



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Τηλεπικοινωνιακά Ψηφιακά Δίκτυα

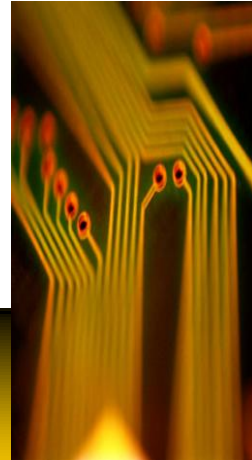
Ενότητα 7: Μεταγωγή Πακέτου σε Δημόσια
Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα (ATM, MPLS)

Βαρουτάς Δημήτρης

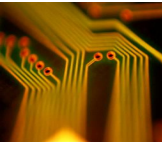
Σχολή Θετικών Επιστημών

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

ISDN – IN & ΔΙΚΤΥΑ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ



ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΘΩΜΑΣ ΣΦΗΚΟΠΟΥΛΟΣ



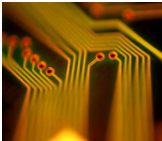
ΓΕΝΙΚΑ-1

- Ένα εθνικό τηλεπικοινωνιακό δίκτυο αποτελείται από το τοπικό δίκτυο, το δίκτυο σύνδεσης και το ζευκτικό δίκτυο
- Τα διάφορα τμήματα ενός δικτύου πρέπει να βασίζονται σε κοινά πρότυπα με σκοπό την ικανοποιητική απόδοσή του
- Ο σχεδιασμός ενός δικτύου περιλαμβάνει τις εξής συσχετιζόμενες απαιτήσεις:
 - Σχέδια μετάδοσης, αριθμοδότησης, χρέωσης, δρομολόγησης και σηματοδότησης
 - Τους βαθμούς εξυπηρέτησης
 - Τις δυνατότητες του εξοπλισμού μεταγωγής
 - Τη διασύνδεση με άλλα δίκτυα
 - Τη διαχείριση δικτύου
- Η σχεδίαση πρέπει να περιλαμβάνει μια χρυσή τομή μεταξύ απόδοσης (ποιότητας υπηρεσιών) και κόστους



ΓΕΝΙΚΑ-2

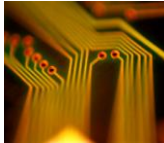
- Τα δίκτυα πρόσβασης είναι πολυάριθμα και χρησιμοποιούν καλώδια με όσο το δυνατόν μικρότερη διάμετρο (μεγαλύτερη εξασθένιση)
- Τα κυκλώματα μεγάλων αποστάσεων και σύνδεσης παρουσιάζουν χαμηλή εξασθένιση με χρήση ενισχυτών ή βαρύτερων αγωγών αντίστοιχα
- Ο συνολικός βαθμός εξυπηρέτησης μιας σύνδεσης είναι το άθροισμα των βαθμών εξυπηρέτησης των τμημάτων που την αποτελούν
- Η χρήση πολλών κυκλωμάτων όπου αυτά είναι φθηνά και λίγων όπου αυτά είναι ακριβά αυξάνει την απόδοση και το κέρδος
- Ένα εθνικό δίκτυο απαιτεί ένα σύνολο προτύπων τα οποία να είναι συμβατά μεταξύ τους, με τη γενική στρατηγική του τηλεπικοινωνιακού οργανισμού και με τους διεθνείς στόχους (ITU)



ΨΗΦΙΑΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ-1

- **Ψηφιακό δίκτυο ολοκληρωμένων υπηρεσιών:** Παρέχει ποικιλία τηλευπηρεσιών και κομιστικών υπηρεσιών πάνω από ένα κοινό δίκτυο μέσω του τοπικού κέντρου και της γραμμής του συνδρομητή
- Οι υπηρεσίες που διατίθενται από ένα ISDN είναι:
 - Παλαιές υπηρεσίες του PSTN (τηλεφωνία) μερικές από τις οποίες επωφελούνται από το ISDN (τηλεμοιοτυπία) και
 - Υπηρεσίες που δεν μπορούν να διατεθούν από ένα απλό PSTN (ταχύτερη μετάδοση δεδομένων και η εικονοδιάσκεψη)
- Υπάρχουν δύο μορφές πρόσβασης σε ένα ISDN:
 - Πρόσβαση βασικού ρυθμού (CCITT I.420): Η γραμμή του πελάτη μεταφέρει δύο κανάλια 'B' των 64 kbit/s και ένα κανάλι 'D' των 16 kbit/s (κοινό κανάλι σηματοδότησης) σε κάθε κατεύθυνση
 - Πρόσβαση πρωτεύοντος ρυθμού (CCITT I. 421): Παρέχονται δύο γραμμές για να μεταφέρουν ένα πλήρες πλαίσιο PCM προς κάθε κατεύθυνση, 30 κανάλια 'B' και ένα κανάλι 'D' (στη χρονοθυρίδα 16) των 64 kbit/s για PCM των 2Mbit/s





ΨΗΦΙΑΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ-2

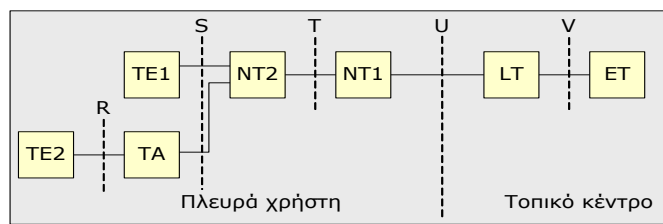
- Η πρόσβαση βασικού ρυθμού απαιτεί ένα ρυθμό bit των $2 \times 64 + 16 = 144$ kbit/s και τελικά 160 kbit/s περίπου με προσθήκη πάγιας πληροφορίας (ευθυγράμμιση κλπ)
- Στην πρόσβαση πρωτεύοντος ρυθμού παρέχονται κανάλια με μεγαλύτερους ψηφιακούς ρυθμούς όπως το H0 στα 384 kbit/s και το H12 στα 1920 kbit/s
- Το H12 χρησιμοποιείται είτε ως ξεχωριστό κανάλι, είτε για να μεταφέρει πολυπλεγμένα κανάλια H0
- Για την μεταγωγή των H0 και H12 σε ένα ψηφιακό κέντρο απαιτούνται συνδέσεις με χρήση $n=6, 32$ χρονοθυρίδων αντίστοιχα

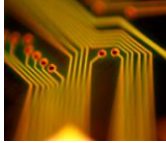


ΨΗΦΙΑΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ-3

Οι πρότυπες διεπαφές χρήστη και δικτύου

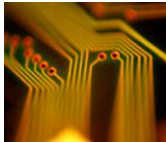
- **Ο τερματισμός του κέντρου ET:** Συνδέει το δίκτυο πρόσβασης με το δίκτυο κορμού στο τοπικό κέντρο
- **Ο τερματισμός γραμμής LT:** Βρίσκεται επίσης στο τοπικό κέντρο και παρέχει την κατάλληλη μορφή σήματος για τη γραμμή του πελάτη (για πρόσβαση βασικού ρυθμού ή πρωτεύοντος ρυθμού)





ΨΗΦΙΑΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ-4

- **Ο τερματισμός δικτύου NT1:** Τερματίζει τη γραμμή πρόσβασης στο άκρο του πελάτη
- **Ο τερματισμός δικτύου NT2:** Δίνει τη δυνατότητα να εκτελούνται οι λειτουργίες μεταγωγής
- **Εξοπλισμός τερματικού TE1:** Παρέχει λειτουργία για το χειρισμό των πρωτοκόλλων των στρωμάτων 1, 2 και 3 σε τερματικά που είναι σύμφωνα με την CCITT
- **Εξοπλισμός τερματικού TE2:** Παρέχει λειτουργίες που αντιστοιχούν στις δυνατότητες των υπάρχοντων εξοπλισμών που δεν συμμορφώνονται με την CCITT



ΨΗΦΙΑΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ-5

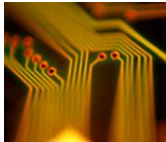
- **Προσαρμογέας τερματικού TA:** Μετατρέπει τα πρωτόκολλα των στρωμάτων 1, 2 και 3 ενός TE2 σε εκείνα ενός TE1, ώστε να μπορεί ο εξοπλισμός του TE2 να λειτουργεί στο ISDN
- Η CCITT έχει επίσης καθορίσει τα σημεία αναφοράς R, S, T, U και V στις διεπαφές μεταξύ των λειτουργικών μονάδων (φυσικές ή ιδεατές διεπαφές (NT1 και NT2))
- Η NT1 στην περιοχή του πελάτη και η LT στο κέντρο είναι αρμόδιες για:
 - Την ψηφιακή μετάδοση μέσω της γραμμής πρόσβασης και
 - Την παροχή λειτουργιών συντήρησης γραμμής





ΨΗΦΙΑΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ-6

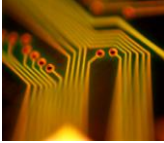
- Στον βασικό ρυθμό, ο ψηφιακός ρυθμός στη διεπαφή T γίνεται 192 kbit/s με την προσθήκη γενικής πληροφορίας (overheads) και ενός καναλιού 'ηχούς' (E) των 16 kbit/s
- Η διεπαφή αυτή παρέχει μία αρτηρία για την απευθείας σύνδεση έως και οκτώ τερματικών
- Σε ένα ISDN, τα συστήματα μεταγωγής πρέπει να είναι ικανά να:
 - Εγκαθιστούν και να διακόπτουν συνδέσεις πολύ γρήγορα
 - Εξασφαλίζουν τη μεταγωγή κυκλώματος και τη μεταγωγή πακέτου
 - Παρέχουν συνδέσεις σημείο-προς-σημείο, πολυσημιακές και ευρυεκπομπής
 - Αντεπεξέρχονται σε ένα εύρος ρυθμών δεδομένων, στα μεγέθη των μηνυμάτων και στους χρόνους κράτησης



ΨΗΦΙΑΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ-8

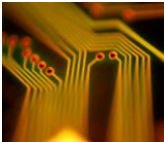
- Απαιτείται ψηφιακή μεταγωγή καναλιών των 64 kbit/s (και $n \times 64$ kbit/s), έλεγχο με αποθηκευμένα προγράμματα και σηματοδότηση με κοινό κανάλι
- **Πολυμεσικό τερματικό:** Συσκευή για την συγχώνευση της μετάδοσης, επεξεργασίας και αποθήκευσης φωνής, fax, δεδομένων και video
- Το υπάρχον ISDN ονομάζεται **ISDN στενής ζώνης (N-ISDN)**
- **Ευρυζωνικό ISDN (B-ISDN):** Χρήση καλωδίων οπτικών ινών για τη σύνδεση των πελατών
- Το B-ISDN σχεδιάστηκε για να παρέχει ευρυζωνικές υπηρεσίες όπως μετάδοση έγχρωμων γραφικών και τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας





ΕΥΦΥΗ ΔΙΚΤΥΑ-1

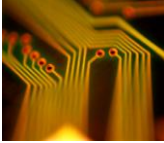
- Η εισαγωγή νέων υπηρεσιών απαιτεί χρονοβόρες και δαπανηρές ενέργειες:
 - σχεδιασμό νέου υλισμικού και τροποποιήσεις σε όλα τα κέντρα (εποχή των ηλεκτρομηχανικών συστημάτων μεταγωγής)
 - σημαντικές τροποποιήσεις στα προγράμματα επεξεργασίας κλήσεων (εισαγωγή του SPC)
- **Λύση:** Διαχωρισμός του λογισμικού το οποίο ελέγχει βασικές λειτουργίες, όπως η εγκατάσταση και η επίβλεψη συνδέσεων, από το λογισμικό το οποίο απαιτείται για πιο πολύπλοκες υπηρεσίες
- **Σημείο ελέγχου υπηρεσιών (SCP):** Κεντρικός επεξεργαστής που ελέγχει πιο πολύπλοκες υπηρεσίες
- Το SCP είναι απομακρυσμένο από το κέντρο που εγκαθιστά τη σύνδεση
- **Ευφύες δίκτυο (IN):** Ένα δίκτυο τηλεπικοινωνιών που έχει αναβαθμιστεί κατ' αυτό τον τρόπο



ΕΥΦΥΗ ΔΙΚΤΥΑ-2

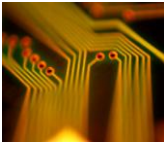
- **Σημείο μεταγωγής υπηρεσιών (SSP):** Κέντρο, το οποίο πραγματοποιεί την απαιτούμενη σύνδεση
- Το SSP επικοινωνεί με το SCP που το ελέγχει μέσω ενός δικτύου σηματοδοσίας με κοινό κανάλι
- Το SSP μπορεί να βρίσκεται σε οποιοδήποτε επίπεδο της ιεραρχίας του δικτύου (π.χ. σε ένα τοπικό κέντρο, σε ένα ζευκτικό κέντρο ή σε ένα κέντρο ενός ειδικού επικαλυπτόμενου δικτύου)
- Το λογισμικό του SSP είναι τροποποιημένο κατά τρόπο ώστε ένας αριθμός γεγονότων να μπορεί να το ενεργοποιήσει για να αναστείλει την κανονική διαδικασία κλήσεων και να ζητήσει την παρέμβαση του SCP





ΕΥΦΥΗ ΔΙΚΤΥΑ-3

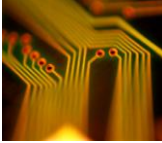
- Το λογισμικό του SCP οργανώνεται σε τρία επίπεδα:
 - **Λογισμικό κόμβου:** Περιέχει τα συνηθισμένα βοηθήματα, όπως σηματοδότηση, πρόσβαση στις βάσεις δεδομένων, παρακολούθηση συναλλαγής και αναφορά συναγερού
 - **Λογικά προγράμματα υπηρεσιών (SLP):** Προγράμματα, τα οποία ελέγχουν τις διάφορες υπηρεσίες
 - **Το περιβάλλον λογικής εκτέλεσης υπηρεσιών (SLEE):** Περιβάλλον εκτέλεσης προγραμμάτων που φιλοξενεί τα διάφορα SLPs και συνεργάζεται με το βασικό έλεγχο κλήσης και τις λειτουργίες μεταγωγής του SSP
- **Ευφυή περιφερειακά (IP):** Παρέχουν εξειδικευμένες λειτουργίες που απαιτούνται για τις υπηρεσίες IN όπως είναι οι μονάδες συλλογής ψηφίων και τα συστήματα οδήγησης φωνής
- Τα IP σχετίζονται με τα SSP, αλλά μπορούν να ελεγχθούν από το SCP με σηματοδότηση κοινού καναλιού



ΕΥΦΥΗ ΔΙΚΤΥΑ-4

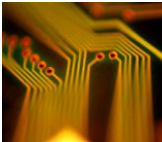
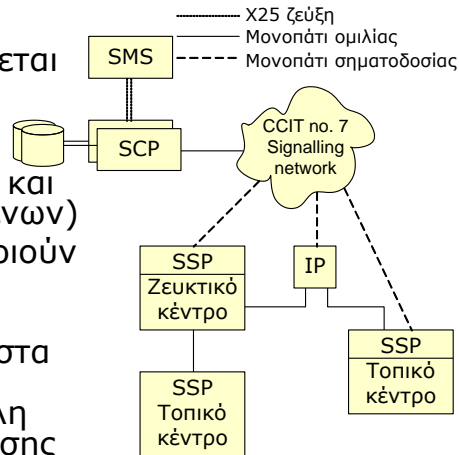
- Το δίκτυο σηματοδότησης με κοινό κανάλι αποτελεί το μέσο για την ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ του SCP και των SSPs και IPs
- Η σηματοδότηση είναι μη συσχετιζόμενη, επειδή συνήθως το SSP αλληλεπιδρά με το SCP πριν επιλεγεί ο δρόμος για μία κλήση. Έτσι, μηνύματα μεταξύ του SSP και του SSC διασχίζουν σημεία μεταφοράς σήματος.
- Το βασικό σύστημα σηματοδότησης με κοινό κανάλι no.7 της CCITT τροποποιήθηκε με προσθήκη:
 - **ικανοτήτων συναλλαγής (TC):** μία δομή μηνύματος σχεδιασμένη ειδικά για τα μηνύματα ερωτήσεων και απαντήσεων που χρησιμοποιούνται για IN συναλλαγές
 - **του τμήματος ελέγχου σύνδεσης σηματοδότησης (SCCP):** παρέχει πληροφορίες για τη δρομολόγηση αυτών των μηνυμάτων





ΕΥΦΥΗ ΔΙΚΤΥΑ-5

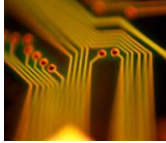
- **Σύστημα διαχείρισης υπηρεσιών (SMS):** Συνδέεται σε όλα τα SCPs μέσω των συνδέσεων δεδομένων και διαχειρίζεται την προσθήκη νέων πελατών (ενημέρωση και επαναφόρτωση των δεδομένων)
- Τα ευφυή δίκτυα χρησιμοποιούν κεντροκοποιημένη δομή
- Η μεγάλη ανάπτυξη των υπηρεσιών που βασίζονται στα IN, ίσως οδηγήσει σε αποκέντρωση, με παράλληλη μείωση των χρόνων απόκρισης και του φορτίου του δικτύου σηματοδότησης κοινού καναλιού



ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΓΕΝΙΚΑ

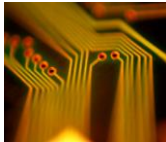
- **Πρόσβαση:** Το τμήμα του δικτύου που διασυνδέει την πλευρά του τελικού χρήστη (σπίτι ή επιχείρηση) με το δίκτυο κορμού του τηλεπικοινωνιακού παρόχου
- **Τεχνολογίες πρόσβασης:** Τεχνολογίες που υλοποιούν τη διασύνδεση του πελάτη με τον κορμό
- **Πρόβλημα πρόσβασης στο πρώτο μίλι:**
 - Κενό διασύνδεσης μεταξύ χρήστη και κορμού
 - Έλλειψη οικονομικά προσιτών τεχνολογιών σύμφωνων με τις δυνατότητες που παρέχουν οι τεχνολογίες κορμού
- **Ενσύρματες τεχνολογίες πρόσβασης:** Το υλικό της καλωδιακής υποδομής καθορίζει το εύρος ζώνης που φτάνει στο χρήστη (ομοαξονικό ή χάλκινο ~Mbps, ίνα ~Gbps)
- **Ασύρματες τεχνολογίες πρόσβασης:** Η σύνδεση γίνεται με ακτινοβολία σε συχνότητες RF ενώ οι ταχύτητες πρόσβασης ποικίλουν με την τεχνολογία





ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ-1

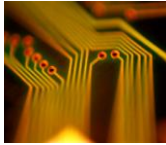
- Η ανάγκη για δικτυακή κάλυψη στο κομμάτι της πρόσβασης προκύπτει από τους εξής παράγοντες:
 - Το πρόβλημα πρόσβασης στο πρώτο μίλι οδηγούσε σε φαινόμενα συμφόρησης του δικτύου
 - Απαιτήση του τελικού χρήστη για παροχή εύρους ζώνης με δυναμικό τρόπο
 - Πρόσβαση σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου με συγκεκριμένη ποιότητα υπηρεσιών
- Για την επιβίωση μιας νέας τεχνολογίας πρόσβασης απαιτούνται:
 - Συμβατότητα με την υπάρχουσα υποδομή
 - Μικρές αλλαγές σε επίπεδο εγκαταστάσεων
 - Γρήγορη και εύκολη υλοποίηση
 - Μικρό κόστος ειδικού εξοπλισμού



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ-2

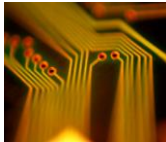
- Η τεχνολογίες πρόσβασης ταξινομούνται ανάλογα με το μέσο που χρησιμοποιούν ως εξής:
 - Πρόσβαση μέσω τηλεφωνικού δικτύου (PSTN ή ISDN)
 - Τεχνολογίες πρόσβασης συνεστραμμένων καλωδίων (xDSL)
 - Τεχνολογίες πρόσβασης οπτικών ινών που μπορεί να είναι και σε συνδυασμό με ομοαξονικό καλώδιο (χρησιμοποιήθηκε αρχικά για μετάδοση τηλεοπτικού σήματος HFC, CATV)
 - Ασύρματες τεχνολογίες πρόσβασης
 - Δορυφορικά συστήματα με υψηλές ταχύτητες VSAT
 - Κυψελωτά συστήματα για τους συχνά μετακινούμενους χρήστες
 - Τεχνολογίες πρόσβασης με χρήση γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος οι οποίες χρησιμοποιούνται κυρίως σε αυτοματισμούς σπιτιού, για τη μεταφορά δεδομένων σε επίπεδο κτηρίου αλλά και όχι μόνο (CoPL)



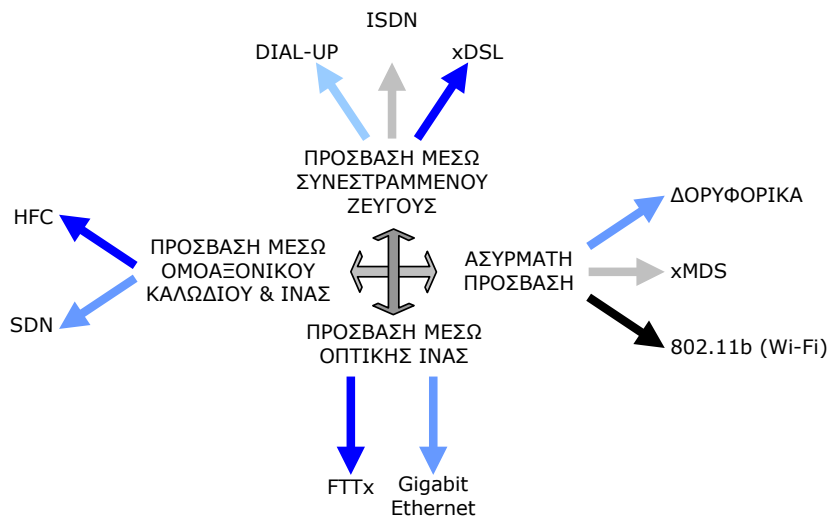


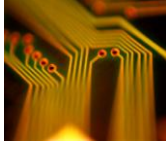
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ-3

- Η πρόοδος στις τεχνολογίες πρόσβασης οφείλεται:
 - Στην αλματώδη αύξηση των χρηστών που ζητούν πρόσβαση από το σπίτι
 - Στην αύξηση του ποσοστού χρήσης των τηλεφωνικών γραμμών για μεταφορά δεδομένων
 - Στην απαίτηση των χρηστών για αυξημένης ταχύτητας συνδέσεις
 - Ανάπτυξη εφαρμογών πολυμέσων
 - Εμφάνιση κατηγορίας χρηστών με συχνές μετακινήσεις
 - Ανάπτυξη επιχειρήσεων που ξεφεύγουν από τα όρια ενός κτηρίου
 - Ανάπτυξη διαδικτύου



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ-4





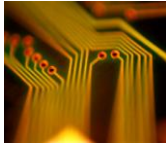
ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΜΕΣΩ ΑΠΛΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ-1

- Αποτελούσε μέχρι πρόσφατα τον πιο διαδεδομένο τρόπο λόγω:
 - Χαμηλότερου κόστους συγκριτικά με τις ανταγωνιστικές τεχνολογίες
 - Μικρής διείσδυσης του διαδικτύου στην Ελληνική αγορά
- Ο εξοπλισμός που πρέπει να έχει ο τελικός χρήστης είναι μια απλή τηλεφωνική γραμμή και έναν διαποδιαμορφωτή (modem)
- **Διαποδιαμορφωτής:** Συσκευή που μετατρέπει τα ψηφιακά σήματα του υπολογιστή σε αναλογικά σήματα κατάλληλα για να μεταδοθούν μέσω καλωδίου
- Το φάσμα των συχνοτήτων που χρησιμοποιείται περιορίζεται στη ζώνη των ακουστικών συχνοτήτων (300-3400kHz)
- Η ITU-T παρέχει τις τυποποιήσεις για τις διάφορες κατηγορίες των modem



ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΜΕΣΩ ΑΠΛΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ-2

- Οι κατηγορίες ποικίλλουν ανάλογα με το μέγιστο ρυθμό, την διαμόρφωση, τον τρόπο επικοινωνίας (σύγχρονο ή ασύγχρονο) και τον τύπο γραμμής
- **Σύσταση V90:** Αναφέρεται στα modem των 56kbps
- **Ασύμμετρη επικοινωνία:** Μέθοδος κατά την οποία η ταχύτητα εκπομπής δεδομένων από το χρήστη είναι διαφορετική από την ταχύτητα λήψης
- Στην πρόσβαση ISDN γίνεται χρήση ενός διαποδιαμορφωτή ο οποίος παρέχει δύο κανάλια επικοινωνίας των 64kbps έκαστο
- Το ISDN υπερτερεί της τηλεφωνικής γραμμής λόγω:
 - Μεγαλύτερης ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων
 - Πιο αξιόπιστων συνδέσεων
 - Πιο ποιοτικής επικοινωνίας
 - Δυνατότητας για ταυτόχρονη μετάδοση φωνής και δεδομένων
 - Συγκρίσιμου κόστους με αυτό των τηλεφωνικών γραμμών



ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΜΕΣΩ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΟΥ ΒΡΟΧΟΥ-1

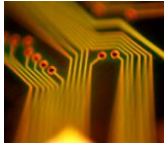
- Η τεχνολογία αυτή είναι η ISDN-BRI η οποία διαθέτει 2 κανάλια των 64kbps και ένα των 16kbps
- Χρησιμοποιεί τα ήδη εγκατεστημένα χάλκινα καλώδια
- Επιτυγχάνονται μόνιμες δισημειακές συνδέσεις με μεγάλο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων
- Η μέθοδος επικοινωνίας είναι κυρίως ασύμμετρη
- Δεν απαιτεί ενισχυτές ή αναμεταδότες κατά μήκος της διαδρομής
- Υποστηρίζει τα πρότυπα T1 (1.544Mbps) και E1 (2.048Mbps)



ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΜΕΣΩ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΟΥ ΒΡΟΧΟΥ-2

- Υποστηρίζει τη μετάδοση φωνής ταυτόχρονα με τη μετάδοση των δεδομένων πάνω από την ίδια τηλεφωνική γραμμή
- Χρησιμοποιεί μια συσκευή τερματισμού σε κάθε άκρο της σύνδεσης ανάλογη με το διαποδιαμορφωτή
- Το διαθέσιμο εύρος ζώνης συχνοτήτων χωρίζεται σε τρία κανάλια (μετάδοση φωνής, upstream και downstream)
- Με χρήση συγκεκριμένων διαμορφώσεων επιτυγχάνονται υψηλές ταχύτητες μετάδοσης προς τη μια ή και τις δύο κατευθύνσεις





ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΜΕΣΩ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΟΥ ΒΡΟΧΟΥ-3

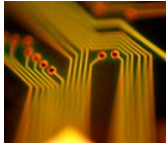
Τεχνολογία	Ζεύγη	Ταχύτητα	Μέγιστη Απόσταση	Εφαρμογές
ADSL/R-ADSL	1	8Mbps λήψη 1.5Mbps εκπομπή	3Km	Διαδίκτυο/Πρόσβαση στο ενδοδίκτυο μιας επιχείρησης, Video on Demand, Απομακρυσμένη πρόσβαση σε LAN, VPN, VoIP
		1.5Mbps λήψη 0.6Mbps εκπομπή	5.4Km	
ADSL Lite	1	1Mbps λήψη 384Mbps εκπομπή	6.6-7.5Km	Διαδίκτυο/Πρόσβαση στο ενδοδίκτυο μιας επιχείρησης, Video on Demand, VPN, IP τηλεφωνία
HDSL	2	1Mbps full duplex (T1)	3.5-4.5Km	Διασύνδεση τοπικών δικτύων, Αντικατάσταση γραμμών T1/E1
	3	2Mbps full duplex (E1)		
SDSL	1	1Mbps (T1) και 2Mbps (E1) full duplex	3Km	Διασύνδεση τοπικών δικτύων, Αντικατάσταση γραμμών T1/E1
VDSL	1	13-52Mbps λήψη 1.5-2.3Mbps εκπ.	0.3-1.4Km	Πολυμεσικές εφαρμογές, Εφαρμογές Διαδικτύου, εφαρμογές HDTV

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών



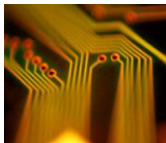
ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΜΕΣΩ ΟΠΤΙΚΗΣ ΙΝΑΣ-1

- **HFC τεχνολογία:** Γίνεται χρήση ινών μέχρι κάποιο σημείο διανομής και κατόπιν χρήση της ομοαξονικής καλωδίωσης (δίαυλος) για τη σύνδεση των χρηστών
- **Πλεονεκτήματα της HFC:**
 - Αύξηση της ακτίνας κάλυψης από τον κεντρικό κόμβο ~100km
 - Καλύτερη ποιότητα εκπεμπόμενου σήματος
 - Δεν απαιτούνται διαδοχικές ενισχύσεις
 - Αύξηση εύρους ζώνης
- **Μειονεκτήματα της HFC:** Η χρήση της τεχνολογίας διαύλου στο σημείο διασύνδεσης των συνδρομητών
- **Τεχνολογία FTTx:** Μετεξέλιξη του HFC όπου το 'x' καθορίζει τον αριθμό των χρηστών που μοιράζονται το τελευταίο τμήμα της καλωδίωσης
 - FTTC (Fiber-to-the-Curb), FTTS (Fiber-to-the-Street) και FTTN (Fiber-to-the-Neighborhood)



ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΜΕΣΩ ΟΠΤΙΚΗΣ ΙΝΑΣ-2

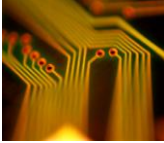
- Η οπτική τερματική συσκευή υπάρχει σε κάποιο σημείο διανομής του δικτύου διασυνδέοντας τους συνδρομητές στο επίπεδο:
 - Του οικοδομικού τετραγώνου (Fiber-to-the-Building FTTB)
 - Του κτιρίου (Fiber-to-the-Office FTTO)
 - Του σπιτιού (Fiber-to-the-Home FTTH)
- Η σύνδεση των συνδρομητών με την οπτική τερματική συσκευή μπορεί να είναι μέσω:
 - Οπτικής ίνας (μονότροπη ή πολύτροπη)
 - Ομοαξονικού τηλεοπτικού καλωδίου
 - Του απλού τηλεφωνικού χάλκινου ζεύγους καλωδίων (με χρήση xDSL)
 - Της νέας τεχνολογίας Gigabit Ethernet και χρήσης Category 5 (7) UTP καλωδίων



ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΜΕΣΩ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

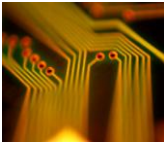
- **Επικοινωνία πάνω από ενεργειακά δίκτυα:**
Δημιουργία τηλεπικοινωνιακής υποδομής για τη μεταφορά δεδομένων και φωνής χρησιμοποιώντας τη δομή του ηλεκτρικού δικτύου (π.χ. ΔΕΗ)
- Εφαρμογές της τεχνολογίας αυτής είναι:
 - Αυτοματισμός οικιακών συσκευών (απομακρυσμένος έλεγχος)
 - Τοπικά δίκτυα διασύνδεσης υπολογιστών και περιφερειακών σε ένα σπίτι ή σε μια μικρή επιχείρηση
 - Σύνδεση με το διαδίκτυο
- **Μειονεκτήματα:** Υψηλό κόστος και προβλήματα ασφάλειας (υποκλοπές)





ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΜΕΣΩ ΚΑΛΩΔΙΑΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

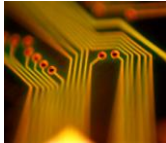
- Βασίζεται στην ομοαξονική καλωδίωση
- Αρχικά χρησιμοποιήθηκε για την καλωδιακή τηλεόραση (CATV)
- Δημιουργήθηκε με τη λογική μονόδρομης επικοινωνίας
- Η αναβάθμιση και η απόκτηση δικτυακής φύσης απαιτεί επίλυση τεχνικών προβλημάτων



ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ

- Πρόσβαση μέσω Ασύρματων Δικτύων
- Πρόσβαση μέσω Δορυφορικών Δικτύων
- Πρόσβαση μέσω τεχνολογιών xMDS
- δίνουν τη δυνατότητα πρόσβασης σε όλες τις υπηρεσίες και σε όλο τον όγκο πληροφορίας ανεξαρτήτως τόπου και χρόνου





ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΜΕΣΩ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ 802.11-1

- Δίνει λύσεις στις περιπτώσεις όπου η ενσύρματη υποδομή είναι ασύμφορο να υλοποιηθεί
- Ευελιξία
- Αξιόπιστη μετάδοση με αρκετά μεγάλη εμβέλεια
- Συμβατότητα με τα δημοφιλή πρωτόκολλα (π.χ. Ethernet και ATM)
- Συγκρίσιμο κόστος με αυτό των ενσύρματων λύσεων
- Λειτουργεί κυρίως στη συχνότητα 2.4GHz με δύο ΤΕΧΝΙΚΕΣ:
 - Frequency Hopping Spread Spectrum – FHSS
 - Direct Sequence Spread Spectrum - DSSS



ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΜΕΣΩ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ 802.11-2

- **FHSS:**
 - Κάθε σταθμός εκπέμπει σε κάποια συχνότητα με εύρος ζώνης 1MHz για χρονικό διάστημα 1/10 του sec και στη συνέχεια μεταβαίνει σε διαφορετική συχνότητα
 - Υπάρχουν συνολικά 26 ακολουθίες αλλαγής συχνοτήτων
 - Παρέχει ανθεκτικότητα, επεκτασιμότητα και μεγάλο εύρος ζώνης
- **DSSS:**
 - Το μήνυμα που εκπέμπεται είναι κωδικοποιημένο και διεσπαρμένο σε μεγάλο εύρος συχνοτήτων
 - Ο παραλήπτης γνωρίζει την κωδικοποίηση και μπορεί να αποκωδικοποιήσει το μήνυμα
 - Παρέχει μικρότερη ανθεκτικότητα, επεκτασιμότητα και εύρος ζώνης σε σχέση με την FHSS
 - Έχει εγκαταλειφθεί και αντικατασταθεί από την FHSS





ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΜΕΣΩ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ 802.11-3

- **Κυψέλη:** Η περιοχή που καλύπτει ένα ασύρματο δίκτυο 802.11 (200-1000m)
- **Σημείο πρόσβασης (Access Point – AP):**
 - Συσκευή που συντονίζει όλες τις επικοινωνίες μέσα σε μια κυψέλη
 - Συνδέει την κυψέλη με άλλες κυψέλες καθώς και με ενσύρματα δίκτυα
- Ο μέγιστος αριθμός χρηστών που μπορεί να υποστηρίξει μια κυψέλη είναι 15-50
- Οι ρυθμοί μετάδοσης που υποστηρίζει είναι 1Mbps και 2Mbps
- Το φυσικό μέσο υποστηρίζει FHSS, DSSS ή υπέρυθρες



ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΜΕΣΩ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ-1

- Βασίζονται στη χρήση δορυφόρων για την επίτευξη της επικοινωνίας
- Χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο για τη μεταφορά σημαντικού όγκου φωνής και δεδομένων
- Παρέχουν υπηρεσίες επεξεργασίας πληροφορίας και εύρεσης θέσης και πλοήγησης
- Επιτρέπουν την επικοινωνία σε διασκορπισμένα γεωγραφικά σημεία (κάλυψη μεγάλης γήινης επιφάνειας)
- Ένα τυπικό κινητό τηλεπικοινωνιακό σύστημα αποτελείται από:
 - Ένα δορυφόρο
 - Ένα επίγειο σταθμό βάσης
 - Διάφορους κινητούς σταθμούς (αεροσκάφη, πλεούμενα, χερσαία οχήματα και κινητές τερματικές συσκευές)





ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΜΕΣΩ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ-2

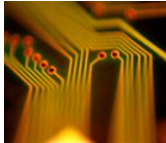
- Το κανάλι επικοινωνίας από τους κινητούς σταθμούς προς το δορυφόρο ονομάζεται uplink (λειτουργεί συνήθως στα 1.6 GHz)
- Το κανάλι επικοινωνίας από το δορυφόρο προς τους κινητούς σταθμούς ονομάζεται downlink (λειτουργεί συνήθως στα 1.5 GHz)
- Το κανάλι επικοινωνίας με τον επίγειο σταθμό βάσης ονομάζεται feeder link και λειτουργεί στα 6/4 GHz ή στα 14/12 GHz
- Όσο μεγαλύτερη είναι η ισχύς του σήματος που εκπέμπει ο δορυφόρος τόσο μικρότερο είναι το απαιτούμενο μέγεθος της κεραίας λήψης



ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΜΕΣΩ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ-3

- **VSAT:**
 - Δορυφορικοί επίγειοι σταθμοί με μικρού μεγέθους κεραίες (εύκολοι στη μεταφορά)
 - Λειτουργούν είτε σαν πομποί είτε σαν δέκτες
 - Η διάμετρος της κεραίας τους ποικίλει από 0.6 έως 2.4m
 - Λειτουργούν σε συχνότητες 3-7 GHz (C band) και 10-15GHz (Ku band)
 - Υποστηρίζουν ζεύξεις με ρυθμούς δεδομένων 9.6 kbps έως 2M bps με κυριότερη εφαρμογή στα 64 kbps
 - Το κόστος τους είναι ανάλογο των δυνατοτήτων τους
 - Εκμεταλλεύονται όλα τα πλεονεκτήματα των δορυφορικών επικοινωνιών (αξιοπιστία, ευελιξία, επεκτασιμότητα, ανεξαρτησία κόστους από την απόσταση, υψηλή διαθεσιμότητα κ.α.)





ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΜΕΣΩ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ-4

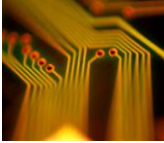
- Οι τοπολογίες των δικτύων VSAT χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:
 - Δίκτυα Single Channel per Carrier – SCPC ζεύξεων
 - Δίκτυα αστέρα
- Τα δίκτυα SCPC ζεύξεων παρέχουν απευθείας δορυφορική σύνδεση μεταξύ δύο σημείων με αμελητέα προβλήματα καθυστέρησης (μετάδοση φωνής και video)
- Τα δίκτυα SCPC ζεύξεων χωρίζονται σε:
 - Δίκτυα σημείου προς σημείο
 - Δίκτυα σημείου προς πολλαπλά σημεία
 - Δίκτυα πλέγματος
- Τα δίκτυα αστέρα αποτελούνται από ένα κεντρικό σταθμό (HUB) και από σταθμούς VSAT και είναι είτε μονόδρομα είτε αμφίδρομα



ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΜΕΣΩ xMDS-1

- Κύριο χαρακτηριστικό της είναι η ασύρματη πρόσβαση στο δίκτυο και συνάμα η ασύρματη μετάδοση δεδομένων
- Τα πρότυπα που υποστηρίζονται είναι:
 - Multichannel Multipoint Distribution System (MMDS)
 - Local Multipoint Distribution System (LMDS)
- **MMDS:**
 - Λειτουργεί στην συχνότητα των 2.4GHz
 - Υποστηρίζει υπηρεσίες φωνής και δεδομένων
 - Μπορούν να εκπέμπουν ταυτόχρονα 33 κανάλια με ταχύτητες στα 10Mbps
 - Με κατάλληλες τεχνικές συμπίεσης ο αριθμός των καναλιών αυξάνεται στα 150
 - Εμβέλεια της τάξης των 50km
 - Παρουσιάζει ανοχές σε θορύβους και καιρικά φαινόμενα
 - Ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι μια απλή κεραία στην οροφή του κτιρίου και μια συσκευή αποκωδικοποίησης





ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΜΕΣΩ xMDS-2

- **LMDS:**
 - Συχνότητες λειτουργίας: 26-32GHz
 - Αποτελείται από τον σταθμό βάσης και την κεραία του δέκτη (σε οπτική επαφή)
 - Εμβέλεια: 1-3km
 - Οι μικροκυματικές συχνότητες είναι ευαίσθητες σε περιβαλλοντικούς θορύβους
- Το LMDS όπως και το MMDS κατά την αμφίπλευρη επικοινωνία συνήθως χρησιμοποιούν ασύρματη πρόσβαση για τη μεταφορά της πληροφορίας και ενσύρματη πρόσβαση για αιτήσεις εκπομπής/επανεκπομπής
- Οι τεχνολογίες LMDS και MMDS δεν:
 - Χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που απαιτείται υψηλή ταχύτητα μετάδοσης και προς τις δύο κατευθύνσεις
 - Ενδείκνυνται για πρόσβαση λόγω του υψηλού κόστους παροχής τους

Τέλος

Μεταγωγή Πακέτου σε Δημόσια
Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα (ATM, MPLS)

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Βαρουτάς Δημήτρης, Σφηκόπουλος Θωμάς. «Τηλεπικοινωνιακά Ψηφιακά Δίκτυα. Μεταγωγή Πακέτου σε Δημόσια Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα (ATM, MPLS)». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/DI122/>.



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

