



# ΗΛΕΚΤΡΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ & ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΕΚΔΗΛΩΣΕΩΝ

ΜΗΝΑΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ

ΤΜΣ – ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

2021





# ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ 100V – ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ - ΡΑΓ/ΝΑΓ

COURSEV



# ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ 100V.

- **5.1 Συστήματα Διανομής Γραμμής Σταθερής Τάσης 100V.**
  - Τα συστήματα αυτά μπορούν να υποστηρίξουν τη σύνδεση μεγάλου αριθμού ηχείων σε έναν ενισχυτή.
  - Πρόκειται για σύνδεση παράλληλης συνδεσμολογίας που απαιτεί όμως τη χρήση ειδικού μετασχηματιστή γραμμής στον ενισχυτή (ή μετά από αυτόν), αλλά και ηχεία που διαθέτουν αντίστοιχα ειδικό μετασχηματιστή.
  - Οι ενισχυτές που χρησιμοποιούνται δίνουν τη μέγιστη ισχύ στην ονομαστική τάση γραμμής (πχ. στα 100V)
  - Το συνολικό άθροισμα της ισχύος των μεγαφώνων που περιλαμβάνονται στο σύστημα δεν πρέπει να ξεπερνάει την ονομαστική ισχύ του τελικού ενισχυτή.
  - Εναλλακτικά συστήματα μπορεί να είναι 25V, 70V, 140V ή 200V.
  - Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται σε σχεδιασμό μεγάλων ηχητικών εγκαταστάσεων (πχ. μαγαζιά, αθλητικές εγκαταστάσεις, αεροδρόμια, κλπ.).



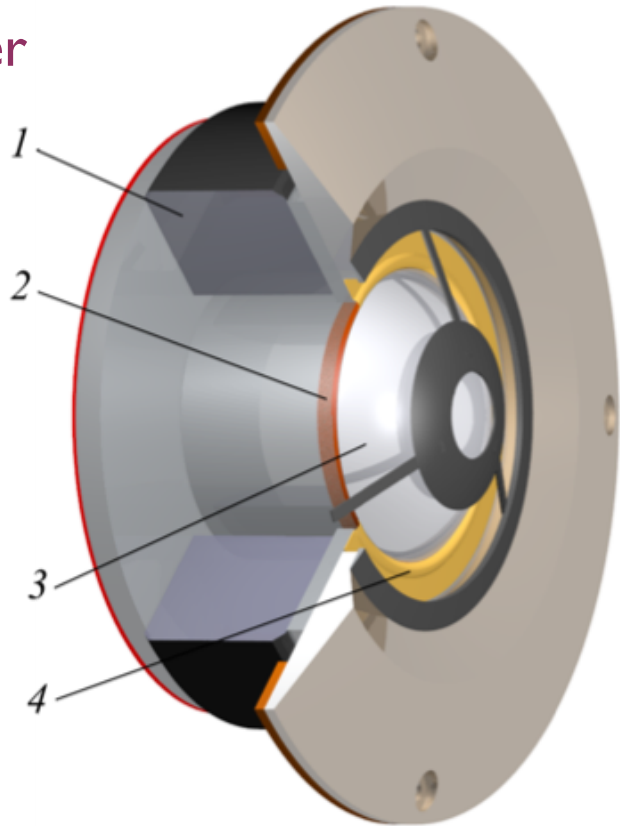
# ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ.

- **5.3 Μεγάφωνα & Ηχεία.**
- Το ηχείο αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία της αλυσίδας ενός ηχοσυστήματος διότι είναι η τελευταία συσκευή μετατροπής πριν ο ήχος προβληθεί προς το ακροατήριο.
- Μετατρέπει το ηλεκτρικό σήμα σε ακουστικό και στοχεύει να το προβάλλει ομοιόμορφα σε όλο το πεδίο που βρίσκεται το κοινό. Για να καταφέρει την ομαλή αναπαραγωγή χρησιμοποιεί διαφορετικούς τύπους μεγαφώνων/οδηγών, όπως:
  - Τούιτερ (tweeter) ή κόνρες (horns), μικρού μεγέθους, για τις υψηλές συχνότητες.
  - Γούφερ μεσαίων συχνοτήτων (mid-range woofer) - μεγάφωνο ευθείας προβολής μεσαίου μεγέθους.
  - Γούφερ χαμηλών συχνοτήτων (μεγάλου μεγέθους και μάζας)



# ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ.

Tweeter

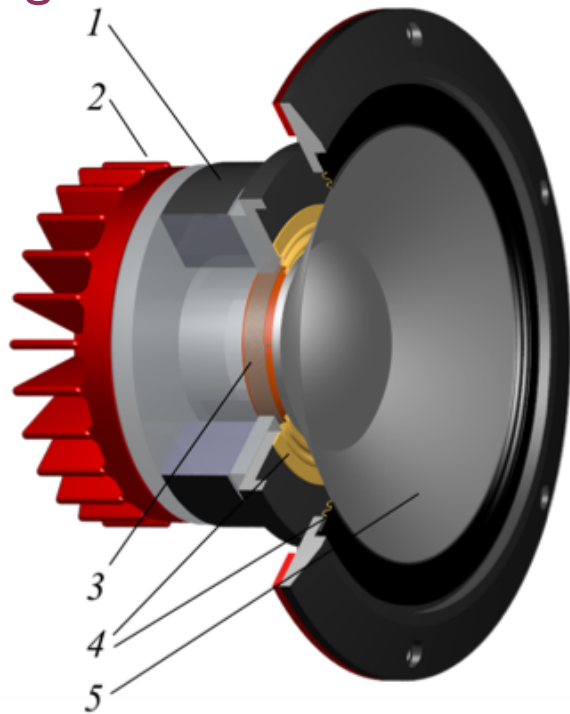


Hi frequency horn



# ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ.

Mid-range Woofer



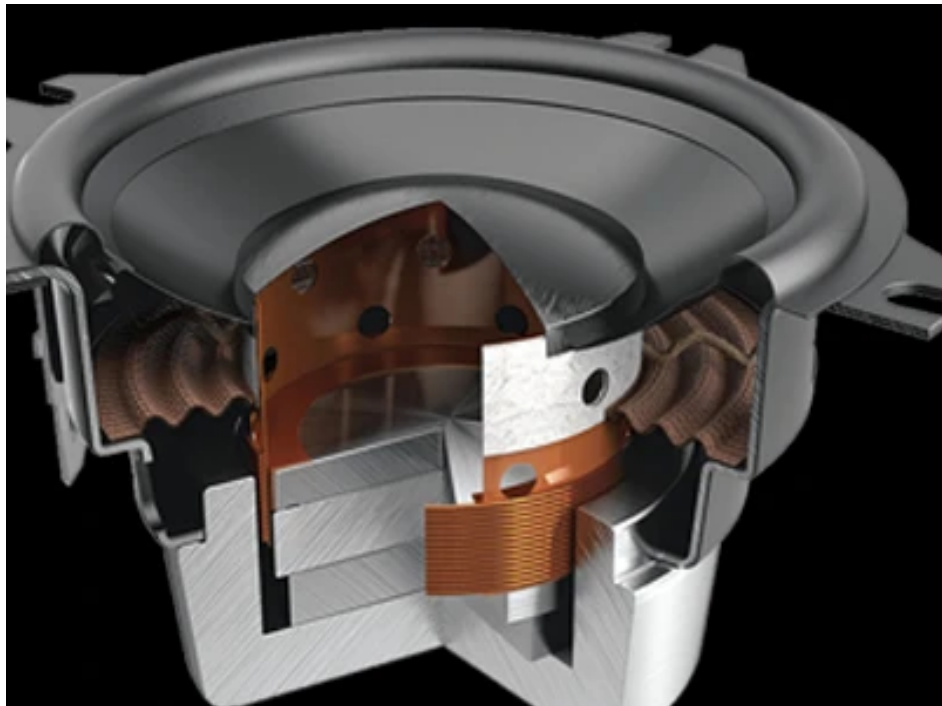
18" Low frequency driver.



- Η λειτουργία των μεγαφώνων βασίζεται στην ηλεκτρομαγνητική επαγωγή και είναι επί της ουσίας αντίστροφη αυτής του δυναμικού μικροφώνου. Αντίστοιχα έχουμε τους παρακάτω τύπους:
  - Το δυναμικό μεγάφωνου κινητού πηνίου (το πιο συνηθισμένο)
  - Το δυναμικό μεγάφωνο ταινίας (ribbon)

# ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ.

Moving coil speaker



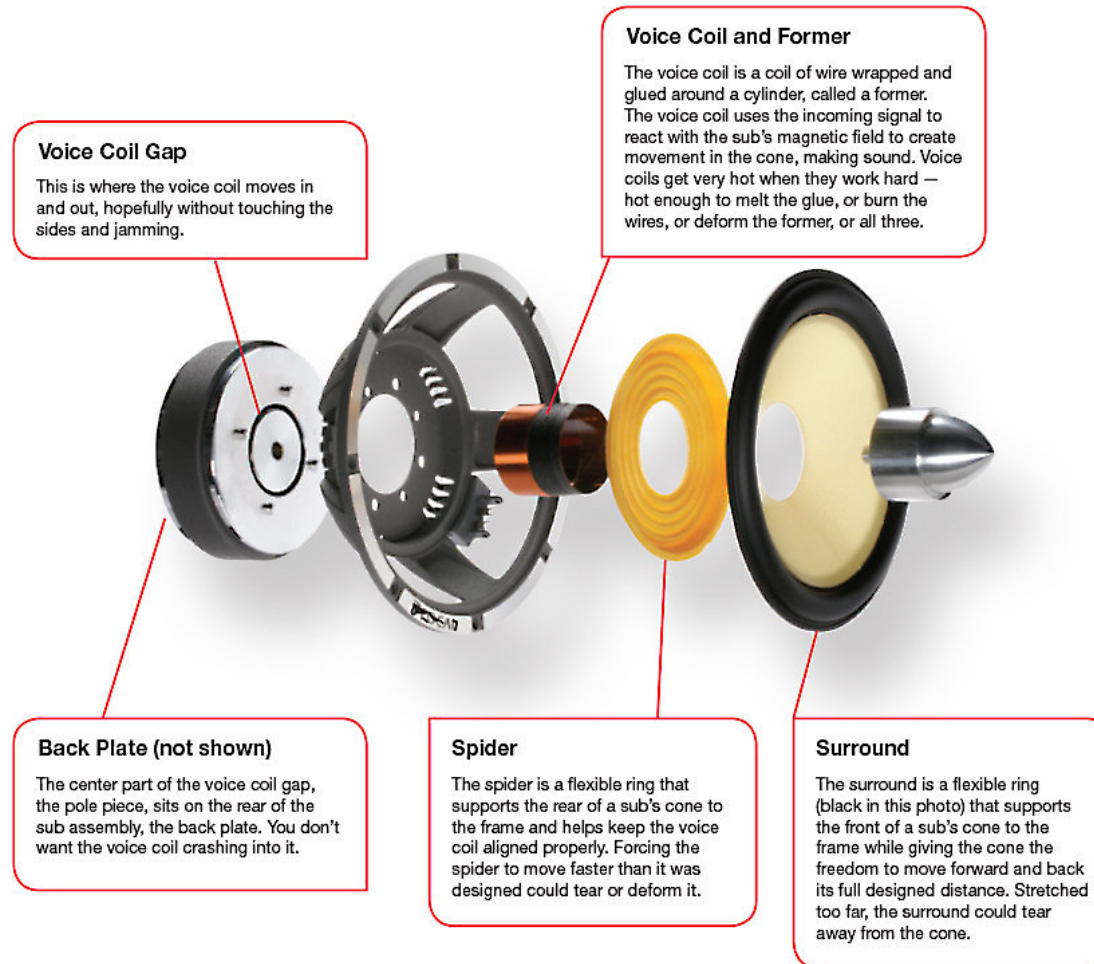
Ribbon tweeter





# ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ.

- Moving coil speaker
- <https://animagraffs.com/loudspeaker/>



# ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ.

- Ξεχωριστές περιπτώσεις μεγαφώνων αποτελούν:
  - Το πιεζοηλεκτρικά. Όπως τα αντίστοιχα μικρόφωνα βασίζονται στην παραμόρφωση ενός κρυστάλλου που κινεί ένα διάφραγμα. Συναντώνται κυρίως σε φθηνές υλοποιήσεις.
  - Τα ηλεκτροστατικά μεγάφωνα (πιο σπάνια, για hi-fi χρήση).



Piezoelectric tweeter

# ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ.

Ηλεκτροστατικά ηχεία.

(στη συγκεκριμένη υλοποίηση υπάρχει συνδυασμός με moving coil sub-bass)



## ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ.

- Τα μεγάφωνα τοποθετούνται είτε για απευθείας ηχητική προβολή, είτε προσαρμόζονται σε χοάνες. Ειδικά για την απόδοση του υψηλού και του μεσαίου συχνοτικού πεδίου υπάρχουν ειδικά σχεδιασμένοι τύποι χοάνης που επιτυγχάνουν διαφορετικές γωνίες οριζόντιας και κάθετης διασποράς.
- Υπάρχουν και οι χοάνες χαμηλών συχνοτήτων που ενσωματώνουν γούφερ σε ειδικά σχεδιασμένες καμπίνες με έμμεση ηχητική προβολή.



- 5.2.1. Το ηχείο είναι ένα σύστημα μεγαφώνων τοποθετημένα πάνω σε μια ειδικής σχεδίασης καμπίνα, η οποία μπορεί να είναι:
  - Άμεσης προβολής (**direct projection**)
  - Έμμεσης προβολής (**folded ή semi-folded**)
  - Σφραγισμένη (Ακουστικής Ανάρτησης/**Acoustic Suspension**). Η καμπίνα περιέχει απορροφητικό υλικό για την απόσβεση των εσωτερικών κυμάτων, ενώ ο εγκλωβισμένος αέρας συμβάλει στην κινητική επαναφορά του κώνου και στην γραμμική του λειτουργία. Πετυχαίνει ικανοποιητική απόδοση χαμηλών συχνοτήτων, με μικρό μέγεθος καμπίνας αλλά περισσότερη απαίτηση ενίσχυσης (σε σχέση με τα ακουστικής ανάκλασης).
  - Ακουστικής Ανάκλασης χαμηλών συχνοτήτων (**Bass Reflex**). Οι καμπίνα περιλαμβάνει ειδικά σχεδιασμένες θυρίδες από όπου εκπέμπονται συμφασικά τα κύματα των χαμηλών συχνοτήτων, αξιοποιώντας την είσοδο/έξοδο του αέρα στην καμπίνα, σε συνδυασμό με το προσεκτικό ταίριασμα της συχνότητας συντονισμού της κοιλότητας της καμπίνας, του γούφερ και της θυρίδας. Κάτω από αυτό το συχνοτικό όριο η απόδοση πέφτει απότομα και δημιουργούνται και κίνδυνοι για το γούφερ. Σε σχέση με της κλειστής καμπίνας, οι καμπίνες bass reflex μπορούν να πετύχουν απόδοση χαμηλότερων συχνοτήτων σε μικρότερα μεγέθη και με ίδιο μέγεθος κώνου.
  - Ανοικτής πλάτης (**Open Back Baffle**). Συνηθίζεται στους ενισχυτές κιθάρας και έχει χαμηλή απόδοση από 100Hz και κάτω.



# ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ.

Σφραγισμένη άμεσης προβολής.



Έμμεσης προβολής - Folded cabin



# ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ.

Open back baffle gtr amp.



# ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ.

- Παρακάτω βλέπουμε τα βασικά χαρακτηριστικά ενός παθητικού ηχείου full-range **Electro-voice EKX-15**:
  - Ηχείο δύο δρόμων με ξύλινη καμπίνα
  - Ισχύος 400W RMS/8Ω
  - Woofer 15" και κόρνα 1,5" (διασπορά 90 X 60)
  - Απόκριση συχνότητας 50-20000Hz
  - Ευαισθησία 96dB / W /m (132dB max)
  - Είσοδοι με βύσματα speakon
  - Βάρος 23,2kg
  - Διαθέτει φωλιά για βάση στήριξης.





# ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ.

- Παρακάτω βλέπουμε τα βασικά χαρακτηριστικά ενός αυτοενισχυόμενου ηχείου full-range **Electro-voice EKX-15P**:
  - Αυτοενισχυόμενο ηχείο δύο δρόμων σε ξύλινη καμπίνα.
  - Woofer 15" και κόρνα 1,5" (διασπορά 90 X 60)
  - Ενισχυτής 1500W RMS class D με limiter
  - Απόκριση συχνότητας 48-20000Hz
  - Ευαισθησία 134dB max SPL
  - Παρέχονται 2 είσοδοι με Line Balanced XLR combo/ jack και RCA stereo. Link out με Balanced XLR.
  - Διαθέτει επεξεργαστή DSP (LCD Screen) με επιλεγόμενη ρύθμιση τοποθέτησης (monitor, tripod, wall, suspend).
  - Επιλογή λειτουργίας 3 θέσεων (Music, Live, Speech, Club), ρύθμιση high pass (80Hz, 100Hz, 150Hz, EKX15SP, EKX18SP) και eq 3 περιοχών.
  - Βάρος 24,4kg.
  - Διαθέτει φωλιά για βάση στήριξης και 8 σημεία στήριξης M10



# ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ.

- Υπάρχουν σχεδιασμοί ηχείων που μπορούν να λειτουργήσουν είτε ως passive, είτε ως active, όπως το JBL SRX 712.



## 712 specs.

### Specifications:

System Type:	12", two-way, bass-reflex, stage-monitor / utility
Frequency Range (-10 dB):	70 Hz – 20 kHz
Frequency Response (±3 dB):	83 Hz – 18 kHz
Coverage Pattern:	50° x 90° nominal (Monitor position)
Crossover Modes:	Bi-amp / passive, externally switchable
Crossover Frequency:	1.2 kHz
Power Rating (Continuous <sup>1</sup> / Program / Peak):	Passive: 800 W / 1600 W / 3200 W Bi-amp LF: 800 W / 1600 W / 3200 W Bi-amp HF: 75 W / 150 W / 300 W
Maximum SPL <sup>2</sup> :	131 dB SPL peak
System Sensitivity (1w @ 1m):	96 dB SPL (passive mode)
LF Driver:	1 x JBL 2262H 305 mm (12 in) Differential Drive woofer
HF Driver:	1 x JBL 2431H 75 mm (3 in) voice coil, neodymium compression driver
Nominal Impedance:	Passive: 8 ohms Bi-amp LF: 8 ohms Bi-amp HF: 8 ohms
Active Tunings:	dbx DriveRack, all models. Settings available at <a href="http://www.jblpro.com">www.jblpro.com</a>
Enclosure:	Symmetrical stage monitor, 15 mm, 11-ply birch plywood.
Suspension / Mounting:	Dual-angle (0° or -10°), 35 mm pole socket 2 x M10 fittings for optional SRX712M-YK yoke
Transport:	Integrated handle / input cup
Finish:	Black DuraFlex finish
Grille:	Powder coated, black, 16-gauge perforated steel with acoustical transparent charcoal foam backing. Removable JBL badge and punched JBL logo.
Input Connectors:	Neutrik® Speakon® NL-4 (x2), one on each end
Dimensions (H x W x D):	349 mm x 546 mm x 260 mm (13.75 in x 21.5 in x 10.25 in)
Net Weight:	15 kg (33 lb)
Optional Accessories:	SRX712M-CVR: Pull-over padded cover SRX712M-YK: Suspension / mounting yoke

# ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ.

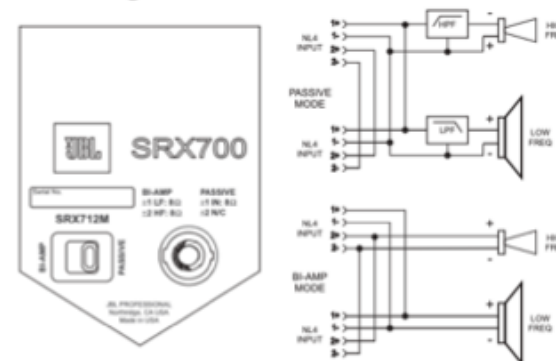
Υπάρχουν σχεδιασμοί ηχείων που μπορούν να λειτουργήσουν είτε ως passive, είτε ως active, όπως το JBL SRX 712.



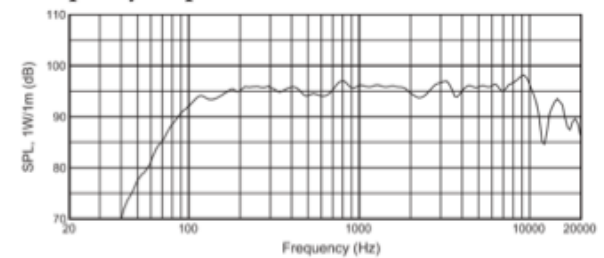
## JBL SRX 712 specs.

### ► SRX712M 12" Two-Way Stage Monitor/Utility Speaker

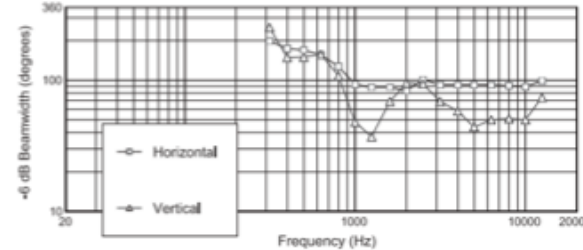
#### Block Diagram



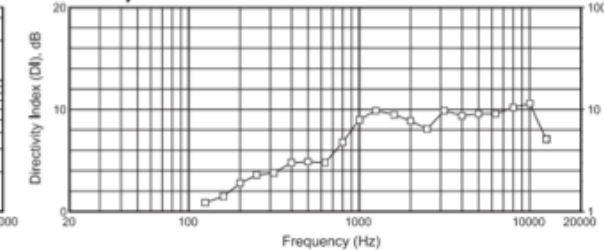
#### Frequency Response



#### Beamwidth



#### Directivity Index



# ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ.

## ■ 5.3 PAG/NAG

- **Potential Acoustic Gain (PAG)** είναι η μέτρηση που μας δείχνει το ύψος της ενίσχυσης που μπορεί να πετύχει ένα ηχοσύστημα μέχρι να εμφανιστεί το πρόβλημα της ανάδρασης (feedback).
- **Needed Acoustic Gain** είναι η μέτρηση που μας δείχνει την απαραίτητη ενίσχυση που πρέπει να παράξει το ηχοσύστημα ούτως ώστε ο πιο απομακρυσμένος ακροατής να ακούει περίπου το ίδιο με τον πιο κοντινό στην πηγή.
- Σε έναν σωστό σχεδιασμό θα πρέπει το **PAG** να είναι μεγαλύτερο του **NAG** ( $PAG > NAG$ ) για να φέρει εις πέρας απροβλημάτιστα τον σκοπό του.

# ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ.

## ■ 5.3 PAG/NAG

- Το PAG υπολογίζεται από τον τύπο:

- Για ένα ενεργό μικρόφωνο:

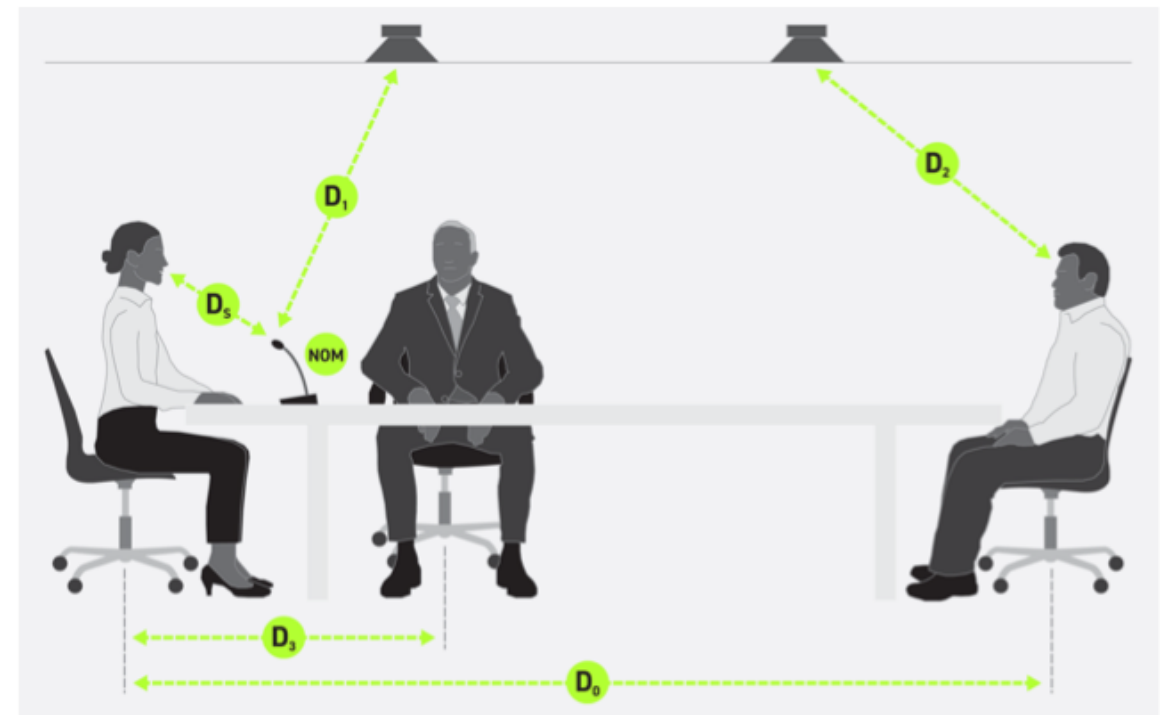
$$\text{PAG} = 20 \log \left( \frac{D_0 * D_1}{D_2 * D_s} \right)$$

- Για περισσότερα από ένα ενεργά μικρόφωνα:

$$\text{PAG} = 20 \log \left( \frac{D_0 * D_1}{D_2 * D_s} \right) - 10 \log \text{NOM}$$

- Με την προσθήκη περιθωρίου ασφαλείας μεγέθους 6dB (Feedback Stability Margin - FSM) προκύπτει ο τύπος:

$$\text{PAG} = 20 \log \left( \frac{D_0 * D_1}{D_2 * D_s} \right) - 10 \log \text{NOM} - 6 \text{dB}$$

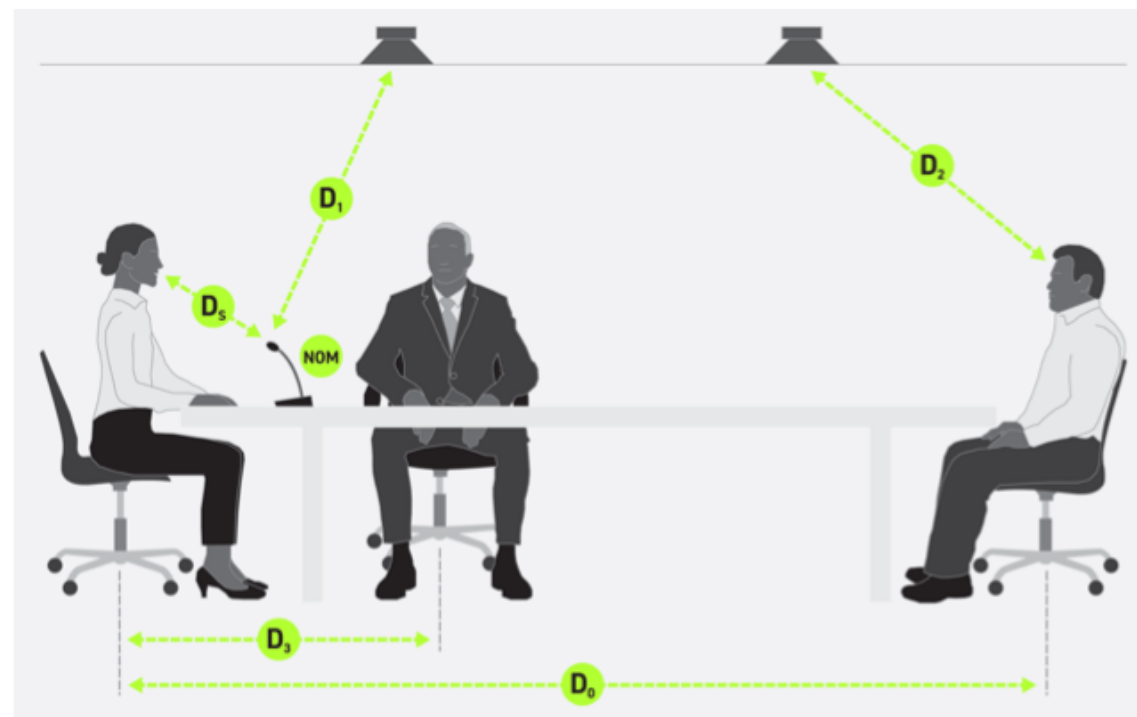


# ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ.

## ■ 5.3 PAG/NAG

Όπου:

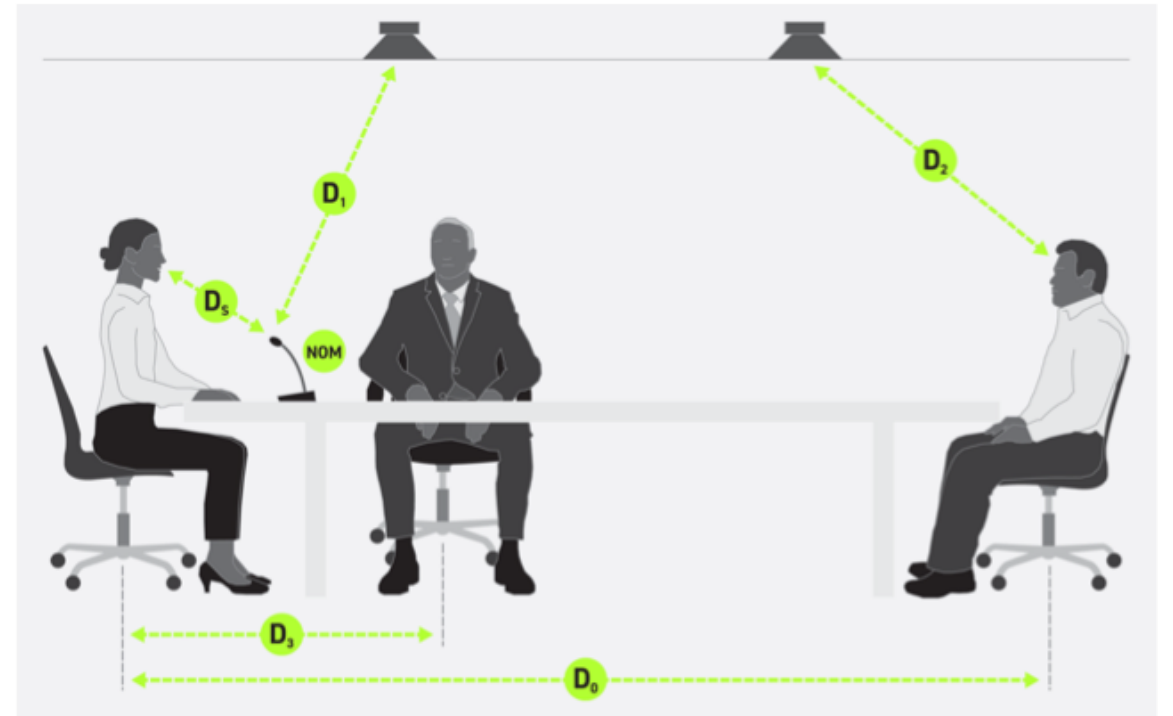
- $D_0$  – η απόσταση μεταξύ της πηγής και του μακρύτερου ακροατή.
- $D_1$  – η απόσταση μεταξύ του μικροφώνου της πηγής και του κοντινότερου του ηχείου.
- $D_2$  – η απόσταση μεταξύ του μακρύτερου ακροατή και του κοντινότερου του ηχείου.
- $D_3$  – η απόσταση μεταξύ της πηγής και του κοντινότερου ακροατή.
- $D_s$  – η απόσταση μεταξύ πηγής και μικροφώνου.
- N.O.M. – Number of Open Microphones.



# ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ.

## ■ 5.3 PAG/NAG

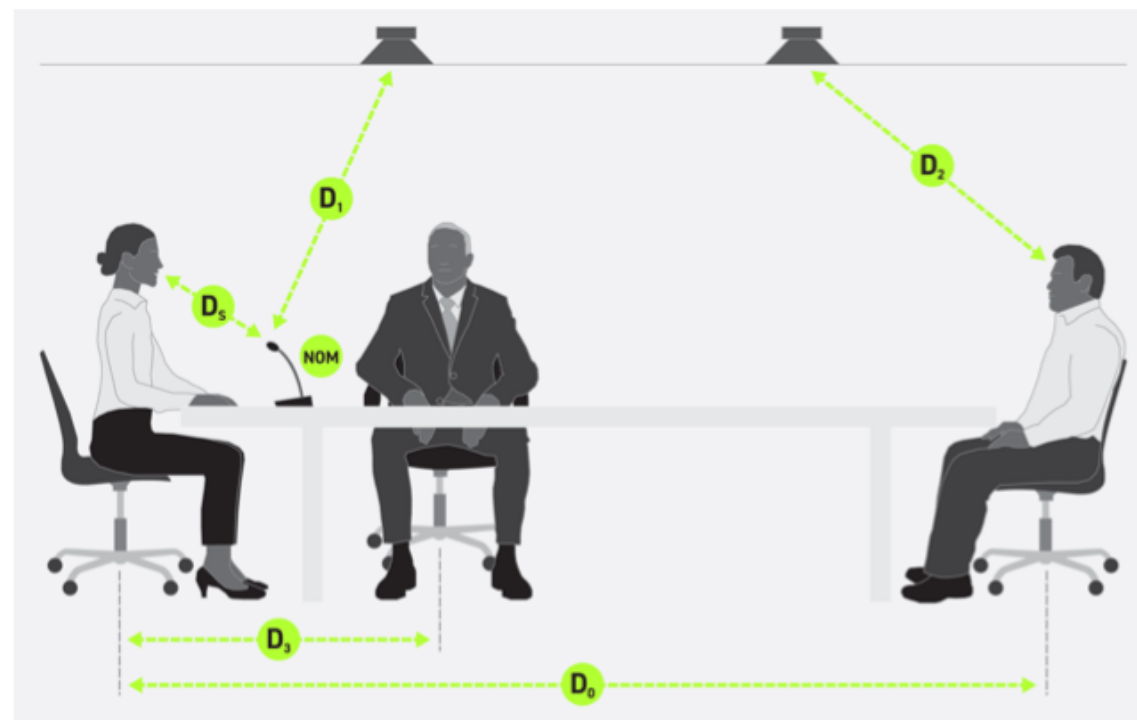
- Το NAG υπολογίζεται από τον τύπο:
  - $NAG = 20\text{Log}(D_0/D_3)$



# ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ.

## ■ 5.3 PAG/NAG

- Οι παραπάνω τύποι υπολογισμού λαμβάνουν ως δεδομένο τη χρήση παντοκατευθυντικών μικροφώνων. Συνεπώς παρουσιάζουν την χειρότερη εκδοχή. Η χρήση κατευθυντικών μικροφώνων θα βελτιώσει τα περιθώρια ενίσχυσης.
- Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που εξαιρείται από τους τύπους είναι οι ακουστικές ιδιότητες της αίθουσας, που επίσης επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τα περιθώρια ενίσχυσης.





# ΜΕΓΑΦΩΝΑ & ΗΧΕΙΑ.

- Ενδεικτική Βιβλιογραφία.
- Ballou, G., 2009. *Electroacoustic Devices: Microphones and Loudspeakers*. Burlington: Elsevier.
- Borwick, J., 2001. *Loudspeaker and Headphone Handbook*. Oxford: Focal Press.
- Davis, G., Jones, R., 1989. *Sound Reinforcement Handbook*. Second Edition, Milwaukee: Hal Leonard Publishing.
- Davis, D., Patronis, E., Brown, Jr.P., 2013. *Sound System Engineering*. Burlington: Focal Press.
- Self, D., 2009. *Audio Power Amplifier Design Handbook*. Fifth edition. Burlington: Elsevier.
- Self, D., Brice, R., Duncan, B., Hood, J.L., Sinclair, I., Singmin, A., Davis, D., Patronis, E., Watkinson J., 2009. *Audio Engineering*. The Newnes Know It All Series. Burlington: Elsevier.
- Stark, S.H., 2004. *Live Sound Reinforcement*. California: ArtistPro publishing.
- Σαπουντζής, Π., 2015. *Live Sound - Μιξάροντας Θεωρία με Πράξη*. Αθήνα: εκδόσεις π<sup>3</sup>.