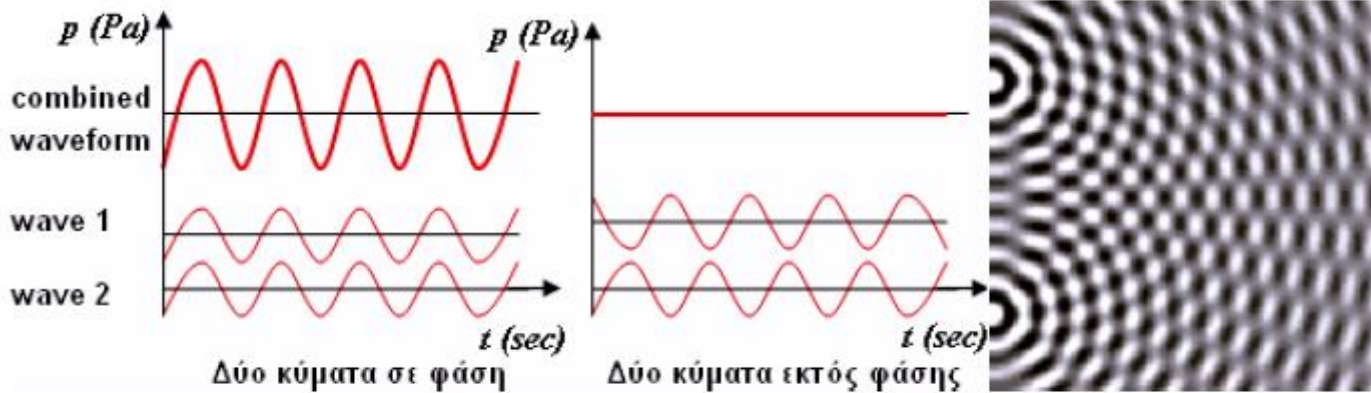


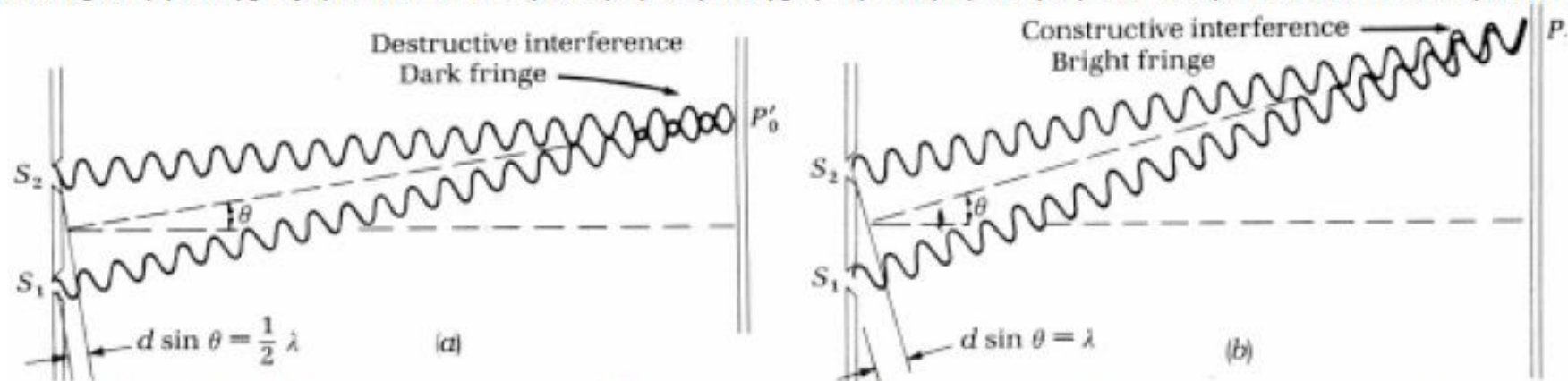
Μάθημα 4ο

Απευθείας ήχος + ανάκλαση = συμβολή κυμάτων



Σχήμα 1. (α) Ενισχυτική & αποσβεστική συμβολή και (β) Κροσσοί συμβολής








Ο τρόπος συμβολής εξαρτάται από τη διαφορά φάσης ή τη διαφορά δρόμων ανάμεσα στα δύο κύματα.



Σχήμα 2. (α) Καταστρεπτική και (β) Ενισχυτική συμβολή για ακραίες διαφορές φάσης/δρόμου [1]

Διαφορετικές διαδρομές = Χρονική διαφορά άφιξης του ήχου

Μπορούμε να πούμε κάτι γενικά για την επίδραση που έχει μία ανάκλαση συνολικά σε ένα σύνθετο ήχο?

	φωνή 	White noise 
Delay = 3 ms		
Delay = 5 ms		
Delay = 20 ms		
Delay = 50 ms		

Φαινόμενο του προβαδίσματος

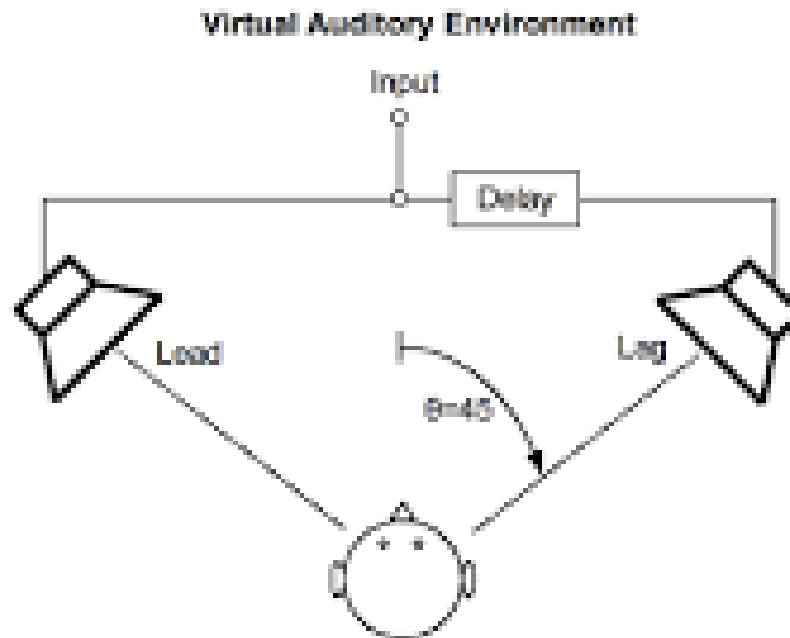
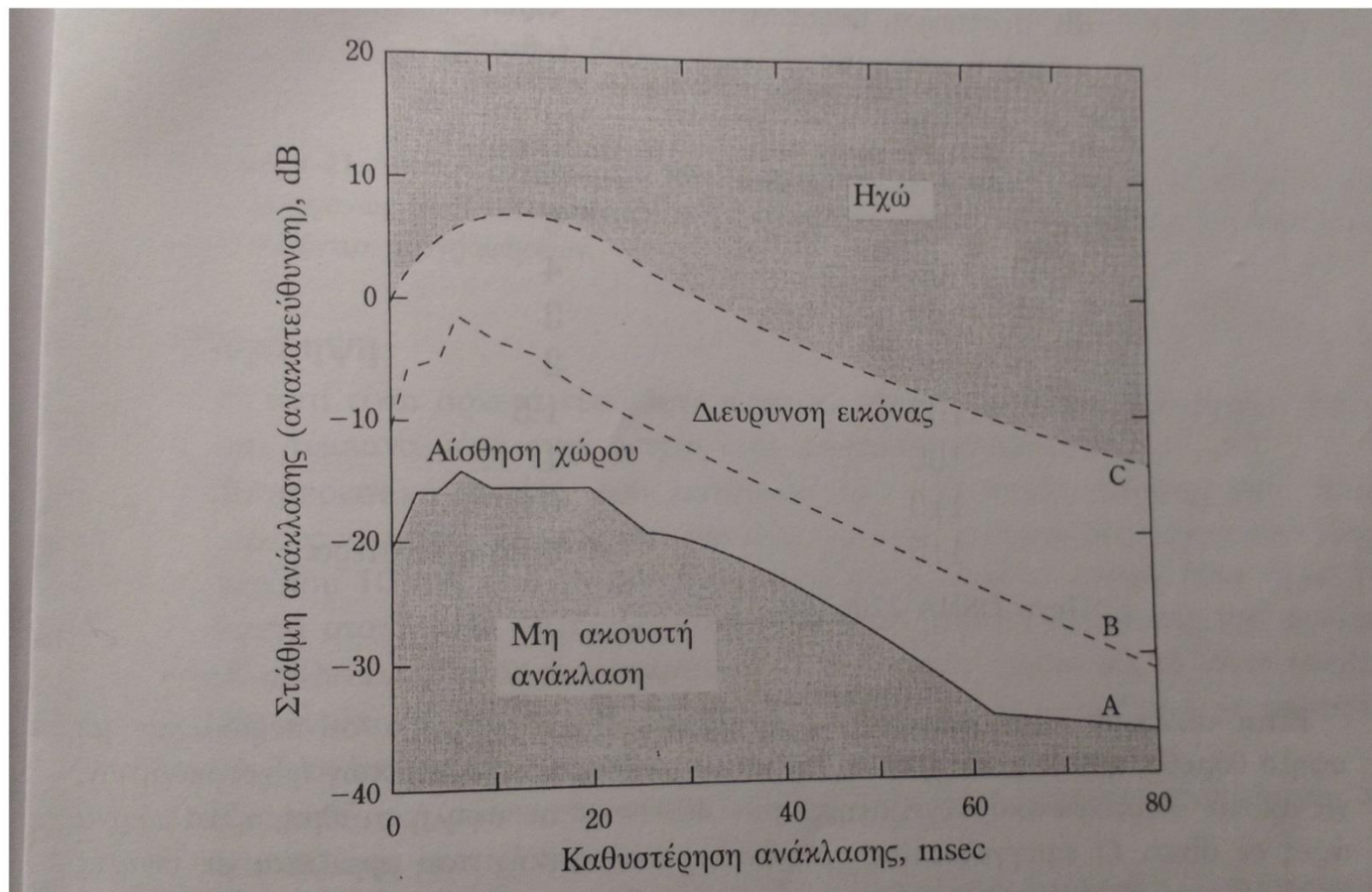
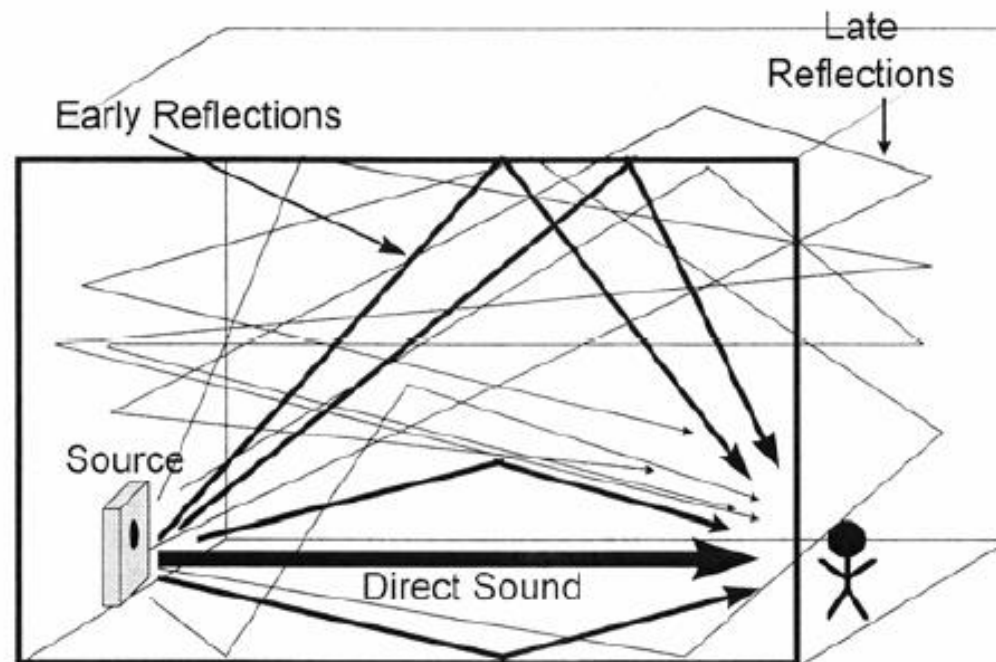


Figure 1. The lead-lag loudspeaker arrangement, which is widely used for fusion measurements (and demonstrations) of the precedence effect. In the current study, this arrangement is simulated by virtual environment.

Υποκειμενική αντίληψη της ανάκλασης



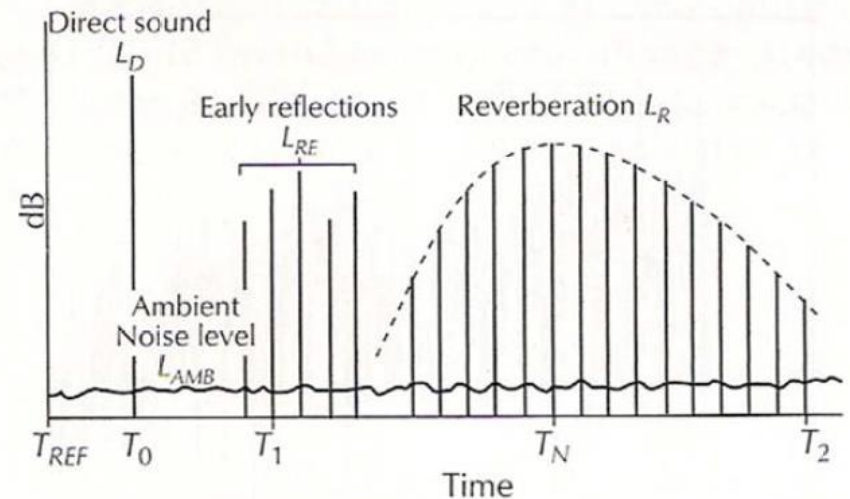
Μεγάλοι κλειστοί χώροι



Σχήμα 3.14: Αναπαράσταση της δημιουργίας αντήχησης σε ένα κλειστό χώρο

Συνιστώσες του ήχου σε «μεγάλους» κλειστούς χώρους

- Απευθείας ήχος (direct sound)
- Πρώτες ανακλάσεις (early reflections)
 $\Delta\tau < 80$ ms
- Αντηχητική συνιστώσα (reverberation)
 - Αντηχητικό πεδίο ή διάχυτο πεδίο
 - Ανακλώμενος ήχος



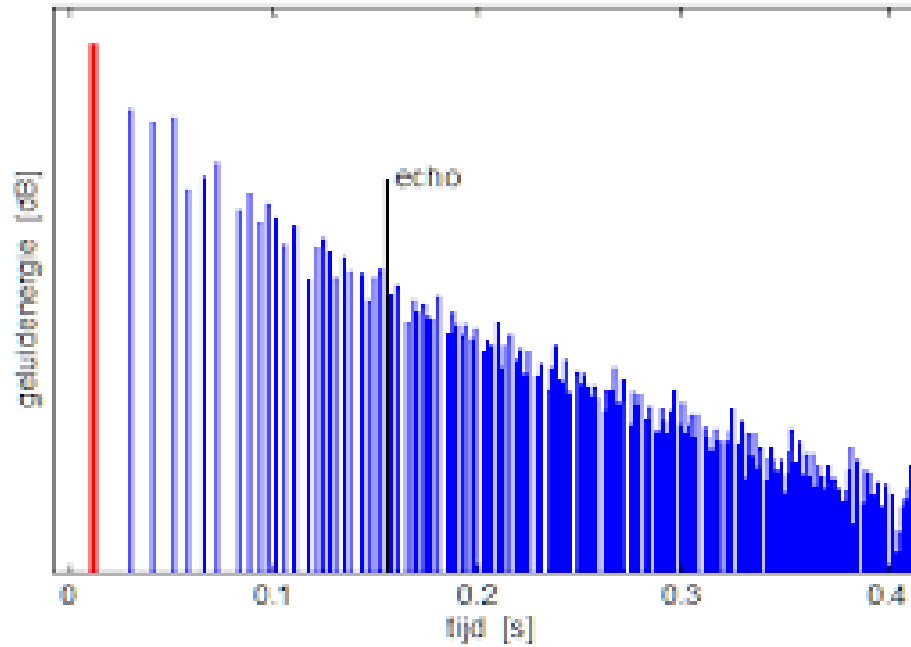
$T_0 - T_{REF} =$ Signal travel time to observer (D_0)

$T_1 - T_0 =$ Initial Time Delay (ITD) gap

$T_N - T_{REF} =$ Natural room delay

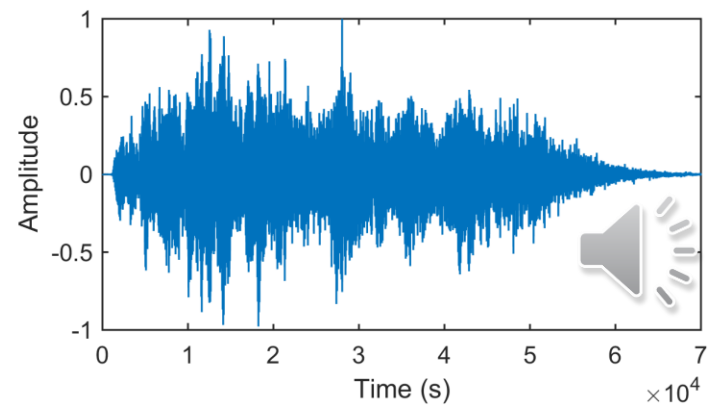
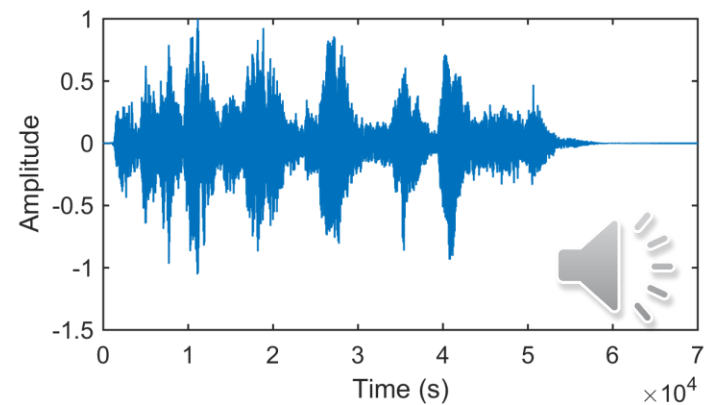
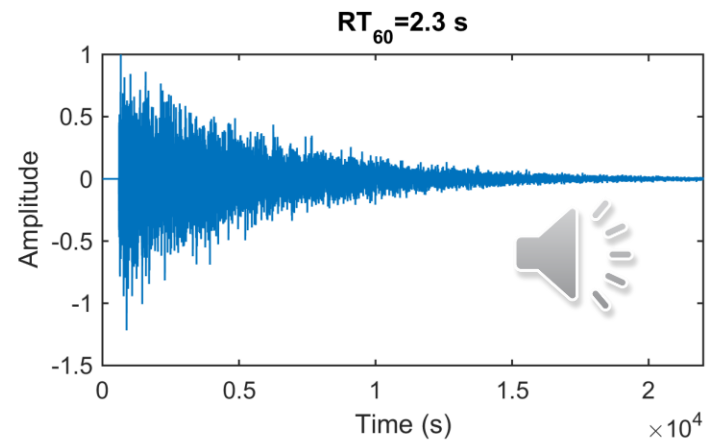
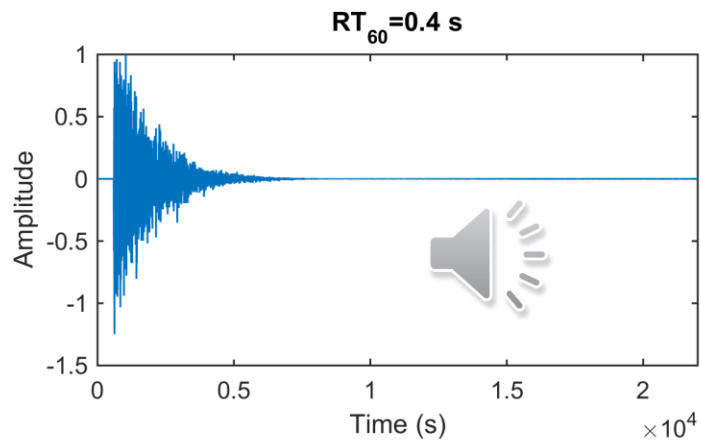
$T_2 - T_1 =$ 3-D measurement limits (variable from T_{REF} to T_2)

Reflectogram

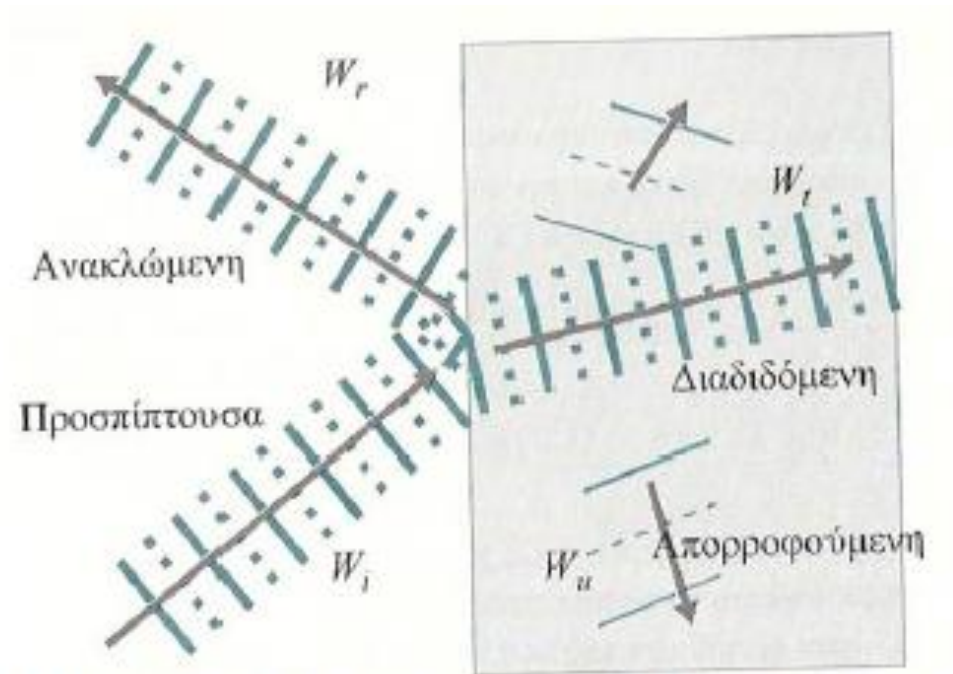


Κρουστική απόκριση

Ανηχοϊκό σήμα:



Ισοζύγιο της ενέργειας κατά την πρόσπτωση ενός κύματος σε ανακλαστική επιφάνεια

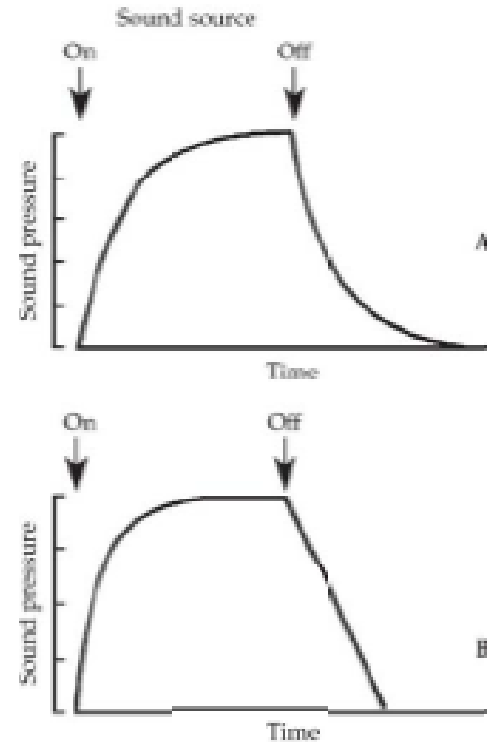


Σχήμα 5.3 Πρόσπτωση ηχητικής ενέργειας σε περατώτικη επιφάνεια

Αντήηση

Ορισμός : Το φαινόμενο κατά το οποίο το ηχητικό πεδίο μέσα σε ένα κλειστό χώρο διατηρείται μετά το σταμάτημα της πηγής

Επεξήγηση της εκθετικής πτώσης!



Σχήμα 6.2 Άνοδος και πτώση ηχητικού πεδίου κλειστού χώρου με γραμμική (A) και λογαριθμική (B) κλίμακα ηχητικής πίεσης

Χρόνος Αντήχησης RT60

- Το χρονικό διάστημα (σε sec) που απαιτείται ώστε η στάθμη του ήχου σε ένα κλειστό χώρο να ελαττωθεί κατά 60 dB

Έχουμε δύο βασικά είδη μελέτης σχετικά με το χρόνο αντήχησης:

- 1) Θεωρητικός υπολογισμός (θα το δούμε σε επόμενο μάθημα)
- 2) Μέτρηση του χρόνου αντήχησης

Μέτρηση του χρόνου αντήχησης

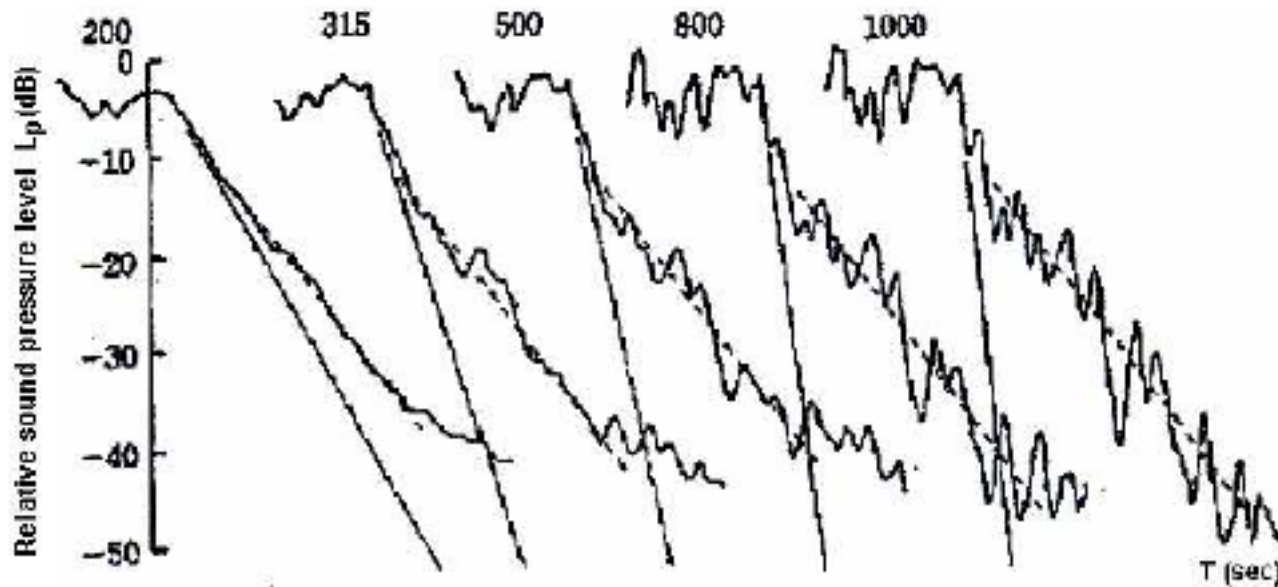
- Ουσιαστικά, αν μετρήσω την κρουστική απόκριση του χώρου, μπορώ να υπολογίσω το χρόνο αντήχησης
 - White noise, sweep, MLS sequence
- Μέθοδος του μηδενισμού της πηγής
- Μέθοδος της παλμικής διέγερσης

Το RT60 μπορεί να διαφέρει από συχνότητα σε συχνότητα!

Όταν κάνουμε ακουστικές μελέτες σε κλειστούς χώρους, δίνουμε το χρόνο αντήχησης σε κάθε οκτάβα.

Όταν δίνεται ένας και μοναδικός αριθμός αυτός εξ' ορισμού αναφέρεται στη συχνότητα των 500 Hz .

Αυτό προέρχεται από τις αποκλειστικές μελέτες αντήχησης του Sabine στα 512 Hz . Αν και η συμπεριφορά του αντηχητικού ήχου είναι ιδιαίτερος πολύπλοκη για να περιγραφεί από ένα μόνο αριθμό, ο χρόνος αντήχησης των 500 Hz είναι αρκετά ενδεικτικός της «ζωντάνιας» του χώρου.



Σχήμα 9. Πτώση αντηχητικού πεδίου για διάφορες συχνότητες [5]

Συντελεστής απορρόφησης διαφόρων επιφανειών

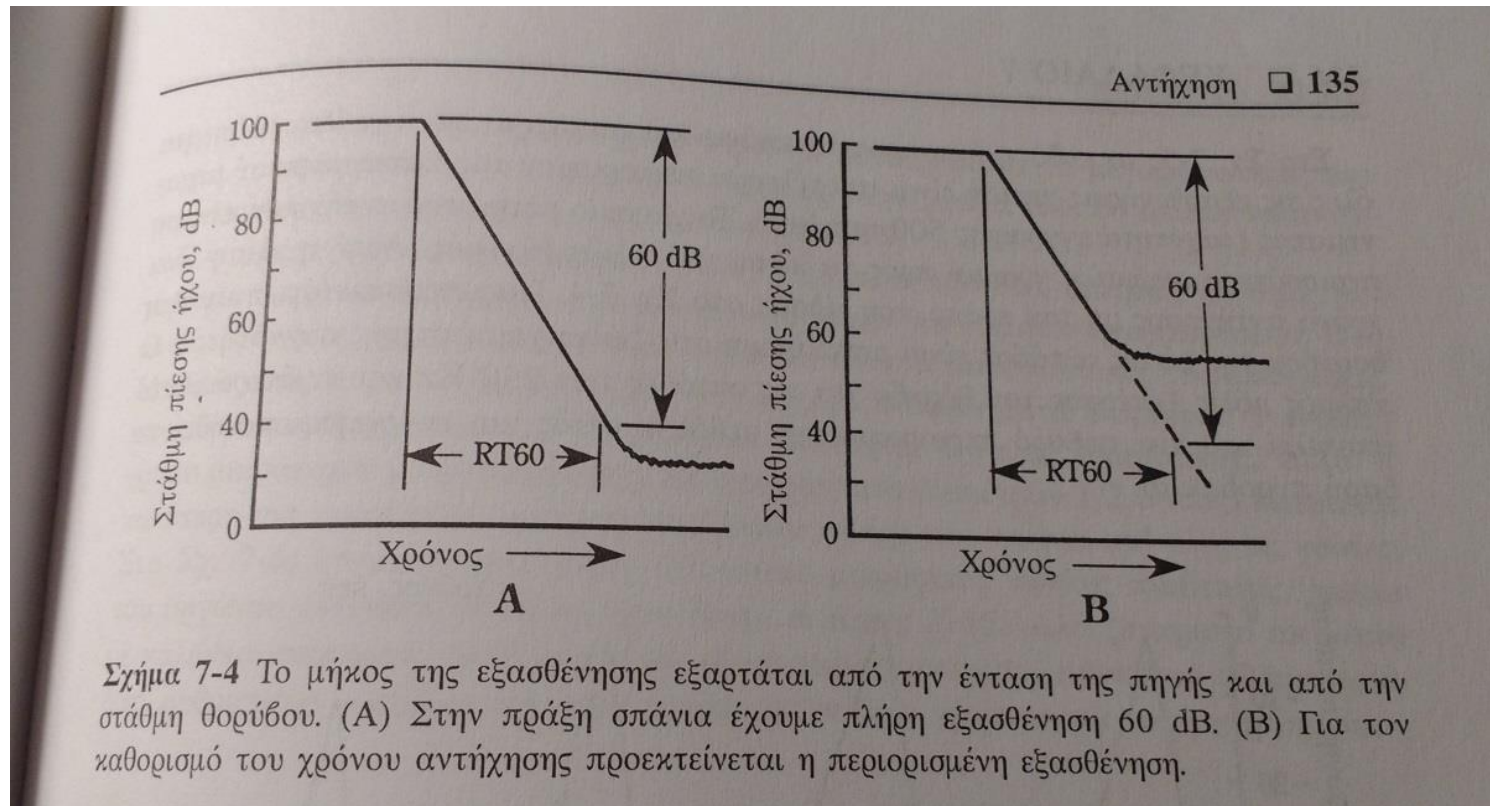


ABSORPTION COEFFICIENTS OF COMMON BUILDING MATERIALS AND FINISHES

Floor materials	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Carpet	0.01	0.02	0.06	0.15	0.25	0.45
Concrete (unpainted, rough finish)	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1
Concrete (sealed or painted)	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Marble or glazed tile	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Vinyl tile or linoleum on concrete	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
Wood parquet on concrete	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07
Wood flooring on joists	0.15	0.11	0.1	0.07	0.06	0.07

Προβλήματα που παρουσιάζονται κατά τη μέτρηση του RT_{60}

Έλλειψη διαθέσιμου δυναμικού εύρους!



Πρώτες ανακλάσεις - Σκαρλάτος

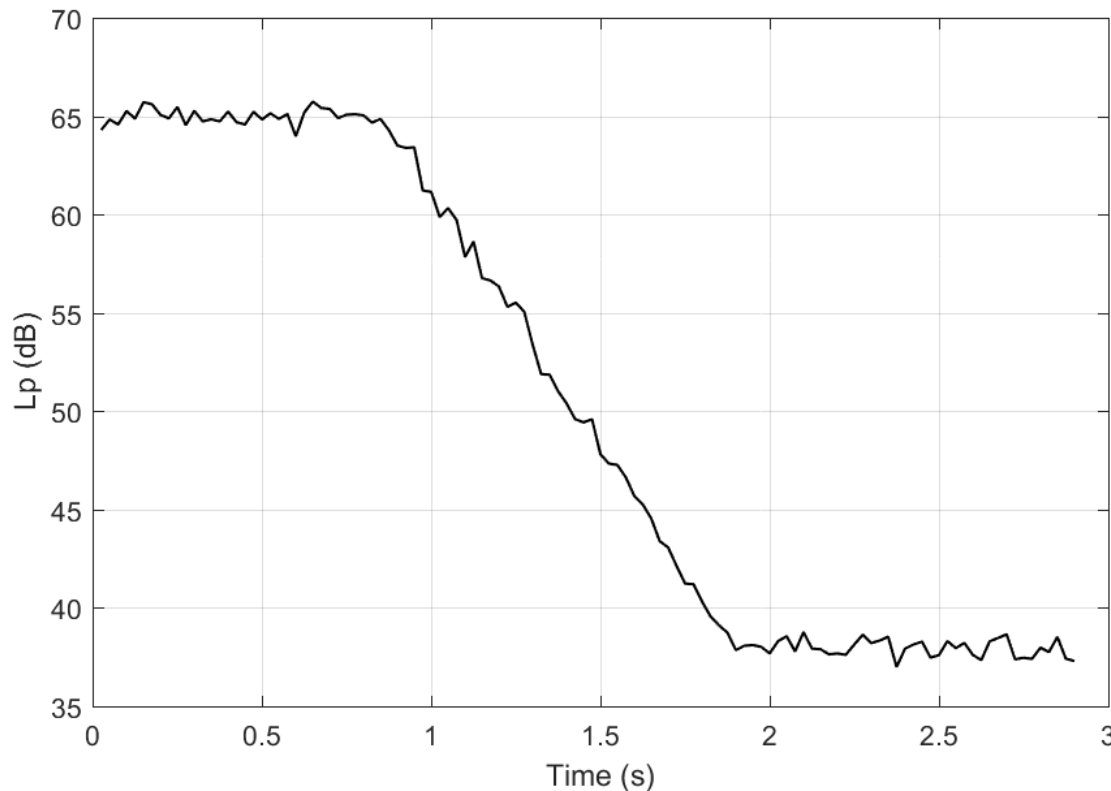
- Φαινόμενο Haas, κεφ. 7.3.1 από Σκαρλάτο
- Πρώτες ανακλάσεις – αρχές καλού ακουστικού σχεδιασμού, Κεφ. 7.6.1 και 7.6.2 από Σκαρλάτο
- Μέθοδος των ακουστικών ειδώλων, κεφ. 7.5.1 από Σκαρλάτο

Άσκηση

Κατά τη μέτρηση του χρόνου αντήχησης με τη μέθοδο της διακοπτόμενης πηγής στα 1000 Hz πήραμε το παρακάτω διάγραμμα (οι τιμές στον άξονα του -x είναι σε δευτερόλεπτα).

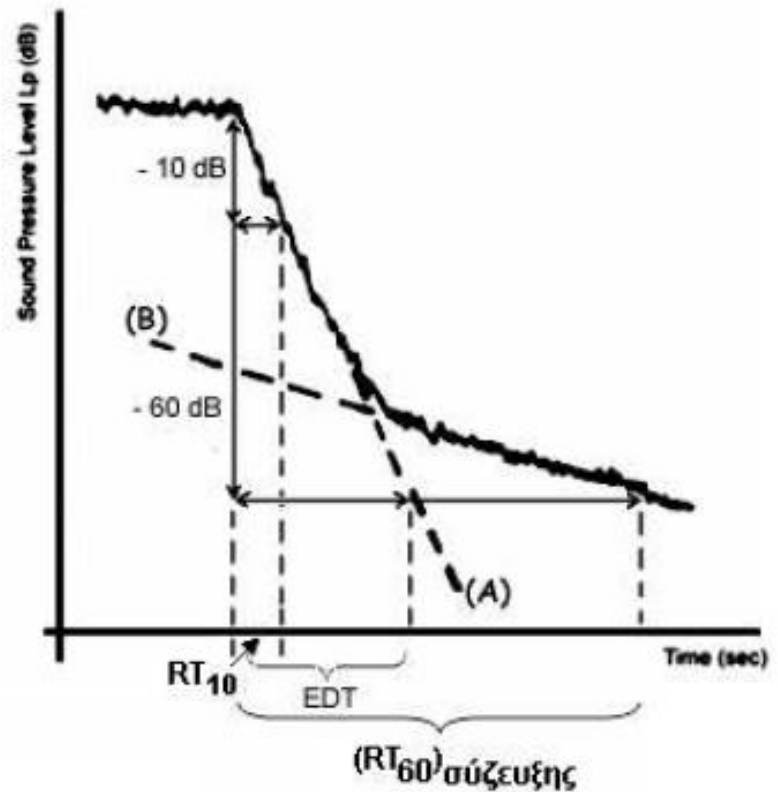
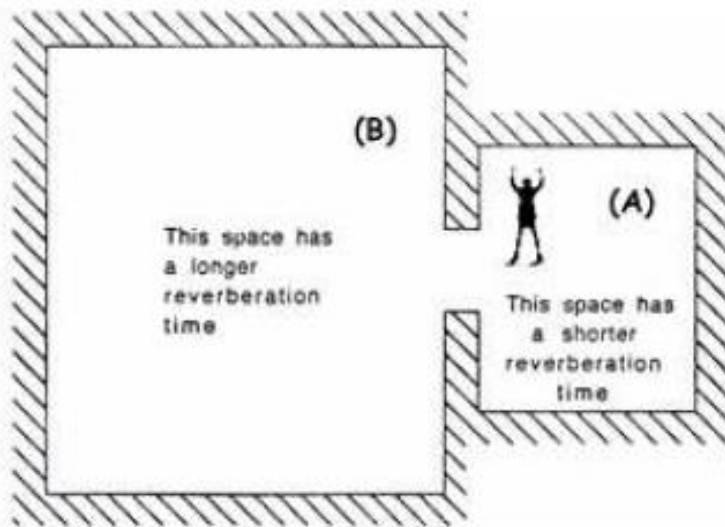
α) Ποια από τις προδιαγραφές RT_{20} και RT_{30} θεωρείτε ως καλύτερη για τη μέτρηση του χρόνου αντήχησης για τη συγκεκριμένη περίπτωση και γιατί?

β) Κάνετε μια εκτίμηση του χρόνου αντήχησης με βάση το διάγραμμα.



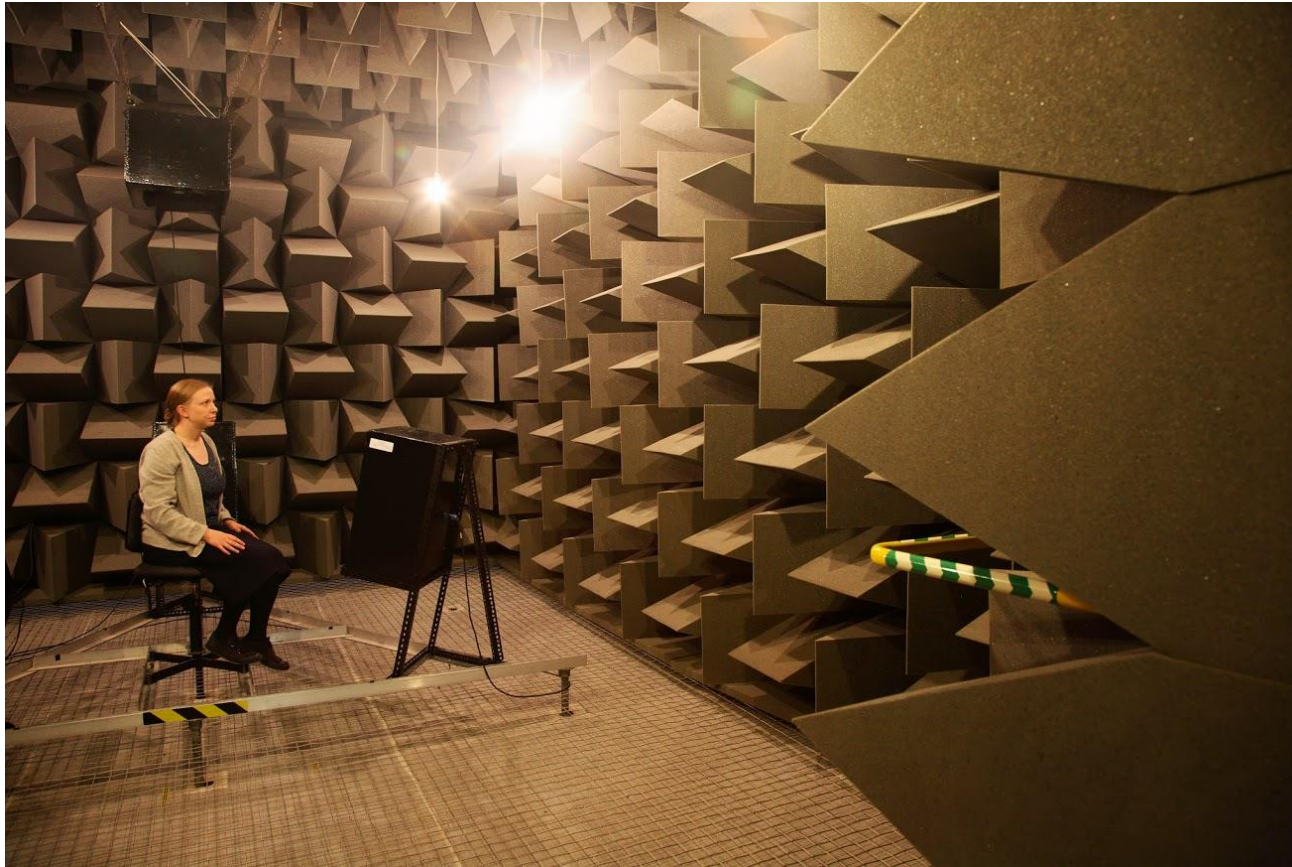
Ακουστικά συζευγμένοι χώροι

Στην περίπτωση που βρισκόμαστε μέσα σε ένα χώρο με μικρό χρόνο αντήχησης και ανοίξουμε την πόρτα σε έναν περισσότερο αντηχητικό χώρο, η σύζευξη των δύο προκαλεί αύξηση του χρόνου αντήχησης. Δηλαδή ανοίγοντας την πόρτα και εφ' όσον βρισκόμαστε κοντά στο άνοιγμα, θα ακούσουμε δύο ρυθμούς πτώσης και ο χώρος θα γίνει συνολικά πιο ζωντανός.



Σχήμα 12. Παρατηρητής μέσα σε δωμάτιο με μικρή αντήχηση – σύζευξη με περισσότερο αντηχητικό δωμάτιο [6]

Anechoic chamber



Reverberation chamber

