

# ΗΛΕΚΤΡΟΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

## *εισαγωγή*

### 1. ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ, ΑΚΟΗ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΗΧΟΥ

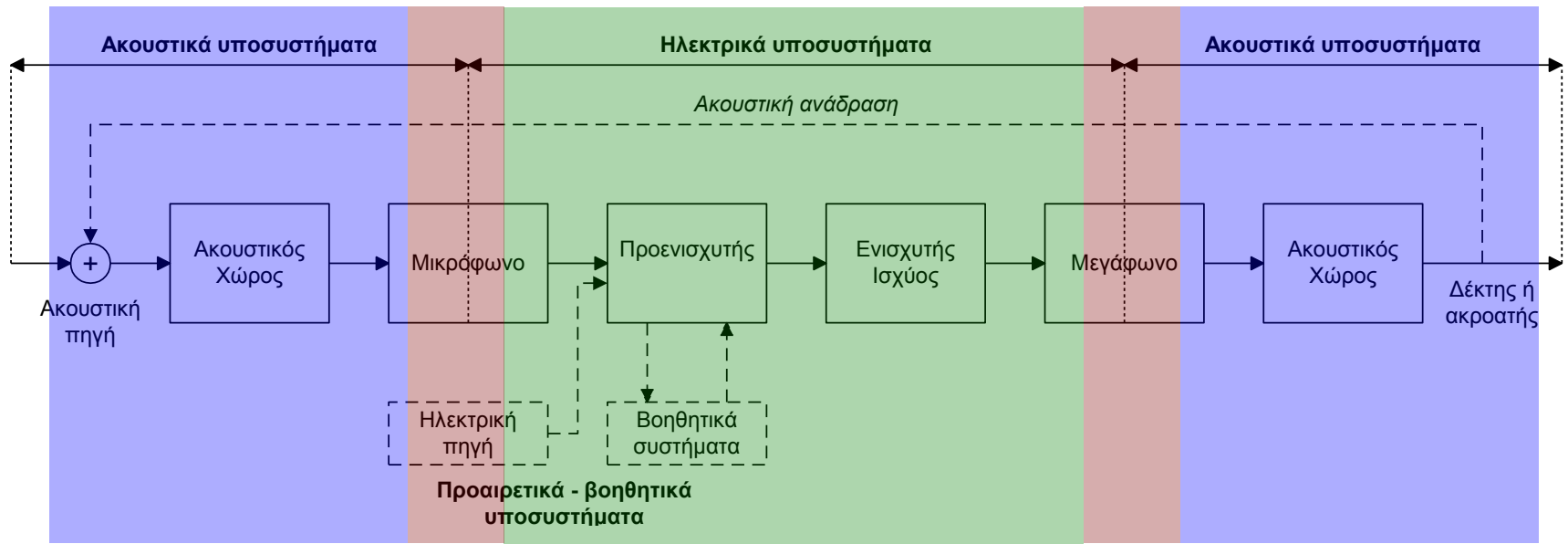
Γιάννης Μουρτζόπουλος



ΟΜΑΔΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΗΧΟΥ ΚΑΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΣΥΡΜΑΤΗΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

[www.wcl.ece.upatras.gr/audiogroup/](http://www.wcl.ece.upatras.gr/audiogroup/)

# ΤΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟ-ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ



γενικό διάγραμμα ενός πλήρους ηχητικού συστήματος

# ΤΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟ-ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ

τα κεφάλαια του μαθήματος

- Χαρακτηριστικά Η/Α συστημάτων
- Ακουστικές πηγές, πεδίο
- Ακουστικές μετρήσεις – θόρυβος
- Η/Α ισοδυναμίες – ανάλογα

**θεωρία**

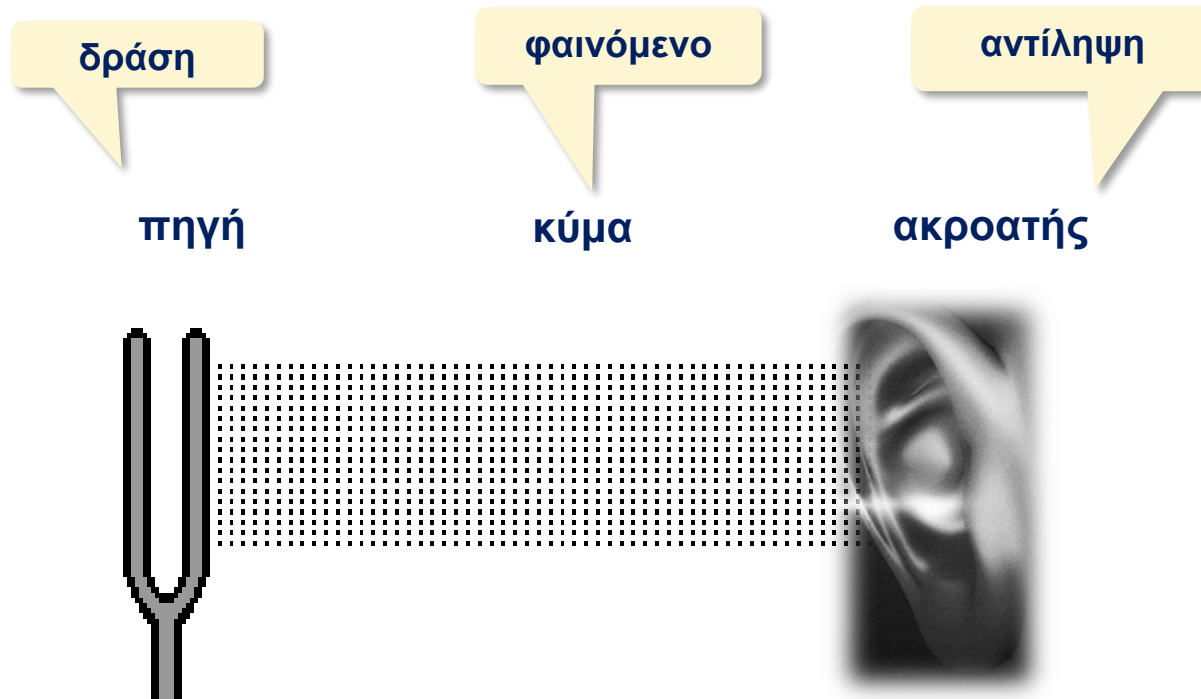
- Μικρόφωνα
- Μεγάφωνα
- Ακουστική κλειστών χώρων

**συστήματα**

- Ηχητικές εγκαταστάσεις
  - ακουστική κάλυψη
  - ηλεκτρικά συστήματα
  - συνδέσεις - παραδείγματα

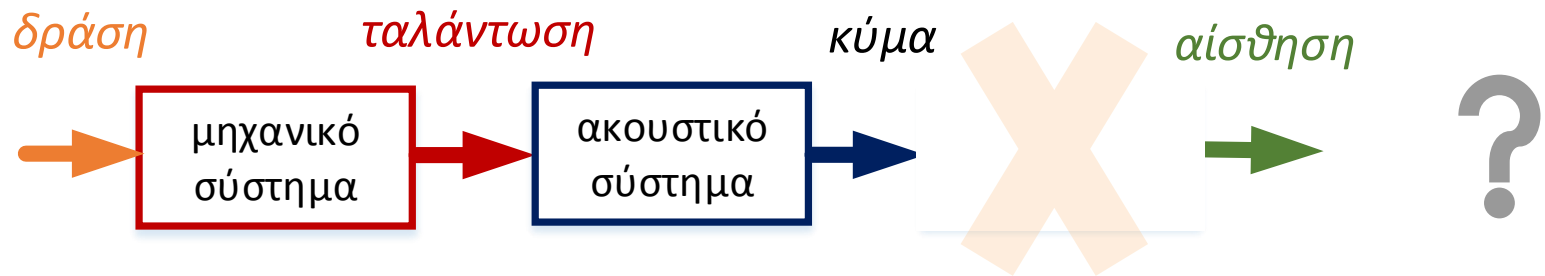
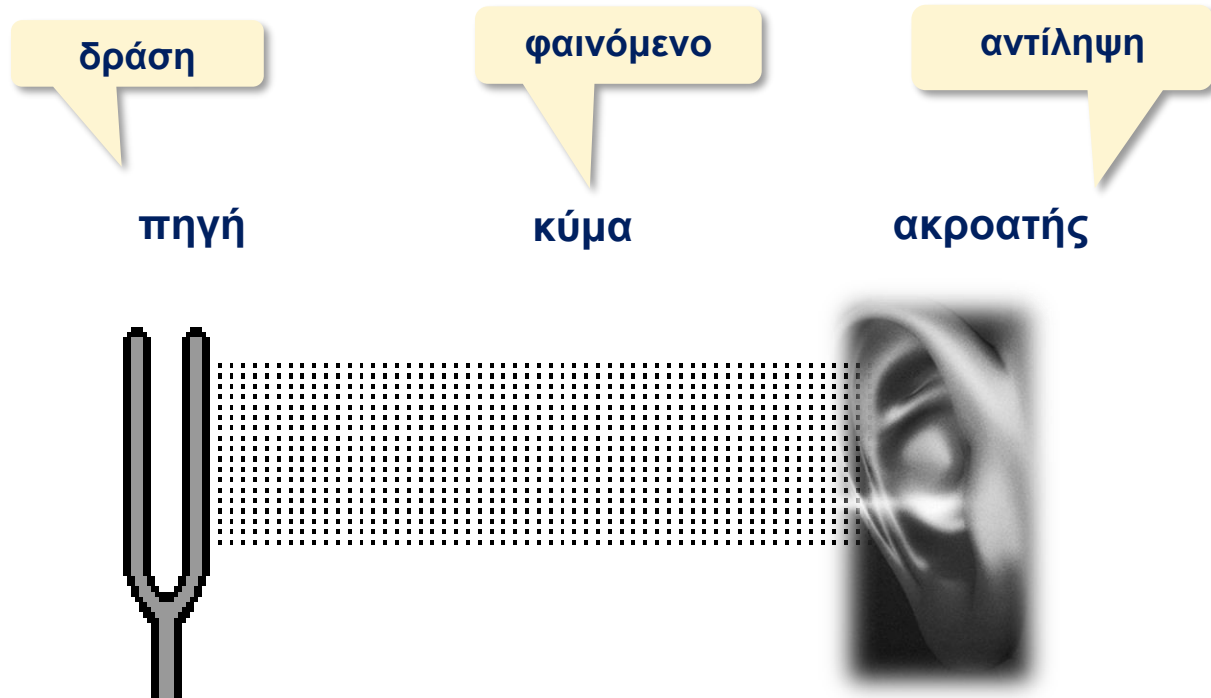
**εφαρμογές**

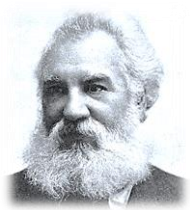
# ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΗΧΟΣ;



- **ταλάντωση** από την πηγή δημιουργεί ένα **κύμα**
- το κύμα **διαδίδεται** προς τον **δέκτη** (ακροατής, μικρόφωνο)
- παράγει **ακουστικό ερέθισμα**

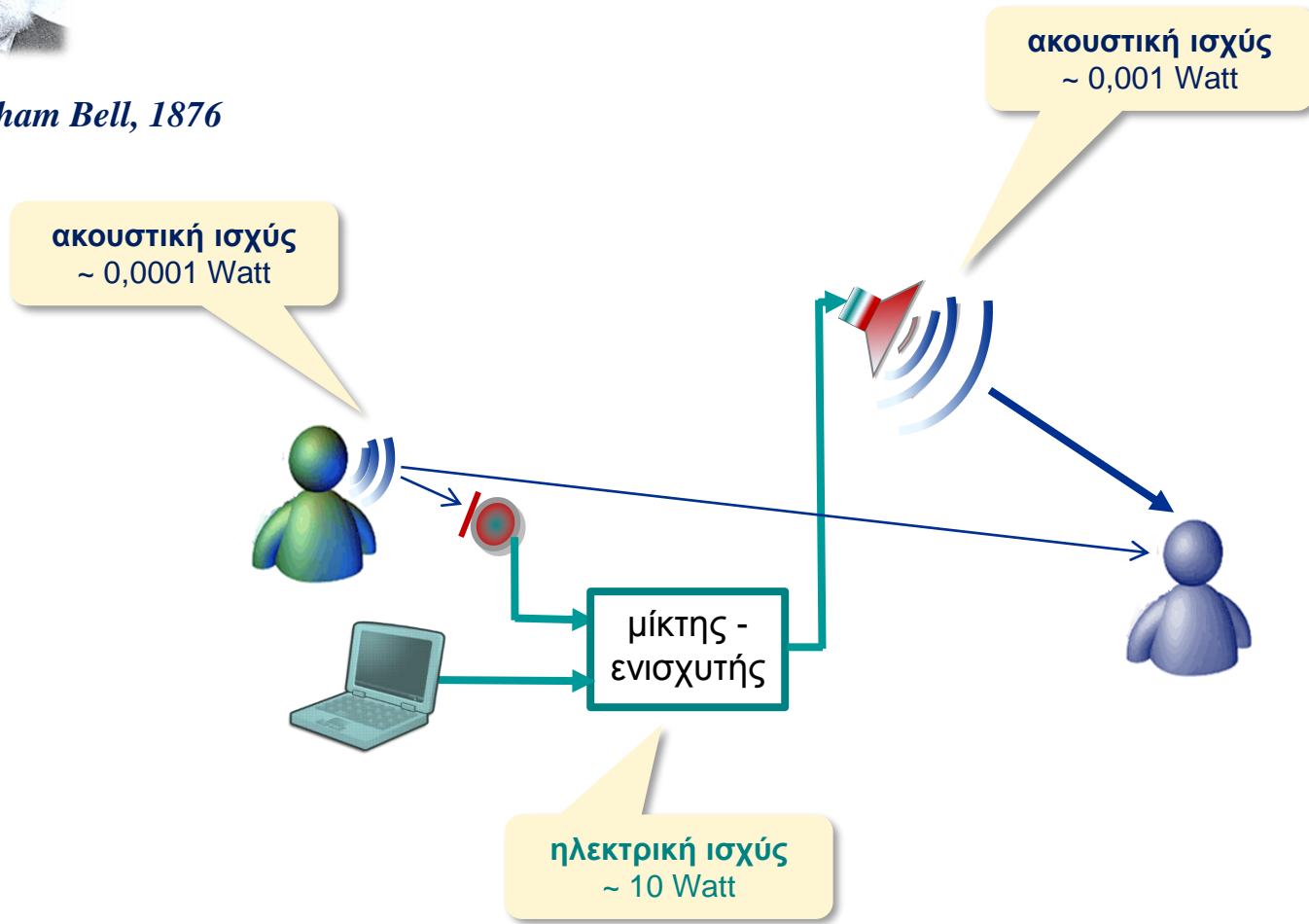
# ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΗΧΟΣ;





*Alexander Graham Bell, 1876*

## ηλεκτρο-μηχανικο-ακουστική μετατροπή





- ακουστικά κύματα παράγονται από **κίνηση σωματιδίων** (σε αέρια, υγρά, στερεά)
- παράγονται κυρίως από **μηχανικές ταλαντώσεις**
- απαιτείται **μάζα** και **δύναμη επαναφοράς** (αέρας,..., ελαστικό μέσο)
- **οπτικά κύματα** δεν παράγονται από κίνηση σωματιδίων
- είναι **ηλεκτρομαγνητικά κύματα** από σύζευξη μαγνητικού και ηλεκτρικού πεδίου
- μεταδίδονται στο **κενό** (τα ακουστικά κύματα, όχι)....

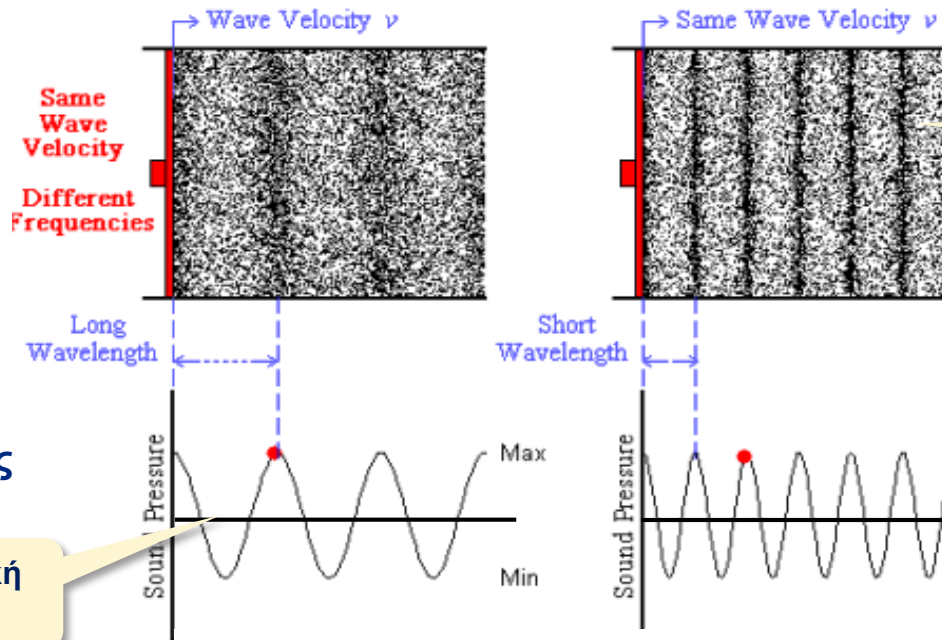
## ακουστικό κύμα



πηγή: [auditoryneuroscience.com](http://auditoryneuroscience.com)

- ακουστικά κύματα παράγονται από **κίνηση σωματιδίων** (σε αέρια, υγρά, στερεά)
- παράγονται κυρίως από **μηχανικές ταλαντώσεις**
- απαιτείται **μάζα** και **δύναμη επαναφοράς** (αέρας, ..., ελαστικό μέσο)
- **οπτικά κύματα** δεν παράγονται από κίνηση σωματιδίων
- είναι **ηλεκτρομαγνητικά κύματα** από σύζευξη μαγνητικού και ηλεκτρικού πεδίου
- μεταδίδονται στο **κενό** (τα ακουστικά κύματα, όχι)....





ταχύτητα κύματος  
~ 340 m/s

χαμηλές συχνότητες

ψηλές συχνότητες

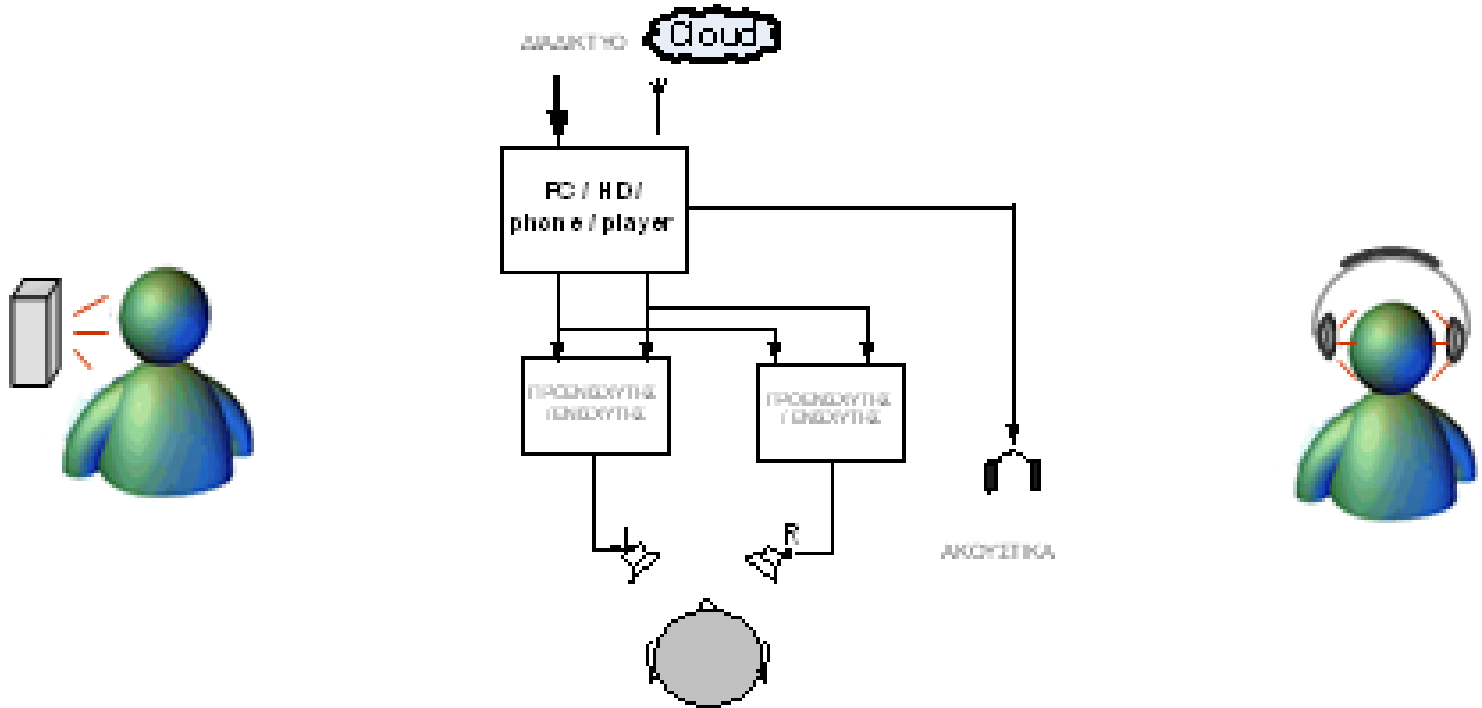
στατική ατμοσφαιρική  
πίεση

πηγή: ISVR, Southampton University

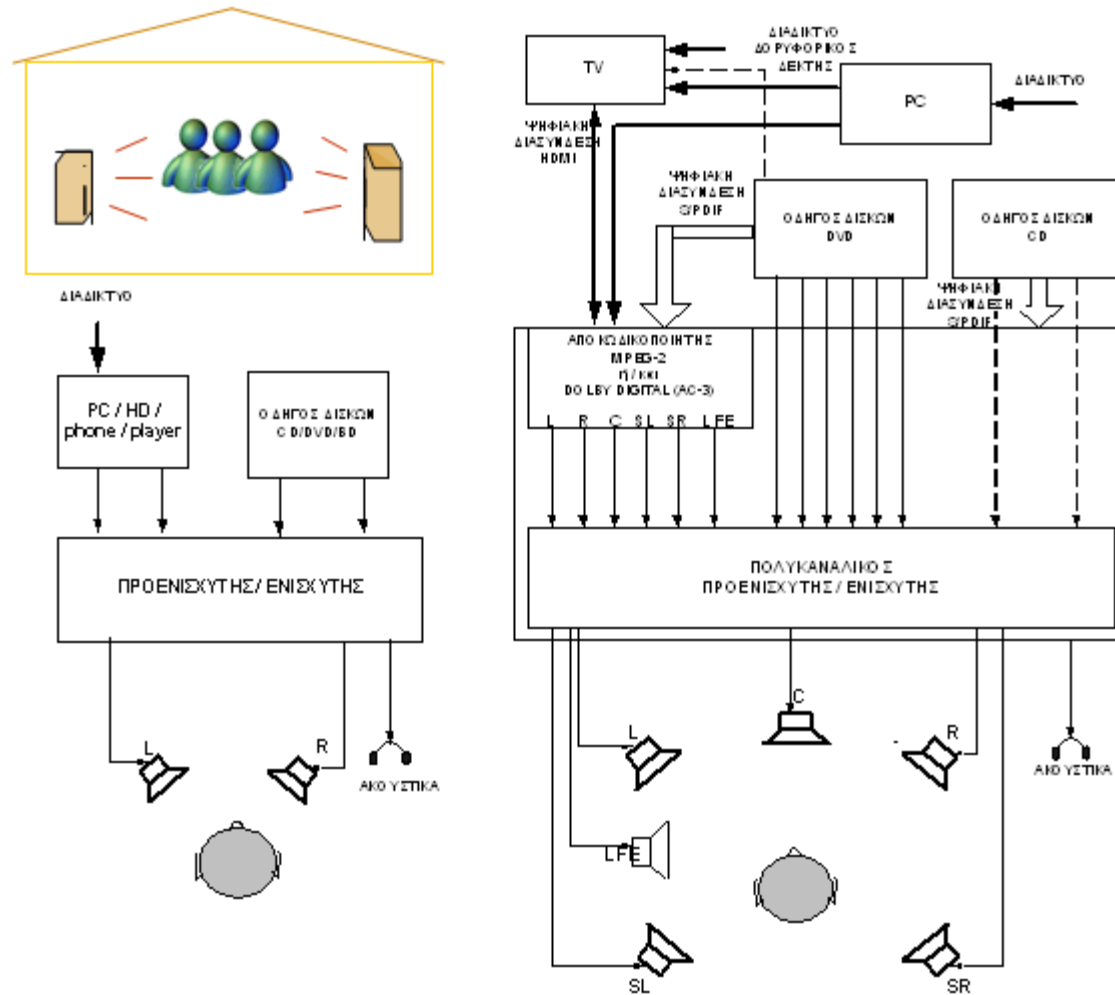
- ηχητικό κύμα: μικρές, γρήγορες εναλλαγές της πίεσης (εναλλαγή υπερπίεσης-υποπίεσης = συχνότητα)
- τα σωματίδια του κύματος κινούνται με ~ 0,16 Km/h – 0,45 m/s (για ~ 117 dB-SPL)
- μόνο ~ 150 στα  $10^6$  μόρια συμμετέχουν στο ηχητικό κύμα
- το ηχητικό κύμα τρέχει με 340m/s (~1234 Km/h)



συστήματα ατομικής ακρόασης

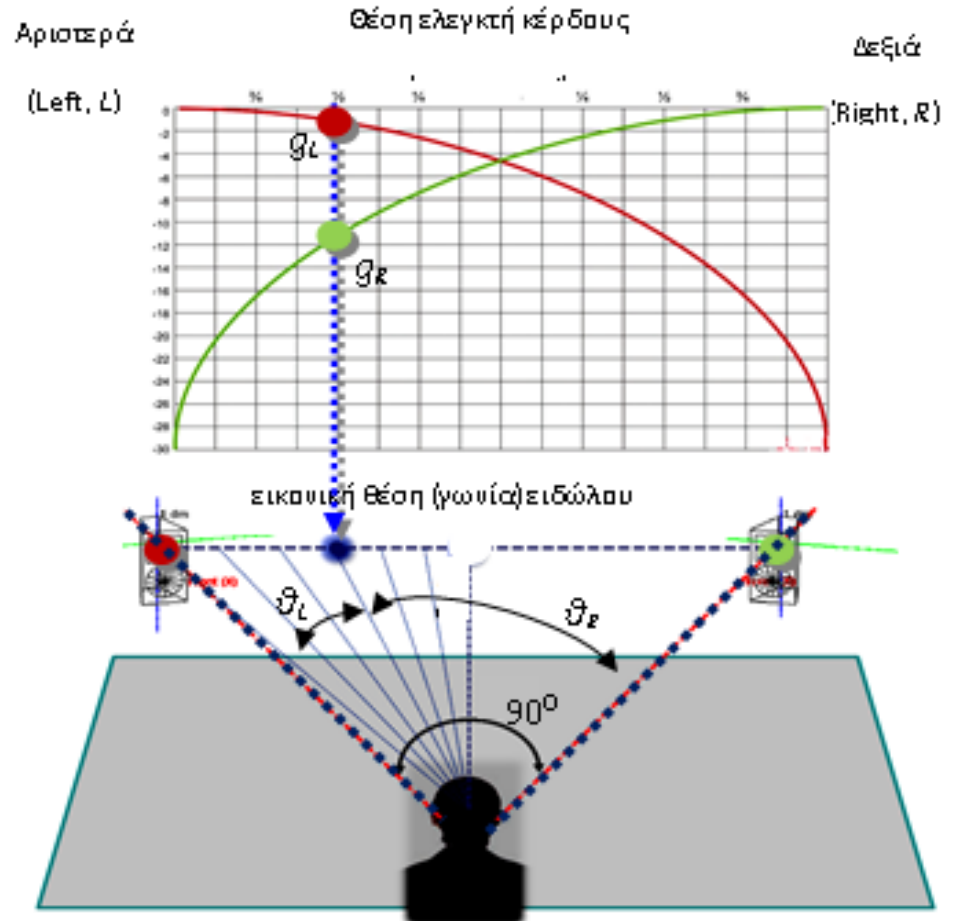
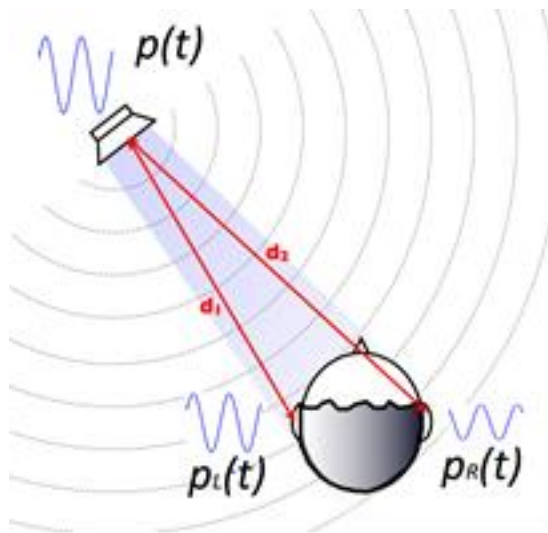


## συστήματα οικιακής ακρόασης

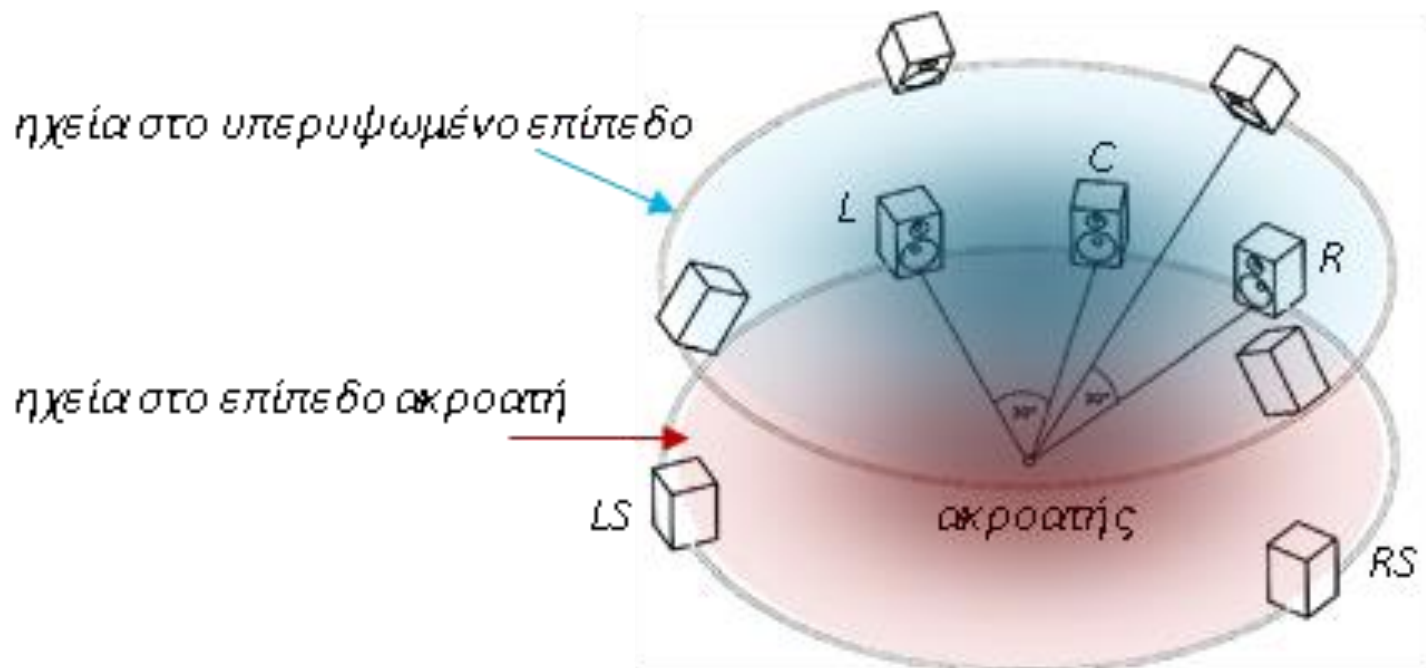




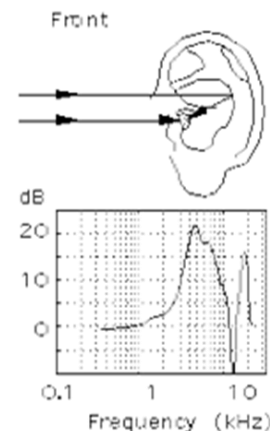
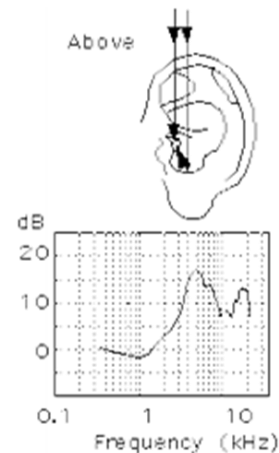
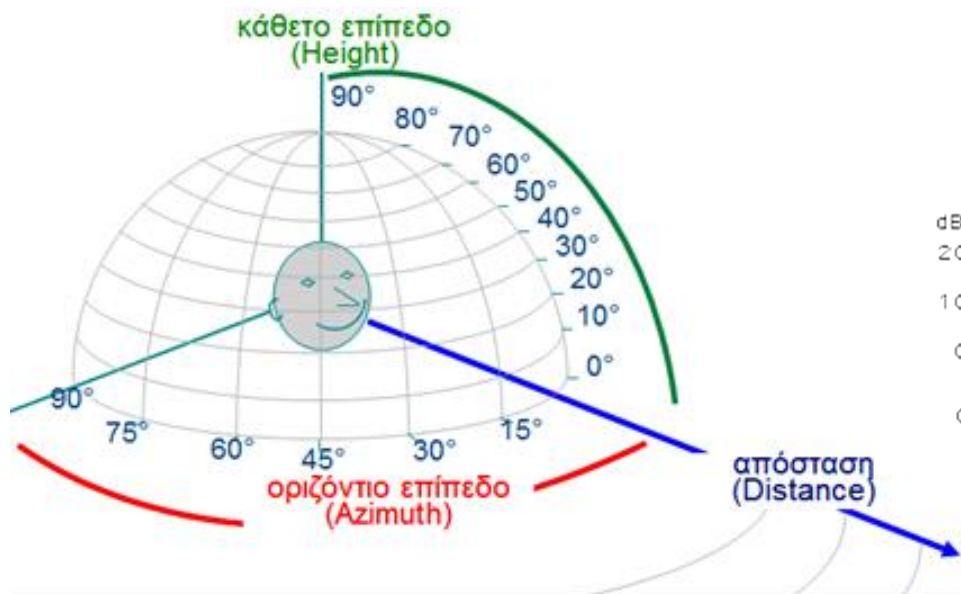
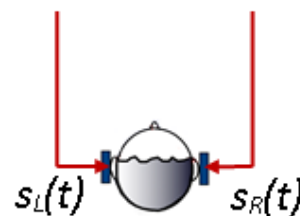
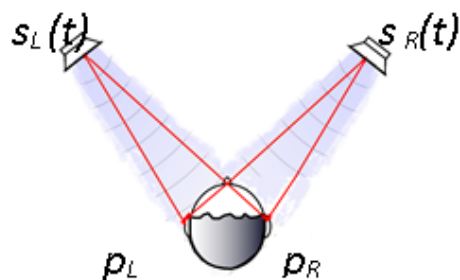
## στερεοφωνία



πολυκαναλικά συστήματα

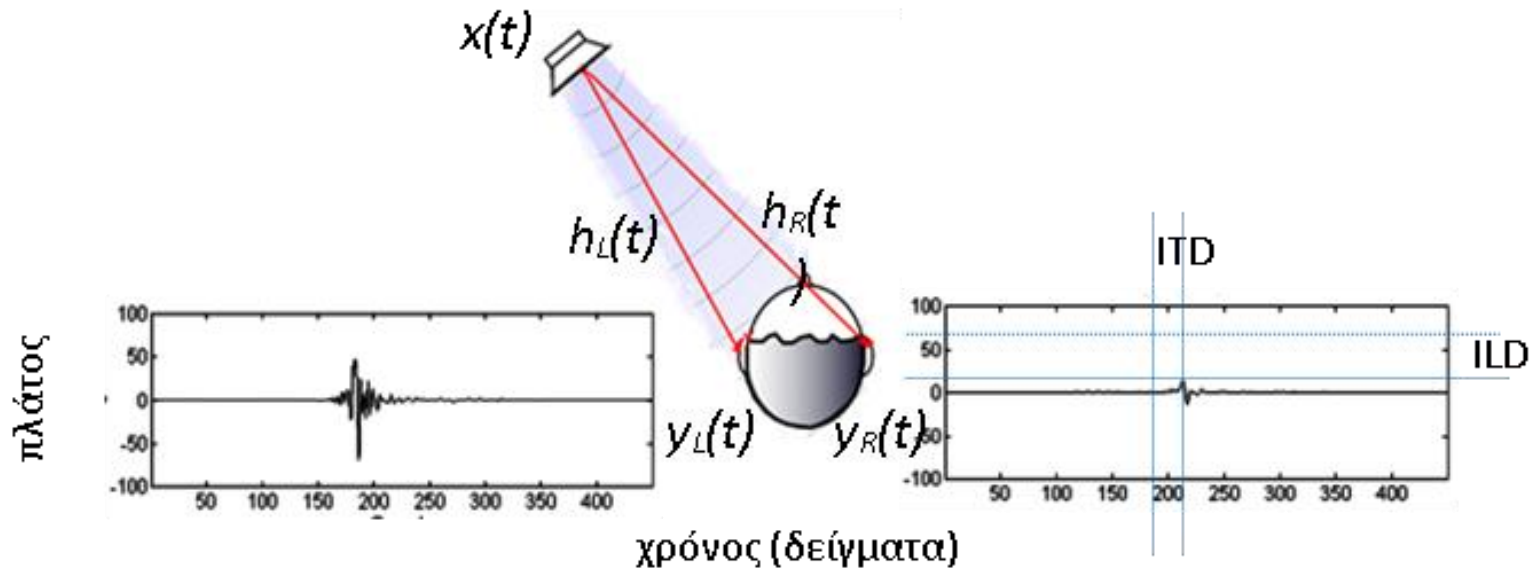


## αμφιωτικά συστήματα



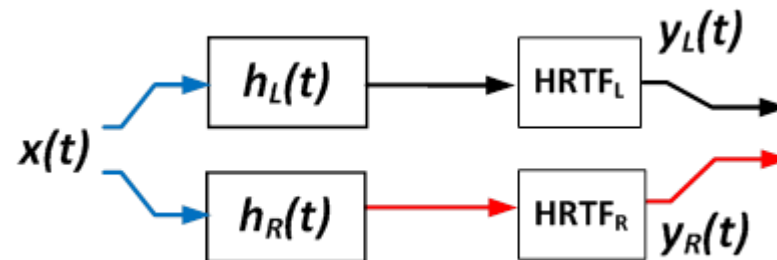


αμφιωτικά συστήματα

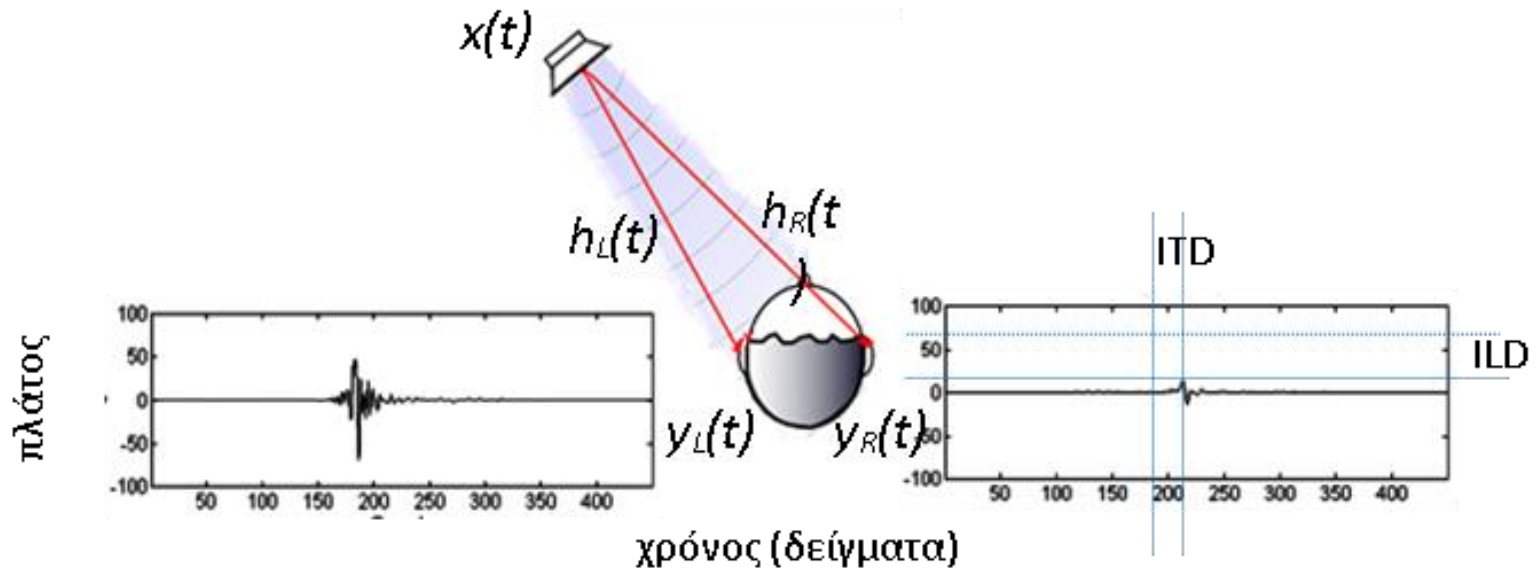


$$y_L(t) = x(t) * h_L(t) * HR_{TF_L}(t)$$

$$y_R(t) = x(t) * h_R(t) * HR_{TF_R}(t)$$

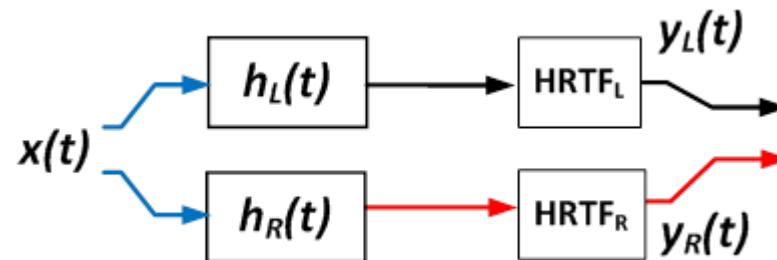


αμφιωτικά συστήματα

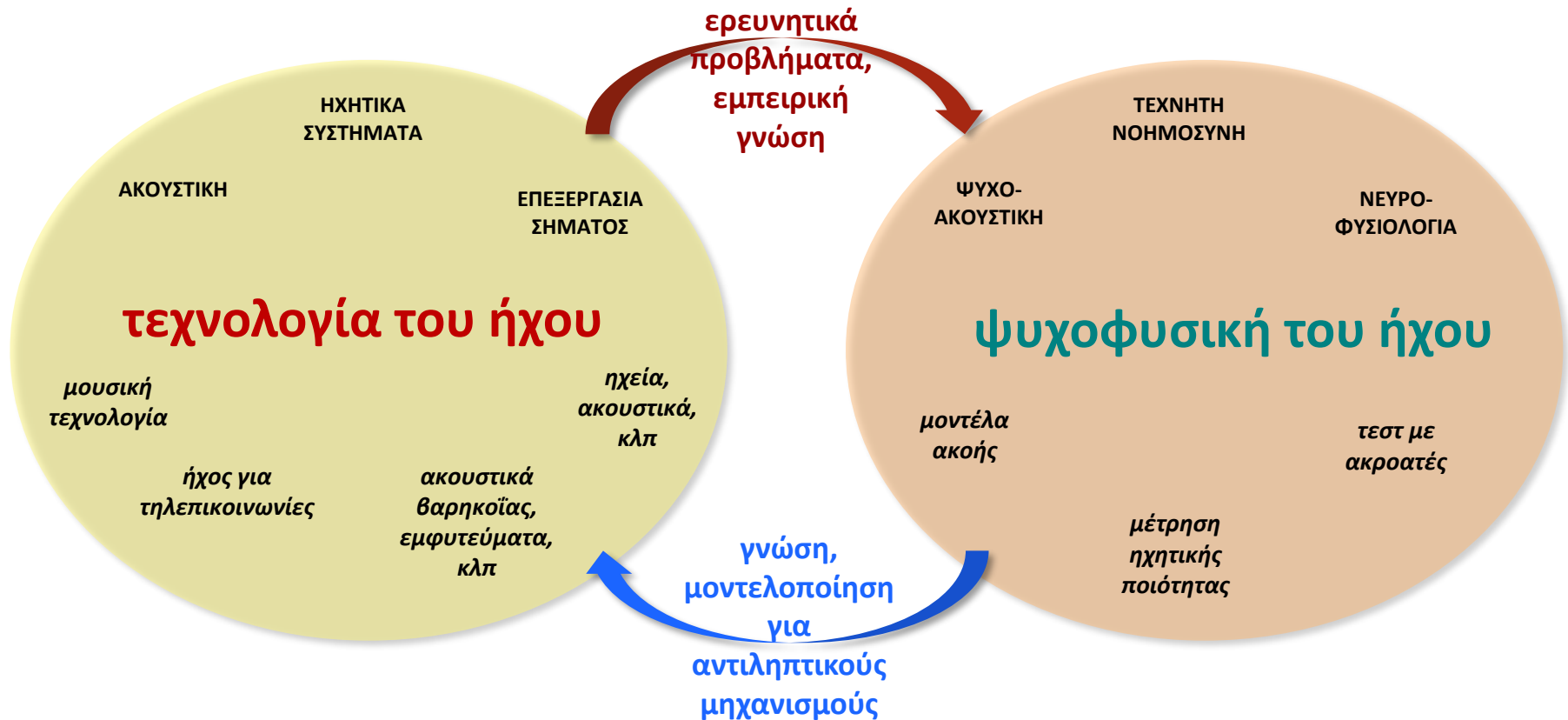


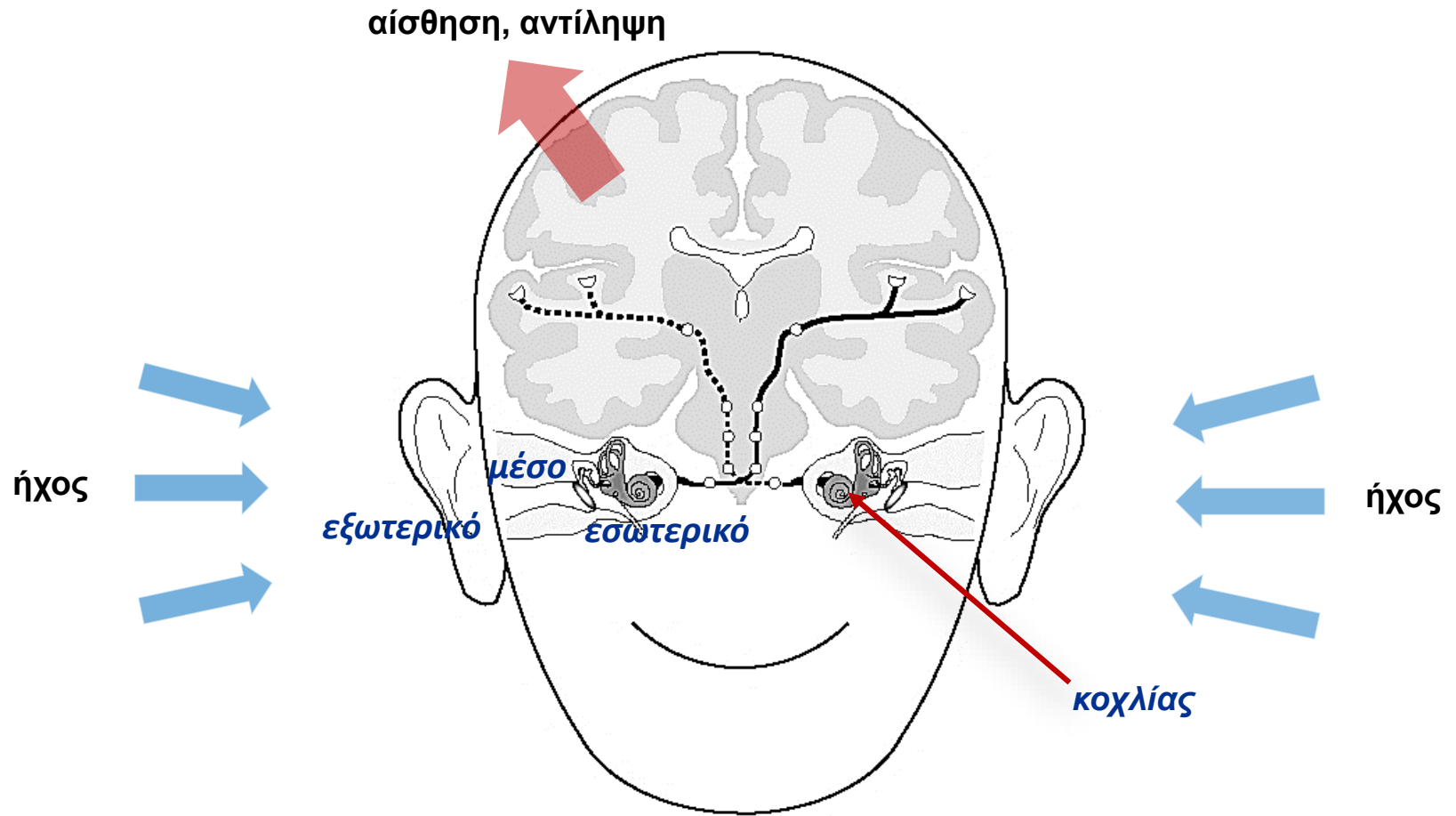
$$y_L(t) = x(t) * h_L(t) * HR_{TF_L}(t)$$

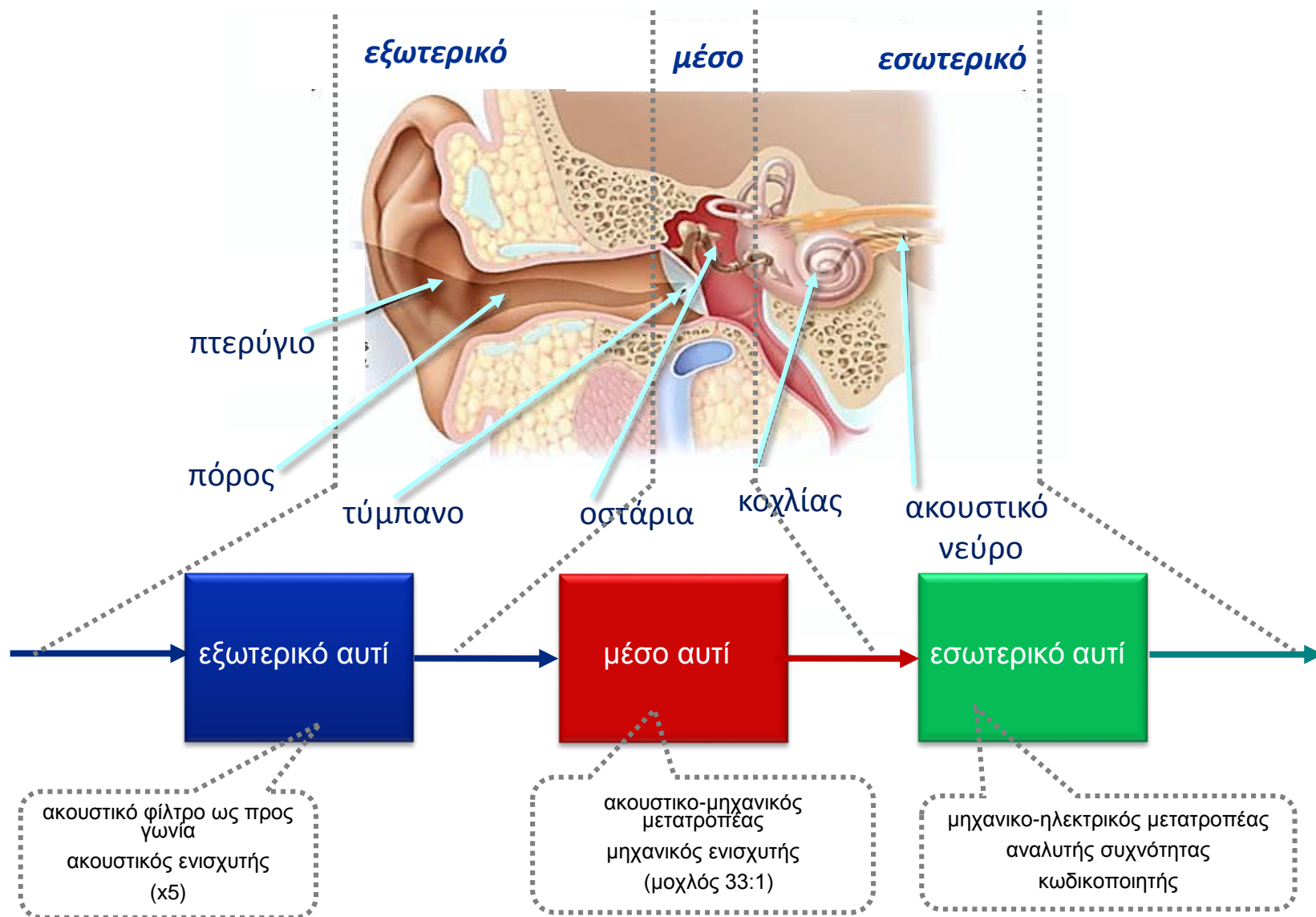
$$y_R(t) = x(t) * h_R(t) * HR_{TF_R}(t)$$



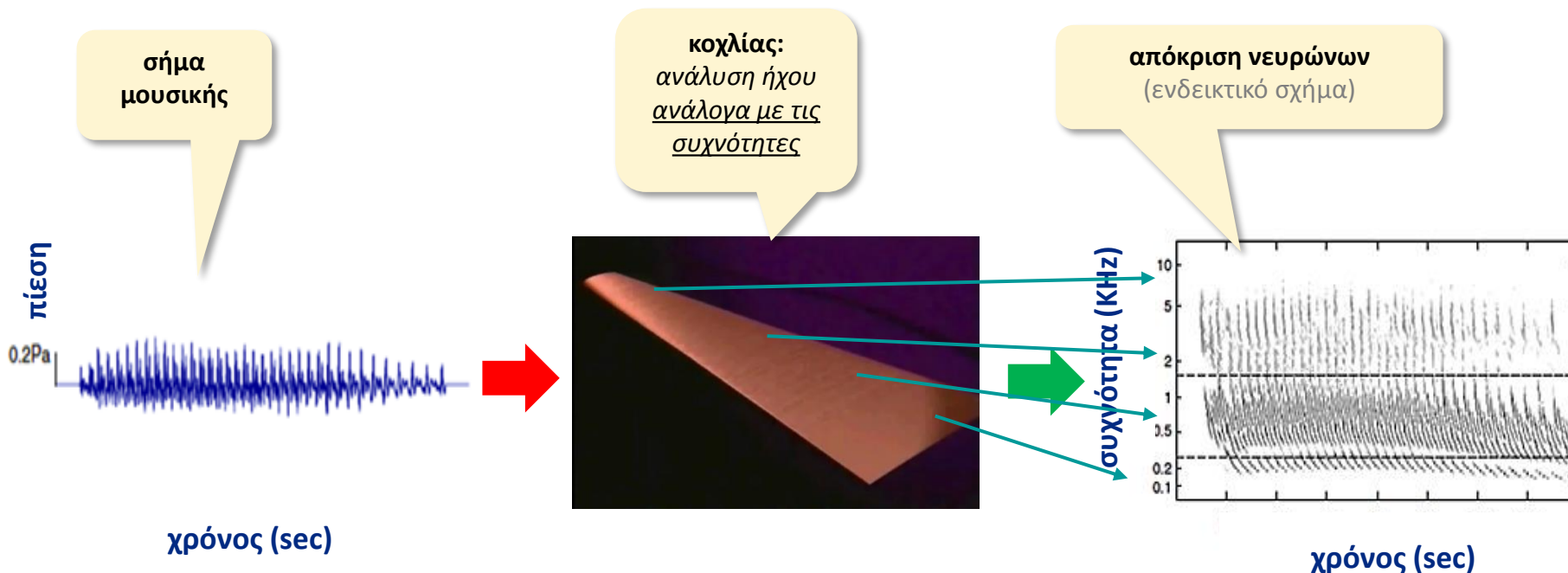
η τεχνολογία του ήχου αξιοποιεί μηχανισμούς ακοής







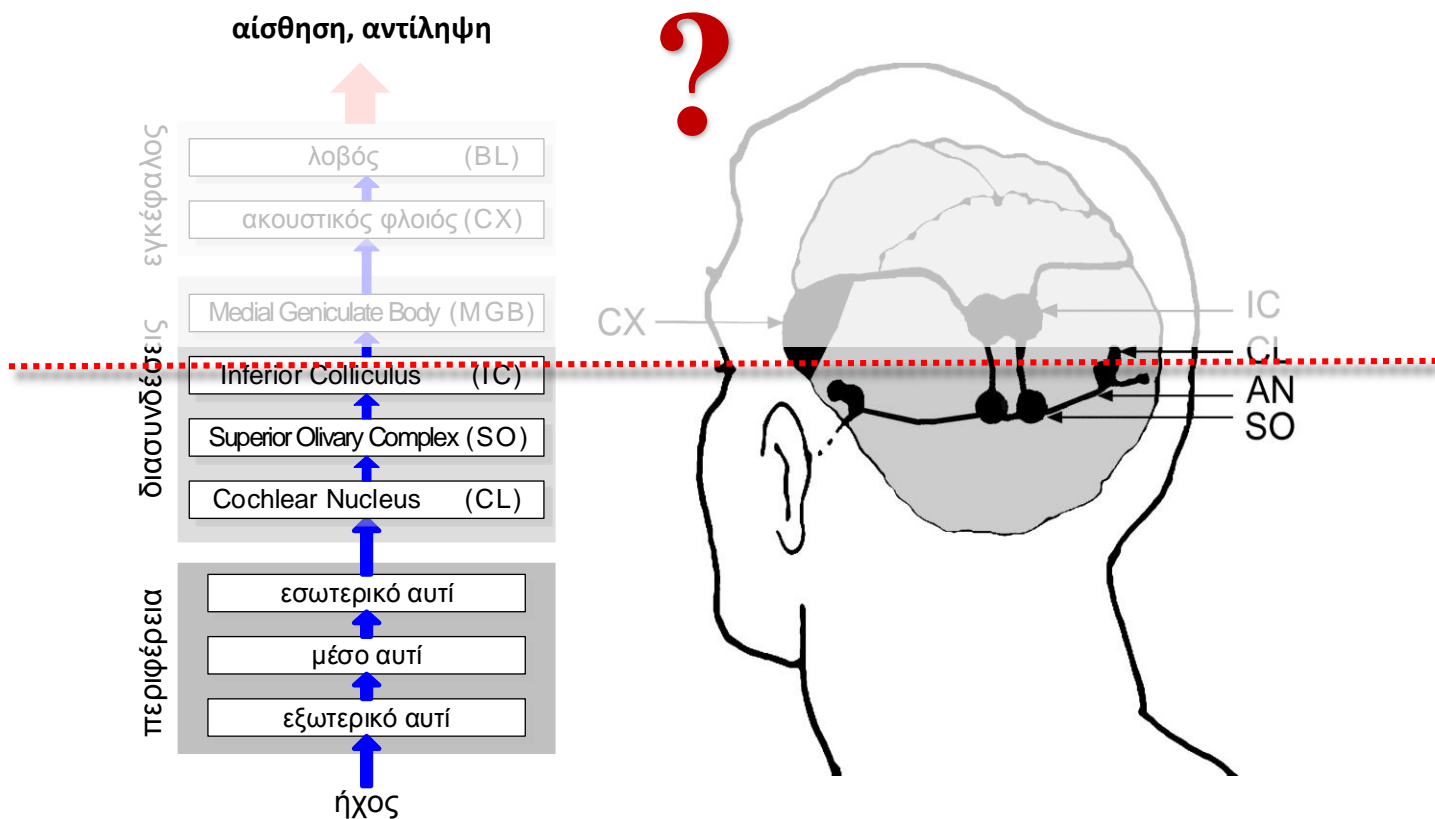
μηχανισμός: ανάλυση / κωδικοποίηση συχνότητων στον κοχλία



- απόκριση νευρώνων παλμικό σήμα ( «0» ή «1» )
- το πλάτος (ένταση) εκφράζεται σαν αύξηση πυκνότητας παλμών
- μη γραμμική διεργασία – στατιστική συμπεριφορά



**μηχανισμός:** επεξεργασία / κωδικοποίηση σε διαδοχικά στάδια





**ομάδα τεχνολογίας ήχου & ακουστικής**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΣΥΡΜΑΤΗΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

*<http://www.wcl.ece.upatras.gr/AudioGroup/>*