

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

ΘΕΜΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ :

ΔΙΚΤΥΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ Η ΣΧΕΣΗ ΤΟΥΣ  
ΜΕ ΤΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ

Ομάδα :

Κάκκου Ιωάννα

Καγιάννη Υπαπαντή

Καθηγήτρια:  
Μυλωνά Έλπη



Ημερομηνία παράδοσης : 8 / 06 / 2005

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ	6860
----------------------	------

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1.1. Δίκτυα επικοινωνιών

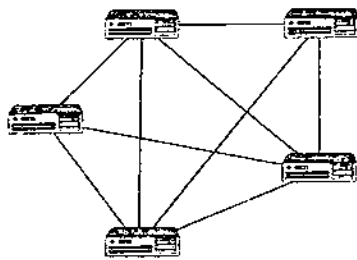
Τα τηλεφωνικά δίκτυα είναι κατανομημένα συστήματα υλικού (hardware) και λογισμικού (software) που επιτρέπουν στους χρήστες να ανταλλάσσουν τηλεπικοινωνιακά δίκτυα, θα φτάσουμε σ' ένα ακριβότερο ορισμό των τηλεπικοινωνιακών δικτύων.

Το τηλεφωνικό δίκτυο είναι το πιο γνωστό και εκτεταμένο δίκτυο. Έχει σχεδιαστεί για να μεταδίδει φωνές. Δίκτυα υπολογιστών χρησιμοποιούνται από οργανισμούς σε περιβάλλον γραφείου για να συνδέονται προσωπικοί υπολογιστές, ώστε να μοιράζονται προγράμματα και δεδομένα, να μπορούν να συνδέονται με εκτυπωτές και, πιθανώς, με άλλα περιφερειακά. Επίσης, δίκτυα υπολογιστών χρησιμοποιούνται σε εργασιακό περιβάλλον ώστε να συνδέονται εργαλειομηχανές, ρομπότ και αισθητήρες. Ορισμένα δίκτυα υπολογιστών καλύπτουν τις Η.Π.Α. και συνδέονται με δίκτυα, στην Ευρώπη και την Ιαπωνία. Αν και όλα αυτά είναι τηλεπικοινωνιακά δίκτυα, διαφέρουν σημαντικά στο είδος πληροφορίας που μεταδίδουν και στον τρόπο που χρησιμοποιούνται.

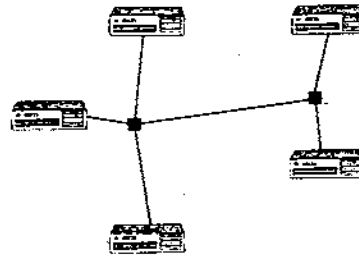
Παρ' όλα αυτά λειτουργούν βασισμένα σε παρόμοιες αρχές. Κάθε περιγραφόμενο σύστημα είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να ανταλλάσσεται πληροφορία (η οποία μπορεί να είναι φωνή, ήχος, γραφικά, κινούμενη εικόνα ή δεδομένα) ανάμεσα στους χρήστες. Συνήθως οι χρήστες είναι φυσικά πρόσωπα αλλά μπορούν να είναι και προγράμματα υπολογιστών, η συσκευή.

Η πληροφορία, πριν να μεταδοθεί, μετατρέπεται σε bits (1, ή 0). Μετά, τα bits στέλνονται σε ένα δέκτη ως ηλεκτρικά ή οπτικά σήματα. Τελικά η πληροφορία ανασυντίθεται από τα bits που έχουν ληφθεί. Αυτή η μέθοδος μετάδοσης, λέγεται ψηφιακή μετάδοση, και μειώνει τα λάθη μετάδοσης.

Η μετάδοση από κάποιο χρήστη Α σε έναν άλλο χρήστη Β μπορεί να λάβει χώρα μέσα από μια α) «από σημείο σε σημείο» και β) «Μοιραζόμενες ζεύξεις».



(α) Ζεύξη από σημείο σε σημείο



(β) Μοιραζόμενες ζεύξεις

**Εικόνα 1.1** Από σημείο-σε-σημείο ζεύξεις(α) έναντι μοιραζόμενων ζεύξεων (β).

Δύο λύσεις είναι δυνατές για να συνδεονται χρήστες. Στη λύση (α), κάθε ζευγάρι χρηστών συνδέεται με μια αποκλειστική ζεύξη. Αυτή η λύση δεν είναι εφικτή για μεγάλο αριθμό χρηστών. Στη λύση (β), κάποιες ζεύξεις χρησιμοποιούνται από διαφορετικά ζευγάρια χρηστών, όχι ταυτόχρονα. Με αυτή τη λύση επιτυγχάνεται σημαντική οικονομία στο μήκος ζεύξεων.

(α) «από σημείο σε σημείο» συνδέει συνεχώς το Α με το Β. Το φυσικό μέσο που υποστηρίζει την επικοινωνία μπορεί να είναι καλώδιο, χάλκινα σύρματα. Ένα δίκτυο σχεδόν ποτέ δεν υλοποιείται με εγκατάσταση μιας από σημείο σε σημείο ζεύξης ανάμεσα σε κάθε ζευγάρι χρηστών γιατί το κόστος θα ήταν απαγορευτικό και θα γινόταν σπατάλη πόρων.

(β) Ένα δίκτυο οργανώνεται έτσι ώστε σε διαφορετικές ροές πληροφορίας να μοιράζονται τις ίδιες τηλεπικοινωνίες ζεύξεις.

(Ένα από τα βασικά προβλήματα στο σχεδιασμό δικτύων είναι η εύρεση αποδοτικών τρόπων για την από κοινού χρήση τηλεπικοινωνιακών ζεύξεων).

Από αυτή την περιγραφή μπορούμε να ορίσουμε ένα τηλεπικοινωνιακό δίκτυο ως εξής:

«Ένα τηλεπικοινωνιακό δίκτυο είναι ένα σύνολο από κόμβους που είναι διασυνδεδεμένοι έτσι ώστε να επιτρέπουν την ανταλλαγή πληροφορίας».

Οι κόμβοι μπορούν να είναι τερματικοί όπως τηλεφωνικές συσκευές, υπολογιστές, εκτυπωτές, διαχειριστές αρχείων ή οθόνες για κινούμενη εικόνα. Μπορούν επίσης να είναι συσκευές επικοινωνίας, όπως τηλεφωνικά κέντρα, πύλες ή επαναλήπτες. Έτσι υπάρχουν 2 είδη κόμβων: οι τερματικοί και οι τηλεπικοινωνιακοί κόμβοι.

Οι τερματικοί κόμβοι γενούν ή καταναλώνουν την πληροφορία που μεταφέρεται μέσα από το δίκτυο. Οι τηλεπικοινωνιακοί κόμβοι μεταφέρουν την πληροφορία αλλά ούτε την γενούν ούτε την καταναλώνουν.

## **1.2. Πλεονεκτήματα Τηλεπικοινωνιακού Δικτύου**

Οι υπολογιστές και οι σταθμοί εργασίας είναι μία δραματική επίδραση στον εργασιακό χώρο. Όταν τέτοιες μηχανές οργανώνονται σε ένα δίκτυο, οι ικανότητές τους επεκτείνονται αυξάνοντας· ακόμα περισσότερο το φάσμα εφαρμογών, που είναι διαθέσιμες στους χρήστες τα δίκτυα υπολογιστών προσφέρουν άμεση μείωση του κόστους αφού επιτρέπουν σε ένα αριθμό από υπολογιστές να έχουν πρόσβαση στα ίδια, ακριβά περιφερειακά (υψηλής ποιότητας έγχρωμους εκτυπωτές για παράδειγμα).

Μελλοντικά δίκτυα επικοινωνιών θα συνδυάσουν τις δυνατότητες του τηλεφωνικού δικτύου και των δικτύων υπολογιστών κάνοντας δυνατή την ταυτόχρονη μετάδοση φωνής και δεδομένων. Αυτή η συγχώνευση θα κάνει δυνατές νέες εφαρμογές όπως το φωνητικό ταχυδρομείο.

Συστήματα αναγνώρισης φωνής και σύνδεσης φωνής θα παρέχουν κατάλληλες διεπαφές για χρήστες με προβλήματα όρασης ή ακοής.

Ο συνδυασμός τηλεφωνικών δικτύων και δικτύων υπολογιστών θα κάνει τις υπάρχουσες υπηρεσίες πιο εύχρηστες.

Η βιομηχανία ψυχαγωγίας θα μπορεί να χρησιμοποιεί δίκτυα υψηλής ταχύτητας για την διανομή προγραμμάτων ψηφιακού ήχου ή κινούμενης εικόνας. Άλλες υπηρεσίες μπορούν να προκύψουν από αυτά τα δίκτυα όπως: άμεση πρόσβαση σε ειδήσεις, βιβλιοθήκες, σε υπηρεσίες παροχής οδηγιών (ιατρικές πληροφορίες, μαγειρική, κηπουρική, κρατήσεις και μενού εστιατορίου).

Οι δυνατές εφαρμογές των μελλοντικών δικτύων εφαρμογής των μελλοντικών δικτύων επικοινωνίας είναι τόσο πολλές που θα επηρεάσουν τους περισσότερους τομείς της κοινωνίας.

## **1.3. Η εξέλιξη των Τηλεπικοινωνιακών Δικτύων**

Το τηλέφωνο αναπτύχθηκε από τον Graham Bell το 1876. Δύο εξελίξεις στα τηλεφωνικά δίκτυα: η ψηφιακή τηλεφωνική μετάδοση, μεταδίδει τα σήματα φωνής σαν σειρές από bits. Τέτοιες μεταδόσεις έχουν χαμηλά επίπεδα θορύβου. Επιπλέον, η ψηφιακή μετάδοση διευκολύνει την μεταγωγή σημάτων και την ταυτόχρονη μετάδοση πολλών σημάτων μέσα από την ίδια γραμμή.

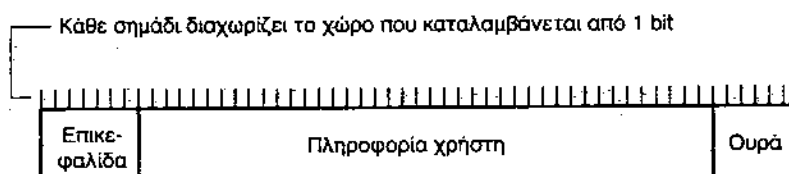
Η σηματοδότηση σε κοινό κανάλι εξυπηρετεί την μετάδοση πληροφορίας σχετιζόμενης με τον έλεγχο των συνδέσεων μεταξύ μεταγωγέων και τηλεφωνικού δικτύου.

Η ψηφιακή μετάδοση και η σηματοδότηση σε κοινό κανάλι σχηματίζουν τη βάση για τα ψηφιακά δίκτυα ολοκληρωμένων υπηρεσιών (integrates services digital networks – ISDNs) που υλοποιούνται τώρα. Η βασική σύνδεση ISDN, γνωστή ως βασική πρόσβαση, παρέχει στον συνδρομητή τρεις πλήρως αμφίδρομες (Pull – duplex) ψηφιακές συνδέσεις Modems.

Στην δεκαετία 1960, αναπτύχθηκαν modems (διαμορφωτές – αποδιαμορφωτές) που επιτρέπουν την μετάδοση bits μέσα από τηλεφωνικές γραμμές. Ο διαμορφωτής ενός modem μετατρέπεται bits σε ήχους στο φάσμα συχνοτήτων που μεταδίδεται από τις τηλεφωνικές γραμμές, και ο αποκωδικοποιητής μετατρέπει τέτοιους ήχους και πάλι σε bits.

Για να πραγματοποιηθεί μια σύνδεση μεγάλης απόστασης ανάμεσα σε ένα τερματικό και έναν υπολογιστή, πρέπει να συνδεθεί το τερματικό με ένα modem, το modem με μια τηλεφωνική γραμμή και η άλλη άκρη της γραμμής να συνδεθεί με ένα άλλο modem το οποίο είναι συνδεδεμένο με έναν υπολογιστή.

Οι υπολογιστές αρχικά συνδέονται με από σημείο σε σημείο συνδέσεις, στα μέσα της δεκαετίας του 1960. Η ανάγκη για γρήγορες συνδέσεις με αυτόματο έλεγχο λαθών οδήγησε στην ανάπτυξη ενός συνόλου διαδικασιών που ονομάζονται πρωτόκολλα ζεύξης δεδομένων γνωστά με τις συντομογραφίες SDLC, LAPA, LAPB και HDLC. Αυτές οι συνδέσεις είναι σύγχρονες μεταφέρουν πληροφορίες με την μορφή πακετών. Πακέτο είναι μια ομάδα από bits, συνήθως από μερικές εκατοντάδες ως χιλιάδες, τα οποία μεταφέρονται σε συγκεκριμένους χρόνους.



**Εικόνα 1.2 : «Τυπικό Πακέτο»**

Όταν πολλοί υπολογιστές συνδέονται από σημείο σε σημείο σε ένα δίκτυο, ο σχεδιαστής του δικτύου πρέπει να επιλύσει μερικά προβλήματα για να διασφαλίσει την αποδοτική χρήση των πόρων του δικτύου.

Δρομολόγηση, Έλεγχος ροής, Ασφάλεια, Τυποποίηση, Παρουσίαση.

Για να μελετηθούν αυτά τα ερωτήματα και να αναπτυχθούν λύσεις ,το Υπουργείο Άμυνας των Η.Π.Α. πήρε την πρωτοβουλία για την ανάπτυξη του δικτύου ARPANET στο τέλος της δεκαετίας 1960.Το ARPANET ήταν το πρώτο μεγάλης κλίμακας δίκτυο μεταγωγής πακετών με αποθήκευση και προώθηση. Εξελίχθηκε, στο INTERNET ,μια συλλογή από διασυνδεδεμένα δίκτυα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 Αρχιτεκτονική και Υπηρεσίες Δικτύου

Ο σκοπός ενός δικτύου επικοινωνιών είναι η παροχή υπηρεσιών στους χρήστες. *Στις υπηρεσίες αυτές συμπεριλαμβάνονται η μεταφορά πληροφοριών, η σηματοδότηση και η χρέωση.* Για παράδειγμα μπορούμε να μισθώσουμε μια γραμμή Π μεταξύ δύο κτηρίων. Με τη γραμμή αυτή έχουμε τη δυνατότητα μετάδοσης 1,544 Megabits ανά δευτερόλεπτο. Αυτό αποτελεί υπηρεσία μεταφοράς πληροφορίας. Η υπηρεσία τηλεφωνικής επικοινωνίας επιτρέπει τη σύνδεση μιας τηλεφωνικής συσκευής με οποιαδήποτε άλλη στον κόσμο. Η τηλεφωνική υπηρεσία συνδυάζει τη μεταφορά πληροφοριών και τη σηματοδότηση: η καλούμενη τηλεφωνική συσκευή χτυπάει, γνωστοποιώντας έτσι το τηλεφώνημα, ενώ ο καλών ενημερώνεται όταν η καλούμενη συσκευή είναι κατειλημμένη. Η υπηρεσία που αντιστοιχεί στον αριθμό κλήσης 800, παρέχει δρομολόγηση του τηλεφωνήματος που εξαρτάται από την ώρα και την ημέρα της εβδομάδας. Η προώθηση κλήσης, η τριμερής κλήση και η αναμονή είναι μερικές άλλες υπηρεσίες που παρέχονται από τις τηλεφωνικές εταιρείες. Τα δίκτυα δεδομένων παρέχουν μεταφορά πληροφοριών και λοιπές υπηρεσίες.

Παρά το γεγονός ότι οι υπηρεσίες δικτύου μπορούν να είναι τελείως διαφορετικές μεταξύ τους, παρουσιάζουν όμως μια κοινή δομή. Θα ερευνήσουμε αυτές τις δομικές ομοιότητες με σκοπό να κατανοήσουμε πώς κατασκευάζονται οι υπηρεσίες.

Μια υπηρεσία συνίσταται στην εκτέλεση μιας ακολουθίας βασικών ενεργειών πάνω στα διατιθέμενα μέσα ενός δικτύου. Στα μέσα συγκαταλέγονται ζεύξεις, γεννήτριες τόνου επιλογής, καταχωρητές, συσκευές εγγραφής και αναπαραγωγής, χρονόμετρα, βάσεις δεδομένων και μεταγωγείς. Βασικές ενέργειες είναι η ενεργοποίηση μιας γεννήτριας τόνου επιλογής, η σύνδεση δύο ζεύξεων μέσω ενός μεταγωγέα και η χρονομέτρηση κάποιων γεγονότων. Ας θεωρήσουμε την απλοποιημένη περιγραφή της υπηρεσίας παραδοσιακής τηλεφωνίας:

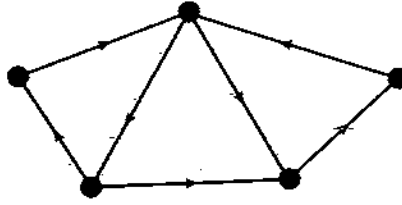
1. Αναμονή μέχρι να σηκωθεί το ακουστικό του τηλεφώνου
2. Δέσμευση ενός καταχωρητή για το συγκεκριμένο τηλέφωνο
3. Αποστολή τόνου επιλογής προς το τηλέφωνο
4. Αποθήκευση του επιλεγμένου αριθμού στον καταχωρητή



5. Καθορισμός της διαδρομής της κλήσης με βάση τον αριθμό κλήσης
6. Εγκατάσταση της σύνδεσης μεταξύ των δυο πλευρών
7. Πιστοποίηση ότι ο καλούμενος είναι ελεύθερος
8. Κουδούνισμα προς τον καλούμενο
9. Αναμονή μέχρι να σηκωθεί το ακουστικό του καλούμενου
10. Εκκίνηση του μετρητή χρέωσης
11. Μεταφορά των φωνητικών σημάτων μεταξύ των δυο πλευρών
12. Τερματισμός της κλήσης όταν κατέβει το ακουστικό
13. Απενεργοποίηση του μετρητή χρέωσης
14. Αποδέσμευση των γραμμών που χρησιμοποιήθηκαν.

### Οντότητες και Μηνύματα

Μπορούμε να πούμε ότι το σενάριο εκτελείται από οντότητες που επικοινωνούν μεταξύ τους. Κάθε οντότητα αντιπροσωπεύει μια συσκευή, η οποία ενεργοποιείται δεχόμενη κάποιες εισόδους και παράγει κάποιες εξόδους. Όταν η έξοδος της οντότητας A είναι είσοδος της οντότητας B τότε λέμε ότι αυτές οι δυο επικοινωνούν μεταξύ τους. Θα ονομάσουμε τις εισόδους και τις εξόδους των οντοτήτων μηνύματα. Έτσι οι οντότητες επικοινωνούν ανταλλάσσοντας μηνύματα. Μια οντότητα μπορεί να είναι μια πραγματική συσκευή, όπως ένα κουδούνι. Όταν κάποιο συγκεκριμένο επίπεδο τάσης εφαρμοστεί στο κουδούνι εκείνο αρχίζει να χτυπάει. Το κουδούνι λοιπόν εκτελεί μια ενέργεια (κουδούνισμα) ανταποκρινόμενο σε ένα μήνυμα εισόδου (τάση ρεύματος). Επίσης σαν οντότητα μπορούμε να θεωρήσουμε ένα πρόγραμμα που τρέχει σε έναν υπολογιστή. Ένα ενεργό πρόγραμμα ονομάζεται διεργασία. Η διεργασία επενεργεί στις εισόδους της, εκτελώντας ένα σύνολο από εντολές και πιθανότατα παράγει κάποια έξοδο. Το πλεονέκτημα της χρήσης της έννοιας της οντότητας είναι ότι συμβάλλει στην ομοιόμορφη αντιμετώπιση των στοιχείων που συνθέτουν την υπηρεσία: διεργασίες και φυσικές συσκευές διαφόρων τύπων. Όλα αντιμετωπίζονται σαν δραστηριότητες που αλληλεπιδρούν. Θα δούμε ότι η αφηρημένη έννοια της οντότητας είναι βασική στη δόμηση υπηρεσιών στα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα. Βλέπουμε λοιπόν μια υπηρεσία σαν μια συλλογή από οντότητες που επικοινωνούν μεταξύ τους. Αυτό ακριβώς απεικονίζεται στο σχήμα 2.1



Σχήμα 2.1 Οντότητες και μηνύματα.

### Μοντέλο Πελάτη – Server

Πολλές υλοποιήσεις διεργασιών που επικοινωνούν βασίζονται στο μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή (client-server). Ένας πελάτης είναι μια διεργασία που αποστέλλει αιτήσεις προς έναν εξυπηρετητή και στη συνέχεια περιμένει να ικανοποιηθεί η αίτηση του. Ένας εξυπηρετητής είναι μια διεργασία που έχει σχεδιαστεί για να χειρίζεται ταυτόχρονες αιτήσεις από διαφορετικούς πελάτες. Ένας απλός εξυπηρετητής μπορεί να είναι μια διεργασία η οποία σε κάθε αίτηση που λαμβάνει ανταποκρίνεται απαντώντας τι ώρα είναι.

Ένα πολύπλοκότερο σύστημα πελάτη-εξυπηρετητή είναι το σύστημα X Window. Το X Window είναι ένα σύνολο από εργαλεία για τη δημιουργία γραφικών σε οθόνες υπολογιστών. Το βασικό στοιχείο του συστήματος αυτού είναι ότι αποτελείται από έναν εξυπηρετητή, ο οποίος ελέγχει την οθόνη, το ποντίκι, το πληκτρολόγιο, καθώς και από πελάτες οι οποίοι έχουν προσαρτηθεί σε διάφορες εφαρμογές, όπως κειμενογράφους, διαχειριστές παραθύρων και εξομοιωτές τερματικών. Οι πελάτες και ο εξυπηρετητής μπορούν να επικοινωνούν μέσω του δικτύου στην περίπτωση που βρίσκονται σε διαφορετικούς υπολογιστές. Η πιο πάνω ανάλυση καθιστά δυνατή τη χρήση του ποντικιού, του πληκτρολογίου και της οθόνης ενός υπολογιστή A για να τρέξουν εφαρμογές που βρίσκονται σε έναν υπολογιστή B. Οι εισόδοι στον A στέλνονται στις διεργασίες της εφαρμογής στον B. Κατά συνέπεια ο χρήστης του υπολογιστή A έχει την εντύπωση ότι όλα τρέχουν στον υπολογιστή A.

## Συμπεράσματα

Ένα δίκτυο επικοινωνιών παρέχει υπηρεσίες προς τους χρήστες

- Μια υπηρεσία είναι η εκτέλεση ενός καταμεμημένου σεναρίου υπηρεσίας από οντότητες που επικοινωνούν μεταξύ τους
- Η ανάλυση των υπηρεσιών σε οντότητες με συγκεκριμένο έργο και αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους, καθιστά την κατασκευή τους πιο εύκολη. Επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση και αναβάθμιση των οντοτήτων και δίνει την δυνατότητα συνύπαρξης κομματιών της υπηρεσίας που έχουν αναπτυχθεί από διαφορετικούς κατασκευαστές.
- Πολύπλοκες υπηρεσίες δομούνται με την χρήση απλουστερών.

### 2.2. Μετατροπή Πληροφορίας υπό μορφή bits

- 1) Τα σήματα αλλοιώνονται κατά την μετάδοσή τους
- 2) Η πληροφορία αποστέλλεται σε bites για να μειωθεί η αλλοίωση του σήματος
- 3) Η στατική πληροφορία μετατρέπεται σε αρχεία από bites
- 4) Η δυναμική πληροφορία μετατρέπεται σε συρμούς από bites

Έτσι η πληροφορία μεταδίδεται υπό μορφή bits. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά που βλέπουν οι χρήστες αυτής της μετάδοσης πληροφορίας; Αυτά τα χαρακτηριστικά εξαρτώνται από τα βήματα της μετάδοσης πληροφορίας, πιθανότατα μέσα από άλλους διαφορετικούς κόμβους.

### 2.3 Κατηγορίες Υπηρεσιών Επικοινωνίας

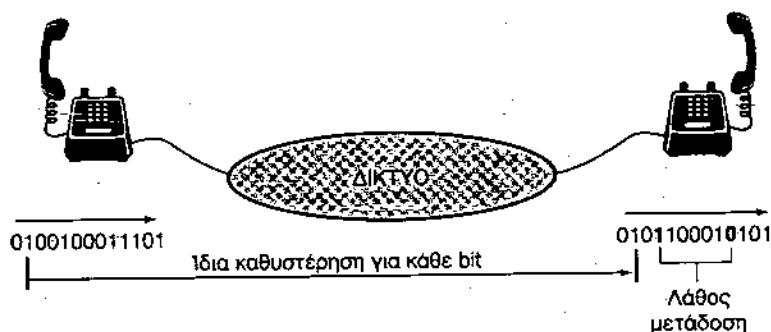
Οι χρήστες ανταλλάσσουν συρμούς από bites ή αρχεία από bites μέσα από ένα δίκτυο επικοινωνίας. Ανάλογα με την εφαρμογή, η μεταφορά των bites απαιτείται να είναι περισσότερο ή λιγότερο αξιόπιστη και να διαρκεί περισσότερο ή λιγότερο χρόνο. Έτσι η καθυστέρηση και τα λάθη κατά τη μετάδοση εξαρτώνται

από την εκάστοτε εφαρμογή. Αυτές οι διαφορετικές απαιτήσεις πραγματοποιούνται χρησιμοποιώντας λίγες μόνο διαφορετικές κλάσεις υπηρεσιών επικοινωνιών.

Θα ταξινομήσουμε τις από άκρο σε άκρο υπηρεσίες επικοινωνίας – από την άποψη του χρήστη διακρίνονται σε σύγχρονες και ασύγχρονες υπηρεσίες επικοινωνίας.

### Υπηρεσία Σύγχρονης Επικοινωνίας

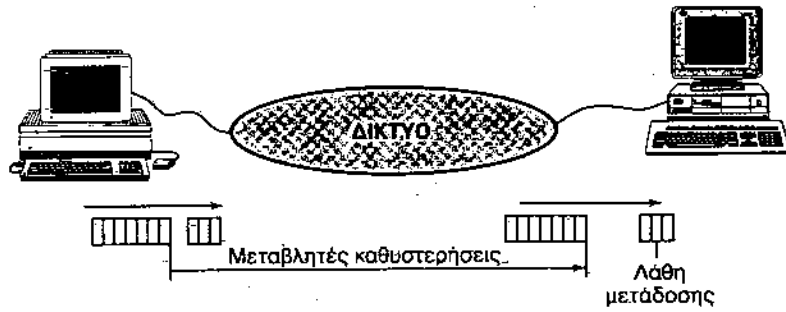
Μια σύγχρονη υπηρεσία επικοινωνίας μεταφέρει ένα ρεύμα από bites με σταθερή καθυστέρηση και με δεδομένο ρυθμό σφαλμάτων. Αυτό θα πει ότι κάθε bit στο ρεύμα φτάνει στον προορισμό του με την ίδια καθυστέρηση αν και μερικά bites μπορεί να μη φτάσουν σωστά. Μετά από μια μη σωστή μετάδοση μερικά 1 μπορεί να ληφθούν ως 0 και αντιστρόφως. Μερικά (bits) μπορεί επίσης να παρεμβληθούν ή και να διαγραφούν.



Σχήμα 2.2 Υπηρεσία σύγχρονης επικοινωνίας.

### Υπηρεσία Ασύγχρονης Επικοινωνίας

Στην υπηρεσία αυτή τα αρχεία από bites πριν μεταδοθεί διαιρείται σε πακέτα. Τα πακέτα λαμβάνονται από τον προορισμό με ποικίλες καθυστερήσεις και ένα μέρος του μπορεί να μη ληφθεί σωστά. Μια ασύγχρονη τηλεπικοινωνιακή υπηρεσία εκτιμάται από την ποιότητα της η οποία αποτελείται από παραμέτρους, όπως ο ρυθμός λανθασμένων πακετών, η καθυστέρηση, ο τελικός ρυθμιστής, ρυθμός μετάδοσης, η αξιοπιστία και η ασφάλεια της επικοινωνίας (θα μπουν α κατηγορίες)

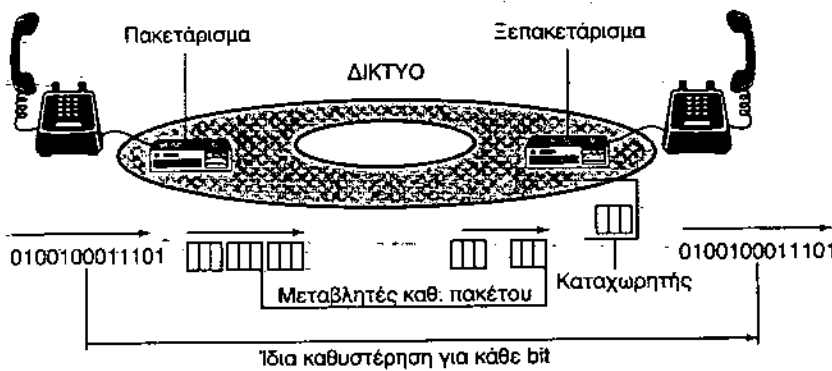


Σχήμα 2.7 Υπηρεσίες ασύγχρονης επικοινωνίας.

**Σημείωση:** Ο χαρακτηρισμός των υπηρεσιών επικοινωνίας βασίζεται σε από άκρο σε άκρο ιδιότητες και όχι στο πως μεταφέρονται ο τα bytes

Μετάδοση Πακεταρισμένης Φωνής είναι:

Ο τεμαχισμός του ρεύματος σε πακέτα, τα οποία λαμβάνονται με τυχαίες καθυστερήσεις και αποθηκεύονται σε έναν καταχωρητή που συγκρατεί τα bytes μέχρι να φτάσει η στιγμή να παραδοθούν. Δηλαδή στην πακεταρισμένη φωνή χρησιμοποιείται ένας καταχωρητής, ώστε να απορροφώνται οι τυχαίες μεταβολές της καθυστέρησης μετάδοσης των πακετών.

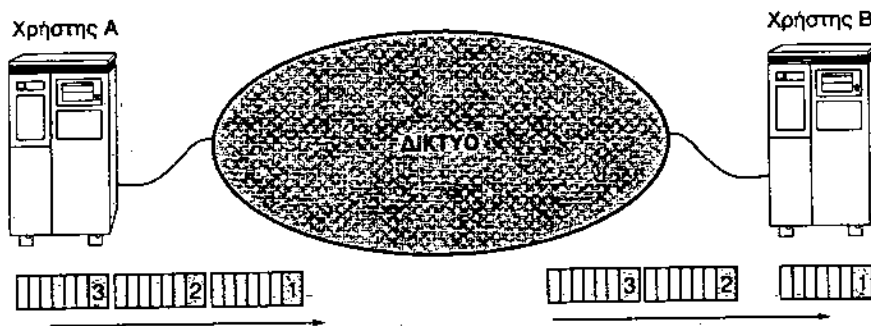


Σχήμα 2.3 Μετάδοση πακεταρισμένης φωνής.

**Σημείωση:** Για να τονιστεί η *διαφορά* μεταξύ της υπηρεσίας και της υλοποίησης, θα χρησιμοποιήσουμε τους όρους *επικοινωνία και διακίνηση πληροφορίας* για την *υπηρεσία*, ενώ για την υλοποίηση θα χρησιμοποιηθούν οι όροι *μετάδοση ή μεταφορά*.

### Υπηρεσία με Σύνδεση

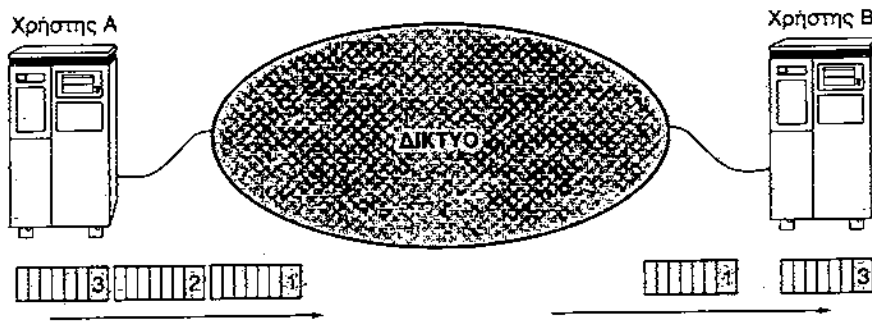
Η υπηρεσία με σύνδεση μεταφέρει τα πακέτα ακολουθιακά ,δηλαδή με την σωστή σειρά και επιβεβαιώνει τη μετάδοση . Ανάλογα με την ποιότητα της υπηρεσίας ,η μεταφορά να εγγυάται ή όχι την απουσία λαθών. Έτσι μια υπηρεσία με σύνδεση μοιάζει από άκρο σε άκρο σαν μια γραμμή αποκλειστικής χρήσης ,που μπορεί να έχει θόρυβο ή όχι.



Σχήμο2.4 Υπηρεσία με σύνδεση.

### Υπηρεσία Χωρίς Σύνδεση

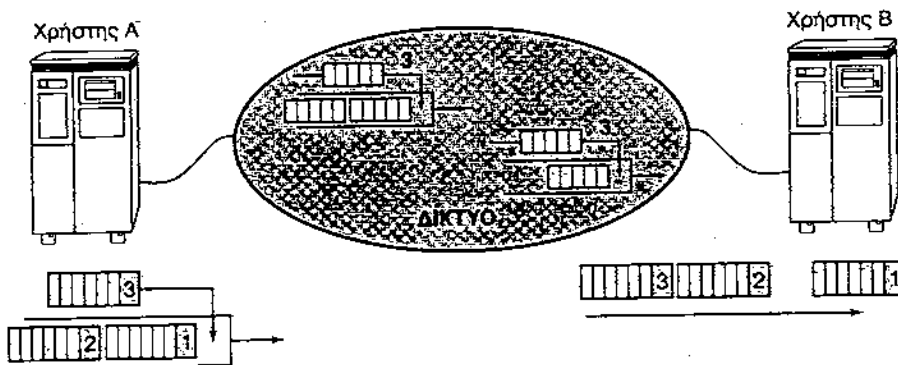
Μια υπηρεσία χωρίς σύνδεση μεταφέρει τα πακέτα ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Τα πακέτα μπορεί να φθάσουν στον προορισμό τους με λάθος σειρά ,ενώ μερικά μπορεί να περιέχουν λάθη και κάποια άλλα να έχουν χαθεί. Μερικές υπηρεσίες χωρίς σύνδεση παρέχουν έναν μηχανισμό επιβεβαίωσης της σωστής λήψης πακετών.



Σχήμα 2.5 Υπηρεσία χωρίς σύνδεση.

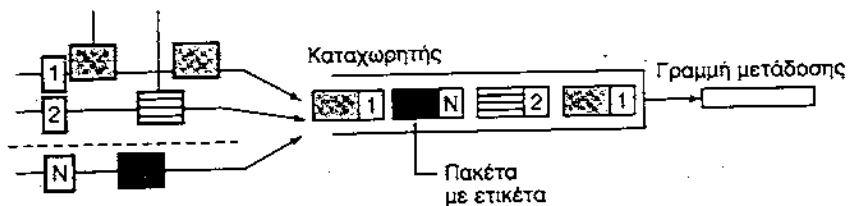
### Εσπευσμένα Δεδομένα (expedited data)

Αναφέρεται στην όσο είναι δυνατό ταχύτερη μεταφορά των πακετών, που επιτυγχάνεται με το να τοποθετούνται τα πακέτα απ' ευθείας στην αρχή των ουρών των προς μετάδοση πακετών.

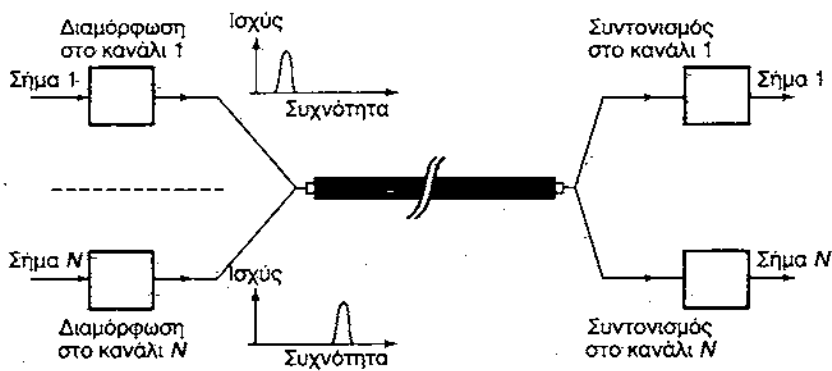


Σχήμα 2.6 Υπηρεσία εσπευσμένων δεδομένων.

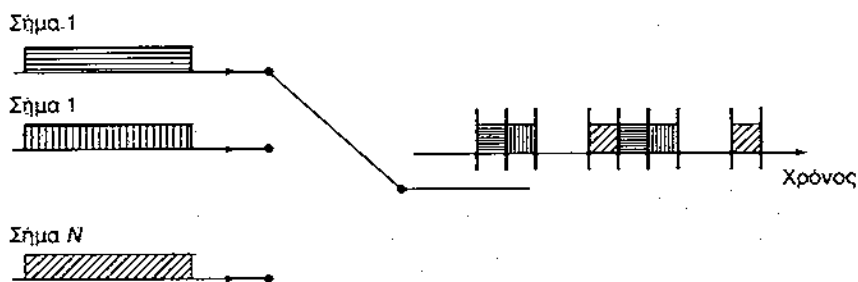
## 2.4 Πολύπλεξη



Σχήμα 2.7 Στατιστική πολύπλεξη



Σχήμα 2.8 Πολύπλεξη με διαίρεση συχνότητας.



Σχήμα 2.9 Πολύπλεξη με διαίρεση χρόνου.

Πολύπλεξη είναι η μετάδοση διαφορετικών ρευμάτων πληροφορίας μέσα από την ίδια φυσική ζεύξη. Με τον όρο πληροφορία εννοούμε μια ακολουθία πακετών ή ένα ρεύμα από bits που στέλνονται από ένα χρήστη σε κάποιον άλλο.

### (I) Στατιστική Πολύπλεξη

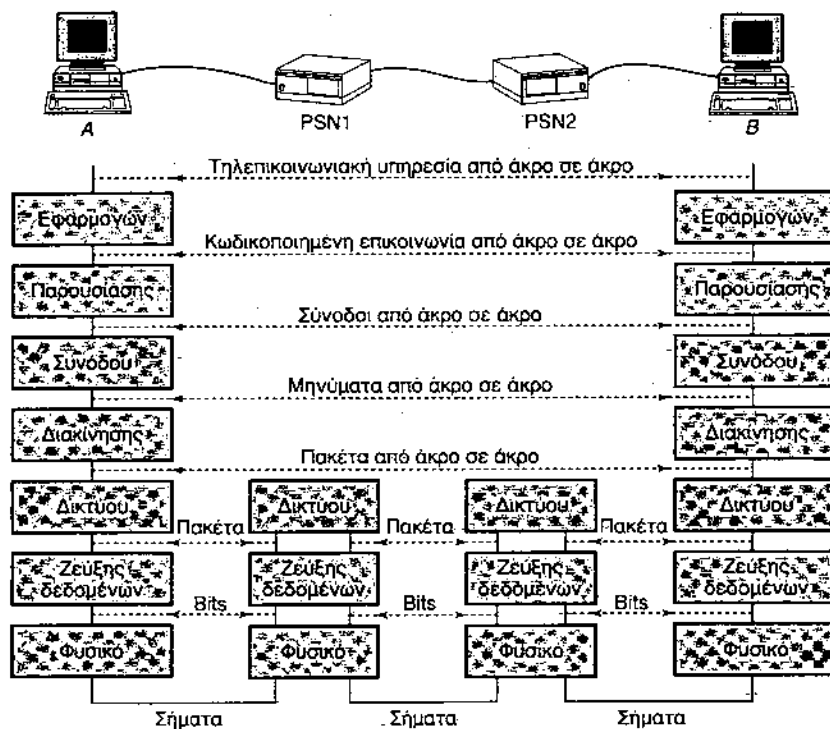
Ένας απλός τρόπος για να επιτύχουμε στατιστική πολύπλεξη είναι να αποθηκεύσουμε στον ίδιο καταχωρητή όλα τα πακέτα που πρέπει να μεταδοθούν μέσα από μια συγκεκριμένη στιγμή.

### (II) Ένα άλλο είδος επιτυγχάνεται με την διαίρεση



## 2.5. Το πρότυπο OSI

Το μοντέλο αναφοράς OSI είναι μια διαστρωματωμένη αρχιτεκτονική με επτά 7 στρώματα ή επίπεδα. Έχει τα ίδια κοινά σημεία με αρχιτεκτονικές που είχαν χρησιμοποιηθεί προηγουμένα. Τα τρία κατώτερα επίπεδα ασχολούνται αντίστοιχα με την μετάδοση των bits, με την μετάδοση των πακετών μέσα από μια ζεύξη και με την μετάδοση των πακετών από άκρο σε άκρο. Τα ανώτερα επίπεδα δομούν υπηρεσίες επικοινωνίας για εφαρμογές χρηστών. Προορίζεται για δίκτυα μεταγωγής πακετών και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μοντέλο για δίκτυα αποθήκευσης και προώθησης καθώς και για δίκτυα πολλαπλής πρόσβασης.



Σχήμα 2.10 Το πρότυπο OSI.

### Λειτουργίες των Επτά Επιπέδων κατά OSI :

- **Επίπεδο 1:** (Φυσικό) Μετάδοσης bits
- **Επίπεδο 2:** (Σύνδεση δεδομένων) Μετάδοση πακετών μέσα από μία δεδομένη ζεύξη
- **Επίπεδο 3:** (Δίκτυο) Μετάδοση πακετών από άκρο σε άκρο
- **Επίπεδο 4:** (Διακίνηση): Παράδοση μηνυμάτων από άκρο σε άκρο
- **Επίπεδο 5:** (Σύνοδος). Εγκατάσταση και διαχείριση συνομιλίας από άκρο σε άκρο

- **Επίπεδο 6: (Παρουσίαση):** Διαμόρφωση, κρυπτογράφηση, και συμπίεση δεδομένων.
- **Επίπεδο 7: (Εφαρμογές):** Υπηρεσίες δικτύου όπως ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και μεταφορά αρχείων.

## 2.6. ISDN και BISDN

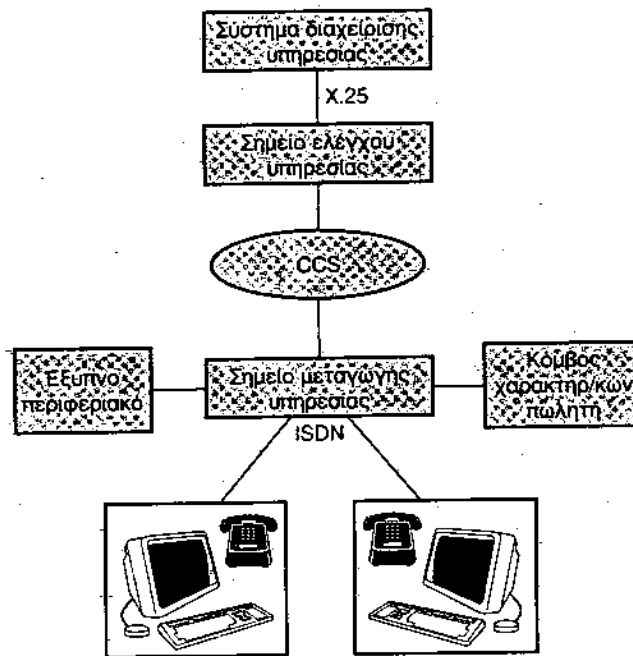
### Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα εξετάσουμε τι γίνεται με τα δίκτυα για εφαρμογές πέραν των δεδομένων, όπως φωνή, ήχο και εικόνα; Για τέτοια δίκτυα διαμορφώνονται τυποποιήσεις.

Θα εξετάσουμε προτάσεις για τα ψηφιακά δίκτυα ολοκληρωμένων υπηρεσιών (ISDNS) και για τα ευρείας ζώνης ψηφιακά δίκτυα ολοκληρωμένων υπηρεσιών (BISDNS). Το ISDN είναι ένα σύνολο νέων υπηρεσιών επικοινωνίας που θα παρασχεθούν από το τηλεφωνικό δίκτυο. Η υλοποίηση του BISDN θα απαιτούσε δραστικές μετατροπές στο ήδη υπάρχον τηλεφωνικό δίκτυο, άλλα θα προσέφερε εξαιρετικά βελτιωμένες υπηρεσίες. Τα δίκτυα ISDN, και BISDN θα μεταβάλουν ριζικά την υποδομή των τηλεπικοινωνιών ανά τον κόσμο και θα έχουν σημαντική επίδραση στην ζωή μας.]

### ISDN: "Integrated Services Digital Network KS"

Το ISDN παρέχει στους οικιακούς πελάτες δύο κανάλια Β στα 64 Kbps και ένα κανάλι D στα 16 Kbps. Αυτά τα κανάλια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για φωνή, καθώς και για την μετάδοση δεδομένων που απαιτούνται για τις μεταδόσεις τηλεομοιοτυπίας (fax), για ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, για μεταφορές αρχείων υπολογιστών, για την παρακολούθηση συναγερμών, για τον τηλεχειρισμό οικιακών συσκευών και φώτων για την πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων, για υπηρεσίες πληροφοριών και για διάφορες άλλες εφαρμογές, που θα μπορούσαν να παρασχεθούν από πωλητές.



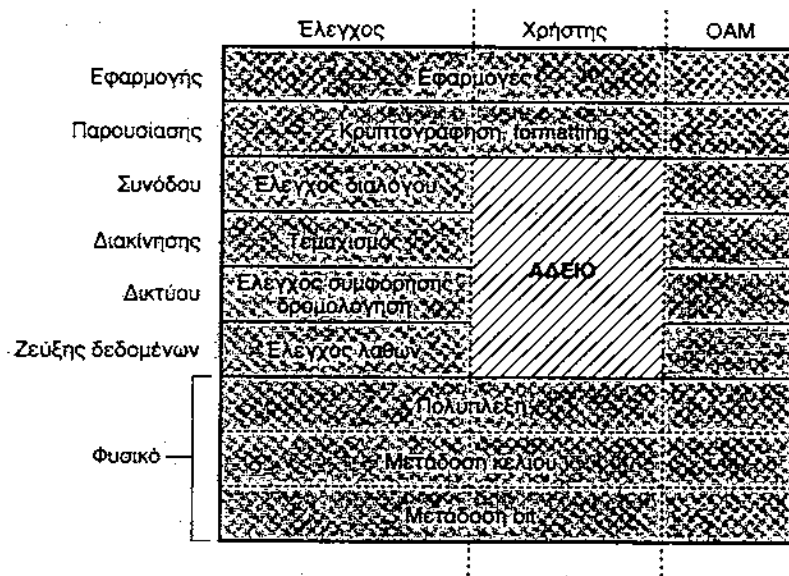
Σχήμα 2.11: Το μοντέλο ευφυούς δικτύου.

Μια συνήθης κριτική για το ISDN είναι ότι παρέχει λίγο περισσότερο από ό,τι το υπάρχον τηλεφωνικό δίκτυο. Για παράδειγμα συνδέοντας έναν προσωπικό υπολογιστή μέσω ενός γρήγορου modem με το παρόν τηλεφωνικό δίκτυο, οι συνδρομητές μπορούν να εξασφαλίσουν την πρόσβαση σε υπολογιστές με δημόσιες βάσεις δεδομένων αλλά και τους υπολογιστές της τράπεζας ή του γραφείου τους. Οι κριτικές επισημαίνουν ότι το ISDN προσφέρει πολύ λίγα και ήδη πολύ αργά.

Ο πρωταρχικός σκοπός του ευφυούς δικτύου είναι να διαχωρίσει τη ροή των πληροφοριών ελέγχου από εκείνη των πληροφοριών ελέγχου από εκείνη των πληροφοριών του χρήστη. Αυτός ο διαχωρισμός επιτρέπει πιο ευέλικτες υπηρεσίες καθώς και πιο αποδοτική εκμετάλλευση των πόρων του δικτύου.

### **BISDN: “Ψηφιακά Δίκτυα Ολοκληρωμένων Υπηρεσιών Ευρείας Ζώνης”**

Με το BISDN θα ήταν διαθέσιμα στους οικιακούς καταναλωτές τέσσερα κανάλια στα 150 Mbps ένα εξερχόμενο και τρία εισερχόμενα. Αυτά τα κανάλια θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για HDTV και για ψηφιακή εκπομπή ήχου για τηλεθέαση ταινιών μετά από αίτηση, για εικονοτηλέφωνα και για πρόσβαση σε πληροφοριακές υπηρεσίες πολυμέσων (δηλ. με ήχο, κινούμενη εικόνα και δεδομένα).



Σχήμα 2.12 Αρχιτεκτονική BISDN

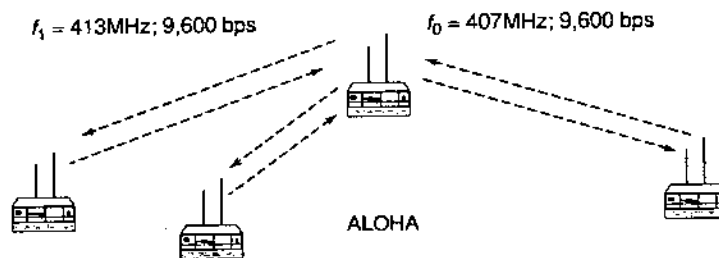
Η αρχιτεκτονική διακρίνει το επίπεδο του χρήστη, το επίπεδο ελέγχου και το επίπεδο των λειτουργιών και της συντήρησης. Αυτή η διάκριση αντανακλάει τις διαφορετικές απαιτήσεις που χαρακτηρίζουν τους τρεις τύπους μετάδοσης πληροφοριών: πληροφορία χρήστη, πληροφορία ελέγχου και πληροφορία διαχείρισης δικτύου.

Η πληροφορία διακινείται μέσα σε κελιά (cells). Για την μετάδοση της πληροφορίας ελέγχου του δικτύου γίνεται δρομολόγηση και έλεγχος λαθών. Αντίθετα για την μετάδοση της πληροφορίας χρήστη δε γίνεται ούτε δρομολόγηση της πληροφορίας χρήστη δε γίνεται ούτε δρομολόγηση ούτε έλεγχος λαθών.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1. Το πρωτόκολλο ALOHA

Το ALOHA είναι ένα ραδιοδίκτυο μεταγωγής πακέτου, το οποίο κατασκευάστηκε στο Πανεπιστήμιο της Χαβάης στις αρχές του 1970.



Σχήμα 3.1

Ένας κεντρικός κόμβος ακούει τα πακέτα που μεταδίδονται από άλλους κόμβους στη συχνότητα  $F_0 = 407 \text{ MHz}$  και τα αναμεταδίδει στη συχνότητα  $F_0 = 413 \text{ MHz}$ . Οι κόμβοι στο δίκτυο ALOHA μετέδιδαν τα πακέτα με την ταχύτητα των  $9.600 \text{ bps}$ .

Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται από το δίκτυο ALOHA, το οποίο ονομάζεται *Πρωτόκολλο ALOHA*: είναι ένα πρωτόκολλο ελέγχου της πρόσβασης στο μέσο. Αυτό το πρωτόκολλο ήταν το πρώτο πρωτόκολλο πολλαπλή πρόσβασης, το οποίο είναι μία μέθοδος για την κοινή χρήση ενός καναλιού μετάδοσης, που δίνει στους πομπούς τη δυνατότητα πρόσβασης στο κανάλι σε τυχαίους χρόνους.

Το πρωτόκολλο ALOHA μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αναμεταδότες, όπως στο πρωτότυπο δίκτυο ALOHA, ή σε κάποιο ομοαξονικό καλώδιο, σε συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων, ή σε οπτικές ίνες. Το ALOHA ενέπνευσε τη δημιουργία του Ethernet, που βασίζεται σε μία μικρή παραλλαγή του πρωτοκόλλου ALOHA και είναι το πιο διαδεδομένο τοπικό δίκτυο.

Το πρωτόκολλο ALOHA χρησιμοποιείται από κόμβους που εκπέμπουν σε κοινό κανάλι και που ακούουν το ίδιο κανάλι. Οι κόμβοι μεταδίδουν πακέτα σταθερού μήκους. Όταν δύο εκπομπές γίνονται

ταυτόχρονα, παραμορφώνουν η μία την άλλη. Σε μία τέτοια περίπτωση τα πακέτα συγκρούονται. Στο πρωτότυπο δίκτυο ALOHA, ο κεντρικός κόμβος επιβεβαιώνει τα σωστά πακέτα που λαμβάνει. Όταν ένας κόμβος δεν λάβει μήνυμα επιβεβαίωσης μέσα σε μία συγκεκριμένη προθεσμία υποθέτει ότι το πακέτο συγκρούστηκε. Όταν ένα πακέτο συγκρούεται, ο κόμβος εκπομπής προγραμματίζει αναμετάδοση μετά από κάποια τυχαία καθυστέρηση.

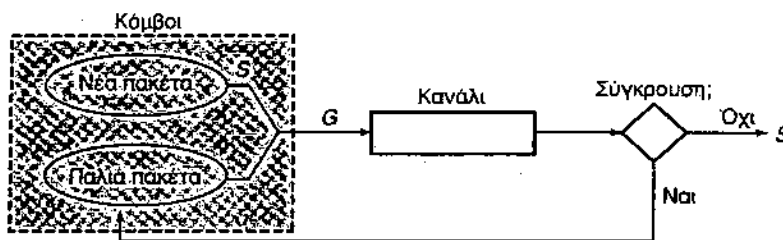
Υπάρχουν *Δύο* Εκδοχές του Πρωτοκόλλου ALOHA.

- I) Με Σχισμές (slotted) και
- II) Αγνό (pure)

Στο I, ο άξονας του χρόνου διαιρείται σε χρονικά διαστήματα που έχουν διάρκεια ίση με το χρόνο που απαιτείται για να μεταδοθεί ένα πακέτα στο κανάλι και ονομάζονται *σχισμές*. Οι κόμβοι πρέπει να ξεκινήσουν τις μεταδόσεις τους στην αρχή της σχισμής.

Στο αγνό πρωτόκολλο ALOHA, οι κόμβοι μπορούν να αρχίσουν την μετάδοση οποτεδήποτε.

### Πρωτόκολλο ALOHA με σχισμές.



Σχήμα 3.2 Μεταδόσεις πακέτων με τη χρήση του πρωτοκόλλου ALOHA.

Το σχήμα αντιπροσωπεύει την ροή των πακέτων που μεταδίδονται από ένα μεγάλο αριθμό κόμβων που χρησιμοποιούν πρωτόκολλο ALOHA με σχισμές. Όταν ένας κόμβος πάρει ένα νέο πακέτο για να το μεταδώσει, αρχίζει την μετάδοση στη αρχή της επόμενης σχισμής. Αν το πακέτο είναι το μόνο που μεταδίδεται κατά την διάρκεια αυτής της σχισμής η μετάδοση είναι αυτής της σχισμής η μετάδοση είναι επιτυχής. Αλλιώς, το πακέτο υφίσταται σύγκρουση και ο κόμβος προγραμματίζει επαναμετάδοσή μετά από τυχαία καθυστέρηση. Τα πακέτα που έχουν συγκρουστεί θα τα ονομάζουμε «παλιά».

Η αποδοτικότητα  $\eta_{S,ALOHA}$  του πρωτοκόλλου ALOHA με σχισμές, είναι το μέγιστο ποσοστό του χρόνου κατά τη διάρκεια του οποίου οι κόμβοι μπορούν να μεταδώσουν πακέτα επιτυχώς.

Η απόδοση αυτού του πρωτοκόλλου είναι:  $p_{S,ALOHA} = 36\%$

Συνεπώς η επίδοση  $p_{S,ALOHA} = 36\%$  αντιστοιχεί στην περίπτωση που πολλοί κόμβοι έχουν συγκρίσιμους ρυθμούς μετάδοσης και μοιράζονται ένα κοινό κανάλι χρησιμοποιώντας το ALOHA με σχισμές.

### Αγνό ALOHA

Η *μόνη* διαφορά του αγνού ALOHA με του ALOHA με σχισμές είναι ότι οι κόμβοι μπορούν να αρχίσουν τη μετάδοση σε τυχαίες χρονικές στιγμές αντί της αρχής των χρονικών σχισμών και μόνο.

Η απόδοση του αγνού ALOHA είναι  $p_{P,ALOHA} = 18\%$

### Γενικά

Το ALOHA με σχισμές υλοποιείται δυσκολότερα από το αγνό ALOHA επειδή απαιτεί να έχουν οι κόμβοι πρόσβαση σε κοινή χρονική αναφορά, δηλαδή ένα κοινό ρολόι, για προσδιορισμό της αρχής των χρονικών σχισμών. Η απόδοση των δύο πρωτοκόλλων ALOHA είναι μάλλον φτωχή. Είναι σκόπιμο να βελτιωθεί η επίδοση αυτών των πρωτοκόλλων αν μοιράζονται ένα ακριβό κανάλι μετάδοσης, όπως είναι δορυφορικό κανάλι. Μια απλή μέθοδος για την βελτίωση της απόδοσης των πρωτοκόλλων ALOHA είναι η χρήση κρατήσεων. Δύο πρωτόκολλα βασίζονται στο ALOHA που χρησιμοποιούν κρατήσεις είναι το SPADE και το πρωτόκολλο R. ALOHA.

### SPADE

Το SPADE είναι το πρωτόκολλο με κρατήσεις που χρησιμοποιείται από τους τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους-Intelsat. Στο SPADE, υπάρχουν 397 αμφίδρομα κανάλια των 64 k.bps για μεταδόσεις φωνής και ένα κανάλι των 128 k.bps που χρησιμοποιείται για κρατήσεις.

### R. ALOHA

Το πρωτόκολλο R. ALOHA (réservation ALOHA) είναι για κόμβους που χρησιμοποιούν το ίδιο κανάλι και για τις κρατήσεις και για τις μεταδόσεις πακέτων. Το πρωτόκολλο αρχίζει με τη φάση κράτησης. Στη διάρκεια της φάσης κράτησης, οι κόμβοι χρησιμοποιούν το ALOHA με σχισμές για να προσπαθήσουν να αποκτήσουν πρόσβαση στο κανάλι. Ένας κόμβος ο οποίος επιτυγχάνει στην προσπάθεια του εκπέμπει μια

κράτηση μεταδίδοντας ένα πακέτο που περιέχει τον αριθμό ταυτότητας του κόμβου. Στο τέλος της φάσης κράτησης, οι κόμβοι που έχουν κοινές κρατήσεις μεταδίδουν με την σειρά των κρατήσεων. Στο τέλος της φάσης μετάδοσης, αρχίζει μια νέα φάση κρατήσεων, που με τη σειρά της ακολουθείται από μια νέα φάση μετάδοσης και ούτω καθ' εξής. Το πρωτόκολλο R. ALOHA χρησιμοποιεί τις φάσεις κράτησης με απόδοση περίπου 36% και τις φάσεις μετάδοσης με τελεία απόδοση.

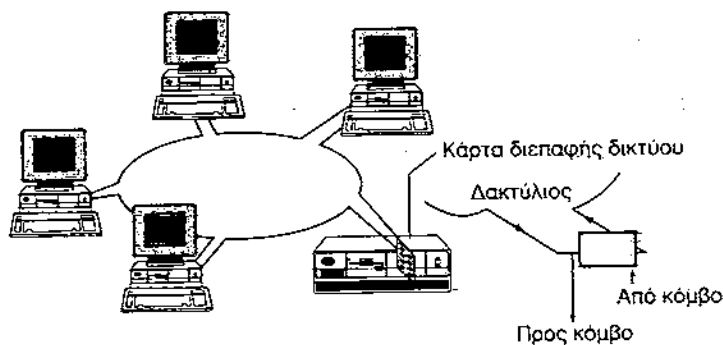
Η επίδοση  $P_{R. ALOHA}$  του πρωτοκόλλου R. ALOHA είναι :

$$P_{R. ALOHA} = \frac{TRANSP}{TRES/0.361 TRANSP} = \frac{1}{1 + 2,8X \frac{TRES}{TRANSP}}$$

### 3.2 Δίκτυα Δακτυλίου με κουπόνι

#### Εισαγωγή

Τα δίκτυα τύπου δακτυλίου με κουπόνι είναι μια άλλη διαδεδομένη οικογένεια τοπικών δικτύων. Σε αυτή την ενότητα θα εξηγήσουμε τις λειτουργίες κάποιων πρωτοκόλλων MAC για δακτύλιο με κουπόνι και θα υπολογίσουμε την απόδοσή τους.



Σχ. 3.3 Δακτύλιος με κουπόνι

Οι κόμβοι είναι εξαρτημένοι από ένα μονόφορο δακτύλιο μέσω διεπαφής δικτύου. Η δικτυακή διεπαφή καθυστερεί το σήμα στο δακτύλιο κατά μερικά bits και στέλνει το σήμα στον κόμβο. Ο κόμβος είτε αναμεταδίδει το καθυστερημένο σήμα στο δακτύλιο αμετάβλητο είτε το τροποποιεί.



Το σχήμα 3.3 είναι το σχηματικό διάγραμμα ενός δακτυλίου με κουπόνι. Το μέσο μετάδοσης είναι κατά κανόνα ένα συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων ή ένα ομοαξονικό καλώδιο, αν και κάποιες εκδόσεις χρησιμοποιούν οπτικές ίνες.

### Το πρωτόκολλο MAC ενός δακτυλίου με κουπόνι.

Το πρωτόκολλο αυτό έχει ως εξής: ένας συγκεκριμένος σχηματισμός από bits, που ονομάζεται κουπόνι (token), κυκλοφορεί στο δακτύλιο. Όταν ένας κόμβος θέλει να μεταδώσει, περιμένει μέχρι να περάσει το κουπόνι. Τότε αντικαθιστά το κουπόνι με άλλη ακολουθία bits (το SFD, start of frame) το οποίο δείχνει την αρχή του πλαισίου και πίσω του κολλάει το πακέτο του. Ο κόμβος μετατρέπει το κουπόνι σε SFD παρακολουθώντας το σήμα που λαμβάνει από τον δακτύλιο και τροποποιώντας το κουπόνι καθώς αυτό αποθηκεύεται στον καταχωρητή της κάρτας διεπαφής πριν το επαναμεταδώσει (βλέπε Σχ. 3.3). Αφού μεταδοθεί το πακέτο, ο κόμβος μεταδίδει το κουπόνι, το οποίο καθίσταται τότε διαθέσιμο για κάποιον άλλον κόμβο.

Θα δούμε δύο εκδοχές του πρωτοκόλλου MAC: (i) με αποδέσμευση μετά τη μετάδοση (release after transmission – RAT) και (ii) με αποδέσμευση μετά τη λήψη (release after reception – RAR). Αυτές οι εκδοχές διαφέρουν στο πότε ο κόμβος αποδεσμεύει το κουπόνι.

Ένας κόμβος που δεν μεταδίδει επαναλαμβάνει απλώς τα πακέτα που λαμβάνει. Για να κάνει κάτι τέτοιο ο κόμβος ανακτά τα bits από το σήμα που λαμβάνει στο καλώδιο εισόδου και το αναμεταδίδει στο καλώδιο εξόδου. Ο ρυθμός μετάδοσης των bits ελέγχεται από έναν ταλαντωτή χαλαζία στον πομπό. Ο ρυθμός μετάδοσης διαφέρει από τον ρυθμό λήψης, γιατί δεν υπάρχουν δύο ταλαντωτές χαλαζία που να έχουν ακριβώς τον ίδιο ρυθμό. Η διαφορά στο ρυθμό σημαίνει ότι κάθε κόμβος πρέπει να έχει έναν καταχωρητή, ο οποίος ονομάζεται καταχωρητής ελαστικότητας και αποθηκεύει τα bits που συσσωρεύονται όταν ο ρυθμός λήψης είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό μετάδοσης. Όταν ο ρυθμός μετάδοσης είναι υψηλότερος από το ρυθμό εισόδου αντιμετωπίζεται ως εξής: ο κόμβος αρχίζει να μεταδίδει όταν ο καταχωρητής φθάσει να περιέχει έναν ορισμένο αριθμό B από ληφθέντα bits και σταματάει όταν επαναληφθεί ολόκληρο το εισερχόμενο πακέτο. Ο σχεδιαστής του δικτύου επιλέγει έναν αρκετά μεγάλο αριθμό B για τον καταχωρητή προκειμένου να αποτρέψει το άδειασμα του καταχωρητή κατά την αναμετάδοση του πακέτου.

### Απόδοση $p_{RAT}$

Η απόδοση  $p_{RAT}$  του πρωτοκόλλου RAT, ορίζεται ως το ποσοστό του χρόνου στον οποίο οι κόμβοι μεταδίδουν πακέτα όταν χρησιμοποιούν αυτό το πρωτόκολλο και όταν όλοι οι κόμβοι έχουν πακέτα να μεταδώσουν.

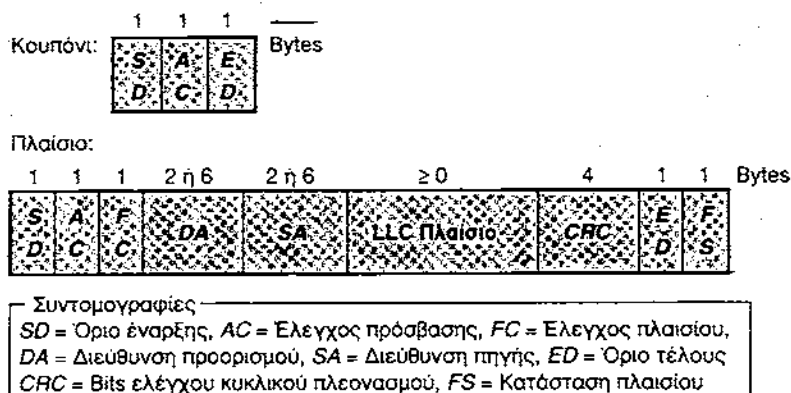
$$\text{Δηλαδή } p_{RAT} = \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{N}} \text{ με } \alpha = \frac{\text{PROP}}{\text{TRANSP} + \text{TRANST}}$$

όπου N: ο αριθμός των κόμβων

PROP: Ο χρόνος διάδοσης ενός σήματος γύρω από το δακτύλιο

TRANSP: Ο χρόνος για τη μετάδοση ενός πακέτου.

Θα τελειώσουμε τη μελέτη του δακτυλίου με κουπόνι με κάποιες λεπτομέρειες του προτύπου IEEE802.5 Αυτά τα δίκτυα μεταδίδουν σε 1 ή 4 Mbps μέσα από θωρακισμένα συνεστραμμένα ζεύγη καλωδίων και στα 16 Mbps μέσα από θωρακισμένα συνεστραμμένα ζεύγη καλωδίων ή οπτικές ίνες. Είναι επίσης διαθέσιμα προϊόντα που χρησιμοποιούν μη θωρακισμένα συνεστραμμένα ζεύγη καλωδίων. Επιπλέον το πρότυπο IEEE802.5 παρέχει διαφορετικές προτεραιότητες πακέτων. Ο κόμβος με το πακέτο που έχει την υψηλότερη προτεραιότητα καταφέρνει να μεταδώσει πριν από τους άλλους κόμβους. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιταχύνει την παράδοση ελιγόντων πακέτων, όπως πακέτα ελέγχου όπως εκείνα που μεταφέρουν μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Η δομή του πλαισίου φαίνεται στο σχήμα 3.2 (ii)



Σχήμα 3.4 Η δομή του πλαισίου σύμφωνα με το πρότυπο IEEE 802.5.

SD: Start Frame Delimiter = Όριο Έναρξης  
 AS: Access Control = Έλεγχος Πρόσβασης  
 FC: Frame Control = Έλεγχος Πλαισίου  
 DA: Destination Address = Διεύθυνση Προορισμού  
 SA: Source address = Διεύθυνση Πηγής  
 ED: End Delimiter = Όριο Τέλους  
 FS: Frame Status = Κατάσταση Πλαισίου

**Συμπεράσματα:**

- Ο δακτύλιος με κουπόνι είναι LAN με κόμβους που συνδέονται σε τοπολογία δακτυλίου και χρησιμοποιούν πρωτόκολλο MAC με κουπόνι.
- Η απόδοση, ενός κόμβου που αποδεσμεύει το κουπόνι όταν συμπληρώνει τη μετάδοση ενός πακέτου είναι

$$P_{RAT}^{(THT)} = \frac{1}{1 + \frac{PROP}{JUX THT}}$$

- Ο μέγιστος χρόνος πρόσβασης στο μέσο του πρωτοκόλλου RAT δίνεται από την :

$$MMAT_{RAT} = PROP + NX TRANST + TRANSP + (N - 1) X IHT$$

- Στο πρωτόκολλο RAR, κάθε κόμβος περιμένει πρώτα να επιστρέψει το πλαίσιο που μετέδωσε και μετά.

αποδεσμεύει το κουπόνι. Η απόδοση δίνεται από τον τύπο  $P_{RAT}^{(THT)} = \frac{1}{1 + \frac{PROP}{THT}}$

- Ο μέγιστος χρόνος πρόσβασης μέσου του πρωτοκόλλου RAR είναι :

$$MMAT_{RAR} = (N + 1) X PROP + NX TRANST + TRANSP + (N - 1) X THT$$

- Το πρωτόκολλο MAC του προτύπου IEEE802.5 είναι το RAR. Ο κόμβος προορισμού μπορεί να δείξει κάποια ένδειξη αν δέχτηκε το πλαίσιο, στο πεδίο FS όπου FS = Frame Status = Κατάσταση Πλαισίου.

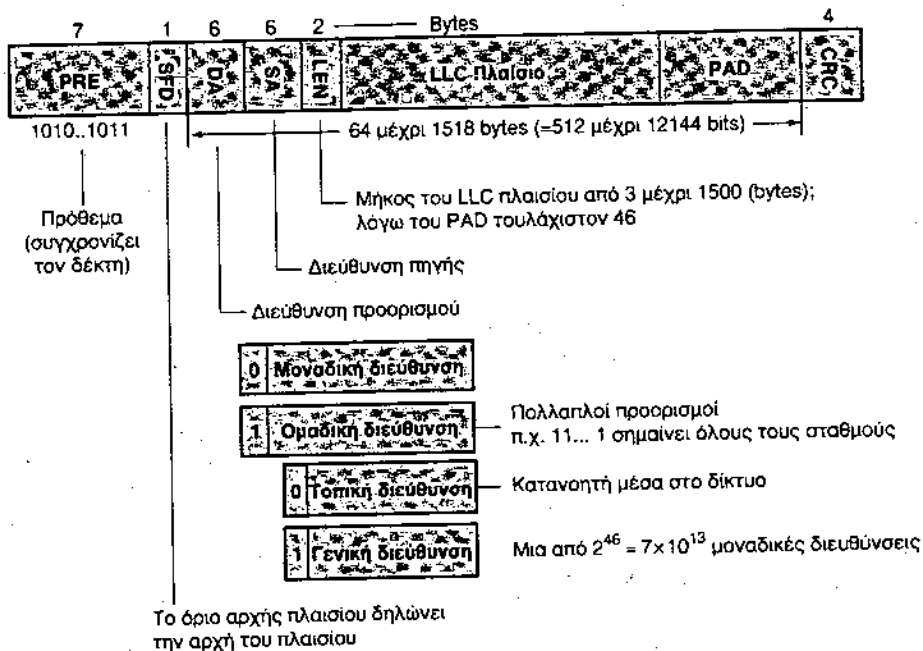
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## 4.1 Τα επίπεδα διακίνησης Συνόδου και Παρουσίασης

Μέχρι τώρα γνωρίζουμε ότι το επίπεδο δικτύου μεταδίδει πακέτα μεταξύ των τερματικών κόμβων. Τα πακέτα είτε μέσα σε ιδεατά κυκλώματα και η μετάδοση πραγματοποιείται με σύνδεση ή χωρίς σύνδεση! Οι εφαρμογές των χρηστών απαιτούν από άκρο σε άκρο μεταδόσεις δεδομένων, με συγκεκριμένη ποιότητα υπηρεσίας και τοπική σύνταξη. Το σύνολο των διαδικασιών που απαιτούνται για αυτών την υλοποίηση χωρίζεται σε τρία επίπεδα σύμφωνα με το πρότυπο OSI :

- α) επίπεδο διακίνησης
- β) επίπεδο Συνόδου
- γ) επίπεδο παρουσίασης

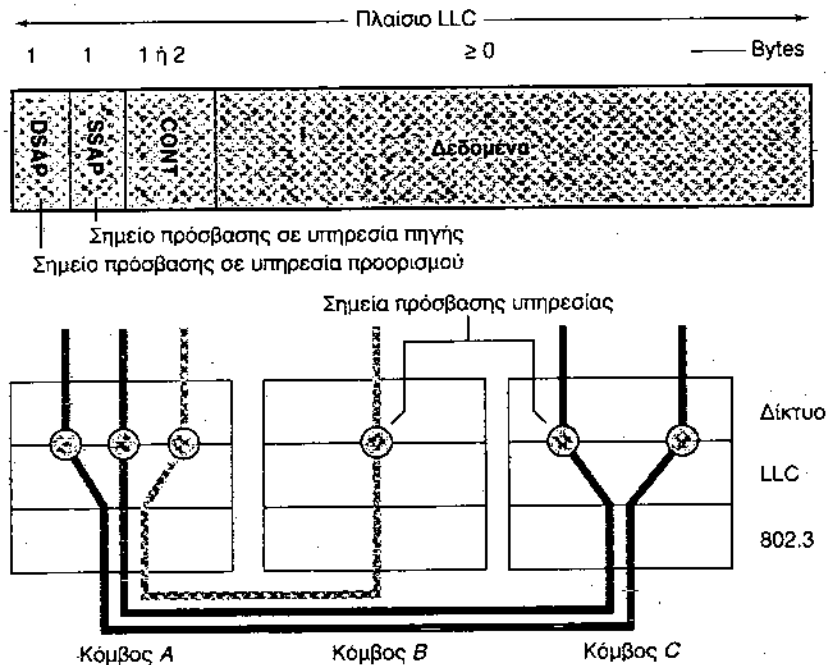
Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η ανάλυση σε επίπεδα :



Σχήμα 4.1

Τα επίπεδα διακίνησης και συνοδού συνεργάζονται στην επίβλεψη της από σημείο σε σημείο παραλαβής και παράδοσης δεδομένων.

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζονται ορισμένες από τις επικοινωνίες που λαμβάνουν χώρα μεταξύ των ανωτάτων επιπέδων του OSI. Ακόμα, παρουσιάζονται ορισμένα παραδείγματα αυτών των επιπέδων καθώς και βασικές λειτουργίες τους!



Σχήμα 4.2

## 4.2. Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης

Το πρωτόκολλο ελέγχου μετάδοσης (TCP) είναι το πρωτόκολλο επιπέδου διακίνησης με σύνδεση που είναι σχεδιασμένο για να λειτουργεί πάνω από το πρωτόκολλο Internet (IP) του επιπέδου δικτύου με αυτοδύναμα πακέτα! Αυτά τα δύο ευρέως χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα! Είναι γνωστό με το όνομα TCP/IP. Το TCP παρέχει μία αξιόπιστη διακίνησης απ' άκρο σε άκρο ρευμάτων από bytes. Ο τεμαχισμός και η ανασύνθεση των μηνυμάτων γίνονται από το TCP, όχι από το IP.

## Χαρακτηριστικά TCP

Το TCP χρησιμοποιεί το SRP με θετικές επιβεβαιώσεις και χρονική προθεσμία. Κάθε bytes που στέλνεται αριθμείται και πρέπει να επιβεβαιωθεί. Περισσότερα του ενός bytes μπορούν να σταλούν με το ίδιο πακέτο και η επιβεβαίωση τότε εμφανίζει τον αύξοντα αριθμό του επόμενου-byte που αναμένεται από τον παραλήπτη.

Η επικεφαλίδα TCP έχει μήκος τουλάχιστον 20 bytes και περιλαμβάνει έναν αύξοντα αριθμό από 32 bits, το TSAP της πηγής και του προορισμού (16 bits το καθένα) και 16 bits ανίχνευσης σφαλμάτων για τα δεδομένα και την επικεφαλίδα. Ο αριθμός των δεδομένων που μπορούν να σταλούν προτού υπάρξει επιβεβαίωση είναι το μέγεθος του παραθύρου, που μπορεί να ρυθμιστεί είτε από τον αποστολέα είτε από τον παραλήπτη για να ελέγξει τη ροή με βάση τους διαθέσιμους καταχωρητές και τη συμφόρηση.

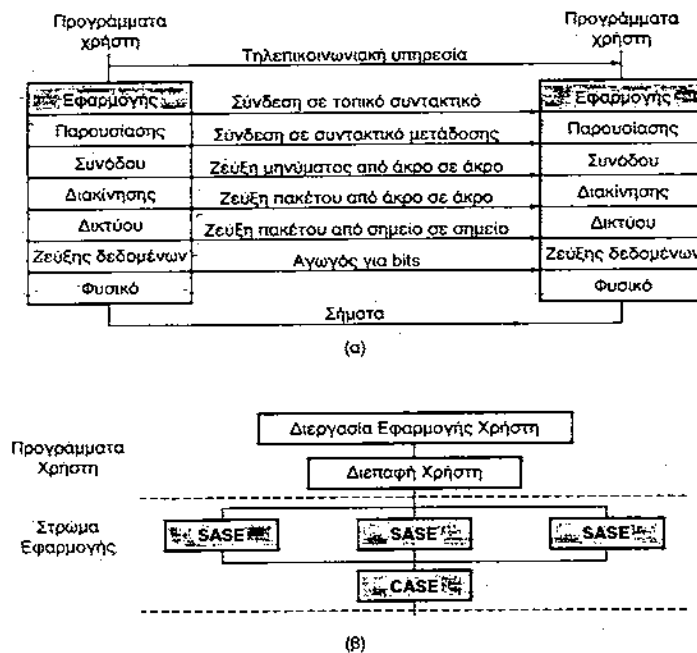
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

## Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα μελετήσουμε ευρείας χρήσης εφαρμογές των επικοινωνιακών δικτύων. Ακόμα θα εξετάσουμε μερικά από τα στρώματα κατά OSI και θα εξηγήσουμε το ρόλο του ευρήματος εφαρμογών, το οποίο παρέχει ειδικές υπηρεσίες μεταφοράς πληροφορίας στα προγράμματα εφαρμογών των χρηστών. Όπως έχουμε δει και για τα άλλα στρώματα, ο ISO έχει φτιάξει έναν κατάλογο των λειτουργιών του στρώματος εφαρμογών και έχει ορίσει κάποια ονοματολογία για την περιγραφή αυτών των λειτουργιών.

### 5.1. «Το μοντέλο αναφοράς OSI»

Όπως θα δούμε στα παρακάτω σχήματα το τμήμα (α) δείχνει τα 7 στρώματα του μοντέλου αναφοράς OSI και των προγραμμάτων χρήστη. Το τμήμα (β) δείχνει την ανάλυση των προγραμμάτων χρήστη σε διεργασίες εφαρμογών και διεπαφή χρήστη. Το στρώμα εφαρμογής αποτελείται από στοιχεία υπηρεσίας ειδικής εφαρμογής (sases) και το στοιχείο υπηρεσίας κοινής εφαρμογής (case).



Σχήμα 5.1

Τα προγράμματα χρήστη, όπως επεξεργασία κειμένου, ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, βάσεις δεδομένων, λογιστικά φύλλα και προγράμματα ημερολογίου απαιτούν υπηρεσίες μεταφοράς ειδικής πληροφορίας. Αυτές οι υπηρεσίες παρέχονται από στοιχεία υπηρεσίας ειδικής εφαρμογής SASE. (specific application service elements).

Για παράδειγμα, εκεί SASE μπορεί να παρέχει υπηρεσίες καταλόγου ενώ ένα άλλο υπηρεσίες μεταφοράς αρχείου!

Όπως φαίνεται στο σχήμα, τα SASE χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες που παρέχονται από στοιχεία υπηρεσίας κοινής εφαρμογής CASE (common application service elements). Ένα case παρέχει υπηρεσίες μεταφοράς γενικής πληροφορίας που χρησιμοποιούνται από διάφορα SASE όπως εγκατάσταση σύνδεσης. Ένα case απαρτίζεται το ίδιο από διάφορα στοιχεία, όπως από το (i) στοιχείο υπηρεσίας ελέγχου συσχετισμού ACSE (association control service element) (ii) το στοιχείο υπηρεσίας απομακρυσμένων ενεργειών ROSE (remote operations service element) και (iii) το στοιχείο δέσμευσης, συγχρονισμού και αποκατάστασης CCR (commitment, concurrency, recovery).

### Λειτουργίες ACSE, ROSE ή CCR

Το ACSE δημιουργεί ένα συσχετισμό ανάμεσα σε SASE. Το ROSE ανταλλάσσει εντολές και αποτελέσματα. Το CCR αναλύει την εκτέλεση των λειτουργιών σε ατομικές ενέργειες και επαναλαμβάνει εκείνες που δεν ολοκληρώθηκαν ικανοποιητικά.

**5.2** Σε αυτή την ενότητα θα εξετάσουμε τα επτά πρωτόκολλα στρώματος εφαρμογών στο μοντέλο εφαρμογής OSI τα οποία είναι FTP, SMTP, TELNET, TFTP rcp, rsh, rlogin όπου στη συνέχεια ακολουθεί λεπτομερής ανάλυση κάθε πρωτοκόλλου χωριστά



### 1) Πρωτόκολλο Μεταφοράς Αρχείου (FTP)

Το FTP υποστηρίζει τρεις βασικές λειτουργίες: Ένας χρήστης μιας μηχανής μπορεί (i) να στείλει ένα αρχείο σε άλλον υπολογιστή (ii) να φέρει αρχείο από αυτόν τον υπολογιστή και (iii) να μεταφέρει αρχεία ανάμεσα σε δύο απομακρυσμένα μηχανήματα.

Το FTP συνήθως χρησιμοποιείται διαλογικά. Παρέχει ένα μεγάλο αριθμό επιλογών για τη δημιουργία, μεταβολή ή επισκόπηση ενός απομακρυσμένου λογαριασμού χρήστη, σβήσιμο ή ανάκτηση ενός απομακρυσμένου αρχείου, επιλογή του τρόπου μεταφοράς δηλαδή με ρεύμα, τμήμα ή συμπίεση και για αποστολή αρχείων. Ο συνήθης τρόπος είναι με ρεύμα. Το αρχείο στέλνεται χωρίς τροποποιήσεις. Ο τρόπος με τμήματα σημαίνει τεμαχισμό του αρχείου και αποστολή του κατά τμήματα και εφαρμόζεται για να διευκολύνει την ανάρρωση σε περίπτωση σφάλματος. Τέλος, ο συμπιεσμένος τρόπος χρησιμοποιείται για την αποφυγή αποστολής μεγάλων συρμών από επαναλαμβανόμενους χαρακτήρες!

Το πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείου (FTP) χρησιμοποιεί δύο συνδέσεις TCP: μια για τις εντολές και αποκρίσεις και μια άλλη για τις μεταφορές δεδομένων και επιβεβαιώσεις.

### 2) Απλό Πρωτόκολλο Ταχυδρομικής Μεταφοράς (SMTP)

Το SMTP χρησιμοποιείται για να μεταφέρει μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ανάμεσα σε κόμβους. Η μεταφορά γίνεται μέσω TCP στη θύρα 25 του δέκτη. Το (SMTP) δέχεται ένα μήνυμα από το χρήστη μαζί με μια λίστα από προορισμούς. Τότε στέλνεται σε κάθε προορισμό από ένα αντίγραφο εκτός αν οι διαφορετικοί χρήστες είναι στον ίδιο κόμβο. Σε αυτή την περίπτωση το μήνυμα στέλνεται μόνο μια φορά μαζί με τη λίστα των προορισμών στον αντίστοιχο κόμβο. Όταν η μεταφορά του μηνύματος δεν είναι επιτυχής, το SMTP επαναλαμβάνει τη μεταφορά για μερικές διαδοχικές μέρες πριν παραιτηθεί και αναφέρει στο χρήστη την αποτυχία της παράδοσης του μηνύματος.

### 3) Πρωτόκολλο Απομακρυσμένου Τερματικού (TELNET)

Το TELNET είναι το πρωτόκολλο ιδεατού τερματισμού του ARPANET. Επιτρέπει σε έναν χρήστη να προσομοιώσει μια απευθείας σύνδεση από ένα τερματικό σε έναν απομακρυσμένο κόμβο. Το ιδεατό τερματικό TELNET είναι ένα πρωτόγονο τερματικό που λειτουργεί με ολίσθηση γραμμών (scroll mode). Αυτό σημαίνει ότι όταν φτάσουμε στο τέλος της γραμμής αρχίζει μια νέα γραμμή και οι υπόλοιπες μετακινούνται προς τα πάνω, όπως δηλαδή στους περισσότερους εκτυπωτές. Η επιλογή αυτού του

πρωτόγονου τερματικού εγγυάται ότι τα περισσότερα υπάρχοντα τερματικά μπορούν να υποστηρίξουν τα χαρακτηριστικά του ιδεατού τερματικού. Το μειονέκτημα είναι ότι έτσι περιορίζονται οι δυνατότητες του.

Για να γίνει δυνατή η σύνδεση με πιο εξελιγμένα τερματικά, το TELNET έχει μια φάση διαπραγμάτευσης των επιλογών που επιτρέπει στους χρήστες να συμφωνήσουν σε ένα σύνολο δυνατοτήτων που παρέχονται από το ιδεατό τερματικό.

#### 4) Τετριμμένο Πρωτόκολλο Μεταφοράς Αρχείου TFTP

Το TFTP επιτρέπει την μεταφορά αρχείων ανάμεσα σε δύο διεργασίες πάνω από UDP. Ένα αρχείο για να μεταφερθεί σπάει σε τμήματα μεγέθους ως 512 bytes. Κάθε τμήμα στέλνεται σαν πακέτο UDP μαζί με έναν αριθμό τμήματος ώστε να γίνει δυνατή από το δέκτη η επανασυγκόλληση του αρχείου. Η λήψη των τμημάτων επιβεβαιώνεται από το δέκτη. Ο αποστολέας επαναμεταδίδει όσα τμήματα δεν έχουν επιβεβαιωθεί εμπρόθεσμα.

#### 5) Αντιγραφή Απομακρυσμένου Αρχείου (rcp)

Η εντολή (rcp) χρησιμοποιείται για να (i) αντιγραφούν αρχεία ανάμεσα σε μηχανές (ii) αντιγραφούν αρχεία από μια απομακρυσμένη μηχανή σε μια άλλη απομακρυσμένη μηχανή και (iii) επιτρέπει την αντιγραφή όλων των αρχείων μιας περιοχής του λογαριασμού ενός χρήστη.

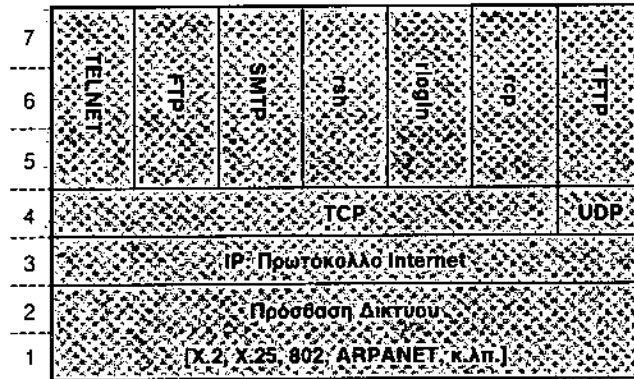
#### 6) Απομακρυσμένος Φλοιός (rsh) remote shell

Η εντολή (rsh) χρησιμεύει στην εκτέλεση μιας εντολής σε ένα απομακρυσμένο μηχάνημα και στην εμφάνιση των αποτελεσμάτων στην τοπική έξοδο. Δηλαδή η (rsh) πρώτα πραγματοποιεί σύνδεση με το απομακρυσμένο μηχάνημα, μετά στέλνει σε αυτό την εντολή, επιστρέφει το αποτέλεσμα της εντολής και τελικά τερματίζει τη σύνδεση όταν εκτελεστεί η εντολή.

#### 7) Υπηρεσία Απομακρυσμένου Login (rlogin)

Το rlogin είναι η εντολή εισόδου σε απομακρυσμένο υπολογιστή. Χρησιμοποιείται για τη σύνδεση ενός τοπικού τερματικού με έναν απομακρυσμένο υπολογιστή. Ο απομακρυσμένος υπολογιστής θα πιστοποιήσει ότι ο χρήστης έχει δικαίωμα να μπει στο σύστημα και μετά θα επιτρέψει την είσοδο χωρίς να ζητήσει συνθηματικό. Η ηχώ γίνεται από το απομακρυσμένο μηχάνημα.

Στρώμα  
OSI



TELNET = Πρωτόκολλο Απομακρυσμένου Τερματικού  
 FTP = Πρωτόκολλο Μεταφοράς Αρχείου  
 rlogin = Υπηρεσία απομακρυσμένου login  
 TFTP = Τετριμμένο Πρωτόκολλο Μεταφοράς Αρχείου  
 SMTP = Απλό Πρωτόκολλο Ταχυδρομικής Μεταφοράς  
 rcp = Αντιγραφή απομακρυσμένου αρχείου  
 rsh = Απομακρυσμένος φλοιός

Σχήμα 5.2

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### «Ενοποίηση των Υπηρεσιών»

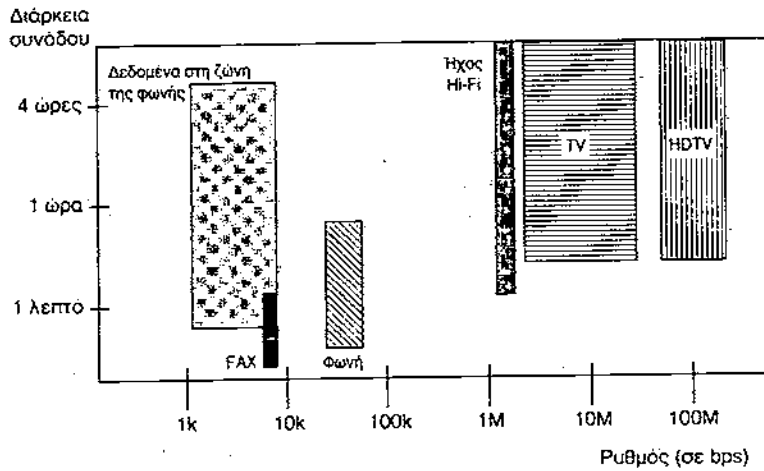
6.1. Τα επικοινωνιακά δίκτυα παρέχουν στους χρήστες κάποιες υπηρεσίες οι οποίες περιλαμβάνουν την μετάδοση δεδομένων, ήχου, κειμένου, σχημάτων και κινούμενης εικόνας. Βασισμένες σε αυτές τις υπηρεσίες, έχουν δημιουργηθεί ορισμένες εφαρμογές, όπως είναι τα δίκτυα ενοποιημένων ή ολοκληρωμένων υπηρεσιών (integrated services networks) τα οποία υποστηρίζουν την μετάδοση φωνής και δεδομένων ή κινούμενης εικόνας. Παλαιότερα τα επικοινωνιακά δίκτυα δεν μπορούσαν να χειριστούν και τα δύο είδη μετάδοσης γιατί η μετάδοση φωνής και δεδομένων γινόταν μέσα από διαφορετικά δίκτυα.

Για παράδειγμα, έχουμε την τηλεσυνδιάσκεψη η οποία είναι μια εφαρμογή δικτύων ήχου και εικόνας και επιτρέπει σε απομακρυσμένους χρήστες να βλέπουν ο ένας τον άλλον κατά τη διάρκεια μιας συζήτησης. Με τα δίκτυα ενοποιημένων υπηρεσιών βελτιώνονται σημαντικά εκδόσεις συστημάτων που παρέχουν πρόσβαση σε ήχο, κινούμενη εικόνα και φωτογραφίες υψηλής πιστότητας. Τέτοια συστήματα είναι CompuServe και η Prodigy.

Η ενοποίηση των υπηρεσιών έχει σημαντικά πλεονεκτήματα γιατί κάνει εφικτές κάποιες νέες εφαρμογές που παλιότερα ήταν δύσκολο να δημιουργηθούν λόγω μεγάλου κόστους. Η μετάδοση video, ήχου, κειμένου και γραφικών είναι κάποιες εφαρμογές που δεν μπορούσαν να υποστηριχτούν οικονομικά από ένα μόνο δίκτυο, ενώ τώρα με την ενοποίηση των υπηρεσιών η δημιουργία τους γίνεται πραγματικότητα,

### 6.2. Υπηρεσίες και κίνηση που δημιουργούν στο δίκτυο

Στο σχήμα που ακολουθεί θα δούμε κάποιους ρυθμούς μετάδοσης και τις διάρκειες ορισμένων υπηρεσιών.



Σχήμα. 6.1: Ρυθμοί και διάρκειες συνόδων.

Η ψηφιακή μετάδοση ενός τηλεοπτικού προγράμματος απαιτεί ρυθμό ανάμεσα σε λίγα Mbps και μερικές εκατοντάδες Mbps, ανάλογα με τη συμπίεση και την κωδικοποίηση που χρησιμοποιείται. Η διάρκεια της μετάδοσης μπορεί να κυμαίνεται από κλάσμα της ώρας ως λίγες ώρες. Το σχήμα δείχνει τις αντίστοιχες τιμές για άλλες υπηρεσίες. Ο ρυθμός και η διάρκεια είναι σημαντικές παράμετροι για το σχεδιαστή του δικτύου.

Η μετάδοση σημάτων φωνής από το τηλεφωνικό δίκτυο δεν πρέπει να καθυστερεί περισσότερο από 300 ms περίπου, γιατί αν είναι μεγαλύτερη η καθυστέρηση γίνεται ενοχλητική ειδικά όταν υπάρχει έντονη ηχώ από το άλλο άκρο. Αυτό γίνεται γιατί δημιουργούνται ανακλάσεις του σήματος από τον εξοπλισμό του άλλου άκρου της επικοινωνιακής ζεύξης. Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό μιας τηλεφωνικής συνομιλίας είναι το επίπεδο δραστηριότητάς της. Αυτό σημαίνει το κλάσμα του χρόνου που δεν γίνεται σιωπή μέσα στο κανάλι και συνήθως τιμή είναι 25%. Όταν χρησιμοποιούνται ανιχνευτές δραστηριότητας – φωνής, μπορεί να υποθέσει κανείς ότι το κανάλι είναι αδρανές για περίπου το 60% με 65% του χρόνου.

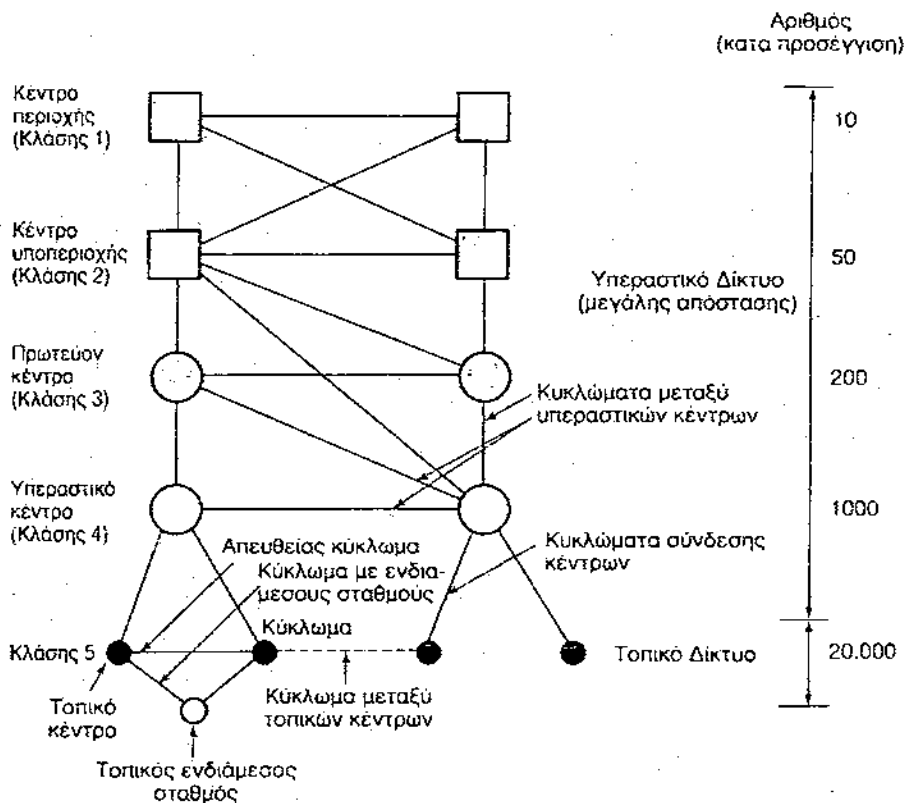
Μια συσκευή fax μεταδίδει μια συνηθισμένη σελίδα σε περίπου ένα λεπτό, στα 9600 bps με ανάλυση 7,7 γραμμές ανά mm, χρησιμοποιώντας συμπίεση 7:1. Η κωδικοποίηση τρέχοντος μήκους είναι μια μέθοδος συμπίεσης αποδοτική για χρήση σε συσκευές fax και ονομάζεται ταίριασμα συνδυασμένων συμβόλων και έχει τη δυνατότητα επίτευξης λόγω συμπίεσης 50 ως 300.

Η ιδέα είναι να προσπαθεί κανείς να αναγνωρίζει σύμβολα σε μια σελίδα ταϊριαζοντας στοιχεία μιας βιβλιοθήκης αποθηκευμένων συμβόλων. Έτσι αν βρεθεί ένα ταίριασμα, μεταδίδεται ο χαρακτηριστικός

αριθμός και η θέση του συμβόλου με αποτέλεσμα να απαιτούνται πολύ λιγότερα σύμβολα από τη μετάδοση ανά τετραγωνάκι (pixel).

Κάποια συστήματα όπως υπηρεσίες καταλόγου, πληροφορίες πτήσεων και χρηματιστηρίου, παρέχουν πληροφορίες με τη μορφή της απόκρισης σε φωνή. Μερικά από αυτά τα συστήματα βασίζονται στη σύνθεση φωνής και αντί αποθηκευμένων ψηφιοποιημένων μηνυμάτων φωνής, τα συστήματα αυτά αποθηκεύουν βασικούς ήχους (φωνήματα) που είναι παραμετροποιημένα ως προς τον χρονοισμό, τον τόνο και την ένταση. Για να αποθηκευτεί το μήνυμα αρκεί να αποθηκευτεί η χρονική εξέλιξη των παραμέτρων που χρειάζονται για την σύνθεση φωνής. Αυτά τα συστήματα 75 bits ανά δευτερόλεπτο φωνής ενώ όταν χρησιμοποιείται PCM χρειάζονται 64 kpbs. Για τέτοιες εφαρμογές είναι διαθέσιμα κυκλώματα ULSI, τα οποία βρίσκονται και σε κάρτες υπολογιστών και σε παιχνίδια.

### 6.3. Βασική αρχιτεκτονική τηλεφωνικού δικτύου



Σχήμα 6.2 Αρχιτεκτονική του τηλεφωνικού δικτύου.

Το δίκτυο για να συνδέσει τα τηλέφωνα ψάχνει την συντομότερη διαδρομή ανάμεσα σε αυτόν που καλεί και τον καλούμενο. Η αναζήτηση της συντομότερης διαδρομής γίνεται με ειδικά σήματα τα οποία δείχνουν την κατάσταση των κλήσεων και των τηλεφωνικών συσκευών. Αυτό ονομάζεται σηματοδοσία. Για παράδειγμα για να δούμε αν το ακουστικό είναι στη θέση του ή όχι χρησιμοποιείται σηματοδοσία dc, για τον τόνο κλήσης ή για ένδειξη ότι η γραμμή είναι κατειλημμένη χρησιμοποιείται σηματοδοσία τόνου. Για τον τοπικό βρόχο της διαμονής του συνδρομητή αυτά τα σήματα στέλνονται μέσω του ίδιου δικτύου όπως τα σήματα φωνής. Δηλαδή είτε εντός ζώνης (ζώνη των 300 – Hz έως 3400 – Hz της φωνής) είτε εκτός ζώνης.

Εκτός από την σηματοδοσία τοπικού βρόχου έχουμε και τη σηματοδοσία κοινού διαύλου μεταξύ (CCIS) με την οποία το δίκτυο χρησιμοποιεί ειδικά κυκλώματα για ορισμένες πληροφορίες σηματοδοσίας, ανάμεσα στους υπολογιστές μεταγωγής των κέντρων. Η πληροφορία ελέγχου είναι μεταγωγής πακέτου και μεταδίδεται χρησιμοποιώντας τα πρωτόκολλα του X.25.

Η μετάδοση είναι ψηφιακή, εκτός από τον τοπικό βρόχο όπου είναι αναλογική.

Το μέσο μετάδοσης για τους χαμηλότερους ρυθμούς είναι καλώδια συνεστραμένους ζεύγους και ασύρματες ζεύξεις ενώ για τους υψηλότερους ρυθμούς, ομοαξονικά καλώδια, ίνες και ασύρματα κανάλια. Σε ορισμένα κανάλια όπως τα DS-1, DS-2, DS-4, για την πληροφορία on-hook (τοποθετημένο ακουστικό) ή off-hook (κατεβασμένο ακουστικό) η σηματοδοσία γίνεται αφαιρώντας το ελάχιστο σημαντικό bit σε κάθε έτη λέξη των 8 bits που αντιπροσωπεύει ένα δείγμα φωνής. Αυτό προσθέτει μια μικρή μόνο ποσότητα θορύβου στο σήμα-φωνής.

Το δίκτυο πρέπει να έχει συγχρονισμό, γιατί χρειάζεται για τη σωστή πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου των καναλιών και αυτό γιατί οι ροές των bits μπορούν να αλληλοπαρεμβληθούν μόνο αν έχουν ακριβώς τον ίδιο αριθμό. Ένα παράδειγμα είναι η λύση που υιοθετήθηκε στο δίκτυο της Βόρειας Αμερικής, δηλαδή του Missouri, το οποίο παράγει ένα σήμα που μεταδίδεται σε όλα τα τηλεφωνικά κέντρα.

Ο δέκτης πρέπει να εντοπίζει τις χρονικές στιγμές έναρξης των bits και των πλαισίων. Είναι απαραίτητο να μπορούν οι δέκτες να βρίσκουν τον σωστό χρονισμό των πλαισίων. Αυτό γίνεται με την χρήση ενός ειδικού γραμμικού κώδικα με τον οποίο βρίσκονται τα bits, στέλνοντας τα μηδενικά ως ένα σήμα σταθερής μηδενικής τάσης και τους άσσους ως θετική ή αρνητική τάση, εναλλάξ. Αυτοί οι θετικοί και αρνητικοί παλμοί, που κωδικοποιούν τους άσσους χρησιμοποιούνται από ένα βρόχο κλειδώματος της φάσης (phase – locked loop). Κάθε ακολουθία έξι διαδοχικών μηδενικών αντικαθίστανται από μία ειδική ακολουθία που παραβιάζει την ακολουθία των θετικών και αρνητικών παλμών ώστε να ανιχνεύεται, για να εξασφαλιστεί

το ότι υπάρχουν αρκετοί άσσοι και να διατηρηθεί ο συγχρονισμός. Αυτή η κωδικοποίηση είναι ο κώδικας δυαδικής υποκατάστασης 6 – μηδενικών (B625). Στα πλαίσια για συγχρονισμό εισάγονται επίσης ειδικοί κώδικες.

Η ψηφιακή μεταγωγή που χρησιμοποιείται στο τηλεφωνικό δίκτυο βασίζεται σε ένα συνδυασμό μεταγωγής διαίρεσης – χρόνου και διαίρεσης – χώρου. Η βασική συνιστώσα ενός κόμβου μεταγωγής διαίρεσης – χώρου είναι το ηλεκτρονικό σύστημα διασταυρούμενων ράβδων (crossbar), που μπορεί να θεωρηθεί ως ένας προγραμματιζόμενος πίνακας συνδέσεων C.

Η επιλογή των διαδρομών κλήσεων δηλαδή η δρομολόγηση των κλήσεων, έχει σημαντική επίδραση στη επίδοση του δικτύου. Δύο διαδοχικοί κόμβοι μεταγωγής μετά μήκος μιας διαδρομής συνδέονται με ένα στέλεχος (segment) που αποτελείται από έναν αριθμό κυκλωμάτων (think lines). Το κύκλωμα είναι η αφηρημένη έννοια για το κανάλι το οποίο μπορεί να μεταφέρει μια τηλεφωνική κλήση. Μπορούμε να φέρουμε για παράδειγμα ένα φέρον DS-1 το οποίο μεταφέρει 24 σήματα φωνής, δηλαδή 24 κυκλώματα. Μια κλήση κατά μήκος μια διαδρομής καταλαμβάνει ένα κύκλωμα-ανάμεσα σε δύο κόμβους μεταγωγής. Η πιθανότητα να απορριφθεί μια τυπική κλήση επειδή δεν βρίσκεται ελεύθερη κάποια διαδρομή για να την δρομολογήσει, δηλαδή η πιθανότητα φραγής (blocking probability) είναι το πιο κρίσιμο μέτρο επίδοσης. Για να δρομολογηθεί μια κλήση πρέπει να υπάρχει σε κάθε ένα από τα στελέχη ένα-τουλάχιστον ελεύθερο κύκλωμα έτσι ώστε να είναι μια διαδρομή ελεύθερη.

Η στρατηγική δρομολόγησης ονομάζεται δυναμική μη – ιεραρχική δρομολόγηση. Αυτή η στρατηγική δοκιμάζει μια ακολουθία διαδρομών στη σειρά εφ' όσον υπάρχει το ζεύγος προέλευση – προορισμός. Αν όλες αυτές οι διαδρομές δεν είναι ελεύθερες (απασχολημένες) τότε η κλήση απορρίπτεται.

Υπάρχουν και στρατηγικές δρομολόγησης που λαμβάνουν υπόψη τη συμφόρηση του δικτύου, όπως η στρατηγική δυναμικής δρομολόγησης. Η συγκεκριμένη επιλέγει τη διαδρομή με την μεγαλύτερη διαθέσιμη χωρητικότητα από τις υπόλοιπες διαδρομές που είναι όμως προσδιορισμένες από το ζεύγος προέλευση – προορισμός. Η χωρητικότητα μιας διαδρομής είναι ο ελάχιστος αριθμός ελεύθερων κυκλωμάτων των στελεχών του, δηλαδή ο αριθμός των παραπάνω κλήσεων που μπορούν να μεταφερθούν κατά μήκος μιας διαδρομής πριν σταματήσουν να υπάρχουν ελεύθερα κυκλώματα.



#### **6.4. Το Ψηφιακό Δίκτυο Ενοποιημένων Υπηρεσιών (ISDN)**

Στη συνέχεια θα εξετάσουμε το ψηφιακό δίκτυο ενοποιημένων υπηρεσιών, το ISDN, το οποίο δημιουργήθηκε από τις μεγάλες τηλεφωνικές εταιρείες και από την CCITT. Μέσω αυτού το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο εξελίχθηκε σε ένα ενοποιημένο δίκτυο.

Πιο συγκεκριμένα με το ISDN παρέχεται στους οικιακούς βασική πρόσβαση που αποτελείται από δύο αμφίδρομα κανάλια των 64-kbs που λέγονται κανάλια B (για τον φορέα) και ένα κανάλι D των 16-kbs (για τα δεδομένα). Το τελευταίο χρησιμοποιείται για τηλεμετρία, ανταλλαγή πληροφορίας ελέγχου δικτύου και εφαρμογές όπως μετάδοση δεδομένων και videotext, ενώ τα κανάλια B για ψηφιακή φωνή. Μια ακόμα πρόσβαση που παρέχεται σε μεγαλύτερους καταναλωτές είναι η πρωτεύουσα και αποτελείται από 23 κανάλια B των 16-kbs και ένα κανάλι D των 64-kbs.

Για την ανάπτυξη του ISDN έπαιξαν μεγάλο ρόλο οι ψηφιακές τεχνολογίες οι οποίες είχαν αρχίσει να πραγματοποιούνται όλο και περισσότερο στο τηλεφωνικό δίκτυο για τη μετάδοση φωνής και για μεταγωγή. Με τη χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών το λειτουργικό κόστος στον κύκλο ζωής του ψηφιακού εξοπλισμού ήταν χαμηλότερο. Ενώ όμως χρησιμοποιείται η ψηφιακή τεχνολογία στο μεγαλύτερο τμήμα του δικτύου, δεν είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί και στον τοπικό βρόχο γιατί εδώ χρησιμοποιούνται υπηρεσίες φωνής και η μετατροπή σε ψηφιακή τεχνολογία δεν είναι οικονομικά συμφέρουσα.

Σημαντική για την ανάπτυξη του ISDN ήταν και η αυξανόμενη απαίτηση για υπηρεσίες μετάδοσης δεδομένων. Η απαίτηση αυτή δημιουργήθηκε από την μείωση του κόστους των υπολογιστών και των συσκευών fax αλλά και από την αυξανόμενη ζήτηση σε οικιακά συστήματα όπως για παράδειγμα τα συστήματα συναγερμού.

Έτσι άρχισε η επέκταση των υπηρεσιών ψηφιακής μετάδοσης και η διάθεση τους στον τοπικό βρόχο και στους καταναλωτές, μαζί με νέες υπηρεσίες. Η παροχή υπηρεσίας του ISDN στους καταναλωτές ξεκίνησε στην Ιαπωνία του 1988 και το 1990 στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Δυνατές Υπηρεσίες ISDN		
Υπηρεσία	Εύρος Ζώνης	Κανάλι
Τηλεφωνία	64 kbps	BC
Συναγερμοί	100 bps	D
Τηλεμετρία	100 bps	D
Διαχείριση Ενέργειας	100 bps	D
Videotex	2.4-64 kbps	BP
Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο	4.8-64 kbps	BP
FAX	4.8-64 kbps	BC
Τηλεόραση Αργής Σάρωσης	64 kbps	BC

*Πίνακας 1*



## **“ABBREVIATIONS”**

ISDNS: Integrated Services Digital Networks

ARPANET: Δίκτυο Μεταγωγής Πακέτων Με Αποθήκευση Και Προώθηση

Client – Server: Πελάτη – Εξυπηρετητή

FDM: Frequency Division Multiplexing: Πολύπλεξη Διαίρεσης Συχνότητας

TDM: Time Division Multiplexing: Πολυπλέξη Με Διαίρεση Χρόνου

E.D: Expedited Data: Εσπευσμένα Δεδομένα

BISDN: Broadband Integrated Services Digital Networks

R. ALOHA: Reservation ALOHA

TCP: Transmission Control Protocol

SASE: Specific Application Service Elements

CASE: Common Application Service Elements

ROSE: Remote Operations Service Element

CCR: Commitment, Concurrency, Recovery

SMTP: Simple Mail Transfer Protocol

TFTP: Trivial File Transfer Protocol

rsh: Remote Shell

CCIS: Common Channel Interoffice Signalling

SED: Start of Frame

RAT: Release After Transmission

RAR: Release After Reception

SD: Start Frame Delimiter = Όριο Έναρξης

AS: Access Control = Έλεγχος Πρόσβασης

FC: Frame Control = Έλεγχος Πλαισίου

DA: Destination Address = Διεύθυνση Προορισμού

SA: Source address = Διεύθυνση Πηγής

ED: End Delimiter = Όριο Τέλους

FS: Frame Status = Κατάσταση Πλαισίου

ACSE: Association Control Service Element

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ✓ «Δίκτυα Επικοινωνιών» - Jean Walrand
- ✓ «OSI reference model – The OSI model of architecture for open systems interconnection» -  
Ziemmerman, H.
- ✓ «Δίκτυα Υπολογιστών» - Andrew S. Tanenbaum, , Prentice Hall, 1989

