

Αξιολόγηση μαθήματος Ηλεκτροακουστικής

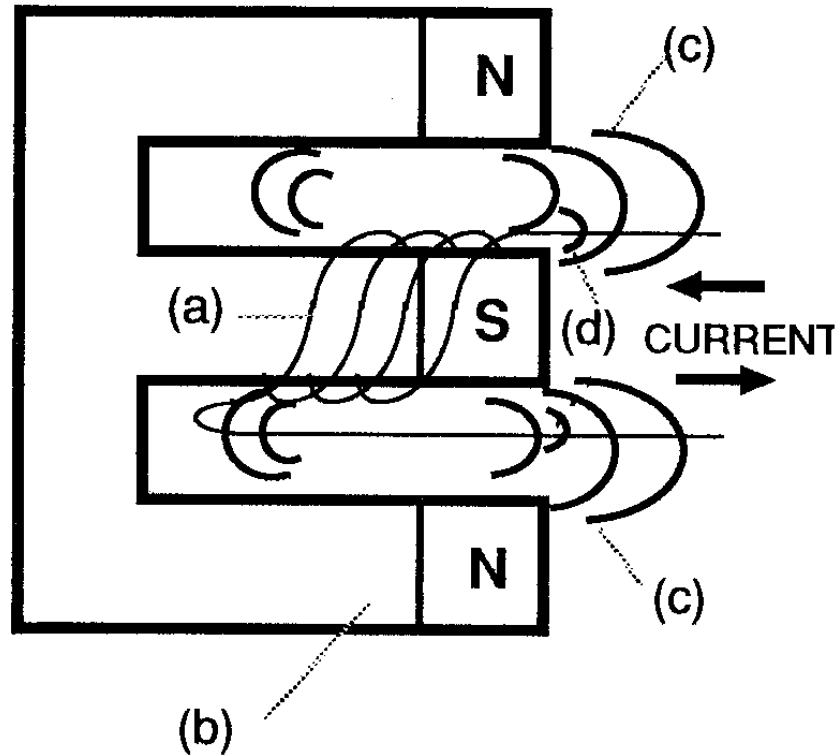
- Μέχρι Τρίτη 13/12/22 ώρα 23.00 !
- Το Link και το pwd βρίσκεται στις ανακοινώσεις του eclass

Μεγάφωνα

Μεγάφωνα

- Μετατροπή του ηλεκτρικού σήματος σε ακουστική διαταραχή
- Από μερικά γραμμάρια μέχρι εκατοντάδες κιλά
- Από δέκατα του Watt μέχρι κάποια kWatt

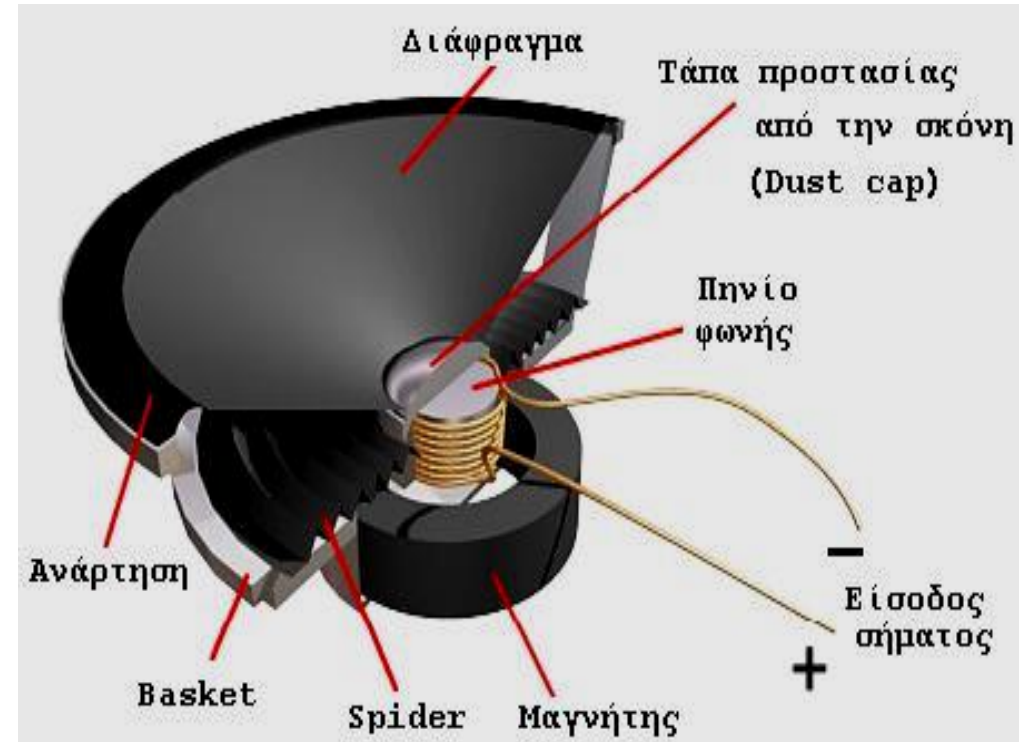
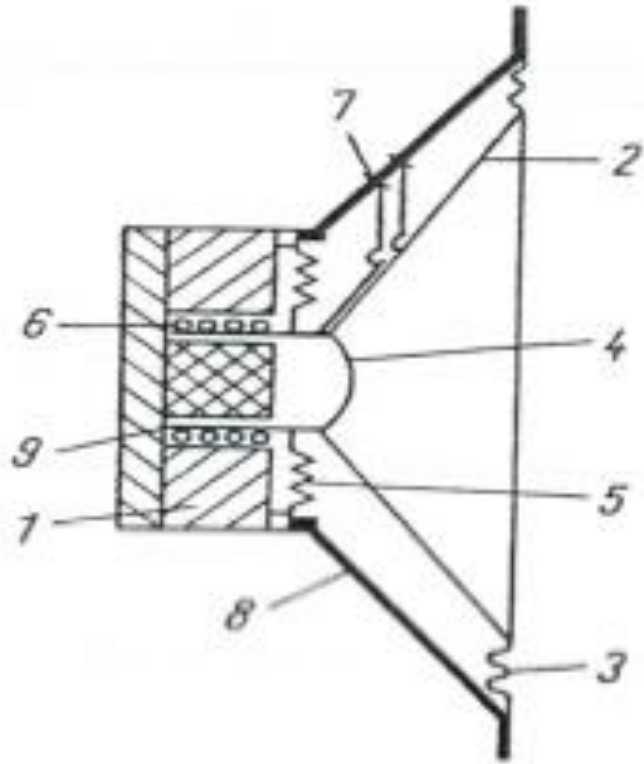
Ηλεκτρομαγνητική μετατροπή



Η δύναμη Laplace δίνεται από τον τύπο $F = B I L$, όπου B η ένταση του μαγνητικού πεδίου, I είναι η ένταση του ρεύματος και L το μήκος του πηνίου.

Figure 13-1. Operation of a linear electromagnetic motor

Μεγάφωνο με ηλεκτρομαγνητική μετατροπή



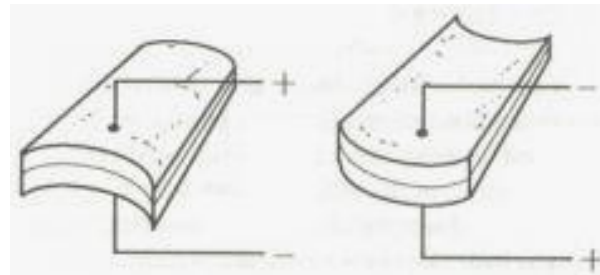
Σχήμα 2.1 Τομή ηλεκτροδυναμικού μεγαφώνου.

Διακρίνονται: (1) Μαγνήτης, (2) Κώνος (3) Περιμετρική ανάρτηση, (4) Διάφραγμα, (5) Ανάρτηση, (6) Πηνίο, (7) Ηλεκτρικά καλώδια για το σήμα εισόδου, (8) Περίβλημα, (9) Φορέας του κινούμενου πηνίου

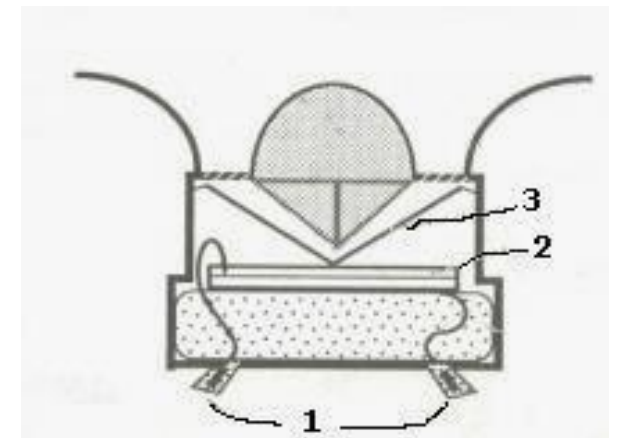
Πιεζοηλεκτρική μετατροπή

Το πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο είναι μια ιδιότητα ορισμένων κρυσταλλικών υλικών. Όταν ένας τέτοιος κρύσταλλος παραμορφώνεται μηχανικά παράγεται ηλεκτρική ενέργεια. Αφ' ετέρου, εάν ένα ηλεκτρικό δυναμικό εφαρμοσθεί στον κρύσταλλο, αλλάζει διαστάσεις.

Διμορφικά πιεζοηλεκτρικά στοιχεία



Τα πιεζοηλεκτρικά μεγάφωνα χρησιμοποιούνται μόνο σαν υψηλής συχνότητας μεγάφωνα (συνήθως ενεργώντας επάνω από 5 kHz) μια και οι αποκρίσεις τους πέφτουν πολύ στις μεσαίες και στις χαμηλές συχνότητες



Χαρακτηριστικά ηχείου / μεγαφώνου

- Διάμετρος διαφράγματος (inches)
- Ισχύς (Watt),RMS
- Ευαισθησία/απόδοση (92 dB SPL at 1m and 1 Watt)
- Ονομαστική αντίσταση (4,8 ή 16 Ω συνήθως)
- Συχνοτική απόκριση (πχ 30 Hz – 15000 Hz, ± 3 dB)
- Κατευθυντικότητα
- Τύπος ακτινοβολίας (κώνου ή χοάνης)
- Αριθμός δρόμων

Κατευθυντικά χαρακτηριστικά

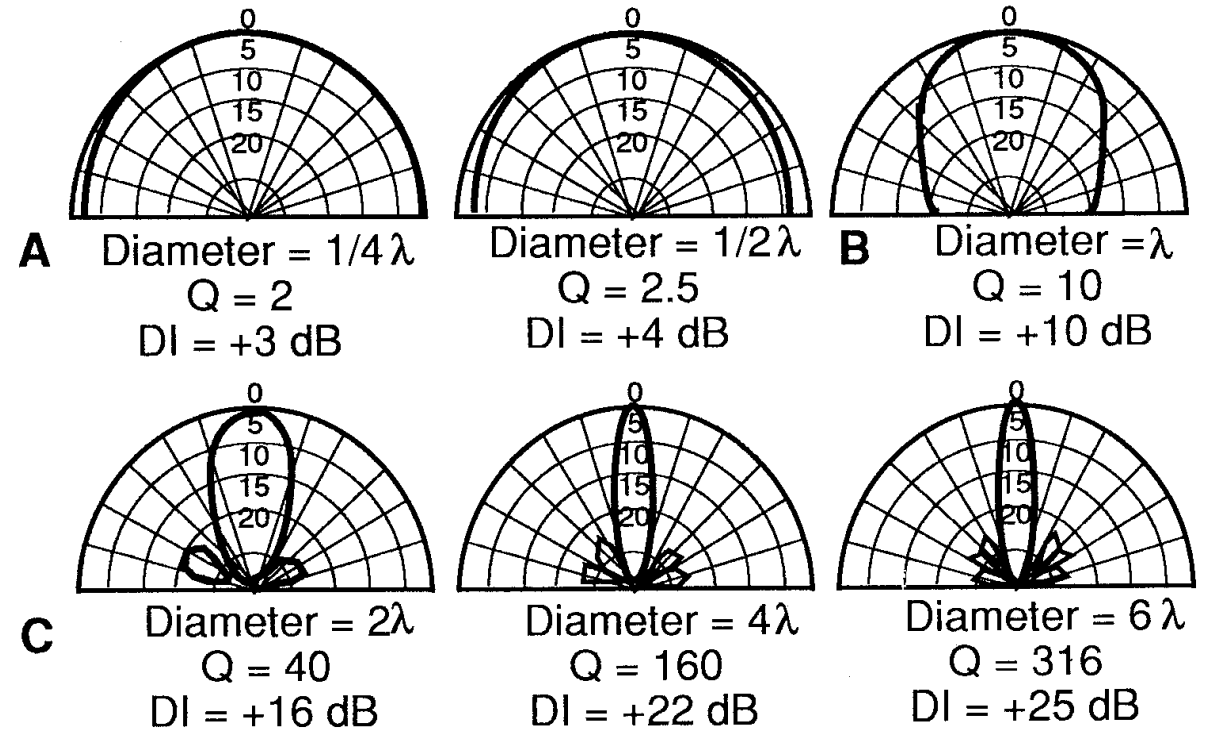
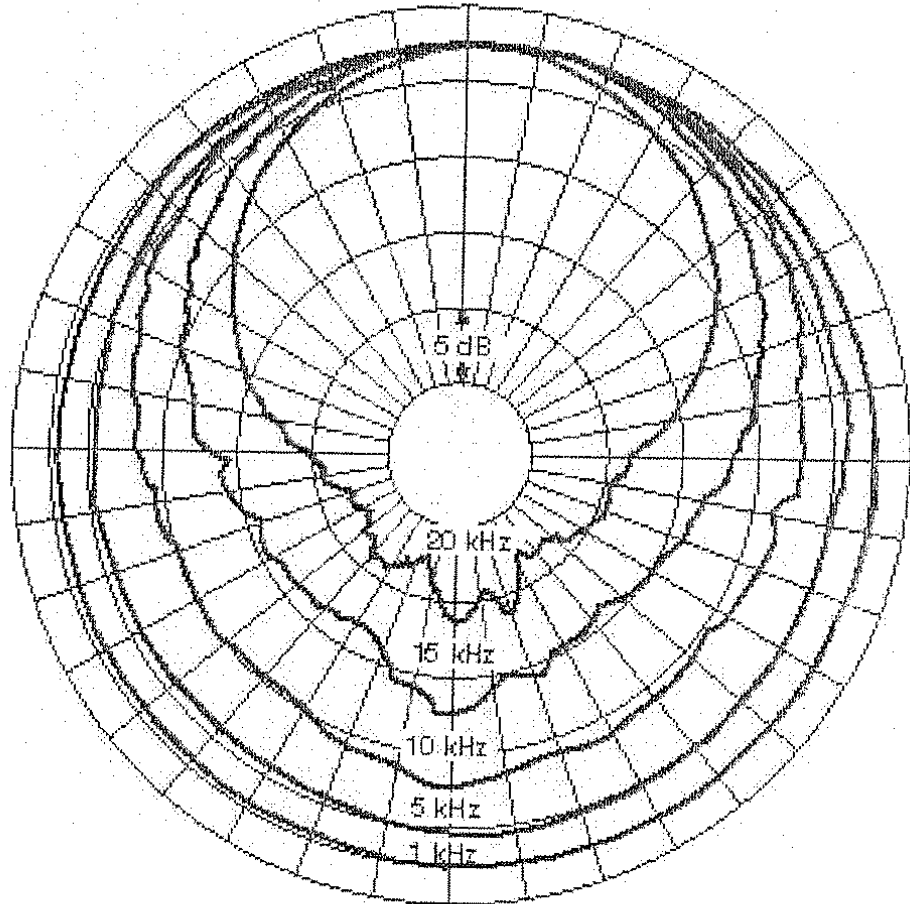


Figure 13-7. How the directional characteristics of a driver vary with wavelength

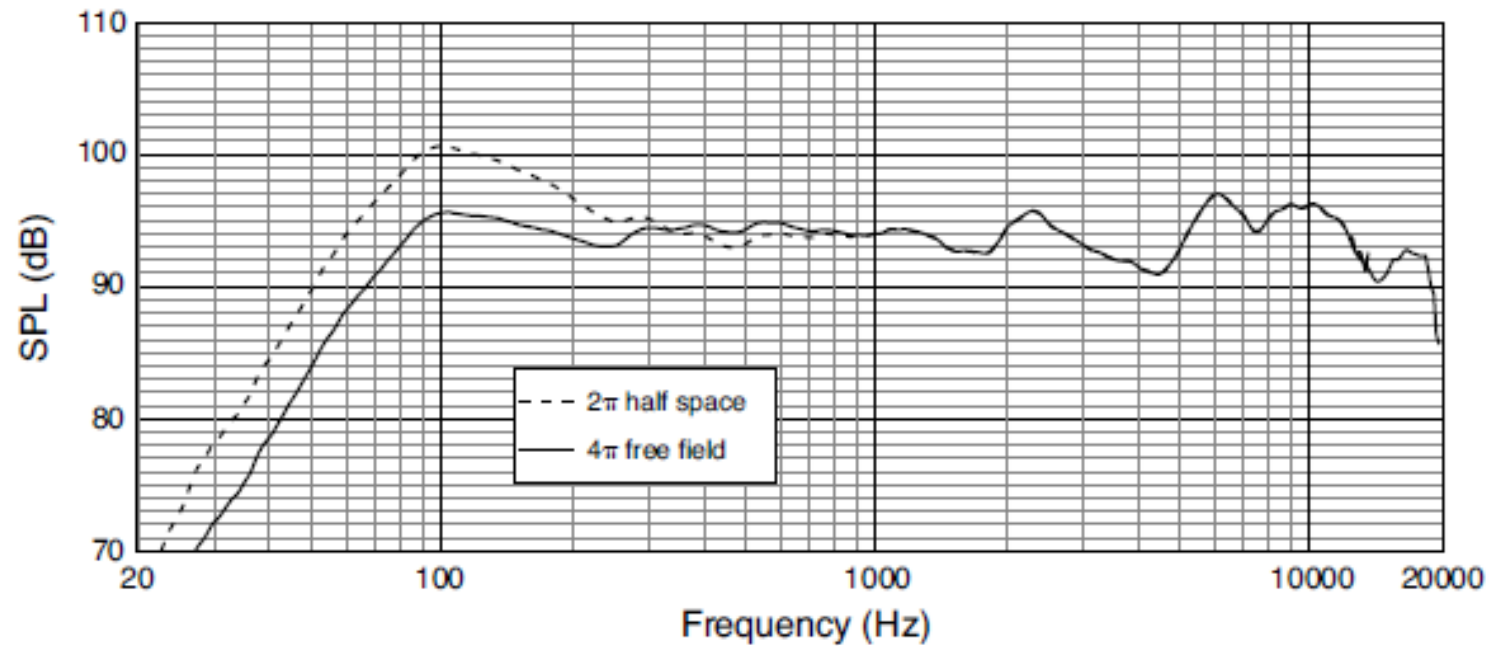
Σχήμα 48: Πολικά διαγράμματα ηχείου για 1, 5, 10, 15 και 20 kHz.

Γωνιακή απόκριση ηχείου

$$D_L(\theta, f) = 20 \log\left(\frac{p(\theta)}{p(\theta = 0)}\right)$$

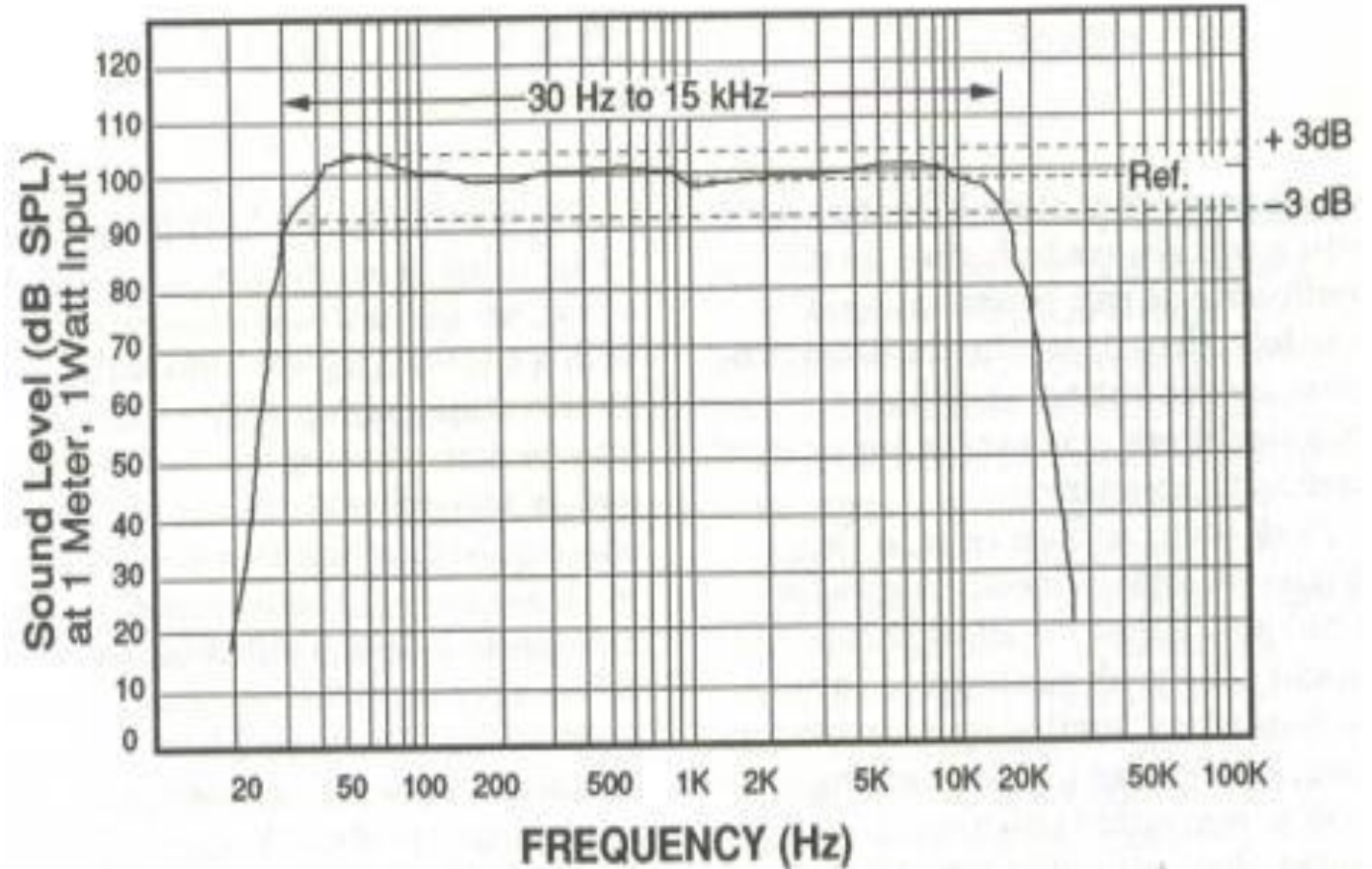
Συχνοτική απόκριση ηχείου

Frequency Response:

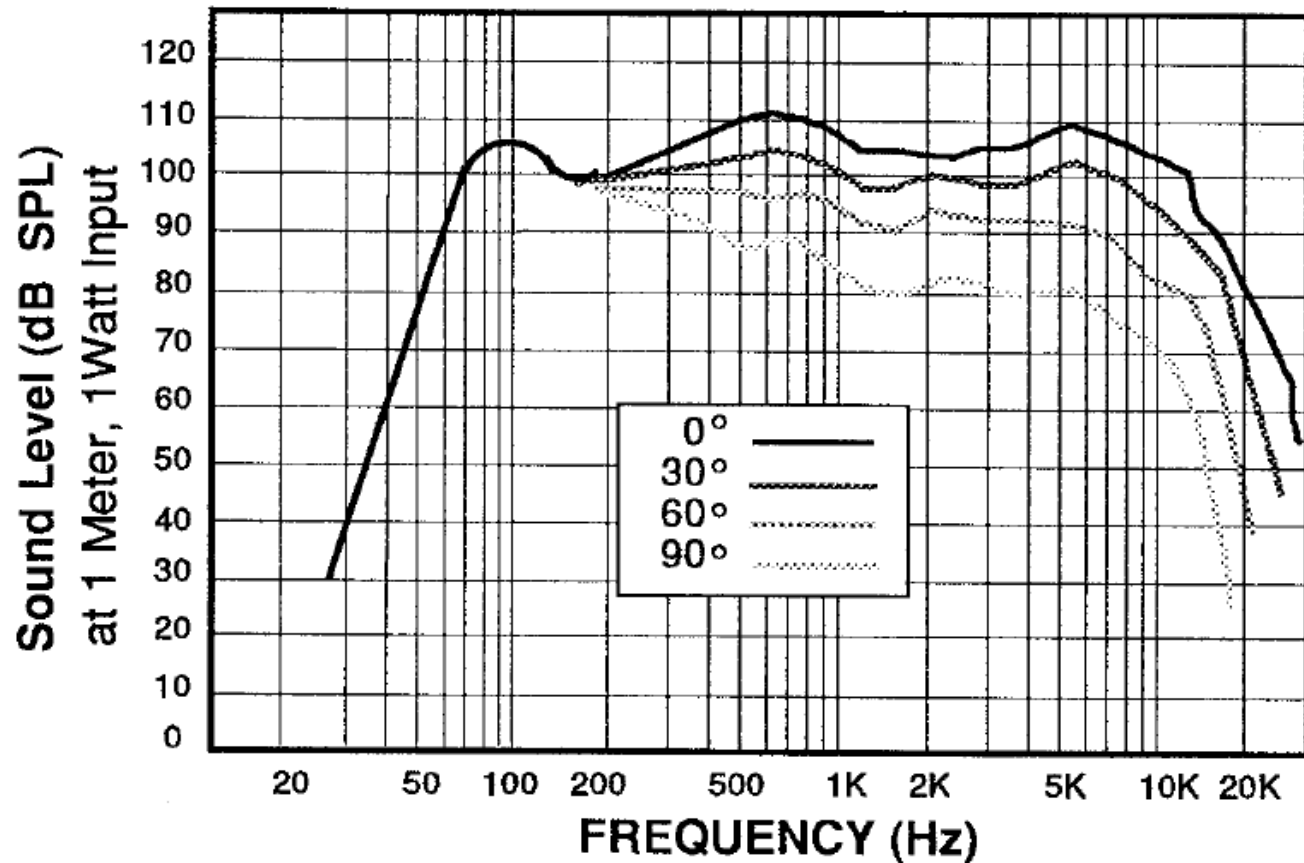


Συχνοτική απόκριση με ευαισθησία ελεύθερου πεδίου

Πχ: «30 Hz – 1500 Hz, ± 3 dB»



Συχνοτική απόκριση με ευαισθησία ελεύθερου πεδίου και κατευθυντική συμπεριφορά

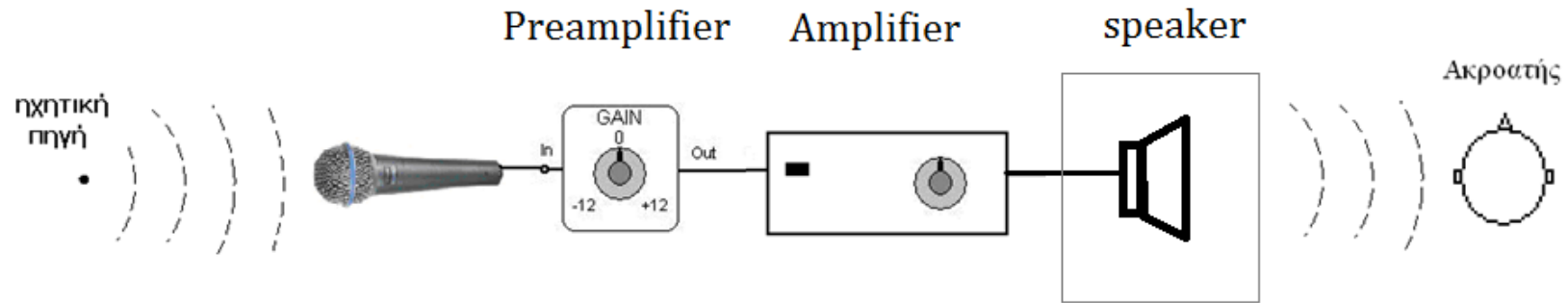


Ενεργά VS παθητικά ηχεία (active – passive)

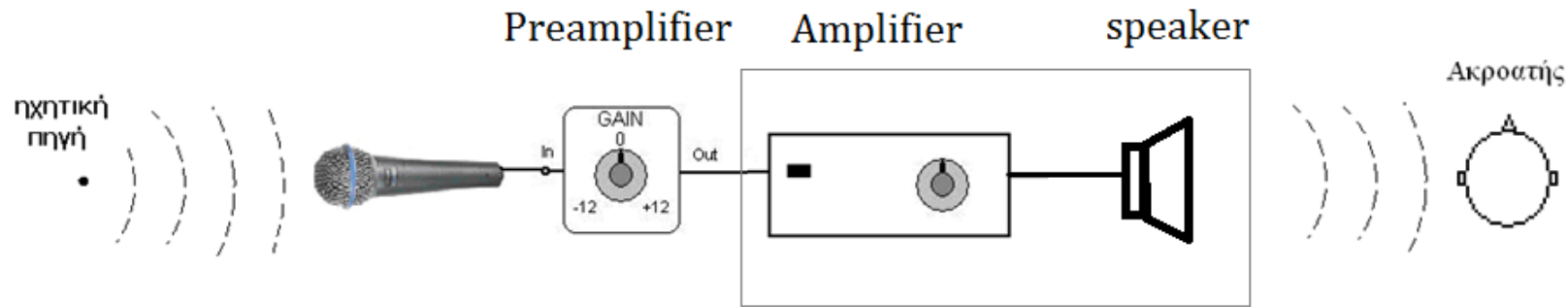
- Τα ενεργά ηχεία διαθέτουν ενσωματωμένο ενισχυτή
- Τα παθητικά ηχεία δεν διαθέτουν ενσωματωμένο ενισχυτή και άρα απαιτείται η χρήση τελικού ενισχυτή.

Ενεργά VS παθητικά ηχεία (active – passive)

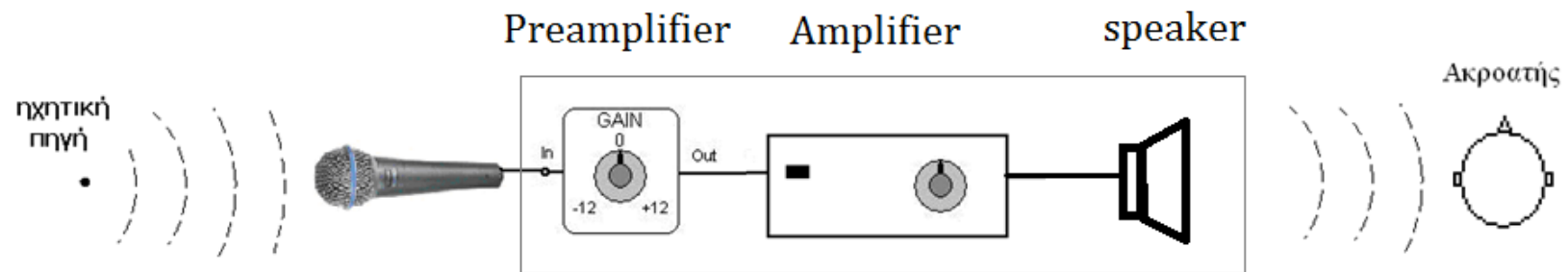
Παθητικό ηχείο:



Ενεργό ηχείο:



Ενεργό ηχείο:



ενεργό



παθητικό



Περιγραφή ενεργού ηχείου:

- Αυτοενισχυόμενο ηχείο 2 δρόμων με 10'' μεγάφωνο και bass reflex σχεδίαση. Ισχύς 500watt continuous, D-class ενισχυτής, απόκριση συχνότητας 60Hz-20kHz ($\pm 3\text{dB}$), μέγιστο SPL 124dB, διασπορά 110° x 60°. Διαθέτει δύο καναλιών μίκτη με combo βύσματα (xlr/jack) και κουμπί επιλογής mic/line σε κάθε κανάλι. Ένα master volume με limiter για προστασία του ηχείου, 4 έτοιμα EQ presets (main, monitor, speech, sub) και μια έξοδος thru για σύνδεση με περισσότερα ηχεία. Επίσης διαθέτει δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου μέσω Bluetooth, IOS και Android εφαρμογής των EQ presets και του master volume με δυνατότητα αποθήκευσης και ανάκλησης. Επιπλέον διαθέτει δύο χερούλια για εύκολη μεταφορά, ειδικά σημεία αιώρησης, και ειδικό σύστημα πατούρας για εύκολη και ασφαλή αποθήκευση και μεταφορά. Διαστάσεις (ΥxΠxΒ) 558x332x295 mm. Βάρος 11,79 kg.

Περιγραφή παθητικού ηχείου:

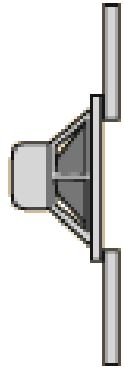
- Πλαστικό παθητικό ηχείο 2 δρόμων 15" με 1,35" tweeter, 500W program @8Ω, Απόκριση συχνοτήτων: 50Hz - 20 kHz, Max S.P.L: 123dB. Ευαισθησία: 96dB. Διαστάσεις (WxHxD): 470 x 390 x 700 mm. Βάρος 19 kg.

Direct radiator loudspeaker (απευθείας ακτινοβολίας)

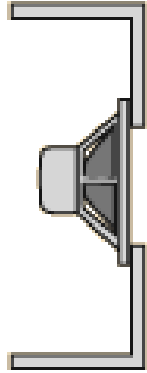
Η ταλαντούμενη επιφάνεια (το διάφραγμα ή ο κώνος) ακτινοβολεί απευθείας στον αέρα (direct radiator loudspeaker)

- 1) Ευρύ συχνοτικό εύρος για σχετικά μικρό όγκο κατασκευής
- 2) Χαμηλή απόδοση (4% στα 200 Hz, 0.1% στα 15 kHz)
- 3) Κατεθυντικά χαρακτηριστικά εξαρτώνται από το σχέση μήκους κύματος – διαστάσεων διαφράγματος

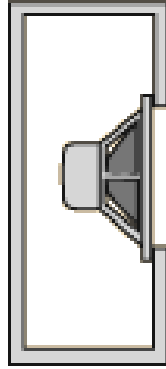
Direct radiator loudspeaker (απευθείας ακτινοβολίας)



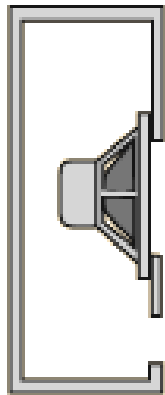
Flat baffle



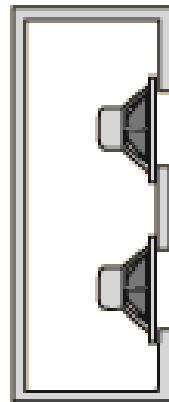
Open back
baffle



Closed
baffle



Bass-reflex
baffle



Drone-cone
baffle

Καμπίνες:

- 1) Κλειστού τύπου
- 2) Ανοικτού τύπου
- 3) Ανάκλασης χαμηλών
(Vented Box / Bass
reflex)

Direct radiator loudspeaker (απευθείας ακτινοβολίας)

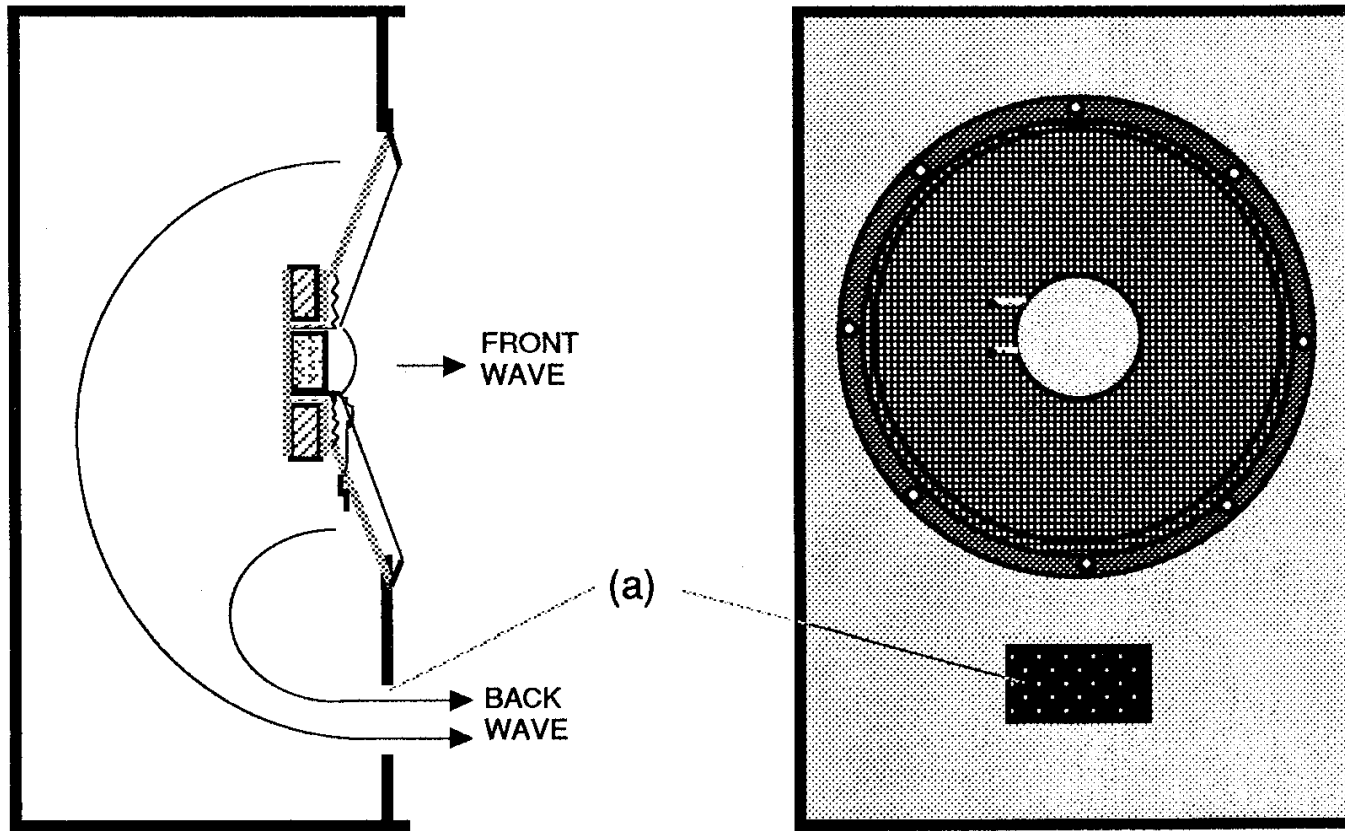


Figure 13-9. A vented, direct-radiator low frequency enclosure

Καμπίνες:

- 1) Κλειστού τύπου
- 2) Ανοικτού τύπου
- 3) Ανάκλασης χαμηλών (Vented Box / Bass reflex)

Μεγάφωνα τύπου χοάνης (horn loudspeakers)

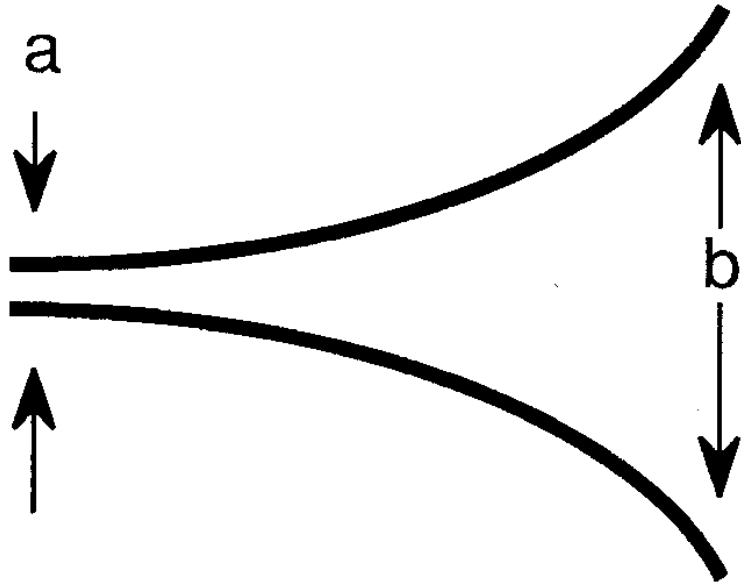
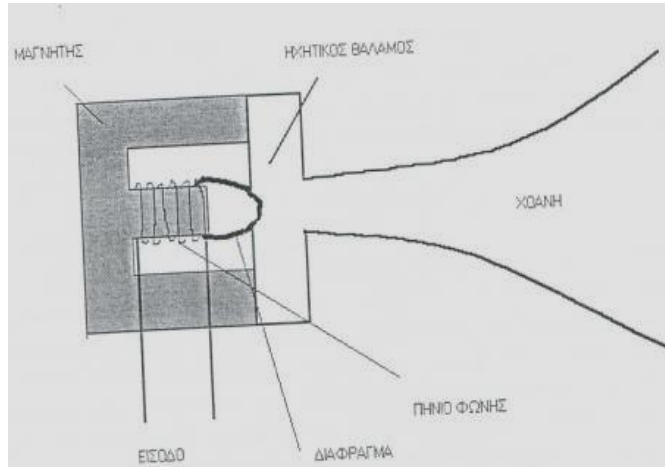


Figure 13-11. Cross-section of a straight exponential horn

- 1) Ταίριασμα ακουστικής εμπέδησης = αυξημένη απόδοση (Κυρίως για τις μεσαίες και υψηλές συχνότητες μπορεί να αγγίξει το 40% – 50%)
- 2) Κατευθυντικά χαρακτηριστικά εξαρτώνται από τη γεωμετρία της χοάνης
- 3) Για κατασκευαστικούς λόγους, δεν είναι κατάλληλα για τις χαμηλές συχνότητες

Μεγάφωνα τύπου χοάνης



Αναγκαιότητα του διαχωριστικού κυκλώματος

- Οι μονάδες χαμηλών συχνοτήτων απαιτούν περισσότερη ισχύ από ότι οι μονάδες μεσαίων/υψηλών συχνοτήτων για να παράγουνε μια δεδομένη ακουστική ένταση
- Αν πάει ηλεκτρικό σήμα χαμηλών συχνοτήτων στη μονάδα αναπαραγωγής υψηλών συχνοτήτων τότε μπορεί να τη βλάψει
- Αν οι δύο μονάδες αναπαράγουν την ίδια συχνότητα και βρίσκονται σε διαφωνία φάσης τότε μπορεί να έχουμε καταστροφική συμβολή

Χρησιμότητα του crossover

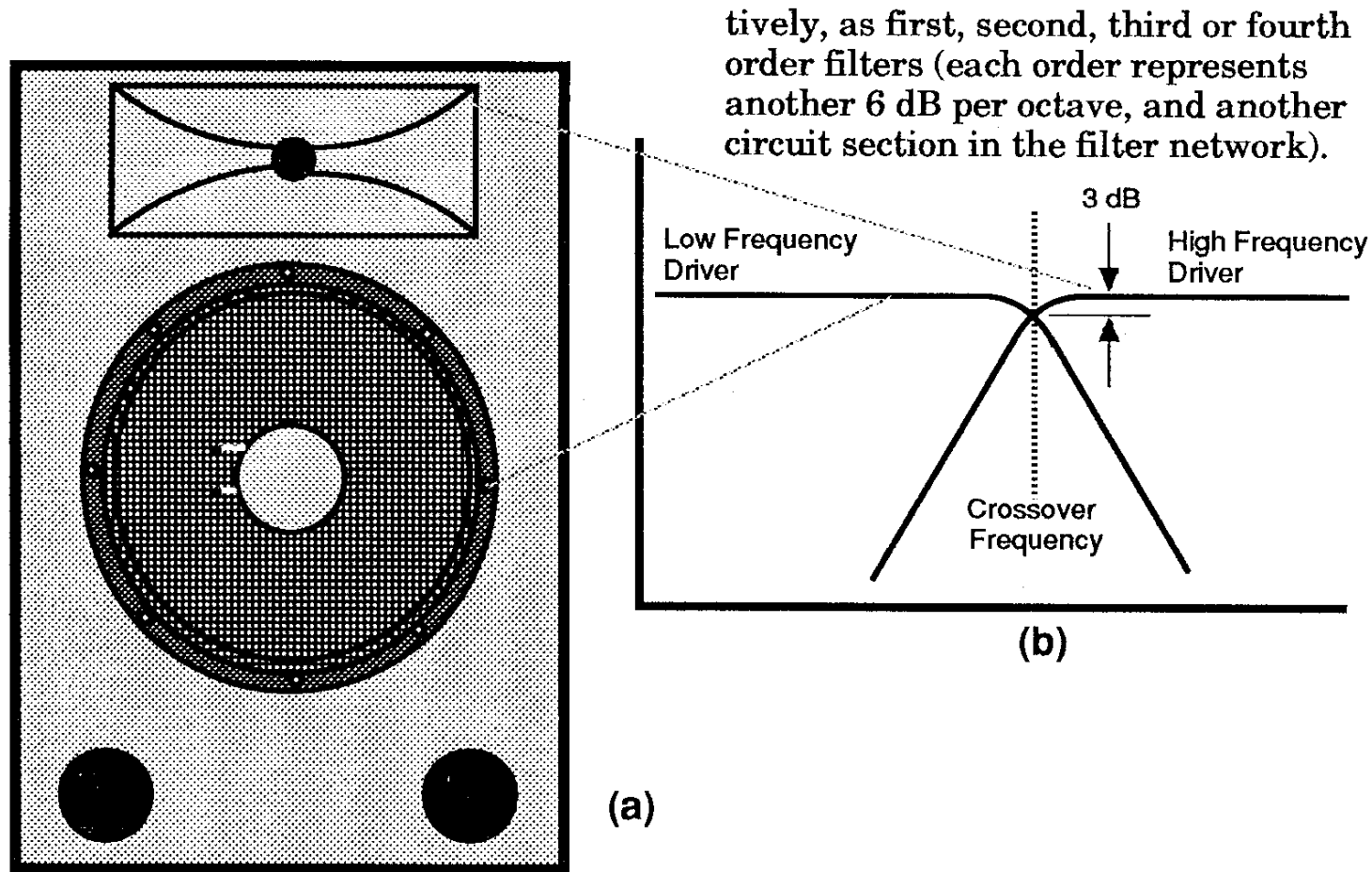
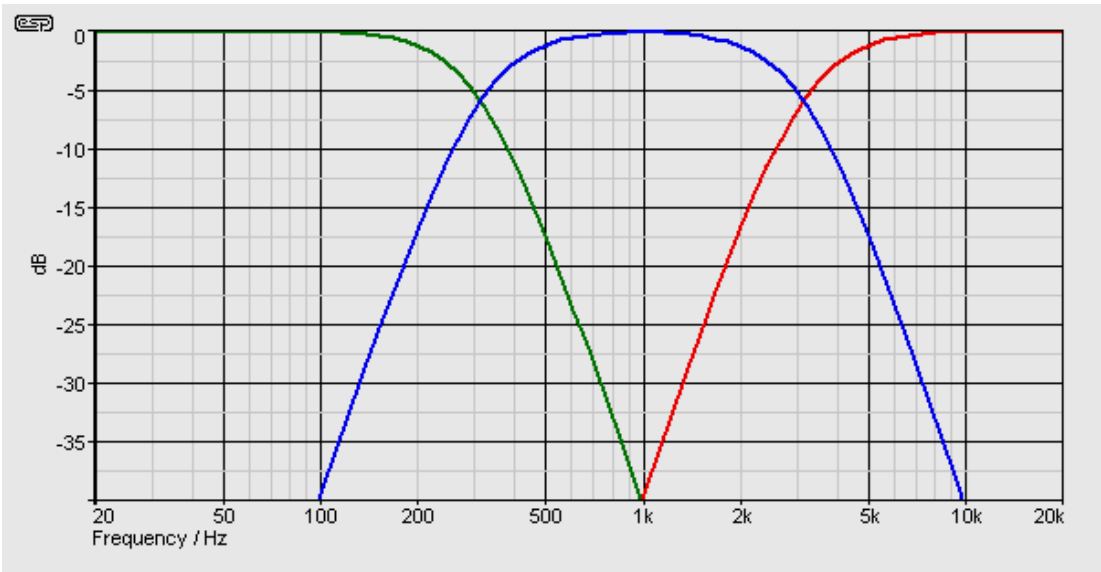


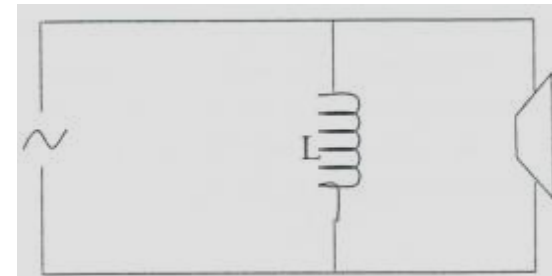
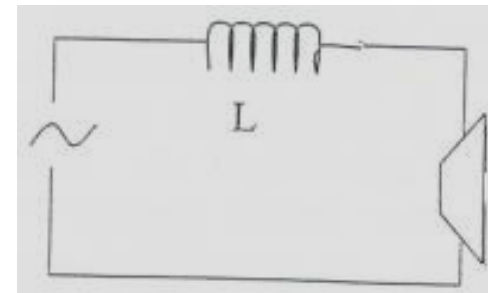
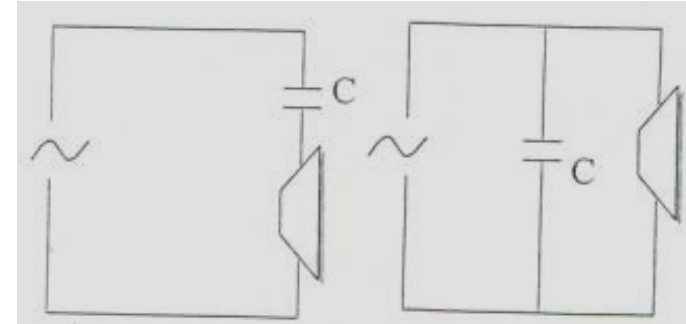
Figure 13-18. A typical 2-way loudspeaker system and its idealized crossover response characteristics

Χρησιμότητα του crossover

- 1) Αριθμός δρόμων
- 2) Παθητικά crossovers
- 3) Ενεργά crossovers
- 4) Φίλτρο αποκοπής χαμηλών/υψηλών συχνοτήτων, φίλτρο διέλευσης ζώνης

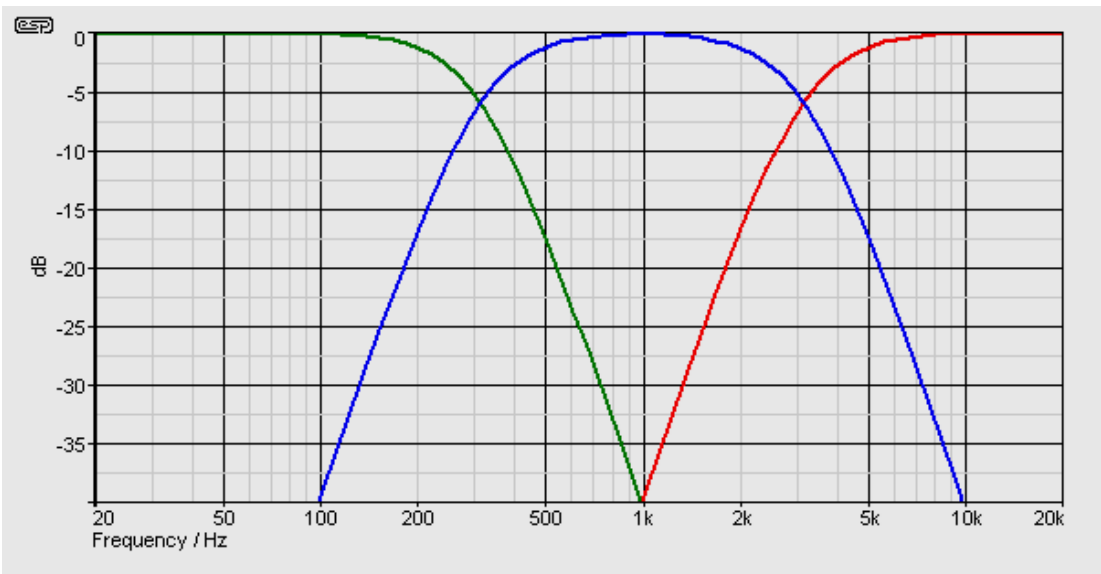


Τι είδους φίλτρο φτιάχνουμε με τα παρακάτω κυκλώματα?

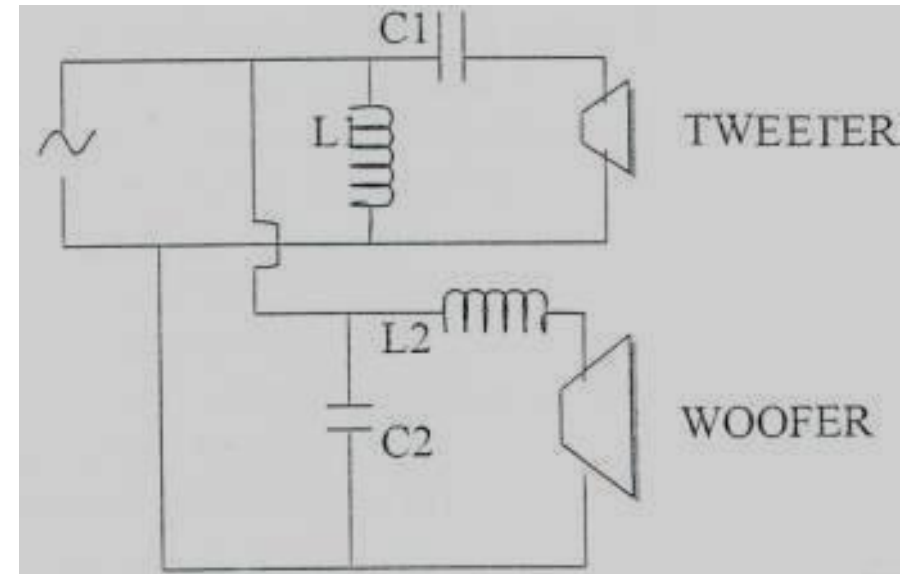


Χρησιμότητα του crossover

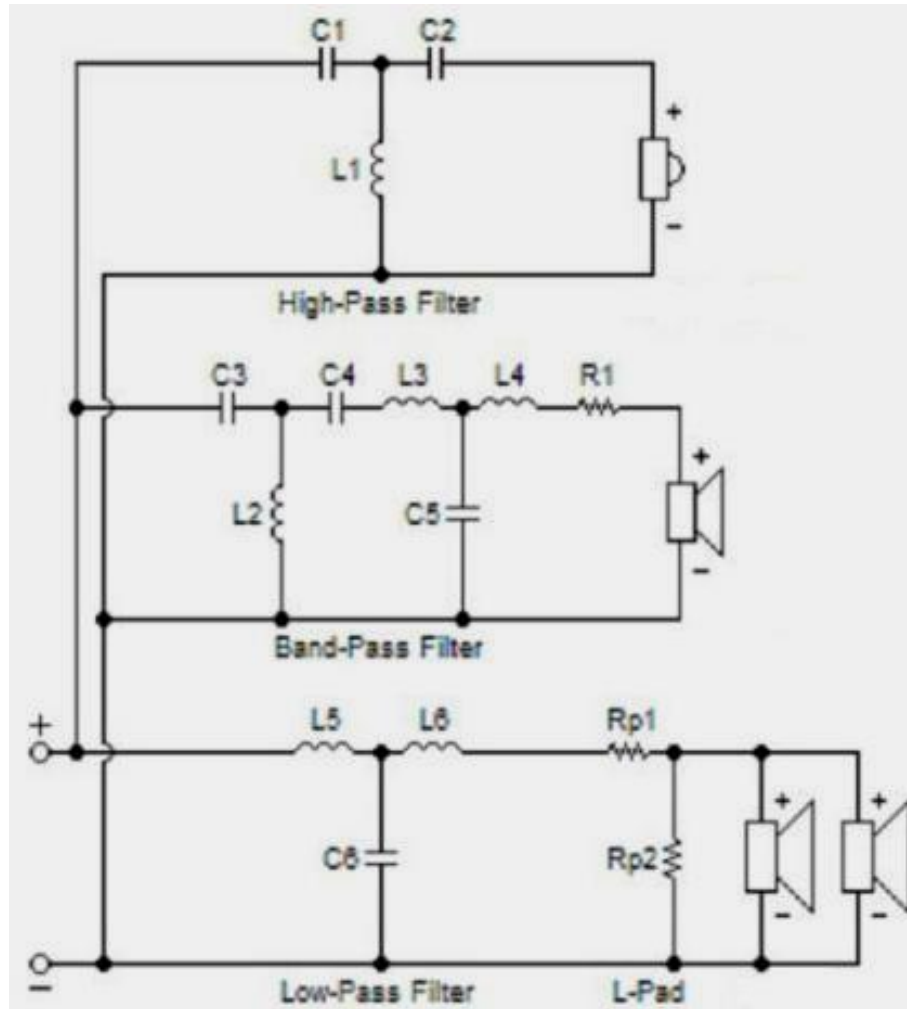
- 1) Αριθμός δρόμων
- 2) Παθητικά crossovers
- 3) Ενεργά crossovers
- 4) Φίλτρο αποκοπής χαμηλών/υψηλών συχνοτήτων, φίλτρο διέλευσης ζώνης



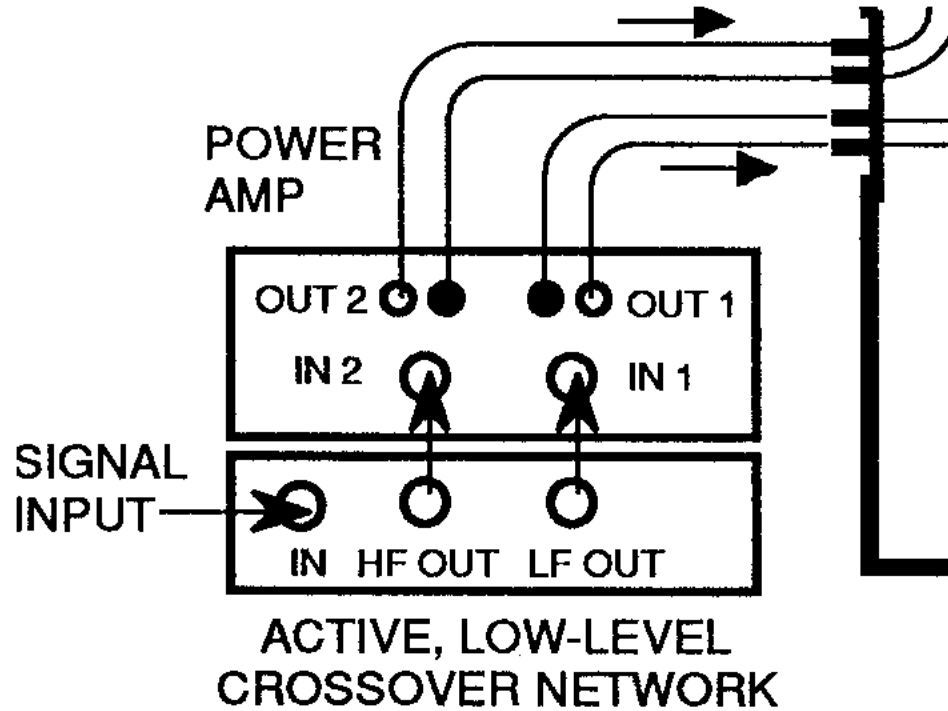
Τι απόκριση συχνότητας υλοποιούν τα παρακάτω κυκλώματα?



Ένα πιο ρεαλιστικό κύκλωμα crossover



Ενεργό crossover



Διαχωρισμός πριν τον ενισχυτή

Παθητικό crossover

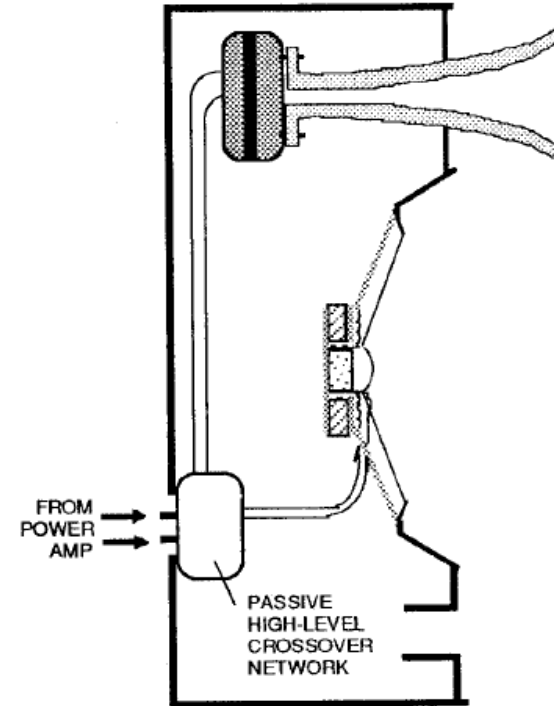
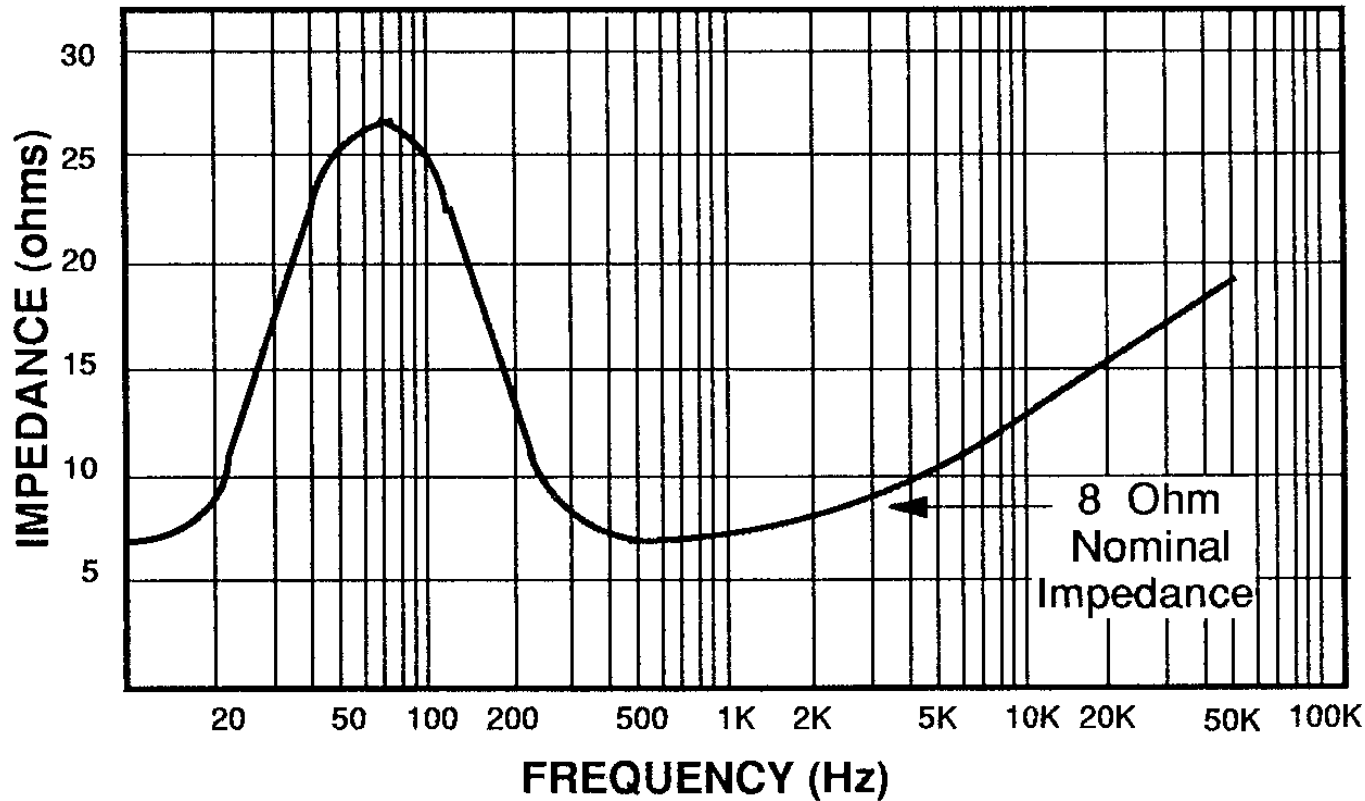


Figure 13-20. Typical location of a passive, high-level crossover network inside a loudspeaker enclosure

Διαχωρισμός μετά τον ενισχυτή

Εμπέδηση (σύνθετη αντίσταση) ηχείου



Βλέπουμε ότι στην πράξη η σύνθετη αντίσταση μεταβάλλεται με τη συχνότητα.

Η ονομαστική αντίσταση του ηχείου αφορά την «ελάχιστη» σύνθετη αντίσταση που βλέπει ο ενισχυτής μετά τη συχνότητα συντονισμού του ηχείου.

Figure 13-26. Graphic specification of loudspeaker impedance

Ενισχυτές ηχείων

Η RMS ισχύς δηλώνεται ως προς κάποια τιμή αντίστασης!

Παράδειγμα:

RMS ισχύς εξόδου:

Stereo, 8 Ω, 240 W/κανάλι

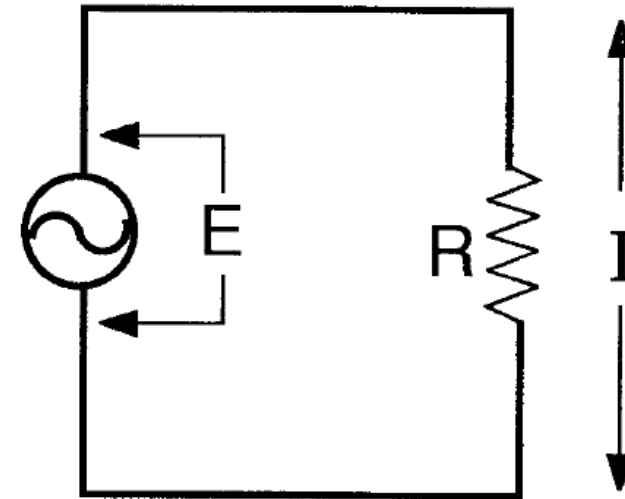
ή

Stereo, 4 Ω, 400 W/κανάλι

Συνδεσμολογία

ενισχυτής

ηχείο

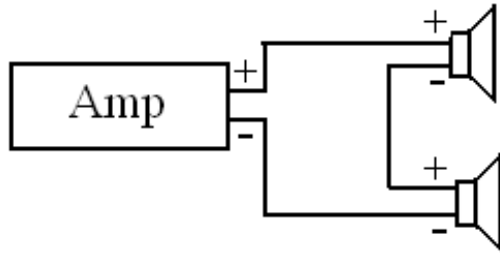


$$P = IE = \frac{E^2}{R}$$

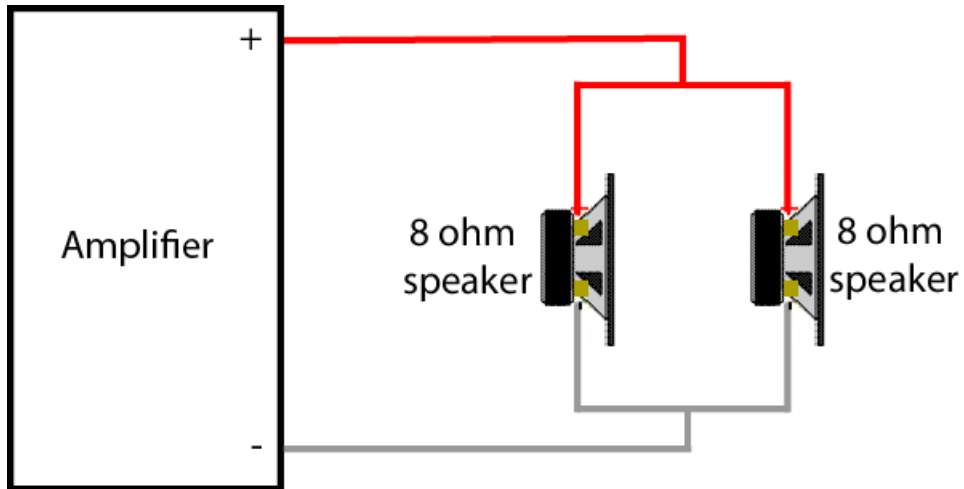
Παρόλο που στην πράξη η σύνθετη αντίσταση μεταβάλλεται με τη συχνότητα, όταν μελετάμε συνδεσμολογίες ηχείων ενισχυτών μπορούμε να θεωρήσουμε μια σταθερή τιμή ίση με την ονομαστική.

Συνδεσμολογίες ηχείων

- Σε σειρά



- Παράλληλα



Συνολική αντίσταση

$$Z_{ολ} = Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n$$

$$Z_{ολ} = \frac{1}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + \dots + \frac{1}{Z_N}}$$

Το Z έχει εδώ την ίδια έννοια με το R

Συνδεσμολογίες ηχείων - ενισχυτών

Μπορούμε να έχουμε καταστροφή του εξοπλισμού σε δύο περιπτώσεις.

A) Αν συνδέσουμε την έξοδο του ενισχυτή σε μικρότερη αντίσταση από την επιτρεπτή

B) Αν εισάγουμε στο ηχείο (για πολύ ώρα) περισσότερη ισχύ από αυτή που μπορεί να αντέξει.

- **Άσκηση 0.1:** Θεωρώντας ότι 2 όμοια ηχεία μπορούν να συνδεθούν σε ένα κανάλι ενισχυτή τόσο παράλληλα όσο και σε σειρά, ποια από τις δύο συνδεσμολογίες θα προτείνατε? Υπολογίστε το κέρδος σε dB SPL που μπορούμε να έχουμε θεωρητικά στην βέλτιστη περίπτωση έναντι της υποδεέστερης.

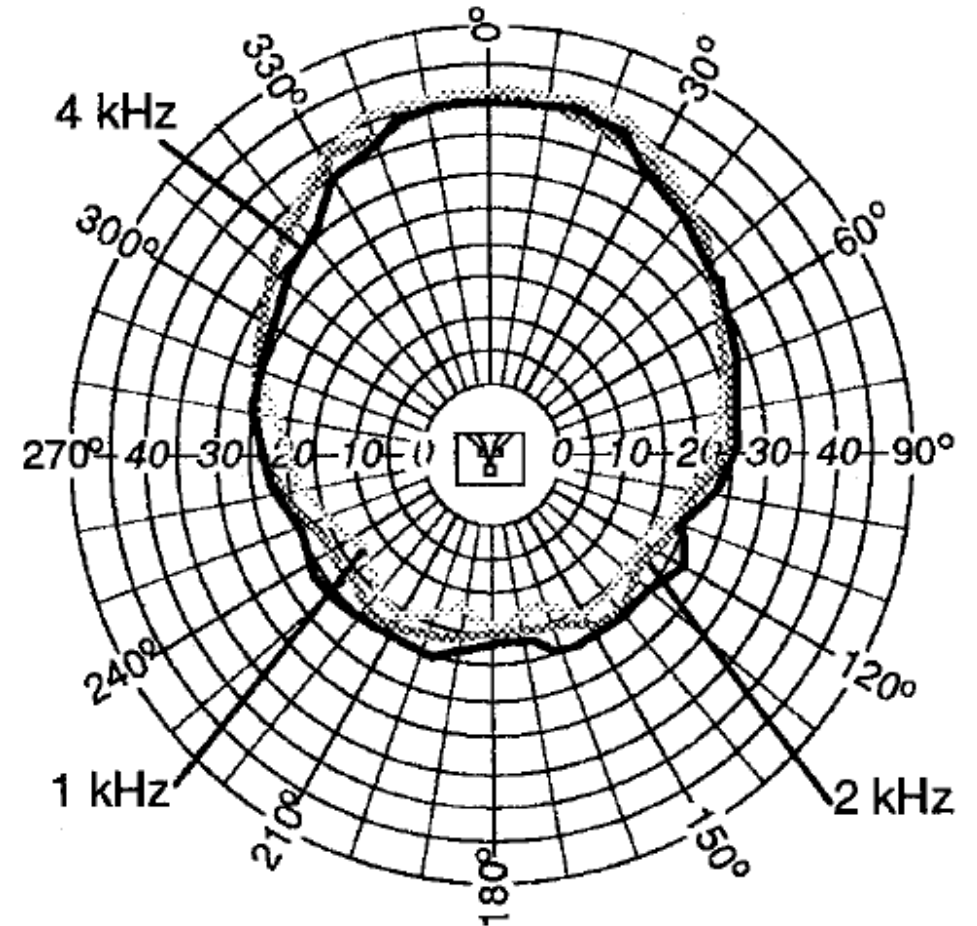
Άσκηση 0.2: Δίνεται ένας τελικός ενισχυτής με χαρακτηριστικά 400Watt RMS στα 8 Ω. Προτείνεται συνδυασμούς για το ένα κανάλι αν έχουμε διαθέσιμα τέσσερα ηχεία των 100W RMS, στα 8 Ω το καθένα, για κάθε κανάλι. Σχεδιάστε τη συνδεσμολογία και αναφέρετε την αποδιδόμενη ισχύ σε κάθε περίπτωση.

100V lines, «Ηχεία Εγκαταστάσεων 100V»

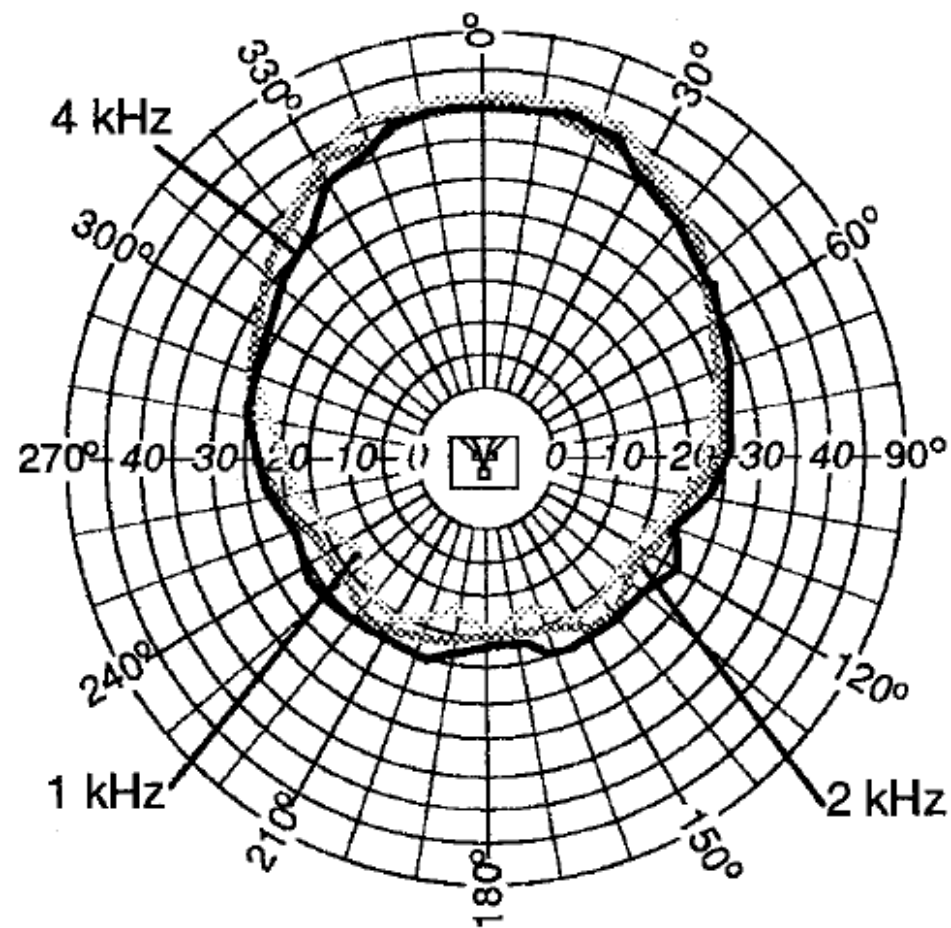
- <https://www.redbackaudio.com.au/understanding-100v-line-distributed-speaker-systems/>
- Δεν χρειάζεται να προβληματιζόμαστε όσον αφορά την αντίσταση φορτίου
- Μπορούμε να βάλουμε όσα ηχεία θέλουμε αρκεί να ταιριάξουμε τα watt μεταξύ ενισχυτή και ηχείων
- Σύνδεση μετασχηματιστή πριν το κάθε ηχείο

Άσκηση 1.1

Ένα ηχείο έχει τα κατευθυντικά χαρακτηριστικά που φαίνονται στο παραπάνω Σχήμα. Σε ένα ανηχοικό θάλαμο μετρήσαμε τη στάθμη ηχητικής πίεσης για ένα ημιτονικό σήμα 4kHz σε μία απόσταση $r=3$ m πάνω στον άξονα ($\theta=0^\circ$) και βρήκαμε 80 dB SPL. Πόση θα είναι η στάθμη ηχητικής πίεσης αν στρέψουμε το ηχείο 60° σε σχέση με τον κύριο άξονα χωρίς να μεταβάλλουμε την απόσταση;



Άσκηση 1.2 Ένα ηχείο έχει τα κατευθυντικά χαρακτηριστικά που φαίνονται στο παραπάνω Σχήμα. Σε ένα ανηχοικό θάλαμο μετρήσαμε τη στάθμη ηχητικής πίεσης για ένα ημιτονικό σήμα 4kHz σε μία απόσταση $r=3$ m πάνω στον άξονα ($\theta=0^\circ$) και βρήκαμε 80 dB SPL. Πόση θα είναι η στάθμη ηχητικής πίεσης αν στρέψουμε το ηχείο 60° σε σχέση με τον κύριο άξονα και μεταβάλουμε την απόσταση στα 12 m?



Άσκηση 2.1

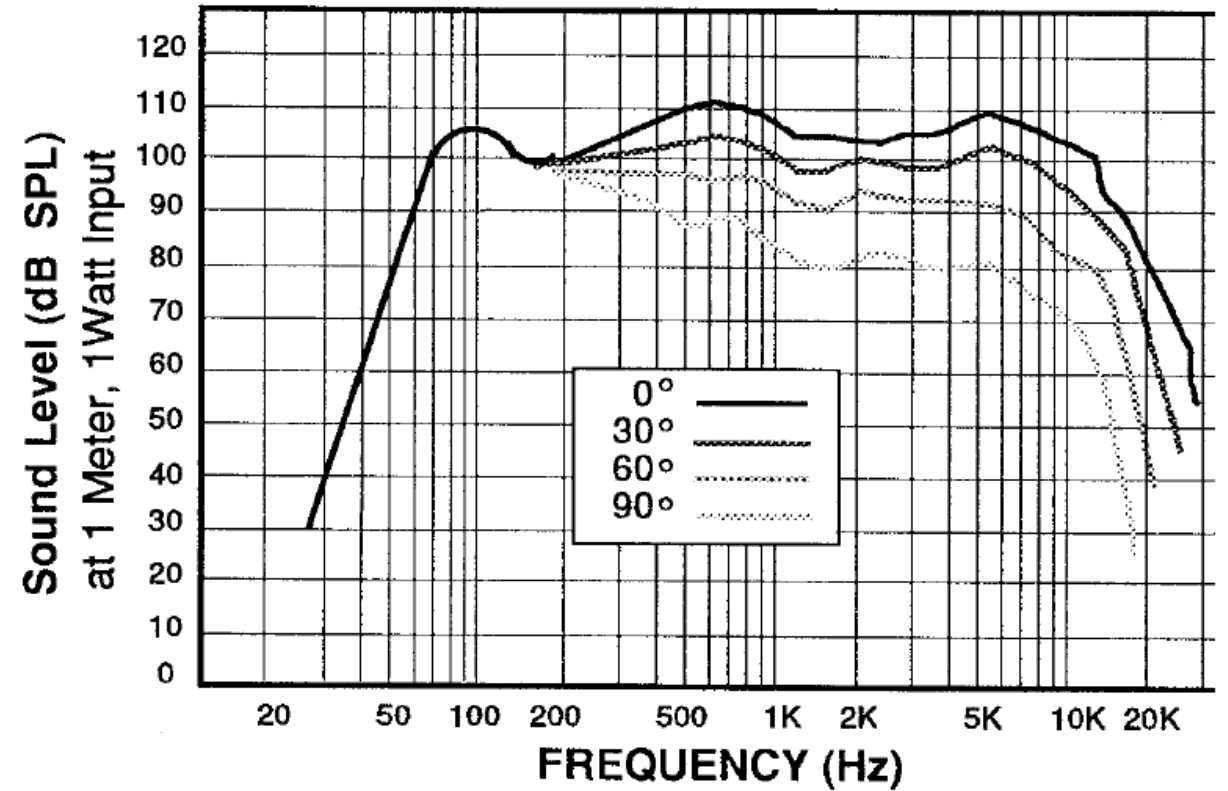
Ένα ηχείο τροφοδοτείται με 100 Watt και παράγει στάθμη ήχου 98 dB SPL στα 10 m απόσταση στις 0°. Πόση θα είναι η παραγόμενη στάθμη στα 25 m αν το ηχείο τροφοδοτηθεί με 200 Watt?

Άσκηση 2.2

Για ένα ηχητικό σύστημα ηλεκτρικής ισχύος 100 Watt που δουλεύει σε πλήρες φορτίο καταγράφω μια στάθμη ηχητικής πίεσης 80 dB σε κάποια θέση. Πόσο πρέπει να αυξηθεί η ισχύς για να αυξήσω τη στάθμη της πίεσης στα 86 dB;

Άσκηση 3.

Ένα ηχείο, για το οποίο μας δίνεται η καμπύλη συχνοτικής απόκρισης, εκπέμπει ένα ημιτονικό σήμα 1 kHz στο ελεύθερο πεδίο. 1) Να βρεθεί η στάθμη ηχητικής πίεσης L_2 στα 10 m από το ηχείο αν η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του κυρίως άξονα του ηχείου και του σημείου μέτρησης είναι 30° και για ισχύ εισόδου 1Watt. 2) Να βρεθεί η στάθμη ηχητικής πίεσης L_3 στην ίδια γωνία και απόσταση όταν η ισχύς του σήματος εισόδου στο ηχείο αυξηθεί στα 100Watt.



Δείκτης κατευθυντικότητας

- Q : παράγοντας κατευθυντικότητας = ακτινοβολουμένη ενέργεια ανα επιφάνεια πάνω σε συγκεκριμένο άξονα
μεση ακτινοβολουμένη ενέργεια ανα επιφάνεια σε όλες τις κατευθύνσεις
- $DI = 10 \log Q$

