

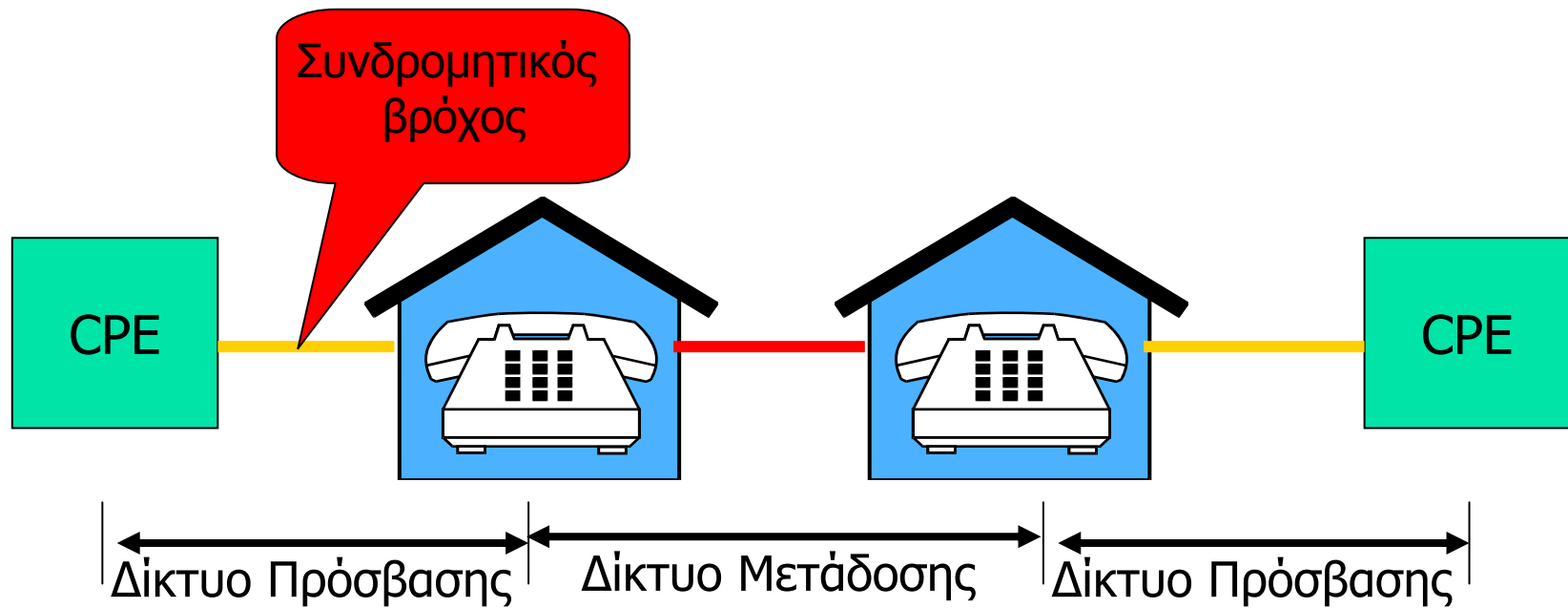


# Τηλεφωνία

---

Βασική λειτουργία

# Πρόσβαση στο τηλεφωνικό κέντρο



CPE = Customer Premises Equipment = Συνδρομητικός εξοπλισμός



# Τηλεφωνικός Εξοπλισμός

---

- Ανάλογα με τον τρόπο χρήσης ο εξοπλισμός κατατάσσεται:
  - Συνδρομητικό εξοπλισμό (CPE - customer premises equipment)
  - Τηλεφωνικά Κέντρα (Switching Systems, Central Office στις ΗΠΑ)
  - Διασυνδετές (cross-connects), μεικτονομητές (grading)
  - Συστήματα μετάδοσης



# Βασικά χαρακτηριστικά του τηλεφωνικού συστήματος

---

- Αναλογικά κυκλώματα προς το τηλεφωνικό κέντρο
- Ψηφιακή μετάδοση στα 64 kb/s μεταξύ κέντρων
- Τα πάντα σε πολλαπλάσια του 125  $\mu$ s
- A ή  $\mu$ -law: 8 bit δείγματα με ρυθμό 8 kHz



# Αυτόματο Τηλεφωνικό Κέντρο (Central office switch)

---

- Τα τηλεφωνικά κέντρα αποτελούνται από:
  - Κάρτες γραμμών (SLIC / SLTU) όπου τελικά καταλήγει το δίκτυο πρόσβασης
  - Μήτρα μεταγωγής
  - Κάρτες κυκλωμάτων όπου μέσω συγκεντρωτών γίνεται η σύνδεση στο δίκτυο μετάδοσης

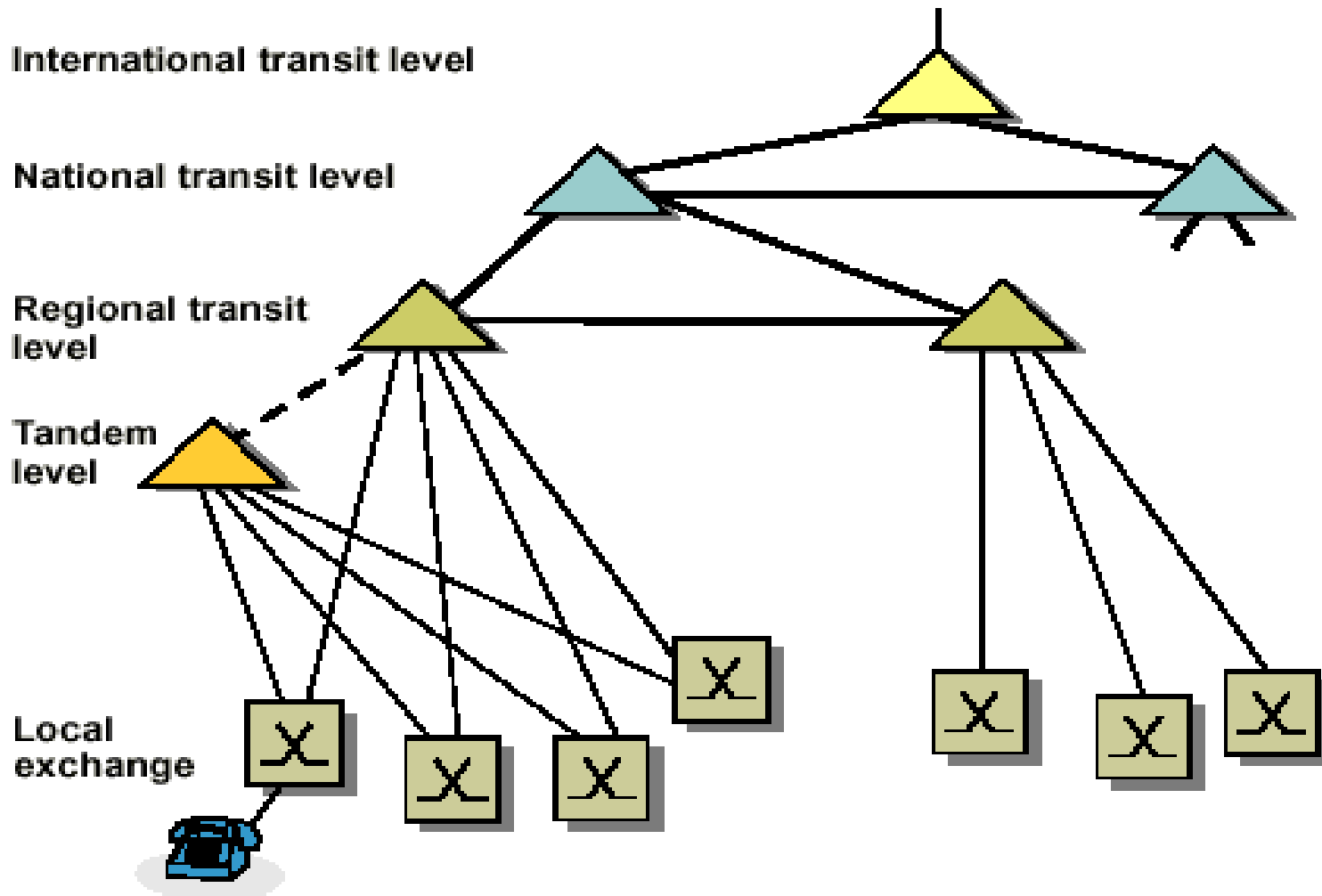


# Είδη τηλεφωνικών κέντρων

---

- Τοπικό ή τερματικό κέντρο (local exchange, central office)
- Διαβιβαστικό ή κομβικό κέντρο (transit, tandem)
- Υπεραστικό κέντρο (toll)
- Διεθνές κέντρο
- Δευτερεύουσα εγκατάσταση ή συνδρομητικό κέντρο

# Ιεραρχία τηλεφωνικών κέντρων





# Πρόοδος της τεχνολογίας

---

- Ηλεκτρομηχανικοί μεταγωγείς
  - ραβδεπαφικοί (crossbar), βηματοπορικοί (step-by-step)
- Ενταμιευμένου προγράμματος (Stored Program Control – SPC) με ηλεκτρομηχανική μήτρα μεταγωγής
  - AT&T/Lucent 1A ESS
- SPC με ηλεκτρονική μήτρα μεταγωγής
  - AT&T/Lucent 4 ESS
- Ψηφιακοί
  - AT&T/Lucent 5 ESS, Nortel DMSx00



# Αυτόματο τηλεφωνικό κέντρο (Nortel)



# Αυτόματο τηλεφωνικό κέντρο (AT&T)





# Τερματικός Εξοπλισμός

---

- Τηλεφωνική Συσκευή (telephone set)
- Κονσόλες (τηλεφωνητή)
  - Βελτιστοποιούν τη χρήση των γραμμών από τις συσκευές
  - Συνήθως 2 με 10 συσκευές
- Συνδρομητικό κέντρο - PBX (Private Branch Exchange)
  - Προηγμένα χαρακτηριστικά και δρομολόγηση κλήσεων
  - 10-άδες ή 100-άδες τηλεφωνικών συσκευών

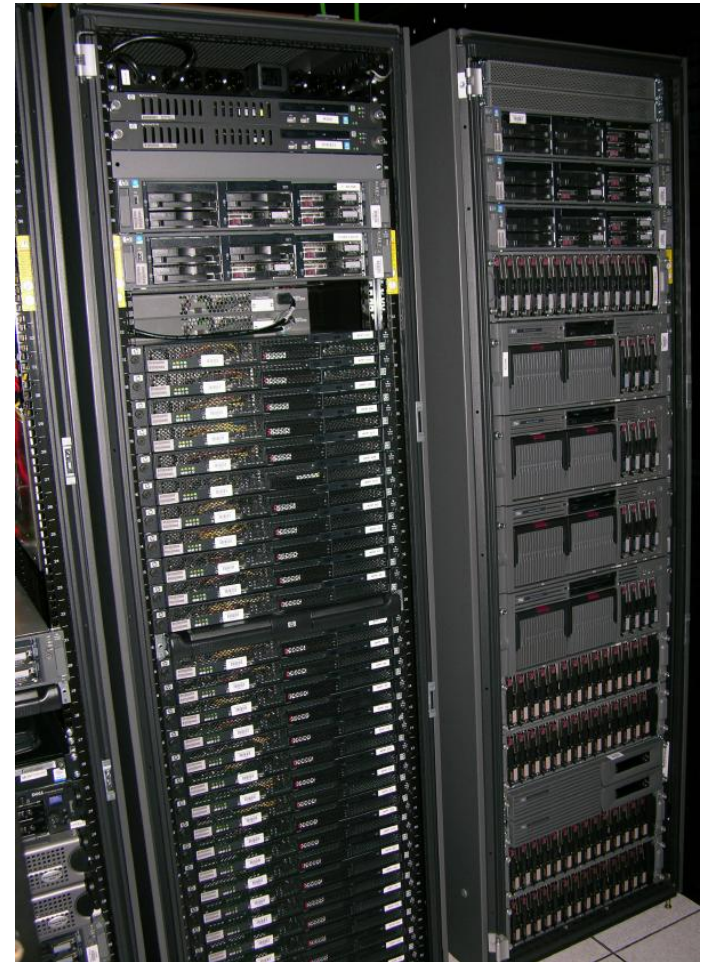
# Τηλεφωνικές συσκευές



# Κονσόλες



# Συνδρομητικό κέντρο - PBX





# Πώς δουλεύει

---

- Η παραδοσιακή αναλογική τηλεφωνία (POTS) χρονολογείται από το τέλος του 19ου αιώνα
- Η μεταφορά πληροφορίας βασίζεται σε τάσεις, ρεύματα, κλπ
- Όλη η λογική ενσωματωμένη στο υλικό
- Αναλογική μετάδοση
- Τεχνολογία παρελθούσης πενήκονταετίας
- Σηματοδοσία εντός ζώνης



# Αρχικά συστήματα μεταγωγής

---

- Οι αρχικές τηλεφωνικές εγκαταστάσεις του A.G. Bell (1876) ήταν από σημείο προς σημείο
  - γραφείο με αποθήκη (όπως τα μοντέρνα συστήματα ενδοσυνεννόησης)
- Τα χειροκίνητα τηλεφωνικά κέντρα εισήχθησαν αργότερα
  - τη δεκαετία του 1880
- Τα δε αυτόματα τηλεφωνικά κέντρα ακόμη αργότερα
  - τη δεκαετία του 1890



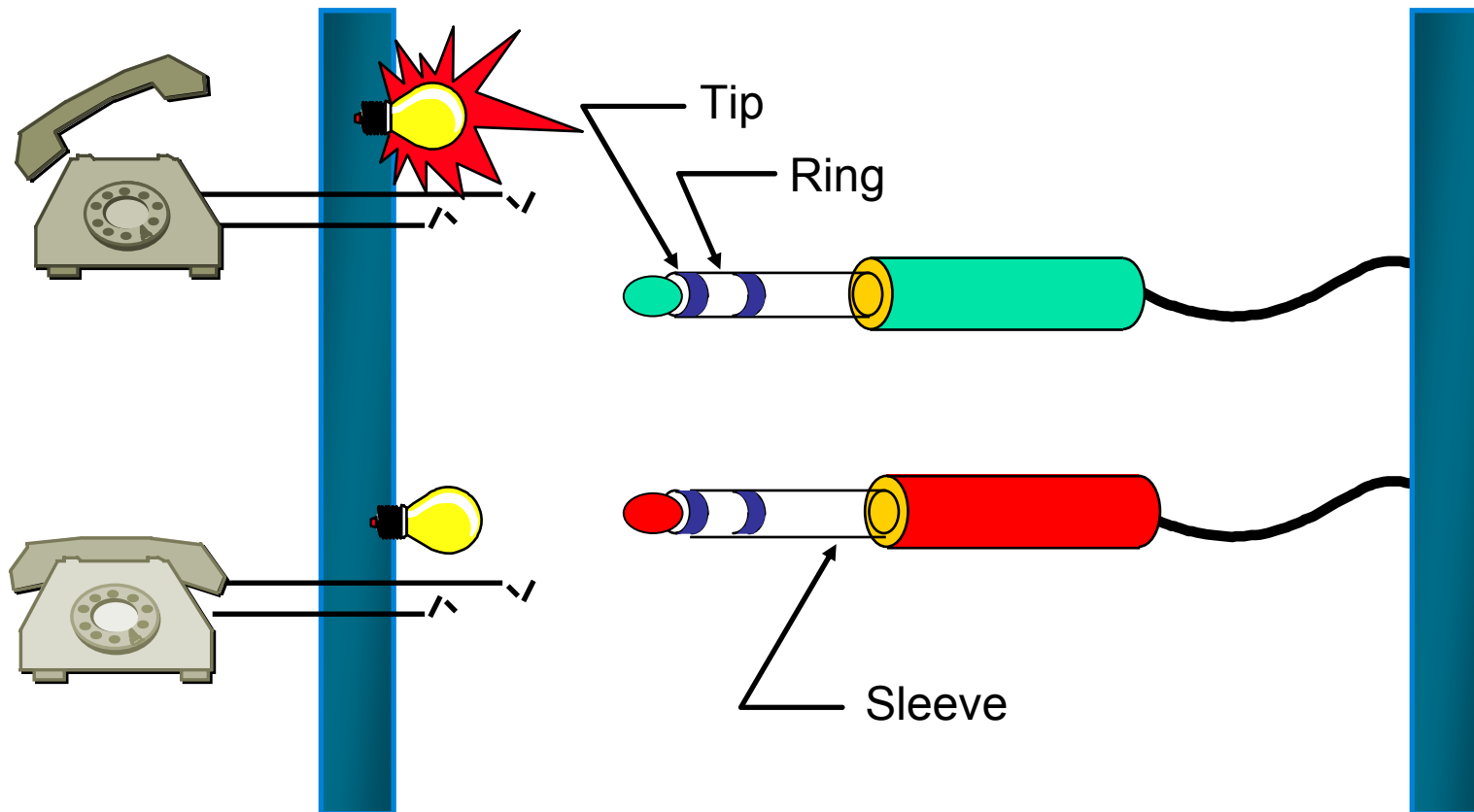


# Ο παλιός τρόπος λειτουργίας

---

- Νεαροί συνέδεαν σύρματα μέσα στο δωμάτιο σύμφωνα με τις (λεκτικές) οδηγίες των συνδρομητών
- Αργότερα αναπτύχθηκαν οι μεταλλάκτες:
  - συρόμενα κορδόνια (ένα για κάθε σύνδεση φωνής)
  - πίνακας με υποδοχές (μία ανά συνδρομητή) εμπρός από την τηλεφωνήτρια σε μορφή γραφείου
  - αργότερα υποδοχές για κάθε κύκλωμα προς άλλα τηλεφωνικά κέντρα
- Η παράλληλη ανάπτυξη της κοινής συστοιχίας για την τροφοδοσία των συσκευών καθώς και των τεχνικών επιτήρησης διευκόλυναν την εισαγωγή των μεταλλακτών

# Ο παλιός τρόπος λειτουργίας





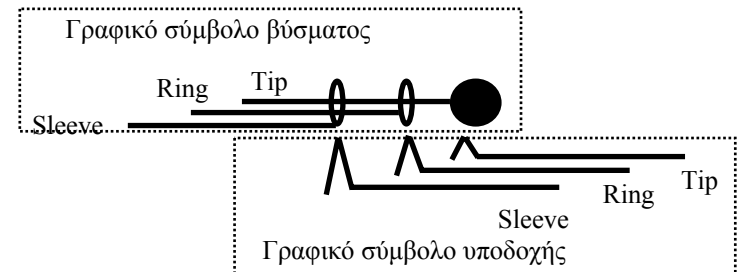
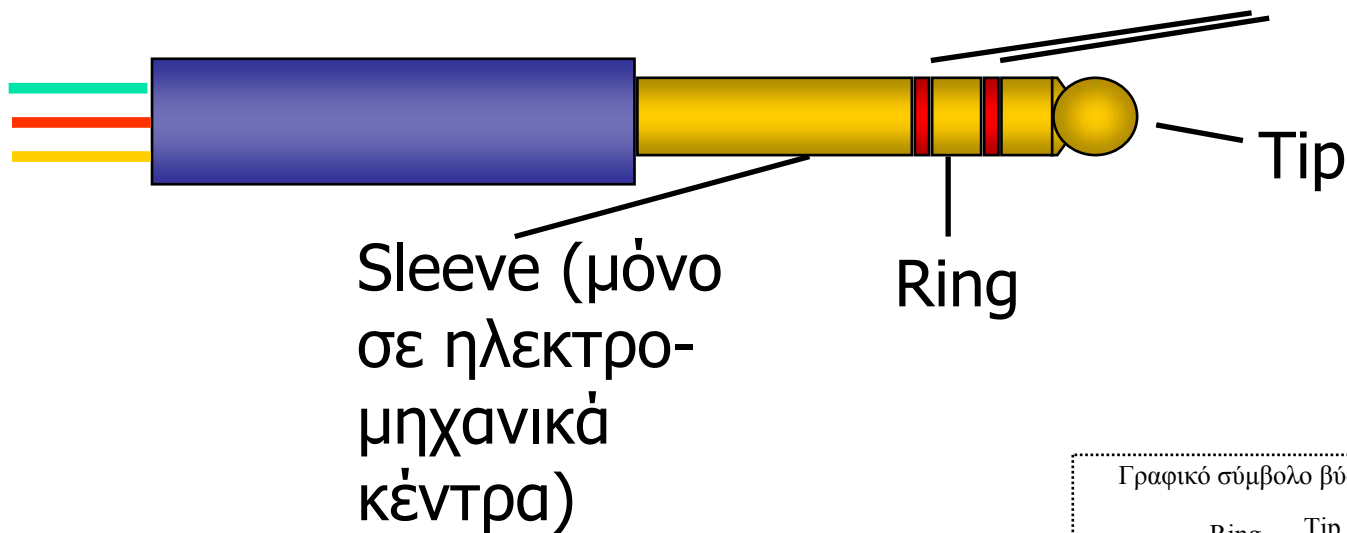
# Χειροκίνητο τηλεφωνικό κέντρο (manual control switchboard)

---

- Μονοκορδόνιος μεταλλάκτης
  - ένα κορδόνι ανά συσκευή
- Δικορδόνιος μεταλλάκτης
  - ένα ζεύγος κορδονιών ανά κλήση
- Μεταλλάκτης χωρίς κορδόνια
  - ό,τι και ο δισύρματος (αλλά με εσωτερικές συνδέσεις και πλήκτρα)

# Βύσμα μεταλλακτών

- Ίδια διάμετρος με το βύσμα στερεοφωνικών ακουστικών 1/4" (6.35 mm)



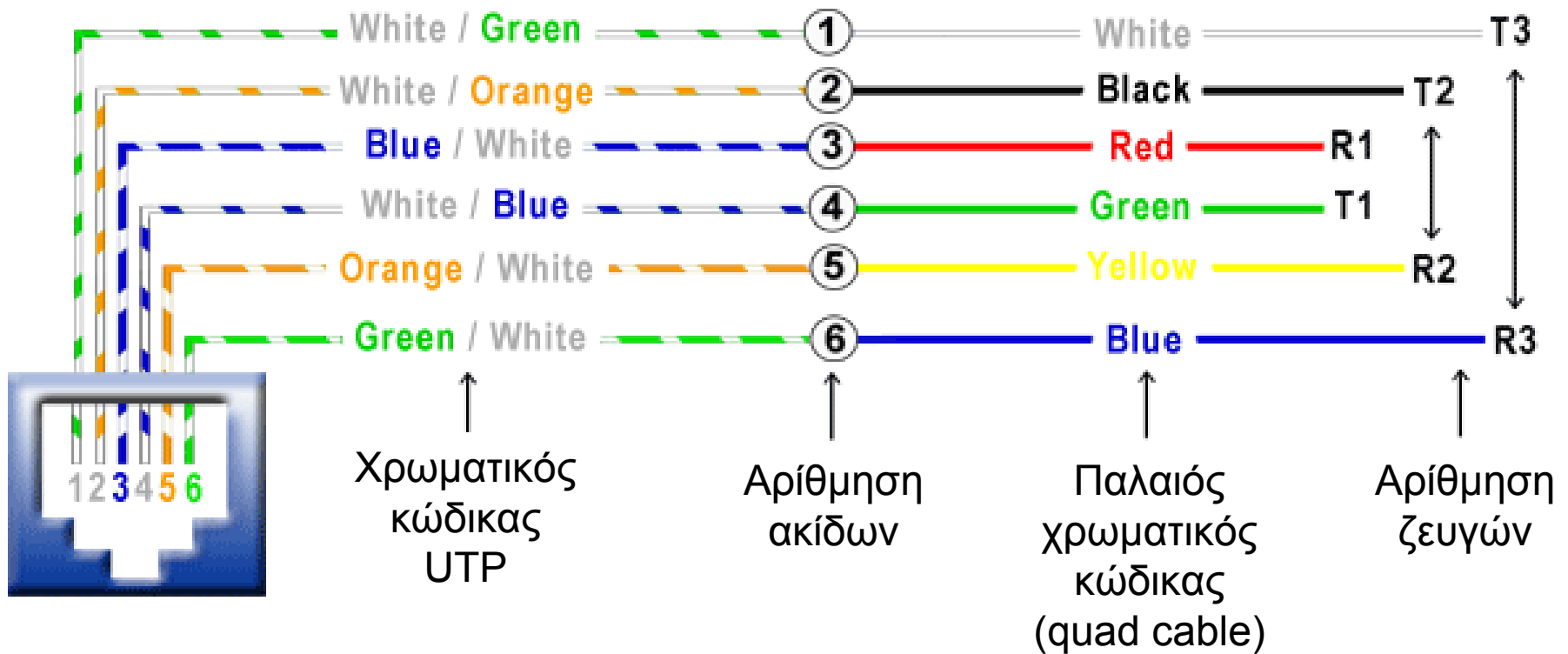


# Ορολογία

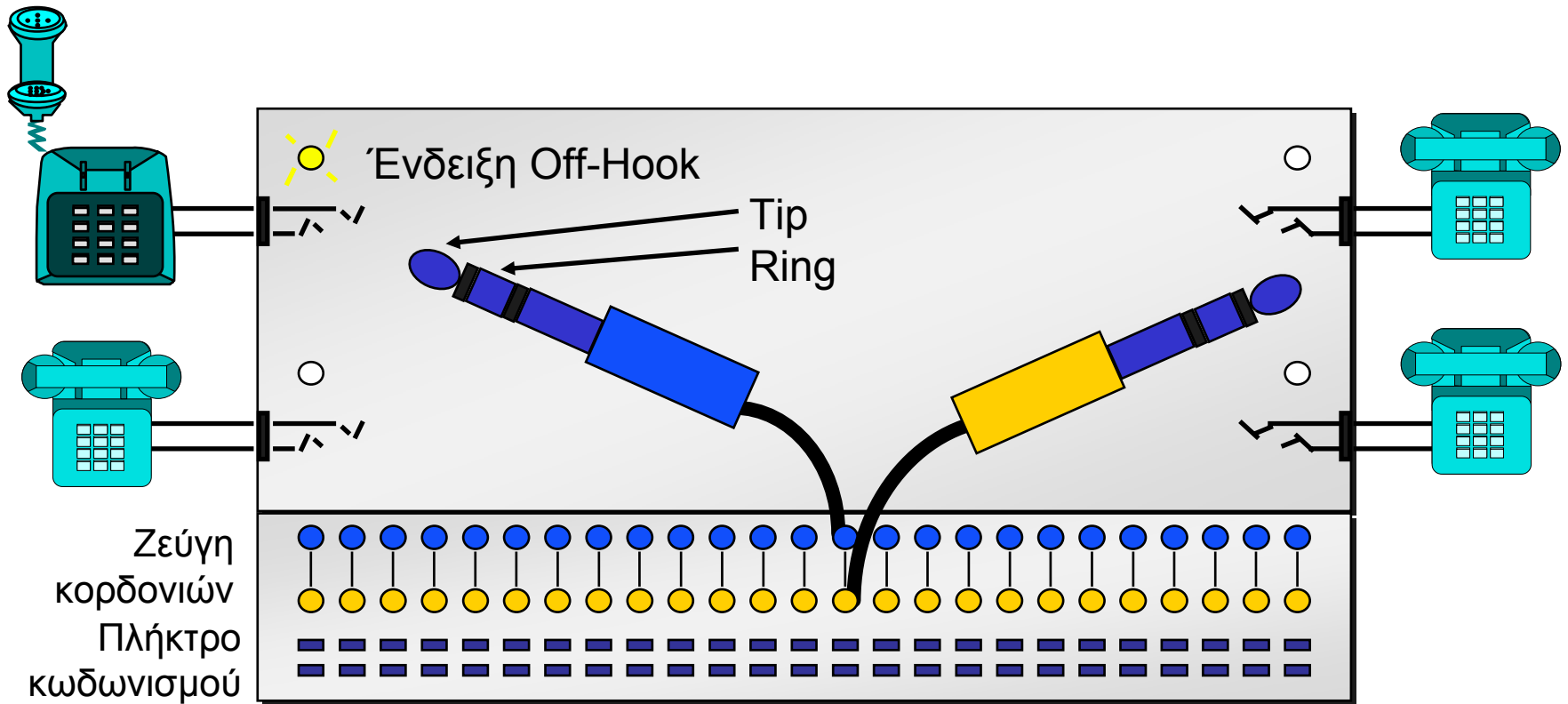
- Tip is Green; Red is Ring
- Σε παλιά κέντρα χρησιμοποιείται και ένα τρίτο καλώδιο Sleeve (c), αλλά όχι σήμερα στα ψηφιακά κέντρα
- Η χρήση του **κόκκινου** για αρνητική τάση είναι μοναδικό παράδειγμα στην βιομηχανία της τηλεφωνίας

Όνομα: B. Αμερική (Ευρώπη)	<b>Tip</b> <b>(a)</b>	<b>Ring</b> <b>(b)</b>
Τάση	<b>Γειωμένο</b>	<b>- 48 V</b>
Χρώμα μόνωσης (quad wire)	<b>Πράσινο</b>	<b>Κόκκινο</b>
UTP (σώμα/ρίγα)	<b>Άσπρο/μπλε</b>	<b>μπλε/άσπρο</b>

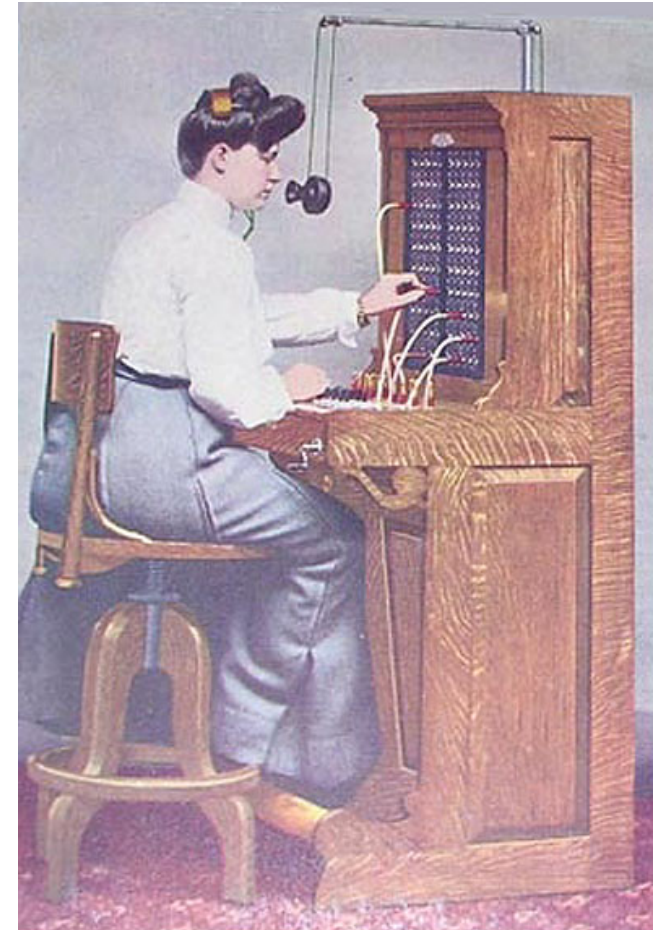
# Συνήθης υποδοχή RJ-11



# Χειροκίνητο τηλεφωνικό κέντρο (manual control switchboard)



# Ιστορικός μεταλλάκτης



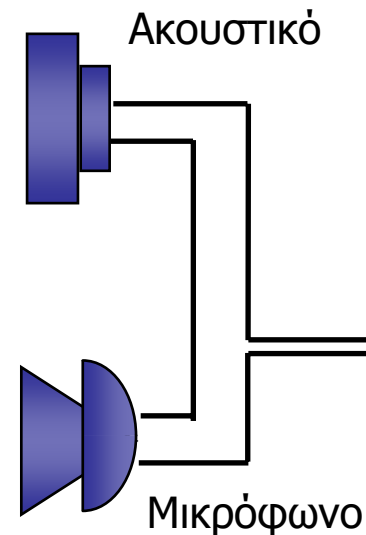


# Μεταλλάκτης χωρίς κορδόνια

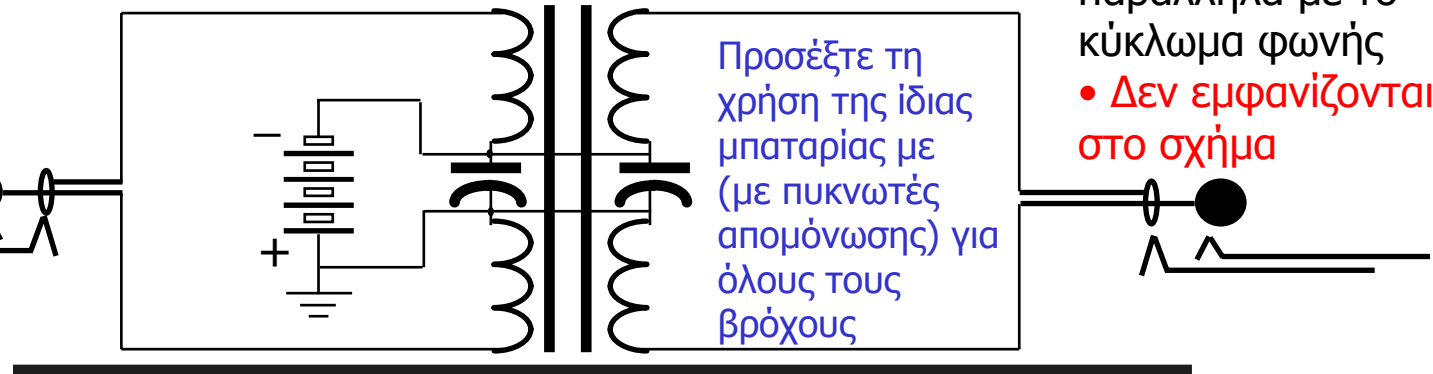


# Κύκλωμα ιστορικού μεταλλάκτη

Τηλεφωνική συσκευή και  
συνδρομητικός βρόχος



Κοινή συστοιχία για τροφοδοσία και  
μετασχηματιστής σύζευξης



- Άλλη τηλεφωνική συσκευή
- Ακουστικά τηλεφωνήτριας προσωρινά παράλληλα με το κύκλωμα φωνής
- Δεν εμφανίζονται στο σχήμα

Πρωτόγονο κύκλωμα μεταλλάκτη.

Ο θετικός πόλος της μπαταρίας είναι γειωμένος ώστε να μειώνεται η ηλεκτρολυτική διάβρωση

Τα ακουστικά σήματα περνούν μέσω του μετασχηματιστή  
Δεν φαίνεται η τάση κωδωνισμού, οι αγγελτήρες, ο βομβητής, το "μανίκι (sleeve)" και το πλήκτρο απομόνωσης τηλεφωνητή

- Πρωτόγονη συσκευή (δεν εμφανίζεται ο διακόπτης αγκίστρου, και το κουδούνι)
- Δεν υπάρχει υβριδικό κύκλωμα (μεταγενέστερη τεχνολογία)



# Λειτουργία μεταλλάκτη

---

- Η ιστορική μέθοδος για να προσελκυσθεί η προσοχή του χειριστού ήταν η χρήση μιας μικρής χειροκίνητης γεννήτριας AC (μανιατό, magneto) από την πλευρά του συνδρομητή
  - έμοιαζε με χειροκίνητη ξύστρα μολυβιών
  - παρήγαγε περίπου 90 V AC στα 20 Hz
  - παραμένει έως και σήμερα η τυπική κυματομορφή κωδωνισμού
- Όταν άρχισε να χρησιμοποιείται η κοινή μπαταρία
  - ο “διακόπτης αγκίστρου” έκλεινε τον συνδρομητικό βρόχο και άναβε ένα φωτάκι (αγγελτήρας) κοντά στην υποδοχή (πρίζα), που αντιστοιχεί στον καλούντα συνδρομητή, στον πίνακα του μεταλλάκτη (και πιθανόν ηχούσε ένας βομβητής)



# Λειτουργία μεταλλάκτη

---

- Ο χειριστής τραβούσε ένα κορδόνι και συνέδεε το ακουστικό (το σώμα των χειριστών ήταν αποκλειστικά γυναικείο από το 1890 μέχρι το 1960) με τη γραμμή του συνδρομητή μέσω μετασχηματιστή ακουστικών συχνοτήτων
  - Ο χειριστής ρωτούσε “Τον αριθμό παρακαλώ?”
- Ο χειριστής τοποθετούσε το άλλο άκρο του κορδονιού στην υποδοχή του καλούμενου συνδρομητή
  - η εξωτερική πλευρά του βύσματος (“sleeve” στην Αμερική ή σύρμα “C” στην Ευρώπη) ετίθετο υπό τάση ώστε να δείξει ότι η γραμμή είναι κατειλημμένη
  - δεν υπάρχει σύρμα C στα μοντέρνα κέντρα



# Λειτουργία μεταλλάκτη

---

- Η τάση αυτή (εάν είναι παρούσα στο “μανίκι”) παράγει ένα ηχητικό κλικ στα ακουστικά του χειριστή, που τον προειδοποιεί για το γεγονός αυτό
- Εάν η καλούμενη γραμμή είναι ελεύθερη, ο χειριστής βυσματώνει το κορδόνι συνδέοντας τις δύο συσκευές
  - και τον εαυτό του ... προσωρινά!
  - πιέζει το πλήκτρο για να εφαρμόσει την τάση κωδωνισμού 90 V ac, 20 Hz, στον βρόχο του καλούμενου
  - όταν ο καλούμενος απαντήσει, πιέζει ένα άλλο πλήκτρο για να αποσυνδέσει τα ακουστικά του από το κύκλωμα



# Λειτουργία μεταλλάκτη

---

- Όταν οποιοσδήποτε από τους συνομιλούντες κλείσει,
  - σταματά η ροή του ρεύματος και μέσω ρελέ ενεργοποιείται ο αγγελτήρας και ένα ξεχωριστό κουδούνι
- Ο χειριστής “απολύει” τη σύνδεση τραβώντας τις άκρες των κορδονιών από τις υποδοχές του καλούντος και του καλούμενου
  - τα κορδόνια απομακρύνονται λόγω προσαρτημένων σε αυτά βαρών κάτω από την επιφάνεια εργασίας



# Χωρητικότητα μεταλλάκτη

---

- Ο αριθμός των ταυτόχρονων συνδιαλέξεων περιορίζεται από το πλήθος των κορδονιών του μεταλλάκτη
  - Το πλήθος των κορδονιών είναι αντίστοιχο με την μνήμη (byte) των μοντέρνων ψηφιακών κέντρων
- Η διεκπεραιωτική ικανότητα του μεταλλάκτη (BHCA- Busy Hour Call Attempts) περιορίζεται από την προσοχή και ταχύτητα του χειριστή (τηλεφωνήτριας)
- Και τα δύο βελτιώθηκαν με την εισαγωγή πολλαπλών θέσεων χειριστών
  - ο κάθε συνδρομητικός βρόχος εμφανίζονταν σε κάθε θέση χειριστού
  - ιστορική ανάγκη για σήμα κατειλημμένο (sleeve ή σύρμα C)
  - πρώτο ιστορικό παράδειγμα συγκέντρωσης (concentration)

# Άλλος ένας μεταλλάκτης







# Αναλογία με ψηφιακά κέντρα

---

- Σε τελική ανάλυση η υπηρεσία (μέσω του μεταλλάκτη) περιορίζεται από την ανθρώπινη ευφυΐα και ικανότητες
  - Τα μοντέρνα ψηφιακά τηλεφωνικά κέντρα απλώς προσπαθούν να αυτοματοποιήσουν τη δουλειά των τηλεφωνητών
  - Υπολογίζεται ότι δεν υπάρχουν αρκετοί άνθρωποι στη γη για να υποστηρίξουν το επίπεδο της σημερινής τηλεφωνικής κίνησης με χειροκίνητα κέντρα



# Αναλογία με ψηφιακά κέντρα

---

- Σήμερα τα ψηφιακά κέντρα (SPC- Stored Program Control) κάνουν τα ίδια πράγματα υπό τον έλεγχο υπολογιστών!
  - Μιμούμενα ό,τι έξυπνο έκαναν οι χειριστές, π.χ. επανάκληση όταν ο αριθμός ελευθερωθεί



# Υπηρεσίες μέσω τηλεφωνητή

---

- Τα ψηφιακά κέντρα απλώς αυτοματοποιούν ό,τι έξυπνο έκαναν οι χειριστές, όπως
  - κλήση του καλούντος όταν ο αρχικά κατειλημμένος προορισμός τελικά ελευθερωθεί
  - κλήση με όνομα (δεν απαιτείται τηλεφωνικός αριθμός)
    - “Παρακαλώ καλέστε την οικία του ...”
  - κλήσεις αφύπνισης (σε καθορισμένο χρόνο)
  - επανασύνδεση κλήσεων που διακόπηκαν κατά λάθος
  - ειδοποίηση κατειλημμένου συνδρομητή για εισερχόμενη κλήση
  - συνδιαλέξεις με 3 ή περισσότερα μέρη
  - σύνδεση σε εναλλακτική γραμμή όταν ο συνδρομητής λείπει (προώθηση κλήσης)



# Τεχνολογικοί περιορισμοί

---

- Τα συστήματα μεταγωγής δεν ήταν επεκτάσιμα επειδή οι αλλαγές έπρεπε να γίνουν στο υλικό
- Καθώς τα συστήματα αναβαθμίζονταν, οι υπηρεσίες δεν ήταν παντού διαθέσιμες
- Η τεχνολογία δεν μπορούσε να αντιμετωπίσει τις αλλαγές χρήσης της
- Καθώς τα modem γίνονταν δημοφιλή παρατηρήθηκε μετάβαση από κλήσεις φωνής σε κλήσεις δεδομένων
- Οι κλήσεις δεδομένων τείνουν να διαρκούν περισσότερο, με αποτέλεσμα να φορτίζονται υπερβολικά τα αναλογικά κέντρα