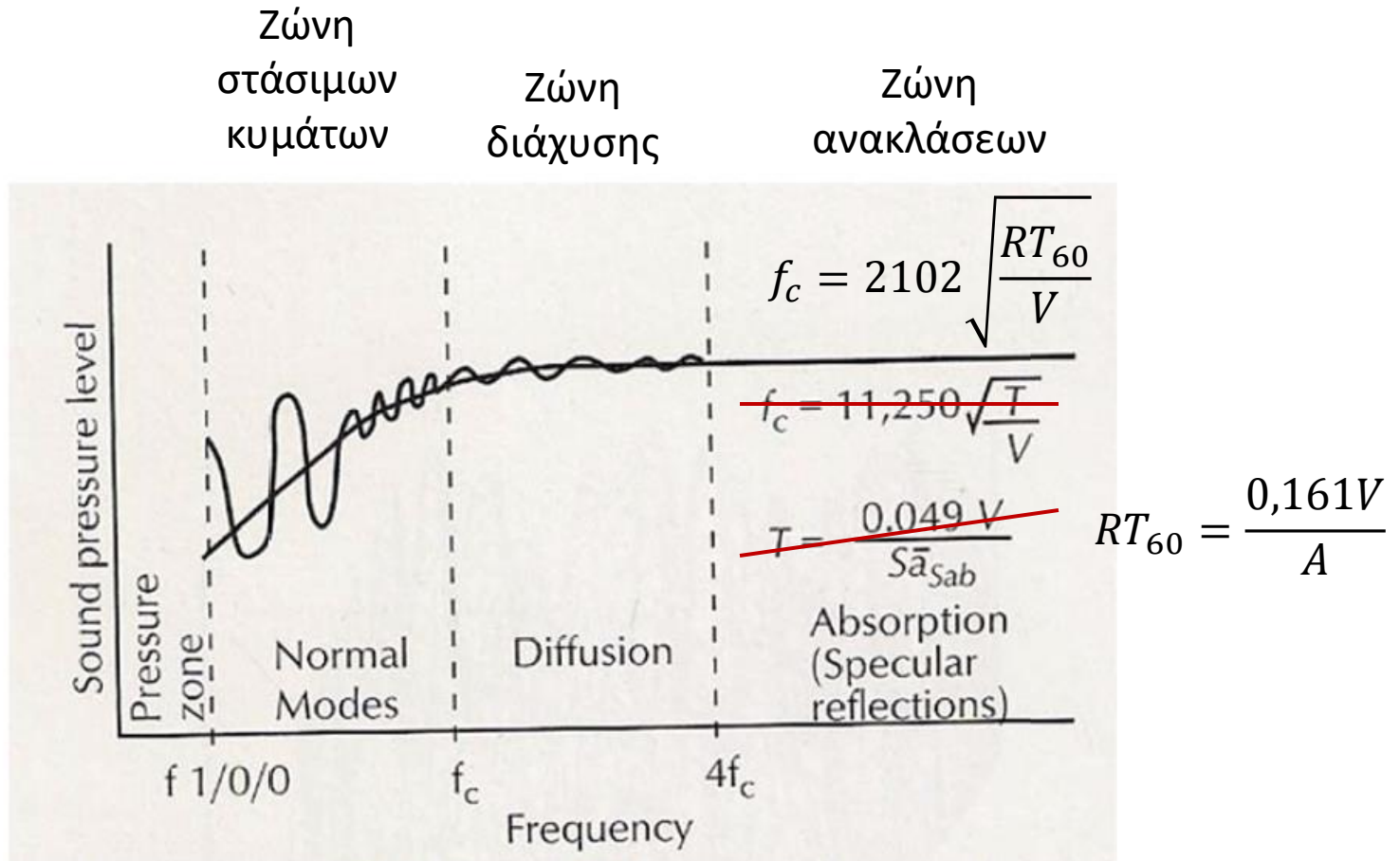


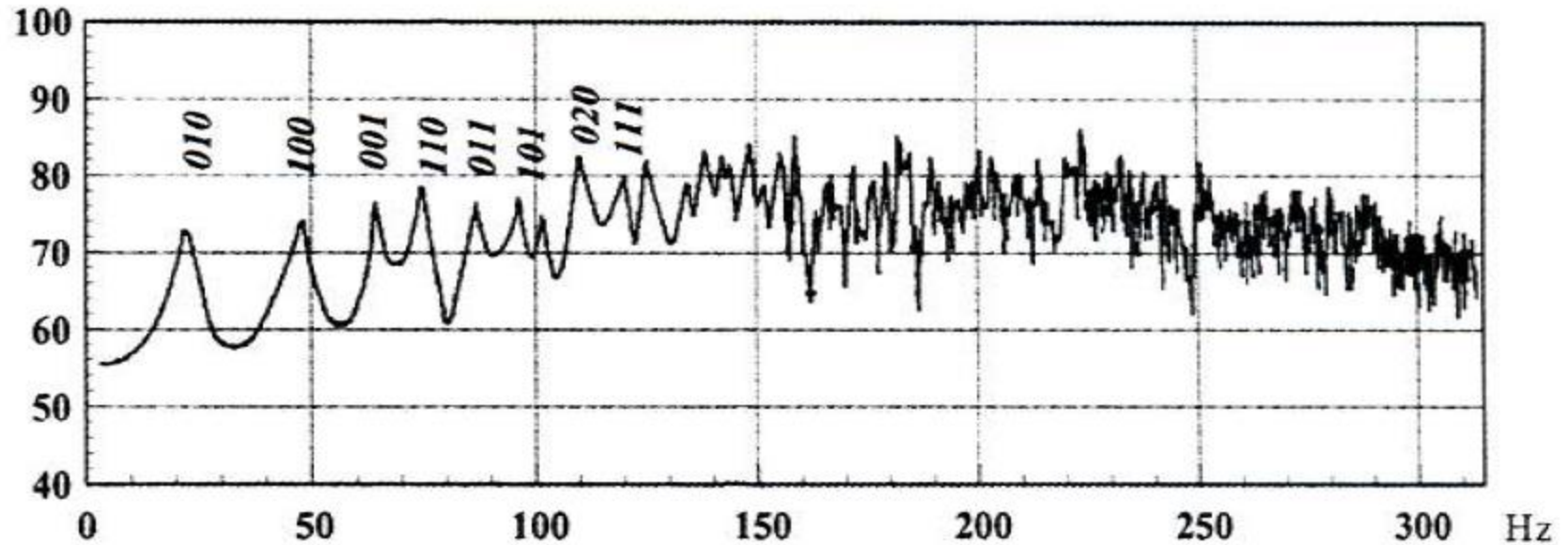
# Μικροί κλειστοί χώροι

# Διάγραμμα Bolt-Beraneck-Newman



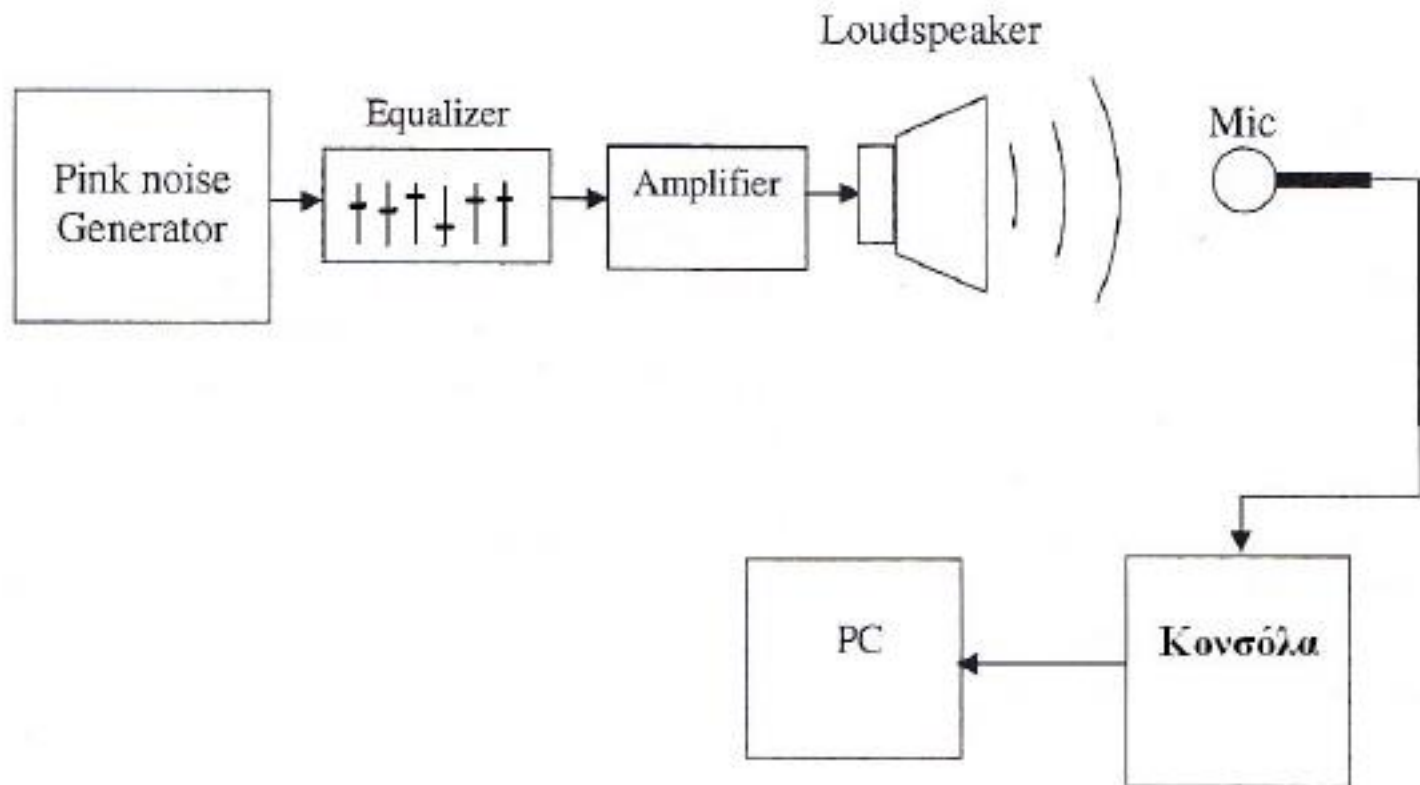
Σχήμα 6.4 Διάγραμμα Bolt-Beraneck-Newmann – Ελεγκτής σταθερής κατάστασης της ακουστικής απόκρισης δωματίου

# Απόκριση Συχνότητας



Σχήμα 14 Συμπεριφορά κλειστού χώρου σε υψηλές και χαμηλές συχνότητες [8]

# Διόρθωση συχνοτικής απόκρισης με χρήση γραφικού equalizer



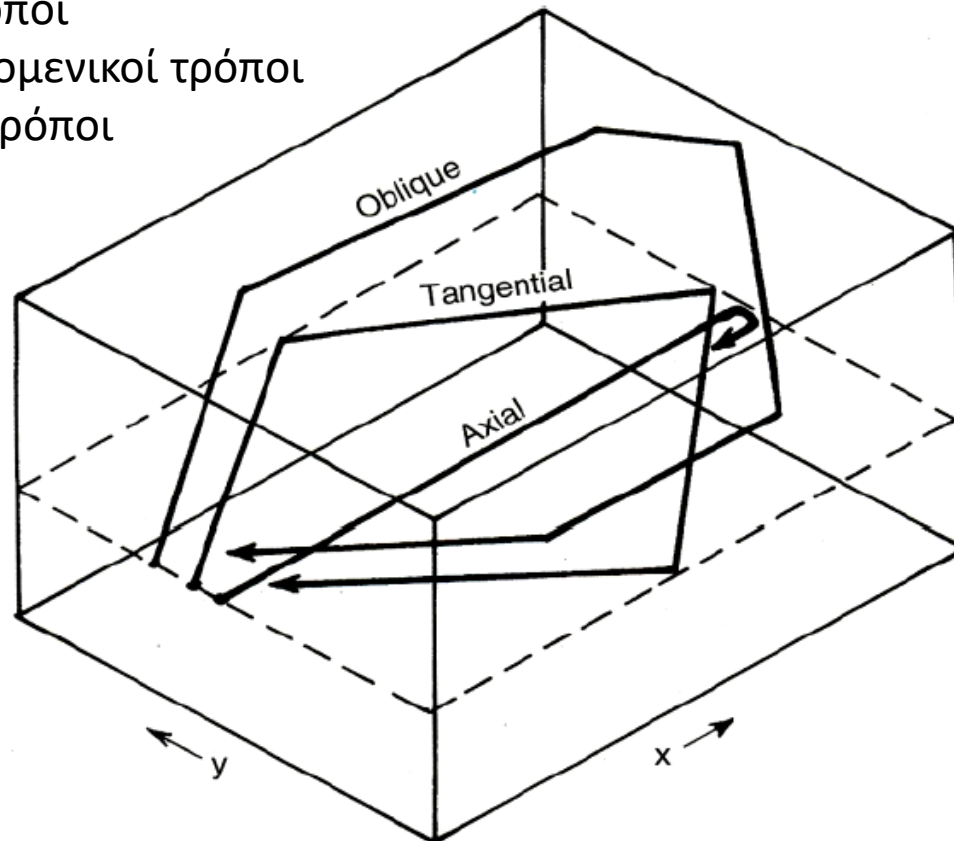
Σχήμα 2.3: Τυπική συνδεσμολογία κατά τη ρύθμιση του γραφικού equalizer

# Κλειστές διαδρομές

Axial modes= αξονικοί τρόποι

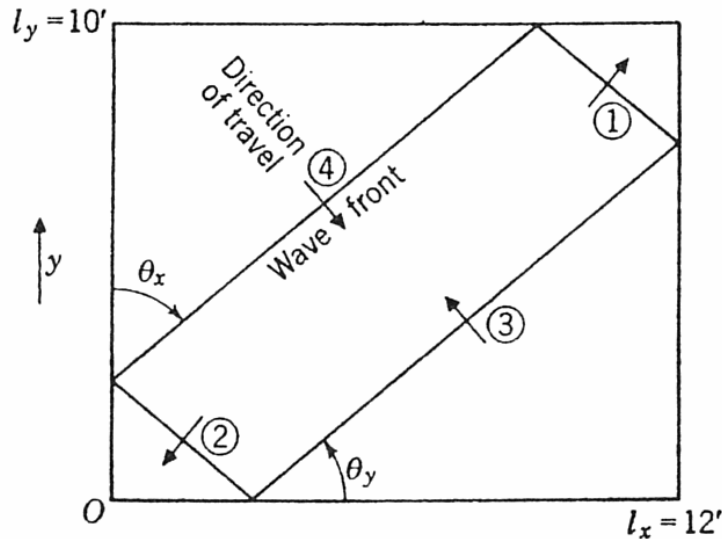
Tangential modes= εφαπτομενικοί τρόποι

Oblique modes= πλάγιοι τρόποι



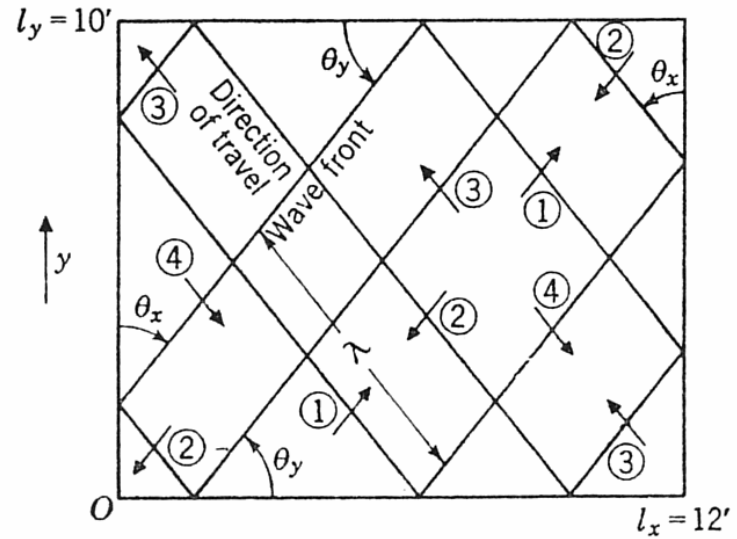
Σχήμα 3. Όλοι οι τρόποι δόνησης στον τρισδιάστατο χώρο [3]

# Κλειστές διαδρομές επαπτομενικών τρόπων ταλάντωσης



(a)

$$n_x=1, n_y=1, n_z=0$$



(b)

$$n_x=3, n_y=2, n_z=0$$

# Υπολογισμός ιδιοσυχνοτήτων για ορθογώνιο δωμάτιο

Ιδιοσυχνότητες ορθογωνίου δωματίου:

$L_x$ : μήκος (m)

$L_y$ : πλάτος (m)

$L_z$ : ύψος (m)

$$f = (n_x, n_y, n_z) = \frac{c}{2} \sqrt{\left(\frac{n_x}{L_x}\right)^2 + \left(\frac{n_y}{L_y}\right)^2 + \left(\frac{n_z}{L_z}\right)^2}$$

Συγκεκριμένα:

- Οι εφαιπτομενικοί τρόποι δόνησης έχουν το 1/2 της ενέργειας των αξονικών, άρα 3 dB χαμηλότερη στάθμη και
- Οι πλάγιοι τρόποι δόνησης έχουν το 1/4 της ενέργειας των αξονικών, άρα 6 dB χαμηλότερη στάθμη.

Τρόποι δόνησης	Πλήθος ανακλάσεων	Ενέργεια	Στάθμη
Αξονικοί	2 επιφάνειες	1	0
Εφαιπτομενικοί	4 επιφάνειες	1/2	- 3 dB
Πλάγιοι	6 επιφάνειες	1/4	- 6 dB

Αυτό δεν ισχύει πάντως σε όλες τις περιπτώσεις, αφού στην περίπτωση ανώμαλης κατανομής των απορροφητικών υλικών στις διάφορες επιφάνειες ανάλογα με τα απορροφητικά υλικά του κάθε τοίχου μπορεί να τύχει ένας εφαιπτομενικός τρόπος ταλάντωσης να είναι πιο έντονος από έναν αξονικό.

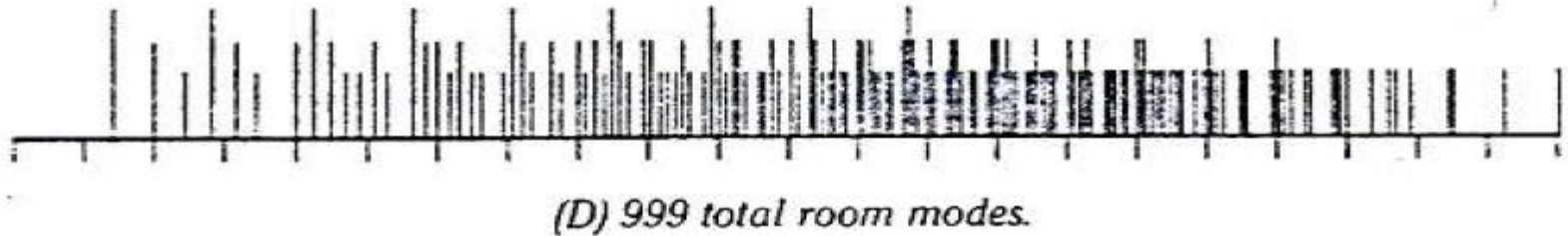
# Ιδιοσυχνότητες

$n_x$	$n_y$	$n_z$	$f_n$ (Hz)
0	1	0	25
1	0	0	30
0	0	1	36
1	1	0	39
0	1	1	43
1	0	1	47
0	2	0	49
1	1	1	53
1	2	0	58
2	0	0	60
0	2	1	61
2	1	0	65
1	2	1	68
2	0	1	70
0	0	2	72

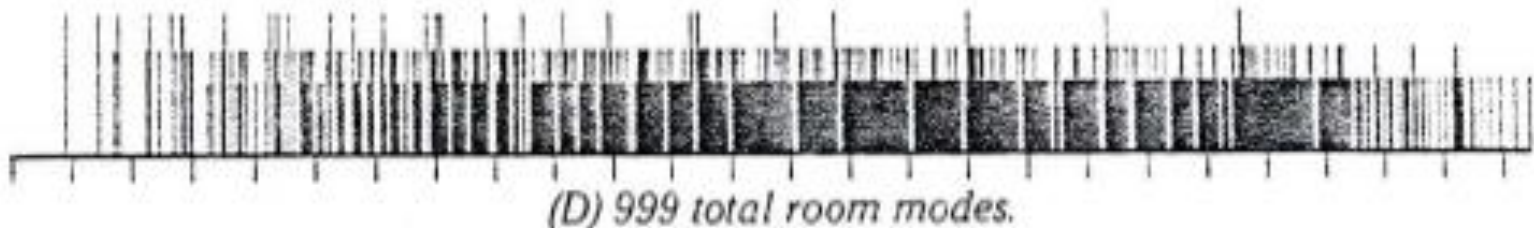
*Table 3.1.1. Calculated natural frequencies at low frequencies using (3.1.5) in a rectangular room with dimensions 5.7 m, 7.0 m, 4.8 m.*

# Κατανομή ιδιοσυχνοτήτων

Κυβικό δωμάτιο



Δωμάτιο με βέλτιστες αναλογίες



# Προτεινόμενες αναλογίες διαστάσεων

		Height	Width	Length
Sepmeyer	A	1.00	1.14	1.39
	B	1.00	1.28	1.54
	C	1.00	1.60	2.33
Louden	D	1.00	1.40	1.90
	E	1.00	1.30	1.90
	F	1.00	1.50	2.50
Volkman	G	1.00	1.50	2.50
Boner	H	1.00	$\sqrt[3]{2} = 1.26$	$\sqrt[3]{4} = 1.59$

Πίνακας 2. Διάφορες προτάσεις για βέλτιστες αναλογίες ενός χώρου [2], [4], [10]

# Άσκηση 1

- Σε ένα ορθογώνιο δωμάτιο με διαστάσεις  $4 \times 5 \times 2.8$  m παρατηρούμε έντονο συντονισμό στα  $103$  Hz, τον οποίο θέλουμε να τον αποδυναμώσουμε. Έχουμε στη διάθεσή μας μικρή ποσότητα απορροφητικού panel. Προτείνεται τρόπο τοποθέτησης του panel (σε ποιους τοίχους πρέπει να μπει) ώστε να έχουμε το βέλτιστο δυνατό αποτέλεσμα. Δίνεται  $c=343$  m/s.

# Το τέλειο αντηχητικό πεδίο

Το πεδίο που δημιουργείται από την υπέρθεση απείρου πλήθους επιπέδων ηχητικών κυμάτων που διαδίδονται προς όλες τις κατευθύνσεις με την ίδια πιθανότητα

- Σταθερή πυκνότητα ενέργειας
- Οι εξασθενήσεις είναι τέλεια εκθετικές
- Χρόνος αντήχησης παντού το ίδιο
- Χαρακτήρας της εξασθένησης ανεξάρτητος από τα κατευθυντικά χαρακτηριστικά του μικροφώνου
- Μετρούμενη στάθμη του ανακλώμενου ήχου ανεξάρτητη από τα κατευθυντικά χαρακτηριστικά του μικροφώνου
- Ο απευθείας ήχος ο ανακλώμενος ήχος είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους

# Το τέλειο αντηχητικό πεδίο

Το πεδίο που δημιουργείται από την υπέρθεση απείρου πλήθους επιπέδων ηχητικών κυμάτων που διαδίδονται προς όλες τις κατευθύνσεις με την ίδια πιθανότητα

- Σταθερή πυκνότητα ενέργειας
- Οι εξασθενήσεις είναι τέλεια εκθετικές
- Χρόνος αντήχησης παντού το ίδιο
- Χαρακτήρας της εξασθένησης ανεξάρτητος από τα κατευθυντικά χαρακτηριστικά του μικροφώνου
- Μετρούμενη στάθμη του ανακλώμενου ήχου ανεξάρτητη από τα κατευθυντικά χαρακτηριστικά του μικροφώνου
- Ο απευθείας ήχος ο ανακλώμενος ήχος είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους

# Τρόποι ταλάντωσης (ιδιομορφές)

- Η χαρακτηριστική μορφή του ηχητικού πεδίου όταν ο χώρος διεγείρεται από μία συχνότητα που συμπίπτει με ιδιοσυχνότητα του χώρου
- <https://www.youtube.com/watch?v=wvJAgRU BF4w&t=4s>