



## Μάθημα 8.7: Πρότυπο N-ISDN

### 8.7.1 Εισαγωγή

Το πρότυπο **N-ISDN** (*Narrowband – Integrated Service Digital Network*) υπήρξε αποτέλεσμα μιας μεγάλης προσπάθειας προκειμένου να αντικατασταθεί το αναλογικό τηλεφωνικό σύστημα με ψηφιακό, το οποίο είναι κατάλληλο τόσο για μετάδοση φωνής όσο και για μετάδοση άλλων μορφών πληροφορίας. Η παγκόσμια συμφωνία όσον αφορά την ανάπτυξη μιας τυποποιημένης διεπαφής για το βασικό ρυθμό πρόσβασης (βλ. 8.7.2) απέβλεπε στη μεγάλη ζήτηση των συσκευών *ISDN*, η παραγωγή των οποίων θα προκαλούσε πτώση της τιμής των κυκλωμάτων *ISDN*. Όμως η τυποποίηση αυτή άργησε –σε αντίθεση με την τεχνολογία η οποία κινήθηκε πολύ γρήγορα– με αποτέλεσμα, όταν κυκλοφόρησε στην αγορά, να αποδειχθεί άχρηστη.

Για παράδειγμα, η μεγαλύτερη ζήτηση για νέες υπηρεσίες όσον αφορά την οικιακή χρήση είναι φυσικά το κατ' απαίτηση βίντεο (*VoV: Video on Demand*), το οποίο όμως δεν μπορεί να ικανοποιηθεί με τόσο χαμηλό ρυθμό μετάδοσης πληροφοριών. Το ίδιο συμβαίνει αναλογικά και στον επιχειρηματικό τομέα με τη ζήτηση χωρητικότητας, με αποτέλεσμα τα παραδοσιακά τοπικά δίκτυα που παρέχουν ρυθμούς μετάδοσης έως 10 Mbps να αντικαθίστανται με τα τοπικά δίκτυα υψηλών επιδόσεων των 100 Mbps (Ενότητα Δ).

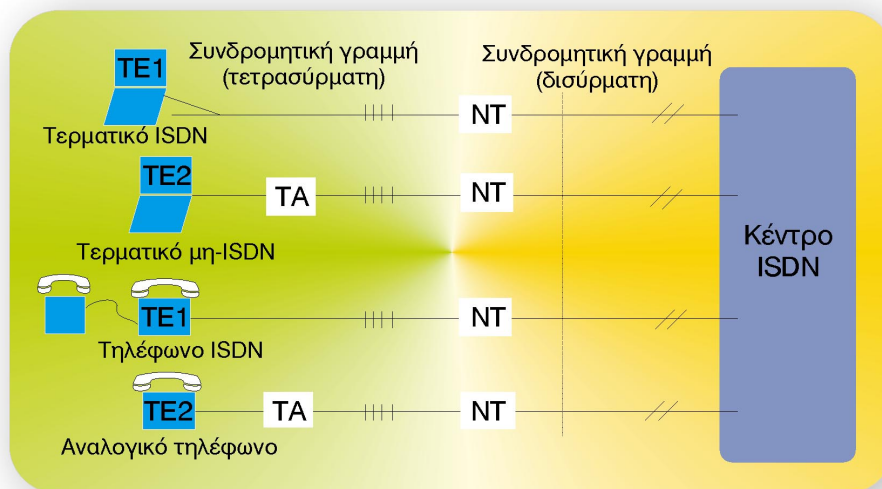
Σήμερα ο μόνος λόγος για τον οποίο προσανατολίζεται κανείς σ' αυτή την τεχνολογία είναι η πρόσβαση στο Διαδίκτυο. Χρησιμοποιώντας την ποικιλία προσαρμοστών *ISDN* που υπάρχει στο εμπόριο είναι δυνατόν να συνδυαστούν τα  $2B+D$  κανάλια σε ένα απλό ψηφιακό κανάλι, με αποτέλεσμα οι χρήστες του Διαδικτύου που χρησιμοποιούν διαποδιαμορφωτή σε αναλογικές τηλεφωνικές γραμμές με ρυθμούς μετάδοσης 28,8 Kbps να αντικαθιστούν τα αναλογικά κυκλώματα με πλήρως ψηφιακές γραμμές των 144 Kbps. Φυσικά η περίπτωση του *B-ISDN* (*Broadband ISDN*) στα 155 Mbps δεν είναι ίδια (Ενότητα Ε).

### 8.7.2 Λειτουργία διατάξεων N-ISDN

Για να αντιληφθούμε τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν οι συσκευές *ISDN*, αλλά και για να κατανοήσουμε τις δυνατότητές τους, είναι απαραίτητο να ομαδοποιήσουμε τις λειτουργίες τους. Γενικά, οι τερματικές συσκευές του χρήστη, ανάλογα με το αν είναι ή όχι συμβατές με το *ISDN*, διακρίνονται σε **τερματική διάταξη 1** (*TE1: Terminal Equipment 1*) και **τερματική διάταξη 2** (*TE2: Terminal Equipment 2*). Η ομάδα λειτουργιών *TE1* μπορεί να εξυπηρετείται από μία ή περισσότερες συσκευές *TE1*. Τα ελάχιστα που πρέπει να διαθέτει μια συσκευή *TE1* είναι ένα τηλέφωνο, δυνατότητα επιλογής κλήσης αριθμού, οθόνη εμφάνισης αριθμών και μηνυμάτων, καθώς και πληκτρολόγιο για αποστολή μηνυμάτων. Τέτοιες συσκευές, γνωστές ως *ISDN TE1*, είναι



για παράδειγμα ένα ψηφιακό τηλέφωνο, ένας προσωπικός υπολογιστής, ένα τερματικό videotex κτλ. Είναι αυτονόητο ότι οι συσκευές *ISDN TE1* αφορούν τη διεπαφή του δικτύου *ISDN* με το χρήστη (σχήμα 8.1).



Σχήμα 8.1: Σύνδεση *ISDN* και μη-*ISDN* συσκευών (*TE1*, *TE2*) σε δίκτυο *ISDN*. Η συσκευή *TE1* έχει συμβατή διεπαφή με τη συσκευή *NT* του τυποποιημένου *ISDN* και επομένως είναι συμβατή με το δίκτυο *ISDN*. Αντίθετα, οι συσκευές *TE2* δε διαθέτουν συμβατή διεπαφή με τη συσκευή *NT* του τυποποιημένου *ISDN*, με αποτέλεσμα να απαιτείται τερματικός, προσαρμοστής (*TA*) προκειμένου να επιτευχθεί η σύνδεση *ISDN*.

Η ομάδα λειτουργιών *TE2* δεν είναι συμβατή με το *ISDN*, αφού οι αντίστοιχες συσκευές *TE2* έχουν διεπαφές με διαφορετικές συστάσεις από αυτές που ορίζει το *ISDN*. Πρόκειται δηλαδή για μη-*ISDN* συσκευές, με επιθυμητές όμως λειτουργίες, οι οποίες μπορούν να επιτελεστούν από το δίκτυο *ISDN* μόνο μέσω ενός **τερματικού προσαρμοστή** (*TA*: *Terminal Adaptor*), όπως φαίνεται και στο σχήμα 8.1. Οι λειτουργίες του τερματικού προσαρμοστή (*TA*) συμπληρώνουν τις μη συμβατές με το *ISDN* διεπαφές των συσκευών *TE2* τόσο ως προς το υλικό όσο και ως προς το λογισμικό, ώστε αυτές να μπορούν να επικοινωνήσουν με το δίκτυο *ISDN*. Τέτοιες λειτουργίες είναι:

- ✓ Η μετατροπή των σημάτων ελέγχου ενός τερματικού *TE2* σε σήματα πρωτοκόλλου των μηνυμάτων ελέγχου του *ISDN* στο κανάλι σηματοδότησης.
- ✓ Η προσαρμογή του ρυθμού μετάδοσης και των δεδομένων ενός τερματικού *TE2* σ' αυτά των καναλιών επικοινωνίας του *ISDN*.

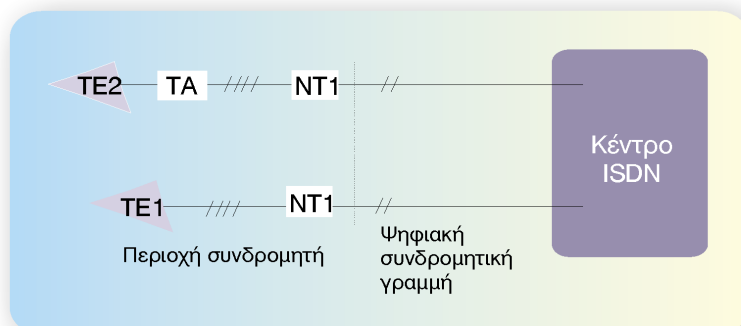
Τόσο οι τερματικές διατάξεις *TE1* και *TE2* όσο και η **τερματική μονάδα δικτύου** (*NT*: *Network Terminating device*), η οποία χειρίζεται τις λειτουργίες από πλευράς δικτύου, τοποθετούνται στην περιοχή του συνδρομητή (σχήμα 8.2).

Οι λειτουργίες της μονάδας *NT1* είναι οι ακόλουθες:

- ✓ σύνδεση της γραμμής (η *NT1* δεν κάνει επιλογή),
- ✓ εποπτεία και συντήρηση της γραμμής,



Οι κύριες λειτουργίες του τερματικού προσαρμοστή είναι η μετατροπή του πρωτοκόλλου σηματοδότησης και των δεδομένων. Επίσης δίνει στο *TE2* τη δυνατότητα επιλογής αριθμού και οθόνης.

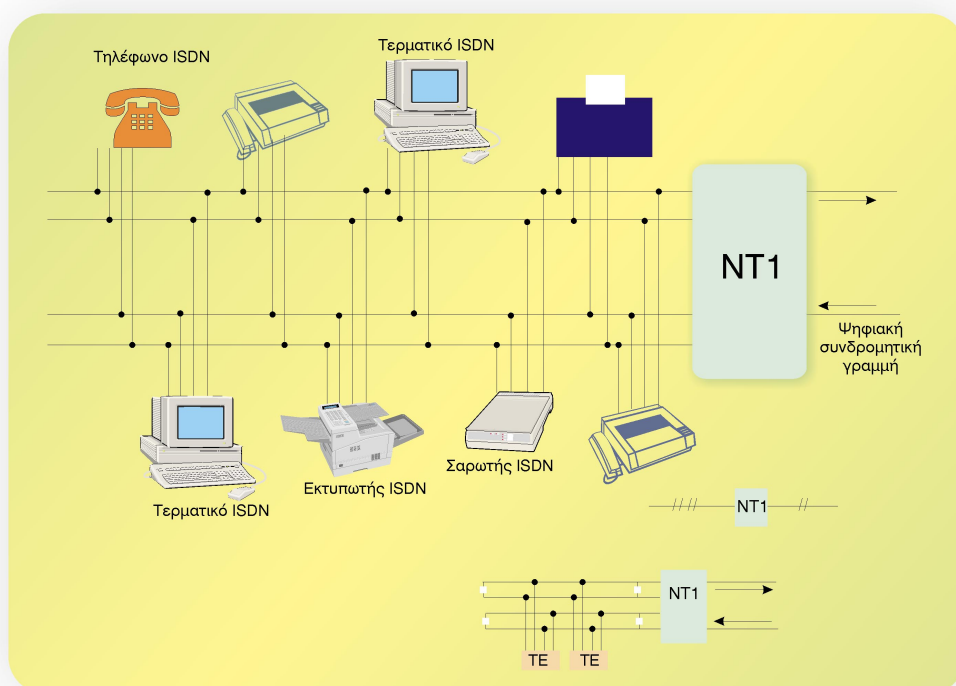


Σχήμα 8.2: Ο φορέας τοποθετεί τη συσκευή NT1 στο χώρο του συνδρομητή (τετρασύρματη γραμμή) και συνδέει τη μονάδα NT1 με το κέντρο ISDN μέσω του δισύρματου (UTP) καλωδίου του τηλεφωνικού δικτύου.

- ✓ χρονισμός,
- ✓ πολυπλεξία,
- ✓ προσαρμογή τερματικού,
- ✓ διαχείριση συγκρούσεων.

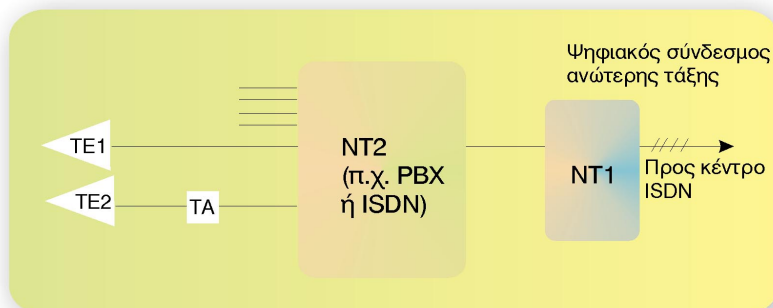
Όπως φαίνεται και στο σχήμα 8.3, στον ονομαζόμενο **παθητικό δίαυλο** (*passive bus*) η μονάδα NT1 μπορεί να συνδέσει έως και οκτώ τερματικές διατάξεις TE1. Ο δίαυλος ονομάζεται παθητικός, επειδή δεν είναι δυνατή η απευθείας επικοινωνία των τερματικών που συνδέονται σ' αυτόν.

Σε περιπτώσεις μεγάλου φόρτου το σχήμα με τη μονάδα NT1 είναι ανεπαρκές, αφού το πλήθος των ταυτόχρονων συνομιλιών που πρέπει να χειριστεί ο δίαυλος είναι πολύ μεγάλο. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται η μονάδα NT2, που μπορεί να είναι ένα PBX (*Private Branch Exchange*) ή ένα κέντρο ISDN κάποιας εταιρείας. Η NT2 χρειάζεται για τη συμβατότητά της με τη γραμμή μια συσκευή NT1. Αυτή η NT1 διαφέρει από την προηγούμενη NT1, επειδή συνδέεται με το κέντρο ISDN με ψηφιακό σύνδεσμο ανώτερης τάξης, που περιλαμβάνει περισσότερες από μία τετρασύρματες γραμμές, και



Σχήμα 8.3: Ο παθητικός δίαυλος συνδέει στη μονάδα NT1 έως και οκτώ TE1, όπως συμβαίνει και στην περίπτωση του διαύλου στο τοπικό δίκτυο. Στον παθητικό δίαυλο δεν είναι δυνατή η απευθείας επικοινωνία μεταξύ των τερματικών που συνδέονται σ' αυτόν.

Μπορούμε όμως να έχουμε ταυτόχρονα δύο μόνο κανάλια επικοινωνίας και ένα σηματοδότηση.

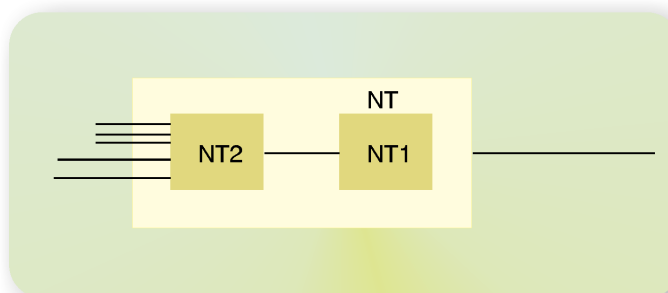


Σχήμα 8.4: Σύνδεση συνδρομητών ISDN μεγάλου φόρτου. Η χρήση της συσκευής NT2, που μπορεί να είναι ένα ψηφιακό κέντρο PBX ή ISDN στις εγκαταστάσεις του πελάτη, προϋποθέτει την εγκατάσταση από την πλευρά του φορέα της συσκευής NT1. Η συσκευή NT1 συνδέεται με το κέντρο ISDN του φορέα με ψηφιακό σύνδεσμο ανώτερης τάξης, που περιλαμβάνει πολλές τετρασύρματες ψηφιακές γραμμές.

όχι με μία μόνο δισύρματη ψηφιακή συνδρομητική γραμμή (βλ. σχήμα 8.4 σε συνδυασμό με σχήμα 8.2). Αυτό συμβαίνει, γιατί στην προκειμένη περίπτωση χρειάζονται περισσότερα από δύο κανάλια επικοινωνίας και ένα σηματοδοσίας ( $2B+D$ ), οπότε η συσκευή NT1 απαιτεί σύστημα πολλών καναλιών με τετρασύρματη γραμμή ή πολλές τετρασύρματες γραμμές. Σημειώνεται ότι η NT2 και η NT1 μπορεί να αποτελούν μια ενιαία μονάδα, τη NT (σχήμα 8.5).

Οι κύριες λειτουργίες μιας μονάδας NT2 είναι οι ακόλουθες:

- ✓ διαχείριση και πολυπλεξία των πληροφοριών σηματοδοσίας,



Σχήμα 8.5: Ενοποιημένη διάταξη NT

- ✓ διασύνδεση των δεδομένων,
- ✓ συγκέντρωση κίνησης,
- ✓ συντήρηση και εποπτεία της φυσικής σύνδεσης.



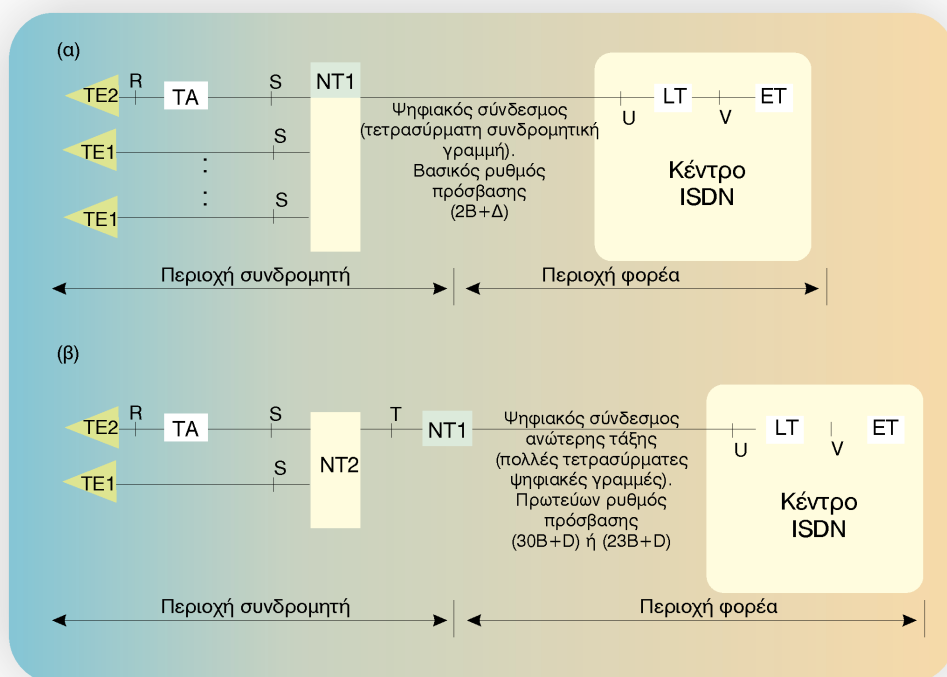
Ενοποιημένες διατάξεις NT μπορούν να είναι οι μονάδες IMUX και ISPBX. Η IMUX συνδέει ομάδες απομακρυσμένων χρηστών ISDN με κανάλια επικοινωνίας συνδρομητών που έχουν σταθερές θέσεις στον ψηφιακό σύνδεσμο ανώτερης τάξης προς το κέντρο ISDN. Η ISPBX είναι ένα μικρό συνδρομητικό κέντρο ISDN με μικρότερες δυνατότητες διεκπεραίωσης κλήσεων, διαθέτει όμως επιλογικές λειτουργίες, συγκέντρωση κίνησης κτλ.



### 8.7.3 Σχηματισμοί και σημεία αναφοράς

Όπως έγινε φανερό από τα παραπάνω, οι ομάδες λειτουργιών μπορούν να συνδυαστούν με διάφορους τρόπους. Η CCITT όρισε δύο **σχηματισμούς αναφοράς** για τη χαμηλή και την υψηλή κυκλοφορία και τέσσερα **σημεία αναφοράς**, τα  $R$ ,  $S$ ,  $T$  και  $U$ , προκειμένου να διακρίνει τις συνδέσεις μεταξύ των συσκευών  $TE1$ ,  $TE2$ ,  $NT1$  και  $NT2$ . Στο σχήμα 8.6 φαίνονται δύο σχηματισμοί αναφοράς χαμηλής και υψηλής κυκλοφορίας που χρησιμοποιούνται σήμερα και έχουν κατά το μεγαλύτερο μέρος τους τυποποιηθεί από τη CCITT. Σημειώνεται ότι:

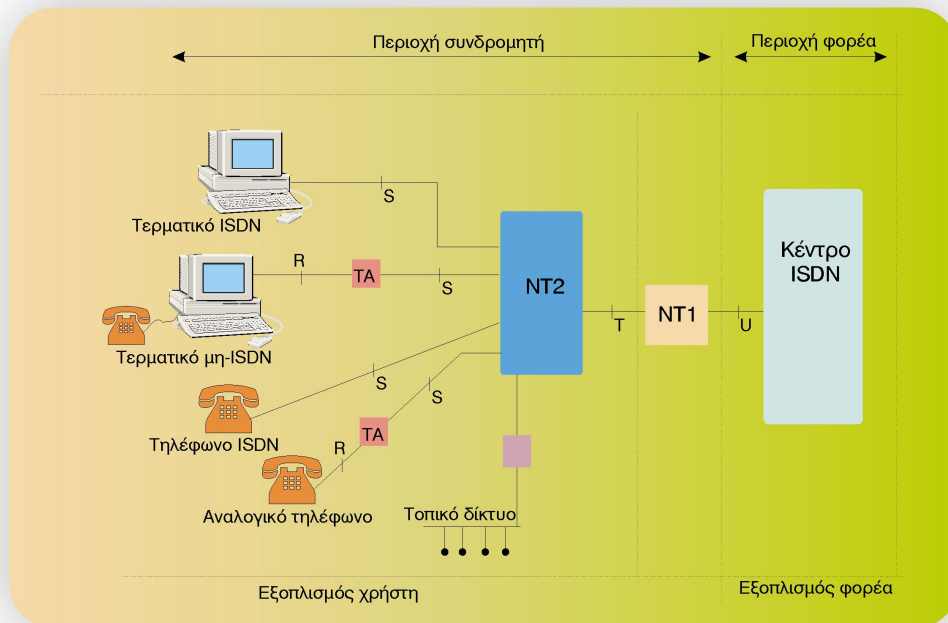
- ✓ Το σημείο αναφοράς  $ST$  καθορίζει τη διεπαφή ενός τερματικού  $ISDN$  ( $TE1$ ) με τη συσκευή  $NT1$ .
- ✓ Το σημείο αναφοράς  $R$  καθορίζει τη διεπαφή ενός τερματικού  $\mu$ - $ISDN$  ( $TE2$ ) με τον τερματικό προσαρμοστή  $TA$ .
- ✓ Το σημείο αναφοράς  $U$  καθορίζει τη διεπαφή του κέντρου  $ISDN$  του φορέα με τη συσκευή  $NT1$ .
- ✓ Το σημείο αναφοράς  $T$  καθορίζει τη διεπαφή ανάμεσα στις συσκευές  $NT1$  και  $NT2$  διαχωρίζοντας τις λειτουργίες τους. Στις ενοποιημένες συσκευές  $NT$  το σημείο  $T$  δεν υπάρχει.
- ✓ Τα σημεία αναφοράς  $R$  και  $S$  ανήκουν στην περιοχή του συνδρομητή, ενώ τα σημεία αναφοράς  $T$  και  $U$  ανήκουν στην περιοχή του φορέα. Στο κέντρο  $ISDN$  του φορέα ανήκουν επίσης και οι ομάδες λειτουργιών  $LT$  (Line Termination) και  $ET$  (Exchange Termination), καθώς και το σημείο αναφοράς  $V$  που καθορίζει τη διεπαφή τους. Η  $LT$  επιτελεί όλες τις λειτουργίες τερματισμού του ψηφιακού συνδέσμου επικοινωνίας, ενώ η  $ET$  επιτελεί όλες τις λειτουργίες διαχείρισης και διεκπεραίωσης της επικοινωνίας προς τον ψηφιακό σύνδεσμο. Τόσο οι λειτουργίες  $LT$  και  $ET$  όσο και το σημείο αναφοράς  $V$  δεν έχουν προτυποποιηθεί από τη CCITT. Στο σχήμα 8.7 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα σχηματισμού αναφοράς υψηλής κυκλοφορίας κάποιας εταιρείας, καθώς και τα σημεία αναφοράς.



Σχήμα 8.6: Σχηματισμοί και σημεία αναφοράς κατά CCITT για χαμηλή κυκλοφορία (α) και για υψηλή κυκλοφορία (β)



Σήμερα υπάρχουν στο εμπόριο αρκετές διεπαφές μεταξύ ενός τερματικού  $\mu$ - $ISDN$  ( $TE2$ ) και ενός τερματικού προσαρμοστή ( $TA$ ) (σημείο αναφοράς  $R$ ).

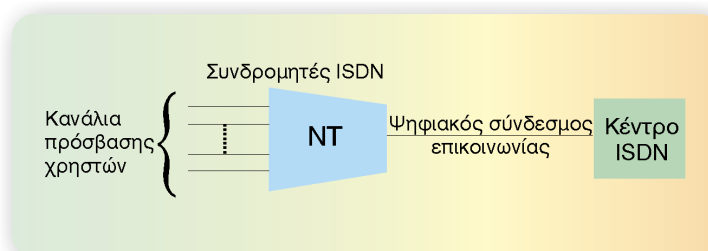


Σχήμα 8.7: Παράδειγμα σχηματισμού αναφοράς υψηλής κυκλοφορίας

## 8.7.4 Κατηγορίες ρυθμού πρόσβασης

Σύμφωνα με όσα έχουν ήδη αναφερθεί, τα κανάλια πρόσβασης των χρηστών μέσω της *NT* συγκεντρώνονται στον ψηφιακό σύνδεσμο επικοινωνίας προκειμένου να κατευθυνθούν στο κέντρο *ISDN* του φορέα (σχήμα 8.8).

Είναι επίσης γνωστό (Μάθημα 4.2) ότι ο ψηφιακός σύνδεσμος επικοινωνίας με το κέντρο *ISDN* μπορεί να συμπεριλάβει πολλές κατηγορίες καναλιών. Όμως για την



Σχήμα 8.8: Πρόσβαση χρηστών σε κέντρο *ISDN*

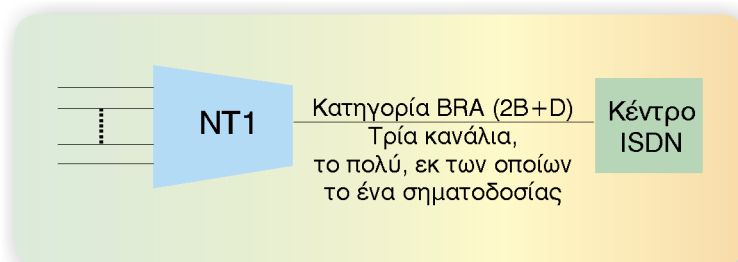
περίπτωση του *ISDN* η *CCITT* έχει τυποποιήσει δύο κατηγορίες πρόσβασης, που αντιστοιχούν στους τυποποιημένους σχηματισμούς αναφοράς του σχήματος 8.6. Οι κατηγορίες αυτές διακρίνονται μεταξύ τους ανάλογα με την κυκλοφορία που καθορίζεται από το ρυθμό πρόσβασης των χρηστών στα κανάλια πρόσβασης και είναι οι ακόλουθες:





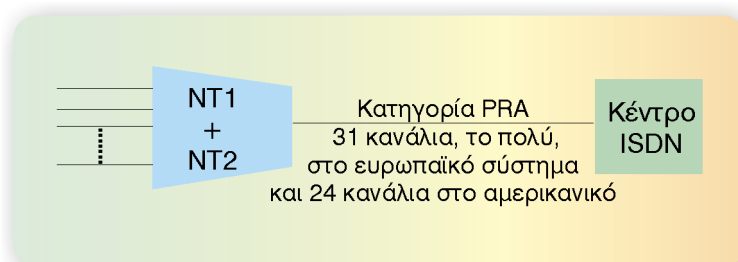
- ✓ κατηγορία βασικού ρυθμού πρόσβασης (*BRA: Basic Route Access*),
- ✓ κατηγορία πρωτεύοντος ρυθμού πρόσβασης (*PRA: Primary Route Access*).

Η κατηγορία του βασικού ρυθμού πρόσβασης αφορά τη χαμηλή κυκλοφορία (σχήμα 8.6α), στην οποία ο ψηφιακός σύνδεσμος επικοινωνίας είναι η δισύρματη συνδρομητική γραμμή, και περιλαμβάνει πάντοτε ένα κανάλι σηματοδότησης και δύο, το πολύ, κανάλια επικοινωνίας (σχήμα 8.10).



Σχήμα 8.10: Κατηγορία βασικού ρυθμού πρόσβασης. Ο ψηφιακός σύνδεσμος επικοινωνίας μπορεί να περιλαμβάνει ένα κανάλι σηματοδότησης, ένα κανάλι σηματοδότησης και ένα κανάλι επικοινωνίας ή ένα κανάλι σηματοδότησης και δύο κανάλια επικοινωνίας.

Η κατηγορία του πρωτεύοντος ρυθμού πρόσβασης διεκπεραιώνει μεγαλύτερη κυκλοφορία από την κατηγορία του βασικού ρυθμού πρόσβασης και αντιστοιχεί στο δεύτερο σχηματισμό τυποποίησης κατά *CCITT* (σχήμα 8.6β). Στο ευρωπαϊκό σύστημα η κατηγορία του πρωτεύοντος ρυθμού πρόσβασης διαθέτει ένα κανάλι σηματοδότησης και τριάντα κανάλια επικοινωνίας, καθώς και ένα κανάλι για συντήρηση. Σ' αυτή την περίπτωση λέμε ότι η *PRA* χρησιμοποιεί το σύστημα *PCM* πρώτης τάξης των 2.048 Kbps (=32x64 Kbps). Στο αμερικανικό σύστημα των 1.544 Kbps η κατηγορία του πρωτεύοντος ρυθμού πρόσβασης διαθέτει ένα κανάλι σηματοδότησης και είκοσι τρία κανάλια επικοινωνίας (24x64 Kbps). Και οι δύο αυτές περιπτώσεις φαίνονται στο σχήμα 8.11.



Σχήμα 8.11: Κατηγορία πρωτεύοντος ρυθμού πρόσβασης

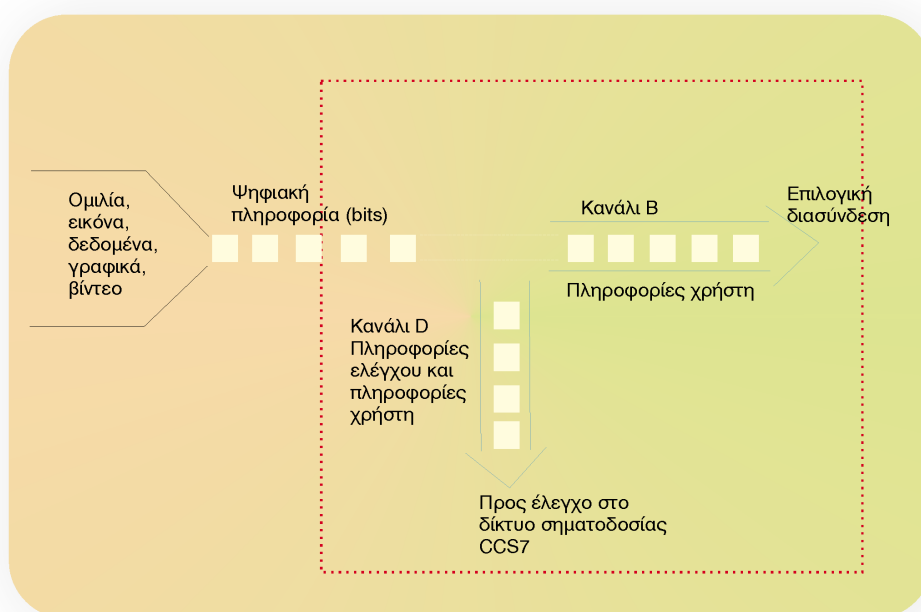
Η *CCITT* ονομάζει τα κανάλια επικοινωνίας κανάλια *B* και τα κανάλια σηματοδότησης κανάλια *D*. Επομένως, αν διακρίνουμε τις πληροφορίες που διεκπεραιώνονται σε ένα κέντρο *ISDN* σε πληροφορίες χρήστη και σε πληροφορίες ελέγχου, τότε από το



Μια συσκευή *IMUX* συνδέεται με το κέντρο *ISDN* του φορέα χρησιμοποιώντας πάντοτε μία μόνο κατηγορία πρωτεύοντος ρυθμού μετάδοσης. Μια *ISPBX* μονάδα μπορεί να χρησιμοποιήσει δύο κατηγορίες πρωτεύοντος ρυθμού μετάδοσης, οι οποίες έχουν κοινό κανάλι σηματοδότησης, με αποτέλεσμα μία από τις δύο *PRA* να έχει 31 κανάλια επικοινωνίας. Ανάλογα, στο αμερικανικό σύστημα θα υπάρχουν 24 κανάλια επικοινωνίας, αν χρησιμοποιηθούν περισσότερες *PRA*.



κανάλι *B* μεταφέρονται πάντα οι πληροφορίες που ανταλλάσσουν ο χρήστης και το κέντρο *ISDN*. Ανάλογα, το κανάλι *D* μεταφέρει πληροφορίες σηματοδοσίας που ανταλλάσσουν η τερματική διάταξη και το κέντρο *ISDN* και έχουν σχέση με τον έλεγχο της σύνδεσης μεταγωγής κυκλώματος του καναλιού *D* (σχήμα 8.12).



Σχήμα 8.12: Διάκριση ψηφιακών πληροφοριών σε πληροφορίες χρήστη (κανάλι *B*) και πληροφορίες ελέγχου (κανάλι *D*). Το κανάλι *B* συνεχίζει μέσω του κέντρου *ISDN* προς άλλη τερματική διάταξη του ίδιου ή άλλου κέντρου *ISDN* με σύνδεση των δύο κέντρων *ISDN*. Σε περίπτωση σηματοδότησης μεταξύ των κέντρων *ISDN* χρησιμοποιείται το δίκτυο σηματοδοσίας *CCS7*.



### Λέξεις που πρέπει να θυμάμαι

Πρότυπο *N-ISDN*, τερματική διάταξη 1, τερματική διάταξη 2, τερματικός προσαρμοστής, μονάδα τερματισμού του δικτύου, παθητικός δίαυλος, σχηματισμός αναφοράς, σημεία αναφοράς.





## Ανακεφαλαίωση

Η τεχνολογική εξέλιξη των τοπικών δικτύων διακρίνεται σε τρία κυρίως στάδια. Τα δίκτυα πρώτης γενιάς, τα οποία εξετάστηκαν σ' αυτό το κεφάλαιο, εφαρμόζουν την τεχνική της πολλαπλής πρόσβασης στο μέσο μετάδοσης, ενώ τα δίκτυα της δεύτερης και τρίτης γενιάς, τα οποία θα εξεταστούν στην επόμενη ενότητα, εφαρμόζουν άλλες, νεότερες τεχνικές. Τα πρότυπα που εξετάστηκαν είναι το *IEEE 802.3 (CSMA/CD - Ethernet)*, το *IEEE 802.4* (δίαυλος με κουπόνι διέλευσης), το *IEEE 802.5* (δακτύλιος με κουπόνι διέλευσης) και το *N-ISDN*. Στα παραδοσιακά τοπικά δίκτυα πρώτης γενιάς ανήκουν και τα πρότυπα των ασύρματων τοπικών δικτύων *ALOHA* και *CSMA*, τα οποία αποτέλεσαν και το εφαλτήριο για την περαιτέρω ανάπτυξη των τεχνικών των ενσύρματων δικτύων (*CSMA/CD*).



## Ερωτήσεις

1. Ποιες είναι οι γενιές των τοπικών δικτύων και από ποια πρότυπα αντιπροσωπεύονται;
2. Πώς λειτουργεί το πρότυπο *ALOHA*;
3. Σε τι διαφέρει το πρότυπο *CSMA* από το πρότυπο *ALOHA*;
4. Ποια είναι τα διαφορετικά πρότυπα του *CSMA* και πώς ταξινομούνται όσον αφορά την απόδοσή τους; Σχολίασε το σχήμα 8.4.
5. Πώς λειτουργεί το *CSMA/CD*;
6. Σε τι διαφέρει το *CSMA/CD* από το *Ethernet*;
7. Πώς υλοποιείται η μέθοδος του κουπονιού διέλευσης στο δίκτυο διαύλου;
8. Πώς υλοποιείται η μέθοδος του κουπονιού διέλευσης στο δίκτυο δακτυλίου;
9. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και ποια τα μειονεκτήματα των δικτύων διαύλου και δακτυλίου με κουπόνι διέλευσης;
10. Πώς υλοποιείται μια σύνδεση *N-ISDN*;
11. Ποιος είναι ο ρόλος των σημείων αναφοράς στις συνδέσεις *ISDN*;
12. Ποιες είναι οι κατηγορίες του ρυθμού πρόσβασης στο *ISDN* και τι ρόλο παίζουν;