

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΗΧΕΙΟΥ»



Των φοιτητριών
Μουτσιάδου Μαρία
Καμπαχτσίδου Ελένη
Αρ. Μητρώου: 518091-518049

Επιβλέπων
Όνοματεπώνυμο :
Κιοσκερίδης Ιορδάνης
Βαθμίδα :Καθηγητής

Ημερομηνία 18/9/2023

Τίτλος Δ.Ε. «Σχεδίαση και υλοποίηση ηχείου»

Κωδικός Δ.Ε. 23155

Ονοματεπώνυμο φοιτητή/τών Μουχσιάδου Μαρία και Καμπαχτσίδου Ελενη

Ονοματεπώνυμο εισηγητή Κιοσκερίδης Ιορδάνης

Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε. 18_3_2023

Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε. 19_9_2023

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία των φοιτητριών Μουχσιάδου Μαρία και Καμπαχτσίδου Ελένη που την εκπόνησαν. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητα και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

Πρόλογος

Επιλέξαμε αυτήν τη πτυχιακή εργασία για δύο κύριους λόγους. Πρώτον, ενδιαφερόμαστε βαθιά για την τεχνολογία του ήχου και της ακουστικής. Από πάντα μας άρεσε η ιδέα της βελτίωσης της ποιότητας του ήχου και των ηχητικών συστημάτων. Δεύτερον, η επιλογή αυτής της πτυχιακής είχε σημαντικό όφελος για τον επαγγελματικό μας προσανατολισμό. Οι γνώσεις που αποκτήσαμε στην έρευνα με θέμα τα ηχεία μας βοήθησαν να κατανοήσουμε καλύτερα την έννοια του ήχου .

Το όφελος από αυτήν την πτυχιακή ήταν πολλαπλό. Καταρχάς, αποκτήσαμε βαθιά γνώση σχετικά με τη σχεδίαση και τη λειτουργία των ηχείων, πράγμα που βελτίωσε τις επαγγελματικές μας δεξιότητες στον τομέα του ήχου. Επιπλέον, η επίλυση προβλημάτων που προέκυψαν κατά τη διάρκεια της έρευνας μας ανέδειξε τις αναλυτικές ικανότητές μας και τη δυνατότητα να αντιμετωπίσουμε τις προκλήσεις. Συνολικά, αυτή η διπλωματική ήταν μια εμπειρία που ενίσχυσε τις γνώσεις μας και τις επαγγελματικές μας προοπτικές στον τομέα του ήχου, με βαθύτερη κατανόηση της ακουστικής και της σχεδίασης ηχοσυστημάτων.

Περίληψη

Τα αποτελέσματα αυτής της διπλωματικής εργασίας περιλαμβάνουν την κατανόηση της θεωρητικής και πρακτικής πλευράς των ηχείων, των ηχητικών κυμάτων και της τεχνολογίας τους. Επίσης, παρουσιάζονται συγκεκριμένες τεχνικές για τον σχεδιασμό και την κατασκευή ηχείων, καθώς και για την εφαρμογή φίλτρων για τον έλεγχο του ήχου. Επιπλέον, η εργασία αναδεικνύει τη σημασία της ακουστικής και των ηχείων στην τεχνολογία και την ιστορία του ήχου.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα πιο κομβικά σημεία της εξέλιξης του ηχείου για να φτάσει στην σημερινή μορφή του. Είναι σημαντικό να περιγράψουμε στο δεύτερο κεφάλαιο κάποιες βασικές έννοιες και φαινόμενα του ήχου, έτσι ώστε να γίνει πιο εύκολα κατανοητή η έννοια του ήχου. Έπειτα θα περιγράψουμε την τεχνολογία των ηχείων και τα μέρη από τα οποία αποτελείται. Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύουμε τα φίλτρα ήχου και τα είδη του θορύβου. Αφού γίνει κατανοητή η έννοια του ήχου και του ηχείου βλέπουμε τις εφαρμογές και τις βελτιώσεις που θα μπορούσαν να γίνουν στην σύγχρονη εποχή. Τέλος, περιγράφεται αναλυτικά η κατασκευή και η σχεδίαση ενός Hi-Fi ηχείου.

«Speaker design and implementation »

«Mouchsiadou Maria»

«Kabachtsidou Eleni»

Abstract

The results of this thesis include an understanding of the theoretical and practical aspects of loudspeakers, sound waves and their technology. Also, specific techniques for designing and constructing loudspeakers and for applying filters to control sound are presented. In addition, the paper highlights the importance of acoustics and loudspeakers in the technology and history of sound.

The first chapter discusses the most pivotal points in the evolution of the loudspeaker to reach its current form. It is important to describe in the second chapter some basic concepts and phenomena of sound, so that the concept of sound can be more easily understood. Then, we will describe the technology of loudspeakers and the parts of which they are composed. In the fourth chapter, we will discuss sound filters and types of noise. After the concept of sound and the loudspeaker is understood, we will look at the applications and improvements that could be made in modern times. Finally, we will describe in detail the construction and design of a Hi-Fi loudspeaker.

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	iii
Περίληψη.....	iv
Abstract	v
Κατάλογος Σχημάτων	viii
Κατάλογος Πινάκων.....	viii
Κεφάλαιο 1 ^ο : Η έννοια του ήχου και η ιστορική εξέλιξη των ηχείων.....	1
1.1 Εισαγωγή.....	1
1.2 Ορισμός ήχου και ηχείου.....	1
1.3 Ιστορική εξέλιξη ηχείου	2
1.4 Επίλογος.....	5
Κεφάλαιο 2ο: Βασικές έννοιες ηχητικών κυμάτων και ακουστικά φαινόμενα.....	6
2.1 Εισαγωγή.....	6
2.2 Βασικές αρχές του ήχου	6
2.3 Ηχητικά κύματα	6
2.4 Βασικά κυματικά φαινόμενα.....	11
2.5 Χρήσιμα μεγέθη μέτρησης ήχου (Decibel-Οκτάβες).....	14
Κεφάλαιο 3ο: Τεχνολογία ηχείων	20
3.1 Εισαγωγή.....	20
3.2 Τύποι ηχείου.....	20
3.3 Τεχνολογίες ηχείων	26
3.4 Αρχές λειτουργίας των ηχείων	30
3.5 Καμπίνες ηχείων.....	31
3.6 Μεγάφωνο	35
3.7 Συνδιασμός μεγαφώνων	35
Κεφάλαιο 4ο: Φίλτρα και θόρυβος.....	36
4.1 Παθητικά και Ενεργά φίλτρα	36
4.2 Τύποι φίλτρων	38
4.3 Θόρυβος	38
Κεφάλαιο 5ο: Εφαρμογές χρήση ήχου και προτάσεις βελτίωσης.....	40
5.1 Εφαρμογές και χρήσεις ήχου.....	40
5.1.1 Ήχος στον κινηματογράφο και την τηλεόραση.....	40
5.1.2 Ήχος σε μουσικά συστήματα.....	41
5.1.3 ήχος σε αυτοκίνητα και οικιακά συστήματα ψυχαγωγίας.....	42

5.2	Προτάσεις βελτίωσης	43
5.2.1	Τάσεις στην ασύρματη τεχνολογία ήχου	43
5.2.2	Ηχεία υψηλής ανάλυσης και ειδικές εφαρμογές	45
Κεφάλαιο 6ο:Σχεδιασμός και κατασκευή ηχείου		48
6.1	Εισαγωγή.....	48
6.2	Επιλογή μεγαφώνων	48
6.3	Κατασκευή καμπίνας	51
6.4	Σχεδιασμός και κατασκευή crossover	54
6.5	Μετρήσεις ηχείου	57
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....		59
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		60

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1 Ανατομία αυτιού	1
Εικόνα 1.2 The Reis telephone system	2
Εικόνα 1.3 The Bell telephone	2
Εικόνα 1.4 Th.A.Edison και ο πρώτος φωνογράφος	3
Εικόνα 1.5 Μεγάφωνο Lodge	3
Εικόνα 1.6 Κωνική μονάδα ηχείων με διάφραγμα	4
Εικόνα 1.7 Ένα σύστημα κόρνας Shearer παραγωγή	4
Εικόνα 2.1 Απεικόνιση πυκνωμάτων και αραιωμάτων	7
Εικόνα 2.2 Διαμήκεις και εγκάρσια κύματα	8
Εικόνα 2.3 Επιφανειακό κύμα.....	8
Εικόνα 2.4 Στάσιμο κύμα	9
Εικόνα 2.5 Διάγραμμα ιδιοσυχνότητας (πλάτους σε συνάρτηση με την συχνότητα)	9
Εικόνα 2.6 Διάγραμμα καμπύλης συντονισμού	10
Εικόνα 2.7 Διάγραμμα για διαφορετικές τιμές Q με ιδιοσυχνότητα	10
Εικόνα 2.8 Φαινόμενο ανάκλασης	11
2.9 Φαινόμενο διάθλασης.....	12
2.10 Φαινόμενο διάθλασης κατεύθυνσης	13
Εικόνα 2.11 Φαινόμενο Ντόμπλερ	16
Εικόνα 3.1 Δυναμικό ηχείο	20
Εικόνα 3.2 Επίπεδο ηχείο	21
Εικόνα 3.3 Υπερδραστικό ηχείο	22
Εικόνα 3.4 Ηχείο κεραίας	23
Εικόνα 3.5 Ενεργό ηχείο	24
Εικόνα 3.6 Ενσωματωμένο ηχείο	25
Εικόνα 3.7 Υπογούφερ ηχείο	26
Εικόνα 3.8 Καμπίνα κλειστού τύπου	31
Εικόνα 3.9 Καμπίνα ανοιχτού τύπου.....	31
Εικόνα 3.10 Καμπίνα μετάδοσης χοάνης.....	32
Εικόνα 3.11 Περιγραφή μεγαφώνου απευθείας ακτινοβολίας	33
Εικόνα 3.12 Ισοδύναμο κύκλωμα μεγαφώνου απευθείας ακτινοβολίας	34
Εικόνα 3.13 Περιγραφή μεγαφώνου τύπου χοάνης	34
Εικόνα 3.14 Ισοδύναμο κύκλωμα μεγαφώνου τύπου χοάνης.....	35

Εικόνα 4.1 Καμπύλες φίλτρων.....	36
Εικόνα 4.2 Ισοδύναμο κύκλωμα 1ης τάξης.....	37
Εικόνα 4.3 Ισοδύναμο κύκλωμα 2ης τάξης.....	37
Εικόνα 4.4 Ισοδύναμο κύκλωμα 3ης τάξης.....	38
Εικόνα 5.1 Ήχος στον κινηματογράφο.....	40
Εικόνα 5.2 Ηχογράφιση μουσικής.....	41
Εικόνα 5.3 Ηχοσύστημα στο στούντιο.....	41
Εικόνα 5.4 Ήχος και ραδιόφωνο.....	42
Εικόνα 5.5 Ήχος και home theater	43
Εικόνα 5.6 Bluetooth L.E.....	44
Εικόνα 5.7 High Resolution Audio.....	44
Εικόνα 5.8 Siri.....	45
Εικόνα 5.9 Ηχογράφιση και μίξη μουσικής.....	46
Εικόνα 5.10 Συναυλίες και εκδηλώσεις ζωντανής μουσικής.....	46
Εικόνα 5.11 Εφαρμογές VR(Εικονική πραγματικότητα).....	47
Εικόνα 6.1:Σχεδιάγραμμα απόκρισης tweeter.....	48
Εικόνα 6.2 Tweeter.....	49
Εικόνα 6.3:Σχεδιάγραμμα απόκρισης woofer.....	50
Εικόνα 6.4 Woofer	50
Εικόνα 6.5 Σχεδιάγραμμα καμπίνας ηχείου	51
Εικόνα 6.6 Καμπίνα	51
Εικόνα 6.7 Καμπίνα.....	52
Εικόνα 6.8 Καμπίνα	52
Εικόνα 6.9 Βαφή καμπίνας	53
Εικόνα 6.10 Ακροδέκτες.....	53
Εικόνα 6.11 Κύκλωμα Crossover.....	54
Εικόνα 6.12 Υπολογισμός στοιχείων crossover calculator/designer.....	54
Εικόνα 6.13 Υπολογισμός στοιχείων crossover calculator/designer.....	55
Εικόνα 6.14 Υλικά για κατασκευή crossover.....	56
Εικόνα 6.15 Τοποθέτηση crossover στην καμπίνα	56
Εικόνα 6.16 Σχεδιάγραμμα συχνοτικής απόκρισης crossover.....	57
Εικόνα 6.17 Τοποθέτηση μικροφώνου.....	57
Εικόνα 6.18 Εργαστηριακή εγκατάσταση για μετρήσεις ηχείου.....	58

Εικόνα 6.19 Απεικόνιση συμπεριφοράς ηχείου.....	58
Εικόνα 6.20 Απεικόνιση συμπεριφοράς ηχείου από 100-5469 HZ.....	59
Εικόνα 6.21 Απεικόνιση συμπεριφοράς ηχείου από 5469-10960HZ.....	59
Εικόνα 6.22 Απεικόνιση συμπεριφοράς ηχείου από 10960-13000HZ.....	59

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1:Συχνότητες κυμάτων	7
Πίνακας 2:Τεχνικά χαρακτηριστικά tweeter	48
Πίνακας 3:Τεχνικά χαρακτηριστικά woofers	49
Πίνακας 4.Αποκλίσεις ηχείου.....	60

Κεφάλαιο 1^ο Η έννοια του ήχου και η ιστορική εξέλιξη των ηχείων

1.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα αναφερθούμε στις πρώτες προσπάθειες που έγιναν για την αναπαραγωγή ήχου και την εξέλιξη του. Αρχικά, όμως είναι αναγκαίο να επισημάνουμε την έννοια του ήχου και του ηχείου, ως μέσον αναπαραγωγής.

1.2 Ορισμός ήχου και ηχείου.

Η πρώτη ιστορική αναφορά για την έννοια του ήχου δόθηκε από τον Πυθαγόρα (570-497 π.Χ.), ο οποίος υποστήριζε ότι ο ήχος δημιουργείται από ταλαντωμένα σώματα.

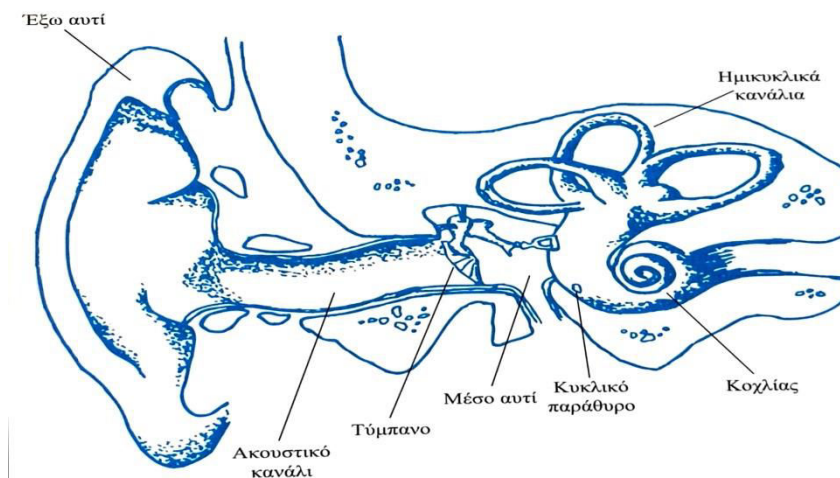
Έπειτα ο Αριστοτέλης (480-524 π.Χ.) ανέφερε πιο συγκεκριμένα ότι ο ήχος είναι αποτέλεσμα της συμπίεσης του αέρα που δημιουργείται από μια πηγή.

Σύμφωνα με τους επιστήμονες ήχος είναι μια κυματική ταλάντωση η οποία προκαλείται από μια πηγή εντός ενός ελαστικού μέσου υπόψη ταλάντωση είναι ικανή να διεγείρει το αισθητήριο της ακοής και να προκαλέσει το αντίστοιχο αίσθημα.

Μια από τις κύριες προϋποθέσεις για την παραγωγή και την διάδοση του ήχου είναι η ύπαρξη μιας ηχητικής πηγής.

Το ηχείο είναι μια ηχητική πηγή, η οποία μετατρέπει την λαμβανόμενη ηλεκτρική ενέργεια σε ακουστική δηλαδή σε στιγμές μεταβολές του ατμοσφαιρικού αέρα.

Η αντίληψη του ήχου λαμβάνεται μέσω του ανθρώπινου ακουστικού συστήματος, όπου είναι το αυτί. Το αυτί όπως απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα αποτελείται από τρία κυρίως τμήματα εξωτερικό, το μέσο και το εσωτερικό αυτί. Στο ανθρώπινο αυτί ο ήχος λαμβάνεται από το εξωτερικό αυτί και στην συνέχεια διέρχεται από το ακουστικό κανάλι. Το μέσο αυτί συνδέει τον αέρα του τυμπάνου με το ρευστό στο κοχλία. Ο κοχλίας στο εσωτερικό αυτί μετατρέπει την ηχητική ενέργεια σε ηλεκτρικούς παλμούς που μεταδίδονται στον εγκέφαλο. Το ανθρώπινο αυτί αντιλαμβάνεται ηχητικά κύματα από 20 Hz έως 20.000Hz.[5]



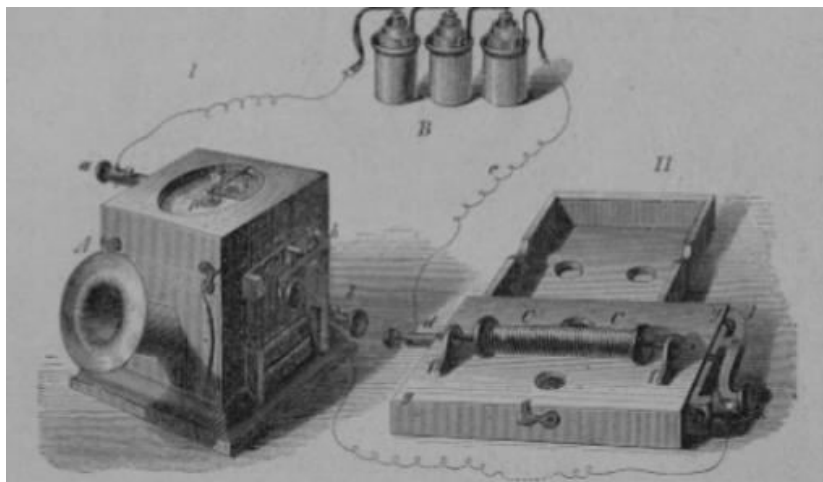
Εικόνα 1.1 Ανατομία αυτιού

1.3 Ιστορική εξέλιξη ηχείου

Η ιστορία του ηχείου ξεκινάει κατά την περίοδο του 19ου αιώνα με τις ανακαλύψεις σημαντικών επιστημών όπου συνεχίζονται μέχρι και σήμερα. Παρακάτω θα αναφέρουμε την εξέλιξη του ηχείου έως την σύγχρονη μορφή του.[3]

1861: Johan Philipp Reis

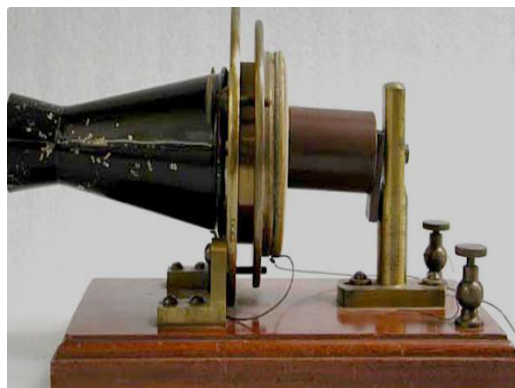
Ο Reis ήταν ο γερμανός φυσικός που είχε σχεδιάσει τους πρώτους πομπούς και δέκτες. Ουσιαστικά ,ο Reis ήταν αυτός που έγινε γνωστός για την δημιουργία τηλεφώνου το οποίο είχε ενσωματωμένο το πρώτο ηλεκτρικό ηχείο στην ιστορία. Το ηχείο αποτελούταν από μια σιδερένια βελόνα που περιβαλλόταν από ένα πηνίο και στηριζόταν σε ένα ηχητικό κουτί και προκαλούσε ταλάντωση.



Εικόνα 1.2 The Reis telephone system

1876 :Alexander Graham Bell

Ο σκωτσέζος φυσικός G.Bell μαζί με τον Watson κατάφεραν να αναπαράξουν έναν ακούσιο ήχο. Στα πλαίσια ενός πειράματος ,με τον πολλαπλό τηλέγραφο και συντονίζοντας με καλάμια τρία σετ πομπών και δεκτών σε διαφορετικά δωμάτια .Η εξέλιξη αυτού είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία ενός πομπού με μια μεμβράνη που μπορούσε να μεταβάλλει τα ηλεκτρονικά ρεύματα και έναν δέκτη ικανό να αναπαράγει ακουστικές συχνότητες .Μιλάμε για την κατασκευή ενός λειτουργικού τηλεφώνου.



Εικόνα 1.3 The Bell telephone

1878: Thomas Edison

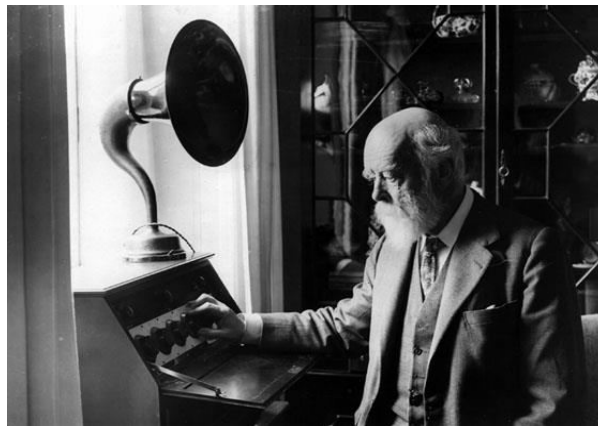
Ο αμερικάνος εφευρέτης που κατάφερε να πραγματοποιήσει την εγγραφή και την αναπαραγωγή της ανθρωπίνης φωνής. Σκοπός του ήταν να ακούσει τον ίδιο τον ήχο και όχι απλά να εγγράψει τις δονήσεις του. Χρησιμοποιώντας μια σκληρή μεταλλική γραφίδα επάνω σε κάποιο στέρεο υλικό, που θα κάλυπτε την επιφάνεια του κυλίνδρου και με πειραματισμούς με διάφορα υλικά κατέληξε στον κασσίτερο. Το υλικό αυτό ανήκει στην κατηγορημάτων μαλακών μετάλλων το οποίο είναι εύκολο να χαραχτεί από μια μεταλλική γραφίδα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία του Φωνογράφου που στιγματίσε την εποχή και την εξέλιξη του.



Εικόνα 1.4 Th.A.Edison και ο πρώτος φωνογράφος

1898: Oliver Lodge

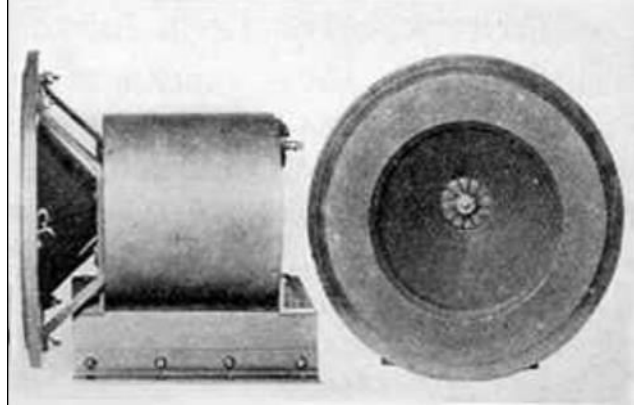
Ο άγγλος Oliver Lodge, ήταν ο επιστήμονας που συνέβαλλε στην εξέλιξη του μεγαφώνου χρησιμοποιώντας ένα πηνίο με το οποίο συνδεόταν με ένα διάφραγμα με την βοήθεια ενός αιωρούμενο ισχυρού μαγνητικού πεδίου. Με λίγα λόγια, δημιούργησε το πρώτο (δυναμικό) μεγάφωνο κινητού πηνίου.



Εικόνα 1.5 Μεγάφωνο Lodge

1925: Chester W.Rice-Edward W.Kellogg

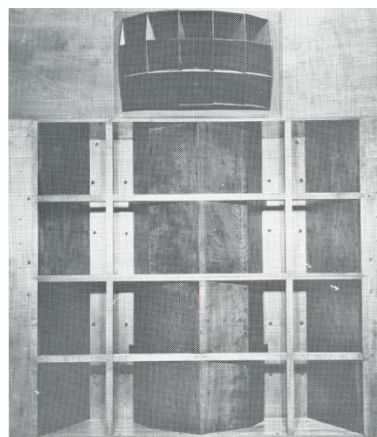
Οι μηχανικοί Rice και Kellogg, ήταν αυτοί που καθιέρωσαν την βασική αρχή του μεγαφώνου. Ύστερα από πειραματισμούς με διάφορα υλικά κατέληξαν σε ένα χάρτινο κωνικό διάφραγμα προσαρμοσμένο σε ένα πηνίο που ενεργοποιείται από μια δομή μεγάλου μαγνήτη. Οι ηλεκτρομαγνήτες ήταν μια εύκολη και προσιτή λύση στο μεγάλο κόστος των μόνιμων μαγνητών εκείνης της εποχής.



Εικόνα 1.6 Κωνική μονάδα ηχείων με διάφραγμα

1941:John Hilliard

Ο αμερικάνος ακουστικός και ηλεκτρολόγος μηχανικός, ασχολήθηκε με την εξέλιξη της ποιότητας και εγγραφής του ήχου σε χώρους μεγάλης εμβέλειας ,όπως τα θέατρα και οι κινηματογράφοι. Ο Hilliard μαζί με τους συνεργάτες του, για να αντιμετωπίσει τα διάφορα προβλήματα στην απόδοση των οδηγών εξαρτημάτων χαμηλής και υψηλής συχνότητας ,πρότεινε ένα περίβλημα χαμηλής συχνότητας «διπλωμένης κόρνας» .Λόγο του μικρού φυσικού μεγέθους προσφέρει και καλύτερη τοποθέτηση πίσω από τις θρόνες και με την μορφή μιας σειράς κόρνας υψηλής συχνότητας πολλαπλών και κυψελών, και κόρνα χαμηλής συχνότητας με μπάσα ,παρείχαν κάλυψη και καλύτερη απόδοση σε οποιαδήποτε αποκλίνουσες διαστάσεις αιθουσών.



Εικόνα 1.7 Ένα σύστημα κόρνας Shearer παραγωγής

1.4 Επίλογος

Ο Tomas Edison κατασκεύασε το πρώτο ηχείο με σκοπό να αποκτήσει ήχο ο φωνογράφος .Αρχικά ξεκίνησε το ηχείο με χάλκινη μεμβράνη ,η οποία ενώνεται στο κώνο με δέρμα ζώου. Με την πάροδο του χρόνου, όπως προαναφέραμε ,η τεχνολογία εξελίχθηκε και για παράδειγμα αντί για δέρμα ζώου χρησιμοποιήθηκε ειδικό επεξεργασμένο χαρτί. Έτσι μέχρι σήμερα ,με τις βασικές αρχές της λειτουργίας του ηχείου και την εξέλιξη του φτάνουμε στην σημερινή μορφή του ηχείου η οποία ποικίλει ανάλογα με την τεχνολογία που εφαρμόζουμε.

Κεφάλαιο 2^ο Βασικές έννοιες ηχητικών κυμάτων και ακουστικά φαινόμενα

2.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφέρουμε κάποιες βασικές έννοιες σχετικά με τον ήχο έτσι ώστε να γίνει πιο κατανοητή η έννοια του. Επιπλέον γίνει επεξήγηση ορισμένων ακουστικών φαινομένων τα οποία είναι απαραίτητα για την πραγματοποίηση ενός ηχείου.

2.2 Βασικές αρχές του ήχου

Ο ήχος είναι ένα μηχανικό κύμα που ταξιδεύει μέσα σε ένα μέσο όπως ο αέρας και συντονίζεται με τις επιφάνειες που συναντά στη διαδρομή του. Η ακουστική είναι ο κλάδος της επιστήμης που μελετά την παραγωγή, τη διάδοση και τον συντονισμό του ήχου. Οι βασικές αρχές του ήχου και της ακουστικής είναι οι εξής:

Τη συχνότητα: Η συχνότητα είναι η ποσότητα που μετρά τον αριθμό των κυκλωμάτων του ήχου που διέρχονται από ένα σημείο σε μία δεδομένη χρονική περίοδο και μετριέται σε Hertz (Hz). Η συχνότητα καθορίζει το ύψος του ήχου, με υψηλότερες συχνότητες να παράγουν πιο υψηλά ήχους και χαμηλότερες συχνότητες να παράγουν πιο χαμηλά ήχους.

Τη διάρκεια: Η διάρκεια είναι η χρονική διάρκεια του ήχου και μετριέται σε δευτερόλεπτα.

Τη φάση: Η φάση είναι η θέση του κύματος του ήχου στο χρόνο και καθορίζει το αν ο ήχος

Την ένταση ήχου: Η οποία μετριέται σε ντεσιμπέλ (dB) και αντιπροσωπεύει τη δύναμη ή τη δύναμη του ήχου. Η ένταση ενός ήχου επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως η απόσταση από την πηγή ήχου, η ισχύς της πηγής ήχου και οι ανακλάσεις του ήχου στον χώρο.

Τη διασπορά του ήχου: Είναι επίσης μια βασική αρχή της ακουστικής. Η διασπορά αναφέρεται στο πώς ο ήχος εξαπλώνεται στον χώρο και πώς αντιδρά ο χώρος στον ήχο. Αυτό επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά του χώρου, όπως το μέγεθος, η μορφή και οι ακουστικές ιδιότητες των επιφανειών.

Επίσης, η ακουστική απαιτεί μια **καλή κατανόηση των αντανakλάσεων και του κλειστού/ανοιχτού χώρου** στον οποίο διαδίδεται ο ήχος. Αυτό είναι σημαντικό για τη σχεδίαση ακουστικών χώρων, όπως στο σχεδιασμό αιθουσών συναυλιών, θεάτρων και κατοικιών. Τέλος, μια άλλη σημαντική αρχή της ακουστικής είναι η **αρχή του μετατροπέα ήχου**, η οποία αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε ήχο. Αυτή η αρχή είναι ουσιώδης για τον σχεδιασμό και τη λειτουργία των μικροφώνων και των ηχείων.

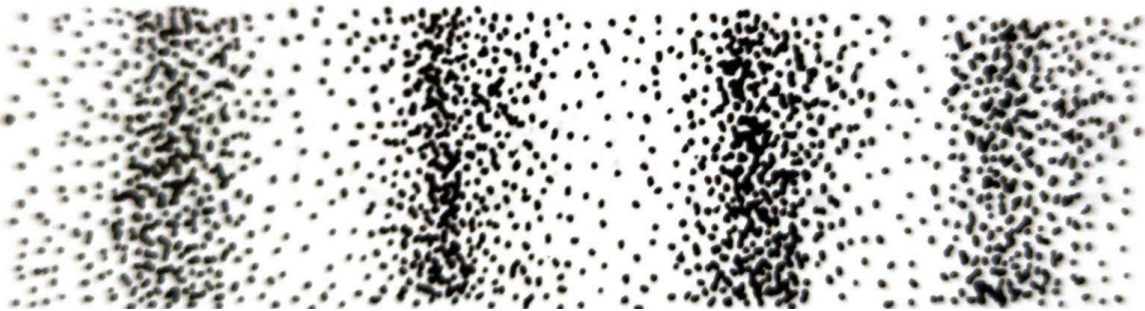
2.3 Ηχητικά κύματα

Ηχητικά κύματα ονομάζονται τα μηχανικά κύματα τα οποία παράγονται με την ταλάντωση των σωμάτων, μέσα σε ένα ελαστικό μέσο με συχνότητα που αντιλαμβάνεται από το ανθρώπινο αυτί.

Υπόηχος	<20Hz	Χρησιμοποιούνται στην σεισμολογία.
Ήχος	20-20.000Hz	Ακουστικό φάσμα συχνοτήτων
Υπέρηχος	>20.000Hz	Χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία, στην βιολογία, στην χημεία και στην ιατρική.

Πίνακας 1: Συχνότητες κυμάτων

Όταν μια ηχητική πηγή πάλλεται στον αέρα τότε η κίνηση αυτή μεταδίδεται στα μόρια του αέρα όμως τα μόρια που βρίσκονται μακριά από την πηγή λόγω της αδράνειας είναι αδύνατον να ακολουθήσουν την εκτελούμενη κίνηση. Επομένως δημιουργούνται πυκνώματα και αραιώματα.



Εικόνα 2.1 Απεικόνιση πυκνωμάτων και αραιωμάτων

Συχνότητα(f) ενός ηχητικού κύματος ορίζουμε την περιοδική μεταβολή της πίεσεως του στην μονάδα του χρόνου.

Μήκος κύματος(λ) ενός ηχητικού κύματος ορίζουμε την απόσταση μεταξύ δυο πυκνωμάτων ή αραιωμάτων.

Περίοδος(T) ενός ηχητικού κύματος ορίζουμε το αντίστροφο της συχνότητας.

Βασική σχέση ταχύτητας ηχητικών κυμάτων: $c = \lambda \times f$

όπου

c: Ταχύτητα διάδοσης

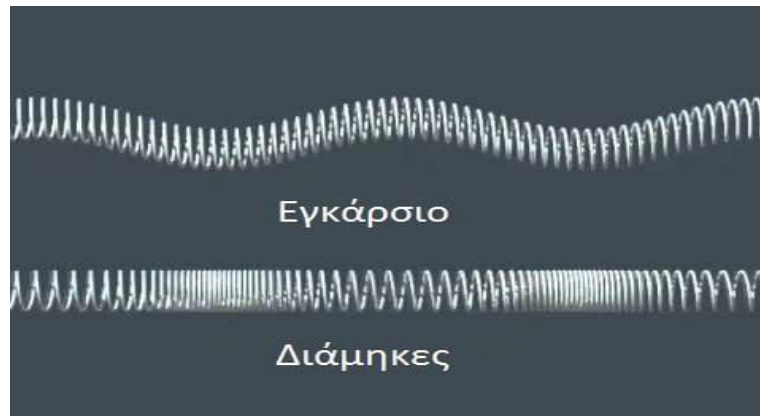
λ: Μήκος κύματος

f: Συχνότητα

Ηχητικά κύματα ανάλογα με τον τρόπο διάδοσης

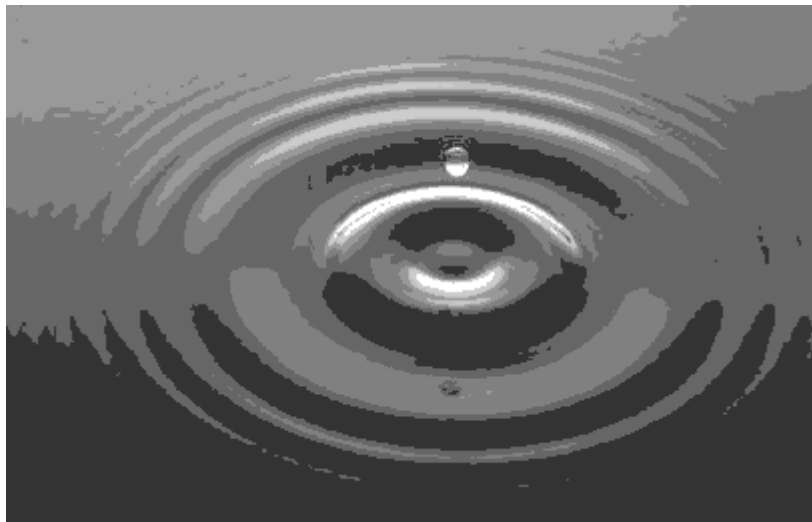
Διαμήκη κύματα: Η ταχύτητα διάδοσης με την ταχύτητα ταλάντωσης των σωματιδίων του μέσου είναι παράλληλες.

Εγκάρσια κύματα: Η ταχύτητα διάδοσης με την ταχύτητα ταλάντωσης των σωματιδίων του μέσου είναι κάθετες.



Εικόνα 2.2 Διαμήκεις και εγκάρσια κύματα

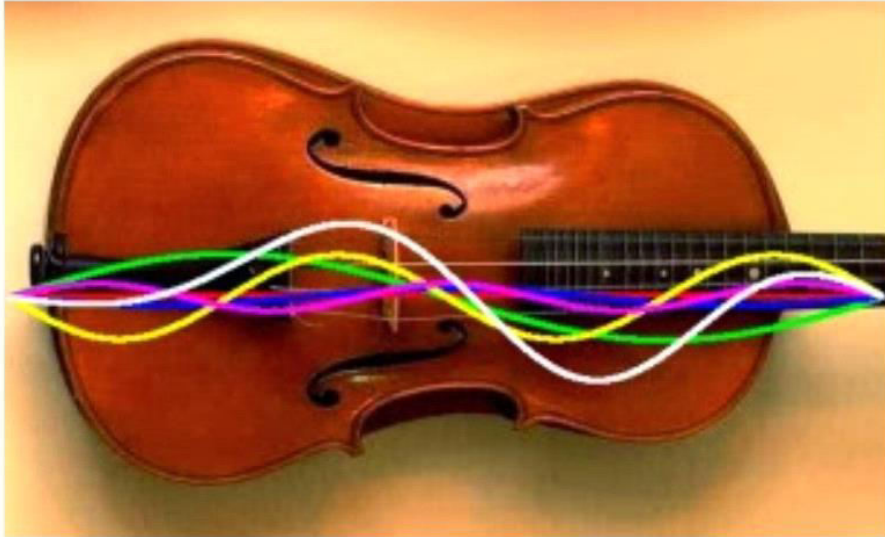
Επιφανειακά ή Καμπικά κύματα: Είναι τα κύματα που διαδίδονται στην ελεύθερη επιφάνεια των στερεών και τα σωματίδια του μέσου διάδοσης εκτελούν ελλειπτικές τροχές με τον μεγάλο άξονα κάθετο στην επιφάνεια και εστία στην θέση ισορροπίας.



Εικόνα 2.3 Επιφανειακό κύμα

Στάσιμο κύμα ονομάζεται το αποτέλεσμα της συμβολής δυο κυμάτων της ίδιας συχνότητας και του ίδιου πλάτους που διαδίδονται στο ίδιο μέσο με αντίθετες κατευθύνσεις .

Ένα παράδειγμα του στάσιμου κύματος είναι τα έγχορδα μουσικά όργανα όπου οι άκρες των χορδών είναι σταθερά στερεωμένες και δεν εκτελούν ταλάντωση σε αντίθεση με το υπόλοιπο μέρος τους.



Εικόνα 2.4 Στάσιμο κύμα

Ιδιοσυχνότητα

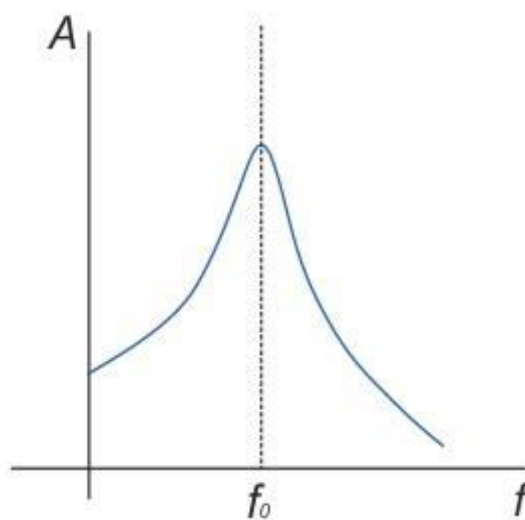
Ιδιοσυχνότητα f_0 ενός ταλαντευμένου συστήματος ονομάζουμε την συχνότητα της ελεύθερης αμείωτης ταλάντωσης του, δηλαδή την συχνότητα με την οποία ταλαντώνεται το σύστημα όταν διεγείρεται μόνο μια φορά και δεν εμφανίζονται αποσβέσεις. Η ιδιοσυχνότητα f_0 εξαρτάται από τα φυσικά χαρακτηριστικά του ταλαντευμένου συστήματος.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \times \sqrt{\frac{D}{m}} \quad (2.1)$$

όπου

D: σταθερά ταλάντωσης

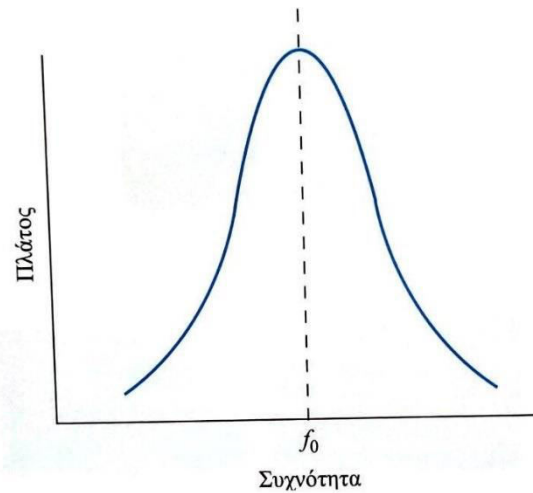
m: είναι η μάζα του σώματος που ταλαντώνεται



Εικόνα 2.5 Διάγραμμα ιδιοσυχνότητας (πλάτους σε συνάρτηση με την συχνότητα)

Συντονισμός

Το πλάτος ταλάντωσης κάθε συστήματος συντονισμού γίνεται μέγιστο στην φυσική του συχνότητα ή στην συχνότητα συντονισμού f_0 και είναι μικρότερο για συχνότητες χαμηλότερες ή υψηλότερες αυτής. Ένα σήμα διέγερσης μέσου πλάτους με την συχνότητα συντονισμού καταλήγει σε ένα πολύ υψηλό πλάτος. Το πλάτος της ταλάντωσης μεταβάλλεται με την συχνότητα διέγερσης, περνώντας από μια αιχμή στην απόκριση στην συχνότητα συντονισμού.



Εικόνα 2.6 Διάγραμμα καμπύλης συντονισμού

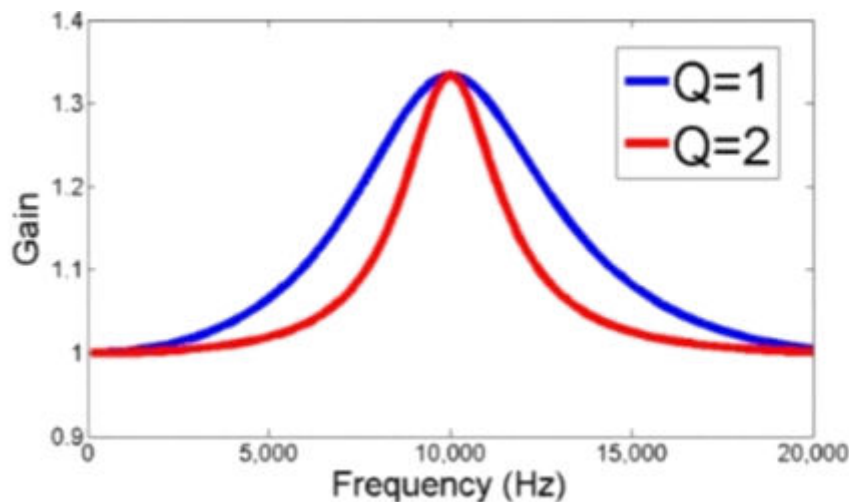
Συντελεστής συντονισμού Q είναι ένα διάστατο μέγεθος που χαρακτηρίζει το εύρος ζώνης μισής ισχύος (-3Db) ενός συντονιστή, σε σχέση με την συχνότητα ιδιοσυντονισμού. Δηλαδή μας δείχνει πόσο στενή ή ανοιχτή είναι η καμπύλη του συντονισμού. Η σχέση που το περιγράφει είναι:

$$Q = \frac{f_0}{BW_{-3db}} \quad (2.2)$$

όπου

BW: ($f_{max}-f_{min}$) που είναι το εύρος ζώνης του συντονισμού

f_0 :συχνότητα συντονισμού



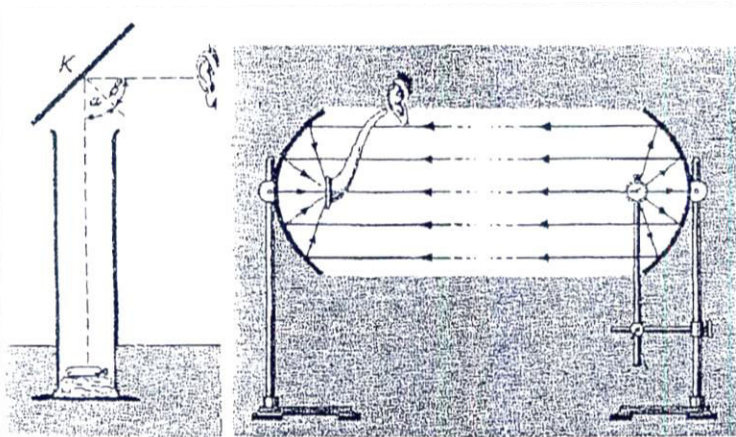
Εικόνα 2.7 Διάγραμμα για διαφορετικές τιμές Q με ιδιοσυχνότητα

2.4 Βασικά κυματικά φαινόμενα

Ανάκλαση (Reflection)

Όταν τα ηχητικά κύματα προσκρούουν σε μια επιφάνεια, ανακλώνται σύμφωνα με τον γνωστό νόμο της οπτικής ανάκλασης. Έτσι, εάν η επιφάνεια που ανακλά το ηχητικό κύμα είναι επίπεδη, το ανακλώμενο ηχητικό κύμα επιστρέφει σαν να προερχόταν από μια (φανταστική) πηγή συμμετρικά τοποθετημένη ως προς την επιφάνεια αυτή σε σχέση με την αρχική πηγή. Αυτό το φαινόμενο της ανάκλασης εμφανίζεται σαφώς και σε καμπύλες επιφάνειες. Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται (δεξιά) μια διάταξη από δυο κοίλες, σφαιρικές επιφάνειες στις οποίες τα κέντρα K και K' έχουν σχέση ηχητικής σύζευξης, δηλαδή εάν στο σημείο K τεθεί μια μικρού όγκου ηχητική πηγή (π.χ. μηχανικό ρολόι) οι ήχοι του, θα ακουστούν ιδιαίτερα έντονα στη περιοχή του συζυγούς σημείου K' και αντίστροφα.

Στο αριστερά τμήμα του ίδιου σχήματος απεικονίζεται μια διάταξη (ρολόι και γυάλινος δοκιμαστικός σωλήνας) στην οποία τα ηχητικά κύματα ανακλώνται στο κεκλιμένο επίπεδο K και γίνονται έτσι εύκολα αντιληπτά σε περιοχή εκτός του δοκιμαστικού σωλήνα.[6]



Εικόνα 2.8 Φαινόμενο ανάκλασης

Μια εφαρμογή του φαινομένου της ανάκλασης στον ήχο είναι και ο τηλεβόας ο οποίος στέλνει ιδιαίτερα μακριά τον ήχο όπως επίσης και ο ακουστικός σωλήνας που ενισχύει τους ασθενείς ήχους προκειμένου να γίνουν ακουστικά αντιληπτοί.

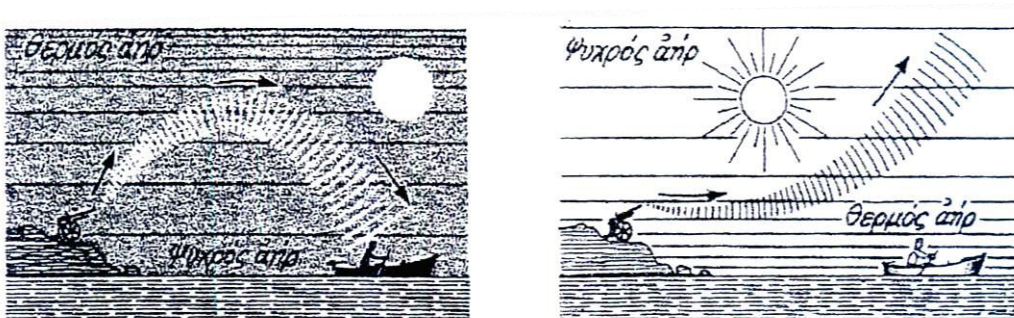
Άμεση συνέπεια του φαινομένου της ανάκλασης είναι και το γνωστό φαινόμενο της ηχούς. Πρόκειται για την επανάληψη ενός ήχου μετά την ανάκλαση του από κάποιο εμπόδιο. Βέβαια προκειμένου να δημιουργηθεί η ηχώ θα πρέπει το συγκεκριμένο εμπόδιο να απέχει από το σημείο που βρίσκεται η ηχητική πηγή με τον παρατηρητή – ακροατή απόσταση τουλάχιστον 17m. Η τιμή αυτή υπολογίζεται διότι η ακουστική εντύπωση ενός ήχου διατηρείται στον ακροατή 0.1sec μετά το τέλος του ηχητικού ερεθίσματος. Βέβαια αυτό σημαίνει ότι στο χρονικό αυτό διάστημα ο ήχος θα διανύσει 34m (ταχύτητα ήχου στον αέρα 340m/sec). Έτσι, προκειμένου ο παρατηρητής να αντιληφθεί ξεχωριστά τον εξ ανακλάσεως ήχο από τον απευθείας θα πρέπει η επιφάνεια που εμποδίζει και ανακλά, να απέχει τουλάχιστον 17m από την ηχητική πηγή.

Εάν η συγκεκριμένη απόσταση είναι μικρότερη της προηγούμενης τιμής τότε ο παρατηρητής ακούει τον ανακλώμενο ήχο πριν εκλείψει ο απ' ευθείας και έτσι προκαλείται παράταση της πραγματικής διάρκειας του ήχου. Το φαινόμενο αυτό καλείται μετήχηση και έχει πολύ μεγάλη σημασία για την

καλή ακουστική των θεάτρων, σε αίθουσες συναυλιών, διαλέξεων, σε στούντιο ραδιοφωνίας, τηλεόρασης κλπ. Η κατάλληλη εκλογή του σχήματος των χώρων αυτών καθώς και των υλικών που χρησιμοποιούνται συνήθως ως ανακλαστικές επιτυγχάνει σημαντική μείωση του φαινομένου της ανεπιθύμητης μετήχησης. Η πραγματοποίηση πολλών διαδοχικών ανακλάσεων σε διάφορα εμπόδια σε συγκεκριμένες αποστάσεις δημιουργούν το φαινόμενο της πολλαπλής ηχούς.

Διάθλαση (Refraction)

Όταν ηχητικά κύματα προσπέσουν υπό γωνία σε διαχωριστική επιφάνεια δυο μέσων στα οποία ο ήχος διαδίδεται με διαφορετικές ταχύτητες τότε διαθλώνται σύμφωνα με τους γνωστούς νόμους της οπτικής διάθλασης. Από το φαινόμενο της διάθλασης και της ανάκλασης των ηχητικών κυμάτων ερμηνεύονται και οι ζώνες ηχητικής σιγής. Πρόκειται για περιοχές όπου αν και είναι σχετικά κοντά προς την ηχογόνο πηγή ο ήχος δεν ακούγεται έντονα κάτι το οποίο όμως φαίνεται να συμβαίνει σε μεγαλύτερη απόσταση από πριν. Ο σχηματισμός των ζωνών αυτών εξηγείται διαγραμματικά στα σχήματα που ακολουθούν.



2.9 Φαινόμενο διάθλασης

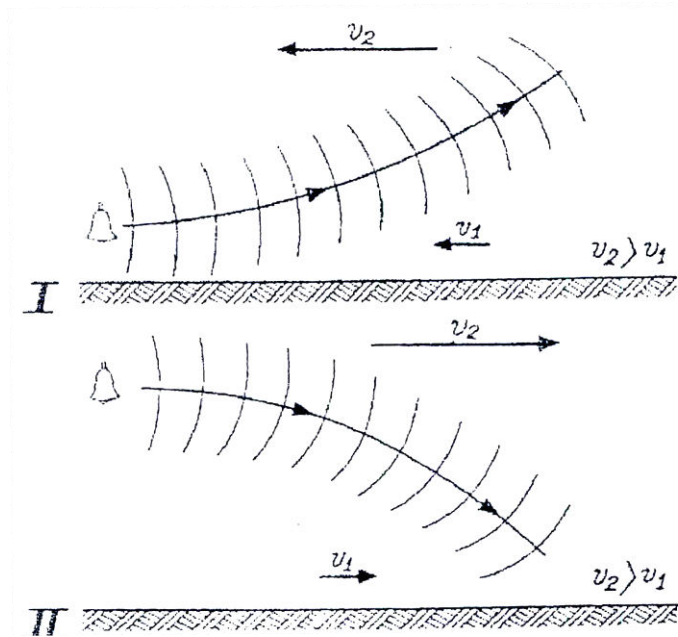
Εάν ο αέρας είναι θερμότερος ψηλά από ότι σε χαμηλότερα στρώματα δημιουργείται καμπύλωση του ηχητικού κύματος προς τα κάτω. Αντίθετα, εάν ο ψυχρός αέρας είναι σε υψηλότερα στρώματα του θερμού τότε η αντίστοιχη καμπύλωση του ηχητικού κύματος συμβαίνει προς τα επάνω.

Όταν ο ήχος διέρχεται από ένα μέσο (1) σε ένα άλλο μέσο (2) η συχνότητά του ν παραμένει αμετάβλητη. Το μήκος κύματος λ όμως μεταβάλλεται ώστε να ικανοποιείται η σχέση:

$$\lambda_1 / \lambda_2 = v_1 / v_2 \quad (2.3)$$

Για παράδειγμα ένα ηχητικό κύμα με συχνότητα 1000Hz όταν είναι στον αέρα ταχύτητα ($v_1 = 332\text{m/sec}$) έχει μήκος κύματος $\lambda_1 = 0.332\text{m}$ ενώ όταν περάσει μέσα στο νερό ταχύτητα ($v_2 = 1500\text{m/sec}$) το μήκος κύματος γίνεται $\lambda_2 = 1.5\text{m}$, δηλαδή γίνεται 4.5 περίπου φορές μεγαλύτερο. Όπως στην οπτική έτσι και εδώ το φαινόμενο της ολικής ανάκλασης συμβαίνει σε περιπτώσεις όπου ο ήχος προσπαθεί να διέλθει από μέσο στο οποίο η ταχύτητά του είναι μικρότερη σε άλλο στο οποίο η ταχύτητα είναι μεγαλύτερη. Στο προηγούμενο παράδειγμα αέρα - νερού η οριική γωνία δ_0 ικανοποιεί την σχέση : $\eta\mu\delta_0 = 332/1500 = 0.221$ και έτσι $\delta_0 = 13^\circ$.

Αλλαγή κατεύθυνσης των ηχητικών κυμάτων παρατηρείται επίσης και όταν ο αέρας δεν είναι ακίνητος αλλά υπάρχει άνεμος. Μάλιστα έχει παρατηρηθεί ότι εάν ο ήχος κινείται ομόρροπα με τον άνεμο υπάρχει κάμψη προς τα κάτω (επιφάνεια της γης) ενώ όταν ο ήχος κινείται αντίθετα από τον άνεμο τότε τα ηχητικά κύματα απομακρύνονται από την επιφάνεια της γης (κίνηση προς τα επάνω) με αποτέλεσμα ο ήχος, σε σχετικά μεγάλες αποστάσεις, να «χάνεται».



2.10 Φαινόμενο διάθλασης κατεύθυνσης

Η εξήγηση αυτής της εκτροπής στηρίζεται στο γεγονός ότι η ταχύτητα του ανέμου δεν είναι σταθερή καθ' ύψος (κοντά στο έδαφος είναι μικρή ενώ ψηλά μεγαλώνει) με αποτέλεσμα και η σχετική ταχύτητα του ήχου ως προς το έδαφος να είναι και αυτή διαφορετική ανάλογα με το συγκεκριμένο ύψος.

Περίθλαση (Diffraction)

Το κυματικό φαινόμενο της περίθλασης (δηλαδή η εκτροπή από την ευθύγραμμη διάδοση μιας κύμανσης λόγω κάποιου ανοίγματος ή αντίστοιχα εμπόδιου) παρατηρείται και στον ήχο όπως άλλωστε και με το φως στην οπτική. Μάλιστα στον ήχο όπου τα μήκη κύματος είναι ιδιαίτερα μεγάλα, σε σχέση με το φως, (μέγεθος του $\lambda \sim 0.5\text{m}$) δεν απαιτούνται πολύ μικρά ανοίγματα όπως στην οπτική. Έτσι, για παράδειγμα, ο ήχος που προέρχεται από το εσωτερικό ενός δωματίου περιθάλπεται στο άνοιγμα του παράθυρου με αποτέλεσμα να γίνεται ακουστός και από άτομα που δεν βρίσκονται ακριβώς απέναντι του συγκεκριμένου ανοίγματος.[5]

Διάχυση (Diffuse Reflection)

Η διάχυση (diffuse reflection) αναφέρεται στη διαδικασία κατά την οποία η ανάκλαση του φωτός από μια επιφάνεια διασκορπίζεται ομοιόμορφα σε όλες τις κατευθύνσεις. Κατά τη διάχυση, οι ανερχόμενοι ακτίνες φωτός συναντούν μια ανωμαλία ή μια ανομοιογένεια στην επιφάνεια και ανακλώνται σε διάφορες κατευθύνσεις.

Όταν το φως ανακλάται διάχυτο, η ανάκλαση είναι ανομοιομόρφη και ο φωτεινός κίνδυνος διαχέεται σε όλες τις κατευθύνσεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της έντασης του φωτός και τη δημιουργία ενός ομοιόμορφου, απαλού φωτισμού στον χώρο. Ένα καλό παράδειγμα διάχυσης είναι η ανάκλαση του φωτός από έναν λευκό τοίχο. Ο λευκός τοίχος έχει μια ανομοιογένεια στην επιφάνειά

του που επιτρέπει τη διάχυση του φωτός που το χτυπάει. Αυτό οδηγεί σε έναν ομοιόμορφο φωτισμό του χώρου, καθώς το φως διαχέεται προς όλες τις κατευθύνσεις.

Η διάχυση είναι σημαντική σε πολλές εφαρμογές, όπως στον φωτισμό εσωτερικών χώρων, τη φωτογραφία, την κινηματογραφία και την οπτική αναπαράσταση γενικά. Ας δούμε ορισμένες εφαρμογές της διάχυσης:

Φωτισμός εσωτερικών χώρων: Η διάχυση του φωτός μέσω διαχυτικών επιφανειών, όπως ματ κρύσταλλα, απόκρυπτες ή ανακλαστικά υλικά, δημιουργεί έναν ομοιόμορφο και απαλό φωτισμό στον χώρο. Αυτό μειώνει τις σκιές και τις αντανάκλασεις, δημιουργώντας ένα ευχάριστο και ισορροπημένο περιβάλλον.

Φωτογραφία: Η διάχυση του φωτός σε φωτογραφίες δημιουργεί μια μαλακή και ομοιόμορφη φωτεινότητα. Αυτό μπορεί να προσθέσει βάθος, απαλότητα και ατμόσφαιρα στις εικόνες. Οι φωτογράφοι χρησιμοποιούν διάφορες τεχνικές, όπως διάχυση φίλτρων ή χρήση διαχυτικών επιφανειών, για να επιτύχουν αυτό το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Κινηματογραφία: Η διάχυση του φωτός στον κινηματογράφο είναι σημαντική για τη δημιουργία μιας ομοιόμορφης φωτογραφίας. Η χρήση διαχυτικών φίλτρων ή μαλακών φίλτρων στο φακό μπορεί να δημιουργήσει έναν απαλό και ονειρικό αισθητικό χαρακτήρα στις εικόνες της ταινίας. Επίσης, η διάχυση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργήσει μια αίσθηση φωτεινού φόντου ή ενός ομοιόμορφου φωτισμού σε σκηνές με πολλαπλά πηγαία φωτισμό.

Επιπλέον, η τεχνολογία της διάχυσης χρησιμοποιείται επίσης στην οπτική αναπαράσταση, όπως στις οθόνες υπολογιστών, τις τηλεοράσεις και τις κινητές συσκευές. Η χρήση διαχυτικών στρώσεων ή οπτικών φίλτρων μπορεί να βελτιώσει την ορατότητα, να μειώσει την αντανάκλαση και να παράσχει μια ομοιόμορφη αναπαραγωγή των εικόνων.

Συνοψίζοντας, η διάχυση είναι μια σημαντική τεχνολογία στον τομέα της εικόνας και του ήχου. Από τον φωτισμό εσωτερικών χώρων και τη φωτογραφία μέχρι την κινηματογραφία, την τηλεόραση και το ραδιόφωνο.

Απορρόφηση (Absorption)

Ο ήχος που διέρχεται μέσω κάποιου υλικού υφίσταται ελάττωση της έντασης του καθ' ότι μέρος της αρχικής του ενέργειας μετατρέπεται κυρίως σε θερμότητα. Εάν ο αρχικά προσπίπτον ήχος, σε υλικό πάχους l , έχει ένταση J_0 τότε ο εξερχόμενος ήχος έχει ένταση J που υπολογίζεται από την αναλυτική σχέση :

$$J = J_0 e^{-\mu l} \quad (2.4)$$

Όπου μ είναι ο γραμμικός συντελεστής εξασθένησης ο οποίος εξαρτάται κυρίως από το υλικό που προκαλεί αυτή την απορρόφηση. Ο εκθετικός παράγοντας $e^{-\mu l}$ είναι καθαρός αριθμός και μικρότερος της μονάδας στο μέτρο όπου ο εξερχόμενος ήχος πρέπει να έχει μικρότερη ένταση από την αρχική. Καλοί απορροφητές του ήχου θεωρούνται τα πορώδη υλικά στα οποία το μεγαλύτερο τμήμα της ηχητικής ενέργειας μετατρέπεται εις τους πόρους αυτών σε θερμότητα. Τέτοια υλικά είναι τα χαλιά, οι κουρτίνες, η τσόχα, ή ακόμα οι σοβάδες, το φελιζόλ, το κόντρα πλακέ και άλλα οικοδομικά υλικά.

Αντήχηση (Reverberation)

Η αντήχηση (reverberation) αναφέρεται στο φαινόμενο της ανάκλασης του ήχου στον χώρο μετά την αρχική του πηγή. Όταν ο ήχος προσκρούει σε επιφάνειες, όπως τοίχους, δάπεδα και οροφές, αντανακλάται και δημιουργεί ανακλάσεις που επηρεάζουν τον χαρακτήρα του ήχου. Είναι μια φυσική ιδιότητα των χώρων και επηρεάζεται από το μέγεθος, το σχήμα και την υφή των επιφανειών στον χώρο. Ανάλογα με τον χρόνο που απαιτείται για να σβήσει η αντήχηση στον χώρο, μπορούμε να ορίσουμε διάφορους όρους όπως η μακροχρόνια αντήχηση, η μεσοχρόνια αντήχηση και η σύντομη αντήχηση. Έχει σημαντική επίδραση στην ακουστική εμπειρία ενός χώρου. Μπορεί να δημιουργήσει αίσθηση χώρου και βάθους στον ήχο, να προσθέσει πλούσιοτητα και ζωντάνια ήχου και να επηρεάσει την αντιληπτική καθαρότητα και ομοιομορφία του ήχου.

Η αντήχηση είναι ένα σημαντικό θέμα στον τομέα της τεχνολογίας του ήχου. Οι ηχολήπτες, οι μηχανικοί ήχου και οι σχεδιαστές χώρων πρέπει να κατανοούν και να ελέγχουν την αντήχηση για να δημιουργήσουν ένα επιθυμητό ακουστικό περιβάλλον. Για παράδειγμα, σε μια αίθουσα συναυλιών, η αντήχηση πρέπει να διαμορφώνεται ώστε να διασφαλίζεται ότι ο ήχος φτάνει σε κάθε θέση της αίθουσας με ισορροπημένη και φυσική απόδοση. Η αντήχηση είναι επίσης σημαντική στην ηχογράφηση και τη μίξη μουσικής. Οι μηχανικοί ήχου και οι παραγωγοί προσπαθούν να επιτύχουν τον επιθυμητό ήχο και ατμόσφαιρα στις ηχογραφήσεις επιλέγοντας τα κατάλληλα επίπεδα αντήχησης και ελέγχοντας τις ανακλάσεις του ήχου.

Η αντήχηση είναι επίσης σημαντική στη βιομηχανία κινηματογράφου. Οι σχεδιαστές ήχου και οι μηχανικοί ήχου στοχεύουν στη δημιουργία ρεαλιστικών ηχητικών περιβαλλόντων, από την ατμόσφαιρα μιας σκηνής έως τον ήχο ενός δωματίου, και χρησιμοποιούν την αντήχηση για να προσθέσουν βάθος και πλούτο στον ήχο. Τέλος, η αντήχηση εφαρμόζεται επίσης στον τομέα της ψυχαγωγίας και της αναψυχής. Πολλοί χώροι, όπως κινηματογράφοι, θέατρα, αίθουσες συναυλιών και εστιατόρια, σχεδιάζονται και συντονίζονται ώστε να έχουν επιθυμητά ακουστικά χαρακτηριστικά. Η σωστή διαχείριση της αντήχησης μπορεί να προσφέρει μια ευχάριστη και απολαυστική ακουστική εμπειρία για τους επισκέπτες.

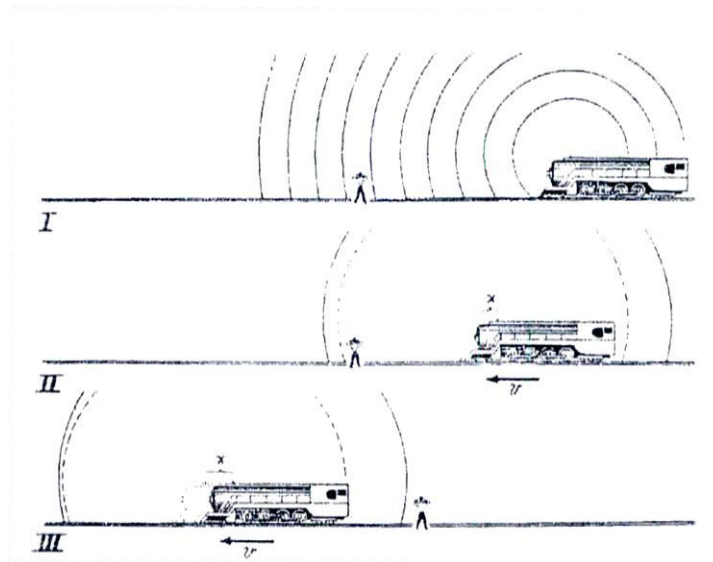
Συνοπτικά, ο συντονισμός είναι το φαινόμενο της ανάκλασης του ήχου στο χώρο. Επηρεάζει την ακουστική εμπειρία, την ηχογράφηση μουσικής, τη δημιουργία ταινιών και τους χώρους αναψυχής. Η κατανόηση και ο έλεγχος του συντονισμού είναι σημαντικά για τη δημιουργία ενός άνετου ακουστικού περιβάλλοντος και την επίτευξη του επιθυμητού ήχου και της ατμόσφαιρας.

Φαινόμενο Ντόπλερ

Η συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται ένας παρατηρητής εξαρτάται ακριβώς από τον αριθμό των ηχητικών κυμάτων που φτάνουν στο αυτί του ανά μονάδα χρόνου. Επομένως, αν ο παρατηρητής κινείται σε σχέση με την ηχητική πηγή, θα συναντήσει διαφορετικό αριθμό ηχητικών κυμάτων από ό,τι όταν είναι ακίνητος. Ως αποτέλεσμα, η συχνότητα που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής θα είναι διαφορετική από τη συχνότητα του ήχου που εκπέμπεται από την ηχητική πηγή. Το φαινόμενο αυτό, το οποίο ισχύει γενικά για όλα τα κύματα, ονομάζεται φαινόμενο Ντόπλερ, πήρε το όνομά του από τον Αυστριακό φυσικό Christian Doppler (1803-1853) και σχετίζεται με τα χρώματα που παρατηρούνται σε κινούμενα φωτεινά αντικείμενα σύμφωνα με μια εργασία που δημοσιεύθηκε το 1842.

Αντίστοιχο ανάλογο για την κατανόηση του φαινομένου είναι η χαρακτηριστική περίπτωση ενός εμπορικού αντιπροσώπου ο οποίος ταξιδεύει συχνά μακριά από το σπίτι του. Έστω ότι ο συγκεκριμένος αντιπρόσωπος στέλνει προς την οικογένειά του μια επιστολή την εβδομάδα. Όταν λοιπόν ταξιδεύει αποκρινόμενος τότε κάθε καινούργια επιστολή θα χρειαστεί να διανύσει λίγο μεγαλύτερη απόσταση από τη προηγούμενη με αποτέλεσμα να φτάνουν οι επιστολές του με κάπως βραδύτερο ρυθμό από μια επιστολή την εβδομάδα. Αντίθετα, όταν αυτός βρίσκεται στο δρόμο της επιστροφής κάθε καινούργια επιστολή θα χρειαστεί να διανύσει απόσταση λίγο μικρότερη από την αμέσως προηγούμενη και έτσι οι επιστολές θα φθάνουν συχνότερα από μια την εβδομάδα. Είναι λοιπόν προφανές ότι η συχνότητα λήψης των επιστολών μεταβάλλεται παρόλο που η συχνότητα αποστολής αυτών παραμένει σταθερή και ίση με μια επιστολή την εβδομάδα.

Για παράδειγμα, σε ότι αφορά την ακουστική, είναι γνωστό ότι διαφορετικά γίνεται αντιληπτό το άκουσμα της σειρήνας ενός αυτοκινήτου που μας πλησιάζει από αυτό στη περίπτωση που το ίδιο ακριβώς κινητό απομακρύνεται από εμάς. Στην πρώτη περίπτωση ο ήχος είναι οξύτερος ενώ στη δεύτερη αντίστοιχα χαμηλότερης συχνότητας. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται η διάταξη των ηχητικών κυμάτων από βαγόνι τραίνου στη περίπτωση ακίνητου ακροατή. Τα μέτωπα κύματος εμφανίζονται αριστερά να "πυκνώνουν" ενώ αντίστοιχα δεξιά, πίσω από το βαγόνι, να "αραιώνουν".



Εικόνα 2.11 Φαινόμενο Ντόμπλερ

Γενικά εάν v' είναι η συχνότητα που ακούει και αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής (Α) και v η συχνότητα η οποία εκπέμπεται από την ηχογόνο πηγή (Π) τότε αποδεικνύεται ότι είναι $v' > v$ εφόσον η κίνηση ελαττώνει την σχετική απόσταση πηγής - παρατηρητή ενώ στην αντίθετη περίπτωση ισχύει $v' < v$. Μάλιστα η ακριβής υπολογιστική σχέση είναι:

$$v' = v [(V \pm U_A) / (V \mp U_{\Pi})] \quad (2.5)$$

Όπου τα πρόσημα \pm/\mp έχουν να κάνουν με τις φορές της κίνησης. Πιο συγκεκριμένα ισχύουν οι εξής επιμέρους περιπτώσεις :

Η πηγή παραμένει ακίνητη ($U_{\Pi} = 0$) τότε εάν ο παρατηρητής πλησιάζει ισχύει:

$$v' = v [(V + U_A) / (V)] \quad (2.6)$$

ενώ εάν ο παρατηρητής απομακρύνεται αντίστοιχα ισχύει:

$$v' = v [(V - U_A) / (V)] \quad (2.7)$$

Ο παρατηρητής παραμένει ακίνητος ($U_A = 0$) τότε εάν η πηγή πλησιάζει ισχύει:

$$v' = v [(V) / (V - U_n)] \quad (2.8)$$

ενώ εάν η πηγή απομακρύνεται αντίστοιχα ισχύει:

$$v' = v [(V) / (V + U_n)] \quad (2.9)$$

Σε όλες τις προηγούμενες σχέσεις το V συμβολίζει την ταχύτητα του ήχου, στο μέσο όπου γίνεται η συγκεκριμένη διάδοση, ενώ U_A και U_n οι ταχύτητες του παρατηρητή και της πηγής αντίστοιχα.

2.5 Χρήσιμα μεγέθη μέτρησης ήχου (Decibel-Οκτάβες)

Decibel

Τα **decibel** είναι μια από τις πιο σημαντικές μονάδες μέτρησης στο πεδίο του ήχου και αποτελεί έναν αποτελεσματικό τρόπο για την περιγραφή και την αντίληψη των ηχητικών φαινομένων. Όταν η στάθμη του ήχου περιγράφεται με ντεσιμπέλ μας δείχνει το μεγάλο εύρος ευαισθησίας της ανθρώπινης ακοής.[5]

Στην ακουστική, οι μονάδες που χρησιμοποιούμε είναι λογαριθμικές γιατί συσχετίζεται με το εύρος των τιμών των μεγεθών. Το εύρος των τιμών της ακουστικής είναι πολύ μεγάλος. Ένας ήχος μπορεί να έχει ακουστική πίεση από 20 μPa έως 20Pa.

Η μονάδα ντεσιμπέλ ορίζεται ως

$$A(\text{dB}) = 10 \log \frac{k_1}{k_{\text{ref}}} \quad (2.10)$$

Όπου

k_1, k_{ref} : δυο τιμές του ίδιου μεγέθους

Σύμφωνα με τα παραπάνω μπορούμε να ορίσουμε τις εξής στάθμες.

A. Στάθμη πίεσης ήχου(L_p)

$$L_p = 10 \log \frac{p^2}{p_{\text{ref}}^2} \quad (2.11)$$

Όπου

p : η πίεση του ήχου σε κάποιο σημείο

p_{ref} : η πίεση αναφοράς

B. Στάθμη έντασης ήχου(L_i)

$$L_i = 10 \log \frac{I}{I_{\text{ref}}} \quad (2.12)$$

Όπου

I : το μέτρο της έντασης σε κάποιο σημείο

Iref: η ένταση αναφοράς που υπολογίζεται από την σχέση $I_{ref} = \frac{p_{ref}^2}{(pc)_{ref}} = 10^{-12} \text{ W/m}^2$

Γ.Στάθμη ισχύος ήχου (L_w)

$$L_w = 10 \log \frac{W}{W_{ref}} \quad (2.13)$$

Όπου

W: ακουστική ισχύς της πηγής σε watt

Wref: ισχύ αναφοράς που είναι ίσο με 10^{-12} Watt

Οκτάβες

Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες απαιτείται να εκτελεστεί η ανάλυση των συχνοτήτων του ακουστικού φάσματος, ως κλίμακα χρησιμοποιείται η οκτάβα. Με την έννοια αυτή ορίζουμε ζώνες συχνοτήτων που έχουν αρχική συχνότητα f_1 και αντίστοιχη τελική f_2 . Δηλαδή, η οκτάβα είναι μια μονάδα μέτρησης του διαστήματος συχνοτήτων. Οι αναλογίες συχνοτήτων είναι κάτι το συνηθισμένο στην μουσική κλίμακα. Ο λόγος συχνότητας 2:1 είναι η οκτάβα, ο λόγος 3:2 είναι η Πέμπτη, το 3:4 κτλ.

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{2}{n} \quad (2.14)$$

Όπου

f2: η συχνότητα του άνω ορίου του διαστήματος της οκτάβας

f1: η συχνότητα του κάτω ορίου του διαστήματος της οκτάβας

n: πλήθος των οκτάβων

Συντελεστές ανάκλισης-διάδοσης-απορρόφησης του ήχου.

Όταν ένα ηχητικό κύμα πέσει επάνω σε έναν τοίχο ή γενικά σε κάποια επιφάνεια διαχωρισμού δυο μέσων, ένα μέρος από την ενέργεια που μεταφέρει ανακλάται, ενώ ένα άλλο μέρος απορροφάται ή διαδίδεται μέσω του τοίχου από την άλλη πλευρά. Για να περιγράψουμε αυτές τις έννοιες θα χρειαστεί να ορίσουμε τους παρακάτω συντελεστές.

A. Συντελεστής ανάκλισης (**ar**)

$$ar = \frac{W_r}{W_i} = \frac{I_r}{I_i} \quad (2.15)$$

Αντιπροσωπεύει το λόγο της ανακυκλωμένης από την επιφάνεια ηχητικής ενέργειας (**Wr**) ή έντασης (**Ir**) προς την προσπίπτουσα (**Wi, Ii**).

B. Συντελεστής διάδοσης (**τ**)

$$\tau = \frac{W_t}{W_i} = \frac{I_t}{I_i} \quad (2.16)$$

Αντιπροσωπεύει τον λόγο της ενέργειας (ή έντασης I_t) που διαδίδεται από την επιφάνεια διαχωρισμού των δυο μέσων I_t προς την προσπίπτουσα (W_i, I_i).

Γ. Συντελεστής απορρόφησης (α)

$$\alpha = \frac{W_a}{W_i} = \frac{I_a}{I_i} \quad (2.17)$$

Αντιπροσωπεύει τον λόγο της ενέργειας ή έντασης που απορροφάται από μια επιφάνεια προς την προσπίπτουσα.

Όταν μελετάμε την ακουστική συμπεριφορά των αιθουσών ως απορροφημένη ενέργεια θεωρούμε την μη ανακλώμενη δηλαδή την απορροφημένη και την διαδεδομένη.

Συνεπώς, στην περίπτωση αυτή ισχύει: $\alpha = \frac{W_r + W_\tau}{W_i} = \alpha_a + \tau$ (2.18)

Κεφάλαιο 3^ο Τεχνολογία ηχείων

3.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα μιλήσουμε για τα τέσσερα βασικά μέρη τα οποία αποτελείται ένα ηχείο. Για να λειτουργήσει ένα ηχείο θα πρέπει να αποτελείται από την καμπίνα, το μεγάφωνο, πολλών συχνοτήτων, το οποίο συντονίζεται με την καμπίνα για την σωστή λειτουργία και απόδοση. Επιπλέον, το μεγάφωνο για τις υψηλές συχνότητες (twitter) και τέλος το cross over για τον διαχωρισμό υψηλών και χαμηλών συχνοτήτων.

3.2 Τύποι ηχείου

Υπάρχουν πολλοί τύποι ηχείων, καθένας από τους οποίους σχεδιάζεται για συγκεκριμένες εφαρμογές και έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά. Εδώ είναι ορισμένοι από τους κύριους τύπους ηχείων:

Τα δυναμικά (Dynamic) ηχεία είναι ένας από τους πιο κοινούς τύπους ηχείων και έχουν σημαντικά χαρακτηριστικά και αρχές λειτουργίας:

Κώνος και Κύματα Ήχου: Τα δυναμικά ηχεία που κινούνται προς τα πίσω και προς τα εμπρός για την παραγωγή ήχου. Κατά την αναπαραγωγή του ήχου, ο κώνος δημιουργεί κύματα πίεσης και ανταπόκρισης στον αέρα.

Αρχή Λειτουργίας: Ο πυρήνας του ηχείου, ο οποίος περιλαμβάνει τον κώνο, είναι τοποθετημένος σε μια μαγνητική περιοχή. Όταν ρέει ρεύμα μέσω της του μαγνήτη, δημιουργείται μια δύναμη που αναγκάζει τον κόσμο να κινείται.

Αναπαραγωγή Ήχου: Καθώς ο κώνος κινείται προς τα πίσω και προς τα εμπρός, δημιουργείται ήχος λόγω της αλλαγής της πίεσης του αέρα. Η συχνότητα και η ένταση του ήχου εξαρτάται από το πώς ελέγχεται η κίνηση του κώνου από το εισερχόμενο ηλεκτρικό σήμα.

Κοινή Χρήση: Τα δυναμικά ηχεία είναι πολύ δημοφιλή στα στερεοφωνικά συστήματα, τα ηχοσυστήματα αυτοκινήτων, και τα ηχοσυστήματα για την οικιακή ψυχαγωγία. Είναι κατάλληλο για την αναπαραγωγή ευρείας γκάμας συχνοτήτων, από χαμηλές μπάσες σε υψηλές πρίμες.

Συνολικά, τα δυναμικά ηχεία αποτελούν ένα αξιόπιστο και οικονομικό μέσο αναπαραγωγής του ήχου, και είναι ιδανικά για πολλές καθημερινές εφαρμογές όπου η ποιότητα του ήχου είναι σημαντική.



Εικόνα 3.1 Δυναμικό ηχείο

Τα επίπεδα (Planar Magnetic) ηχεία είναι ένας εξελιγμένος τύπος ηχείων που χαρακτηρίζονται από τον τρόπο λειτουργίας τους και τα εξαιρετικά χαρακτηριστικά τους. Εδώ αναλύω τα βασικά στοιχεία των επιπέδων ηχείων:

Αρχή Λειτουργίας: Τα επίπεδα ηχεία είναι ένα λεπτό, επίπεδο διάφραγμα που είναι καλυμμένο με έναν πολύ μεγάλο αριθμό πολύ μικρών μαγνητικών στοιχείων. Κατά τη λειτουργία, ένα ηλεκτρικό ρεύμα διέρχεται μέσω αυτών των μαγνητικών στοιχείων, δημιουργώντας μια μαγνητική πεδιάδα που κινεί το διάφραγμα προς τα πίσω και προς τα εμπρός.

Ακρίβεια και Ανταπόκριση: Το μεγάλο διάφραγμα επιτρέπει στα επίπεδα ηχεία να παράγουν υψηλής ποιότητας ήχο με εξαιρετική ακρίβεια. Ανταποκρίνονται πολύ γρήγορα στις αλλαγές του ηλεκτρικού σήματος, προσφέροντας καθαρή αναπαραγωγή των συχνοτήτων.

Μεγάλη Διάφραγμα: Η μεγάλη επιφάνεια της διαφράγματος επιτρέπει στα επίπεδα ηχεία να αναπαράγουν τις χαμηλές συχνότητες (μπάσα) με μεγάλη δύναμη και ακρίβεια.

Δυνατότητα Υψηλής Ανάλυσης: Τα επίπεδα ηχεία είναι δημοφιλή στις συσκευές υψηλής ανάλυσης ήχου, όπως ηχοσυστήματα υψηλής πίεσης και ηχητικής ανάλυσης.



Εικόνα 3.2 Επίπεδο ηχείο

Τα υπερδραστικά ηχεία, ή αλλιώς γνωστά ως ηλεκτροστατικά ηχεία, είναι ένας εξαιρετικά εξειδικευμένος τύπος ηχείων που διακρίνονται από την αρχή λειτουργίας τους και τα χαρακτηριστικά τους. Εδώ εξηγώ αναλυτικά τα βασικά στοιχεία των υπερδραστικών (ηλεκτροστατικών) ηχείων:

Αρχή Λειτουργίας: Τα υπερδραστικά ηχεία είναι ένα λεπτό, επίπεδο διάφραγμα που είναι καλυμμένο με μια ειδική επικάλυψη. Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στον έλεγχο της διάρροιας των ηλεκτροστατικών φορτίων στην επικάλυψη του διαφράγματος.

Διαδικασία Παραγωγής Ήχου: Όταν η αναπαραγωγή ήχου, αλλάζει η τάση στην επικάλυψη του διαφράγματος, προκαλώντας τη μετακίνησή του προς τα πίσω και προς τα εμπρός. Καθώς το διάφραγμα κινείται, προκαλεί κύματα πίεσης και ανταπόκρισης στον αέρα, δημιουργώντας ήχο.

Υψηλή Ακρίβεια και Επίπεδο Ανάλυσης: Τα υπερδραστικά ηχεία προσφέρουν εξαιρετική ακρίβεια στην αναπαραγωγή του ήχου, ειδικά στις ψηφιακές ηχογραφήσεις υψηλής ανάλυσης. Οι λεπτομέρειες και οι δυναμικές απεικονίσεις του ήχου είναι πολύ καλύτερες σε σύγκριση με άλλους τύπους ηχείων.

Εξειδίκευση και Περιορισμένη Διάδοση: Λόγω της εξειδίκευσής τους, τα υπερδραστικά δεν είναι κατάλληλα για όλες τις εφαρμογές και περιορίζονται σε συστήματα αναπαραγωγής υψηλής ποιότητας.

Διαφορετική Κατασκευή: Τα υπερδραστικά ηχεία απαιτούν περίπλοκη κατασκευή με την ενσωμάτωση επικαλυμμένου διαφράγματος και μαγνητικών στοιχείων. Πολλές, είναι συχνά πιο ακριβή από άλλους τύπους ηχείων.

Συνολικά, τα υπερδραστικά (ηλεκτροστατικά) ηχεία αποτελούν εξαιρετική επιλογή για απαιτητικές ακουστικές εφαρμογές όπου η υψηλή ποιότητα ήχου και η ακρίβεια είναι απαιτητική.



Εικόνα 3.3 Υπερδραστικό ηχείο

Τα ηχεία κεραίας, γνωστά και horn speakers, είναι ένας ειδικός τύπος ηχείων που διακρίνονται από τη μοναδική τους δομή και χαρακτηριστικά λειτουργίας. Εδώ αναλύω τα βασικά στοιχεία των ηχείων κεραίας:

Σχεδιασμός Κεραίας (Horn Design): Τα ηχεία κεραίας έχουν μια ιδιαίτερη δομή που μοιάζει με κεραία, θεωρητικά. Οι κεραίες λειτουργούν ως μια διαδρομή για τον ήχο, διευκολύνοντας την εστίαση και την κατεύθυνση του ήχου.

Διακριτική Κατεύθυνση Ήχου: Το σχεδιασμένο κέρασ δημιουργεί μια διακριτική κατεύθυνση του ήχου. Αυτό σημαίνει ότι ο ήχος προσανατολίζεται προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση και είναι πιο εστιασμένος αντί να διασπάται σε όλες τις κατευθύνσεις.

Μεγάλη Απόδοση και Απόκριση Συχνότητας: Τα ηχεία κεραίας προσφέρουν υψηλή απόδοση και ανταπόκριση σε ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων. Αυτά τα ηχεία είναι συχνά ικανά να αναπαράγουν τόσο τις χαμηλές όσο και τις υψηλές συχνότητες με αξιοπρόσεκτη ακρίβεια.

Επαγγελματική Χρήση: Λόγω της ικανότητάς τους να παρέχουν ισχυρό και εστιασμένο ήχο, τα ηχεία κεραίας συχνά σε επαγγελματικά ηχοσυστήματα. Συναντώνται σε συναυλίες και στούντιο ηχογραφήσεων, όπου απαιτείται υψηλή ποιότητα ήχου και διακριτική κατεύθυνση.

Μεγάλο Μέγεθος: Τα ηχεία κεραίας συνήθως είναι μεγάλα και ογκώδες, λόγω του σχεδιασμού τους και του μεγέθους του κεραίας. Αυτό τα καθιστά κατάλληλα για εφαρμογές όπου το μέγεθος δεν είναι πρόβλημα.

Συνολικά, τα ηχεία κεραίας είναι τα εξειδικευμένα και τα προϊόντα κυρίως σε επαγγελματικές εφαρμογές όπου η κατεύθυνση και η απόδοση του ήχου είναι κρίσιμες, αλλά δεν είναι κατάλληλα για τις καθημερινές συσκευές λόγω μεγέθους και του σχεδιασμού τους.



Εικόνα 3.4 Ηχείο κεραίας

Τα ενεργά ηχεία, γνωστά και ηχεία, είναι ένας ενεργός τύπος ηχείων με ενσωματωμένους ενισχυτές και ενσωματωμένο επεξεργαστή ήχου. Εδώ αναλύω τα βασικά χαρακτηριστικά των ενεργών ηχείων:

Ενσωματωμένος Ενισχυτής: Τα ενεργά ηχεία διαθέτουν ενσωματωμένο ενισχυτή, που συνήθως είναι προσαρμοσμένος για το συγκεκριμένο ηχείο. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει εξωτερικός ενισχυτής για να λειτουργήσουν, δεν κάνουν τα πιο αυτόνομα.

Ενσωματωμένος Επεξεργαστής Ήχου: Ορισμένα ενεργά ηχεία διαθέτουν ενσωματωμένο επεξεργαστή ήχου που μπορεί να προσαρμοστεί για τη βελτιστοποίηση του ήχου. Αυτό επιτρέπει την προσαρμογή της απόκρισης συχνότητας και άλλων παραμέτρων του ήχου.

Εύκολη Σύνδεση και Χρήση: Τα ενεργά ηχεία είναι συνήθως πολύ εύκολα στη σύνδεση, καθώς συνδέονται απλά σε μια πηγή ήχου με τη χρήση καλωδίων. Δεν υπάρχουν επιπλέον εξοπλισμός για να λειτουργήσετε.

Ευελιξία και Επεκτασιμότητα: Είναι ευέλικτα, διότι μπορείτε να τοποθετήσετε σχετικά εύκολα όπου θέλετε στο χώρο σας. Μπορείτε να συνδέσετε πολλά ενεργά ηχεία για να δημιουργήσετε ένα πολύ καλό ήχο.

Κατάλληλα για Διάφορες Εφαρμογές: Τα ενεργά ηχεία σε διάφορες εφαρμογές, από στερεοφωνικά συστήματα και ηχοσυστήματα για το σπίτι έως επαγγελματικά στούντιο και εκδηλώσεις.

Υψηλή Απόδοση ήχου: Επειδή διαθέτουν ενσωματωμένο ενισχυτή, τα ενεργά ηχεία μπορούν να παράγουν ισχυρό και καθαρό ήχο με υψηλή απόδοση.

Συνολικά, τα ενεργά ηχεία είναι πρακτικά και αυτόνομα, καθιστώντας τα κατάλληλα για πολλές εφαρμογές όπου η απόδοση του ήχου και η ευκολία χρήσης είναι σημαντικές.



Εικόνα 3.5 Ενεργό ηχείο

Τα ενσωματωμένα (built-in) ηχεία αναφέρονται σε ηχεία που είναι ενσωματωμένα σε διάφορες συσκευές, όχι όμως σε αυτόνομα ηχεία ή συστήματα. Είναι σχεδιασμένα για να παράγουν ήχο από συσκευές όπως τηλεοράσεις, υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα και άλλες ηλεκτρονικές συσκευές. Εδώ αναλύω τα βασικά χαρακτηριστικά των ενσωματωμένων ηχείων:

Ενσωματωμένη Σχεδίαση: Τα ενσωματωμένα ηχεία είναι ενσωματωμένα στο περίβλημα της συσκευής και δεν είναι αυτόνομο. Η σχεδίασή τους εξαρτάται από τον τύπο και τον σκοπό της συσκευής που φιλοξενεί.

Κατεύθυνση Ήχου: Η κατεύθυνση του ήχου εξαρτάται από τη θέση των ενσωματωμένων ηχείων στη συσκευή. Συνήθως προορίζονται να ακούγονται από τον χρήστη ή να προσφέρουν ατμοσφαιρικό ήχο για μικρούς χώρους.

Ποιότητα Ήχου: Η ποιότητα του ήχου εξαρτάται από την ποιότητα των ενσωματωμένων ηχείων και την ποιότητα της συσκευής. Συνήθως, τα ενσωματωμένα ηχεία δεν παράγουν τόσο ισχυρό ήχο ή υψηλή ποιότητα όσο αυτόνομα ηχεία.

Περιορισμένη Δυνατότητα Προσαρμογή: Είναι συνήθως δύσκολο να προσαρμόσετε τα ενσωματωμένα ηχεία στις προσωπικές σας ανάγκες. Η εξατομίκευση του ήχου μπορεί να είναι περιορισμένη σε σχέση με αυτόνομα ηχεία.

Ευκολία Χρήσης: Τα ενσωματωμένα ηχεία είναι εύκολα στη χρήση, καθώς δεν απαιτείται εγκατάσταση ή σύνδεση με εξωτερικές συσκευές.

Κατάλληλα για Βασικές Ανάγκες: Συνήθως, τα ενσωματωμένα ηχεία είναι κατάλληλα για βασικές ηχητικές απαιτήσεις, όπως παρακολούθηση τηλεόρασης, ακρόαση μουσικής και ηχητική επικοινωνία σε κινητά τηλέφωνα.

Συνολικά, τα ενσωματωμένα ηχεία προσφέρουν βασική λύση για ηχητικές απαιτήσεις σε διάφορες συσκευές, αλλά δεν είναι κατάλληλα για απαιτητικές ακουστικές εφαρμογές ή ακρόαση υψηλής ποιότητας ήχου.



Εικόνα 3.6 Ενσωματωμένο ηχείο

Τα υπογούφερ (subwoofer) ηχεία είναι μια εξειδικευμένη κατηγορία ηχείων που ειδικά για την αναπαραγωγή χαμηλών συχνοτήτων, ιδίως των υπογούφερ. Εδώ αναλύω τα βασικά χαρακτηριστικά των υπογούφερ ηχείων:

Αναπαραγωγή Χαμηλών Συχνοτήτων: Το βασικό και πιο σημαντικό χαρακτηριστικό των υπογούφερ ηχείων είναι η ικανότητα τους να αναπαράγουν χαμηλές συχνότητες, ιδίως τους υπογούφερ (μπάσο) του ήχου.

Βαθύς και Δυνατός Ήχος: Οι υποστηρικτές έχουν έναν βαθύ και δυνατό ήχο που μπορεί να αισθανθείτε στο στήθος σας, δίνοντας ένταση και εντυπωσιακό αποτέλεσμα στην ακρόαση.

Διαχωρισμός των Συχνοτήτων: Συνήθως, τα υποσχόμενα ηχεία συνδυάζονται με άλλα ηχεία όπως ηχεία πολυφασικού περιεχομένου ή ηχεία ευρείας συχνότητας για να διαχωρίσουν τις συχνότητες.

Βελτίωση της Απόδοσης του Ήχου: Τα υπογούφερ ηχεία βελτιώνουν την απόδοση του ήχου γενικά, διότι στα υπόλοιπα ηχεία δεν συγκεντρώνονται σε υψηλότερες συχνότητες.

Συχνά Ενσωματωμένος Ενισχυτής: Πολλά υπογούφερ ηχεία έχουν ενσωματωμένο ενισχυτή για να εντοπίσουν την απαραίτητη ισχύ για την αναπαραγωγή των χαμηλών συχνοτήτων.

Χρήση σε Συστήματα Ήχου: Τα υπογούφερ ηχεία συχνά σε συστήματα ήχου όπως home theater, συστήματα ήχου σε αυτοκίνητα και επαγγελματικά στούντιο για τη δημιουργία εντυπωσιακού ήχου.

Ρύθμιση και Προσαρμογή: Οι περισσότερες υποθέσεις διαθέτουν ρυθμίσεις όπως τον έλεγχο του επιπέδου, τη φάση και τη συχνότητα διέλευσης (crossover) για να προσαρμόσετε την απόδοσή τους στο περιβάλλον σας.

Συνολικά, τα υπογούφερ ηχεία αποτελούν σημαντικά στοιχεία για τη βελτίωση της απόδοσης του ήχου, ιδίως σε συστήματα όπου η αναπαραγωγή των χαμηλών συχνοτήτων είναι καλύτερη.



Εικόνα 3.7 Υπογούφερ ηχείο

3.3 Τεχνολογίες ηχείων

Οι τεχνολογίες ηχείων έχουν εξελιχθεί σημαντικά με την πάροδο του χρόνου. Εδώ είναι μερικές από τις κυριότερες τεχνολογίες που σχετίζονται με τα ηχεία:

Τα **ηχεία προσανατολισμού (Directional Speakers)** είναι ένα είδος ηχείων που έχουν σχεδιαστεί για να εκπέμπουν ήχο σε συγκεκριμένη κατεύθυνση ή περιοχή, αντί να διαχέουν τον ήχο ομοιόμορφα προς όλες τις κατευθύνσεις, όπως τα παραδοσιακά ηχεία. Αυτό το είδος τεχνολογίας έχει πολλές εφαρμογές:

Εκθέσεις και Μουσεία: Σε μουσεία και εκθέσεις τέχνης, τα ηχεία προσανατολισμού για να κατευθύνουν τον ήχο προς συγκεκριμένα έργα τέχνης ή εκθεσιακά αντικείμενα, επιτρέποντας στους επισκέπτες να ακούσουν πληροφορίες σχετικά με αυτά μόνο όταν βρίσκονται εντός της συγκεκριμένης περιοχής.

Διαφημίσεις και Εκδηλώσεις: Σε εκδηλώσεις και διαφημιστικές εκστρατείες, τα ηχεία προσανατολισμού που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προσελκύσουν την προσοχή του κοινού, καθώς και ποιοι ακροατές θα ακούσουν τον ήχο.

Ιατρικές Εφαρμογές: Στον τομέα της ιατρικής, στον προσανατολισμό που μπορεί να εφαρμοστεί η συγκεκριμένη κατεύθυνση για να παρέχει ήχο, για παράδειγμα, σε ασθενείς κατά τη διάρκεια μιας εξέτασης ή θεραπείας.

Συστήματα Προειδοποίησης: Τα ηχεία προσανατολισμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συστήματα προειδοποίησης, όπως η διάρκεια κρίσεων, για να κατευθυνθούν σε κοινές πληροφορίες.

Εκπαίδευση και Επαγγελματικές Εφαρμογές: Στον τομέα της εκπαίδευσης και της επαγγελματικής εκπαίδευσης, η ηχεία προσανατολισμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βελτιώσει την ακουστική εμπειρία και να επιτρέψει στους ακροατές να εστιάσουν σε συγκεκριμένο ήχο ή ομιλητή.

Οι τεχνολογίες προσανατολισμού συχνά πιεζοηλεκτρικοί μετατροπείς ή άλλες μέθοδοι για να επιτύχουν τον επιθυμητό προσανατολισμό του ήχου.

Τα **ηχεία επιφανείας (Surface Speakers)** είναι ηχεία που ενσωματώνονται σε επιφάνειες, όπως οι πίνακες, τα έπιπλα και άλλα αντικείμενα, και ο τοίχος που φαίνεται να προέρχεται από την επιφάνεια αυτή, αντί να βγαίνει από ένα συγκεκριμένο μεγάλο. Αυτό δημιουργεί μια πιο αόρατη και ενσωματωμένη εμπειρία ήχου. Ως αναλύσουμε περισσότερο αυτήν την τεχνολογία:

Κρυφή Εγκατάσταση: Τα ηχεία επιφανείας είναι σχεδιασμένα να είναι κρυμμένα και αόρατα. Δεν υπάρχουν ορατά μεγάλα ή προεξοχές, καθιστώντας τα ιδανικά για ενσωμάτωση σε αισθητικά ευαίσθητους χώρους, όπου η εμφάνιση είναι σημαντική.

Ακουστική Εμπειρία: Το κύριο πλεονέκτημα των ηχείων επιφανείας είναι ότι από μια ακουστική εμπειρία όπου ο ήχος φαίνεται να εκπέμπεται από όλη την επιφάνεια, χωρίς ορισμένο σημείο προέλευσης. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει μια εναλλακτική και ενδιαφέρουσα ακουστική εμπειρία.

Διακριτική Εγκατάσταση: Τα ηχεία επιφανείας δεν μπορούν να εγκατασταθούν διακριτικά σε διάφορες επιφάνειες, όπως τοίχοι, οροφές, πόρτες και έπιπλα, χωρίς να καταλαμβάνουν πολύ χώρο. Αυτό είναι χρήσιμο σε χώρους όπου ο περιορισμένος διαθέσιμος χώρος είναι σημαντικός.

Τεχνολογία Εκπομπής: Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για τα ηχεία επιφανείας μπορεί να περιλαμβάνει τη χρήση διαφορετικών μεθόδων, όπως οι πιεζοηλεκτρικοί μετατροπείς, που προκαλούν κολλώδη κύματα ήχου που διαδίδονται στην επιφάνεια.

Χρήση σε Εμπορικά Περιβάλλοντα: Σε εμπορικά περιβάλλοντα, όπως καταστήματα, ξενοδοχεία και ξενοδοχεία, τα ηχεία επιφανείας μπορούν να δημιουργήσουν μια εκλεπτυσμένη ατμόσφαιρα χωρίς την ανάγκη μεγάλων και ορατών ηχείων.

Συνολικά, τα ηχεία επιφανείας προσφέρουν μια ενδιαφέρουσα επιλογή για τη διανομή ήχου σε διάφορες εφαρμογές, και αποτελούν μια νέα τεχνολογία.

Η **ακουστική επεξεργασία (Acoustic Processing)** αναφέρεται στη χρήση προηγούμενων αλγορίθμων και τεχνικών επεξεργασίας ήχου για τη βελτίωση της ποιότητας του ήχου που αναπαράγεται από τα ηχεία. Αυτή η τεχνολογία έχει πολλές εφαρμογές και πλεονεκτήματα:

Βελτίωση της Ποιότητας του Ήχου: Οι αλγόριθμοι ακουστικής επεξεργασίας μπορούν να διορθώσουν προβλήματα όπως η παραμόρφωση, οι άνθρωποι θόρυβοι και οι παραμορφώσεις, προσφέροντας έναν πιο καθαρό και ποιοτικό ήχο.

Προσαρμογή της Απόκρισης των Συχνότητων: Οι αλγόριθμοι ακουστικής επεξεργασίας μπορούν να προσαρμόσουν την συχνότητα απόκρισης των ηχείων για να διαπιστωθεί ότι ο ήχος αναπαράγεται με ισορροπημένο τρόπο, από την πηγή ή το περιβάλλον αναπαραγωγής.

Ακουστική Συντονισμένη Προσαρμογή: Οι σύγχρονες ηχεία μπορούν να αισθητήρες για να εκτιμήσουν τις ακουστικές συνθήκες στο περιβάλλον και να προσαρμόσουν την απόδοσή τους για τη βέλτιστη ακουστική απόδοση.

Αναπαραγωγή Πολυκαναλικού Ήχου: Σε συστήματα ηχογράφησης και αναπαραγωγής πολυκαναλικού ήχου (όπως το Dolby Atmos), η ακουστική επεξεργασία είναι για να διαχειριστεί την κατεύθυνση και την ενσωμάτωση του ήχου από πολλαπλές πηγές και κανάλια.

Ενίσχυση του Ήχου: Οι αλγόριθμοι ακουστικής επεξεργασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση του ήχου σε συγκεκριμένες συχνότητες ή περιοχές, κάτι που είναι χρήσιμο σε εφαρμογές όπως οι συναυλίες ή παραστάσεις.

Ακουστική Προσομοίωση: Σε ηχογραφήσεις και προσομοιώσεις, η ακουστική επεξεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσαρμόσει συγκεκριμένες ακουστικές συνθήκες, όπως η ύπαρξη σε έναν χώρο ήχου με συγκεκριμένες ακουστικές.

Η ακουστική επεξεργασία ανοίγει νέες δυνατότητες στον τομέα του ήχου, βελτιώνοντας την ποιότητα, την προσαρμοστικότητα και την ακουστική εμπειρία των ακροατών σε διάφορες εφαρμογές και περιβάλλοντα.

Τα ηχεία με την τεχνολογία Bluetooth και το Wi-Fi είναι συσκευές αναπαραγωγής ήχου που έχουν την ασύρματη σύνδεση με διάφορες πηγές ήχου, όπως κινητές συσκευές, υπολογιστές, και δικτυακές αποθηκευτικές λύσεις. Ως αναλύσουμε περισσότερο αυτήν την τεχνολογία:

Σύνδεση Bluetooth ηχεία με την τεχνολογία: Η σύνδεση Bluetooth με συμβατές συσκευές μέσω της τεχνολογίας Bluetooth. Αυτή η σύνδεση είναι συνήθως απλή στην **εγκατάσταση** και επιτρέπει στους χρήστες να αναπαράγουν μουσική από το smartphone, το tablet ή τον υπολογιστή τους χωρίς την ανάγκη για καλώδια.

Ασύρματη Σύνδεση Wi-Fi: Η τεχνολογία Wi-Fi είναι συνδεδεμένη στο τοπικό δίκτυο Wi-Fi και μπορεί να λάβουν ή να αποστείλουν δεδομένα μέσω αυτού του δικτύου. Αυτή η σύνδεση είναι συνήθως πιο πολύπλοκη από το Bluetooth αλλά προσφέρει υψηλότερη ποιότητα ήχου και επιτρέπει την αναπαραγωγή μουσικής από διαφορετικές πηγές στο ίδιο δίκτυο, συμπεριλαμβανομένων των υπηρεσιών streaming.

Ποικιλία Πηγών Ήχου: Ανεξάρτητα από την τεχνολογία, αυτά τα ηχεία μπορούν να συνδεθούν με διάφορες πηγές ήχου, συμπεριλαμβανομένων των κινητών συσκευών, των υπολογιστών, των τηλεοράσεων, των συσκευών αναπαραγωγής μουσικής και των δικτυακών υπηρεσιών.

Ποιότητα Ήχου: Η ηχεία με την τεχνολογία Wi-Fi συνήθως προσφέρει υψηλότερη ποιότητα ήχου σε σύγκριση με το Bluetooth, καθώς η ασύρματη σύνδεση Wi-Fi μπορεί να υποστηρίξει υψηλής ανάλυσης ήχο.

Πολυμορφικότητα: Οι χρήστες μπορούν να συνδέσουν πολλά ηχεία σε ένα δίκτυο Wi-Fi ή Bluetooth, δημιουργώντας ένα πολυμορφικό σύστημα ήχου για μεγαλύτερη κάλυψη του χώρου.

Έλεγχος μέσω Εφαρμογών: Συχνά, αυτά τα ηχεία έχουν συνοδευτικές εφαρμογές που έχουν στους χρήστες να προσαρμόσουν τις ρυθμίσεις και να ελέγξουν την αναπαραγωγή της μουσικής από το smartphone ή το tablet τους.

Τα ηχεία έξυπνου σπιτιού (Smart Speakers), επίσης γνωστά ως «έξυπνα ηχεία», είναι συσκευές που συνδυάζουν τη λειτουργία του ηχείου με την ικανότητα να αλληλεπιδρούν με τον χρήστη και να εκτελούν διάφορες εργασίες και λειτουργίες μέσω φωνητικών εντολών. Ως αναλύσουμε περισσότερο τα χαρακτηριστικά και τη λειτουργία των ηχείων έξυπνου σπιτιού:

Φωνητική Αναγνώριση: Τα ηχεία έξυπνου σπιτιού είναι εξοπλισμένα με φωνητική αναγνώριση, η οποία τους επιτρέπει να αναγνωρίζουν και να αντιλαμβάνονται τις φωνητικές εντολές των χρηστών.

Εικονικοί Προσωπικοί Βοηθοί: Συνήθως, τα ηχεία έξυπνου σπιτιού ενσωματώνουν εικονικούς προσωπικούς βοηθούς, όπως την Siri της Apple, την Alexa της Amazon ή τον Google Assistant της Google. Αυτοί οι βοηθοί μπορούν να απαντήσουν σε ερωτήσεις, να παρέχουν πληροφορίες, να εκτελούν εργασίες, και να επικοινωνούν με άλλες συσκευές στο σπίτι.

Μουσική Αναπαραγωγή: Τα ηχεία έξυπνου σπιτιού μπορούν να αναπαράγουν μουσική από διάφορες πηγές, συμπεριλαμβανομένων των μουσικών υπηρεσιών streaming όπως το Spotify και το Apple Music, αλλά και από τον τοπικό αποθηκευτικό χώρο ή από συσκευές στο σπίτι.

Έλεγχος Έξυπνων Συσκευών: Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα των ηχείων έξυπνων κατοικιών είναι η δυνατότητα ελέγχου των έξυπνων μηχανών στο σπίτι. Αυτό σημαίνει ότι μπορείτε να ρυθμίσετε τον θερμοστάτη, να ενεργοποιήσετε τα φώτα, να κλειδώσετε τις πόρτες, και να διαχειριστείτε άλλες συσκευές με απλές φωνητικές εντολές.

Ενσωματωμένες Κάμερες και Οθόνες: Ορισμένα ηχεία έξυπνων κατοικιών διαθέτουν ενσωματωμένες κάμερες και οθόνες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναγνώριση του προσώπου, τον χειρισμό των εικόνων και την επικοινωνία με άλλες συσκευές.

Αναπαραγωγή Ήχου σε Διάφορα Δωμάτια: Ορισμένα ηχεία έξυπνου σπιτιού μπορούν να συνδεθούν και να αναπαράγουν τη μουσική σε διάφορα δωμάτια του σπιτιού, δημιουργώντας ένα σύνθετο σύστημα ήχου.

Προσαρμογή στις Προτιμήσεις: Τα ηχεία έξυπνων κατοικιών μπορούν να μάθουν τις προτιμήσεις των χρηστών και να προσφέρουν προσαρμοσμένες προτάσεις για μουσική, ειδήσεις και άλλες πληροφορίες.

Συνολικά, τα ηχεία έξυπνου σπιτιού προσφέρουν μια ευέλικτη και βοηθητική εμπειρία, επιτρέποντας στους χρήστες να ελέγχουν το περιβάλλον τους, να απολαμβάνουν μουσική και να αλληλεπιδρούν με την τεχνολογία του σπιτιού τους με ευκολία.

Τα **ηχεία υψηλής ανάλυσης (High-Resolution Audio Speakers)** είναι σχεδιασμένα για να προσφέρουν ήχο υψηλής ποιότητας, κυρίως για την αναπαραγωγή μουσικής με υψηλή ποιότητα ήχου και λεπτομέρεια. Αυτά τα ηχεία συνήθως υποστηρίζουν και αναπαράγουν μουσική σε υψηλή ανάλυση (High-Resolution Audio), η οποία προσφέρει περισσότερες πληροφορίες και λεπτομέρεια στον ήχο από τα συμβατικά αρχεία ήχου.

Αναλυτικότερα, για να δούμε τα βασικά χαρακτηριστικά και τα πλεονεκτήματα των ηχείων υψηλής ανάλυσης:

Υψηλή Ποιότητα Ήχου: Τα ηχεία υψηλής ανάλυσης είναι σχεδιασμένα για να αναπαράγουν τη μουσική με ακρίβεια και λεπτομέρεια. Αυτό σημαίνει ότι ο ήχος είναι πιο φυσικός, με μεγαλύτερη διακριτικότητα στις νότες και τα όργανα.

Υψηλή Ανάλυση Ήχου: Αναπαράγουν μουσική σε υψηλή ανάλυση, η οποία σημαίνει ότι καταγράφονται περισσότερες πληροφορίες κατά την ηχογράφηση. Αυτό περιλαμβάνει υψηλότερη δειγματοληψία (bit depth) και συχνότητα δειγματοληψίας (sample rate), προσφέροντας καλύτερη απόδοση των λεπτομερειών στον ήχο.

Υψηλή Ισχύς και Ευαισθησία: Τα ηχεία υψηλής ανάλυσης συχνά διαθέτουν ισχυρούς ενισχυτές και υψηλή ευαισθησία, επιτρέποντάς τους να αναπαράγουν τον ήχο με μεγάλη ένταση και ευκρίνεια, χωρίς παραμόρφωση.

Σχεδιασμός και Υλικά Κατασκευής: Τα ηχεία υψηλής ανάλυσης συνήθως κατασκευάζονται από υλικά υψηλής ποιότητας και διαθέτουν προσεκτικό σχεδιασμό για τη μείωση των ασθενειών και των παραμορφώσεων.

Υποστήριξη Αρχείων Υψηλής Ανάλυσης: Αναγνωρίζουν και αναπαράγουν αρχεία υψηλής ανάλυσης όπως FLAC, WAV, και DSD, προσφέροντας τη μέγιστη δυνατή ποιότητα ήχου.

Επεκτασιμότητα: Σε ορισμένα μοντέλα, μπορείτε να προσθέσετε περισσότερα ηχεία και συσκευές για να δημιουργήσετε σύνθετα συστήματα ήχου.

Τα **ηχεία Virtual Reality (VR)** είναι σχεδιασμένα ειδικά για τις ανάγκες της εικονικής πραγματικότητας και των εμβρυϊκών εμπειριών VR. Αυτά τα ηχεία διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην αύξηση ρεαλισμού των εικονικών κόσμων και στην παροχή εντυπωσιακής ακουστικής εμπειρίας στους χρήστες VR. Για να δούμε περισσότερες λεπτομέρειες:

Εικονικός Ήχος (Spatial Audio): Τα ηχεία VR διαθέτουν ειδικά συστήματα ήχου που δημιουργούν τη δημιουργία εικονικού ήχου (spatial audio). Αυτό σημαίνει ότι ο ήχος

προέρχεται από διάφορες κατευθύνσεις, όπως στην πραγματική ζωή, δημιουργώντας μια πιο αληθοφανή ακουστική εμπειρία.

Ανίχνευση Κίνησης: Ορισμένα VR ηχεία είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες που ανιχνεύουν την κίνηση του χρήστη και προσαρμόζουν την ακουστική ανάλογα. Αυτό επιτρέπει στον ήχο να αλλάζει ανάλογα με την κίνηση του χρήστη στον εικονικό χώρο.

Υποστήριξη 3D Ήχου: Τα ηχεία VR υποστηρίζουν συχνά τεχνολογίες όπως το Dolby Atmos και το DTS:X, που προκαλεί τη δημιουργία πλήρους τρισδιάστατου ήχου για πιο εντυπωσιακές VR εμπειρίες.

Συμβατότητα με Κεφαλές VR: Τα ηχεία VR συνδυάζονται συχνά με κεφαλές VR όπως η Oculus Rift, η HTC Vive, και η PlayStation VR. Αυτή η συνδυασμένη χρήση επιτρέπει την πλήρη εμβάθυνση του χρήστη σε εικονικούς κόσμους.

Συνεργασία με Εικονικές Πραγματικότητες (VR) Εφαρμογές: Τα ηχεία VR συνεργάζονται συχνά με εικονικές πραγματικές εφαρμογές και παιχνίδια, παρέχοντας προηγμένη ήχο για τις ανάγκες τους.

Ακουστική Απομόνωση: Κάποια VR ηχεία μπορεί να παρέχει ακουστική απομόνωση, δηλαδή να μονώνει τον χρήστη από την εξωτερική ήχο, ενισχύοντας την εμπειρία.

Ενσωματωμένα Μικρόφωνα: Συνήθως, τα VR ηχεία διαθέτουν ενσωματωμένα μικρόφωνα που έχουν στους χρήστες να επικοινωνούν με άλλους χρήστες σε πολύ πλούσια περιβάλλοντα VR.

3.4 Αρχές λειτουργίας των ηχείων

Οι αρχές λειτουργίας των ηχείων βασίζονται σε βασικές αρχές της ακουστικής και της ηλεκτρομηχανικής. Τα ηχεία μετατρέπουν ηλεκτρικά σήματα σε ήχο, παράγοντας τη δόνηση του αέρα που δημιουργεί τον ήχο που ακούμε. Ας δούμε αναλυτικά τις βασικές αρχές λειτουργίας:

Ηλεκτρομαγνητική Μετατροπή: Τα ηχεία μιας ηλεκτρομαγνητικής διάταξης για να μετατρέψουν το ηλεκτρικό σήμα σε κίνηση του κώνου (και του διαφράγματος) του ηχείου. Η κεντρική συσκευή που επιτρέπει αυτήν τη μετατροπή είναι η ηλεκτρομαγνήτης.

Διάφραγμα και Κώνος: Το ηχείο περιλαμβάνει μια διάφραγμα, το οποίο συνδέεται με έναν κωδικό. Όταν το ηλεκτρικό σήμα περνά από τον ηλεκτρομαγνήτη, αυτός προκαλεί την κίνηση του κόσμου, η οποία μεταδίδεται στο διάφραγμα. Ο κώνος και το διάφραγμα κινούν τον αέρα μπροστά από το ηχείο.

Πίεση και Κυματισμός: Καθώς το διάφραγμα και ο κώνος κινούνται προς τα εμπρός και προς τα πίσω, προκαλούν διακυμάνσεις στην πίεση του αέρα. Αυτές οι διακυμάνσεις πίεσης που διαδίδονται στον αέρα και, όταν φτάσουν στα αυτιά μας, αναγνωρίζονται ως ήχος.

Κυματομορφές και Συχνότητες: Ο τρόπος κίνησης του διαφράγματος και του κώνου επηρεάζει τον τύπο των ηχητικών κυμάτων που παράγονται. Αυτό καθορίζει τη συχνότητα (το πόσο συχνά τα κύματα περνούν από μια θέση στην άλλη) και το πλάτος (το ύψος) των ηχητικών κυμάτων, καθορίζοντας τον τόνο και την ένταση του ήχου.

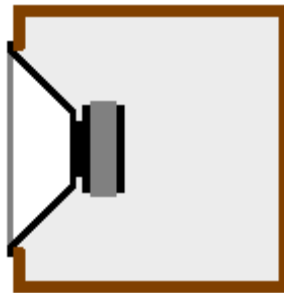
Αναπαραγωγή Διαφορετικών Συχνοτήτων: Συνήθως, τα ηχεία διαθέτουν πολλούς ηλεκτρομαγνητικούς και ήχους για να αναπαράγουν διαφορετικές συχνότητες. Μικρά ηχεία (tweeters) είναι υπεύθυνα για τις υψηλές συχνότητες, ενώ μεγαλύτερα (woofers) αναπαράγουν τις χαμηλές συχνότητες. Ορισμένα ηχεία περιλαμβάνει επίσης μεσαίες συχνότητες (midrange drivers) για τις ενδιάμεσες συχνότητες.

Αυτές οι αρχές λειτουργίας είναι οι βασικές για τα περισσότερα ηχεία, αλλά υπάρχουν διάφορα σχέδια και τεχνολογίες που προσθέτουν για να βελτιώσουν την ποιότητα του ήχου και την απόδοση των ηχείων σε διάφορες εφαρμογές.

3.5 Καμπίνες ηχείων

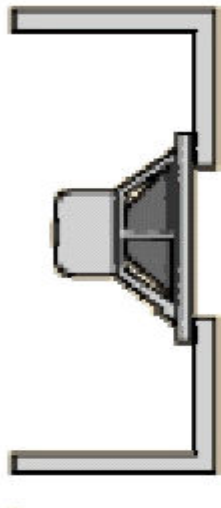
Με τον όρο καμπίνα ονομάζουμε την κατασκευή στην οποία ενσωματώνουμε τα μεγάφωνα. Οι τρεις βασικοί τύποι καμπίνων είναι οι εξής:

1. **Κλειστού τύπου**, στην οποία μέσα στο εσωτερικό της υπάρχει εγκλωβισμένη μια μάζα αέρα, η οποία δέχεται τις μεταβολές πίεσης λόγω της κίνησης του μεγαφώνου η οποία είναι κλειστή με αεροστεγή τρόπο.



Εικόνα 3.8 Καμπίνα κλειστού τύπου

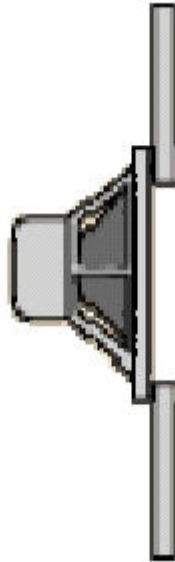
2. **Ανοικτού τύπου**, όπου ο αέρας βρίσκεται στο εσωτερικό της καμπίνας και δέχεται τις μεταβολές της πίεσης του μεγαφώνου και τις αντιδράσεις των τοιχωμάτων της καμπίνας και μπορεί να εκτονωθεί μέσω ενός ειδικά μελετημένου ανοίγματος της καμπίνας.



Εικόνα 3.9 Καμπίνα ανοικτού τύπου

3. **Τύπου μετάδοσης, χοάνης**, όπου η καμπίνα είναι ουσιαστικά ανοιχτή και χρησιμοποιείται ως προσαρμογέας εμπεδεσης για την ακτινοβολία του πίσω μέρους του κώνου.

Ο λόγος για τον οποίο χρησιμοποιούμε καμπίνες είναι γιατί ένα μεγάφωνο εκτός καμπίνας δεν μπορεί να αποδώσει τις χαμηλές συχνότητες. Αντιθέτως, βάζοντας το μεγάφωνο σε μια καμπίνα αλλάζει συμπεριφορά και ο ήχος εκπέμπεται ομαλά διότι τα δυο ηχητικά κύματα είναι συμφασικά και δεν αλληλοαναιρούνται.



Εικόνα 3.10 Καμπίνα μετάδοσης χοάνης

3.6 Μεγάφωνο

Όπως γνωρίζουμε για την δημιουργία ενός ηχητικού κύματος χρειάζεται μια φυσική διαταραχή του μέσου διάδοσης, στον αέρα δημιουργείται με συμπίεσης και αποσυμπίεσης με ταχύτητα διάδοσης που εξαρτάται από το μέσο. Αυτό μπορεί να το προκαλέσει μια επιφάνεια με συγκεκριμένες διαστάσεις ανάλογες με το μήκος κύματος που θέλουμε να προκαλέσουμε. Υπάρχουν δυο βασικοί τύποι :ανοιχτά μεγάφωνα ανοιχτής ακτινοβολίας και τα μεγάφωνα χοάνης έμμεσης ακτινοβολίας. Ο πιο διαδεδομένος τύπος είναι τύπος μεγαφώνου απευθείας ακτινοβολίας τα οποία έχουν μικρό μέγεθος και κόστος και αρκετά ικανοποιητική απόκριση σε ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων. Τα μειονεκτήματα του είναι η χαμηλή απόδοση και η ανομοιόμορφη απόκριση στις υψηλές συχνότητες. Ο δεύτερος τύπος μεγαφώνων έχει υψηλή απόδοση αλλά και μεγάλο μέγεθος για να καλύψει την περιοχή υψηλών συχνοτήτων και έχει μεγάλη εμβέλεια ακτινοβολίας. Τα περισσότερα μεγάφωνα από τις κατασκευαστικές βιομηχανίες είναι ηλεκτροδυναμικού τύπου και με αυτά θα αναλύσουμε για τέτοιου τύπου μεγάφωνα όπου θα δούμε παρακάτω.

Μεγάφωνα απευθείας ακτινοβολίας

Τα πιο γνωστά μεγάφωνα απευθείας ακτινοβολίας είναι αυτά με μια κωνική μεμβράνη και ένα πηνίο. Το διάφραγμα του κατασκευάζεται από χαρτί ή αλουμίνιο και είναι κωνικό το σχήμα του και μπορεί να κινείται μόνο με την αξονική του διεύθυνση. Το ρεύμα που διαρρέει το πηνίο δημιουργεί μια δύναμη Laplace και με την μαγνητική ροή του μόνιμου μαγνήτη προκαλείται μια γραμμική κίνηση του πηνίου και συνεπώς του κώνου. Ο κώνος έχει μια ελαστική ανάρτηση η οποία επιτρέπει στην μεμβράνη να ενδίδει μηχανικά. Το πηνίο κατασκευάζεται από μονωμένο σύρμα χαλκού ή αλουμινίου

και βρίσκεται ανάμεσα στους δυο κώνους ενός ισχυρού μαγνήτη. Το μηχανικό μέρος του μεγαφώνου αποτελείται από:

R_e : εσωτερική αντίσταση της ηλεκτρομηχανικής πηγής

R_{mr} : αντίσταση ακτινοβολίας που μεταφέρεται από το μηχανικό μέρος στο ηλεκτρικό

R_c : ωμική αντίσταση του πηνίου

L_c : επαγωγή του πηνίου

M_{mc} : μάζα της μεμβράνης μαζί με το πηνίο

M_{ms} : μάζα ανάρτησης της μεμβράνης

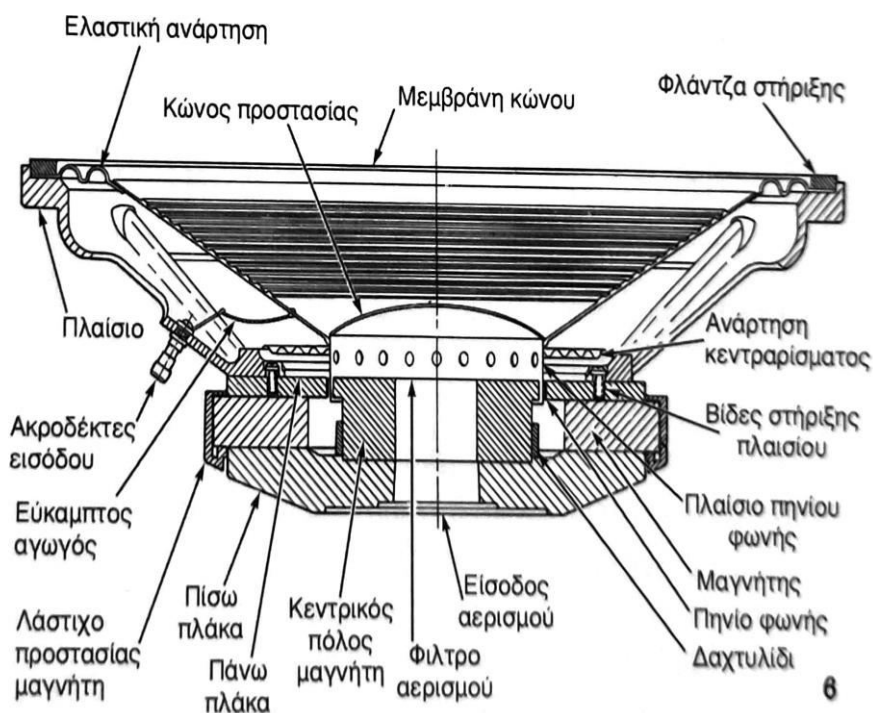
M_{sc} : μάζα ανάρτησης του πηνίου

R_{ms} : αντίσταση απωλειών ανάρτησης της μεμβράνης

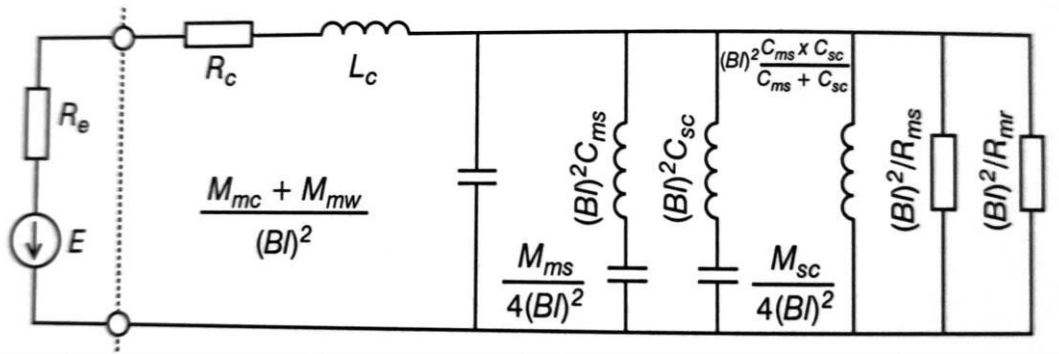
C_{ms} : ενδοτικότητα ανάρτησης της μεμβράνης

C_{sc} : ενδοτικότητα ανάρτησης του πηνίου

M_{mw} : μάζα του ταλαντευμένου γειτονικού μέσου περιβάλλει την μια, ή και τις δυο πλευρές της μεμβράνης(ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας του μεγαφώνου)



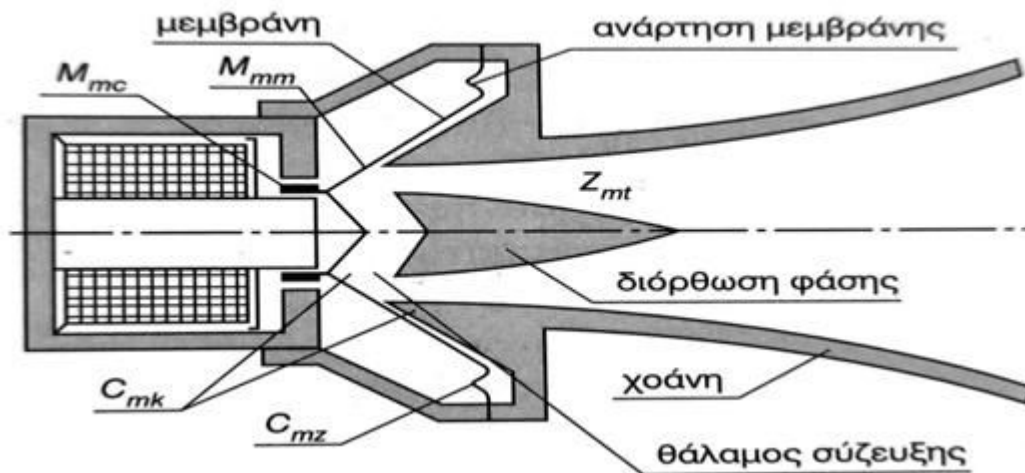
Εικόνα 3.11 Περιγραφή μεγαφώνου απευθείας ακτινοβολίας



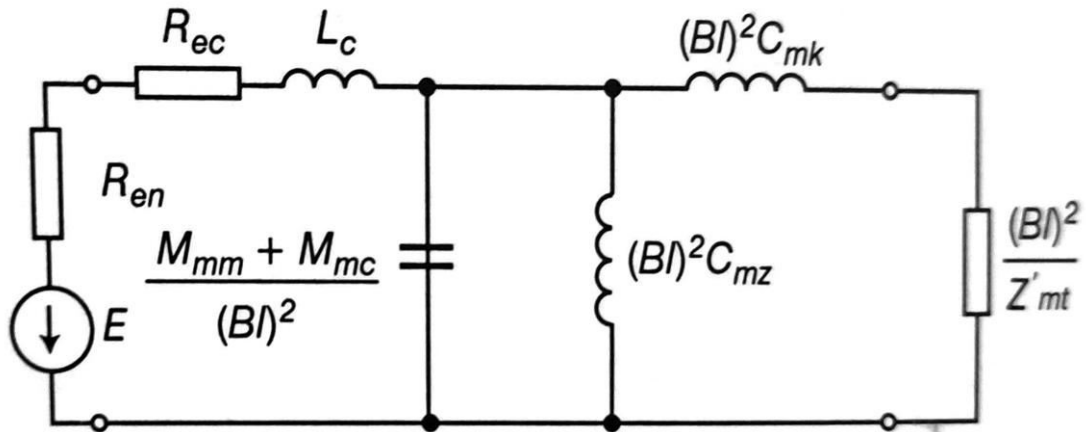
Εικόνα 3.12 Ισοδύναμο κύκλωμα μεγαφώνου απευθείας ακτινοβολίας

Μεγάφωνα τύπου χοάνης

Τα μεγάφωνα τύπου χοάνης αποτελείται από ένα πηνίο και μια χοάνη. Σε ένα ισχυρός μαγνήτης βρίσκεται προσαρμοσμένο ένα πηνίο και στην διάκενο υπάρχει μια ελαφριά μεμβράνη από αλουμίνιο και έχει μεγάλη ακαμψία έτσι ώστε όλα τα σημεία της να πάλλονται συμφασικά. Η διάσταση της μεμβράνη δεν ξεπερνά τα 10 εκ. και απέναντι βρίσκεται η έξοδος της χοάνης στην οποία εκπέμπεται ακουστική ενέργεια. Η απόδοση του συγκεκριμένου μεγαφώνου εξαρτάται από την ποιότητα των υλικών που αναφερθήκαμε παραπάνω.[2]



Εικόνα 3.13 Περιγραφή μεγαφώνου τύπου χοάνης



Εικόνα 3.14 Ισοδύναμο κύκλωμα μεγαφώνου τύπου χοάνης

3.7 Συνδυασμός μεγαφώνων

Όπως αναφερθήκαμε και στα προηγούμενα κεφάλαια το ακουστικό φάσμα (20Hz -200kHz) είναι δύσκολο να καλυφθεί μόνο από ένα μεγάφωνο γι' αυτό το λόγο στα ηχεία χρησιμοποιούμε συνδυασμό των δυο τύπων μεγαφώνων έτσι ώστε να έχουν ένα καλύτερο ακουστικό αποτέλεσμα. . Για να συμβεί αυτό είναι απαραίτητη η χρήση ενός ηλεκτρικού κυκλώματος διαχωρισμού συχνοτήτων (crossover). Το crossover είναι στη ουσία ένα φίλτρο. Η πιο απλή περίπτωση είναι το σύστημα μεγαφώνων δύο δρόμων, στο οποίο χρησιμοποιούμε ένα μεγάφωνο υψηλών συχνοτήτων, ένα μεγάφωνο χαμηλών συχνοτήτων και το crossover. Υπάρχουν και συστήματα 3,4 και 5 δρόμων, ανάλογα την ποιότητα και την μικρότερη δυνατή παραμόρφωση που θέλουμε να πετύχουμε.

Κεφάλαιο 4^ο Φίλτρα και θόρυβος

Σε αυτό το κεφαλαίο θα γίνει η αναφορά στην έννοια του φάσματος και του φίλτρου. Με αυτό τον τρόπο θα γίνουν πιο κατανοητές οι παρακάτω ρυθμίσεις που έχουμε κάνει στο ηχείο που κατασκευάσαμε.

4.1 Παθητικά και Ενεργά φίλτρα

Τα παθητικά φίλτρα χρησιμοποιούν πηνία, πυκνωτές και αντιστάσεις. Συνήθως, τα χρησιμοποιούμε για την εξάλειψη μιας αρμονικής. Ιδανικά, ένα φίλτρο επιτρέπει να διέρχονται χωρίς κάποια παραμόρφωση όλα τα σήματα με συχνότητες που εμπίπτουν στην ζώνη διέλευσης ή αποκοπής και απορρίπτει όλα τα άλλα. Χρησιμοποιούμε τα παθητικά φίλτρα για συχνότητες μεγαλύτερες του 1 MegHz.

Τα ενεργά φίλτρα τοποθετούνται πριν τους ενισχυτές και λειτουργούν με πολύ χαμηλό σήμα. Τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για το δικτύωμα αυτό εκτός από αντιστάσεις και πυκνωτές χρησιμοποιούν και τελεστικούς ενισχυτές οι οποίοι παρέχουν μεγαλύτερο κέρδος. Χρησιμοποιούμε τα ενεργά φίλτρα για χαμηλές συχνότητες [από 1 Hz έως 1MegHz].

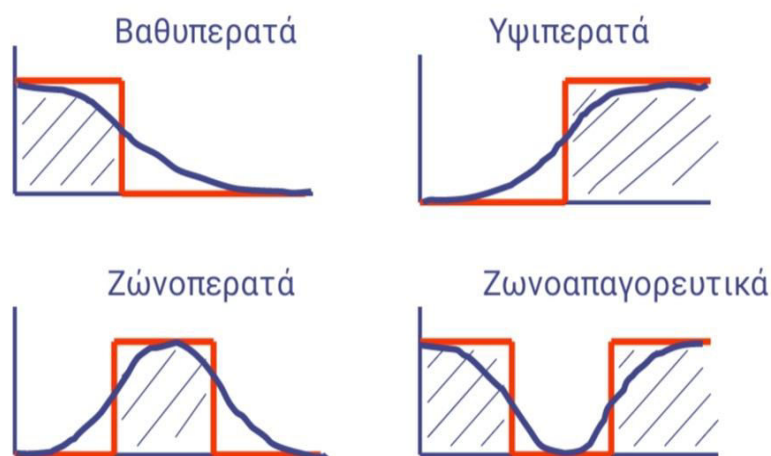
Τα φίλτρα χωρίζονται ως εξής:

A. **Το βαθυπερατό φίλτρο**, το οποίο αποκόπτει όλες τις συχνότητες που είναι υψηλότερες από την συχνότητα αποκοπής. Έχει καθυστέρηση η έξοδος -45 μοίρες σε σχέση με το σήμα της εισόδου και το κέρδος είναι με -3db.

B. **Το υψηπερατό φίλτρο**, το οποίο αποκόπτει όλες τις συχνότητες που είναι κάτω από την συχνότητα αποκοπής. Έχει καθυστέρηση η έξοδος +45 μοίρες σε σχέση με το σήμα της εισόδου και το κέρδος της είναι ίσο με -3db.

Γ. **Το φίλτρο διέλευσης ζώνης** που αποκόπτει τις συχνότητες κάτω από μια συχνότητα F1 και πάνω από μια συχνότητα F2 και ισχύει η σχέση $F1 > F2$.

Δ. **Φίλτρο αποκοπής**, το οποίο αποκόπτει τις συχνότητες που εμπεριέχονται στο διάστημα ανάμεσα δυο συχνοτήτων F1, F2 και επιτρέπει την διέλευση των υπολοίπων.



Εικόνα 4.1 Καμπύλες φίλτρων

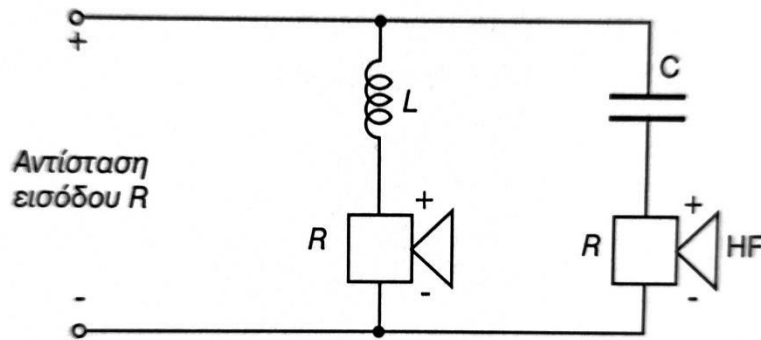
Crossover

Όπως αναφέρεται στο προηγούμενο κεφάλαιο, ο crossover είναι απαραίτητο σε ένα ηχείο, για την σωστή απόδοση του σε όλο το φάσμα συχνοτήτων. Στην ουσία είναι ένα φίλτρο το οποίο ρυθμίζει τα ρεύματα που θα περάσουν από τα μεγάφωνα.

Χρησιμοποιεί υψηλοπερατά, χαμηλοπερατά και ζωνοπερατά φίλτρα. Η συχνότητα διαχωρισμού εξαρτάται από την αντίσταση του ενισχυτή (πολύ μικρή) και από την σύνθετη αντίσταση του κάθε μεγαφώνου.

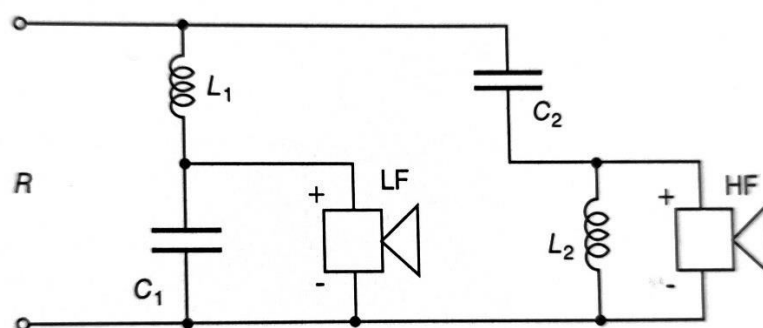
Υπάρχουν crossover 1ης, 2ης, 3ης και 4ης τάξης. Παρακάτω θα αναφέρουμε τις μαθηματικές σχέσεις και τα κυκλώματα που περιγράφουν τα ηχεία δύο δρόμων.

$$\text{1ης τάξης: } L = \frac{R}{2\pi f_c}, \quad C = \frac{1}{2\pi f_c R} \quad (4.1)$$



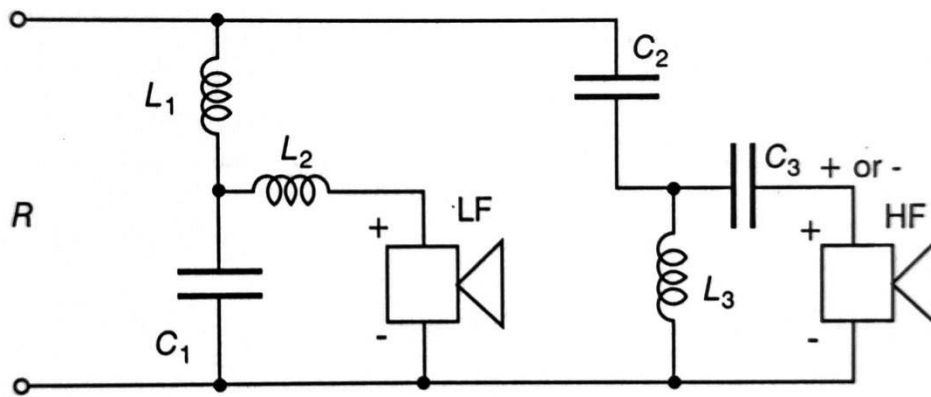
Εικόνα 4.2 Ισοδύναμο κύκλωμα 1^{ης} τάξης

$$\text{2ης τάξης: } L_1 = \frac{R}{\sqrt{2}2\pi f_c}, \quad L_2 = \frac{R}{\sqrt{2}\pi f_c}, \quad C_1 = \frac{1}{\sqrt{2}\pi f_c R}, \quad C_2 = \frac{1}{\sqrt{2}2\pi f_c R} \quad (4.2)$$



Εικόνα 4.3 Ισοδύναμο κύκλωμα 2^{ης} τάξης

$$3\text{ης τάξης: } L_1 = \frac{3R}{4\pi f_c} = 3L_2 = 2L_3, \quad C = \frac{2}{3\pi f_c R} = \frac{2}{3} C_3 = 2C_2 \quad (4.3)$$



Εικόνα 4.4 Ισοδύναμο κύκλωμα 3^{ης} τάξης

4.2 Τύποι φίλτρων

Φίλτρα τύπου Butterworth

Τα φίλτρα τύπου Butterworth είναι τα πρώτα καθορισμένα φίλτρα ιστορικά. Σχεδιάζονται έτσι ώστε η απόκριση συχνότητας να είναι επίπεδη μέσα στην ζώνη διέλευσης της. Μαθηματικά, περιγράφεται πρώτα το βαθυπερατό φίλτρο και έπειτα μπορούν να υπολογιστούν οι υπόλοιποι τύποι φίλτρων από το χαμηλοπερατό πρότυπο με τις κατάλληλες αντικαταστάσεις.[9]

Φίλτρα τύπου Bessel

Τα φίλτρα τύπου Bessel είναι χαμηλοπερατά φίλτρα όπου έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε στην είσοδο να έχουμε την ελάχιστη καθυστέρηση φάσης. Συγκριτικά με τα φίλτρα τύπου Butterworth έχει την μεγαλύτερη απόκριση πλάτους. Επομένως με την χρήση του φίλτρου Bessel πετυχαίνουμε την ισόποση καθυστέρηση σε όλες τις συχνότητες και αποφεύγουμε την υπερύψωση. Συχνά, χρησιμοποιείται για την κατασκευή crossover.

Φίλτρα τύπου Linkitz-Rilley

Τα φίλτρα τύπου Linkitz -Rilley κατασκευάζεται με την σύνδεση δυο διαδοχικών φίλτρων τύπου Butterworth όπου το καθένα έχει -3db κέρδος. Λόγο αθροίσματος υψηλής και χαμηλής διέλευσης στην έξοδο το κέρδος στην συχνότητα διασταύρωσης είναι 0 db. Συμπεριφέρεται ως ένα φίλτρο πλήρης διέλευσης και παρέχει μια επίπεδη απόκριση πλάτους και ομαλή απόκριση φάσης.

4.3 Θόρυβος

Σύμφωνα με τον κανονισμό «ΕΛΟΤ» υπάρχουν δυο ορισμοί για τον θόρυβο.

1. Θόρυβος ονομάζεται κάθε μη περιοδικός σύνθετος ήχος που η στιγμιαία τιμή του αυξομειώνεται γενικά με τυχαίο τρόπο. [4]

2. Θόρυβος ονομάζεται κάθε δυσάρεστος ή ανεπιθύμητος ήχος.

Ο θόρυβος προκαλείται από διάφορες εξωτερικές συνθήκες (όπως είναι ο άνεμος, η κίνηση, οι ανθρώπινες δραστηριότητες κ.λπ.), όμως υπάρχουν είδη θορύβου που είναι μη ανεπιθύμητοι και επίσης είναι χρήσιμοι για τις ηχητικές μετρήσεις μερικοί από αυτούς είναι ο λευκός και ο ροζ θόρυβος.

Όταν έχουμε έναν θόρυβο που εκπέμπεται με μια ηχητική πηγή και κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλο το φάσμα συχνοτήτων τότε ο θόρυβος ονομάζεται λευκός (**white noise**). Σύμφωνα με τον ορισμό «ΕΛΟΤ» λευκός θόρυβος είναι ο θόρυβος που έχει συνεχές ηχητικό φάσμα σε μια ευρεία περιοχή συχνοτήτων που ενδιαφέρει η σταθερή φασματική πυκνότητα, δηλαδή ο λευκός θόρυβος είναι μια γραμμή παράλληλη στον άξονα των συχνοτήτων. Η στάθμη ζώνης του λευκού θορύβου έχει αύξηση 3 db ανά οκτάβα.

Όταν ο θόρυβος κατανέμεται περισσότερο στις χαμηλές συχνότητες και είναι αντιστρόφως ανάλογη με την συχνότητα τότε ο θόρυβος ονομάζεται ροζ (**pink noise**). Σύμφωνα με τον ορισμό «ΕΛΟΤ» ο ροζ θόρυβος είναι ο θόρυβος που έχει συνεχές ηχητικό φάσμα με σταθερή ηχητική ισχύ σε κάθε φασματική ζώνη σταθερού σχετικού εύρους. Το φάσμα του ροζ θορύβου θα αποτελείται από μια ευθεία γραμμή με κλίση -3db ανά οκτάβα.[17]

Κεφάλαιο 5^ο Εφαρμογές χρήσης ήχου και προτάσεις βελτίωσης

5.1 Εφαρμογές και χρήσεις ήχου

5.1.1 Ήχος στον κινηματογράφο και την τηλεόραση

Ο ήχος είναι ένα σημαντικό στοιχείο στον κινηματογράφο και την τηλεόραση, καθώς συμβάλλει σημαντικά στην εμπειρία των θεατών. Εδώ είναι μερικές από τις εφαρμογές και τις χρήσεις του ήχου σε αυτές τις μέσες:[10]

1.Διάλογοι και φωνητική απόδοση: Ο ήχος χρησιμοποιείται για την απόδοση των διαλόγων και της φωνητικής ερμηνείας των ηθοποιών. Οι καλοί διάλογοι και η καθαρή φωνητική απόδοση βοηθούν το κοινό να καταλάβει την πλοκή και τις χαρακτηριστικές προσωπικότητες των χαρακτήρων.

2.Μουσική και συνθέσεις: Η μουσική παίζει σημαντικό ρόλο στη δημιουργία ατμόσφαιρας και στην ενίσχυση των συναισθημάτων των θεατών. Οι συνθέσεις δεν μπορούν να προσδώσουν ένταση, ανατριχίλα ή ευαισθησία σε μια σκηνή.

3.Ηχητικά εφέ: Ο ήχος χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ηχητικών εφέ που αποδίδουν δράση και επικινδυνότητα. Από τον ήχο ενός εκραγέντος μέχρι τον ήχο ενός φωνητικού εξολοθρευτή, οι ηχητικοί σχεδιαστές αποκαλύπτουν πραγματικότητες που ενισχύουν την πλοκή.

4.Εφέ περιβάλλοντος: Ο ήχος περιβάλλοντος (ήχος παρασκήνιου) χρησιμοποιείται για να αποδώσει την πραγματικότητα του περιβάλλοντος όπου λαμβάνει χώρα η δράση. Αυτό μπορεί να είναι ο ήχος της φύσης, της κίνησης σε μια πόλη ή της θάλασσας, για παράδειγμα.

5.Ηχητική επεξεργασία: Ο ήχος επεξεργάζεται συχνά για να δημιουργήσει ειδικά εφέ ή για να βελτιώσει την ποιότητα του ήχου. Αυτό περιλαμβάνει τη μείωση θορύβου, την εξομάλυνση του ήχου και τη δημιουργία προσαρμοσμένων ήχων.

6.Ηχητική σκηνογραφία: Ο ήχος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργήσει πολύπλοκες ηχητικές σκηνογραφίες που αναδεικνύουν την ατμόσφαιρα και τον κόσμο της ταινίας.

7.Ήχος στις εκπομπές: Στην τηλεόραση, ο ήχος χρησιμοποιείται για να διαβιβάσει και εντυπώσει στις θεατές κατά τη διάρκεια των ειδησεογραφικών εκπομπών, των ντοκιμαντέρ, των τηλεοπτικών σειρών και πολλών προγραμμάτων άλλων.

Συνολικά, ο ήχος στον κινηματογράφο και η τηλεόραση είναι ένα ισχυρό εργαλείο που χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει συναισθηματικές συνδέσεις, να δημιουργήσει την αφήγηση και να προσφέρει στο κοινό μια εντυπωσιακή εμπειρία.



Εικόνα 5.1 Ήχος στον κινηματογράφο

5.1.2 Ήχος σε μουσικά συστήματα

Ο ήχος παίζει κρίσιμο ρόλο σε μουσικά συστήματα, και η τεχνολογία του ήχου έχει εφαρμογές σε πολλούς τομείς της μουσικής. Εδώ είναι μερικές από τις κύριες εφαρμογές και τις χρήσεις του ήχου σε μουσικά συστήματα:[23]

1.Αναπαραγωγή μουσικής: Η πιο βασική και κοινή χρήση του ήχου σε μουσικά συστήματα είναι η αναπαραγωγή της μουσικής. Αυτό περιλαμβάνει τη χρήση ηχείων, ακουστικών και ηχοσυστημάτων για να ακούσετε μουσική από διάφορες πηγές, όπως CD, βινύλια, ραδιόφωνο, συσκευές streaming και άλλα.

2.Ηχογράφηση μουσικής: Ο ήχος χρησιμοποιείται για την καταγραφή μουσικών έργων. Αυτό περιλαμβάνει τη χρήση μικροφώνων, εξοπλισμού ηχογράφησης και επεξεργασίας ήχου για τη δημιουργία ηχογραφήσεων.



Εικόνα 5.2 Ηχογράφηση μουσικής

3.Ενίσχυση ζωντανών εκδηλώσεων: Σε συναυλίες και άλλες ζωντανές εκδηλώσεις, ηχητικά συστήματα για να ενισχύσουν τον ήχο που παράγεται από μουσικά όργανα και τραγουδιστές, ώστε να ακούγεται καλύτερα στο κοινό.

4.Ηχητικά εφέ: Σε πολλά είδη μουσικής, όπως η ηλεκτρονική μουσική και η κινηματογραφική μουσική, ο ήχος χρησιμοποιείται για τη δημιουργία εφέ και ηχητικών περιβαλλόντων που προσθέτουν βάθος και διάσταση στη μουσική.

5.Ηχοσύστημα στο στούντιο: Στα μουσικά στούντιο, εξελιγμένα ηχοσυστήματα για να ακούσουν και να επεξεργαστούν τη μουσική κατά τη διάρκεια της ηχογράφησης, της μίξης και της παραγωγής.



Εικόνα 5.3 Ηχοσύστημα στο στούντιο

6. Ηχητικά εργαλεία και εφέ μουσικών εφαρμογών: Σε μουσικές εφαρμογές και εξοπλισμό, όπως ενισχυτές, εφέ, συνθέτες ήχου, και **DAWs (Digital Audio Workstations)**, ο ήχος που χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει μουσική και ηχητικά εφέ.

7. Μουσική παραγωγή και σύνθεση: Ο ήχος είναι κρίσιμος στη μουσική παραγωγή και σύνθεση. Οι μουσικοί συνθετικά όργανα, εφέ και επεξεργασία ήχου για να δημιουργήσετε μουσική σε διάφορα και στυλ.

Αυτές είναι μερικές από τις βασικές χρήσεις του ήχου σε μουσικά συστήματα, αλλά υπάρχουν αμέτρητες άλλες εφαρμογές και χρήσεις στον ευρύ κόσμο της μουσικής.

5.1.3 Ήχος σε αυτοκίνητα και οικιακά συστήματα ψυχαγωγίας

Ο ήχος παίζει σημαντικό ρόλο στα αυτοκίνητα και τα οικιακά συστήματα ψυχαγωγίας, προσφέροντας ανέσεις, ψυχαγωγία και πλούσιες εμπειρίες. Εδώ είναι μερικές από τις βασικές εφαρμογές και τις χρήσεις του ήχου σε αυτοκίνητα και οικιακά συστήματα ψυχαγωγίας:[21]

Στα αυτοκίνητα:

Ήχος και ραδιόφωνο: Ο ήχος στα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούνται για την αναπαραγωγή μουσικής, ειδήσεων, και ψυχαγωγίας μέσω του ραδιοφώνου. Οι σύγχρονες αυτοκινητικές συσκευές έχουν εξελιχθεί για να προσφέρουν υψηλής ποιότητας ήχο.

Συστήματα πολυμέσων: Οι περισσότερες σύγχρονες συσκευές διαθέτουν συστήματα πολυμέσων με οθόνες αφής, που κάνουν αναπαραγωγή βίντεο, μουσικής, και πρόσβαση σε διάφορες ψυχαγωγικές εφαρμογές.

Συστήματα πλοήγησης: Ο ήχος χρησιμοποιείται επίσης στα συστήματα πλοήγησης στα αυτοκίνητα για την παροχή οδηγιών πλοήγησης μέσω φωνητικών εντολών και ήχου.

Συστήματα ασφάλειας: Ο ήχος χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση ηχητικών συναγερμών και ειδοποιήσεων ασφαλείας, όπως προειδοποιήσεις για ζώα ή προσέγγιση προς εμπόδια.



Εικόνα 5.4 Ήχος και ραδιόφωνο

Στα οικιακά συστήματα ψυχαγωγίας:

Ήχος και home theater: Στα οικιακά συστήματα ψυχαγωγίας, ο ήχος χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ενισχυμένης εμπειρίας θέασης και ακρόασης. Τα home theaters διαθέτουν ηχεία, ενισχυτές και συσκευές που προσφέρουν ήχο υψηλής ποιότητας για τις ταινίες και τα παιχνίδια.

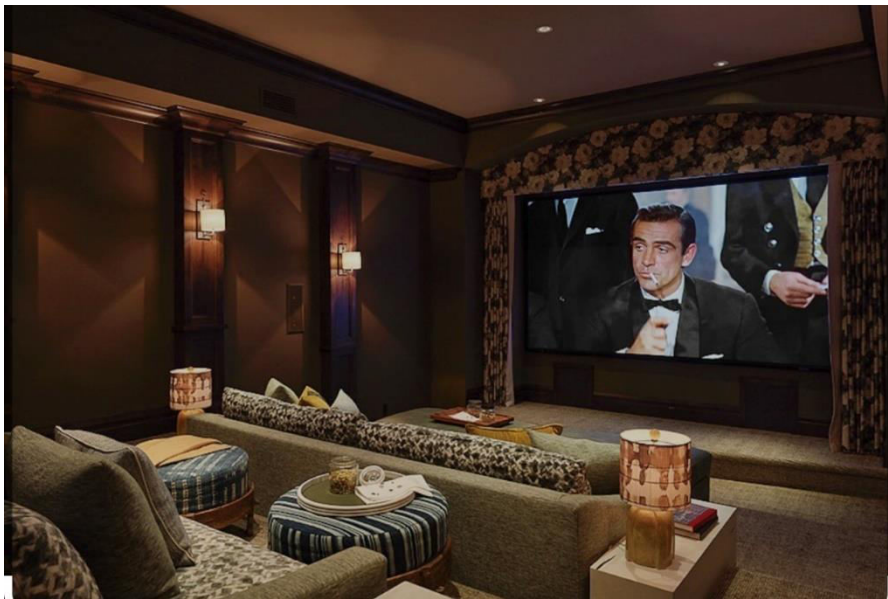
Μουσική αναπαραγωγή: Ο ήχος χρησιμοποιείται για την αναπαραγωγή μουσικής από διάφορες πηγές, όπως CD, DVD, Blu-ray, συσκευές streaming, και βινύλια.[20]

Συνδεσιμότητα: Ο ήχος επιτρέπει τη σύνδεση και τον έλεγχο διαφόρων συσκευών, όπως κινητά τηλέφωνα, tablet, και υπολογιστές, για την αναπαραγωγή και τη λειτουργία διαφόρων εφαρμογών.

Ήχος σε παιχνίδια: Στα οικιακά συστήματα ψυχαγωγίας, ο ήχος που χρησιμοποιείται για την παροχή πλούσιων ηχητικών εφέ σε παιχνίδια βιντεοπαιχνιδιών, προσφέροντας εμβαθυσμένη εμπειρία gaming.

Σύστημα ελέγχου φωνής: Ο ήχος χρησιμοποιείται για τη λειτουργία συστημάτων ελέγχου φωνής, όπως οι προσωπικοί βοηθοί (π.χ. Amazon Alexa, Google Assistant), που έχουν στους χρήστες να διαχειρίζονται διάφορες λειτουργίες του σπιτιού και της ψυχαγωγίας με φωνητικές εντολές.

Αυτές είναι μερικές από τις κύριες εφαρμογές και οι χρήσεις του ήχου στα αυτοκίνητα και τα οικιακά συστήματα ψυχαγωγίας, και αντικατοπτρίζουν τη σημασία του ήχου στην καθημερινή μας ζωή.



Εικόνα 5.5 Ήχος και home theater

5.2 Προτάσεις βελτίωσης

Τάσεις στην ασύρματη τεχνολογία ήχου

Οι τάσεις στην ασύρματη τεχνολογία ήχου συνεχώς εξελίσσονται για να προσφέρουν βελτιωμένες εμπειρίες ακρόασης και ευελιξίας στους χρήστες. Ακολουθούν μερικές από τις κυριότερες τάσεις στην ασύρματη τεχνολογία ήχου:

Ασύρματα ακουστικά και ακουστικά ψείρες: Τα ασύρματα ακουστικά, ειδικά τα ακουστικά ψείρες (true wireless earbuds), είναι εξαιρετικά δημοφιλή για την εξαιρετική κινητικότητά τους και την

ποιότητα ήχου που προσφέρουν. Οι τάσεις σε αυτόν τον τομέα περιλαμβάνουν τη βελτίωση της διάρκειας ζωής της μπαταρίας, την αντίσταση στο νερό και τη συμβατότητα με τις φωνητικές υπηρεσίες.

Ηχεία και συστήματα ήχου: Οι ασύρματες τεχνολογίες έχουν στους χρήστες να απολαμβάνουν μουσική σε κάθε μέρος του σπιτιού τους χωρίς την ανάγκη για καλώδια. Η τάση εδώ είναι η αύξηση της ανάλυσης του ήχου, της ευελιξίας στον χειρισμό και της δυνατότητας σύνδεσης με άλλες συσκευές και έξυπνα συστήματα στο σπίτι.

Τεχνολογία Bluetooth: Η τεχνολογία Bluetooth συνεχίζει να βελτιώνεται με πιο σταθερές συνδέσεις, μεγαλύτερη απόσταση λειτουργίας και βελτιωμένη ποιότητα ήχου. Επίσης, το Bluetooth LE (Low Energy) χρησιμοποιείται για τη δημιουργία αξιόπιστων συσκευών ακουστικών και συστημάτων ήχου.



Εικόνα 5.6 Bluetooth L.E

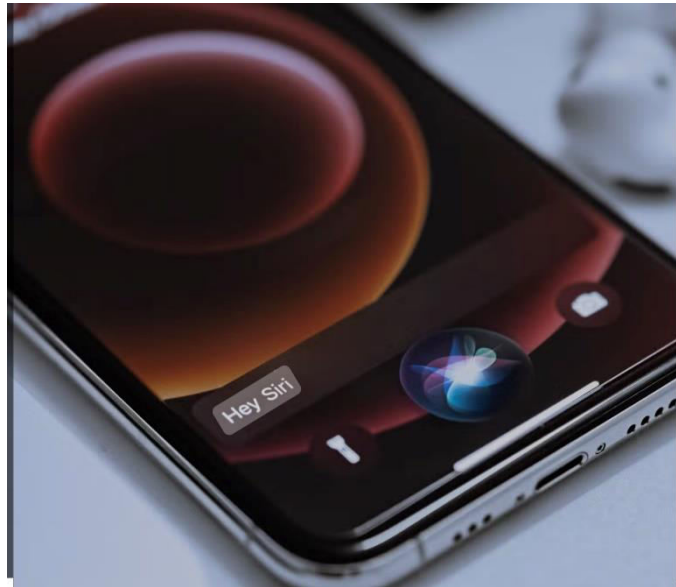
Ήχος υψηλής ανάλυσης: Ο ήχος υψηλής ανάλυσης (High-Resolution Audio) προσφέρει υψηλότερη ποιότητα ήχου σε σχέση με τα συμβατικά μέσα αναπαραγωγής ήχου. Αυτή η τάση είναι εμφανής σε ασύρματα ακουστικά και συστήματα ήχου.



Εικόνα 5.7 High Resolution Audio

Τεχνητή νοημοσύνη και ενσωματωμένο επεξεργαστές: Οι ασύρματες συσκευές ήχου όλο και συχνότερα τεχνητή νοημοσύνη για τη βελτίωση της απόδοσης τους. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την ακύρωση θορύβου, την προσαρμογή του ήχου στο περιβάλλον, και τη βελτιστοποίηση της αναπαραγωγής ήχου.

Ασύρματοι χειρισμοί και έλεγχος φωνής: Οι χρήστες μπορούν να ελέγχουν τις συσκευές τους με τους ασύρματους χειρισμούς, όπως το άγγιγμα ή το χτύπημα των ακουστικών, αλλά και με φωνητικές εντολές, χρησιμοποιώντας ενσωματωμένους βοηθούς όπως η Siri, η Google Assistant και άλλοι.



Εικόνα 5.8 Siri

Υποστήριξη πολλαπλών συσκευών: Οι σύγχρονες ασύρματες συσκευές κινητής τηλεφωνίας ενεργοποιούν την εύκολη σύνδεση με πολλές συσκευές ταυτόχρονα κάνοντας την αλλαγή μεταξύ τους χωρίς την ανάγκη αποσύνδεσης και ξανά σύνδεσης.

Αυτές οι τάσεις αντανακλούν τη σταθερή εξέλιξη της ασύρματης τεχνολογίας ήχου και τη διαρκή προσπάθεια για τη βελτίωση της ποιότητας του ήχου και τη βελτίωση της εμπειρίας των χρηστών.[4]

Ηχεία υψηλής ανάλυσης και ειδικές εφαρμογές

Τα ηχεία υψηλής ανάλυσης αποτελούν την κορυφαία κατηγορία ηχείων στην αγορά και προσφέρουν εξαιρετική ποιότητα ήχου. Είναι σχεδιασμένα για να αναπαράγουν ήχο υψηλότερη ακρίβεια, λεπτομέρεια και ανάλυση από τα συμβατικά ηχεία. Εδώ είναι μερικές από τις κύριες εφαρμογές και χρήσεις των ηχείων υψηλής ανάλυσης:

Στο στούντιο ηχογράφησης: Τα ηχεία υψηλής ανάλυσης στον τομέα της ηχογράφησης και της παραγωγής μουσικής. Οι ηχολήπτες και τα παράγωγα αυτά τα ηχεία για να ακούσουν τη μουσική με ακρίβεια και να κάνουν αποφάσεις για τη μίξη και την παραγωγή.

Ηχογράφηση και μίξη μουσικής: Οι παραγωγοί και τα παραγωγικά προϊόντα ηχεία υψηλής ανάλυσης για τη δημιουργία μουσικής με υψηλή ποιότητα. Τα ηχεία αυτά αποκαλύπτουν λεπτομέρειες και διαφορές στον ήχο που δεν εμφανίστηκαν σε συμβατικά ηχεία.



Εικόνα 5.9 Ηχογράφηση και μίξη μουσικής

Δημιουργία και ακρόαση υψηλής ανάλυσης ήχου: Οι ακροατές που αναζητούν την απόλυτη ακρόαση αξιοποιούν αυτά τα ηχεία για να απολαύσουν μουσική σε υψηλή ανάλυση, που αποκαλύπτει την πλήρη πλούσια λεπτομέρεια της μουσικής.

Συναυλίες και εκδηλώσεις ζωντανής μουσικής: Σε συναυλίες και εκδηλώσεις ζωντανής μουσικής, τα ηχεία υψηλής ανάλυσης για να προσφέρουν κρυστάλλινο ήχο στο κοινό.



Εικόνα 5.10 Συναυλίες και εκδηλώσεις ζωντανής μουσικής

Τηλεοράσεις και συστήματα home theater: Στα συστήματα home theater, τα ηχεία υψηλής ανάλυσης προσφέρουν εκπληκτικό ήχο για ταινίες και τηλεοπτικές σειρές, βελτιώνοντας την εμπειρία της θέασης.

Εφαρμογές VR (Εικονική Πραγματικότητα): Στα εικονικά περιβάλλοντα, η ακριβής αναπαραγωγή ήχου είναι κρίσιμη για την αλληλεπίδραση και την πραγματικότητα του περιβάλλοντος. Η ηχεία υψηλής ανάλυσης μπορεί να προσφέρει εντυπωσιακή ακουστική εμπειρία σε εφαρμογές VR.



Εικόνα 5.11 Εφαρμογές VR(Εικονική πραγματικότητα)

Εφαρμογές στον χώρο της υγείας: Στην ιατρική και τη βελτίωση της ανθρώπινης ψυχολογικής κατάστασης.

Συνολικά, τα ηχεία υψηλής ανάλυσης είναι καταπληκτικά εργαλεία για τη δημιουργία και την απόλαυση μουσικής και ήχου με υψηλή ποιότητα και ακρίβεια. Ανεξάρτητα από την εφαρμογή, αυτά τα ηχεία παρέχουν αξιόλογη εμπειρία ήχου.[15]

Κεφάλαιο 6^ο Σχεδιασμός και κατασκευή ηχείου

6.1 Εισαγωγή

Επιλέξαμε να κατασκευάσουμε ένα ηχείο Hi-Fi δυο δρόμων κλειστής καμπίνας με crossover δεύτερης τάξης. Παρακάτω θα αναλύσουμε τα στάδια κατασκευής και την συμπεριφορά του ηχείου.

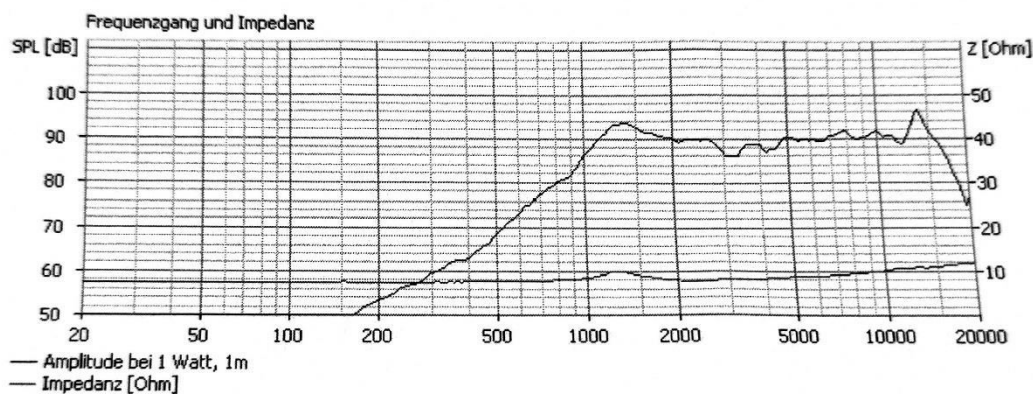
6.2 Επιλογή μεγαφώνων

Αρχικά ξεκινάμε με την επιλογή των μεγαφώνων. Τα μεγάφωνα επιλέχθηκαν με βάση των τεχνικών χαρακτηριστικών τους και τον συνδυασμό σε μια καμπίνα δυο δρόμων τύπου close box. Το tweeter είναι ένα ηλεκτρομαγνητικό μεγάφωνο τύπου χαρτού 3 ίντσες με απόκριση 200 Hz εως 20 kHz. Το woofer είναι ένα ηλεκτρομαγνητικό μεγάφωνο τύπου χάρτου 8 ιντσών με απόκριση από 20 Hz εώς 8 kHz. Παραθέτω πίνακες συχνοτήτων και τεχνικά χαρακτηριστικά μεγαφώνων.

TWETTER

RATED POWER	60W
MAXIMUM POWER	80W
NORMAL IMPEDANCE	4 OHM
FREQUENCY RESPONSE	200-2000HZ
MEAN SOUND PRESURE LEVEL	86DB/W/M

Πίνακας 2:Τεχνικά χαρακτηριστικά tweeter



Εικόνα6.1:Σχεδιάγραμμα απόκρισης tweeter

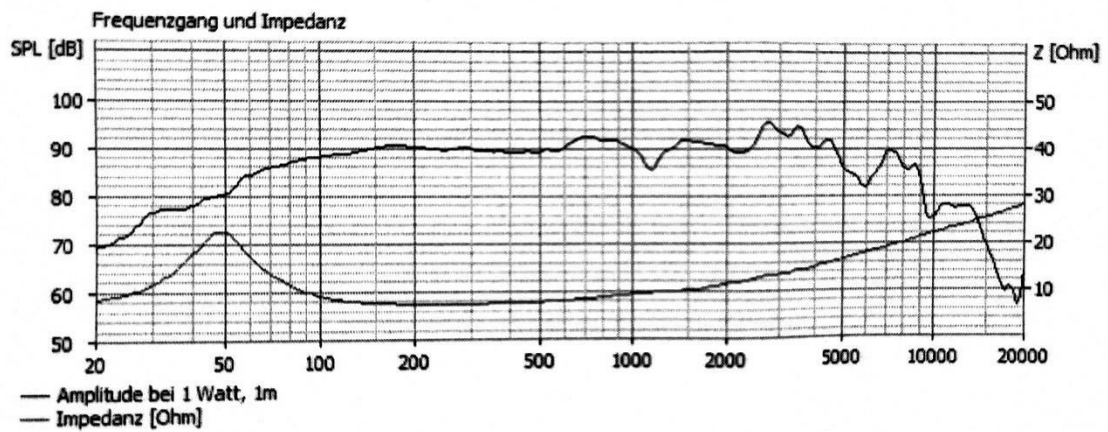


Εικόνα 6.2 Tweeter

WOOFER

RATED POWER	40W
MAXIMUM POWER	60W
NORMAL IMPEDANCE	4OHM
FREQUENCY RESPONSE	FU-8000HZ
MEAN SOUND PRESURE LEVEL	88DB/W/M

Πίνακας 3: Τεχνικά χαρακτηριστικά woofer



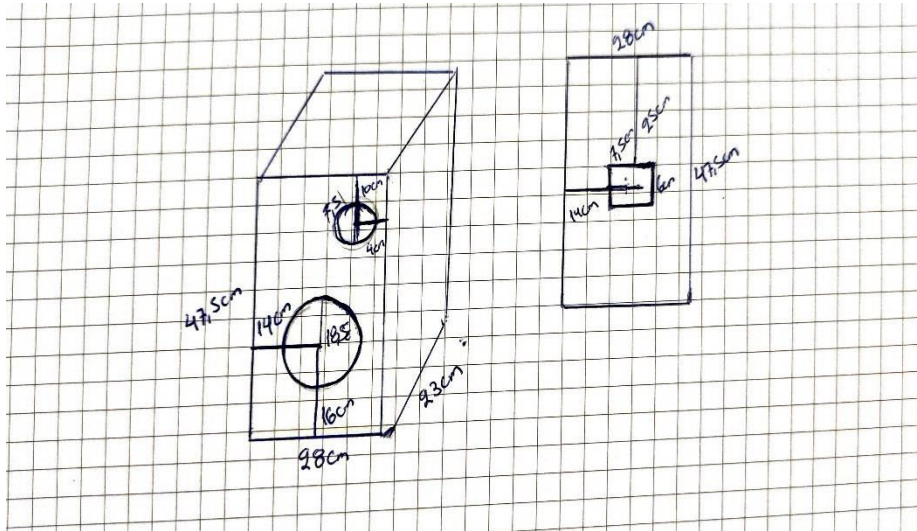
Εικόνα 6.3: Σχεδιάγραμμα απόκρισης woofer



Εικόνα 6.4 Woofer

6.3 Κατασκευή καμπίνας

Για την κατασκευή καμπίνας επιλέξαμε νοβοπάν πάχους 1.6 cm και είναι 22 λίτρα για την μέγιστη απόδοση μεγαφώνων. Επίσης, επιλέξαμε ριζοφον πάχους 2 cm για την μόνωση της καμπίνας, η οποία τοποθετήθηκε στην πλάτη της καμπίνας για απόσβεση οπίσθιας ακτινοβολίας ήχου και καταστολή στάσιμων κυμάτων ίδια η καμπίνα λειτουργεί εν μέρη ως μουσικό όργανο.



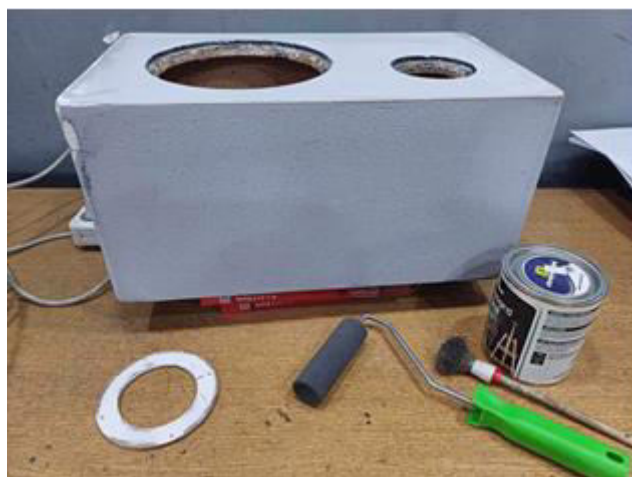
Εικόνα 6.5 Σχεδιάγραμμα καμπίνας ηχείου



Εικόνα 6.6 Καμπίνα



Εικόνα 6.7 Καμπίνα



Εικόνα 6.8 Καμπίνα



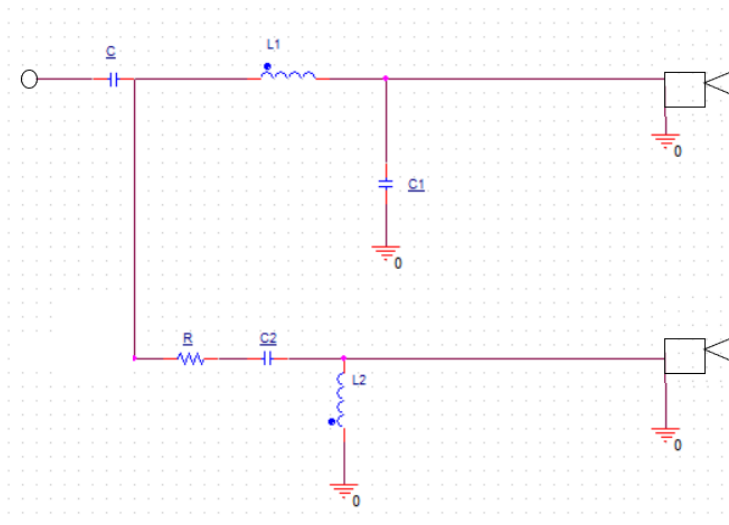
Εικόνα 6.9 Βαφή καμπίνας



Εικόνα 6.10 Ακροδέκτες

6.4 Σχεδιασμός και κατασκευή crossover

Σχεδιάσαμε crossover δυο δρόμων, δεύτερης τάξης και τύπου Butterworth το οποίο είναι -12 db ανά οκτάβα.

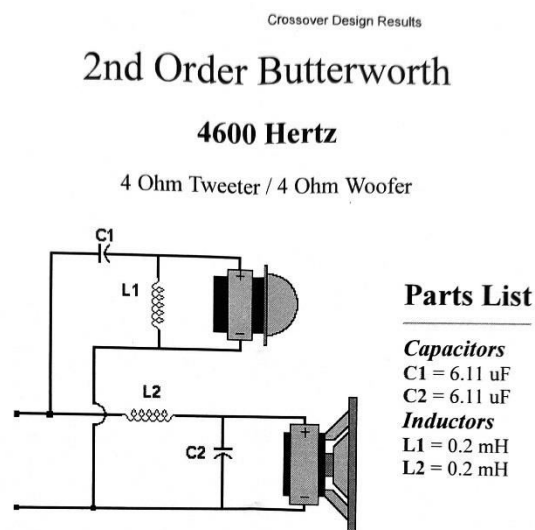


Εικόνα 6.11 Κύκλωμα Crossover

Επεξήγηση κυκλώματος: Αρχικά όλο το ηχητικό περιεχόμενο (σήμα) φιλτράρεται με την χρήση του πυκνωτή C και κόβουμε τις χαμηλές συχνότητες κάτω των 200 Hz. Έπειτα χρησιμοποιούμε τα στοιχεία L1, C1 για να έχουμε σημείο αποκοπής του woofer στα 1758 Hz. Με την χρήση L2, C2 ορίζω το σημείο αποκοπής και του tweeter στα 4200 Hz και τοποθετώ την αντίσταση για να κόψουμε 2 db από την ένταση του tweeter έτσι ώστε να ισορροπήσει ο ήχος (δηλαδή να είναι πιο ομαλός στην ανθρώπινη ακοή).

Τα υλικά επιλέχθηκαν με δυο τρόπους

A. Χρησιμοποιώντας ηλεκτρονική εφαρμογή crossover calculator /designer



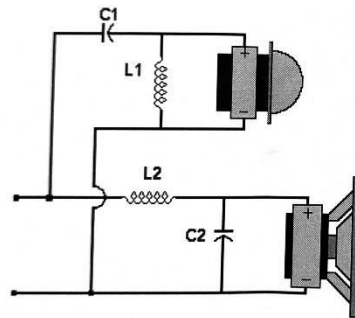
Εικόνα 6.12 Υπολογισμός στοιχείων crossover calculator/designer

Crossover Design Results

2nd Order Butterworth

1758 Hertz

4 Ohm Tweeter / 4 Ohm Woofer



Parts List

Capacitors

C1 = 16 uF

C2 = 16 uF

Inductors

L1 = 0.51 mH

L2 = 0.51 mH

Εικόνα6.13 Υπολογισμός στοιχείων crossover calculator/designer

B. Μαθηματικούς υπολογισμούς με βάση του τύπους

Τυποί:

$$\text{Woofer : } L_1 = \frac{\sqrt{2}R}{2\pi f_c}, C = \frac{1}{2\pi f_c R}, C_1 = \frac{\sqrt{2}}{4\pi f_c R}$$

$$\text{Tweeter : } C_2 = \frac{\sqrt{2}}{4\pi f_c R}, L_2 = \frac{\sqrt{2}R}{2\pi f_c}$$

$$C = 220 \mu\text{F}$$

$$R = 4 \text{ Ohm}$$

$$f_c = 198,75 \text{ kHz}$$

$$f_c = 1758 \text{ Hz (για woofer)}$$

$$C_1 = 16 \mu\text{F}$$

$$L_1 = 0,15 \text{ nH}$$

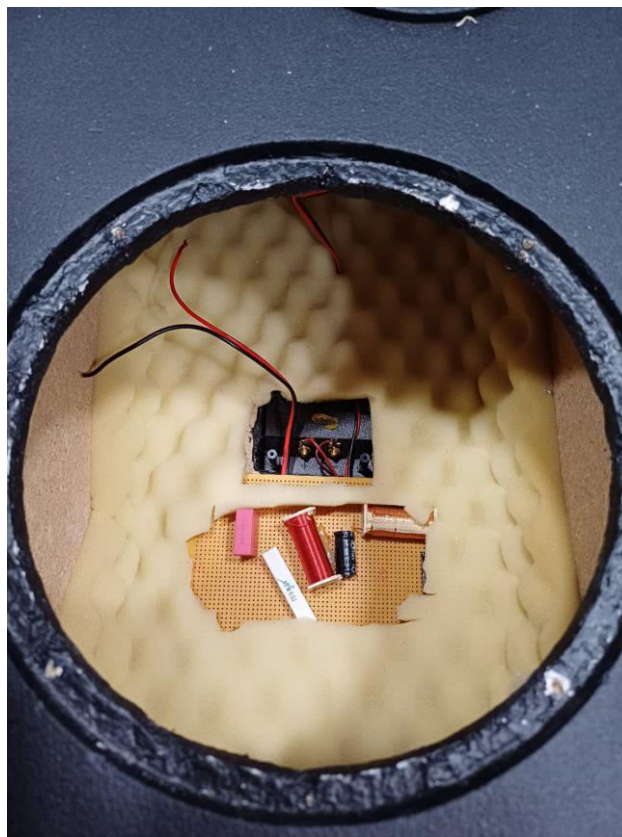
$$f_c = 4200 \text{ Hz (για tweeter)}$$

$$C_2 = 6,8 \mu\text{F}$$

$$L_2 = 0,2 \text{ mH}$$

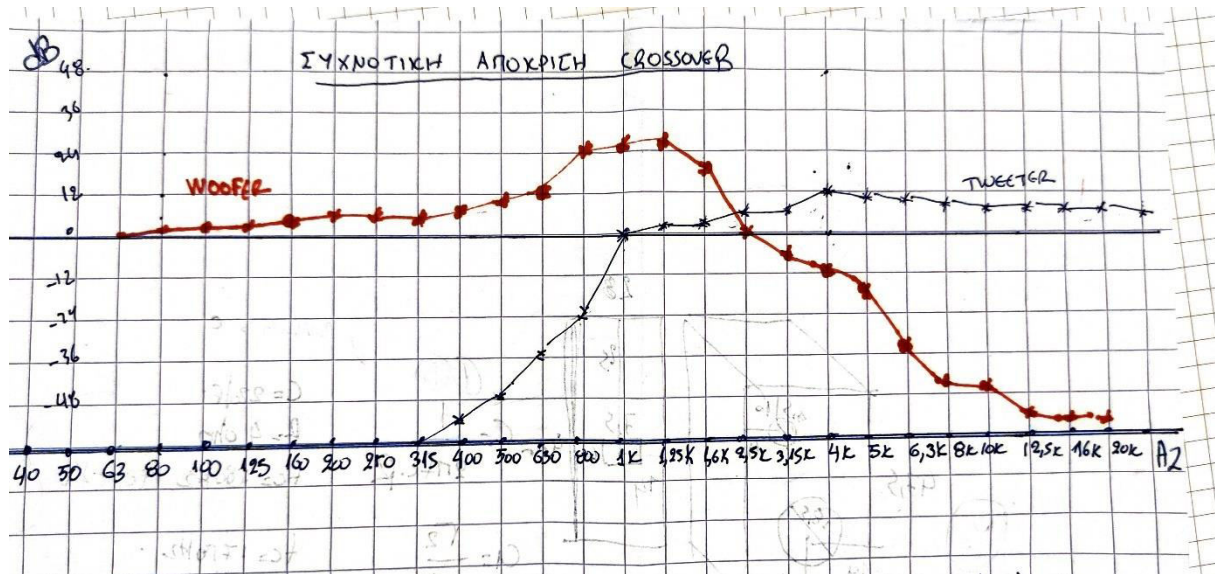


Εικόνα6.14 Υλικά για κατασκευή crossover



Εικόνα6.15 Τοποθέτηση crossover στην καμπίνα

Για να μετρήσουμε τις πραγματικές αποκρίσεις συχνοτήτων του crossover για το tweeter και το woofer αντίστοιχα με την χρήση της γεννήτριας δώσαμε σήμα στην είσοδο του κυκλώματος. Οι μετρήσεις και οι δοκιμές απεικονίζονται σε ένα φορητό παλμογράφο. Ακολουθεί διάγραμμα αποκρίσεις συχνοτήτων crossover το οποίο προκύπτει σύμφωνα με τις μετρήσεις.



Εικόνα 6.16 Σχεδιάγραμμα συχνοτικής απόκρισης crossover

6.5 Μετρήσεις ηχείου

Οι μετρήσεις έγιναν σε εργαστηριακό χώρο χρησιμοποιώντας πρόγραμμα **Visual Analyzer** στον υπολογιστή, επαγγελματικό ενισχυτή **Phonic** και μικρόφωνο παντόκατευθυντικό, το οποίο τοποθετήσαμε ένα μέτρο από το ηχείο μας. Με την χρήση λευκού θορύβου ισχύος 90DB/W./M. Παρατηρούμε την συμπεριφορά του ηχείου σε όλο το ακουστικό φάσμα του ηχείου.

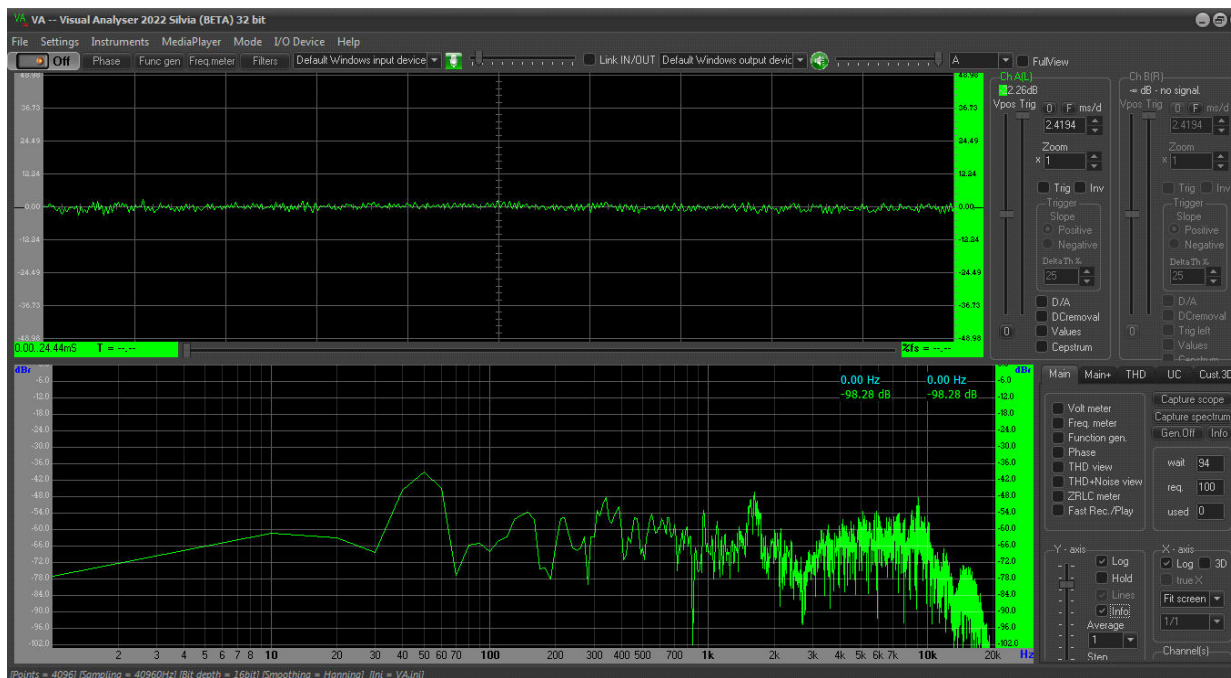


Εικόνα 6.17 Τοποθέτηση μικροφώνου

Κεφάλαιο 6

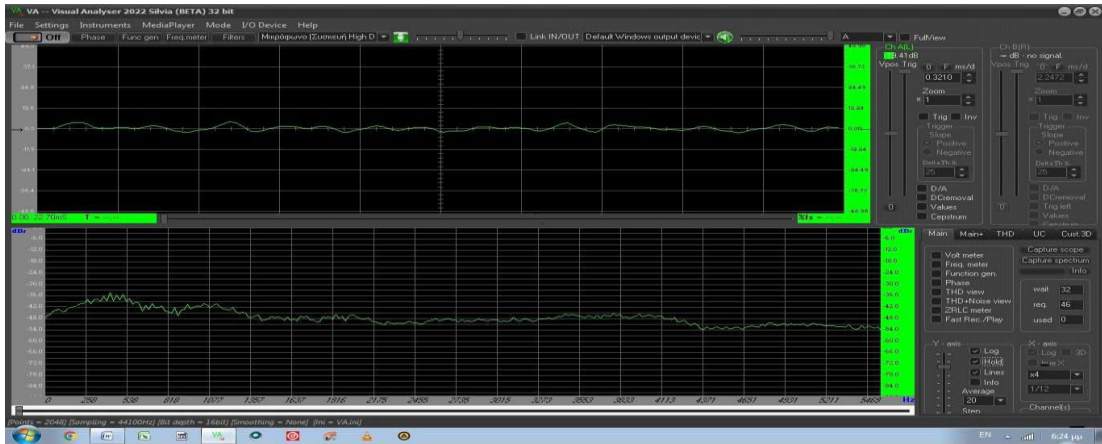


Εικόνα 6.18 Εργαστηριακή εγκατάσταση για μετρήσεις ηχείου

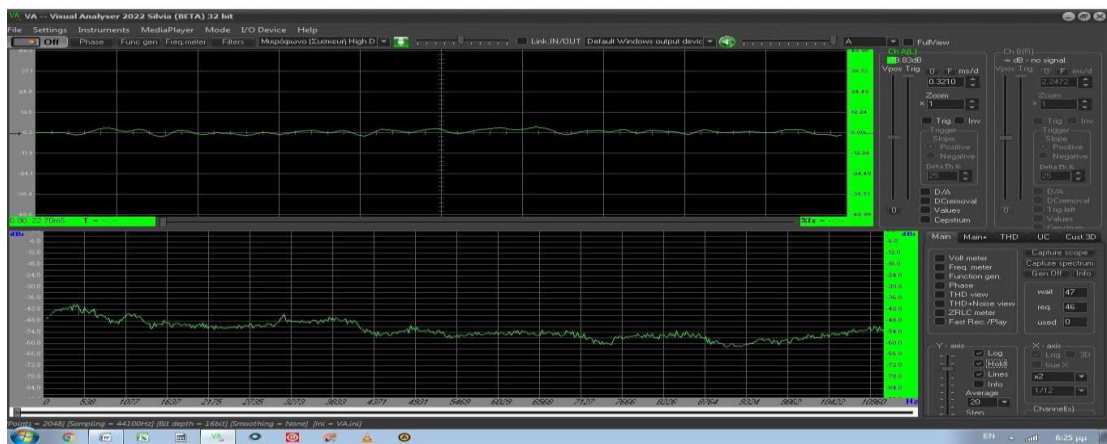


Εικόνα 6.19 Απεικόνιση συμπεριφοράς ηχείου

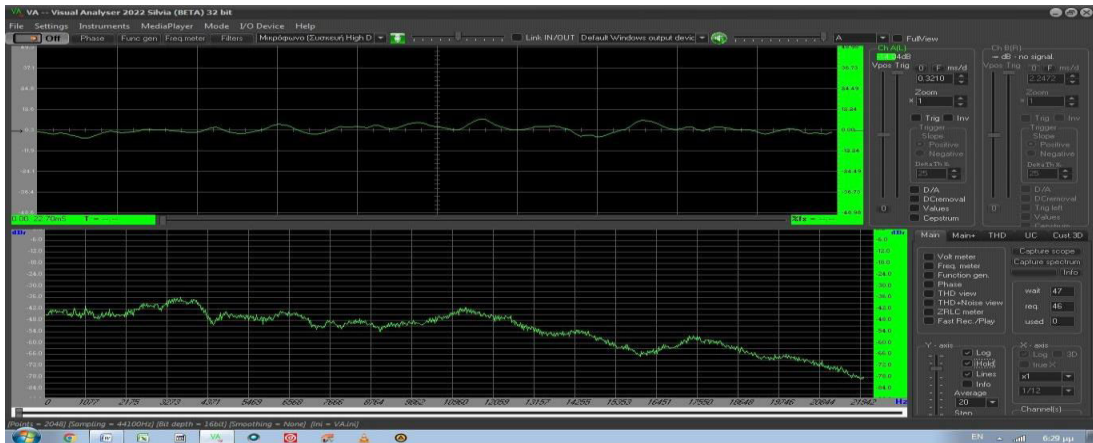
Για να μελετήσουμε καλύτερα την συμπεριφορά του ηχείου, χωρίσαμε την κυματομορφή της συνολικής απόκρισης σε τρία κομμάτια.



Εικόνα 6.20 Απεικόνιση συμπεριφοράς ηχείου από 100-5469 HZ



Εικόνα 6.21 Απεικόνιση συμπεριφοράς ηχείου από 5469-10960HZ



Εικόνα 6.22 Απεικόνιση συμπεριφοράς ηχείου από 10960-13000HZ

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε την απόκριση σε db τοθ ηχείου, στο ακουστικό φάσμα με μέσον μετρήσεων τα -48db, τα οποία αναλογούν σε ηχητική στάθμη λευκού θορύβου 90 db/W/M.

ΦΑΣΜΑ ΣΥΧΝΩΤΗΤΩΝ	ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΣΕ DB
100-5469 HZ	+6 ΕΩΣ -6DB
5469-10960HZ	-12 DB
10960-13000HZ	+6 ΕΩΣ -22DB

Πίνακας 4. Αποκλίσεις ηχείου

Παράτηρούμε ότι στις συχνότητες 20Hz-16 kHz ο ηχείο μας ανταποκρίνεται ομαλά. Δηλαδή δεν παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις στην ηχητική του συμπεριφορά. Αν και έχουμε σε κάποια σημεία διπλασιασμό τις ισχύς δε είναι αντιληπτό από το ανθρώπινο αυτί, έτσι ώστε να παραμορφώσει την ποιότητα του ήχου συνολικά. Βέβαια παρατηρούμε μία μεγάλη απόκλιση στις συχνότητες ανώ των 16kHz, πράγμα που πρακτικά δεν μπορούμε να αντιληφθούμε.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν ύστερα από την μελέτη της πτυχιακής μας με το θέμα «Ηχείο» είναι αρκετά. Αρχικά, η μελέτη και η κατασκευή του ηχείου απαιτεί πολλές γνώσεις και τεχνικές. Ένα πολύ σημαντικό κομμάτι για την κατασκευή και τις μετρήσεις του ηχείου είναι να υπάρχει κατάλληλος εργαστηριακός χώρος και όργανα μετρήσεων. Σαφώς, η απουσία ενός σωστού ηχομονωμένου χώρου επηρεάζει στην ποιότητα του ήχου. Ιδιαίτερα σημαντικό είναι η σωστή χρήση προγραμμάτων για να μπορέσουμε να πάρουμε τα σωστά επιθυμητά αποτελέσματα στις μετρήσεις μας. Στόχος μας ήταν η δημιουργία και η κατανόηση λειτουργίας ενός απλού ήχειου Hi-Fi. Για την κατασκευή καμπίνας την οποία χρειάζονται γνώσεις ξυλουργίας, την πήραμε έτοιμη με βάση την σωστή επιλογή μεγαφώνων. Πολύ σημαντικό κομμάτι όπου έπαιξε στην μελέτη μας ήταν η κατασκευή του crossover και των υλικών που πρέπει να επιλέξουμε για να έχουμε ένα ικανοποιητικό, ηχητικό αποτέλεσμα. Σαφώς και χρειάζεται να πειραματιστείς έτσι ώστε οι θεωρητικοί μας υπολογισμοί να ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα. Τέλος, θα θέλαμε να αναφέρουμε ότι μέσα από αυτή την πτυχιακή αναπτύξαμε τις γνώσεις μας πάνω στο κομμάτι του ήχου και της κατασκευής ενός ηχείου. Σαφέστατα, θα μπορούσε να είναι ακόμη πιο ποιοτικό, όμως κατευνθήκαμε με βάση τον χρόνο και τα χρήματα που διαθέταμε. Η ενασχόληση μας με το κομμάτι του ήχου ήταν ευχάριστη και μας βοήθησε να κατανοήσουμε ένα σημαντικό μέρος από το αντικείμενο των σπουδών μας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία

- [1] Ι.Γ. ΙΩΑΝΝΟΥ, Ακουστική για Ηχολήπτες, Εκδόσεις «ΙΩΝ»
- [2] Γ.ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Ηλεκτρακουστική, 2^η Έκδοση
- [3] ΑΡΓΥΡΗΣ Λ.ΑΔΑΜΙΔΗΣ, Ήχοι και Εικόνες του Χθες: Η τεχνολογία που αλλάζει
- [4] ΣΠΥΡΟΣ Ι.ΛΟΥΤΡΙΔΗΣ, Ηλεκτροακουστική και Ηχητικές εγκαταστάσεις, Εκδόσεις «ΙΩΝ»
- [5] F.ALTON EVEREST, Εγχειρίδιο Ακουστικής, Εκδόσεις Τζιολα, 5^η Έκδοση
- [6] ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΣΚΑΡΛΑΤΟΣ, Εφαρμοσμένη Ακουστική, Εκδόσεις «GOTSIS»

Internet Site

- [7] https://en.wikipedia.org/wiki/Johann_Philipp_Reis
- [8] https://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah_689864
- [9] <https://www.sansimera.gr/biographies/1195>
- [10] <http://madeupinbritain.uk/Loudspeaker>
- [11] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rice_Kellogg_loudspeaker_2.jpg:
- [12] <https://www.soundandcommunications.com/industry-pioneers-18-dr-john-k-hilliard-the-standard-of-motion-picture-sound/>
- [13] <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%89%CF%87%CE%BF%CF%82>
- [14] <https://www.meteorology.gr/poia-einai-i-tachytita-toy-ichoy-analysi-charaktiristika/>
- [15] <https://www.skai.gr/news/technology/poia-einai-i-megisti-taxytita-tou-ixou-oi-epistimones-apantisans><https://sopa.tulane.edu/blog/whats-difference-between-ar-and-vr>
- [16] https://infoacoustics.blogspot.com/2012/06/blog-post_29.html
- [17] <http://www.epaggelmaties.com/writer/2001-2003/teyxos205.html>
- [18] <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CF%8D%CE%BC%CE%B1>
- [19] <https://www.creativosonline.org/el/imagenes-digitales-tipos-caracteristicas.html>
- [20] https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CE%B1%CE%B9%CE%BD%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF_%CE%9D%CF%84%CF%8C%CF%80%CE%BB%CE%B5%CF%81
- [20] http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2728/Fysiki-G-Lykeiou-ThSp_html-apli/index5_9.html
- [21] <https://www.whathifi.com/advice/high-resolution-audio-everything-you-need-to-know>
- [22] [https://www.smpo.org/ \"The Audio Expert: Everything You Need to Know About Audio\"](https://www.smpo.org/ \)
- [23] <https://projecta3pylou.weebly.com/sigmaupsilonsigmakappaepsilonupsilon941sigmaf-905chiomicronupsilon-kappaalphiota-epsiloniotakappa972nualphasigmaf.html>
- [24] <https://vrkingdom.com.au/3-types-of-virtual-reality/>
- [25] https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality
- [26] <https://www.vrtonung.de/en/virtual-reality-sound-start/>