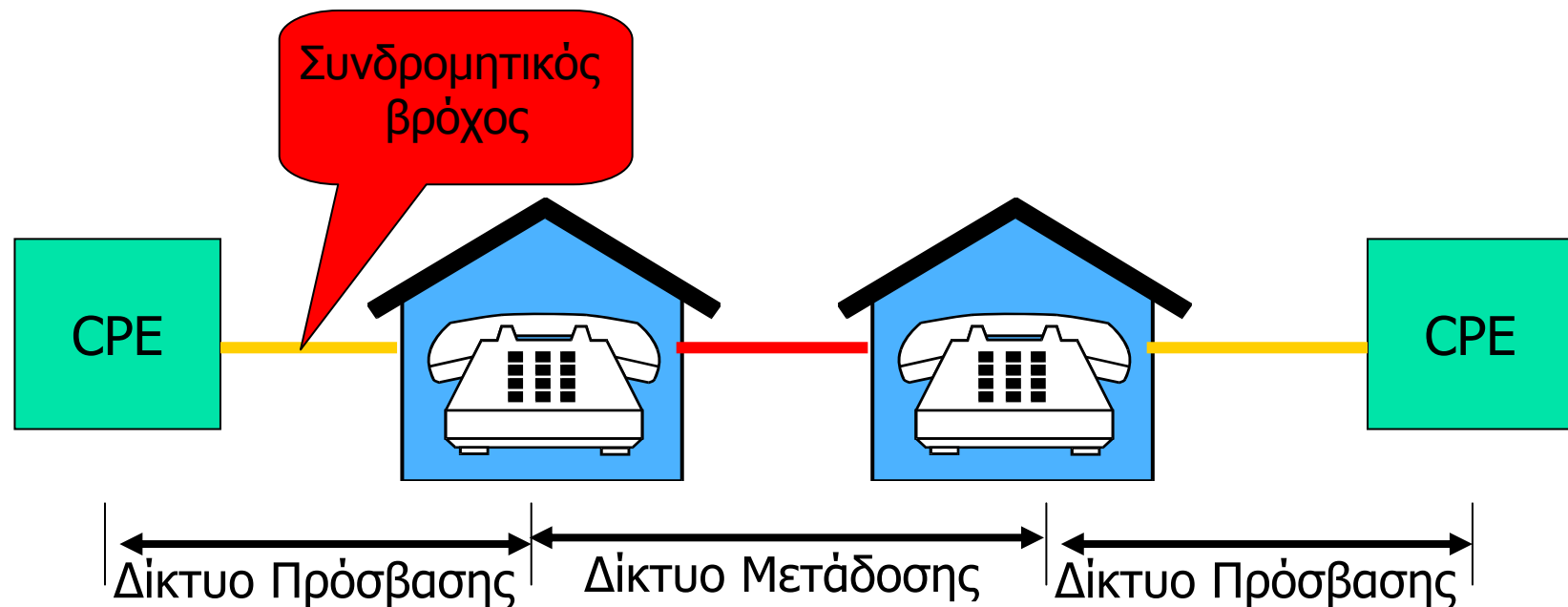


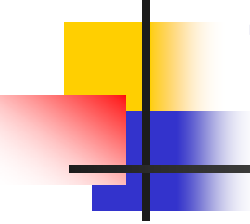
Τηλεφωνία

Βασική λειτουργία

Πρόσβαση στο τηλεφωνικό κέντρο

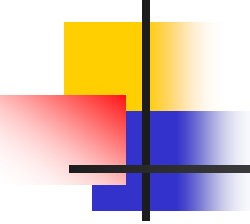


CPE = Customer Premises Equipment = Συνδρομητικός εξοπλισμός



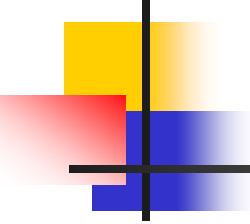
Τηλεφωνικός Εξοπλισμός

- 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



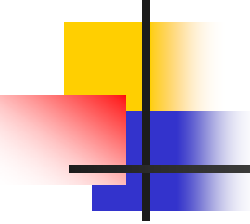
Βασικά χαρακτηριστικά του τηλεφωνικού συστήματος

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



Αυτόματο Τηλεφωνικό Κέντρο (Central office switch)

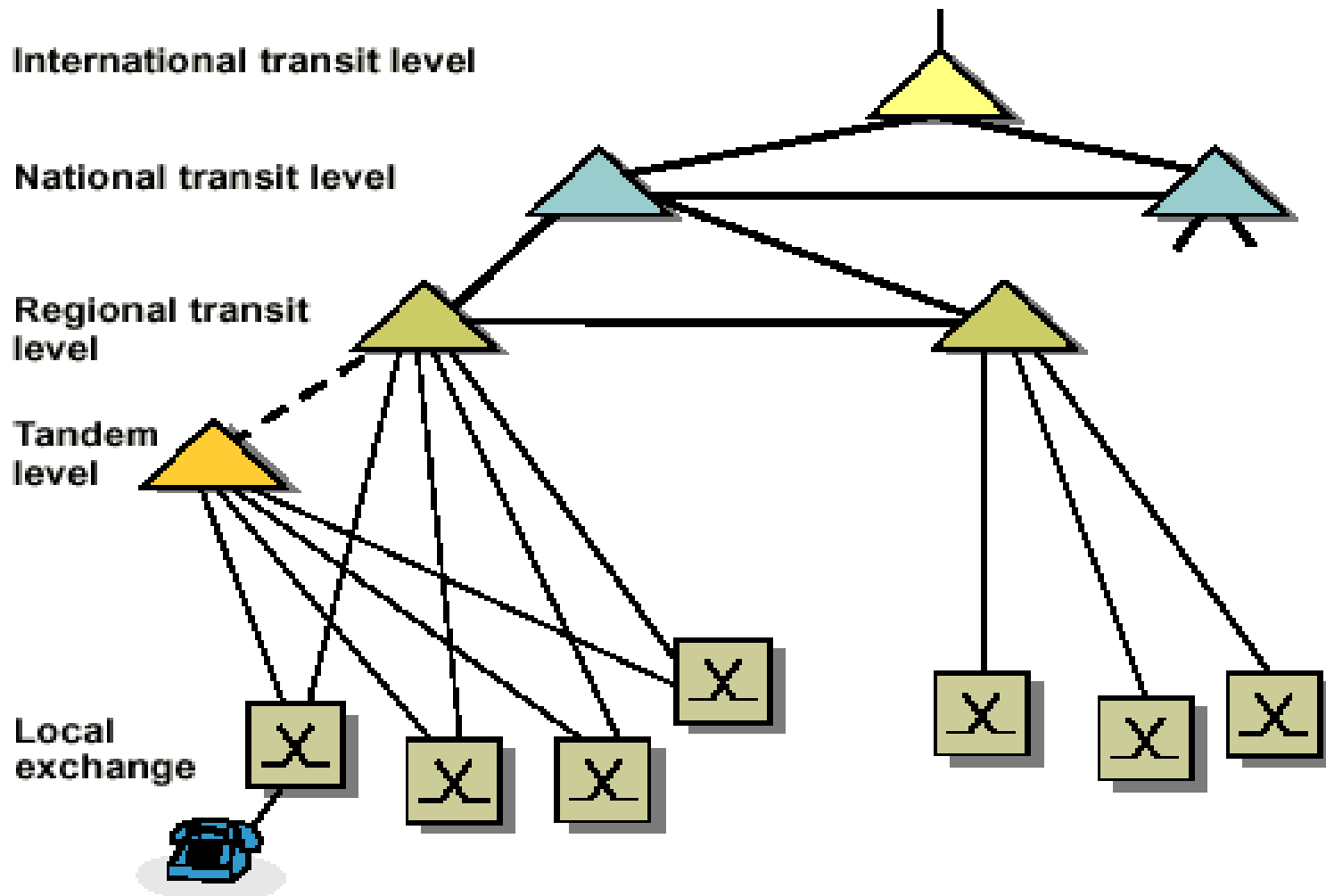
- Τα τηλεφωνικά κέντρα αποτελούνται από:
 - Κάρτες γραμμών (SLIC / SLTU) όπου τελικά καταλήγει το δίκτυο πρόσβασης
 - Μήτρα μεταγωγής
 - Κάρτες κυκλωμάτων όπου μέσω συγκεντρωτών γίνεται η σύνδεση στο δίκτυο μετάδοσης

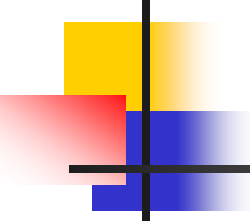


Είδη τηλεφωνικών κέντρων

- 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

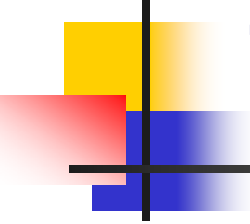
- Ηλεκτρομηχανικοί μεταγωγείς
 - ραβδεπαφικοί (crossbar), βηματοπορικοί (step-by-step)
- Ενταμιευμένου προγράμματος (Stored Program Control – SPC) με ηλεκτρομηχανική μήτρα μεταγωγής
 - AT&T/Lucent 1A ESS
- SPC με ηλεκτρονική μήτρα μεταγωγής
 - AT&T/Lucent 4 ESS
- Ψηφιακοί
 - AT&T/Lucent 5 ESS, Nortel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

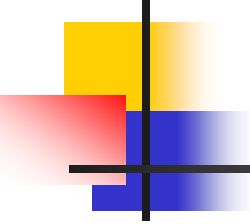


Κονσόλες



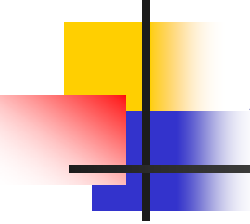
Συνδρομητικό κέντρο - PBX





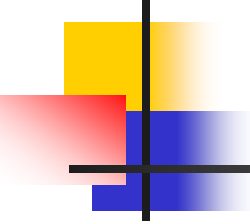
Πώς δούλευε

- 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 πεντηκονταετίας
- Σηματοδοσία εντός ζώνης



Αρχικά συστήματα μεταγωγής

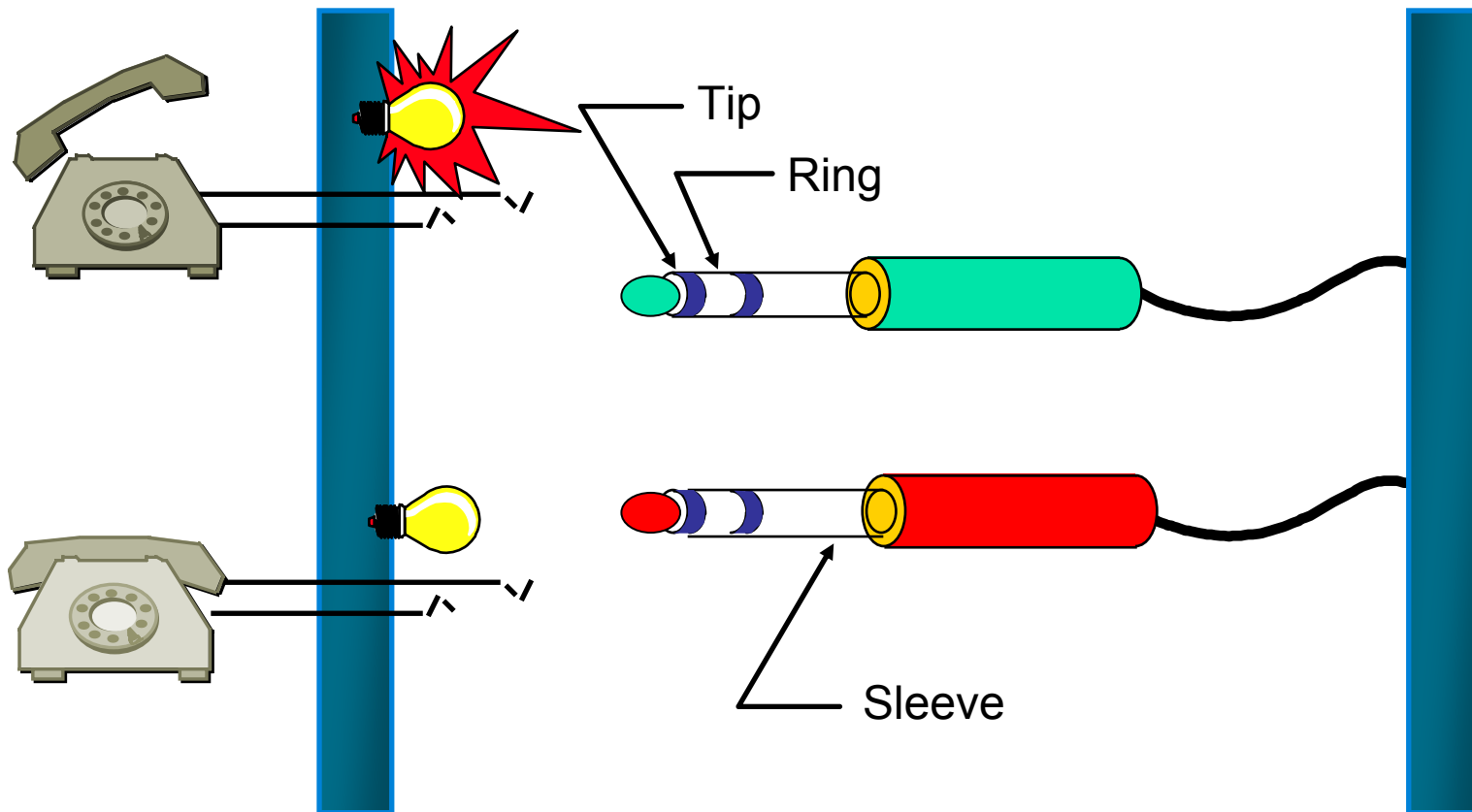
- Οι αρχικές τηλεφωνικές εγκαταστάσεις του A.G. Bell (1876) ήταν από σημείο προς σημείο
 - γραφείο με αποθήκη (όπως τα μοντέρνα συστήματα ενδοσυνεννόησης)
- Τα χειροκίνητα τηλεφωνικά κέντρα εισήχθησαν αργότερα
 - τη δεκαετία του 1880
- Τα δε αυτόματα τηλεφωνικά κέντρα ακόμη αργότερα
 - τη δεκαετία του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

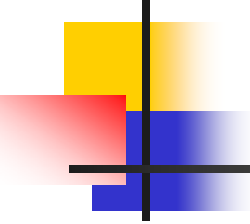


Ο παλιός τρόπος λειτουργίας

- 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



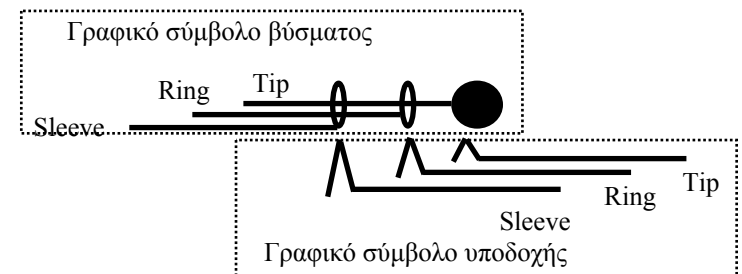
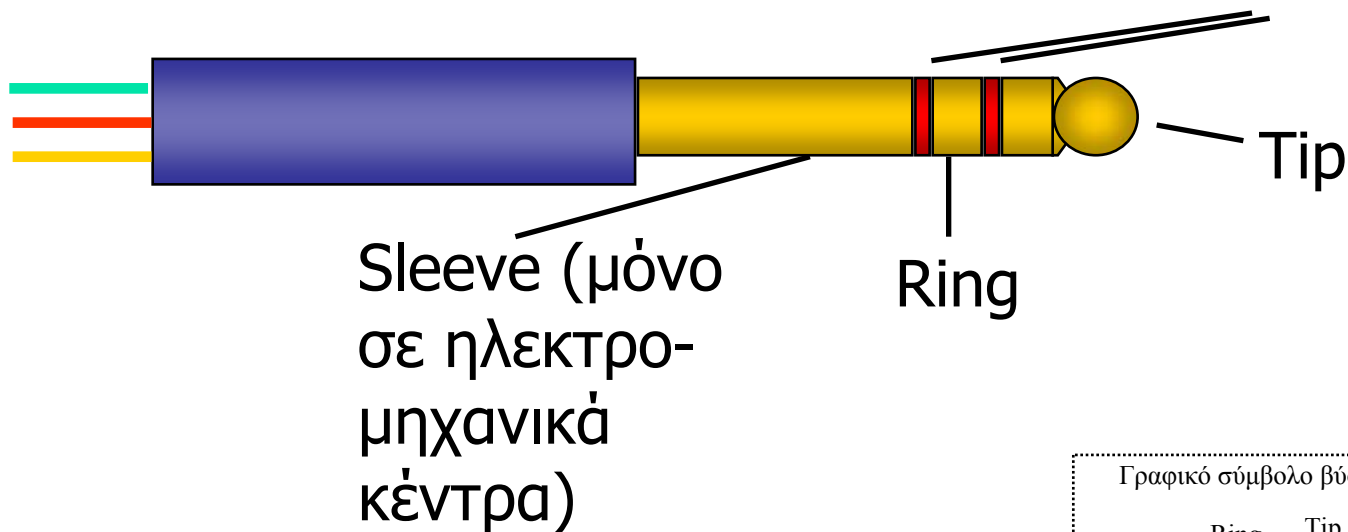


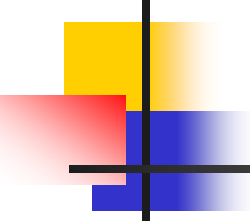
Χειροκίνητο τηλεφωνικό κέντρο (manual control switchboard)

- 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)



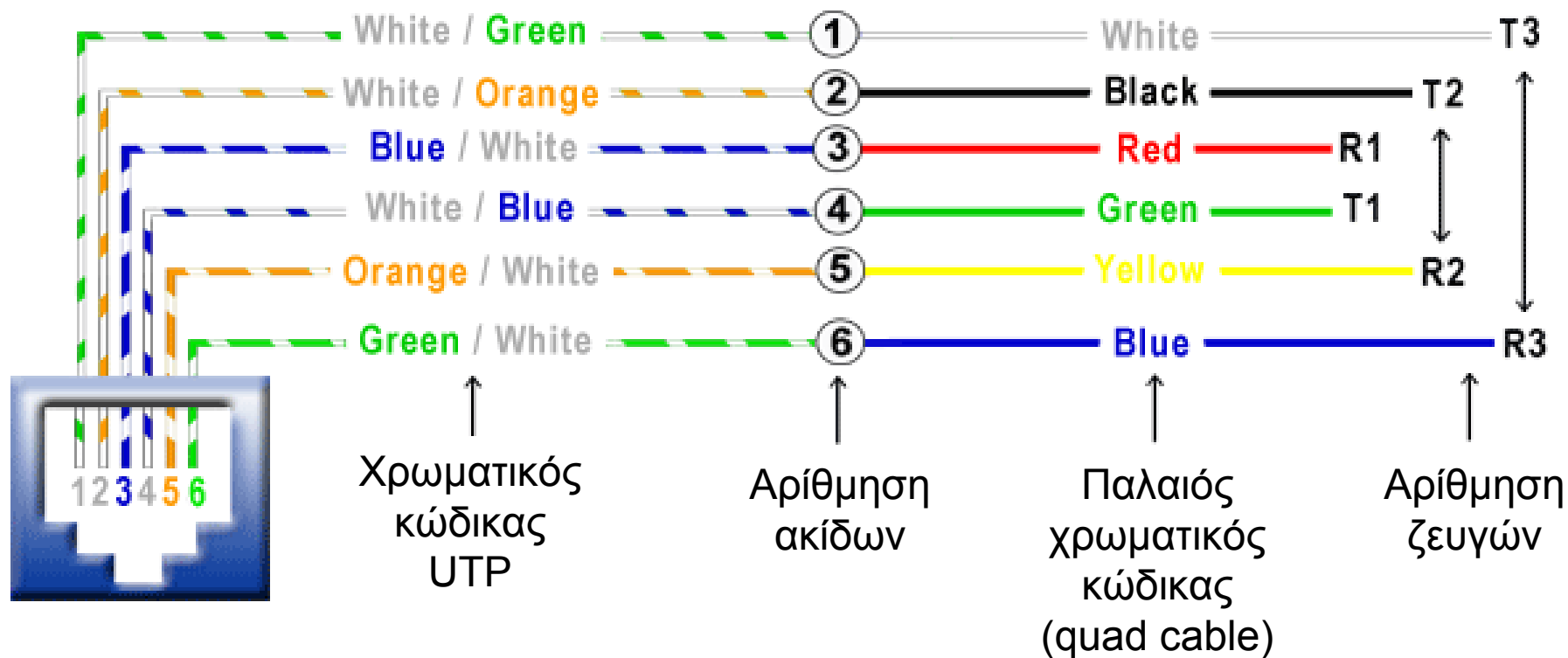


Ορολογία

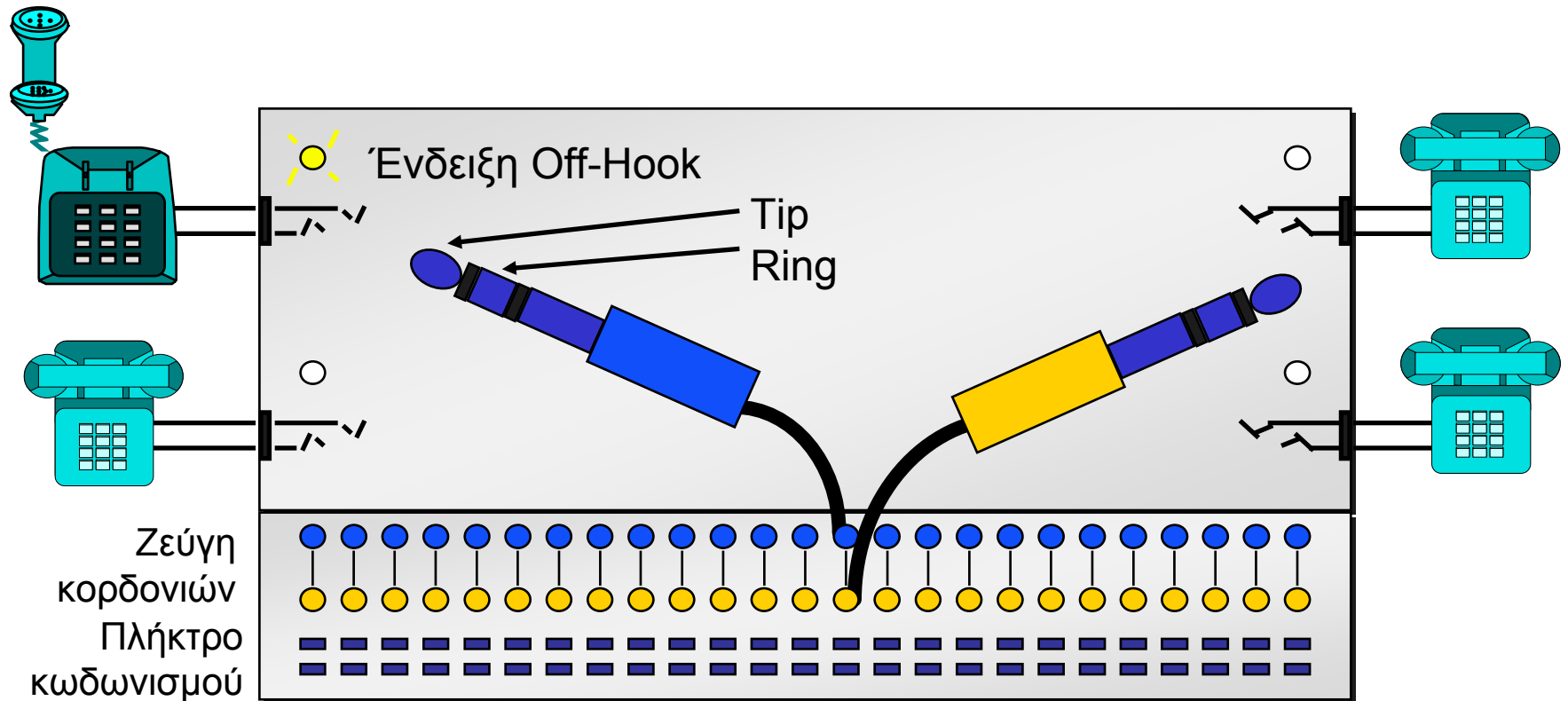
- Tip is Green; Red is Ring
- Σε παλιά κέντρα χρησιμοποιείται και ένα τρίτο καλώδιο Sleeve (c), αλλά όχι σήμερα στα ψηφιακά κέντρα
- Η χρήση του **κόκκινου** για αρνητική τάση είναι μοναδικό παράδειγμα στην βιομηχανία της τηλεφωνίας

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

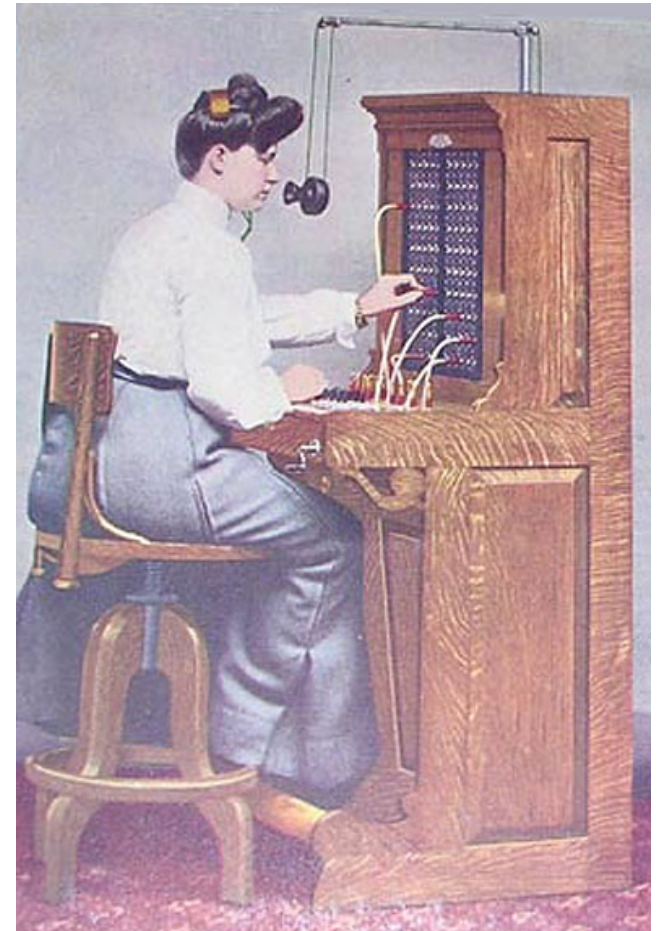
Συνήθης υποδοχή RJ-11



Χειροκίνητο τηλεφωνικό κέντρο (manual control switchboard)



Ιστορικός μεταλλάκτης

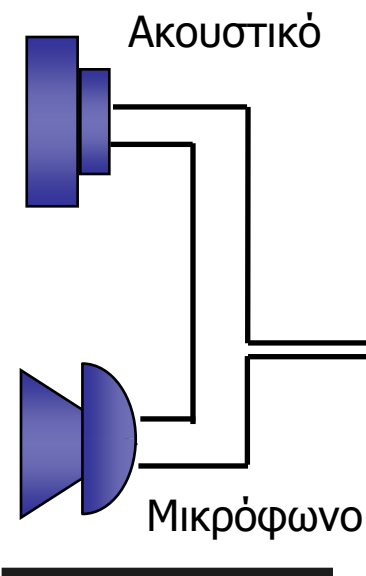


Μεταλλάκτης χωρίς κορδόνια



Κύκλωμα ιστορικού μεταλλάκτη

Τηλεφωνική συσκευή και
συνδρομητικός βρόχος



Κοινή συστοιχία για τροφοδοσία και
μετασχηματιστής σύζευξης



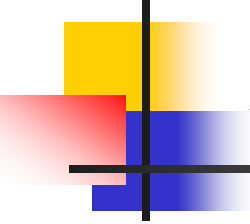
- Άλλη τηλεφωνική συσκευή
- Ακουστικά τηλεφωνήτριας προσωρινά παράλληλα με το κύκλωμα φωνής
- Δεν εμφανίζονται στο σχήμα

Πρωτόγονο κύκλωμα μεταλλάκτη.

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

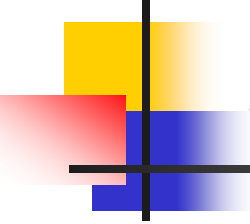
Τα ακουστικά σήματα περνούν μέσω του μετασχηματιστή
Δεν φαίνεται η τάση κωδωνισμού, οι αγγελτήρες, ο βομβητής, το "μανίκι (sleeve)" και το πλήκτρο απομόνωσης τηλεφωνητή

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



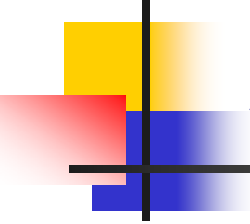
Λειτουργία μεταλλάκτη

- 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)



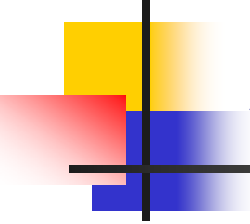
Λειτουργία μεταλλάκτη

- 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



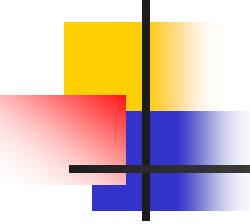
Λειτουργία μεταλλάκτη

- 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

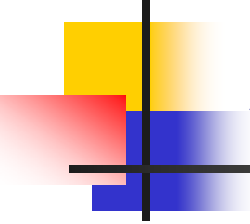


Χωρητικότητα μεταλλάκτη

- 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)

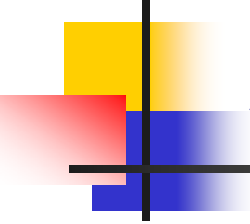
Άλλος ένας μεταλλάκτης





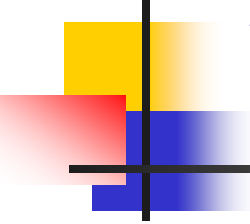
Αναλογία με ψηφιακά κέντρα

- 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



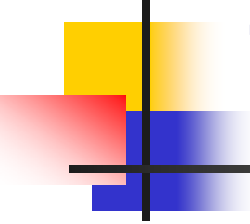
Αναλογία με ψηφιακά κέντρα

- 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