}$$

Ο ήχος ταξιδεύει με ταχύτητα περίπου 343 m/sec στο επίπεδο της θάλασσας και σε μια θερμοκρασία της τάξης των 20<sup>0</sup>C . Η ταχύτητα του ήχου είναι ανεξάρτητη από τη συχνότητα . Η φυσική απόσταση που καλύπτεται από πλήρη κύκλο σε μια δοσμένη συχνότητα καθώς διαπερνά τον αέρα λέγεται *μήκος κύματος* και εξαρτάται από την συχνότητα.

Η σχέση που μας συνδέει το μήκος κύματος με τη συχνότητα είναι :

$$C = \lambda f$$

Όπου :

$$c = \text{ταχύτητα ήχου (στον αέρα)}$$
$$\lambda = \text{μήκος κύματος}$$
$$f = \text{συχνότητα}$$

Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας που δίνει το μήκος κύματος την περίοδο και τη μισή περίοδο σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο ,κάποιων ενδεικτικών συχνοτήτων που είναι χαρακτηριστικές στον ήχο και στην ηχοληψία γενικότερα. Οπότε βλέπουμε πως εξαρτάται η συχνότητα με το μήκος κύματος και την περίοδο .

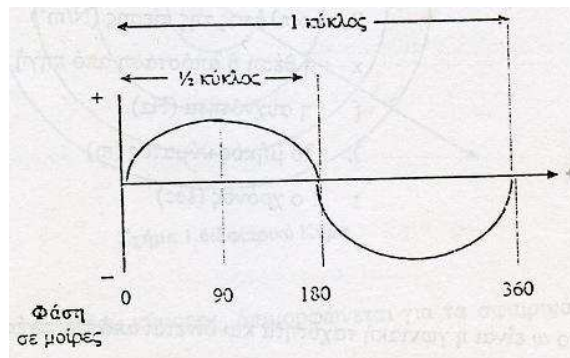
Συχνότητα f	Μήκος κύματος (λ)	Περίοδος (T)	Χρόνος 180 t/2 (ms)
20	17.15m	50	25
40	8.57m	25	12.5
50	6.86m	20	10
100	3.43m	10	5
250	1.37m	4	2
400	85cm	2.5	1.25
1000	34.3cm	1	0.5
1200	28.58cm	0.83	0.42
3300	10.39cm	0.30	0.15
4700	73mm	0.21	0.11
6600	52.0mm	0.15	0.08
8100	42.3mm	0.12	0.06
16000	21.4mm	0.063	0.031
18100	19mm	0.055	0.028

Πίνακας : σχέση συχνότητας μήκους κύματος και περιόδου

Αν πάρουμε για παράδειγμα μια χαμηλή συχνότητα της τάξης των 100hz το μήκος κύματος αυτής της συχνότητας είναι 34,3m και η περίοδος 10ms όπου ολοκληρώνονται τα 100hz. Στη μεσαία περιοχή για παράδειγμα μια συχνότητα των 1000hz έχουμε ένα μήκος κύματος 3,43cm και περίοδο αυτής 1ms . Όπως φαίνεται και απ τον τύπο ( $c = \lambda f$ ) αλλά και από τον παραπάνω πίνακα, οι χαμηλές συχνότητες είναι σε μέτρα (μεγάλο μήκος κύματος ) και όσο ανεβαίνουμε συχνοτικά μικραίνει το μήκος κύματος σε ms . Είναι πολύ χρήσιμο να ξέρουμε αυτόν τον πίνακα διότι θα μπορούμε έτσι να έχουμε μια ακριβή εικόνα για το πόσα μήκη κύματος υπάρχουν σε μια συγκεκριμένη απόσταση . Και αυτό γίνεται ιδιαίτερα εμφανές αν σχεδιάσουμε σε απόσταση ενός μέτρου από την πηγή πόσα μήκη κύματος υπάρχουν για κάποιες συχνότητες . από τα παραπάνω μπορούμε να αντιληφθούμε ότι για απόσταση ενός μέτρου από την πηγή , ολοκληρώνονται οι συχνότητες από 343 hz και πάνω μέχρι τα 20khz που είναι το όριο του ακουστικού φάσματος.

## 1.4 Η ΦΑΣΗ ΤΟΥ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ

Η χρονική σχέση ενός ηχητικού κύματος (ή ακουστικού σήματος) με ένα χρόνο αναφοράς, ονομάζεται φάση του σήματος. Η φάση εκφράζεται σε μοίρες. Ένας πλήρης κύκλος ενός ημιτονοειδούς κύματος αντιστοιχεί σε  $360^{\circ}$  όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα : Φάση του κύματος

Δυο σήματα είναι σε φάση όταν η διαφορά τους είναι  $0^{\circ}$  ή  $360^{\circ}$  ή ακέραια πολλαπλάσια του  $360^{\circ}$ . Δυο σήματα είναι εκτός φάσης όταν η διαφορά τους είναι  $180^{\circ}$  ή ακέραια πολλαπλάσια των  $180^{\circ}$ . Το ανθρώπινο αυτί δεν αντιλαμβάνεται όλες τις διαφορές φάσης. Τείνει να αντιλαμβάνεται διαφορές φάσης μέχρι  $90^{\circ}$ , με διακριτική ικανότητα  $45^{\circ}$ . Από  $0^{\circ}$  μέχρι  $45^{\circ}$  αντιλαμβάνεται το σήμα σαν να είναι  $0^{\circ}$  και από  $45^{\circ}$  μέχρι  $90^{\circ}$  σαν το σήμα των  $90^{\circ}$ .

## 2. DB ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

### 2.1 ΤΟ DB ΣΤΗΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

Το **db** περιγράφει ένα λόγο λογαριθμικό μεταξύ δυο μεγεθών, μεγεθών που σχετίζονται με την ισχύ. Επειδή λοιπόν η ευαισθησία των αυτιών μας είναι λογαριθμική και όχι γραμμική το **db** σχετίζεται καλύτερα με την ακοή μας. Ο γενικός ορισμός του **db** είναι :

$$db_I = 10 \log W_I / W_0 \quad (1)$$

Ο παραπάνω τύπος εφαρμόζεται για την ακουστική, ηλεκτρική και γενικά κάθε μορφή ισχύος. Επίσης και η ακουστική ένταση εκφράζεται με αυτόν τον τύπο. Η ακουστική ισχύς είναι ανάλογη με το τετράγωνο της ακουστικής πίεσης  $p$  οπότε η ακουστική πίεση δίνεται απ τον παρακάτω τύπο :

$$db_2 = 10 \log P_1^2 / P_0^2 = 20 \log P_1 / P_0 \quad (2)$$

Επειδή άλλοτε χρησιμοποιείται ο πρώτος τύπος (10 log) και άλλοτε ο δεύτερος (20 log) ο παρακάτω πίνακας μας βοηθάει να αποφασίσουμε και να κατανοήσουμε πότε να χρησιμοποιήσουμε την πρώτη ή την δεύτερη εξίσωση ανάλογα με το μέγεθος .

Παράμετρος	Σύμβολο	db1	db2
<u>Ακουστική</u>			
Ισχύς	P	X	
ένταση	I	X	
Στοιχειώδης Ταχύτητα	u		X
Πίεση	p		X
<u>Ηλεκτρική</u>			
Ισχύς	P	X	
ρεύμα	I		X
τάση	V		X
Απόσταση	r		X

Πίνακας : χρήση κατάλληλου τύπου για db

Ένας ακόμα πίνακας παρακάτω μας δείχνει τις στάθμες αναφοράς .

Στάθμη σε decibels	Ποσότητα αναφοράς
<u>Ακουστική</u>	
Ηχητική στάθμη πίεσης στον αέρα (SPL)	20 micropascal
Στάθμη ισχύος ( Lp, PWL)	1 picowatt
<u>Ηλεκτρική</u>	
Στάθμη ισχύος σε 1mw (dbm)	10 <sup>-3</sup> Watt (1 milliwatt)
Στάθμη τάσης σε 1 Volt (dbV)	1 Volt
VU (φορτίο 600Ω )	10 <sup>-3</sup> Watt

Πίνακας : Αναφορές για τις στάθμες decibel

Όπως παρατηρούμε ανάλογα με την αναφορά υπάρχουν διαφορετικές εκφράσεις του decibel όπως : dbm (1mw) , dbu (1mv στα 600 Ω φορτίου) , dbV (1Volt) , dbSPL (20 μ PA) κ.α.

Είναι πολύ σημαντικό να θυμόμαστε το παρακάτω :

<i>Διπλασιασμός έντασης <math>I</math> , αντιστοιχεί σε αύξηση <b>3db</b> .</i>
<i>Διπλασιασμός πίεσης <math>p</math> , αντιστοιχεί σε αύξηση <b>6db</b> .</i>

Έτσι αν έχουμε για παράδειγμα δυο μεγάφωνα σε ένα χώρο και το καθένα έχει ένταση  $I_{1,2} = 90\text{db}$  τότε η αποτέλεσμα των δυο αυτών εντάσεων θα είναι  $I = 93\text{db}$ . Αν στο παραπάνω παράδειγμα μιλούσαμε για πίεση των δυο μεγαφώνων με 90db πάλι το κάθε μεγάφωνο , τότε το συνολικό αποτέλεσμα θα ήταν  $p=96\text{db}$ .

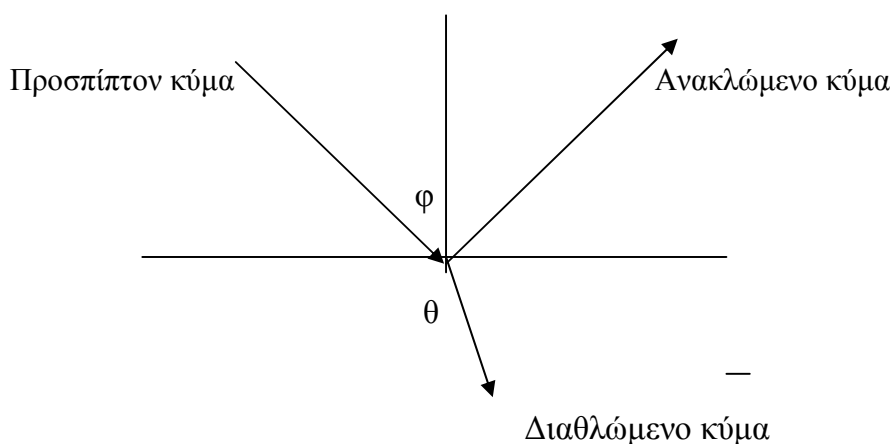
## 2.2 ΚΥΜΑΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

Η κυματική φύση του ήχου έχει σαν συνέπεια διάφορα φυσικά φαινόμενα που συμβαίνουν σε ένα κύμα .έχουμε λοιπόν :

α) **Ανάκλαση** : είναι το φαινόμενο όπου ένα ηχητικό κύμα που προσπίπτει στην διαχωριστική επιφάνεια δυο μέσων επιστρέφει από αυτή με γωνία , ως επίσης την κάθετο, ίση με τη γωνία που προσπίπτει .Η γωνία με την οποία προσπίπτει το ηχητικό κύμα λέγεται γωνία πρόσπτωσης , ενώ η γωνία που ανακλάται ,γωνία ανάκλασης . Οι υψηλές και οι μεσαίες συχνότητες ανακλώνται εύκολα από συνήθη αντικείμενα ενώ οι χαμηλές συχνότητες ανακλώνται πολύ δυσκολότερα λόγω του μεγάλου μήκους κύματος επίσης οπότε και χρειάζονται τεράστιες επιφάνειες για να ανακλαστούν .

β) **Διάθλαση**: έχουμε όταν μέρος του ηχητικού κύματος που προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια δυο μέσων , διαδίδεται στο δεύτερο μέσο με μια διαφορετική γωνία  $\theta$  από αυτή που προσπίπτει  $\varphi$  ως επίσης την κάθετο .

Παρακάτω φαίνεται το διαθλώμενο , ανακλώμενο και προσπίπτων ακουστικό κύμα .



Σχήμα : Προσπίπτον, ανακλώμενο και διαθλώμενο ηχητικό κύμα

γ) **Απορρόφηση:** είναι η ιδιότητα υλικών και αντικειμένων να απορροφούν την ηχητική ενέργεια ή μέρος επίσης .η ηχητική λοιπόν ενέργεια μετατρέπεται σε άλλη μορφή ενέργειας , συνήθως θερμότητα κατά τη διάδοση του ηχητικού κύματος σε ένα μέσο ή κατά την πρόσπτωση του σε ένα μέσο.

Δ) **Περίθλαση :** είναι η αλλαγή επίσης διεύθυνσης διάδοσης του ηχητικού κύματος , που συμβαίνει κοντά σε ασυνέχειες του μέσου διάδοσης . Για παράδειγμα , περίθλαση είναι η παράκαμψη μέρους των ηχητικών κυμάτων επίσης τοίχου ή μιας γωνίας . Αποτέλεσμα επίσης περίθλασης είναι η δημιουργία ασαφούς ηχητικής σκιάς και εξαρτάται από το μήκος κύματος .Επίσης δημιουργείται όταν οι διαστάσεις του εμποδίου είναι σαφώς μεγαλύτερες από το μήκος κύματος ( $d < \lambda/4$ ) .

ε) **Διάχυση:** ο ήχος που πέφτει σε ένα ‘διαχυτή’ , διασπάται ομοιόμορφα σε κάθε κατεύθυνση με την ίδια ηχητική ένταση.

Στ) **Συμβολή:** έχουμε όταν δυο όμοιες πηγές προστίθενται δημιουργώντας μέγιστα και ελάχιστα σε κάποιες διευθύνσεις . Η συμβολή του προσπίπτοντος κύματος και του ανακλώμενου είναι που δημιουργεί τα στάσιμα κύματα.

### 2.3 Ο ΗΧΟΣ ΣΑΝ ΣΗΜΑ

Οι ήχοι διακρίνονται σε απλούς και σύνθετους ήχους , θορύβους και κρότους .

Στους απλούς ήχους η μεταβολή της πίεσης είναι αρμονική συνάρτηση του χρόνου.

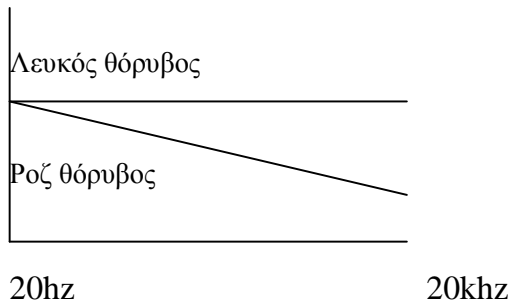
Στους σύνθετους ήχους η μεταβολή της πίεσης είναι περιοδική , αλλά όχι αρμονική συνάρτηση του χρόνου. Ένας σύνθετος ήχος προκύπτει από τη σύνθεση πολλών απλών ήχων και των αρμονικών τους.

Στους θορύβους η μεταβολή της πίεσης συναρτήσει του χρόνου δεν είναι περιοδική.

Στους κρότους , η μεταβολή της πίεσης είναι φθίνουσα απεριοδική συνάρτηση του χρόνου και διαρκεί μικρό χρονικό διάστημα.

Στους απλούς τόνους μπορούμε να διακρίνουμε τους εξής: απλός τόνος , τετραγωνικός παλμός , βραχύς τόνος , απλός παλμός , συρμός παλμών.

Χαρακτηριστικός θόρυβος είναι και ο λευκός και παρακάτω φαίνεται σε σχήμα ο λευκός θόρυβος εν σχέση με τον ροζ θόρυβο.



Σχήμα : λευκός και ροζ θόρυβος

Από ότι βλέπουμε ο λευκός θόρυβος έχει ίση ενέργεια ανά οκτάβα. Ο ροζ θόρυβος έχει μια ευθεία με μεγαλύτερη ενέργεια στις χαμηλές συχνότητες με κλίση  $-3\text{db}$  ανά οκτάβα.

### 3 ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΧΩΡΩΝ

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όταν ακούμε μια συναυλία σε ένα ανοιχτό χώρο το ηχητικό πεδίο που δημιουργούν οι ηχητικές πηγές (τα μουσικά όργανα ή τα ηχεία του συστήματος ενίσχυσης ) αποτελείται από τον απευθείας ήχο (*direct field*) . Ενδεχομένως να υπάρχουν μικρές ανακλάσεις από κάποιες επιφάνειες , αλλά εδώ ας θεωρήσουμε τον εξωτερικό χώρο ως ανοιχτό και ότι δεν υπάρχουν καθόλου ανακλάσεις. Το ηχητικό πεδίο καθώς απομακρυνόμαστε σε διπλάσια απόσταση από κάποιο σημείο μειώνεται κατά 6db σε επίπεδο ηχητικής στάθμης (νόμος αντίστροφου τετραγώνου ,  $20 \log r$ ) .

Όμως όλοι έχουμε εμπειρία για το πώς ακούγεται μουσική μέσα σε κλειστούς χώρους. Είναι γνωστό ότι η ακρόαση της μουσικής , οι συνομιλίες γίνονται σε κλειστούς χώρους (γραφείο, σπίτι, θέατρο, αίθουσες μουσικής, κινηματογράφος κλπ) . Κατά ένα μεγάλο ποσοστό οι χώροι αυτοί είναι ορθογώνια παραλληλεπίπεδα (*παράλληλες επιφάνειες που ευνοούν τα στάσιμα κύματα*) και ένα μόνο μικρό ποσοστό έχουν ένα σωστότερο αρχιτεκτονικό σχήμα ώστε να αποφύγουμε τα στάσιμα κύματα. Ένας πρώτος διαχωρισμός που μπορεί να γίνει για τους κλειστούς χώρους είναι οι μεγάλοι και οι μικροί κλειστοί χώροι (δωμάτια) .Αυτός είναι ένας πολύ βασικός διαχωρισμός που έχει σαν συνέπεια την διαφορετική αντιμετώπιση στην μελέτη ενός κλειστού χώρου. Μια άλλη παρατήρηση είναι ότι οι χώροι με πολλά έπιπλα , χαλιά , κουρτίνες έχουν ένα dry (ξηρό) ήχο που μπορεί να μην έχουν όγκο και μια ευχάριστη αντήχηση μπορούμε όμως να ακούσουμε πιο καθαρά τη μουσική που θέλουμε αλλά και το συνομιλητή μας. Ο χώρος αυτός ακούγεται έτσι γιατί όλα αυτά που είπαμε πριν (έπιπλα , χαλιά , κουρτίνες) απορροφούν μέρος της ηχητικής ενέργειας .Έτσι , όταν ένας χώρος έχει μεγάλη απορρόφηση (άρα μικρή αντήχηση) λέγεται *dead* . Αντίθετα έχουμε και χώρους χωρίς πολλά απορροφητικά υλικά (κάδρα και χαλιά ) όποτε σαν άκουσμα είναι πιο ζωντανό (wet) και έχουν πιο μεγάλη αντήχηση .Αυτοί οι χώροι είναι οι λεγόμενοι *live* .Ακούμε δηλαδή την μουσική μας ή την ομιλία και υπάρχει κάποια 'ηχώ' μια διάρκεια δηλαδή που αποσβένει σε κάποια διάρκεια ανάλογα πάντα με τη συχνότητα το χώρο και τα απορροφητικά υλικά που υπάρχουν σ αυτόν.



### 3.1 STUDIO MONITORING

Ας κάνουμε μια μικρή αναφορά για την ακουστική ενός *control room* καθώς κι εμείς εκεί θα ακούσουμε το αποτέλεσμα της ηχογράφησης μας. Ακριβώς με τη ίδια ορολογία που χρησιμοποιήσαμε και πριν , η ίδια χρησιμοποιείται και σε ένα studio.

Το σύστημα audio – monitoring λοιπόν αποτελείται από το control room ενός studio ηχογραφήσεων η ενός mastering studio και από τα monitor ηχεία υψηλής πιστότητας και όσο γίνεται flat απόκρισης.

Το *control room* πρέπει να έχει πολύ καλά προσεγμένη και μελετημένη ακουστική . Τα monitor ηχεία πρέπει να είναι πολύ υψηλής πιστότητας ούτως ώστε να μπορούν να αναπαράξουν ολόκληρο το φάσμα των συχνοτήτων .Ένα τέτοιο σύστημα monitoring επιτρέπει να ακουστούν και οι πιο μικρές λεπτομέρειες . Σε ένα όχι και τόσο καλής ποιότητας σύστημα μπορεί ο ηχολήπτης να προσπεράσει κάποιες λεπτομέρειες της ηχογράφησης που μπορεί να είναι ακουστές στον τελικό ακροατή .

Το σύστημα audio – monitoring πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο αντικειμενικό με σκοπό το τελικό αποτέλεσμα να μπορεί αναπαραχθεί καλά σε οποιοδήποτε ηχοσύστημα (από το απλό ηχοσύστημα αυτοκινήτου μέχρι και το ηχοσύστημα στο σπίτι μας) χωρίς συμβιβασμούς στην ποιότητα και την ακεραιότητά του. Πρέπει να είναι ικανό να αναπαραστή σωστά όλα τα χαρακτηριστικά της εκτέλεσης των μουσικών και των τραγουδιστών καθώς και την δημιουργική τους έκφραση ανεξάρτητα από το μουσικού στυλ που αντιπροσωπεύουν . Θα πρέπει να αναπαράγει πιστά την ακουστική άποψη της μουσικής εκτέλεσης όπως ακριβώς την συνέλαβε το μικρόφωνο για να επιτρέπει στον ηχολήπτη να κάνει υποκειμενικές παρεμβάσεις για να έχει ένα αποτέλεσμα συμβατό με τις επιθυμίες του παραγωγού.

Υπάρχουν δύο εμφανείς τεχνοτροπίες στο σχεδιασμό και την κατασκευή των δωματίων ελέγχου ( control room).

1. East Lake(D.E.L.E.) : Σύμφωνα με αυτήν την τεχνοτροπία ο χώρος θεωρείται ανακλαστικός μπροστά και απορροφητικός πίσω .
2. West Lake ( L.E.D.E. ) : Σύμφωνα με αυτήν την τεχνοτροπία ο χώρος θεωρείται απορροφητικός μπροστά και ανακλαστικός πίσω.

Παρακάτω φαίνεται ένα EAST LAKE studio από το A studio του SIERRA .

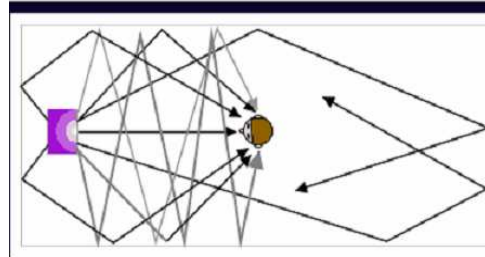
Επίσης φαίνονται σε σχήμα το control room ,όπως πρέπει να είναι έτσι ώστε ο ήχος απ τα ηχεία να φθάνει κατευθείαν στα αυτιά του ηχολήπτη , ενώ και οι πίσω απ αυτόν ήχοι να εξασθενούν και φθάνουν στα αυτιά του όσοι χρειάζονται για να γίνει η μίξη και η ηχογράφηση.

Όπως και στο control room ενός studio έτσι και στο recording room πρέπει να έχουμε ένα ελεγχόμενο ήχο . Γι αυτό και κάθε σημείο έχει διαφορετική ακουστική και διαφορετικούς χρόνους αντήχησης .Παρακάτω λοιπόν φαίνεται σε σχήμα ένας

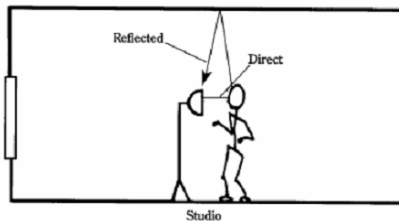
‘τραγουδιστής’ με ένα μικρόφωνο καθώς και τα ηχητικά σήματα που φθάνουν στο μικρόφωνο.



*Εικόνα: Studio A SIERRA*



*Εικόνα : control room..*



*Εικόνα: recording studio.*

### 3.2 ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΧΟΣ – ΠΡΩΤΕΣ ΑΝΑΚΛΑΣΕΙΣ ΑΝΤΗΧΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

#### ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΧΟΣ

Ας υποθέσουμε ότι ένας ακροατής κάθεται σε ένα ανοιχτό πεδίο ή σε ένα δωμάτιο όπου δεν υπάρχει αντήχηση (ανηχοϊκός θάλαμος). Όταν ένας μουσικός παίζει ένα τόνο κοντά στον ακροατή, τότε ο ακροατής ακούει τον τόνο που παράχθηκε από το μουσικό όργανο. Η δομή του τόνου, η ακουστότητα του και η διάρκεια του την οποία ακούει αυτός είναι τα ακριβή χαρακτηριστικά του μουσικού οργάνου και του εκτελεστή μουσικού. Οι τόνοι απ τα πνευστά μουσικά όργανα, φθίνουν αμέσως μετά το σταμάτημα της ύπαρξής τους. Οι τόνοι από τα έγχορδα όργανα είναι λίγο μακρύτεροι σε διάρκεια εξαιτίας των χορδών και των στάσιμων κυμάτων που δημιουργούνται στο ηχείο του κάθε οργάνου. Οι ήχοι από τα κρουστά, το ελεύθερο ταλαντωμένο πιάνο ή η άρπα διαρκούν πολύ περισσότερο εκτός κι αν ο μουσικός τους σταματήσει. Σε αυτήν λοιπόν την περίπτωση που ο ήχος φθάνει στα αυτιά του ακροατή, ονομάζεται *απευθείας ήχος*

(*direct sound*) . Δεν υπάρχει κλειστός χώρος κατά συνέπεια καθόλου επιφάνειες που θα δημιουργούσαν ανακλάσεις ήχων και αλλά φαινόμενα του. Σε μια αίθουσα συναυλιών κανονικά, ο ήχος φθάνει πρώτα στον ακροατή πριν από κάθε ανάκλαση από τους τοίχους και το ταβάνι και ονομάζεται αυτό που λέγαμε πριν και πάλι απευθείας ήχος (*direct sound*).

#### ΠΡΩΤΕΣ ΑΝΑΚΛΑΣΕΙΣ (EARLY REFLECTIONS)

Ο απευθείας ήχος και εκείνες οι ανακλάσεις που συμβαίνουν σε χρονικό διάστημα 80 msec μετά την άφιξη του απευθείας ήχου ορίζονται σαν *πρώτες ανακλάσεις (early reflections)* . Οι ανακλάσεις αυτές είναι εκείνες που δίνουν στον ανθρώπινο εγκέφαλο την πληροφορία για το μέγεθος του κλειστού χώρου στον οποίο βρίσκεται ο ακροατής και είναι πολύ σημαντικές.

#### ΑΝΤΗΧΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ (REVERBERATION FIELD)

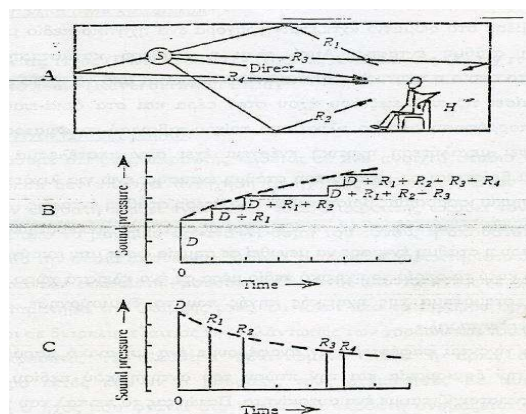
Το *αντηχητικό πεδίο (reverberation field)* δημιουργείται από όλες τις ανακλάσεις του ήχου από τους τοίχους και το ταβάνι (μετά από 80 msec) Το αντηχητικό πεδίο δεν δημιουργείται στιγμιαία .Ας υποθέσουμε ότι έχουμε ένα ηχείο μέσα σ ένα δωμάτιο το οποίο συνδέεται με μια γεννήτρια θορύβου. Καθώς το ηχείο παίζει μέσα σε ένα δωμάτιο ‘χτίζεται’ γρήγορα ένα ηχητικό πεδίο μέχρι κάποια συγκεκριμένη τιμή έντασης . Αυτή είναι η σταθερή κατάσταση ή σημείο ισορροπίας στο οποίο η ηχητική ενέργεια που εκπέμπεται από το ηχείο είναι αρκετή να αντισταθμίσει τις απώλειες του ήχου στον αέρα και στα όρια-επιφάνειες του δωματίου (απορρόφηση από τα υλικά του τοίχου-ταβανιού – πατώματος). Όταν το ηχείο παίζει με μεγαλύτερη ηχητική ενέργεια έχει σαν αποτέλεσμα το σημείο ισορροπίας να βρίσκεται σε μεγαλύτερη στάθμη έντασης , ενώ για λιγότερη ηχητική ενέργεια το σημείο ισορροπίας να βρίσκεται σε μικρότερη στάθμη έντασης.

Αφότου το ηχείο σταματήσει να παίζει , χρειάζεται ένα πεπερασμένο χρονικό διάστημα ωσότου η στάθμη έντασης να μειωθεί σε σημείο ώστε να μην ακούγεται. Το φαινόμενο κατά το οποίο το ηχητικό πεδίο μέσα σ ένα κλειστό χώρο διατηρείται, μετά από το σταμάτημα της ηχητικής πηγής που το δημιούργησε ,ονομάζεται *αντήχηση (reverberation)*.

Τα παραπάνω γίνονται σαφέστερα αν αναφέρουμε ένα παράδειγμα μηχανικό , που αντιστοιχίζει τη δημιουργία και την πτώση του αντηχητικού πεδίου. Έστω ένα δωμάτιο αντιστοιχίζεται με ένα αυτοκίνητο. Πατώντας λοιπόν το πεντάλ του γκαζιού , το αυτοκίνητο επιταχύνει ώσπου φτάνει σε μια συγκεκριμένη σταθερή ταχύτητα (αν ο δρόμος είναι επίπεδος και λείος) . Με αυτήν τη ρύθμιση του πεντάλ , η μηχανή του αυτοκινήτου παράγει ακριβώς την απαραίτητη ενέργεια για να αντισταθμιστούν οι τριβές του αέρα και του δρόμου.

Αν τώρα αφήσουμε το πεντάλ γκαζιού ελεύθερο , τότε μετά από κάποιο πεπερασμένο χρονικό διάστημα το αυτοκίνητο θα σταματήσει .. Το αυτοκίνητο δεν φτάνει ακαριαία σε μια σταθερή ταχύτητα αλλά επιταχύνει και χρειάζεται κάποιο χρονικό διάστημα για να επιταχυνθεί. Επίσης μόλις το πεντάλ γκαζιού αφηθεί ελεύθερο δε σταματά αμέσως αλλά χρειάζεται και πάλι κάποιο χρονικό διάστημα (αρκετά μεγάλο) για να ακινητοποιηθεί τελείως το αυτοκίνητο.

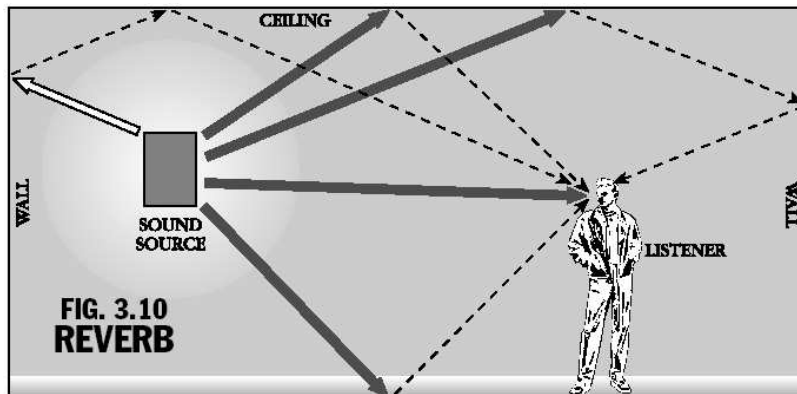
Παρομοίως , το αντηχητικό πεδίο χρειάζεται κάποιο χρονικό διάστημα για να αναπτυχθεί (συνεπώς αρκετά γρήγορα, λιγότερο από 1 sec) και κάποιον άλλο χρόνο για να μειωθεί (για παράδειγμα 0,1 με 2, 3, 4 sec) . Το κοινό στο παράδειγμα με το αυτοκίνητο και το αντηχητικό πεδίο είναι η ενέργεια. Η μηχανή του αυτοκινήτου αντιπροσωπεύει τον ενισχυτή που οδηγεί το ηχείο. Παρακάτω φαίνεται η δημιουργία και η πτώση του αντηχητικού πεδίου (RT60).



Σχήμα : η δημιουργία και η πτώση του αντηχητικού πεδίου.

Όπως παρατηρούμε απ το παραπάνω σχήμα, φαίνεται η δημιουργία και η πτώση του αντηχητικού πεδίου μέσα σ ένα δωμάτιο. Ο (A) απευθείας ήχος (direct) φτάνει σε χρόνο  $t=0$  , καθώς τα ανακλώμενα μέρη φτάνουν αργότερα. (B) Η ηχητική πίεση στο σημείο H δημιουργείται σταδιακά . ( C ) Το ηχητικό πεδίο φθίνει εκθετικά αφότου η πηγή σταματάει .

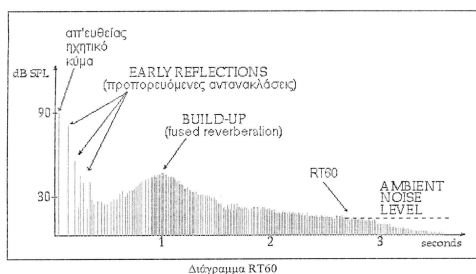
Η *αντήχηση* (reverberation) είναι λοιπόν ένα φυσικό φαινόμενο .Όταν μία πηγή ήχου πάλλεται σε έναν κλειστό χώρο, τα ηχητικά κύματα ταξιδεύουν σφαιρικά προς κάθε κατεύθυνση .Μερικά από αυτά φτάνουν απευθείας στον ακροατή ενώ τα άλλα , αφού πρώτα έχουν ανακλαστεί , στις επιφάνειες του χώρου . Αυτό δημιουργεί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



Εικόνα: Γραφική απεικόνιση Αντήχησης κλειστού δωματίου.

Η αντήχηση αναλύεται όπως έχουμε ήδη αναφέρει σ αυτό το κεφάλαιο σε τρία μέρη (Διάγραμμα RT60). Ας τα δούμε πιο περιληπτικά καθώς και τα ακόλουθα σχήματα και εικόνες :

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



Εικόνα : Ανάλυση αντήχησης.

Η αντήχηση αρχίζει μετά από τα millisecond που θα ορίσουμε σαν pre-delay και διαρκεί μέχρι η ένταση του σήματος να πέσει κατά 60Db ( RT60) . Παρακάτω στην εικόνα φαίνονται και τα 3 παραπάνω μέρη της αντήχησης.

Παρακάτω παρουσιάζονται δυο από τις πιο σύγχρονες μηχανές τεχνητής αντήχησης με δυνατότητα αναπαραγωγής πολυκάναλου αντηχητικού πεδίου.

Εικόνα:Lexicon 960-L



Εικόνα : TC Electronic M-6000



### 3.3 ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΗΧΗΣΗΣ (REVERBERATION TIME-RT60)

Ας κάνουμε εδώ μια αναφορά για τον λεγόμενο χρόνο αντήχησης (RT60) ώστε να συνδέσουμε όλα τα παραπάνω που έχουμε πει .

Ιστορικά , ο νεαρός φυσικός *W.C SABINE* το 1898, στο πανεπιστήμιο *Harvard* είχε τελειώσει την έρευνα του στους κλειστούς χώρους βελτιώνοντας την ακουστική της αίθουσας διδασκαλίας Fogg Art Museum και είναι η πρώτη φορά που η ακουστική αντιμετωπίζεται με επιστημονικό τρόπο .Ο *SABINE* χρησιμοποιώντας τα μαξιλαράκια των θέσεων ενός θεάτρου σαν φορητούς απορροφητές , σφυρίχτρες σαν ηχητικές πηγές και ένα χρονόμετρο , κατέληξε σε μια σχέση μεταξύ όγκου του δωματίου και της απορρόφησης που χρειάζεται για συγκεκριμένο χρόνο αντήχησης. .Σήμερα σαν χρόνο αντήχησης ορίζουμε:

Χρόνος Αντήρησης (RT60) : ενός κλειστού χώρου , είναι ο χρόνος που χρειάζεται , μετά το ακαριαίο σταμάτημα της ηχητικής πηγής , για να ελαττωθεί το ηχητικό πεδίο κατά 60db SPL .Αυτό συνεπάγεται :

- Σε αλλαγή στην ηχητική ένταση I κατά 1.000.000 (10log 1.000.000=60db)
- Σε αλλαγή στην στάθμη πίεσης P κατά 1000 Pa (20log 1000=60db)

Μπορούμε να δούμε επίσης και την εξίσωση του *SABINE* για τον χρόνο αντήρησης (RT60) που μπορούμε να πούμε ότι είναι ο πρώτος που ισχύει σε μεγάλα δωμάτια:

$$RT_{60}=0.049V / Sa$$

Όπου : RT<sub>60</sub> = χρόνος αντήρησης σε sec

V= ο όγκος του δωματίου σε cm<sup>3</sup>

S= η συνολική επιφάνεια του δωματίου σε m<sup>2</sup>

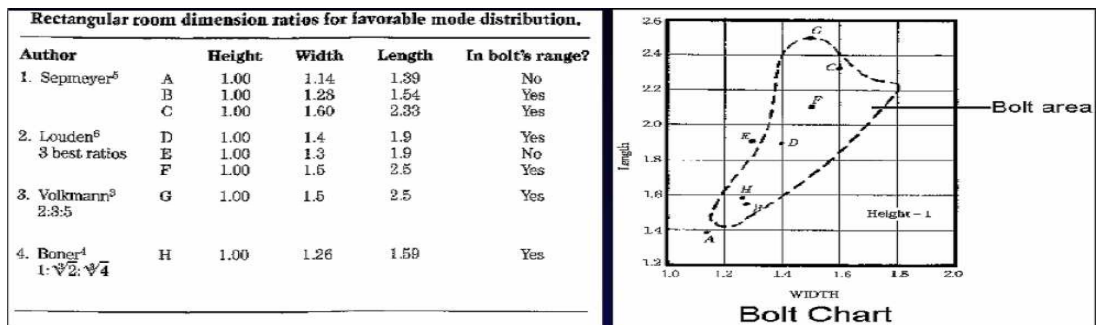
α= ο μέσος συντελεστής απορρόφησης

Sα= η συνολική απορρόφηση σε sabins

Η συνολική απορρόφηση του χώρου είναι η συνολική επιφάνεια του χώρου (S=S<sub>1</sub>+S<sub>2</sub>+...S<sub>n</sub>), επί τον συντελεστή απορρόφησης του χώρου (α=α<sub>1</sub>+α<sub>2</sub>+...+α<sub>n</sub>):

$$Sa= S_1 \alpha_1 + S_2 \alpha_2 + \dots + S_n \alpha_n$$

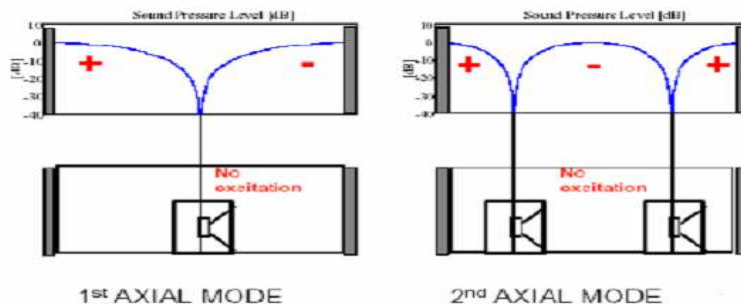
Οι *Bolt* , *Sepmeyer*, *Louden* και άλλοι δημιούργησαν ένα διάγραμμα το οποίο ονομάζεται ελεγκτής της σταθερής κατάστασης της ακουστικής απόκρισης του δωματίου. Παρακάτω φαίνεται και το διάγραμμα για τους προτεινόμενους λόγους διάστασης δωματίου του *Bolt*. Ο *Bolt* δίνει λοιπόν, τις βέλτιστες αναλογίες ενός παραλληλεπίπεδου δωματίου το οποίο έχει την ηπιότερη συμπεριφορά στις χαμηλές συχνότητες ενός μικρού δωματίου .Σύμφωνα μ αυτό , πρέπει όσο το δυνατόν τα στάσιμα κύματα να ισοκατανέμονται , ώστε το ηχητικό πεδίο να είναι ομοιόμορφο. Σαν μια πρώτη προσέγγιση μελετάμε την συχνοτική κατανομή των αξονικών στάσιμων κυμάτων (με τη μεγαλύτερη δηλαδή ηχητική ενέργεια) αγνοώντας τα εφαπτομενικά και πλάγια στάσιμα κύματα. Η περιοχή μέσα στις διακεκομμένες γραμμές ονομάζεται περιοχή του *Bolt*.



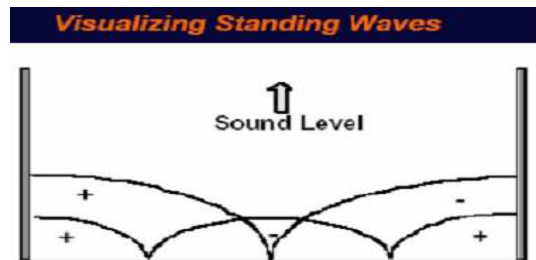
Σχήμα : ελεγκτής της σταθερής κατάστασης της ακουστικής απόκρισης του δωματίου και διάγραμμα για τους προτεινόμενους λόγους διάστασης δωματίου του Bolt.

### 3.4 ΤΑ ΣΤΑΣΙΜΑ ΚΥΜΑΤΑ

Για να κατανοήσουμε καλύτερα τα στάσιμα κύματα καλό θα ήταν να κάνουμε εδώ μια μικρή αναφορά γι αυτά. Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται δυο αξονικοί ρυθμοί μέσα σ ένα δωμάτιο καθώς και που υπάρχει ακύρωση σήματος ανάλογα με το ποια θέση μπαίνουν τα ηχεία στο χώρο.



Εικόνα :Αξονικοί ρυθμοί.



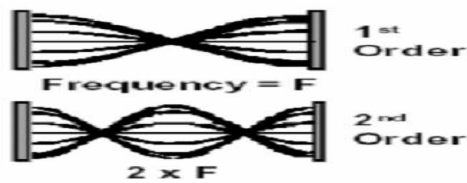
Εικόνα : Στάσιμα κύματα.



Καταλαβαίνουμε μέσα σ ένα χώρο λοιπόν πόσο ενοχλητικά είναι τα στάσιμα κύματα και πόσο μας αλλοιώνουν (μάλλον μας ακυρώνουν το ηχητικό αποτέλεσμα).

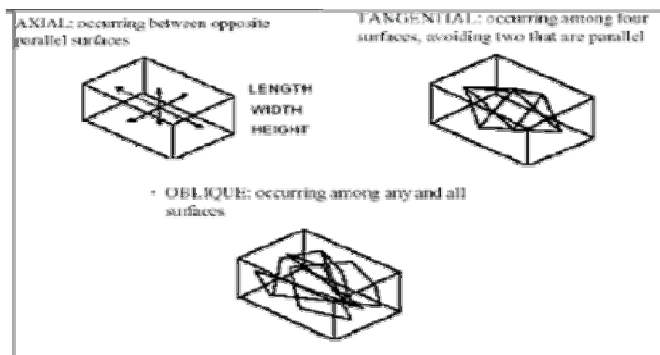
Ας θεωρήσουμε λοιπόν για παράδειγμα , ένα κλειστό ανακλαστικό σωλήνα στην μια άκρη του οποίου υπάρχει μια ηχητική πηγή. Το παράδειγμα ίσως να φαίνεται να μην έχει σχέση με χώρους κλειστούς όμως θα μας κάνει να αντιληφθούμε τι είναι ένα στάσιμο κύμα.

Έστω λοιπόν ένα ηχητικό κύμα που διαδίδεται σ ένα ηχητικό σωλήνα κατά μήκος του άξονα  $x$  . Όταν το ηχητικό κύμα χτυπήσει σ ένα τοίχωμα , αυτό υφίσταται ανάκλαση. Στην πραγματικότητα , το εξερχόμενο κύμα από την πηγή είναι το άθροισμα του πρωταρχικού απευθείας κύματος που ξεκίνησε από την πηγή, συν το εξερχόμενο ηχητικό κύμα από τις ανακλάσεις που κάνουν το δεύτερο , τρίτο κλπ 'ταξίδι' τους .Παρομοίως το εισερχόμενο κύμα προς την πηγή είναι ο συνδυασμός της πρώτης ανάκλασης και των κυμάτων που επιστρέφουν από το δεύτερο , τρίτο κλπ 'ταξίδι' τους. Οι ρυθμοί λόγω στάσιμων κυμάτων αναφέρονται περιληπτικά και στο κεφάλαιο με τα *κυματικά φαινόμενα του ήχου*. Εδώ παρουσιάζουμε πιο αναλυτικά τα στάσιμα κύματα μέσα στο παράδειγμα μας με τον ηχητικό σωλήνα. Οπότε δημιουργούνται ,όπως φαίνεται και απ το παρακάτω σχήμα, οι εξής δεσμοί και κοιλιές.



Σχήμα : 1<sup>ος</sup> και 2<sup>ος</sup> δεσμός ενός κλειστού – κλειστού σωλήνα.

Παρακάτω φαίνονται όλοι οι ρυθμοί λόγω των στάσιμων κυμάτων (αξονικοί , εφαπτομενικοί και πλάγιοι.



Εικόνα : ρυθμοί στάσιμων κυμάτων.

Υπάρχουν λοιπόν τριών ειδών στάσιμα κύματα μέσα σ ένα παραλληλεπίπεδο δωμάτιο. Αυτά είναι :

- Τα αξονικά (axial) στάσιμα κύματα , που δημιουργούνται ι από τις ανακλάσεις μεταξύ δυο απέναντι επιφανειών . Περιέχουν τη μεγαλύτερη ηχητική ενέργεια του αντηχητικού πεδίου και είναι αυτά που συνήθως σε μια πρώτη προσέγγιση ενδιαφέρουν τους ηχολήπτες και τους μηχανικούς του ήχου.
- Τα εφαπτομενικά (tangential) στάσιμα κύματα , που δημιουργούνται από τις ανακλάσεις μεταξύ τεσσάρων επιφανειών (τοίχοι στο ίδιο επίπεδο) . Ενεργειακά έχουν τη μισή ηχητική ενέργεια σε σχέση με τα αξονικά στάσιμα κύματα (είναι περίπου κατά 3db ασθενέστερα).
- Τα πλάγια (oblique) στάσιμα κύματα τα οποία δημιουργούνται από τις ανακλάσεις μεταξύ οχτώ επιφανειών ( από όλους τους τοίχους του δωματίου) . Η ηχητική ενέργεια είναι το  $\frac{1}{4}$  της αντίστοιχης των αξονικών στάσιμων κυμάτων (δηλαδή 6db ασθενέστερα) .

Τα εφαπτομενικά και πλάγια στάσιμα κύματα έχουν μικρότερη ενέργεια από τα αξονικά επειδή ο ήχος ανακλάται σε πολλές επιφάνειες , χάνοντας ένα μέρος της ενέργειας τους σε κάθε ανάκλαση.

Στην πραγματικότητα η συχνοτική απόκριση ενός δωματίου (οποιαδήποτε σχήματος ) γίνεται με ηχητικές μετρήσεις με τη βοήθεια ενός FFT (Fast Fourier Transformation) αναλυτή. Η πηγή εκπέμπει στο δωμάτιο λευκό, ροζ θόρυβο ανάλογα ενώ στη θέση του ακροατή υπάρχει ένα μικρόφωνο που συνδέεται στον FFT (Fast Fourier Transformation) αναλυτή ο οποίος μας δείχνει τη συχνοτική απόκριση του δωματίου.

### 3.5 ΣΧΟΛΙΑ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΙΚΡΑ – ΜΕΓΑΛΑ ΔΩΜΑΤΙΑ

Στάσιμα κύματα υπάρχουν είτε είναι μικρό είτε είναι μεγάλο δωμάτιο. Ωστόσο ο αριθμός των στάσιμων κυμάτων στα μεγάλα δωμάτια είναι τόσο μεγάλος ώστε η κατανομή της ηχητικής ενέργειας να είναι πιο ομοιόμορφη . Σε αντίθεση με τα μικρά δωμάτια που για τη ίδια συχνότητα της ηχητικής πηγής υπάρχει μικρότερος αριθμός στάσιμων κυμάτων .

Το ηχητικό πεδίο λοιπόν στα μεγάλα κλειστά δωμάτια είναι ομοιόμορφο θα λέγαμε, σχεδόν σ όλα τα σημεία του δωματίου καθώς ακόμα και οι χαμηλές συχνότητες πολλά στάσιμα κύματα δημιουργούν το ηχητικό πεδίο, λόγω του μεγάλου μήκους κύματος τους . Είναι γνωστό ότι η ηχητική ενέργεια φέρεται από

πολλά στάσιμα κύματα. Στα μικρά δωμάτια , στις χαμηλές συχνότητες υπάρχει μικρός αριθμός στάσιμων κυμάτων (π.χ. 1 , 4 κλπ) με αποτέλεσμα το πεδίο να είναι ανομοιογενές (διαφορετικό δηλαδή στη μέση και στην άκρη του δωματίου όπως φαίνεται και στις παραπάνω εικόνες).

Αν  $f_{πηγής}$  η συχνότητα της πηγής μέσα στο δωμάτιο , διεγείρονται όλα τα στάσιμα κύματα με ιδιοσυχνότητες μικρότερες από  $f_{πηγής}$  ( $f_n \leq f_{πηγής}$ ). Το πεδίο έχει την χωρική κατανομή που εξαρτάται από τα στάσιμα κύματα που υπάρχουν μέσα στο δωμάτιο.

Εξαιτίας της ομοιογένειας στα μεγάλα δωμάτια και της ανομοιογένειας στα μικρά δωμάτια προκύπτει αντίστοιχα γιατί τα μεγάλα δωμάτια χαρακτηρίζονται από το χρόνο αντήχησης (RT60) , ενώ στα μικρά δωμάτια ο ρυθμός μείωσης του στάσιμου κύματος db /sec .

## **4 ΣΤΕΡΕΟΦΩΝΙΑ**

### **4.1 ΜΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΣΤΕΡΕΟΦΩΝΙΑ**

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

Στην τακτική αυτής της τεχνικής συναντάμε κάποιες δυσκολίες οι οποίες είναι : η απουσία της όρασης που μειώνει την ευκολία της νοητικής ακρόασης . Η μη πιστότητα των συστημάτων ακρόασης (μηχανημάτων) που μειώνει την ακρίβεια της διακουστικής αντίληψης.

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

Η στερεοφωνία είναι για να πούμε την αλήθεια μια περίπλοκη και παλιά (από τον Blumlein) διαδικασία και επιτρέπει μια καινούργια ερμηνεία της ηχητικής ύλης δίνοντας την αίσθηση του τρισδιάστατου χώρου όπως και πολλά άλλα που θα αναλύσουμε παρακάτω. Είναι και μια πραγματικότητα αφού κι εμείς από τα δικά μας αυτιά έτσι αντιλαμβανόμαστε τον ήχο γύρω μας.

Όλα αυτά έχουν ως σκοπό και κοινό σημείο ,την διακουστική ακρόαση.

*‘Ο τετραγωνικός ήχος είναι ανύπαρκτος τη στιγμή που έχουμε δυο αυτιά ‘* είπε ο *DOLBY* στο συμβούλιο της Λοζάννης το 1978.

## ΜΟΝΟ - ΣΤΕΡΕΟ – ΔΙΑΚΟΥΣΤΙΚΟ

Ας ξεκαθαρίσουμε λοιπόν εδώ 3 σχεδόν διαφορετικούς τρόπους ακούσματος.

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

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

Διακουστικό ή Binaural: Stereo με αντικρουόμενες φασικές διαφορές.

### 4.2 STEREO ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΙCS

Οι στερεοφωνικές τεχνικές προσπαθούν να μιμηθούν (σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό) τον τρόπο με τον οποίο συλλέγει τις ηχητικές πληροφορίες ο ανθρώπινος μηχανισμός ακοής, και γενικότερα την πρακτική της ταυτόχρονης λήψης δυο αντιτύπων για κάθε σήμα, τα οποία μπορεί να διαφέρουν μεταξύ τους σε ένταση, χρόνο άφιξης, χροιά και φάση.

Κάθε τεχνική λαμβάνει μια ή περισσότερες από τις διάφορες αυτές και έτσι, αν είναι κατανοητός και αποσαφηνισμένος ο μηχανισμός της στερεοφωνικής λειτουργίας της ακοής μας, η αναφορά στα επιμέρους είδη των στερεοφωνικών τεχνικών δεν αποτελεί παρά μια απαρίθμηση των διατάξεων που έχουν εξαχθεί μέσα από τις γνώσεις, την πείρα και τον πολυετή πειραματισμό μιας μεγάλης σειράς ανθρώπων του ήχου. Εκτός από ελάχιστες εξαιρέσεις, τα μικρόφωνα πρέπει απαραίτητως να είναι ίδια και πυκνωτικά(γιατί τοποθετούνται σε απόσταση)ή δυναμικά ταινίας (ribbon)-όχι μόνο ίδιου τύπου, αλλά ίδιο μοντέλο και με όσο πιο ταιριαστά χαρακτηριστικά γίνεται.

Μάλιστα, όλες οι μεγάλες εταιρίες βγάζουν τα καλά τους μοντέλα ή αυτά που θεωρούν ιδανικά για τέτοιου είδους υλοποιήσεις σε ζευγάρια που έχουν ταυτόσημες μετρήσεις στο εργαστήριο(matched pairs).Σε κάθε άλλη περίπτωση, αντί να λαμβάνουμε διαφορές των ήχων, θα λαμβάνουμε διαφορές μεταξύ των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των μικροφώνων. Γιατί μην ξεχνάμε ότι οι διαφορές για τις οποίες συζητάμε είναι απειροελάχιστες. Οι στερεοφωνικές τεχνικές χωρίζονται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα μεταξύ των μικροφώνων και με τα είδη των διαφορών που λαμβάνουν:τις Coincident(συμπτωματικές), Near-Coincident Stereo (στερεοφωνία σχετιζόμενη με το κεφάλι) και Spaced (απομακρυσμένες).

- **COINCIDENT (ΣΥΜΠΤΩΤΙΚΕΣ)**

Ως συμπτωτικές αναφέρονται όλες οι περιπτώσεις όπου τα διαφράγματα των δυο μικρόφωνων βρίσκονται στην ίδια θέση ή όσο πιο κοντά είναι πρακτικά δυνατόν. Γι' αυτό συνηθίζεται να βάζουμε την κάψα του ενός μικρόφωνου πάνω από την άλλη, έτσι ώστε τα κέντρα τους να είναι στο ίδιο <<ύψος>> του οριζόντιου επιπέδου. Το αποτέλεσμα είναι να μην εμφανίζονται διαφορές στους χρόνους άφιξης, στις χροιές και στις φάσεις των δυο σημάτων, παρά μόνο διαφορές στους χρόνους άφιξης, στις χροιές και στις φάσεις των δυο σημάτων, παρά μόνο διαφορές έντασης, οι οποίες προκύπτουν αποκλειστικά και μόνο από τις κατευθυντικές πολικές αποκρίσεις των μικροφώνων. Γι' αυτό και η κατηγορία αυτή αναφέρεται και ως intensity stereo (στερεοφωνία έντασης). Υλοποιείται μέσω κατευθυντικών μικρόφωνων τα οποία τοποθετούνται υπό γωνία (εκτός από το κεντρικό της M/S) σε σχέση με την ηχητική πηγή και συμμετρικά ως προς τον άξονα που ενώνει τα μικρόφωνα με την πηγή. Έτσι, λόγω του ότι τα κατευθυντικά μικρόφωνα έχουν μεγαλύτερη ευαισθησία στον άξονα τους και μικρότερη στα πλάγια, το μικρόφωνο που είναι στραμμένο προς τα αριστερά θα λαμβάνει πιο δυνατά το αριστερό τμήμα της ορχήστρας και πιο σιγά το δεξί, και το αντίθετο. Επειδή τα σήματα είναι απόλυτα συμφασικά, έχουμε τη δημιουργία του πιο σταθερού και συμπαγούς ειδώλου σε σχέση με τις υπόλοιπες τεχνικές, καθώς και πλήρη συμβατότητα με τη μονοφωνική αναπαραγωγή. Από την άλλη, όμως, στην πλειονότητα τους εμφανίζουν τη λιγότερο εντυπωσιακή εικόνα από άποψη πλάτους της ορχήστρας, ενώ λόγω της κλίσης τους (με εξαίρεση την M/S) τα μικρόφωνα δεν κοιτούν την ηχητική και είναι καλό να προτιμούνται μοντέλα που εμφανίζουν καλή συμπεριφορά εκτός άξονα. Τρεις είναι οι επιμέρους συμπτωτικές τεχνικές:

- **M/S (Mid-Side)**

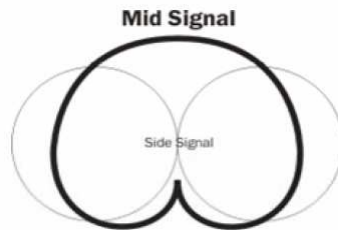
Η M/S (Mid-Side) είναι χωρίς αμφιβολία μια από τις καλύτερες τεχνικές. Συνδυάζει την ευκολία τοποθέτησης και τη μεγάλη ευελιξία με τη μονοφωνική συμβατότητα και την κάλυψη όλων των παραμέτρων του κυρίως ήχου, αλλά και των πληροφοριών του χώρου. Είναι όμως και μια από τις ιδιαίτερες περιπτώσεις των συμβατικών τεχνικών, αφού απαιτεί δυο διαφορετικά μικρόφωνα. Το ένα (Mid) κοιτάει ακριβώς στο κέντρο της ηχητικής πηγής και μπορεί να είναι οποιουδήποτε τύπου πολικής απόκρισης (κατευθυντικότητας) αν και συνήθως είναι καρδιοειδούς. Το δεύτερο (Side) είναι δικατευθυντικό (figure-8) με τους δυο του λοβούς να εστιάζουν στα πλάγια, στις θέσεις  $+90^\circ$  και  $-90^\circ$  σε σχέση με τον άξονα, ο οποίος βρίσκεται στο σημείο μηδενικής λήψης του μικρόφωνου. Έτσι το Mid αναλαμβάνει να λάβει τα κύρια χαρακτηριστικά του ήχου μας, ενώ το Side αυτά του χώρου και γενικότερα τις πληροφορίες όγκου, πλάτους και διεύθυνσης. Αυτό είναι και το θετικό της M/S, διότι, μολονότι είναι

στερεοφωνική, λειτουργεί πρακτικά ως τεχνική πολλαπλών μικροφώνων. Αυξομειώνοντας τη σχέση έντασης των δυο σημάτων, κάτι που μπορεί να γίνει ακόμη και στο στάδιο της μίξης, μεταβάλλουμε τη σχέση απευθείας και ανακλώμενου ήχου. Παράλληλα αλλάζοντας πολική απόκριση στο μικρόφωνο Mid οδηγούμαστε σε μια σειρά από διάφορες τελικές αποκρίσεις. Παρέχει την πιο σταθερή και σίγουρη πληροφόρηση του ήχου(μέσω Mid)ενώ εμφανίζει μεγάλο ποσοστό των στοιχείων του χώρου και διευρυμένη εικόνα σε σχέση με την X/Y, διατηρώντας όμως παράλληλα και την συμβατότητα με την μονοφωνία. Αυτό χρειάζεται όμως κάποια διευκρίνηση, αφού για να ακουστεί το αποτέλεσμα της MS απαιτείται αποκωδικοποίηση του σήματος Side ώστε να εξαχθούν οι δυο λοβοί του οκταριού. Δημιουργούμε ένα αντίγραφο του και το εισάγουμε σε ένα τρίτο κανάλι κονσόλας αντιστρέφοντας όμως τη φάση του κατά 180°. Έτσι έχουμε την εμφάνιση των δυο λοβών του οκταριού που βρίσκονται όμως ανεξάρτητα το καθένα στο δικό του κανάλι, μέσω των Pan Pot τα στέλνουμε σε διαφορετικά ηχεία. Και ρυθμίζουμε τις στάθμες τους ώστε να είναι ακριβώς ίσες. Για να το ελέγξουμε αυτό γυρίζουμε το σύστημα ακρόασης σε μονοφωνική λειτουργία και μεταβάλλουμε το κέρδος του προενισχυτή του καναλιού που έχει το αντιγραμμένο σήμα μέχρι να πετύχουμε τη μέγιστη ακύρωση. Όπως γίνεται αντιληπτό αν ακούσουμε μονοφωνικά το σήμα Side εξαφανίζεται και παραμένει μόνο το Mid. Ένα θετικό είναι ότι το σήμα του δικατευθυντικού μικροφώνου μπορούμε να το γράψουμε σε ένα κανάλι και να κάνουμε την αποκωδικοποίηση στη μίξη.

Τέλος μπορούμε να δείξουμε τη σχέση που συνδέει ένα omni mic με ένα figure of 8 mic. Όπως γνωρίζουμε και από τα παραπάνω λοιπόν, σ ένα mic figure of 8, ο ήχος μπορεί να προσκρούσει την κάψα του και από τις δυο του πλευρες. Αυτό δε δημιουργεί διαφορά στάθμης, αλλά διαφορά φάσης των 0° σε σχέση με τις 180°. Έτσι το εμπρός ημισφαίριο (0°) ας το ονομάσουμε θετική μετατόπιση και το πίσω ημισφαίριο (180°) αρνητική μετατόπιση. Οπότε μεταξύ του εμπρός και του πίσω ημισφαιρίου έχουμε διαφορά φάσης 180°. Για ένα mic omni η πολική του εξίσωση είναι  $s(\theta) = 1$  και για ένα figure of 8 mic είναι  $s(\theta) = \cos\theta$ . Αν τοποθετήσουμε τώρα ένα mic omni και ένα figure of 8 mic στην ίδια θέση και προσθέσουμε αθροιστικά τα δυο σήματα τους τότε γύρω από τη διεύθυνση των 0° θα έχουμε ένα έντονο σήμα λόγω της άθροισης των δυο. Επίσης γύρω από τη διεύθυνση των 180° λόγω της αντίστροφης εκεί πολικότητας του figure of 8 θα έχουμε αφαίρεση των σημάτων η οποία θα είναι και πλήρης στις 180° δηλαδή μηδενικό σήμα όταν βέβαια έχουμε και ίδιες ευαισθησίες και στα δυο μικρόφωνα. Μαθηματικά έχουμε σύμφωνα με τους παραπάνω τύπους:

<b>Omni</b> $s=1$ <b>figure of 8</b> $s=\cos\theta$ (+)
$s(\theta)=0.5=0.5\cos\theta$

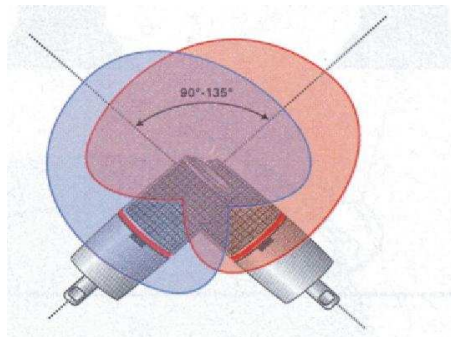
Αυτός ο τύπος μας δηλώνει ότι απ την σύνθεση προέκυψε ένα μικρόφωνο όπου είναι πρακτικά ευαίσθητο μόνο στην μπροστινή περιοχή ενώ θεωρητικά έχει μηδενικό σήμα στις  $180^0$ . Οπότε αυτό το μικρόφωνο ονομάζεται Unidirectional (καρδιοειδές).



Σχήμα: τεχνική M/S.

#### ▪ X/Y

Η πιο γνωστή, απλή και ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική. Τα μικρόφωνα είναι κατά κανόνα καρδιοειδή και η μεταξύ τους γωνία κυμαίνεται από 60μοιρες έως 135μοιρες, με πιο συνηθισμένη αυτή των 90μοιρων. Η λήψη των πληροφοριών του χώρου είναι μηδαμινή, με συνέπεια να προκύπτει μεγάλη καθαρότητα και σαφήνεια στο ηχητικό αποτέλεσμα. Έτσι, η απόσταση από την πηγή μπορεί να αυξηθεί διατηρώντας μια καλή σχέση μεταξύ απευθείας και ανακλώμενου ήχου. Η γωνία, καθώς και η απόσταση από την πηγή είναι τα στοιχεία που καθορίζουν το άνοιγμα (πλάτος) της στερεοφωνικής εικόνας. Προσοχή επίσης απαιτείται και στο γεγονός ότι τα κατευθυντικά και κυρίως τα μικρόφωνα πίεσης παρουσιάζουν το φαινόμενο εγγύτητας (proximity), με συνέπεια να μειώνεται και η απόκριση τους στις χαμηλές συχνότητες όσο απομακρύνονται από την πηγή. Η X/Y είναι βολική και η πρώτη που θα επιλέξουμε όταν δεν υπάρχει χρόνος για πειραματισμό και ρυθμίσεις, ενώ είναι και η αγαπημένη των ανθρώπων του ραδιόφωνου. Έχει όμως περιορισμένες δυνατότητες και σπανίως χρησιμοποιείται μόνη της για απαιτητικές λήψεις, όπως οι ορχήστρες.

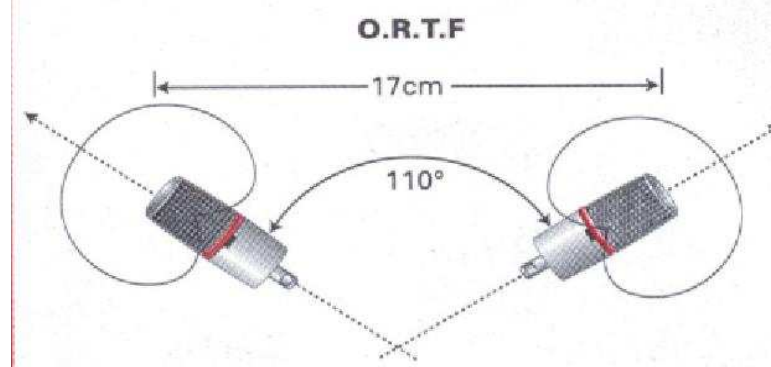


Εικόνα: Τεχνική X-Y.

- **NEAR COINCIDENT (ΣΧΕΛΟΝ ΣΥΜΠΤΩΤΙΚΕΣ)**

- **O.R.T.F.**

Σε αυτή την τεχνική η κυρίαρχη λογική είναι να απομακρύνουμε τα διαφράγματα των μικροφώνων μεταξύ τους και να απέχουν περίπου όσο και τα δυο μας αυτιά. Οι τεχνικές αυτές ονομάζονται "σχεδόν συμπτωτικές" ή NEAR COINCIDENT και με αυτές εισάγουμε και τις διαφορές χρόνου αλλά και φάσεις. Η επικρατέστερη από αυτές είναι ORTF και αυτή θα χρησιμοποιήσουμε στην εργασία μας. Η λήψη σε αυτή την τεχνική όμως αποκτά μεγαλύτερη φυσικότητα, λαμπρότητα αλλά και μικρότερη συμβατότητα με την μονοφωνία. Η στερεοφωνική εικόνα όμως είναι πιο ανοιχτή και εντυπωσιακή με αποτέλεσμα να είναι πιο κατάλληλη για την λήψη συνόρων μεγάλου πλάτους όπως μια συμφωνική ορχήστρα. Οι παραλλαγές όμως που μπορούμε να επιτύχουμε συνδυάζοντας διαφορετικές αποστάσεις, γωνίες και κατευθυντικότητες μικροφώνων είναι άπειρες ανάλογα πάντα με τι θέλουμε να επιτύχουμε. Η ORTF (Office De Radiodiffusion Television Francaise) είναι μια υλοποίηση του γαλλικού ραδιοφώνου που μας έρχεται (αυτό τουλάχιστον υποστηρίζουν μερικά βιβλία αφού η τεχνική αυτή είναι "εφεύρεση" του Blumlein) και χρησιμοποιεί δυο καρδιοειδή μικρόφωνα σε απόσταση 17cm και άνοιγμα 110° μεταξύ τους. Οι τιμές αυτές είναι όμοιες με αυτές των αυτιών του ανθρώπου και δεν δημιουργούν ιδιαίτερα προβλήματα φάσης στις χαμηλές συχνότητες. Τα φίλτρα χτένας (comb filters) που αναπτύσσονται στις υψηλές συχνότητες (από 1KHZ και πάνω) παραμένουν σε ανοιχτό επίπεδο και οδηγούν σε μια ευχάριστη αίσθηση ανοίγματος της στερεοφωνικής εικόνας που καθιστά την ORTF πολύ δημοφιλή.

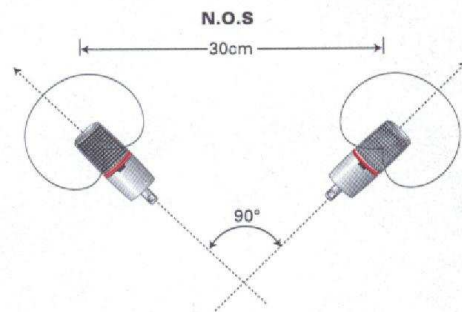


*Εικόνα: Τεχνική ORTF.*



## ▪ NOS

Αντίστοιχη τοποθέτηση χρησιμοποιούσαν και οι μηχανικοί ήχου του ολλανδικού ραδιοφώνου. Η NOS (Nederlandsche Omroep Stichting) αποτελεί από δυο καρδιοειδή μικρόφωνα με μικρότερη γωνία 90μοιρων, αλλά μεγαλύτερη μεταξύ τους απόσταση (30 εκατοστά). Εδώ, οι ακυρώσεις λόγω διαφορών φάσης ξεκινούν από τα 250Hz και είναι πιο έντονες, με συνέπεια να προκύπτουν μεγαλύτερα και πιο ουσιαστικά προβλήματα κατά τη μετάβαση στη μονοφωνία. Παραλλαγή της NOS είναι και η μέθοδος DIN, στην οποία η απόσταση έχει μειωθεί στα 20 εκατοστά.



Εικόνα: Τεχνική NOS.

## ▪ Faulkner

Ο Βρετανός μηχανικός ήχου Tony Faulkner, διάσημος για τις πρότυπες ηχογραφήσεις κλασικής μουσικής, έχει αναπτύξει μια διάταξη που έχει πολλά κοινά με την Blumlein. Χρησιμοποιεί δυο δικατευθυντικά μικρόφωνα (figure-8), αλλά αυτή τη φορά απομακρυσμένα κατά 20 εκατοστά και χωρίς κλίση. Είναι παράλληλα δηλαδή και κοιτούν την ηχητική πηγή ή το μουσικό σύνολο. Διατηρεί έτσι ένα μεγάλο μέρος της λογικής και της πρακτικής της Blumlein, αλλά προσθέτει διαφορές χρόνου και φάσης. Ως αποτέλεσμα το τελικό ηχητικό είδωλο αποκτά περισσότερο όγκο, ενώ ισχύει και εδώ το πλεονέκτημα του ότι μπορούμε να ρυθμίσουμε το βαθμό της παρουσίας των περιφερειακών πληροφοριών κατά το στάδιο της μείξης.

## ▪ A-B

Αν στην προηγούμενη περίπτωση αντικαταστήσουμε τα δυο figure-8 με δυο παντοκατευθυντικά μικρόφωνα (omni), έχουμε την κύρια διάταξη της ιδιαίτερα γνωστής τεχνικής A-B (Spaced Omnis), την οποία και συναντάμε σε πολλές παραλλαγές - ανάλογα με την απόσταση και την κατευθυντικότητα των μικροφώνων. Έτσι, πολλές φορές παρατηρείται το λάθος να χρησιμοποιούμε τον όρο A-B πιο γενικά και υπονοώντας κάθε ζευγάρι απομακρυσμένων μικροφώνων

που δεν ακολουθεί κάποια από τις προηγούμενες συγκεκριμένες και απόλυτες διατάξεις-ακόμη και αν αυτό αποτελείται από μικρόφωνα κατευθυντικά ή με κλίση. Να τονίσουμε πάντως ξανά ότι η χρήση δικατευθυντικών (figure-8) και παντοκατευθυντικών (omni) μικροφώνων οδηγεί σε αυξημένη λήψη των περιφερειακών πληροφοριών και κατά συνέπεια των επιμέρους ανακλάσεων και της αντήχησης του χώρου. Το γεγονός αυτό το καθιστά απαγορευτικά σε περιπτώσεις όπου έχουμε μικρούς χώρους ή αίθουσες με άσχημη ακουστική.

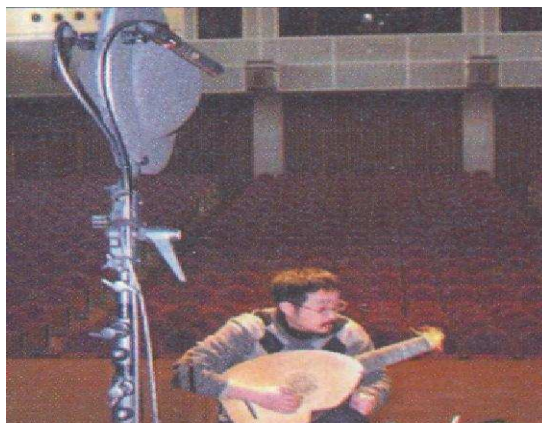
- **HEAD-RELATED STEREO  
(ΣΤΕΡΕΟΦΩΝΙΑ ΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΗ ΜΕ ΤΟ ΚΕΦΑΛΙ)**

Πρόκειται για υποκατηγορία ή προέκταση των <<σχεδόν συμπτωτικών>> τεχνικών, καθώς πάμε ένα βήμα πιο πέρα την πρακτική της προσομοίωσης του ανθρώπινου μηχανισμού ακοής. Ο σκοπός μας είναι να διατηρήσουμε τις διαφορές της έντασης, χρόνου και φάσης που πετυχαίνουμε με τις <<σχεδόν συμπτωτικές>> τεχνικές αλλά να προσθέσουμε σε αυτές τόσο τις διαφορές χροιάς που προκαλούνται από τον όγκο του κεφαλιού όσο και τις αλλοιώσεις τύπου HRTF που δημιουργούνται από τα πτερύγια των αφτιών μας. Οι τεχνικές αυτού του τύπου υλοποιούνται είτε με τον συνδυασμό συμβατικών μικροφώνων και απλών βοηθητικών διατάξεων είτε με ειδικές και σε ένα βαθμό περίεργες και ιδιαίτερες κατασκευές με δυο ενσωματωμένα μικρόφωνα, οι οποίες φτάνουν την έννοια της προσομοίωσης στα άκρα.

- **OSS: (Jecklin Disk)**

Ο πιο απλός τρόπος για να αρχίσουμε να λαμβάνουμε διαφορές χροιάς είναι να τοποθετήσουμε ένα διαχωριστικό ανάμεσα στα δυο μικρόφωνα των τεχνικών ORTF ή A-B. Έτσι, έχουμε την επιπλέον δυνατότητα να αναπαραστήσουμε και την ακουστική σκιά που δημιουργείται λόγω της ύπαρξης του κεφαλιού και μάλιστα χωρίς να χρειάζεται να καταφύγουμε σε πολύπλοκες κατασκευές ή να χάσουμε τη συμβατότητα με τα στερεοφωνικά συστήματα αναπαραγωγής μέσω ηχείων. Την τεχνική αυτή εισήγαγε επίσημα και με συγκεκριμένη κατασκευή ο Jurg Jecklin του Ελβετικού Οργανισμού Ραδιοφώνου, ο οποίος την ονόμασε OSS (*Optimal Stereo signal*-Βέλτιστο στερεοφωνικό σήμα). Η κατασκευή του βαφτίστηκε Jecklin Disk (δίσκος Jecklin) και πρόκειται για ένα στρογγυλό δίσκο διαμέτρου 28-30 εκατοστών και πάχους 8 χιλιοστών, ο οποίος είναι επικαλυμμένος και στις δυο πλευρές του με απορροφητικό υλικό πάχους χιλιοστών. Χρησιμοποιεί δυο παντοκατευθυντικά μικρόφωνα, τα οποία τοποθετούνται σε δυο στηρίγματα που είναι μόνιμα προσαρμοσμένα στις άκρες του δίσκου και με τέτοιο τρόπο ώστε οι κάψες τους να βρίσκονται στον άξονα που

περνά από το κέντρο του δίσκου και να απέχουν μεταξύ τους 16,5 εκατοστά. Οι δυο κάψες κοιτούν μπροστά και ο δίσκος μπαίνει συνήθως σε τέτοια απόσταση από την ηχητική πηγή ώστε η ένταση του απευθείας ήχου να είναι περίπου ίση με εκείνη της αντήχησης. Από τα 200Hz και κάτω δεν προκύπτουν διαφορές στις χροιές που λαμβάνουν τα δυο μικρόφωνα. Από εκεί και πάνω όμως, οι αποκρίσεις που λαμβάνουν τα μικρόφωνα αρχίζουν να διαφέρουν ολοένα και περισσότερο και ανάλογα με την γωνία πρόσπτωσης του ήχου. Την τεχνική OSS μπορούμε να την υλοποιήσουμε και με δίσκο δική μας κατασκευής, αν και η γερμανική εταιρεία μικροφώνων MBHO ([www.mbho.de](http://www.mbho.de)) διαθέτει στην αγορά τρεις παραλλαγές του: τον Jecklin disk που είναι ένα ακριβές αντίγραφο της πρωτότυπης κατασκευής του Jecklin, τον Schneider disk που φέρει μια σφαιρική ενίσχυση με απορροφητικό υλικό στο κέντρο της για επιπλέον διαχωρισμό στις υψηλές συχνότητες, και το μοντέλο MBNM 622, μια PZM έκδοση της OSS με ενσωματωμένα μικρόφωνα τύπου electret.



*Εικόνα: Τεχνική OSS Jecklin Disk.*

#### ▪ SASS

Μια αντίστοιχη λογική ακολουθεί και η Crown-η εταιρεία που ανέπτυξε την τεχνολογία PZM (Pressure Zone Microphone)- με το σύστημα SASS(Stereo Ambient Sampling System), μια κατασκευή που θυμίζει αμόνι και χρησιμοποιεί δυο μικρόφωνα PZM απομακρυσμένα κατά 17 εκατοστά. Δημιουργήθηκε από τον Michael Billingsley, είναι συμβατή με την μονοφωνία και προσφέρει ένα πολύ φυσικό και ευρύ στερεοφωνικό πεδίο χωρίς κενά στο κέντρο της εικόνας.Κυκλοφορεί σε δυο ανανεωμένες εκδόσεις:τη SASS-P mkII και την πιο οικονομική SASS-P mkII HC.



*Εικόνα: Τεχνική μικροφώνων SASS.*

## ▪ SPERES STEREO

Το 1990 έκανε την εμφάνιση της μια από τις πιο ιδιαίτερες και αποτελεσματικές στερεοφωνικές υλοποιήσεις, η οποία αποτελεί το συνδυαστικό κρίκο ανάμεσα στις προαναφερθείσες OSS και SASS και στην Binaural που θα εξετάσουμε στη συνέχεια. Ο λόγος για το μικρόφωνο KFM 6 ή αλλιώς τη <<σφαίρα>> (Sphere) της Schoerpw ([www.schoerps.de](http://www.schoerps.de)), μια εφεύρεση του dr Gunter Theile που δημιουργήθηκε για να λύσει τα προβλήματα συμβατότητας κατά την ακρόαση μέσω ηχείων που εμφανίζουν οι τεχνικές Binaural, και αμέσως δημιούργησε σχολή. Είναι ενδεικτικό ότι η πρώτη εταιρεία που έσπευσε να υποστηρίξει την πρόταση του Theile ήταν η Neumann. ([www.neumann.com](http://www.neumann.com)), η δημιουργός του απόλυτου μικροφώνου Binaural (του Dummy Head KU 100), η οποία έβγαλε το 1992 το σφαιρικό KFM 100 (δεν κυκλοφορεί πια). Και τα δυο μικρόφωνα σφαίρας στηρίζονται στη διαμετρική τοποθέτηση δυο παντοκατευθυντικών μικροφώνων στα άκρα μιας συμπαγούς σφαίρας διαμέτρου 20 εκατοστών και δημιουργούν ένα πολύ ισχυρό και φυσικό είδωλο, το οποίο διατηρεί όλα τα στερεοφωνικά του χαρακτηριστικά κατά την ακρόαση τόσο μέσω ακουστικών όσο και μέσω ηχείων. Οι <<σφαίρες>> επανέρχονται στο προσκήνιο στην εποχή των τεχνικών surround και απόδειξη είναι το BS-3D, μια καινούργια υλοποίηση της αμερικανικής THE ([www.theaudio.com](http://www.theaudio.com)), η οποία είναι κατασκευασμένη από ξύλο και έχει μικρότερη διάμετρο (16 εκατοστά) με σκοπό την αύξηση της γωνίας στερεοφωνικής ηχογράφησης.

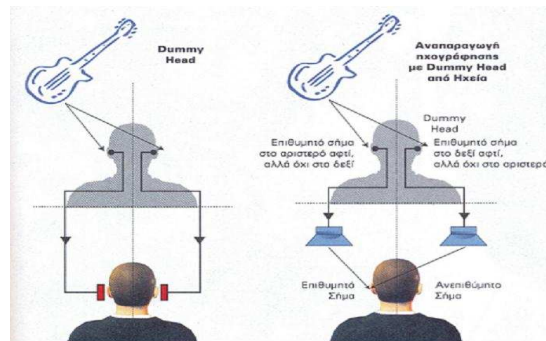


Εικόνα: *Dummy Head KU 100 NEUMANN.*

## ▪ **BINAURAL**

Η αμφιωτική (binaural) είναι η πιο ακραία, αλλά και η πιο ενδιαφέρουσα περίπτωση στερεοφωνικής τεχνικής. Όπως όμως και η Ambisonic που θα δούμε στην κατηγορία των τεχνικών surround, είναι κατά βάση ένα ολοκληρωμένο σύστημα λήψης και αναπαραγωγής, με την έννοια ότι για να αποκαλύψει τις πλήρεις δυνατότητες της απαιτεί ειδικές κατασκευές μικροφώνων και συγκεκριμένο τρόπο ακρόασης. Η λήψη γίνεται μέσω μιας κατασκευής που προσπαθεί να έρθει όσο πιο κοντά γίνεται στον ανθρώπινο μηχανισμό λήψης των ήχων. Έτσι, λαμβάνει υπόψη της όχι μόνο τις θέσεις των αφτιών και την επίδραση του κεφαλιού, αλλά ακόμη και τον καταλυτικό ρόλο που παίζουν τα πτερύγια, ενώ δεν λείπουν και οι υλοποιήσεις που περιλαμβάνουν μέχρι και τους ώμους ή το θώρακα του ανθρώπου. Φτάνει στο σημείο μάλιστα να έχει και την εμφάνιση του κεφαλιού και για αυτό ονομάζεται και <<Dummy Head>>(ψεύτικο κεφάλι). Αποτελεί, κατά γενική ομολογία την καλύτερη, πιο πίστη και φυσικότερη μέθοδο λήψης των ήχων, αλλά αναπαράγεται σωστά μόνο μέσω ακουστικών. Μέσω ηχείων έχουμε ακυρώσεις, αφού πλέον το σήμα που εξάγεται από το αριστερό ηχείο και πρέπει να οδηγηθεί μόνο στο αριστερό αφτί κατευθύνεται και στο δεξί. Επιπλέον, τα πτερύγια του Dummy Head έχουν λάβει τα σωστά δεδομένα HRTF που παίζουν πρωταρχικό ρόλο στην αποσαφήνιση της διεύθυνσης των ήχων. Ο ήχος που φτάνει σε εμάς των ηχείων είναι αναγκασμένος να περάσει και από τα δικά μας πτερύγια. Έτσι, θα υποστεί νέες αλλοιώσεις HRTF, οι οποίες αντιστοιχούν στις θέσεις των ηχείων και είναι διαφορετικές και αλληλοσυγκρουόμενες από εκείνες των αυθεντικών ήχων. Dummy Head κατασκευάζουν αρκετές εταιρείες, με πιο γνωστές τις Bruel Kjaer ([www.dpa.com](http://www.dpa.com)) και HEAD acoustics ([www.head-acoustics.de](http://www.head-acoustics.de)), οι οποίες ειδικεύονται στους χώρους των ακουστικών μετρήσεων και των ψυχοακουστικών ερευνών. Ωστόσο, το πιο γνωστό, διάσημο και ευρέως χρησιμοποιούμενο μοντέλο είναι το KU 100

της Neumann, που είναι και το μόνο που σχεδιάστηκε και βελτιστοποιήθηκε για μουσικές εφαρμογές.



Εικόνα: Τεχνική Binaural όπου ο ακροατής αποτελεί προέκταση του Dummy Head

## ▪ DIY BINAURAL

Η τεχνική Binaural είναι σα να μας μεταφέρει στο χώρο της συναυλίας και καμία άλλη στερεοφωνική τεχνική λήψης του ήχου δε μπορεί να συγκριθεί μαζί της. Ωστόσο τα εντυπωσιακά Dummy Head είναι κατασκευές υψηλού κόστους και με περιορισμένο πλήθος εφαρμογών με αποτέλεσμα να απευθύνονται σε λίγους. Υπάρχει όμως και ένας άλλος, πολύ απλός και οικονομικός τρόπος για την πραγματοποίηση αυτής της πρωτοποριακής και άκρως αποτελεσματικής μεθόδου: η διάσημη προσέγγιση DIY (Do It Yourself). Η binaural υλοποιείται με τη βοήθεια ενός ομοιώματος ανθρώπινου κεφαλιού που έχει δυο μικροσκοπικά πυκνωτικά και παντοκατευθυντικά μικρόφωνα τοποθετημένα στις εισόδους των δυο ακουστικών καναλιών. Η πρακτική αυτή χρησιμοποιείται ευρέως και μπορεί να δώσει πάρα πολύ καλά αποτελέσματα (συναρτήσει της καλής ποιότητας των μικρόφωνων) αρκεί να μην κουνάμε το κεφάλι γιατί τότε θα μετατοπίζεται όλο το ηχητικό είδωλο που λαμβάνουμε.



Εικόνα: Τεχνική DIY Binaural σε ανθρώπινο κεφάλι.

- **SPACED (ΑΠΟΜΑΚΡΥΣΜΕΝΕΣ)**

Οι <<σχεδόν συμπτωτικές>> και ακόμη περισσότερο οι συμπτωτικές τεχνικές αποδεικνύονται ολοένα και πιο αναποτελεσματικές όσο αυξάνει το πλάτος της ορχήστρας , με αποτέλεσμα να αδυνατούν να ανταποκριθούν στην κάλυψη του πλήρους εύρους της στερεοφωνικής τους εικόνας. Σ αυτές τις περιπτώσεις αναγκαζόμαστε να μεγαλώσουμε ακόμα πιο πολύ την απόσταση μεταξύ των μικρόφωνων δημιουργώντας έτσι τις πιο απομακρυσμένες τεχνικές (Spaced) οι οποίες χρησιμοποιούνται ευρέως στις ηχογραφήσεις κλασσικής μουσικής.

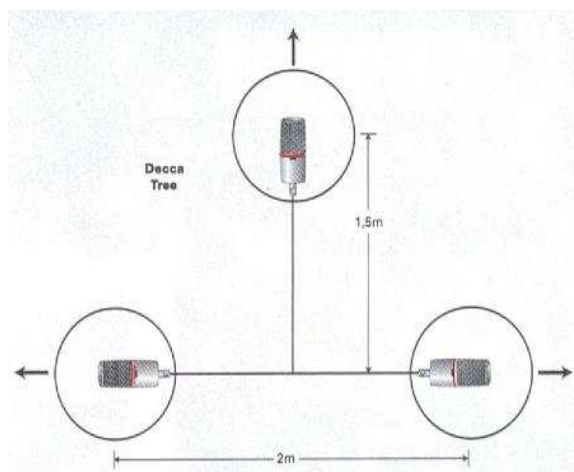
- **SPACED A-B**

Παραλλαγή της τεχνικής A-B όπου τα δυο παντοκατευθυντικά μικρόφωνα απέχουν περισσότερο από 20 εκατοστά. Εδώ αρχίζει να γίνεται όλο και πιο αισθητό το φαινόμενο <<hole in the middle>> (οπής στο κέντρο) της αποκολλήσεις δηλαδή του ειδώλου και της εμφάνισης δυο αντιγράφων του στα δυο άκρα δεξιά και αριστερά. Χάνεται έτσι η συνοχή, που μπορεί να οδηγήσει ακόμη και σε εφέ τύπου *Flanging* ή *Phasing* . Ακόμη πιο έντονες είναι και οι διαφορές φάσης μεταξύ των μικροφώνων. Για την πιο σωστή και απροβληματιστη χρήση της A-B ακολουθούνται δυο βασικοί κανόνες .Πρώτον , αν η απόσταση μεταξύ των μικροφώνων είναι αντίστοιχη με αυτή των ηχείων του μέσου οικιακού συστήματος , τότε τα προβλήματα διατηρούνται σε ένα επίπεδο όχι ενοχλητικό. Σε κάθε άλλη περίπτωση απαιτείται συμπλήρωση και από ένα τρίτο μικρόφωνο στο μέσο της απόστασης . Δεύτερον όταν χρησιμοποιούμε δυο ή περισσότερα μικρόφωνα για την λήψη ενός ήχου η μεταξύ τους απόσταση πρέπει να είναι τρεις φορές μεγαλύτερη από αυτή μεταξύ της ηχητικής πηγής και των μικροφώνων (κανόνας 3:1).

- **Decca Tree**

Η απόλυτη τεχνική ηχογράφησης μεγάλων μουσικών συνόλων και γενικότερα κλασσικής μουσικής και μουσικής για κινηματογράφο. Το <<Δέντρο της Decca>>είναι υλοποίηση των μηχανικών ήχου της αγγλικής δισκογραφικής εταιρείας DEcca Recording Company και άρχισε την ιστορική του πορεία στα μέσα της δεκαετίας του 50'. Χρησιμοποιεί τρία παντοκατευθυντικά μικρόφωνα, τοποθετημένα στα άκρα μιας διάταξης σχήματος <<T>> και μπορεί να παρομοιαστεί με μια ανοιχτή M/S. Η απόσταση ανάμεσα στο δεξί και το αριστερό μικρόφωνα είναι δυο μέτρα και το κεντρικό μπαίνει γύρω στο ενάμισι μέτρο πιο μπροστά. Τα πλαινά μικρόφωνα παλιότερα κοιτούσαν 100% προς τα πλάγια, αλλά

τα τελευταία χρόνια συνηθίζεται να στρέφονται ελαφρά προς τα μπροστά, ενώ η στάθμη του κεντρικού μειώνεται κατά 4 έως 5dB και μοιράζεται εξίσου στα δυο κανάλια της στερεοφωνικής μείξης. Για παρά πολλά χρόνια, σε όλα τα στούντιο του κόσμου χρησιμοποιούσαν σχεδόν αποκλειστικά τρία Neumann M50, αλλά πλέον υλοποιείται με οποιαδήποτε καλά πυκνωτικά μικρόφωνα omni. Συνήθως μπαίνει πάνω από το μαέστρο και ίσως και λίγο πιο πίσω του, σε ύψος δυόμισι περίπου μέτρων. Κατά κανόνα υποστηρίζεται από Flanking Mics, από επιμέρους spot μικρόφωνα ή από στερεοφωνικές τεχνικές ανά ομάδες οργάνων, όπως οι χορωδίες κ.ο.κ. Μετά τα χρόνια, η μεγάλη επιτυχία της τεχνικής αυτής έχει οδηγήσει στη δημιουργία ειδικών στηριγμάτων για την άμεση προσαρμογή των μικροφώνων στις σωστές θέσεις, καθώς και στην ανάπτυξη δεκάδων παραλλαγών της. Η Decca Tree θεωρείται η πλέον ιδανική για την λήψη των ακουστικών χαρακτηριστικών της αίθουσας ηχογράφησης και της γενικής στερεοφωνικής εικόνας της ορχήστρας, στοιχεία που αποδεικνύονται εξίσου αποτελεσματικά και στην εποχή του surround, όπου πολύ συχνά χρησιμοποιείται για την λήψη του μπροστινού πεδίου. Συχνά όμως κριτικάρεται για την έλλειψη ευκρίνειας του κεντρικού ειδώλου και για τη μη σαφή αναπαραγωγή της θέσης των επιμέρους οργάνων της ορχήστρας. Γι αυτό ο διάσημος μηχανικός ήχου Ron Streicher έχει αντικαταστήσει το κεντρικό μικρόφωνο με μια τεχνική M/S, ενώ έχει δημιουργήσει και μια πολυκαναλη εκδοχή της, όπου τα δυο πλαϊνά μικρόφωνα στρέφονται ελαφρά προς τα πίσω, ανάμεσα τους τοποθετούνται δυο μικρόφωνα wide cardioid που κοιτούν μπροστά, και στη θέση του κεντρικού μικρόφωνου μπαίνει ένα Ambisonic μικρόφωνο Soundfield. Από αυτή τη διάταξη και ανάλογα με τα ποια ζευγάρια ή τριάδες μικροφώνων επιλέγουμε, μπορούμε να δημιουργήσουμε πέντε διαφορετικές στερεοφωνικές τεχνικές.



*Εικόνα: Τεχνική Decca Tree.*





*Εικόνα: Τεχνική Decca Tree σε Studio ηχογράφησης.*

## **5. ΜΙΞΗ**

### **5.1 ΠΕΡΙ ΜΙΞΗΣ**

Το τελικό στάδιο επεξεργασίας του πολυκάναλου ηχητικού υλικού σε δύο κανάλια που ακούει ο ακροατής ονομάζεται μίξη ήχου (Audio mixing) και χρησιμοποιείται στην ηχοληψία, στην επεξεργασία ήχου και στα ηχητικά συστήματα για να εξισορροπήσει τις σχετικές ηχητικές στάθμες και τα συχνотικά περιεχόμενα ενός αριθμού μουσικών οργάνων μίας μπάντας ή μουσικών τμημάτων μίας ορχήστρας.

Ο Ηχολήπτης με τη βοήθεια της τεχνολογίας και σε συνεργασία με τον παραγωγό τον ενορχηστρωτή και τον συνθέτη θα κατασκευάσει μια μουσική σκηνή (με την έννοια του χώρου) έτσι ώστε ο ακροατής ακούγοντας το τελικό προϊόν του STUDIO να έχει σαφή στερεοφωνική εικόνα της σκηνής αυτής ξεχωρίζοντας χωροταξικά όλα τα μέλη της ορχήστρας. Με τις σωστές χροιές και εντάσεις, ο ηχολήπτης θα καταφέρει να αναδείξει τις αρετές του μουσικού έργου.

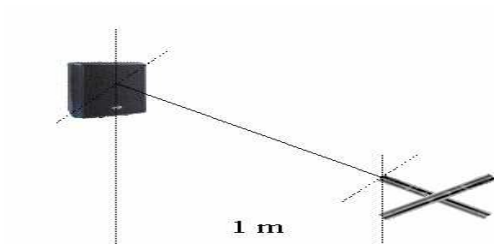
Μία καλή μίξη χαρακτηρίζεται από τα εξής :

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

- **ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

### 6.1 **ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

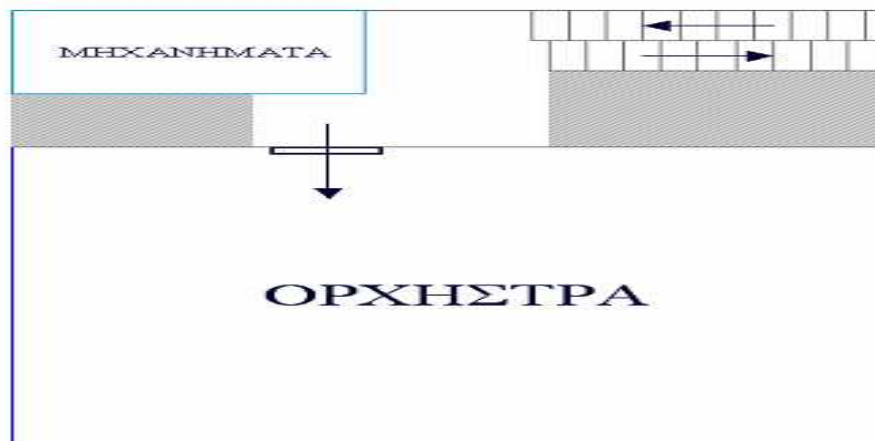
Για την εκτέλεση της εργασίας αυτής , αφού συνεννοηθήκαμε πρώτα με το μαέστρο της Φιλαρμονικής κ. Τζωρτζάκη Ιωαν. Αλλά και με τις υπόλοιπες εταιρείες P.A. για ενοικίαση μηχανημάτων που προαναφέραμε καθορίσαμε την ημερομηνία όπου η Φιλαρμονική μπάντα θα έκανε πρόβα. Όπως μας είχε πει και ο μαέστρος , έτσι και εμείς αντιληφθήκαμε αφού είδαμε και ακούσαμε το χώρο, ότι δεν ήταν κατάλληλος για ηχογράφιση και ειδικά ενός μεγάλου μουσικού συνόλου όπως μια Φιλαρμονική Ορχήστρα 40 περίπου ατόμων. Παρόλα αυτά δεν είχαμε άλλη λύση να περιμένουμε 1 ολόκληρο χρόνο να ετοιμαστεί ο νέος χώρος της Φιλαρμονικής από το Δήμο Ηρακλείου , αλλά ταυτόχρονα ήταν και ένα στοίχημα για εμάς μια πρόκληση να “βγάλουμε” ήχο αλλά θα μας έδινε και μια εμπειρία αφού θα προσπαθούσαμε να ηχογραφήσουμε ένα μεγάλο μουσικό σύνολο σε ένα χώρο που έμοιαζε ένα “τετράγωνο” κουτί. Πήγαμε λοιπόν μια Πέμπτη του Νοεμβρίου και στήσαμε στο χώρο τα μηχανήματα και τις τεχνικές εκείνες των στερεο μικροφώνων όπως μεταξύ μας είχαμε συμφωνήσει για να “βγάλουμε” ήχο. Μέσα στο χώρο που θα γινόταν η ηχογράφιση άρα ήταν και οι μουσικοί εκεί είχαμε τοποθετήσει τα μικρόφωνα. Εμείς θα ελέγχαμε τον ήχο έξω από αυτόν χώρο όποτε και εκεί είχαμε τα υπόλοιπα μηχανήματα (κονσόλα,Η/Υ, κάρτα ήχου ,κλπ). Εξάλλου όλο το διάγραμμα διάταξης συνδεσμολογιών φαίνεται σε σχήμα παρακάτω. Κάθε μικρόφωνο που τοποθετούσαμε κάναμε check για να ελέγξουμε τι σήμα παίρνουμε αλλά επίσης κάναμε check στο κάθε μικρόφωνο σε σχέση με τα άλλα για να δούμε διαφορά κατασκευαστικά όμως πάνω σε μικρόφωνα ίδιου τύπου και μοντέλου. Επίσης με ένα μεγάφωνο και ένα τελικό ενισχυτή δώσαμε έναν λευκό θόρυβο σ όλα τα μικρόφωνα σε απόσταση ενός μέτρου από αυτά έτσι ώστε να δούμε πως ανταποκρίνονται όλα τα μικρόφωνα μας. Αυτό το check μας έδωσε να δούμε πως ανταποκρίνονται και οι προενισχυσεις της κονσόλας σε μια σταθερή ένταση του ενισχυτή που έδινε τον παλμό. Εμείς προσπαθήσαμε προενισχυτικά να φτάσουμε την κονσόλα στα άκρα για να δούμε ποια είναι εκ των πρότερων και να μη χρειαστεί να κάνουμε κάποιο λάθος όταν αρχίσει η ηχογράφιση.



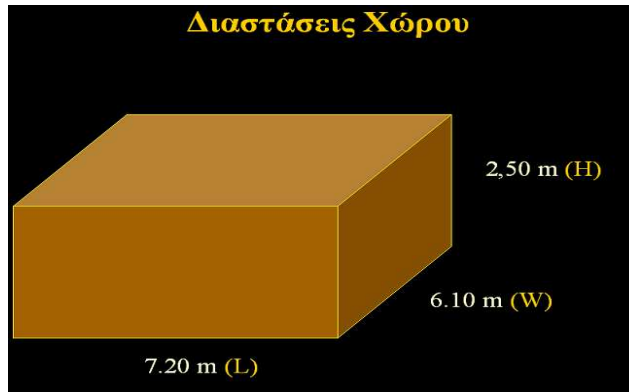
Εικόνα: Check λευκού θορύβου μεταξύ πηγής - μικροφώνου.

Ήρθαν όλοι οι μουσικοί , κάναμε ένα γενικό check ,έκαναν και αυτοί ατομικά ο καθένας στο όργανο του και όταν ήταν έτοιμοι και αυτοί και εμείς συμφωνήσαμε με το μαέστρο ότι το πρώτο κομμάτι θα ήταν ενδεικτικό (δε θα το γράφαμε) καθώς θα ελέγχαμε τις στάθμες του σήματος. Επίσης συμφωνήσαμε με το μαέστρο ότι θα έπαιζαν ένα κομμάτι σε forte και ένα κομμάτι σε piano. Εμείς μετά θα επιλέγαμε το καλύτερο όπου θα συνδύαζε αυτά που περιμέναμε από την κάθε τεχνική εν σχέση με τα λάθη των μουσικών , εν σχέση με το χώρο.

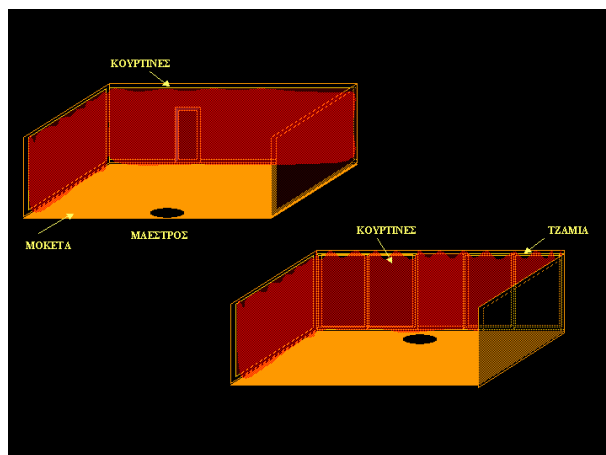
Οπλίσαμε 6 κανάλια στο Nuendo και είχαμε επιστροφή σε διαφορετικά κανάλια για να ακούμε τι γράφεται. Σημειώνουμε ότι τα κομμάτια ήταν σε wav μορφή και SR=44100hz και 16 bits. Γράψαμε λοιπόν 2 κομμάτια. Σημειώνουμε εδώ ότι προενισχυτικά οι εντάσεις για κάθε ζευγάρι τεχνικών είναι ακριβώς ίδια (και βρήκαμε τα  $-3db$ ) όπως πρέπει για στέρεο τεχνικές μικροφώνων γιατί αλλιώς χάνεται ο χώρος, το panning, και οι συχνότητες. Το πώς εφαρμόζονται οι 3 τεχνικές στο χώρο φαίνονται στα παρακάτω σχήματα.



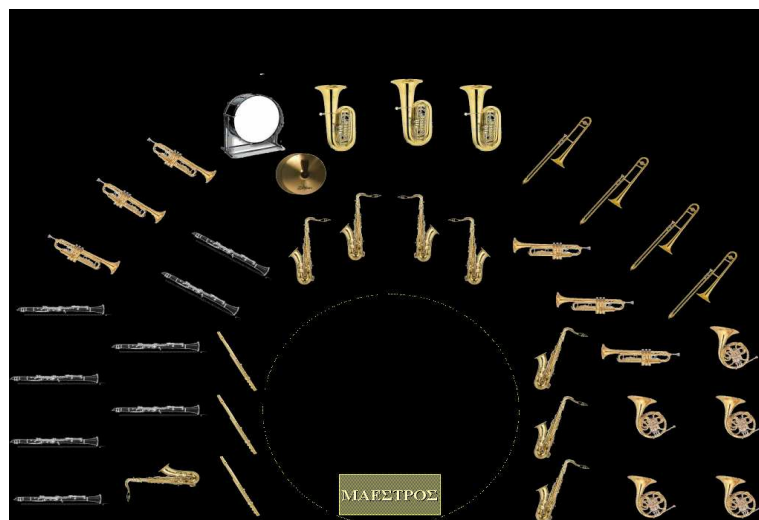
Εικόνα: Κάτοψη χώρου ηχογράφησης.



Εικόνα: Διαστάσεις χώρου ηχογράφησης.

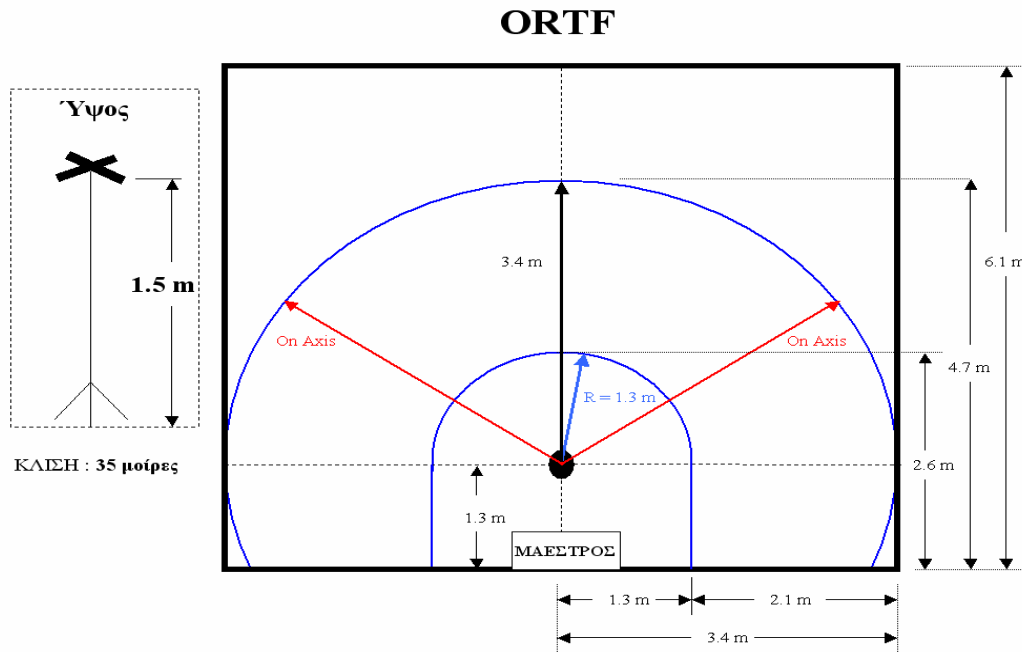


Εικόνα: Απορροφητικά και ανακλαστικά υλικά χώρου ηχογράφησης.

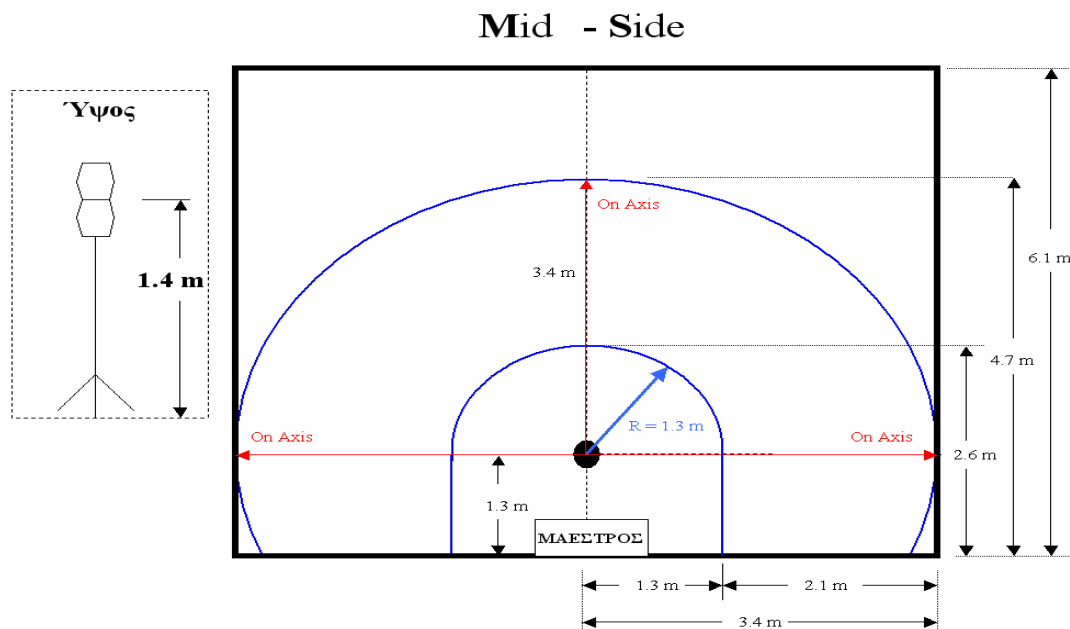


Εικόνα: Χωροδιάταξη Οργάνων Ορχήστρας.

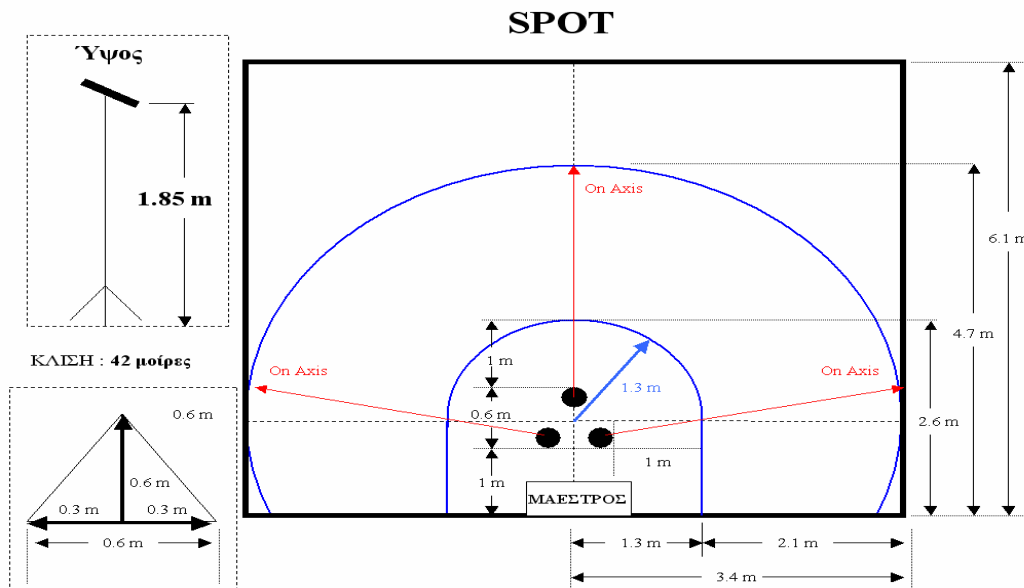
Παρακάτω φαίνονται αναλυτικότερα όσον αφορά τις τοποθετήσεις των μικροφώνων στο χώρο, οι αποστάσεις και τα ύψη των μικροφώνων για κάθε τεχνική.



Σχήμα: Αποστάσεις και ύψη μικροφώνων στο χώρο ηχογράφησης για την ORTF τεχνική.



Σχήμα: Αποστάσεις και ύψη μικροφώνων στο χώρο ηχογράφησης για την MS τεχνική.



Σχήμα: Αποστάσεις και ύψη μικροφώνων στο χώρο ηχογράφησης για την SPOT τεχνική.

## • 6.2 HARDWARES ΗΧΟΓΡΑΦΗΣΗΣ

Για την υλοποίηση της εργασίας χρησιμοποιήσαμε τα εξής παρακάτω μηχανήματα που τα ενοικιάσαμε από τις εταιρείες ARIA SOUND, SPACE SOUND και PROSOUND και είναι μια κονσόλα Soundcraft 32ch Spirit , μία κάρτα ήχου M-Audio Delta 1010, ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή ,ένα editor ήχου (Nuendo 2.2), δυο τύπους μικροφώνων AKG (C414 EB και 451 B),και καλώδια balanced και δυο ζευγάρια ακουστικά BEYER DT 770 .



Εικόνα: Hardware ηχογράφησης και συνδεσμολογία.

## ▪ ΚΑΡΤΑ ΗΧΟΥ

Η κάρτα ήχου όπως προαναφέραμε είναι η M-AUDIO DELTA 1010 και έχει μία καλή ποιότητα ήχου για την τιμή της. Έχει 8in και 8out. Εμείς χρειαστήκαμε 7 κανάλια όσα και τα μικρόφωνα μας για το in σήμα, που ερχόταν το σήμα απ την direct out της κονσόλας. Το κάθε κανάλι της κάρτας το βγάσαμε απ την αντίστοιχη έξοδο της και το συνδέσαμε σε διαφορετικά κανάλια της κονσόλας για να ακούμε και την έξοδο της κάρτας κι όχι μόνο της κονσόλας. Τα καλώδια ήταν balanced ενώ ήταν πατημένο και το κουμπί στο πίσω μέρος της κάρτας για balanced σήμα. Τα χαρακτηριστικά της M-AUDIO φαίνονται παρακάτω:



*Εικόνα: η M-AUDIO DELTA και η κάρτα PCI.*

### **ΧΑΡΑΧΤΗΡΙΣΤΙΚΑ M-AUDIO DELTA 1010**

- 10 x 10 24-bit/96kHz full-duplex recording interface.
- 8 x 8 analog I/O on balanced/unbalanced 1/4" TRS.
- S/PDIF digital I/O (coaxial) with 2-channel PCM.
- Digital I/O supports surround-encoded AC-3 and DTS pass-through.
- Up to 24-bit/96kHz fidelity.
- 1 x 1 MIDI I/O.
- Analog outs can directly drive up to 7.1 surround.
- +4dBu/-10dBV operation individually switched on rack-mount unit .
- Word clock I/O for sample-accurate device synchronization.
- Zero-latency monitoring.

*Πίνακας: Χαρακτηριστικά M-AUDIO DELTA 1010.*



## ▪ MIXER

Η κονσόλα μας όπως προαναφέραμε είναι 24 καναλιών είναι σχετικά καλή για live, έχει ανά κανάλι direct outs κάτι που μας διευκόλυνε για να στείλουμε το σήμα που παίρναμε απ τα μικρόφωνα στην κάρτα ήχου. Είναι φυσικό το ερώτημα γιατί να πάρουμε τις προενισχυσεις από την κονσόλα κι όχι απ τον editor. Και φυσικά η απάντηση είναι για να έχουμε όσο το δυνατόν μια καλύτερη προενισχυση. Equaliser δεν έχουμε χρησιμοποιήσει καθόλου παρά μόνο το gain της κονσόλας. Επίσης επισημάνουμε και εδώ ότι τα gain της κονσόλας ανά ζευγάρι δυο ή τριών μικροφώνων είναι ακριβώς ίδια ρύθμιση ,κανόνας των stereo ηχογραφήσεων. Τέλος εδώ μπορούμε να πούμε την συνδεσμολογία σχετικά με την κονσόλα κάτι που φαίνεται βέβαια και στα σχήματα μας ότι δηλαδή το σήμα μας απ την έξοδο των μικροφώνων ήρθε σε 7 mic in της κονσόλας και "έφυγε" απ αυτήν απ τα direct out κάθε καναλιού αντίστοιχα. Επίσης η δυνατότητα που είχε η κάρτα ήχου να έχει δηλαδή εξόδους στα 8 κανάλια της μας βοήθησε στο να επιστρέψουμε κάθε κανάλι χωριστά στα υπόλοιπα κανάλια της κονσόλας και να ακούμε τι επιστρέφει ανά κανάλι ξεχωριστά. Παρακάτω φαίνονται τα χαρακτηριστικά της κονσόλας σύμφωνα πάντα με τον κατασκευαστή.



*Εικόνα: SOUNDCRAFT SPIRIT 24.*

### **ΧΑΡΑΧΤΗΡΙΣΤΙΚΑ SOUNDCRAFT SPIRIT 24**

- Κατάλληλη για live και studio recordings.
- 100mm faders.
- +48V phantom power.
- 24 real time channels.
- Up to 40 inputs (including stereo inputs and returns).
- 18dB/octave high-pass filter.

- 4 band EQ with two swept mid frequency controls.
- 6 aux sends, 4 of them pre/post.
- Group and mix inserts.
- 12-segment LED metering.
- I/O are balanced.
- Providing 60dB of gain range and 22dBu of headroom.
- External power supply.

*Πίνακας: Χαρακτηριστικά soundcraft spirit.*

## **MICROPHONES**

Όπως απαιτείται για stereo ηχογραφήσεις αυτό που είναι στάνταρ, είναι τα ευαίσθητα και πυκνωτικά μικρόφωνα. Σε σχήματα μέσα στο χώρο καθώς και φωτογραφίες φαίνονται καθαρά το πως έχουν στηθεί ,διαστάσεις σε σχέση με χώρο και μουσικούς. Βρήκαμε και χρησιμοποιήσαμε τα AKG, δυο C414(φαρδύς πυκνωτής) και πέντε 451 EB (στενός πυκνωτής). Με τα πέντε πουράκια λοιπόν κάναμε δυο τεχνικές ηχογράφησης ,την ORTF και μια δική μας που την ονομάσαμε SPOT. Όλα τα πουράκια είχαν πολικό διάγραμμα καρδιάς. Με τα 414 κάναμε την MS. Τα πολικά διαγράμματα των δυο τύπων μικροφώνων καθώς και τα χαρακτηριστικά τους φαίνονται παρακάτω.

- AKG C414 EB

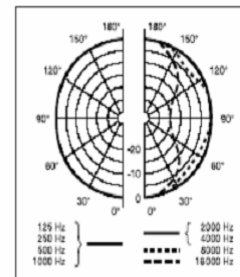
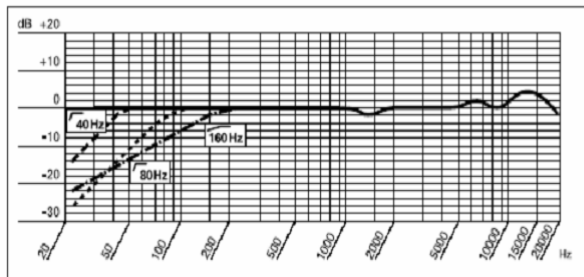


*Εικόνα: C414 AKG EB*

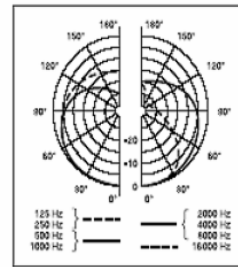
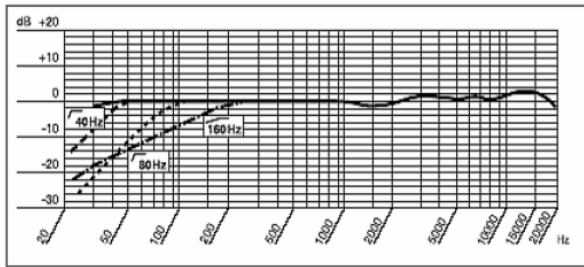
### ΧΑΡΑΧΤΗΡΙΣΤΙΚΑ C414 AKG EB

- Type: 1-inch large-diaphragm pressure gradient microphone.
- Polar patterns: omni, wide cardioid, cardioid, hypercardioid, figure eight (selectable).
- Sensitivity: 23 mV/Pa (-33 dBV  $\pm$  0.5 dB).
- Frequency range: 20 to 20,000 Hz .
- Impedance:  $\leq$  200 ohms.
- Recommended load impedance:  $\geq$  2200 ohms.
- Bass cut filter slopes: 12 dB/octave at 40 Hz and 80 Hz ,6 dB/octave at 160 Hz.
- Preattenuation pads: -6 dB, -12 dB, -18 dB (selectable).
- Equivalent noise level to CCIR 468-2: 20 dB (0 dB preattenuation).
- Equivalent noise level to DIN 45 412 (A-weighted): 6 dB-A (0 dB preattenuation).
- Signal/noise ratio re 1 Pa (A-weighted): 88 dB.
- Max. SPL for 0.5% THD: 200/400/800/1600 Pa 140/146/152/158 dB SPL (0/-6/-12/-18 dB preattenuation)
- Dynamic range: 134 dB min.
- Max. output level: 5 V rms (+14 dBV)
- Powering: 48 V phantom power to DIN/IEC
- Current consumption: approx. 4.5 mA
- Connector: 3-pin XLR (pin 2 hot)
- Dimensions: 50 x 38 x 160 mm / 2 x 1.5 x 6.3 in.
- Net weight: 300 g / 10.6 oz.

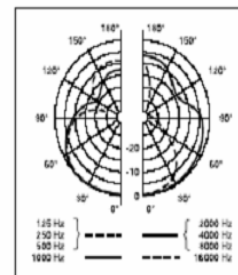
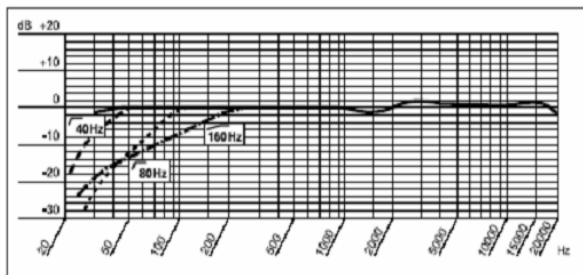
*Πίνακας: Χαρακτηριστικά C414 AKG EB.*



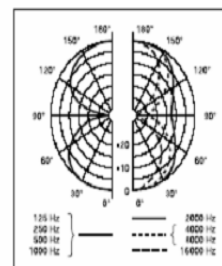
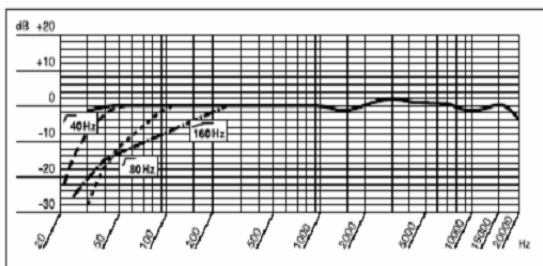
*Σχήμα: Πολικό διάγραμμα 414EB AKG (Omni).*



Σχήμα: Πολικό διάγραμμα 414EB AKG (Cardioid).

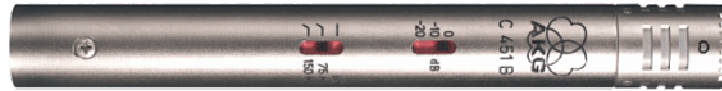


Σχήμα: Πολικό διάγραμμα 414EB AKG (Hypercardioid).



Σχήμα: Πολικό διάγραμμα 414EB AKG (Figure of 8).

- AKG 451 B

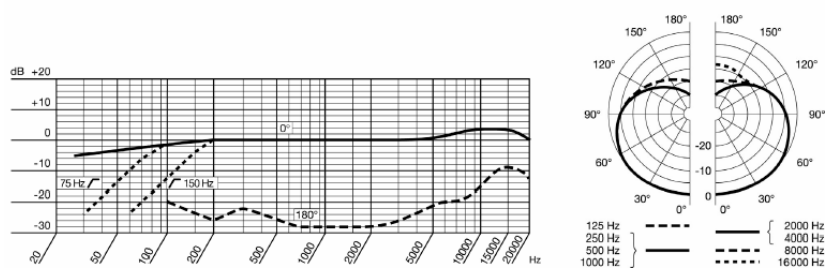


Εικόνα: AKG 451 B.

### ΧΑΡΑΧΤΗΡΙΣΤΙΚΑ 451B

- Transducer type: condenser
- Frequency response: 20 Hz to 20 kHz
- Sensitivity at 1 kHz: 9 mV/Pa (-41 dBV)
- Self noise level: 18 dB-A
- Dynamic range: 117 dB
- Polar pattern: cardioid
- Impedance: 200 ohms
- Load impedance: >1000 ohms
- Switchable pad: -10 and -20 dB
- Sound pressure level for 0.5% THD: 135 dB SPL (unpadded) 145 dB SPL (-10 dB pad) 155 dB SPL (-20 dB pad)
- LF roll-off: 12 dB/octave at 75 and 150 Hz
- Power requirement: Phantom powering, 9 to 52 Vdc
- Output connector: 3-pin XLR-M

Πίνακας: Χαρακτηριστικά 451B.



Σχήμα: Πολικό διάγραμμα 451B AKG (Cardioid).

- ΑΚΟΥΣΤΙΚΑ STUDIO

Ακουστικά χρησιμοποίησαμε απ την έξοδο της κονσόλας (Main mix) για να ακούσουμε καθαρά τι γίνεται στο χώρο ηχογράφησης καθώς στο χώρο που ήταν η κονσόλα υπήρχε πολύς θόρυβος (φωνές, κούρδισμα οργάνων κλπ). Τα χαρακτηριστικά τους φαίνονται παρακάτω.



*Εικόνα: BEYER DT 770.*

**ΧΑΡΑΧΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ BEYER DT 770**

- Closed-back, diffuse field design
- Bass reflex technology for extended bass response
- Transducer type: Dynamic
- Weight (without cable): 270 g
- Frequency response: 5Hz - 35kHz
- Nominal impedance acc. to IEC 60268-7: 80 Ohm
- Nominal SPL acc. to IEC 60268-7: 96dB
- Nominal THD acc. to IEC 60268-7: < 0.2%
- Power handling capacity acc. to IEC 60268-7: 100 mW
- Ambient noise isolation: approx. 18dB
- Length and type of cable: 3 m / straight cable

*Πίνακας: Χαρακτηριστικά ακουστικά BEYER DT 770.*

• 6.3 **ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ RT60 ΧΩΡΟΥ**

Ο όγκος του χώρου ηχογράφησης είναι 103,7m<sup>3</sup>, σύμφωνα με τις διαστάσεις όπου είναι: μήκος: 6.8μ , πλάτος: 6,1μ και ύψος 2,5μ. (6,8\*6,1\*2,5=103,7 m<sup>3</sup>). Θα πάρουμε RT60 για 6 οκτάβες στα 125, 250, 500, 1000, 2000 και 4000 hz. Στους 4 τοίχους έχουν τοποθετηθεί κουρτίνες οπότε παίρνουμε τον συντελεστή απορρόφησης της κουρτίνας απ τον παρακάτω πίνακα , το ίδιο για την οροφή που είναι από χαλί , το ίδιο και για την οροφή που είναι από ρικοφον. Παρακάτω φαίνεται ένας Πίνακας με ενδεικτικές τιμές απορρόφησης για διάφορα υλικά αλλά και με τα υλικά που χρησιμοποιούμε.

<b>ΥΛΙΚΟ</b>	<b>125hz</b>	<b>250hz</b>	<b>500hz</b>	<b>1000hz</b>	<b>2000hz</b>	<b>4000hz</b>
Πέτρα	0.19	0.23	0.43	0.37	0.58	0.62
Χαλί	0.02	0.06	0.14	0.37	0.60	0.65
Κουρτίνα	0.14	0.35	0.55	0.72	0.70	0.65
Ρικοφον 2.5cm	0.08	0.25	0.65	0.85	0.80	0.75
Μπετον	0.36	0.44	0.31	0.29	0.39	0.25
Γυψοσανίδα	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09

*Πίνακας: Συντελεστές απορρόφησης για διάφορα υλικά ανά συχνότητα (6 οκτάβες).*

Αναλύοντας τον γνωστό τύπο του Sabin  $Rt60=0.161 \cdot V / S\alpha$  έχουμε το χρόνο αντήχησης σε second.

Όπου  $V=$  όγκος σε m<sup>3</sup>

$S=$  εμβαδόν επιμέρους επιφάνειας

$\alpha=$  συντελεστής απορρόφησης υλικού για κάθε συχνότητα

Βρίσκουμε λοιπόν ξεχωριστά για κάθε συχνότητα το RT60 και έτσι έχουμε:

Τοίχι μεγάλοι =  $0.14 \cdot (6.8 \cdot 2.5) \Rightarrow S\alpha=4.76$

τοίχι μικροί =  $0.14 \cdot (6.1 \cdot 2.5) \Rightarrow S\alpha=4.27$

πάτωμα =  $0.02 \cdot (6.8 \cdot 6.1) \Rightarrow S\alpha=0.82$

οροφή =  $0.08 \cdot (6.8 \cdot 6.1) \Rightarrow S\alpha=3.31$

Προσθέτοντας τα  $S\alpha$  βρίσκουμε το συνολικό 13.16  $S\alpha$  για τα 125hz. Με τον τύπο του Sabin βρίσκουμε το RT60 και έχουμε:

$$RT60=0.161 \cdot V/S\alpha = 16.69/13.16=1.26sec$$

Όμοια δουλεύουμε και για τις υπόλοιπες συχνότητες όπως φαίνεται παρακάτω.

Τοίχοι μεγάλοι =  $0.35*(6.8*2.5) \Rightarrow S\alpha=11.9$

τοίχοι μικροί =  $0.35*(6.1*2.5) \Rightarrow S\alpha=10.67$

πάτωμα =  $0.06*(6.8*6.1) \Rightarrow S\alpha=2.4$

οροφή =  $0.25*(6.8*6.1) \Rightarrow S\alpha=10.33$

Προσθέτοντας τα  $S\alpha$  βρίσκουμε το συνολικό  $35.27S\alpha$  για τα 250hz. Με τον τύπο του Sabin βρίσκουμε το RT60 και έχουμε:

$$\mathbf{RT60=0.161*V/S\alpha = 16.69/35.27=0.47sec}$$

Τοίχοι μεγάλοι =  $0.55*(6.8*2.5) \Rightarrow S\alpha=18.7$

τοίχοι μικροί =  $0.55*(6.1*2.5) \Rightarrow S\alpha=16.77$

πάτωμα =  $0.14*(6.8*6.1) \Rightarrow S\alpha=5.8$

οροφή =  $0.65*(6.8*6.1) \Rightarrow S\alpha=26.9$

Προσθέτοντας τα  $S\alpha$  βρίσκουμε το συνολικό  $68.2S\alpha$  για τα 500hz. Με τον τύπο του Sabin βρίσκουμε το RT60 και έχουμε:

$$\mathbf{RT60=0.161*V/S\alpha = 16.69/68.2=0.24sec}$$

Τοίχοι μεγάλοι =  $0.72*(6.8*2.5) \Rightarrow S\alpha=24.48$

τοίχοι μικροί =  $0.72*(6.1*2.5) \Rightarrow S\alpha=21.96$

πάτωμα =  $0.37*(6.8*6.1) \Rightarrow S\alpha=15.34$

οροφή =  $0.85*(6.8*6.1) \Rightarrow S\alpha=35.25$

Προσθέτοντας τα  $S\alpha$  βρίσκουμε το συνολικό  $97.03S\alpha$  για τα 1000hz. Με τον τύπο του Sabin βρίσκουμε το RT60 και έχουμε:

$$\mathbf{RT60=0.161*V/S\alpha = 16.69/97.03=0.17sec}$$

Τοίχοι μεγάλοι =  $0.70*(6.8*2.5) \Rightarrow S\alpha=23.8$

τοίχοι μικροί =  $0.70*(6.1*2.5) \Rightarrow S\alpha=21.35$

πάτωμα =  $0.60*(6.8*6.1) \Rightarrow S\alpha=24.8$

οροφή =  $0.80*(6.8*6.1) \Rightarrow S\alpha=33.18$

Προσθέτοντας τα  $S\alpha$  βρίσκουμε το συνολικό  $103.13S\alpha$  για τα 2000hz. Με τον τύπο του Sabin βρίσκουμε το RT60 και έχουμε:

$$\mathbf{RT60=0.161*V/S\alpha = 16.69/103.13=0.16sec}$$

Τοίχοι μεγάλοι =  $0.65*(6.8*2.5) \Rightarrow S\alpha=22.1$

τοίχοι μικροί =  $0.65*(6.1*2.5) \Rightarrow S\alpha=19.8$

πάτωμα =  $0.65*(6.8*6.1) \Rightarrow S\alpha=26.9$

οροφή =  $0.75*(6.8*6.1) \Rightarrow S\alpha=31.1$

Προσθέτοντας τα  $S\alpha$  βρίσκουμε το συνολικό  $99.91S\alpha$  για τα 4000hz. Με τον τύπο του Sabin βρίσκουμε το RT60 και έχουμε:

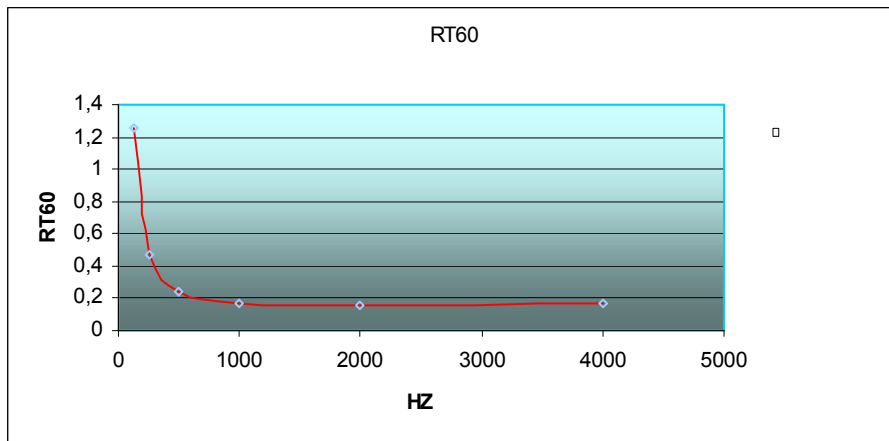
$$\mathbf{RT60=0.161*V/S\alpha = 16.69/99.91=0.167sec}$$



Τον συγκεντρωτικό Πίνακα με όλα τα RT60 που βρήκαμε είναι στον παρακάτω Πίνακα καθώς και η αναπαράσταση τιμών RT60 σε γράφημα:

<b>hz</b>	<b>Τοίχοι (κουρτίνα)</b>	<b>Οροφή (ρικοφον)</b>	<b>Πάτωμα (χαλί)</b>	<b><u>SA</u></b>	<b>RT60</b>
125	0,14	0,08	0,02	13,16	1,26
250	0,35	0,25	0,06	15,27	0,47
500	0,55	0,65	0,14	68,23	0,24
1000	0,72	0,85	0,37	97,03	0,17
2000	0,70	0,80	0,60	103,13	0,16
4000	0,65	0,75	0,65	99,91	0,167

Πίνακας: θεωρητικές τιμές RT60 χώρου και συντελεστές απορρόφησης υλικών χώρου



Γράφημα: θεωρητική αναπαράσταση τιμών RT60 στον άξονα χ-γ.

#### • 6.4 ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΜΙΞΗΣ ΚΑΙ ΑΚΡΟΑΣΗΣ

Όπως έχουμε προαναφέρει σε προηγούμενα κεφάλαια , οι στερεο τεχνικές προενισχυτικά πρέπει να είναι **ίδιες** για κάθε ζευγάρι.

Επίσης γενικά καλό είναι να μη βάζουμε eq σε στερεο mic αλλά αν επιβάλλεται τότε να γίνεται ακριβώς η ίδια ρύθμιση και στο άλλο κανάλι. Όσο για τον τίτλο "Μίξη" δεν πρόκειται για μια μίξη που γίνεται όπως ένα κανονικό πολυκαναλο κομμάτι αφού ουσιαστικά δεν μπορούμε να πειράξουμε κάτι , όλα έχουν καθοριστεί και θα παραμείνουν έτσι ,απ τη διαδικασία της ηχογράφησης. Ακούγοντας λοιπόν τα κομμάτια στο studio του TEI μέσω Nuendo διαπιστώσαμε ότι ο χώρος που ηχογραφήσαμε τη Φιλαρμονική ήταν "πνιγμένος" στα απορροφητικά κάτι που έβγαζε ένα μουντό ήχο. Ακούγοντας διεξοδικά τα κομμάτια λοιπόν στερεο, στο studio του TEI βγάλαμε κάποια συμπεράσματα για τις τεχνικές που φαίνονται παρακατω.Συμπερασματα συχνοτικής απόκρισης ,θέσης οργάνων στο χώρο όπως τα ακούμε και κάποιας σύγκρισης των τεχνικών μεταξύ τους. Διαλέγοντας το καλύτερο κατά τη γνώμη μας κομμάτι, όπου θα είχε κάτι ενδιαφέρον ως προς το άκουσμα του, το χωρίσαμε σε διάφορα samples αυτά που θα είχαν κάποιο ακουστικό ενδιαφέρον. Το κομμάτι ήταν το Parafraz του J. Strauss και ολόκληρο είναι 3:59. Η παρτιτούρα του κομματιού επίσης βρίσκεται στις τελευταίες σελίδες.

##### ▪ ORTF

Για την **ORTF** τεχνική ισχύει το παραπάνω που είπαμε , ότι δηλαδή υπάρχει μια έντονη τάση προς ένα μουντό ήχο παρόλο το άνοιγμα της στερεοφωνικής εικόνας της τεχνικής αυτής σε σχέση με το χώρο. Γενικά αυτή η τεχνική είναι μια πιστότατη αναπαράσταση της χωροθετησης των οργάνων αλλά και ποιότητας , διαστάσεων, και συχνοτικής απόκρισης του χώρου και εμείς την είχαμε σαν ήχο *αναφοράς*. Ακούγοντας τα sample είναι διακριτό το που ακούγονται τα *κλαρινέτα*. Από αριστερά λοιπόν ακούγονται τα *κλαρινέτα* , *φλάουτα*. Επίσης από αριστερά ακούγονται και κάποιες *τρομπέτες* που βρίσκονται αρκετά πίσω ενώ κάνουν ένα είδος ερώτησης και "απαντούν" από δεξιά κάποιες άλλες *τρομπέτες* και *τρομπόνια*. Έτσι ο διάλογος αυτών των Left και Right οργάνων είναι ξεκάθαρος και αντικατοπτρίζει ακριβώς τη θέση των οργάνων στο χώρο. Από αριστερά οι *τρομπέτες* ακολουθούν των μελωδία των *κλαρίνων* και *φλάουτων*. Οι *τρομπέτες* εδώ έχουν την τάση να "κινούνται" στο αυτί του ακροατή κατά μήκος όπως και οι *τούμπες* όπου μετακινούνται με μια ελαφριά κλίση απ το κέντρο left και right. Διακριτά επίσης είναι και η *γκραν κάσα* και το *πιατίνι* όπου βρίσκονται σύμφωνα με τα αυτιά μας στο βάθος και ελαφρά να γέρνει αριστερά κάτι που ισχύει απόλυτα αν δούμε την χωροδιαταξη των οργάνων. Για την *τούμπα*

μπορούμε να πούμε ότι ακούγεται κέντρο (εντονότερες οι ατάκες) και γέρνει λίγο ελαφρά προς τα δεξιά και πιο μακριά. Τα *σαζόφωνα* ακούγονται σε μικρή απόσταση από μας και μπροστά μας με μια ελαφριά κλίση και αυτά προς τα δεξιά. Τέλος τα κορνέτα ακούγονται κοντά και έντονα δεξιά με τάση να "βγαίνει" ο ήχος τους απ τα ηχεία όπως και φαίνονται απ τη διάταξη των οργάνων είναι σχεδόν πίσω απ τα mics. Καμία απ τις υπόλοιπες τεχνικές δεν θα μπορέσουν να μας προσφέρουν τον συνδυασμό της στερεοφωνικής εικόνας στο χώρο αλλά και το πεδίο που δημιουργείται όπου στην περίπτωση μας είναι ένας "ακατάλληλος χώρος".

#### ▪ **MS (MID SIDE)**

Για την **MS** τεχνική είναι όντως μια κλειστή τεχνική με κλειστή στερεοφωνική εικόνα, κάτι που το γνωρίζαμε (coincident) αλλά με έντονο το κέντρο. Αντιγράφοντας στη μίξη το *Side mic* σε ένα διαφορετικό κανάλι στην κονσόλα και αντιστρέφοντας τη φάση του έχουμε αυτό που ζητάμε. Το Side που είχαμε μπαίνει hard left και το αντιγραμμένο Side hard right. Το mid μπαίνει φυσικά στο κέντρο. Έτσι έχουμε την στερεοφωνική εικόνα που χρειαζόμαστε και βγάζουμε εκτός φάσης το left channel. Πολύ σημαντικό και αξιοπρόσεχτο σ αυτήν την τεχνική είναι να δούμε τι γίνεται με ένα αντιγραμμένο (duplicate) κανάλι όπως και να το βγάλουμε εκτός φάσης. Οπότε είναι κάπως λογικό τα όργανα όπως τα ξέραμε στην ORTF τεχνική να μην είναι έτσι και εδώ. Αλλάζει λοιπόν η χωροδιαταξη και είναι φανερό ότι με την αντιγραφή ενός καναλιού (Side) ότι υπάρχει στο ένα κανάλι αυτό θα υπάρχει και στο άλλο. Επίσης ότι όργανα υπάρχουν στο ένα θα υπάρχουν και στο άλλο. Είναι έτσι όμως αφού βγάλαμε εκτός φάσης το left channel; Δεν θα υπάρχουν ακυρώσεις; Πάμε παρακάτω λοιπόν να δούμε που ακούμε και τι ακούμε. Έχουμε πετύχει να βγάλουμε εκτός φάσης τα δυο πλάγια κανάλια Left και Right, έτσι αν τα ανοίξουμε χωρίς το κεντρικό (Mid) κανάλι υπάρχει μια τέλεια ακύρωση συχνοτήτων σ αυτό που ακούμε, το σήμα που παίρνουμε είναι ελάχιστο. βάζοντας τώρα και το κεντρικό (Mid) ακούμε πως ανοίγει η στέρεο εικόνα και που τοποθετούνται τα όργανα. Αν δεν βγάλουμε εκτός φάσης τα Left Right τότε όλα είναι κέντρο. Με το να βγάλουμε τη φάση απ το λόγο που ακούγεται λόγω των ακυρώσεων έχει μεταφερθεί ο ήχος περισσότερο στο Right. Στην αρχή του κομματιού οι *τρομπέτες*, ακούγονται μαζί με την τούμπα, που παίζουν μελωδία ακούγονται λιγότερο απ αριστερά και το ίδιο ακούγονται απ τα δεξιά ενώ οι απαντήσεις τρομπετών left και right υπάρχει αλλά εντονότερα από δεξιά. Επίσης οι απαντήσεις τρομπετών και τρομπονιών στο right ακούγονται σαν να υπάρχει μια κίνηση όπου το τέλος της φράσης έρχεται πιο κοντά στο αυτί του ακροατή. Η γκραν κάσα μαζί με το πιατίι ακούγονται στην ίδια θέση. Αν δεν το βγάλουμε εκτός φάσης ακούγονται κέντρο και έχουν λιγότερη ατάκα, ενώ στην περίπτωση μας (βγαλμένο εκτός φάσης) ακούγονται κανονικά στη θέση που παίζουν, κέντρο με ελαφριά κλίση προς τα αριστερά. Η

γκραν κάσα ακούγεται στο βάθος του δωματίου αλλά όταν παίζουν οι τούμπες ίσως να μπερδεύεται συχνοτικά και ακούγεται χωρίς ατάκα και πιο μουντό (έχει μπει "μέσα") ενώ στη μέση του κομματιού ακούγεται με μεγαλύτερο όγκο και ατάκα και πιο δυνατό επειδή δεν παίζουν σε κείνο το σημείο οι τούμπες. Για τα κορνέτα μπορούμε πάλι να πούμε ότι υπάρχει μια κίνηση στο άκουσμα των οργάνων αυτών από την δεξιά πλευρά όπου και παίζουν προς την αριστερή πλευρά αλλά με ένα πολύ μικρό delay (λογικό αφού το Left κανάλι είναι εκτός φάσης). Αυθεντική εικόνα πάντως για το που βρίσκονται τα κορνέτα είναι η δεξιά πλευρά. Αν δεν είχαμε αυτή την διαφορά φάσης στο αριστερό κανάλι θα είχαμε μια εμφανή συχνοτική ακύρωση. Για τις φωνές κλαρινέτα και φλάουτα έχουν μια αίσθηση να ακούονται σαν δυο μονοφωνικά σήματα Left και Right. Έχει μετατοπιστεί δηλαδή ένα ποσοστό level από αριστερά προς τα δεξιά και σαν αποτέλεσμα ακούγονται με το ίδιο ποσοστό level και αριστερά και δεξιά το ίδιο. Επίσης όταν παίζουν απαντήσεις οι τρομπέτες και τρομπόνια από δεξιά, τα φλάουτα και κλαρινέτα καθορίζουν και ξεκαθαρίζουν καλύτερα τη θέση τους στον αριστερό χώρο. Για το λόγω του ότι οι απαντήσεις τρομπετών και τρομπονιών περιέχουν αν όχι ίδια μια κοντινή συχνότητα με τις "προτάσεις" των φλάουτων και κλαρινέτων έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση και αίσθησης μιας υψισυχνης συχνότητας. Τέλος, η τούμπα με την αντιγραφή του καναλιού (side) και αντιστροφής φάσης το ποσοστό σύλληψης της έντασης της δίνεται ισοδύναμα και στο αριστερό. Λόγω όμως ότι η αυθεντική σύλληψη είναι της τούμπας είναι από δεξιά μας αυτό μας δίνει την αίσθηση ότι η τούμπα ακούγεται από το κέντρο με μια ελαφριά κλίση στα δεξιά (λόγω εκτός φάσης αριστερού καναλιού). Άρα έχουμε ατάκα κέντρου με αίσθηση κλίσης στα δεξιά. Δεν έχουμε έντονη κίνηση στις τούμπες left και right λόγω ότι μιλάμε για χαμηλές συχνότητες.

## ▪ **SPOTS**

Μια δική μας τεχνική όπου αυθαίρετα ονομάσαμε έτσι <<**SPOTS**>> λόγω των mic left και right που βρίσκονται έτσι όπου χρησιμοποιήσαμε για center mic το 414 AKG mic (φαρδύς πυκνωτής) και για left και right βάζουμε δυο πουράκια να κοιτάνε αριστερά και δεξιά της ορχήστρας αντίστοιχα. Οι κλίσεις των μικροφώνων οι αποστάσεις μεταξύ τους φαίνονται παρακάτω σε σχήματα. Αυτή η τεχνική ακούγεται να είναι η πιο ανοιχτή από όλες και αυτό πιστεύουμε να γίνει κάτι που οφείλεται στο άνοιγμα και στην τοποθέτηση των μικροφώνων (όπου χωρίς να βγάλουμε εκτός φάσης κανένα κανάλι, θέλουμε να γίνει φυσικά αυτό όπως στην *ORTF* τεχνική) που δεν μας καθορίζει κανείς μοίρες και κλίσεις όπως στις άλλες που είναι κάτι στάνταρ. Η γκραν κάσα ακούγεται κέντρο και τείνει ελαφρά προς τα αριστερά, κανονικά δηλαδή. Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και με το πιατίνο. Στην αρχή μπερδεύεται ο όγκος του όπως και στην MS με τις τούμπες. Οι

τούμπες ακούγονται κέντρο και τείνουν ελαφρά δεξιά περίπου των  $30^0$ , ειδικά από τη μέση του κομματιού που γίνεται πιο αισθητό απ τα δεξιά. Οι τρομπέτες ακούγονται περίπου  $45^0$  δεξιά και  $45^0$  αριστερά. Τα κλαρινέτα και τα φλάουτα επίσης το ίδιο,  $45^0$  αριστερά αλλά λόγω θέσης μικροφώνων, στο μέση του κομματιού πάνε ελαφρά κέντρο με ένα delay λόγω φάσης, αλλά η ατάκα, ο όγκος είναι left και απαντάνε από δεξιά τρομπέτες και τρομπόνια. Τα σαξόφωνα ακούγονται κατά κύριο λόγο και left και right ομαλά άρα η αίσθηση είναι το κέντρο. Οι κορνέτες ακούγονται δεξιά και κοντά στο χώρο που σχηματίζεται λόγω και της κοντινής λήψης των μικροφώνων στα όργανα αυτά.

### ▪ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 3 ΤΕΧΝΙΚΩΝ

Ακούγοντας τις τρεις τεχνικές για ένα συγκεκριμένο sample στο κομμάτι μας, μπορούμε να δώσουμε κάποιες παρατηρήσεις όσον αφορά τη σύγκριση μεταξύ τους.

Πρώτα πρώτα θα μιλήσουμε για την **ORTF** τεχνική καθώς για εμάς ήταν η πιο πιστή αναπαράσταση του χώρου, της θέσης των οργάνων, της χροιάς των οργάνων. Ήταν ο ήχος αναφοράς μας, αυτό που ακούγαμε όταν έπαιζαν οι μουσικοί και εμείς με τα δικά μας αυτιά ακούγαμε. Βέβαια είναι μια πιο "εύκολη" τεχνική λόγω των δυο μικροφώνων κι όχι τριών όπως στις άλλες τεχνικές όπου τρία μικρόφωνα προσθέτουμε ή και αφαιρούμε τρία σήματα. Από τη φύση της η **ORTF** είναι μια τεχνική με χαμηλό Level μέσου όρου όμως (*RMS*). Δηλαδή το Peak των του ήχου μας δεν παρουσίασε πρόβλημα αλλά όσον αφορά το μέσο όρο του ήχου που ήταν πιο χαμηλός από τις άλλες τεχνικές. Μεγάλο της μειονέκτημα είναι η μικρότερη γωνία λήψης με τον τρόπο που τοποθετούνται τα μικρόφωνα σε αυτήν την τεχνική. Δηλαδή με το άνοιγμα, τη γωνία που είχαν τα μικρόφωνα μεταξύ τους κ βέβαια στο συγκεκριμένο μέτριο χώρο δεν είχαν καλό ποσοστό λήψης σε όργανα που βρισκόταν στις  $110^0$  από το κέντρο των δυο μικροφώνων. Τα όργανα που βρισκόταν μακριά από τα μικρόφωνα "αργούσαν" από τα τελευταία όπως και τα χαμηλών συχνοτήτων όργανα. Σε αυτή την περίπτωση λοιπόν τα μικρόφωνα έπαιρναν περισσότερο "χώρο" και ανακλάσεις του χώρου, γι αυτό και σε αυτήν την τεχνική υπάρχει πιστή αναπαράσταση του χώρου. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι λόγω ανακλάσεων το ποσοστό χώρου που είχαμε απ τα mics ήταν μεγαλύτερο από το *direct* σήμα μας. Και υπάρχει μια θολούρα λόγω εντονότερων χαμηλών συχνοτήτων από τις άλλες δυο τεχνικές και φαίνεται ότι όταν χαμηλώνει η συχνότητα έχουμε μια σκίαση του συνολικού αποτελέσματος. Σε αυτήν την τεχνική λαμβάνονται περισσότερο τα on axis όργανα και στις υπόλοιπες μοίρες μπαίνουν τα υπόλοιπα όργανα με τις ανακλάσεις τους. Έτσι αν θέλουμε να ηχογραφήσουμε ένα χώρο όχι το συγκεκριμένο καλό θα ήταν με αυτήν την τεχνική.

Για την **MS** που είναι μια τεχνική με έναν πιο ξεκάθαρο ήχο. Σε αυτήν την τεχνική έχουμε μια πιο ξεκάθαρη και με σαφήνεια αυτού του λαμπρού ήχου των

πνευστών οργάνων. Βέβαια είναι μια πιο δύσκολη τεχνική μαζί με την SPOT λόγω των τριών μικροφώνων κι όχι δυο όπως στην ORTF τεχνική όπου τρία μικρόφωνα προσθέτουν ή και αφαιρούν τρία σήματα καθώς μπορούμε να παίζουμε με ποσοστά Level καναλιών. Με το left channel εκτός φάσης έχουμε ενίσχυση κάποιων ψιλών συχνοτήτων κάτι που φαίνεται έντονα στις τρομπέτες. Τα μπάσα είναι πιο "μέσα" ελάχιστα από τις άλλες τεχνικές και ίσως αυτό είναι που βοηθάει στην αντίληψη που μας δίνει ο ήχος με αυτήν την ευκρίνεια στη χροιά των οργάνων. Από τη φύση της αυτή η τεχνική με τη διαδικασία που θέλει να φτιάξουμε κατά τη μίξη, και εννοούμε βέβαια για τον διπλασιασμό ενός καναλιού και το ένα κανάλι εκτός φάσης, μας παραμορφώνει όχι τον ήχο αλλά τη θέση των οργάνων φυσικά. Έτσι κάποιο όργανο που βρισκόταν αριστερά στο χώρο στην MS μπορεί να το ακούσουμε (αν το left channel είναι εκτός φάσης) στο κέντρο περισσότερο και να γέρνει λίγο δεξιά. Δεν παίρνουμε λοιπόν την αναπαράσταση του χώρου όπως στην ORTF τεχνική. Γενικά με αυτήν την τεχνική ένα υψηλότερο Level οργάνων, που ίσως οφείλεται στο ότι έχουμε αυτήν την μικρή ενίσχυση ψιλών συχνοτήτων αλλά και καθαρότητας του ήχου κ βέβαια σε σχέση με τις υπόλοιπες δυο τεχνικές. Τέλος για την MS μπορούμε να πούμε ότι παρέχει το μικρότερο ποσοστό λήψης του συγκεκριμένου χώρου λόγω της κλίσης και της τοποθέτησης και απόστασης μικροφώνων-οργάνων κάτι που φαίνεται και στα σχεδιαγράμματα με το στήσιμο των μικροφώνων. Οπότε αν έχουμε ένα καλύτερο χώρο απ αυτόν που εμείς ηχογραφήσαμε θα είναι επιθυμητό να γράψουμε με αυτήν την τεχνική.

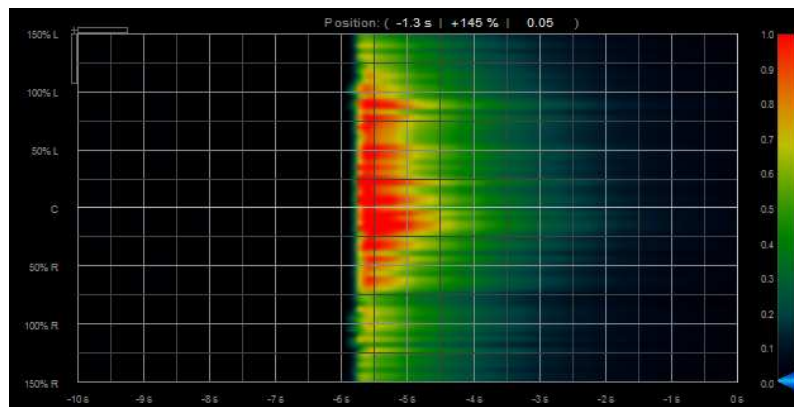
Για τη **SPOT** μια δική μας ιδέα που μπορεί να μην εντυπωσιάζει σαν συνολικό ηχητικό αποτέλεσμα αλλά είναι μια στέρεο τεχνική όπου ακόμα και σε ένα τέτοιο μέτριο χώρο μπορεί να φέρει ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα. Σαν καθαρότητα ηχητικού αποτελέσματος μπορούμε να βάλουμε πρώτη την MS μετά την SPOT και μετά την ORTF. Είναι κι αυτή μια τεχνική μαζί με την SPOT λόγω των τριών μικροφώνων κι όχι δυο όπως στην ORTF τεχνική όπου τρία μικρόφωνα προσθέτουν ή και αφαιρούν τρία σήματα, καθώς μπορούμε να παίζουμε με ποσοστά Level καναλιών. Έτσι έχει κι αυτή σχεδόν το ίδιο άκουσμα συχνοτικά με την MS, ελάχιστα διαφέρουν. Αν θέλουμε να μιλήσουμε για τον ήχο των τρομπετών, λέμε ότι όντως ελάχιστα διαφέρουν MS και SPOT αφού το center mic τους παίρνει κ πιο πολύ χώρο κ είναι κ εκτός λήψης των τρομπετών οπότε τη μόνη "δουλειά" την κάνουν τα left και right mics. Επίσης στην MS η ατάκα τρομπετών είναι πιο ζωντανή. Αφού μιλάμε για τρομπέτες, ο ήχος από τη ORTF τεχνική είναι καλύτερος, πιο αληθοφανής δημιουργεί ένα πιο ζωντανό άκουσμα στο χώρο. Για τα όργανα Φλάουτο - Κορνέτο - Κλαρινέτο η MS μας έδινε τώρα ένα ελάχιστο προβάδισμα σε σχέση με την SPOT και ORTF ως προς την καθαρότητα του σήματος και την αισθητή εξασθένιση των χαμηλών συχνοτήτων. Πιο θολή η SPOT και ακολουθούν η ORTF και πιο καθαρή η MS. Η SPOT εδώ παρουσιάζει περισσότερο χώρο λόγω κλίσης και τοποθέτησης των μικροφώνων. Στο φλάουτο όμως η SPOT ακούγεται πιο καθαρά. Άλλο ένα δύσκολο όργανο είναι η τούμπα όπου ακούγοντας τη τα λιγότερα μπάσα της τα δίνει η ORTF

συνεχίζει η MS και το πιο πολύ μπάσο το δίνει η SPOT. Γενικά με τρία μικρόφωνα η τούμπα έχει περισσότερη ατάκα και έχει περισσότερες χαμηλές σε σχέση με την ORTF τεχνική.

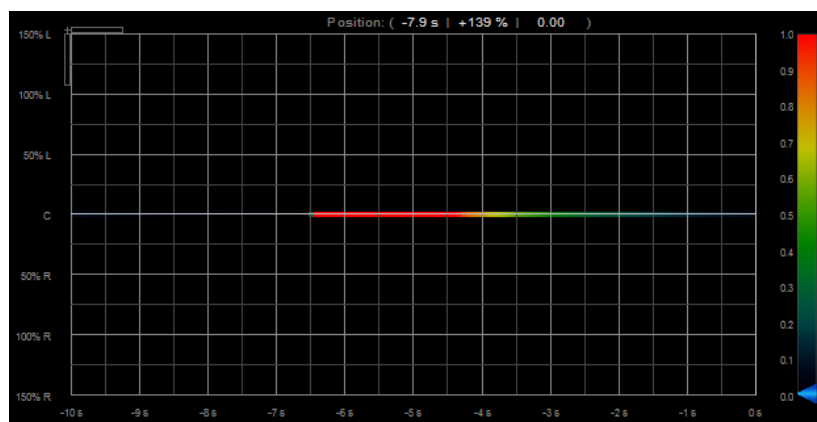
- **6.5 ΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

- **ΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΦΑΣΗΣ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ**

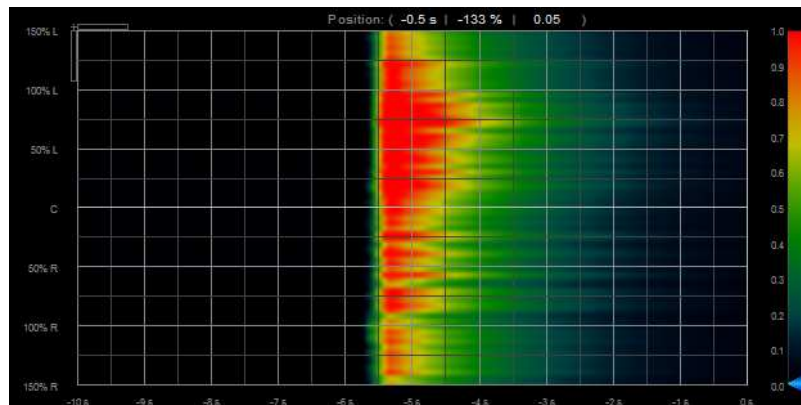
Σ αυτό εδώ το κεφάλαιο θα δούμε συμπεράσματα γραφικών απεικονίσεων από κάποιο plugin μέσω Wavelab όπου μετράει τη φάση των τεχνικών που έχουμε κάνει. Βρήκαμε ένα σημείο στο κομμάτι που όλα τα όργανα εκείνη τη χρονική στιγμή παίζουν κάποια νота. Το κόψαμε και το επεξεργαστήκαμε σε διάφορα προγράμματα για να πάρουμε κάποια συμπεράσματα. Ας δούμε παρακάτω λοιπόν τους πίνακες των τριών τεχνικών χωρίς να έχουμε βγάλει εκτός φάσης κάποιο καναλι. Αρα το αποτέλεσμα που απεικονίζεται είναι το φυσικό. Οι τεχνικές που θα απεικονίζονται από δω και πέρα θα έχουν την εξής σειρά απεικόνισης: **ORTF-MS-SPOT**.



*Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την ORTF τεχνική.*



*Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την MS τεχνική.*

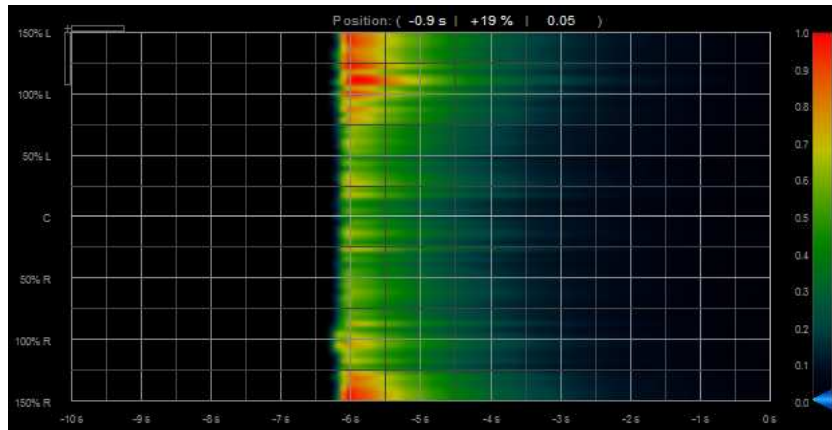


Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την SPOT τεχνική.

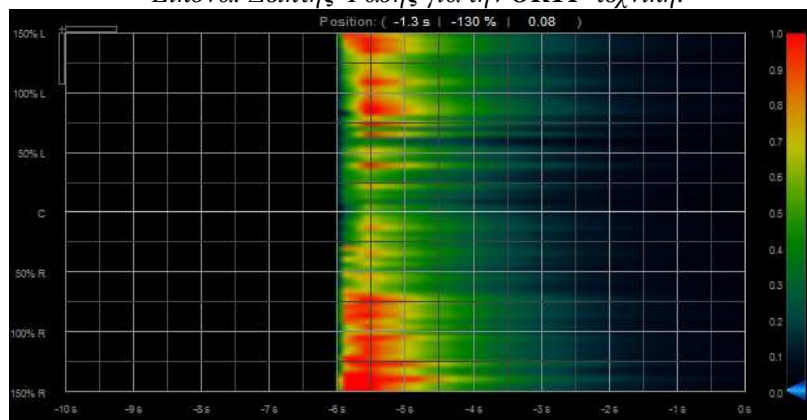
Σημειώνουμε για τα παραπάνω η ORTF τεχνική είναι η φυσική, αυτή δηλαδή που δεν χρειάζεται έτσι κι αλλιώς να βγάλουμε εκτός φάσης κανένα κανάλι. Ενώ οι υπόλοιπες τεχνικές όπως επιβάλλεται, βγάζουμε ένα κανάλι της εκτός φάσης (Left). Παρατηρούμε λοιπόν ότι στην ORTF τεχνική το άνοιγμα της στερεοφωνίας είναι αρκετά μεγάλο, με μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας στο left channel. Αυτό οφείλεται στο ότι από αριστερά υπάρχει περισσότερη ενέργεια και αυτό φαίνεται στο σχεδιάγραμμα με την ενέργεια του κύματος που θα δούμε παρακάτω. Το όργανο που ήταν υπεύθυνο για αυτήν την χαμηλή ενέργεια κοντά στα 85Hz ήταν η γκραν κάσα στο βάθος του χώρου ηχογράφησης. Η MS τεχνική όπως και ήταν φυσικό χωρίς να βγει ή το left ή το right εκτός φάσης όλη η ενέργεια μαζεύεται στο κέντρο περισσότερο. Στην SPOT όμως, βλέπουμε ότι και εκεί αριστερά έχουμε περισσότερη ενέργεια. Και αυτό οφείλεται όπως έχουμε στην τούμπα και στην γκραν κάσα (χαμηλές συχνότητες όπου το πιο πολύ μπάσο το δίνει αυτή η τεχνική) λόγω χώρου και ανακλάσεων σε αυτές τις συχνότητες άρα και θολούρας.

Τώρα θα δούμε σχεδιαγράμματα με βγαλμένο το ένα κανάλι (Left) εκτός φάσης. Σημειώνουμε το λάθος της ORTF τεχνικής με αυτή τη διαδικασία αλλά το παραθέτουμε για ευνόητους λόγους.

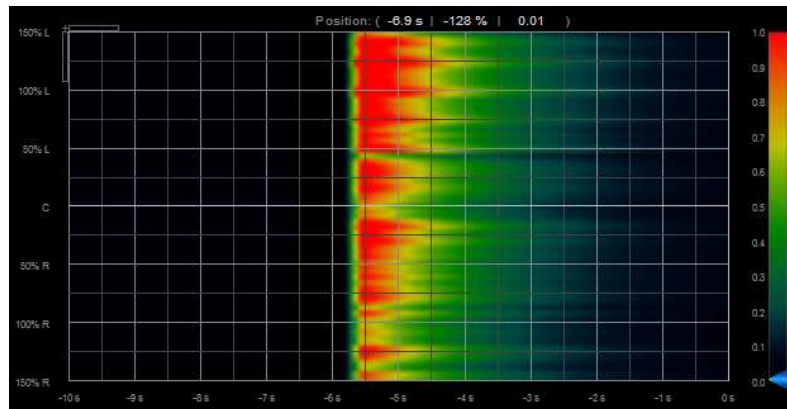




*Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την ORTF τεχνική.*



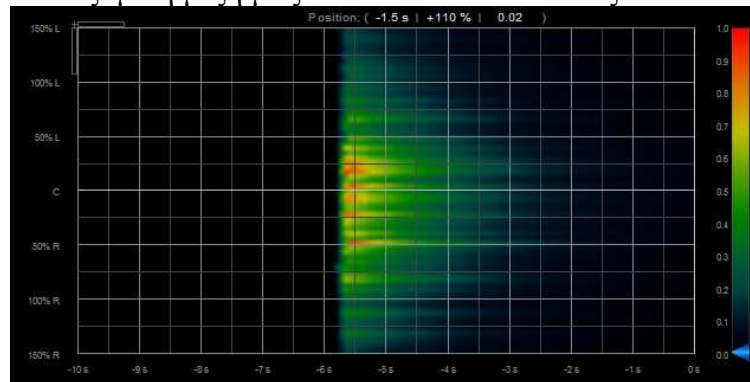
*Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την MS τεχνική.*



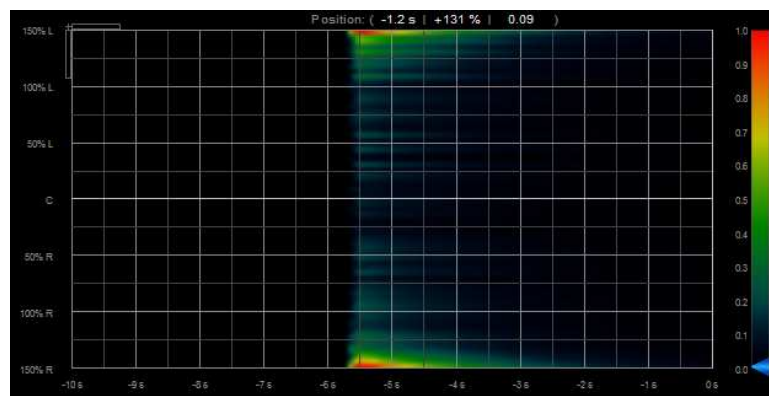
*Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την SPOT τεχνική.*

Εδώ παρατηρούμε ότι η ORTF άνοιξε δυο λοβούς left και right ενώ χάθηκε το κέντρο της. Επίσης ότι οι λοβοί Left και right τείνουν προς την πίσω πλευρά. Στην MS βλέπουμε ότι όλη η ενέργεια έχει πάει προς κέντρο και πιο πόλη στα δεξιά με την ανάστροφη της φάσης. Στην SPOT τεχνική βλέπουμε ότι υπάρχει κάποια έξαρση στα αριστερά των ίδιων οργάνων (τούμπα και γκραν κάσα) όπως και στο προηγούμενο σχήμα της SPOT.

Έχουμε επεξεργαστεί πληροφοριακά τις σχετικές εντάσεις της MS τεχνικής και της SPOT μεταξύ left-right και καρδιάς. Αυτά είναι εντελώς πληροφοριακά καθώς εμείς είχαμε προεπιλέξουμε η μίξη μας να είναι 50-50 και στις δύο αυτές τεχνικές.



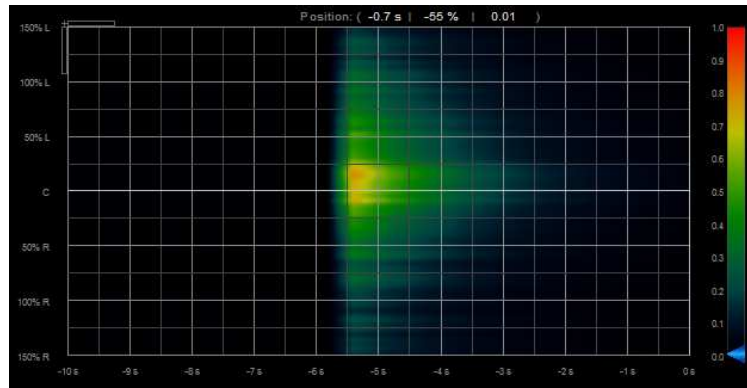
Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την MS τεχνική (καρδιά 80% - L,R.20%).



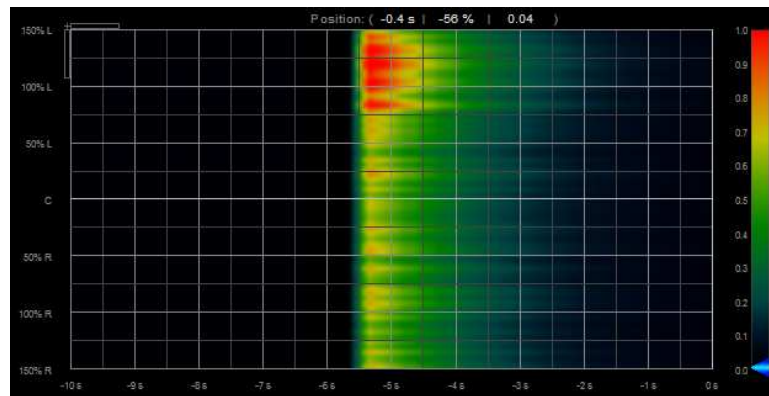
Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την MS τεχνική (καρδιά 20% - L,R 80%).

Παρατηρούμε λοιπόν εδώ για την MS ότι με ποσοστό καρδιάς 80% και 20% L,R ότι εμφανίζει λοβό στο κέντρο ενώ left και right δεν ανοίγει η εικόνα. Το αντίθετο συμβαίνει με ποσοστό 80% για L,R και 20% καρδιάς όπου ανοίγει η στέρεο εικόνα και χάνεται το κεντρο. Αυτό είναι και εμφανές έντονα στο άκουσμα όχι μόνο εδώ όποτε και εμείς διατηρήσαμε ποσοστό 50% καρδιά και 50% Left και Right.

Ακριβώς το ίδιο μπορούμε να δείξουμε για την SPOT τεχνική:



Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την SPOT τεχνική ( L,R 80% - Καρδιά 20%) .



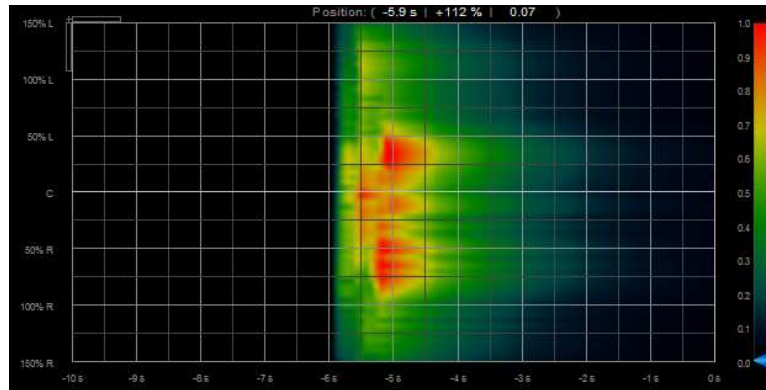
Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την SPOT τεχνική (καρδιά 20% - L,R 80%) .

Έτσι βλέπουμε ότι όταν η καρδιά είναι στο 20% και τα Left , Right 80% εκτός του ότι υπάρχει μια μεγάλη συχνοτική ακύρωση , η περισσότερη ενέργεια μαζεύεται πολύ λίγη στο κέντρο και αυτή είναι η καρδιά. Βάζοντας φάση στο Left και με ποσοστό 80% για Left , Right και 20% για καρδιά βλέπουμε ότι η περισσότερη ενέργεια μαζεύεται αριστερά χωρίς να χάνεται το κέντρο βέβαια.

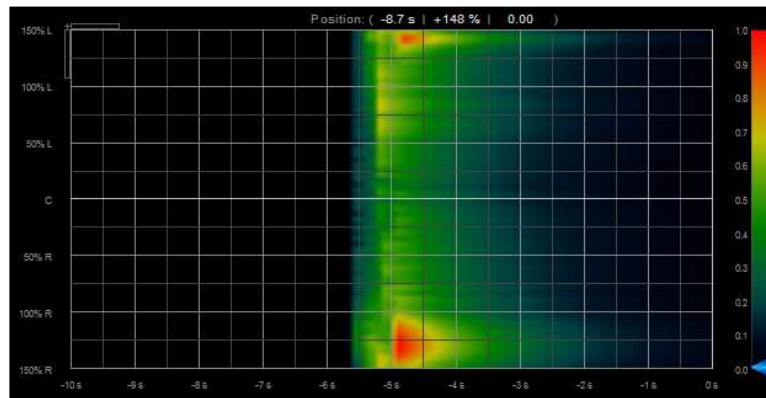
#### ▪ ΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΦΑΣΗΣ ΚΑΘΕ ΟΡΓΑΝΟΥ

Σ αυτό το κεφάλαιο θα δούμε μέσα από plugins τη φάση κάθε οργάνου ξεχωριστά ,πως συμπεριφέρεται στο χώρο όσον αφορά δηλαδή τη στέρεο εικόνα του. Έτσι από δω και πέρα η σειρά που θα παρουσιάζουμε τις τεχνικές είναι η εξής: ORTF-MS-SPOT.

Για τις τρομπέτες έχουμε τα παρακάτω όσον αφορά τη ORTF:



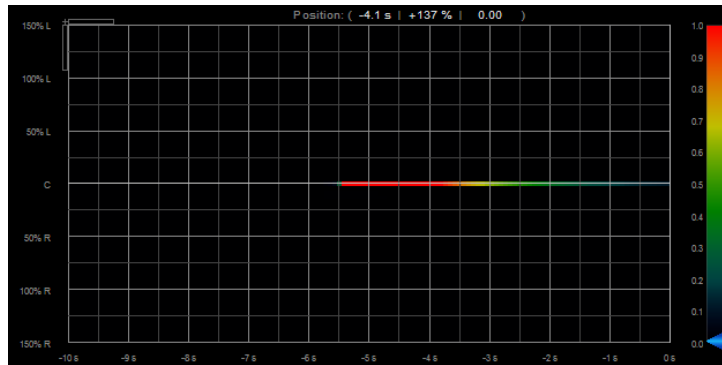
Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την ORTF τεχνική χωρίς φάση (τρομπέτες).



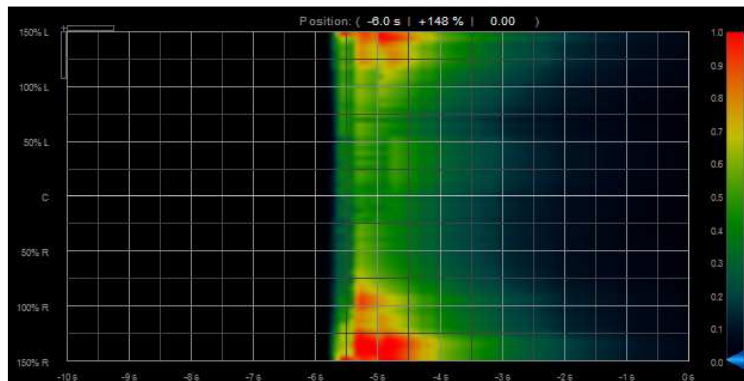
Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την ORTF τεχνική με φάση στο left (τρομπέτες).

Όπως παρατηρούμε χωρίς φάση η ORTF δηλαδή όπως πρέπει να είναι, έχουμε μια απόδοση ενέργειας 60% στο Left και 100% στο right και μιλάμε για το πιο δυνατό level των τρομπετών. Οι τρομπέτες εμφανίζονται  $45^{\circ}$  δεξιά στο χώρο και είναι λογικό ενώ για το αριστερό μικρόφωνο παίρνει κι αυτό τον ήχο των δεξιών τρομπετών λόγω της μικρότερης απόστασης mic - δεξιάς πηγής σε σχέση με αριστερή πηγή όπου οι τρομπέτες βρίσκονται πιο μακριά. Βάζοντας φάση τώρα στο left ή στο right έχουμε το ίδιο ακριβώς αποτέλεσμα. Το σήμα μεταφέρεται στα άκρα hard left και hard right πέρα δηλαδή του 100%, ενώ δημιουργώντας τους δυο λοβούς ο ήχος χάνεται κατά πολύ στο κέντρο. Ακουστικά ο ήχος βγαίνει έξω από τα ηχεία. Υπερτερεί το δεξί κανάλι σε level και αυτό είναι λογικό γιατί από εκεί προέρχεται δυνατότερο level της πηγής.

Πάμε να δούμε την MS τώρα:

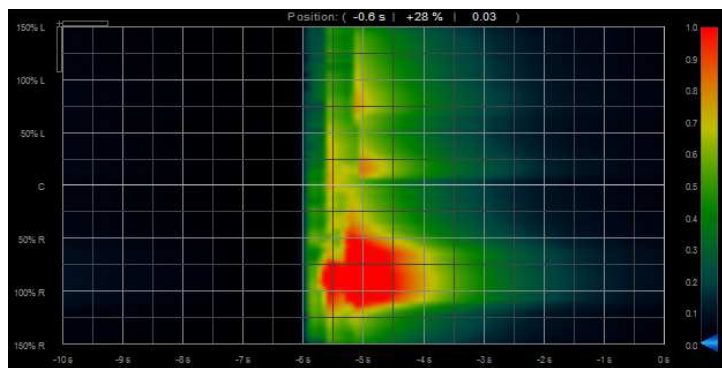


Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την MS τεχνική χωρίς φάση (τρομπέτες).

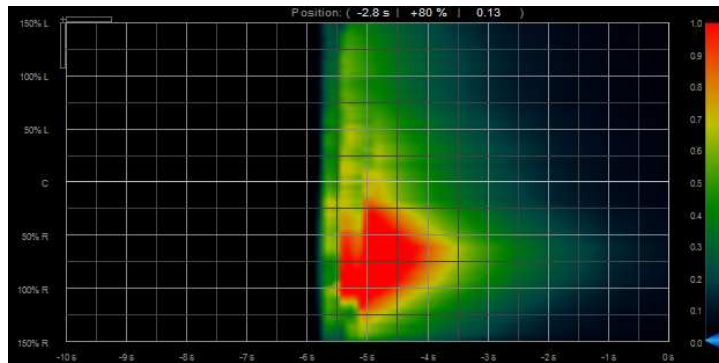


Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την MS τεχνική με φάση στο left (τρομπέτες).

Απ ότι παρατηρούμε η MS χωρίς φάση που δεν είναι το λογικό της, έχουμε ένα πολύ στενό άνοιγμα όπου κυριαρχεί το center mic. Βάζοντας φάση στο left η στέρεο εικόνα ανοίγει κατά πολύ, στα άκρα και πάλι για δυνατό Level, χωρίς βέβαια να σημαίνει ότι δεν έχουμε κέντρο, αλλά το κόκκινο μας δείχνει το δυνατότερο level στα άκρα, δηλαδή έξω από τα ηχεία ο ήχος. Επίσης έχουμε στο right λίγο μεγαλύτερη ενέργεια απ ότι στο left λόγω και πάλι της γωνίας των μικροφώνων των δεξιών τρομπετών. Ακουστικά ο ήχος βγαίνει έξω από τα ηχεία. Πάμε τώρα για την SPOT:



Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την SPOT τεχνική χωρίς φάση (τρομπέτες).

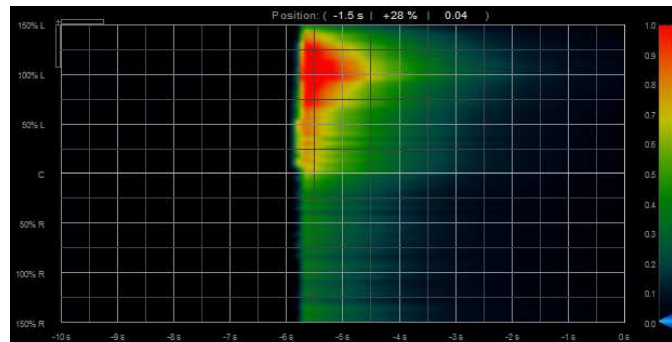


Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την SPOT τεχνική με φάση στο left (τρομπέτες).

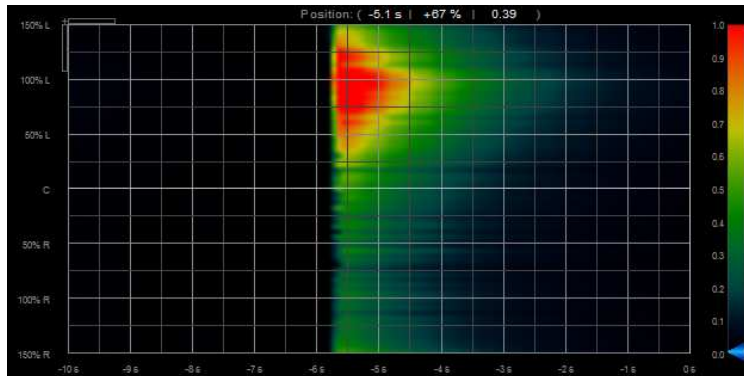
Εδώ παρατηρούμε ότι χωρίς φάση στο ένα ή στο άλλο κανάλι η μεγαλύτερη ενέργεια παραμένει στο δεξί κανάλι εκεί που βρισκόταν πιο κοντά οι τρομπέτες. Ελάχιστη ενέργεια αλλά όχι και καθόλου, φαίνεται να υπάρχει στο κέντρο και λίγο πιο αριστερά. Βάζοντας φάση στο αριστερό κανάλι βλέπουμε ότι όση ενέργεια είχαμε χωρίς φάση στο κέντρο αλλά και πιο αριστερά έχει μετακινηθεί πολύ δεξιά.

Παρακάτω θα δούμε πως συμπεριφέρονται τα όργανα κλαρινέτο και σαξόφωνο στο χώρο.

Πάμε πρώτα για την ORTF:

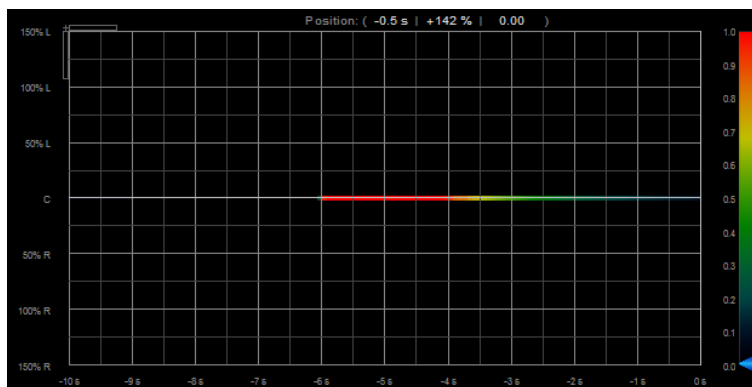


Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την ORTF τεχνική χωρίς φάση (κλαρινέτο-σαξόφωνα).

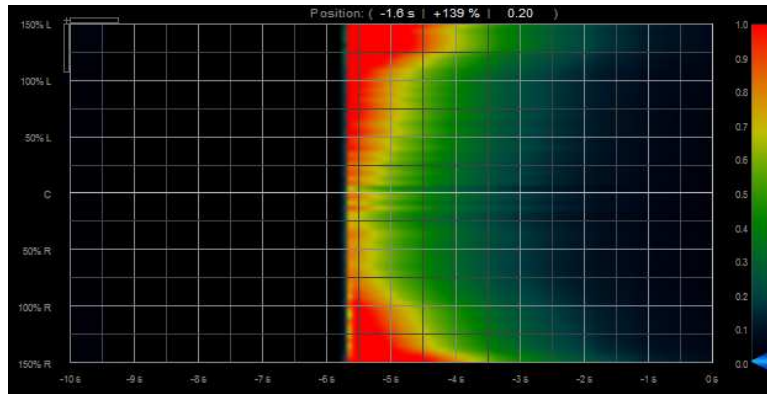


Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την ORTF τεχνική με φάση στο Left(κλαρινέτα-σαξόφωνα).

Απ'ότι παρατηρούμε η φυσική διαδικασία για την ORTF χωρίς φάση σε κάποιο κανάλι μας τοποθετεί τα όργανα από κέντρο προς πολύ αριστερά και μιλάμε για το peak των οργάνων. Αν δούμε και το σχήμα διάταξης των οργάνων έτσι πρέπει να είναι. Αριστερά λόγω των πολλών κλαρινέτων εμφανίζεται ένας μεγάλος λοβός ενώ στο κέντρο που βρίσκονται τα σαξόφωνα ένας μικρότερος. Βάζοντας φάση στο Left εντελώς ενδεικτικά, παρατηρούμε ότι ο ήχος απ'το κέντρο μετακινείται στα αριστερά(κόκκινο) ενώ από το κέντρο μέχρι και δεξιά παραμένει ένας θόρυβος βάθους λόγω χώρου και ανακλάσεων. Πάμε τώρα να δούμε την MS:



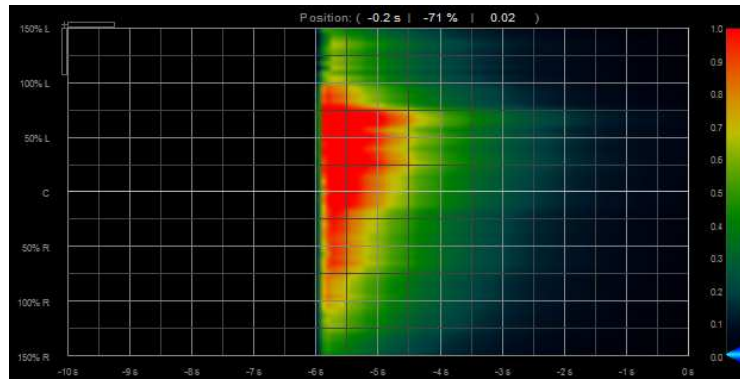
Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την MS τεχνική χωρίς φάση (κλαρινέτα-σαξόφωνα).



Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την MS τεχνική με φάση στο Left (κλαρινέτα-σαξόφωνα).

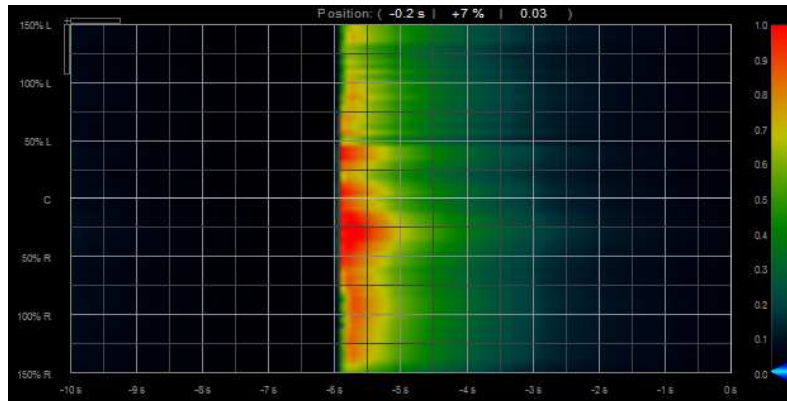
Βλέπουμε ότι χωρίς φάση όλα μετακινούνται στο κέντρο και υπερτερεί το κεντρικό μικρόφωνο και είναι λογικό. Σημειώνουμε ότι το ποσοστό μίξης μεταξύ καρδιάς και figure of 8 είναι 50-50. Βάζοντας φάση στο Left ο ήχος επεκτείνεται στα άκρα αλλά σε αυτήν την τεχνική με τον διπλασιασμό δεν έχουμε σαφή εικόνα της χωροδιατάξης των οργάνων. Έτσι τα σαξόφωνα που παίζουν κέντρο έχουν μοιραστεί σε ποσοστά Left και right.

Πάμε να δούμε την SPOT:



Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την SPOT τεχνική χωρίς φάση (κλαρινέτα-σαξόφωνα).

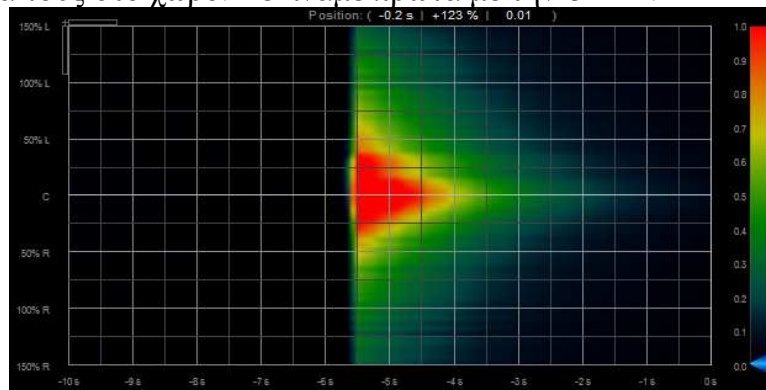




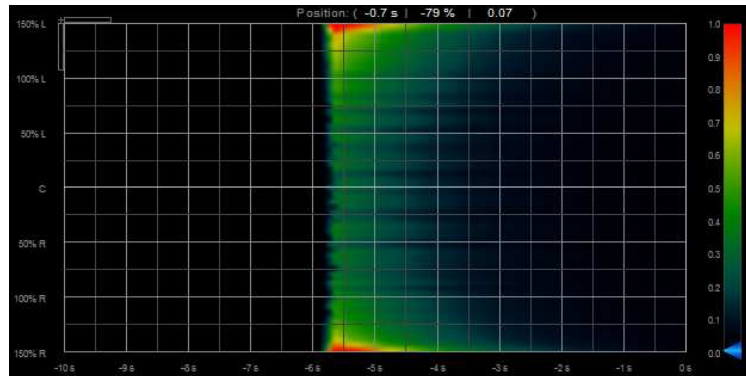
Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την SPOT τεχνική με φάση στο Left (κλαρινέτα-σαξόφωνα).

Εδώ παρατηρούμε ότι λόγω της γωνίας των μικροφώνων ο ήχος γεμίζει και από δεξιά αλλά κορυφώνεται αριστερά. Από αριστερά τα mics κοιτούσαν το πλήθος των κλαρινέτων. Από το κέντρο προς δεξιά λίγο τα σαξόφωνα δείχνουν λίγο την εμφάνιση τους. Βάζοντας φάση στο Left το πλήθος των κλαρινέτων που λέγαμε, μετακινήθηκαν προς τα δεξιά περισσότερο.

Στη συνέχεια παρατηρούμε τις τούμπες μόνες τους για να δούμε και εδώ τη συμπεριφορά τους στο χώρο. Ξεκινάμε πρώτα με την ORTF:



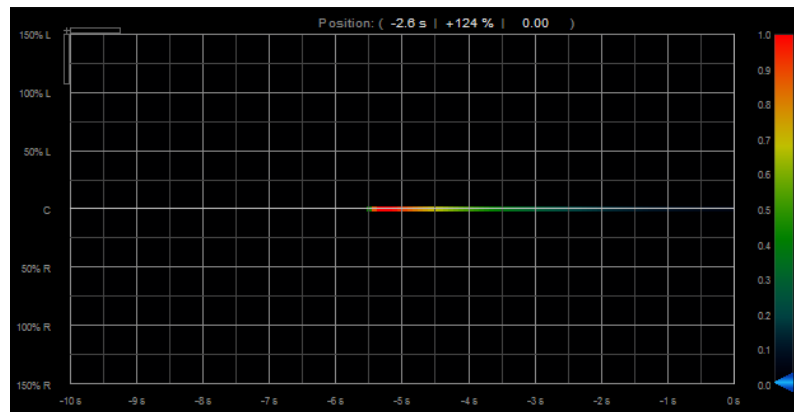
Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την ORTF τεχνική χωρίς φάση (τούμπες).



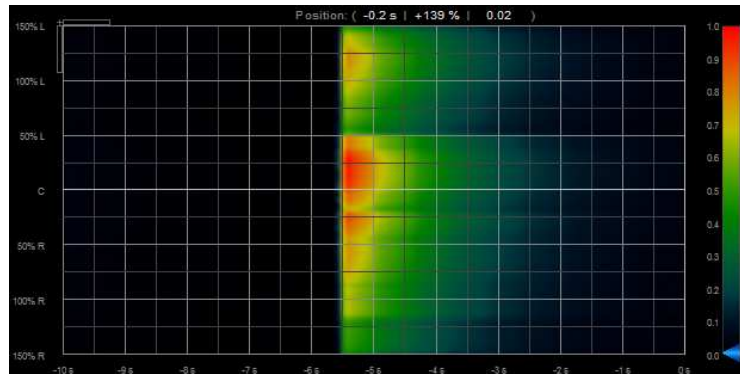
Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την ORTF τεχνική με φάση στο Left (τούμπες).

Απ' ότι βλέπουμε, χωρίς φάση η ORTF εμφανίζει τις τούμπες σαν μεγαλύτερη ενέργεια στο κέντρο, όπως ακριβώς έπαιζαν στο χώρο, και λιγότερο (βλέπε πράσινο) left right λόγω ανακλάσεων του χώρου σε σχέση με τις χαμηλές συχνότητες των οργάνων αυτών. Βάζοντας φάση στο Left, ενδεικτικά, χάνουμε χαμηλές και μετατοπίζεται η τούμπα hard left και right.

Πάμε τώρα να παρατηρήσουμε την MS:



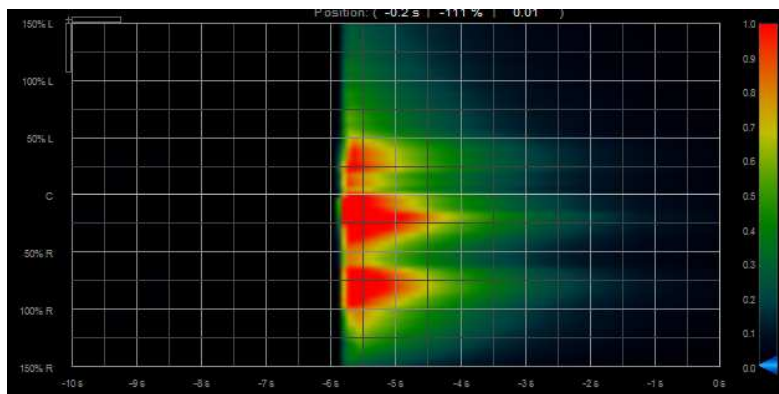
Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την MS τεχνική χωρίς φάση (τούμπες).



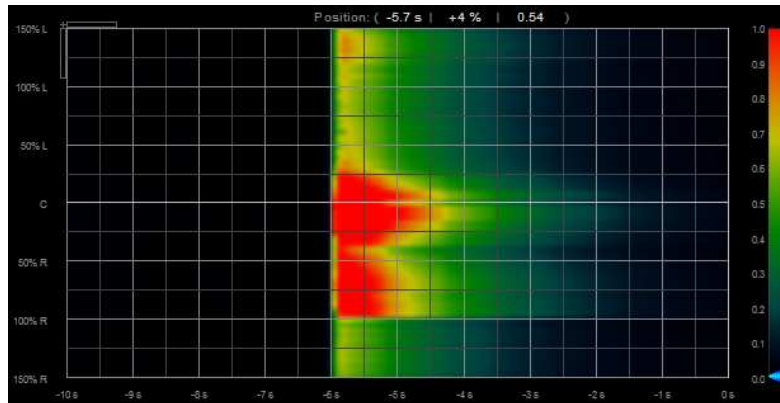
Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την MS τεχνική με φάση στο Left (τούμπες).

Βλέπουμε την MS να εμφανίζει ένα πολύ στενό λοβό στο κέντρο χωρίς φάση, πολυ κλειστή μίξη δηλαδή. Αν θέλουμε να ανοίξουμε τη μίξη, βάζουμε φάση στο Left και η τούμπα που βρισκόταν στο κέντρο απλώνεται εκτός από το κέντρο με λιγότερη ενέργεια Left και Right αλλά μην ξεχνάμε ότι παρουσιάζεται αυτό που ακούμε γιατί δε μπορεί αυτή η τεχνική να παρουσιάσει τα όργανα όπως είναι στο χώρο.

Πάμε τώρα να δούμε την τελευταία τεχνική για τις τούμπες την SPOT:



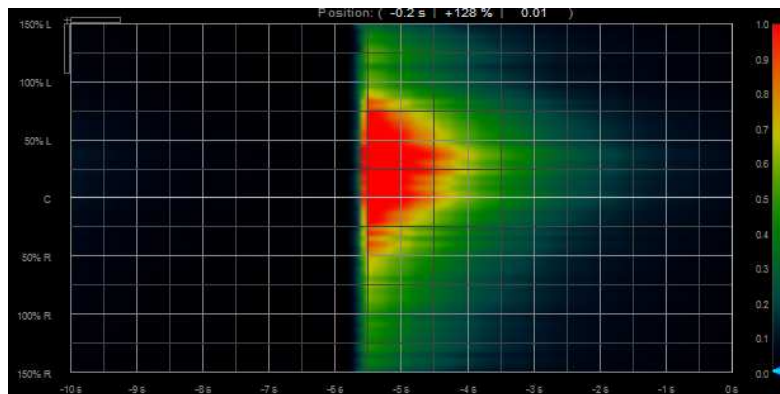
Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την SPOT τεχνική χωρίς φάση (τούμπες).



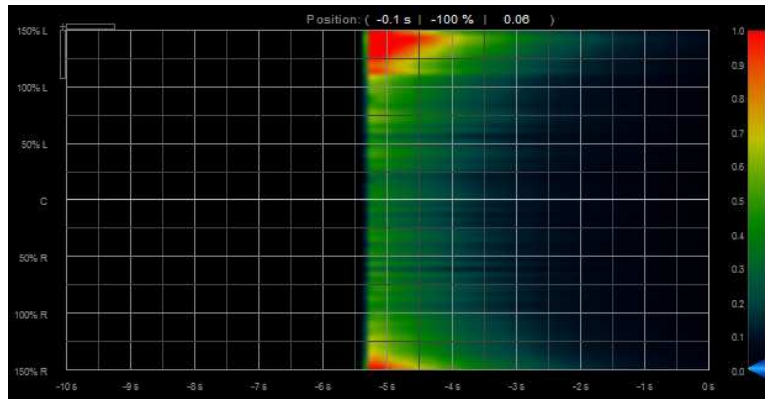
Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την SPOT τεχνική με φάση στο Left (τούμπες).

Χωρίς φάση η SPOT παρουσιάζει τρεις λοβούς στο κέντρο προς τη δεξιά μεριά του χώρου. Βάζοντας φάση στο Left εμφανίζεται δυο λοβούς κέντρο-δεξιά και ελάχιστα hard left. Σημειώνουμε ότι μπορεί το peak της ενέργειας (κόκκινο) να βρίσκεται κέντρο και λίγο δεξιά όμως υπάρχει αρκετή ενέργεια σ' όλο το χώρο λόγω των χαμηλών συχνοτήτων του οργάνου.

Παρακάτω θα παρατηρήσουμε δυο όργανα μαζί κλαρινέτα και φλάουτα καθώς παίζουν μαζί στο κομμάτι και υπάρχει πλήθος απ' αυτά. Πάμε πρώτα πρώτα να δούμε την ORTF:



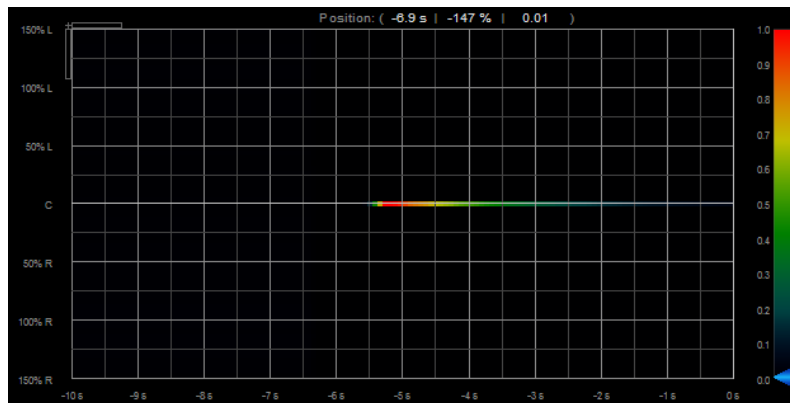
Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την ORTF τεχνική χωρίς φάση (κλαρινέτα-φλάουτα).



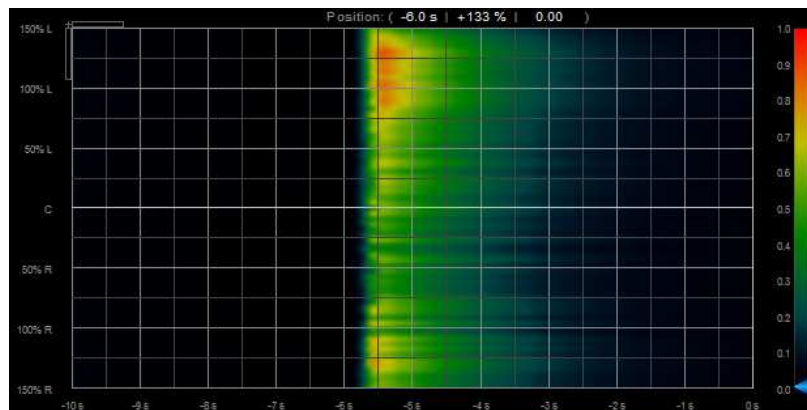
Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την ORTF τεχνική με φάση στο Left (κλαρινέτα-φλάουτα).

Η αναφορά μας που είναι η ORTF μας δείχνει ότι κλαρινέτα φλάουτα βρίσκονται κατά πολύ, κέντρο-αριστερά. Βάζοντας ενδεικτικά φάση στο Left βλέπουμε την μετακίνηση των οργάνων Left εκεί δηλαδή που προέρχονται αυτές οι πηγές.

Πάμε να δούμε τη MS:



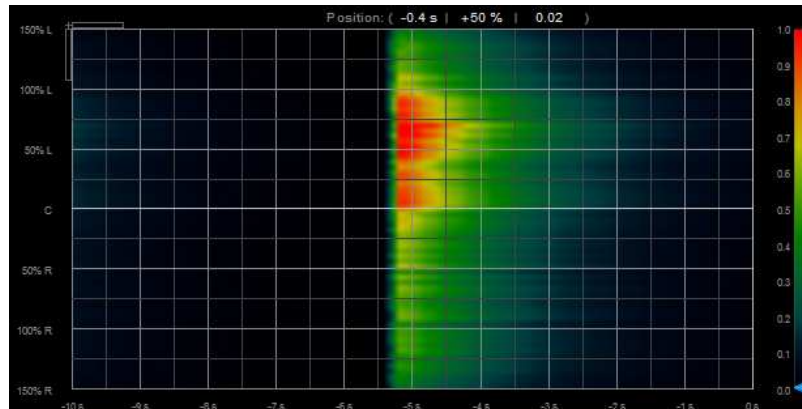
Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την MS τεχνική χωρίς φάση (κλαρινέτα-φλάουτα).



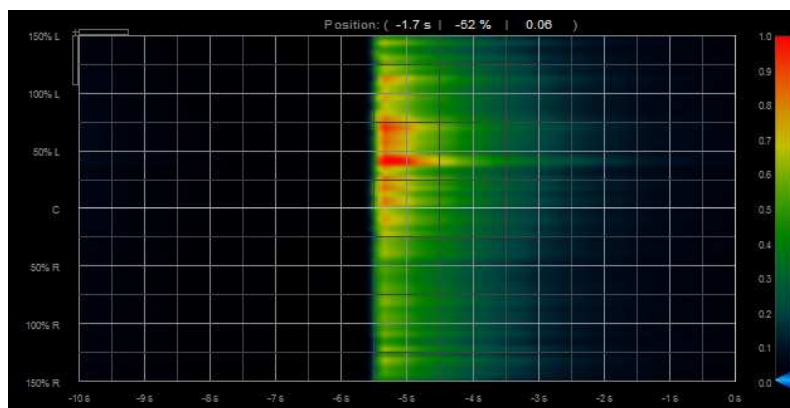
Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την MS τεχνική με φάση στο Left (κλαρινέτα-φλάουτα).

Χωρίς φάση η MS εμφανίζεται παρά πολύ στενά στο κεντρο.Με φάση στο Left έχουμε μια μικρή ενέργεια στα αριστερά, ενώ η υπόλοιπη ενέργεια εμφανίζεται ίση περίπου σ όλο το χώρο.

Πάμε για την SPOT:



Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την SPOT τεχνική χωρίς φάση (κλαρινέτα-φλάουτα).



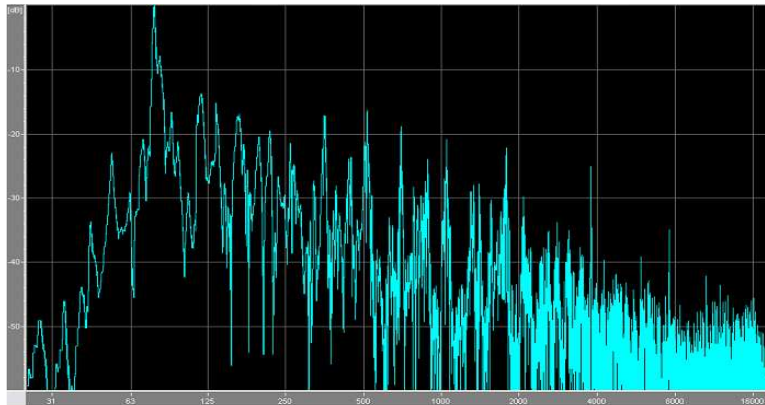
Εικόνα: Δείκτης Φάσης για την SPOT τεχνική με φάση στο Left (κλαρινέτα-φλάουτα).

Και εδώ χωρίς φάση εμφανίζονται τα όργανα στο χώρο που βρισκόταν καθώς εκεί ήταν πιο στενή απόσταση mics - πηγής. Με φάση στο Left μετακινούνται όπως είναι λίγο προς κέντρο.

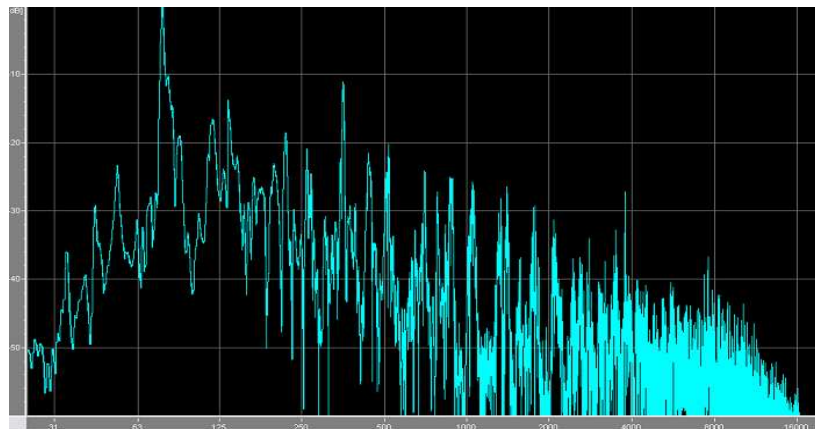
- **ΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ**

Τα συμπεράσματα μας εδώ είναι όσον αφορά τη συχνότητα. Μια λογαριθμική ανάλυση, και μια φασματική ανάλυση με το χρόνο, για όλα τα μικρόφωνα ξεχωριστά.

Στο ίδιο μοτίβο με πριν κινούμαστε, όπου έχουμε το ίδιο sample (όπου παίζουν ταυτόχρονα όλα τα όργανα) με τη διαφορά ότι παρατηρούμε συχνότητα τι γίνεται ανά μικρόφωνο. Πάμε πρώτα πρώτα να κάνουμε συχνότητα σύγκριση μεταξύ της *ORTF* για *Left* και *Right*:

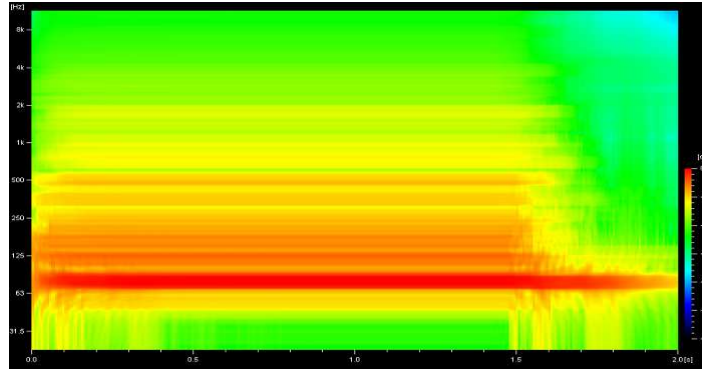


Εικόνα: Δείκτης Ενέργειας για την *ORTF* τεχνική στο *Left* (όλα τα όργανα).

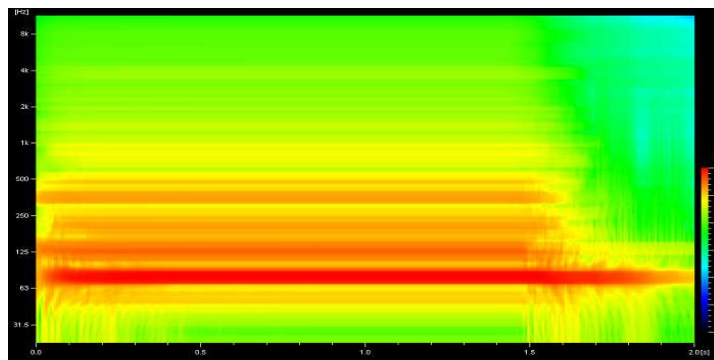


Εικόνα: Δείκτης Ενέργειας για την *ORTF* τεχνική στο *Right* (όλα τα όργανα).

Απ' ό,τι βλέπουμε έχουμε την ίδια έξαρση στα 80-90Hz κάτι που οφείλεται και στο χώρο. Στο *Left* κανάλι παρατηρούμε ότι σβήνει το σήμα μετά τα 18000Hz περίπου ενώ στο *Right* στα 16000Hz. Αυτό οφείλεται στη συχνότητα περιοχή των αριστερών οργάνων που ήταν υψισυχνα. Ενώ το αντίθετο συμβαίνει για τη δεξιά πλευρά όπου και όπως φαίνεται η έξαρση αρχίζει από πιο χαμηλά. Παρακάτω φαίνεται και η σχέση συχνότητας με το χρόνο όπου και εδώ φαίνονται τα παραπάνω.

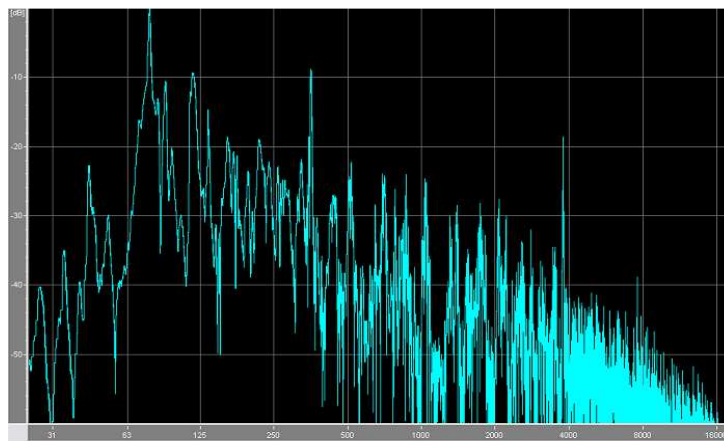


Εικόνα: Δείκτης Ενέργειας σε σχέση με χρόνο για την ORTF στο **Left** (όλα τα όργανα).



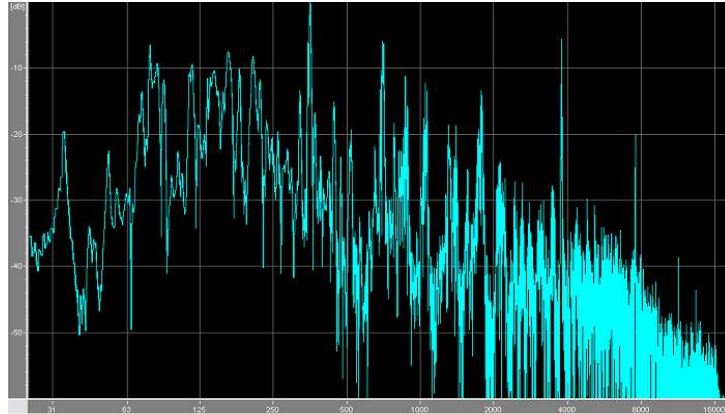
Εικόνα: Δείκτης Ενέργειας σε σχέση με χρόνο για την ORTF στο **Right** (όλα τα όργανα).

Πάμε τώρα να δούμε την MS τεχνική συγκρίνοντας την καρδιά σε σχέση με το figure of 8.



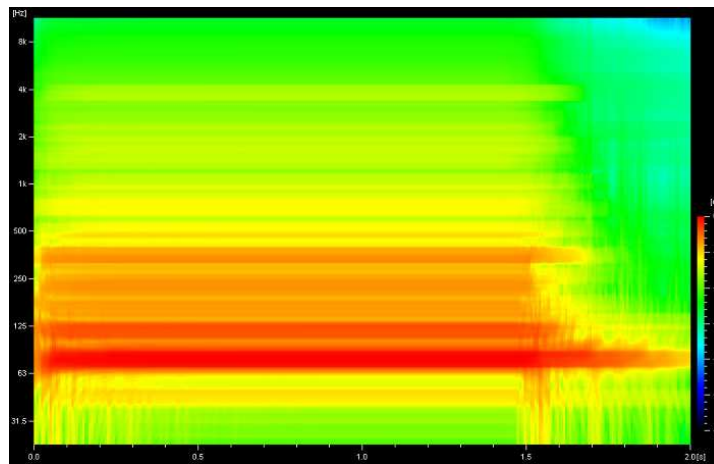
Εικόνα: Δείκτης Ενέργειας για την **καρδιά**, MS τεχνική (όλα τα όργανα).



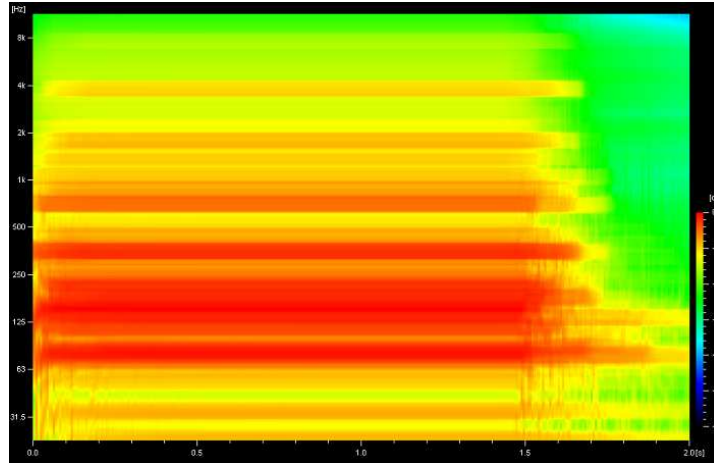


Εικόνα: Δείκτης Ενέργειας για το **Figure of 8**, MS τεχνική (όλα τα όργανα).

Πρώτα πρώτα βλέπουμε την έξαρση της καρδιάς στα 80-90Hz ενώ το οχτάρι καθώς δεν κοιτάει on axis ούτε την γκραν κάσα ούτε τις τούμπες. Η καρδιά παίρνει πιο πολύ τις τούμπες και τη γκραν κάσα αλλά αυτά βρίσκονται μακριά ,μπροστά έχει τα σαξοφωνα.Οποτε σε σύγκριση με το οχτάρι παίρνει τις τονικές από τούμπες και τη γκραν κάσα όπως φαίνεται αλλά ουσιαστικά αρχίζει από 70Hz και πάνω ενώ το οχτάρι από 20hz και πάνω. Κάτι τελευταίο είναι ότι λόγω ότι είναι βέβαια και ίδια μικρόφωνα και έτσι έχουν την ίδια συχνοτική απόκριση σβήνουν και τα δυο στα 16000Hz. Ας δούμε τώρα και σε σχέση με το χρόνο πως φαίνονται τα δυο mics. Έτσι θα καταλάβουμε ότι το πλήθος των οργάνων άρα και των αρμονικών όπως και φαίνονται τα έχει πάρει το figure of 8.

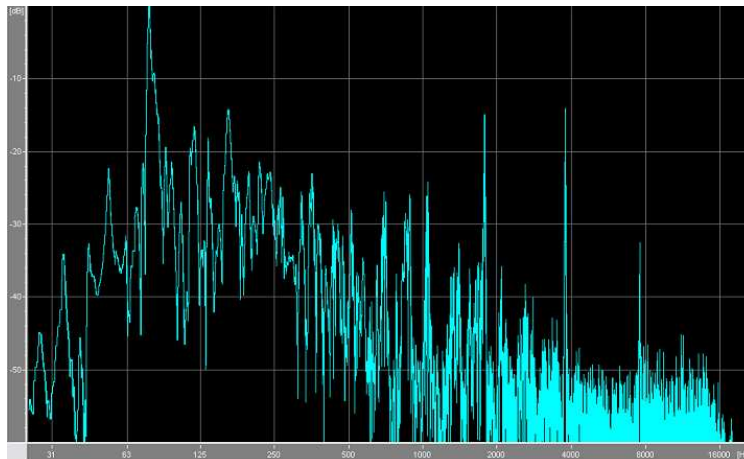


Εικόνα: Δείκτης Ενέργειας σε σχέση με χρόνο για την **καρδιά** της MS (όλα τα όργανα).

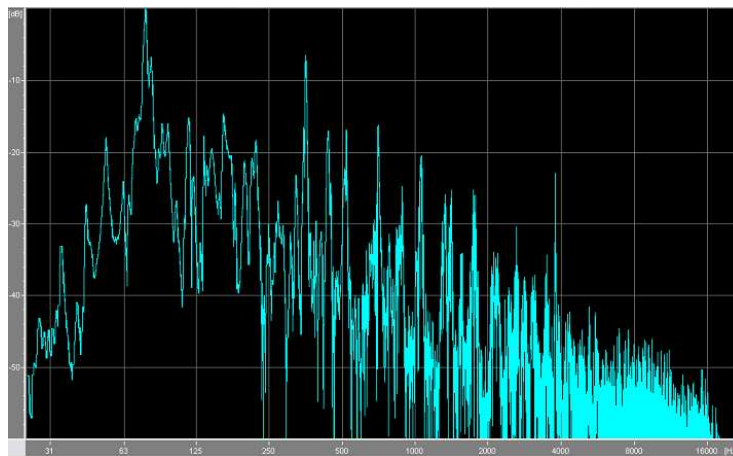


Εικόνα: Δείκτης Ενέργειας σε σχέση με χρόνο για το *figure of 8* της MS (όλα τα όργανα).

Παρακάτω θα παρατηρήσουμε την SPOT τεχνική:

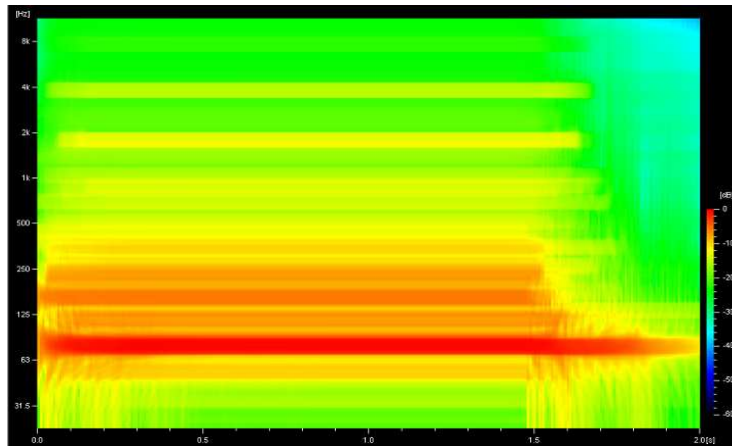


Εικόνα: Δείκτης Ενέργειας για την SPOT τεχνική, *Left* (όλα τα όργανα).

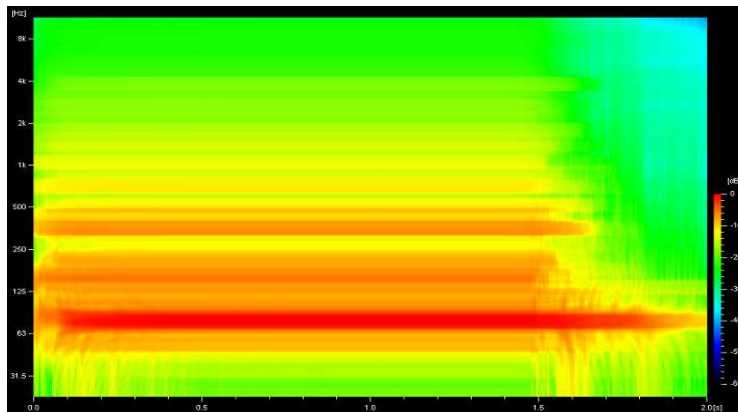


*Εικόνα: Δείκτης Ενέργειας για την SPOT τεχνική, **Right** (όλα τα όργανα).*

Εδώ μπορούμε να παρατηρήσουμε την μεγαλύτερη έξαρση σε χαμηλές συχνότητες (στα 50, στα 80 και στα 350Hz περίπου) του δεξιού καναλιού και αυτό οφείλεται στα χαμηλής συχνότητας όργανα που βρισκόταν εκεί. Αριστερα έχουμε πιο υψισυχνα όργανα όπως φλάουτα για αυτό και στο Left παρουσιάζεται έξαρση στα 3800Hz. Ας δούμε τώρα και σε σχέση με το χρόνο πως φαίνονται τα δυο mics.



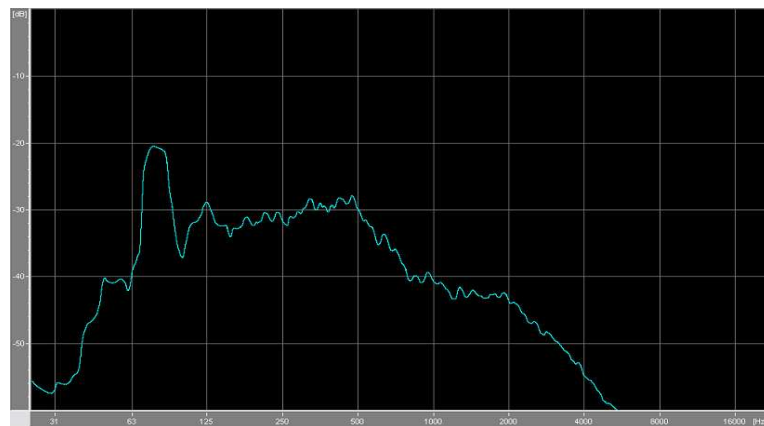
*Εικόνα: Δείκτης Ενέργειας σε σχέση με χρόνο για την SPOT τεχνική, **Left** (όλα τα όργανα).*



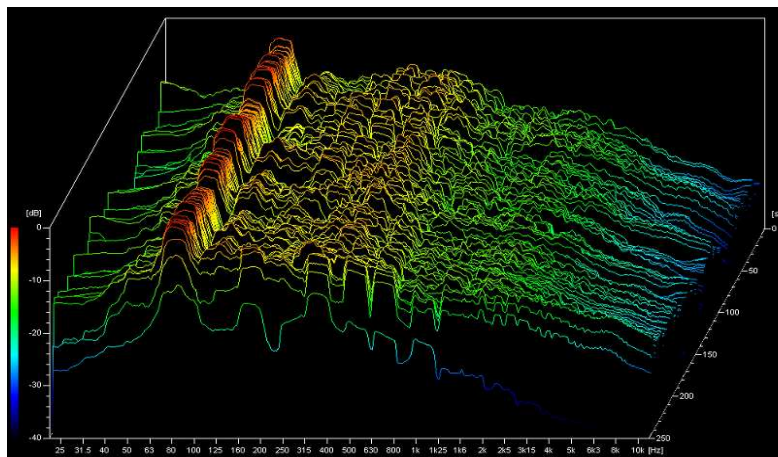
*Εικόνα: Δείκτης Ενέργειας σε σχέση με χρόνο για την SPOT τεχνική, **Right** (όλα τα όργανα).*

## ■ ΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΟΝΟ ΜΙΧ ΣΕ ΟΛΟΚΛΗΡΟ ΤΟ ΚΟΜΜΑΤΙ

Σ αυτό το κεφάλαιο εξετάζουμε συχνοτικά τις τρεις τεχνικές όσον αφορά την μονοφωνική τους μίξη και παρατηρούμε τι χάνεται συχνοτικά και τι ενισχύεται με γραφικές παραστάσεις που φαίνονται λογαριθμικά η ενέργεια του σήματος αλλά και τρισδιάστατα.. Παρακάτω φαίνεται πρώτα η *ORTF*:



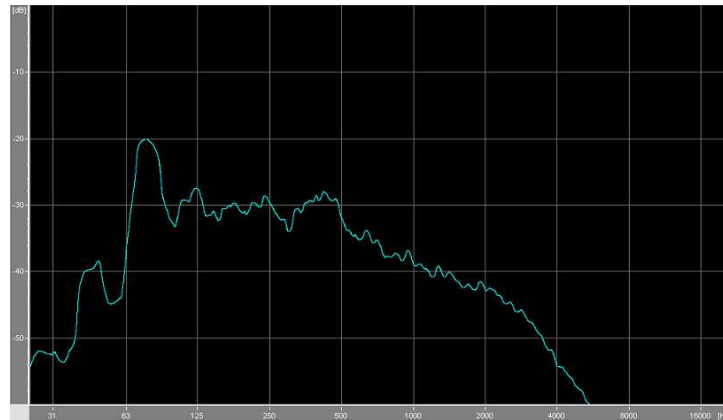
Εικόνα: Δείκτης ενέργειας σήματος για την *ORTF* (mono mix).



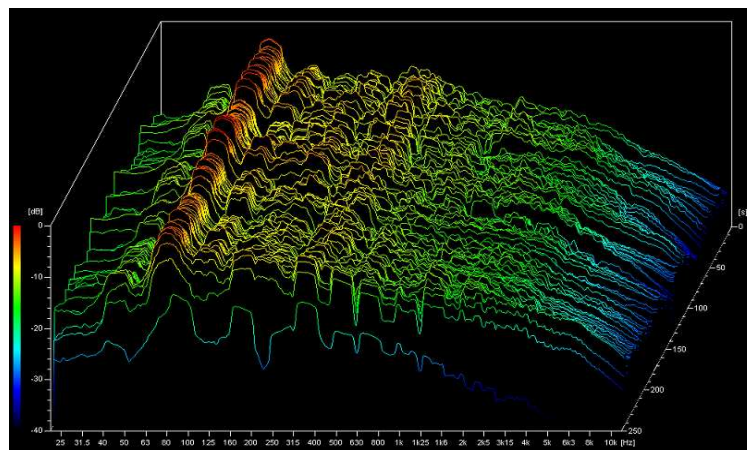
Εικόνα: Δείκτης ενέργειας σήματος τρισδιάστατα για την *ORTF* (mono mix).

Παρατηρούμε ότι από τα 6000Hz και πάνω τίποτα δεν παρουσιάζεται έχουν ακυρωθεί όλα. Από τα 500Hz και πάνω αρχίζει να φθίνει σιγά σιγά το σήμα μέχρι να πέσει στα 6000Hz. Το αξιοσημείωτο είναι η έξαρση στα 70-80Hz που συνεχίζει να ενοχλεί και να δημιουργεί θολούρα στο σήμα εξαιτίας του χώρου και της γκραν κάσας.

Παρατηρούμε την *MS* παρακάτω:



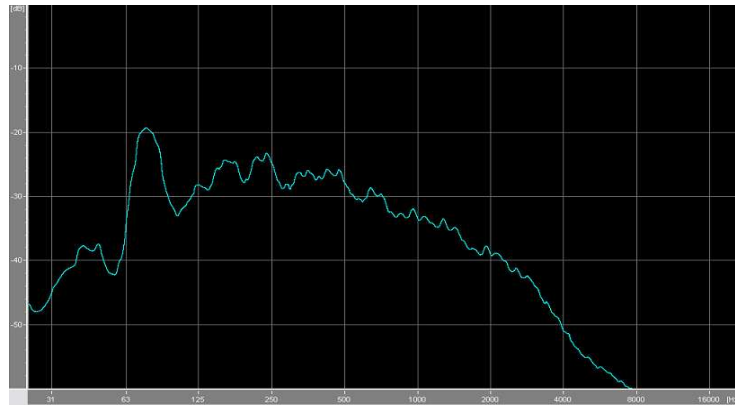
Εικόνα: Δείκτης ενέργειας σήματος για την *MS* (mono mix).



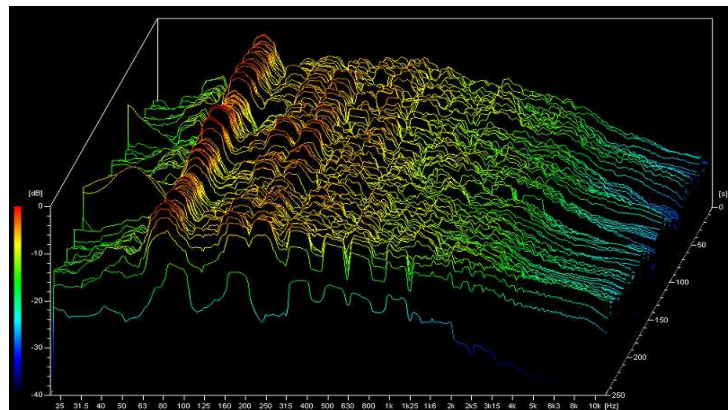
Εικόνα: Δείκτης ενέργειας σήματος τρισδιάστατα για την *MS* (mono mix).

Παρατηρούμε και εδώ την έξαρση στα 70-80Hz. Αυτό που υπερισχύει εδώ είναι το center mic, η καρδιά γιατί χωρίς αυτή θα είχαμε πολύ μεγάλη ακυρωση, αν δηλαδή τα left και right υπήρχαν μόνο.

Παρατηρούμε την *SPOT* παρακάτω:



Εικόνα: Δείκτης ενέργειας σήματος για την SPOT (mono mix).



Εικόνα: Δείκτης ενέργειας σήματος τρισδιάστατα για την SPOT (mono mix).

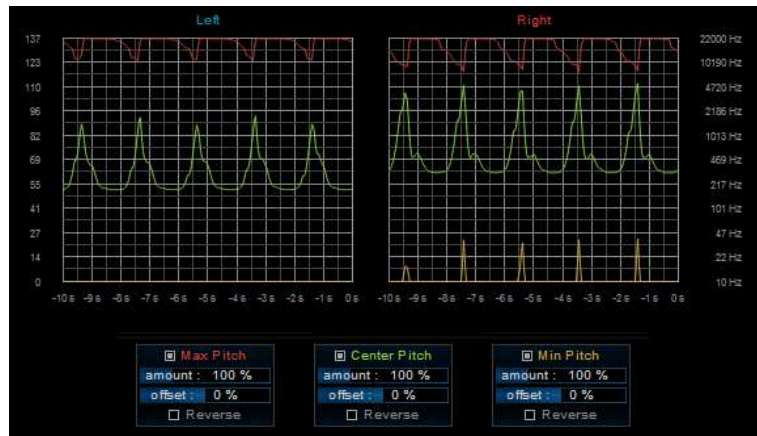
Και εδώ περίπου η ίδια παράσταση όπου έχουμε και πάλι έξαρση στα 70-80Hz. Απο τα 7500Hz δεν υπάρχει σήμα έχει χαθεί, ενώ και πάλι από τα 500Hz αρχίζει να φθίνει το σήμα. Έχουμε εντονότερα μπάσα όμως εδώ όπου από τα 25Hz αναδεικνύεται το σήμα μας.

- **ΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΟΝΟ ΜΙΧ ΣΕ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ SAMPLE**

Εδώ θα παρατηρήσουμε σε ένα συγκεκριμένο sample όπου παίζουν όλα τα όργανα, τη συχνοτική σύγκριση των τριών τεχνικών. Πάμε να παρατηρήσουμε τώρα την ORTF(με γαλάζιο) με την MS (με κόκκινο) με φάση στο Left.



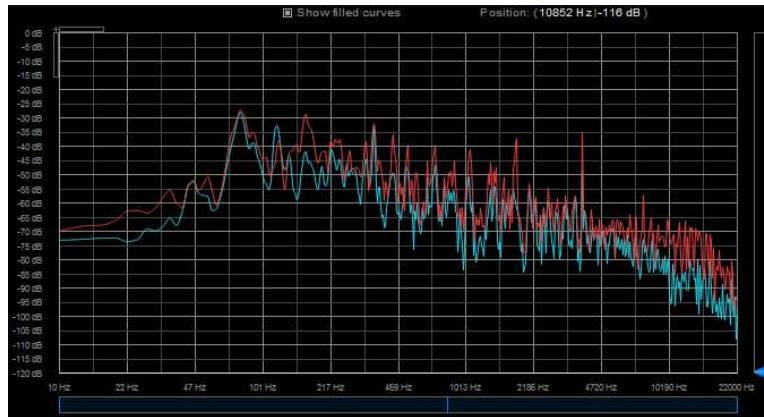
Εικόνα: Δείκτης Συχνοτήτων για ORTF(γαλάζιο) και MS(κόκκινο),μέσος όρος.



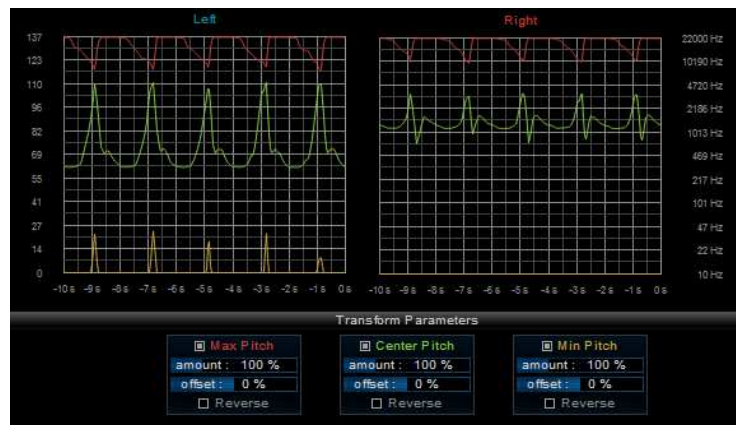
Εικόνα: Δείκτης Συχνοτήτων για ORTF(Left) και MS(Right).

Απ'ότι βλέπουμε και εδώ για average η ORTF φαίνεται ότι ξεκινάει από τα 10Hz πολύ πιο δυνατά από την MS και γενικά σ'όλο το φάσμα, μέχρι να σβήσει στα 20000-22000Hz. Επίσης έχουμε μια έξαρση 70-80Hz ως γνωστόν. Στο δεύτερο σχήμα φαίνεται ανά δευτερόλεπτο η ενέργεια του σήματος. Έτσι με το πράσινο όπου επισημαίνονται οι μεσαίες συχνότητες βλέπουμε να έχουμε και για τις δυο τεχνικές τη μεγαλύτερη ενέργεια. Η MS δείχνει να αγγίζει τα 4720Hz.

Παρακάτω θα παρατηρήσουμε την MS με την SPOT και οι δυο με φάση στο Left. Η MS επισημαίνεται με γαλάζιο τώρα και η SPOT με κόκκινο.



Εικόνα: Δείκτης Συχνότητων για MS(γαλάζιο) και SPOT(κόκκινο),μέσος όρος.



Εικόνα: Δείκτης Συχνότητων για MS(Left) και SPOT(Right).

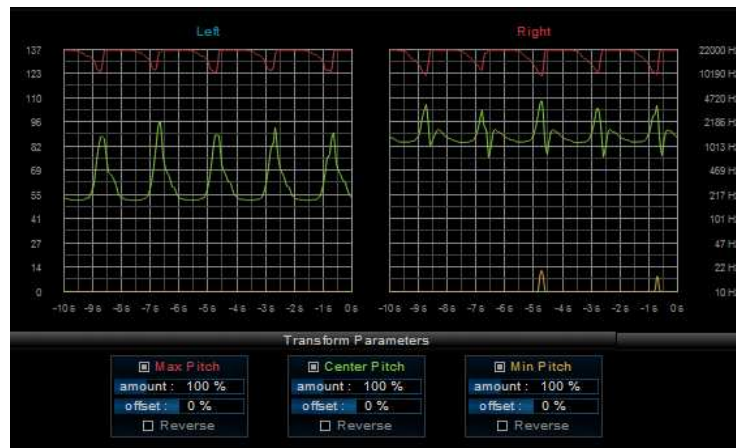
Πάλι η MS είναι πιο χαμηλά σε σύγκριση με την SPOT. Από τα 10 Hz η SPOT ξεκινάει πιο δυνατά έχει τη γνωστή έξαρση στα 70-80Hz όπως στα 2000Hz και στα 4500Hz. Στον δεύτερο πίνακα βλέπουμε την ευθεία που σχηματίζει στις χαμηλές συχνότητες η SPOT ενώ η MS έχει κάποια ανεβάσματα. Επίσης παρατηρείται ότι οι μεσαίες στη SPOT παίζουν πιο γραμμικά .

Παρακάτω φαίνεται και η τελευταία σύγκριση μεταξύ της *ORTF* (γαλάζιο) και της *SPOT* (κόκκινο) με φάση στο Left.





Εικόνα: Δείκτης Συχνοτήτων για ORTF (γαλάζιο) και SPOT(κόκκινο),μέσος όρος.

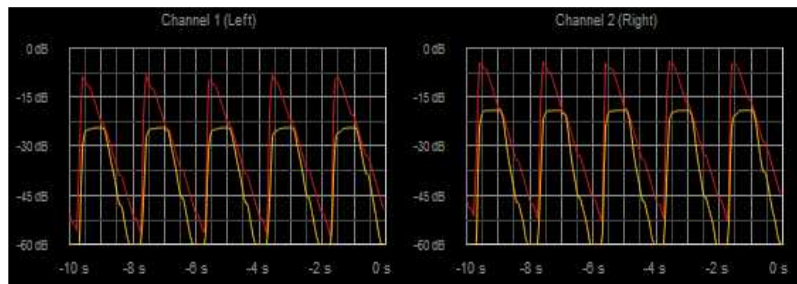


Εικόνα: Δείκτης Συχνοτήτων για ORTF(Left) και SPOT(Right).

Το τελικό συμπέρασμα και πάλι είναι ότι η MS είναι η πιο χαμηλή σε level τεχνική. Εδώ η πιο μεγάλη έξαρση που κάνει MS είναι στα 2000Hz περίπου και στα 4500Hz όπου ξεπερνάει και την ORTF. Στο δεύτερο σχήμα φαίνεται καθαρά ότι μεσαίες της SPOT(δεξιά) είναι πιο ψηλά από την MS(αριστερά) αλλά η τελευταία η μεγαλύτερη της ενέργεια κρατιέται στις μεσαίες συχνότητες και αυτό φαίνεται ξεκάθαρα.

## ▪ ΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΝΤΑΣΗΣ (LEVEL)

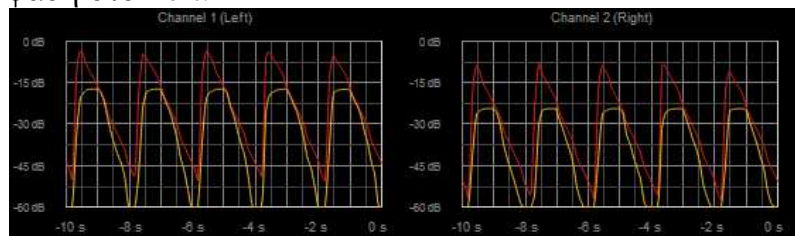
Εδώ θα παρουσιάσουμε τα γενικά Level κάθε τεχνικής, σε σημείο όπου παίζουν ταυτόχρονα όλα τα όργανα μαζί και τα συγκρίνουμε μεταξύ τους. Κάνουμε Μονο την κάθε τεχνική και τοποθετούμε σε κάθε κανάλι άλλη τεχνική. Πάμε να δούμε την διαφορά έντασης ανάμεσα στην τεχνική MS με φάση στο Left και την SPOT με φάση στο Left.



Εικόνα: Δείκτης Έντασης για MS(Left ch) και SPOT (Right ch).

Εδώ παρατηρούμε λοιπόν και συγκρίνουμε δυο τεχνικές μαζί. Οι τεχνικές είναι κανονικά τοποθετημένες, όπως πρέπει να ακούγονται. Έτσι βλέπουμε την τεχνική SPOT (δεξιά) να εμφανίζει λόγω βέβαια και της τοποθέτησης των μικροφώνων, ένα μεγαλύτερο συνολικό peak αλλά και RMS από την MS.

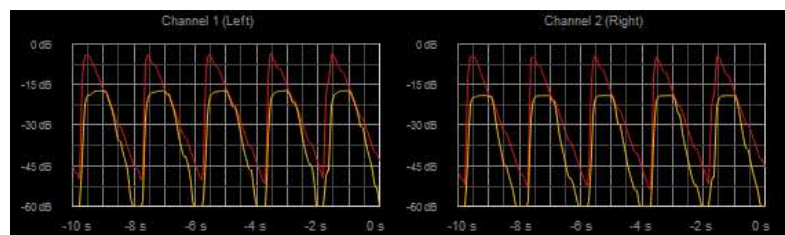
Παρακάτω παρατηρούμε την ORTF χωρίς φάση βέβαια και τη συγκρίνουμε με την MS με φάση στο Left.



Εικόνα: Δείκτης Έντασης για ORTF(Left ch) και MS (Right ch).

Παρατηρούμε και εδώ ότι η MS (δεξιά) είναι πιο χαμηλά σε σχέση με την ORTF και σε peak και σε RMS.

Παρακάτω θα δούμε τη σχέση έντασης της ORTF με την SPOT με φάση στο Left.



*Εικόνα: Δείκτης Έντασης για ORTF(Left ch) και SPOT (Right ch).*

Έτσι καταλήγουμε ότι η ORTF είναι πιο δυνατά σε ένταση από τις άλλες τεχνικές εφόσον ξεπερνάει και την SPOT πιο λίγο από την MS βέβαια.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- [1] Ιωάννου, Ι.Γ. (1997). Ακουστική για ηχολήπτες. Εκδόσεις «ΙΩΝ».
- [2] Κουλούρη Κ. & Πετρίδη Α. (2003). Ηχοτεχνία. Τόμος ΙΙ. Εκδόσεις «ΙΩΝ».
- [3] Κουλούρη Κ. & Πετρίδη Α. (2003). Ηχοτεχνία. Τόμος Ι. Εκδόσεις «ΙΩΝ».
- [4] Τσινίκας, Ν. (2005). Ακουστικός σχεδιασμός χώρων. Εκδόσεις «University studio press».
- [5] Παπακοσταντίνου, Χ. (1991). Οπτικοακουστικές συσκευές. Εκδόσεις «ΙΩΝ».
- [6] Ευθυμιάτος, Δ. (2007). Ακουστική και κτηριακές εφαρμογές. Εκδόσεις «Παπασωτηρίου».
- [7] Δώδης, Δ. (2001). Ηχοληψία – Η δημιουργία με τη σύγχρονη τεχνολογία. 3<sup>η</sup> Έκδοση. Εκδόσεις «ΙΩΝ».
- [8] Σκαρλάτος, Δ. (2003). Εφαρμοσμένη ακουστική. Εκδόσεις «Φιλομάθεια»
- [9] Τουσουήνης, Ν. & Κορδάς, Σ. (1998). Ηλεκτρονικές ηχητικές διατάξεις. Εκδόσεις «Ιων».
- [10] Ξενικάκης Δ. ΗΧΟΛΗΨΙΑ ( I - ΙΙ – ΙΙΙ )
- [11] Κυριακάκης, Η.& Γιαννικάκης, Ι. (1999). Μείωση και έλεγχος θορύβων σε συστήματα και εγκαταστάσεις ήχου. Εκδόσεις «ΙΩΝ».
- [12] Καρακίτσιος, Χ. (2005). Η τέχνη της μίξης. Εκδόσεις «ΙΩΝ».
- [13] Καρακίτσιος, Χ. (2001). Οργάνωση και χειρισμός ηχητικών συστημάτων P.A. Εκδόσεις «ΙΩΝ».
- [14] Σάγος, Γ. (1998). Εφαρμογές ηλεκτροακουστικής στο Hi-Fi. Τόμος Β. Εκδόσεις «ΙΩΝ».
- [15] Σάγος, Γ. (1998). Εφαρμογές ηλεκτροακουστικής στο Hi-Fi. Τόμος Α. Εκδόσεις «ΙΩΝ».
- [16] Eargle, J. (1999). Μουσική ακουστική τεχνολογία. Εκδόσεις «ΙΩΝ».
- Brice, R. (2001). Τεχνολογία μουσικής. Εκδόσεις «Τζίολα».
- [17] Everest Alton, F. (2003). Εγχειρίδιο ακουστικής. Έκδοση 3<sup>η</sup>. Εκδόσεις «Τζίολα».
- [18] Audio engineers reference book , Talbot-Smith Focal press.

- [19] Bartlett, B. (1999). Stereo Microphone Techniques, Cassette House.  
Available: <http://www.tape.com>.
- [20] Beheng, D. (2002). Stereo Recording Techniques, Deutsche Welle Radio  
Training Centre. Available: : <http://www9.dw-world.de>.
- [21] Robjohns, H, (1997) Stereo Microphone Techniques Explained Part 2.  
Sound on Sound. Available: : <http://www.soundonsound.com>
- [22] Rumsey, F., McCormick, T. (2002). Sound and Recording: An Introduction.  
4<sup>th</sup> Edition. Focal Press.
- [23] Microphone Placement. Available: : <http://www.nickspicks.com>
- [24] Πλέσσας, Α. (2003). Ηχογράφηση Binaural.  
Available:<http://www.aplessas.gr>
- [25] <http://www.akg.com/>
- [26] <http://www.beyerdynamics.com/>