

# Μουσική Πληροφορική



Τμήμα Πληροφορικής – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης 2015  
Δ. Πολίτης

# [ Άδεια Χρήσης ]



ανοικτά μαθήματα  
opencourses

# Άδεια Χρήσης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων, π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



# [ Άδεια Χρήσης ]



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο




ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Τμήμα Πληροφορικής – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης  
Δ. Πολίτης



# Η Ηχογράφηση και ο Απαιτούμενος Εξοπλισμός μέσα στο Studio

Δ. Πολίτης - 4<sup>ο</sup> Μάθημα

# [ εισαγωγή ]

Η ηχογράφηση είναι ένα πολύ μεγάλο κεφάλαιο της μουσικής τεχνολογίας και συνάμα σύνθετο. Είναι γεγονός ότι κατά το πέρασμα του χρόνου μετά από διάφορες ανακαλύψεις και ζυμώσεις όσον αφορά τον τομέα αυτόν, η ηχογράφηση έφτασε στο σημείο να μπορούμε να παράγουμε κάθε επιθυμητό ήχο και να τον διοχετεύουμε με τον καλύτερο δυνατό τρόπο στο αυτί του ακροατή. Η παρουσίαση αυτή έχει στόχο να εμπλουτίσει τις γνώσεις του ακροατή όσον αφορά το τεχνικό αλλά και το διαδικαστικό μέρος της ηχογράφησης.

## ■ Σύντομη ιστορική αναδρομή

Όλα ξεκίνησαν το 1877 όταν ανακαλύφθηκε η πρώτη μηχανή με δυνατότητα και Εγγραφής, αλλά και Αναπαραγωγής του Ήχου.



Ο Φωνογράφος - "Phonograph" (όπως ονομάστηκε), μετέτρεπε την ακουστική ενέργεια σε μηχανική, καταγράφοντας τις δονήσεις του αέρα υπό μορφή χαραγματιών διαφορετικού βάθους, πάνω σε μία κυλινδρική επιφάνεια, επικαλυμμένη με κασσίτερο.

# Το τεχνικό μέρος της ηχογράφησης

Το βασικότερο είναι να βρείτε ένα μέρος όπου θα κάνετε τις ηχογραφήσεις. Μία λύση είναι να έχετε ένα μικρό δικό σας χώρο όπου μπορείτε να ηχογραφήσετε τα βασικά μέρη και μετά να κάνετε την επεξεργασία τους κάπου αλλού.





Μερικά ενδεικτικά μέρη του εξοπλισμού που χρησιμοποιούνται είναι τα εξής:


- *Προενισχυτής / Ενισχυτής*
- *Πολυκαναλικό Μέσο Ηχογράφησης*
- *Κονσόλα*
- *Μικρόφωνα*
- *Μεγάφωνα*
- *Ακουστικά*

Βέβαια ο εξοπλισμός αυτός μπορεί να διαφέρει σε κάποια σημεία από studio σε studio ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται και τα επιθυμητά αποτελέσματα.



# ΠΡΟΕΝΙΣΧΥΤΕΣ/ΕΝΙΣΧΥΤΕΣ

Κατά την ηχογράφηση είναι απαραίτητη η προενίσχυση για να πάρουμε το σήμα του μικροφώνου. Χρειαζόμαστε ένα καλό προενισχυτή μικροφώνου για να “ανεβάσουμε” την ένταση του μικροφώνου μιας και τα μικρόφωνα δεν έχουν δυνατό σήμα. Η προενίσχυση του μικροφώνου είναι πολύ βασική και δεν είναι δυνατή η ηχογράφηση χωρίς αυτήν. Πιο συγκεκριμένα, ένας τέλειος ενισχυτής θα πρέπει να έχει πολύ μεγάλη σύνθετη αντίσταση εισόδου, έτσι ώστε να αποφεύγεται φόρτιση συσκευών προς τα πίσω, πολύ μικρή σύνθετη αντίσταση εξόδου, έτσι ώστε να αποσβένει ταλαντώσεις στα μεγάφωνα, τέλεια γραμμικές χαρακτηριστικές μεταφοράς και απόλυτα επίπεδη απόκριση συχνότητας. Επιπλέον θα πρέπει να έχει ισχύ εξόδου κατάλληλη για αναπαραγωγή πραγματικής δυναμικής περιοχής, τουλάχιστον ισοδύναμη με την ισχύ ψηφιακού audio των 16 bit.

A large black left square bracket and a large yellow right square bracket are positioned at the top of the page. A horizontal line, colored light green on the left and yellow on the right, spans the width of the page below the brackets.

Αρχικά ο ρόλος του ενισχυτή δεν ήταν να αποτελεί μορφολογικό χαρακτηριστικό της αλυσίδας άμεσης παραγωγής ήχου. Μάλιστα πολλοί από τους ενισχυτές προορίζονταν να είναι χωρίς παραμόρφωση. Ωστόσο, οι κιθαρίστες έφταναν τα μηχανήματα στα όρια αναζητώντας εκφραστικό δυναμικό και έτσι αποκάλυψαν όρια της περιβάλλουσας λειτουργίας που δεν είχαν προβλεφθεί από τους σχεδιαστές των μηχανημάτων. Οι κατασκευαστές με την σειρά τους, υποχρεώθηκαν να συνεχίσουν να κατασκευάζουν μηχανήματα που επίτηδες είναι σχεδιασμένα να φανερώνουν κάποιο περιορισμό της σχεδίασης ή να βρουν κάποιο τρόπο προσομοίωσης του εφέ με περισσότερο σύγχρονο εξοπλισμό.

## *DSP και ενίσχυση*

Τα τελευταία χρόνια έχει εμφανιστεί μια άλλη προσέγγιση στην ενίσχυση μουσικών οργάνων με τη διαθεσιμότητα της τεχνολογίας DSP μεσαίου κόστους (hardware). Στην περίπτωση αυτή ένας σύγχρονος ενισχυτής υψηλής ποιότητας χωρίς χαρακτήρα οδηγεί ένα μεγάφωνο υψηλής ποιότητας μέσω μηχανής DSP. Το πλεονέκτημα στην περίπτωση αυτή είναι ότι με αναπρογραμματισμό του DSP μπορεί να επιλεγεί οποιοσδήποτε συνδυασμός ενισχυτή και μεγαφώνου, κυριολεκτικά με το γύρισμα ενός διακόπτη.

# Τα μέσα της ηχογράφησης

Αυτό είναι ένα από τα πιο σημαντικά μέρη του εξοπλισμού μιας και μετατρέπει το αναλογικό σήμα σε ψηφιακό (A/D).





Υπάρχουν ψηφιακές πολυκάναλες συσκευές ηχογράφησης οι οποίες είναι εύκολες στη χρήση και ενσωματώνουν προενύσχυση και εγγραφή του ήχου καθώς και άλλες ευκολίες όπως εγγραφή σε CD, USB κ.α.

Οι συσκευές αυτές είναι οι πιο συμφέρουσες και πιο συχνά χρησιμοποιούμενες.

Επίσης υπάρχουν και τα μαγνητόφωνα DASH τα οποία χρησιμοποιούν κατασκευές κεφαλών πολλών καναλιών για εγγραφή πολλών καναλιών ψηφιακού audio ταινία. Με την έλευση φτηνών μηχανημάτων πολλών καναλιών με περιστρεφόμενη κεφαλή, το DASH γίνεται όλο και σπανιότερο εκτός επαγγελματικών studio. Ακόμα στην εγγραφή ήχου μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε συσκευές με περιστρεφόμενη κεφαλή καθώς και ψηφιακό μαγνητόφωνο πολλών καναλιών DA-88 και DA-38. Πάντως τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερες εγγραφές γίνονται σε σκληρό δίσκο κυρίως για λόγους ευχρηστίας.

# Κονσόλες

Στη μουσική Ποπ και Ροκ, όπως και στις περισσότερες εγγραφές Jazz, κάθε μουσικό όργανο εγγράφεται σχεδόν πάντα σε ένα κανάλι ταινίας που έχει πολλά κανάλια και το αποτέλεσμα της μίξης όλων των μουσικών οργάνων συνδυάζεται με ηλεκτρικό τρόπο στον ακουστικό μίκτη και εγγράφεται σε ταινία master δυο καναλιών για αναπαραγωγή και αρχειοθέτηση. Παρόμοια, στην περίπτωση ενίσχυσης ήχου για μουσική Ροκ και Ποπ και για συναυλίες Jazz, κάθε μουσική συνεισφορά πραγματοποιείται με ξεχωριστό μικρόφωνο και ο συνολικός ήχος αναμιγνύεται με ηλεκτρονικό τρόπο.

# Αρχιτεκτονική για μίκτες ήχου

Το μεγαλύτερο και ακριβότερο κομμάτι του κύριου ηλεκτρονικού εξοπλισμού σε κάθε επαγγελματικό στούντιο είναι ο κεντρικός μίκτης ήχου. Μάλιστα στα διαφημιστικά στούντιο ηχογραφήσεων αυτό το εξάρτημα πάντοτε είναι και εκείνο που φαίνεται περισσότερο.





## Θύρες και οθόνες εισόδου

Ο δομικός λίθος που κτυπά περισσότερο στο μάτι σε μια κονσόλα είναι η περιοχή εισόδου καναλιών. Κάθε κανάλι του μίκτη έχει από μια τέτοια “λωρίδα” που όλες μαζί αποτελούν και την πλειονότητα της πρόσοψης σε μια μεγάλη κονσόλα. Αν σκεφτούμε ότι μια μεγάλη κονσόλα μπορεί να έχει 24,32 ή και 48 κανάλια που το καθένα είναι αντίγραφο μιας λωρίδας δεν μας κάνει εντύπωση που οι κονσόλες πολλές φορές φαίνονται τόσο επιβλητικές.

# Ομάδες

Έστω ότι θέλουμε να κάνουμε μίξη μιας ζωντανής ορχήστρας Ροκ. Υποθέτουμε ότι αυτή είναι κουιντέτο, δηλαδή ένας μπασίστας που τραγουδά, ένας κιθαρίστας, ένας χειριστής οργάνου πλήκτρων, ένας σαξοφωνίστας και ένας ντραμίστας. Οι είσοδοι του μίκτη θα είναι κάπως έτσι:

Κανάλι 1 *Μικρόφωνο φωνής*

Κανάλι 2 *Μικρόφωνο για ενισχυτή μπάσων*

Κανάλι 3 *Μικρόφωνο ενισχυτή κύριας κιθάρας*

Κανάλι 4 *Εφεδρικό μικρόφωνο*

Κανάλι 5 *Εφεδρικό μικρόφωνο*

Κανάλι 6 *Μικρόφωνο σαξοφωνίστα*

Κανάλι 7 *Μικρόφωνο χώρου στο ύψος των κεφαλών των παικτών*

Κανάλι 8 *Κοινό μικρόφωνο*

Κανάλι 9 *Μικρόφωνο για μπάσα τύμπανα*

Κανάλι 10 και 11 *Μικρόφωνο χώρου για τύμπανα*

Κανάλι 12 και 13 *Είσοδος στερεοφωνικής γραμμής πιάνου*

Κανάλι 14 και 15 *Είσοδος γραμμής μονάδας ήχου εισόδου*

# ΜΙΚΡΟΦΩΝΑ

Το μικρόφωνο είναι μια συσκευή μετατροπής της ακουστικής ενέργειας, με την μορφή ήχου, σε ηλεκτρική ενέργεια. Μετατρέπει τις δονήσεις του αέρα σε αντίστοιχες ηλεκτρικές δόνησης μέσα σε ηλεκτρικό κύκλωμα.



Τα μικρόφωνα ταξινομούνται.

1. Με βάση τη φυσική ποσότητα που μετατρέπουν
  - α. μετατροπή της πίεσης του ηχητικού κύματος σε ηλεκτρική τάση
  - β. μετατροπή της ταχύτητα του ηχητικού κύματος σε ηλεκτρική τάση
2. Ανάλογα με τον τρόπο που μετατρέπουν μια μορφή ενέργειας σε άλλη
  - α. κινητού πηνίου
  - β. ηλεκτροστατικά

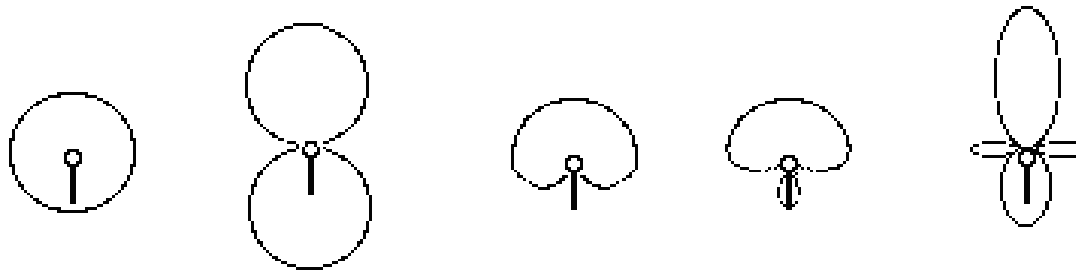
## Μικρόφωνα και κατευθυντικότητα



Ζωντανή ηχογράφηση σχήματος παραδοσιακής μουσικής, θέατρο “Άνετον”.

## Μικρόφωνα και κατευθυντικότητα

Ένα μικρόφωνο μετατρέπει ακουστική πίεση σε ηλεκτρική ενέργεια.

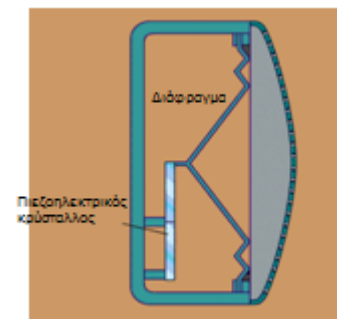


παντοκατευθυντικά δικάτευθυντικά καρδιοειδή υπερκαρδιοειδή shotgun

Τα μικρόφωνα χαρακτηρίζονται πρώτα από τον τρόπο που λαμβάνουν χωρικά το σήμα. Αν και σε χαμηλές συχνότητες η απόκριση είναι παντοκατευθυντική, στις υψηλές συχνότητες γίνεται κατευθυντική.

## Δυναμικά Μικρόφωνα

Ο περισσότερο συνηθισμένος τύπος μικρόφωνου είναι ο τύπος κινητού πηνίου που καταγράφει τις δονήσεις ως αλληλεπίδραση με τον μόνιμο ισχυρό μαγνήτη που έχει. Μέσα σε μικρόφωνο κινητού πηνίου, τα ηχητικά κύματα διεγείρουν μηχανικά ένα μικρό διάφραγμα και ένα συρμάτινο πηνίο, το οποίο είναι μηχανικά συζευγμένο με το διάφραγμα. Το πηνίο είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο και, από την στιγμή που μπαίνει σε κίνηση, να εμφανίζεται στα άκρα του μια μικρή τάση.



## Πυκνωτικά μικρόφωνα

Η λειτουργία τους στηρίζεται στις μεταβολές χωρητικότητας ενός πυκνωτή που βρίσκεται δίπλα στην ηχητική κάψα, σύμφωνα με τις μεταβολές της πίεσης που προκαλούνται από τα ακουστικά κύματα. Θεωρούνται τα πλέον σύγχρονα και αποδοτικά - από άποψη ποιότητας - μικρόφωνα.



## Μικρόφωνα ζώνης πίεσης (PZM)

Σε πολλές εφαρμογές ηχογράφησης, το μικρόφωνο πρέπει, λόγω ανάγκης, να τοποθετηθεί κοντά σε σκληρή επιφάνεια που ανακλά τον ήχο. Δυο κλασσικά παραδείγματα είναι (α) μεγάφωνο που βρίσκεται πάνω σε αναλόγιο και (β) η ηχογράφηση πιάνου που το κάλυμμα του έχει ανασηκωθεί χωρίς όμως να αφαιρεθεί.

Στις δυο αυτές περιπτώσεις (αλλά και σε πολλές άλλες), ο ήχος που φτάνει στο μικρόφωνο φτάνει μέσω δυο διαδρομών: απευθείας από την πηγή ήχου και από ανάκλαση από το αναλόγιο ή από το κάλυμμα του πιάνου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μια σειρά από μέγιστα και ελάχιστα στην απόκριση συχνότητας (που ονομάζεται “χρωματισμός”) εξαιτίας του μήκους της δεύτερης διαδρομής που επιλεκτικά είτε ενισχύει είτε αναιρεί τον άμεσο ήχο, ανάλογα με το μήκος κύματος.



## Μικρόφωνα electret

Μια σημαντική υποκατηγορία του ηλεκτροστατικού μικρόφωνου πυκνωτικού τύπου, είναι τα μικρόφωνα electret, χρησιμοποιούν ένα πολύ λεπτό πλαστικό διάφραγμα το οποίο υπόκειται κατά την κατασκευή του σε πολύ ισχυρό ηλεκτροστατικό πεδίο και έτσι παραμένει μόνιμα φορτισμένο και με τον τρόπο αυτό εύκολα πολώνεται.

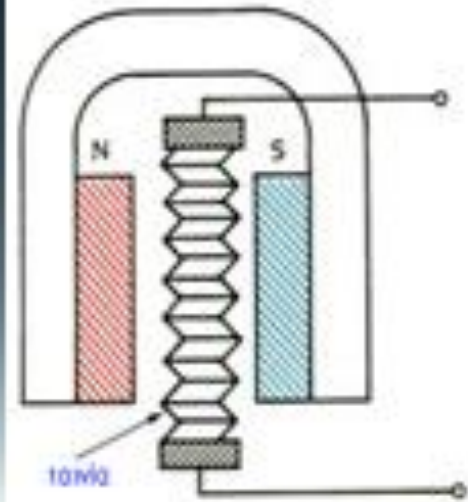
Πολλές σύγχρονες εκδοχές αυτού του τύπου, παρά τη χαμηλή τους τιμή, εμφανίζουν απόδοση που πλησιάζει την απόδοση των γνήσιων μικρόφωνων πυκνωτή, που παραδοσιακά είναι αρκετά ακριβά. Πάντως, εξακολουθεί να χρειάζεται προενισχυτής που πρέπει να ενεργοποιηθεί, συνήθως με τη βοήθεια μπαταρίας, η οποία σχεδιάζει έτσι ώστε να τοποθετείται μέσα στο σώμα του μικρόφωνου.

# Μικρόφωνα ταινίας

Αποτελείται από μια λεπτή πτυχωτή ταινία, συνήθως από αλουμίνιο, η οποία μπορεί και πάλλεται ελεύθερα μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργεί ένας ισχυρός μαγνήτης.

Το μικρόφωνο αυτό έχει κατευθυνόμενη λήψη από δύο αντίθετες κατευθύνσεις και χρησιμοποιείται για ταυτόχρονη εξυπηρέτηση δύο ομιλητών, λόγω της καλής του απόκρισης.

Ήταν, ιδίως παλαιότερα, τα πλέον χρησιμοποιούμενα μικρόφωνα για ραδιοφωνικές εκπομπές.



# Χρήση μικρόφωνου-βασικά θέματα

Η επιλογή μικρόφωνου σε κάθε περίπτωση διέπεται από ένα πολύ απλό κανόνα:

Ένα μικρόφωνο πρέπει να επιλέγεται και να τοποθετείται έτσι ώστε να λαμβάνεται επαρκής στάθμη από την επιθυμητή ακουστική πηγή, ενώ ταυτόχρονα να εξασφαλίζεται ότι η θέση και η επιλογή του μικρόφωνου διαχωρίζουν, όσο το δυνατόν περισσότερο, ανεπιθύμητους θορύβους. Σε κάθε εφαρμογή που απαιτείται παρουσία μικρόφωνου, ισχύει αυτός ο κανόνας, οποία και αν είναι η ηχητική πηγή και ο ανεπιθύμητος ήχος. Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι πρόκειται να ηχογραφηθεί ένας αφηγητής μέσα σε μικρό δωμάτιο χωρίς μοκέτες. Σε μια τέτοια περίπτωση απαιτείται πολύ “ξερός” ήχος. Δηλαδή ποιότητα ήχου χωρίς αντήχηση. Στην περίπτωση αυτή, θέλουμε την φωνή του αφηγητή, και όχι τον “ήχο” του δωματίου. Επιπλέον, λόγω της έλλειψης μοκέτας, ίσως το δωμάτιο να έχει μια αντήχηση και να “κουδουνίζει”.

Έτσι, πολλές φορές επιλέγουμε ένα δυναμικό μικρόφωνο αντί ενός πυκνωτικού, που είναι πιο ευαίσθητο, ώστε να μην μεταφέρονται στο μίκτη θόρυβοι του περιβάλλοντος χώρου, π.χ. σε live εκδηλώσεις.

Στην περίπτωση αυτή είναι στοιχειώδης η χρήση καρδιοειδούς μικρόφωνου, τοποθετημένου κοντά στα χείλη του αφηγητή έτσι ώστε στην κονσόλα μίξης να επιστρέφει ένα επαρκές σήμα και να γίνεται ευκρινής λήψη απαλείφοντας τυχόν ανεπιθύμητους ήχους που υπάρχουν στην ακουστική του χώρου ηχογράφησης. Όχι όμως τόσο κοντά ώστε οι κροτικοί ήχοι να μπορούν να δημιουργήσουν εκρηκτικό η απότομο ήχο από το μικρόφωνο. (Κροτικοί ήχοι είναι /p/, /b/, /d/ και /t/, που συνοδεύονται από ριπές αέρα καθώς τα χείλη διακόπτουν την σταθερό ροή αέρα από τους πνεύμονες).

Ενδιαφέρουσες είναι οι νέες εξελίξεις όπου τα μικρόφωνα επικοινωνούν με USB συνδέσεις, σαν το παρακείμενο Blue.

### Τεχνική μικροφώνου

Το τμήμα αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει ένα ολόκληρο βιβλίο από μόνο του, επειδή η λειτουργία επιλογής και τοποθέτησης μικροφώνου, ενώ είναι επιστήμη, είναι και τέχνη.

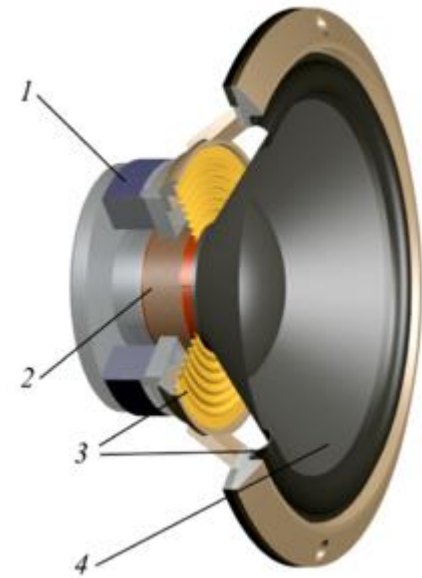


# ΜΕΓΑΦΩΝΑ



Τα μεγάφωνα μετατρέπουν ηλεκτρική ενέργεια σε ακουστική ενέργεια με τη βοήθεια ενός ισχυρού μαγνήτη (1). Κανονικά αυτό το κάνουν σε μια διάταξη όπου το ταλαντούμενο ηλεκτρικό ρεύμα από τον ενισχυτή ισχύος εισέρχεται σε ένα πηνίο (2). Το πηνίο αυτό είναι τυλιγμένο σ' ένα καλούπι στην κορυφή χάρτινου κώνου (4) ο οποίος μπορεί να δονείται προς τα εμπρός και προς τα πίσω επειδή στηρίζεται στα άκρα και στην κορυφή του με ελαστική ανάρτηση (3).

Το ταλαντούμενο μαγνητικό πεδίο που παράγεται καθώς το ηλεκτρικό ρεύμα κινείται εμπρός και πίσω στο πηνίο αλληλεπιδρά με το πηνίο που παράγεται από τον μόνιμο μαγνήτη και δημιουργεί εναλλασσόμενες ελκτικές και απωστικές δυνάμεις που ωθούν τον κώνο του μεγαφώνου προς τα μέσα και προς τα έξω δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό ήχο.



Εικόνα: Wikimedia Commons

Κάθε μεγάφωνο όμως είναι κλεισμένο σε κιβώτιο. Η αιτία γι' αυτό είναι απλή και δίνεται παρακάτω. Ας υποθέσουμε προς στιγμή ότι το μεγάφωνο αναπαράγει τον ήχο κρουόμενου τυμπάνου και ότι το σήμα από τον ενισχυτή αναγκάζει τον κώνο του μεγαφώνου να κινηθεί προς τα εμπρός. Η κίνηση προς τα εμπρός παράγει ένα κύμα πίεσης μπροστά από το μεγάφωνο και αν θέλουμε να αντιληφθούμε τον ήχο του αρχικού τυμπάνου, τα αυτιά μας πρέπει να ανιχνεύσουν αυτό το κύμα. Δυστυχώς η ίδια κίνηση προς τα εμπρός που παράγει πίεση στην εμπρός πλευρά του μεγαφώνου θα δημιουργήσει και ένα μικρό κενό πίσω από αυτό. Αν θέλουμε το κύμα πίεσης να κινηθεί μέχρι τα αυτιά μας έτσι ώστε να ακούσουμε το κρουόμενο τύμπανο, πρέπει να παρεμποδιστεί να κινηθεί γύρω από το μεγάφωνο για να εξουδετερώσει το κενό από πίσω. Αυτό ακριβώς θα συνέβαινε σε όλους τους ήχους χαμηλών συχνοτήτων αν δεν υπήρχε το φαινόμενο αποτροπής κιβωτίου.



## Κλειστό κιβώτιο



Για να έχουμε καλή απόκριση μπάσων από οποιοδήποτε μεγάφωνο, πρέπει να απομονώσουμε την ακτινοβολία της πίσω πλευράς του κώνου από την ακτινοβολία της εμπρός πλευράς και ο ευκολότερος τρόπος για να το επιτύχουμε είναι να το τοποθετήσουμε μέσα σε κιβώτιο. Από τεχνικής πλευράς αυτό είναι γνωστό σαν άπειρο αντηχείο ή κλειστό κιβώτιο.

## Κιβώτιο ανάκλασης μπάσων

Η προσθήκη κλειστού κιβωτίου δεν κάνει τίποτα για να βελτιώνει τους περιορισμούς λειτουργίας που επιβάλλονται στον φυσικό συντονισμό του μεγαφώνου. Στην πραγματικότητα, πολύ συχνά η κατάσταση χειροτερεύει επειδή η ελαστικότητα του αέρα που βρίσκεται κλεισμένος στο κιβώτιο ενισχύει την υποχωρητικότητα του μεγαφώνου και αυξάνει την συχνότητα συντονισμού μπάσων του μεγαφώνου και κιβωτίου μαζί, με αποτέλεσμα ακόμη μεγαλύτερο περιορισμό της χρήσιμης απόκρισης μπάσων.





# Τέλος της 4<sup>ης</sup> Διάλεξης

## Πηγές και βοηθήματα:

- Ηλεκτρονικές σημειώσεις Δ. Πολίτη 2015 @ <http://elearning.auth.gr>
- Δ. Πολίτη, Γλώσσες και Διεπαφές στη Μουσική Πληροφορική Εκδόσεις Κλειδάριθμος , Αθήνα 2007
-