



Α.Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ : ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗΝ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ & ΔΙΟΙΚΗΣΗ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ-ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ- ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : ΦΕΙΔΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΦΟΡΟΣ ΓΙΑΝΝΗΣ Α.Μ.: 10471

ΝΙΚΟΛΑΙΔΗΣ ΦΟΙΒΟΣ Α.Μ.: 10343



ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2007

Περιεχόμενα

Εισαγωγή

Κεφάλαιο 1^ο

Βασικές έννοιες δικτύων

1. Τι είναι τα δίκτυα
2. Γιατί είναι απαραίτητα τα δίκτυα
3. Αρχιτεκτονική τηλεπικοινωνιακών δικτύων
Δίκτυο πρόσβασης στον τελικό χρήστη
Δίκτυο Διανομής
Δίκτυα κορμού – Backbone Networks
4. Κατάταξη δικτύων δεδομένων σύμφωνα με τη γεωγραφική κάλυψη

4.1. Τι είναι το τοπικό δίκτυο;

Κατάταξη τοπικών δικτύων ανάλογα με την οργάνωση των κοινών πόρων

A. Ομότιμα δίκτυα

B. Δίκτυα βασισμένα σε διακομιστές

4.1.2 Τοπολογίες τοπικού δικτύου

A. Τοπολογία Αστέρα

B. Τοπολογία Διαύλου

Γ. Τοπολογία Δακτυλίου

Δ. Τοπολογία Διαύλου/Αστέρα

E. Τοπολογία ιεραρχικού αστέρα

Τι είναι μητροπολιτικό δίκτυο

Τι είναι τα δίκτυα ευρείας ζώνης

4.3.1 Τοπολογία MAN και WAN

A. Τοπολογία Γιρλάντας (Διαύλου)

B. Τοπολογία Αστέρα για MAN/WAN

Γ. Τοπολογία Δακτυλίου για MAN και WAN

Δ. Τοπολογία Πλέγματος

Κεφάλαιο 2^ο

Φυσική διασύνδεση δικτύου

Εισαγωγή

2.1 Καλωδίωση

2.1.1 Συνεστραμμένο ζεύγος

2.1.2 Ομοαξονικό καλώδιο

2.1.3 Οπτική Ίνα

2.1.4 Ασύρματες ζεύξεις και ασύρματα δίκτυα

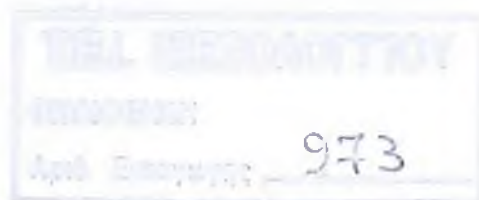
2.1.5 Είδη ασύρματων ζεύξεων

2.1.6 Κάρτα διασύνδεσης δικτύου

Κεφάλαιο 3^ο

Ασφάλεια

3.1. Αναγκαιότητα ασφάλειας σήμερα



Εισαγωγή

Η μεγαλύτερη τεχνολογική καινοτομία στον εικοστό αιώνα αφορούσε τη συλλογή, επεξεργασία και διανομή της πληροφορίας. Μέσα στον εικοστό αιώνα εγκαταστάθηκαν τα παγκόσμια δίκτυα τηλεφώνου, εφευρέθηκε το ραδιόφωνο και η τηλεόραση, εκτοξεύτηκαν δορυφόροι επικοινωνιών.

Στα μέσα του εικοστού αιώνα γεννήθηκε η βιομηχανία υπολογιστών που στο πρόσφατο παρελθόν παρουσίασε ραγδαία ανάπτυξη: την περασμένη εικοσαετία γίναμε μάρτυρες μιας τεχνολογικής επανάστασης στα πεδία της πληροφορικής και των επικοινωνιών που άλλαξε καθοριστικά τον τρόπο οργάνωσης της εργασίας και του επιχειρείν, της επικοινωνίας και της καθημερινής ζωής. Είδαμε τα πληροφοριακά συστήματα να αλλάζουν από κεντρικά συστήματα σε συστήματα με διακομιστές και κατανεμημένα συστήματα, να επεκτείνονται (ανάπτυξη intranet και internet, δίκτυα φωνής και δεδομένων) και να ανοίγονται μέσω πυλών στο παγκόσμιο δίκτυο (ηλεκτρονικό εμπόριο). Παρακολουθούμε επίσης – σαν αποτέλεσμα των παραπάνω – την εισβολή των νέων προϊόντων και υπηρεσιών στην προσωπική μας ζωή με τις εφαρμογές κινητής τηλεφωνίας, ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και τις εφαρμογές διαδικτύου (internet).

Οι επιχειρήσεις έχουν ενσωματώσει στην παραγωγική τους διαδικασία τα πληροφοριακά και τηλεπικοινωνιακά συστήματα με στόχο την καινοτόμο παροχή προϊόντων και υπηρεσιών. Ο στόχος είναι καλύτερα αποτελέσματα σε θέματα κόστους, χρόνου, ποιότητας και ευελιξίας. Ας μην ξεχνάμε ότι μερικές από τις σημαντικότερες καινοτομίες στο χώρο της αυτοκινητοβιομηχανίας προήλθαν από τα καινοτόμα συστήματα παραγωγής της Toyota (και τα αντίστοιχα της Honda και της Nissan), με αποτέλεσμα να παρατηρείται διπλάσια απόδοση από μια μέση αυτοκινητοβιομηχανία. Επίσης η καινοτομία στο χώρο των υπηρεσιών, μπορεί να δώσει σημαντικά ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα. Ενδεικτικά η Citibank ήταν η πρώτη που προσέφερε υπηρεσίες μέσα από τα ΑΤΜ, με αποτέλεσμα να αναπτύξει μια ηγετική θέση στον τραπεζικό χώρο.

Πλέον μιλάμε για στρατηγικά πληροφοριακά συστήματα που διαμορφώνουν και υποστηρίζουν τα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα και τις κεντρικές επιχειρηματικές στρατηγικές των επιχειρήσεων.

Οι πόροι ενός δικτύου είναι

- Οι ίδιες οι φυσικές γραμμές που ενώνουν τα μηχανήματα
- Τα διάφορα λογισμικά (επεξεργαστής κειμένου, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, λογισμικό παρακολούθησης ταινιών,..)
- Οι περιφερειακές συσκευές (όπως εκτυπωτές, φαξ, μόντεμ).
- Οι συσκευές αποθήκευσης πληροφοριών (μονάδες CD-ROM, Zip, σκληροί δίσκοι,..)

Στόχος ενός δικτύου είναι να μοιράσει με βέλτιστο τρόπο στους χρήστες του δικτύου: τη χρήση των γραμμών (χωρητικότητα), τη δυνατότητα επεξεργασίας και τη μνήμη των διάφορων μηχανημάτων και εφαρμογών.

Το είδος της πληροφορίας στην οποία παρέχεται κοινή πρόσβαση, καθορίζει το είδος του δικτύου. Τα δίκτυα υπολογιστών είναι δίκτυα μεταφοράς δεδομένων. Τα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα, ενώ αρχικά μετέφεραν φωνή, πλέον μεταδίδουν όλων των ειδών τις πληροφορίες (φωνή, δεδομένα, εικόνα).

Σημαντικό στοιχείο στα δίκτυα είναι η δυνατότητα διαχείρισης της κοινής πρόσβασης με την έννοια της δυνατότητας ρύθμισης των χαρακτηριστικών λειτουργίας της κοινής πρόσβασης: της ασφάλειας (ποιος έχει πρόσβαση σε τι;) της απόδοσης (ταχύτητα πρόσβασης, καθυστέρηση πρόσβασης) και της αξιοπιστίας (λάθη πρόσβασης, βλάβες).

2. Γιατί είναι απαραίτητα τα δίκτυα;

Τη δεκαετία του 70 υπήρχαν ακόμη τα κέντρα υπολογιστών, με ένα κεντρικό υπολογιστή (mainframe) απομονωμένο σε μια κλιματιζόμενη αίθουσα αρκετών δεκάδων τετραγωνικών μέτρων. Η επικοινωνία με τον υπολογιστή γινόταν αρχικά με ειδικές διάτρητες κάρτες και αργότερα μέσω κοντινών συνδεδεμένων τερματικών. Εκεί προέκυψε για πρώτη φορά η ανάγκη του δικτύου. Στόχος ήταν να δοθεί η δυνατότητα στα τερματικά (που δεν ήταν εξοπλισμένα με σκληρό δίσκο και άρα δεν ήταν αυτόνομες μονάδες) να επικοινωνήσουν με την κεντρική μονάδα (διακομιστή) για να στείλουν τα δεδομένα για επεξεργασία και να εκτυπώσουν στον εκτυπωτή που ήταν συνδεδεμένος στο διακομιστή. Σήμερα η αύξηση της υπολογιστικής ισχύος των υπολογιστών έχει οδηγήσει σε υπολογιστές με πολλαπλάσιες δυνατότητες μνήμης και επεξεργασίας από αυτές των πρώτων κεντρικών υπολογιστών. Η αντίστοιχη μείωση των τιμών των επεξεργαστών έχει κάνει εφικτό τον εξοπλισμό των επιχειρήσεων με πολυάριθμους υπολογιστές.

Σήμερα τα δίκτυα χρησιμοποιούνται για την άμεση, στιγμιαία και αδιάλειπτη κοινή πρόσβαση στην πληροφορία και τους πόρους του συστήματος ανεξάρτητα από την γεωγραφική θέση των χρηστών.

Στην εποχή των κεντρικών μονάδων, οι μεγάλες εταιρείες είχαν σε κάθε μεγάλη μονάδα τους ένα απομονωμένο κεντρικό σύστημα για την επεξεργασία πληροφοριών σχετικών με τα διαθέσιμα προϊόντα, την παραγωγικότητα, τη μισθοδοσία, κτλ. Η ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των συστημάτων γινόταν είτε με αποστολή εκτυπώσεων είτε με αποστολή δισκετών. Σήμερα τα δίκτυα υπολογιστών των μεγάλων εταιρειών διασύνδεουν όλες τις μονάδες μεταξύ τους και επιτρέπουν τη συλλογή και επεξεργασία στοιχείων σε κεντρικό επίπεδο. Ένας δεύτερος στόχος που εξυπηρετείται με τα δίκτυα είναι η υψηλή διαθεσιμότητα του συστήματος μέσω της ύπαρξης εναλλακτικών πηγών παροχής πληροφοριών. Για ευαίσθητους σε βλάβες τομείς, όπως τράπεζες, στρατός και βιομηχανικοί τομείς, η πλήρης απώλεια του πληροφοριακού συστήματος, έστω και για μερικές μόνο ώρες, έχει τεράστιο επιχειρησιακό κόστος, τόσο στον οικονομικό τομέα (απώλεια εσόδων) όσο και στην εικόνα της επιχείρησης. Τα σημερινά δίκτυα παρέχουν δυνατότητα αποφυγής της διακοπής λειτουργίας.

3. Αρχιτεκτονική τηλεπικοινωνιακών δικτύων

Τα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα χωρίζονται σε τρία βασικά υποδίκτυα ανάλογα με την ταχύτητα μεταφοράς των πληροφοριών και τις λειτουργίες που εκτελεί το καθένα:

- Το δίκτυο πρόσβασης στον τελικό χρήστη
- Το δίκτυο διανομής
- Το δίκτυο κορμού

Η αρχιτεκτονική ενός δικτύου ευρείας ζώνης έχει πλήρη αντιστοιχία με την αρχιτεκτονική του δικτύου δρόμων μιας χώρας, όπου ξεχωρίζουμε τους αυτοκινητόδρομους ταχείας κυκλοφορίας, το επαρχιακό δίκτυο και το δίκτυο των πόλεων.

3.1 Δίκτυο πρόσβασης στον τελικό χρήστη

Το δίκτυο πρόσβασης χρηστών ή τοπικός βρόγχος (Local Loop), είναι το κομμάτι του τηλεπικοινωνιακού δικτύου που περιλαμβάνει τη σύνδεση των μηχανημάτων των χρηστών (τηλεφώνων, υπολογιστών,...) με τον τηλεπικοινωνιακό εξοπλισμό του δικτύου μετάδοσης. Είναι το μεγαλύτερο από τα τρία υποδίκτυα σε χιλιόμετρα καλωδίων: αν σκεφτούμε μόνο, σε κάθε πολυκατοικία, πόσα τηλέφωνα αντιστοιχούν και πόσα καλώδια ξεκινούν από την είσοδο της προς διάφορα διαμερίσματα.

Για τους περισσότερους χρήστες το κομμάτι αυτό υλοποιείται από τα τηλεφωνικά χάλκινα καλώδια που υπάρχουν σε κάθε κτίριο.

Η πρόσβαση στον τελικό χρήστη είναι πολύ σημαντική για τις εταιρείες τηλεπικοινωνιών. Ιστορικά ανήκει στον παραδοσιακό τηλεπικοινωνιακό οργανισμό (ΟΤΕ για την Ελλάδα). Με την απελευθέρωση της αγοράς, οι νέοι πάροχοι προτιμούν για λόγους κόστους να νοικιάζουν την πρόσβαση παρά να εγκαθιστούν δική τους εναλλακτική πρόσβαση: είναι ασύμφορο να προσπαθήσουν να εγκαταστήσουν δική τους πρόσβαση σε κάθε σπίτι.

Το μεγάλο κόστος αντικατάστασης των χάλκινων καλωδίων συνεστραμμένου ζεύγους που υλοποιούν την πρόσβαση στον τελικό χρήστη και οι περιορισμένες δυνατότητες μετάδοσης αυτού του μέσου είναι τα κυριότερα προβλήματα που έχουν να αντιμετωπίσουν οι εταιρείες τηλεπικοινωνιών στην προσπάθεια τους να προσφέρουν στον τελικό χρήστη υπηρεσίες πολυμέσων (Videoconference, video on demand...) που απαιτούν υψηλή ποιότητα και ταχύτητα μετάδοσης.

Η αδυναμία ιδιόκτητης πρόσβασης των εναλλακτικών παρόχων είναι και ένας από τους λόγους που το ασύρματο τοπικό δίκτυο γνωρίζει τέτοια ανάπτυξη. Είναι ένας τρόπος εναλλακτικής και φθηνής πρόσβασης, που ωστόσο δεν έχει ωριμάσει τεχνικά (παρουσιάζει ακόμα σημαντικά προβλήματα ασφάλειας).

3.2 Δίκτυο διανομής

Το δίκτυο διανομής βρίσκεται μεταξύ των δικτύων πρόσβασης και κορμού. Το δίκτυο διανομής κάνει:

- Συσσώρευση κίνησης προς το δίκτυο κορμού. Με τη χρήση μηχανισμών πολύπλεξης, πολλές ζεύξεις μικρής χωρητικότητας ενώνονται δε μεγαλύτερες ζεύξεις για να καταλήξουν στις ζεύξεις του δικτύου κορμού. Αντίστοιχα, για την πορεία από το δίκτυο κορμού προς το δίκτυο πρόσβασης γίνεται διανομή της ζήτησης
- Κατανομή τοπικής κίνησης. Η κίνηση που απευθύνεται σε κοντινό LAN δεν περνά από το δίκτυο κορμού

3.3 Δίκτυα κορμού – Backbone Networks

Τα δίκτυα κορμού είναι οι συνδέσεις υψηλών ταχυτήτων που ενώνουν τους βασικούς κόμβους ενός δικτύου ευρείας ζώνης. Μέσω αυτών των κόμβων οι πολυπλεγμένες πληροφορίες (δεδομένα, ήχος, εικόνα) μεταδίδονται γρήγορα από άκρο σε άκρο.

Η κύρια λειτουργία των δικτύων κορμού είναι η γρήγορη μετάδοση όπως ακριβώς και στους δρόμους ταχείας κυκλοφορίας. Για αυτό και στο δίκτυο κορμού δεν υπάρχουν συνδεδεμένοι απευθείας διακομιστές ή δίκτυα πρόσβασης που θα μπορούσαν να επιβραδύνουν τη λειτουργία του.

Ο όρος δίκτυο κορμού χρησιμοποιείται επίσης στα τοπικά δίκτυα. Το καλώδιο στην τοπολογία διαύλου συναντάται στην βιβλιογραφία και σαν καλώδιο κορμού (Back bone cable).

4. Κατάταξη δικτύων δεδομένων σύμφωνα με τη γεωγραφική κάλυψη

Διακρίνουμε τρεις βασικούς τύπους δικτύου δεδομένων σύμφωνα με τη γεωγραφική κάλυψη: τα τοπικά δίκτυα, τα μητροπολιτικά και τα δίκτυα ευρείας ζώνης

4.1 Τι είναι το τοπικό δίκτυο;

Το τοπικό δίκτυο (Local Area Network- LAN) είναι συνήθως ένα δίκτυο υπολογιστών που περιορίζεται γεωγραφικά σε μία περιοχή μερικών χιλιομέτρων. Συχνά περιορίζεται σε μία κτιριακή εγκατάσταση, είτε αυτή είναι γραφείο, είτε ένα κτήριο είτε ένα κτιριακό συγκρότημα (campus).

Τα τοπικά δίκτυα χρησιμοποιούν ιδιόκτητη καλωδίωση και για την υλοποίησή τους δεν γίνεται χρήση των υπηρεσιών διασύνδεσης που παρέχουν οι εταιρίες τηλεπικοινωνιών.

Κύριο χαρακτηριστικό των τοπικών δικτύων είναι ότι τα μηχανήματα του δικτύου μοιράζονται ένα κοινό μέσο για την επικοινωνία μεταξύ τους.

Η πλειοψηφία των τοπικών δικτύων χρησιμοποιεί σήμερα το πρωτόκολλο Ethernet.

4.1.1 Κατάταξη τοπικών δικτύων ανάλογα με την οργάνωση των κοινών πόρων

Τα τοπικά δίκτυα χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με τη χρήση ή όχι διακομιστών – servers.

4.1.1.α. Ομότιμα δίκτυα

Αν και λέμε ότι στα ομότιμα δίκτυα δεν υπάρχουν διακομιστές, στην πραγματικότητα εννοούμε ότι η χρήση των διακομιστών είναι πολύ περιορισμένη: συνήθως υπάρχει μόνο ο διακομιστής εκτύπωσης. Κάθε υπολογιστής λειτουργεί ως διακομιστής για τις πληροφορίες που εμπεριέχει και ως πελάτης για τις πληροφορίες που βρίσκονται στους άλλους υπολογιστές του δικτύου. Την ευθύνη για τη διαχείριση του κάθε υπολογιστή την έχει ο ίδιος ο χρήστης.

Με τον όρο διαχείριση εννοούμε τις απαραίτητες ενέργειες που αφορούν την ασφάλεια των πληροφοριών (ποιος έχει πρόσβαση σε τι;), τη διαχείριση των πόρων (μνήμη) και την εγκατάσταση και αναβάθμιση εφαρμογών.

Συνήθως σε ένα ομότιμο δίκτυο όλα τα αρχεία που ενδιαφέρουν τους χρήστες είναι τοποθετημένα στον σκληρό τους δίσκο. Επομένως η κίνηση στο τοπικό δίκτυο είναι πολύ περιορισμένη.

Τα ομότιμα δίκτυα είναι τοπικά δίκτυα μονοψήφιου αριθμού υπολογιστών. Έχουν χαμηλό κόστος υλοποίησης και χαμηλό λειτουργικό κόστος σε σχέση με τα δίκτυα με διακομιστές. Πρόκειται συνήθως για απλά δίκτυα γραφείων (π.χ δικηγορικό γραφείο) που εξυπηρετούν κυρίως λειτουργίες γραμματειακής υποστήριξης (χρήση εφαρμογών office).

Ένα ομότιμο δίκτυο, εκτός από τον διακομιστή εκτύπωσης, μπορεί να έχει και ένα διακομιστή διαδικτύου που-επιτρέπει την πρόσβαση όλων των υπολογιστών στο modem. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα λογισμικό που αντικαθιστά το απαραίτητο μηχάνημα διασύνδεσης και που προσφέρει μια φθηνή λύση για περιορισμένες αποδόσεις

4.1.1.β Δίκτυα βασισμένα σε διακομιστές

Τα δίκτυα που βασίζονται σε διακομιστές καλύπτουν ανάγκες μεγάλου αριθμού χρηστών ή/και κοινής χρήσης εφαρμογών με μεγάλο όγκο δεδομένων (π.χ. μελετητικά γραφεία με σχεδιαστικά προγράμματα) ή/και ανάγκες κεντρικής διαχείρισης του δικτύου.

Ποιοι είναι οι πιο κοινοί διακομιστές:

- Διακομιστές αρχείων, χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση αρχείων (κειμένων, λογιστικών φύλλων,...) και δεδομένων.
- Διακομιστές εκτύπωσης.
- Διακομιστές φαξ, διαδικτύου και ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.
- Διακομιστές εφαρμογών, για εφαρμογές με μεγάλο όγκο δεδομένων που χρησιμοποιούνται από μεγάλο αριθμό χρηστών.
- Διακομιστές υπηρεσιών καταλόγου (directory services servers) για την αποθήκευση, τον εντοπισμό και την ασφάλεια των πληροφοριών στο δίκτυο.

Ένα δίκτυο βασισμένο σε διακομιστές μπορεί να υποστηρίξει θεωρητικά απεριόριστο αριθμό χρηστών. Η διαχείριση περνά από τα χέρια των χρηστών (στην περίπτωση των ομότιμων δικτύων) σε μία ομάδα διαχειριστών (ένας ή περισσότεροι) που εφαρμόζουν μια κοινή πολιτική χρήσης των αρχείων και των πόρων του δικτύου.

Ένα βασικό πλεονέκτημα της χρήσης των διακομιστών είναι η συγκέντρωση των δεδομένων και η εύκολη χρήση τους (εύκολη αναζήτηση εγγράφων κτλ.) Επιπλέον, χάρη στη συγκέντρωση των αρχείων γίνεται πιο εύκολη η δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας. Πιο ακριβείς αρχιτεκτονικές δικτύων (με χρήση δυο ισοδύναμων

διακομιστών και με μηχανισμούς διπλής εγγραφής των δεδομένων) προσφέρουν μεγάλη διαθεσιμότητα και ασφάλεια ενάντια στις βλάβες.

4.1.2 Τοπολογίες τοπικού δικτύου

Διακρίνουμε τέσσερις βασικές τοπολογίες:

- Διαύλου (Bus)
- Αστέρα (Star)
- Δακτυλίου (Ring)
- Πλέγματος (Mesh)

Η τοπολογία διαύλου υλοποιείται μόνο στα τοπικά δίκτυα. Η τοπολογία πλέγματος δεν υλοποιείται στα τοπικά δίκτυα διότι δεν υπάρχει πρωτόκολλο που να την υποστηρίζει.

Οι παραπάνω βασικές τοπολογίες είναι επαρκείς μόνο για μικρά τοπικά δίκτυα λόγω των περιορισμένων δυνατοτήτων επεκτασιμότητας τις οποίες θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια. Για μεγαλύτερα τοπικά δίκτυα χρησιμοποιούμε υβριδικές ή συνδυαστικές τοπολογίες. Στην ουσία πρόκειται για συνδυασμούς των βασικών τοπολογιών. Ξεχωρίζουμε δύο βασικές υβριδικές τεχνολογίες:

- Διαύλου – Αστέρα
- Ιεραρχικού Αστέρα.

4.1.2.α Τοπολογία Αστέρα

Η τοπολογία αστέρα είναι μια φυσική τοπολογία. Στα τοπικά δίκτυα χρησιμοποιείται συνήθως για την υλοποίηση των λογικών τοπολογιών διαύλου και δακτυλίου

Στην τοπολογία αστέρα κάθε υπολογιστής συνδέεται μέσω καλωδίου με ένα κεντρικό κόμβο. Ο κεντρικός κόμβος συνήθως υλοποιείται με έναν τύπο μηχανήματος διασύνδεσης που ονομάζεται ομφαλός (Hub). Τα δεδομένα μεταδίδονται μέσω του κεντρικού κόμβου σε όλους τους υπολογιστές του δικτύου. Η τοπολογία αστέρα χρησιμοποιείται από τα πρώτα χρόνια των πληροφοριακών συστημάτων για τη διασύνδεση των mainframe με τα τερματικά.

Διαχείριση βλαβών

Το κυριότερο πρόβλημα της τοπολογίας αστέρα είναι ότι βασίζεται σε ένα κεντρικό κόμβο. Μια ενδεχόμενη βλάβη του κεντρικού κόμβου θα έχει σαν αποτέλεσμα τη διακοπή της επικοινωνίας μεταξύ των υπολογιστών.

Από την άλλη πλευρά, η βλάβη σε έναν από τους υπολογιστές ή στο καλώδιο που συνδέει τον υπολογιστή με τον κεντρικό κόμβο, επηρεάζει μόνο την επικοινωνία του συγκεκριμένου υπολογιστή. Όλοι οι υπόλοιποι υπολογιστές συνεχίζουν να επικοινωνούν χωρίς πρόβλημα.

4.1.2.β Τοπολογία Διαύλου

Η τοπολογία διαύλου είναι η πιο απλή και συχνά η πιο οικονομική τοπολογία τοπικού δικτύου.

Στην περίπτωση αυτή, όλοι οι υπολογιστές μοιράζονται ένα κοινό μέσο (καλώδιο) για την μεταφορά των δεδομένων. Το καλώδιο τερματίζεται σε δύο τερματικές αντιστάσεις. Όλοι οι υπολογιστές έχουν ίσες δυνατότητες να στείλουν δεδομένα μέσω του καλωδίου.

Τα δεδομένα στέλνονται και προς τις δύο κατευθύνσεις του καλωδίου. Στα δεδομένα επισυνάπτεται η διεύθυνση του παραλήπτη. Όλοι οι σταθμοί λαμβάνουν τα δεδομένα αλλά τα αγνοούν αν δεν φέρουν τη διεύθυνση τους.

Διαχείριση βλαβών

Στη φυσική τοπολογία διαύλου, όλοι οι υπολογιστές "ακούν" τα δεδομένα και δεν συμμετέχουν στη διαδικασία μετάδοσης τους. Επομένως η βλάβη ενός υπολογιστή δεν επηρεάζει τη διαθεσιμότητα του υπόλοιπου δικτύου. Ωστόσο, αυτή η φυσική τοπολογία σπάνια χρησιμοποιείται.

Με τον όρο διαθεσιμότητα περιγράφουμε τη δυνατότητα ενός μηχανήματος ή μιας υπηρεσίας να παρέχει αδιάλειπτα τη λειτουργία για την οποία έχει σχεδιαστεί. Συνήθως μετράμε τη διαθεσιμότητα με βάση το χρόνο αδιάλειπτης λειτουργίας, δηλαδή το χρόνο μεταξύ δύο βλαβών οι οποίες οδηγούν στη διακοπή της λειτουργίας του μηχανήματος ή της υπηρεσίας.

Σε περίπτωση που κοπεί το καλώδιο, στην τοπολογία διαύλου, τότε κάθε μετάδοση καθίσταται αδύνατη. Ωστόσο οι υπολογιστές συνεχίζουν να λειτουργούν ως αυτόνομοι υπολογιστές.

Για να βελτιωθεί η διαθεσιμότητα του δικτύου, χρησιμοποιείται φυσική τοπολογία αστέρα. Σε αυτή τη περίπτωση, ο υπολογιστής με βλάβη ή κομμένο καλώδιο

παρακάμπτεται από τον κεντρικό κόμβο και η επικοινωνία συνεχίζεται ανεπηρέαστη για τους υπόλοιπους υπολογιστές. Στη φυσική τοπολογία αστέρα ο εντοπισμός της βλάβης είναι πιο εύκολος από ότι στη φυσική τοπολογία διαύλου. Η φυσική τοπολογία αστέρα απαιτεί μεγαλύτερο μήκος καλωδίου από ότι η φυσική τοπολογία διαύλου.

4.1.2.γ Τοπολογία δακτυλίου

Η τοπολογία δακτυλίου είναι μια τοπολογία που χρησιμοποιείται τόσο σε τοπικά δίκτυα όσο και σε δίκτυα ευρείας ζώνης.

Στην τοπολογία δακτυλίου οι υπολογιστές είναι συνδεδεμένοι με τέτοιο τρόπο ώστε να σχηματίζουν έναν δακτύλιο. Ο κάθε υπολογιστής είναι συνδεδεμένος με άλλους δύο.

Στα τοπικά δίκτυα, η μετάδοση μέσα στον δακτύλιο γίνεται μόνο προς μία κατεύθυνση.

Η μετάδοση του σήματος στην τοπολογία δακτυλίου ακολουθεί τη φορά του ρολογιού.

Στην τοπολογία δακτυλίου ο κάθε υπολογιστής έχει ενεργό ρόλο στη μετάδοση των δεδομένων: λαμβάνει τα δεδομένα και αν δεν απευθύνονται σε αυτόν (αν δεν περιέχουν τη διεύθυνση του) τα στέλνει στον επόμενο υπολογιστή.

Η απουσία τερματικών αντιστάσεων απαιτεί τη διαγραφή του σήματος από τον παραλήπτη.

Στα τοπικά δίκτυα, η μέθοδος μετάδοσης δεδομένων στο δακτύλιο η οποία περιγράφεται στα διεθνή πρότυπα χρησιμοποιεί την τεχνική της σκυτάλης (token). Για αυτό το λόγο και ο δακτύλιος ονομάζεται δακτύλιος σκυτάλης (token ring). Η σκυτάλη είναι μια ειδική σειρά bit που διατρέχει τον δακτύλιο. Ο υπολογιστής που θέλει να μεταδώσει, δεσμεύει τη σκυτάλη και αρχίζει και μεταδίδει τα δεδομένα του. Με τη λήψη των δεδομένων από τον παραλήπτη και την επιβεβαίωση της παραλαβής, ο αποστολέας ξαναβάζει τη σκυτάλη στο δακτύλιο.

Στα τοπικά δίκτυα, η φυσική τοπολογία του δακτυλίου, υλοποιείται σαν αστέρα.

Στη φυσική τοπολογία αστέρα υπάρχει ένας κεντρικός κόμβος που διαχειρίζεται τη μετάδοση των σημάτων από τον έναν υπολογιστή στον επόμενο.

Διαχείριση βλαβών

Όλοι οι υπολογιστές συμμετέχουν στη μετάδοση των δεδομένων. Αν λοιπόν η φυσική και η λογική τοπολογία ήταν τύπου δακτυλίου, η βλάβη ενός υπολογιστή θα είχε σαν

αποτέλεσμα τη διακοπή της μετάδοσης στο δακτύλιο, Παρομοίως, αν κοβόταν ένα καλώδιο, τότε κάθε μετάδοση θα καθίστατο αδύνατη. Ωστόσο, οι υπολογιστές θα συνέχιζαν να λειτουργούν ως αυτόνομοι υπολογιστές.

Για τους παραπάνω λόγους στα τοπικά δίκτυα χρησιμοποιείται φυσική τοπολογία αστέρα. Σε αυτήν την περίπτωση, ο υπολογιστής με βλάβη ή το κομμένο καλώδιο παρακάμπτονται από τον κεντρικό κόμβο και η επικοινωνία συνεχίζεται ανεπηρέαστη για τους υπόλοιπους υπολογιστές.

4.1.2.δ. Τοπολογία διαύλου / αστέρα

Η τοπολογία διαύλου / αστέρα είναι ένας συνδυασμός των τοπολογιών διαύλου και αστέρα. Σε μία τοπολογία διαύλου / αστέρα πολλά δίκτυα τοπολογίας αστέρα είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους μέσω ενός διαύλου.

Μια τέτοια τοπολογία συχνά χρησιμοποιείται για τη διασύνδεση τοπικών δικτύων σε κοντινές αποστάσεις.

Διαχείριση βλαβών

Σε περίπτωση βλάβης ενός υπολογιστή, το υπόλοιπο δίκτυο θα συνεχίσει να λειτουργεί κανονικά. Σε περίπτωση βλάβης ενός από τα μηχανήματα διασύνδεσης θα επηρεαστεί μόνο το κομμάτι του δικτύου που είναι συνδεδεμένο με αυτό το μηχάνημα. Σε περίπτωση κοπής ενός καλωδίου μεταξύ των μηχανημάτων διασύνδεσης θα επηρεαστεί μόνο η επικοινωνία που περνά από το συγκεκριμένο καλώδιο. Τέλος, σε περίπτωση κοπής του καλωδίου που συνδέει έναν υπολογιστή με το μηχάνημα διασύνδεσης θα επηρεαστεί μόνο η επικοινωνία με τον συγκεκριμένο υπολογιστή.

4.1.2.ε Τοπολογία ιεραρχικού αστέρα

Σε αυτήν την τοπολογία σχηματίζουμε ένα δένδρο. Οποιαδήποτε βλάβη απομονώνεται και το δίκτυο χωρίζεται σε δύο αυτόνομα κομμάτια που συνεχίζουν να λειτουργούν κανονικά.

Η θεωρία των γράφων – που έχει εφαρμογή στις δικτυακές τοπολογίες – έχει ως βασική δομή το δένδρο, το οποίο αντιστοιχεί σε έναν ιεραρχικό αστέρα. Στη ίδια θεωρία ο βαθμός ενός κόμβου καθορίζεται από τον αριθμό των ζεύξεων που έχουν σαν άκρο το συγκεκριμένο κόμβο.

Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, ο αστέρας είναι ένα απλό δένδρο στο οποίο μόνο ένας κόμβος (ο κεντρικός) έχει βαθμό μεγαλύτερο από 1 (όσες και οι ζεύξεις που τον έχουν σαν άκρη).

Παρομοίως, ο διάυλος είναι ένα δένδρο στο οποίο κανένας κόμβος δεν έχει βαθμό μεγαλύτερο από 2

4.2. Τι είναι μητροπολιτικό δίκτυο;

Το μητροπολιτικό δίκτυο (Metropolitan Area Network- MAN) είναι ένα σύνολο διασυνδέσεων μεμονωμένων υπολογιστών ή τοπικών δικτύων LAN. Οι διασυνδέσεις αυτές επεκτείνονται γεωγραφικά σε μια μητροπολιτική περιοχή, δηλαδή μια πόλη και τα προάστια της.

Σε αντίθεση με τα τοπικά δίκτυα όπου τα μηχανήματα μοιράζονται ένα κοινό μέσο, στα μητροπολιτικά δίκτυα οι επικοινωνίες είναι σημείο-προς-σημείο, δηλαδή από ένα μηχάνημα σε ένα άλλο. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων υλοποιούνται μέσω των υπηρεσιών διασύνδεσης που παρέχουν οι εταιρείες τηλεπικοινωνιών.

Το MAN μπορεί να παρέχει ένα ολοκληρωμένο σύνολο υπηρεσιών μετάδοσης δεδομένων πραγματικού χρόνου, φωνής και εικόνας

4.3. Τι είναι τα δίκτυα ευρείας ζώνης;

Τα δίκτυα ευρείας ζώνης (Wide Area Network – WAN) είναι δίκτυα μεγάλων αποστάσεων (χωρίς γεωγραφικούς περιορισμούς) που επιτρέπουν σε ανεξάρτητες συσκευές ή τοπικά δίκτυα να επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω διασυνδέσεων. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι απομακρυσμένες διασυνδέσεις υλοποιούνται μέσω των υπηρεσιών διασύνδεσης που παρέχουν οι εταιρείες τηλεπικοινωνιών.

Στα δίκτυα ευρείας ζώνης, όπως και στα μητροπολιτικά δίκτυα, οι επικοινωνίες είναι σημείο – προς – σημείο. Το WAN μπορεί να παρέχει ένα ολοκληρωμένο σύνολο υπηρεσιών μετάδοσης δεδομένων πραγματικού χρόνου, φωνής και εικόνας.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα δικτύου ευρείας ζώνης είναι το Internet.

4.3.1 Τοπολογίες MAN και WAN

Οι τοπολογίες των μητροπολιτικών δικτύων και των δικτύων κορμού ανήκουν στις παραπάνω κατηγορίες που παρουσιάσαμε: Διαύλου, Αστέρα, Δακτυλίου και επιπλέον στην τοπολογία Πλέγματος.

Όπως είπαμε στον ορισμό του, ένα δίκτυο WAN αποτελείται από το δίκτυο κορμού, το δίκτυο διανομής και το δίκτυο πρόσβασης.

Οι τοπολογίες στα κυρίως δίκτυα κορμού είναι πάντα φυσικές τοπολογίες. Στα δίκτυα κορμού δεν υπάρχει η έννοια της λογικής τοπολογίας. Μιλάμε πάντα για ανεξάρτητες ζεύξεις – σημείο προς σημείο – που ενώνουν κόμβους μεταξύ τους. Για παράδειγμα, αν σε μία τοπολογία διαύλου κοπεί ένα καλώδιο, θα διακοπεί μόνο η κίνηση στη ζεύξη του κομμένου καλωδίου.

Επίσης, επειδή οι ζεύξεις είναι από σημείο προς σημείο δεν υπάρχει κοινή χρήση του ίδιου μέσου και άρα δεν υπάρχει σταθερή χωρητικότητα (σε bps) για όλες τις συνδέσεις. Αυτό σημαίνει ότι κάθε ζεύξη έχει διαφορετική χωρητικότητα η οποία εξαρτάται από την κίνηση που τη διατρέχει. Εξάιρεση αποτελούν ορισμένες τοπολογίες δακτυλίου οι οποίες χρησιμοποιούν ειδικά πρωτόκολλα (FDDI, SDH) και έχουν συγκεκριμένη χωρητικότητα σε όλο το δακτύλιο.

Ωστόσο, για να ακριβολογούμε όταν μιλάμε για φυσική τοπολογία, πρέπει επίσης να διακρίνουμε δύο περιπτώσεις ως προς την υλοποίηση των ζεύξεων:

- Τα πραγματικά δίκτυα κορμού φυσικής τοπολογίας που υλοποιούνται με ιδιόκτητα καλώδια: συνήθως πρόκειται για περιπτώσεις δικτύων εταιριών ή οργανισμών με πολλά κτίρια στον ίδιο χώρο π.χ. Πανεπιστημιούπολη.
- Υλοποιήσεις MAN/WAN με μισθωμένες γραμμές τηλεπικοινωνιακών εταιριών: σχεδόν η απόλυτη πλειοψηφία των δικτύων υλοποιείται με τέτοιες ζεύξεις οι οποίες σπάνια αντιστοιχούν σε γραμμές σημείο προς σημείο. Αν κάνουμε ένα παραλληλισμό με το δίκτυο δρόμων, η διαδρομή Αθήνα – Ιωάννινα, δεν είναι ένας απευθείας δρόμος αλλά υλοποιείται από το δρόμο Αθήνα – Πάτρα, Πάτρα – Ιωάννινα ή από το δρόμο Αθήνα – Λαμία, Λαμία – Ιωάννινα. Στα δίκτυα μισθωμένων γραμμών αυτή η πολυπλοκότητα της διαδρομής δεν είναι ορατή στον πελάτη.

Αυτό που έχει μεγάλη σημασία για τα δίκτυα MAN και WAN είναι η προστασία σε περίπτωση βλαβών και αυτό γιατί μια διακοπή ζεύξης στο επίπεδο MAN/WAN επηρεάζει την κίνηση μεταξύ πολλών τοπικών δικτύων.

Σε μικρά δίκτυα WAN ή MAN το δίκτυο διανομής δεν είναι απαραίτητο. Συνήθως το δίκτυο διανομής υλοποιείται σε δίκτυα που έχουν μεγάλη γεωγραφική κάλυψη (πολλές πόλεις στην Ελλάδα και το εξωτερικό και για κάθε πόλη πολλά τοπικά

δίκτυα). Τέτοια δίκτυα είναι τα δίκτυα μεγάλων πολυκαταστημάτων, τραπεζών, γραφείων ασφαλιστικών εταιριών κτλ.

Μόνο για δίκτυο μεγάλης πυκνότητας γεωγραφικής κάλυψης θα χρειαστούμε ένα MAN που να έχει δίκτυο κορμού και δίκτυο διανομής. Συνήθως το δίκτυο MAN έχει μία ή περισσότερες γραμμές υψηλού ρυθμού μετάδοσης, οι οποίες αποτελούν το δίκτυο κορμού που ενώνει τα τοπικά δίκτυα.

4.3.1.α. Τοπολογία Γιρλάντας (Διαύλου)

Η τοπολογία διαύλου στα δίκτυα MAN/WAN ονομάζεται γιρλάντα (festoon). Συνήθως δεν υπερβαίνει τις τρεις με τέσσερις ζεύξεις και άρα χρησιμοποιείται σε μικρά MAN και σε μικρά WAN.

Στην τοπολογία διαύλου πρέπει οπωσδήποτε να γνωρίζουμε τον πίνακα κίνησης, δηλαδή με ποιον επικοινωνεί ο κάθε κόμβος και τι ρυθμό μετάδοσης έχει. Βάσει αυτού του πίνακα θα κάνουμε τη διαστασιοποίηση των γραμμών και θα υπολογίσουμε το ρυθμό μετάδοσης που απαιτεί η κάθε ζεύξη.

4.3.1.β. Τοπολογία Αστέρα για MAN/WAN

Η τοπολογία αστέρα χρησιμοποιείται επίσης σε μικρά WAN και MAN.

Και στην τοπολογία αστέρα είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τον πίνακα κίνησης για να κάνουμε τη διαστασιοποίηση των γραμμών.

Η τοπολογία αστέρα είναι η πιο απλή σε υλοποίηση τοπολογία. Έχει όμως ένα βασικό μειονέκτημα που αφορά τη βλάβη του κεντρικού κόμβου.

Η τοπολογία αστέρα είναι μια λύση που προσφέρει τη μικρότερη διαδρομή σύνδεσης των κόμβων με τον κεντρικό κόμβο. Έχει επομένως το πλεονέκτημα να παρουσιάζει τη μικρότερη καθυστέρηση από κάθε άλλη δυνατή τοπολογία.

Το κύριο μειονέκτημα της είναι το υψηλό κόστος. Η σύνδεση ακόμη και για μηχανήματα ή τοπικά δίκτυα με μικρή κίνηση γίνεται με ξεχωριστή ζεύξη, με αποτέλεσμα ο πελάτης να χρειάζεται να πληρώσει για χωρητικότητα που δεν χρησιμοποιεί.

4.3.1.γ. Τοπολογία Δακτυλίου για MAN και WAN

Η τοπολογία δακτυλίου είναι πολύ δημοφιλής στα δίκτυα MAN και WAN. Επιτρέπει την επικοινωνία όλων των κόμβων του δακτυλίου μετά από την πιθανή κοπή ενός καλωδίου. Ουσιαστικά αντιστοιχεί στην προσθήκη μιας επιπλέον γραμμής σε ένα δίαυλο – γραμμή που ενώνει τα δύο άκρα του διαύλου.

Κάτι πολύ συνηθισμένο επίσης είναι ένα δίκτυο WAN να αποτελείται από ένα κυρίως δίκτυο κορμού με τοπολογία δακτυλίου και ένα δίκτυο διανομής με τοπολογία αστέρα.

Η τοπολογία δακτυλίου είναι ιδιαίτερα δημοφιλής ειδικά στα δίκτυα πολύ υψηλού ρυθμού μετάδοσης (υποβρύχια και χερσαία δίκτυα οπτικής ίνας και τεχνολογίας μετάδοσης WDM/SDH).

Για τη βελτίωση της διαθεσιμότητας στα μητροπολιτικά δίκτυα καθώς και στα δίκτυα ευρείας ζώνης, χρησιμοποιούμε τοπολογία διπλού δακτυλίου.

Ο ένας δακτύλιος μεταδίδει το σήμα δεξιόστροφα και ο άλλος αριστερόστροφα. Τα ειδικά πρωτόκολλα που έχουν αναπτυχθεί (FDDI για MAN, SNCP και NPE για SDH) επιτρέπουν σε μία τέτοια τοπολογία να συνεχίσει τη μετάδοση ανεπηρέαστα ακόμη και μετά την κοπή δυο καλωδίων.

Συνηθισμένη αρχιτεκτονική για MAN/WAN είναι η τοπολογία δακτυλίου για το κυρίως δίκτυο κορμού και η τοπολογία αστέρα για το δίκτυο διανομής.

4.3.1.δ. Τοπολογία πλέγματος

Η τοπολογία πλέγματος προϋποθέτει την ύπαρξη πολλαπλών διαδρομών για τη μεταφορά δεδομένων από ένα κόμβο σε έναν άλλο. Κάθε κόμβος συνδέεται με τους υπόλοιπους με ξεχωριστά καλώδια, χωρίς ωστόσο να είναι απαραίτητη η απευθείας σύνδεση όλων των κόμβων μεταξύ τους. Εξαιτίας των πολλαπλών ζεύξεων η τοπολογία πλέγματος είναι μια ακριβή σε κόστος τοπολογία.

Διακρίνουμε τις τοπολογίες πλήρους πλέγματος, όπου όλοι οι κόμβοι είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους, και τις τοπολογίες μερικής διασύνδεσης. Η τοπολογία πλέγματος είναι αυτή που έχει το υψηλότερο κόστος σε ό,τι αφορά την υλοποίησή της.

Ένα δίκτυο WAN με ένα κυρίως δίκτυο κορμού σε τοπολογία πλέγματος έχει πολύ καλή αντίσταση στις βλάβες.

Το internet είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα τοπολογίας πλέγματος.

Διαχείριση βλαβών

Η τοπολογία πλέγματος παρέχει μεγάλη διαθεσιμότητα μέσω του πλεονάσματος των ζεύξεων. Ειδικοί μηχανισμοί επιτρέπουν σε περίπτωση βλάβης σε κάποιο κόμβο ή κομμένου καλωδίου την παράκαμψη του προβληματικού τμήματος του δικτύου και τη δρομολόγηση των δεδομένων από εναλλακτική διαδρομή.

Κεφάλαιο 2^ο

Φυσική διασύνδεση δικτύων

Εισαγωγή

Πριν μιλήσουμε αναλυτικότερα για τα ευρυζωνικά δίκτυα και την υλοποίηση τους στον ελλαδικό χώρο μέσω του DSL και του δορυφορικού Internet, θα πούμε για τον τρόπο διασύνδεσης των δικτύων. Με άλλα λόγια ποιες φυσικές διασυνδέσεις και ποια μέσα μετάδοσης χρησιμοποιούνται.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των μέσων μετάδοσης είναι:

- Ο τρόπος διασύνδεσης:
 - ❖ Ενσύρματη διασύνδεση
 - ❖ Ασύρματη διασύνδεση
- Η ταχύτητα μετάδοσης.

Ποια η σχέση μεταξύ ρυθμού μετάδοσης (data rate – throughput) και το εύρους ζώνης (bandwidth);

Το εύρος ζώνης είναι το μέγιστο εύρος συχνότητας που χρησιμοποιείται για τη αναλογική μετάδοση σήματος. Στην ψηφιακή μετάδοση το εύρος ζώνης εκφράζεται σε bits/sec. Ο ρυθμός μετάδοσης είναι η μέγιστη ταχύτητα μετάδοσης που μπορεί να επιτευχθεί σε ένα συγκεκριμένο μέσο με ορισμένο θόρυβο και συγκεκριμένο εύρος συχνοτήτων και με τη βοήθεια κωδικοποίησης και συμπίεση δεδομένων.

Το εύρος ζώνης είναι δηλαδή η μέγιστη ταχύτητα που μπορούμε να πετύχουμε σε ένα μέσο και είναι μεγαλύτερο του ρυθμού μετάδοσης

- Η καθυστέρηση μετάδοσης του σήματος μέσα από το μέσο μετάδοσης
- Το μέγεθος του δικτύου και οι δυνατότητες αναβάθμισης του. Αυτά τα χαρακτηριστικά, βέβαια, εξαρτώνται από το είδος του πρωτοκόλλου που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση. Οι προδιαγραφές ενός πρωτοκόλλου ορίζουν:
 - ❖ Μέγιστο αριθμό κόμβων που μπορούν να υποστηριχθούν από το καλώδιο.
 - ❖ Μέγιστο μήκος τμήματος καλωδίου
 - ❖ Μέγιστο μήκος συνολικού δικτύου.
- Τα εξαρτήματα – συζευκτήρες – που χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση του καλωδίου με άλλα τμήματα καλωδίου ή με τα μηχανήματα.
- Το κόστος.
 - ❖ Εγκατάστασης
 - ❖ Συντήρησης και υποστήριξης.

Διαφορετικό κόστος εγκατάστασης έχει η οπτική ίνα και διαφορετικό κόστος το χάλκινο καλώδιο.

- Η προστασία από παρεμβολές.

Τι είδους παρεμβολές στην μετάδοση του σήματος μέσω καλωδίων;

1. Ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές (EMI) – προέρχονται από τη λειτουργία κινητήρων, τηλεοράσεων, φωτοτυπικών, λαμπτήρων φθορισμού, ηλεκτρικών καλωδίων, κτλ.
2. Παρεμβολές ραδιοσυχνοτήτων (RFI) – προέρχονται από τη λειτουργία κινητήρων, τηλεοράσεων, φωτοτυπικών, λαμπτήρων φθορισμού, εκπομπή ραδιοφωνικών σημάτων και κεραιών τηλεόρασης.

Καλωδίωση

Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται στη διασύνδεση μηχανημάτων ανήκουν σε τρεις βασικούς τύπους:

- Καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους (twisted pair)
- Ομοαξονικό καλώδιο (coaxial cable).
- Καλώδιο οπτικών ινών.

Τους παραπάνω βασικούς τύπους καλωδίων, τους βρίσκουμε στην αγορά με πολλές παραλλαγές οι οποίες ωστόσο ακολουθούν τους κανόνες των διεθνών οργανισμών τυποποίησης. Σήμερα στην αγορά υπάρχουν πάνω από δύο χιλιάδες διαφορετικά καλώδια. Όλα ωστόσο ανήκουν στους τρεις βασικούς παραπάνω τύπους. Η περαιτέρω διαφοροποίηση τους γίνεται βάσει των χαρακτηριστικών προστασίας, διαμέτρου, κτλ. Παρακάτω, και για κάθε μια από τις κατηγορίες, θα παρουσιάσουμε τις κυριότερες διαφοροποιήσεις.

2.1.1 Συνεστραμμένο ζεύγος

Τα καλώδια συνεστραμμένου ζεύγους ονομάζονται έτσι γιατί στην απλή τους μορφή αποτελούνται από δυο χάλκινα καλώδια πάχους περίπου 1mm – με καθένα να περικλείεται από την μόνωση του – στριμμένα το ένα γύρω στο άλλο. Αν έχετε ανοίξει μια πρίζα τηλεφώνου, θα τα έχετε ήδη δει.

Γιατί είναι συνεστραμμένα; Η συστροφή των καλωδίων μεταξύ τους γίνεται για να περιοριστεί η ηλεκτρομαγνητική παρεμβολή των σημάτων των καλωδίων καθώς και των εξωτερικών σημάτων και για περιοριστούν οι συνακροάσεις. Η κατηγορία 3 του καλωδίου UTP έχει περίπου 9 στροφές ανά μέτρο καλωδίου

Τα καλώδια συνεστραμμένου ζεύγους χρησιμοποιούνται ήδη από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα. Αρχικά χρησιμοποιήθηκαν για αναλογικά σήματα, συνεχίζουν όμως να χρησιμοποιούνται και να υποστηρίζουν την μετάδοση ψηφιακών σημάτων. Είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος καλωδίων. Τα συνεστραμμένα καλώδια ξεκινούν με 2 ζεύγη και μπορεί να φτάσουν στην απλή τους μορφή μέχρι και 25 ζεύγη. Για πάνω από 25 ζεύγη γίνεται επιμέρους ομαδοποίηση των ζευγών. Οι επιμέρους ομάδες περικλείονται από ξεχωριστή προστατευτική θήκη.

Το μέγιστο επιτρεπτό μήκος των καλωδίων συνεστραμμένον ζεύγους – από άκρη σε άκρη - είναι:

- Για τα δίκτυα δεδομένων – που μεταδίδουν ψηφιακό σήμα 100 μέτρα.
- Για τα τηλεφωνικά δίκτυα – που μεταδίδουν αναλογικό σήμα – μέχρι 914,4 μέτρα ανάλογα με την ταχύτητα. Πέρα από αυτό το όριο, θεωρούμε ότι η μείωση των αποδόσεων (καθυστέρηση μετάδοσης, κτλ) γίνεται σημαντική.

Πρέπει να θυμόμαστε ότι επειδή τα καλώδια είναι συνεστραμμένα, το πραγματικό μήκος των εσωτερικών ζευγών είναι μεγαλύτερο από το μήκος που μετράμε εξωτερικά. Αν λοιπόν το εξωτερικό μήκος των καλωδίων του δικτύου δεδομένων είναι μεγαλύτερο από 85 μέτρα, συνίσταται να μετρηθεί το καλώδιο με τη χρήση ειδικής συσκευής (αναλυτής καλωδίου – cable analyzer) που θα μας δώσει το πραγματικό του μήκος.

Τα 100 μέτρα για το δίκτυο δεδομένων δεν είναι απόλυτο όριο εφόσον η απόδοση εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της μετάδοσης(συχνότητα, κτλ) και από τον τύπο του καλωδίου. Ανάλογα με αυτά τα χαρακτηριστικά το μέγιστο μήκος μπορεί να είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο και αναφέρεται στα αντίστοιχα πρότυπα. Για μεγαλύτερη ευκολία, για τις τυπικές περιπτώσεις μετάδοσης σημάτων το θεωρούμε 100 μέτρα

Επίσης, το ελάχιστο μήκος καλωδίου είναι 1 μέτρο.

Θωρακισμένα καλώδια και καλώδια χωρίς προστασία

Τα συνεστραμμένα καλώδια χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες: θωρακισμένα καλώδια (STP – Shielded Twisted Pair) και καλώδια χωρίς προστασία (UTP – Unshielded Twisted Pair).

Τα θωρακισμένα καλώδια διαθέτουν μια θωράκιση χάλκινου πλέγματος που περιβάλλει τα συνεστραμμένα καλώδια. Η θωράκιση λειτουργεί σαν γείωση και παρέχει φυσική προστασία καθώς και προστασία έναντι εξωτερικών ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών. Χάρη σε αυτήν τη προστασία, το καλώδιο STP αποδίδει σε μεγαλύτερες ταχύτητες και καλύπτει μεγαλύτερη απόσταση.

Η IBM χρησιμοποίησε στις εγκαταστάσεις της θωρακισμένα καλώδια. Ωστόσο ο όγκος τους, η δύσκολη τοποθέτηση και η υψηλή τους τιμή τους δεν επέτρεψαν την υιοθέτησή τους από την αγορά.

Μια άλλη κατηγορία θωρακισμένων καλωδίων συνεστραμμένου ζεύγους είναι το καλώδιο FTP (foil screened twisted pair). Σε αυτό το καλώδιο τα ζεύγη χαλκού περιβάλλονται από ένα μανδύα αλουμινίου (φανταστείτε το αλουμίνιο που περιβάλλει τις σοκολάτες). Τα καλώδια FTP χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικό περιβάλλον όπου είναι πιθανές οι ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές.

Η εγκατάσταση των θωρακισμένων καλωδίων θέλει ιδιαίτερη προσοχή. Ένα θωρακισμένο καλώδιο που δεν έχει γειωθεί σωστά αποδίδει χειρότερα από ένα αθωράκιστο καθώς το πλέγμα λειτουργεί σαν κεραία.

Τα καλώδια UTP είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος καλωδίου για την καλωδίωση τοπικών δικτύων.

Βασικό προτέρημα των καλωδίων συνεστραμμένου ζεύγους είναι το μικρό κόστος αγοράς και η εύκολη εγκατάσταση. Τα κυριότερα μειονεκτήματα τους είναι το μικρό μήκος εγκατάστασης λόγω εξασθένησης του σήματος (ειδικά για σήματα υψηλών συχνοτήτων) και οι ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές (συνακρούσεις).

Οι διεθνείς οργανισμοί τυποποίησης έχουν καθορίσει κατηγορίες για τα καλώδια συνεστραμμένου ζεύγους. Ο παρακάτω πίνακας δίνει τις ενδεικτικές κατηγορίες καλωδίων συνεστραμμένου ζεύγους, όπως έχουν καθοριστεί από το πρότυπο 568^A της Αμερικάνικης ένωσης Βιομηχανιών Ηλεκτρονικών και της Ένωσης Βιομηχανιών Τηλεπικοινωνιών EIA/TIA (Electronic Industry Association/Telecommunication Industry Association).

Πίνακας 2.1 Κατηγορίες καλωδίων συνεστραμμένου ζεύγους.

Κατηγορία	Εφαρμογή
1	Αναλογικό σήμα / φωνή. Χρησιμοποιείται σε παλιές τηλεφωνικές γραμμές
2	Ψηφιακό σήμα / φωνή / 4 Mbps δεδομένα
3	16 Mbps δεδομένα. Το ελάχιστο για μετάδοση ψηφιακών σημάτων
4	20 Mbps δεδομένα.
5	100 Mbps δεδομένα. Χρησιμοποιείται ευρέως σήμερα

Οι κατηγορίες 2 με 5 αποτελούνται από 4 συνεστραμμένα ζεύγη καλωδίου. Οι πιο διαδεδομένες κατηγορίες είναι οι κατηγορίες 3 και 5. Για περιπτώσεις που προβλέπεται αναβάθμιση της ταχύτητας του δικτύου συνίσταται η κατηγορία 5^E που αποτελεί βελτιωμένη υποκατηγορία της κατηγορίας 5. Επίσης υπάρχουν νέες και λιγότερο διαδεδομένες κατηγορίες καλωδίων: η κατηγορία 6 με εύρος ζώνης 250 MHz και η κατηγορία 7 με εύρος ζώνης 600 MHz.

Εκτός από τις παραπάνω κατηγορίες υπάρχουν και άλλες τυποποιήσεις των καλωδίων. Μια πολύ κοινή τυποποίηση η AWG – American Wire Gauge αφορά το πάχος του καλωδίου.

Για να γίνουν τα πράγματα πιο πολύπλοκα οι διάφοροι κατασκευαστές χρησιμοποιούν τη δικιά τους τυποποίηση. Παράδειγμα η IBM που στη θέση των κατηγοριών καλωδίων προτείνει τους δικούς της τύπους καλωδίων.

Αξίζει επίσης να σημειώσουμε μια σημαντική τυποποίηση που αφορά το μονωτικό υλικό των καλωδίων. Τα καλώδια διάκενου (Plenum) εμπεριέχουν πλαστικό που δεν εκλύει - σε περίπτωση πυρκαγιάς - αέρια επικίνδυνα για την υγεία των υπαλλήλων.

Τα καλώδια που τοποθετούνται στις ψευδοροφές και τα ψευδοπατώματα είναι τέτοιου τύπου. Σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες και στις Ηνωμένες Πολιτείες υπάρχουν ειδικές προδιαγραφές για τον τύπο των καλωδίων που τοποθετούνται σε μια εγκατάσταση.

Υλικό διασύνδεσης

Για τη σύνδεση των καλωδίων στα μηχανήματα (υπολογιστής, πρίζα, κτλ) χρησιμοποιούνται συζευκτήρες τύπου RJ.

Οι συζευκτήρες RJ-45 είναι παρόμοιοι με τους συζευκτήρες τηλεφώνου RJ-11. Οι διαφορές είναι στις συνδέσεις και στο μέγεθος: ο συζευκτήρας RJ-11 είναι πιο μικρός και έχει τέσσερις ακίδες ενώ ο RJ-45 έχει 8 ακίδες.

Οι συζευκτήρες RJ-45 έχουν 8 συνδέσεις καλωδίου (4 ζεύγη καλωδίων) ενώ οι RJ-11 τέσσερις συνδέσεις (2 ζεύγη καλωδίων). Πρέπει ωστόσο να σημειώσουμε ότι ο συζευκτήρας RJ-45 χρησιμοποιεί μόνο τα δύο ζεύγη καλωδίων και ο RJ-11 μόνο το ένα ζεύγος καλωδίων.

2.1.2 Ομοαξονικό καλώδιο

Στο ομοαξονικό καλώδιο έχουμε δύο αγωγούς γύρω από τον ίδιο άξονα. Στον πυρήνα υπάρχει ο πρώτος αγωγός που είναι συνήθως ένα συμπαγές χάλκινο καλώδιο που καλύπτεται από μια διηλεκτρική μονωτική στρώση και χρησιμεύει για τη μεταφορά των σημάτων. Ο δεύτερος αγωγός είναι μια μεταλλική θωράκιση που περιβάλλει το μονωτικό υλικό και προστατεύει τα σήματα από τις ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές.

Υπάρχουν περιπτώσεις ομοαξονικών καλωδίων με περισσότερα από ένα χάλκινα καλώδια στον πυρήνα (π.χ. RG – 58 A/U). Σε αυτήν τη περίπτωση μιλάμε για πολυκλωνικό πυρήνα.

Συνήθως τα ομοαξονικά καλώδια έχουν διπλή θωράκιση: το μεταλλικό (χάλκινο ή αλουμίνιο) πλέγμα θωράκισης και ένα εξωτερικό πλαστικό κάλυμμα. Υπάρχουν ωστόσο ομοαξονικά καλώδια με τετραπλή θωράκιση για να προστατεύονται καλύτερα από τις εξωτερικές ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές.

Το ομοαξονικό καλώδιο υποστηρίζει ψηφιακά σήματα υψηλής συχνότητας και επιτρέπει τη μετάδοση τους σε αποστάσεις πολύ μεγαλύτερες από τα 100 μέτρα του συνεστραμμένου ζεύγους.

Είναι ωστόσο ακριβό και δύσκολο στη τοποθέτησή του.

Υπάρχουν δύο τύποι ομοαξονικού καλωδίου:

- ThinNet
- Thicknet – Standard Ethernet.

Όπως δηλώνει και το όνομα τους, η φυσική διαφορά τους είναι το πάχος τους.

Η τεχνική ονομασία των ομοαξονικών καλωδίων είναι RG- x.
RG – 58 είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος καλωδίου Thinnet και ο RG – 8 ο αντίστοιχος τύπος για καλώδια Thicknet.

Τα ομοαξονικά καλώδια δεν χρησιμοποιούνται πλέον στα δίκτυα δεδομένων και μάλιστα υπάρχουν και συστάσεις στους κανονισμούς δομημένης καλωδίωσης για αποφυγή τους. Μπορούμε να τα συναντήσουμε ακόμη σε παλιά δίκτυα καθώς και σε συνδέσεις που αφορούν κυρίως κεραίες (τηλεόρασης, ράδιο, κτλ).

Καλώδιο Thinnet

Το καλώδιο Thinnet είναι ένα ομοαξονικό καλώδιο πάχους 6,5 χιλιοστών, εύκαμπτο και εύκολο στην εγκατάσταση.

Το μέγιστο επιτρεπτό μήκος για την μετάδοση των ψηφιακών σημάτων ενός καλωδίου Thinnet είναι 185 μέτρα. Πέρα από αυτήν την απόσταση η εξασθένηση του σήματος είναι σημαντική.

Υλικό διασύνδεσης

Η διασύνδεση των καλωδίων Thinnet γίνεται με ειδικούς συζευκτήρες που ονομάζονται BNC (BNC connectors). Οι συζευκτήρες BNC «κουμπώνουν» όπως οι λάμπες Μπαγιονετ. Για τον τερματισμό του δικτύου, χρησιμοποιούμε μια τερματική αντίσταση BNC terminator. Η τερματική αντίσταση έχει την ίδια μορφή με ένα κανονικό συζευκτήρα BNC μόνο που στη θέση του καλωδίου υπάρχει ένα καλώδιο γείωσης.

Για τη διασύνδεση τμημάτων καλωδίων χρησιμοποιούμε είτε ένα κυλινδρικό συζευκτήρα BNC (BNC barrel connector) είτε ένα συζευκτήρα τύπου T. Στα δύο άκρα του κυλινδρικού συζευκτήρα BNC ενώνουμε δύο συζευκτήρες BNC τύπου θηλυκού. Στο συζευκτήρα BNC τύπου T, ενώνουμε στα δύο άκρα του οριζόντιου τμήματος του δύο συζευκτήρες BNC τύπου θηλυκού ενώ στο κάθετο άκρο του, υπάρχει ένας συζευκτήρας BNC τύπου αρσενικού που ενώνεται με το μηχάνημα.

Καλώδιο Thicknet

Το καλώδιο Thicknet είναι το πρώτο που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση των δικτύων Ethernet για αυτό και ονομάζεται Standard Ethernet.

Όντας πιο παχύ από το Thinnet είναι πιο δύσκαμπτο και πιο δύσκολο στην τοποθέτηση του.

Το μέγιστο επιτρεπτό μήκος για την μετάδοση του σήματος ενός καλωδίου Thicknet είναι 500 μέτρα.

Υλικό διασύνδεσης

Στο καλώδιο Thicknet τοποθετείται μια ειδική συσκευή που ονομάζεται πομποδέκτης (transceivers) ή MAU – Media Access Units. Ο πομποδέκτης εκτός από τη φυσική διασύνδεση του καλωδίου Thicknet, συμμετέχει ενεργά και στη μετάδοση των σημάτων από το σταθμό στο καλώδιο. Η σύνδεση των πομποδεκτών στο καλώδιο Thicknet γίνεται μέσω ειδικού συζευκτήρα που τρυπά το μονωτικό περίβλημα του καλωδίου (για αυτό και λέγεται τάπα βამπίρ – vampire tap) και έρχεται σε άμεση επαφή με τον πυρήνα του καλωδίου.

Ο πομποδέκτης ενώνεται με τα μηχανήματα (σταθμούς εργασίας, κτλ) μέσω ενός καλωδίου πομποδέκτη με τη χρήση συζευκτών που ονομάζονται AUI (Attachment Unit Interface). Ο συζευκτήρας AUI έχει 15 ακίδες.

Το συζευκτήρα AUI τον συναντάμε επίσης με την ονομασία DIX ή DB – 15 (Data Bus 15 pins). Όπως και στους συζευκτήρες BNC, έχουμε δύο τύπους: αρσενικό και θηλυκό (που συναντάμε στις κάρτες NIC).

Τα καλώδια Thicknet έχουν ένα σημάδι ανά 2,5 μέτρα για να διευκολύνουν τη σωστή τοποθέτηση των πομποδεκτών. Ο τερματισμός του καλωδίου Thicknet γίνεται με ειδικές τερματικές αντιστάσεις.

Σε ειδικές εφαρμογές και για απλές συνδέσεις σημείο προς σημείο χρησιμοποιούνται συζευκτήρες παρόμοιοι με τους συζευκτήρες BNC του Thinnet που ονομάζονται N – Connectors.

2.1.3 Οπτική ίνα

Στο καλώδιο οπτικών ινών, αντί για μεταλλικό καλώδιο έχουμε ένα εξαιρετικά λεπτό (εξού και ίνα) καλώδιο από γυαλί. Η μετάδοση γίνεται με ειδικά διαμορφωμένους παλμούς φωτός. Η μετάδοση δεδομένων γίνεται με πολύ μεγάλη

ταχύτητα (10 Gbps και πειραματικά στα 100 Gbps), σε πολύ μεγάλη απόσταση. Η οπτική ίνα επιτρέπει επίσης πολύπλεξη των οπτικών σημάτων με αποτέλεσμα να υπάρχει δυνατότητα μεταφοράς 80 οπτικών παλμών διαφορετικού μήκους κύματος μέσα από την ίδια οπτική ίνα (άρα $80 \times 10 \text{ Gbps} = 0,8 \text{ Tbps}$ σε μία οπτική ίνα). Η έρευνα στοχεύει στη μετάδοση 240 διαφορετικών παλμών διαφορετικού μήκους κύματος μέσα από την ίδια οπτική ίνα.

Η οπτική ίνα δεν επιδέχεται παρεμβολές από εξωτερικές πηγές και επίσης το οπτικό σήμα πολύ δύσκολα μπορεί να υποκλαπεί (απαιτείται φυσική παρέμβαση στο καλώδιο που γίνεται εύκολα αντιληπτή). Δεν παρουσιάζει επίσης σημαντική εξασθένηση στο σήμα της. Παρουσιάζει ωστόσο γραμμικές και μη γραμμικές παραμορφώσεις που εντείνονται στις μεγαλύτερες ταχύτητες και απαιτούν ειδικό εξοπλισμό για την αντιμετώπιση τους.

Για αυτούς τους λόγους η οπτική ίνα είναι μια ακριβή τεχνολογία και παρουσιάζει δυσκολίες στην εγκατάστασή της.

Το καλώδιο οπτικής ίνας στην πιο απλή μορφή του, μοιάζει πολύ με ομοαξονικό καλώδιο. Ο πυρήνας είναι η οπτική ίνα που περιβάλλεται από μια ομόκεντρη στρώση γυάλινου μονωτικού υλικού και από ένα πλαστικό περίβλημα.

Τα καλώδια οπτικών ινών για μεγάλες αποστάσεις περιέχουν πολλές οπτικές ίνες καθώς επίσης και ειδική ατσάλινη θωράκιση για φυσική προστασία.

Η τοποθέτηση των καλωδίων οπτικών ινών είναι ιδιαίτερα δύσκολη. Η μετάδοση οπτικών σημάτων είναι ιδιαίτερη ευαίσθητη στις συνδέσεις. Η σύνδεση μεταξύ των τμημάτων των καλωδίων καθώς και η σύνδεση των καλωδίων με τα μηχανήματα απαιτεί τεχνογνωσία ώστε να αποφευχθούν οι απώλειες σήματος.

Ωστόσο, οι οπτικές ίνες είναι πολύ πιο ελαφριές από τα χάλκινα καλώδια.

Υλικό διασύνδεσης

Για τη διασύνδεση του οπτικού καλωδίου με τα μηχανήματα χρησιμοποιούνται δύο τύποι συζευκτών. Οι συζευκτές ST που κουμπώνουν όπως οι λάμπες Μπαγιονέτ και οι συζευκτές SC που κουμπώνουν με απλή τοποθέτηση μέσα στην υποδοχή.

2.1.4 Ασύρματες ζεύξεις και ασύρματα δίκτυα

Οι ασύρματες ζεύξεις χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση των τριών κατηγοριών δικτύων με βάση τη γεωγραφική τους κάλυψη: τοπικά δίκτυα, μητροπολιτικά δίκτυα και δίκτυα ευρείας ζώνης.

Παρόλο που στη βιβλιογραφία συναντάμε τον όρο ασύρματα δίκτυα, αν εξαιρέσουμε εφαρμογές όπως ραδιόφωνο, η τηλεόραση και οι ασύρματοι, σπάνια συναντάμε αμιγώς ασύρματα δίκτυα μεταφοράς δεδομένων. Συνήθως πρόκειται για μικτά συστήματα με ασύρματες και ενσύρματες ζεύξεις.

Οι ασύρματες ζεύξεις είναι λύσεις που προτιμούνται για λόγους μεγάλης γεωγραφικής κάλυψης (δορυφόροι) και για να καλύψουν ανάγκες φορητότητας της πρόσβασης των χρηστών. Επίσης προτιμούνται σε περιπτώσεις όπου χρειαζόμαστε γρήγορη και φθηνή εγκατάσταση (αποφυγή εγκατάστασης καλωδίωσης). Για παράδειγμα μετά τον πρώτο πόλεμο του Περσικού κόλπου μέρος του κατεστραμμένου Ιρακινού Τηλεπικοινωνιακού δικτύου είχε αντικατασταθεί με ασύρματες ζεύξεις.

Οι ασύρματες ζεύξεις χρησιμοποιούν συχνότητες από 300 KHz έως 300 GHz.

Κύριο χαρακτηριστικό των ασύρματων ζεύξεων είναι ότι μοιράζονται το ίδιο μέσο – τον αέρα – για τη μετάδοση τους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να υπάρχει πολύ αυξημένος κίνδυνος παρεμβολών. Για αυτό το λόγο, υπάρχει ιδιαίτερα αυστηρός έλεγχος χρήσης των συχνοτήτων σε εθνικό και διεθνές επίπεδο μέσω της παραχώρησης αδειών χρήσης.

Εκτός όμως από τις παρεμβολές οι περισσότερες ασύρματες ζεύξεις απαιτούν οπτική επαφή και επηρεάζονται από τις καιρικές συνθήκες. Η ανάγκη καθαρής οπτικής επαφής μεταξύ των δύο άκρων που επικοινωνούν έχει δημιουργήσει πολλαπλά προβλήματα. Στη βιβλιογραφία συναντάμε συστάσεις: όπως να λάβουμε υπόψη μας τα φύλλα των φυλλοβόλων δέντρων σε περίπτωση που εγκαθιστούμε τη ζεύξη χειμώνα ή να προσέξουμε τον θερμό αέρα που δημιουργείται από τη θέρμανση του δαπέδου ταράτσας το καλοκαίρι – σκεφτείτε την ασφαλτο το καλοκαίρι – και εμποδίζει το σήμα.

Πίνακας συχνοτήτων ασύρματων ζεύξεων

Όνομασία	συχνότητα	χρηση
EHF – Extreme High Frequencies	30 GHz	Radar
SHF – Super High Frequencies	3 GHz	Δορυφόροι μικροκύματα
UHF – Ultra High Frequencies	300 MHz	UHF TV (Ch. 14-83)
VHF – Very High Frequencies	30 MHz	FM & TV (Ch. 2 – 13)
HF – High frequencies	3 MHz	Short Wave Radio

Ραδιοφωνική Μετάδοση

Η ραδιοφωνική μετάδοση υλοποιείται με τη χρήση μιας συχνότητας ή ενός φάσματος συχνοτήτων που εναλλάσσονται με προκαθορισμένο τρόπο (χρήση μιας συχνότητας για μετάδοση και μεταπήδηση σε άλλη συχνότητα μετά από προκαθορισμένο χρόνο).

Η ραδιοφωνική μετάδοση δεν είναι κατευθυνόμενη αλλά διαχέεται προς όλες τις κατευθύνσεις.

Η γεωγραφική κάλυψη που παρέχει αυτή η τεχνολογία είναι περίπου 3 χιλιόμετρα σε εξωτερικό χώρο και για ταχύτητες 4-5 Mbps. Για εσωτερικούς χώρους, η μετάδοση υπόκειται σε σημαντική εξασθένηση λόγω των φυσικών εμποδίων τα οποία επηρεάζουν πολύ τόσο την απόσταση όσο και την ταχύτητα μετάδοσης.

Μετάδοση με λέιζερ

Η μετάδοση με λέιζερ είναι μονόδρομη και επομένος ο κάθε σταθμός χρειάζεται ξεχωριστό πομπό και δέκτη.

Παρέχει πολύ υψηλό εύρος ζώνης αλλά απαιτεί οπτική επαφή και επηρεάζεται σημαντικά από τα καιρικά φαινόμενα.

Ασύρματη τηλεφωνία

Η Τρίτη γενιά της ασύρματης τηλεφωνίας δίνει τη δυνατότητα ψηφιακής μεταφοράς φωνής και δεδομένων. Χρησιμοποιούνται τρεις συχνότητες: 900 MHz, 1800 MHz και 1900 MHz. Η μετάδοση δεδομένων μπορεί να γίνει με ταχύτητες μέχρι 43.3 Kbps.

Μια άλλη υπηρεσία που έκανε χρήση των δυνατοτήτων της κινητής τηλεφωνίας αλλά που δεν έτυχε ευρείας διάδοσης ήταν η υπηρεσία GPRS – General Packet Radio Service με παρόμοιες αποδόσεις με τις υπηρεσίες τρίτης γενιάς.

Δορυφορική Μετάδοση

Στην ουσία πρόκειται για συσκευές που λειτουργούν σαν επαναλήπτες των μικροκυματιστών σημάτων. Το κύριο πλεονέκτημα των δορυφόρων είναι η δυνατότητα τους για μεγάλη γεωγραφική κάλυψη. Ωστόσο απαιτούν σταθμούς εδάφους για την ενίσχυση του επίγειου σήματος που αποστέλλεται στο δορυφόρο και εμφανίζουν σημαντικό χρόνο καθυστέρησης για την μετάδοση του σήματος (σε σχέση με τα 5μsec/Km που απαιτεί η μετάδοση των επίγειων ζεύξεων). Επίσης οι δυνατότητες μετάδοσης σε σύγκριση με τα δίκτυα οπτικής ίνας είναι πολύ περιορισμένες. Διακρίνουμε τρεις τύπους ανάλογα με το ύψος της τροχιάς τους:

- Γεωστατικούς (35000 Km, 270ms καθυστέρηση, πλήρης κάλυψη της γης με 3 δορυφόρους) που χρησιμοποιούνται κατά κόρον στις τηλεπικοινωνίες
- Μέσης γήινης τροχιάς (>18000Km, 35-85ms καθυστέρηση, πλήρης κάλυψη της γης με 10 δορυφόρους). Λόγω της περιορισμένης γεωγραφικής κάλυψης δεν χρησιμοποιούνται στις τηλεπικοινωνίες. Τέτοιοι δορυφόροι χρησιμοποιούνται από το GPS.

- Χαμηλής γήινης τροχιάς (>1000Km, 1-7ms καθυστέρηση, πλήρης κάλυψη της γης με 50 δορυφόρους). Το πλεονέκτημα αυτών των δορυφόρων είναι η πολύ μικρή καθυστέρηση και η μικρή ανάγκη ενίσχυσης του σήματος. Στα τέλη του εικοστού αιώνα έγιναν προσπάθειες να αναπτυχθούν δίκτυα δορυφόρων χαμηλής τροχιάς για τηλεπικοινωνιακούς σκοπούς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα υλοποίησης είναι το δίκτυο Iridium (77 δορυφόρων). Η εξάπλωση της κινητής τηλεφωνίας οδήγησε το εγχείρημα σε επιχειρηματική αποτυχία

Μικροκυματική Μετάδοση

Πρόκειται για μετάδοση κυμάτων με συχνότητα μεγαλύτερη των 100 MHz. Σε αυτές τις συχνότητες τα κύματα ταξιδεύουν σε σχεδόν ευθεία γραμμή. Η μικροκυματική μετάδοση απαιτεί οπτική επαφή μεταξύ των κεραιών.

Μικροκυματικές διατάξεις ευρείας ζώνης χρησιμοποιούνται για συνδέσεις δικτύων κορμού. Λειτουργούν σε- συχνότητες από 3 GHz και πάνω. Οι αποστάσεις που καλύπτουν είναι μέχρι 50 χιλιόμετρα και αυτό εξαιτίας της καμπυλότητας της γης. Οι ταχύτητες που πετυγχάνονται είναι πολλαπλάσιες των 155 Mbps.

Μικροκυματικές μεταδόσεις εφαρμόζονται και σε επίπεδο τοπικού δικτύου. Το πρότυπο 802.11 ή αλλιώς WiFi (από το όνομα του μη – κερδοσκοπικού οργανισμού με μέλη κατασκευαστές προϊόντων 802.11) είναι το πρώτο πρότυπο του δημιουργήθηκε για την ασύρματη μετάδοση στα τοπικά δίκτυα.

2.1.6 Κάρτα διασύνδεσης δικτύου

Στις παραπάνω παραγράφους παρουσιάστηκαν τα μέσα μετάδοσης - ενσύρματα και ασύρματα – καθώς και οι συζευκτήρες για το κάθε είδος καλωδίου. Τώρα μένει να παρουσιάσουμε τον τρόπο σύνδεσης αυτών των συζευκτών με τα μηχανήματα. Η σύνδεση αυτή γίνεται μέσω των καρτών διασύνδεσης δικτύου (Network Interface Cards – NIC).

Η κάρτα διασύνδεσης δικτύου παρέχει τη φυσική σύνδεση του υπολογιστή με το μέσο μετάδοσης, μετατρέπει τα δεδομένα σε κατάλληλη μορφή ανάλογα με το δίκτυο μέσα στο οποίο θα μεταδοθούν (Ethernet, AppleTalk,...), διαχειρίζεται την αποστολή των δεδομένων προσθέτοντας τους τις Mac διευθύνσεις αποστολέα και παραλήπτη και διαχειρίζεται τη λήψη των δεδομένων βάσει της διεύθυνσης παραλήπτη.

Κεφάλαιο 3^ο

Ασφάλεια Δικτύων

3.1 Αναγκαιότητα ασφάλειας σήμερα

Κατά τις πρώτες δεκαετίες της ύπαρξής τους, τα δίκτυα υπολογιστών χρησιμοποιούνταν κυρίως από τους πανεπιστημιακούς ερευνητές για αποστολή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και από υπάλληλους των εταιρειών για κοινή χρήση των εκτυπωτών. Υπό αυτές τις συνθήκες, δε δινόταν και πολλή σημασία στην ασφάλεια.

Στη σημερινή εποχή, που εκατομμύρια άνθρωποι χρησιμοποιούν τα δίκτυα για τραπεζικές συναλλαγές, αγορές και υποβολή φορολογικών δηλώσεων, η ασφάλεια των δικτύων προβάλλει στον ορίζοντα ως ένα τεράστιο πρόβλημα. Τα περισσότερα προβλήματα ασφάλειας προκαλούνται σκόπιμα από κακόβουλα άτομα τα οποία προσπαθούν να αποκομίσουν κάποιο κέρδος, να προσελκύσουν την προσοχή, ή να βλάψουν κάποιον. Είναι χαρακτηριστικά εύκολο να αποκτήσει κάποιος μια εξουσιοδοτημένη προσπέλαση σε ένα περιβάλλον με χαλαρή ασφάλεια και ταυτόχρονα να μην γίνει αντιληπτός. Ακόμα και αν χρήστες του δικτύου δεν έχουν κάτι χρήσιμο σε έναν υπολογιστή, αυτός μπορεί να γίνει η κεκρόπορτα για την εισβολή σε ένα δίκτυο. Οι επιπτώσεις μιας παραβίασης στην ασφάλεια μπορεί να είναι ο χαμένος χρόνος για την ανάκτηση της λειτουργικότητας των συστημάτων, η απώλεια χρημάτων και αξιοπιστίας, η αδυναμία συνέχισης της εργασίας, τα νομικά προβλήματα και σε εξαιρετικά σπάνιες περιπτώσεις ο κίνδυνος της ίδιας της ζωής. Γίνεται σαφές λοιπόν ότι η ανάπτυξη μηχανισμών παροχής ασφάλειας είναι μείζονος σημασίας για τη σωστή και δίκαιη λειτουργία των δικτύων οποιουδήποτε τύπου

3.2 Πρότυπα Ασφαλείας

Είναι φανερό στη σημερινή εποχή ότι καθένας θέλει να καταπιαστεί με τη δημιουργία προτύπων. Αυτό που παρατηρούμε στο πεδίο της ασφάλειας είναι κάποιοι καινούρια μέλη συν κάποια παλαιότερα που φαίνονται να τείνουν να επαναπροσδιορίσουν το ρόλο τους. Οι χρήστες δεν έχουν τον χρόνο και την ειδικευση να μελετήσουν όλες τις γνωστές μεθόδους απόκρυψης για να επιλέξουν την πιο ασφαλή. Γι αυτό έχουν δημιουργηθεί κάποια πρότυπα ασφαλείας (τα οποία είναι γνωστές ποσότητες). Η υιοθέτηση ενός προτύπου γίνεται αφού γίνουν κατανοητές οι αδυναμίες και τα πλεονεκτήματά του. Κάποιες ομάδες που δημιουργούν πρότυπα είναι οι παρακάτω:

- The Clinton Administration
- NIST
- FTFSC
- ANSI
- NSA
- IEEE
- ISO
- IAB
- Ο χώρος των εταιριών
- CSSPAB

Τα πρότυπα διαιρούνται στις εξής λειτουργικές κατηγορίες:

- Η **απόκρυψη (encryption)** περικλείει το ανακάτεμα της πληροφορίας σε ψευδο-τυχαία μορφή έτσι ώστε μόνο κάποιος παραλήπτης με σωστό κλειδί να μπορεί να αποκωδικοποιήσει.
- Η **πιστοποίηση (authentication)** επιτυγχάνεται προσθέτοντας μια “υπογραφή” στο τέλος του εγγράφου ή του αρχείου για τους εξής λόγους:
 1. Απόδειξη ότι ο αποστολέας είναι πραγματικά ο δημιουργός
 2. Απόδειξη ότι το αρχείο ή το έγγραφο δεν έχει αλλοιωθεί
 3. Επιβεβαίωση ότι ο παραλήπτης είναι ο σκόπιμος παραλήπτης

4. Επιβεβαίωση ότι ο παραλήπτης πραγματικά πήρε το μήνυμα και συνεπώς δεν μπορεί να αρνηθεί την αποδοχή του
- Ο έλεγχος εκπομπών(**emission control**) επιτυγχάνεται προασπίζοντας ή απομονώνοντας ηλεκτρομαγνητικές εκπομπές έτσι ώστε να μην παραληφθούν από μη σκόπιμους παραλήπτες. Αυτή η διεργασία καλείται **TEMPEST**.
 - Οι πολιτικές(**policies**) και οι διαδικασίες(**procedures**) θα πρέπει να αναλυθούν λεπτομερώς σε πρότυπα που προάγουν την ασφάλεια (όπως μέγεθος και τρόποι αλλαγής των κωδικών πρόσβασης).
 - Ο σχεδιασμός έμπιστων συστημάτων(**trusted systems**) εμπεριέχει τη δημιουργία υπολογιστικών συστημάτων και audit path και αποφέρει ένα τυπικά καθορισμένο επίπεδο ασφάλειας.

3.3 Τρωτά σημεία του Διαδικτύου

Πολλά από τα πρωταρχικά δικτυακά πρωτόκολλα δε σχεδιάστηκαν έχοντας κατά νου την ασφάλεια. Χωρίς μια θεμελιώδη ασφαλή υποδομή, η άμυνα του δικτύου γίνεται πιο δύσκολη. Επιπλέον, το διαδίκτυο είναι ένα δυναμικό περιβάλλον, τόσο στην τοπολογία όσο και στην τεχνολογία.

Ο στόχος κατά το σχεδιασμό του IP ήταν η δημιουργία ενός πρωτοκόλλου που να διασύνδεει ετερογενή δίκτυα με τέτοιο τρόπο ώστε όλοι οι υπολογιστές να είναι μοναδικά προσδιορισμένοι, να μπορούν να ανταλλάσσουν δεδομένα με ένα κοινό format και τέλος να μεταδώσουν δεδομένα χωρίς να γνωρίζουν στοιχεία για τη δομή και τη μορφή των δικτύων που ανήκουν οι παραλήπτες και δεν τέθηκε θέμα ασφάλειας στο σχεδιασμό του IP. Λόγω της ραγδαίας εξάπλωσης του διαδικτύου το θέμα της ασφάλειας έπρεπε αναγκαστικά να αντιμετωπιστεί σε ένα υψηλότερο επίπεδο(επίπεδο μεταφοράς, επίπεδο εφαρμογής).

Εξαιτίας του κληρονομούμενου ανοικτού περιβάλλοντος του διαδικτύου και του αρχικού σχεδιασμού των πρωτοκόλλων, οι επιθέσεις γενικά είναι γρήγορες, εύκολες ανέξοδες και σε πολλές περιπτώσεις δύσκολα ανιχνεύσιμες.

Μια άλλη μέθοδος ενίσχυσης της ασφάλειας που εμφανίστηκε τελευταία είναι αυτή της δημιουργίας ιδιωτικών δικτύων(VPNs). Η βασική φιλοσοφία αυτών των μεθόδων είναι η κωδικοποίηση του πακέτου που πρόκειται να μεταδοθεί και κατόπιν η ενσωμάτωσή του σε ένα νέο πακέτο που αποστέλλεται στον προορισμό. Η μετατροπή δηλαδή του αρχικού IP πακέτου σε δεδομένα ενός άλλου IP πακέτου όπου τα πεδία που αφορούν τις διευθύνσεις αποστολέα και παραλήπτη είναι διαφορετικά από ότι στο αρχικό πακέτο(**tunneling**).

Παρά τις επιτυχημένες προσπάθειες σε όλες αυτές τις μεθόδους εξακολουθεί να υπάρχει ένα σοβαρό πρόβλημα. Αν χρησιμοποιείται ασφάλεια στο επίπεδο εφαρμογής τότε υπάρχει αρκετή πληροφορία που περιέχεται στην επικεφαλίδα του πακέτου στο οποίο ενσωματώνεται το κωδικοποιημένο πακέτο, που είναι ευάλωτο στις επιθέσεις. Με χρήση προγραμμάτων ανάλυσης της δικτυακής κυκλοφορίας (**sniffers**) είναι δυνατόν να αποκαλυφθούν οι διεργασίες και τα συστήματα που ανταλλάσσουν πληροφορίες. Επίσης, το κόστος της υποστήριξης της ασφάλειας από κάθε εφαρμογή χωριστά στοιχίζει αρκετά σε σχέση με το να παρέχονταν η ασφάλεια στο επίπεδο στο επίπεδο του δικτύου και κάθε εφαρμογή να έκανε χρήση αυτής.

Αν χρησιμοποιείται ασφάλεια στο επίπεδο μεταφοράς τότε αυτό σημαίνει ότι οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν αυτή τη μέθοδο πρέπει να ξαναγραφτούν, ώστε τόσο ο εξυπηρετητής όσο και ο πελάτης να κάνουν χρήση αυτής της ασφάλειας.

Τέλος, η χρήση πρωτοκόλλων **tunneling** έχει μέτρια απόδοση και επιπλέον πάσχει από έλλειψη κάποιου προτύπου που θα μπορούσε να ακολουθηθεί.

Ένα άλλο τρωτό σημείο αποτελεί η ατεκμηρίωτη εμπιστοσύνη στο διαδίκτυο που δείχνουν αρκετοί οργανισμοί έχοντας άγνοια των κινδύνων που παραμονεύουν. Λαμβάνοντας υπόψιν τις ταχύτατες αλλαγές στην τεχνολογία καθώς και τα εργαλεία που κατασκευάζουν οι εισβολείς, τα μέτρα που λαμβάνονται δεν ισχύουν μετά την πάροδο σύντομου χρονικού διαστήματος.

Εξαιτίας του ότι το μεγαλύτερο μέρος της κυκλοφορίας στο διαδίκτυο δεν είναι κρυπτογραφημένο, δεν είναι εφικτή η εμπιστευτικότητα και ακεραλιότητα των πληροφοριών. Σαν αποτέλεσμα ένα site μπορεί να δεχθεί επιθέσεις από άλλο με χρήση εργαλείων, όπως ένας packet sniffer, που μπορεί να είναι εγκατεστημένος στο ένα και να μαζεύει πληροφορίες για το άλλο.

Η επιλογή του λειτουργικού συστήματος που εγκαθίσταται στον εξοπλισμό πρέπει να γίνεται με κριτήρια την ενίσχυση της ασφάλειας, και όχι με κριτήριο την ταχύτητα, τις επιδόσεις, την τιμή, την ευκολία χρήσης, τη διαχείριση και την υποστήριξη.

Συνήθως η διαμόρφωση του λειτουργικού, όπως έρχεται από τον κατασκευαστή, δεν είναι κατάλληλη για τη διασφάλιση και ενίσχυση της ασφάλειας, δίνοντας τη δυνατότητα στους γνώστες να επιχειρήσουν επίθεση αμέσως μετά την πρώτη εγκατάσταση.

Οι τύποι τρωτών μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής κατηγορίες:

1. Ελαττώματα στο λογισμικό ή στο σχεδιασμό των πρωτοκόλλων

Τα πρωτόκολλα ορίζουν τους κανόνες και τις μεθόδους για να μπορούν οι υπολογιστές να επικοινωνούν μεταξύ τους στο δίκτυο. Αν το πρωτόκολλο έχει σχεδιαστικό λάθος είναι επισφαλές σε εκμετάλλευση του τρωτού σημείου ανεξάρτητα από το πόσο καλά υλοποιήθηκε. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το **NFS** που επιτρέπει στα συστήματα να μοιράζονται αρχεία. Το πρωτόκολλο δεν περιλαμβάνει έναν τρόπο πιστοποίησης, έτσι ώστε ο χρήστης που συνδέεται δεν πιστοποιείται για το αν είναι αυτό που διατείνεται. Οι **NFS Servers** είναι στόχος για τους εισβολείς. Όταν σχεδιάζεται το λογισμικό χωρίς η ασφάλεια να συμπεριλαμβάνεται στις αρχικές προδιαγραφές, υπάρχει το ενδεχόμενο το επιπλέον τμήμα που προστίθεται για την ενίσχυση της ασφάλειας, να μην αλληλεπιδρά όπως είχε αρχικά σχεδιαστεί και να προκύπτουν τρωτά σημεία.

Ακόμα το λογισμικό μπορεί να έχει τρωτά σημεία επειδή δε βρέθηκαν πριν την τελική έκδοση. Οι εισβολείς ψάχνουν και βρίσκουν αυτά τα ελαττώματα με δικά τους εργαλεία.

Κάποια από αυτά τα ελαττώματα τα ψάχνουν στις εξής περιπτώσεις:

- Ανταγωνιστικές καταστάσεις στην προσπέλαση αρχείων.
 - Ανυπαρξία ελέγχων για το περιεχόμενο και το μέγεθος των δεδομένων.
 - Ανυπαρξία ελέγχων για την αντιμετώπιση εσωτερικών λαθών.
 - Αδυναμία προσαρμογής σε εξάντληση πόρων.
 - Ελλιπή έλεγχο του λειτουργικού περιβάλλοντος.
-
- Ανάρμοστη χρήση κλήσεων του συστήματος.
 - Χρήση τμημάτων του λογισμικού για άλλο σκοπό από αυτόν που σχεδιάστηκε.

2. Αδυναμίες στη διαμόρφωση των συστημάτων και των δικτύων

Στην περίπτωση αυτή τα προβλήματα προέρχονται από τον τρόπο που τα πρωτόκολλα και το λογισμικό εγκαθίστανται και χρησιμοποιούνται. Τα προϊόντα παραδίδονται και συνήθως εγκαθίστανται με προκαθορισμένες παραμέτρους που οι εισβολείς μπορούν να εκμεταλλευτούν. Οι διαχειριστές συστημάτων και οι χρήστες μπορεί να μην αλλάξουν τις προκαθορισμένες παραμέτρους, με αποτέλεσμα το σύστημα να παρουσιάζει τρωτά.

Ένα παράδειγμα λανθασμένης διαμόρφωσης που συχνά εκμεταλλεύονται οι εισβολείς είναι η ανώνυμη χρήση της υπηρεσίας **FTP**. Οι οδηγίες για την ασφαλή διαμόρφωση αυτής της υπηρεσίας τονίζουν την ανάγκη το **password file**, τα βοηθητικά προγράμματα και τα αρχεία δεδομένων να βρίσκονται σε άλλη θέση στο σύστημα από το υπόλοιπο λειτουργικό σύστημα και αυτό να μην μπορεί να προσπελαστεί από το χώρο αποθήκευσης του **FTP**. Σε περίπτωση που τα sites δεν προσέξουν τη διαμόρφωση του **FTP server** τότε μη εξουσιοδοτημένοι χρήστες μπορούν να βρουν πληροφορίες πιστοποίησης και να τις εφαρμόσουν για να αποκτήσουν προσπέλαση.

3.4 Είδη Επιθέσεων και Τεχνικές

Επίθεση στις ιστοσελίδες

Τα sites με σελίδες του διαδικτύου είναι συχνά στόχος των hackers. Αυτό συμβαίνει επειδή δεν προσφέρουν κατά μέσο όρο ικανοποιητική ασφάλεια και τις σελίδες τους επισκέπτονται πολλοί άνθρωποι κάθε μέρα.

Επίθεση στην υπηρεσία ονοματολογίας (DNS)

Ένας άλλος τρόπος για να τροποποιηθούν οι ιστοσελίδες ενός site που βλέπουν οι χρήστες είναι να αλλάξει η IP διεύθυνση που υποτίθεται πως έχει από την υπηρεσία ονοματολογίας (DNS) ο κόμβος. Έτσι, θα μπορούσε κάποιος να αλλάξει τα στοιχεία της βάσης δεδομένων του DNS με αποτέλεσμα η νέα IP διεύθυνση του κόμβου να δείχνει σε ένα άλλου περιεχομένου site για την εξυπηρέτηση κάποιων συμφερόντων.

Επίθεση με Δούρειους Ίππους

Οι Δούρειοι Ίπποι (**Trojan horses**) είναι προγράμματα που προσποιούνται ότι έχουν άλλες λειτουργίες από αυτές που πραγματικά υλοποιούν. Συνήθως, κρύβονται σε άλλα προγράμματα, αλλά μπορούν να βρίσκονται και μεμονωμένα. Παράδειγμα Δούρειου Ίππου είναι ο **Happy99.exe**.

Επίθεση με “σκουλήκια”

Τα σκουλήκια (**worms**) είναι προγράμματα που δρουν αυτόνομα και “σέρνονται” από site σε site εκμεταλλευόμενοι τρύπες συστήματος. Σε κάθε site το σκουλήκι δρα αυτόματα και ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα sites που προσπαθεί να “συρθεί”. Το πιο γνωστό σκουλήκι είναι το Internet Worm.

Επίθεση με ιούς

Οι ιοί (**viruses**) είναι τα γνωστά προγράμματα που προσπαθούν να εγκατασταθούν σε κάποιους υπολογιστές και να προσβάλουν την ακεραιότητα του συστήματος με διάφορους τρόπους (από τους πιο ανώδυνους αφήνοντας μια υπογραφή-ίχνος της

παρουσίας τους ή πιο επώδυνους, με απώλεια δεδομένων, καταστροφή της διαμόρφωσης του συστήματος).

Επίθεση με “ανιχνευτές”

Οι ανιχνευτές (scanners) δικτυακής κίνησης είναι προγράμματα που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της ασφάλειας συστημάτων. Ονομάζονται ανιχνευτές γιατί γνωρίζουν όλα τα πιθανά εξωτερικά σημεία που θα μπορούσε να εκμεταλλευτεί ένας επίδοξος hacker για να προσβάλει την ασφάλεια του συστήματος. Αν και αρχικά δημιουργήθηκαν για χρήση από τους διαχειριστές των συστημάτων, σύντομα έγιναν εργαλεία των hackers για να βρίσκουν πιθανούς στόχους. Τέτοια προγράμματα είναι το ISS, το Nmap και το SATAN.

Επίθεση στο πρωτόκολλο TFTP

Το πρωτόκολλο TFTP σχεδιάστηκε ως πρωτόκολλο για τη χωρίς δίσκο εκκίνησης πελατών (diskless client). Ωστόσο, δεν είχε δοθεί αρκετή προσοχή στην πρόσβαση σε συγκεκριμένους καταλόγους του συστήματος με αποτέλεσμα να μπορεί κανείς να αντιγράψει και άλλα αρχεία, το αρχείο κωδικών πρόσβασης.

Επίθεση στη δικτυακή υπηρεσία πληροφοριών (NIS)

Πρόκειται για την υλοποίηση της Sun Microsystems <<Κίτρινων Σελίδων>> για κατανεμημένη διαχείριση δικτυακών πληροφοριών (όπως αρχεία κωδικών πρόσβασης, χάρτες του δικτύου κτλ.). Ωστόσο, οι πληροφορίες αυτές περνούσαν πάνω από το δίκτυο και μπορούσε οποιοσδήποτε να τα παρακολουθήσει και να τα υποκλέψει. Το NIS αντικαταστάθηκε από το NIS+ το οποίο χρησιμοποιεί κρυπτογραφικές μεθόδους για τη μεταφορά ευαίσθητης πληροφορίας.

Επίθεση στο πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων (FTP)

Τα προβλήματα με το FTP μπορούν να συνδυαστούν με αυτά του TFTP, των αδύνατων κωδικών κτλ. Μέσω του FTP και μιας λανθασμένης διαμόρφωσης μπορεί κάποιος να υποκλέψει αρχεία του συστήματος

Επίθεση στο σύστημα δικτυακής αρχειοθέτησης (NFS)

Το NFS αποτελεί πρωτοποριακή υλοποίηση από τη Sun Microsystems. Ωστόσο, με λάθος διαμόρφωση, μπορεί να μοιράσει ένα σύστημα αρχείων σε κακόβουλους χρήστες.

Επίθεση στο πρωτόκολλο ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (SMTP)

Το πρωτόκολλο SMTP πρόκειται για το TCP/IP πρωτόκολλο επικοινωνίας των MTA της υπηρεσίας του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Το κυριότερο πρόγραμμα που χρησιμοποιείται και αποτελεί πηγή του προβλήματος είναι το sendmail.

Επίθεση στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο

Στην κατηγορία αυτή εμπίπτουν προβλήματα που προκύπτουν από την προβληματική χρήση του SMTP. Τέτοια είναι το mail spoofing, mail bombs, binmail, mailrace, mail abuse. Μια πρόσφατη τρωτότητα είναι και το spamming.

Επίθεση με <<έμπιστους υπολογιστές>>

Η υπηρεσία των έμπιστων υπολογιστών (**trusted hosts**) δημιουργήθηκε αρχικά για την ευκολία των χρηστών που είχαν πολλούς λογαριασμούς σε συστήματα και χρειαζόνταν άμεση πρόσβαση χωρίς την καθυστέρηση για ταυτοποίηση μέσω κωδικών πρόσβασης. Το πρόβλημα αυτό παρουσιάζεται σε UNIX συστήματα στα αρχεία hosts.equiv και .rhosts.

Επίθεση μέσω διαμόρφωσης (weak configuration)

Επιθέσεις που έχουν καταγραφεί σε αυτήν την κατηγορία οφείλονται σε λάθη και παραλείψεις στη διαμόρφωση του συστήματος και κυρίως στη δικτυακή διαμόρφωση. Σε αυτές τις περιπτώσεις παραμένουν τα αρχικά passwords που δημιουργούνται κατά την εγκατάσταση ενός λογισμικού ή συστήματος και ο διαχειριστής δεν τα αλλάζει. Επίσης, μπορεί να παραμείνουν τα αρχικά δικαιώματα προσπέλασης που δεν είναι κατ'ανάγκη ασφαλή.

Επίθεση από εύρεση των κωδικών πρόσβασης

Η τρωτότητα των κωδικών πρόσβασης είναι η πιο συχνή μορφή παραβίασης της πρόσβασης. Η εύρεση του κωδικού πρόσβασης ενός χρήστη μπορεί να γίνει με τους εξής τρόπους:

1. Αντιγραφή του αρχείου κωδικών και μετέπειτα επεξεργασία αυτού.
2. Σπάσιμο κωδικών πρόσβασης με χρήση προγραμμάτων που προσπαθούν να μαντέψουν passwords κωδικοποιώντας συνήθειες λέξεις.
3. Αδύνατοι κωδικοί που μπορεί εύκολα να βρει κανείς γνωρίζοντας το πρόσωπο στο οποίο ανήκει ο λογαριασμός.

Επίθεση με “ωτακουστές”

Οι ωτακουστές πακέτων είναι προγράμματα που μπορούν να παρακολουθούν (sniff) την κίνηση του δικτύου σε επίπεδο IP πακέτων. Με κατάλληλες τεχνικές, έχουν τη δυνατότητα να ανακατασκευάσουν τα μηνύματα και να κάνουν αναγνώριση των πρωτοκόλλων που παίρνουν από το δίκτυο. Οι sniffers τρέχουν συνήθως σε τοπικά δίκτυα και κλέβουν κωδικούς πρόσβασης ή παρακολουθούν τις πληκτρολογήσεις από συγκεκριμένους σταθμούς εργασίας. Με κατάλληλους μηχανισμούς ανασυνθέτουν τα πακέτα που μπορεί να έχουν χρήσιμη πληροφορία χωρίς όμως να επηρεάζουν το περιεχόμενό τους. Ο τρόπος επίθεσης με αυτούς δείχνει μια κλιμάκωση στον τρόπο δράσης: Ξεκινά από απλή ανίχνευση του στόχου και αφού εντοπίσει παραλείψεις στην ασφάλεια, εισβάλλει, σβήνει τα ίχνη, αποδυναμώνει την άμυνα του συστήματος και εγκαθιστά Trojans για την εξάπλωσή του.

Επίθεση με πλαστογράφηση

Η τεχνική αυτή βασίζεται στη δυνατότητα την οποία μπορεί να έχει ένας κόμβος να ισχυρίζεται πως έχει την IP διεύθυνση ενός άλλου. Προκειμένου να αποκτήσουν πρόσβαση, οι εισβολείς δημιουργούν πακέτα με ψεύτικες IP διευθύνσεις. Αυτό

εκμεταλλεύεται τις εφαρμογές που χρησιμοποιούν ταυτοποίηση που βασίζεται στην IP διεύθυνση του αποστολέα και μπορεί να οδηγήσει ακόμα και στην απόκτηση πρόσβασης διαχειριστή στο σύστημα στόχο. Οι επιθέσεις αυτές μπορούν να αποτραπούν από **firewalls** που ελέγχουν τις διευθύνσεις πριν μπουν στο τοπικό, έμπιστο δίκτυο. Οι επιθέσεις τύπου IP spoofing είναι γενικά δύσκολο να εντοπιστούν αφού η πρώτη εντύπωση είναι ότι η επίθεση από την πλαστή διεύθυνση. Η επαλήθευση συνήθως αργεί, επιτρέποντας στο hacker να δρα ανενόχλητος για κάποιο διάστημα. Η πιο επαρκής λύση είναι η χρήση δρομολογητών που έχουν κατάλληλα διαμορφωθεί ώστε να αποτρέπουν είσοδο πακέτων από το εξωτερικό interface με εσωτερικές διευθύνσεις του δικτύου του.

Επίθεση με “πειρατεία” IP σύνδεσης

Με αυτήν την επίθεση ένας hacker μπορεί να καταλάβει τη σύνδεση ενός χρήστη με έναν εξυπηρετητή και να εκτελεί εντολές που έχει δικαίωμα ο χρήστης. Επιπλέον, μπορεί να βλέπει τι γράφει ο χρήστης. Αρχική αντιμετώπιση: Με τη δημιουργία κωδικοποιημένης σύνδεσης του χρήστη με τον εξυπηρετητή, μπορούμε να εμποδίσουμε το διάβασμα των στοιχείων, δεδομένων ή εντολών καθώς και τη χρήση της σύνδεσης από τον hacker που μη έχοντας το κλειδί κρυπτογράφησης βλέπει μόνο σκουπίδια

Επίθεση με παραποίηση IP διεύθυνσης

Βασίζεται στο IP spoofing, ενώ εκμεταλλεύεται και αδυναμίες της υλοποίησης των IP και ICMP πρωτοκόλλων σε δικτυακές συσκευές. Το smurf είναι ένα πρόγραμμα, το οποίο προσποιείται ότι στέλνει πακέτα από άσχετο αποστολέα. Τα πακέτα αυτά είναι του πρωτοκόλλου ICMP το οποίο και χρησιμοποιείται από βασικές λειτουργίες του δικτύου. Στέλνοντας ένα ring πακέτο στη διεύθυνση εκπομπής ενός δικτύου, ο αποστολέας δέχεται απάντηση από κάθε έναν από τους κόμβους που δέχτηκαν το ICMP ring πακέτο. Αν και το ring πακέτο δεν είναι μεγάλο σε μέγεθος, εντούτοις ο παράγοντας ενίσχυσης είναι ίσος με τον αριθμό των μηχανημάτων. Είναι προφανές ότι μερικές εκατοντάδες πακέτα ring μπορούν να κάνουν άχρηστο το δίκτυο, δημιουργώντας μια κατάσταση άρνησης εξυπηρέτησης.

Επίθεση με υπερχείλιση προσωρινής μνήμης

Μερικές φορές οι hackers εισβάλλουν σε συστήματα χωρίς να χρειάζεται να κάνουν login σε αυτά. Αντίθετα χρησιμοποιούν ένα πρόγραμμα που ήδη υπάρχει στον υπολογιστή και τρέχει στο σύστημα και του δίνουν να εκτελέσει ένα κομμάτι εντολών. Για να το πετύχουν αυτό φτιάχνουν ένα μεγάλο τμήμα από χαρακτήρες που περιέχει τις εντολές που θέλουν να εκτελεστούν, και το εισάγουν σαν παράμετρο εισόδου στο πρόγραμμα. Κανονικά το πρόγραμμα δεν εκτελεί το κώδικα που περνά σαν παράμετρος. Αν όμως το μήκος του κειμένου της παραμέτρου είναι μεγαλύτερο από το μήκος που έχει δοθεί σαν buffer για το πέρασμα τις παραμέτρου τότε μέρος του περνά στον χώρο του εκτελέσιμου προγράμματος και εκτελείται (buffer overflow). Μάλιστα ο κώδικας εκτελείτε με ότι προνόμια έχει το πρόγραμμα που εκτελείται. Αν λοιπόν μια διεργασία του συστήματος τρέχει με προνόμια διαχειριστή και καταφέρει ο hacker να περάσει με παράμετρο τον κώδικα του, τότε θα μπορέσει να εκτελέσει εντολές που θα του δώσουν διάφορα προνόμια (root access).

Επίθεση μέσω άρνησης παροχής υπηρεσιών (DoS)

Οι επιθέσεις αυτού του τύπου είναι οι πιο μοχθηρές και πιο δύσκολο να αντιμετωπιστούν, γιατί είναι εύκολο να γίνουν δύσκολο(μερικές φορές αδύνατο) να εντοπισθούν και το χειρότερο να μπορείς να αρνηθείς την υπηρεσία στον επιτιθέμενο χωρίς να κάνεις το ίδιο στις γνήσιες αιτήσεις για την υπηρεσία, από κανονικούς χρήστες. Η μεθοδολογία της DoS είναι απλή αν σταλούν σε έναν εξυπηρετητή περισσότερες αιτήσεις από όσες μπορεί να εξυπηρετήσει τότε οι λειτουργίες που επιβάλουν οι αιτήσεις αυτές, δεσμεύουν πόρους του σεισίματος με αποτέλεσμα, μετά από κάποιο σύντομο χρονικό διάστημα το σύστημα να μην είναι σε θέση να εξυπηρετήσει τους χρήστες και να μην μπορεί να παρέχει αρκετούς πόρους για την εκτέλεση των διεργασιών. Παράδειγμα αποτελεί το mail spam. Αρχική αντιμετώπιση: χρήση packet filtering για την αποτροπή IP spoofed πακέτων να εισέλθουν στο σύστημα. Το σύστημα δεν πρέπει να τρέχει στα όρια των δυνατοτήτων και να έχει εγκατεστημένα τα τελευταία security patches.

Επίθεση με “μοχθηρό” κωδικό

Πρόκειται για εντολές οι οποίες δείχνουν να ξεκινούν διαδικασίες χρηστών, αλλά στην πραγματικότητα προσπαθούν να μαζέψουν ή να εκμεταλλευτούν ευαίσθητα δεδομένα. Για παράδειγμα, στην κατηγορία αυτή μπορούν να ενταχθούν οι προσπάθειες για σύνδεση μέσω του προγράμματος login μέσω συνδέσεων http και telnet.

Κεφάλαιο 4°

Ευρυζωνικά Δίκτυα

Η ανάπτυξη της ευρυζωνικότητας θυμίζει τις πρώτες ημέρες της κινητής τηλεφωνίας. Πριν από δέκα χρόνια, ο μόνος τρόπος για να έχει κανείς κινητό τηλέφωνο –εφόσον είχε τη... δύναμη να το «κουβαλήσει»- ήταν να γίνει συνδρομητής σε ένα αναλογικό δίκτυο. Η κάλυψη δεν ήταν πολύ καλή. Στη συνέχεια ξεκίνησε το πρώτο ψηφιακό δίκτυο. Αποτέλεσμα του ψηφιακού δικτύου ήταν η τέλεια κάλυψη, οι οικονομικές κλήσεις (αρκετά φθηνότερες απ' ότι ήταν στην αρχή) και βέβαια οι μικρές και κατά πολύ κομψότερες συσκευές κινητών τηλεφώνων. Φυσικά, υπήρχε ένα πρόβλημα. Κινητό τηλέφωνο μπορούσαν να αποκτήσουν μόνο όσοι ζούσαν στις μεγαλουπόλεις, καθώς ο πολύς κόσμος ήταν αρκετά επιφυλακτικός στην κινητή τηλεφωνία, που έμοιαζε στα μάτια τους ως μια περιττή πολυτέλεια. Κατόπιν ακολούθησε η επανάσταση της κινητής τηλεφωνίας. Πλέον διανύουμε την επανάσταση του Διαδικτύου. Οι «αρχάριοι» χρήστες έχουν ωριμάσει και προχωράμε σε ολοένα πιο προηγμένη χρήση.

Η ταχύτατη ανάπτυξη των νέων δικτυακών τεχνολογιών και η επερχόμενη σύγκλιση τηλεπικοινωνιών, πληροφορικής και ηλεκτρονικών μέσων μαζικής ενημέρωσης, επιφέρουν σημαντικές αλλαγές στα οικονομικά μοντέλα ανάπτυξης

στους τομείς των Τηλεπικοινωνιών, της Πληροφορικής, των Υπηρεσιών και του Εμπορίου. Παράλληλα, επιδρούν καθοριστικά στα κοινωνικά μοντέλα οργάνωσης που σκοπό έχουν την εξασφάλιση της συμμετοχής, της συνοχής και της ισονομίας των πολιτών, την ισότιμη επικοινωνία και την πρόσβαση στη γνώση. Η ανταγωνιστικότητα ενός κράτους στο σημερινό περιβάλλον υψηλής τεχνολογίας και ψηφιακής σύγκλισης συσχετίζεται έντονα με την ύπαρξη προηγμένων δικτυακών υποδομών υψηλής ποιότητας, χωρητικότητας και απόδοσης, ορθολογικά ανεπτυγμένων και κοστολογημένων, οι οποίες προσφέρουν εύκολη, ασφαλή και αδιάλειπτη πρόσβαση στο διεθνές "ηλεκτρονικό πλέγμα" της γνώσης και του εμπορίου, με προσιτά τιμολόγια χωρίς τεχνητούς αποκλεισμούς.

Η πρόσβαση στο Διαδίκτυο μέσω τηλεφωνικής κλήσης (dial-up) μπορεί να αποτελέσει «βασανιστική» εμπειρία ακόμα και γι' αυτούς που δεν είχαν ακόμη την εμπειρία των ταχυτήτων μιας ευρυζωνικής σύνδεσης. Οι ιστοσελίδες διαθέτουν πλέον τόσο περιεχόμενο σε όγκο, που απαιτούνται αρκετά λεπτά μέχρι να «κατέβουν» τα γραφικά τους και να ξεκινήσει ο χρήστης να δουλεύει. Η αγορά οποιουδήποτε αγαθού μέσω Internet, με εξαίρεση τα CD και τα βιβλία, είναι αρκετά «επίπονη» χωρίς ευρυζωνική σύνδεση, σε σημείο που αποδεικνύεται καλύτερη η επίσκεψη στο κατάστημα.

4.1 Τι είναι η "Ευρυζωνικότητα"

Με τον όρο Ευρυζωνικότητα εννοούμε ένα προηγμένο και καινοτόμο περιβάλλον, από κοινωνική και τεχνολογική άποψη, το οποίο αποτελείται από γρήγορες συνδέσεις με το Διαδίκτυο και κατάλληλες δικτυακές υποδομές για την ανάπτυξη νέων ευρυζωνικών εφαρμογών και υπηρεσιών.

Η Ευρυζωνικότητα με απλά λόγια

Εύκολα: Διαρκής σύνδεση στο Internet χωρίς πολύπλοκες ρυθμίσεις

Γρήγορα: Υψηλές ταχύτητες (10 - 100 φορές της συμβατικής σύνδεσης) για νέες εφαρμογές

Σταθερά: Αξιόπιστες ψηφιακές συνδέσεις με εγγυημένα σταθερά υψηλές αποδόσεις

Πώς ορίζεται η "Ευρυζωνικότητα"

Ευρυζωνικότητα ορίζεται με ευρεία έννοια ως το προηγμένο, εφικτό και καινοτόμο από πολιτική, κοινωνική, οικονομική και τεχνολογική άποψη περιβάλλον, αποτελούμενο από:

- Την παροχή γρήγορων συνδέσεων στο Διαδίκτυο σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού, με ανταγωνιστικές τιμές (με τη μορφή καταναλωτικού αγαθού), χωρίς εγγενείς περιορισμούς στα συστήματα μετάδοσης και τον τερματικό εξοπλισμό των επικοινωνούντων άκρων

- Την κατάλληλη δικτυακή υποδομή που: α) επιτρέπει την κατανομημένη ανάπτυξη υπαρχόντων και μελλοντικών δικτυακών εφαρμογών και πληροφοριακών υπηρεσιών, β) δίνει τη δυνατότητα αδιάλειπτης σύνδεσης των χρηστών σε αυτές γ) ικανοποιεί τις εκάστοτε ανάγκες των εφαρμογών σε εύρος ζώνης, αναδραστικότητα και διαθεσιμότητα, και δ) είναι ικανή να αναβαθμίζεται συνεχώς και με μικρό επιπλέον

κόστος ώστε να εξακολουθεί να ικανοποιεί τις ανάγκες όπως αυτές αυξάνουν και μετεξελίσσονται με ρυθμό και κόστος που επιτάσσονται από την πρόοδο της πληροφορικής και της τεχνολογίας επικοινωνιών

- Τη δυνατότητα του πολίτη να επιλέγει α) ανάμεσα σε εναλλακτικές προσφορές σύνδεσης που ταιριάζουν στον εξοπλισμό του, β) μεταξύ διαφόρων δικτυακών εφαρμογών και γ) μεταξύ διαφόρων υπηρεσιών πληροφόρησης και ψυχαγωγίας και με πιθανή συμμετοχή του ίδιου του πολίτη στην παροχή περιεχομένου, εφαρμογών και υπηρεσιών

- Το κατάλληλο ρυθμιστικό πλαίσιο αποτελούμενο από πολιτικές, μέτρα, πρωτοβουλίες, άμεσες και έμμεσες παρεμβάσεις, αναγκαίες για την ενδυνάμωση της καινοτομίας, την προστασία του ανταγωνισμού και την εγγύηση σοβαρής ισορροπημένης οικονομικής ανάπτυξης ικανής να προέλθει από τη γενικευμένη συμμετοχή στην Ευρυζωνικότητα και την Κοινωνία της Πληροφορία.

4.2. Ευρυζωνικές Τεχνολογίες

Συνοπτικά οι ευρυζωνικές τεχνολογίες ταξινομούνται σε:

- Ενσύρματες Ευρυζωνικές Τεχνολογίες
 - Τεχνολογίες xDSL
- Ασύρματες Ευρυζωνικές Τεχνολογίες
 - Wi-fi
 - WiMax
 - 3G/UMTS
 - Αμφίδρομο Δορυφορικό Internet

4.2.1 Τεχνολογίες xDSL

Το DSL (Digital Subscriber Line) είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει τη μεταφορά δεδομένων με υψηλή ταχύτητα, μέσω των ήδη υφιστάμενων τηλεφωνικών γραμμών, που στη συντριπτική τους πλειοψηφία, εξυπηρετούν τις τηλεπικοινωνιακές ανάγκες όλου του πλανήτη. Το "x" στη συντομογραφία προκύπτει από την ύπαρξη πολλών διαφορετικών και ασύμβατων προδιαγραφών, οι οποίες καλύπτουν διαφορετικές ανάγκες. Πρόκειται για μια τεχνολογία που έχει υιοθετηθεί κατά κόρον τα τελευταία χρόνια για την παροχή ευρυζωνικών συνδέσεων.

Για δεκαετίες τα χάλκινα καλώδια χρησιμοποιούνταν για τη μεταφορά φωνής, χωρίς να αξιοποιείται στο έπακρο η μεγάλη χωρητικότητα που προσφέρει ο χαλκός. Ο ήχος της ανθρώπινης φωνής αποτελείται από συχνότητες που κυμαίνονται σε εύρος μεταξύ 100Hz και 4.000Hz. Όλες αυτές οι συχνότητες όμως δεν είναι απαραίτητες για να γίνει καταληπτή η φωνή και η χροιά του συνομιλητή και έτσι με ειδικά φίλτρα αποκόπτονται οι επιπλέον συχνότητες, αφού όχι μόνο δε χρειάζονται, αλλά μπορεί και να δημιουργήσουν παρεμβολές - παράσιτα. Το εύρος ζώνης όμως του χαλκού είναι κατά πολύ μεγαλύτερο και μπορεί να αξιοποιηθεί σε άλλες εφαρμογές με

κατάλληλους τρόπους, όπως και στην περίπτωση του DSL. Το DSL στην ουσία αποτελεί μια τεχνολογία που μετατρέπει το απλό τηλεφωνικό καλώδιο σε ένα διάλο ψηφιακής επικοινωνίας μεγάλου εύρους ζώνης με τη χρήση ειδικών modems, τα οποία τοποθετούνται στις δυο άκρες της γραμμής.

Με το xDSL, η επικοινωνία γίνεται εξ' ολοκλήρου ψηφιακά, επιτρέποντας τη χρήση πολύ μεγαλύτερου εύρους ζώνης για τη μεταφορά των δεδομένων, χάρη στη χρήση εξελιγμένων τεχνικών διαμόρφωσης σήματος, με αποτέλεσμα την επίτευξη υψηλότερων ταχυτήτων από αυτές των συνηθισμένων dial - up συνδέσεων. Το xDSL επιτρέπει επίσης, τη χρήση ενός μέρους του εύρους για τη μεταφορά αναλογικού σήματος (φωνής), δίνοντας έτσι την δυνατότητα για ταυτόχρονη χρήση μιας φυσικής γραμμής για την τηλεφωνική σύνδεση, αλλά και για τη μετάδοση δεδομένων.

Αρχικά οι τεχνολογίες xDSL χρησιμοποιήθηκαν για την μετάδοση δεδομένων πάνω από μισθωμένες γραμμές, όμως με την ανάγκη για ευρυζωνική πρόσβαση άρχισαν να προσφέρονται σε συνδρομητές για την παροχή πρόσβασης στο Internet και μετάδοσης τηλεφωνικού σήματος. Ανάλογα με τον τρόπο διαμόρφωσης του σήματος και την ικανότητα συμμετρικής ή ασύμμετρης μετάδοσης, υπάρχουν διαφορετικά είδη xDSL τεχνολογιών που επιτυγχάνουν διαφορετικούς ρυθμούς μετάδοσης και μέγιστες αποστάσεις κυκλώματος και αναφέρονται με το όνομα ads . Έτσι έχουν επικρατήσει οι εξής τεχνολογίες:

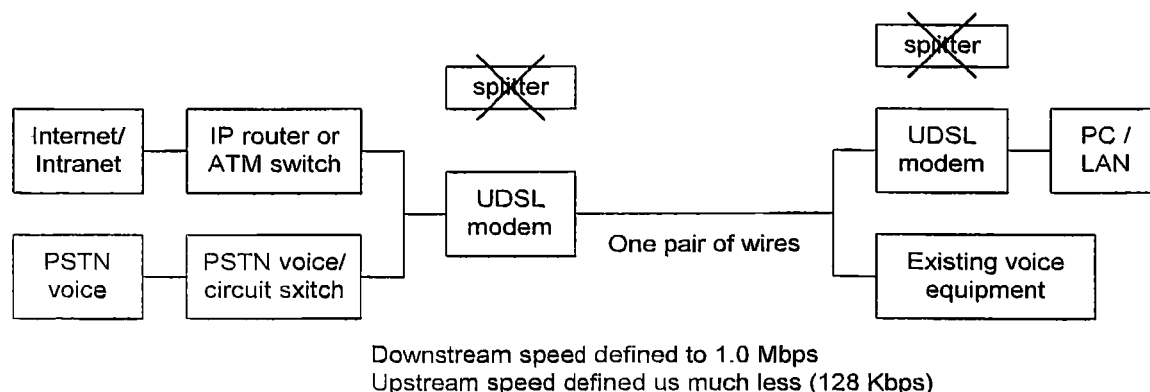
4.2.1α. UDSL

Τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας UDSL

Οι πρώτες δοκιμές με τα ADSL και RADSL έφεραν στην επιφάνεια ένα σοβαρό πρόβλημα, στα κτήρια των πελατών. Τα ADSL και RADSL απαιτούσαν την εγκατάσταση και συντήρηση μιας συσκευής, το voice splitter. Πρώτα έπρεπε να γίνει η εγκατάσταση των splitter και οποιασδήποτε πιθανής καλωδίωσης. Στις περισσότερες περιπτώσεις ο splitter παρέχονταν, ως μέρος της υπηρεσίας, από τους τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς πράγμα που αύξανε σημαντικά το κόστος. Έτσι εάν ήταν δυνατόν η εγκατάσταση και αρχικοποίηση ADSL και RADSL ταχυτήτων, και η σύγχρονη υποστήριξη αναλογικών συσκευών χωρίς την χρήση ενός splitter θα μιλούσαμε για μια πολύ ελκυστική εναλλακτική μορφή του καθαρού ADSL και RADSL.

Η τεχνολογία UDSL (Universal ADSL), επίσης γνωστή και ως ADSL-lite, αναπτύχθηκε από μια ομάδα εργασίας το 1997 η οποία περιλαμβάνει την εταιρεία Microsoft καθώς επίσης τηλεπικοινωνιακούς φορείς και κατασκευαστές από όλο το κόσμο. Η ομάδα εργασίας κάτω από το τίτλο Universal ADSL Working Group (UAWG), σχηματίστηκε για να αναπτύξει μια προδιαγραφή παγκόσμια, "ανοικτή", χωρίς διάταξη διαχωρισμού φωνής δεδομένων ("splitterless"), ως επέκταση της τυποποίησης T1.413 ADSL, η οποία θα υποστηρίζει μέχρι 1,5 Mbit/s στο κανάλι καθόδου (τυπικά μέχρι 500 kbit/s) και 512 kbit/s στο κανάλι ανόδου σε μεγαλύτερα μήκη τοπικού βρόχου (μ' ένα απλό συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων). Η τεχνολογία UDSL σχεδιάστηκε ως μια χαμηλού κόστους και μικρότερου εύρους ζώνης τεχνολογία ADSL και ως εκ τούτου είναι κατάλληλη για γρήγορες υπηρεσίες Internet

αλλά όχι για εφαρμογές κινούμενης εικόνας . Στο Σχήμα που ακολουθεί δείχνεται η γενική αρχιτεκτονική ενός UDSL συστήματος.



UDSL δίκτυο

Αξιολόγηση τεχνολογίας UDSL

Για να επιτύχει εμπορικά οποιαδήποτε νέα υπηρεσία υψηλού ρυθμού μετάδοσης, πρέπει να εγκαθίσταται με εύκολο τρόπο τόσο στη πλευρά του παροχέα της υπηρεσίας όσο και στη πλευρά του χρήστη. Με αυτό το σκεπτικό, μία νέα μορφή της DSL τεχνολογίας εμφανίστηκε, που ονομάζεται DSL G.Lite. Η τεχνολογία αυτή μεταδίδει δεδομένα με ταχύτητες πάνω από 1.5 Mbps για την downstream κατεύθυνση και πάνω από 512 Kbps για την upstream κατεύθυνση. Η τεχνολογία αυτή εξασφαλίζει όλα τα θετικά σημεία του ADSL, ενώ ταυτόχρονα έχει και κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τα οποία επιλύουν προβλήματα της τεχνολογίας ADSL όπως την αποφυγή της χρήσης εξωτερικού splitter που μάλιστα θα μπορούσαμε να πούμε ότι αποτελεί και το “κλειδί” της συγκεκριμένης τεχνολογίας, καθώς στη περίπτωση αυτή η υπάρχουσα τηλεφωνική υπηρεσία δεν επηρεάζεται από τη προσθήκη του DSL. Τα τηλεφωνικά σήματα διαχωρίζονται και προωθούνται στο τοπικό, ψηφιακό, δίκτυο επιλογής, ενώ τα δεδομένα συγκεντρώνονται σ’ ένα μεγαλύτερο σύστημα και μεταφέρονται μέσα από ένα Frame Relay ή ένα ATM δίκτυο. Επίσης με την ενσωμάτωση του splitter στο modem, η ανάγκη ενός ειδικού τεχνικού που θα τον εγκαταστήσει τόσο στον χρήστη όσο και στον παροχέα της υπηρεσίας εξαλείφεται. Με την απλούστευση αυτή ενεργοποιείται η μαζική εξάπλωση της τεχνολογίας αυτής και επιπλέον, μειώνεται το συνολικό κόστος εγκατάστασής της. Επιπλέον λειτουργεί με “always on” τρόπο με την έννοια ότι από τη στιγμή που κάποιος συνδέεται στο δίκτυο, παραμένει σ’ αυτό για όσο χρόνο επιθυμεί. Με τον τρόπο αυτό, οι χρήστες θα μπορούν να λαμβάνουν το e-mail τους τη στιγμή που αυτό λαμβάνεται και γενικά, να απολαμβάνουν συνεχώς τις εφαρμογές που τους προσφέρονται.

Το γεγονός της πρότασης του DSL G.Lite, δεν ανακαλεί την απαίτηση του ADSL πλήρους ρυθμού μετάδοσης, αλλά μπορούμε να πούμε ότι αποτελεί ένα ενδιάμεσο βήμα ανάμεσα στα αναλογικά modems που υπάρχουν σήμερα και στη δυναμική λύση του ADSL. Το DSL G.Lite θα ενεργοποιήσει την εξάπλωση της DSL τεχνολογίας σε όλους του χρήστες. Η απαίτηση αυτών για πρόσβαση στο Internet με υψηλούς

ρυθμούς μετάδοσης θα κινητοποιήσει τους παροχείς υπηρεσιών για την εγκατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού που θα υποστηρίζει την νέα τεχνολογία.

4.2.1β. RADSL

Τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας RADSL

Το Rate Adaptive DSL (RADSL) αναφέρεται σε ένα περιορισμό που υπήρχε σε μερικές πρώιμες υλοποιήσεις του ADSL, κυρίως αυτών που ήταν βασισμένα στον CAP (carrierless amplitude/phase modulation) κώδικα γραμμής. Κάποιες αρχικές εφαρμογές σε modem ADSL διατηρούσαν σταθερό τον ρυθμό δεδομένων και προς τις δύο κατευθύνσεις ώστε να διατηρείται η γραμμή περισσότερο συνδεδεμένη.

Σήμερα ως RADSL εννοούμε το ADSL το οποίο χρησιμοποιεί τον κώδικα γραμμής QAM ή CAP ο οποίος είναι ένα ιδιοκτησιακό πρότυπο της Globespan Semiconductors και της AT&T. Πρέπει να τονιστεί ότι τα ADSL που χρησιμοποιούν κώδικα γραμμής DMT σύμφωνα με το πρότυπο T1.413 είναι επίσης rate adaptive αλλά γενικά δεν αναφέρονται έτσι. Ο uplink ρυθμός δεδομένων είναι ανάλογος προς τον downlink ρυθμό και εξαρτάται από τις συνθήκες της γραμμής και το λόγο σήματος προς θόρυβο.

Τα RADSL συστήματα υλοποιούνται με χρήση FDM. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το upstream κανάλι που φτάνει ρυθμό μέχρι 1 Mbps να καταλαμβάνει τη μεσαία περιοχή μετά την τηλεφωνία και το downstream την ανώτερη περιοχή. Τα προβλήματα που παρουσιάζονται αφορούν τη συμβατότητα όσο αφορά το φάσμα συχνοτήτων μεταξύ των RADSL modems με QAM ή CAP με τα ADSL modems με DMT ή CAP στα οποία το upstream κανάλι φτάνει ρυθμούς το πολύ μέχρι 640 Kbps.

Αξιολόγηση τεχνολογίας RADSL

Τα προβλήματα που παρουσιάζονται και επηρεάζουν σημαντικά τη λειτουργία των εγκατεστημένων συστημάτων εξαρτώνται από το μήκος των καλωδίων, την διάμετρο και την κατάσταση των καλωδίων ακόμα και από τις καιρικές συνθήκες. Όλες αυτές οι παράμετροι διαφέρουν από δίκτυο σε δίκτυο παρόλο που παρέχονται από τον ίδιο τηλεπικοινωνιακό οργανισμό. Για να ξεπεραστούν λοιπόν αυτά τα προβλήματα και να διατηρηθεί η ποιότητα των παρεχομένων υπηρεσιών σε ικανοποιητικά επίπεδα αναπτύχθηκαν τεχνικές προσαρμογής του ρυθμού μετάδοσης. Επιπρόσθετα, πριν από οποιαδήποτε μετάδοση πληροφορίας, πραγματοποιούνται μια σειρά από δοκιμές στο δίκτυο προκειμένου να ανιχνευτεί ο μέγιστος ρυθμός με τον οποίο μπορούν να μεταδοθούν τα δεδομένα. Η ικανότητα αυτή της προσαρμογής του ρυθμού είναι προϊόν της RADSL τεχνολογίας, η οποία βασίζεται στις ADSL και SDSL τεχνολογίες.

Η RADSL είναι μια ευέλικτη τεχνολογία που υλοποιεί τα χαρακτηριστικά μετάδοσης και των δύο τεχνολογιών, χρησιμοποιώντας ότι καλύτερο έχει να προσφέρει η καθεμία. Ο μεταβλητός ρυθμός μετάδοσης προσφέρει σημαντικά οφέλη στους κατασκευαστές, οι οποίοι μπορούν και πουλούν ένα DSL προϊόν καλύπτοντας ένα φάσμα ρυθμών μετάδοσης και χρησιμοποιώντας και τους δύο τρόπους μετά-

δοσης, τον συμμετρικό και τον ασύμμετρο. Ένα από τα σημαντικά πλεονεκτήματα της RADSL τεχνολογίας είναι ότι επιτρέπει τηλεφωνική συνδιάλεξη και μετάδοση δεδομένων συγχρόνως.

Την τεχνολογία RADSL δείχνουν να εμπιστεύονται τελικά και οι κατασκευαστές, προσφέροντας μια πλήρη γκάμα προϊόντων αλλά και ολοκληρωμένων συστημάτων. Επίσης, οι περισσότερες εταιρίες υπόσχονται πολύ υψηλούς ρυθμούς δεδομένων και για αρκετά μεγάλες αποστάσεις.

4.2.1γ. HDSL

Τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας HDSL

Η πρώτη xDSL τεχνολογία που είχε αναπτυχθεί είναι η HDSL, και είναι διαθέσιμη εμπορικά για αρκετά χρόνια τώρα. Η HDSL τεχνολογία είναι η πρώτη που παρέχει ψηφιακή μετάδοση υψηλής ταχύτητας, χρησιμοποιώντας τις ήδη υπαρκτές τηλεφωνικές γραμμές. Βασικά αποτελεί έναν αποδοτικότερο τρόπο μετάδοσης πλαισίων T1 (1.54 Mbps) και E1 (2 Mbps) μέσω των γραμμών χαλκού, και χρησιμοποιεί ένα εύρος φάσματος από 80 - 240 KHz. Για να πετύχουμε αυτούς τους ρυθμούς για μια απόσταση των 4 Km πρέπει να χρησιμοποιηθούν δύο ζεύγη καλωδίων. Κάθε συρμός δεδομένων χωρίζεται σε δύο ή σε τρεις συρμούς (για T1 και E1 αντίστοιχα), οι οποίοι μεταδίδονται ανεξάρτητα μέσω δύο ή τριών ζευγών καλωδίων αντίστοιχα, και επανασυνδέονται στον δέκτη. Για παράδειγμα στη περίπτωση των πλαισίων T1, τα 1.554.000 bits ανά δευτερόλεπτο χωρίζονται σε δύο ίσα τμήματα με εύρος 784.000 bits ανά δευτερόλεπτο και μεταδίδονται μέσω δύο γραμμών (τέσσερα καλώδια).

Αξιολόγηση τεχνολογίας HDSL

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω η τεχνολογία HDSL αποτέλεσε την πρώτη xDSL τεχνολογία. Το βασικό της πλεονέκτημα είναι το γεγονός ότι απαιτεί μικρό εύρος ζώνης προκειμένου να μεταδώσει T1 και E1 πλαίσια. Επίσης έχει απλή υλοποίηση, εξασφαλίζει μικρότερο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης (για τον service provider) και οι παροχείς υπηρεσιών δεν χρειάζεται να χρησιμοποιήσουν ειδικούς repeaters (για μικρές αποστάσεις). Η HDSL τεχνολογία αποτελεί μια καλή λύση για τους παροχείς υπηρεσιών. Το γεγονός ότι η μεταδιδόμενη πληροφορία χωρίζεται σε δύο συρμούς μειώνει κατά πολύ την ισχύ μετάδοσης και, λόγω του περιορισμένου εύρους ζώνης που χρησιμοποιεί, είναι πιο σθεναρή στο θόρυβο και στις παρεμβολές. Όμως, από τη μεριά του χρήστη, η τεχνολογία αυτή παρουσιάζει μερικές ατέλειες που δεν την καθιστούν πολύ δημοφιλή. Αφού λοιπόν το κύριο μέλημα των χρηστών είναι το κόστος, η εγκατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού (modem και εξωτερικός voice splitter) αλλά και η χρήση μιας δεύτερης τηλεφωνικής γραμμής αυξάνει σημαντικά το κόστος πρόσβασης στο Internet (λαμβάνοντας υπ' όψη και το κόστος συνδρομής και σύνδεσης).

Η τεχνολογία HDSL2, χρησιμοποιώντας μόνο ένα ζεύγος καλωδίων (για την μετάδοση της ίδια πληροφορίας) μειώνει το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας ενός συστήματος. Για την HDSL2, μπορούμε να αναφέρουμε συμπερασματικά ότι έχουμε μείωση των παρεμβολών και χρήση ενός ζεύγους καλωδίων.

Λόγω του γεγονότος ότι χρησιμοποιεί ένα ζεύγος καλωδίων, αυξάνεται η ισχύς για τη μετάδοση του σήματος. Έτσι, οι απώλειες είναι μεγαλύτερες απ' ό τι στην HDSL των δύο ζευγών. Σαν αποτέλεσμα αυτού είναι ότι η HDSL2 έχει πολύ λιγότερες ικανότητες οδήγησης απ' ό τι η HDSL.

Τέλος, μελετώντας τα HDSL προϊόντα που προσφέρονται από τις κατασκευαστικές εταιρίες, παρατηρούμε ότι υπάρχει μικρός αριθμός υλοποιημένων προϊόντων.

4.2.1δ. SDSL

Τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας SDSL

Τα συστήματα επικοινωνίας που αναπτύσσονται αυτόν τον καιρό, έχουν την δυνατότητα να επιτυγχάνουν T1 ή E1 ρυθμούς μετάδοσης σ' ένα μόνο δισύρματο καλώδιο σε αποστάσεις που μερικές φορές ξεπερνούν ακόμα και αυτές που επιτυγχάνονται από ένα HDSL σύστημα, που χρησιμοποιεί δύο ζεύγη καλωδίων. Αυτή η υλοποίηση της T1 ή E1 γραμμής μετάδοσης, συνήθως καλείται SDSL. Παρέχει συμμετρική, δικατευθυντήρια επικοινωνία υψηλού μεταβλητού ρυθμού, ενώ ταυτόχρονα υποστηρίζει την τηλεφωνική υπηρεσία. Εξ' αιτίας του γεγονότος ότι μόνο ένα ζεύγος καλωδίων απαιτείται για την μετάδοση, αξιοποιείται αποτελεσματικότερα η ήδη υπάρχουσα υποδομή του δικτύου και ευνοείται η σύντομη και με ικανοποιητικό κόστος υλοποίηση υπηρεσιών που απαιτούν μέσους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων.

Οι δυνατοί ρυθμοί μετάδοσης του SDSL κυμαίνονται από 160 Kbps μέχρι και 2.048 Mbps, παρόλο που ο πιο διαδεδομένος ρυθμός μετάδοσης που χρησιμοποιείται είναι 768 Kbps και προς τις δύο κατευθύνσεις. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται συνήθως σε περιπτώσεις που απαιτούνται όμοιοι ρυθμοί μετάδοσης, και προς τις δύο κατευθύνσεις. Ειδικότερα, η SDSL απευθύνεται στους απλούς χρήστες που συνήθως τους διατίθεται μία μόνο τηλεφωνική γραμμή. Εξ' αιτίας τέλος, της συμμετρικής φύσεως της τεχνολογίας αυτής, η εφαρμογή της για την επίλυση των απαιτήσεων μιας εταιρίας είναι συνήθως επιβεβλημένη.

Αν συγκρίνουμε την SDSL με την ADSL τεχνολογία, παρατηρούμε ότι οι SDSL υπηρεσίες δεν είναι διαθέσιμες σε αποστάσεις μεγαλύτερες από 10,000 feet. Από την άλλη πλευρά σε τέτοιες αποστάσεις, η ADSL τεχνολογία επιτυγχάνει ρυθμούς μετάδοσης της τάξης των 6 Mbps. Αυτό συμβαίνει ουσιαστικά, εξαιτίας του γεγονότος ότι τα συμμετρικά συστήματα μετάδοσης επηρεάζονται σε μεγαλύτερο βαθμό από το crosstalk φαινόμενο. Από την άλλη πλευρά όμως, η SDSL τεχνολογία επιτρέπει στους παροχείς υπηρεσιών να αποκτήσουν σύντομα μεγάλη εμπειρία στην υποστήριξη νέων υπηρεσιών δεδομένων, διατηρώντας ταυτόχρονα τον εξοπλισμό δικτύου που ήδη έχουν, έτσι ώστε να μπορούν με εύκολο τρόπο να μεταβούν σε τεχνολογίες υψηλότερου ρυθμού μετάδοσης όταν αυτές θα είναι περισσότερο ώριμες τόσο από λειτουργική όσο και από κατασκευαστική άποψη.

Αξιολόγηση τεχνολογίας SDSL

Οι χρήστες που βρίσκονται σε εταιρίες έχουν μια μεγάλη απαίτηση εύρους ζώνης σε αντίθεση με τους χρήστες στα σπίτια. Είναι επομένως φανερό ότι οι χρήστες που εργάζονται σε εταιρίες θα είναι αυτοί οι οποίοι θα καθορίσουν το είδος της xDSL τεχνολογίας που θα αναπτυχθεί.

Η δημιουργία μιας υπηρεσίας για τους χρήστες συνεπάγεται την παροχή αξιόπιστων λύσεων για την υποστήριξη ιδιαίτερα κρίσιμων εφαρμογών. Τέτοιες λύσεις μπορούν γρήγορα να προκύψουν αξιοποιώντας τα χαρακτηριστικά που προσφέρει η SDSL. Η τεχνολογία αυτή, που χρησιμοποιεί ένα μόνο ζεύγος καλωδίων και επιτυγχάνει την μετάδοση με ταχύτητες μέχρι και 2 Mbps με συμμετρικό τρόπο ανάλογα με την ποιότητα και το μήκος του καλωδίου, βασίζεται στην HDSL τεχνολογία που αρχικά χρησιμοποιήθηκε για την επίτευξη T1 ή E1 υπηρεσιών χωρίς την χρήση επαναληπτών σε περιοχές που η εγκατάστασή τους ήταν προβληματική ή ιδιαίτερα δαπανηρή. Ένα βασικό πλεονέκτημα της SDSL που οδηγεί στην αξιοποίηση της είναι ότι αποτελεί μια προσιτή υλοποίηση της Xdsl τεχνολογίας εξαιτίας του γεγονότος ότι το SDSL χρησιμοποιεί την ίδια τεχνική διαμόρφωσης με αυτή του HDSL, που είχε αξιοποιηθεί τα προηγούμενα χρόνια και επωφελείται από την ωριμότητα των HDSL υλοποιήσεων. Για παράδειγμα, τα SDSL chipsets έχουν αρκετά χαμηλή τιμή, με αποτέλεσμα οι παροχείς υπηρεσιών να μπορούν γρήγορα να προσφέρουν στους χρήστες τους μετάδοση δεδομένων με υψηλό ρυθμό. Επίσης έχουμε μικρή κατανάλωση αφού τα SDSL modems που έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια έχουν κατανάλωση που δεν ξεπερνά τα 4 Watt. Το γεγονός αυτό αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα για τους παροχείς υπηρεσιών. Επιπλέον έχουμε αποφυγή παρεμβολών επειδή η κωδικοποίηση γραμμής που χρησιμοποιεί είναι ίδια με αυτή του HDSL και του ISDN με αποτέλεσμα να μην δημιουργούνται παρεμβολές με τις ήδη υπάρχουσες υπηρεσίες, όπως η T1. Αυτό σημαίνει ότι οι παροχείς των υπηρεσιών μπορούν να δημιουργήσουν SDSL λύσεις χωρίς να ανησυχούν για την επίδραση που θα έχουν σε άλλες υπηρεσίες που βρίσκονται σε γειτονικά καλώδια. Ακόμα η συμμετρική φύση του SDSL αποτελεί μια πολύ καλή λύση για τις εταιρίες εκείνες που χρειάζονται την λήψη και την μετάδοση δεδομένων με τον ίδιο ρυθμό.

4.2.1^c. IDSL

Τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας IDSL

Η διαρκής εμφάνιση κατασκευαστών DSL προϊόντων έχει σαν αποτέλεσμα τις συχνές αλλαγές στην τεχνολογία αυτή. Για παράδειγμα, το ISDN-DSL ή IDSL εμφανίστηκε αρχικά σαν μία νέα εξέλιξη της τεχνολογίας που ήδη υπήρχε κατά την δεκαετία του '80. Παρόλο που το IDSL αναβαθμίζει μια υπάρχουσα τεχνολογία, στην πραγματικότητα αποτελεί λειτουργικά ένα υποσύνολο του ISDN, με την έννοια ότι δεν υποστηρίζει τηλεφωνική υπηρεσία.

Ειδικότερα το IDSL αποτελεί ένα σύστημα στο οποίο αποκλειστικά, ψηφιακά δεδομένα μεταδίδονται με ταχύτητα 128 Kbps μέχρι τα 18.000 feet σε ένα κοινό χάλκινο τηλεφωνικό καλώδιο ανάμεσα στο CO και στον χρήστη με ψηφιακό τρόπο. Παρόλο που η ταχύτητα του IDSL είναι όμοια με αυτή του ISDN, το IDSL έχει το πλεονέκτημα της αποφυγής της συμφόρησης του δικτύου μετάδοσης φωνής,

μειώνοντας τις Internet κλήσεις στο δίκτυο μεταγωγής κυκλώματος. Η μόνη απαίτηση του από την εταιρία που παρέχει την υπηρεσία, είναι η τοποθέτηση ειδικών συγκεντρωτών σε κάθε CO και η σύνδεση των συσκευών σ' ένα μεγαλύτερο δίκτυο δεδομένων πάνω από T1 ή Frame relay links.

Αξιολόγηση τεχνολογίας IDSL

Το IDSL αποτελεί μία από τις πιθανές υλοποιήσεις τις xDSL τεχνολογίας και είναι μια αρκετά ικανοποιητική προσέγγιση που επιτρέπει την χρήση της ήδη υπάρχουσας ISDN τεχνολογίας για μετάδοση μόνο δεδομένων και όχι φωνής. Δηλαδή χρησιμοποιεί το ήδη εγκατεστημένο ISDN. Οι εταιρίες που προσφέρουν Internet και POTS υπηρεσίες μπορούν με εύκολο τρόπο να αναβαθμίσουν τον ISDN εξοπλισμό δικτύου που ήδη έχουν, εξασφαλίζοντας στους χρήστες 128 Kbps. Από την άλλη πλευρά οι ISDN χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα modem που ήδη έχουν. Επομένως, για αρκετές χώρες της Ευρώπης, που η ιδέα του ISDN δεν έχει εγκαταλειφθεί ακόμα, η IDSL αποτελεί μια αρκετά ελκυστική τεχνολογία, κάτι το οποίο όμως δεν ισχύει για τις χώρες της Αμερικής, όπου το ISDN έχει οριστικά περάσει στο περιθώριο. Επίσης έχει φτηνή υλοποίηση και το γεγονός αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό τόσο για τους καταναλωτές, που απαιτούν χαμηλό κόστος εγκατάστασης του modem, όσο και για τους παροχείς υπηρεσιών που επιζητούν την επένδυση ενός λογικού ποσού κατά την εφαρμογή μιας νέας τεχνολογίας. Επιπλέον αποκλείει τη συμφόρηση στο δίκτυο αφού η IDSL παρακάμπτει τους διακόπτες δικτύου, μειώνοντας τις Internet κλήσεις των χρηστών προς το δίκτυο μεταγωγής κυκλώματος. Ενώ και ο ρυθμός μετάδοσης των 128 Kbps για πολλές εφαρμογές είναι αρκετά ικανοποιητικός για τους χρήστες κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του χρησιμοποιούμενου εύρους ζώνης.

Βέβαια, ιδιαίτερα σημαντικό είναι το γεγονός ότι η τεχνολογία IDSL πραγματοποιεί, σε αντίθεση με το ISDN, την μετάδοση μόνο δεδομένων και όχι φωνής. Το γεγονός αυτό επομένως οδηγεί στην χρήση μιας επιπλέον γραμμής για την μετάδοση φωνής, κάτι που είναι ιδιαίτερα ασύμφορο.

4.2.1στ. VDSL

Τεχνική περιγραφή της τεχνολογίας VDSL

Η τεχνολογία VDSL είναι επέκταση της ADSL και μελετάται από τον οργανισμό ETSI, με στόχο να επιτευχθεί η προτυποποίησή της. Σε αντίθεση με την ADSL, η VDSL έχει την δυνατότητα να λειτουργήσει τόσο με συμμετρικό όσο και με ασύμμετρο τρόπο, χρησιμοποιώντας είτε μια απλή τηλεφωνική γραμμή είτε μια ISDN γραμμή, μεταδίδοντας δεδομένα με υψηλές ταχύτητες σε μικρές αποστάσεις.

Ο ασύμμετρος τρόπος λειτουργίας του VDSL απευθύνεται κυρίως στους οικιακούς χρήστες, δίνοντας τους την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν υπηρεσίες ευρείας ζώνης μετάδοσης

Η συνύπαρξη τηλεφωνικών και VDSL σημάτων στο ίδιο καλώδιο πραγματοποιείται με τον διαχωρισμό των συχνοτήτων μετάδοσης με την χρήση ενός εξωτερικού splitter

Η VDSL τεχνολογία μοιάζει αρκετά με την ADSL, παρότι η VDSL διαχειρίζεται ένα μεγάλο εύρος συχνοτήτων και επομένως η υλοποίηση του θα είναι πολύ πιο δύσκολη. Για την υλοποίηση του VDSL έχουν προταθεί τέσσερις διαφορετικοί κώδικες γραμμής που είναι:

- **CAP**: Αποτελεί μια διαφορετική μορφή της QAM διαμόρφωσης γραμμής και έχει αναλυθεί πλήρως σε προηγούμενη παράγραφο.
- **DMT**: Είναι μια διαμόρφωση που χρησιμοποιεί ένα σύστημα με πολλαπλούς φορείς και διακριτό μετασχηματισμό Fourier για να δημιουργήσει και να αποδιαμορφώσει τους φορείς στην συχνότητα.
- **DWMT**: Είναι μια τεχνική διαμόρφωσης με πολλαπλούς φορείς που χρησιμοποιείται ώστε να αξιοποιηθεί το σύνολο των δυνατοτήτων των χάλκινων καλωδίων, έτσι ώστε να είναι δυνατή η προσφορά υπηρεσιών ευρείας ζώνης και προς τις δύο κατευθύνσεις.
- **SDMT**: Είναι μια τεχνική διαμόρφωσης που συνδυάζει δύο διαφορετικές τεχνικές μετάδοσης δεδομένων, την DMT για την μετάδοση και την τεχνική χρονικής απόπλεξης (TDD) για τον προγραμματισμό του ανοδικού και καθοδικού ρυθμού μετάδοσης.

Αξιολόγηση τεχνολογίας VDSL

Η VDSL είναι μια τεχνολογία μετάδοσης παρόμοια με την ADSL εκτός του ότι οι ρυθμοί μετάδοσης είναι μεγαλύτεροι και οι αποστάσεις μικρότερες. Τηλεφωνικές υπηρεσίες (POTS) υποστηρίζονται όπως και στην περίπτωση του ADSL. Σε αντίθεση με την ADSL, η VDSL μπορεί και λειτουργεί είτε συμμετρικά είτε ασύμμετρα χρησιμοποιώντας μια απλή δισύρματη γραμμή ή μια βασική ISDN γραμμή. Σήμερα, δεν υπάρχουν τυποποιήσεις για την VDSL, αλλά οι ρυθμοί μετάδοσης και οι αποστάσεις κυμαίνονται από 12 Mbps για αποστάσεις μέχρι 1.5 Km καλωδίου, και 52 Mbps για αποστάσεις μέχρι 300 m (downstream - από το κεντρικό γραφείο μέχρι τον χρήστη). Για upstream μετάδοση (από τον χρήστη μέχρι το κεντρικό γραφείο) οι προτεινόμενοι ρυθμοί μετάδοσης είναι από 1.6 Mbps μέχρι 2.3 Mbps. Λόγω του ότι, οι αποστάσεις που μπορούν να καλυφθούν είναι μικρές, η VDSL μπορεί να υλοποιηθεί μόνο σε περιπτώσεις όπου τα CO's είναι κοντά. Σε διαφορετική περίπτωση η οπτική ίνα πρέπει να φτάνει μέχρι τα KV's. Επίσης, λόγω του ότι οι αποστάσεις που μπορούν να καλυφθούν είναι μικρότερες, εμφανίζονται λιγότερα προβλήματα σχετικά με την απόδοση των γραμμών, πράγμα που έχει ως αντίτιμο τη τιμή των VDSL modems συγκριτικά με τα αντίστοιχα της ADSL τεχνολογίας. Έχει καθοριστεί μέσω ερευνών και δοκιμών ότι η QAM είναι η πιο εφαρμόσιμη μέθοδο διαμόρφωσης, λαμβάνοντας υπ' όψη την κατανάλωση ισχύος, την απόδοση και το κόστος.

Ως τεχνολογία προσανατολισμένη στο χρήστη, το κόστος αποτελεί επίσης έναν σημαντικό παράγοντα. Το VDSL αναμένεται να χρησιμοποιηθεί για μετάδοση Video και εφαρμογές πολυμέσων και η απαίτηση για οπτική ίνα μέχρι τα KV την κάνει να αποτελεί μια ακριβή, πολλές φορές φουτουριστική τεχνολογία, αφού οι επενδύσεις, που πρέπει να πραγματοποιηθούν, για την ανάπτυξη ή βελτίωση της υποδομής είναι

τεράστιες. Ακόμη, θα πρέπει να μελετηθούν οι υποψήφιοι χρήστες και να καθοριστούν σαφέστατα οι υπηρεσίες που μια τηλεπικοινωνιακή εταιρία θέλει και μπορεί να προσφέρει.

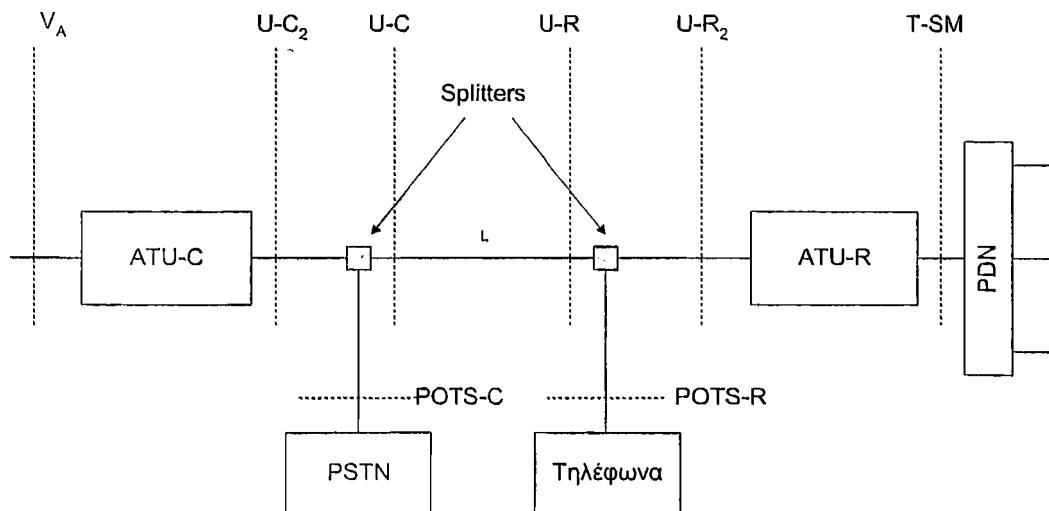
Σήμερα τα υπάρχοντα προϊόντα που υποστηρίζουν αυτή την τεχνολογία είναι λίγα διότι αυτή δεν έχει εφαρμοστεί σε μεγάλη κλίμακα. Οι εταιρίες προσφέρουν modems που επιτυγχάνουν ταχύτητες από 12 έως 53 Mbps για 1,5 Km - 300 m.

Τέλος, αν και οι ρυθμοί μετάδοσης της VDSL τεχνολογίας αποτελούν μια ιδανική κατάσταση, οι απαιτήσεις των χρηστών μέχρι σήμερα δεν την καθιστούν αναγκαία. Οι τελικοί χρήστες έχουν απαίτηση για γρήγορη πρόσβαση στο Internet, οπότε οι ρυθμοί που επιτυγχάνονται με άλλες xDSL τεχνολογίες, όπως ADSL και RADSL θεωρούνται ικανοποιητικοί.

4.2.1ζ. ADSL

Γενική Αρχιτεκτονική

Αρχικά η τεχνολογία ADSL είχε αναπτυχθεί για να προσφέρει υπηρεσίες Video-on-demand με ρυθμό μετάδοσης downstream (από το CO προς τον χρήστη) της τάξης των 1.544 Mbps και ρυθμό μετάδοσης upstream (από τον χρήστη στο CO) από 16 kbps έως 64 kbps. Στο Σχήμα που ακολουθεί δείχνεται η βασική αρχιτεκτονική ενός συστήματος ADSL όπως περιγράφεται από το ADSL Forum.



- ATU-C ADSL Transmission Unit, CO Side
- ATU-R ADSL Transmission Unit, Remote Side
- CO Central Office
- PDN Premises Distribution Network
- PSTN Public Switched Telephone Network
- POTS-C Διεπιφάνεια μεταξύ του PSTN και του splitter στην πλευρά του CO
- POTS-R Διεπιφάνεια μεταξύ του PSTN και του splitter στην πλευρά του remote
- T-SM Διεπιφάνεια μεταξύ του ATU-R και των Service Modules
- U-C Διεπιφάνεια U στην πλευρά του CO
- U-C₂ Διεπιφάνεια U στην πλευρά του CO από τον Splitter στο ATU-C
- U-R Διεπιφάνεια U στην πλευρά remote
- U-R₂ Διεπιφάνεια U στην πλευρά remote από τον Splitter στο ATU-R
- V_A Διεπιφάνεια V, στην πλευρά του CO από τον κόμβο πρόσβασης στην υπηρεσία δικτύου

Σχημα-Βασική αρχιτεκτονική ενός συστήματος ADSL

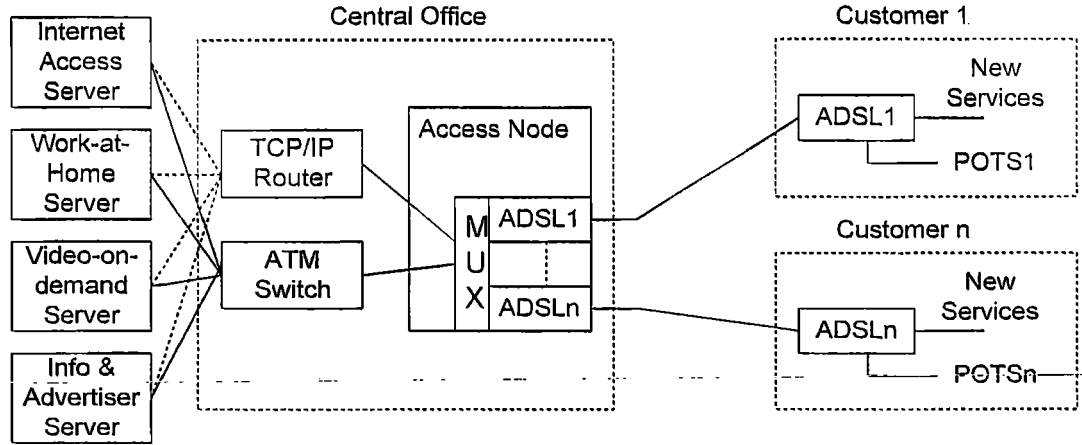
Βασικό στοιχείο αποτελεί το γεγονός ότι επιτρέπεται η μετάδοση τηλεφωνικών υπηρεσιών (αναφέρονται ως POTS: Plain old telephone service). Ένα ακόμα χαρακτηριστικό είναι ότι οι υπηρεσίες που παρέχονται από ένα σύστημα ADSL, συμπεριλαμβανομένης και της ψηφιακής μετάδοσης δεδομένων, είναι ευρυζωνικές υπηρεσίες (για παράδειγμα υπηρεσίες video on demand ή προσπέλαση του διαδικτύου με υψηλές ταχύτητες). Η πρόσβαση σε αυτές τις υπηρεσίες πραγματοποιείται εκτός των διακοπών του CO (Central Office) ή LE (Local Exchange), λύνοντας έτσι το πρόβλημα της συμφόρησης στο τηλεφωνικό δίκτυο και στους διακόπτες μεταγωγής. Αυτό το σημείο πρόσβασης ονομάζεται DSLAM (DSL access module) η αρχιτεκτονική του οποίου θα εξηγηθεί αργότερα.

Στο προηγούμενο σχήμα δείχνονται οι διεπαφές μεταξύ των επιμέρους τμημάτων του δικτύου. Το B-interface είναι μία άμεση διεπαφή και δηλώνει μια πιθανή βοηθητική είσοδο, όπως για παράδειγμα ένα set top box. Η διεπαφή T-SM μεταξύ του ATU-R και του service module μπορεί και να ταυτίζεται με την διεπαφή T κυρίως όταν το service module είναι ολοκληρωμένο μέσα στο ATU-R. Εάν υφίσταται η διεπαφή T-SM τότε μπορεί να είναι διαφορετικού τύπου για κάθε ATU-R, για παράδειγμα ένα ATU-R μπορεί να έχει δύο τύπου ηλεκτρικές συνδέσεις όπως 10Base-T ή V.35. Με παρόμοιο τρόπο, η διεπαφή T μεταξύ Premises Distribution Network και τερματικές συσκευές μπορεί επίσης να απουσιάζει εάν η τερματική συσκευή είναι με κάποιο τρόπο ολοκληρωμένη μέσα στο ATU-R. Οι διάφορες U διεπαφές μπορούν και να μην υπάρχουν εάν η συσκευή του splitter είναι μέρος των ATU συσκευών ή στην περίπτωση που αφαιρεθεί τελείως ο splitter. Επίσης, οι διεπαφές V μπορεί να είναι λογικές διεπαφές παρά φυσικές, πράγμα που ισχύει κυρίως για την V_A στην περίπτωση που το DSLAM εκτελεί λειτουργίες πολύπλεξης ή μεταγωγής. Εάν η διεπαφή VC προς τους παροχείς των υπηρεσιών είναι φυσική τότε επιτρέπεται να πάρει διάφορες μορφές (όπως για παράδειγμα TCP/IP ή ATM) προσαρμοσμένες στο δίκτυο υπηρεσιών.

Μετά την παραπάνω περιγραφή για τις διεπαφές στα διάφορα μέρη του δικτύου θα πρέπει να τονίσουμε ότι η τεχνολογία ADSL δεν είναι απλά ένας γρήγορος τρόπος προσπέλασης του δικτύου, αλλά είναι μέρος μιας ολοκληρωμένης αρχιτεκτονικής δικτύου που επιτρέπει σε όλους τους συνδρομητές να κάνουν χρήση ευρυζωνικών υπηρεσιών, όπου σαν "ευρυζωνικές" υπηρεσίες ορίζονται οι υπηρεσίες που απαιτούν ρυθμό μετάδοσης τουλάχιστον 1.5 Mbps (Αμερική) και 2 Mbps (Ευρώπη). Στο Σχήμα που βλέπουμε παρακάτω δείχνεται ένα "ευρυζωνικό" δίκτυο βασισμένο στην τεχνολογία ADSL. Στην πιο απλή του μορφή οι συνδρομητές θα χρειάζονται μόνο ένα ADSL modem. Η συσκευή αυτή θα έχει την κοινώς γνωστή RJ-11 ηλεκτρική διεπαφή η οποία θα υποστηρίζει τις υπάρχουσες τηλεφωνικές συσκευές σε ένα SOHO (Small Office/Home Office) περιβάλλον. Άλλες θύρες, όπως η 10Base-T Ethernet, θα πραγματοποιούν την διασύνδεση των προσωπικών υπολογιστών ή των Set-top boxes των τηλεοράσεων παρέχοντας υπηρεσίες όπως fast internet ή video on demand. Μια συσκευή, ο splitter (διαχωριστής), θα χρησιμοποιείται για να πραγματοποιείται ο διαχωρισμός των ψηφιακών υπηρεσιών (υπηρεσίες ADSL) από τις αναλογικές υπηρεσίες (τηλεφωνικές υπηρεσίες).

Στην μεριά του CO, οι αναλογικές υπηρεσίες διαβιβάζονται στα διακοπτικά συστήματα μέσω μιας διάταξης από splitters (διαχωριστές). Με τον τρόπο αυτό ο

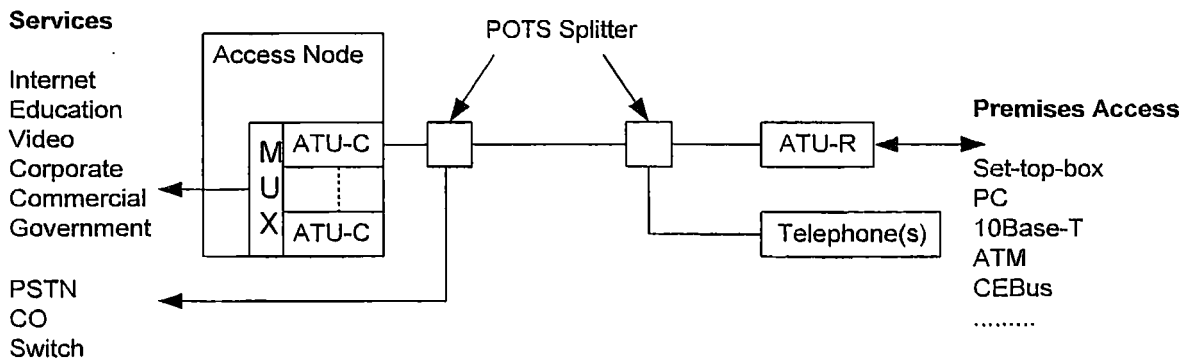
τοπικός ADSL βρόχος τερματίζεται στο ADSL access node και όχι απευθείας στον διακόπτη του CO. Ο access node (συνήθως πρόκειται για ένα DSLAM) πολυπλέκει τις επιμέρους ADSL συνδέσεις και διοχετεύει την κίνηση σε είτε σε TCP/IP δρομολογητές είτε σε ATM διακόπτες. Αυτοί οι δρομολογητές και διακόπτες επιτρέπουν στον χρήστη να έχει πρόσβαση σε υπηρεσίες της προτίμησής του.



Σχημα-Γενική αρχιτεκτονική ενός ADSL δικτύου

Τυπικές υπηρεσίες που παρέχονται είναι πρόσβαση στο διαδίκτυο, πρόσβαση σε Intranets, video-on-demand, καθώς και πρόσβαση σε εξυπηρετητές εταιριών. Σημειώστε πως η πρόσβαση σε αυτές τις υπηρεσίες πραγματοποιείται είτε μέσω TCP/IP είτε μέσω ATM μια και η τεχνολογία ADSL επιτρέπει και τα δύο.

Το ADSL είναι μια πλήρης και ολοκληρωμένη αρχιτεκτονική δικτύου. Όπως έχει αναφερθεί προηγουμένως το ADSL δεν είναι απλά μια μέθοδος γρήγορης πρόσβασης του διαδικτύου αλλά παρέχει επιπλέον την δυνατότητα παροχής κάθε νέου τύπου υπηρεσίας ευρείας ζώνης. Με το Σχήμα που βλέπουμε στη συνέχεια δείχνεται περισσότερο αναλυτικά ο τρόπος με τον οποίο μια συσκευή ATU-R μπορεί να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να επιτρέπει την πρόσβαση του χρήστη στις διάφορες υπηρεσίες.



Σχημα-Το βασικό ADSL δίκτυο

Η φυσική συσκευή μπορεί να είναι είτε ένα PC είτε ένα set-top box. Η διασύνδεση ανάμεσα στην συσκευή ATU-R και στην τελική συσκευή μπορεί να είναι είτε μία απλή διασύνδεση modem με υπολογιστή είτε ακόμα πιο πολύπλοκες μορφές διασυνδέσεων όπως η 10Base-T, Ethernet LAN ή και ακόμα private ATM δίκτυο.

Όποια και να είναι όμως η μορφή διασύνδεσης, η καλωδίωση των είδη υπαρκτών αναλογικών συσκευών (τηλέφωνα, FAX) δεν απαιτείται να τροποποιηθεί μιας και η συσκευή του splitter κάνει τον διαχωρισμό των αναλογικών σημάτων από τα ψηφιακά σήματα.

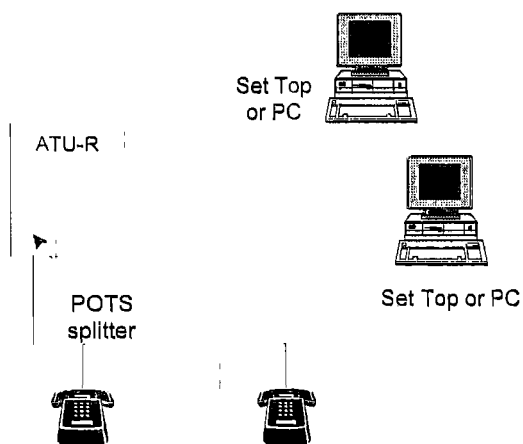
Στην μεριά του CO, οι τηλεφωνικές υπηρεσίες διαχωρίζονται μέσω μιας διάταξης από splitters και οδηγούνται στους διακόπτες PSTN. Ο τοπικός ADSL βρόχος τερματίζεται πλέον στο DSLAM αντί να οδηγείται αμέσως στους διακόπτες του CO. Φυσικά, το λογισμικό των PSTN διακοπών δεν χρειάζεται να αναβαθμιστεί προκειμένου να υποστηρίξει αυτές τις υπηρεσίες (όπως συμβαίνει με το ISDN).

Λειτουργία και εφαρμογές του POTS splitter

Ο POTS splitter χρησιμοποιείται για να διαχωρίσει τα κανάλια upstream και downstream από το τηλεφωνικό κανάλι, δηλαδή για να πραγματοποιηθεί διαχωρισμός από 300 KHz μέχρι τα 3,5 MHz. Στο φάσμα αυτό, ο POTS splitter εκτός των σημάτων φωνής πρέπει να επιτρέπει και την διέλευση των τόνων dial, ringing και των σημάτων on/off hook.

Η δομή του POTS splitter είναι πανομοιότυπη και για το ATU-R και για το ATU-C. Αποτελείται κυρίως από ένα χαμηλοπερατό φίλτρο για την διεπαφή του POTS και από ένα υψιπέρατο φίλτρο για τα κανάλια upstream και downstream. Το χαμηλοπερατό φίλτρο αφαιρεί, από το κανάλι POTS, την παρεμβολή των καναλιών upstream και downstream. Το υψιπέρατο φίλτρο αφαιρεί, από τα κανάλια upstream και downstream, την παρεμβολή από το κανάλι POTS. Επίσης θα πρέπει να αποφευχθεί η εισαγωγή των αρμονικών, που δημιουργούν τα σήματα ringing και των on/off hook, στα κανάλια upstream και downstream.

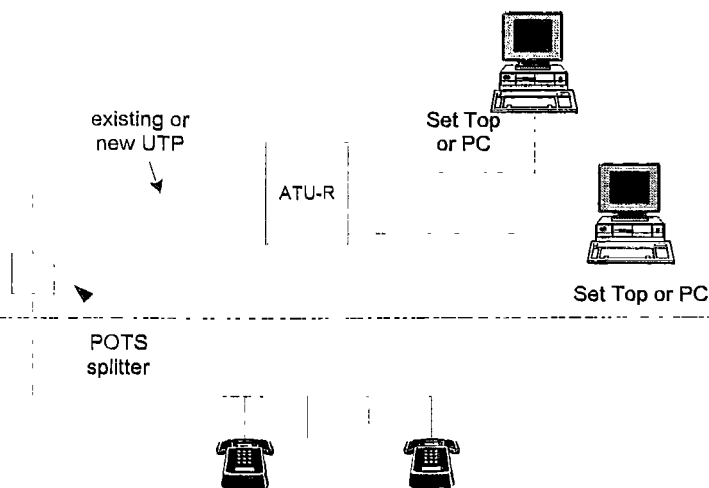
Ο POTS splitter μπορεί να είναι ενσωματωμένος στις διατάξεις ATU-R όπως δείχνεται στο παρακάτω Σχήμα.



Σχήμα-ATU-R με ενσωματωμένο POTS splitter

Το ATU-R συνδέεται με την τηλεφωνική γραμμή και πραγματοποιεί τον διαχωρισμό των καναλιών POTS και ADSL. Το κανάλι POTS δρομολογείται προς τις τηλεφωνικές συσκευές του συνδρομητή. Κάθε κανάλι ADSL πρέπει να συνδεθεί με

ένα service module. Ο POTS splitter μπορεί να υλοποιηθεί και εξωτερικά σε ένα ATU-R. Μια τέτοια αρχιτεκτονική παρέχει την ευελιξία της θέσης του ATU-R, καθώς και της αποφυγής της μετάδοσης του καναλιού ADSL μέσα από τις εσωτερικές καλωδιώσεις του συνδρομητή. Χαμηλής ποιότητας καλωδίωση μπορεί να μειώσει αισθητά την απόδοση του συστήματος. Μια τέτοια υλοποίηση παρουσιάζεται ακολούθως.

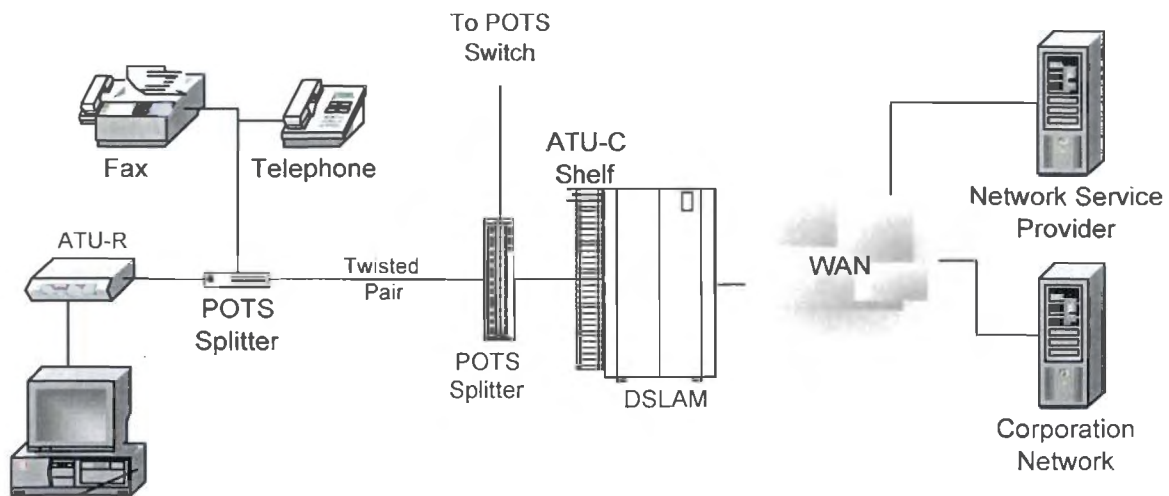


Σχήμα-ATU-R με εξωτερικό POTS splitter

Αρχιτεκτονική του DSLAM

Η βασική μορφή καθώς και οι λειτουργίες ενός DSLAM δεν έχουν καλυφθεί πλήρως από κανένα ADSL ή γενικά xDSL standard. Η βασική ιδέα του DSLAM είναι η εξυπηρέτηση πολλαπλών ATU-Cs ή και HTU-Cs. Πέραν τούτου, οι λειτουργίες που θα εκτελεί καθώς και ο τρόπος που θα τις εκτελεί, εξαρτάται αποκλειστικά από τον κατασκευαστή. Αυτό σημαίνει ότι όλο το πεδίο γύρω από τις λειτουργίες ενός DSLAM είναι ασαφές, με τα περισσότερα προϊόντα να υποστηρίζουν μερικές βασικές λειτουργίες. Έτσι, στη συνέχεια της ενότητας αυτής θα γίνει μια προσπάθεια ταξινόμησης των χαρακτηριστικών ενός "τυπικού" DSLAM.

Το DSLAM καταλαμβάνει μια θέση κλειδί σε ολόκληρη την αρχιτεκτονική του δικτύου ADSL. Όλη η κίνηση από και προς τους χρήστες διεκπεραιώνεται μέσω του DSLAM. Όλη η κίνηση από και προς τους εξυπηρετητές του δικτύου πίσω από το DSLAM περνάει επίσης μέσω αυτού. Το DSLAM εκτελεί λειτουργίες ολοκλήρωσης της ADSL κίνησης ανεξάρτητα από τον τύπο δεδομένων που μεταφέρει, είτε πρόκειται για δεδομένα είτε για φωνή. Το μόνο που βλέπει το DSLAM είναι ATM κελιά στην U διεπαφή. Τα κελιά αυτά πολυπλέκονται σε μια κοινή ανοδική σύνδεση η οποία επικοινωνεί με έναν ATM διακόπτη.



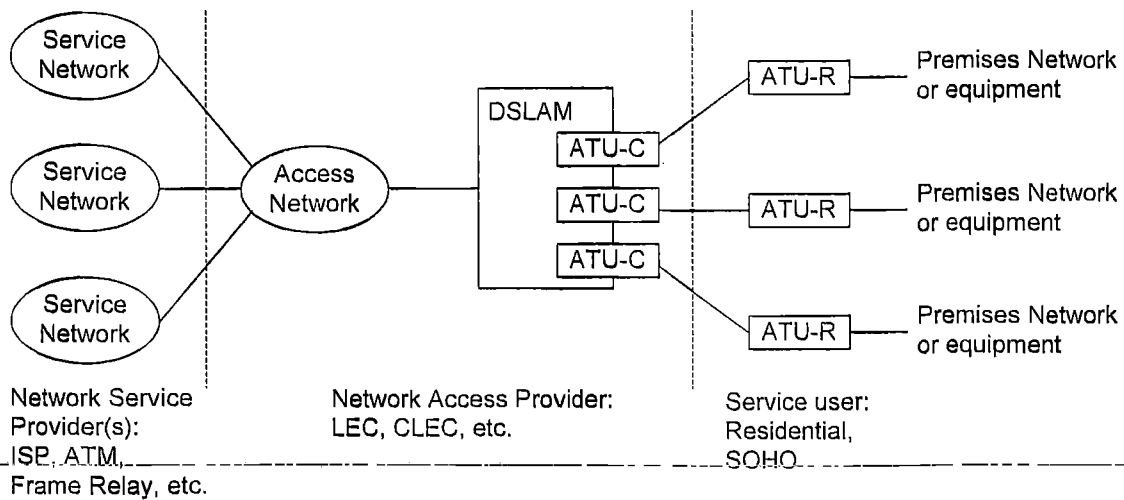
Σχήμα Διαχωρισμός της τηλεφωνικής κίνησης από την ADSL κίνηση μέσω των POTS Splitter στο DSLAM

Στο παραπάνω Σχήμα παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική ενός ADSL δικτύου με έμφαση στο διαχωρισμό της τηλεφωνικής κίνησης από την ADSL κίνηση. Η ύπαρξη των POTS Splitter επιτρέπει την συνύπαρξη των ADSL σημάτων με τα τηλεφωνικά. Είναι απαραίτητη η παρουσία ενός POTS Splitter και στις δύο άκρες του συνεστραμμένου καλωδίου. Στην μία άκρη της σύνδεσης το POTS Splitter συνδυάζει τα δύο σήματα, ενώ στην άλλη άκρη γίνεται ο διαχωρισμός των σημάτων. Ουσιαστικά, τα POTS Splitter αποτελούν συσκευές τριών θυρών περιέχοντας ένα δukaτευθυντήριο υψιπερατό φίλτρο και ένα δukaτευθυντήριο χαμηλοδιαβατό φίλτρο. Το POTS Splitter μπορεί να είναι είτε μερικώς είτε πλήρως ολοκληρωμένο σε ένα ATU-R ή ATU-C. Έτσι, από την πλευρά του DSLAM τα POTS Splitter αποτελούν ένα subrack στο οποίο γίνεται ο διαχωρισμός των σημάτων και τα τηλεφωνικά σήματα οδεύουν προς τον POTS διακόπτη ενώ τα ADSL σήματα οδηγούνται προς τα ATU-Cs όπου και πολυπλέκονται και διοχετεύονται στο δίκτυο κορμού. Η σχεδίαση ενός DSLAM βασίζεται σε τρεις κυρίως παράγοντες:

- Ο συνολικός αριθμός των απαιτούμενων DSL θυρών (access links)
- Ο συνολικός αριθμός των απαιτούμενων trunk θυρών (trunk links)
- Συνολική κίνηση που προσφέρεται στο διακόπτη (το άθροισμα όλων των ρυθμών των θυρών – total ports).

Το μέγεθος του DSLAM καθορίζεται από την ικανότητα διαχείρισης της κίνησης καθώς και από τον αριθμό των θυρών.

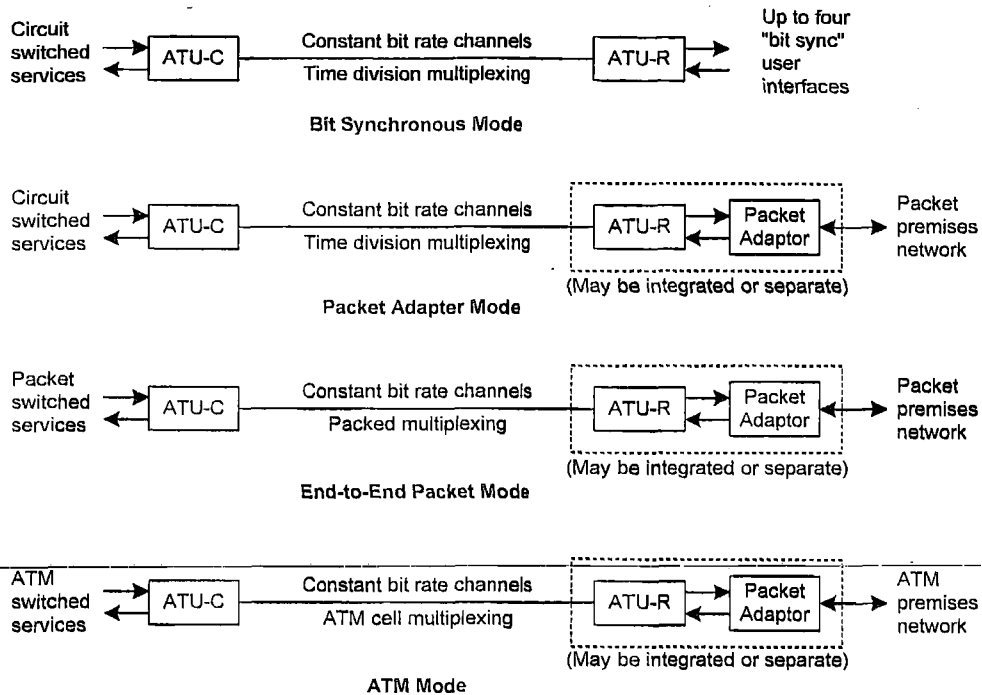
Είναι δόκιμος ο διαχωρισμός ολόκληρης της αρχιτεκτονικής του δικτύου ADSL σε τρία μέρη, ιδίως από την σκοπιά του DSLAM. Το μοντέλο αυτό τα ATU-Rs, ή άλλες xDSL συσκευές όπως ένα HTU-R, συνθέτουν το Service user (SU) τμήμα του δικτύου. Τα ATU-Cs, HTU-Cs, ή άλλες διεπαφές του DSLAM συνθέτουν το Network Access Provider (NAP) τμήμα του δικτύου. Το δίκτυο πρόσβασης και γενικά τα δίκτυα μέσω των οποίων παρέχονται οι υπηρεσίες αποτελούν το Network Service Provider (NSP) τμήμα. Ο κεντρικός ρόλος του DSLAM σαν NAP είναι η πραγματοποίηση της σύνδεσης μεταξύ του χρήστη και του παροχέα της υπηρεσίας.



Σχημα-Αρχιτεκτονική δικτύου από την σκοπιά του DSLAM

Τρόποι μεταδοσης σε ένα ADSL Δίκτυο

Κατά την διάρκεια μιας ADSL σύνδεσης αποστέλλεται κάθε 17 msec ένα superframe (υπερπλαίσιο) (περίπου 59 το δευτερόλεπτο) που αποτελείται από 68 ADSL frames (πλαίσια). Τα ADSL πλαίσια περιέχουν και τα δύο "fast" (ήχος και βίντεο, που είναι ευαίσθητα σε καθυστερήσεις και απαιτούν οι καθυστερήσεις να είναι όσο το δυνατόν περιορισμένες) και "interleaved" (για παράδειγμα ιστοσελίδες, που είναι συνήθως ευαίσθητες σε σφάλματα αλλά ανεκτικές σε καθυστερήσεις) bits. Το ερώτημα που γεννιέται τώρα είναι τι βρίσκεται μέσα στα ADSL πλαίσια. Το ADSL Forum έχει ορίσει τέσσερις διαφορετικούς τρόπου διανομής (distribution modes) για όλες τις xDSL τεχνολογίες συμπεριλαμβανομένου και την ADSL. Οι τρόποι διανομής καθορίζουν ποια μορφή θα πάρουν τα bits μέσα στα ADSL πλαίσια πριν αποσταλούν. Στο επόμενο Σχήμα παρουσιάζονται τα κύρια χαρακτηριστικά των τεσσάρων αυτών τρόπων διανομής.



Σχημα-Οι τέσσερις ADSL τρόποι διανομής

Ο πρώτος τρόπος διανομής είναι ο bit synchronous mode που είναι ταυτόχρονα και ο πιο απλός. Ο όρος synchronous θέλει να δηλώσει ότι κάθε bit που τοποθετείτε στον buffer (είτε πρόκειται για τον "fast" είτε για τον "interleaved" buffer δεδομένων) μιας συσκευής στο ένα άκρο της σύνδεσης (για παράδειγμα το ATU-R) θα εμφανιστεί στον buffer της συσκευής στο άλλο άκρο της σύνδεσης (το ATU-C). Το ADSL forum προτείνει ο "fast" buffer να λειτουργεί 10 φορές γρηγορότερα απ' ότι ο "interleaved" buffer. Οι καθυστερήσεις αναφέρονται ότι πρέπει να είναι περίπου 2 msec για τα "fast" δεδομένα και 20 msec για τα "interleaved" δεδομένα. Στον bit synchronous mode μπορούν να συνδεθούν μέχρι τέσσερις "bit synch" συμμετρικές συσκευές σε ένα ATU-R, πράγμα που είναι λογικό μια και υπάρχουν τέσσερα downstream κανάλια (AS0-AS3). Το upstream κανάλι πρέπει να περιέχει τουλάχιστον ένα κανάλι ελέγχου (Control C channel). Η ADSL σύνδεση λειτουργεί πάντα με σταθερή ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων, αυτό που καλούμε constant bit rate (CBR). Η ADSL σύνδεση μπορεί να χωριστεί σε κανάλια χρησιμοποιώντας την τεχνική TDM (Time Division Multiplexing) δημιουργώντας time slots μέσα στα ADSL πλαίσια.

Ο δεύτερος τρόπος διανομής είναι ο packed adapter mode. Η μόνη διαφορά που υπάρχει, παρατηρείται στις εγκαταστάσεις του συνδρομητή. Ειδικότερα, η διαφορά με το bit synchronous mode είναι ότι τώρα οι συσκευές στην πλευρά του χρήστη αποστέλλουν και λαμβάνουν πακέτα και όχι απλά συρμούς από bits. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να συνδεθεί από την πλευρά του χρήστη ένα SOHO ή και ένα τοπικό δίκτυο (LAN). Έτσι, πακέτα από πολλές πηγές και από πολλούς προορισμούς (στο δίκτυο του συνδρομητή) μπορούν να μοιραστούν ένα LS1 κανάλι σε μια ADSL σύνδεση. Βέβαια, το ATU-R χαρτογραφεί τα πακέτα σε σταθερά κανάλια, και στην περίπτωση που στην άλλη άκρη πίσω από το DSLAM βρίσκεται ένας Internet Router η επεξεργασία των πακέτων γίνεται πιο αποτελεσματική.

Ο τρίτος τρόπος διανομής του σχήματος είναι ο end-to-end packed mode. Η κύρια διαφορά με τον packed adapter mode είναι ότι τώρα τα πακέτα πολυπλέκονται μέσα στο ADSL κανάλι. Τα πακέτα του χρήστη πρέπει να είναι τα ίδια με αυτά του παροχέα των υπηρεσιών στην άλλη άκρη της σύνδεσης. Το πρωτόκολλο στο οποίο βασίζεται αυτός ο τρόπος σύνδεσης είναι κυρίως το TCP/IP πρωτόκολλο.

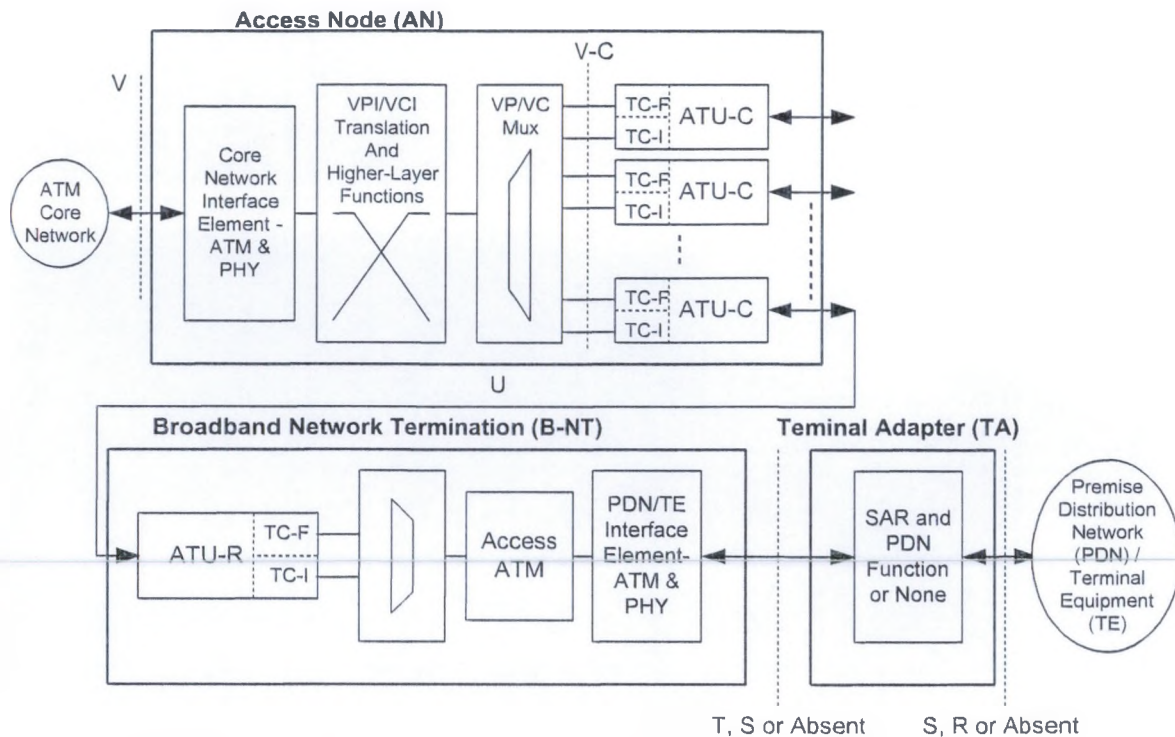
Ο τελευταίος τρόπος διανομής είναι ο Asynchronous transfer mode (ATM), ή καλύτερα end-to-end ATM mode. Εδώ η πληροφορία τοποθετείται σε ATM κελιά και όχι σε IP πακέτα. Από την μεριά του CO, το ATU-C μεταβιβάζει τα κελιά σε ένα ATM δίκτυο. Σημειώστε, πως μέσα στα ATM κελιά μπορεί να βρίσκονται IP πακέτα (Το ADSL forum έχει υιοθετήσει το IP point-to-point over ATM πρωτόκολλο για αυτόν τον τρόπο διανομής). Το ADSL δίκτυο πρέπει όμως να επεξεργαστεί τα ATM κελιά προκειμένου να δημιουργήσει τα ADSL πλαίσια.

ADSL και ATM

Για την μεταφορά ATM κελιών από πομποδέκτες σύμφωνα με τις ADSL PHY συστάσεις, θα πρέπει τα κανάλια να μπορούν να αρχικοποιηθούν ανεξάρτητα, σε οποιοδήποτε ρυθμό μετάδοσης ο οποίος είναι ακέραιο πολλαπλάσιο των 32 Kbps μέχρι ένα ανώτατο ρυθμό που έχει καθοριστεί κατά την διαδικασία αποκατάστασης της κλήσης (start-up). Επίσης, για κάθε κανάλι ο ρυθμός μετάδοσης upstream και downstream μπορεί να καθοριστεί ανεξάρτητα το ένα από το άλλο.

Σύμφωνα με το T1.413 της ANSI και το G.992.1 της ITU, παρέχονται ένα "interleaved" κανάλι και ένα "fast" κανάλι που αντιστοιχούν σε κανάλια με χαμηλό ρυθμό εμφάνισης σφαλμάτων (BER: Bit Error Rate) αλλά με μεγάλη καθυστέρηση, καθώς και σε κανάλια με υψηλότερο ρυθμό εμφάνισης σφαλμάτων με μικρότερη όμως καθυστέρηση αντίστοιχα. Για την μεταφορά μόνο ATM πακέτων πάνω από ADSL, όλοι οι πομποδέκτες θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν το ATM0 κανάλι (AS0 downstream και LS0 upstream).

Στο Σχήμα που ακολουθεί δείχνεται το μοντέλο αναφοράς ADSL για ATM μετάδοση. Το μοντέλο αυτό είναι βασισμένο στα τμήματα του ADSL PHY, συστάσεις που αναφέρονται στο μοντέλο αναφοράς συστήματος (System Reference Model) και στο μοντέλο ATM μετάδοσης (ATM transport mode).



Μοντέλο αναφοράς ADSL για ATM μετάδοση

Παρόλο που το παραπάνω Σχήμα δείχνει δύο κανάλια ("fast" και "interleaved"), δεν είναι υποχρεωτικό και τα δύο κανάλια να μεταφέρουν δεδομένα συγχρόνως. Τα δομικά στοιχεία AN και B-NT καθώς και τα σημεία αναφοράς V, U, T, S, και R του Σχήματος ορίζονται στα T1.413, και στις συστάσεις I.413 και I.432 της ITU-T.

Ο Access Node (AN) λειτουργεί σαν πολυπλέκτης / συγκεντρωτής επιπέδου ATM ανάμεσα στο ATM δίκτυο κορμού και το δίκτυο πρόσβασης (Access Network). Στην καθοδική κατεύθυνση μπορεί να εκτελέσει λειτουργίες δρομολόγησης / αποπολύπλεξης, ενώ στην ανοδική κατεύθυνση μπορεί να εκτελέσει λειτουργίες πολύπλεξης / συγκέντρωσης καθώς και λειτουργίες που ανήκουν σε ανώτερο επίπεδο από το φυσικό.

Ο AN περιέχει ένα στοιχείο διαπαφής με το δίκτυο κορμού (Core Network Interface Element) το οποίο εκτελεί όλες τις λειτουργίες του επιπέδου ATM και του φυσικού επιπέδου προκειμένου να πραγματοποιηθεί η διασύνδεση με το ATM δίκτυο κορμού (ATM core Network). Η μετάφραση του VPI/VCI καθώς και οι λειτουργίες ανωτέρου επιπέδου πραγματοποιούνται από τον πολυπλέκτη / αποπολύπλεκτη των VC's μεταξύ των ATU-C's και του στοιχείου διαπαφής με το δίκτυο κορμού. Στην περίπτωση που ένα ATU-C υποστηρίζει και τα δύο τύπου κανάλια, δηλαδή τα "fast" και "interleave" κανάλια, τότε απαιτούνται δύο λειτουργίες υποεπιπέδου ATM TC. Επίσης θα πρέπει να εκτελεστούν λειτουργίες διαχείρισης της κίνησης προκειμένου να πραγματοποιηθεί η προσαρμογή ρυθμού μεταξύ των διαπαφών V και U.

Το δομικό στοιχείο Broadband Network Termination (B-NT) εκτελεί τις λειτουργίες τερματισμού του ADSL σήματος που φτάνει στον χρήστη μέσω του συνεστραμένου καλωδίου, παρέχοντας είτε τις διαπαφές T, S και R προς το δίκτυο

διανομής του χρήστη (Premises Distribution Network, PDN) ή την τερματική συσκευή (Terminal Equipment, TE).

Το ATU-R στο B-NT εκτελεί λειτουργίες τερματισμού/επαναδημιουργίας της γραμμής μετάδοσης καθώς και λειτουργίες TC-F ή/και TC-I. Τα δομικά στοιχεία Access ATM και VP/VC Mux εκτελούν λειτουργίες επιπέδου ATM προκειμένου να υποστηριχτούν τα επίπεδα TC-F και TC-I του ATU-R. Το B-NT μπορεί να περιέχει και λειτουργίες μετάφρασης του VPI/VCI πεδίου ώστε να υποστηρίζει πολύπλεξη / αποπολύπλεξη των VCs μεταξύ του ATU-R και του στοιχείου PDN/TE interface με βάση το VPI ή/και το VCI. Το στοιχείο PDN/TE, εάν είναι υπαρκτό, εκτελεί λειτουργίες του ATM επιπέδου και του PHY επιπέδου για την επικοινωνία του B-NT με το PDN/TE. Επίσης θα πρέπει να εκτελεστούν λειτουργίες διαχείρισης της κίνησης προκειμένου να πραγματοποιηθεί η προσαρμογή ρυθμού μεταξύ των διεπαφών U και T ή S και R.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται συνοπτικά τα επιμέρους χαρακτηριστικά των διαφόρων xDSL τεχνολογιών.

Τύπος	Μέγιστη Δεδομένων	Αποστολή	Μέγιστη Δεδομένων	Λήψη	Μέγιστη Απόσταση
ADSL	800 Kbps		8 Mbps		5,500 m
HDSL	1.54 Mbps		1.54 Mbps		3,650 m
VDSL	16 Mbps		52 Mbps		1,200 m
SDSL	2.3 Mbps		2.3 Mbps		6,700 m
MSDSL	2 Mbps		2 Mbps		8,800 m
RADSL	1 Mbps		7 Mbps		5,500 m
IDSL	144 Kbps		144 Kbps		10,700 m

4.2.2 Wi-Fi

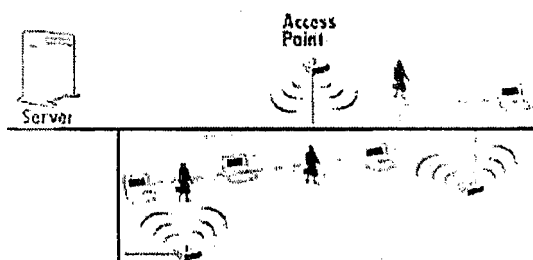
Το Wi-Fi προέρχεται από τα αρχικά των «Wireless Fidelity» (Ψηφιακή Πιστότητα) και έχει επικρατήσει σαν όρος για το υψηλής συχνότητας ασύρματο τοπικό δίκτυο (WLAN). Βασικά αποτελεί ένα ασύρματο τρόπο διασύνδεσης, ενώ δίνει την δυνατότητα σύνδεσης και με το Internet.

Οι ασύρματες τεχνολογίες πρόσβασης χρησιμοποιούνται για να αντικαταστήσουν ή να επεκτείνουν ένα κοινό ενσύρματο δίκτυο (Ethernet) και επιτρέπουν στον κινητό χρήστη την ασύρματη μετάδοση και λήψη δεδομένων.

Τα Ασύρματα Τοπικά Δίκτυα (WLANs) ακολουθούν το πρότυπο IEEE 802.11, το πρώτο πρότυπο για ασύρματη δικτύωση το οποίο αναπτύχθηκε. Τα ασύρματα τοπικά δίκτυα τα οποία είναι συμβατά με το πρότυπο IEEE 802.11 ονομάζονται και δίκτυα Wi-Fi.

Τα ασύρματα δίκτυα 802.11 αποτελούνται από τις κάτωθι τέσσερις βασικές μονάδες:

- **Σημείο πρόσβασης (Access Point - AP):** Το AP είναι η μονάδα που παίζει το ρόλο γέφυρας μεταξύ του ενσύρματου και του ασύρματου δικτύου, μετατρέποντας κατάλληλα τα πλαίσια που ανταλλάσσονται μεταξύ αυτών. Επιτελεί και πολλές άλλες λειτουργίες στο ασύρματο δίκτυο που θα αναφερθούν στη συνέχεια.
- **Σύστημα διανομής (Distribution System):** Το σύστημα διανομής ενώνει τα διάφορα AP του ίδιου δικτύου, επιτρέποντάς τους να ανταλλάσσουν πλαίσια. Το 802.11 δεν προσδιορίζει τον τρόπο που θα γίνεται αυτό.
- **Ασύρματο μέσο μετάδοσης (Wireless Medium):** Έχουν οριστεί διάφορα φυσικά στρώματα που χρησιμοποιούν είτε ραδιοσυχνότητες είτε υπέρυθρες ακτίνες για τη μετάδοση των πλαισίων μεταξύ των σταθμών του ασύρματου δικτύου.
- **Σταθμοί (Stations):** Οι σταθμοί που ανταλλάσσουν πληροφορία μέσω του ασυρμάτου δικτύου συνήθως είναι φορητές συσκευές (για παράδειγμα laptops ή PDAs) χωρίς όμως αυτό να είναι απαραίτητο.



Η βασική δομική μονάδα κάθε 802.11 δικτύου αποκαλείται Basic Service Set (BSS) και αποτελείται από μία ομάδα σταθμών που επικοινωνούν μεταξύ τους. Τα όρια του BSS καθορίζονται από την περιοχή ραδιοκάλυψης, που ονομάζεται Basic Service Area (BSA). Ένας σταθμός σε ένα BSS μπορεί να επικοινωνεί με οποιονδήποτε άλλο σταθμό στο ίδιο BSS.

Όσον αφορά στην αρχιτεκτονική - τοπολογία τους τα δίκτυα αυτά εμφανίζονται με δύο μορφές. Τη δομημένη (Infrastructure) και την τυχαία (Ad-hoc).

Τα πιο κοινά WLANs λειτουργούν στη μη αδειοδοτημένη περιοχή συχνοτήτων ISM (Industrial, Scientific and Medical) των 2,4 GHz και στην UNII (Unlicensed National Information Infrastructure) μάλιστα των 5 GHz.

- Τα IEEE 802.11b WLANs λειτουργούν στη ζώνη 2,4 - 2.4835 GHz.
- Το πρότυπο IEEE 802.11a χρησιμοποιεί την περιοχή των 5 GHz UNII. Αυτή η περιοχή έχει εύρος 300 MHz και είναι χωρισμένη σε δύο υποπεριοχές. Η χαμηλότερη υποπεριοχή επεκτείνεται από 5,15 MHz ως 5,35 MHz. Η ανώτερη υποπεριοχή είναι από 5.725 MHz ως 5.825 MHz.

Στο φυσικό επίπεδο προδιαγράφονται δύο τεχνικές διαμόρφωσης (Απλωμένου Φάσματος):

- FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)

- DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)

Και στις δύο τεχνικές υποστηρίζονται ρυθμοί μετάδοσης 1 και 11Mbps στην ζώνη συχνοτήτων 2.4 - 2.4835GHz. Στην ζώνη συχνοτήτων 5GHz η τεχνική η οποία χρησιμοποιείται είναι η Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM). Οι ρυθμοί μετάδοσης μπορούν να αγγίξουν τα 54Mbps.

Με σκοπό τη βελτίωση και την εξέλιξη του προτύπου δημιουργήθηκαν κατά την διάρκεια των χρόνων, εξελίξεις του προτύπου που διαφορετικά ονομάζονται και υποπρότυπα. Τα πιο γνωστά από αυτά είναι:

- **IEEE 802.11a:** Χρησιμοποιεί τη ζώνη των 5 GHz και OFDM. Ταχύτητα μικρότερη από 54Mbps.
- **IEEE 802.11b (Χρησιμοποιείται στην Ελλάδα):** Χρησιμοποιεί τη ζώνη των 2.4 GHz και DSSS. Ταχύτητα μικρότερη από 11M bps
- **IEEE 802.11e:** Παρέχει εγγυήσεις για ποιότητα υπηρεσίας (Quality of Service - QoS).
- **IEEE 802.11f:** Κινητικότητα των σταθμών μέσα σε ένα IP δίκτυο (Intra - network Handover).
- **IEEE 802.11g:** Επεκτείνει το 802.11b ώστε να προσεγγίζει ταχύτητες που αγγίζουν τα 54Mbps.
- **IEEE 802.11i:** Πρότυπο το οποίο μελετά θέματα ασφάλειας στα WLANs.
- **IEEE 802.11h:** Η ομάδα αυτή θα προσπαθήσει να εισάγει στο 802.11a την δυνατότητα για καλύτερο έλεγχο συγκρούσεων.

Μία παρεμφερή τεχνολογία που ακούγεται όλο και περισσότερο τον τελευταίο καιρό είναι η Ultra - Wideband (UWB). Πρόκειται για μία τεχνολογία η οποία ενσωματώνει την ευχρηστία και την κινητικότητα των ασύρματων επικοινωνιών και των δικτύων υψηλών ταχυτήτων. Μέσω της τεχνολογίας UWB, οι διάφορες ηλεκτρονικές συσκευές στο γραφείο ή στο σπίτι θα μπορούν να συνδέονται πολύ γρήγορα και εύκολα προσφέροντας πολύ μεγάλες ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων. Αξίζει πάντως να σημειωθεί ότι η συγκεκριμένη τεχνολογία έχει σχεδιαστεί για σύνδεση συσκευών σε μικρές αποστάσεις.

Ένα άλλο ενδιαφέρον σημείο στην περίπτωση των ασύρματων δικτύων είναι η συμβατότητα των διαφόρων συσκευών. Έτσι λοιπόν, έχει δημιουργηθεί ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός με την ονομασία Wi-Fi Alliance του οποίου μέλημα είναι ο έλεγχος της συμβατότητας Wi-Fi προϊόντων διαφορετικών κατασκευαστών. Για τον λόγο αυτό έχει υιοθετηθεί και το logo που παρουσιάζεται στο σχήμα που ακολουθεί, το οποίο γνωστοποιεί στον καταναλωτή ότι το προϊόν που σκοπεύει να αγοράσει είναι συμβατό με την Wi-Fi τεχνολογία και δεν θα συναντήσει προβλήματα σε περίπτωση που προσπαθήσει να συνδεθεί ασύρματα με συσκευές διαφορετικών κατασκευαστών από την δική του.



Συνολικά, ανάμεσα στα πλεονέκτημα της W-LAN τεχνολογίας ξεχωρίζουμε την ευκολία υλοποίησης και το μικρό κόστος και για τον σταθμό βάσης καθώς και για τον χρήστη. Επίσης, είναι ελκυστικό καθώς προσφέρεται ένα σύνολο χαρακτηριστικών που εγγυώνται ασφάλεια πρόσβασης και μετάδοσης (ταυτοποίηση χρήστη, κρυπτογραφημένη μετάδοση) αλλά και δυνατότητες για υπηρεσίες περιαγωγής (roaming), όπου ένας συνδρομητής ενός τοπικού δικτύου μπορεί να συνδεθεί σε ένα άλλο W-LAN (π.χ. η περίπτωση των W-LAN που έχουν υλοποιηθεί σε αεροδρόμια). Όπως και στην περίπτωση των δικτύων κινητής τηλεφωνίας, απαιτούνται για την υπηρεσία roaming συμφωνίες μεταξύ των ιδιοκτητών τέτοιων δικτύων ή μέσω ειδικών εταιριών περιαγωγής (roaming brokers).

4.2.3 WiMAX

Το 2003 η IEEE υιοθέτησε το πρότυπο 802.16 γνωστό και σαν WiMAX, ώστε να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις για ασύρματη πρόσβαση (με σταθερούς ρυθμούς) ευρείας ζώνης. Όπως συμβαίνει με τα πρότυπα της σειράς 802 για ασύρματα τοπικά δίκτυα, έτσι και το 802.16 καθορίζει μια οικογένεια προτύπων με επιλογές για συγκεκριμένες ρυθμίσεις.

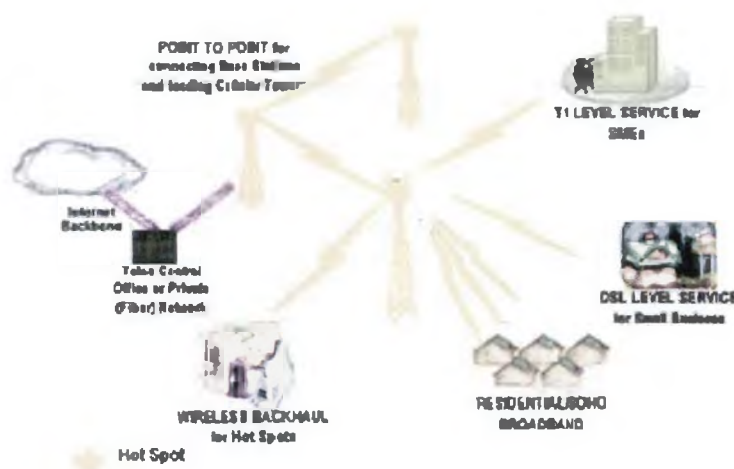
Το πρότυπο αυτό σχεδιάστηκε ώστε να λειτουργεί σε μια ευρεία μπάνα συχνοτήτων η οποία εκτείνεται από 2 ως 66 GHz. Υποστηρίζει ταχύτητες μετάδοσης ως και 72 Mbps στον αέρα ενώ η πραγματική ταχύτητα στο Ethernet υπολογίζεται στα 50 Mbps. Οι αποστάσεις που μπορεί να καλυφθούν ξεπερνούν τα 50 Km σε συνθήκες οπτικής επαφής. Μια σημαντική διαφορά του προτύπου IEEE 802.16 σε σχέση με το IEEE 802.11 είναι ότι το πρώτο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε συνθήκες μη οπτικής επαφής φυσικά με ρυθμούς μετάδοσης πολύ χαμηλότερους των 50 Mbps.

Το WiMAX σχεδιάστηκε κατά βάση ώστε να καλύπτει κυρίως Point-to-Multipoint (PTM) συνδέσεις χωρίς ωστόσο να αποκλείεται και η χρήση του για point to point συνδέσεις. Η διαμόρφωση η οποία χρησιμοποιείται ονομάζεται OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Πρόκειται για μια πολύ ανθεκτική διαμόρφωση σε ότι αφορά το φαινόμενο της πολυδιόδευσης ειδικότερα στις συχνότητες πάνω των 2 GHz όπου το πρότυπο χρησιμοποιεί.

Παραλλαγές του προτύπου, που στοχεύουν στους κινητούς χρήστες (802.16e) και στην παροχή QoS (802.16b) είναι ήδη σε εξέλιξη. Διάφοροι προμηθευτές chip, συμπεριλαμβανομένης και της Intel, εργάζονται στο 802.16a ενσωματωμένο πυρίτιο, και σε χαμηλού κόστους μονάδες συνδρομητών και αναμένεται στο τέλος του 2005 να είναι ευρέως διαθέσιμα σημεία πρόσβασης (Access Points - AP). Αρκετοί προμηθευτές που έχουν ασχοληθεί με εξοπλισμό για ευρείας ζώνης ασύρματη πρόσβαση, έχουν εκδηλώσει το ενδιαφέρον τους για το WiMAX και έτσι δραστηριοποιούνται στην κατασκευή προϊόντων συμβατών με το εν λόγω πρότυπο.

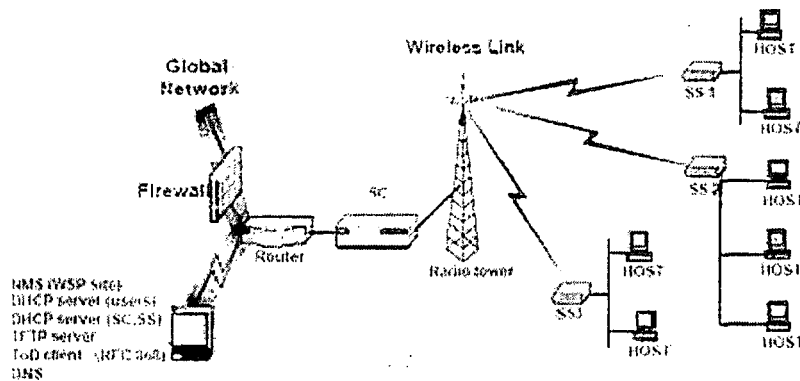
Λόγω των μεγάλων αποστάσεων που καλύπτει και ταυτόχρονα τους υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης που μπορεί να παρέχει, το πρότυπο WiMAX βρίσκει πολλές εφαρμογές, λύνοντας σημαντικά προβλήματα που απασχολούσαν του τεχνικούς δικτύων σήμερα. Τρεις είναι οι βασικότερες χρήσεις του:

- **Δίκτυο κορμού στα κυψελωτά συστήματα κινητής τηλεφωνίας.** Η εισαγωγή του προτύπου αυτού αναμένεται να μειώσει σημαντικά το κόστος εξάπλωσης των δικτύων κινητής τηλεφωνίας μιας και αποτελεί μια οικονομικότερη πρόταση, αν συγκριθεί με την οπτική ίνα, για τις εταιρίες κινητής τηλεφωνίας. Εξασφαλίζει ταυτόχρονα αξιοπιστία και υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης που απαιτούν τα δίκτυα κορμού των κινητών δικτύων επικοινωνιών.
- **Broadband on Demand.** Παρέχει υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης κάνοντας εφικτή τη χρήση της τεχνολογίας για εφαρμογές πραγματικού χρόνου κάτι που με το πρότυπο IEEE 802.11 σε μεγάλες αποστάσεις δεν ήταν εφικτό.
- **Παρέχει κάλυψη σε περιοχές που είναι αδύνατο να καλυφθούν με χρήση χαλκού ή οπτικής ίνας.** Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν συμπλήρωμα δικτύων οπτικών ινών σε τμήματα του εδάφους στα οποία το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης δικτύων οπτικών ινών είναι απαγορευτικό.



Οι ταχύτητες μετάδοσης του προτύπου εξαρτώνται από την εκάστοτε ψηφιακή διαμόρφωση που χρησιμοποιείται. Συνήθεις διαμορφώσεις είναι η 64 QAM η οποία μπορεί να εξασφαλίσει και τη μεγαλύτερη ταχύτητα μετάδοσης, η 16 QAM και η QPSK η οποία μπορεί να εξασφαλίσει μεγάλη κάλυψη του συστήματος.

Το πρότυπο IEEE 802.16 παρέχει υψηλού επιπέδου ποιότητα υπηρεσίας. Το επίπεδο MAC του προτύπου είναι σχεδιασμένο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχει στους χρήστες, όταν οι ίδιοι το επιθυμούν, εγγυημένο ρυθμό μετάδοσης και ταυτόχρονα κίνηση best effort σε χρήστες που καλύπτονται από το ίδιο base station κάτι που το πρότυπο IEEE 802.11 δεν μπορούσε να εξασφαλίσει. Δηλαδή, αν υποθέσουμε ότι δύο χρήστες καλύπτονται από το ίδιο Base Station, είναι δυνατό ο ένας χρήστης να έχει εγγυημένη ποιότητα υπηρεσίας και ο δεύτερος χρήστης να δέχεται και να στέλνει απλή IP κίνηση best effort κάτι που με το πρότυπο 802.11 δεν ήταν δυνατό. Δηλαδή χρήστες που βρισκόταν στην κάλυψη ενός Access Point είχαν την ίδια ποιότητα υπηρεσίας.



Την ασφαλή μετάδοση των δεδομένων στο WiMAX αναλαμβάνει ο αλγόριθμος κρυπτογράφησης DES (Data Encryption Standard, Πρότυπο Κωδικοποίησης Δεδομένων) και συγκεκριμένα μια παραλλαγή του αλγορίθμου ο Triple DES. Το DES αναπτύχθηκε το 1970 από το Αμερικανικό Εθνικό Γραφείο Προτύπων. Η βασική-ιδέα ήταν η ανάπτυξη ενός αλγορίθμου κρυπτογράφησης που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί (και να βελτιωθεί) από διάφορες εταιρείες ή οργανισμούς. Το DES ανήκει στην οικογένεια των συμμετρικών αλγορίθμων και κάνει χρήση κλειδιών με μήκος 56 bit. Ο "κλασικός" αλγόριθμος DES είναι πλέον ξεπερασμένος, αφού με τη χρήση ενός σύγχρονου υπολογιστή μπορεί να παραβιαστεί σχετικά εύκολα. Στο μεταξύ, εφαρμόζοντας διάφορες τεχνικές επάνω στο DES, μπορούμε να αυξήσουμε σημαντικά την ασφάλειά του. Με τη μέθοδο Triple - DES, για παράδειγμα, το μήνυμα κωδικοποιείται τρεις φορές, με τρία διαφορετικά κλειδιά.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, στην αρχική του έκδοση το πρότυπο IEEE 802.16 λειτουργούσε στην ζώνη συχνοτήτων 10-66 GHz. Στις παραπάνω συχνότητες η επικοινωνία μεταξύ δύο σταθμών επιτυγχάνεται μόνο όταν οι σταθμοί αυτοί βρίσκονται σε συνθήκες οπτικής επαφής. Η παραπάνω διαδικασία περιγράφεται στο υποπρότυπο IEEE 802.11 c. Η ανάγκη για επικοινωνία μεταξύ σταθμών που δεν βρίσκονται σε οπτική επαφή ήταν το κίνητρο για τη δημιουργία του υποπροτύπου IEEE 802.16 a. Τον Ιανουάριο του 2003 το πρότυπο επεκτάθηκε ώστε να λειτουργεί και στις συχνότητες από 2-11 GHz όπου στις συχνότητες αυτές ήταν δυνατή η δημιουργία συνδέσεων χωρίς οπτική επαφή πομπού - δέκτη. Το υποπρότυπο το οποίο περιγράφει τη διαδικασία αυτή ονομάστηκε IEEE 802.16 a. Τα πρώτα προϊόντα WiMAX τα οποία σήμερα είναι διαθέσιμα στην αγορά ακολουθούν στην μεγαλύτερή τους πλειοψηφία το υποπρότυπο αυτό.

Καθώς η πολυπλοκότητα των εφαρμογών που διαδίδονται πάνω από ένα ασύρματο δίκτυο ολοένα και αυξάνει, η ποιότητα υπηρεσίας πάνω από τέτοια δίκτυα γίνεται ένας πολύ καθοριστικός παράγοντας για την ποιότητα της επικοινωνίας. Για παράδειγμα, η μετάδοση video σε πραγματικό χρόνο απαιτεί από το δίκτυο συνθήκες πολύ χαμηλής καθυστέρησης μετάδοσης. Για αυτό το λόγο, προκειμένου να ικανοποιηθεί η ανάγκη για ποιότητα υπηρεσίας ορίστηκε το υποπρότυπο IEEE 802.16 d.

Η ένωση των υποπροτύπων IEEE 802.11 a, c, d όρισε το πρότυπο IEEE 802.16-2004 το οποίο περιγράφει τη συνολική λειτουργικότητα των επιμέρους υποπροτύπων που προαναφέρθηκαν για συχνότητες λειτουργίας 2-66 GHz.

Το πρότυπο IEEE 802.26-2004 ορίζει την επικοινωνία χρηστών οι οποίοι βρίσκονται μέσα σε ένα κελί το οποίο καλύπτεται από ένα base station . Όταν κάποιος χρήστης κινηθεί σε περιοχή που βρίσκεται εκτός περιοχής κάλυψης του base station η σύνδεση χάνεται. Το υποπρότυπο IEEE 802.16 ε εισάγει και περιγράφει την έννοια της κινητικότητας των χρηστών από ένα base station σε άλλο. Στο υποπρότυπο αυτό ορίζεται ότι ένας κινητός χρήστης μπορεί να συνεχίσει να εξυπηρετείται από το δίκτυο ακόμα και αν κινείται με ταχύτητες οι οποίες προσεγγίζουν τα 120 Km / h . Ωστόσο η παραπάνω τιμή είναι ενδεικτική - πειραματική, καθώς μέχρι τη στιγμή αυτή δεν υπάρχει κάποιο διαθέσιμο προϊόν στην αγορά συμβατό με το IEEE 802.16 e υποπρότυπο που να πιστοποιεί την προαναφερθείσα τιμή.

4.2.4 G/UMTS

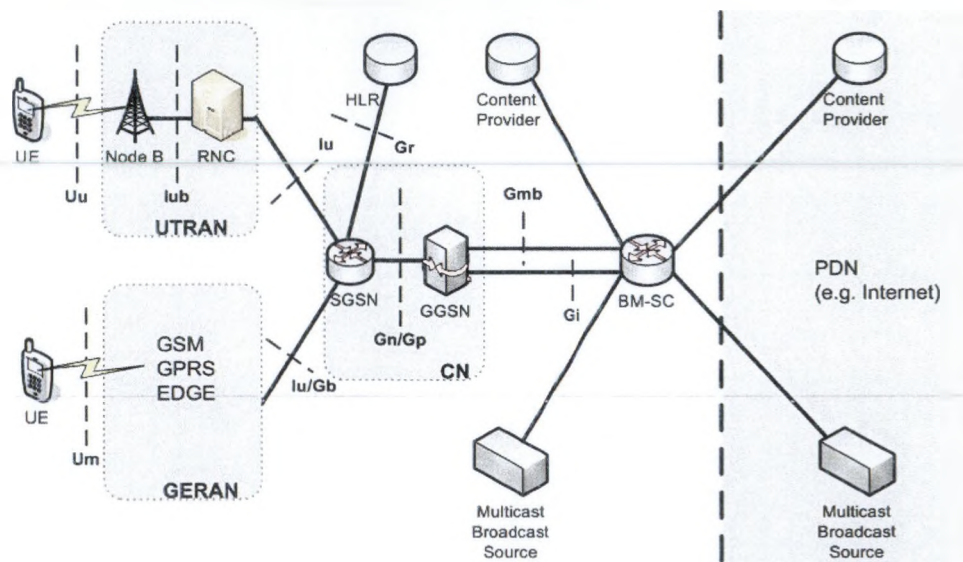
Ο όρος UMTS προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων "Universal Mobile Telecommunications System" (Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Τηλεπικοινωνιών). Πρόκειται για την εξέλιξη σε σχέση με την χωρητικότητα, την ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων και την ύπαρξη νέων υπηρεσιών, των κινητών δικτύων δεύτερης γενιάς. Σήμερα, περισσότερα από εξήντα 3G/UMTS δίκτυα που χρησιμοποιούν την WCDMA τεχνολογία λειτουργούν σε 25 χώρες. Για την οργάνωση του όλου εγχειρήματος έχει θεσπιστεί ειδικός μη κερδοσκοπικός οργανισμός με την ονομασία Third Generation Partnership Project (3GPP) του οποίου μέλημα είναι η παρακολούθηση και η καθοδήγηση των εξελίξεων στην συγκεκριμένη τεχνολογική περιοχή.

Ανάμεσα στα πλεονεκτήματα των UMTS δικτύων ξεχωρίζουμε τους αυξημένους ρυθμούς μετάδοσης των δεδομένων και την ταυτόχρονη υποστήριξη μεγαλύτερου όγκου δεδομένων και φωνής. Πιο συγκεκριμένα, το UMTS δίκτυο στην αρχική του φάση, θεωρητικά προσφέρει ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων έως και 384 kbps σε περιπτώσεις όπου παρατηρείται αυξημένη κινητικότητα του χρήστη. Αντίθετα, όταν ο χρήστης παραμένει ακίνητος οι ρυθμοί μετάδοσης αυξάνουν κατά πολύ φθάνοντας την τιμή των 2 Mbps.

Εκτιμάται ότι στο μέλλον θα υπάρξει περαιτέρω αύξηση των ρυθμών μετάδοσης δεδομένων. Ήδη, ο 3GPP έχει θέσει σαν standard δύο νέες τεχνολογίες. Πρόκειται για το High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) και το High Speed Uplink Packet Access (HSUPA) αντίστοιχα. Οι συγκεκριμένες τεχνολογίες ουσιαστικά αποτελούν εξέλιξη του UMTS, αφού υπόσχονται ρυθμούς μετάδοσης των δεδομένων έως και 14,4 Mbps στο downlink και 5.8 Mbps στο uplink.

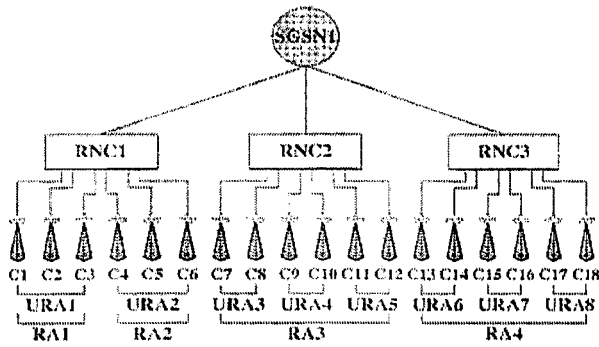
Στην συνέχεια παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική ενός UMTS δικτύου καθώς και διάφορα άλλα σχετικά θέματα όπως η διαχείριση της κινητικότητας των χρηστών. Πιο συγκεκριμένα λοιπόν, ένα δίκτυο UMTS αποτελείται από δύο βασικές οντότητες: το δίκτυο κορμού (CN - core network) και το δίκτυο επίγειας ασύρματης πρόσβασης (UTRAN - UMTS terrestrial radio-access network). Το δίκτυο κορμού είναι υπεύθυνο για την δρομολόγηση των τηλεφωνημάτων καθώς και για τις συνδέσεις για μεταφορά δεδομένων με εξωτερικά δίκτυα. Αντίθετα, το UTRAN είναι υπεύθυνο για οτιδήποτε σχετίζεται με το ασύρματο μέρος του δικτύου. Το CN αποτελείται από δύο domain: α) circuit-switched (CS - μεταγωγή κυκλώματος), β) packet-switched (PS - μεταγωγή πακέτου). Το CS domain παρέχει πρόσβαση στο PSTN/ISDN , ενώ το PS domain παρέχει πρόσβαση στα IP δίκτυα. Στο εξής μας ενδιαφέρει το PS domain. Έτσι

λοιπόν, το PS μέρος του UMTS δικτύου αποτελείται από δύο GPRS κόμβους υποστήριξης: τον gateway GPRS support node (GGSN) και τον serving GPRS support node (SGSN). Ο SGSN συνδέεται με τον SGSN μέσω της διεπαφής Gn και με το UTRAN μέσω της διεπαφής Iu. Το UTRAN αποτελείται από τον ελεγκτή ασύρματης πρόσβασης (RNC - radio network controller) και το Node B το οποίο αποτελεί την βάση που προσφέρει κάλυψη στο αντίστοιχο κελί. Το Node B συνδέεται με τον εξοπλισμό του χρήστη (user equipment - UE) μέσω της διεπαφής Uu (βασισμένο στην τεχνολογία W-CDMA) και με το RNC μέσω της διεπαφής Gi . Επιπλέον, υπάρχει και ένας άλλος κόμβος σχετιζόμενος με τις υπηρεσίες broadcast/multicast (BM-SC - broadcast/multicast service center), ο οποίος λειτουργεί σαν το σημείο εισόδου για την παραλαβή των δεδομένων για εσωτερικές πηγές. Τα παραπάνω παρουσιάζονται καλύτερα στο σχήμα που ακολουθεί:



Προτού ένας χρήστης είναι σε θέση να ανταλλάξει δεδομένα με ένα εξωτερικό PDN (Public Data Network), πρέπει να εγκαθιδρύσει μία εικονική σύνδεση με αυτό το PDN. Από την στιγμή που ο συγκεκριμένος κινητός χρήστης γίνει γνωστός στο δίκτυο, τα πακέτα μεταφέρονται μεταξύ αυτού και του δικτύου, βασισμένα στο packet data protocol (PDP), το οποίο αποτελεί το πρωτόκολλο του επιπέδου δικτύου του UMTS. Ένα στιγμιότυπο του PDP ονομάζεται PDP context και περιέχει όλες τις παραμέτρους που χαρακτηρίζουν την σύνδεση με το εξωτερικό δίκτυο όπως τις διευθύνσεις αποστολέα και παραλήπτη καθώς και την ποιότητα της υπηρεσίας. Ένα PDP context εγκαθιδρύεται για όλες τις εφαρμογές που κατευθύνονται προς ή προέρχονται από μία IP διεύθυνση. Μία ενεργοποίηση ενός PDP context ουσιαστικά αποτελεί μία διαδικασία αίτησης - απάντησης μεταξύ του κινητού χρήστη (UE) και του GGSN. Μία επιτυχής PDP context ενεργοποίηση οδηγεί στην δημιουργία δύο GPRS tunneling protocol (GTP) συνόδων για τον εκάστοτε χρήστη. Η πρώτη GTP σύνοδος δημιουργείται μεταξύ του GGSN και του SGSN πάνω από την διεπαφή Gn, ενώ η δεύτερη δημιουργείται μεταξύ του SGSN και του RNC πάνω από την διεπαφή Iu. Τα IP πακέτα τα οποία προορίζονται για μία εφαρμογή, χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα GTP contexts, προσαρτώνται σε αυτά και μέσω του PDP μεταφέρονται στο αντίστοιχο SGSN. Το SGSN ανακτά τα IP πακέτα, ζητά το κατάλληλο PDP context βασισμένο στο UE και στο PDP και προωθεί τα πακέτα στο κατάλληλο RNC. Παράλληλα, το RNC διατηρεί έναν φορέα ασύρματης πρόσβασης (RAB - radio access bearer). Αντίστοιχα με τα PDP context, ένα RAB context επιτρέπει στο RNC

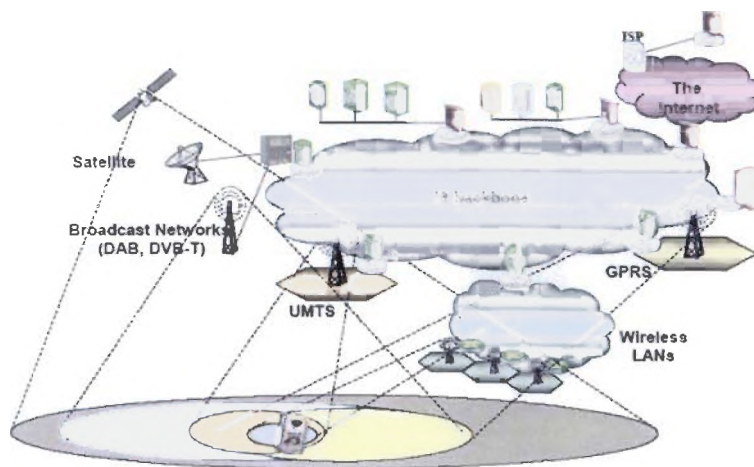
να ανακτήσει την ταυτότητα του αποστολέα που έχει συσχετιστεί με ένα GTP. Αφού πλέον, το RNC έχει ανακτήσει το πακέτο, το προωθεί στο κατάλληλο Node B. Τέλος, χρησιμοποιείται ένας tunnel endpoint identifier (TEID) στις διεπαφές Gn και Iu έτσι ώστε να μπορεί να αναγνωρισθεί το τέλος του tunnel στον κόμβο που δέχεται τα πακέτα.



Στην συνέχεια, αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η διαχείριση της κινητικότητας των UE (λεπτομέρειες παρουσιάζονται στο αντίστοιχο σχήμα). Έτσι λοιπόν, στο PS domain του UMTS, τα κελιά ομαδοποιούνται σε περιοχές δρομολόγησης (RAs - routing areas), ενώ τα κελιά σε μία περιοχή δρομολόγησης χωρίζονται περαιτέρω σε UTRAN registration areas (URAs). Επιπλέον, η διαχείριση της κινητικότητας (MM - mobility management) των κινητών χρηστών χαρακτηρίζεται από δύο μηχανές πεπερασμένων καταστάσεων: την μηχανή διαχείρισης της κινητικότητας (MM) και την radio resource control (RRC). Η μηχανή packet MM (PMM) του PS domain του UMTS εκτελείται μεταξύ του SGSN και του UE και είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο στο επίπεδο του CN, ενώ η μηχανή RRC εκτελείται μεταξύ του UTRAN και του UE και είναι υπεύθυνη για τον σχετικό έλεγχο στο επίπεδο του UTRAN. Πιο συγκεκριμένα λοιπόν, αφότου ένα UE συνδεθεί στο PS domain, η μηχανή πεπερασμένων καταστάσεων PMM βρίσκεται σε μία από τις εξής δύο καταστάσεις: PMM idle ή PMM connected. Αντίστοιχα η μηχανή RRC μπορεί να βρίσκεται σε μία από τις εξής τρεις καταστάσεις: RRC idle, RRC cell - connected και RRC URA connected. Σημειώνεται ότι όταν δεν υπάρχει ροή δεδομένων μεταξύ του UE και του CN, το UE βρίσκεται στις καταστάσεις PMM idle και RRC idle αντίστοιχα. Στην περίπτωση αυτή το UTRAN δεν έχει καμία πληροφορία για το UE και το UE παρακολουθείται μόνο από το αντίστοιχο SGSN στο επίπεδο RA. Όταν ύστερα ξεκινήσει μία σύνδεση μεταξύ του UE και του SGSN, το UE μεταβαίνει στην κατάσταση PMM connected. Από την στιγμή που η σύνδεση στο PS λάβει χώρα, αυτόματα ξεκινά και μία RRC σύνδεση μεταξύ του UE και του αντίστοιχου RNC που το εξυπηρετεί. Σε αυτή την περίπτωση η RRC μηχανή για το συγκεκριμένο UE μεταβαίνει στην κατάσταση RRC cell - connected. Όταν κάτι τέτοιο συμβεί, το SGSN παρακολουθεί το UE με ακρίβεια μέσω του αντίστοιχου RNC που εξυπηρετεί το UE. Το συγκεκριμένο RNC είναι υπεύθυνο να παρακολουθεί το κελί όπου το UE βρίσκεται κάθε στιγμή. Σημειώνεται ότι τα πακέτα μπορούν να ληφθούν από το UE μόνο όταν βρίσκεται σε αυτή την κατάσταση. Στην PMM connected/RRC cell - connected κατάσταση, αν το UE δεν έχει μεταδώσει/λάβει πακέτα για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, η RRC μηχανή μεταβαίνει στην κατάσταση RRC URA connected. Σε αυτή την περίπτωση, η RRC σύνδεση διατηρείται ακόμη, ενώ το

UE παρακολουθείται από το RNC που το εξυπηρετεί. Η συγκεκριμένη μετάβαση δεν επηρεάζει καθόλου την κατάσταση της PMM μηχανής για το συγκεκριμένο UE. Στην PMM connected / RRC URA connected κατάσταση, αν το UE μεταδώσει/λάβει ένα πακέτο, η RRC μηχανή μεταβαίνει πάλι στην κατάσταση RRC cell - connected. Αντίθετα, αν οι πόροι για τις συνδέσεις στο PS και RRC επίπεδο αποδεδουλευτούν (για παράδειγμα όταν μία σύνοδος επικοινωνίας ολοκληρωθεί) ή αν κανένα πακέτο δεν έχει μεταδοθεί για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, η RRC μηχανή αρχικά μεταβαίνει στην RRC cell - connected κατάσταση και μετά στην RRC idle κατάσταση. Σε αυτή την περίπτωση, η PMM μηχανή αντίστοιχα μεταβαίνει στην PMM idle κατάσταση. Τέλος, όταν ένα UE δεν μπορεί να εντοπιστεί από το δίκτυο, η κατάστασή του χαρακτηρίζεται σαν PMM detached.

Η τεχνολογία εξελίσσεται διαρκώς και παρά το γεγονός ότι η τρίτη γενιά δεν είναι ακόμη σε πλήρη λειτουργία, η ακαδημαϊκή εξερεύνηση της 4G κινητής επικοινωνίας έχει ήδη ξεκινήσει. Καταρχήν η τρίτη γενιά ασφαλώς ήταν το βασικότερο βήμα για την επίτευξη των προσωπικών τηλεπικοινωνιών, αλλά ωστόσο δεν κατάφερε να τις κάνει πραγματικότητα.



Η τέταρτη γενιά θα προσεγγίσει περισσότερο τις προσωπικές επικοινωνίες παρέχοντας επικοινωνία οποιαδήποτε μορφής, σε κάθε χώρο και χρόνο, με οποιονδήποτε. Θα απαιτήσει επίσης καλή απόδοση επικοινωνίας, που θα αφορά κυρίως media παρά φωνή. Στις εφαρμογές τα τερματικά της τέταρτης γενιάς δε θα παρέχουν μόνο ομιλία ή εικόνα αλλά επιπλέον θα προειδοποιεί και θα ενημερώνει το χρήστη. Τα τερματικά μπορεί ακόμα να γίνουν μέρος του ανθρώπινου σώματος, ενημερώνοντας το χρήστη για την πίεσή του, τη θερμοκρασία του κ.α. Όπως υπολογίζεται η γενιά αυτή θα κάνει την εμφάνισή της στα επόμενα 5 χρόνια.

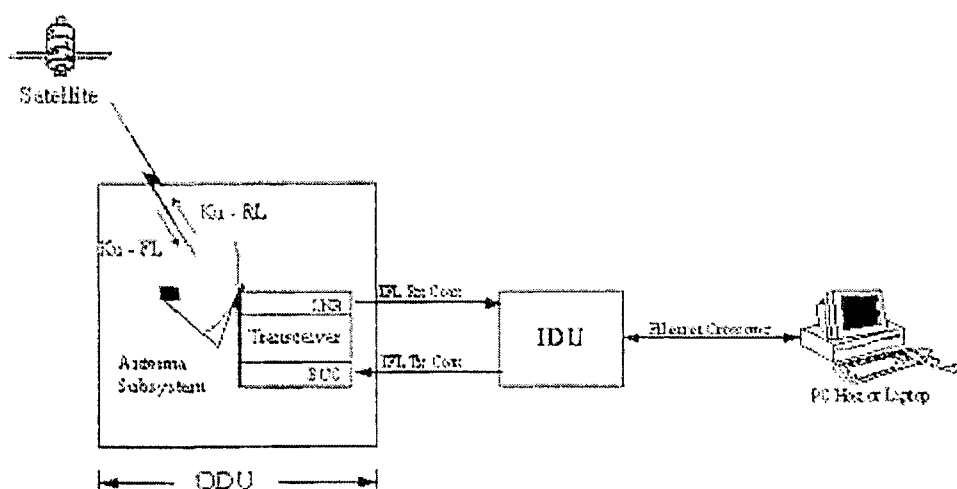
καθορίζονται από τον Κεντρικό Δορυφορικό Σταθμό Εδάφους. Επομένως, τα τερματικά λαμβάνουν πίνακες με πληροφορίες για την εύρεση των καναλιών ελέγχου τους και είναι παρόμοιοι με τον πίνακα πληροφοριών δικτύου (NIT), πίνακα περιγραφής υπηρεσιών (SDT), και τον πίνακα πληροφοριών γεγονότος (EIT) στη μετάδοση DVB. Αναφορικά με την πορεία επιστροφής από τον επιμέρους χρήστη μέσω ενός δορυφορικού τερματικού, το τελευταίο λειτουργεί ως δρομολογητής-πολυπλέκτης για τις διάφορες πηγές δεδομένων, προς το διαδραστικό κεντρικό υπολογιστή στον Κεντρικό Δορυφορικό Σταθμό Εδάφους χρησιμοποιώντας ένα σχέδιο πολλαπλής πρόσβασης, MF-TDMA. Το MF-TDMA επιτρέπει σε μία ομάδα τερματικών να επικοινωνεί με τον κεντρικό κόμβο χρησιμοποιώντας συγκεκριμένες θυρίδες χρόνου/συχνότητας που απορρέουν από τη δυναμική ανάθεση εύρους ζώνης από τον κεντρικό σταθμό στα τερματικά με αποτέλεσμα το διαθέσιμο εύρος ζώνης να χρησιμοποιείται αποτελεσματικά.

Δορυφορικό Τερματικό (SIT)

Ο απαιτούμενος εξοπλισμός για τα άκρα του δικτύου περιγράφονται στην παράγραφο αυτή. Το δορυφορικό τερματικό αποτελείται τυπικά από τα παρακάτω στοιχεία

- - Εξωτερική μονάδα (ODU)
- - Εσωτερική μονάδα (IDU)

Η συνδεσμολογία του εξοπλισμού φαίνεται στο παρακάτω σχήμα



Η εξωτερική μονάδα αποτελείται από μία κεραία που μπορεί να λειτουργεί στην Ku μπάνα συχνότητων. Τα μεγέθη που μπορεί να υποστηρίξει το προτεινόμενο μοντέλο εκτείνονται από 0.96m ως 1.8m. Οι συχνότητες λήψης βρίσκονται στην μπάνα μεταξύ 10.95 ως 12.75GHz. Η λήψη πραγματοποιείται με την χρήση ενός LNB που λειτουργεί επίσης στην ίδια μπάνα συχνότητων. Η μονάδα αυτή διαθέτει διεπαφή L-band η οποία συνδέεται απευθείας στην εσωτερική μονάδα μέσω ομοαξονικού καλωδίου. Η μετάδοση πραγματοποιείται με τη χρήση ενός High Power Block Up Converter που λειτουργεί επίσης στην Ku μπάνα συχνότητων. Στις περισσότερες των περιπτώσεων μετάδοσης χρησιμοποιείται ένας 2-Watt ενισχυτής. Οι συχνότητες

μετάδοσης βρίσκονται στην μπάντα 14 ως 14,5 GHz. Παρομοίως με τη λήψη η έξοδος του συστήματος μετάδοσης μέσω ομοαξονικού καλωδίου συνδέεται με την εσωτερική μονάδα.

Κεφάλαιο 5^ο

Υπηρεσίες μέσω Ευρυζωνικών Δικτύων

Το εύρος των δυνατοτήτων που παρέχουν τα ευρυζωνικά δίκτυα είναι τόσο μεγάλο, ώστε συχνά θεωρείται ότι τα ευρυζωνικά δίκτυα θα είναι για τον 21ο αιώνα τόσο κριτικής σημασίας όσο ήταν για τον 19ο αιώνα οι δρόμοι, τα κανάλια των ποταμών και οι σιδηροδρομικές γραμμές και για τον 20ο αιώνα τα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα και τα ταχύτατα μέσα μαζικής μεταφοράς. Οι βασικότερες κατηγορίες υπηρεσιών εντοπίζονται στους ακόλουθους τομείς:

E-learning

Η πρώτη κατηγορία εφαρμογών που θα εμφανιστούν στα ευρυζωνικά δίκτυα αφορά διαδικασίες και μεθόδους που σχετίζονται με e-learning. Με τον όρο αυτό περιγράφονται οι διαδικασίες που στοχεύουν στην μάθηση μέσω του διαδικτύου, με τη χρήση διαφόρων τεχνικών. Οι κυριότερες μορφές έκφρασης e-learning διαδικασιών που αναμένεται να βρουν εφαρμογή είναι η παροχή Online μαθημάτων σε μεγάλη μερίδα σπουδαστών (multicast of online courses) και η δημιουργία online βιβλιοθηκών. Το τελευταίο έχει ήδη αρχίσει να αναπτύσσεται (δημιουργούνται ήδη online libraries) που αποσκοπούν στην εύκολη αναζήτηση και απόκτηση γνώσης. Επίσης σημαντικό στοιχείο για την παροχή τηλε-εκπαίδευσης αποτελεί και η αναμενόμενη εμφάνιση ιδεατών κόσμων που θα επιτρέπουν την πλοήγηση και ξενάγηση σε ιδεατούς χώρους παρέχοντας μεθόδους αναζήτησης γνώσης και πληροφορίας από βιβλιοθήκες που σχετίζονται με τους κόσμους αυτούς. Το σύνολο των διαδικασιών για την παροχή τηλε-εκπαίδευσης έχει πολύ μεγάλη σημασία από εκπαιδευτική αλλά και κοινωνική άποψη. Το κρίσιμο σημείο για τον Ελλαδικό χώρο είναι το πότε θα εφαρμοστούν τέτοιες διαδικασίες και με ποιους όρους (οικονομικούς, κοινωνικούς κλπ).

E-health

Παράλληλα μια κατηγορία εφαρμογών με μεγάλη κοινωνική κυρίως σημασία είναι οι εφαρμογές τηλε-ιατρικής. Στον τομέα αυτό εντάσσονται εφαρμογές που επιτρέπουν διάγνωση ασθενειών και εξέταση ασθενών από απόσταση όπως και εφαρμογές ρομποτικής για πραγματοποίηση χειρουργικών επεμβάσεων. Οι εφαρμογές αυτές αναμένεται να βρουν εφαρμογή τα επόμενα χρόνια και επίσης θεωρείται πιθανό να ζητούν και συγκεκριμένη μεταχείριση από το δίκτυο εξαιτίας του σκοπού που επιτελούν. Γενικά, εφαρμογές τηλε-ιατρικής σχεδιάζονται και αναπτύσσονται σε διάφορες χώρες (όπως για παράδειγμα στην Αμερική).

E-commerce

Με τον όρο e-commerce περιγράφεται το ηλεκτρονικό εμπόριο, δηλαδή η διάθεση και αγοραπωλησία προϊόντων ηλεκτρονικά. Ο τομέας αυτός έχει γνωρίσει μεγάλη

άνθηση σε όλο τον κόσμο και εξαπλώνεται και στην Ελλάδα. Ήδη υπάρχουν πολλά ηλεκτρονικά καταστήματα (ελληνικά αλλά και ξένα) και η απήχυσή τους στον κόσμο ολοένα και διευρύνεται. Στην νέα εποχή των ευρυζωνικών δικτύων, που θα έχει πρόσβαση πολύ μεγάλη μερίδα του πληθυσμού, αναμένεται να γνωρίσουν ιδιαίτερη άνθηση, αφού παρέχουν ένα εύχρηστο και γρήγορο τρόπο για πραγματοποίηση αγορών. Το σημείο που πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα είναι η ασφάλεια και η ιδιωτικότητα (privacy) που πρέπει να παρέχουν ώστε να πείσουν τους χρήστες (τον πληθυσμό της χώρας) για την ασφάλεια των συναλλαγών.

Applications on demand

Επίσης μια σημαντική κατηγορία εφαρμογών που πρόκειται να εμφανιστούν είναι εφαρμογές On demand. Στην περίπτωση αυτή ανήκουν διάφορες εφαρμογές που ζητούνται από τους χρήστες, χρεώνονται από την υπηρεσία και με κατάλληλη κωδικοποίηση μεταδίδονται. Τέτοιες συνήθεις εφαρμογές είναι ταινίες (movies), μουσικά αρχεία, παιχνίδια ή software για χρήση. Αναλυτικότερα:

- **Video on demand.** Στις εφαρμογές αυτές ο χρήστης καλείται να επιλέξει την ταινία που θέλει να παρακολουθήσει και αφού την πληρώσει τότε την παρακολουθεί. Στα συστήματα αυτά η κωδικοποίηση μετάδοσης είναι ασφαλής και δεν επιτρέπει στο χρήστη να υποκλέψει την ταινία ή να την ξαναδεί χωρίς χρέωση. Τέτοια συστήματα έχουν αρχίσει να υλοποιούνται και αναμένεται σε σύντομο χρονικό διάστημα να παρουσιαστούν. Η εμπορική επιτυχία των συστημάτων αυτών αναμένεται να εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από την τιμολογιακή πολιτική που αναμένεται να εφαρμοστεί καθώς και την ποιότητα της εφαρμογής που θα αντιλαμβάνεται ο χρήστης.
- **News on demand.** Αντίστοιχα, μια εφαρμογή on demand θεωρείται πως θα είναι και η παρακολούθηση ειδήσεων (ενημέρωσης). Συγκεκριμένα, ο κάθε χρήστης θα μπορεί να επιλέγει την πηγή από την οποία θέλει να πληροφορηθεί και τα είδη της πληροφορίας που θέλει να προσπελάσει (πολιτικές, κοινωνικές, αθλητικές ειδήσεις κλπ). Στη συνέχεια και αφού πληρώσει το κατάλληλο αντίτιμο θα μπορεί να έχει πλήρη πρόσβαση στις πληροφορίες αυτές.
- **Music on demand.** Επιπλέον μια δημοφιλή κατηγορία περιεχομένου στο διαδίκτυο σήμερα (η ανταλλαγή μουσικών κομματιών) αναμένεται να μετατραπεί σε μια εφαρμογή on demand. Η ραγδαία εξάπλωση της χρήσης του Internet τα τελευταία χρόνια έχει προκαλέσει σημαντικά προβλήματα στη μουσική βιομηχανία αφού συνήθως είναι αρκετά εύκολο να προμηθευτεί κανείς σε ψηφιακή μορφή τα μουσικά κομμάτια που επιθυμεί. Τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερα, η ανάπτυξη και εξάπλωση των προγραμμάτων ανταλλαγής αρχείων (όπως το Napster ή το Gnutella) έχει βοηθήσει ακόμα και ανθρώπους άπειρους στη χρήση υπολογιστών ή του Internet να «κατεβάζουν» με χαρακτηριστική ευκολία τα κομμάτια που επιθυμούν στον υπολογιστή τους. Η αντίδραση της μουσικής βιομηχανίας ήταν να διωχθούν δικαστικά οι εταιρείες που βοηθούν στην παράνομη εξάπλωση μουσικών κομματιών μέσω του Internet, αλλά όπως φαίνεται αυτό δεν είναι αρκετό, αφού αφενός είναι πολύ εύκολο να δημιουργηθούν νέες εταιρείες και αφετέρου η ανάπτυξη των δικτύων peer-to-peer κάνει ακόμα πιο δύσκολη την κατάσταση, μιας και θα πρέπει να διώκονται

μεμονωμένοι χρήστες. Η λύση, όπως υποστηρίζεται ευρέως τον τελευταίο χρόνο, για τη μουσική βιομηχανία θα έλθει από τον ενστερνισμό των νέων τεχνολογιών (ευρυζωνικά δίκτυα), όπου η εφαρμογή αυτή θα γίνει πλέον on demand και συνεπώς ελεγχόμενη. Έτσι οι υπηρεσίες αυτές θα χρεώνονται, ώστε να περιοριστεί σε κάποιο βαθμό η απώλεια κερδών της μουσικής βιομηχανίας και θα αντιμετωπιστεί η παράνομη διακίνηση μουσικών αρχείων. Το κομβικό σημείο για το αν θα επιτύχει εμπορικά η χρέωση υπηρεσιών Music-On-Demand θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από το κόστος των προσφερόμενων υπηρεσιών και από την ποιότητά τους.

Συνοψίζοντας, όλες οι εφαρμογές on demand αναμένεται να αποτελέσουν κάτι καινοτόμο για τους χρήστες του διαδικτύου αφού η συνήθης πρακτική ήταν εντελώς διαφορετική (ελεύθερη και παράνομη διακίνηση των εφαρμογών αυτών, μουσική, βίντεο κλπ). Η αντίδραση του κοινού θεωρείται βέβαιο ότι θα είναι αρχικά αρνητική και τελικά θα διαμορφωθεί με βάση τις χρεώσεις των υπηρεσιών αυτών.

E-gaming

Τα παιχνίδια ηλεκτρονικού υπολογιστή είναι μια πολύ διαδεδομένη ενασχόληση σε όλους τους χρήστες των υπολογιστών, μικρούς και μεγάλους. Μάλιστα μπορούμε να πούμε ότι μεγάλο μέρος των χρηστών υπολογιστών ασχολείται σχεδόν αποκλειστικά τις ώρες που χρησιμοποιεί τον υπολογιστή με τα παιχνίδια. Τα τελευταία χρόνια, με την εξάπλωση των δικτύων και του Internet, αναπτύχθηκαν πάρα πολύ τα online παιχνίδια, είτε σε επίπεδο δικτύου, είτε σε επίπεδο Internet. Το πρόβλημα όμως που αντιμετωπίζουν πολύ από αυτούς, όταν θέλουν να συμμετάσχουν σε διαδικτυακά παιχνίδια είναι ότι η ταχύτητα διασύνδεσης πολλές φορές είναι πολύ αργή για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις του παιχνιδιού (για παράδειγμα σε 3D shoot-em up παιχνίδια ή σε real-time strategy). Η χρήση ευρυζωνικών δικτύων θα βοηθούσε πολύ τους χρήστες αυτών των κατηγοριών παιχνιδιών. Επίσης, θα επέτρεπε τη δημιουργία προχωρημένων παιχνιδιών που θα κατεβάζει ο χρήστης από κάποιο δικτυακό τόπο, σε αντίθεση με σήμερα όπου οι ταχύτητες δεν επιτρέπουν το downloading.

Peer to peer applications

Οι εφαρμογές peer-to-peer είναι δικτυακές εφαρμογές που δεν ακολουθούν τη λογική Client/Server, αλλά σχηματίζεται ένα δίκτυο από εφαρμογές (και χρήστες), όπου όλοι είναι ισότιμοι ή έστω δεν υπάρχει κάποιος κεντρικός έλεγχος. Το περιεχόμενο που προσφέρεται δεν καθορίζεται συνεπώς από κάποιον content provider, αλλά από τους ίδιους τους χρήστες αυτού του δικτύου. Οι εφαρμογές αυτές είναι συνήθως εφαρμογές για διαδικτυακή συζήτηση ή εφαρμογές που επιτρέπουν την ανταλλαγή αρχείων. Αυτές οι εφαρμογές, επειδή τα μηνύματα και τα δεδομένα που ανταλλάσσονται δεν μεταφέρονται προς κάποιον κεντρικό υπολογιστή και από εκεί στους υπόλοιπους, μπορούν να προκαλέσουν υψηλή συμφόρηση σε ένα δίκτυο (ιδιαίτερα αν υποστηρίζουν την ανταλλαγή αρχείων). Ένας άλλος παράγοντας συμφόρησης είναι η άναρχη φύση του δικτύου που σχηματίζουν. Οι εφαρμογές peer-to-peer έχουν αναπτυχθεί ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια ως μια προσπάθεια απάντησης χρηστών στις ενέργειες διαφόρων content provider που αποσκοπούν στο να περιορίσουν και να ελέγξουν την παράνομη διακίνηση υλικού κατοχυρωμένης

πνευματικής ιδιοκτησίας. Ένα ευρυζωνικό δίκτυο θα βοηθούσε πολύ στην περαιτέρω εξάπλωση των peer-to-peer εφαρμογών λόγω των υψηλών απαιτήσεων που έχουν σε bandwidth.

Advanced Communications

Το Internet χρησιμοποιείται εδώ και χρόνια ως ένα φθηνό μέσο επικοινωνίας μεταξύ ανθρώπων. Σε αυτά τα προγράμματα υποστηρίζονται χαρακτηριστικά που επιτρέπουν τη μετάδοση φωνής για την επικοινωνία μεταξύ δύο ή περισσότερων ανθρώπων (Voice over IP) ή μετάδοση κινούμενης εικόνας (videoconferencing) μαζί με τον ήχο. Παράλληλα, σήμερα βρίσκουμε ακόμα περισσότερα χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα η διαμοίραση αρχείων, κ.ά. Αυτά τα προγράμματα όμως δεν έχουν ακόμα την απήχηση που θα περίμενε κανείς πριν από μερικά χρόνια, αφού αντιμετωπίζουν ένα σημαντικό πρόβλημα: το περιορισμένο εύρος ζώνης που προσφέρεται στο ευρύ κοινό. Αν και επιτρέπουν μορφές επικοινωνίας με σχεδόν μηδενικό κόστος, που με χρήση των κλασσικών τηλεφωνικών δικτύων είναι πολύ ακριβές, η ποιότητα των υπηρεσιών αυτών είναι πολύ χαμηλή. Τα ευρυζωνικά δίκτυα θα λύσουν αυτό το πρόβλημα και πιστεύεται ότι τότε τα προγράμματα που προσφέρουν videoconferencing ή VoIP τηλεφωνία θα γνωρίσουν μεγάλη απήχηση.

Interactive TV

Η χρήση των δικτύων μεγάλου εύρους ζώνης θα μπορούσε να επεκταθεί και στην υποστήριξη της αμφίδρομης διαδραστικής τηλεόρασης. Οι πλατφόρμες διαδραστικής τηλεόρασης χρησιμοποιούν συνήθως διαφορετικά μέσα για το κανάλι μετάδοσης των υπηρεσιών και για το κανάλι επιστροφής. Η χρήση ενός ευρυζωνικού δικτύου για τη μετάδοση του video/audio stream θα επέτρεπε την απλοποίηση της αρχιτεκτονικής μιας πλατφόρμας διαδραστικής τηλεόρασης καθώς και τη λήψη διαδραστικών τηλεοπτικών καναλιών μέσω υπολογιστή.

Virtual / Augmented / Mixed Reality

Ο όρος Virtual Reality (VR) είναι αρκετά διαδεδομένος στις μέρες μας. Σημαίνει τη σύνθεση ενός κόσμου μέσω υπολογιστή, ο οποίος μιμείται κάποια χαρακτηριστικά του αληθινού κόσμου, στον οποίο όμως δεν υπάρχουν τα όρια και οι περιορισμοί του αληθινού κόσμου. Στους λεγόμενους Virtual Worlds ή Virtual Environments πολλοί χρήστες μπορούν να περιπλανηθούν στους χώρους τους. Το να είναι όλοι οι χρήστες ενημερωμένοι για τη θέση και την κατάσταση τους, καθώς και για τις αντίστοιχες ιδιότητες των άλλων χρηστών, όπως επίσης και το να ενημερώνεται το σύστημα για τις ενέργειες που επιθυμούν να κάνουν οι χρήστες απαιτεί τη διακίνηση τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων. Το μέγεθος της διακινούμενης πληροφορίας είναι ακόμα μεγαλύτερο όταν μιλάμε για κόσμους augmented reality, augmented virtuality ή γενικότερα mixed reality. Ένας κόσμος augmented reality είναι το αποτέλεσμα του εμπλουτισμού ενός φυσικού κόσμου με στοιχεία και αντικείμενα δημιουργημένα με υπολογιστή. Το αντίθετο συμβαίνει στους λεγόμενους κόσμους augmented virtuality, όπου στοιχεία από έναν πραγματικό χώρο εμπλουτίζουν έναν virtual κόσμο (π.χ. textures από έναν πραγματικό χώρο «ντύνουν» τους τοίχους ενός virtual δωματίου).

Αυτή η μίξη πραγματικών και εικονικών κόσμων (mixed reality) απαιτεί όπως είναι φυσικό τη διακίνηση ακόμα περισσότερων ποσοτήτων δεδομένων, αφού απαιτείται μάλιστα η μίξη να γίνεται real-time. Είναι προφανές ότι ο ερχομός των broadband δικτύων θα δώσει τη δυνατότητα για την ανάπτυξη πραγματικά εντυπωσιακών online real-time συνθετικών κόσμων, που είναι αδύνατο να δημιουργηθούν σήμερα (όχι λόγω έλλειψης επεξεργαστικής ισχύος ή άλλων τεχνολογικών περιορισμών, αλλά αποκλειστικά εξαιτίας της έλλειψης αρκετού εύρους ζώνης).

Κεφάλαιο 6^ο

Σχεδιασμός και υλοποίηση δικτύου δεδομένων επιχείρησης

Εισαγωγή

Ξεκινώντας το σχεδιασμό ενός δικτύου έχουμε δύο επιλογές:

- Σχεδιασμό και υλοποίηση από το μηδέν. Συνήθως αυτό συμβαίνει όταν δεν προϋπάρχει δίκτυο. Σπάνια, μπορεί να προϋπάρχει κάποιο δίκτυο το οποίο να θέλουμε να αντικαταστήσουμε εξολοκλήρου λόγω παλαιότητας ή λόγω αλλαγής τεχνολογίας (π.χ. από Macintosh σε Windows).
- Επέκταση και εξέλιξη υπάρχοντος δικτύου. Είναι η πιο συχνή περίπτωση και απαιτεί τον σχεδιασμό μιας λύσης χρησιμοποιώντας τα υπάρχοντα στοιχεία. Προχωράμε στην επέκταση και εξέλιξη του υπάρχοντος δικτύου για να ανταποκριθούμε:
 1. Στην σημαντική αύξηση των χρηστών του δικτύου.
 2. Στην σημαντική αύξηση της μέσης κίνησης ανά χρήστη.
 3. Στην ανάγκη εισαγωγής νέων εφαρμογών και διαφορετικών δικτυακών υπηρεσιών.
 4. Στην ανάγκη ανανέωσης ξεπερασμένου υλικού.
 5. Στην ανάγκη βελτίωσης της διαθεσιμότητας και γενικότερα της διαχείρισης δικτύου.

Η πραγματικότητα αποδεικνύει ότι δεν υπάρχει ιδανική μεθοδολογία για το σωστό σχεδιασμό και τη σωστή υλοποίηση δικτύων – αν υπήρχε θα ήταν γνωστή σε όλους και δεν θα ασχολούμασταν! Η καλή υλοποίηση προϋποθέτει τεχνικές γνώσεις, σωστή ανάλυση του προβλήματος, σωστό σχεδιασμό της λύσης και κυρίως εμπειρία που αποκτάται με την πάροδο του χρόνου.

6.1 Τι σχεδιάζουμε και τι υλοποιούμε

Ο σχεδιασμός ενός δικτύου αφορά δυο βασικές ερωτήσεις:

1. Πόσο κοστίζει η κατασκευή ενός εύχρηστου δικτύου;
2. Πόσο μπορεί να βελτιωθεί ένα υπάρχον δίκτυο δαπανώντας ένα συγκεκριμένο ποσό;

Η απάντηση στις παραπάνω ερωτήσεις εξαρτάται από τον ορισμό του «εύχρηστου δικτύου» δηλαδή από τις υπηρεσίες που πρέπει να παρέχει το δίκτυο.

Δεν υλοποιούμε απλώς ένα δίκτυο με γραμμές που συνδέουν κόμβους μεταξύ τους. Υλοποιούμε ένα δίκτυο που παρέχει συγκεκριμένες υπηρεσίες από τις πιο απλές όπως η εκτύπωση, μέχρι τις πιο σύνθετες όπως μεταφορά δεδομένων πραγματικού χρόνου: τηλεφωνία, τηλεδιάσκεψη.

Το δίκτυο εξυπηρετεί τις ανάγκες μιας επιχείρησης. Όπως δεν υπάρχουν δύο επιχειρήσεις οι οποίες να λειτουργούν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο (σε ότι αφορά τον τρόπο εργασίας, τις προτεραιότητες και τα μέσα επίτευξης επαγγελματικών στόχων), με τον ίδιο τρόπο δεν υπάρχουν δύο δίκτυα που να είναι ακριβώς ίδια μεταξύ τους.

Αν πάρουμε το πιο απλό παράδειγμα: ένα τοπικό δίκτυο γραμματειακής υποστήριξης με δύο υπολογιστές και έναν εκτυπωτή. Οι υπηρεσίες που μπορεί να προσφέρει ένα τέτοιο δίκτυο μπορεί να διαφέρουν πολύ από επιχείρηση σε επιχείρηση:

- Υπηρεσία εκτύπωσης. Τι ποιότητα εκτύπωσης; (εκτυπωτής μελάνης ή laser). Τι ταχύτητα εκτύπωσης;
- Υπηρεσία αρχείων. Υπάρχει ανάγκη κοινής πρόσβασης σε αρχεία; Υπάρχει ανάγκη τήρησης αντιγράφων ασφαλείας; Δικαιολογείται η χρήση διακομιστή αρχείων;
- Υπηρεσία διαδικτύου. Υπάρχει ανάγκη πρόσβασης στο διαδίκτυο; Αν ναι, τι είδους πρόσβαση (συνεχής ή dial-up); Με τι ταχύτητα;

Για ένα απλό δίκτυο γραμματειακής υποστήριξης ποια είναι η μεγαλύτερη προτεραιότητα;

- Μια καλή εκτύπωση με έναν εκτυπωτή laser ή η συγκράτηση του κόστους επένδυσης και συντήρησης του εκτυπωτή;
- Μια γρήγορη σύνδεση (με αυξημένη μηνιαία συνδρομή) ή μια φθηνή σύνδεση;
- Μια γρήγορη σύνδεση και μια καλή εκτύπωση ή το ένα από τα δύο ή κανένα από τα δύο;

Αν μέσω του εκτυπωτή και οι δύο υπολογιστές εκτυπώνουν αποδείξεις, τότε χρειαζόμαστε ένα γρήγορο εκτυπωτή χωρίς υψηλές απαιτήσεις ποιότητας εκτύπωσης. Αν η σύνδεση διαδικτύου χρησιμοποιείται μόνο για τη περιστασιακή πρόσβαση στην υπηρεσία ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, τότε μια σύνδεση dial-up είναι αρκετή.

Βλέπουμε λοιπόν ότι ακόμη και στο πιο απλό δίκτυο, η επιλογή των υπηρεσιών και η υλοποίησή τους δεν είναι απλή και εξαρτάται από τις επιχειρηματικές ανάγκες της επιχείρησης.

6.2 Αξιολόγηση Δικτύων

Το δίκτυο έχει δυο βασικά χαρακτηριστικά που επιτρέπουν την αξιολόγηση του:

- Κόστος
- Αποδόσεις

Στις αποδόσεις ανήκει και η διαθεσιμότητα. Επειδή η διαθεσιμότητα του δικτύου είναι σημαντική παράμετρος για πολλά δίκτυα, συχνά συναντάται σαν τρίτο χαρακτηριστικό.

Μεταξύ κόστους και αποδόσεων υπάρχει ασυμμετρία. Δύσκολα έχουμε φθηνό δίκτυο και καλές αποδόσεις. Η ακριβής ισορροπία μεταξύ κόστους και αποδόσεων είναι πολύ δύσκολο – αν όχι αδύνατο – να βρεθεί.

Πιο εύκολα διαπιστώνεται αν ένα δίκτυο είναι αποτυχημένο: είναι το δίκτυο του οποίου το κόστος είναι υπερβολικό, με καθυστέρηση μεγαλύτερη από 300ms και το οποίο παρουσιάζει συχνές διακοπές λειτουργίας (χαμηλή διαθεσιμότητα).

6.3 Η διαδικασία σχεδιασμού

Η διαδικασία σχεδιασμού και υλοποίησης ενός δικτύου δεδομένων; ακολουθεί την κλασική μεθοδολογία των τριών σταδίων:

1. Ανάλυση αναγκών
2. Σχεδιασμός λύσης
3. Υλοποίηση σχεδιασμού

Ας παρατηρήσουμε την επεξήγηση των σταδίων του σχεδιασμού και της υλοποίησης ενός δικτύου, τρέχοντας στο αμέσως επόμενο κεφάλαιο με τον ομώνυμο τίτλο.

Κεφάλαιο 7^ο

Τα στάδια του σχεδιασμού και της υλοποίησης του δικτύου

7.1 Ανάλυση αναγκών

Εισαγωγή

Γιατί γίνεται ανάλυση αναγκών ή αλλιώς ανάλυση προδιαγραφών;

- Για να καταλάβουμε καλύτερα ποια θα είναι η μελλοντική συμπεριφορά του δικτύου που σχεδιάζουμε.
- Για να μπορέσουμε να διαλέξουμε σωστά τις τεχνολογίες και τις υπηρεσίες που θα χρησιμοποιήσουμε. Να ξεφύγουμε, δηλαδή, όσο γίνεται από τη λογική «η Oracle είναι η βάση δεδομένων που ξέρω και που χρησιμοποιώ συνέχεια, άρα αυτή θα βάλω».
- Για να μπορέσουμε να σχεδιάσουμε δίκτυα και στοιχεία δικτύου προσαρμοσμένα στις ανάγκες – « στα μέτρα μας » - των εφαρμογών που «τρέχουν» σε αυτά καθώς και « στα μέτρα » των χρηστών που χρησιμοποιούν τις εφαρμογές.

Εσκινάμε από την ανάλυση του δικτύου που με τη σειρά της χωρίζεται σε τέσσερα στάδια:

1. Ανάλυση των επιχειρησιακών αναγκών της επιχείρησης
2. Ανάλυση της υπάρχουσας υποδομής
3. Ανάλυση της υπάρχουσας οργανωτικής δομής.

4. Ανάλυση πάγιων λειτουργικών αναγκών δικτύων

7.2 Ανάλυση επιχειρησιακών αναγκών – Ποιες οι κρίσιμες εφαρμογές και ποια τα κρίσιμα δεδομένα;

Πρώτα και κύρια πρέπει να κατανοήσουμε τι επιθυμεί ο πελάτης.

Αναλαμβάνοντας το σχεδιασμό ενός καινούργιου δικτύου ή τη βελτίωση ενός υπάρχοντος, υπάρχει ανάγκη στενής συνεργασίας με τον πελάτη για τον καθορισμό των τεχνικών και επιχειρησιακών στόχων του δικτύου. Για παράδειγμα: τι είδους εφαρμογές θέλει ο πελάτης να προσθέσει στο δίκτυο; Ποιες επιχειρηματικές και επιχειρησιακές ανάγκες καλύπτουν; Τι διαθεσιμότητα χρειάζεται το δίκτυο για να υποστηριχθεί η λειτουργία της επιχείρησης;

Είναι απαραίτητο να γίνει κατανοητό τι σημαίνει πετυχημένο δίκτυο για τον πελάτη και με ποια κριτήρια αξιολογείται ένα πετυχημένο δίκτυο. Αυτά τα κριτήρια θα χρησιμοποιήσει ο πελάτης για την τελική αξιολόγηση του παραδοτέου δικτύου. Τα κριτήρια είναι σίγουρα επιχειρηματικά και κάποιες φορές μπορεί να είναι και τεχνικά.

7.2.1 Καταγραφή επιχειρηματικών στόχων

Θα ξεκινήσουμε από τα επιχειρηματικά κριτήρια. Ένας επιχειρηματίας που επενδύει στο δίκτυο της επιχείρησης του αποβλέπει στους παρακάτω επιχειρηματικούς στόχους:

- Στην αύξηση της παραγωγικότητας, τη βελτίωση των εσόδων και αύξηση των κερδών
- Στη μείωση των εξόδων (των τηλεπικοινωνιακών και δικτυακών εξόδων αλλά και των υπόλοιπων λειτουργικών εξόδων της επιχείρησης).
- Στην παραγωγή βελτιωμένων προϊόντων και υπηρεσιών.
- Στην παροχή καλύτερων υπηρεσιών εξυπηρέτησης πελατών

Τα κέρδη και τα έσοδα είναι πάντα ζωτικά για μία επιχείρηση. Το κόστος ενός έργου είναι συνήθως η πρώτη προτεραιότητα. Κανείς δεν ξοδεύει αλόγιστα χρήματα για ένα έργο. Σχεδόν πάντα ο προϋπολογισμός ενός έργου είναι περιορισμένος.

Πολλές φορές είναι αρκετά δύσκολο να εξυπηρετηθούν και οι τέσσερις παραπάνω στόχοι ταυτόχρονα. Όπως εξηγήσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, το κόστος και οι αποδόσεις δεν συμβαδίζουν, δηλαδή είναι δύσκολο να έχουμε φθηνό δίκτυο με καλές αποδόσεις. Ας δούμε μερικά παραδείγματα:

- Όταν μια επιχείρηση κατασκευάζει το δικό δίκτυο φωνής, είναι ξεκάθαρο ότι το κάνει για να μειώσει τα τηλεπικοινωνιακά έξοδα της. Προϋπόθεση, βέβαια, είναι το ιδιόκτητο δίκτυο φωνής να κοστίζει λιγότερο από τα μηνιαία λειτουργικά έξοδα τηλεπικοινωνιών που πληρώνει η επιχείρηση στους τηλεπικοινωνιακούς πάροχους.
- Το δίκτυο αυτόματων μηχανημάτων ανάληψης (ΑΤΜ) των τραπεζών απαιτεί τεράστιες επενδύσεις σε υποδομή και έχει πολύ μεγάλο κόστος. Ανταποκρίνεται

σίγουρα σε μια ανάγκη παραγωγής βελτιωμένων υπηρεσιών: άμεση πρόσβαση χωρίς καθυστέρηση στα ταμεία και με συνεχή λειτουργία (24 ώρες/ 7 ημέρες). Ωστόσο το δίκτυο των ATM αποδεδειγμένα μειώνει τα έξοδα των τραπεζών σε εργαζόμενους και άρα σε ενοικιαζόμενους χώρους, κτλ. Σκεφτείτε την οικονομία που επιφέρει ένα απομακρυσμένο ATM (off – site που δεν βρίσκεται έξω από κατάστημα αλλά τοποθετείται αυτόνομο σε απομακρυσμένη περιοχή). Ουσιαστικά αναπληρώνει την ανάγκη δημιουργίας ενός υποκαταστήματος.

- Αν τα έσοδα μιας υπηρεσίας εξαρτώνται από την πρόσβαση των πελατών στο διακομιστή (για παράδειγμα το Amazon, ή την ηλεκτρονική έκδοση του CNN), τότε είναι σίγουρο ότι η υλοποίηση αυτής της πρόσβασης είναι πολύπλοκη και κοστίζει πολύ (πολλαπλοί διακομιστές σε διαφορετικές τοποθεσίες, UPS για τροφοδοσία, πολλαπλές γραμμές). Σε αυτήν την περίπτωση ο στόχος της μείωσης κόστους μοιάζει ανέφικτος. Ωστόσο με μια πιο προσεκτική μελέτη βλέπουμε ότι μπορούμε να εκμεταλλευτούμε μια τέτοια κατανεμημένη αρχιτεκτονική για να εφαρμόσουμε πολιτική κατανομής κίνησης μεταξύ των διακομιστών και έτσι να μειώσουμε την καθυστέρηση εξυπηρέτησης των πελατών. Επομένως το κόστος σίγουρα δεν μειώνεται, αλλά επιμερίζεται στην υλοποίηση των στόχων: α. εξυπηρέτηση πελατών, β. παραγωγής βελτιωμένων προϊόντων και υπηρεσιών.

Από τα παραπάνω παραδείγματα επιβεβαιώνεται το αρχικό συμπέρασμα:: πολλές φορές μοιάζει αδύνατο κάποιοι επιχειρηματικοί στόχοι να υλοποιηθούν ταυτόχρονα με κάποιους άλλους. Ωστόσο, πρέπει να τονίσουμε ότι σε απλά δίκτυα τα αποτελέσματα είναι εντυπωσιακά. Ακόμη και στην Ελλάδα έχουμε παραδείγματα μεγάλων επιχειρήσεων στις οποίες το κόστος επένδυσης (εξοπλισμός, εγκατάσταση και εκπαίδευση προσωπικού) για τη δημιουργία Intranet, αποσβέστηκε μέσα σε λίγες βδομάδες, με την οικονομία που επιτεύχθηκε στα ταχυδρομικά έξοδα (για αποστολή εγκυκλίων κτλ).

Κανόνας ανάλυσης

Προτεραιότητα στο σχεδιασμό του δικτύου είναι η κατανόηση των επιχειρηματικών στόχων των πελατών. Οι τεχνικοί στόχοι του δικτύου εξυπηρετούν πάντα τους επιχειρηματικούς στόχους.

7.2.2 Μελέτη περίπτωσης. Τι είναι πιο σημαντικό το κόστος ή η απόδοση;

Αυτό το παράδειγμα αφορά μια μελέτη περίπτωσης όπου η απόδοση αποδεικνύεται πιο σημαντική από το κόστος κατασκευής.

Στον παρακάτω πίνακα έχουμε το παράδειγμα μιας χρηματικής εταιρίας. Οι 50 υπάλληλοι εκτελούν ο καθένας 50 συναλλαγές τη μέρα (2500 συναλλαγές συνολικά) και ο διευθυντής εκτελεί επιλεκτικά 50 συναλλαγές για μεγάλους πελάτες. Το δίκτυο που χρησιμοποιείται είναι φθινό και έχει αυξημένη καθυστέρηση.

Το κόστος της καθυστέρησης μπορεί να υπολογιστεί εύκολα αν γνωρίζουμε το μέγεθος των συναλλαγών ανά ώρα ή ανά μέρα.

Για τις 2500 συναλλαγές έχουμε κέρδος από τις προμήθειες: 25.000 ευρώ την ημέρα.

Άρα τα κέρδη ανά δευτερόλεπτο είναι $25000/(3600 \times 8) = 0,8$ ευρώ το δευτερόλεπτο.

Για τις 50 συναλλαγές έχουμε κέρδος από τις προμήθειες: 150000 ευρώ την ημέρα. Άρα τα κέρδη ανά δευτερόλεπτο είναι $150000/(3600 \times 8) = 5,2$ ευρώ το δευτερόλεπτο.

Κάθε επιπλέον δευτερόλεπτο καθυστέρησης στην ώρα μεγαλύτερης κίνησης κοστίζει ακριβά γιατί υπάρχει σοβαρή πιθανότητα να χαθούν πελάτες. Είναι πιθανό για παράδειγμα κάποιοι πελάτες λόγω μεγάλης αναμονής να απευθυνθούν σε άλλη εταιρεία.

- Το μηνιαίο κόστος καθυστέρησης για ένα δευτερόλεπτο καθυστέρησης ανά συναλλαγή για τους χρήστες είναι:
Συναλλαγές ημερησίως x 0,8 ευρώ x 1 sec x 21,5 ημέρες το μήνα 43.000 ευρώ το μήνα.
- Το κόστος καθυστέρησης για ένα δευτερόλεπτο καθυστέρησης ανά συναλλαγή για το διευθυντή είναι:
50 συναλλαγές ημερησίως x 5,2 ευρώ/sec x 1 sec x 21,5 = 5.590 ευρώ το μήνα, που αντιπροσωπεύει το 12% των συναλλαγών των 50 υπαλλήλων.

Το κόστος για τον διευθυντή αυξάνεται με την αύξηση του αριθμού των συναλλαγών ή την αύξηση της αξίας των συναλλαγών

Το παραπάνω παράδειγμα δείχνει πώς οι αποδόσεις ενός και μόνου ατόμου μπορούν να δικαιολογήσουν το σχεδιασμό ενός πιο αποδοτικού δικτύου.

7.2.3 Κατηγορίες πελατών

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η συνεργασία με τον πελάτη είναι απαραίτητη για τον καθορισμό των επιχειρηματικών και τεχνικών στόχων του δικτύου. Προέχει ο ορισμός των επιχειρηματικών στόχων εφόσον από εδώ ξεκινούν όλα.

Ενώ ο πελάτης μπορεί και πρέπει να περιγράψει τους επιχειρηματικούς στόχους του, σε ότι αφορά τους τεχνικούς στόχους τα πράγματα είναι πιο πολύπλοκα. Διακρίνουμε τρεις μεγάλες κατηγορίες πελατών:

1. Πελάτες χωρίς καθόλου τεχνικές γνώσεις που δεν μπορούν να καθορίσουν τους τεχνικούς στόχους. Σε αυτήν τη σπάνια περίπτωση ο πελάτης αναθέτει εν λευκώ τον καθορισμό των τεχνικών χαρακτηριστικών του δικτύου. Η δυσκολία της περίπτωσης είναι να εξηγηθεί στον πελάτη με τρόπο κατανοητό ποιοι τεχνικοί στόχοι υλοποιούν τους επιχειρηματικούς στόχους του.
2. Πελάτες με πολύ περιορισμένες τεχνικές γνώσεις (του τύπου: κάτι διάβασα, κάτι μου είπαν, κάτι είδα στην επιχείρηση του τάδε) και μία λανθασμένη αντίληψη των τεχνικών χαρακτηριστικών του δικτύου του. Σε αυτή τη συχνή και δύσκολη περίπτωση πρέπει να γίνει τεκμηρίωση των σωστών τεχνικών προδιαγραφών με τρόπο πειστικό και κατανοητό για τον πελάτη.
3. Πελάτες με πολύ καλές τεχνικές γνώσεις και καλή αντίληψη των τεχνικών χαρακτηριστικών του δικτύου (σπάνιο για μικρές επιχειρήσεις, σχετικά συχνό για μεγάλες επιχειρήσεις με τεχνική υπηρεσία). Ακόμη όμως και σε αυτή τη περίπτωση μια σωστή ανάλυση αναγκών μπορεί να εντοπίσει ανάγκες που

δεν είχε σκεφτεί ο πελάτης και να δημιουργήσει προστιθέμενη αξία στην προτεινόμενη λύση.

7.2.4 Συσχετισμός επιχειρηματικών στόχων και προδιαγραφών του συστήματος

Πως ορίζουμε τις τεχνικές προδιαγραφές του δικτύου που πηγάζουν από τους επιχειρηματικούς στόχους ;

Μελετάμε το επιχειρείν , δηλαδή τον τρόπο με τον οποίο η επιχείρηση κερδίζει χρήματα. Η λειτουργία της επιχείρησης και η εξυπηρέτηση των πελατών, θα μας επιτρέψουν να δούμε πως χρησιμοποιείται το δίκτυο στη διαδικασία παραγωγής, διανομής και πώλησης προϊόντων και υπηρεσιών.

Καταγράφουμε το ρόλο του δικτύου στην παραγωγή προϊόντων ή υπηρεσιών. Καταγράφουμε λοιπόν τις υπηρεσίες που ήδη παρέχονται από το δίκτυο (στην περίπτωση που ήδη υπάρχει δίκτυο) καθώς και όλες τις καινούργιες εργασίες που θέλουμε να πραγματοποιήσουμε μέσω του δικτύου. Εντοπίζουμε τις κρίσιμες εφαρμογές και τα κρίσιμα δεδομένα. Η μελέτη του τρόπου λειτουργίας της επιχείρησης θα επιτρέψει να καθορίσουμε:

- Τα κρίσιμα δεδομένα για την επιχείρηση. Είναι αυτά των οποίων η απώλεια (καταστροφή ή κλοπή) μπορεί να προκαλέσει μεγάλες απώλειες εσόδων για την επιχείρηση.
- Τις κρίσιμες λειτουργίες της επιχείρησης. Είναι οι λειτουργίες των οποίων η διακοπή ή η κακή λειτουργία μπορεί να προκαλέσει μεγάλες απώλειες εσόδων για την επιχείρηση.

Για μια εμπορική επιχείρηση κρίσιμα δεδομένα είναι τα αρχεία του λογιστηρίου και των αποθεματικών. Για μια εταιρεία χρηματιστηρίου κρίσιμες λειτουργίες είναι οι επικοινωνίες: το τηλέφωνο για τους πελάτες, οι on – line συνδέσεις και οι συνδέσεις με τα πρακτορεία ειδήσεων. Για μια τράπεζα, η διακοπή λειτουργίας του δικτύου παραλύει όλες σχεδόν τις λειτουργίες της τράπεζας

Πρέπει λοιπόν να απαντηθούν οι παρακάτω ερωτήσεις:

- Ποιες λειτουργίες της επιχείρησης βασίζονται στο δίκτυο; Ποια η φύση των εργασιών και κατά πόσο η επιχείρηση εξαρτάται από το δίκτυο;
- Ποιες οι επιχειρηματικές επιπτώσεις σε περίπτωση διακοπή λειτουργίας του δικτύου; Πόσα χρήματα χάνει η επιχείρηση ανά ώρα σε περίπτωση διακοπής λειτουργίας του δικτύου;
- Ποια είναι τα δεδομένα των οποίων η απώλεια (καταστροφή, κλοπή) μπορεί να προκαλέσει μεγάλες απώλειες εσόδων για την επιχείρηση;
- Χρησιμοποιούν οι πελάτες το δίκτυο και αν ναι ποιες οι ανάγκες τους; Οι ανάγκες των πελατών αναλύονται βάσει των κριτηρίων ποιότητας (ταχύτητα, καθυστέρηση, διαθεσιμότητα, αξιοπιστία, χωρητικότητα) καθώς και των κριτηρίων κόστους και ασφάλειας.

Για μια επιχείρηση dot.com (π.χ. on – line shopping) σημαντικός είναι ο σωστός σχεδιασμός, ώστε η ιστοσελίδα να κατεβαίνει γρήγορα στο μηχάνημα του πελάτη και να έχει σωστή εργονομία ως προς την οργάνωσή της. Αν η απόλυτη προτεραιότητα

του πελάτη είναι η ασφάλεια, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο σχεδιασμό ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό επίπεδο ασφάλειας.

Αν προτεραιότητα είναι η βελτίωση της εξυπηρέτησης των πελατών, τότε το βάρος πρέπει να δοθεί εκεί. Πρέπει να αναλυθεί σωστά (τι αφορά η εξυπηρέτηση των πελατών, με ποιο τρόπο γίνεται;) και να προταθούν τρόποι ποιοτικής βελτίωσης. Παραδείγματος χάριν, για μια υπηρεσία εξυπηρέτησης πελατών σημαντικός είναι ο μικρός χρόνος τηλεφωνικής αναμονής.

Συχνά τα ίδια δεδομένα μας καθοδηγούν: Αν ο όγκος των πληροφοριών που επεξεργαζόμαστε είναι μεγάλος, τότε χρησιμοποιούμε βάσεις δεδομένων.

Συνήθως για υπάρχουσες υπηρεσίες και για τον καθορισμό των αναγκών των πελατών σε ποιότητα υπηρεσιών ενδεικτικά στοιχεία είναι τα παράπονα (« μου παίρνει 5 λεπτά για να περάσω μια παραγγελία» ή «χρειαζόμαστε κατά μέσο όρο 10 λεπτά για να βρω το έγγραφο, τιμολόγιο,...») ή τα στατιστικά της υπηρεσίας εξυπηρέτησης πελατών (help desk). Ακόμη και εδώ χρειάζεται προσοχή. Πριν δώσουμε βάση στα στατιστικά αυτά πρέπει να ελεγχθεί η αξιοπιστία τους, αν δηλαδή η καταγραφή τους γίνεται με σωστό τρόπο.

Το βασικό πρόβλημα τήρησης στατιστικών στοιχείων είναι η ακρίβεια των δεδομένων. Συχνά γίνονται λάθος κατηγοριοποιήσεις βλαβών. Για παράδειγμα βλάβες διακοπής ρεύματος μπορεί να εμφανιστούν στα στατιστικά σαν βλάβες λειτουργίας δικτύου ή σαν μηχανικές βλάβες. Επίσης συχνά παρατηρείται πρόβλημα με την καταγραφή της διάρκειας των βλαβών. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις περιπτώσεις που η καταγραφή γίνεται με το χέρι και όχι αυτοματοποιημένα.

Χρήσιμη στη μελέτη του επιχειρείν είναι η μελέτη των διαδικασιών – αν και όταν υπάρχουν. Ιδιαίτερα μας ενδιαφέρουν πιστοποιημένες διαδικασίες.

Γενικά οι διαδικασίες αφορούν την καταγραφή μιας λειτουργίας σε όλα τα στάδια της π.χ. η πώληση ενός μηχανήματος περιλαμβάνει: μια πρώτη επαφή με τον αγοραστή για παροχή πληροφοριών και κάποιας αρχικής τιμής, την παραγγελία του μηχανήματος, τα απαραίτητα δελτία εξόφλησης, αποστολής, κτλ.. Επομένως, οι διαδικασίες μας παρέχουν μια πλήρη περιγραφή των δεδομένων και της κίνησης τους μέσα στην επιχείρηση. Επιπλέον δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι η διαχείριση των διαδικασιών μπορεί από μόνη της να αποτελέσει μια από τις κύριες υπηρεσίες του δικτύου καθώς και όλα τα παραπάνω στάδια μπορούν να καταγραφούν ηλεκτρονικά.

7.2.5 Μελέτη Περίπτωσης

Ας πάρουμε σαν παράδειγμα το δίκτυο μιας αλυσίδας καταστημάτων. Προς το παρόν τα καταστήματα δουλεύουν με ταμειακές μηχανές. Θέλουν να δικτυωθούν, γιατί πληροφορήθηκαν ότι μέσω δικτύου μπορούν να βελτιώσουν τη λογιστική διαχείριση και τη διαχείριση αποθεμάτων. Επίσης θέλουν να έχουν πρόσβαση στους καταλόγους των προμηθευτών στο Internet για να βρίσκουν τις τιμές και τους κωδικούς των προϊόντων για τις παραγγελίες.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι απαιτούνται οι παρακάτω υπηρεσίες:

- Υπηρεσία εκτύπωσης αποδείξεων (αγοράς, τιμολογίων, δελτίου αλλαγής,...)
- Υπηρεσία διαχείρισης αποθεμάτων
- Υπηρεσία διαχείρισης συναλλαγών
- Υπηρεσία διαδικτύου για την επικοινωνία με τα κεντρικά και για την εύρεση τιμών και ανταλλακτικών από τους καταλόγους των κατασκευαστών.

7.3 Ανάλυση υπάρχουσας υποδομής. Καταγραφή τοπολογίας εγκαταστάσεων και υπάρχοντος εξοπλισμού

7.3.1. Πώς το υπάρχον δίκτυο οριοθετεί και περιορίζει το σχεδιασμό;

Έχουμε ήδη καταγράψει τα προβλήματα της υπάρχουσας υποδομής : ‘μου παίρνει 5 λεπτά για να καταχωρήσω μια παραγγελία’ και τις επιχειρηματικές ανάγκες: ‘θέλω να μειώσω το χρόνο καταχώρησης ώστε να κερδίσω σε απόδοση και ικανοποίηση πελατών». Που όμως οφείλεται το πρόβλημα; Τι προκαλεί τη καθυστέρηση; Για να απαντήσουμε στο παραπάνω ερωτήματα πρέπει να αναλυθεί η υποδομή του δικτύου.

Η ανάλυση της υπάρχουσας υποδομής αναφέρεται στην ποσοτική καταγραφή και την ποιοτική αξιολόγηση της υπάρχουσας υποδομής. Στόχος είναι η αποτελεσματική χρησιμοποίηση των υπαρχόντων στο σχεδιασμό του νέου δικτύου.

Κανονικά κάθε επιχείρηση έχει καταγραμμένους με λεπτομέρεια τους πόρους της (μηχανήματα, καλωδίωση, κτλ.). Δυστυχώς αυτή η καταγραφή σπάνια υπάρχει ολοκληρωμένη και ενημερωμένη. Συνήθως είναι ελλιπής και συχνά ανύπαρκτη. Στη χειρότερη περίπτωση – και αυτό συχνά ισχύει και για μεγάλα δίκτυα επιχειρήσεων – η καταγραφή των πόρων της επιχείρησης βρίσκεται μόνο στην κατοχή της εταιρείας που είναι υπεύθυνη για τη συντήρηση του δικτύου. Είναι προφανής η εξάρτηση που δημιουργείται.

Τι καταγράφουμε:

- Τη φυσική τοπολογία των εγκαταστάσεων .
- Την υλική υποδομή και τη γεωμετρική τοποθέτηση της υλικής υποδομής μέσα στην επιχείρηση.
- Τις διασυνδέσεις WAN και τον τύπο τους
- Τις εφαρμογές
- Τα πρωτόκολλα

- Τα στατιστικά στοιχεία σχετικά με τη χρήση του δικτύου

7.3.2 Καταγραφή φυσικής τοπολογίας

Πρώτα από όλα καταγράφουμε τη φυσική τοπολογία των εγκαταστάσεων (δωμάτια, γραφεία, κτήρια, πόλεις, χώρες)

Το πρώτο πράγμα που χρειάζεται να γνωρίζουμε στο σχεδιασμό είναι η ακριβής τοποθεσία των κόμβων του δικτύου.

Δημιουργούμε πίνακες με τους κόμβους του δικτύου, την ακριβή γεωγραφική τους θέση, την εισερχόμενη και εξερχόμενη κίνηση. Οι κόμβοι είναι είτε ένας απομονωμένος υπολογιστής, είτε ένα τοπικό δίκτυο που αποτελείται από πολλούς υπολογιστές. Ξεκινάμε από τον πίνακα που καταγράφει τους κόμβους του MAN/WAN δικτύου. Για κάθε κόμβο αυτού του δικτύου –όταν αυτός ο κόμβος είναι ένα τοπικό δίκτυο – χρησιμοποιούμε έναν δεύτερο πίνακα για να περιγράψουμε τους κόμβους του τοπικού δικτύου.

Πίνακας: Παράδειγμα πίνακα κόμβων δικτύου

Όνομα	Τύπος	Αριθμός Αναγνώρισης	Ακριβής Τοποθεσία	Εισερχόμενη Κίνηση	Εξερχόμενη κίνηση
N1	LAN καταστήματος	AZxy	Ακαδημίας 32	10 Kbps	64 Kbps
Κόμβος Κηφισίας	Κόμβος δικτύου πρόσβασης	AZxy
N3	Κόμβος δικτύου κορμού	AZxy	Πλατεία Συντάγματος	2 Mbps	2Mbps
N4	LAN καταστήματος	AZxy;

Γιατί χρειαζόμαστε πίνακες;

Σκεφτείτε ένα δίκτυο με 100 κόμβους και 1000 μηχανήματα.

Σε αυτήν την περίπτωση όχι μόνο επιβάλλεται να χρησιμοποιούμε πίνακες αλλά πρέπει να καταφύγουμε στη χρήση κάποιου από τα διαθέσιμα στην αγορά προγράμματα διαχείρισης δικτύων

Όταν πρόκειται για το σχεδιασμό τοπικών δικτύων, η ύπαρξη αρχιτεκτονικών σχεδίων κάτοψης παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες. Ωστόσο, ένας έλεγχος είναι πάντα απαραίτητος για να διαπιστωθεί αν τα σχέδια είναι ενημερωμένα (παραλήψεις συνενώσεων γραφείων, κτλ).

Σε ότι αφορά την κίνηση καταγράφουμε τα στοιχεία που γνωρίζουμε. Συνήθως τα στοιχεία που έχουμε σχετικά με την κίνηση είναι ελλιπή, αν όχι ανύπαρκτα, και θα χρειαστεί να τα συλλέξουμε μόνοι μας. Αν ο στόχος μας είναι ένα νέο δίκτυο, ο υπολογισμός της εισερχόμενης και εξερχόμενης κίνησης θα γίνει κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού. Αν ο στόχος μας είναι η επέκταση ενός υπάρχοντος δικτύου πρέπει να γνωρίζουμε τι συμβαίνει στο υπάρχον δίκτυο πριν σχεδιάσουμε την επέκτασή του.

Ένας άλλος βασικός πίνακας είναι ο πίνακας κίνησης. Ο πίνακας κίνησης είναι ένα από τα ζητούμενα στον σχεδιασμό ενός καινούργιου δικτύου ή μιας επέκτασης. Σε ένα υπάρχον δίκτυο πρέπει να γνωρίζουμε κατά τη διάρκεια της καταγραφής:

Ποιος μιλάει και πόσο;

Αυτά τα στοιχεία μας τα δίνει ο πίνακας κίνησης.

Όπως κάναμε και με τον πίνακα των κόμβων, έτσι και στον πίνακα κίνησης κατασκευάζουμε δύο πίνακες:

- Τον πίνακα κίνησης μεταξύ των κόμβων WAN/MAN
- Τον πίνακα κίνησης του τοπικού δικτύου για κάθε κόμβο WAN/MAN – όταν αυτός ο κόμβος είναι ένα τοπικό δίκτυο.

Πίνακας: Παράδειγμα πίνακα κίνησης

Κόμβος Αποστολής	Κόμβος Προορισμού	Ρυθμός Μετάδοσης
A1	B1	47Kbps
A2	B2	1,64 Mbps

7.3.3 Καταγραφή υλικής υποδομής

Καταγράφουμε:

- Τη μάρκα και το μοντέλο των μηχανημάτων
- Τα ονόματα και τις διευθύνσεις των μηχανημάτων. Είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζουμε τα ονόματα και τις διευθύνσεις των διακομιστών και των μηχανημάτων διασύνδεσης. Η επίβλεψη και η επιδιόρθωση προβλημάτων γίνεται πιο εύκολα σε ένα δίκτυο του οποίου έχουμε την πλήρη περιγραφή.
- Για τους υπολογιστές και τους διακομιστές: την ταχύτητα επεξεργαστή, το μέγεθος RAM & σκληρού δίσκου, τις περιφερειακές συσκευές, τη μάρκα, το μοντέλο και το μέγεθος οθόνης, την κάρτα οθόνης, τις ελεύθερες θέσεις για νέες κάρτες,...
- Για τα μηχανήματα διασύνδεσης: την ταχύτητα των γραμμών, τα πρωτόκολλα που υποστηρίζονται, τις ελεύθερες θέσεις για νέες κάρτες...Για την επέκταση ενός δικτύου που απαιτεί ενημέρωση και αλλαγή στους πίνακες διευθύνσεων των μηχανημάτων και είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τους κωδικούς πρόσβασης στα μηχανήματα.

Οι ελεύθερες θέσεις (slots) στα μηχανήματα είναι πολύ σημαντική παράμετρος για τις μελλοντικές εξελίξεις του συστήματος, τόσο από άποψη κόστους όσο και από άποψη χώρου (για τα μεγάλα μηχανήματα διασύνδεσης). Αν δεν υπάρχουν ελεύθερες θέσεις απαιτείται καινούργιο μηχάνημα

Επίσης για τα μηχανήματα διασύνδεσης είναι χρήσιμα τα στοιχεία σχετικά με το ρυθμό επεξεργασίας των πακέτων (αριθμός πακέτων ανά δευτερόλεπτο για τους μεταγωγείς δεδομένων και αριθμός συνδέσεων ανά δευτερόλεπτο για τους μεταγωγείς φωνής) και τη δυνατότητα εξυπηρέτησης σε αριθμό ζεύξεων (μέγιστος αριθμός ζεύξεων, αριθμός ζεύξεων σε μια δεδομένη στιγμή)

- Τις καλωδιώσεις (τύπος καλωδίου και μήκος)
- Τις διαθέσιμες πρίζες (τηλεφώνου, δεδομένων και παροχής ρεύματος καθώς και τη θέση τους).
- Τη γεωγραφική τοποθέτηση της υλικής υποδομής μέσα στην επιχείρηση.

7.3.4 Καταγραφή εφαρμογών

Καταγράφουμε τις εφαρμογές και τα αντίστοιχα λογισμικά που χρησιμοποιούνται στην επιχείρηση (όνομα προγράμματος, αριθμός έκδοσης προγράμματος, πληροφορίες σχετικές με τις άδειες χρήσης και την ύπαρξη των προτύπων δισκετών ή CD).

Εκπλήξεις μπορεί να έχουμε με απαρχαιωμένα προγράμματα (π.χ. Cobol) που είναι σε χρήση και των οποίων ο σημαντικός αριθμός δεδομένων κάνει δύσκολη την αντικατάστασή τους. Συνήθως πολλά από τα προγράμματα αυτά δεν λειτουργούν σε δίκτυο.

7.3.5 Καταγραφή πρωτοκόλλων

Καταγράφουμε τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιεί η επιχείρηση για τις επικοινωνίες της. Αυτές οι πληροφορίες μαζί με τις πληροφορίες για τις ζεύξεις WAN, θα επιτρέψουν τη σωστή ανάλυση του δικτύου (εντοπισμό προβλημάτων κίνησης, κακή διαστασιοποίηση γραμμών,..)

7.3.6 Καταγραφή στατιστικών στοιχείων χρήσης

Αναζητούμε στατιστικά στοιχεία σχετικά με:

- Τη χρήση του δικτύου (ώρες χρήσης)
- Τον κορεσμό του δικτύου
- Τους χρήστες με τη μεγαλύτερη αποστολή και παραλαβή κίνησης
- Τους τύπους λαθών και βλαβών
- Την κίνηση ανά εφαρμογή
- Ανάλυση του broadcast
- Τον χρόνο απόκρισης του δικτύου

7.3.7 Διαγράμματα Δικτύου

Απαραίτητα είναι τα φυσικά και λογικά σχεδιαγράμματα που διευκολύνουν την κατανόηση των διασυνδέσεων των μηχανημάτων στους διάφορους γεωγραφικούς χώρους. Είναι επιθυμητό τα διαγράμματα αυτά να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο λεπτομερή.

Με αυτόν τον τρόπο εντοπίζονται τα κρίσιμα μηχανήματα δρομολόγησης τρίτου επιπέδου OSI όπως δρομολογητές, μεταγωγείς και firewalls, που καθορίζουν τη συμπεριφορά του δικτύου. Όποια αλλαγή ή αναβάθμιση σε ένα υπάρχον δίκτυο, απαιτεί ενημέρωση των διευθύνσεων αυτών των μηχανημάτων.

7.4 Καταγραφή της οργανωτικής δομής της επιχείρησης. Ποιος κάνει τι μέσα στην επιχείρηση;

Η οργανωτική δομή της επιχείρησης θα μας δώσει πληροφορίες σχετικά με το ποιες αρμοδιότητες έχει ο καθένας στο δίκτυο (ποιος κάνει τι) και την αντίστοιχη γεωγραφική κατανομή των ανθρώπων στους χώρους της επιχείρησης (που βρίσκεται ο διευθυντής; Που βρίσκεται το λογιστήριο, κτλ).

Συχνά η οργάνωση μιας επιχείρησης αντικατοπτρίζεται στην ιεράρχηση της διαχείρισης του δικτύου και των υπηρεσιών του. Για παράδειγμα, ένα σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, δημιουργούνται διάφορες λίστες αντίστοιχες με την οργανωτική δομή της επιχείρησης. Ο υπεύθυνος κάθε ομάδας όταν το κρίνει αναγκαίο, μπορεί να κοινοποιήσει στην ομάδα του κάποια μηνύματα που είχαν αποσταλεί μόνο στη λίστα των υπευθύνων.

Συχνά επίσης, ένας πολύ δημοφιλής τρόπος σχεδιασμού των ιδεατών τοπικών δικτύων (VLANs) είναι βασισμένος στα τμήματα της επιχείρησης: ένα VLAN για κάθε τμήμα. Είναι λοιπόν απαραίτητο να γίνει κατανοητή η δομή της επιχείρησης και η οργάνωση της σε τμήματα, επιχειρηματικές δραστηριότητες, συνεταιίρους και απομακρυσμένα γραφεία. Πολλές φορές, σε εταιρίες με θυγατρικές, το δίκτυο χρησιμοποιείται από όλους δημιουργώντας πρόβλημα ασφάλειας, λειτουργικότητας, κτλ.

- ❖ Η οργανωτική δομή θα μας δώσει πληροφορίες σχετικά με:
 - Τον αριθμό των υπαλλήλων, τις αρμοδιότητες και τους ρόλους τους. Για τους υπαλλήλους χρειάζονται στοιχεία για τον τρόπο δουλειάς των διαφόρων τμημάτων της επιχείρησης. Διαφέρει η λειτουργία του λογιστηρίου από την αντίστοιχη του τμήματος εξυπηρέτησης πελατών. Διαφορετικά είναι τα δεδομένα που χρησιμοποιούν και διαφορετική είναι η κίνηση που δημιουργούν στο δίκτυο.
 - Τη ροή των πληροφοριών. Για παράδειγμα σε ένα σχεδιαστικό γραφείο όλοι οι υπολογιστές επικοινωνούν με τον διακομιστή της εφαρμογής σχεδίασης και σπάνια μεταξύ τους. Αντίστοιχα σε μια τράπεζα, όλα τα υποκαταστήματα επικοινωνούν μεταξύ τους. Τα στοιχεία ροής πληροφοριών σε συνδυασμό με τα στοιχεία για τους υπαλλήλους θα βοηθήσουν να βρούμε που πρέπει να μπουν οι διακομιστές και αντίστοιχα να διαστασιοποιήσουμε τις γραμμές.
 - Την πολιτική ασφάλειας που εφαρμόζεται στην επιχείρηση. Μικρές επιχειρήσεις με ομότιμα δίκτυα εφαρμόζουν κατανομημένη πολιτική ασφαλείας (ο καθένας είναι υπεύθυνος για τα δεδομένα του). Μεγάλες επιχειρήσεις εφαρμόζουν συγκεντρωτικό έλεγχο ασφαλείας. Επίσης άλλες ανάγκες ασφαλείας – τόσο φυσικής όσο και λογισμικής – έχει το λογιστήριο και οι εφαρμογές του και οι εφαρμογές του και άλλες το τμήμα μάρκετινγκ.

Ποιοι χρήστες;

Σε πολλές επιχειρήσεις επικρατεί προβληματισμός σχετικά με το ποιοι χρήστες πρέπει να έχουν πρόσβαση στο δίκτυο και ειδικότερα ποιοι χρήστες πρέπει να έχουν πρόσβαση στο Ίντερνετ.

Ο γενικός κανόνας προτείνει πρόσβαση στο δίκτυο για κάθε εργαζόμενο για τον οποίο κρίνεται αναγκαία η χρήση τηλεφώνου. Επιπλέον, όσο αυξάνονται οι χρήστες τόσο το μέσο κόστος του δικτύου ανά χρήστη πέφτει

7.5 Πάγιες λειτουργικές ανάγκες δικτύου. Πως θα ελέγξουμε τη λειτουργία του δικτύου μετά την κατασκευή του;

Μέχρι στιγμής έχουμε καταγράψει το επιχειρείν, την οργανωτική δομή της επιχείρησης καθώς και την υλική υποδομή της. Επομένως έχουμε εντοπίσει τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του δικτύου της επιχείρησης.

Αυτά τα στοιχεία αρκούν για να προχωρήσουμε στο σχεδιασμό;

Η απάντηση είναι αρνητική και αυτό γιατί το δίκτυο που θα σχεδιάσουμε δεν είναι κάτι στατικό. Πρόκειται για ένα σύστημα που έχει ένα κύκλο ζωής, στη διάρκεια του οποίου εξελίσσεται, αλλάζει, επεκτείνεται και μαζί με αυτό αλλάζουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του. Είναι λοιπόν ένα μεταβαλλόμενο σύστημα με ανάγκες διαχείρισης και συντήρησης.

Για να μπορέσουν να ληφθούν υπόψη τα παραπάνω, πρέπει να μελετηθεί επιπλέον το δίκτυο ως προς τις πάγιες ανάγκες:

- Εξέλιξης ή επεκτασιμότητας
- Διαχείρισης
- Συντήρησης
- Λειτουργικού κόστους

Συχνά οι μελέτες περιορίζονται μόνο στην υλοποίηση των λειτουργιών του συστήματος υπακούοντας σε μία λανθασμένη βραχυπρόθεσμη λογική των πελατών. Οι πελάτες συχνά θέλουν κάτι συγκεκριμένο και με λίγα έξοδα. Τόσο η δυνατότητα εξέλιξης όσο η διαχείριση και η πρόβλεψη του λειτουργικού κόστους κοστίζουν και συχνά η χρησιμότητα τους δεν είναι κατανοητή από τους πελάτες. Αυτό που θα δώσει επιπλέον αξία σε μια μελέτη σχεδιασμού – και θα την κάνει να ξεχωρίσει – είναι η μελέτη αυτών των στόχων.

Αν οι απαιτήσεις διαχείρισης και εξέλιξης του συστήματος δεν προβλεφθούν στον αρχικό σχεδιασμό και προκύψουν σαν ανάγκη αργότερα, η υλοποίηση τους μπορεί να απαιτήσει μέχρι και αλλαγή ολόκληρου του δικτύου.

Επειδή όμως είπαμε, η υλοποίηση των παραπάνω αναγκών κοστίζει – και μερικές φορές αρκετά – πάντα γίνονται συμβιβασμοί ώστε να επιτευχθεί η σωστή αναλογία αποτελεσματικότητας και κόστους.

7.5.1 Ανάγκες εξέλιξης ή επεκτασιμότητας

Είναι πολύ βασικό ένα δίκτυο να μπορεί να εξελιχθεί και να επεκταθεί χωρίς θεμελιώδεις – και ακριβές – αλλαγές στον αρχικό σχεδιασμό του και χωρίς επιπτώσεις στην λειτουργία του. Με τον όρο εξέλιξη εννοούμε: την αναβάθμιση της ταχύτητας του δικτύου (π.χ. από 10Mbps σε 100Mbps), την προσθήκη νέων σταθμών εργασίας, την αύξηση της κίνησης στις ζεύξεις...

Για αναπτυσσόμενες επιχειρήσεις – με συνεχή προσθήκη νέων χρηστών, νέων παραρτημάτων, νέων εφαρμογών – η εξέλιξη είναι βασική. Είναι σημαντικό λοιπόν για ένα δίκτυο να κάνουμε μια εκτίμηση της εξέλιξης του για τα επόμενα 2 με 5 χρόνια, θέτοντας τα παρακάτω ερωτήματα:

- Πόσοι νέοι χρήστες θα προκύψουν σε 12 μήνες; Πόσοι τους επόμενους 24 μήνες; Ποια η ανάγκη των νέων χρηστών σε ρυθμό μετάδοσης και χωρητικότητα στους διακομιστές
 - ✓ Πόσοι νέοι διακομιστές θα προστεθούν σε 12 μήνες; Πόσοι τους επόμενους 24 μήνες;
 - ✓ Πόσες νέες εφαρμογές θα προστεθούν; Ποια η ανάγκη των νέων εφαρμογών σε ρυθμό μετάδοσης;
 - ✓ Πόσοι νέοι χώροι θα προστεθούν στο δίκτυο σε 12 και 36 μήνες
 - ✓ Πόσες εξωτερικές συνδέσεις θα ενταχθούν στο δίκτυο τους επόμενους μήνες;

Η εξέλιξη και-επέκταση των συστημάτων είναι ζωτική για τις επιχειρήσεις και θέλει ιδιαίτερη προσοχή. Πρέπει πρώτα να βεβαιωθούμε για την δυνατότητα επέκτασης και ύστερα για το κόστος της.

Αν η αναβάθμιση της ταχύτητας του δικτύου είναι πιθανή συνιστάται η χρήση καρτών δικτύου 10/100 Mbps. Αν προβλέπεται η επέκταση του δικτύου τους επόμενους μήνες τόσο σε μηχανήματα όσο και σε χώρους είναι καλό να προβλεφθούν αρκετές ελεύθερες συνδέσεις στα μηχανήματα διασύνδεσης.

Σημαντική είναι η δυνατότητα επέκτασης του συστήματος με χρήση μηχανημάτων και λογισμικών από διαφορετικούς κατασκευαστές, ώστε να αποφευχθεί ο εγκλωβισμός των πελατών σε ένα κατασκευαστή. Γενικά όμως τα ετερογενή συστήματα (συστήματα με μηχανήματα πολλών κατασκευαστών) είναι δύσκολα στη διαχείριση τους ειδικά για δίκτυα με πολύπλοκες εφαρμογές όπως φωνή και video. Παρόλα αυτά, έχουμε πολύπλοκα δίκτυα ειδικών εφαρμογών όπως τα τραπεζικά δίκτυα ATM όπου η χρήση μηχανημάτων διαφορετικών κατασκευαστών είναι εφικτή.

Για δίκτυα απλών υπηρεσιών η ετερογένεια είναι εφικτή και συνιστάται.

7.5.2 Ανάγκες διαχείρισης

Είναι απαραίτητο ένα δίκτυο να παρέχει δυνατότητες παρακολούθησης και διαχείρισης των πόρων του. Η διαχείριση αφορά τις παρακάτω λειτουργίες:

- Διαχείρισης Ασφάλειας
- Διαχείρισης Αποδόσεων
- Διαχείρισης Συναγερμών για βλάβες του συστήματος
- Διαχείρισης Κοστολόγησης της χρήσης του συστήματος

Η διαχείριση των παραπάνω γίνεται με ειδικές εφαρμογές, η αγορά των οποίων πρέπει να γίνει με την αγορά του συστήματος.

Η διαχείριση του συστήματος είναι απαραίτητη για συστήματα που ξεπερνούν τους δέκα υπολογιστές. Είναι ο μόνος τρόπος για να έχουμε συνεχή ποιοτική αξιολόγηση των χαρακτηριστικών του συστήματος μας (ταχύτητα, διαθέσιμη χωρητικότητα,...)

7.5.3 Ανάγκες συντήρησης

Κάθε δίκτυο ακόμη και το πιο απλό απαιτεί συντήρηση με την έννοια της αναβάθμισης των λογισμικών, της ετήσιας συντήρησης των μηχανημάτων και της διόρθωσης βλαβών.

Στην περίπτωση της συντήρησης είναι σημαντικό να γνωρίζουμε τις δυνατότητες συντήρησης του εξοπλισμού μας:

- Είναι εύκολη η συντήρηση των μηχανημάτων;
- Είναι εύκολη η εύρεση ανταλλακτικών;
- Ποια η καθυστέρηση εύρεσης των ανταλλακτικών;

Ένας από τους λόγους που επιλέγουμε μηχανήματα και λογισμικό γνωστών εταιριών είναι και η εύκολη συντήρησή τους. Για παράδειγμα, εύκολα βρίσκουμε τεχνικούς που να γνωρίζουν τα μηχανήματα της Cisco και εύκολα θα βρούμε ανταλλακτικά για αυτά τα μηχανήματα.

Σημαντικός παράγοντας στην επιλογή των μηχανημάτων είναι η διασφάλιση της υποστήριξης των μηχανημάτων για εύλογο χρονικό διάστημα. Όλοι οι κατασκευαστές σταματούν να υποστηρίζουν τα μηχανήματα τους μετά την πάροδο κάποιων χρόνων από την κατασκευή τους. Αυτό σημαίνει ότι δεν παράγονται πλέον ανταλλακτικά και δεν παρέχεται τεχνική υποστήριξη για προβλήματα λογισμικού. Αποτέλεσμα είναι η ανάγκη αλλαγής των μηχανημάτων. Επομένως διαλέγουμε μια τεχνολογία μόνο όταν έχουμε τη διασφάλιση της κατασκευάστριας εταιρείας ότι θα συνεχίσει την υποστήριξη των μηχανημάτων για ικανό χρονικό διάστημα (τουλάχιστον 5 χρόνια)

Συνήθως τα 5 χρόνια θεωρούνται ένας εύλογος χρόνος απόσβεσης του κόστους των μηχανημάτων για μια επιχείρηση.

7.5.4 Ανάγκες λειτουργικού κόστους

Το δίκτυο πρέπει να υλοποιείται με λογικό κόστος που ανταποκρίνεται στην λειτουργικότητα και στην εξέλιξη του. Όπως θα δούμε στη συνέχεια, για ένα τοπικό δίκτυο το κόστος υλοποίησης είναι γύρω στα 100 ευρώ ανά θέση εργασίας.

Επίσης το δίκτυο πρέπει να σχεδιάζεται ώστε να λειτουργεί με λογικά λειτουργικά έξοδα. Μετά από το αρχικό κόστος επένδυσης για την κατασκευή του συστήματος υπάρχουν ετήσια λειτουργικά έξοδα συντήρησης καθώς και έξοδα διαχείρισης που αναλύονται στις ανθρωποώρες των εργαζομένων που μεριμνούν για την σωστή καθημερινή λειτουργία του συστήματος (διαχειριστές)

Η υπηρεσία συντήρησης είναι πολύ σημαντική πηγή εσόδων για την εταιρεία που την παρέχει. Το κόστος της συντήρησης είναι πολύ σημαντικό. Πρέπει να αποτελεί κριτήριο για την επιλογή ενός δικτύου. Δεν πρέπει δηλαδή να παγιδευτούμε σε ένα φθηνό στην εγκατάσταση δίκτυο με υψηλό κόστος συντήρησης.

Για πολύ μεγάλα τηλεπικοινωνιακά συστήματα υπάρχουν και άλλοι παράγοντες κόστους όπως οι ανάγκες του συστήματος σε ηλεκτρική ενέργεια, σε κλιματισμό, σε εμβασμό για την τοποθέτηση του κτλ. Μια από τις μεγαλύτερες δυσκολίες για τους εναλλακτικούς παρόχους είναι η ενουκίαση του χώρου για την τοποθέτηση των μηχανημάτων τους (κεραιοών, ή άλλων μηχανημάτων) μέσα στον πολυοδομικό ιστό των πόλεων. Αν σκεφτόμαστε να επιλέξουμε για το δίκτυο μας κάποιες ασύρματες ζεύξεις πρέπει να δούμε εκτός από το κόστος του εξοπλισμού και το κόστος εγκατάστασης. Μπορεί δηλαδή η κεραία να είναι φθηνή αλλά το κόστος εγκατάστασης της μέσα στην πόλη τεράστια. Σε αυτήν την περίπτωση πρέπει να επιλέξουμε άλλη τεχνολογία.

Η εξέλιξη και επέκταση των συστημάτων είναι επίσης τομείς από τους οποίους οι προμηθευτές του δικτύου αναμένουν σημαντικά κέρδη. Αν το δίκτυο έχει ήδη εγκατασταθεί και προκύψει ανάγκη επέκτασης του, ο πελάτης θα επωμιστεί το οποίο (ίσως υπερβολικό) κόστος, μη έχοντας άλλη επιλογή. Είναι συχνό το φαινόμενο εταιριών που πλήρωσαν φθηνά την εγκατάσταση του δικτύου και πολύ ακριβά τις επεκτάσεις και αναβαθμίσεις του.

Κρίσιμο λοιπόν είναι το ερώτημα: πόσο κοστίζει η επέκταση του δικτύου;

Η επέκταση μπορεί να εκφραστεί με πολλούς τρόπους:

- Κόστος νέου χρήστη/ πελάτη
- Κόστος νέας σύνδεσης
- Κόστος νέων μηχανημάτων
- Κόστος ανά bps.

Γενικά ισχύει η αρχή ότι η τιμή των μηχανημάτων μειώνεται με την πάροδο του χρόνου και καθώς νέα μοντέλα εμφανίζονται στην αγορά. Στα συμβόλαια επεκτάσεων αυτό δεν ισχύει ποτέ! Για αυτόν το λόγο είναι σημαντικό να υπάρχει συμφωνία που να καθορίζει το κόστος των επεκτάσεων του δικτύου για όσο πιο μεγάλη χρονική διάρκεια γίνεται. Το κόστος αυτό είναι βασικό να μένει σταθερό και ίσο με την τιμή αγοράς.

Αν το δίκτυο μας υποστηρίζει μόνο τα μηχανήματα ενός συγκεκριμένου κατασκευαστή, οι διαπραγματευτικές μας δυνατότητες σε περίπτωση επεκτάσεων είναι πολύ περιορισμένες. Για αυτό και επιδιώκουμε να έχουμε μηχανήματα πολλών κατασκευαστών. Όταν η τεχνολογία δεν το επιτρέπει είναι προτιμότερο να επιλέξουμε ένα ομογενές σύστημα και να διαπραγματευτούμε καλά την εξέλιξη του.

Επίσης το κόστος είναι καλό να εκφράζεται σε ένα νόμισμα – κατά προτίμηση σε ευρώ – ώστε να μην παρατηρούνται διακυμάνσεις. Πολλοί κατασκευαστές δίνουν το κόστος σε δολάρια, καθώς κατά τα προηγούμενα έτη η άνοδος της τιμής του δολαρίου τους απέφερε σημαντικά κέρδη.

7.6 Αποτέλεσμα ανάλυσης

Όπως είπαμε, οι υπηρεσίες που επιθυμεί ο χρήστης είναι αδιαπραγμάτευτες και πρέπει να υλοποιούνται. Βάσει της παραπάνω ανάλυσης εντοπίσαμε τις υπηρεσίες που πρέπει να υποστηρίξει το δίκτυο. Ο τρόπος που θα υλοποιηθούν εξαρτάται από την ανάλυση που κάναμε σε σχέση με τις ανάγκες σε εξέλιξη, διαχείριση, συντήρηση, κόστος καθώς και την καταγραφή της υπάρχουσας υποδομής, της οργάνωσης και του επιχειρείν

Με απλά λόγια, ο τρόπος υλοποίησης κάθε υπηρεσίας εξαρτάται από το επιχειρησιακό περιβάλλον στο οποίο αυτή η υπηρεσία εντάσσεται. Η ανάλυση έχει σαν στόχο να προσδιορίσει επακριβώς τις ειδικές απαιτήσεις υλοποίησης κάθε επιχειρησιακού περιβάλλοντος.

Κεφάλαιο 8

Σχεδιασμός δικτύου δεδομένων επιχείρησης

8.1 Εισαγωγή

Η φάση του σχεδιασμού, με αφετηρία τα αποτελέσματα ανάλυσης, ασχολείται εκ νέου με τις υπηρεσίες. Στόχος της φάσης αυτής είναι να περιγράψει με ακρίβεια τις υπηρεσίες και να καθορίσει την υποδομή που θα τις υποστηρίξει. Στις παραγράφους που ακολουθούν θα παρουσιαστεί το καθένα από τα βήματα σχεδιασμού

8.2 Λεπτομερής σχεδιασμός νέων υπηρεσιών

Για τον ακριβή σχεδιασμό των νέων υπηρεσιών ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα

1. Κατηγοριοποιούμε τις παλιές και τις νέες υπηρεσίες
2. Επιλέγουμε ομότιμο δίκτυο ή δίκτυο με διακομιστές
3. Καθορίζουμε τα σενάρια χρήσης των νέων υπηρεσιών
4. Καθορίζουμε τη συμπεριφορά των νέων υπηρεσιών
5. Καθορίζουμε τα ποιοτικά χαρακτηριστικά κάθε νέας υπηρεσίας

8.2.1 Κατηγοριοποίηση υπηρεσιών

Όπως είδαμε στα παραδείγματα της ανάλυσης, κάθε δίκτυο απλό ή πολύπλοκο υποστηρίζει μια σειρά από υπηρεσίες. Αυτές οι υπηρεσίες ανήκουν στις παρακάτω κατηγορίες:

- Διαλογικές υπηρεσίες (τύπου client/server και host/terminal) που περιγράφονται από την ακολουθία <ερώτηση, επεξεργασία, απάντηση>. Πρόκειται για εφαρμογές βάσεων δεδομένων, κτλ.
- Υπηρεσίες μεταφοράς αρχείων (π.χ. για εκτύπωση ή Back-up)
- Υπηρεσίες IP (internet, e-mail, VoIP).
- Υπηρεσίες φωνής
- Υπηρεσίες εικόνας (video, video on demand, videoconference,..)

- Υπηρεσίες διαχείρισης δικτύου. Πρέπει να ληφθούν υπόψη γιατί μπορεί να προκαλέσουν μεγάλη κίνηση στο δίκτυο (πάνω από 10% της συνολικής).

Επίσης δεν πρέπει να ξεχνάμε τις υπηρεσίες πρωτοκόλλων που αφορούν την κίνηση πρωτοκόλλων, το λεγόμενο overhead.

Όπως είδαμε στα προηγούμενα κεφάλαια, τα πρωτόκολλα προσθέτουν στα δεδομένα κεφαλίδες (που περιέχουν διευθύνσεις αποστολέα και παραλήπτη, δεδομένα για την διόρθωση λαθών, κτλ). Επιπλέον, πολλά πρωτόκολλα στέλνουν πακέτα για τη δημιουργία συνδέσεων πριν την έναρξη της αποστολής των δεδομένων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η κίνηση που παρατηρείται στο δίκτυο να μην είναι μόνο κίνηση δεδομένων. Αυτό που ενδιαφέρει είναι το ποσοστό της καθαρής κίνησης δεδομένων σε ένα δίκτυο: δηλαδή η αποδοτικότητα του πρωτοκόλλου. Αυτό το ποσοστό είναι γνωστό για κάθε πρωτόκολλο.

8.2.2. Κρίσιμες επιλογές για τις υπηρεσίες του δικτύου

Μια βασική επιλογή αφορά τη χρήση ή όχι διακομιστών στο δίκτυο μας.

Γενικά αναφερόμαστε σε ομότιμο δίκτυο όταν αυτό είναι πολύ μικρό και δεν υλοποιεί κάποια επιχειρηματικά σημαντική υπηρεσία. Αν το δίκτυο μας είναι ένα μικρό τοπικό δίκτυο, με μονοψήφιο αριθμό χρηστών, χωρίς κρίσιμα δεδομένα και εφαρμογές και στο οποίο δεν αναμένεται διπλασιασμός των χρηστών στο εγγύς μέλλον, κατευθυνόμαστε προς ένα οικονομικό ομότιμο δίκτυο. Σε κάθε άλλη περίπτωση, διαλέγουμε ένα δίκτυο με διακομιστές. Αν δηλαδή χρειαζόμαστε απλή πρόσβαση σε αρχεία (π.χ. επεξεργασίας κειμένου) χρησιμοποιούμε ομότιμο δίκτυο. Αν έχουμε προβλήματα διαχείρισης (π.χ. εύρεσης) αρχείων τότε χρησιμοποιούμε πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων και άρα διακομιστές αρχείων.

Στην περίπτωση ομότιμου δικτύου προσοχή πρέπει να δοθεί στην τοποθέτηση των εφαρμογών για κοινή πρόσβαση στους υπολογιστές του δικτύου. Π.χ. η τοποθέτηση του εκτυπωτή και της διασύνδεσης στο διαδίκτυο στον ίδιο υπολογιστή, μπορεί να προκαλέσει σημαντικές καθυστερήσεις και στις δύο εφαρμογές σε περίπτωση ταυτόχρονης χρήσης τους.

Όταν το δίκτυο στηρίζει άμεσα τη δημιουργία εσόδων της επιχείρησης τότε πρέπει να μιλάμε για δίκτυο βασισμένο σε διακομιστές (που προσφέρουν καλύτερες αποδόσεις, ασφάλεια, δυνατότητες παραγωγής αντιγράφων ασφαλείας..)ακόμη και στην περίπτωση που το δίκτυο αποτελείται από δύο υπολογιστές.

Για την εγκατάσταση νέων υπηρεσιών δύο στοιχεία είναι πολύ σημαντικά: η ομογένεια και η ασφάλεια.

Όταν γίνεται λόγος για δίκτυο με διακομιστές, αναφερόμαστε κυρίως στους διακομιστές αρχείων και εφαρμογών. Δεν πρέπει να προκαλείται σύγχυση από τη χρήση διακομιστών για εκτύπωση και πρόσβαση στο διαδίκτυο, καθώς αυτοί μπορεί να υπάρχουν και σε ένα ομότιμο δίκτυο

Η συνύπαρξη δύο εφαρμογών που κάνουν το ίδιο πράγμα (από επεξεργαστή κειμένου μέχρι δυο διαφορετικές βάσεις δεδομένων) είναι πολύπλοκη τόσο από άποψη διαχείρισης (αλλαγή εκδόσεων για δύο εφαρμογές, κτλ) όσο και από άποψη κόστους. Η επιλογή και εισαγωγή στο δίκτυο νέων υπηρεσιών πρέπει να είναι πλήρως τεκμηριωμένη. Αν υπάρχουσες υπηρεσίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν πρέπει να εξεταστούν σοβαρά τα πλεονεκτήματα της αντικατάστασης τους. Στο κόστος της νέας υπηρεσίας πρέπει να υπολογιστεί και η περίοδος δοκιμής της. Όλες οι υπηρεσίες πριν την οριστική εγκατάσταση τους δοκιμάζονται σε περιορισμένη κλίμακα. Κατά τη διάρκεια της δοκιμαστικής περιόδου διαπιστώνεται αν πράγματι η υπηρεσία αποδίδει ικανοποιητικά και δεν δημιουργούνται προβλήματα αστάθειας στο δίκτυο (προβλήματα λειτουργίας με τις υπάρχουσες εφαρμογές, αύξηση της κίνησης στο δίκτυο, κτλ)

Επίσης σημαντική είναι η ασφάλεια των νέων υπηρεσιών. Για κάθε νέα υπηρεσία πρέπει να γίνεται μελέτη της επίδρασης της στην ασφάλεια του συστήματος. Αν για παράδειγμα υπάρχει απαγόρευση μεταφοράς αρχείων εμποδίζοντας μέσω firewall την πρόσβαση FTP, οφείλουμε να σκεφτούμε σοβαρά την ασφάλεια του συστήματος πριν επιτραπεί η χρήση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και επομένως η αποστολή αρχείων ως συνημμένα.

Ο παρακάτω πίνακας ανακεφαλαιώνει τις επιλογές σχεδιασμού υπηρεσιών.

Πίνακας 8.1 Κρίσιμες επιλογές σχεδιασμού υπηρεσιών.

Κρίσιμες επιλογές για το σχεδιασμό των υπηρεσιών
1. Ομότιμο τοπικό δίκτυο ή τοπικό δίκτυο με διακομιστές
2.. Συνύπαρξη παρόμοιων υπηρεσιών
3. Επιπτώσεις στην ασφάλεια του δικτύου από την εισαγωγή νέων υπηρεσιών

8.2.3 Καθορισμός σεναρίου χρήσης και συμπεριφοράς της νέας υπηρεσίας

Για κάθε νέα υπηρεσία καθορίζουμε το σενάριο χρήσης και συμπεριφοράς της υπηρεσίας.

Σενάριο χρήσης:

- Αριθμός χρηστών. Το διαδίκτυο, για παράδειγμα, χρησιμοποιείται από το σύνολο των εργαζομένων. Εξειδικευμένες υπηρεσίες (π.χ. λογιστήριο) χρησιμοποιούνται από συγκεκριμένη ομάδα εργαζομένων.
- Αριθμός συνόδων (sessions) ανά χρήστη ανά μέρα. Π.χ. ένας χρήστης διαδικτύου μπορεί να έχει περισσότερα από ένα ανοιχτά παράθυρα ταυτόχρονα.
- Μέση διάρκεια συνόδου

Η συμπεριφορά της υπηρεσίας καθορίζεται από:

- Το μέγεθος των δεδομένων της. Τι μέγεθος έχουν, κατά μέσο όρο, τα δεδομένα που διακινεί η υπηρεσία;
- Την κατηγορία της, που αντιστοιχεί σε μια από τις κατηγορίες υπηρεσιών που είδαμε στην αρχή του κεφαλαίου
- Τη συχνότητα και τη διάρκεια μεταφοράς δεδομένων. Με τι συχνότητα χρησιμοποιείται η υπηρεσία και ποια η μέση διάρκεια μεταφοράς των δεδομένων;

8.2.4 Καθορισμός ποιοτικών χαρακτηριστικών νέων υπηρεσιών

Κανόνας σχεδιασμού 1:

Πρέπει να γίνει κατανοητό τι σημαίνει για τον πελάτη ποιότητα υπηρεσιών.

Για ένα δίκτυο, το επιθυμητό αποτέλεσμα λειτουργικότητας δεν εκφράζεται μόνο από την παροχή των υπηρεσιών αλλά και από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των νέων και παλαιών υπηρεσιών. Τα ποιοτικά αυτά χαρακτηριστικά πρέπει να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις των χρηστών του.

Ενοχλητική για όλους τους χρήστες είναι η συχνή διακοπή της λειτουργίας; Των υπηρεσιών (από τη διακοπή της εκτύπωσης μέχρι την διακοπή πιο πολύπλοκων υπηρεσιών).

Οι χρήστες μιας συγκεκριμένης υπηρεσίας μπορούν να ανεχθούν διακοπή της υπηρεσίας λόγω προβλημάτων δικτύου ή είναι απαραίτητο ένα δίκτυο υψηλής διαθεσιμότητας; Για μια διαλογική υπηρεσία ποιος είναι ο αποδεκτός χρόνος απάντησης για τους χρήστες.

Ο παρακάτω πίνακας ανακεφαλαιώνει τα κριτήρια ποιότητας που παρουσιάστηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Πίνακας 8.2 Κριτήρια ποιότητας υπηρεσιών

Κριτήρια Ποιότητας	Παράμετρος	
Καθυστέρηση	Από άκρη σε άκρη Διαλογικής υπηρεσίας (με επιστροφή) Μεταβολή καθυστέρησης	
Διαθεσιμότητα	MTBF MTTR	
Αξιοπιστία	Bit Error Rate (BER) Cell Loss Rate (CLR) Packet Loss Rate	
Ταχύτητα	Ρυθμός Δεδομένων	Αιχμή Διάρκεια αιχμής Συνεχής ρυθμός Ελάχιστος ρυθμός
	Μέγεθος δεδομένων	Μέγεθος ριπής και διάρκεια
Χωρητικότητα	Αριθμός Χρηστών Αριθμός ταυτόχρονων προσβάσεων	

8.3 Συσχέτιση χρηστών και νέων υπηρεσιών: υπολογισμός του πίνακα κίνησης

Στο κεφάλαιο που αφορά την ανάλυση του δικτύου, ορίστηκε ο πίνακας κίνησης για τις υπάρχουσες υπηρεσίες. Πλέον μένει να γίνει το ίδιο για τις νέες υπηρεσίες. Ήδη, βάσει της ανάλυσης των προηγούμενων παραγράφων, τα χαρακτηριστικά των νέων υπηρεσιών είναι γνωστά. Βάσει αυτών των χαρακτηριστικών θα καθοριστεί ο πίνακας κίνησης.

Ο πίνακας κίνησης ορίζει την κίνηση μεταξύ όλων των αποστολέων και όλων των παραληπτών ενός δικτύου. Καθορίζει τις ανάγκες του δικτύου σε χωρητικότητα και είναι ανεξάρτητος από οποιαδήποτε επιλογή σχεδιασμού.

Βάσει των παραπάνω γνωστών στοιχείων υπολογίζεται:

1. Ποιες υπηρεσίες χρησιμοποιεί ο κάθε χρήστης καθώς και τη συχνότητα χρήσης τους.
2. Επομένως μπορεί να υπολογιστεί η κίνηση η οποία αντιστοιχεί σε κάθε χρήστη από τη χρήση των υπηρεσιών
3. Βάσει αυτών των στοιχείων υπολογίζεται η κίνηση στα τοπικά δίκτυα, στα δίκτυα διανομής και στο δίκτυο κορμού για την πιο φορτωμένη ώρα. Δηλαδή, στην κίνηση των κόμβων που προέρχεται από τις υπάρχουσες υπηρεσίες προστίθεται η κίνηση των νέων υπηρεσιών.

Καθορίζονται τα όρια στη ροή δεδομένων μεταξύ:

- Των τοπικών δικτύων (από πάτωμα σε πάτωμα, από κτήριο σε κτήριο).
- Των δικτύων LAN και WAN

- Των δικτύων πρόσβασης και κορμού

Ο εμπειρικός κανόνας για την κίνηση λέει ότι το 80% της κίνησης περιορίζεται στα όρια του LAN και το 20% μεταφέρεται δια μέσω του WAN.
Ο κανόνας δεν ισχύει όταν το δίκτυο υποστηρίζει εικονικά δίκτυα VLAN

Για τις νέες υπηρεσίες αλλά και την αρμονική συνύπαρξη νέων και παλιών υπηρεσιών, επιβάλλεται η δοκιμή του δικτύου και η παρακολούθηση της συμπεριφοράς του κατά τους πρώτους μήνες λειτουργίας. Με αυτόν τον τρόπο θα επιβεβαιωθεί ο σχεδιασμός και θα γίνουν οι απαραίτητες διορθώσεις όπου αυτές είναι απαραίτητες.

Το λειτουργικό κόστος ενός δικτύου εξαρτάται κατά 90 με 95% από το κόστος των γραμμών που υλοποιούν τις ζεύξεις του δικτύου. Επομένως τα λάθη στην διαστασιοποίηση των γραμμών έχουν υψηλό κόστος.

8.4 Υπολογισμός κίνησης για μικρά δίκτυα

Για μικρά δίκτυα με λίγες ζεύξεις ο υπολογισμός της κίνησης είναι απλός.

Σε ότι αφορά το τοπικό δίκτυο, οι επιλογές ρυθμού μετάδοσης για Ethernet είναι περιορισμένες:

- 10BaseX με μέγιστο ρυθμό μετάδοσης τα 10Mbps.
- 100BaseX με μέγιστο ρυθμό μετάδοσης τα 100Mbps.
- 1000BaseX με μέγιστο ρυθμό μετάδοσης τα 1000Mbps.

Είναι γνωστό ότι οι πραγματικές αποδόσεις στο Ethernet είναι πολύ κατώτερες από τις ονομαστικές τιμές. Επομένως, αθροίζοντας την κίνηση, υπολογίζεται και η μελλοντική αύξηση της (αν δεν γνωρίζουμε, συνίσταται να πάρουμε ένα 25% επιπλέον) και βλέπουμε αν βρισκόμαστε κοντά στα 10, στα 100, στα 1000Mbps.

8.4.1 Υπολογισμός κίνησης για μεγάλα δίκτυα

Σε περιπτώσεις πολύπλοκων δικτύων με πολλές ζεύξεις και με απαιτητικές σε απόδοση υπηρεσίες- όπου υπάρχει ανάγκη ακριβούς διαστασιοποίησης- χρησιμοποιούνται μοντέλα κίνησης για την μοντελοποίηση του συστήματος. Τα δίκτυα αυτά αφορούν υπηρεσίες πραγματικού χρόνου: υπηρεσίες φωνής (VoIP), videoconference, κτλ. Τα μοντέλα κίνησης δίνουν τη σχέση μεταξύ καθυστέρησης και χρήσης του δικτύου και επιτρέπουν να καθοριστεί το μέγιστο επίπεδο χρήσης του δικτύου. Με αυτόν τον τρόπο διαπιστώνεται αν η διακύμανση στην κίνηση υπερβαίνει το ανώτερο όριο χρήσης του δικτύου.

Επίσης χρησιμοποιούνται προγράμματα προσομοίωσης για να δοκιμαστεί η ικανότητα ανταπόκρισης του δικτύου σε διάφορα σενάρια κίνησης.

Κανόνας Σχεδιασμού 2:

Σε ένα δίκτυο μεταγωγής πακέτων, οι ζεύξεις με μεγάλο ποσοστό χρήσης πρέπει να αποφεύγονται εξαιτίας της αύξησης της καθυστέρησης του δικτύου. Γενικώς σε ένα δίκτυο δεδομένων η κίνηση είναι πιο απρόβλεπτη σε ότι αφορά τις αιχμές κίνησης.

Κανόνας Σχεδιασμού 3:

Επιδιώκεται ο σχεδιασμός ενός δικτύου όπου όλες οι ζεύξεις έχουν 50% χρήση. Αυτή η χρήση θεωρείται ένας καλός συμβιβασμός μεταξύ καθυστέρησης και κόστους δικτύου.

8.5 Σχεδιασμός τοπολογίας δικτύων

Μετά την εύρεση του πίνακα κίνησης, προχωράμε στο σχεδιασμό την τοπολογία του δικτύου. Ξεκινάμε την παρουσίαση, τονίζοντας ότι δεν υπάρχουν ακριβή μοντέλα για την εύρεση βέλτιστης τοπολογίας. Το πρόβλημα σχεδιασμού τοπολογίας με πραγματικά δεδομένα (πακέτα μεταβλητού μεγέθους και διαφορετικοί ρυθμοί μετάδοσης) είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο. Δυνατή είναι ωστόσο η εύρεση μερικών λύσεων με εμπειρικές μεθόδους και μεθόδους αποδόμησης του προβλήματος.

Γνωρίζουμε:

- Τη θέση των διαφόρων κόμβων της επιχείρησης
- Μέσω του πίνακα κίνησης, γνωρίζουμε τη κίνηση κατά τη διάρκεια της ώρας αιχμής μεταξύ των κόμβων.

Θέλουμε να καθορίσουμε :

- Την τοπολογία του δικτύου: ποιος κόμβος ενώνεται με ποιόν;
- Τη χωρητικότητα των ζεύξεων
- Την πολιτική δρομολόγησης

Βάσει των κριτηρίων:

- Καθυστέρησης από άκρη σε άκρη
- Ρυθμού μετάδοσης
- Αξιοπιστίας
- Κόστους.

Το κόστος μπορεί να εξαρτάται από:

- Τα τιμολόγια
- Την χωρητικότητα
- Την απόσταση
- Την τεχνολογία
- Τη γεωγραφική θέση (π.χ. απομακρυσμένη πρόσβαση)

Επομένως θα χρησιμοποιηθούν τα μέχρι τώρα αποτελέσματα του σχεδιασμού των υπηρεσιών: πίνακας κίνησης, κριτήρια ποιότητας, κτλ για να καθοριστεί η τοπολογία του δικτύου.

8.5.1 Πόσα επίπεδα για το δίκτυο;

Κανόνας Σχεδιασμού 4:

Αν προτεραιότητά μας είναι ένα εξελισσόμενο σύστημα τότε σχεδιάζουμε ένα σύστημα με ιεράρχηση επιπέδων: επίπεδο κορμού, διανομής και πρόσβασης

Βασιζόμαστε στο μοντέλο δικτύου WAN, τριών επιπέδων που παρουσιάστηκε στα προηγούμενα κεφάλαια:

- Το επίπεδο δικτύου κορμού, με ζεύξεις υψηλών ταχυτήτων και μηχανήματα διασύνδεσης μεγάλων δυνατοτήτων. Η κύρια λειτουργία του είναι η γρήγορη προώθηση της κίνησης από τον ένα κόμβο στον άλλο. Κύρια αρχή του δικτύου κορμού είναι η ανάγκη απλής αρχιτεκτονικής. Ιδανικό θα ήταν η υλοποίηση κάποιων ζεύξεων σε τοπολογία γιρλάντας. Εξαιτίας όμως της ανάγκης υψηλής διαθεσιμότητας καταφεύγουμε σε αρχιτεκτονικές μες πλεόνασμα ζεύξεων. Συνήθης αρχιτεκτονική είναι η αρχιτεκτονική πλέγματος. Δεν πρόκειται για πλήρες πλέγμα, αλλά περισσότερο για δακτύλιο με μία ή δύο επιπλέον ζεύξεις.
- Το επίπεδο διανομής που συγκεντρώνει την κίνηση προς το επίπεδο κορμού και αντίστροφα διανέμει την κίνηση προς το επίπεδο πρόσβασης.
- Το επίπεδο πρόσβασης, που αφορά τα τοπικά δίκτυα και τη σύνδεση τους με τα πάνω επίπεδα μέσω μηχανημάτων διασύνδεσης.

Άρα οι πρώτες ερωτήσεις είναι:

- Πρέπει να υλοποιηθούν και τα τρία επίπεδα;
- Πρέπει να υλοποιηθεί μόνο το επίπεδο του τοπικού δικτύου;
- Το δίκτυο μας είναι αρκετά μεγάλο ώστε να δικαιολογείται η ύπαρξη ενός δικτύου διανομής;

Σε μικρά δίκτυα WAN το δίκτυο διανομής δεν είναι απαραίτητο. Συνήθως, υλοποιείται σε δίκτυα που έχουν μεγάλη γεωγραφική κάλυψη (πολλές πόλεις στην Ελλάδα και το εξωτερικό και για κάθε πόλη πολλά τοπικά δίκτυα). Τέτοια δίκτυα είναι τα δίκτυα πολυκαταστημάτων, τραπεζών, γραφείων ασφαλιστικών εταιριών, κτλ.

Μόνο για δίκτυο μεγάλης πυκνότητας γεωγραφικής κάλυψης θα χρειαστεί ένα MAN που να διαθέτει δίκτυο κορμού και δίκτυο διανομής. Συνήθως το δίκτυο MAN έχει μία ή περισσότερες γραμμές υψηλού ρυθμού μετάδοσης, οι οποίες αποτελούν το δίκτυο κορμού που ενώνει τα τοπικά δίκτυα.

Η αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων (ή των δύο σε περίπτωση μικρότερων δικτύων) είναι ο καλύτερος τρόπος για το σωστό σχεδιασμό του δικτύου. Επιτρέπει ευκολότερη διαχείριση και ευκολότερες μελλοντικές επεκτάσεις.

Αντίθετα, αν αναλογιστούμε ένα δίκτυο που είναι όλο σε αρχιτεκτονική πλέγματος. Ένα τέτοιο δίκτυο επεκτείνεται πολύ πιο δύσκολα: για κάθε νέο κόμβο πρέπει να προστεθούν πολλές καινούργιες γραμμές και να ενημερωθούν σχεδόν όλοι οι κόμβοι για τις αλλαγές.

Οι αλγόριθμοι που θα παρουσιαστούν στις επόμενες παραγράφους βοηθούν στον καθορισμό της αρχιτεκτονικής του δικτύου διανομής.

Το πρόβλημα του σχεδιασμού της τοπολογίας ενός δικτύου μπορεί να διατυπωθεί ως εξής:

Με ποιόν τρόπο θα συνδέσουμε μια σειρά από κόμβους σε ένα κεντρικό κόμβο;

Ο κεντρικός κόμβος έχει επιλεγεί με βάση κάποιο οργανωτικό κριτήριο:

1. Βάσει λειτουργικών κριτηρίων:

- Είναι ο κόμβος στον οποίο υπάρχει ο διακομιστής της επιχείρησης
- Είναι ο δρομολογητής που συνδέει το υποδίκτυο με το δίκτυο κορμού της επιχείρησης

2. Βάσει του όγκου κίνησης

3. Βάσει της γεωγραφικής του θέσης, αν δηλαδή βρίσκεται κοντά σε πολλούς μικρούς κόμβους

Οι πιθανές λύσεις είναι οι εξής:

1. Τοπολογία δέντρου μικρότερης διαδρομής (Shortest Path Tree –SPT, Αλγόριθμος Dijkstra)
2. Τοπολογία δέντρου μικρότερου κόστους (Minimal Spanning Tree –MST, Αλγόριθμοι Kruskal και Prim)
3. Συνδυασμός (Αλγόριθμος Prim – Dijkstra).
4. Αλγόριθμος CMST- Capacitated Minimum Spanning Tree
5. Αλγόριθμος Esau -Williams
6. Αλγόριθμος Cahn MSLA: για κόμβους με διαφορετικές ταχύτητες.

Οι λύσεις 1-3 συνιστούν απλούς αλγόριθμους με ευρεία χρήση.

Οι αλγόριθμοι 4-6 υπολογίζουν και την παράμετρο της χωρητικότητας των γραμμών για τον καθορισμό της τοπολογίας.

Ο αλγόριθμος 6 προχωρά ένα βήμα πιο μακριά, υπολογίζοντας ζεύξεις διαφορετικών ταχυτήτων.

8.5.2 Βασικά χαρακτηριστικά ενός κόμβου.

Σε ένα δίκτυο, κάθε κόμβος χαρακτηρίζεται από την κίνηση που εισέρχεται και εξέρχεται από τον κόμβο. Το σύνολο αυτής της κίνησης δίνει και το 'βάρος' ενός κόμβου σε ένα δίκτυο, τη βαρύτητα δηλαδή που έχει ο κόμβος σε ότι αφορά την κίνηση.

Το βάρος ενός κόμβου δίνεται από την εξίσωση:

$$\sum_j (T(I,j) + T(I,j))$$

Όπου $T(I,j)$ ο πίνακας κίνησης.

Το βάρος των κόμβων είναι ενδεικτικό για το είδος του δικτύου. Υποδεικνύει τους κόμβους που αποτελούν τα κέντρα κίνησης σε ένα δίκτυο. Επίσης, επισημαίνει την απουσία κέντρων κίνησης. Ένα ισοσκελισμένο ή επίπεδο δίκτυο έχει παρόμοιο βάρος σε όλους τους κόμβους του.

Κανόνας Σχεδιασμού 5:

Είναι σύνηθες η κίνηση μικρών κόμβων να δρομολογείται μέσω μεγαλύτερων κόμβων. Το αντίθετο συνήθως αποφεύγεται. Με αυτόν τον τρόπο καταλήγουμε σε ιεραρχικές τοπολογίες δέντρου

Κεφάλαιο 9^ο: Παράδειγμα Ανάλυσης υπηρεσίας και σχεδιασμός δικτύου επιχείρησης

Μια εμπορική επιχείρηση επιθυμεί να συνδέσει με το δίκτυο της ένα από τα παραρτήματα της. Σκοπός είναι το παράρτημα να έχει πρόσβαση στην εφαρμογή διαχείρισης της κεντρικής αποθήκης. Μέσω αυτής της εφαρμογής ο χρήστης μπορεί να ενημερώνεται για τα διαθέσιμα προϊόντα, αν παραγγέλνει νέα σε περίπτωση μη διαθεσιμότητας κτλ.

Η διεύθυνση οργάνωσης έκανε νμία μελέτη σχετικά με την κίνηση του δικτύου, η οποία έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

- Όγκος συναλλαγών: 400 την ώρα.
- Κατά μέσο όρο μια συναλλαγή αποτελείται από 250 χαρακτήρες (2000 bits) στην είσοδο (πληκτρολόγηση) και 1000 bits απάντησης (παρουσίαση απάντησης στην οθόνη).
- Στο 20% των περιπτώσεων, ο διακομιστής επιστρέφει το ηλεκτρονικό έντυπο και ζητά κάποια τροποποίηση στα δεδομένα. Σε αυτήν την περίπτωση ο χρήστης διορθώνει το ηλεκτρονικό έντυπο και το στέλνει ξανά. Η διόρθωση διαρκεί κατά μέσο όρο 15 sec.

- Κάθε συναλλαγή χρειάζεται 0,5 sec επεξεργασίας στο διακομιστή της εφαρμογής διαχείρισης της κεντρικής αποθήκης.

1. Αν ο επιθυμητός χρόνος απάντησης είναι το μέγιστο 3 sec, δώστε μια λύση για το τοπικό δίκτυο (και τα τερματικά) και τη ζεύξη με τα κεντρικά, η οποία να ανταποκρίνεται στις παραπάνω ανάγκες. Δώστε ένα σχήμα όπου να φαίνεται η τοπολογία του δικτύου WAN και LAN, όλα τα απαραίτητα μηχανήματα για τη σύνδεση καθώς και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση του δικτύου WAN και LAN.
2. Δείξτε ότι η αρχιτεκτονική που επιλέξατε είναι ικανή να υποστηρίξει το φορτίο των συναλλαγών των τερματικών
3. Αναφέρατε 2 λύσεις για την ενίσχυση της διαθεσιμότητας του παραπάνω δικτύου.

Παραδοχές: Η ταχύτητα πληκτρολόγησης είναι 2 χαρακτήρες το δευτερόλεπτο. Θεωρούμε αμελητέο το χρόνο παρουσίας της απάντησης στην οθόνη.

Λύση:

1. Για τη διαστασιοποίηση του τοπικού δικτύου και της ζεύξης WAN ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα:

- Η μετάδοση χωρίς λάθος διαρκεί: χρόνος πληκτρολόγησης + χρόνος μετάδοσης στο δίκτυο + χρόνος παρουσίασης της απάντησης στην οθόνη + χρόνος σκέψης = $(250/2) + 3 + 0 + 15 = 143\text{sec}$ για μετάδοση χωρίς λάθος
- Η μετάδοση με λάθος διαρκεί: χρόνος πληκτρολόγησης + χρόνος μετάδοσης στο δίκτυο + χρόνος διόρθωσης + χρόνος μετάδοσης της διόρθωσης στο δίκτυο + χρόνος σκέψης = $(250/2) + 3 + 15 + 3 + 15 = 161\text{sec}$ για μετάδοση με λάθος
- Η μέση διάρκεια των συναλλαγών είναι: $0,8 \times 143 + 0,2 \times 161 = 146,6 \text{ sec}$ μέση διάρκεια συναλλαγών.
- Οι συναλλαγές που μπορεί να εκτελέσει ένα τερματικό σε μία ώρα είναι:

$$(3600 / 146,6\text{sec}) = 24,55 \text{ συναλλαγές ανά ώρα}$$

Άρα για να εκτελεστούν 400 συναλλαγές χρειαζόμαστε:

$400 \text{ συναλλαγές} / 24,55 \text{ συναλλαγές ανά τερματικό} = 16,28 \text{ τερματικά} \Rightarrow 17 \text{ τερματικά}$

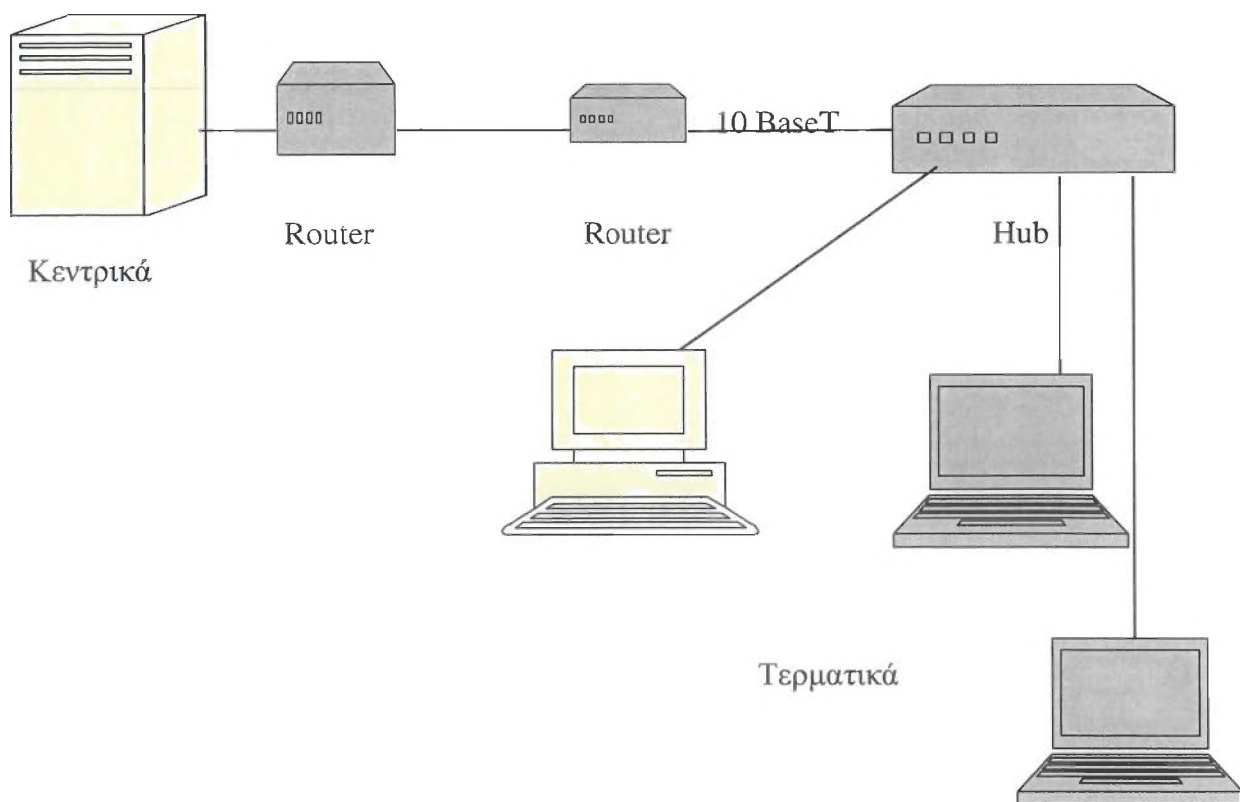
- Ο χρόνος μετάδοσης είναι ο συνολικός χρόνος μετάδοσης στο δίκτυο – το χρόνο επεξεργασίας στο διακομιστή = $3 - 0,5 = 2,5 \text{ sec}$
- Για να υπολογίσουμε την απαραίτητη ταχύτητα της ζεύξης WAN, θεωρούμε τη μεγαλύτερη συναλλαγή που αντιστοιχεί στην περίπτωση λάθους και ισούται με:

$$2000 \text{ bits αποστολή} + 2000 \text{ bits επιστροφή} = 4000 \text{ bits.}$$

Η απαραίτητη ταχύτητα της ζεύξης είναι: $\text{όγκος δεδομένων} / \text{διάρκεια συναλλαγής} = 4000 \text{ bits} / 2,5 \text{ sec} = 1600 \text{ bps.}$

Η γραμμή που ανταποκρίνεται στις παραπάνω ανάγκες είναι η γραμμή Hellaspac 2,4 Kbps

Επομένως βάσει των παραπάνω αποτελεσμάτων η αρχιτεκτονική του δικτύου δίνεται από το παρακάτω σχήμα



2. Για να ελέγξουμε αν η σύνδεση είναι ικανή να υποστηρίξει το φορτίο των τερματικών, χρησιμοποιούμε τον παρακάτω τύπο για τον υπολογισμό του ποσοστού χρήσης της σύνδεσης από τα τερματικά.

Θ = Όγκος δεδομένων που μεταδόθηκαν στη διάρκεια μιας ώρας / (Ταχύτητα της γραμμής x διάρκεια μετάδοσης)

Για να υπολογίσουμε τον όγκο των πακέτων που μεταδίδονται μέσω του δικτύου πρέπει να συνυπολογίσουμε και τα πακέτα που επιστρέφουν με λάθος: $0,8 \times (2000 + 1000) + 0,2 \times (2000 + 2000) = 3200$ bps. Επομένως έχουμε:

$\Theta = 3.200$ όγκος δεδομένων μιας συναλλαγής x 400 συναλλαγές / 2400 bps x 3600 sec
= 14% .

Χρήση της σύνδεσης κάνουν τα 17 τερματικά, που αντιστοιχεί σε $0,14 / 17$ τερματικά
= $0,8\%$

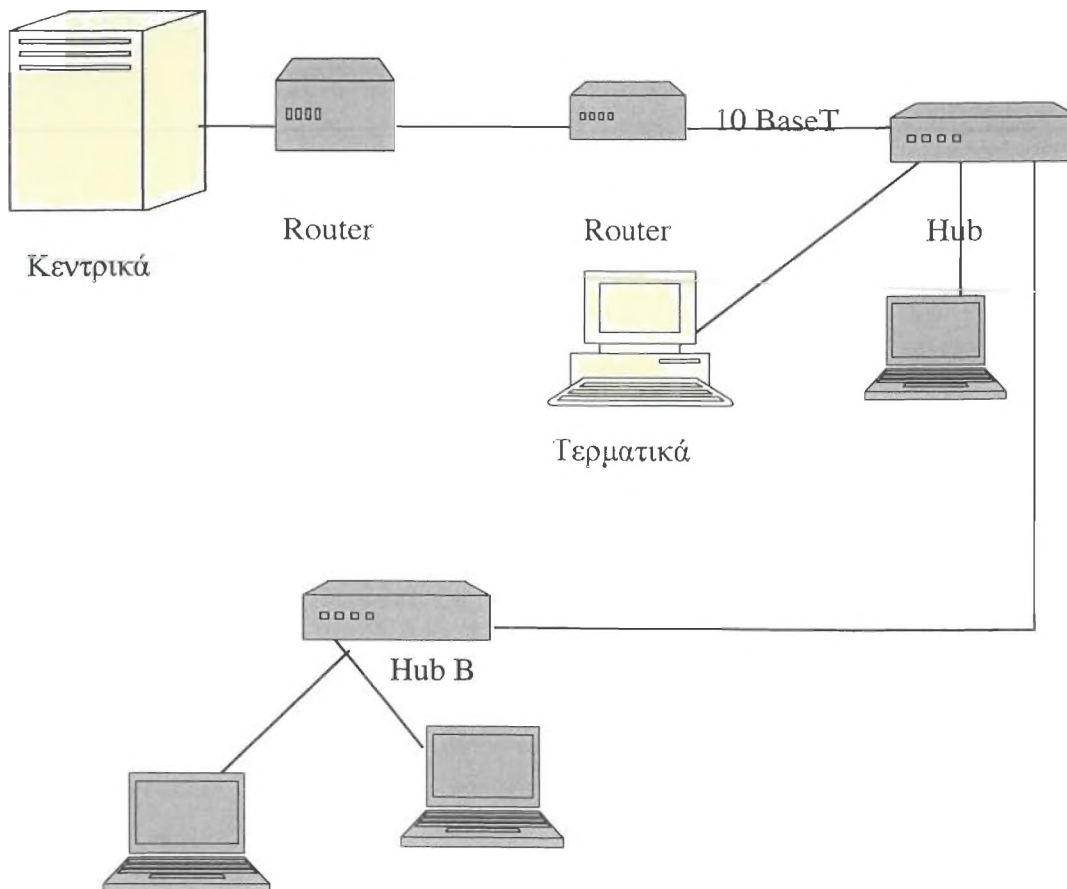
Χρήση της σύνδεσης ανά τερματικό.

Άρα η πιθανότητα υπερφόρτωσης της γραμμής από την ταυτόχρονη μετ'αδοση πολλών τερματικών είναι πολύ μικρή

Κανονικά θα έπρεπε να υπολογιστεί και η απόδοση του πρωτοκόλλου για τον υπολογισμό του Θ . Όμως το ποσοστό χρήσης είναι πολύ μικρό και δεν θα υπήρχε σημαντική αλλαγή στα αποτελέσματα.

3. Οι λύσεις που μπορούμε να προτείνουμε για την ενίσχυση της διαθεσιμότητας αφορούν την ενίσχυση της διαθεσιμότητας στο επίπεδο του τοπικού δικτύου και ενίσχυση της διαθεσιμότητας στο επίπεδο του WAN.

Στο επίπεδο του τοπικού δικτύου μπορούμε να αντικαταστήσουμε τον ένα ομφαλό-hub με μια αρχιτεκτονική διαύλου-αστέρα:



Τερματικά

Με αυτήν την αρχιτεκτονική, μια βλάβη στο Hub B δεν θα επηρεάσει τις επικοινωνίες στο Hub A.