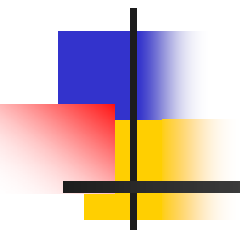




# Τηλεφωνία

---

Τηλεφωνική Συσκευή



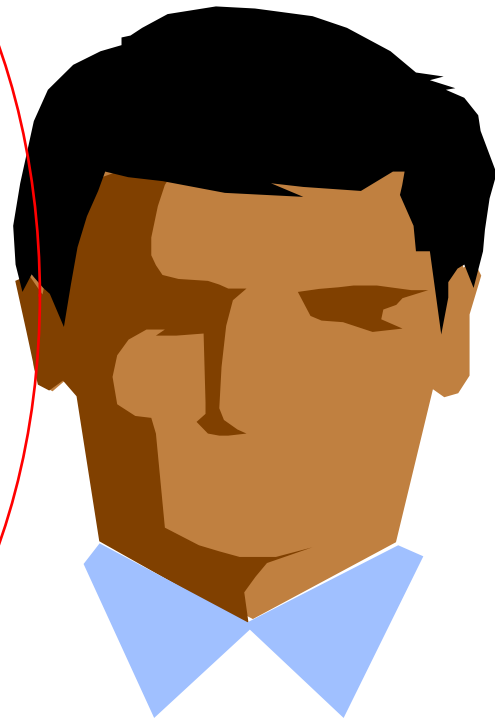
# Περί ακοής

# Απ' ευθείας συνομιλία



Οι μικρές μεταβολές της πίεσης στην περιοχή των ακουστικών συχνοτήτων, που παράγονται από το στόμα και λάρυγγα, διαδίδονται μέσω του αέρα με τη μορφή ακουστικού κύματος

Οι μεταβολές της πίεσης στο τύμπανο του αυτιού προκαλούν σήματα που μεταφέρονται από το ακουστικό νεύρο στον εγκέφαλο όπου τελικά ερμηνεύονται ως ήχος





# Χαρακτηριστικά της ακοής

---

- Το ανθρώπινο αυτί δεν έχει επίπεδη απόκριση σε σχέση με την ένταση του ήχου
  - Οι ακουστικές συχνότητες βρίσκονται στη περιοχή 20 Hz έως 20 kHz
  - Η ευαισθησία του αυτιού μεταβάλλεται τόσο με τη συχνότητα όσο και με το πλάτος του σήματος
    - Καμπύλες ίσης ηχηρότητας (loudness)
  - Το αυτί είναι πιο ευαίσθητο στις συχνότητες 1 kHz έως 5 kHz



# Ένταση του ήχου

---

- Η ένταση του ήχου είναι η ενεργός τιμή της στιγμιαίας απόκλισης της πίεσης που προκαλεί το ακουστικό σήμα σε σχέση με την περιβάλλουσα ατμοσφαιρική πίεση
- Μετριέται σε dB SPL (SPL=Sound Pressure Level)
  - ως πίεση αναφοράς λαμβάνονται τα  $20\mu\text{Pa}$  ( $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$  ή  $0,02\text{mbar}$ )
  - που θεωρείται το κατώφλι της ακουστικής αντιληπτικότητας (ήχος πετάγματος κουνουπιού σε απόσταση 3 m)

# Παραδείγματα επιπέδων έντασης ήχου

Πηγή ήχου	Ένταση ήχου (Pa)	Ένταση ήχου (dB SPL)
Θεωρητικό όριο (πίεση 1 ατμόσφαιρας)	101,325	194
Πυροβολισμός (1 m)	200	140
Όριο πόνου	100	134
Σύντομη ακουστική βλάβη	20	~ 120
Αεροπλάνο (100 m)	6 – 200	110 – 140
Ντισκοτέκ	2	~ 100
Μακροχρόνια ακουστική βλάβη	$6 \times 10^{-1}$	~ 90
Αυτοκινητόδρομος (10 m)	$2 \times 10^{-1} - 6 \times 10^{-1}$	80 – 90
Επιβατικό αυτοκίνητο (10 m)	$2 \times 10^{-2} - 2 \times 10^{-1}$	60 – 80
Τηλεόραση στο σπίτι (1 m)	$2 \times 10^{-2}$	~ 60
Κανονική συνομιλία (1 m)	$2 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-2}$	40 – 60
Ήσυχο δωμάτιο	$2 \times 10^{-4} - 6 \times 10^{-4}$	20 – 30
Θρόισμα φύλλων, αναπνοή	$6 \times 10^{-5}$	10
Κατώφλι ήχου (1kHz)	$2 \times 10^{-5}$	0

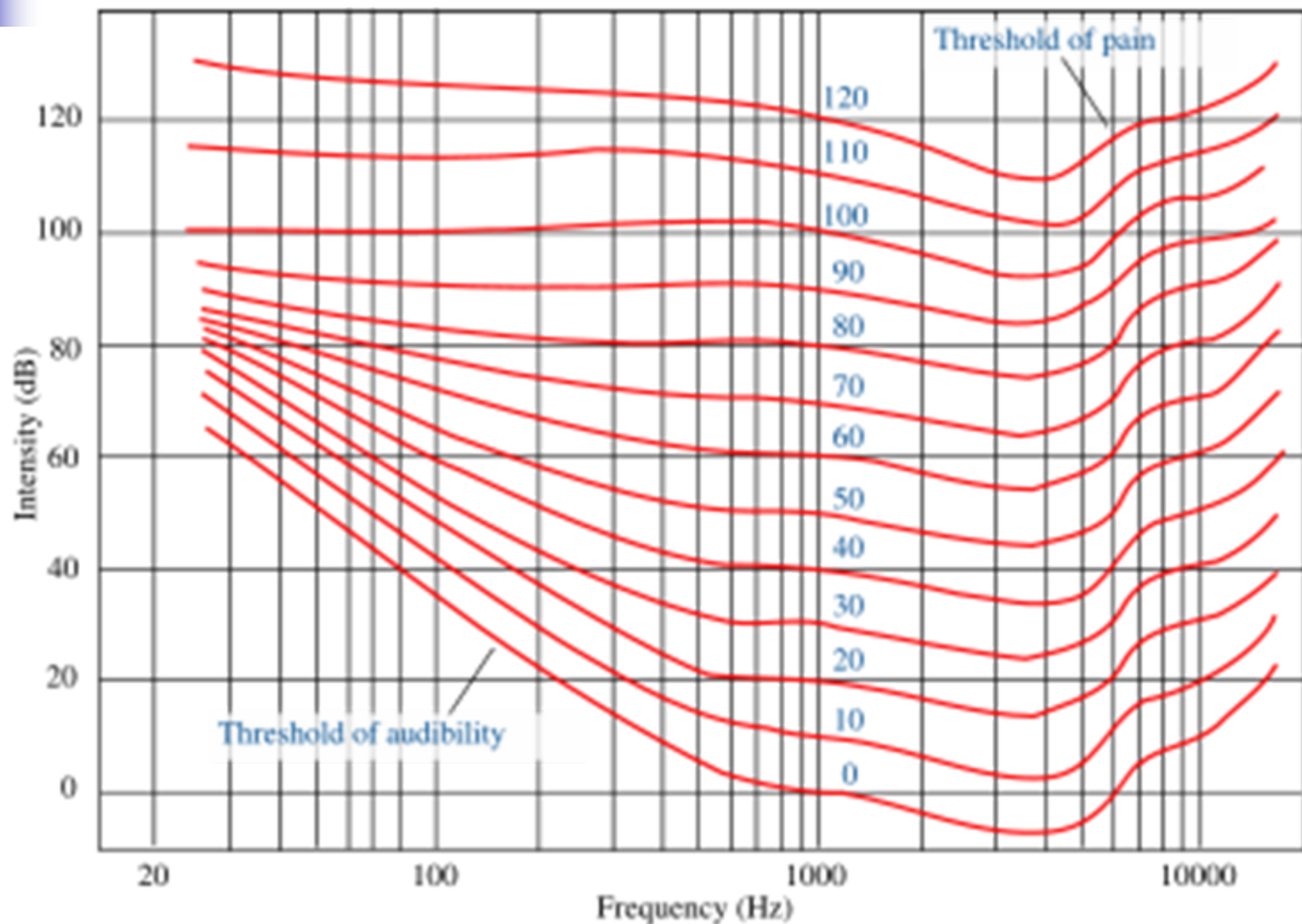


# Αντιληπτή ηχηρότητα

---

- Η ένταση της αντιληπτής ηχηρότητας μετριέται σε ρηον
  - Ο σκοπός της κλίμακας ρηον είναι η αντιστάθμιση της επίδρασης της συχνότητας σε σχέση με την αντιληπτή ηχηρότητα
  - 1 ρηον είναι ίσο με 1 dB SPL στη συχνότητα του 1 kHz
  - Οι καμπύλες Fletcher-Munson είναι μια αντιστοίχιση των dB SPL καθαρών τόνων στην αντιληπτή ηχηρότητά τους

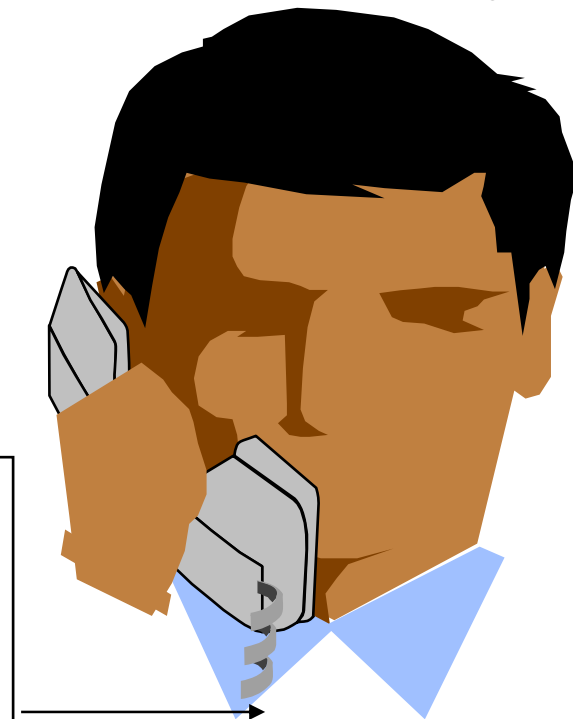
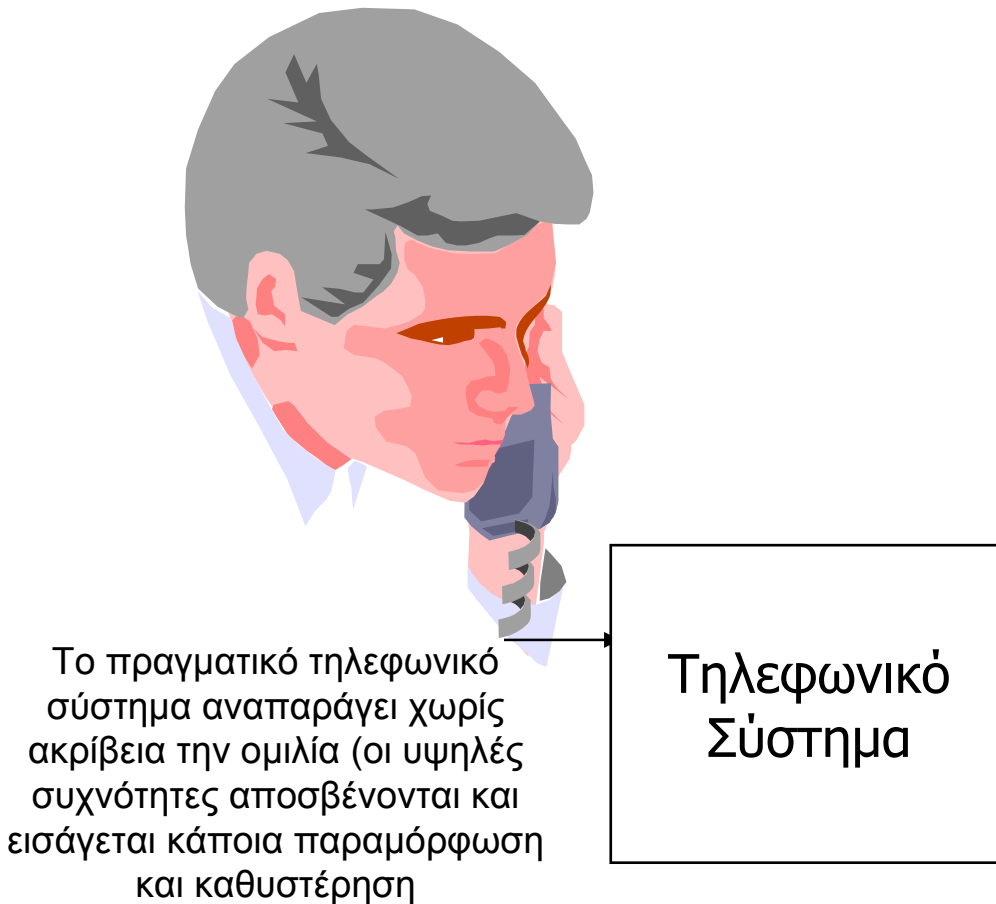
# Καμπύλες Fletcher-Munson





# Τηλεφωνική συνομιλία

Το ιδανικό τηλεφωνικό σύστημα αναπαράγει ακριβώς την ίδια ακουστική κυματομορφή που θα άκουγε ο ακροατής σε μια απ' ευθείας συνομιλία





# ΑΤΕΛΕΙΕΣ

---

- Ο τηλεφωνικός ήχος δεν έχει τη βέλτιστη ποιότητα
  - Κάνει ότι χρειάζεται οικονομικά
- Μη πλήρες ακουστικό φάσμα
  - 300 Hz μέχρι 3500 Hz είναι κατάλληλο για αντιληπτή φωνή (σε όλες τις γλώσσες)
  - Μεγαλύτερο φάσμα είναι καλό για μουσική, αλλά δεν προσθέτει τίποτα στην αντίληψη της φωνής
- Καθυστέρηση
  - Λόγω της καθυστέρησης διάδοσης και λόγω της κωδικοποίησης
  - 100 μέχρι 200 ms γίνεται αντιληπτό
  - Πάνω από 200 ms (γεωστατικοί δορυφόροι) είναι ενοχλητικό
    - Λιγότερο ενοχλητικό σε περίπτωση εκπομπής (ραδιοφωνία)
- Λίγος θόρυβος δεν πειράζει
  - Ιδανικά ο θόρυβος είναι 30db χαμηλότερος από τη φωνή



---

# Βασικά στοιχεία τηλεφωνικής συσκευής



# Τηλεφωνική συσκευή

---

- Μικρόφωνο – για να μιλάμε
- Ακουστικό – για να ακούμε
- Κουδούνι – για να αντιλαμβανόμαστε τις εισερχόμενες κλήσεις
- Δίσκος/πληκτρολόγιο – για να παράγουμε κλήσεις



# Τηλεφωνική συσκευή

---

- Μικρόφωνο: μετατρέπει τα ακουστικά κύματα (μεταβολές της πίεσης) σε ηλεκτρικό σήμα (μεταβολή συχνότητας)
- Ακουστικό: μετατρέπει το ηλεκτρικό σε ακουστικό σήμα
- Σηματοδοσία: επιλογή ψηφίων (αριθμός), ειδοποίηση (κωδωνισμός)
- Μετάδοση μέσω σύρματος (ή ασυρματικά για κινητά)
- Μετατροπή A/D:
  - Για αναλογικές συσκευές γίνεται στο τηλεφωνικό κέντρο
  - Για ISDN και κινητά γίνεται στη συσκευή
- Επιπλέον χαρακτηριστικά: Οθόνη, μνήμη
  - Αναγνώριση καλούντος, απομνημόνευση κληθέντων αριθμών, κλπ.



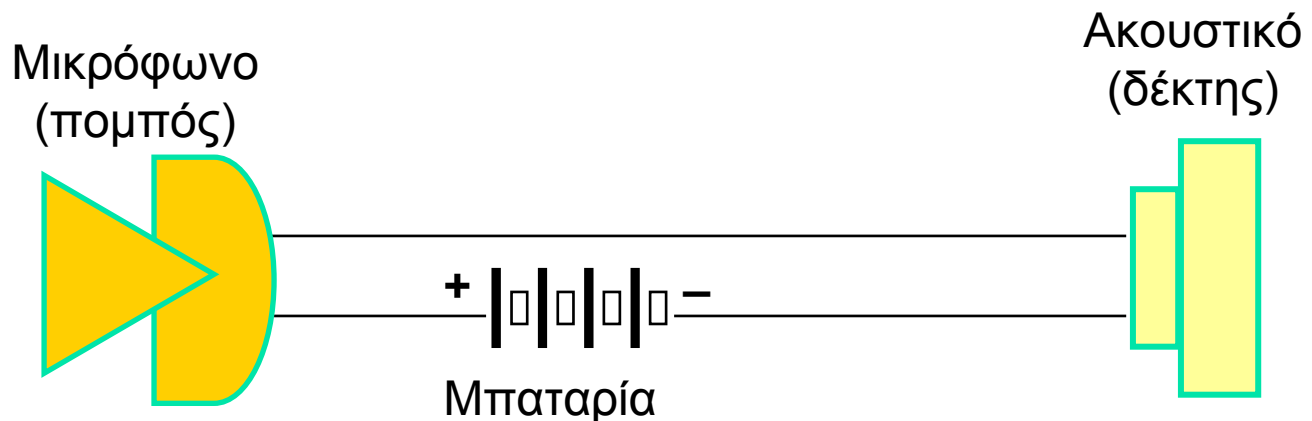
# Τηλεφωνική συσκευή

---

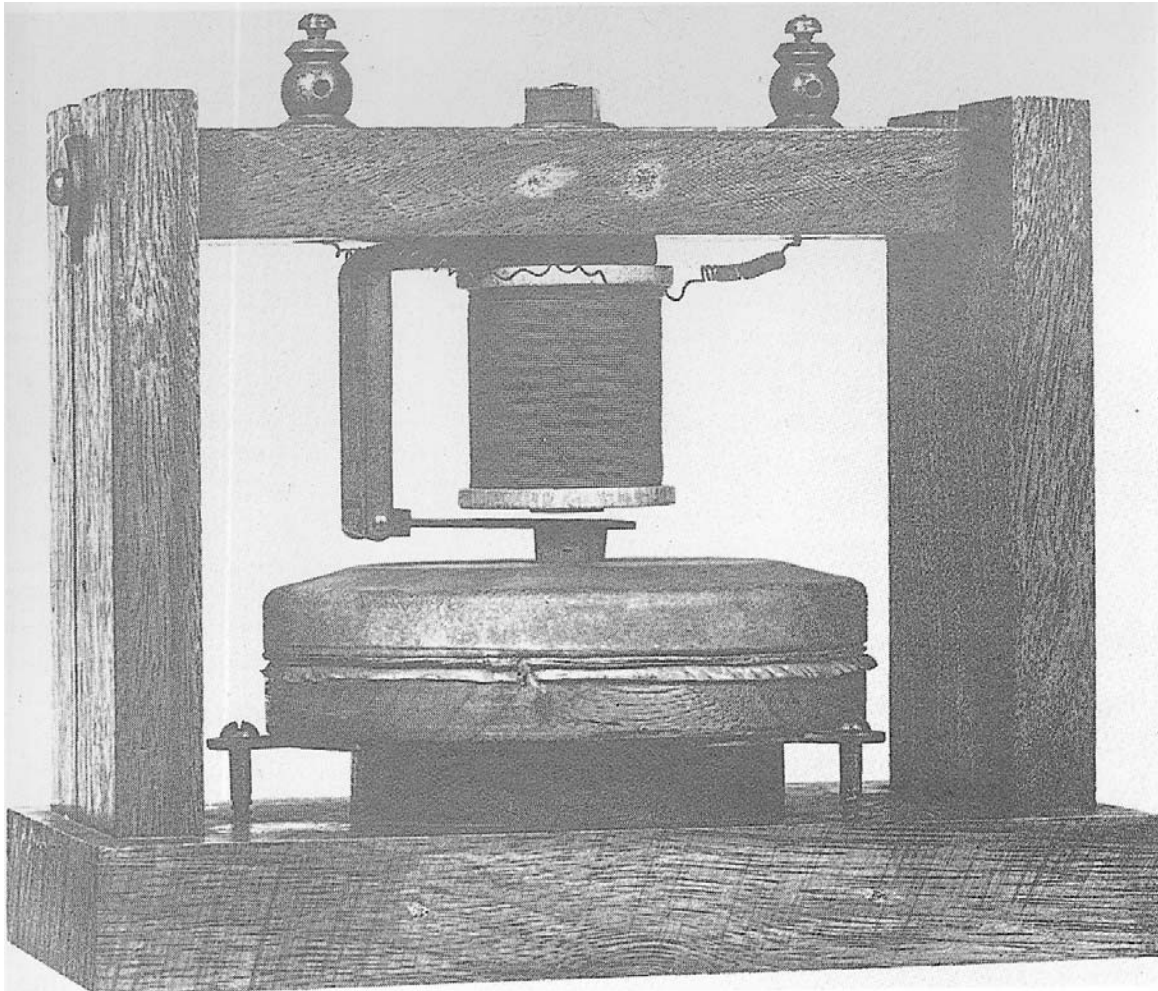
- Αρχικά
  - Τροφοδοσία με τοπική μπαταρία
  - Κωδωνισμός με χειροκίνητη γεννήτρια
- Σήμερα
  - Τροφοδοσία από μπαταρία στο τηλεφωνικό κέντρο (-48V)
  - Το κύκλωμα κλείνει όταν σηκώνετε το ακουστικό "off hook"
  - Το κύκλωμα ανοίγει όταν αφήνουμε το ακουστικό "on hook"

# Διάγραμμα ιστορικού τηλεφώνου

- Δισύρματο κύκλωμα με μπαταρία για τροφοδοσία ρεύματος dc που γεννά το μαγνητικό πεδίο στο ακουστικό
  - Η επιστροφή μέσω γης ήταν το στάνταρ της εποχής για τα τηλεγραφικά συστήματα, αλλά δημιουργούσε σημαντική διαφωνία (cross-talk) στα τηλέφωνα
  - Η χρήση (συνδρομητικού) βρόχου βελτίωσε σημαντικά την ποιότητα της φωνής και μείωσε τον ακουστικό θόρυβο
  - Εφεύρεση του J.J.Carty, αργότερα αρχιμηχανικού της AT&T
- Στις αρχικές συσκευές του Bell (1876) το μικρόφωνο είχε την ίδια δομή με το ακουστικό και η ροή της φωνής ήταν αντιστρεπτή



# Τηλέφωνο Gallows

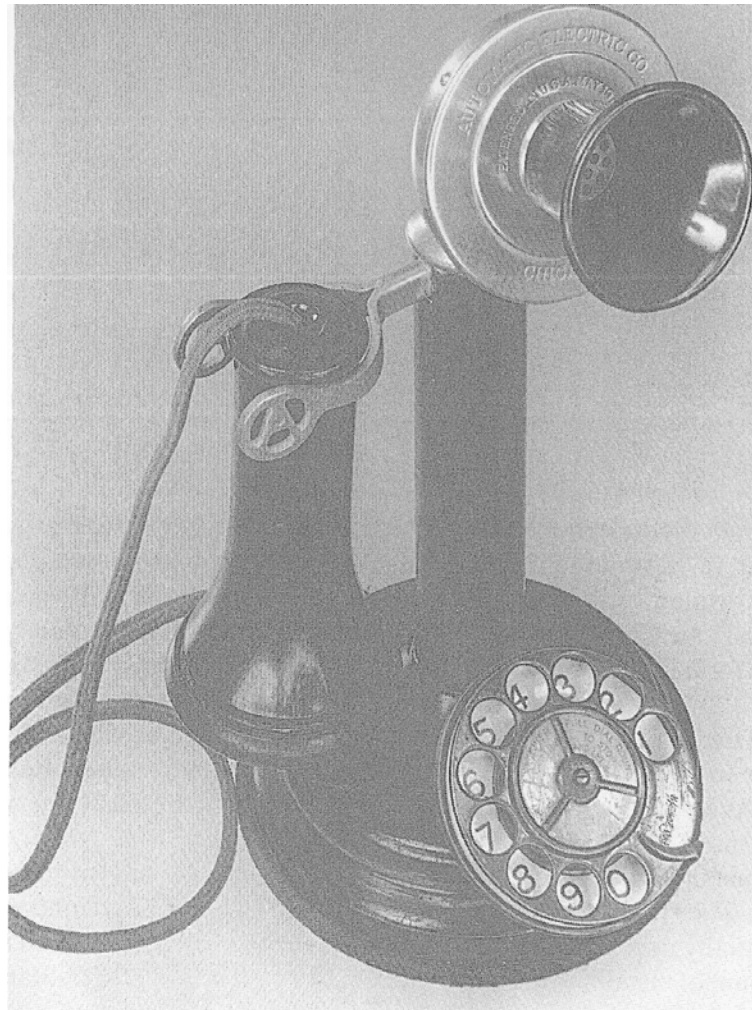




# Διάγραμμα ιστορικού τηλεφώνου

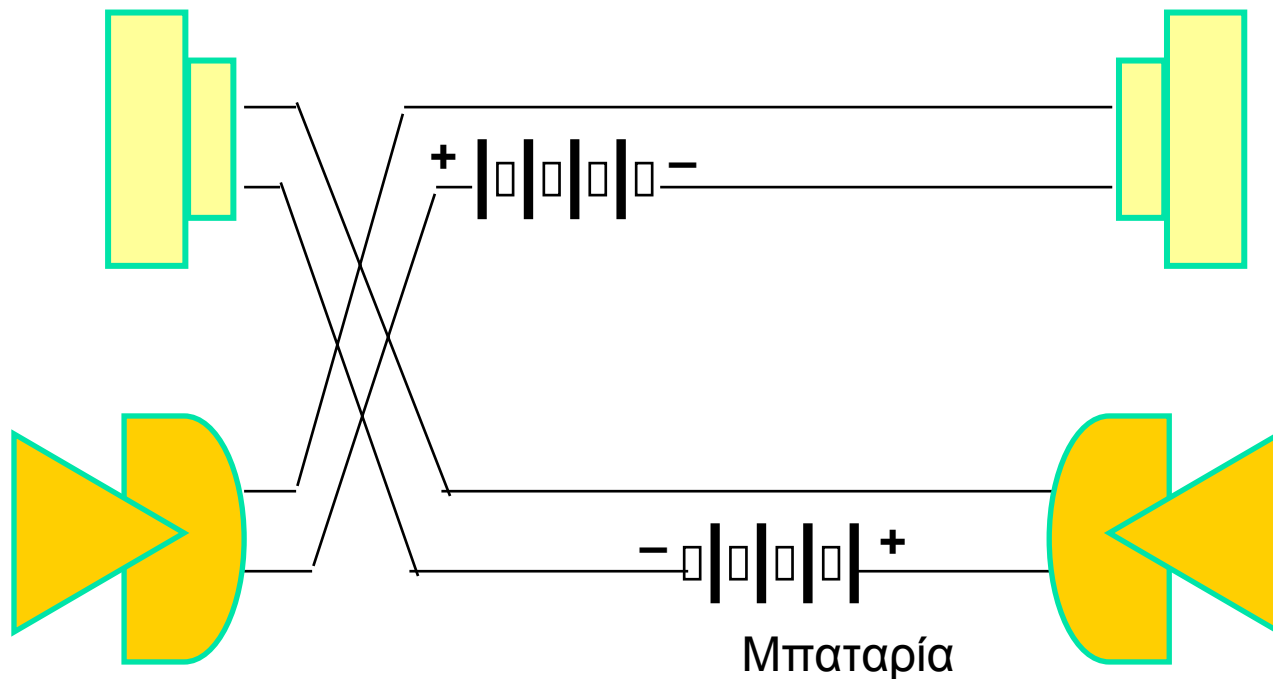
- Μετά το 1880 άρχισε να χρησιμοποιείται μόνιμος μαγνήτης στο ακουστικό και το πιο ευαίσθητο μικρόφωνο άνθρακα του Edison-Berliner
  - Επέτρεψε βρόχους μέχρι  $\sim 8$  km (5 mi) λόγω της μεγαλύτερης μεταδιδόμενης στάθμης ηλεκτρικής ισχύος του ηχητικού σήματος
- Αυτό το απλό κύκλωμα με μικρόφωνο άνθρακα είναι πλέον μονόφορο και η μπαταρία παρέχει ρεύμα στο μικρόφωνο
  - Η τροφοδοσία έγινε από κοινή συστοιχία (στο τηλεφωνικό κέντρο) μέσω μετασχηματιστή για τη ζεύξη των ακουστικών σημάτων μεταξύ δύο συσκευών
  - Επίσης αντικαταστάθηκαν οι προγενέστεροι βομβητές με κώδωνες εναλλασσόμενου ρεύματος που εμφάνιζαν λιγότερα προβλήματα συντήρησης

# Τηλέφωνο candlestick

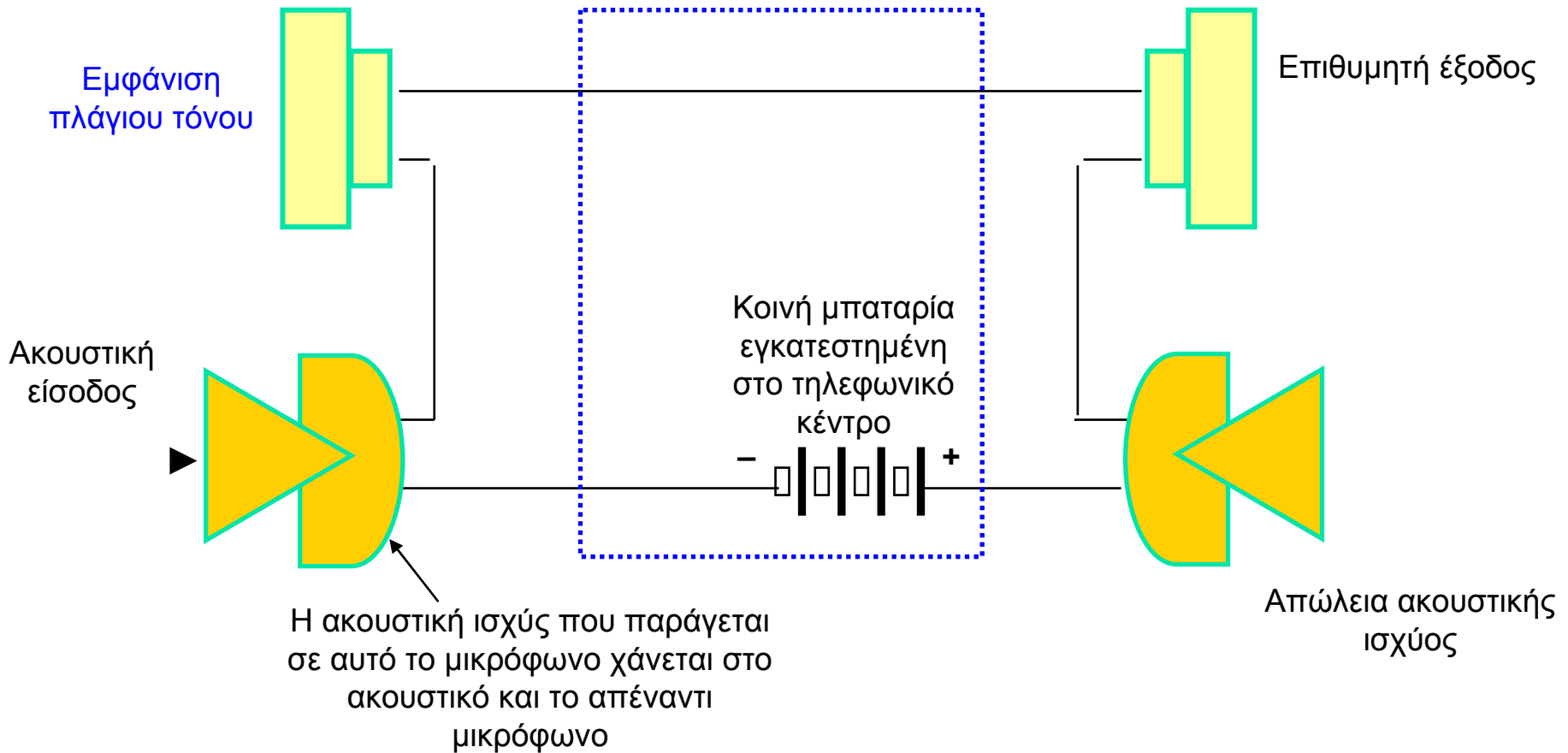


# Τετρασύρματο κύκλωμα

- Χρησιμοποιήθηκε σε στρατιωτικά συστήματα



# Δισύρματο κύκλωμα με μικρόφωνο άνθρακα



Απλό αλλά όχι αποδοτικό: παράγει υπερβολικό **πλευρικό τόνο** στο ακουστικό



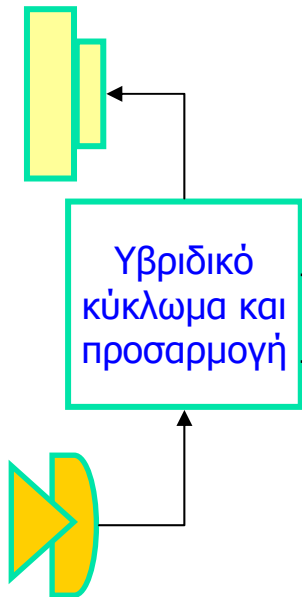
# Πλευρικός τόνος

---

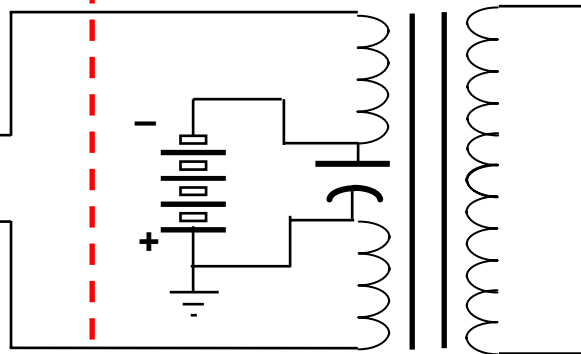
- Το ποσοστό του αρχικού σήματος (φωνήσας) που ακούτε στο ακουστικό σας
- Περιλαμβάνει και τον περιβάλλοντα θόρυβο που συλλαμβάνεται μέσω του μικροφώνου
- Επηρεάζει τη στάθμη με την οποία μιλάτε
- **Χρήσιμος:** Χωρίς πλευρικό τόνο θα νομίζατε ότι η συσκευή δεν δουλεύει

# Τηλεφωνική σύνδεση μέσω ΤΚ

Τηλεφωνική συσκευή και συνδρομητικός βρόχος

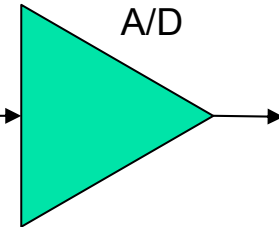


Τηλεφωνικό Κέντρο (ΤΚ), κοινή μπαταρία και συζεύκτης φωνής



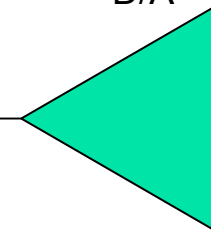
Υβριδικό κύκλωμα και προσαρμογή

Ενισχυτής και μετατροπέας A/D



Σήμα εκπομπής

Ενισχυτής και μετατροπέας D/A



Σήμα λήψης

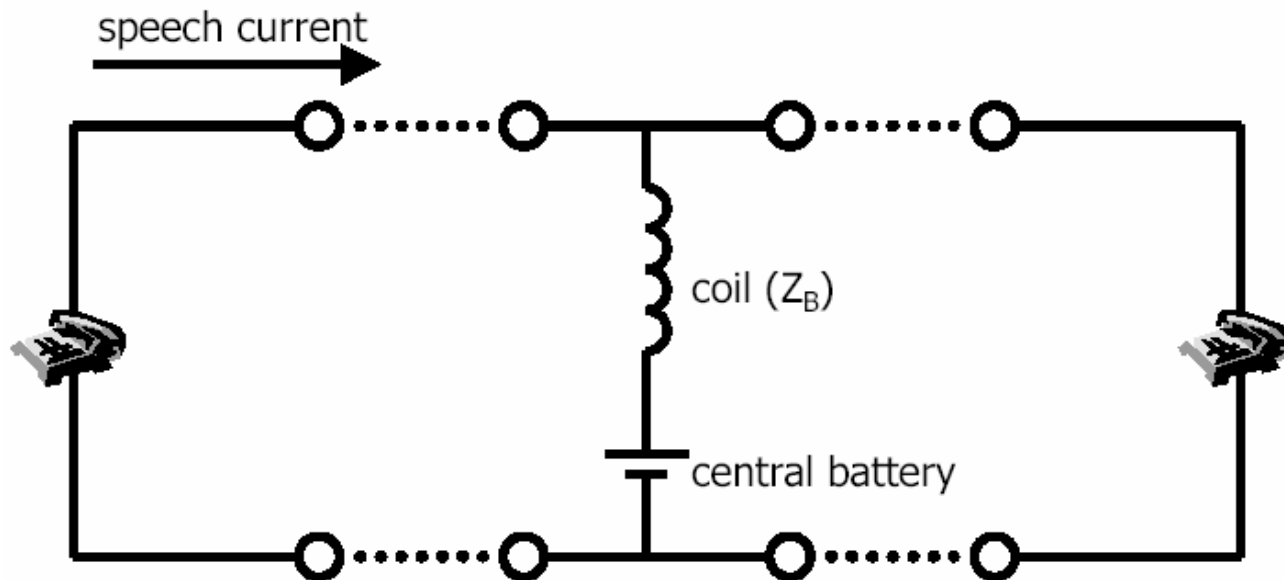
Τηλεφωνική συσκευή (δεν φαίνονται ο δίσκος επιλογής, ο διακόπτης αγκίστρου και το κύκλωμα αντιστάθμισης)

Βρόχος μήκους ~10km

Εξοπλισμός στο ΤΚ. Δεν φαίνονται τα στοιχεία μεταγωγής, η γεννήτρια κωδωνισμού και ο ανιχνευτής ρεύματος. Ο θετικός πόλος της μπαταρίας γειώνεται ώστε να μειωθούν οι διαβρώσεις λόγω ηλεκτρόλυσης. Τα σήματα φωνής μεταφέρονται μέσω του μετασχηματιστή.

# Απλοποιημένο κύκλωμα

- Η υψηλή σύνθετη αντίσταση  $Z_B$  του πηνίου επιτρέπει τη μετάδοση του ρεύματος που δημιουργεί η φωνή (χωρίς βραχυκύκλωση στην μπαταρία)





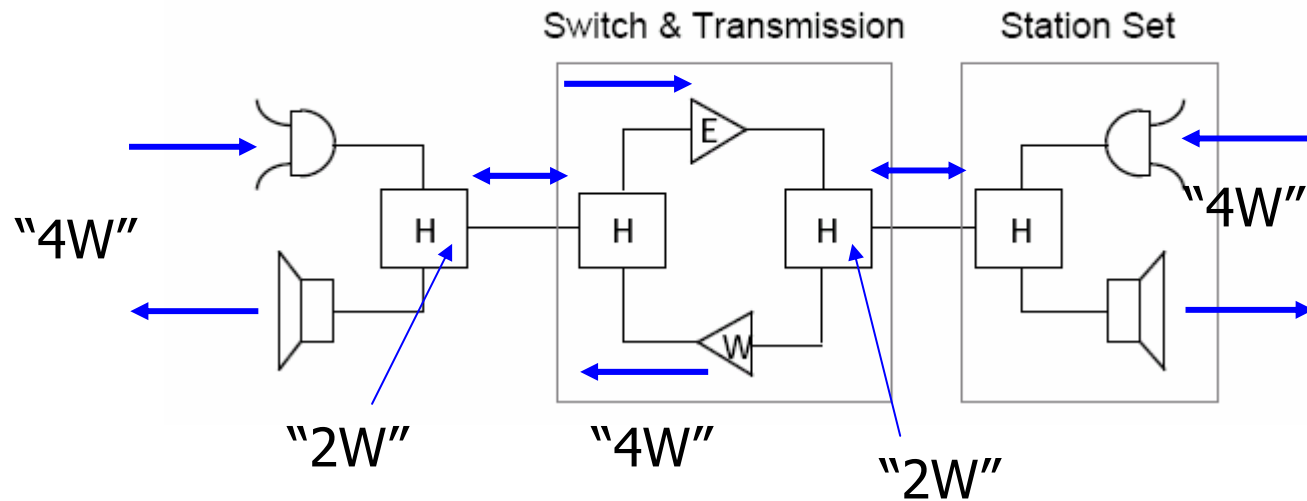
# Υβριδικό κύκλωμα

---

- Το “υβριδικό κύκλωμα” αποτελεί ορολογία του κόσμου της τηλεφωνίας για να υποδηλώσει ένα συγκεκριμένο τύπο μετασχηματιστή προσαρμογής
- Επίσης αποκαλείται μετατροπέας 2-συρμάτων σε 4-σύρματα



# Μετατροπή 2 σε 4



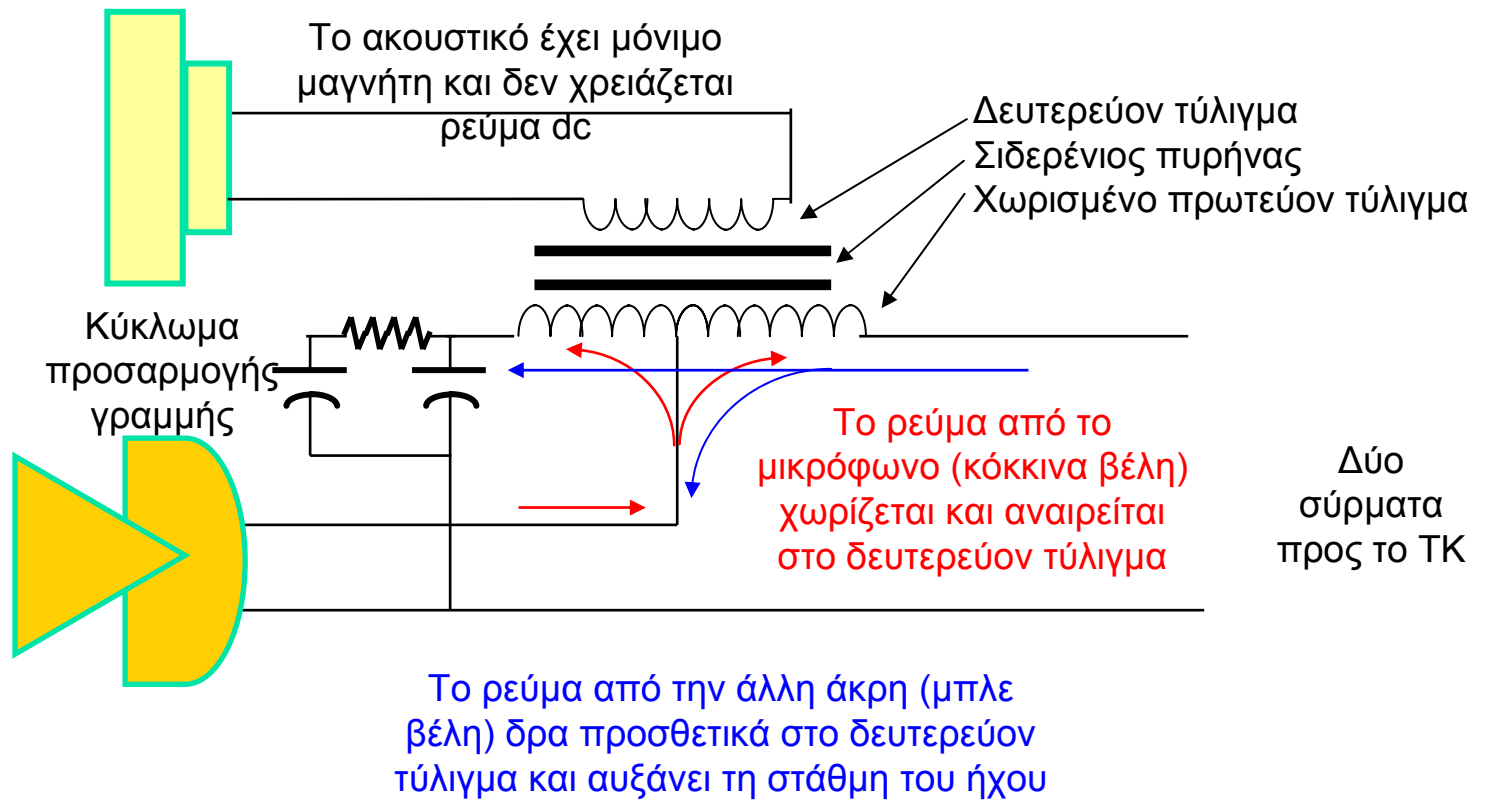


# Υβριδικό κύκλωμα

---

- Επιτρέπει την ταυτόχρονη ροή ακουστικών σημάτων στο συνδρομητικό βρόχο
- ... και διαχωρίζει το σήμα μικροφώνου από το σήμα ακουστικού στο άκρο του δισύρματου βρόχου
- Χρησιμοποιεί πολλαπλά τυλίγματα και ένα “κύκλωμα προσαρμογής” που εμφανίζει κατά προσέγγιση την ίδια σύνθετη αντίσταση με τον συνδρομητικό βρόχο και εξοπλισμό ΤΚ

# Υβριδικό κύκλωμα





# Μικρόφωνο

---

- Το μικρόφωνο άνθρακα είναι το πιο χρησιμοποιημένο στις αναλογικές τηλεφωνικές συσκευές
- Εφευρέθηκε από τον Thomas Edison
  - Βελτιώθηκε από τον Emile Berliner
- Η αρχική εμπορική συσκευή του Bell χρησιμοποιούσε ηλεκτρομαγνητικό μικρόφωνο και ακουστικό
  - Μερικές από τις πρώτες συσκευές χρησιμοποιούσαν δύο ταυτόσημα στοιχεία, ενώ άλλες ένα μόνο, που ο χρήστης μετακινούσε από το αυτί στο στόμα
  - Η έξοδος του μικροφώνου ήταν ασθενική.
- Το μικρόφωνο άνθρακα είναι ευαίσθητο αλλά χαμηλής ποιότητας
  - Η συσκευασία των κόκκων είναι ένα μικρό πρόβλημα

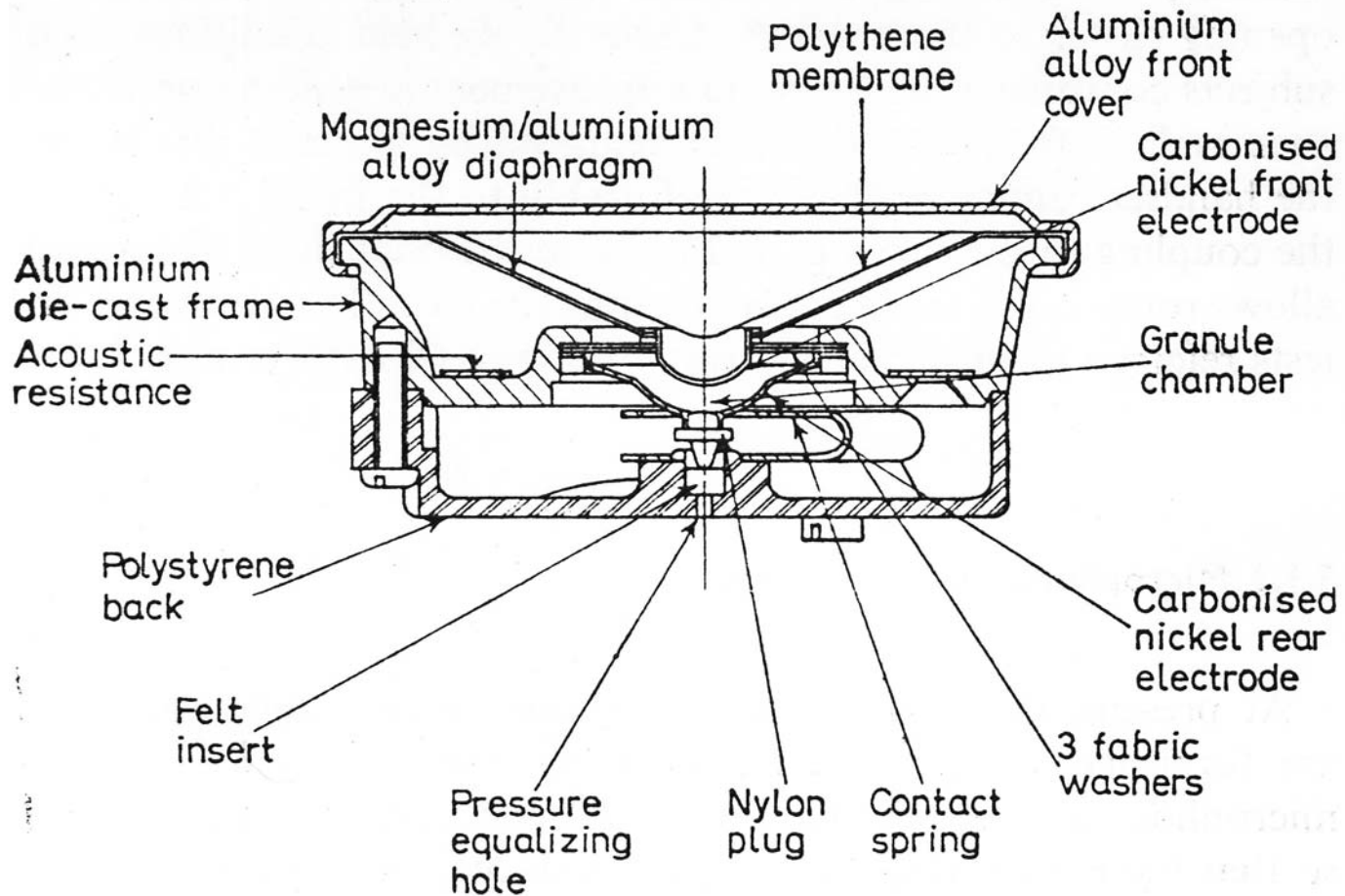


# Μικρόφωνο (κόκκων) άνθρακος

---

- Πίεση των ηχητικών σημάτων στο διάφραγμα
- Μεταβολή πίεσης στους κόκκους
- Η ηλεκτρική αντίσταση αλλάζει και επομένως αλλάζει η ένταση του ρεύματος

# Μικρόφωνο (κόκκων) άνθρακος





# Μοντέρνα Μικρόφωνα

---

- Ηλεκτρομαγνητικό μικρόφωνο
  - Πηνίο μονωμένων συρμάτων μεταφέρει μεταβλητό ρεύμα λόγω της κίνησης κοντινού σιδερένιου δίσκου (διάφραγμα)
  - Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ρεύμα dc είτε μόνιμο μαγνήτη για τη δημιουργία του μαγνητικού πεδίου
  - Χρησιμοποιήθηκε στις αρχές (1876, Bell)
  - Αναγεννήθηκε το 1960 με την εισαγωγή της ενίσχυσης μέσω τρανζίστορ



# Μοντέρνα Μικρόφωνα

---

- Μικρόφωνο Electret
  - Χρησιμοποιείται σε σύγχρονες συσκευές σε συνδυασμό με ενίσχυση
  - Το electret είναι ένα μόνιμα ηλεκτρικά πολωμένο στερεό (ανάλογο με τον μόνιμο μαγνήτη)
  - Ένα αγώγιμο διάφραγμα κοντά στην ηλεκτρικά φορτισμένη επιφάνεια του electret αναπτύσσει μεταβλητή τάση ανάλογη της πίεσης του αέρα



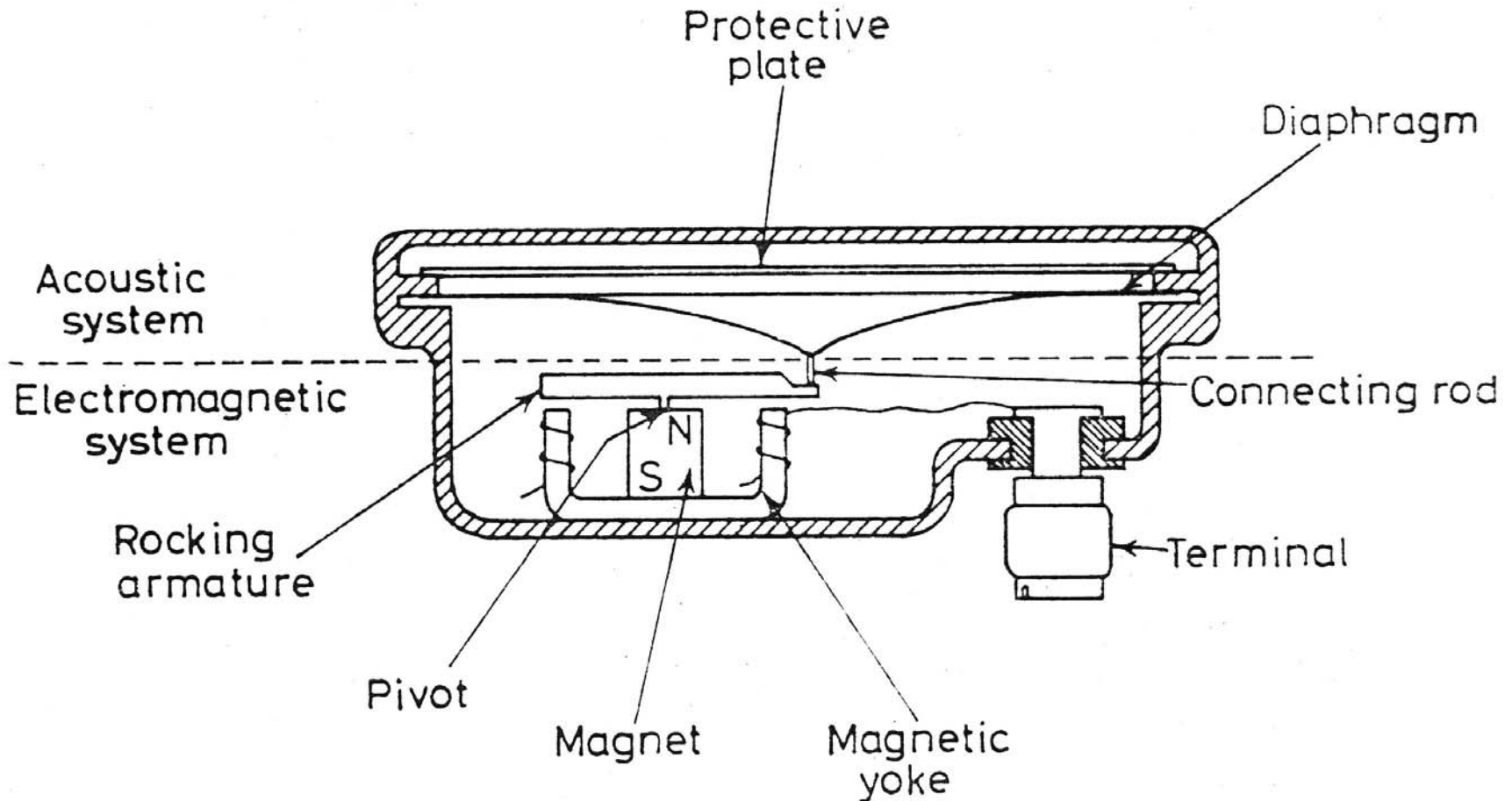


# Ακουστικό

---

- Χρησιμοποιείται ηλεκτρομαγνητικός μετατροπέας σχεδόν από την εφεύρεσή του και μετά
- Η μαγνητική δύναμη που προκαλείται από το μεταβαλλόμενο ρεύμα του πηνίου κάμπτει το σιδερένιο δίσκο που παράγει τον ήχο.
  - Παρόμοιος μηχανισμός με αυτό των μεγαφώνων (ραδιόφωνο, στέρεο)
  - Τα μεγάφωνα συνήθως χρησιμοποιούν ένα μεγάλο κινητό κώνο από σκληρό χαρτί που στερεώνεται μηχανικά στο πηνίο πλησίον ενός μόνιμου μαγνήτη
- Η ποιότητα είναι αρκετά καλή
- Για ακουστικά βαρηκοΐας απαιτείται εξωτερικό μαγνητικό πεδίο

# Ηλεκτρομαγνητικό ακουστικό





# Ακουστικό

---

- Η χρήση του ίδιου στοιχείου για ακουστικό και ειδοποίηση ή για ανοικτή ακρόαση (hands-free) μπορεί να δημιουργήσει κίνδυνο για το αυτί κατά τη διάρκεια του κωδωνισμού.
- Το τελευταίο κατασκεύασμα για την αποφυγή αυτού είναι ένας ανιχνευτής εγγύτητας (“proximity detector”) μέσω υπέρυθρων ακτινών. Κατεβάζει αυτόματα την ένταση όταν το ακουστικό είναι κοντά στο κεφάλι



# Ακουστικό ανοικτής ακρόασης

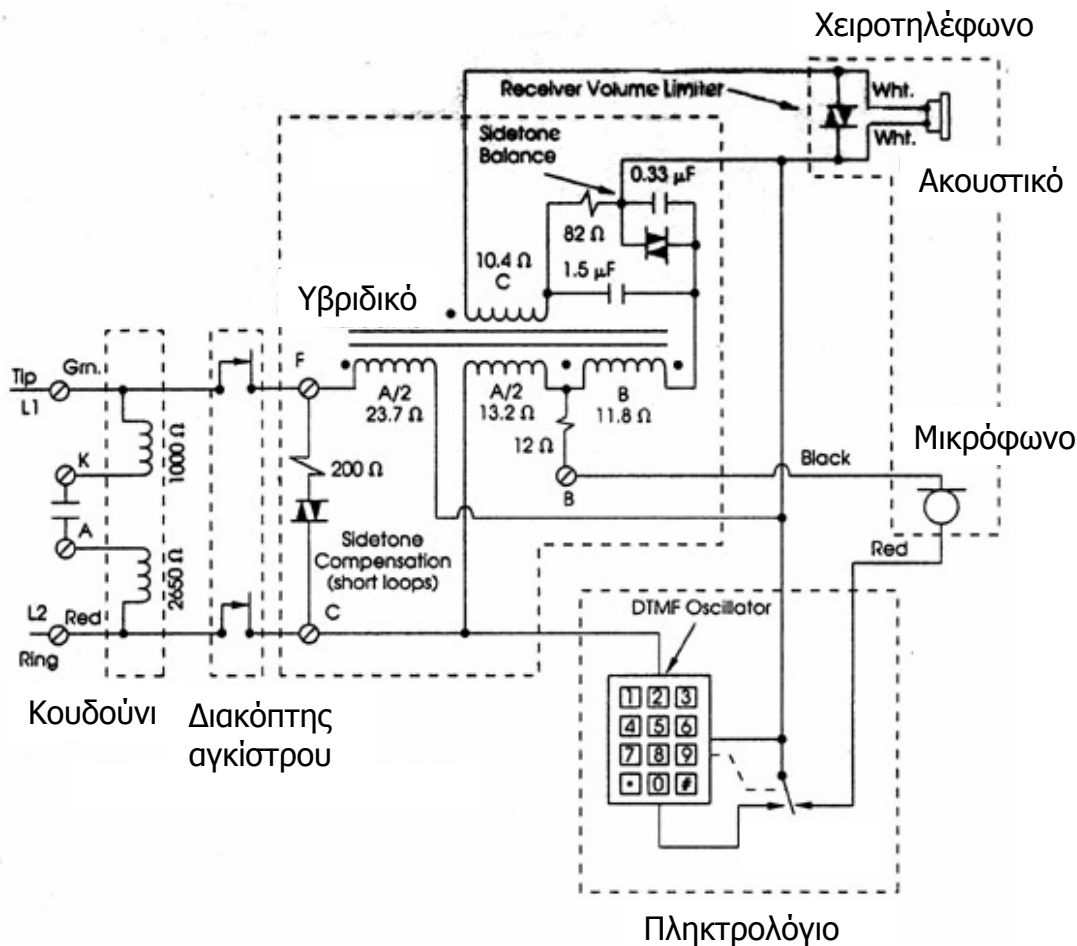
---

- Χρησιμοποιείται ενίσχυση (μερικές φορές με χωριστό μεγάφωνο) για να μένουν τα χέρια ελεύθερα (“hands-free”, “speaker-phone”)
- Η συνεχής ενίσχυση δημιουργεί προβλήματα λόγω ανάδρασης του ακουστικού ήχου
  - Ηχώ λόγω ανακλάσεων στους τοίχους του δωματίου
  - Αυτό-ταλάντωση ή σφυρίγματα
- Απαιτείται κάποιο είδος ακυρωτή ηχούς
  - Η παραγωγή μια καθυστερημένης κυματομορφής με το αντίθετο πρόσημα για την ακύρωση της ηχούς γίνεται με DSP ή στο κέντρο
- ... η αυτόματη μεταγωγή του ήχου
  - Σιγή του μεγαφώνου όταν χρησιμοποιείται το μικρόφωνο
  - Σιγή του μικροφώνου όταν υπάρχει ήχος από την άλλη άκρη
  - Το μικρόφωνο έχει προτεραιότητα σε σχέση με τον ήχο από την άλλη άκρη

# Μετασχηματιστές στην τηλεφωνία

- Το υβριδικό κύκλωμα στην τηλεφωνική συσκευή δρα ως κατευθυντικός συζεύκτης
  - Κατευθύνει το μεγαλύτερο μέρος της ισχύος του ηχητικού σήματος του μικροφώνου προς το κέντρο και όχι στο ακουστικό
  - Κατευθύνει το μεγαλύτερο μέρος της ισχύος του ηχητικού σήματος από το κέντρο προς το ακουστικό και όχι στο μικρόφωνο
- Ένας απλός μετασχηματιστής στο τηλεφωνικό κέντρο επιτρέπει στο ηχητικό σήμα να περάσει προς τον εξοπλισμό μετάδοσης ή μεταγωγής παρακάμπτοντας την μπαταρία
- Το υβριδικό κύκλωμα στο κέντρο διαχωρίζει το ηχητικό σήμα (ακουστικού και μικροφώνου) σε δύο μονόφωρα σήματα

# Αναλογική τηλεφωνική συσκευή



Τα varistors χρησιμοποιούνται:

- παράλληλα στο ακουστικό για παράκαμψη των κορυφών τάσης (κλικ, ρεύματα ισχύος, κλπ)
- παράλληλα στο μικρόφωνο για ρύθμιση του πλάγιου τόνου
- παράλληλα στο κύκλωμα προσαρμογής για αντιστάθμιση βρόχων μικρού μήκους



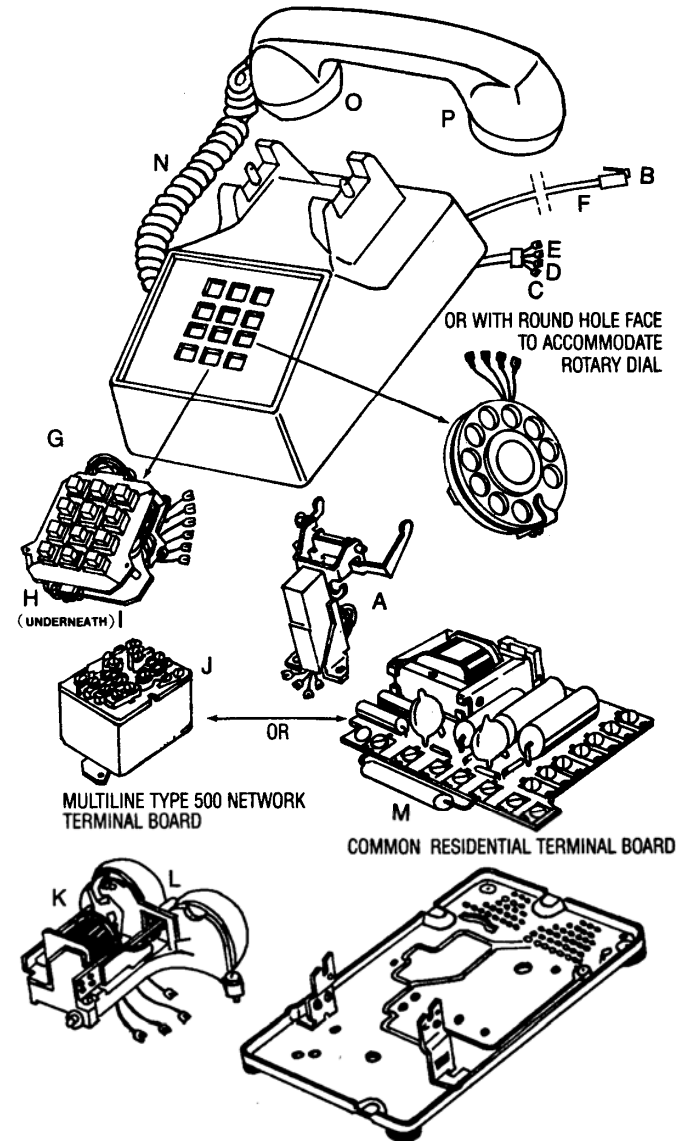
# Αναλογική τηλεφωνική συσκευή

---

- Οι παλιές τηλεφωνικές συσκευές ήταν ογκώδεις
- Γίνονταν χρήση διακριτών στοιχείων
- Υπήρχαν πολλές παραλλαγές της συρμάτωσης
  - Π.χ. για γραμμές με πολλούς συνδρομητές (multi party lines)
    - Έχουν εξαφανισθεί πια
- Οι συνδέσεις γίνονταν με το χέρι είτε με κατσαβίδι
  - Τα συνδικάτα απαγόρευαν τη χρήση πιο πολύπλοκων οργάνων

# Αναλογική τηλεφωνική συσκευή

SIEMENS BROTHERS & CO. Ltd

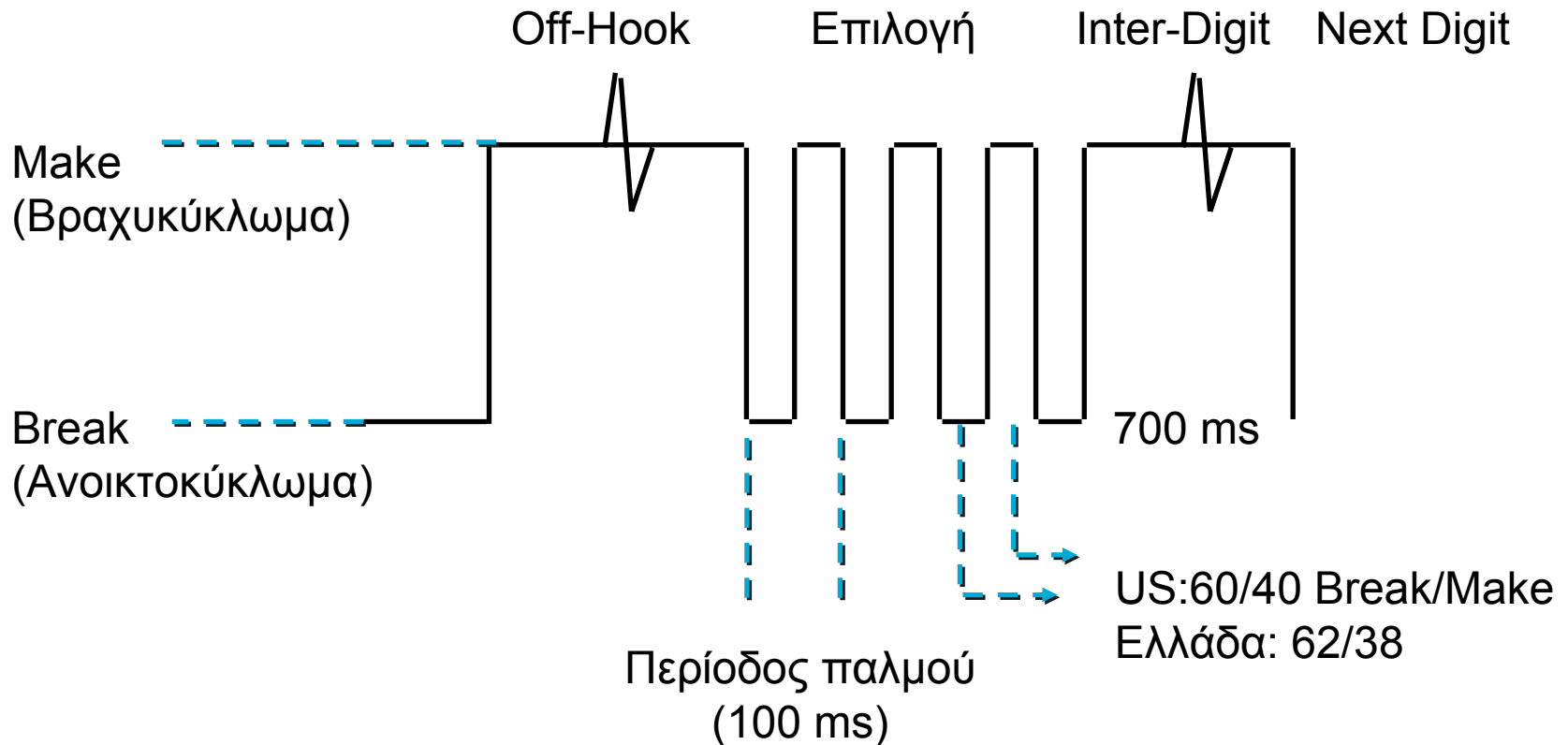




# Μοντέρνα αναλογική τηλεφωνική συσκευή

- Σήμερα χρησιμοποιούνται ολοκληρωμένα κυκλώματα που επιτυγχάνουν τη μετατροπή 2-σε-4 μέσω μονοκατευθυντικών ενισχυτών τρανζίστορ
- Χρησιμοποιείται ενισχυτής μεταβλητού κέρδους ελεγχόμενος από το ρεύμα του βρόχου ώστε να ρυθμίζεται η στάθμη του σήματος μικροφώνου ανάλογα με το μήκος της γραμμής (δεν χρειάζονται varistors)
- Το σήμα στο ακουστικό επίσης ελέγχεται αυτόματα ώστε να μη προκαλείται υπερβολικά δυνατός ήχος (δεν απαιτείται varistor)
- Για την επιλογή παράγονται, κατά βούληση, είτε δεκαδικοί παλμοί είτε πολυσυχνικοί τόνοι από ψηφιακές γεννήτριες σημάτων

# Παλμοί επιλογής



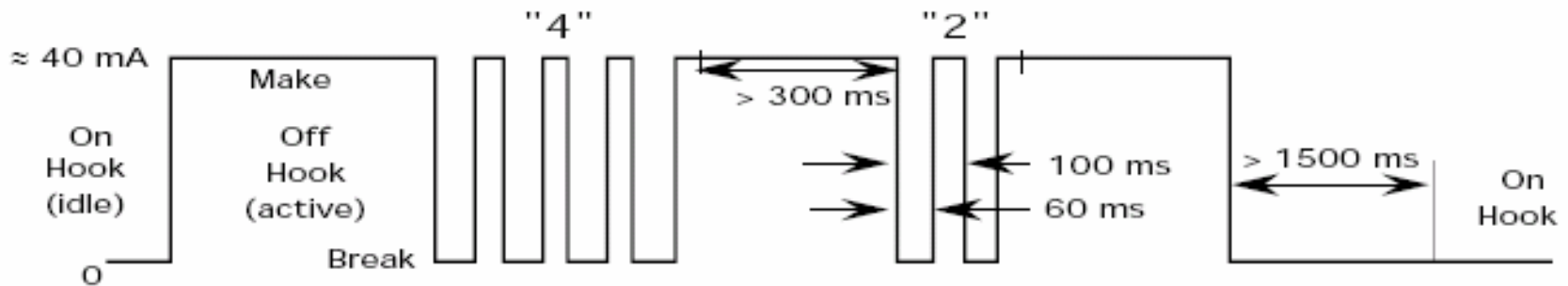


# Παλμοί επιλογής

---

- Κάθε παλμός διαρκεί 0,1 sec
- Το κενό μεταξύ παλμών IDP (Inter-digit pause) πρέπει να είναι  $>0,5$  sec
  - Αλλιώς, το τρέχον ψηφίο μπορεί να μπλεχτεί με το προηγούμενο
- Η επιλογή 10-ψήφιου τηλεφωνικού αριθμού διαρκεί 6-15 sec

# Παράδειγμα παλμών επιλογής



Χρονισμός:  
60 ms Break  
40 ms Make



# Τόνοι επιλογής

## Dual Tone Multifrequency (DTMF)

	1209	1336	1477	1633	Tx Level -0,5dB±3dB
697	1	2	3	A	
770	4	5	6	B	
852	7	8	9	C	
941	*	0	#	D	



# Τόνοι επιλογής

---

- Κάθε ψηφίο παράγεται ως συνδυασμός 2 καθαρών τόνων
  - Μειωμένη πιθανότητα λάθος λόγω παρεμβολής
- Ταχύτερος τρόπος σε σχέση με τη δεκαδική επιλογή
  - 1-2 sec για 10-ψήφιο αριθμό
- Μειωμένος χρόνος εγκατάστασης κλήσης



# Επιλογικός δίσκος

---

- Το "0" αντιστοιχεί σε 10 παλμούς παντού (εκτός Σκανδιναβίας όπου ο δίσκος είναι 0, 1, 2...9)
- Τα γράμματα (2="ABC", 3="DEF", etc.) χρησιμοποιήθηκαν στην Νέα Υόρκη ~1923 όταν οι συνδρομητές άρχισαν να παραπονούνται για "μακριούς" αριθμούς
- Αντίστοιχα πληκτρολόγια, αλλά όχι εντελώς τα ίδια, εισήχθησαν και σε άλλες χώρες (Ηνωμένο Βασίλειο, Γαλλία, Σκανδιναβία και σε τρεις πόλεις της ΕΣΣΔ),
  - Π.χ. το Q στη Γαλλία και τα Κυριλλικά Α, Β, Γ, Φ στη Μόσχα, Λένινγκραντ και Οδησσό
- Επειδή αποτελούσαν εμπόδιο για την διεθνή τηλεφωνία, η χρήση τους καταργήθηκε το 1960s με διεθνή συμφωνία



# Γράμματα στην τηλεφωνία

---

- Όμως ακόμη και σήμερα εμφανίζονται αριθμοί με τη μορφή γραμμάτων κυρίως στις προαναφερθείσες χώρες
- Είναι τεράστιας επιχειρηματικής αξίας: αριθμοί "Anagram" όπως
  - 1-800-FLOWERS, 1-800-NORSTAR, 1-800-AMERICA, κλπ





# De Facto πληκτρολόγιο

- Επάνοδος των **q** και **z**
- Συμβατό με πρότυπα Β. Αμερικής και Μ. Βρετανίας
- de facto πρότυπο για κινητά τηλέφωνα
- Χρησιμοποιείται για εισαγωγή κειμένου (SMS)

1	2 abc	3 def
4 ghi	5 jkl	6 mno
7 pqrs	8 tuv	9 wxyz
*	0	#



# Συνδρομητικές κάρτες - Subscriber Line Interface Circuit (SLIC)

---

- Τερματίζει τον βρόχο σε ισοσταθμισμένο κύκλωμα 900 Ω
- Τροφοδοτεί το βρόχο με ρεύμα DC μέσω μπαταριών στο τηλεφωνικό κέντρο
- Επιτηρεί τα ρεύματα στον συνδρομητικό βρόχο
- Λαμβάνει τους επιλεγόμενους αριθμούς
- Απομονώνει τις ξένες τάσεις



# Συνδρομητικές κάρτες - Subscriber Line Interface Circuit (SLIC)

---

- Εφαρμόζει το ρεύμα κωδωνισμού
- Παρέχει τόνους σχετικούς με την εξέλιξη της κλήσης
- Μετατρέπει τον 2-σύρματο βρόχο σε 4-σύρματο κύκλωμα
- Μετατροπή A/D και D/A (ψηφιακά κέντρα)
- Είναι σημείο για δοκιμές



# BORSCHT

---

- Battery
- Over-voltage protection
- Ringing
- Supervision
- Coding
- Hybrid
- Test



# Μπαταρία (B)

---

- Μπαταρία μολύβδου -48V στα τηλεφωνικά κέντρα για την τροφοδοσία όχι μόνο των τηλεφωνικών συσκευών αλλά και όλου του ηλεκτρονικού εξοπλισμού
  - Η αρνητική τάση μειώνει τις διαβρώσεις (σχηματίζει επιφανειακά οξειδίο του χαλκού)
- Η μπαταρία αποτελεί την κύρια τροφοδοσία
  - Φορτίζεται από μετατροπέα εναλλασσόμενου σε συνεχές
  - Για εφεδρεία χρησιμοποιούνται ηλεκτροπαραγωγικά ζεύγη (H/Z) (μηχανή Diesel και γεννήτρια)



# Μπαταρία (B)

---

- Παρέχει τροφοδοσία  $-48V$  για το μικρόφωνο, την επίβλεψη του βρόχου και την παραγωγή των σημάτων επιλογής
  - το μικρόφωνο άνθρακα χρειάζεται ρεύμα από  $20mA$  μέχρι  $100mA$
  - ο διακόπτης αγκίστρου, όταν κλείσει, παράγει ροή ρεύματος dc
  - ο επιλογικός δίσκος διακόπτει προσωρινά αυτή τη ροή
  - η πολυσυχνική γεννήτρια (πληκτρολόγιο) τροφοδοτείται από την τάση αυτή



# Μπαταρία (B)

---

- Επιτρέπει την παροχή τηλεφωνικής υπηρεσίας (ΟΤΕ) ανεξάρτητα από την παροχή ηλεκτρικής ισχύος (ΔΕΗ)
- Η βασική τηλεφωνική υπηρεσία δεν διακόπτεται από πτώση τάσης AC
  - Σε PBX, όταν διακοπεί η τροφοδοσία AC, κάποιες (αναλογικές) συσκευές μπορεί να μεταπίπτουν σε συγκεκριμένες εξωτερικές γραμμές
  - Όμως σε ψηφιακές συσκευές ή γραμμές ISDN απαιτούνται UPS και/ή μπαταρίες στις εγκαταστάσεις του πελάτη

# Προστασία από υπέρτασεις (0)



---

- Προστασία του βρόχου (όχι της συσκευής) από
  - κεραυνούς
  - γειτνίαση (line crossing) με καλώδια ισχύος
- Τα αντι-κεραυνικά τοποθετούνται στο σημείο όπου το σύρμα εισέρχεται στις εγκαταστάσεις του συνδρομητή για να περιορίσουν την υπέρταση στα 300 V



# Προστασία από υπερτάσεις (0)



- Τα περισσότερα αντι-κεραυνικά περιλαμβάνουν ένα κενό διάστημα μεταξύ ηλεκτροδίων όπου γίνεται εκκένωση λόγω ιονισμού του περιβάλλοντος αερίου στα  $\sim 300\text{V}$
- Η μόνωση (συνήθως πλαστικό) της τηλεφωνικής συσκευής σχεδιάζεται να αντέχει σε περισσότερα από  $300\text{ V}$
- Παρόλα αυτά, σε περιπτώσεις καταιγίδων καλό είναι να μην γίνονται κλήσεις εκτός και εάν είναι απολύτως αναγκαίο



# Κωδωνισμός (R)

---

- Ειδοποίηση για να απαντηθεί η εισερχόμενη κλήση
  - Αρχικά χρησιμοποιήθηκαν βομβητές
  - Αντικαταστάθηκαν με κουδούνι που ενεργοποιείται από το εναλλασσόμενο ρεύμα χαμηλής συχνότητας στο τέλος του 19 αιώνα
    - 75-80Vrms @ 200mA, 16.7 - 25 Hz
    - Μικρότερο κόστος συντήρησης



# Κωδωνισμός (R)

---

- Η τάση και συχνότητα που χρησιμοποιείτε σήμερα μιμείται αυτή της χειροκίνητης μαγνητικής γεννήτριας που αρχικά χρησιμοποιήθηκε τόσο από τον συνδρομητή προς το κέντρο και από το κέντρο προς τον συνδρομητή
  - 90 V rms (περίπου 127 v μέγιστη τιμή)
  - 20 Hz (παρότι χρησιμοποιήθηκαν και άλλες συχνότητες)
  - Σε μερικά PBX χρησιμοποιούνται τετραγωνικές κυματομορφές με την ίδια τιμή RMS, αλλά χαμηλότερη μέγιστη τιμή
    - μερικές φορές δεν ανιχνεύεται από ηλεκτρονικές συσκευές ανίχνευσης κωδωνισμού



# Κωδωνισμός (R)

---

- Σήμερα πολλές τηλεφωνικές συσκευές χρησιμοποιούν τοπικό ταλαντωτή που ενεργοποιείται από το σήμα κωδωνισμού και μεγάφωνο
- Ο ταλαντωτής παράγει τετραγωνικό σήμα  $\sim 1$  kHz μαζί με άλλες υψηλότερες συχνότητες
  - Στις συχνότητες  $\sim 1$  kHz η ευαισθησία του αυτιού είναι μέγιστη
  - Οι υψηλότερες συχνότητες απαιτούνται για τον εντοπισμό της πηγής του σήματος
    - οι χαμηλές συχνότητες δεν επιτρέπουν την αντίληψη της κατευθύνσης



# Κωδωνισμός (R)

---

- Συνήθως χρησιμοποιούνται συνδυασμοί δύο τόνων για να παραχθεί ένας χαρακτηριστικός ήχος
- Ρυθμός κωδωνισμού (Ringing cadence)
  - Στο τηλεφωνικό σύστημα της Β. Αμερικής έχει τυποποιηθεί ένας κύκλος 6 sec cycle: 2 sec κωδωνισμός και 4 sec σιωπή
  - Στην Ευρώπη υπάρχει μεγάλη ποικιλία:
    - Π.χ. στο Η.Β. χρησιμοποιείται κύκλος 4 sec με δύο σύντομους κωδωνισμούς εντός 1 sec και μετά 3 sec σιωπής



# Κωδωνισμός (R)

---

- Στα περισσότερα τηλεφωνικά συστήματα δεν παράγουν σήματα κωδωνισμού με την αρχή της κλήσης
  - Τα σήματα κωδωνισμού καθυστερούν ώστε να συγχρονισθούν στο ρυθμό κωδωνισμού
  - Μπορεί να προκαλέσει “τύφλωση”
- Στο διάστημα σιωπής του κωδωνισμού σήμερα αποστέλλονται σήματα για την αναγνώριση ταυτότητας καλούντος



# Αναγνώριση ταυτότητας

---

- Εξαιρετικά δημοφιλής συμπληρωματική υπηρεσία
- Βοήθησε στην απόσβεση κόστους του συστήματος σηματοδότησης κοινού καναλιού (Common Channel No. 7)
  - Εάν ο καλούμενος έχει εγγραφεί στην υπηρεσία αυτή και ο καλών δεν την έχει απαγορεύσει, ο αριθμός τηλεφώνου του καλούντος μεταδίδεται μέσω μόντεμ μεταξύ των πρώτων δύο κωδωνισμών
  - Λαμβάνεται από μόντεμ στην πλευρά του καλούμενου και απεικονίζεται σε οθόνη στην τηλεφωνική συσκευή
  - Στην Β. Αμερική, εάν ο συνδρομητής έχει εγγραφεί και στην υπηρεσία αναγνώρισης ονόματος, το κέντρο προορισμού λαμβάνει το καταγεγραμμένο στον κατάλογο όνομα από βάση δεδομένων LIDB (Line Information Data Base) και το αποστέλλει



# Επιτήρηση (S)

---

- Επίβλεψη γραμμής, ανίχνευση σηκώνματος του ακουστικού, δεκαδικών παλμών, ρεύμα για τονικούς επιλογείς
- Παραδοσιακά είναι το μέρος της σηματοδοσίας σχετικά με την κατάσταση (ελεύθερος, κατειλημμένος) του συνδρομητή
  - Σε πολλά συστήματα, τα σήματα επιλογής δεν θεωρούνται σήματα επιτήρησης
  - Στα ψηφιακά συστήματα μετάδοσης, η πληροφορία κατάστασης μεταδίδεται με μηνύματα ή συγκεκριμένα bit στο πολυπλεγμένο συρμό





# Επιτήρηση (S)

---

- Στον αναλογικό συνδρομητικό βρόχο η επιτήρηση γίνεται μέσω της ροής ρεύματος DC
  - off-hook - 20mA (διαρκώς)
  - on-hook – χωρίς ρεύμα (διαρκώς)
  - dialling - σειρά σύντομων παλμών ή σύντομες διάρκειες δύο τόνων
  - flash hook / recall - σύντομο on-hook



# Κωδικοποίηση (C)

---

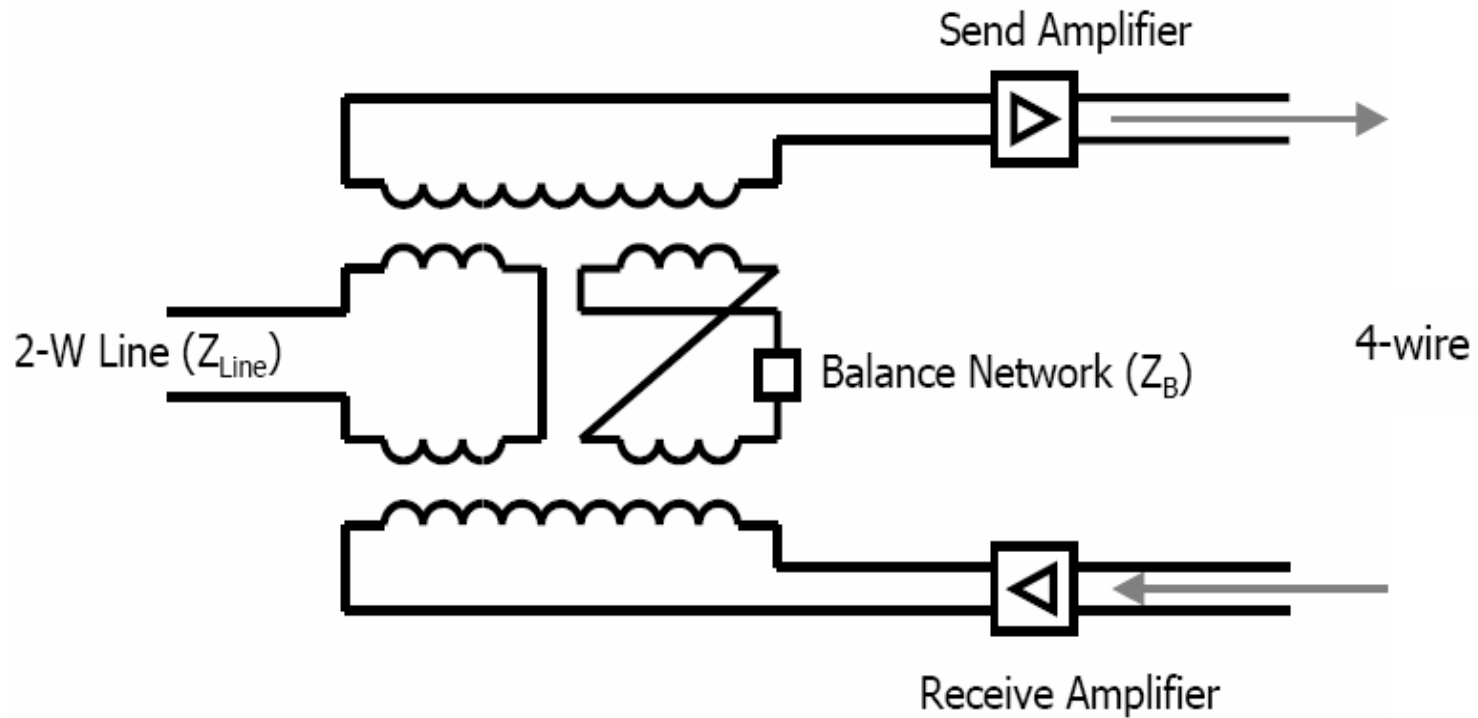
- Codec: COder/DECoder
  - Μετατροπή αναλογικού σε ψηφιακό PCM
  - Εύρος ζώνης 4KHz, δειγματοληψία 8KHz, 8 bit ανά δείγμα
- Στα περισσότερα τηλεφωνικά συστήματα βρίσκεται στη συνδρομητική κάρτα στο τηλεφωνικό κέντρο
- Ο συνδρομητικός βρόχος και η συσκευή παραμένουν αναλογικά
- Στο ISDN και τα κινητά τηλέφωνα η μετατροπή γίνεται στην συσκευή
- Το κόστος των codec ήταν ανασταλτικός παράγων για την εισαγωγή τους κατά το παρελθόν
  - Αρχικά οι codec ήταν κοινοί ανά 24 γραμμές
  - Αργότερα η χρήση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων επέτρεψε τη χρήση ενός codec ανά συνδρομητική γραμμή

# Υβριδικός μετασχηματιστής (H)



- Χρησιμοποιείται για μετατροπή δισύρματων γραμμών σε τετρασύρματες
  - Για μικρές αποστάσεις είναι εφικτή η μετάδοση με δύο σύρματα (τηλεφωνική συσκευή μέχρι τηλεφωνικό κέντρο)
  - Για μεγαλύτερες αποστάσεις απαιτούνται ενισχυτές (μεταξύ τηλεφωνικών κέντρων)
  - Οι ενισχυτές είναι μονόφοροι
  - Απαιτείται ο έλεγχος της ηχούς

# Μετατροπή 2 σε 4 σύρματα



# Μετατροπή 2 σε 4 σύρματα

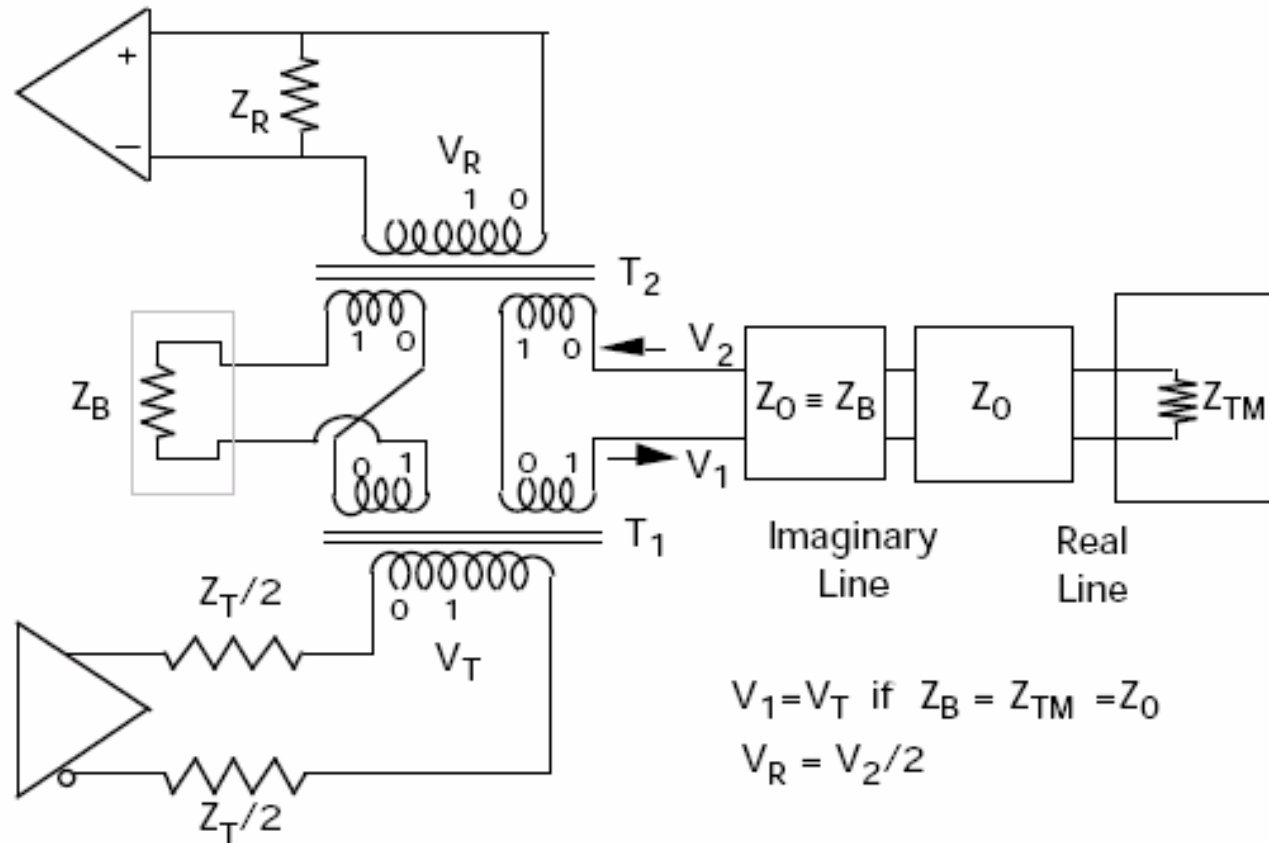


Fig. 5.7-3 Two Transformer Hybrid Coupler

# Ηλεκτρονικός μετατροπέας 2 σε 4 σύρματα

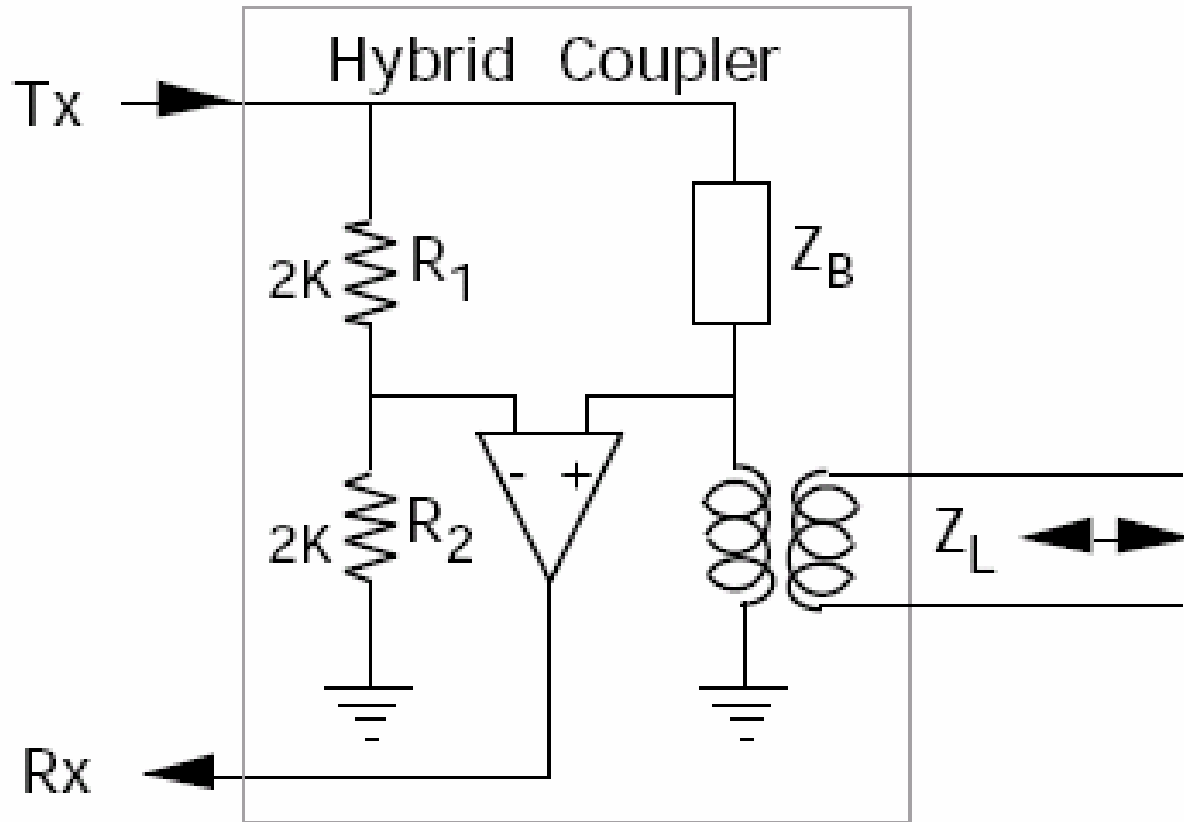
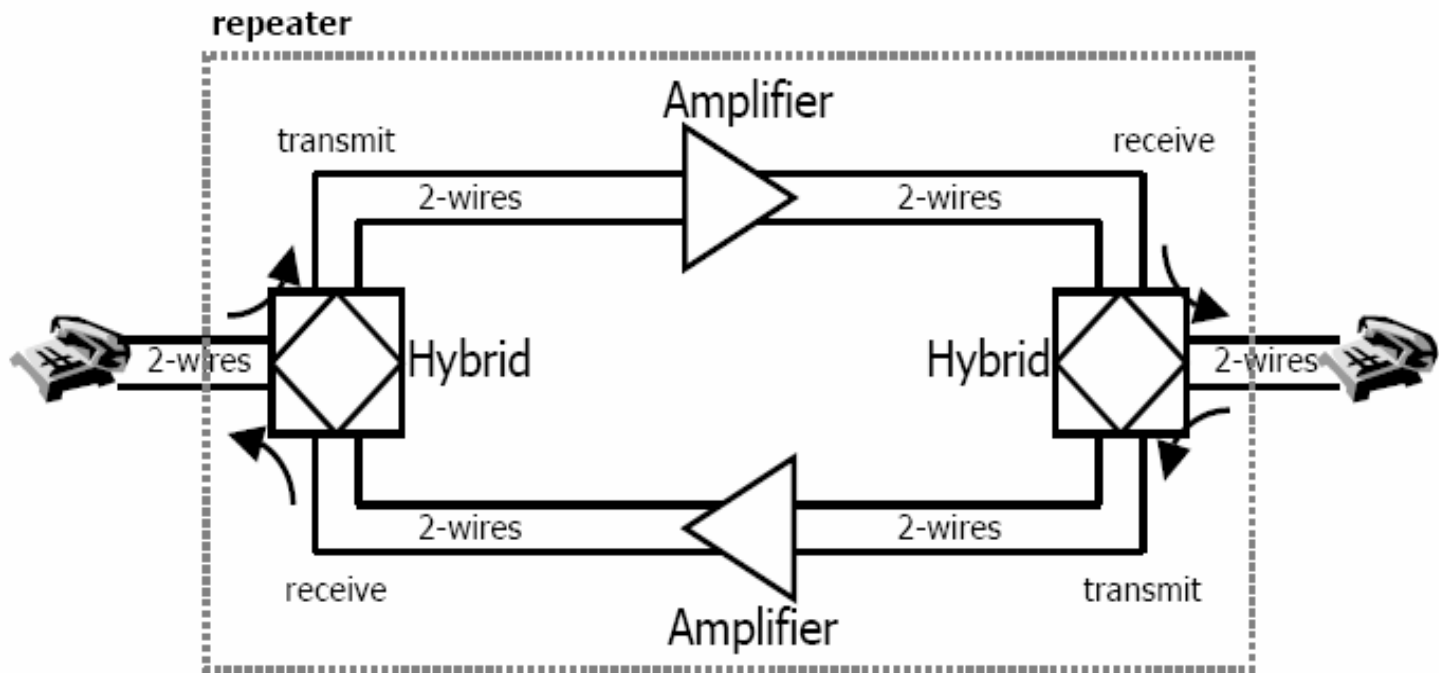


Fig. 5.7-4 Electronic hybrid coupler

# Ηχώ





# Έλεγχοι (Τ)

---

- Οι (αυτόματες) δοκιμές προλαμβάνουν την εμφάνιση προβλημάτων και επιτρέπουν την ισοκατανομή εργασίας στους τεχνίτες
- Αργά το βράδυ ο συνδρομητικός βρόχος μεταγεται (μέσω ρελέ στη συνδρομητική κάρτα) σε ελεγκτή
  - βραχυκύκλωμα επιστροφής (loop back)
  - εισαγωγή σημάτων
  - ανάλυση τόνων
  - γραμμής και κάρτας
- Τα μοντέρνα τηλεφωνικά κέντρα διαθέτουν ενσωματωμένες διαγνωστικές ικανότητες, αλλά τα παλαιά αναλογικά διαθέτουν ελάχιστες ή καθόλου





# Έλεγχοι (T)

---

- Δοκιμές για το σύστημα (όχι τη συσκευή)
  - Αντίσταση ανοικτού βρόχου και αντίσταση προς γη
    - Υπερβάλλον ρεύμα (χαμηλή αντίσταση) δείχνει πρόβλημα μόνωσης, συνήθως λόγω υγρασίας ή καταστροφής της μόνωσης
    - Υγρά καλώδια πρέπει να στεγνώσουν ή αντικατασταθούν
- Τα κυκλώματα ελέγχονται όταν δεν είναι ενεργά για θόρυβο (κλικ, κλπ)
- Οι τεχνίτες μπορούν να επιλέγουν δοκιμαστικούς αριθμούς
- Δοκιμή του κωδωνισμού μπορεί να γίνει και από τον συνδρομητή (στις ΗΠΑ ο ιστορικός αριθμός: 550-xxxx όπου xxxx τα 4 ψηφία του "δικού σας" αριθμού)
- "Σιωπηλές γραμμές" επιτρέπουν την εκτίμηση του θορύβου από άνθρωπο