

Κεφάλαιο 6

Δίκτυα Ευρείας Περιοχής

Εισαγωγή

Η επικράτηση της χρήσης των μικροϋπολογιστών (προσωπικών υπολογιστών) στις επιχειρήσεις, οδήγησε γρήγορα στη δημιουργία πολλών τοπικών δικτύων, μικρού ή μεγαλύτερου μεγέθους. Ωστόσο, καθώς κάθε επιχείρηση αναπτύσσεται, γρήγορα δημιουργείται η ανάγκη για επικοινωνία και μετάδοση δεδομένων μεταξύ των υποκαταστημάτων της. Η ανάγκη αυτή καλύπτεται σήμερα από τα *Δίκτυα Ευρείας Περιοχής (ΔΕΠ)*. Στο μάθημα της Β' Τάξης, εξετάσαμε ήδη ένα μέρος του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται σε αυτά τα δίκτυα. Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε πλέον στις τεχνολογίες μετάδοσης που χρησιμοποιούνται στα ΔΕΠ, εξετάζοντας τόσο τις κλασικές (επιλεγόμενο τηλεφωνικό δίκτυο) όσο και τις πιο σύγχρονες (xDSL).

6.1 Επεκτείνοντας το Δίκτυο

Τα τοπικά δίκτυα αποτελούν μια πολύ καλή λύση επικοινωνίας σε περίπτωση που το μέγεθος του δικτύου είναι σχετικά μικρό και καταλαμβάνει περιορισμένη γεωγραφικά έκταση. Για παράδειγμα μια εταιρία που διαθέτει μόνο ένα πολυώροφο κτίριο σε μια πόλη, εξυπηρετείται αποτελεσματικά από ένα τοπικό δίκτυο. Όταν όμως η δραστηριότητα της επεκταθεί σε γειτονικές πόλεις, η ανάγκη επικοινωνίας μεταξύ των υποκαταστημάτων της, απαιτεί τη χρήση ενός ΔΕΠ. Τα ΔΕΠ είναι γνωστά και με τον Αγγλικό όρο *Wide Area Networks (WAN)*.

Χρησιμοποιώντας ένα ΔΕΠ, είναι δυνατόν να διασυνδέσουμε μεταξύ τους τα τοπικά δίκτυα κάθε υποκαταστήματος. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται κατάλληλος δικτυακός εξοπλισμός (γραμμές σύνδεσης, modem, δρομολογητές κ.α.). Στις γραμμές

ενός ΔΕΠ μπορεί να χρησιμοποιούνται δίκτυα μεταγωγής (κυκλώματος ή πιο συχνά πακέτου), δορυφορικές και μικροκυματικές συνδέσεις, οπτικές ίνες, ή ακόμα και συστήματα καλωδιακής τηλεόρασης.

Ο χρήστης που χρησιμοποιεί ένα ΔΕΠ δεν πρέπει να καταλαβαίνει καμιά διαφορά ως προς τον τρόπο χρήσης του σε σχέση με ένα τοπικό δίκτυο. Αυτό σημαίνει ότι το ΔΕΠ είναι *διάφανο* ως προς τη λειτουργία του.

Είναι αρκετά δύσκολο (ειδικά από άποψης κόστους) για μια εταιρεία να εγκαταστήσει και να διαχειρίζεται από μόνη της τις γραμμές ενός ΔΕΠ. Συνήθως είναι ευκολότερο να νοικιάσει τη χρήση τους από κάποιο φορέα που ειδικεύεται στις επικοινωνίες (π.χ. τον ΟΤΕ) ο οποίος συνήθως έχει ήδη έτοιμη την καλωδιακή υποδομή και μπορεί να καλύψει κάθε σημείο της χώρας. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στις υπηρεσίες δικτύων ευρείας περιοχής (υπηρεσίες WAN) όπως παρέχονται από τους φορείς τηλεπικοινωνιών μπορεί να είναι:

- Οι κλασικές:
 - Επιλεγόμενες τηλεφωνικές γραμμές (το κλασικό τηλεφωνικό δίκτυο)
 - Μόνιμες ή μισθωμένες γραμμές
 - Γραμμές που χρησιμοποιούν το πρότυπο X.25
- αλλά και οι πιο σύγχρονες:
 - Frame Relay
 - ISDN
 - ATM
 - xDSL

Σημείωση: Από το 2001, υπάρχει στη χώρα μας πλήρη απελευθέρωση των τηλεπικοινωνιών. Έτσι πλέον κάθε εταιρία μπορεί να εγκαθιστά και να διαχειρίζεται εξοπλισμό και γραμμές κατάλληλες για ΔΕΠ. Λόγω του αυξημένου ανταγωνισμού, υπάρχει και αντίστοιχη βελτίωση στην ποιότητα (και το κόστος) των παρεχόμενων τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών.

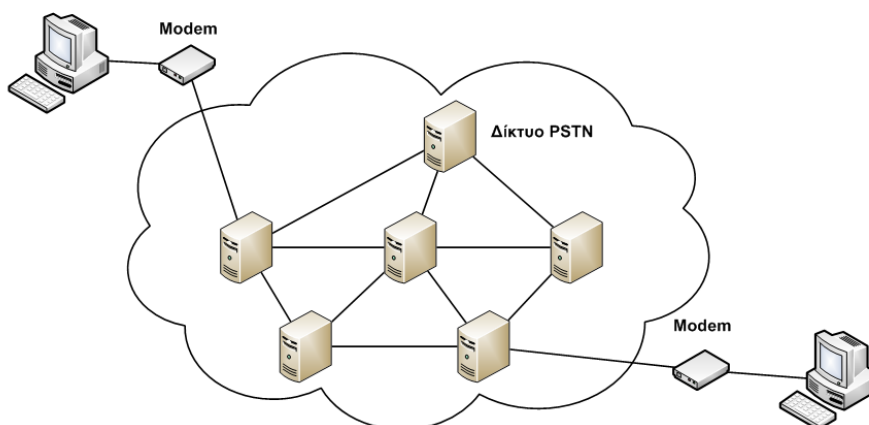
6.2 Επιλεγόμενες Τηλεφωνικές Γραμμές

Το γνωστό μας *τηλεφωνικό δίκτυο*, το οποίο χρησιμοποιούμε εδώ και πολλά χρόνια για μετάδοση φωνής, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για μετάδοση δεδομένων.

Το τηλεφωνικό δίκτυο είναι γνωστό διεθνώς και με την ονομασία *PSTN*, *Public Switched Telephone Network*, το οποίο θα μπορούσαμε να μεταφράσουμε ως **Δημόσιο Τηλεφωνικό Επιλογικό (ή Μεταγωγής) Δίκτυο**. Η έννοια του “επιλογικού” σχετίζεται με την δυνατότητα που έχουμε να επιλέξουμε με ποιο συνδρομητή θα συνομιλήσουμε, σχηματίζοντας τον κατάλληλο αριθμό κλήσης. Θεωρώντας το ως δίκτυο μεταγωγής, θα λέγαμε ότι ανήκει στην κατηγορία της *μεταγωγής κυκλώματος* ενώ οι συνδέσεις που δημιουργούμε είναι *προσωρινές*.

Μέσω του τηλεφωνικού δικτύου, μπορούμε να έχουμε μετάδοση δεδομένων μεταξύ υπολογιστών, χρησιμοποιώντας τις γραμμές του για να δημιουργήσουμε ένα ΔΕΠ. Υπάρχουν ωστόσο κάποιοι περιορισμοί: Το τηλεφωνικό δίκτυο σχεδιάστηκε για τη μετάδοση φωνής, αναλογικών δηλ. δεδομένων, και μάλιστα με μικρό εύρος συχνοτήτων (όσο χρειάζεται για να μεταδίδεται και να αναγνωρίζεται η ανθρώπινη φωνή) ενώ οι υπολογιστές μεταδίδουν γενικά ψηφιακά σήματα. Για να ξεπεράσουμε αυτό τον περιορισμό, χρησιμοποιούμε ειδικές συσκευές για την σύνδεση των υπολογιστών με το τηλεφωνικό δίκτυο, τα γνωστά μας *modem*.

Τα *modems*, για τα οποία έχουμε αναφερθεί και στο μάθημα της Β' τάξης, είναι συσκευές οι οποίες μετατρέπουν το ψηφιακό σήμα των υπολογιστών σε αναλογικό το οποίο μπορεί να μεταδοθεί μέσω της τηλεφωνικής γραμμής. Το *modem* που βρίσκεται στην άλλη μεριά της σύνδεσης αναλαμβάνει την ακριβώς αντίστροφη διαδικασία. Αν έχετε χρησιμοποιήσει *modem* για την σύνδεση σας στο Internet θα έχετε πιθανόν ακούσει τον χαρακτηριστικό ήχο που παράγεται από την μετατροπή (διαμόρφωση) του σήματος σε αναλογικό. Ουσιαστικά το *modem* μετατρέπει το ψηφιακό σήμα σε ήχο που μπορεί να μεταδοθεί μέσω της τηλεφωνικής γραμμής.



Σχήμα 6.1: Σύνδεση υπολογιστών μέσω δικτύου *PSTN*

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Βασική Χρήση
Υψηλή Διαθεσιμότητα	Μικρή Ταχύτητα	Απομακρυσμένη Πρόσβαση
Μικρό Κόστος	Μεταβλητή Ποιότητα και Αξιοπιστία	Εφαρμογές χωρίς απαιτήσεις υψηλής ταχύτητας

Πίνακας 6.1: Χαρακτηριστικά επιλεγόμενων γραμμών

Ο άλλος περιορισμός των επιλογικών τηλεφωνικών συνδέσεων είναι ο σχετικά μικρός ρυθμός μετάδοσης δεδομένων που μπορεί να επιτευχθεί. Η ταχύτητα δεν είναι σταθερή καθώς εξαρτάται από παράγοντες όπως η ποιότητα της γραμμής και του κυκλώματος που έχει σχηματιστεί μεταξύ των δύο υπολογιστών που επικοινωνούν. Η μέγιστη πρακτική ταχύτητα μετάδοσης που έχει επιτευχθεί σε δίκτυο PSTN είναι σήμερα τα 56Kbps. Πρέπει να σημειώσουμε ότι η τεχνολογία αυτή έχει σταματήσει να αναπτύσσεται, καθώς έχει αντικατασταθεί από πιο σύγχρονες και έτσι δεν αναμένεται να αυξηθεί η ταχύτητα της στο μέλλον.

Σήμερα, οι επιλογικές συνδέσεις χρησιμοποιούνται για μετάδοση δεδομένων περιορισμένης χρονικά διάρκειας, όταν δεν δικαιολογείται το επιπλέον κόστος χρήσης αφιερωμένης γραμμής ή κάποιας άλλης πιο σύγχρονης τεχνολογίας. Γνωστές εφαρμογές της είναι η πρόσβαση στο Internet ή σε άλλες on-line υπηρεσίες χαμηλής ταχύτητας, η σύνδεση κάποιου απομακρυσμένου υπολογιστή (π.χ. ενός φορητού) με το τοπικό δίκτυο μιας εταιρίας, καθώς και η τήλε-εργασία. Ακόμα, οι επιλογικές συνδέσεις χρησιμοποιούνται συχνά ως εφεδρικές σε περίπτωση βλάβης μιας μόνιμης γραμμής.

6.5 ISDN

Εκτός από τις κλασικές υπηρεσίες τηλεφωνίας (φωνής), τα τελευταία χρόνια παρουσιάστηκε μεγάλη ζήτηση για παροχή και άλλων υπηρεσιών (μετάδοση δεδομένων, εικόνας, video). Οι διάφοροι φορείς τηλεπικοινωνιών αναγκάστηκαν να δημιουργήσουν εξειδικευμένα δίκτυα (εκτός από το τηλεφωνικό που υπήρχε) για την μετάδοση των αντίστοιχων δεδομένων. Για παράδειγμα, ο ΟΤΕ ανέπτυξε τα δίκτυα Hellaspac και Hellascom για μετάδοση δεδομένων υπολογιστών. Ακόμα δημιουργήθηκαν δίκτυα για μετάδοση δεδομένων κειμένου telex (το οποίο όμως έχει πλέον καταργηθεί), δίκτυα καλωδιακής τηλεόρασης κ.α. Η ανάπτυξη ξεχωριστών δικτύων για κάθε διαφορετικό είδος υπηρεσίας, έχει μειονεκτήματα όπως:

- Μεγάλο κόστος διαχείρισης και συντήρησης των διαφορετικών τεχνολογιών από κάθε τηλεπικοινωνιακό φορέα.

- Αυξημένο κόστος για τον τελικό χρήστη, ο οποίος πρέπει να συντηρεί διαφορετικό εξοπλισμό για κάθε υπηρεσία, και να πληρώνει συνδρομή στον τηλεπικοινωνιακό φορέα. Με δεδομένο ότι ο φορέας έχει πολλά έξοδα για τα δίκτυα αυτά, οι τιμές των συνδρομών είναι αντίστοιχα αρκετά αυξημένες.
- Τα παραπάνω οδηγούν συνήθως σε αποθάρρυνση της εμπορικής ανάπτυξης.

Τα παραπάνω προβλήματα έρχεται να λύσει το *Ψηφιακό Δίκτυο Ενοποιημένων Υπηρεσιών* ή *Integrated Services Digital Network, ISDN*. Το ISDN επιτρέπει τη μετάδοση φωνής, εικόνας, video και δεδομένων σε ψηφιακή μορφή χρησιμοποιώντας την υπάρχουσα υποδομή δισύρματων τηλεφωνικών καλωδίων.

Επισήμανση: Τα δισύρματα τηλεφωνικά καλώδια (τα κοινά τηλεφωνικά καλώδια του ΟΤΕ που καταλήγουν στα σπίτια μας) αποτελούν μια τεράστια υποδομή που αναπτύχθηκε σε διάστημα πολλών ετών για να εξυπηρετήσει τις ανάγκες της κλασικής τηλεφωνίας (γνωστή και ως POTS, Plain Old Telephone System, το απλό δηλ. τηλεφωνικό δίκτυο). Οι γραμμές αυτές δεν έχουν σχεδιαστεί ειδική για μετάδοση δεδομένων, καθώς το τηλεφωνικό δίκτυο μεταδίδει φωνή με καθαρά αναλογικό τρόπο (και με αρκετά μικρό εύρος ζώνης, από 300HZ ως 3400HZ). Ωστόσο, η ανάπτυξη του ISDN επιτρέπει την χρήση των κλασικών γραμμών για μετάδοση καθαρά ψηφιακών σημάτων, τα οποία πλεονεκτούν σημαντικά σε σχέση με τα αναλογικά (Πως; Άσκηση για τον αναγνώστη).

Με την βοήθεια του ISDN, το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο γίνεται ανεξάρτητο από το είδος της πληροφορίας που διακινείται, αφού μέσα από αυτό (και με καθαρά ψηφιακή μορφή), μπορεί πλέον να διακινηθούν δεδομένα υπολογιστών, φωνή, video. Αντίστοιχα, τυποποιείται και το είδος της διασύνδεσης διάφορων συσκευών (από διάφορους κατασκευαστές) στο δίκτυο, και δεν χρειάζεται ειδικός (και ενδεχομένως ακριβός) εξοπλισμός για την προσαρμογή τους.

Τα βασικά στοιχεία που χαρακτηρίζουν το ISDN είναι:

- *Ψηφιακή Μετάδοση:* Όλα τα δεδομένα στο δίκτυο ISDN κινούνται σε ψηφιακή μορφή. Ακόμα και η φωνή (τηλεφωνική συνδιάλεξη) ψηφιοποιείται πριν σταλεί στη γραμμή.
- *Η σηματοδότηση* γίνεται μέσω ιδιαίτερου καναλιού (common channel signaling). Η σηματοδότηση περιλαμβάνει τα βοηθητικά σήματα με τα οποία γίνεται η διαχείριση μιας επικοινωνίας (π.χ. το κουδούνισμα σε μια τηλεφωνική κλήση, η διαδικασία έναρξης και λήξης μιας σύνδεσης κ.λ.π.)
- *Ο ενιαίος τρόπος με τον οποίο συνδέονται συσκευές και χρήστες στο δίκτυο:* Οι υπηρεσίες του δικτύου είναι όλες διαθέσιμες μέσω ενός και μόνο τύπου σύνδεσης (από την ίδια απόληξη (πρίζα)).

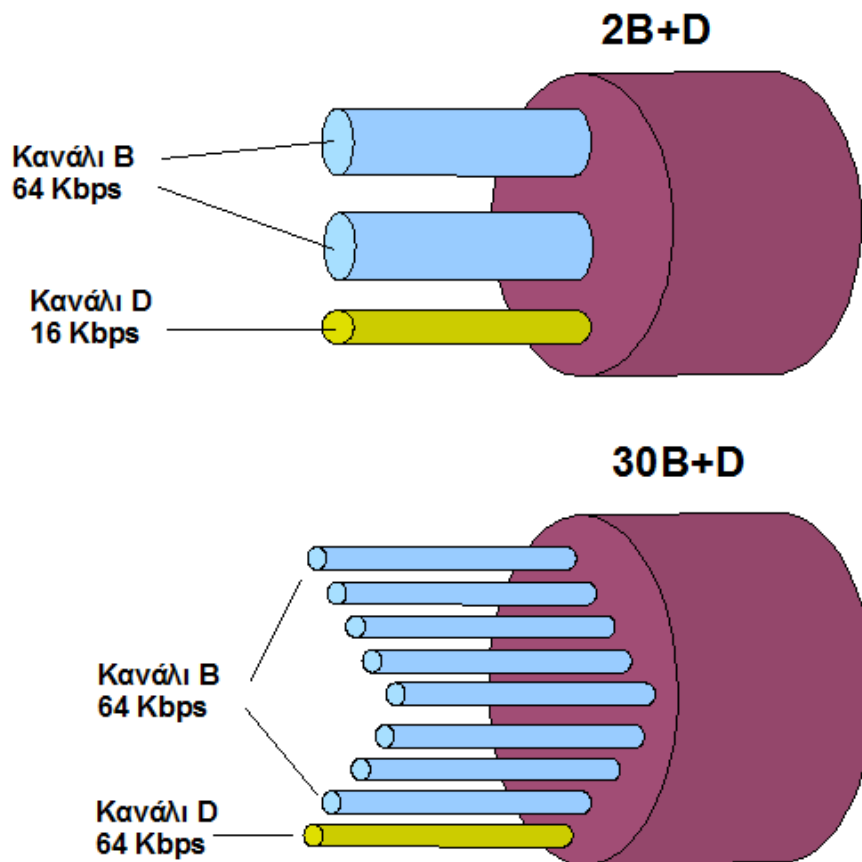
Το δίκτυο διαθέτει δύο τρόπους πρόσβασης, την *διεπαφή βασικού ρυθμού* και την *διεπαφή πρωτεύοντος ρυθμού*.

Η **διεπαφή βασικού ρυθμού** (Basic Rate Interface, BRI) παρέχει δύο κανάλια μετάδοσης δεδομένων (2 κανάλια-B) και ένα κανάλι σηματοδοσίας (1 κανάλι-D). Κάθε κανάλι B επιτυγχάνει ρυθμό μετάδοσης 64 Kbps και μεταφέρει ψηφιακά δεδομένα. Η φωνή (τηλεφωνική κλήση) μεταφέρεται αφού πρώτα ψηφιοποιηθεί με ρυθμό δειγματοληψίας 8000 Hz και δείγματα 8bit. Το κανάλι D έχει ρυθμό μετάδοσης 16 Kbps και χρησιμοποιείται για τις βοηθητικές λειτουργίες (έναρξη / λήξη σύνδεσης). Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν το ένα ή και τα δύο κανάλια B ταυτόχρονα. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν να χρησιμοποιούν το ένα κανάλι για μετάδοση δεδομένων και το άλλο για φωνή, ή και τα δύο για δεδομένα, ή τέλος και τα δύο για φωνή. Με το ISDN είναι δυνατόν να έχουμε ταυτόχρονα δύο τηλεφωνικές συνδιαλέξεις μέσω της ίδιας γραμμής. Αν συνδυάσουμε και τα δύο κανάλια για μετάδοση δεδομένων, επιτυγχάνουμε συνολικό ρυθμό μετάδοσης 128 Kbps. Μαζί με το κανάλι D (το οποίο ωστόσο δεν μεταφέρει χρήσιμα δεδομένα χρήστη) ο ρυθμός μετάδοσης φτάνει τα 144 Kbps.

Η **διεπαφή πρωτεύοντος ρυθμού** (Primary Rate Interface, PRI) παρέχει 30 κανάλια δεδομένων τύπου B (ταχύτητας 64 Kbps) και ένα κανάλι D σηματοδοσίας, το οποίο στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι επίσης ρυθμού 64 Kbps (Θυμηθείτε ότι στο BRI είναι 16 Kbps). Εκτός από τα 30 κανάλια B και το 1 κανάλι D, χρησιμοποιείται ένα ακόμα κανάλι των 64 Kbps για πλαισίωση (framing) και συντήρηση του δικτύου. Το κανάλι αυτό δεν χαρακτηρίζεται ως B ή D.

Πλαισίωση ή framing (σημείωση κατανόησης): Στις τηλεπικοινωνίες, τα περισσότερα σήματα που μεταδίδονται ψηφιακά σε ένα μέσο (π.χ. καλώδιο) μεταφέρουν εκτός από τα χρήσιμα δεδομένα και επιπλέον πληροφορίες που χρησιμοποιούνται από τα κυκλώματα λήψης για να επιτύχουν το συγχρονισμό και τον έλεγχο ροής των δεδομένων από τον αποστολέα στον παραλήπτη. Στη διαδικασία της πλαισίωσης, ο παραλήπτης λαμβάνει και ξεχωρίζει αυτά τα σήματα από τα υπόλοιπα δεδομένα, τα οποία έπειτα μπορούν να αποκωδικοποιηθούν και να χρησιμοποιηθούν.

Ο συνολικός ρυθμός μετάδοσης είναι λοιπόν $30 \times 64 \text{ Kbps}$ (τα κανάλια B) + $1 \times 64 \text{ Kbps}$ (το κανάλι D) + $1 \times 64 \text{ Kbps}$ (το έξτρα κανάλι σηματοδοσίας) = 2048 Kbps = $2,048 \text{ Mbps}$. Είναι η ίδια ταχύτητα που υποστηρίζει μια ψηφιακή γραμμή E1. Το πρότυπο αυτό χρησιμοποιείται στην Ευρώπη, στη Βόρεια Αμερική και στην Ιαπωνία χρησιμοποιείται το πρότυπο 23B+D. Και στην περίπτωση αυτή τόσο τα κανάλια B όσο και το κανάλι D είναι ρυθμού 64 Kbps ενώ χρησιμοποιείται ένα ακόμα κανάλι (που δεν χαρακτηρίζεται ως B ή D) με ταχύτητα 8 Kbps για πλαισίωση



Σχήμα 6.2: Διεπαφές βασικού και πρωτεύοντος ρυθμού στο ISDN

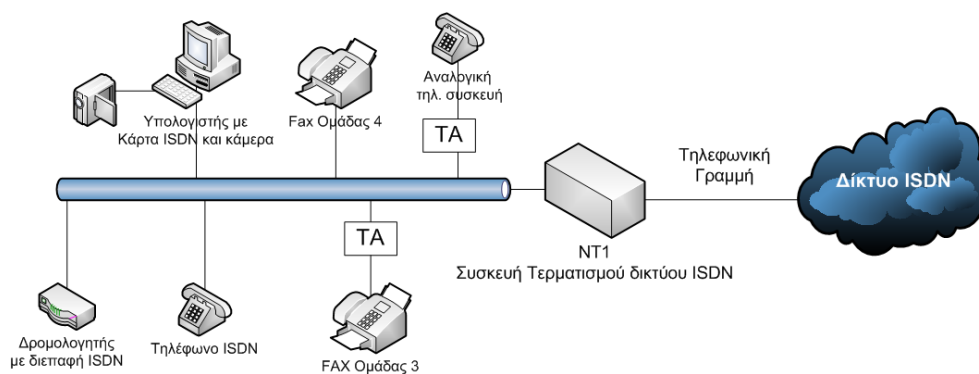
και συντήρηση του δικτύου. Στην περίπτωση αυτή ο συνολικός ρυθμός μετάδοσης είναι $23 \times 64 \text{ Kbps}$ (τα κανάλια B) + $1 \times 64 \text{ Kbps}$ (το κανάλι D) + $1 \times 8 \text{ Kbps}$ (το έξτρα κανάλι σηματοδότησης) = $1544 \text{ Kbps} = 1,544 \text{ Mbps}$.

Αν και το ISDN χρησιμοποιεί την ήδη υπάρχουσα τηλεπικοινωνιακή υποδομή (τα ίδια χάλκινα τηλεφωνικά καλώδια που χρησιμοποιούνται στην κλασικό τηλεφωνικό σύστημα), ωστόσο απαιτεί την εγκατάσταση μιας ειδικής συσκευής στη μεριά του χρήστη. Πρόκειται για την **συσκευή τερματισμού δικτύου NT1**. Ο παροχέας της υπηρεσίας ISDN (π.χ. ΟΤΕ) εγκαθιστά τη συσκευή αυτή στο χώρο του συνδρομητή και την συνδέει στον κόμβο ISDN στο τηλεφωνικό κέντρο που μπορεί να βρίσκεται αρκετά χιλιόμετρα μακριά. Η σύνδεση γίνεται με το κανονικό καλώδιο (συνεστραμμένων ζευγών) του συνδρομητή που χρησιμοποιούνταν παλιότερα για το απλό τηλέφωνο. Η κίνηση έπειτα δρομολογείται στο δίκτυο του τηλεπικοινωνιακού φορέα με καθαρά ψηφιακό τρόπο (χρησιμοποιώντας τεχνικές μεταγωγής πακέτων, νοητού κυκλώματος κλπ). Η συσκευή τερματισμού NT1 μπορεί να συνδεθεί με μέχρι 8 συ-

σκευές σε απόσταση μέχρι 150 μέτρα. Οι συσκευές αυτές μπορεί να είναι είτε ειδικές για ISDN (μη ξεχνάμε ότι πρόκειται για ψηφιακά δεδομένα), είτε οι κλασικές αναλογικές τηλεφωνικές συσκευές μέσω του ειδικού **τερματικού προσαρμογέα TA**. Οι ειδικές συσκευές μπορεί να είναι ψηφιακά τηλέφωνα, FAX ομάδας 4, εικονοτηλέφωνα κλπ.

Τερματικός Προσαρμογέας (TA) (σημείωση κατανόησης): Όπως είπαμε ήδη, για να συνδέσουμε ένα κλασικό αναλογικό τηλέφωνο σε μια γραμμή ISDN, χρειάζεται ειδικός προσαρμογέας. Γιατί συμβαίνει αυτό; Καθώς το ISDN χρησιμοποιεί ψηφιακή μετάδοση, το κλασικό τηλέφωνο δεν μπορεί να συνδεθεί απευθείας – τα δεδομένα φωνής είναι αναλογικά. Ο προσαρμογέας TA διαθέτει ένα μετατροπέα αναλογικού σε ψηφιακό (ADC, Analog to Digital Converter) ο οποίος μετατρέπει τη φωνή από τη συσκευή σε ψηφιακά δεδομένα, καθώς και μετατροπέα ψηφιακού σε αναλογικό (DAC, Digital to Analog Converter) ο οποίος κάνει την αντίστροφη διαδικασία. Στην πραγματικότητα ο προσαρμογέας αυτός βρίσκεται συνήθως ενσωματωμένος στη συσκευή NT1 που μας δίνει ο παροχέας. Για παράδειγμα ο ΟΤΕ δίνει τη συσκευή Netmod η οποία περιέχει μέσα και το TA.

Μη ξεχνάμε ότι τα κανάλια στο ISDN είναι λογικά και όχι φυσικά. Όταν λέμε λοιπόν για 30 κανάλια B δεν εννοούμε 30 καλώδια. Το ISDN λειτουργεί πάντα με την ίδια δισύρματη γραμμή που χρησιμοποιείται και στο κοινό τηλεφωνικό δίκτυο.



Σχήμα 6.3: Ο εξοπλισμός του ISDN

Μπορούμε να συνδυάσουμε το βασικό και τον πρωτεύοντα ρυθμό για να δημιουργήσουμε ένα δίκτυο με μια κεντρική θέση και πολλές περιφερειακές. Στην κεντρική θέση μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σύνδεση πρωτεύοντος ρυθμού και στις περιφερειακές βασικού ρυθμού. Έτσι μπορούμε για παράδειγμα να συνδέσουμε ταυτό-

χρονα ένα κεντρικό υπολογιστή σε 30 περιφερειακούς υπολογιστές (23 για Αμερική και Ιαπωνία). Η υπηρεσία ISDN είναι χρήσιμη όταν η μετάδοση δεδομένων δεν εί-

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Βασική Χρήση
Κόστος ανάλογο με την κίνηση	Αν και αναπτύσσεται διαρκώς δεν είναι ακόμα παγκόσμια διαθέσιμο	Σποραδική κίνηση που περιλαμβάνει φωνή, εικόνα, δεδομένα
Μεταφορά φωνής, εικόνας και δεδομένων	Υψηλό κόστος για συνεχή μεταφορά δεδομένων	Σαν εφεδρική γραμμή μαζί με τις ασύγχρονες επιλεγόμενες τηλεφωνικές γραμμές
Γρήγορη εγκαθίδρυση σύνδεσης		

Πίνακας 6.2: Χαρακτηριστικά ISDN

ναί συνεχής και οι ανάγκες σε ταχύτητα κυμαίνονται. Καθώς γίνεται κλήση για την αποκατάσταση της σύνδεσης, ο συνδρομητής πληρώνει για όση ώρα μεταφέρει δεδομένα (σε αντίθεση με την ADSL που η μετάδοση είναι συνεχής και η χρέωση είναι πάγια). Καθώς σήμερα χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο άλλες τεχνολογίες με μόνιμη σύνδεση (ADSL), το ISDN συνήθως περιορίζεται για χρήση ως εφεδρική σύνδεση σε απομακρυσμένα μηχανήματα / δίκτυα, σε περίπτωση βλάβης της κύριας γραμμής.

Το ISDN που περιγράψαμε σε αυτή την ενότητα, αναφέρεται και ως *ISDN στενής ζώνης* (Narrow Band ISDN). Ωστόσο αναπτύσσονται (έτσι νομίζει το βιβλίο σας δηλαδή) πρότυπα και για *ISDN ευρείας ζώνης* (Broadband ISDN) το οποίο χρησιμοποιεί οπτική ίνα.

6.8 xDSL

Η τεχνολογία xDSL (Digital Subscriber Line) αποτελεί μια εξέλιξη της τεχνολογίας ISDN και συνεχίζει να χρησιμοποιεί τα χάλκινα τηλεφωνικά καλώδια που χρησιμοποιούνται ήδη για τη μετάδοση φωνής. Το τμήμα του καλωδίου που ξεκινάει από τον συνδρομητή και καταλήγει στον τηλεπικοινωνιακό εξοπλισμό του παροχέα, ονομάζεται *συνδρομητικός (τοπικός) βρόχος* (local loop). Η γραμμή DSL υπάρχει σε διάφορες παραλλαγές, έτσι το x στην ονομασία μπορεί να συμβολίζει το ADSL, R-ADSL, HDSL, SDSL, VDSL. Η τεχνολογία γενικά αποτελεί εξέλιξη του ISDN βασικού ρυθμού που παρέχει δύο κανάλια δεδομένων (B) με ταχύτητα 64Kbps και ένα κανάλι σηματοδότησης ταχύτητας 16Kbps.

Ο βασικός λόγος που ώθησε την ανάπτυξη της τεχνολογίας DSL είναι η χαμηλή ταχύτητα που επιτυγχάνονταν με τις προηγούμενες τεχνολογίες, ειδικά όσο αφορά τους οικιακούς χρήστες. Για παράδειγμα, η τυπική σύνδεση με τη βοήθεια modem σε PSTN γραμμή φτάνει μέχρι την ταχύτητα των 56Kbps (θεωρητικά) η οποία όμως δεν μπορεί να μεταφέρει το είδος των δεδομένων (πολυμέσα όπως ήχος και video, τηλεδιάσκεψη κλπ) που απαιτούνται στις σύγχρονες εφαρμογές Internet. Πράγματι τα 56Kbps (πρότυπο modem V90) σήμερα μόλις που επαρκούν για απλές χρήσεις όπως το email. Μεγάλες ταχύτητες μπορούν φυσικά να επιτευχθούν με τεχνολογία οπτικών ινών (Fiber to Home), το κόστος της όμως είναι γενικά απαγορευτικό για οικιακή χρήση.

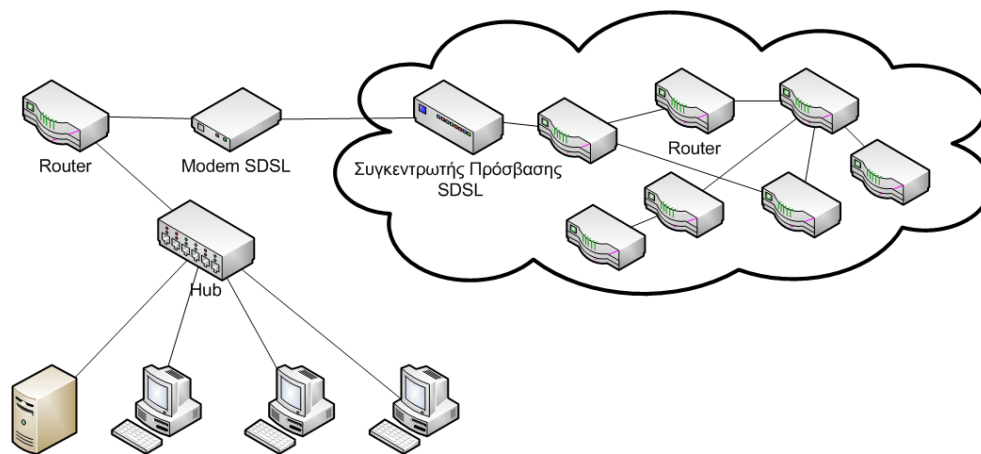
Αφόρτιστη γραμμή (σημείωση κατανόησης): Σε τηλεφωνικές γραμμές (ειδικά σε μεγάλο μήκος) χρησιμοποιούνται πολλές φορές κάποια εξαρτήματα γνωστά ως πηνία φόρτισης (loading coils). Τα πηνία φόρτισης αυξάνουν την επαγωγική αντίσταση της γραμμής, και σε συνδυασμό με τη χωρητική αντίσταση του καλωδίου δημιουργούν ένα φίλτρο που επιτρέπει μόνο στις συχνότητες της φωνής (300-3400Hz) να περάσουν από τη γραμμή. Αυτό βελτιώνει αισθητά την ποιότητα του ήχου στο τηλέφωνο, αποκόπτει όμως τις υψηλές συχνότητες που χρησιμοποιούνται στην DSL. Για το λόγο αυτό τα πηνία αυτά πρέπει να αφαιρεθούν για να χρησιμοποιηθεί η γραμμή ως DSL. Σε περιπτώσεις όμως που η απόσταση συνδρομητή - τηλεφωνικού κέντρου είναι μεγάλη (μεγαλύτερη από 6 χιλιόμετρα) δεν είναι δυνατή η αφαίρεση των πηνίων αυτών, καθιστώντας αδύνατη την εγκατάσταση DSL.

Η τεχνολογία xDSL μπορεί να προσφέρει ταχύτητες της τάξης των Mbps. Χρησιμοποιεί τον συνδρομητικό βρόχο ως μέρος του κυκλώματος μεταφοράς των δεδομένων (ως αφόρτιστη μισθωμένη γραμμή). Η χρήση αυτής της τεχνολογίας δεν απαιτεί επαναλήπτες ή ενισχυτές, και υποστηρίζει ταχύτητες προτύπων E1 (2,048 Mbps) και T1 (1,544 Mbps) για μετάδοση δεδομένων. Ταυτόχρονα είναι δυνατή και η μετάδοση φωνής για λειτουργία ως κανονικό τηλεφωνικό δίκτυο. Σε κάθε άκρο της σύνδεσης χρησιμοποιείται μια συσκευή τερματισμού (baseband modem). Η συσκευή αυτή λειτουργεί όπως το modem, λαμβάνοντας ροή ψηφιακών δεδομένων και μετατρέποντας τη σε αναλογικό σήμα το οποίο είναι κατάλληλο για τη μεταφορά μέσω του συνδρομητικού βρόχου. Το σήμα αυτό είναι σημαντικά υψηλότερου ρυθμού (μεγαλύτερης συχνότητας) από το κλασικό τηλεφωνικό σήμα (φωνή).

Σημείωση κατανόησης: Γνωρίζουμε ότι γενικά η τηλεφωνική γραμμή δεν είναι κατάλληλη για μετάδοση σημάτων υψηλών συχνοτήτων. Το μυστικό της DSL είναι ότι αυτή η αναλογική μετάδοση γίνεται μόνο σε μικρό τμήμα, στον τοπικό βρόχο. Πρακτικά αυτό σημαίνει από το σπίτι του συνδρομητή μέχρι το τηλεφωνικό κέντρο,

και όχι μέχρι τα τελικά μηχανήματα της εταιρείας παροχής Internet. Στις περισσότερες περιπτώσεις το τμήμα αυτό είναι μικρό - από μερικές εκατοντάδες μέτρα μέχρι 2-3 χιλιόμετρα. Σε περίπτωση που ο συνδρομητής είναι αρκετά μακριά από το τηλεφωνικό κέντρο, η ποιότητα και η ταχύτητα της γραμμής DSL μειώνονται δραματικά.

Για τη μετάδοση χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνολογίες διαμόρφωσης (θυμάστε τι είναι η διαμόρφωση;) με τις οποίες το διαθέσιμο εύρος ζώνης της γραμμής χωρίζεται συνήθως σε τρία κανάλια: Ένα για τη μετάδοση δεδομένων προς τα πάνω (από το συνδρομητή προς τον παροχέα, γνωστό ως upstream), ένα προς τα κάτω (από τον παροχέα προς το συνδρομητή, γνωστό ως downstream) και ένα για την μετάδοση φωνής.



Σχήμα 6.4: Πρόσβαση τοπικού δικτύου σε δίκτυο ευρείας περιοχής μέσω τεχνολογίας SDSL

Ανάλογα με το αν η ταχύτητα μετάδοσης προς τις δύο κατευθύνσεις είναι ίδια ή διαφορετική έχουμε τις παραλλαγές της σύγχρονης DSL (SDSL, ίδια ταχύτητα upstream και downstream) και ασύγχρονης DSL (ADSL, διαφορετικές ταχύτητες upstream / downstream). Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές xDSL που υποστηρίζουν αυτά τα είδη μεταδόσεων. Αν για παράδειγμα μας ενδιαφέρει η οικιακή χρήση, είναι σημαντικό να έχουμε μεγαλύτερη ταχύτητα στη λήψη δεδομένων, οπότε χρειαζόμαστε μεγαλύτερη ταχύτητα downstream (για να βλέπουμε ιστοσελίδες, να κατεβάζουμε αρχεία κλπ). Υπάρχουν περιπτώσεις που μας ενδιαφέρει να έχουμε μεγάλη ταχύτητα μετάδοσης (upstream) όπως για παράδειγμα αν παρέχουμε υπηρεσίες στο διαδίκτυο (web server κλπ) ή για τηλεδιάσκεψη. Μια τέτοια γραμμή DSL μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο μιας μισθωμένης γραμμής E1 ή T1.

Σημείωση: Οι ταχύτητες που μπορούν να επιτευχθούν με την τεχνολογία DSL ανά-

Τεχνολογία	Σημασία	Αριθμός Ζευγών	Ταχύτητα	Μέγιστη Απόσταση
ADSL	Assymmetric DSL	1	8 Mbps downstream 1,5 Mbps upstream	3 Km 6,6 – 7,5 Km
ADSL Lite		1	1 Mbps downstream 384 Kbps upstream	
HDSL	High-bit-rate DSL	2 3	2 Mbps Full Duplex (E1) 1,5 Mbps Full Duplex (T1)	3,5 – 4,5 Km
SDSL	Single Line DSL	1	2 Mbps Full Duplex (E1) 1,5 Mbps Full Duplex (T1)	3 Km
VDSL	Very-high-bit rate DSL	1	13 – 52 Mbps downstream 1,5 – 2,3 Mbps upstream	0,3 – 1,4 Km

Πίνακας 6.3: Τεχνολογίες xDSL

μεσα στα baseband modems (το ένα διαθέτει ο συνδρομητής και το άλλο ο παροχέας) εξαρτώνται από την απόσταση που τα χωρίζει και από τη διατομή του τηλεφωνικού καλωδίου που χρησιμοποιείται. Πιο χοντρά καλώδια έχουν καλύτερη απόδοση, επιτυγχάνοντας μεγαλύτερη ταχύτητα σε μεγαλύτερες αποστάσεις, αλλά έχουν και μεγαλύτερο κόστος. Ο πίνακας 6.4 δείχνει τη σχέση απόστασης - ταχύτητας - διατομής για την τεχνολογία SDSL.

Ταχύτητα	0.4 mm	0.5 mm	0.6 mm	0.8 mm	1.0 mm	1.2 mm
128 Kbps	6.5	8.9	12.7	16.1	22.5	25.1
256 Kbps	5.5	7.5	10.8	13.6	19.0	21.2
384 Kbps	5.1	7.0	10.0	12.6	17.6	19.7
512 Kbps	4.7	6.4	9.2	11.6	16.3	18.1
768 Kbps	4.4	6.0	8.6	10.9	15.2	17.0
1152 Kbps	3.8	5.2	7.4	9.4	13.1	14.7
1536 Kbps	3.3	4.5	6.5	8.2	11.4	12.7
2048 Kbps	2.5	3.4	4.9	6.2	8.7	9.7
2304 Kbps	2.2	3.0	4.3	5.4	7.6	8.5

Πίνακας 6.4: Απόσταση (σε Km) που μπορεί να καλυφθεί ανάλογα με τη διατομή του καλωδίου και την επιθυμητή ταχύτητα σε σύνδεση με SDSL modem

Από τον πίνακα 6.3 βλέπουμε ότι για απλή πρόσβαση στο Διαδίκτυο, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τεχνολογία ADSL ή ADSL Lite. Σε περίπτωση που απαιτούνται υψηλές ταχύτητες για π.χ. πολυμεσικές εφαρμογές (τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας κλπ). Οι συμμετρικές παραλλαγές HDSL και SDSL που επιτυγχάνουν υψηλές ταχύτητες και προς τις δύο κατευθύνσεις, μπορούν να χρησιμοποιηθούν (αντί για τις

T1 και E1) για την διασύνδεση τοπικών δικτύων μεταξύ τους.

Οι διάφορες παραλλαγές της τεχνολογίας DSL είναι σε διαρκή εξέλιξη ενώ ταυτόχρονα και το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας τους όλο και μειώνεται. Για το λόγο αυτό αναμένεται ότι στα επόμενα χρόνια η τεχνολογία DSL θα έχει όλο και μεγαλύτερη εφαρμογή και θα αποτελεί την πλέον διαδεδομένη τεχνολογία για παροχή υπηρεσιών όπως η πρόσβαση τελικών χρηστών στο Διαδίκτυο και σε online υπηρεσίες, η τηλεδιάσκεψη, το video κατά απαίτηση (video on demand), η δικτυακή τηλεόραση, μετάδοση φωνής, IP telephony κ.α. Ο πίνακας 6.5 δείχνει τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αυτής της τεχνολογίας.

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Βασική Χρήση
Αξιοποίηση υπάρχουσας υποδομής Πολύ υψηλές ταχύτητες. Χαμηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας Υποστήριξη μετάδοσης δεδομένων και φωνής μέσα από την ίδια τηλεφωνική γραμμή	Μικρή Απόσταση	Πρόσβαση σε Internet, intranet, τηλεφωνία μέσω IP (VoIP, Voice Over IP) Διασύνδεση τοπικών δικτύων, υποκατάστατο γραμμών E1 και T1. Video κατά παραγγελία (Video on Demand), τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας

Πίνακας 6.5: Χαρακτηριστικά xDSL

