



Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

University of Macedonia
Master Information Systems
Networking Technologies
Professor: A.A. Economides
economid@uom.gr

Subject:

Network Topology Design & Planning of Broadband Networks

Panidis Dimitrios A.M : M 2/02
Pappas Achilleas A.M : M 28/02

Thessaloniki, January 2003



Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
ΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα
Τεχνολογίες Τηλεπικοινωνιών & Δικτύων
Υπεύθυνος Καθηγητής: Α.Α. Οικονομίδης
economid@uom.gr

Θέμα :

Σχεδιασμός, Προγραμματισμός, Τοπολογίες Ευρυζωνικών Δικτύων

Πανίδης Δημήτριος Α.Μ : Μ 2/02
Παππάς Αχιλλέας Α.Μ : Μ 28/02

Θεσσαλονίκη, Ιανουάριος 2003

Περίληψη

Το έγγραφο αυτό πραγματεύεται θέματα που αφορούν τα ευρυζωνικά δίκτυα και είναι προσανατολισμένο στην δικτυακή πλευρά αυτών. Αρχικά παραθέτονται κάποιες γενικές αρχές ευρυζωνικών δικτύων σχετικές με τα κατώτερα επίπεδα του μοντέλου OSI όπως είναι τα μέσα διασύνδεσης, οι τοπολογίες δικτύων και το υλικό διαδικτύωσης. Επίσης, παραθέτονται πληροφορίες σχετικές με τον σχεδιασμό των ευρυζωνικών δικτύων (design and planning) καθώς και μια γενική μεθοδολογία σχεδιασμού δικτύων αλλά και ένα λογισμικό πακέτο σχεδίασης αυτών των δικτυων. Ακολουθεί μία αναφορά στις τρέχουσες τεχνολογίες που υλοποιούν τα ευρυζωνικά δίκτυα όπως είναι το B-ISDN, ATM, xDSL, SONET και SMDS. Τελος γίνεται εκτενή αναφορά στο τρόπο σχεδίασης του δικτύου που αναπτύχθηκε για τις ανάγκες των χειμερινών ολυμπιακών αγώνων του Ναγκάνο καθώς επίσης και τα σχέδια για τη δημιουργία του δικτύου που θα εξυπηρετήσει τις επικοινωνιακές ανάγκες για τους ολυμπιακούς αγώνες της Αθήνας το 2004.

Abstract

In this document some issues on broadband networks from a networking point-of-view are discussed. At first, some general principles on broadband networks related to the lower OSI layers are presented such as the connection medium, the network topologies and the networking hardware. Additionally, some information on the design and planning of broadband networks is discussed along with a network design methodology and a network planning software tool. Current technologies such as B-ISDN, ATM, xDSL, SONET and SMDS are also presented. Finally, a detailed analysis of the Nagano winter olympic games network follows, along with the designs on the equivalent network for the Athens 2004 olympic games.

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
2.	ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ.....	6
2.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
2.2.	ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΕΥΡΙΖΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	6
2.3.	ΟΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥΣ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ.....	7
2.3.1.	ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ (NETWORK ADAPTER).....	7
2.3.2.	Ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΗΣ.....	8
2.3.3.	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΕΣ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗΣ, HUB, ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ.....	9
2.3.4.	ΑΝΑΜΕΤΑΔΟΤΕΣ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ.....	9
2.3.5.	MODEMS.....	10
2.4.	ΤΡΟΠΟΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΥΛΙΚΟΥ.....	10
2.4.1.	ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΑΡΤΗΡΙΑΣ.....	10
2.4.2.	ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΑΣΤΕΡΑ.....	11
2.4.3.	ΜΙΚΤΗ ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΑΣΤΕΡΑ-ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ.....	12
2.5.	ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΔΙΑΔΥΚΤΥΩΝ.....	13
2.5.1.	ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ: ΓΕΦΥΡΕΣ ΚΑΙ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΕΣ.....	13
3.	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	17
3.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	17
3.2.	ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	18
4.	ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (PLANNING SOFTWARE).....	20
5.	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	23
5.1.	B-ISDN.....	23
5.2.	ATM.....	24
5.3.	ΟΠΤΙΚΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ.....	26
5.4.	SONET/SDH (ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΟΠΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ /ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΨΗΦΙΑΚΗ ΙΕΡΑΡΧΙΑ).....	27
5.5.	SMDS.....	28
5.6.	Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΧDSL.....	29
5.6.1.	ADSL.....	29
5.6.2.	VDSL.....	31
5.6.3.	ΣΧΕΣΗ VDSL ΜΕ ADSL.....	32
6.	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	34
6.1.	ΟΛΥΜΠΙΑΚΟΙ ΑΓΩΝΕΣ 2004.....	34
6.1.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	34
6.1.2.	ΒΑΣΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ.....	34
6.1.3.	ΟΛΥΜΠΙΑΚΟ ΔΙΚΤΥΟ.....	35
6.1.4.	ΤΗΛΕΟΠΤΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ.....	36
6.1.5.	ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΗΧΟΥ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	37
6.1.6.	ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ.....	37
6.1.7.	ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ.....	37
6.1.8.	Η ΚΙΝΗΤΗ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ.....	38
6.1.9.	ΠΛΕΟΝΑΣΜΟΣ (REDUNDANCY).....	39
6.1.10.	Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	39
6.2.	NAGANO WINTER OLYMPIC GAMES 1998.....	39
6.2.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	39
6.2.2.	ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΣΤΟ ΝΑΓΚΑΝΟ.....	40
6.2.3.	ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΦΩΝΗΣ.....	40
6.2.4.	ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΒΙΝΤΕΟ.....	42
6.2.5.	ΔΟΥΦΟΡΙΚΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΣΗΜΑΤΩΝ.....	42
6.2.6.	ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ CCTV.....	42
6.2.7.	ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΜΙΣΘΩΜΕΝΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	43
6.2.8.	ΥΠΟΔΟΜΗ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ.....	43
7.	ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	45

1.	INTRODUCTION.....	5
2.	BASIC PRINCIPLES OF BROADBAND TECHNOLOGIES.....	6
2.1.	INTRODUCTION.....	6
2.2.	TYPICAL CONNECTION MEDIUMS.....	6
2.3.	NETWORKING HARDWARE AND THEIR OPERATION.....	7
2.3.1.	NETWORK ADAPTER.....	7
2.3.2.	REPEATER.....	8
2.3.3.	WIRING CONCENTRATOR, HUB, AND SWITCHES.....	9
2.3.4.	MICROWAVE TRANSMITTERS.....	9
2.3.5.	MODEMS.....	10
2.4.	CONNECTION METHODS.....	10
2.4.1.	BUS TOPOLOGY.....	10
2.4.2.	STAR TOPOLOGY.....	11
2.4.3.	STAR WIRED RING.....	12
2.5.	GENERAL INTERNETWORKING PRINCIPLES.....	13
2.5.1.	INTERNETWORKING DEVICES: BRIDGES AND ROUTERS.....	13
3.	DESIGN AND PLANNING OF BROADBAND NETWORKS.....	17
3.1.	INTRODUCTION.....	17
3.2.	BROADBAND NETWORKS PLANNING TASKS.....	18
4.	PLANNING SOFTWARE.....	20
5.	BROADBAND TECHNOLOGIES.....	23
5.1.	B-ISDN.....	23
5.2.	ATM.....	24
5.3.	OPTICAL NETWORKS.....	26
5.4.	SONET/SDH.....	27
5.5.	SMDS.....	28
5.6.	XDSL TECHNOLOGY.....	29
5.6.1.	ADSL.....	29
5.6.2.	VDSL.....	31
5.6.3.	RELATION BETWEEN VDSL AND ADSL.....	32
6.	BROADBAND NETWORKS EXAMPLES.....	34
6.1.	ATHENS 2004 OLYMPIC GAMES.....	34
6.1.1.	INTRODUCTION.....	34
6.1.2.	BASIC INFRASTRUCTURE.....	34
6.1.3.	OLYMPIC NETWORKS.....	35
6.1.4.	TELEVISION CIRCUITS.....	36
6.1.5.	AUDIO AND DATA CIRCUITS.....	37
6.1.6.	THE ACCESS NETWORK.....	37
6.1.7.	SWITCHING.....	37
6.1.8.	MOBILE TELEPHONY.....	38
6.1.9.	REDUNDANCY.....	39
6.1.10.	NETWORK MANAGEMENT.....	39
6.2.	NAGANO WINTER OLYMPIC GAMES 1998.....	39
6.2.1.	INTRODUCTION.....	39
6.2.2.	TELECOMMUNICATION SERVICES AT THE NAGANO GAMES.....	40
6.2.3.	TELEPHONE VOICE SERVICES.....	40
6.2.4.	VIDEO TRANSMISSION SERVICES.....	42
6.2.5.	SATELLITE SIGNAL TRANSMISSION.....	42
6.2.6.	CCTV SERVICES.....	42
6.2.7.	LEASED LINES SERVICES SUPPORTING DATA TRANSMISSION.....	43
6.2.8.	TELECOMMUNICATION INFRASTRUCTURE.....	43
7.	CONCLUSIONS.....	45

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πρόοδος στην τεχνολογία των υπολογιστών οδηγεί τις απαιτήσεις για ευρυζωνικά δίκτυα. Λόγω των αυξήσεων στην επεξεργαστική ισχύ των υπολογιστών, υπάρχει μια ανάγκη για δίκτυα υψηλότερου εύρους ζώνης. Οι υπολογιστές είναι όλο και περισσότερο ικανοί να εκτελέσουν τις εφαρμογές πολυμέσων, έτσι αναμένεται ότι τα μελλοντικά δίκτυα πρέπει να είναι σε θέση να διεξάγουν διάφορα είδη κυκλοφορίας. Τα ευρυζωνικά δίκτυα θα οδηγήσουν σε εφαρμογές που χρησιμοποιούνται για ένα ευρύτερο φάσμα χρήσεων, με περισσότερη έμφαση σε βασισμένες στην εικόνα επικοινωνίες.

Η βιομηχανία υπολογιστών και τηλεπικοινωνιών έχει δημιουργήσει ευρυζωνικά πρότυπα δικτύων για αυτές τις απαιτήσεις. Οι συνδέσεις οπτικών ινών είναι ένα βασικό συστατικό αυτών των δικτύων. Εντούτοις, η αντικατάσταση των συνδέσμων με μικρότερη δυναμικότητα στα τωρινά δίκτυα, με συνδέσμους οπτικών ινών μεγαλύτερου εύρους ζώνης δεν είναι το μόνο που χρειάζεται. Βελτιώσεις στα πρωτοκόλλα και στον σχεδιασμό των μεταγωγών (switching) πρέπει επίσης να πραγματοποιηθούν.

Οι μελλοντικοί διακόπτες θα έχουν περισσότερη δύναμη επεξεργασίας, προκειμένου να συμβαδίσουν με τη γρηγορότερη ροή της κυκλοφορίας στις συνδέσεις. Πρέπει να σχεδιαστούν επίσης με έναν τρόπο που επιτρέπει να χειριστούν διαφορετικούς τύπους κυκλοφορίας. Οι σημερινές τεχνολογίες μεταγωγής δεν έχουν την ικανότητα μεταγωγής πακέτων καθώς χειρίζονται αποτελεσματικά μόνο κείμενο και αριθμητικά δεδομένα ενώ οι μεταγωγές κυκλωμάτων (circuit switches) του τηλεφωνικού δικτύου είναι καταλληλότερες για την κυκλοφορία φωνής και συνεπώς απαιτούνται πιο ειδικευμένα δίκτυα για την μεταφορά βίντεο. Η έννοια των ενσωματωμένων υπηρεσιών προβλέπει ευρυζωνικά δίκτυα που χρησιμοποιούν τις ίδιες συνδέσεις και διακόπτες για όλους τους τύπους κυκλοφορίας, αντί των διαφορετικών τεχνολογιών για το βίντεο, τα δεδομένα και τη φωνή.

Οι νέες υψηλού εύρους ζώνης ολοκληρωμένες υπηρεσίες θα βελτιώσουν την απόδοση των υπάρχουσων εφαρμογών και θα επιτρέψουν και νέες εφαρμογές. Υπάρχουσες εφαρμογές, όπως το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο ή οι βάσεις δεδομένων, θα μπορούν να βελτιωθούν μέσω της χρήσης αρχείων εικόνας και video clip. Τα δίκτυα υψηλότερου εύρους ζώνης θα επιτρέψουν επίσης τη γρηγορότερη μεταφορά μεγάλων αρχείων από τους υπερυπολογιστές προς τους τερματικούς υπολογιστές. Η υποστήριξη υψηλής ευκρίνειας βίντεο σε πραγματικό χρόνο θα επέκτεινε τις δυνατότητες περαιτέρω, επιτρέποντας τη συνεδρίαση μέσω video ή την παρουσίαση των αποτελεσμάτων από ένα επιστημονικό όργανο, όπως ένα τηλεσκόπιο. Γενικότερα, ο συνδυασμός ισχυρότερων υπολογιστών και δικτύων ολοκληρωμένων υπηρεσιών θα επιτρέψει την ευρύτερη χρήση δύο νέων κατηγοριών εφαρμογών, τις εφαρμογές πολυμέσων και κατανεμημένης επεξεργασίας. [link 1]

Η σχεδίαση ωστόσο ενός ευρυζωνικού δικτύου απαιτεί την εξέταση και την κατανόηση πολλών παραμέτρων. Για να σχεδιαστεί ένα δίκτυο πρέπει να διευκρινιστούν οι ανάγκες που πρέπει να εξυπηρετήσει αυτό το δίκτυο, οι προοπτικές του καθώς επίσης και κάποιες ιδιαιτερότητες. Έτσι πρέπει να προσδιοριστούν οι εφαρμογές που καλείται να υποστηρίξει το δίκτυο, κατα συνέπεια να προσδιοριστεί το εύρος ζώνης, η κάλυψη που πρέπει να παρέχει σε γεωγραφικό χώρο και άτομα, η επέκτασιμότητά και η επιβιωσιμότητά του, καθώς και το κόστος κατασκευής του. Οι γενικές αυτές παράμετροι καθώς και πολλές άλλες πιο εξειδικευμένες που παρουσιάζονται κατά την διάρκεια της σχεδίασης ενός δικτύου είναι αυτές που τελικά καθορίζουν τη μορφή του δικτύου που αναπτύσσεται.

2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

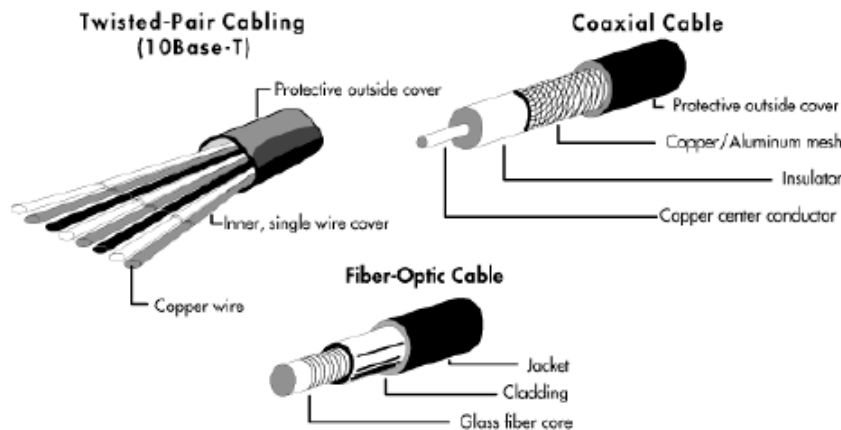
Το Ethernet αναπτύχθηκε αρχικά κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '70 και έχει γίνει γρήγορα η βάση για το διαδίκτυο, τα τοπικά δίκτυα (LANs), τα δίκτυα επιχειρήσεων που εκτείνονται σε μια ολόκληρη γεωγραφική περιοχή καθώς και τα αποκαλούμενα δίκτυα ευρείας περιοχής WANs. Το Ethernet και συγκεκριμένα οι ευρυζωνικές τεχνολογίες, λειτουργούν μέσω της χρήσης προτύπων όπως το πρωτόκολλο πολλαπλής προσπέλασης με ακρόαση φέροντος και ανίχνευσης πρόσβασης/σύγκρουσης (CSMA/CD) στον έλεγχο πρόσβασης ενός δικτύου. Σε αυτά τα πρότυπα, κάθε τερματικός σταθμός στο δίκτυο περιμένει έως ότου δεν υπάρχει κανένα πακέτο που κυκλοφορεί διαμέσου του δικτύου και στέλνει έπειτα μια σειρά δεδομένων σε ένα άλλο σύστημα του δικτύου. Αυτή η προσέγγιση αποκαλείται ανίχνευση σύγκρουσης επειδή μια σύγκρουση των πακέτων ή των σειρών δεδομένων μπορεί να εμφανιστεί στο δίκτυο όταν δύο ή περισσότεροι σταθμοί εργασιών αντιλαμβάνονται ένα άνοιγμα στο δίκτυο και αρχίζουν να μεταδίδουν. Το δίκτυο ανιχνεύει αυτήν την "σύγκρουση" των δεδομένων και κάθε σύστημα στο δίκτυο περιμένει ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα και στέλνει εκ νέου. Κάθε μια από τις συνδέσεις δικτύων περιμένει ένα τυχαίο χρονικό διάστημα πριν υποβάλλει εκ νέου μία νέα σειρά δεδομένων για να αποφύγει επαναλαμβανόμενες συγκρούσεις. Ένα δίκτυο που με ποσοστό σύγκρουσης 30% είναι τις περισσότερες φορές λειτουργικό και η απόδοση του είναι αποδεκτή για μια πλειοψηφία των εφαρμογών. Όταν το ποσοστό σύγκρουσης φθάνει σε επίπεδα του 50 - 60%, εντούτοις, η απόδοση αρχίζει να πέφτει και ακόμα και εφαρμογές όπως η ανταλλαγή αρχείων και η χρήση δικτυακών εκτυπωτών γίνονται αργές.

Με την ανάγκη για όλο και περισσότερο σύνθετες εφαρμογές και γρήγορη πρόσβαση στο διαδίκτυο, όλο και περισσότερα δίκτυα φτάνουν στα όρια της δυναμικότητάς τους. Η αύξηση της απόδοσης και της ικανότητας των δικτύων, καθώς επίσης και η αποτελεσματική διαχείριση του παρεχόμενου εύρους ζώνης οδηγεί σε υιοθέτηση των προϊόντων δικτύων σε πρωτοφανή επίπεδα. Η πλειοψηφία των επιχειρήσεων σήμερα χρησιμοποιούν δίκτυα Ethernet ή ισοδύναμα, τα οποία έχουν συνήθως εύρος ζώνης ίσο με 10 megabit ανά δευτερόλεπτο (Mbps). Με τη συνεχή ανάπτυξη του internet και με την πλειοψηφία της κυκλοφορίας των δικτύων να αποτελείται από εντατικές σε γραφικά εφαρμογές, η ανάγκη για γρηγορότερα και πιο σταθερά πρότυπα εύρους ζώνης έχει γίνει γρήγορα προφανής. Το γρήγορο Ethernet λειτουργεί ακριβώς όπως και το Ethernet, συμπεριλαμβανομένης της τυποποιημένης χρήσης του CSMA/CD για τον έλεγχο διαίτησίας του δικτύου, με εξαίρεση ότι το γρήγορο Ethernet λειτουργεί σε 100 Mbps, ή 10 φορές την ταχύτητα Ethernet. Η πανταχού παρουσία συνδέσεων Ethernet των 10 Mbps χρησιμεύει σήμερα ως ένα ισχυρό επιχειρήμα για τις επιχειρήσεις να υιοθετήσουν ταχύτερες 100Mbps στα δίκτυά τους. Δεδομένου ότι οι επιχειρήσεις εστιάζουν την επικοινωνία και την μοναδικότητά τους μέσω των γραφικών web sites, η ανάγκη ενός δικτύου στηριζόμενου στα 100 Mbps είναι εμφανής. [link 20]

2.2. ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Τα δεδομένα αναπαριστούνται σε ένα μέσο μετάδοσης ως ηλεκτρικά σήματα με την μορφή είτε ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (αναλογικό σήμα) είτε ως ακολουθία παλμών τάσης (ψηφιακό σήμα). Για να σταλεί από μια θέση σε μια άλλη, ένα σήμα πρέπει να ταξιδέψει κατά μήκος ενός φυσικού μέσου. Το φυσικό μέσο που χρησιμοποιείται για να φέρει ένα σήμα

μεταξύ μιας συσκευής αποστολής σημάτων και ενός δέκτη σημάτων καλείται μέσο μετάδοσης. Υπάρχουν δύο τύποι μέσων μετάδοσης: τα καθοδηγημένα μέσα και τα μη καθοδηγούμενα μέσα. Τα καθοδηγημένα μέσα κατασκευάζονται έτσι ώστε τα σήματα να περιοριστούν σε ένα στενό μονοπάτι και περιλαμβάνουν καλωδίωση συνεστραμμένων ζευγών, παρόμοια με την κοινή τηλεφωνική καλωδίωση, ομοαξονικό καλώδιο, παρόμοιο με αυτό που χρησιμοποιείται για την καλωδιακή τηλεόραση και καλώδιο οπτικών ινών. Κάθε ένα από αυτά τα μέσα προσφέρει ποικιλία ταχύτητας, μεγίστης απόστασης, και αξιοπιστίας. Το σχήμα 1 παρέχει μια σύγκριση των διάφορων μέσων που χρησιμοποιούνται στη δικτύωση.



Σχήμα 1: Τα κοινά καθοδηγημένα μέσα μετάδοσης κατά τον προγραμματισμό ενός δικτύου υπολογιστών

Όταν σχεδιάζεται ένα δίκτυο υπολογιστών πολλοί σχεδιαστές επιλέγουν ένα συνδυασμό μέσων βασισμένο στις φυσικές περιστάσεις, την αξιοπιστία και την απαιτούμενη απόδοση του χειρισμού των δεδομένων του δικτύου. Ο στόχος είναι να περιοριστούν οι δαπάνες στο ελάχιστο και το δίκτυο να παρέχει την απαιτούμενη αξιοπιστία και απόδοση.

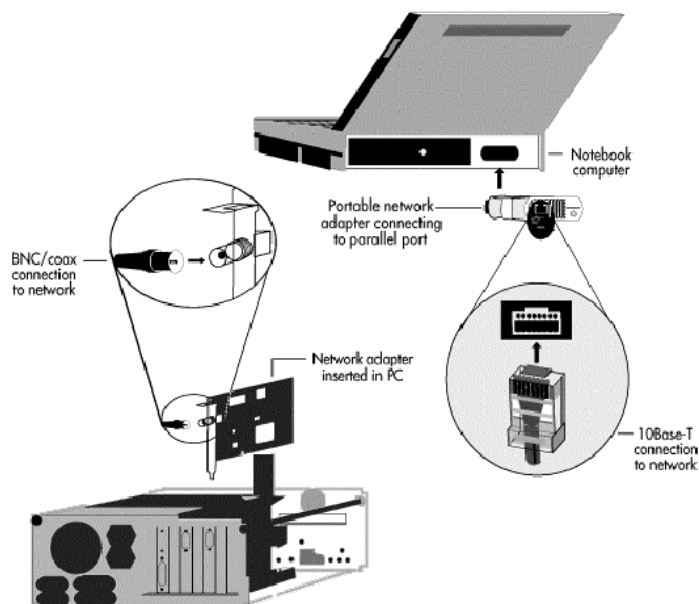
2.3. ΟΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥΣ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ

Μόλις καθοριστούν τα μέσα μετάδοσης δικτύων, πρέπει να επιλεγούν συσκευές για την αποστολή και τη λήψη των σημάτων σε όλο το δίκτυο. Αυτά τα προϊόντα συνδετικότητας δικτύων σχεδιάζονται για να διαδώσουν έναν ιδιαίτερο τύπο σήματος πέρα από τους συγκεκριμένους τύπους μέσων μετάδοσης. Οι συσκευές διαβίβασης και λήψης που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα υπολογιστών περιλαμβάνουν τους προσαρμοστές δικτύων (network adapters), τους επαναλήπτες (repeaters), τους συγκεντρωτές (concentrators), τα hubs, τους διακόπτες (switches), καθώς επίσης και συσκευές αποστολής και λήψης υπέρυθρων ακτινών, μικροκυμάτων και άλλων ράδιο-συχνοτήτων.[links 14,20]

2.3.1. ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ (NETWORK ADAPTER)

Ο προσαρμοστής δικτύων είναι το υλικό που εγκαθίσταται στους υπολογιστές και τους επιτρέπει να επικοινωνούν με ένα δίκτυο. Οι προσαρμοστές δικτύων κατασκευάζονται με ποικίλες μορφές. Η πιο κοινή μορφή είναι τα PCB (printed circuit board), τα οποία σχεδιάζονται για να εγκατασταθούν άμεσα σε μια πρότυπη θύρα επέκτασης μέσα σε έναν μικροϋπολογιστή. Άλλοι προσαρμοστές δικτύων σχεδιάζονται για τους φορητούς υπολογιστές. Είναι μικροί και ελαφριοί και μπορούν να συνδεθούν με τους πρότυπους συνδέσμους στο πίσω μέρος των υπολογιστών έτσι ώστε ο υπολογιστής και ο προσαρμοστής

δικτύων μπορούν να μεταφερθούν εύκολα από δίκτυο σε δίκτυο. Οι προσαρμοστές δικτύων εγκαθίστανται τώρα σε πολλούς υπολογιστές, ειδικά στους φορητούς υπολογιστές. Οι προσαρμοστές δικτύων κατασκευάζονται για τη σύνδεση σε ουσιαστικά οποιοδήποτε τύπο καθοδηγημένου μέσου, συμπεριλαμβανομένου του καλωδίου συνεστραμένων ζευγών, ομοαξονικού καλωδίου, και καλωδίου οπτικής ίνας. Κατασκευάζονται επίσης για τη σύνδεση στις συσκευές που μεταδίδουν και λαμβάνουν τις υπέρυθρες ακτίνες και τα ράδιο μικροκύματα, για να επιτρέψουν την ασύρματη δικτύωση στα μη καθοδηγούμενα μέσα στην ατμόσφαιρα της γης και στο διαστήμα. Το υλικό που χρησιμοποιείται για να κάνει τις συνδέσεις μεταξύ των προσαρμοστών δικτύων και των διαφορετικών μέσων μετάδοσης εξαρτάται από τον τύπο του μέσου που χρησιμοποιείται. Παραδείγματος χάριν, οι twist-on BNC σύνδεσμοι χρησιμοποιούνται συνήθως για τη σύνδεση στα ομοαξονικά καλώδια, ενώ τα snap-in telephone type jacks χρησιμοποιούνται συνήθως για τη σύνδεση καλωδίωσης συνεστραμένων ζευγών. Το σχήμα 2 εμφανίζει δύο διαφορετικούς τύπους προσαρμοστών δικτύων που συνδέονται με διαφορετικούς υπολογιστές και μέσα, χρησιμοποιώντας τους διαφορετικούς τύπους συνδέσμων.



Σχήμα 2: Οι προσαρμοστές δικτύων κατασκευάζονται με ποικίλες μορφές, ουσιαστικά για κάθε είδος μέσου επικοινωνίας.

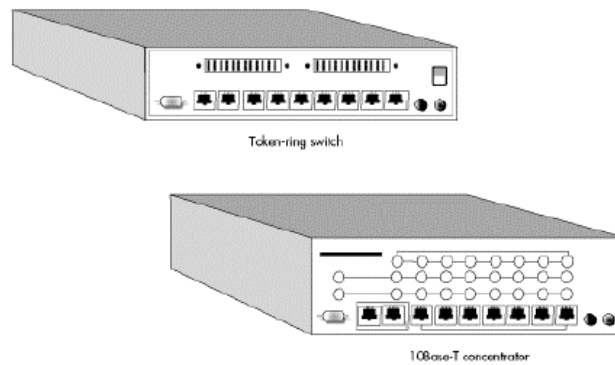
2.3.2. Ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΗΣ

Οι επαναλήπτες χρησιμοποιούνται για να αυξήσουν την απόσταση πέρα από την οποία ένα σήμα δικτύων μπορεί να διαδοθεί. Καθώς ένα σήμα ταξιδεύει εντός του μέσου μετάδοσης, αντιμετωπίζει την αντίσταση και γίνεται βαθμιαία αδύνατο και διαστρεβλωμένο. Όλα τα σήματα εξασθενούν και σε κάποιο σημείο γίνονται πάρα πολύ αδύνατα έτσι ώστε είναι δύσκολο να παραληφθούν σωστά. Οι επαναλήπτες χρησιμοποιούνται για να ξεπεράσουν αυτό το πρόβλημα. Ένας απλός επαναλήπτης είναι μια συσκευή που λαμβάνει το σήμα δικτύων και το αναμεταδίδει στην αρχική δύναμη μετάδοσης. Οι επαναλήπτες τοποθετούνται μεταξύ άλλων συσκευών μετάδοσης και λήψης στο μέσο μετάδοσης, σε ένα σημείο όπου το σήμα δεν θα έχει εξασθενήσει πάρα πολύ. Στα σημερινά δίκτυα, οι αφιερωμένοι επαναλήπτες χρησιμοποιούνται σπάνια. Οι δυνατότητες επανάληψης ενσωματώνονται σε άλλες πιο σύνθετες συσκευές δικτύωσης. Παραδείγματος χάριν, ουσιαστικά όλοι οι σύγχρονοι προσαρμοστές, τα hubs, και οι διακόπτες δικτύων ενσωματώνουν την δυνατότητα επανάληψης.

2.3.3. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΕΣ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗΣ, HUB, ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ

Οι συγκεντρωτές καλωδίωσης (wiring concentrators), τα hubs, και οι διακόπτες παρέχουν ένα κοινό φυσικό σημείο σύνδεσης για τις συσκευές υπολογιστών. Τα περισσότερα hubs και όλοι οι συγκεντρωτές καλωδίωσης καθώς και οι διακόπτες έχουν ενσωματωμένες δυνατότητες επανάληψης σήματος και εκτελούν έτσι την επισκευή και την αναμετάδοση σημάτων. Στις περισσότερες περιπτώσεις όλα τα παραπάνω είναι ιδιόκτητα, αυτόνομα υλικά.

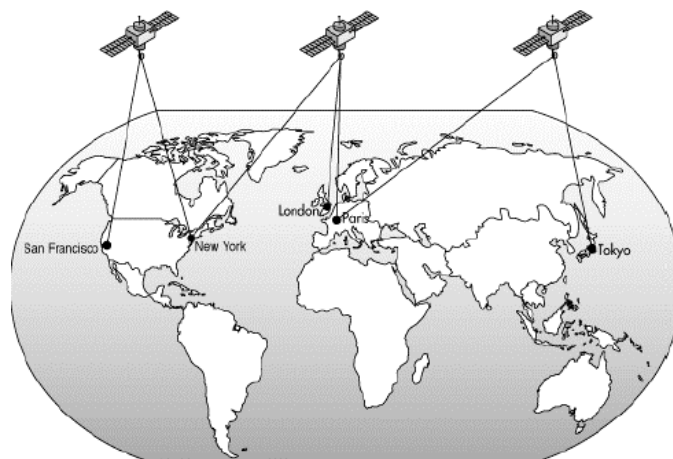
Περιστασιακά, η τεχνολογία hub αποτελείται από τις κάρτες και το λογισμικό hub που λειτουργούν μαζί σε έναν πρότυπο υπολογιστή. Το σχήμα 3 εμφανίζει δύο κοινές βασισμένες στο υλικό συσκευές σύνδεσης: ένας διακόπτης token-ring και ένας συγκεντρωτής Ethernet 10baseT.



Σχήμα 3: Διακόπτης token ring και συγκεντρωτής Ethernet 10Base-T

2.3.4. ΑΝΑΜΕΤΑΔΟΤΕΣ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ

Οι μεταδότες και οι λήπτες μικροκυμάτων χρησιμοποιούνται συνήθως για να διαβιβάσουν σήματα δικτύων σε μεγάλες αποστάσεις. Μια συσκευή αποστολής σημάτων μικροκυμάτων χρησιμοποιεί την ατμόσφαιρα ή το εξωτερικό διάστημα ως μέσο μετάδοσης για να στείλει το σήμα σε έναν δέκτη μικροκυμάτων. Ο παραλήπτης μικροκυμάτων είτε αναμεταδίδει το σήμα σε μια άλλη συσκευή αποστολής μικροκυμάτων, η οποία με τη σειρά της το στέλνει σε έναν άλλο δέκτη μικροκυμάτων ή ο λαμβάνων σταθμός μετατρέπει το σήμα σε κάποια άλλη μορφή, όπως οι ψηφιακές ωθήσεις, και το προωθούν σε κάποιο άλλο κατάλληλο μέσο. Το σχήμα 4 εμφανίζει μία δορυφορική σύνδεση μικροκυμάτων.



Σχήμα 4: Δορυφορική σύνδεση μικροκυμάτων

2.3.5. MODEMS

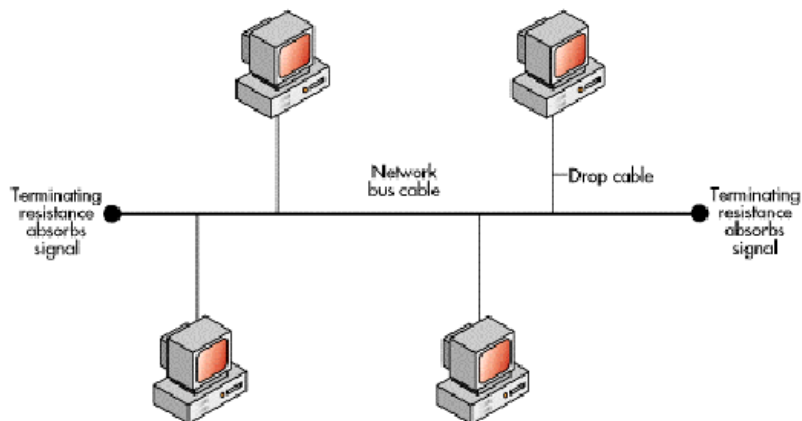
Τα modems μετατρέπουν τα ψηφιακά σήματα σε αναλογικά (ηχητικά) σήματα, και αντίστροφα, με τη διαμόρφωση και την αποδιαμόρφωση μιας φέρουσας συχνότητας. Τα κοινά modems διαβιβάζουν και λαμβάνουν τα δεδομένα χρησιμοποιώντας τις συνηθισμένες τηλεφωνικές γραμμές. Ένα modem κατά την διάρκεια της μετάδοσης μετατρέπει (διαμορφώνει) το κωδικοποιημένο σήμα δεδομένων σε ένα ευδιάκριτο σήμα και το διαβιβάζει. Ένα modem που συνδέεται στο άλλο τέλος της γραμμής ακούει το ευδιάκριτο σήμα και το μετατρέπει πίσω σε ένα ψηφιακό σήμα (το αποδιαμορφώνει) για τον υπολογιστή στο λαμβάνον τέλος της σύνδεσης επικοινωνίας. Τα modem χρησιμοποιούνται συνήθως για τις ανέξοδες, ασυνεχείς επικοινωνίες μεταξύ των γεωγραφικά απομονωμένων υπολογιστών και ένα βασικό δίκτυο.

2.4. ΤΡΟΠΟΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΥΛΙΚΟΥ

Το επόμενο βήμα μετά την σύνδεση των δικτυακών συσκευών με το μέσο μεταφοράς είναι η ανάπτυξη μιας τοπολογίας δικτύων. Υπάρχουν τρεις λογικές τοπολογίες ή ηλεκτρονικά σχήματα που χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν τις συσκευές δικτύων. Η φυσική τοπολογία είναι το φυσικό σχεδιάγραμμα των καθοδηγημένων μέσων μετάδοσης. Οι πιο κοινές φυσικές τοπολογίες είναι ο διάδρομος (bus) , το αστέρι (star), και το star wired ring.[link 4,20]

2.4.1. ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΑΡΤΗΡΙΑΣ

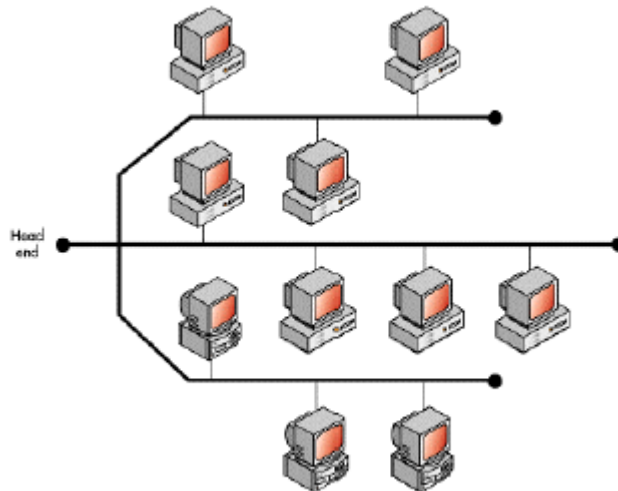
Η απλούστερη μορφή μιας φυσικής τοπολογίας αρτηρίας (bus) αποτελείται από ένα βασικό καλώδιο κορμού (trunk) με μόνο δύο τελικά σημεία . Όταν το καλώδιο εγκαθίσταται, οργανώνεται από περιοχή σε περιοχή και από συσκευή σε συσκευή, αρκετά κοντά σε κάθε συσκευή έτσι ώστε όλες οι συσκευές να μπορούν να συνδεθούν σε αυτή με μικρού μήκους καλώδια και τους t-connectors. Το σήμα που παράγεται σε οποιοδήποτε σημείο του διαδρόμου στέλνεται κατά μήκος του βασικού καλωδίου και απορροφάται τελικά από την τερματική αντίσταση. Η απλή φυσική τοπολογία bus φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 5)



Σχήμα 5: Φυσική τοπολογία bus

Μια πιο σύνθετη μορφή της φυσικής τοπολογίας διαδρόμων είναι ο διανεμημένος διάδρομος (distributed bus) επίσης αποκαλούμενος και ως τοπολογία δέντρων. Στο διανεμημένο διάδρομο, το βασικό καλώδιο αρχίζει με αυτό που καλείται μια "ρίζα" και έχει παρακλάδια

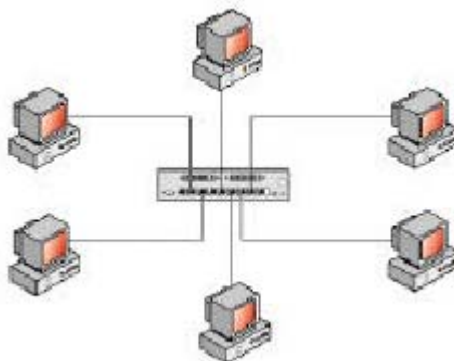
στα διάφορα σημεία κατά μήκος της διαδρομής. Έτσι, αντίθετα από την απλή τοπολογία διαδρόμων που περιγράφεται ανωτέρω, αυτή η παραλλαγή χρησιμοποιεί ένα βασικό καλώδιο με περισσότερα από δύο τελικά σημεία. Όπου το βασικό καλώδιο διακλαδίζεται, ο διαχωρισμός γίνεται με τη βοήθεια ενός απλού συνδέσμου. Το σήμα έτσι "διανέμεται" σε όλο το δίκτυο. Η διανεμημένη τοπολογία διαδρόμων φαίνεται στο σχήμα 6.



Σχήμα 6: Τοπολογία διανεμημένης αρτηρίας

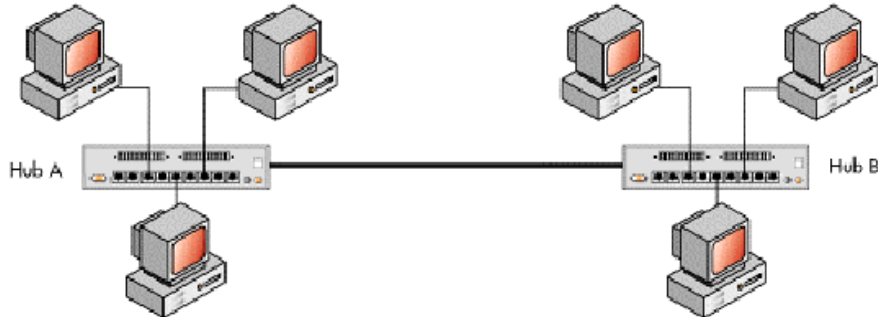
2.4.2. ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΑΣΤΕΡΑ

Η απλούστερη μορφή της φυσικής τοπολογίας αστέρα αποτελείται από τα πολλαπλά καλώδια, ένα για κάθε συσκευή δικτύων, που συνδέεται με μια ενιαία, κεντρική συσκευή σύνδεσης. Παραδείγματος χάριν, τα δίκτυα 10Base-T Ethernet είναι βασισμένα σε μια φυσική τοπολογία αστέρα ενώ κάθε συσκευή δικτύων είναι συνδεδεμένη με ένα hub 10Base-T μέσω καλωδίων συνεστραμένων ζευγών. Σε μια πραγματική εφαρμογή ακόμα και μιας απλής φυσικής τοπολογίας αστέρα, το πραγματικό επίπεδο των μέσων μετάδοσης δεν χρειάζεται να δημιουργήσει ένα αναγνωρίσιμο σχήμα αστέρα, το μόνο απαραίτητο φυσικό χαρακτηριστικό είναι ότι κάθε συσκευή δικτύων συνδέεται με το κεντρικό σημείο σύνδεσης. Η απλούστερη μορφή της φυσικής τοπολογίας αστέρα φαίνεται στο παρακάτω σχέδιο (σχήμα 7)



Σχήμα 7 : Τοπολογία αστέρα

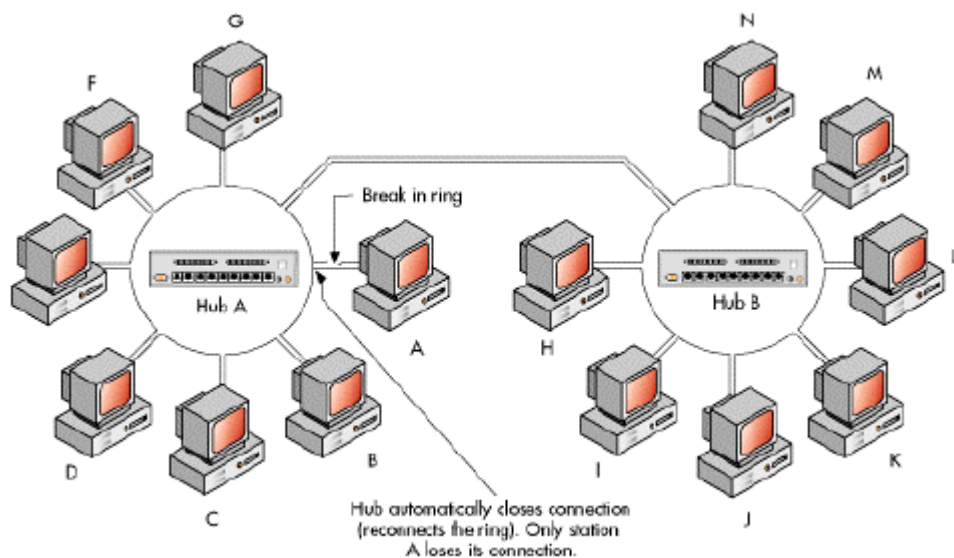
Μια πιο σύνθετη μορφή της φυσικής τοπολογίας αστέρα είναι το διανεμημένο αστέρι. Σε αυτήν την τοπολογία, υπάρχουν πολλαπλά κεντρικά σημεία σύνδεσης, τα οποία όλα συνδέονται για να διαμορφώσουν μια συμβολοσειρά των αστεριών. Αυτή η τοπολογία φαίνεται παρακάτω σχήμα (σχήμα 8).



Σχήμα 8: Διανεμημένη τοπολογία αστεριών

2.4.3. ΜΙΚΤΗ ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΑΣΤΕΡΑ-ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ

Στη φυσική τοπολογία του star wired ring μεμονωμένες συσκευές συνδέονται σε ένα κεντρικό hub, όπως σε ένα αστέρι ή ένα διανεμημένο δίκτυο αστεριών ενώ μέσα σε κάθε hub οι φυσικές συνδέσεις διαμορφώνουν ένα δαχτυλίδι. Όπου τα πολλαπλά hub χρησιμοποιούνται, το δαχτυλίδι σε κάθε hub είναι ανοικτό, αφήνοντας δύο άκρες. Κάθε ανοικτό τέλος συνδέεται με ένα ανοικτό τέλος σε κάποιο άλλο hub (ο καθένας σε διαφορετικό hub) έτσι ώστε ολόκληρο το καλώδιο των δικτύων να διαμορφώνει ένα φυσικό δαχτυλίδι. Αυτή η φυσική τοπολογία, που χρησιμοποιείται στο token ring δίκτυο της IBM, φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 9.



Σχήμα 9 : μικτή τοπολογία αστέρα-δακτυλίου

Στη φυσική τοπολογία star wired τα hubs είναι "ευφυή". Εάν το φυσικό δαχτυλίδι είναι σπασμένο, κάθε hub είναι σε θέση να κλείσει το φυσικό κύκλωμα σε οποιοδήποτε σημείο του εσωτερικού δαχτυλιδιού έτσι ώστε ο δακτύλιος να αποκαθίσταται. Αυτήν την περίοδο, η τοπολογία αστέρα και τα παράγωγά της είναι προτιμημένες από τους σχεδιαστές και τους εφαρμοστές δικτύων επειδή η χρησιμοποίηση αυτών των τοπολογιών καθιστά απλή την πρόσθεση συσκευών δικτύων οπουδήποτε. Στις περισσότερες περιπτώσεις, μπορεί απλά να εγκατασταθεί ένα νέο καλώδιο μεταξύ του κεντρικού σημείου σύνδεσης και της επιθυμητής θέσης της νέας συσκευής δικτύων, χωρίς την κίνηση ή την προσθήκη προς ένα βασικό καλώδιο (trunk) έτσι ώστε να κατασταθεί το δίκτυο διαθέσιμο προς χρήση από τους άλλους σταθμούς.

2.5. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΔΙΑΔΥΚΤΥΩΝ

Μια αναπτυσσόμενη επιχείρηση αναγκάζεται να δημιουργεί διάφορα δίκτυα και στη συνέχεια να τα συνδέει. Όταν ένα δίκτυο χωρίζεται (ή όταν συνδέονται δύο δίκτυα με διαφορετικές διευθύνσεις), αυτό οδηγεί σε ένα διαδίκτυο. Ένα διαδίκτυο αποτελείται από υποδίκτυα που έχουν διαφορετικές διευθύνσεις δικτύων. Ακόμη και μια μεσαίου μεγέθους επιχείρηση έχει συχνά διάφορα υποδίκτυα, κάθε ένα από τα οποία εξυπηρετεί ένα συγκεκριμένο κομμάτι της επιχείρησης. Ο πιο κοινός λόγος για να χωριστεί ένα δίκτυο είναι να διατηρηθεί η απόδοση του. Ακόμη και στο γρηγορότερο και αποδοτικότερο δίκτυο, ο μεγάλος αριθμός χρηστών (συσκευές που πρέπει να διαβιβάσουν) οδηγεί στο φαινόμενο όπου τα μέσα μετάδοσης είναι τόσο απασχολημένα που οι συσκευές πρέπει να περιμένουν έναν μη αποδεκτό χρόνο πριν διαβιβάσουν. Όταν αυτό συμβαίνει, οι χρήστες αρχίζουν να παρατηρούν τις καθυστερήσεις όταν προσπαθούν να σώσουν ή να ανοίξουν τα αρχεία ή να εκτελέσουν άλλες διαδικασίες. Όταν ένα δίκτυο τμηματοποιείται, σε κάθε υποδίκτυο δίνεται ξεχωριστή διεύθυνση. Αυτό οδηγεί σε δύο χωριστά τμήματα μνήμης μέσω μετάδοσης, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα. Κάθε ένα από τα δύο τμήματα θα έχει μόνο τους μισούς από τους χρήστες του αρχικού δικτύου. Κατά συνέπεια, η απόδοση των δικτύων διπλασιάζεται (σε μερικά δίκτυα, η απόδοση μπορεί να είναι μεγαλύτερη από διπλάσια επειδή σε ένα υπερφορτωμένο δίκτυο, τα γενικά έξοδα που απαιτούνται για να διαχειριστούν συγκρούσεις μετάδοσης παίρνουν ένα πολύ μεγαλύτερο ποσοστό του εύρους ζώνης απ' ό,τι σε ένα συγκερατημένο απασχολημένο δίκτυο).

Τα δίκτυα επίσης χωρίζονται για να ενισχύσουν την ασφάλεια δεδομένων και για να ελαχιστοποιήσουν την επίδραση μιας βλάβης σε οποιοδήποτε μέρος του δικτύου. Η σύνδεση δικτύων περιλαμβάνει τα πάντα από τη σύνδεση δύο workgroup networks, κάθε ένα με ίσως δύο ή τρεις τερματικούς σταθμούς, μέχρι τη σύνδεση χιλιάδων υπολογιστών από δεκάδες μέχρι εκατοντάδες ξεχωριστά τμήματα μιας πολυεθνικής.

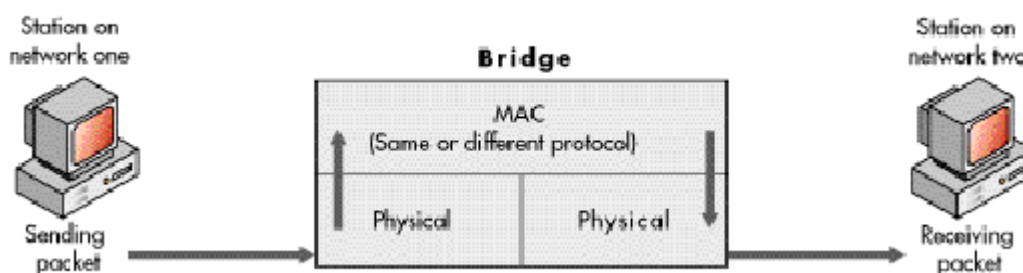
2.5.1. ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ: ΓΕΦΥΡΕΣ ΚΑΙ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΕΣ

Οι γέφυρες και οι δρομολογητές είναι οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για να διασυνδέσουν τα υποδίκτυα. Μπορεί να είναι βασισμένα είτε σε υλικό είτε σε λογισμικό. Οι βασισμένοι στο λογισμικό δρομολογητές και γέφυρες μπορούν να είναι μέρος του λειτουργικού συστήματος ενός κεντρικού υπολογιστή ή μπορούν να τρέξουν στον κεντρικό υπολογιστή με το λειτουργικό σύστημα. Οι βασισμένες στο υλικό γέφυρες και δρομολογητές μπορούν επίσης να εγκατασταθούν στους πρότυπους υπολογιστές για να δημιουργήσουν τις αφιερωμένες, αυτόνομες συσκευές. Συχνά στη διαδικτύωση οι όροι γέφυρα και δρομολογητής συγχέονται. Πολλές φορές το ένα επικαλύπτει το άλλο. Οι γέφυρες και οι δρομολογητές έχουν ένα κοινό σημαντικό σημείο : και οι δύο επιτρέπουν τη μεταφορά των

πακέτων δεδομένων (frames) μεταξύ των υποδικτύων με διαφορετικές διευθύνσεις δικτύων.[links 14,20]

2.5.1.1. ΓΕΦΥΡΕΣ

Μια γέφυρα λειτουργεί στο επίπεδο data-link (δηλαδή στο δεύτερο επίπεδο του μοντέλου OSI). Μια γέφυρα ενεργεί ως φίλτρο διευθύνσεων και αναμεταδίδει τα δεδομένα μεταξύ των υποδικτύων (με τις διαφορετικές διευθύνσεις) βασισμένη στις πληροφορίες που περιλαμβάνονται στο επίπεδο ελέγχου πρόσβασης μέσου. Οι απλές γέφυρες χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν δίκτυα που χρησιμοποιούν το ίδιο πρωτόκολλο φυσικού-επιπέδου και την ίδια MAC (medium access control) και τα λογικά πρωτόκολλα συνδέσεων (επίπεδα ένα και δύο της OSI). Οι απλές γέφυρες δεν είναι σε θέση να αποκωδικοποιήσουν διαφορετικά πρωτοκόλλα. Άλλοι τύποι γεφυρών, όπως οι μεταφραστικές γέφυρες, μπορούν να συνδέσουν τα δίκτυα που χρησιμοποιούν διαφορετικά πρωτοκόλλα επιπέδου-ένα και MAC. Είναι σε θέση να αποκωδικοποιήσουν και να αναμεταδώσουν πακέτα. Αφότου γίνεται μια φυσική σύνδεση (στο επίπεδο 1 του OSI), μια γέφυρα λαμβάνει όλα τα πακέτα από κάθε ένα από τα υποδίκτυα που συνδέει και ελέγχει τη διεύθυνση δικτύων κάθε λαμβανόμενου πακέτου. Η διεύθυνση δικτύων περιλαμβάνεται στην επικεφαλίδα της MAC. Όταν μια γέφυρα λαμβάνει ένα πακέτο από ένα υποδίκτυο που απευθύνεται σε έναν τερματικό σταθμό σε ένα άλλο υποδίκτυο, μεταφέρει το εν λόγω πακέτο στο προοριζόμενο υποδίκτυο.



Σχήμα 10: Σύνδεση δυο δικτύων μέσω μιας γέφυρας

2.5.1.2. SPANNING TREES ΚΑΙ SOURCE ROUTE-BRIDGING

Υπάρχουν δύο όροι που συνδέονται με το γεφύρωμα και είναι χρήσιμο να καταλάβουμε: τα spanning trees και το source route-bridging. Τα spanning trees αποτρέπουν προβλήματα τα οποία προέρχονται από τη διασύνδεση πολλών δικτύων μέσω μονοπατιών παράλληλης μετάδοσης. Στις διάφορες περιστάσεις είναι δυνατό να υπάρξουν πολλές διαδρομές μετάδοσης μεταξύ των υπολογιστών στα διαφορετικά δίκτυα. Εάν υπάρχουν πολλές διαδρομές και δεν υπάρχει μια αποδοτική μέθοδος που να καθορίζει μόνο μια διαδρομή, είναι δυνατό να υπάρξει ένας ατελείωτος πλεονασμός και μια επέκταση σφαλμάτων δρομολόγησης που θα διαποτίσουν το δίκτυο με άχρηστες μεταδόσεις, και γρήγορα θα το αποδιοργανώσουν. Τα spanning trees είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται για να προσδιοριστεί το ένα, και μόνο το ένα, μονοπάτι μετάδοσης.

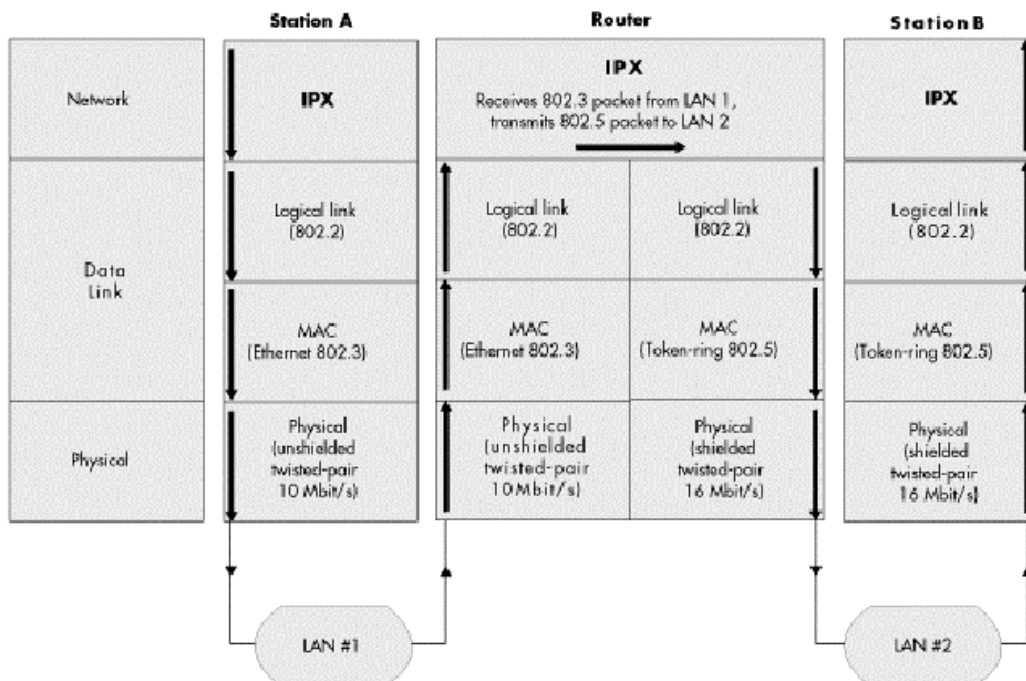
Το source route-bridging είναι ένας τρόπος για να αποφασιστεί ποιο μονοπάτι θα χρησιμοποιηθεί για να μεταφερθούν τα δεδομένα από έναν τερματικό σταθμό σε άλλο. Οι τερματικοί σταθμοί, οι οποίοι χρησιμοποιούν το source routing συμμετέχουν σε μια ανίχνευση διαδρομών και προσδιορίζουν τη διαδρομή που χρησιμοποιείται για κάθε διαβιβασθέν πακέτο. Τα source route bridges πραγματοποιούν μόνο τις οδηγίες δρομολόγησης που τοποθετούνται σε κάθε πακέτο δεδομένων όταν αυτό συγκεντρώνεται από το σταθμό αποστολής ως εκ τούτου και το όνομα "δρομολόγηση πηγής". Το source routing

bridging είναι σημαντικό επειδή είναι μια μέθοδος bridge routing που χρησιμοποιείται στα δίκτυα token ring της IBM.

2.5.1.3. ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΕΣ

Οι δρομολογητές λειτουργούν, στο μοντέλο OSI σε ένα επίπεδο επάνω από τις γέφυρες. Για να επικοινωνήσουν οι δρομολογητές πρέπει να χρησιμοποιήσουν το ίδιο πρωτόκολλο δικτύου και, φυσικά οι σταθμοί που στέλνουν και λαμβάνουν στα διαφορετικά δίκτυα πρέπει είτε να μοιραστούν τα ίδια πρωτόκολλα σε όλα τα επίπεδα της OSI επάνω από το επίπεδο τρία, είτε πρέπει εκεί να γίνει μετάφραση των πρωτοκόλλων σε αυτά τα επίπεδα.

Όπως και μερικές γέφυρες, οι δρομολογητές μπορούν να επιτρέψουν τη μεταφορά των δεδομένων μεταξύ των δικτύων που χρησιμοποιούν διαφορετικά πρωτόκολλα στα επίπεδα ένα και δύο της OSI (το φυσικό επίπεδο και το επίπεδο data-link, το οποίο περιλαμβάνει τα υποστρώματα για τον έλεγχο μέσω πρόσβασης και το έλεγχο λογικής διασύνδεσης). Οι δρομολογητές μπορούν να λάβουν, να επαναμορφοποιήσουν, και να αναμεταδώσουν τα πακέτα δεδομένων που συγκεντρώνονται από διαφορετικά πρωτόκολλα επιπέδων ένα και δύο. Οι διαφορετικοί δρομολογητές χρησιμοποιούνται για να διαχειριστούν τα διαφορετικά σύνολα πρωτοκόλλου. Το σχήμα 11 επεξηγεί πώς ένας δρομολογητής μεταφέρει τα πακέτα δεδομένων.



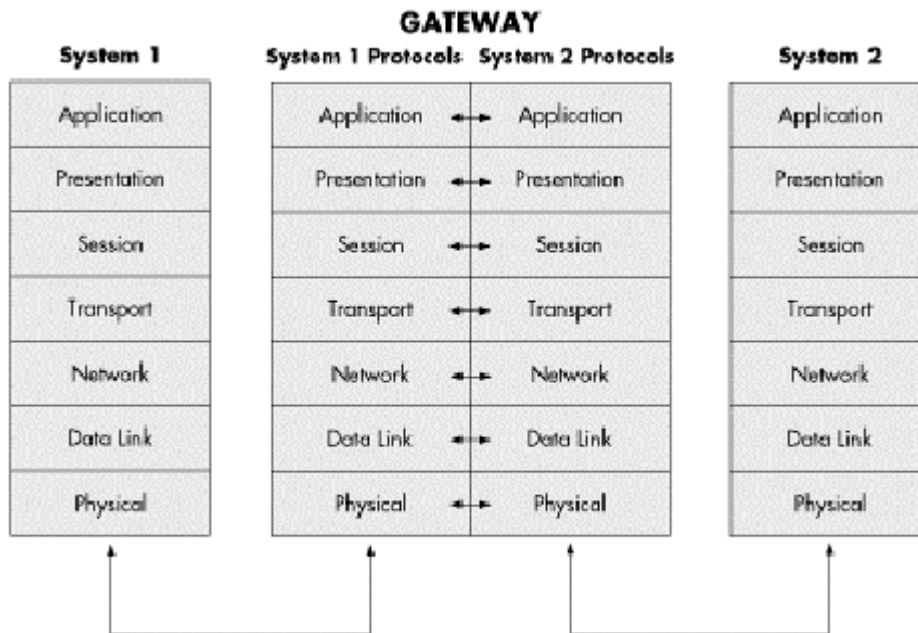
Σχήμα 11 : Διαδικτύωση μέσω δρομολογητών

2.5.1.4. ΠΥΛΕΣ

Σε αντίθεση με τις γέφυρες και τους δρομολογητές, που λειτουργούν μόνο σε ένα επίπεδο του μοντέλου της OSI, μια πύλη μεταφράζει τα πρωτόκολλα σε περισσότερα από ένα επίπεδα της OSI. Επομένως, μια πύλη χρησιμοποιείται για να διασυνδέσει τα συκροτήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών που έχουν διαφορετικές αρχιτεκτονικές και που χρησιμοποιούν τα διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας σε διάφορα επίπεδα της OSI. Μια πύλη μπορεί να συνδέσει ανόμοια συστήματα στο ίδιο δίκτυο ή σε διαφορετικά δίκτυα (έτσι, χρησιμοποιώντας μια πύλη δεν είναι αναγκαίο να χρησιμοποιηθεί διαδικτύωση).

Παραδείγματος χάριν, μια πύλη μπορεί να μεταφράσει τα πρωτόκολλα σε διαφορετικά επίπεδα της OSI για να επιτρέψει διαφανείς επικοινωνίες μεταξύ των συστημάτων βασισμένων σε IPX και των συστημάτων βασισμένων στο TCP/IP, τη δικτυακή αρχιτεκτονική συστημάτων (SNA), ή AppleTalk. Το σχήμα 12 επεξηγεί πώς μια πύλη

χρησιμοποιείται για να μεταφράσει τα πρωτόκολλα και να επιτρέψει τις επικοινωνίες μεταξύ δύο ετερογενών συστημάτων.



Σχήμα 12 : Οι πύλες παρέχουν μετάφραση πρωτοκόλλου μεταξύ ανομοιων συστημάτων σε περισσότερα από ένα επίπεδα του OSI

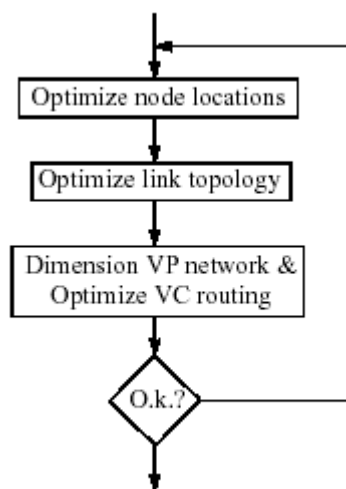
Μια πύλη μπορεί να αποτελείται από υλικό, λογισμικό, ή έναν συνδυασμό των δύο και μπορεί να παρέχει τη μετάφραση σε όλα ή μόνο σε μερικά από τα διαφορετικά στρώματα της OSI, ανάλογα με τους τύπους συστημάτων που συνδέει.

3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο προγραμματισμός ενός ολοκληρωμένου ευρυζωνικού δικτύου είναι πάρα πολύ περίπλοκος για να αποδώσει μέσα σε έναν ενιαίο αλγόριθμο. Κατά συνέπεια, καθορίζονται σχεδιαστικές υποεργασίες προγραμματισμού. Οι σχεδιαστές δικτύων συντονίζουν τις υποδιεργασίες αυτές για να δημιουργήσουν ένα τελικό δίκτυο. Για να υπερνικήσουμε αυτήν την δυσμενή κατάσταση, έχει προταθεί ένα πλαίσιο για τη συστηματική αποσύνθεση και την επανανοποίηση της γενικής στοιχειώδους εργασίας προγραμματισμού δικτύων ως ένας τρόπος για να αναπτυχθούν ολόκληρες οι διαδικασίες προγραμματισμού. [12]

Για να σχεδιάσουμε ένα ενοποιημένο δίκτυο ευρείας περιοχής από όλες τις πλευρές του πρέπει λάβουμε υπόψη μας μεθόδους βελτιστοποίησης συναρτήσεων με πολλές μεταβλητές. Για να αντιμετωπιστεί αυτή η πολυπλοκότητα, η γενική στοιχειώδης εργασία σχεδίου έχει χωριστεί σε διάφορες δευτερεύουσες υποχρεώσεις από την αρχή του προγραμματισμού δικτύων. Το αποτέλεσμα είναι μια διαδοχική διαδικασία προγραμματισμού (σχήμα 13), όπου σε κάθε δευτερεύουσα υποχρέωση λαμβάνονται αποφάσεις που δεν μπορούν να αλλάξουν στα επόμενα βήματα. Είναι γνωστό ότι ο συνδυασμός των βέλτιστων λύσεων ενός συνόλου δευτερευουσών εργασιών δεν παρέχει την συνολικά βέλτιστη λύση. Οι αρμόδιοι για το σχεδιασμό δικτύων ξέρουν από την εμπειρία τους ότι ακόμη και οι ανέφικτες λύσεις μπορούν να προκύψουν ως τελικό αποτέλεσμα.



Σχήμα 13 : Διαδικασία διαδοχικού σχεδιασμού

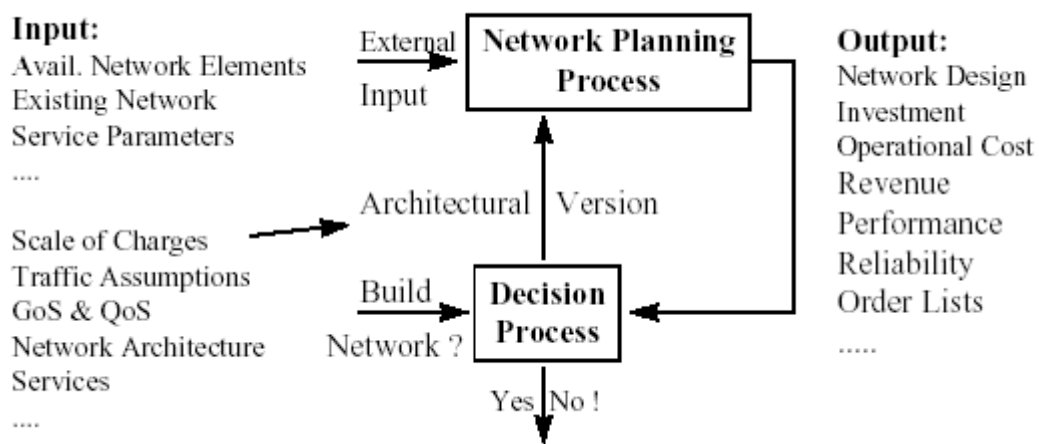
Κατά συνέπεια σχεδόν όλες οι διαδικασίες σχεδιασμού ή τα εργαλεία παρέχουν μια ανατροφοδότηση που επιτρέπουν στους σχεδιαστές των δικτύων να επιλέξουν ένα εναλλακτικό σύνολο παραμέτρων για τους αλγόριθμους σχεδιασμού και να ξαναδοκιμάσουν αυτούς τους αλγόριθμους. Εντούτοις, ένας τρόπος για την τροποποίηση των παραμέτρων δεν δίνεται πουθενά και έτσι η ποιότητα της τελικής λύσης εξαρτάται αποκλειστικά στην εμπειρία και τη διαίσθηση των σχεδιαστών.

Με την εισαγωγή των ιδιαίτερα ισχυρών υπολογιστών διάφορες προτάσεις για την άμεση λύση της γενικής στοιχειώδους εργασίας σχεδιασμού δημοσιεύθηκαν, αλλά μόνο τα μικρότερα δίκτυα μπορούν να προγραμματιστούν από αυτές τις προσεγγίσεις λόγω της

πληρότητας του NP που είναι έμφυτη σε όλες τις στοιχειώδεις εργασίες σχεδιασμού δικτύων επικοινωνίας. Καταλήγουμε στο συμπέρασμα από αυτές τις εμπειρίες ότι ο διαχωρισμός των στοιχειωδών εργασιών προγραμματισμού δικτύων θα απαιτηθεί ακόμη και με τις αναμενόμενες περαιτέρω αυξήσεις στην επεξεργαστική δύναμη. Επιπλέον, η σχεδόν διαδοχική διαδικασία σχεδίασης και ανάπτυξης της πρέπει να αλλάξει με τουλάχιστον δύο τρόπους. Πρώτα η διαδικασία διαχωρισμού πρέπει να είναι συστηματικότερη και δεύτερον οι διαχωρισμένες υποεργασίες πρέπει να συντονιστούν για να βρουν μια πιο σφαιρική λύση. Κατ' αυτόν τον τρόπο ένα βέλτιστο μοντέλο στηριζόμενο στην αποσύνθεση (OMBBD), η οποία είναι μια ιεραρχική ή πολυεπίπεδη διαδικασία, μπορεί να αποτελέσει μια λύση. Σε πρώτη φάση πρέπει να διατυπωθεί το μαθηματικό μοντέλο με όλες τις μεταβλητές και τις σχέσεις. Δεύτερον, οι μεταβλητές και οι σχέσεις ομαδοποιούνται με έναν τρόπο που εξασφαλίζει ότι τα ανεξάρτητα ή αόριστα συνδεδεμένα υποπροβλήματα μπορούν να προσδιοριστούν. Σε ένα τρίτο βήμα, μια κύρια υποεργασία καθορίζεται, η οποία συντονίζει την ανατροφοδότηση όλων των υποεργασιών. Αλλά η συνολική λύση δεν θα ταιριάζει με την κύρια υποεργασία, επειδή τα προβλήματα σχεδιασμού δικτύων συνήθως είναι συνδεδεμένα και πολύ μεγαλύτερα από εκείνα που επιλύθηκαν με (OMBBD). Για να ξεπεραστεί αυτή η ανεπιθύμητη κατάσταση προτείνεται ένα συστηματικό πλαίσιο που βοηθά τους προγραμματιστές-σχεδιαστές των αλγορίθμων δικτύων να αντιμετωπίσουν την πολυπλοκότητα όταν αναλαμβάνουν να δημιουργήσουν μια ολοκληρωμένη σχεδιαστική διαδικασία.

3.2. ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Η στοιχειώδης εργασία σχεδιασμού δικτύων είναι στις περισσότερες περιπτώσεις μια στοιχειώδης εργασία υποστήριξης απόφασης για τους παροχής δικτύων. Επομένως, διάφορες περιπτώσεις ή αρχιτεκτονικές παραλλαγές πρέπει να σχεδιαστούν, μέχρις ότου να μπορεί να παρθεί η απόφαση να κατασκευαστούν ή όχι τα δίκτυα.



Σχήμα 14 : Ο προγραμματισμός δικτύων είναι μια διαδικασία στήριξης αποφάσεων

Στο σχήμα 14, δείχνουμε ότι τα δεδομένα εισόδου στη διαδικασία προγραμματισμού δικτύων μπορούν να διαιρεθούν σε εξωτερικά στοιχεία που δεν μπορούν να επιλεγθούν από τη διαδικασία απόφασης και τα δεδομένα μιας αρχιτεκτονικής έκδοσης που είναι ισοδύναμη με μια ορισμένη επιχειρησιακή περίπτωση. Η διαδικασία προγραμματισμού δικτύων είναι η αλγοριθμική λύση στη στοιχειώδη εργασία προγραμματισμού. Είναι βασισμένο σε ένα μοντέλο προγραμματισμού που είναι μια μαθηματική αφαίρεση και μια προσέγγιση του πραγματικού δικτύου. Συχνά διάφοροι βαθμοί προσέγγισης είναι αναγκαίοι και πιθανοί.

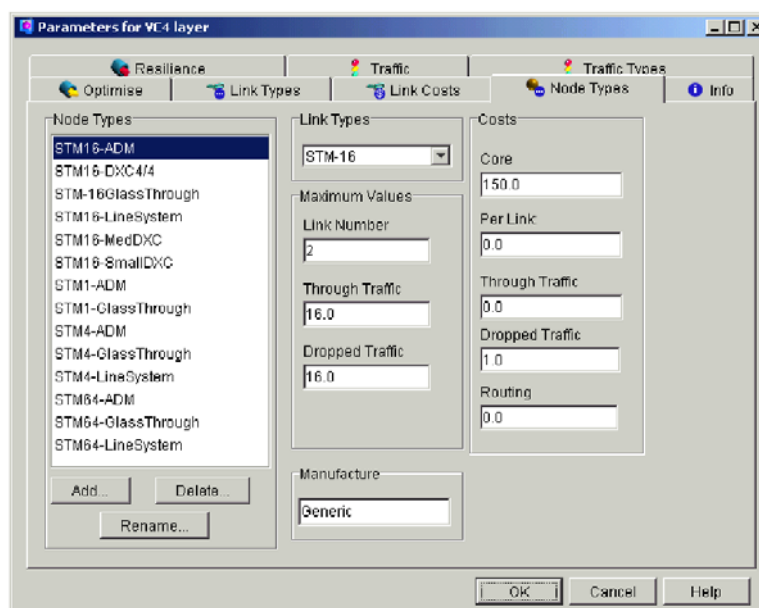
Το αποτέλεσμα της διαδικασίας προγραμματισμού είναι το λεπτομερές σχέδιο δικτύων, η αναμενόμενη επένδυση και οι λειτουργικές δαπάνες καθώς και η αναμενόμενη απόδοση και η αξιοπιστία. Αν και δεν αναφέρεται σε αυτό το έγγραφο χάριν της συντομίας, ο χρόνος είναι μια σημαντική διάσταση του προγραμματισμού δικτύων. Σε καθημερινή βάση η ποσότητα κυκλοφορίας θα ποικίλει για τις διάφορες ώρες και οι ώρες αιχμής στις περισσότερες υπηρεσίες συνήθως δεν αποτελούν σύμπτωση. Κατά συνέπεια μια ολοκληρωμένη multihour προσέγγιση προγραμματισμού θα παράγει αξιόλογες ωφέλειες. Σε ένα μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ο όγκος της συνολικής κυκλοφορίας αυξάνεται και πρέπει να γίνει ολοκληρωμένος σχεδιασμός για να αποτραπούν ζημιογόνες επενδύσεις.

4. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (PLANNING SOFTWARE)

Το Netscene Core είναι ένα εργαλείο σχεδιασμού για ευρυζωνικά δίκτυα όπως τα SONET/SDH και τα οπτικά δίκτυα. Χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη καινούργιων δικτύων ή για την βελτιστοποίηση των υπάρχοντων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την δόκιμη νέων τεχνολογιών, για τον έλεγχο της ανάπτυξης των δικτύων και τη μελέτη υποθετικών σεναρίων. Επίσης με αυτό το εργαλείο μπορούν να σχεδιαστούν δίκτυα με με βάση τις απαιτήσεις σε χωρητικότητα και τοπολογία. Υποστηρίζει πολλαπλά επίπεδα από δίκτυα με τοπολογία δακτυλίου (ring) ή πλέγματος (mesh) υπολογίζοντας τον εξοπλισμό που χρειάζεται σε κάθε στρώμα και σε κάθε τμήμα του δικτύου. Ακόμα συμπεριλαμβάνει ένα γραφικό περιβάλλον το οποίο εμφανίζει την χαρτογράφηση του δικτύου, μια βάση δεδομένων με προσχεδιασμένα πρότυπα δικτύων και ευέλικτους τρόπους αλληλεπίδρασης με άλλα προγράμματα. Μερικά από τα χαρακτηριστικά του προγράμματος είναι τα εξής:[link 3]

- **Εξομοίωση κυκλοφορίας δικτύου, συνδέσεων και εξοπλισμός κόμβου**

Ο χρήστης μπορεί να εισάγει παραμέτρους για την κίνηση, τον εξοπλισμό των κόμβων και συνδέσεων για κάθε στρώμα επιλέγοντας από προσχεδιασμένες βιβλιοθήκες και βάσεις δεδομένων



Σχήμα 15

- **Απεικόνιση δεδομένων**

Το πρόγραμμα υποστηρίζει γραφική απεικόνιση του σχεδίου του δικτύου με τη χρήση χαρτών ILOG, ένα πακέτο λογισμικού που χρησιμοποιείται ευρέως στην βιομηχανία. Ο χρήστης μπορεί να δει πληροφορίες για κάθε κόμβο (τύπος κόμβου, switched traffic ή τοπική κίνηση) και για κάθε σύνδεση (τύπος σύνδεσης, μέγιστη κίνηση και κίνηση προς δυο κατευθύνσεις, μπροστά και πίσω). Ακόμα επιτυγχάνεται από το πρόγραμμα γραφική απεικόνιση της δρομολόγησης της κίνησης. Επίσης ο χρήστης μπορεί να δει πληροφορίες για την κίνηση του δικτύου, όπως λανθασμένη κίνηση, κίνηση από κάποιον συγκεκριμένο πελάτη ή κίνηση σε κάποιο συγκεκριμένο δακτύλιο.

Traffic on SDH

Show Traffic: All

TrafficID	OperatorID	StartLocati...	EndLocation	Customer	Traffic	TrafficCount	TrafficType	ResilienceI
1		Glasgow 1	London 1	Customer 1	622	1	STM-4	Protected
2		Leicester 1	Alveston 1	Customer 2	155	1	STM-1	None
3		London 1	Shareshill 1	Customer 3	622	1	STM-4	None
4		Mancheste...	Mancheste...	IP	2,000	2	GigE	Protected
7		Hemel He...	London 2	IP	2,500	1	STM-16	Protected
8		Birmingha...	Mancheste...	ATM	622	1	STM-4	Protected
9		Telehouse ...	Telehouse ...	IP	1,000	1	GigE	Protected
11		Glasgow 1	Glasgow 2	IP	1,000	1	GigE	Protected
12		Glasgow 1	Mancheste...	IP	622	1	STM-4	Protected
13		Newcastle ...	Mancheste...	IP	622	1	STM-4	Protected
14		Edinburgh 1	Mancheste...	IP	622	1	STM-4	Protected
15		Leeds 1	Mancheste...	IP	1,244	2	STM-4	Protected
16		Leicester 1	Birmingha...	IP	622	1	STM-4	Protected
17		Newcastle ...	Newcastle ...	IP	1,000	1	GigE	Protected
18		Edinburgh 1	Edinburgh 2	IP	1,000	1	GigE	Protected
19		Leeds 1	Leeds 2	IP	1,000	1	GigE	Protected
20		Leicester 1	Leicester 2	IP	1,000	1	GigE	Protected
21		Mana P 1	Mancheste...	IP	622	1	STM-4	Protected
22		Mana P 2	Mana P 1	IP	1,000	1	GigE	Protected
23		Mana P 2	Mancheste...	IP	622	1	STM-4	Protected
24		Mancheste...	Mancheste...	IP	1,000	1	GigE	Protected

Data Status: Sum = 2500 1 of 50 Rec(s) selected

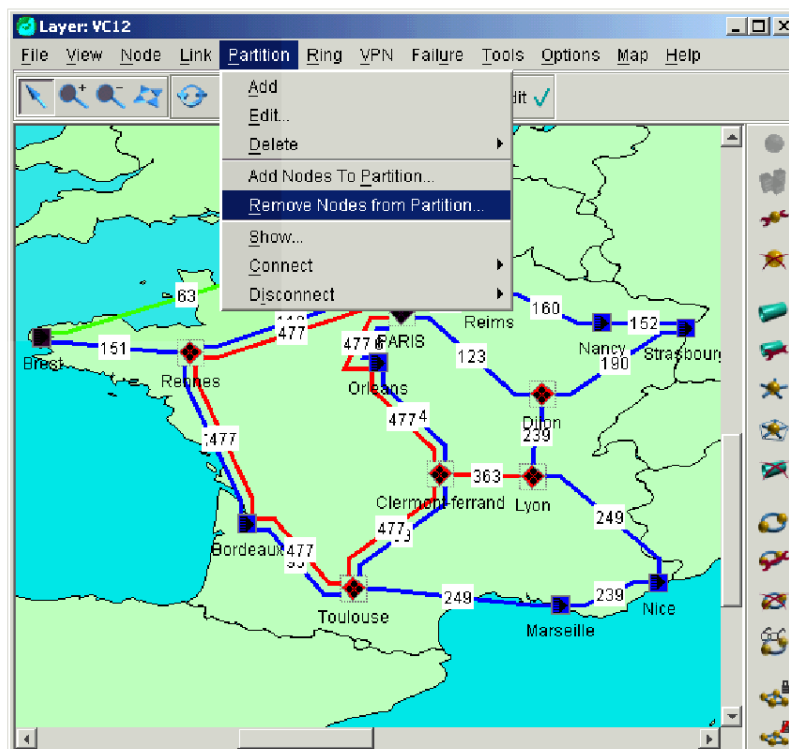
Working Path | Second Path | D.C. Path | DP Ring Second Path

Traffic ID	Link ID	Start Node	End Node	Operator ID	Partition	Layer	Audit
7	156	London 1	London 2			SDH	✓
7	136	London 1	Gerrards C...		London Tra...	SDH	✓
7	134	Gerrards C...	Hemel He...		London Tra...	SDH	✓
7	154	Hemel He...	Hemel He...			SDH	✓

Σχήμα 16

- **Χρήση κανόνων και τμηματοποίησης**

Οι χρήστες μπορούν να αναπαράγουν ρεαλιστικούς κανόνες, όπως τη χρησιμοποίηση μιας συγκεκριμένης τοπολογίας ή τον περιορισμό της κίνησης μεταξύ συγκεκριμένων κόμβων. Ακόμα μια ιεραρχική δομή του δικτύου μπορεί να εξομοιωθεί τμηματοποιώντας διάφορα σημεία του δικτύου και αντιστοιχίζοντας διαφορετικά μοντέλα κόστους σε κάθε τμήμα.



Σχήμα 17

Τέλος αλλά χαρακτηριστικά του προγράμματος είναι:

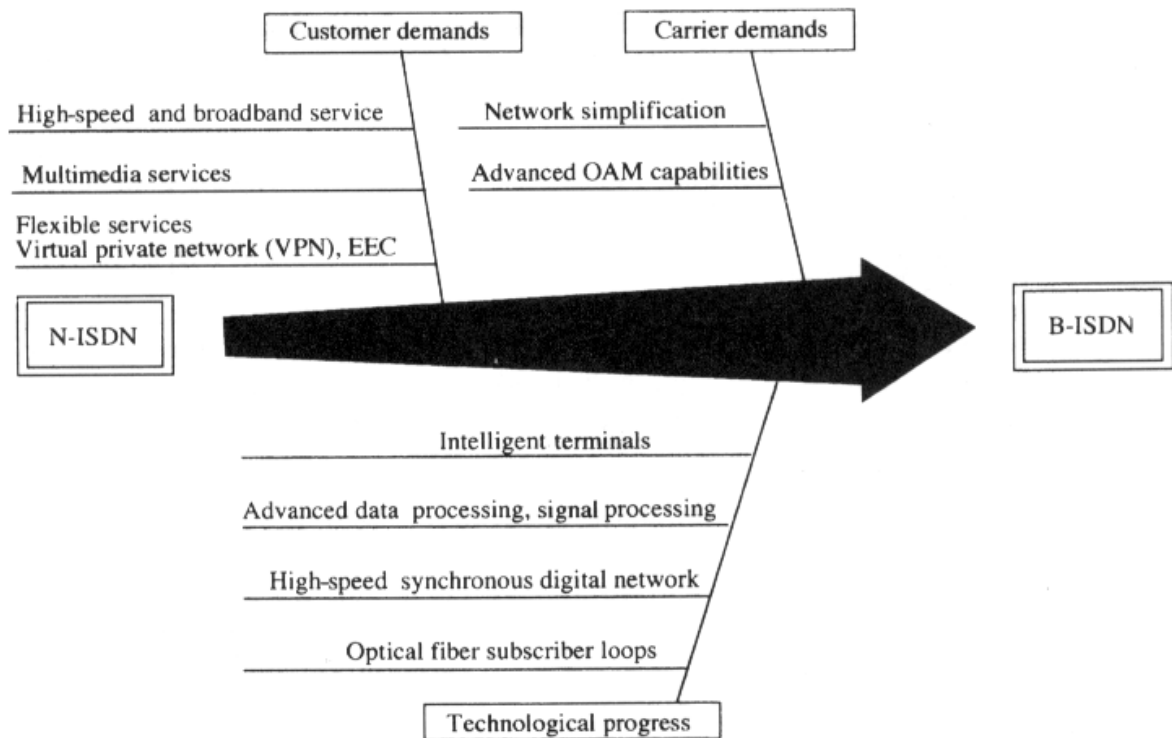
- Εξομοίωση τοπολογιών mesh και ring
- Εξομοίωση προστασίας
- Χρησιμοποίηση πολλαπλών επιπέδων
- Εξομοίωση δρομολόγησης και βελτιστοποίησης
- Καταμέτρηση κόστους χρήση δικτύου
- Χρησιμοποίηση φίτρων δεδομένων
- Εύκολη εισαγωγή και εξαγωγή δεδομένων από το πρόγραμμα
- Προσχεδιασμένα σενάρια

5. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Παραδείγματα τεχνολογιών ευρυζωνικών δικτύων είναι το B-ISDN (Broadband ISDN) το SONET(synchronous optical network) και το ADSL, τα οποία βασίζονται στην τεχνολογία ATM.Ο ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς είναι μία τεχνολογία μεταγωγής και πολυπλεξίας σε επίπεδο κυψελίδων. Το ATM έχει σχεδιαστεί ως ένας γενικού σκοπού, προσανατολισμένος προς την σύνδεση, τρόπος μεταφοράς για ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών και έχει καθοριστεί ως η βασική τεχνολογία που θα υποστηρίξει τα ευρυζωνικά ψηφιακά δίκτυα ενοποιημένων υπηρεσιών(B-ISDN).Ο βασικός στόχος είναι η δημιουργία ενός δικτύου χρησιμοποιώντας τις αρχές της μεταγωγής και πολυπλεξίας της τεχνολογίας ATM και των αντίστοιχων επιπέδων προσαρμογής, το οποίο θα υποστηρίξει ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών όπως φωνή, video, πακέτα δεδομένων (SMDS,IP,FR) εφαρμογές εικόνας και εξομοίωση κυκλωμάτων. Σαν βάση για τη φυσική μετάδοση χρησιμοποιούνται τα πρότυπα SONET/SDH που επιτρέπουν πολύ υψηλούς ρυθμούς μεταφοράς. Το ATM επίσης παρέχει πολλαπλές κατηγορίες ποιότητας υπηρεσιών (QoS) για την υποστήριξη εφαρμογών με ιδιαίτερες απαιτήσεις σε ότι αφορά τα κριτήρια λειτουργίας (καθυστέρηση ή και απώλεια κίνησης) . Ένα άλλο βασικό χαρακτηριστικό του ATM είναι η παροχή εύρους ζώνης κατόπιν ζήτησης χρησιμοποιώντας μεταγωγίμα νοητά κυκλώματα και η υποστήριξη πρόσβασης σε διαθέσιμο εύρος ζώνης με διαδικασίες που προσομοιάζουν στα περιβάλλοντα των τοπικών δικτύων (LAN like). Με βάση τα χαρακτηριστικά του το ATM αποτελεί την καλύτερη λύση παροχής ευρυζωνικών επικοινωνιών. Πρέπει όμως να τονιστεί ότι αρκετά λειτουργικά θέματα βρίσκονται στη φάση της ανάπτυξης.[10,11]

5.1. B-ISDN

Ο γενικός στόχος των ευρυζωνικών ψηφιακών δικτύων ενοποιημένων υπηρεσιών (B-ISDN) είναι η ενοποίηση όλων των υπάρχοντων δικτύων σε μια ενιαία ομογενή υποδομή η οποία θα υποστηρίξει όλους τους τύπους επικοινωνιακών υπηρεσιών όπως ταυτόχρονη υποστήριξη εφαρμογών φωνής, δεδομένων, video και γενικότερα πολυμεσικών εφαρμογών. Το κίνητρο για την ενσωμάτωση ευρυζωνικών χαρακτηριστικών στο ISDN τεκμηριώνεται απλά στη σύσταση I 121 της ITU-T (broadband aspects of ISDN).Οι συστάσεις του B-ISDN γράφτηκαν λαμβάνοντας υπόψη την ανακύπτουσα ανάγκη για υπηρεσίες εύρους ζώνης, τη διαθεσιμότητα μετάδοσης υψηλής ταχύτητας, την μεταγωγή και τις τεχνολογίες επεξεργασίας σήματος.(παρέχονται ρυθμοί μετάδοσης εκατοντάδων Mbps), την ανάγκη για παροχή ευελιξίας στην ικανοποίηση των αναγκών τόσο του πελάτη όσο και του χειρίστη (όσον αφορά το ρυθμό μετάδοσης και την ποιότητα υπηρεσίας). Επίσης να ικανοποιεί την ανάγκη για ολοκλήρωση των υπηρεσιών αλληλεπίδρασης και διανομής καθώς και των τρόπων μεταφοράς πακέτου και κυκλώματος σε ένα παγκόσμιο δίκτυο εύρους ζώνης. Σε αντίθεση με διάφορα αφοσιωμένα δίκτυα η ολοκλήρωση υπηρεσιών και δικτύου παρέχει μεγάλα πλεονεκτήματα στον οικονομικό σχεδιασμό, την ανάπτυξη, την υλοποίηση, την λειτουργία και τη συντήρηση. Ενώ τα αφοσιωμένα δίκτυα απαιτούν διάφορες διακριτές και ακριβές γραμμές πρόσβασης για τους πελάτες, η πρόσβαση στο B-ISDN βασίζεται σε μια οπτική ίνα για κάθε πελάτη. Η υψηλής κλίμακας παραγωγή υψηλά ολοκληρωμένου εξοπλισμού για ένα μοναδικό B-ISDN θα οδηγήσει σε οικονομικά εφικτές λύσεις. Ενώ τα περισσότερα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα πριν το ISDN ήταν εξειδικευμένα δίκτυα (για τηλεφωνία ή δεδομένα) με μάλλον περιορισμένο εύρος ζώνης, διεκπαιρευτική ικανότητα και δυνατότητες επεξεργασίας, η σύλληψη του μελλοντικού B-ISDN στηρίζεται σε ένα παγκόσμιο(πρότυπο) δίκτυο που θα υποστηρίξει διαφορετικά είδη εφαρμογών και κατηγορίες πελατών. [10]

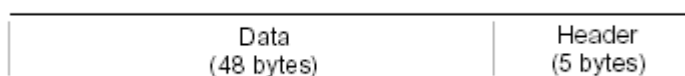


Σχήμα 18: Η εξέλιξη προς το B-ISDN

Επίσης άλλος στόχος του B-ISDN είναι : η παροχή ρυθμού υπηρεσιών ίσο με H4-channel δηλαδή πάνω από 135 Mbps ώστε να υποστηριχτεί το interface δικτύου-χρηστή, όποτε κάθε ταχύτητα κάτω από αυτή μπορεί αποτελεσματικά να υποστηριχτεί. Δεύτερον η παροχή variable bit rate υπηρεσιών για επικοινωνία πακέτων και κωδικοποίηση εικόνας καθώς και constant bit rate υπηρεσίες για φωνή και επικοινωνία μέσω video. Τρίτον, η στήριξη υπηρεσιών πολλαπλής ποιότητας που εξασφαλίζουν την καθυστέρηση στην μετάδοση και παρέχουν υποστήριξη για απώλεια πληροφοριών. Τέλος θα επιτρέπει τη μετάδοση από σημείο σε σημείο , από σημείο σε πολλά σημεία και από πολλά σημεία σε πολλά, καθώς και δυναμικές αλλαγές ανάλογα με τη ζήτηση [1].

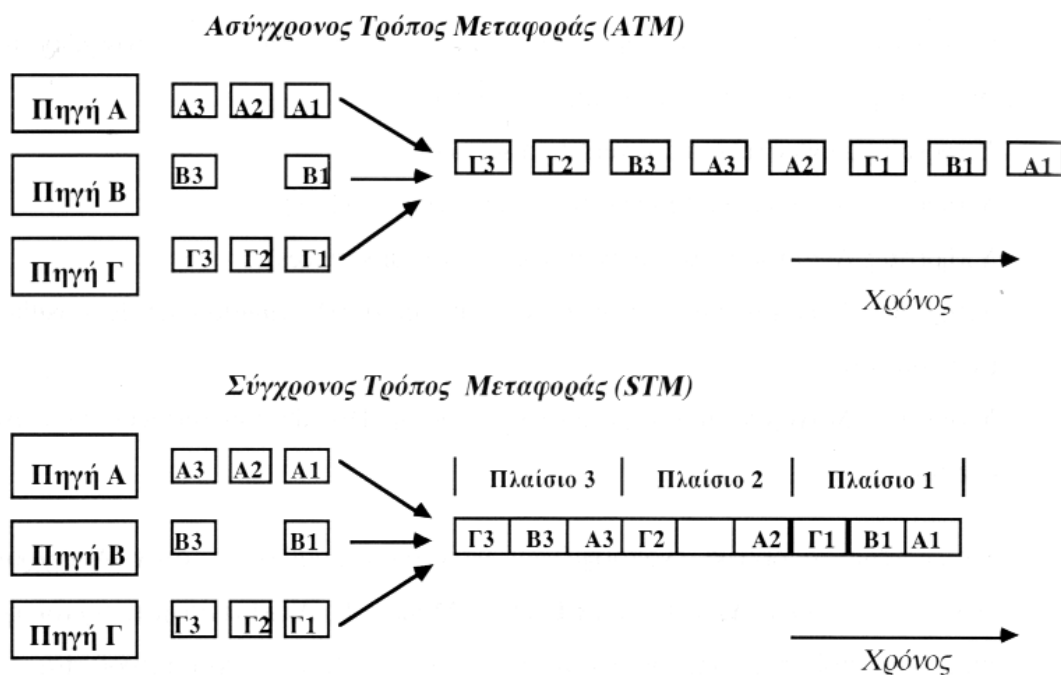
5.2. ATM

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως η κατάσταση ασύγχρονης μετάδοσης θεωρείται ως η βάση πάνω στην οποία βασίζεται το B-ISDN. Ο όρος μετάδοσης περιλαμβάνει τόσο θέματα μεταβίβασης όσο και μεταγωγής, έτσι η κατάσταση μετάδοσης είναι ένας ειδικός τρόπος μεταβίβασης και μεταγωγής πληροφορίας σε ένα δίκτυο. Στα ATM όλη η πληροφορία που μεταφέρεται είναι συσσωρευμένη σε σταθερού μεγέθους θυρίδες που ονομάζονται κελιά (cells). Τα κελιά αυτά έχουν πεδίο πληροφοριών 48 οκτάδων και επικεφαλίδα 5 οκτάδων. Ενώ το πεδίο πληροφορίας είναι διαθέσιμο στο χρηστή, το πεδίο της επικεφαλίδας μεταφέρει πληροφορία που αναφέρεται σε αυτή καθ' αυτή τη λειτουργικότητα του ATM επιπέδου, κυρίως στον προσδιορισμό των κελιών μέσω μιας ετικέτας [1].



Σχήμα 19 : Κέλι ATM

Το ATM χρησιμοποιεί ένα πεδίο ετικέτα μέσα στην επικεφαλίδα ενός κελιού προκειμένου να αναγνωρίσει και να καθορίσει μεμονωμένες επικοινωνίες. Από αυτή την άποψη, το ATM, μοιάζει με τους καθιερωμένους τρόπους μετάδοσης πακέτου. Όπως οι τεχνικές μεταγωγής πακέτου το ATM μπορεί να προμηθεύσει μια επικοινωνία με ρυθμό μετάδοσης που είναι ξεχωριστά προσαρμοσμένη στην εκάστοτε ανάγκη, συμπεριλαμβανόμενου του ρυθμού μετάδοσης μεταβλητού χρόνου. Ο όρος “ασύγχρονος” στην ονομασία της νέας κατάστασης μετάδοσης αναφέρεται στο γεγονός ότι, στο πλαίσιο της μετάδοσης της πολύπλεξης, τα κελιά που έχουν ανατεθεί στην ίδια σύνδεση είναι πιθανόν να, παρουσιάζουν ένα μοντέλο ασύμμετρης μετάδοσης καθώς συμπληρώνεται σύμφωνα με την τρέχουσα ανάγκη. Η θέση μιας κυψελίδας κατά τη διαδικασία μεταφοράς δεν εξαρτάται από το χρόνο, όπως συμβαίνει στο σύγχρονο τρόπο μεταφοράς STM, επιπλέον το εύρος ζώνης είναι διαιρεμένο σε σχισμές χρόνου (χρονοθυρίδες) καθορισμένου μήκους. Αυτές οι χρονοθυρίδες κατανομονται ανάλογα με τις ανάγκες μεταφοράς πληροφορίας που υπάρχουν και για το λόγο αυτό δεν έχουν προκαθορισμένες χρονικές θέσεις. Έτσι, αντί της αναγνώρισης της σύνδεσης από τη χρονική θέση, οι σχισμές του χρόνου αναγνωρίζονται με σαφείς προθεματικές ετικέτες [11].



Σχήμα 20 : Σύγκριση ασύγχρονου και σύγχρονου τρόπου μεταφοράς

Το ATM έχει σχεδιαστεί ως ένας γενικού σκοπού, προσανατολισμένος προς τη σύνδεση, τρόπος μεταφοράς για ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών. Υποστηρίζει κίνηση προσανατολισμένη προς τη σύνδεση (connection oriented), άμεσα ή μέσω επιπέδων προσαρμογής, καθώς επίσης και κίνηση χωρίς σύνδεση (connectionless) με τη χρήση των αντιστοιχών επιπέδων προσαρμογής. Το ATM παρέχει είτε σταθερά (PVs) είτε μεταγωγικά (SVs) νοητά κανάλια. Τα νοητά αυτά κανάλια μπορούν να υποστηρίξουν σταθερό ρυθμό δυαδικών ψηφίων (constant bit rate CBR) ή μεταβλητό ρυθμό δυαδικών ψηφίων (variable bit rate VBR). Κάθε κυψελίδα ATM που στέλνεται στο δίκτυο παρέχει πληροφορίες διευθυνσιοδότησης που επιτρέπουν την εγκατάσταση ενός νοητού καναλιού μεταξύ των σημείων αποστολής και λήψης. Στη συνέχεια όλες οι κυψελίδες μεταφέρονται μέσω του νοητού καναλιού με τη σειρά αποστολής τους.

Γενικότερα τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της τεχνολογίας ATM είναι:

- υψηλές ταχύτητες
- ενιαία μεταφορά διάφορων ειδών πληροφορίας (δεδομένα, ήχο, βίντεο κλπ)
- βέλτιστη χρήση του διαθέσιμου εύρους ζώνης
- υποστήριξη ιδιωτικών και δημόσιων δικτύων
- τεχνολογική βάση για WANs και LANs
- προσομοίωση μεταγωγής πακέτου και μεταγωγής κυκλώματος
- υποστήριξη υπηρεσιών με διαφορετικά είδη κυκλοφοριακής κίνησης
- υποστήριξη πολλαπλών κατηγοριών ποιότητας υπηρεσιών
- υποστήριξη κυκλοφοριακής κίνησης με προτεραιότητες
- υποστήριξη υπηρεσιών πραγματικού και μη χρόνου

Η πλατφόρμα ATM μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υποστηρίξει μια μεγάλη ποικιλία από υπηρεσίες, όπως η γεφύρωση τοπικών δικτύων (LAN bridging), η εξομοίωση τοπικών δικτύων (LAN emulation), τα πολλαπλά πρωτοκόλλα πάνω από ATM (MPOA-multiprotocol over ATM), η μεταγωγή πλαισίου (frame relay), η εξομοίωση κυκλώματος (circuit emulation) και αλλά.

5.3. ΟΠΤΙΚΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ

Ο σχεδιασμός ενός ισχυρού και οικονομικού οπτικού εξοπλισμού μετάδοσης ήταν μια κύρια κινητήρια δύναμη πίσω από το B-ISDN. Η οπτική μετάδοση χαρακτηρίζεται από:

- χαμηλή εξασθένηση ινών(επιτρέποντας μεγάλες αποστάσεις μεταξύ των επαναληπτών)
- υψηλή ευρυζωνική μετάδοση(μέχρι μερικές εκατοντάδες Mbps)
- χαμηλή διάμετρος (χαμηλό βάρος και όγκος)
- υψηλή μηχανική ευελιξία της ίνας
- απρόσβλητο από ηλεκτρομαγνητικά πεδία
- χαμηλή πιθανότητα λάθους μετάδοσης
- καμία συνακρόαση των ινών
- δυσκολότερη υποκλοπή των γραμμών

Το ψηλότερο εύρος ζώνης των συστημάτων οπτικής μετάδοσης-σήμερα μέχρι μερικά Gbits/s μπορούν να μεταφερθούν με μια οπτική σύνδεση-είχε σαν αποτέλεσμα υλοποιήσεις των δημόσιων δικτύων να υποστηρίζουν ήδη υπάρχουσες υπηρεσίες, όπως η τηλεφωνία. Τα τοπικά δίκτυα ινών παρέχουν ρυθμούς μετάδοσης μερικών εκατοντάδων Mbp/s στους χρηστές. Κατά συνέπεια η χρήση συστημάτων οπτικών ινών μετάδοσης για το B-ISDN είναι άμεση από τεχνική σκοπιά, τουλάχιστον στο δίκτυο γραμμής ζεύξης και στο θέμα της τοπικής πρόσβασης ενός δικτύου όπου σημαντικές αποστάσεις πρέπει να γεφυρωθούν.

Στο B-ISDN, ο ρυθμός μετάδοσης των 150 Mbp/s μπορεί τυπικά να δώσει στο χρηστή μια ευρυζωνική διασύνδεση με το δίκτυο. Παρά το γεγονός ότι οι υψηλότεροι ρυθμοί μετάδοσης θα μπορούσαν άνετα να μεταδοθούν μέσω συνδέσεων οπτικής ίνας, το ηλεκτρονικό κόστος που σχετίζεται με τον εξοπλισμό μετάδοσης μαζί με μελέτες για υπηρεσίες που αναμένεται να απαιτούνται, οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι η βασική B-ISDN διασύνδεση στα 150 Mbp/s θα ήταν σε πολλές περιπτώσεις επαρκής.

Επιπρόσθετα, έχει προβλεφθεί ένα δεύτερο είδος διασύνδεσης που λειτουργεί στα 600 Mbp/s, τουλάχιστον στην κατεύθυνση από το δίκτυο στο χρηστή και έχει οριστεί η μεταφορά κελιού ATM σε ακόμα υψηλότερης μετάδοσης συστήματα. Ο χειρισμός τέτοιων σημάτων ATM είναι τεχνικά εφικτός, η υλοποίηση τους μπορεί ωστόσο να αποτελεί μια οικονομική πρόκληση. Τέτοιες οικονομικές σκέψεις οδηγούν στο συμπέρασμα ότι επιπρόσθετες (όχι απαραίτητα οπτικές) χαμηλότερου ρυθμού μετάδοσης διασυνδέσεις ATM – της τάξης από

1,5 ή 2 Mbp/s μέχρι 150 Mbp/s – είναι αρκετά σημαντικές για πρόσβαση σε ATM. Η ανάπτυξη υψηλά αξιόπιστων (κυρίως οπτικών) συστημάτων μετάδοσης με μικρές πιθανότητες λαθών είναι προς όφελος της ιδέας ενός απλοποιημένου δικτύου με, για παράδειγμα, πιθανή αναγωγήμια λειτουργικότητα επιπέδου σύνδεσης δεδομένων.[10]

5.4. SONET/SDH (ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΟΠΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ /ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΨΗΦΙΑΚΗ ΙΕΡΑΡΧΙΑ)

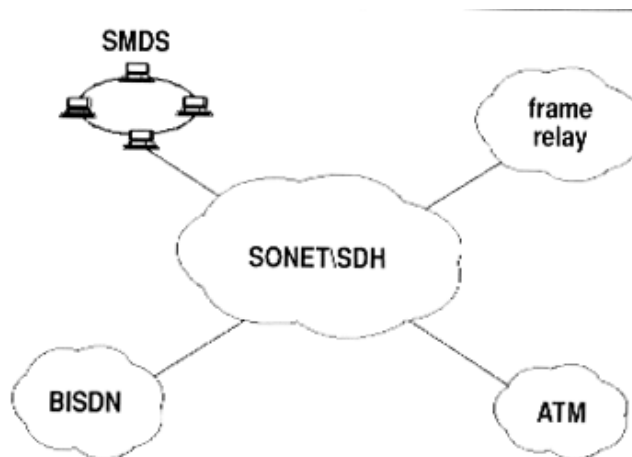
Μια νέα ψηφιακή ιεραρχία κατάλληλη για χειρισμό υψηλών ευρυζωνικών σημάτων, στηριγμένων στην οπτική ίνα, που παράλληλα επιτρέπουν εύκολη εξαγωγή σημάτων χαμηλής συχνότητας, υπάρχει ήδη στην αγορά. Αυτό το πρότυπο είναι γνωστό σαν Synchronous Optical NETWORK (SONET) ή Synchronous Digital Hierarchy (SDH).

Τα συστήματα οπτικής μετάδοσης αποτελούν την βασική επιλογή των παροχέων σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις. Τα συστήματα μεταφοράς lightware λειτουργούν σε μια ποικιλία ταχυτήτων με πιο συχνές αυτές των 565 Mbps και 1,13 Gbps. Άλλα συστήματα λειτουργούν στα 410 Mbps, στα 820 Mbps και τα 1640 Mbps. Μερικά συστήματα λειτουργούν με την συμβατική οπτική ίνα (με μήκος κύματος 1310 nm) ή την οπτική ίνα μετακινούμενης διάθλασης (dispersion shifted fiber) (με μήκος κύματος 1550 nm). Επιπροσθέτως, με τις διαφορές στις ταχύτητες και στο μέσο υπάρχουν διαφορές στην προβολή, επιτήρηση, παροχή και στην ανάκαμψη. Όλα αυτά αναγκάζουν τις τηλεφωνικές εταιρείες να αγοράζουν εξοπλισμό από ένα ή περισσότερους παροχείς. Το SONET εξαλείφει όλες αυτές τις διαφορές καθώς καθορίζει μια πολυπλεκτική ιεραρχία η οποία σκοπεύει να εξασφαλίσει συμβατότητα του εξοπλισμού ανάμεσα στις προσφορές των διαφόρων κατασκευαστών.

Το SONET είναι η βάση του B-ISDN παρέχοντας επικοινωνία στο φυσικό επίπεδο. Επίσης δίνει δυνατότητα στους πελάτες να αποκτήσουν αφιερωμένες γραμμές από σημείο σε σημείο βασιζόμενο στις ηλεκτρικές ή οπτικές διεπιφάνειες του SONET. [5]

Η τεχνολογία SONET συνδυάζει στοιχεία των WAN και LAN και έχει δανειστεί αρκετά πράγματα από προηγούμενες τεχνολογίες υπολογιστών. Η διοίκηση του SONET στηρίζεται στο πρωτόκολλο ASN.1 το οποίο προέρχεται από τα στάνταρ του OSI. Για το λόγο αυτό στηρίζεται σε μια ισχυρή αρχιτεκτονική. Επίσης ενσωματώνει τους υπάρχοντες οπτικούς συνδέσμους από σημείο σε σημείο μέσα σε πραγματικά δίκτυα μεταφέροντας δεδομένα χωρίς την ανάγκη πολύπλεξης/αποπολύπλεξης.

Ο τελικός ρόλος του SONET και των οπτικών συστημάτων δεν είναι απλά να αντικαταστήσει τις αφιερωμένες γραμμές (χάλκινες) η οποίες χρησιμοποιούνται στη μετάδοση πολυπλεκτικών ψηφιακών σημάτων. Τα δίκτυα SONET θα παρέχουν μεγαλύτερη ταχύτητα μετάδοσης και μείωση του κόστους συντήρησης. Επιπροσθέτως θα παρέχει ευελιξία και κεντρικό έλεγχο του δικτύου. Εξ αιτίας της δυνατότητας του να διαχειρίζεται μεγάλος εύρος ζώνης, της απλότητας του και του χαμηλού κόστους λειτουργίας, τελικά θα οδηγήσει στη διακοπή αγορών μη τυποποιημένου εξοπλισμού fiber και ασύγχρονης επικοινωνίας. Ήδη προτείνεται ως το βασικό μέσο μετάδοσης για ένα μεγάλο αριθμό αναδυόμενων ευρυζωνικών υπηρεσιών συμπεριλαμβανόμενου του frame-relay, SMDS, B-ISDN, ATM.[6,8]

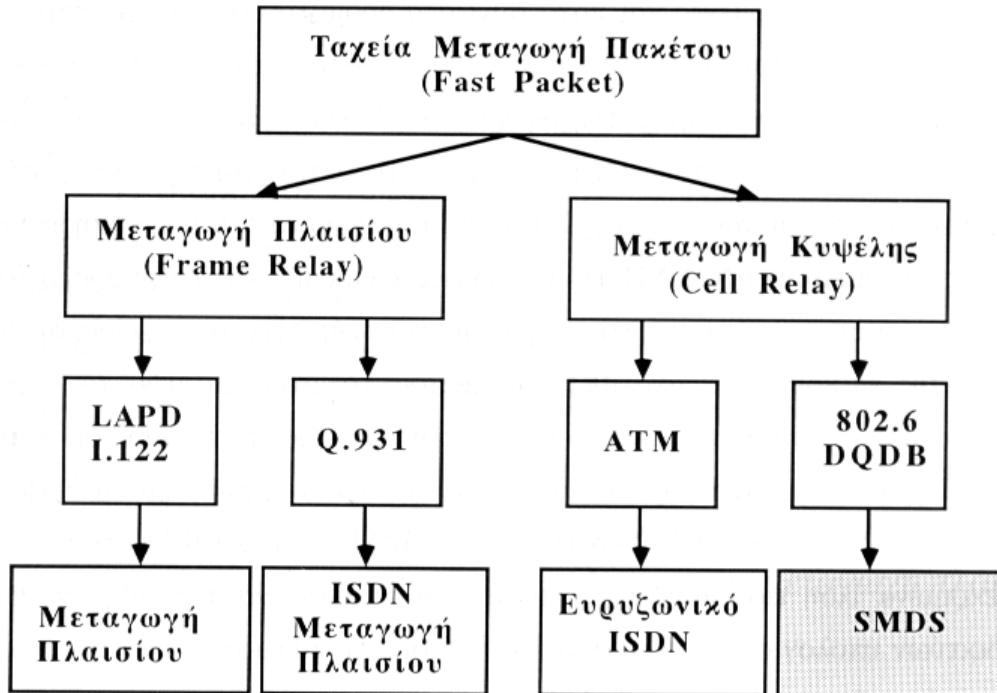


Σχήμα 21 : Το SONET και η σχέση του με ευρυζωνικές τεχνολογίες

5.5. SMDS

Η μεταγωγική υπηρεσία δεδομένων πολλών εκατομμυρίων δυαδικών ψηφίων (SMDS-Switched Multi Megabit Data Service) είναι επίσης μια νέα υπηρεσία μεταφοράς δεδομένων, χωρίς σύνδεση που στηρίζεται στη μεταγωγή κυψελίδων προσφέροντας υψηλές ταχύτητες (34,45 ή 155 Mbps χρησιμοποιώντας SDH/SONET). Όπως είναι γνωστό, σε μια υπηρεσία χωρίς σύνδεση, άρα και στην SMDS κάθε μονάδα δεδομένων πρωτοκόλλου (PDU) είναι ανεξάρτητη από τις προηγούμενες και τις επόμενες και κατά συνέπεια δρομολογείται ανεξάρτητα χωρίς να προηγείται φάση εγκατάστασης της σύνδεσης. Κάθε μονάδα εκτός από την πληροφορία περιέχει και όλες τις απαραίτητες πληροφορίες διευθυνσιοδότησης, σύμφωνα με τη φιλοσοφία των αυτοδύναμων πακέτων (datagrams). Η λειτουργία της μεταφοράς των διακριτών μονάδων δεδομένων υποστηρίζεται από το λεγόμενο στοιχείο υπηρεσίας της N-μονάδας δεδομένων κατά την ορολογία OSI. Υπενθυμίζεται ότι σύμφωνα με τη φιλοσοφία της παροχής υπηρεσιών χωρίς σύνδεση, η ακεραιότητα της επικοινωνίας ανατίθεται σε κάποιο ανώτερο επίπεδο το οποίο ελέγχει την ακεραιότητα αντί των μερικών επιμέρους ελέγχων σε κατώτερα επίπεδα.

Το βασικό πεδίο εφαρμογής της SMDS είναι η διασύνδεση τοπικών δικτύων υπολογιστών και η υποστήριξη εφαρμογών επικοινωνίας δεδομένων που απαιτούν χαρακτηριστικά ανάλογα με αυτά των τοπικών δικτύων υπολογιστών, σε περιοχές γεωγραφικής κάλυψης αντίστοιχης των μητροπολιτικών δικτύων και των δικτύων ευρείας περιοχής. Λόγω των χαρακτηριστικών της, μπορεί να υποστηρίξει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών κατανεμημένης επεξεργασίας πελάτη-εξυπηρετητή όπως πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων, μεταφορά αρχείων, εφαρμογές εικόνας με υψηλή ανάλυση, συνεργασία ομάδων βασισμένη σε υπολογιστές, πολυμεσικό ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και αλλά. Όπως και η μεταγωγή πλαισίου (frame relay), ανήκει στις λεγόμενες ευρυζωνικές τεχνολογίες ταχεία μεταγωγής πακέτου (σχήμα 22). [11]



Σχήμα 22: Η θέση της τεχνολογίας SMDS μέσα στο γενικότερο χώρο ευρυζωνικών επικοινωνιακών συστημάτων.

Τόσο η υπηρεσία SMDS όσο και ο ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς χρησιμοποιούν παρόμοιες τεχνολογίες μεταγωγής που στηρίζονται σε κυψέλες.

Γενικά η SMDS καθορίζεται από τρία βασικά δομικά μέρη :

- την υποδομή μεταγωγής που αποτελείται από διακοπτικά στοιχεία που υποστηρίζουν την υπηρεσία SMDS
- το σύστημα παράδοσης της υπηρεσίας στους συνδρομητές, που αποτελείται από κυκλώματα διάφορων ρυθμών μεταφοράς
- το σύστημα έλεγχου πρόσβασης που επιτρέπει στους συνδρομητές να συνδεθούν στην υποδομή μεταγωγής, χωρίς να αποτελούν τμήμα της.

Ως υπηρεσία χωρίς σύνδεση, η SMDS εξαλείφει την ανάγκη για σταθερές συνδέσεις μεταξύ συγκεκριμένων θέσεων με ακριβείς προγνώσεις κίνησης, επιτρέποντας έτσι την ευέλικτη και οικονομική δημιουργία δικτύων που παρέχουν πλήρεις συνδέσεις σε μεγάλες γεωγραφικές περιοχές.[5]

5.6. Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ XDSL

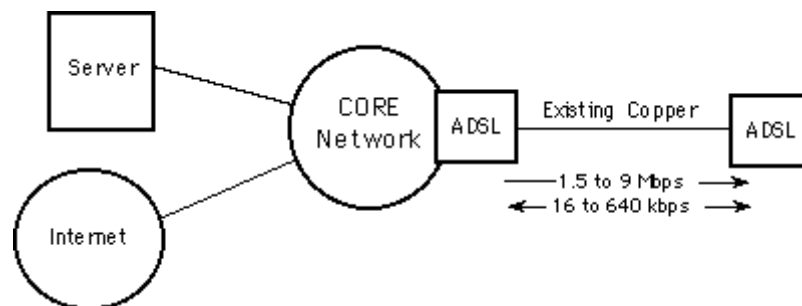
Η τεχνολογία xDSL είναι τεχνολογία modem, η οποία χρησιμοποιεί την υπάρχουσα τηλεφωνική καλωδίωση για τη μεταφορά ευρυζωνικών δεδομένων όπως είναι το video και τα multimedia. Το xDSL αναφέρεται στα ADSL, HDSL, IDSL, MSDL, RADSL, SDSL, VDSL, VoDSL. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι η ADSL και η VDSL, ενώ αναφέρονται επιγραμματικά και οι υπόλοιπες [link 14].

5.6.1. ADSL

Το ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) επιτρέπει τις υπάρχουσες τηλεφωνικές γραμμές συνεστραμένων ζευγών να επιτυγχάνουν πρόσβαση σε υπηρεσίες πολυμέσων

υψηλής ταχύτητας επικοινωνίας δεδομένων. Το ADSL μπορεί να μεταδώσει μέχρι 6 Mbps σε ένα συνδρομητή, και 832 Kbps και για τις δυο κατευθύνσεις. Αυτές οι ταχύτητες ξεπερνούν την υπάρχουσα δυνατότητα πρόσβασης κατά 50 φορές χωρίς την ανάγκη καινούργιας καλωδίωσης. Στην πραγματικότητα μετατρέπει το υπάρχον δημόσιο δίκτυο πληροφοριών, από ένα χαμηλής δυνατότητας σχεδιασμένο για την μεταφορά φωνής, κειμένου και χαμηλής ευκρίνειας βίντεο, σε ένα ισχυρό σύστημα ικανό να παρέχει πολυμέσα και να παρέχει βίντεο πλήρης κίνησης στον κάθε ιδιώτη.

Το ADSL θα παίζει ένα σημαντικό ρόλο στις τηλεφωνικές εταιρείες και τους παροχείς υπηρεσιών, θα εισάγει νέες αγορές για παράδοση πληροφοριών σε βίντεο και πολυμέσα. Τα νέα ευρυζωνικά καλώδια θα χρειαστούν δεκαετίες να φτάσουν σε όλους τους πιθανούς συνδρομητές. Αλλά η επιτυχία αυτών των νέων υπηρεσιών θα στηριχτεί στην δυνατότητα να φτάσουν σε όσο περισσότερο συνδρομητές είναι δυνατό μέσα στα πρώτα χρόνια. Φέρνοντας ταινίες, τηλεόραση, κατάλογους βίντεο, remote CD-ROMs, εταιρικά LANs και ιντερνετ στους ιδιώτες. Διάμεσου όλων αυτών το ADSL θα κάνει αυτές τις αγορές βιώσιμες και κερδοφόρες για τις τηλεφωνικές εταιρείες και τους παροχείς εφαρμογών.



σχήμα 23 : Σύνδεση ADSL

Ένα κύκλωμα ADSL συνδέεται με ένα ADSL modem στο τέλος κάθε τηλεφωνικής γραμμής συνεστραμμένων ζευγών, δημιουργώντας τρία κανάλια πληροφοριών. Ένα υψηλής ταχύτητας downstream κανάλι, ένα μέσης ταχύτητας αμφίδρομο κανάλι, και ένα POTS (plain old telephone service) ή ένα κανάλι ISDN. Το κανάλι POTS/ISDN χωρίζεται από το ψηφιακό modem με φίλτρα, με αυτό τον τρόπο εγγυάται αδιάκοπτο POTS/ISDN ακόμα και αν το ADSL αποτύχει. Το υψηλής ταχύτητας κανάλι ποικίλει από 1,5 μέχρι 6,1 Mbps, ενώ το αμφίδρομο κανάλι ποικίλει από 16 μέχρι 832 Kbps. Το κάθε κανάλι μπορεί να υποπολυπλεχτεί (submultiplexed) για να δημιουργηθούν πολλαπλά χαμηλότερης ταχύτητας κανάλια ανάλογα με το κάθε σύστημα.

Ο ρυθμός μετάδοσης στο downstream εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως το μήκος των γραμμών χαλκού, τη διάμετρο του καλωδίου, την παρουσία των γεφυρώσεων (bridges taps) και τις άλληλοπαρεμβολές (cross-coupled interference). Η εξασθένιση της γραμμής αυξάνεται με την αύξηση του μήκους και της συχνότητας ενώ μειώνεται όταν η διάμετρος του καλωδίου αυξάνεται. Αγνοώντας τα bridge taps το ADSL λειτουργεί όπως φαίνεται στον πίνακα:

Data Rate	Wire Gauge	Distance	Wire Size	Distance
1.5 or 2 Mbps	24 AWG	18,000 ft	0.5 mm	5.5 km
1.5 or 2 Mbps	26 AWG	15,000 ft	0.4 mm	4.6 km
6.1 Mbps	24 AWG	12,000 ft	0.5 mm	3.7 km
6.1 Mbps	26 AWG	9,000 ft	0.4 mm	2.7 km

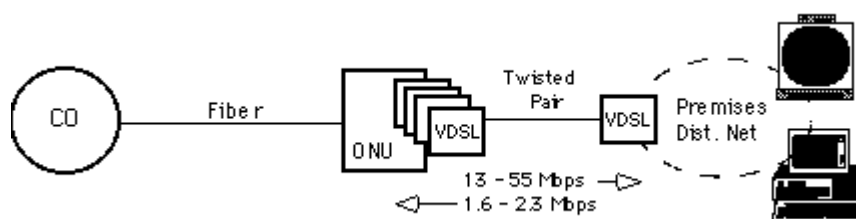
Οι ταχύτητες αυτές διαφέρουν ελάχιστα από παροχέα σε παροχέα. Για μεγαλύτερες αποστάσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί το digital loop carrier system (DLS) το οποίο στηρίζεται σε οπτική ίνα. [link 5]

5.6.2. VDSL

Γίνεται συνεχώς φανερό ότι οι τηλεφωνικές εταιρείες σε όλο τον κόσμο παίρνουν αποφάσεις για να συμπεριλάβουν τους υπάρχοντες βρόγχους (loops) συνεστραμμένων ζευγών στα ευρυζωνικά δίκτυα πρόσβασης της επόμενης γενιάς. Το Hybrid Fiber Coax (HFC) ένα διαμοιραζόμενο μεσο πρόσβασης που ταιριάζει σε αναλογική και ψηφιακή εκπομπή και προέκυψε ξαφνικά όταν προέκυψε η ανάγκη για ταυτόχρονη μεταφορά φωνής, αλληλεπιδραστικού βίντεο και επικοινωνίες υψηλής ταχύτητας δεδομένων. Η οπτική ίνα για κάθε σπίτι είναι ακόμα απαγορευτικά ακριβή στην αγορά αλλά λόγω ανταγωνισμού γρήγορα θα γίνει περισσότερο προσιτή. Μια ελκυστική εναλλακτική λύση, που γρήγορα θα είναι εμπορικά εφαρμόσιμη είναι ένας συνδυασμός καλωδίων οπτικών ινών που θα τροφοδοτούν τα ONUs (neighborhood Optical Network Units) όπου το τελευταίο θα παρέχει συνδέσεις με την υπάρχουσα καλωδίωση. Αυτή η τοπολογία ονομάζεται Fiber To The Neighborhood (FTTN) και περιλαμβάνει τις τεχνολογίες Fiber To The Curb (FTTC) και Fiber To The Basement (FTTB) που εξυπηρετεί ψηλά κτίρια με κάθετα drops.

Μια από τις υπάρχουσες τεχνολογίες για FTTN είναι η Very high rate Digital Subscriber Line, ή VDSL. Με απλούς όρους, το VDSL διαβιβάζει τα δεδομένα υψηλής ταχύτητας πάνω σε τηλεφωνικές γραμμές συνεστραμένου ζεύγους, με μια ποικιλία ταχυτήτων ανάλογα με το πραγματικό μήκος γραμμής. Το μέγιστο downstream rate είναι μεταξύ 51 και 55 Mbps για γραμμές με μήκος μέχρι 300 μέτρων ενώ οι ταχύτητες για μήκος πέρα από τα 1500 μέτρα είναι πιο χαμηλές (περίπου 13 Mbps). Τα upstream rates στα αρχικά μοντέλα θα είναι ασύμμετρα, ακριβώς όπως ADSL, με ταχύτητες από 1,6 έως 2,3 Mbps. Και τα δύο κανάλια δεδομένων χωρίζονται σε μια συχνότητα ανάμεσα στα POTS και το ISDN, επιτρέποντας στους φορείς παροχής υπηρεσιών να εγκαταστήσουν VDSL στις υπάρχουσες υπηρεσίες ενώ τα δύο κανάλια υψηλής ταχύτητας χρησιμοποιούν διαίρεση συχνότητας. Καθώς η ανάγκη για υψηλότερης ταχύτητας upstream κανάλια ή για συμμετρικά rates αυξάνεται, τα συστήματα VDSL μπορεί να πρέπει να χρησιμοποιήσουν ακύρωση ηχούς (echo cancellation). Το πρόβλημα προκύπτει όταν ο συνδρομητής απέχει περισσότερο από 1200 μέτρα από το κέντρο.

Το κλειδί για την VDSL είναι η αντικατάσταση των καλωδίων χαλκού με οπτική ίνα, μέχρι το σημείο που ξεκινάει η διακλάδωση για το σπίτι του συνδρομητή. Οι περισσότερες εταιρίες θα εφαρμόσουν FTTN δηλαδή εγκατάσταση οπτικής ίνας στο κεντρικό τηλεφωνικό κουτί μιας γειτονιάς. Βάζοντας εκεί μία πύλη VDSL και έναν πομπό/ δέκτη στο σπίτι του συνδρομητή, εξαλείφεται ο περιορισμός της απόστασης. Η πύλη κάνει τη μετατροπή του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό και εξαλείφει το πρόβλημα που έχει η ADSL με τις οπτικές ίνες.



σχήμα 24 : Σύνδεση VDSL

Ενώ το VDSL δεν έχει επιτύχει τον βαθμό τυποποίησης του ADSL, έχει αναπτυχθεί αρκετά ώστε να επιτευχθούν οι ρεαλιστικοί στόχοι, που σχετίζονται με την ταχύτητα δεδομένων και το εύρος τους. Τα downstream rates προέρχονται από τα υποπολλαπλάσια της κανονικής

ταχύτητας SONET και SDH των 155.52 Mbps, δηλαδή 51,84 Mbps, 25,92 Mbps και 12,96 Mbps. Κάθε ποσοστό έχει μια αντίστοιχη σειρά στόχων:

12.96 - 13.8 Mbps	4500 ft	1500 meters
25.92 - 27.6 Mbps	3000 ft	1000 meters
51.84 - 55.2 Mbps	1000 ft	300 meters

Οι πρόωρες εκδόσεις του VDSL σχεδόν με βεβαιότητα ενσωματώνουν τη μικρότερη ασύμμετρη ταχύτητα. Τα υψηλότερα upstream rates και οι συμμετρικές διαμορφώσεις μπορούν μόνο να είναι δυνατές για τις πολύ μικρές γραμμές.

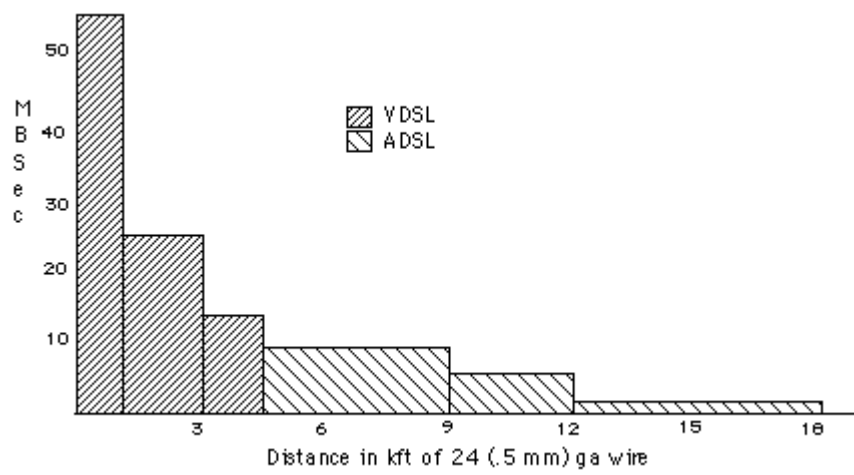
Όπως το ADSL, έτσι και το VDSL πρέπει να διαβιβάσει το συμπιεσμένο βίντεο, ένα σήμα πραγματικού χρόνου αταίριαστο στα σχέδια αναμετάδοσης σφάλματος που χρησιμοποιούνται στις μεταδόσεις δεδομένων. Για να επιτύχει ποσοστά σφάλματος συμβατά με το συμπιεσμένο βίντεο, το VDSL θα πρέπει να ενσωματώσει το Forward Error Connection (FEC) με ικανοποιητική διαστρωμάτωση για να διορθώσει όλα τα σφάλματα που δημιουργούνται από τα οπτικά γεγονότα θορύβου κάποιας προσδιορισμένης διάρκειας. Η διαστρωμάτωση εισάγει καθυστέρηση, της τάξεως των 40 φορών της μέγιστης διορθώσιμης ώθησης μήκους. [link 6]

5.6.3. ΣΧΕΣΗ VDSL ΜΕ ADSL

Το VDSL έχει μια ιδιόμορφη τεχνική ομοιότητα με το ADSL. Το VDSL επιτυγχάνει ποσοστά ταχύτητας σχεδόν δέκα φορές μεγαλύτερα από το ADSL, αλλά το ADSL είναι πίο σύνθετη τεχνολογία μετάδοσης, το οποίο οφείλεται σε μεγάλο μέρος στο ότι το ADSL πρέπει να υποστηρίξει πολύ μεγαλύτερες δυναμικές περιοχές από VDSL. Εντούτοις και τα δυο είναι παρόμοια. Το ADSL χρησιμοποιεί τις προηγμένες τεχνικές μετάδοσης και διόρθωση σφάλματος (Forward Error Connection) για να πετύχει ταχύτητες από 1,5 έως 9 Mbps πάνω σε συνεστραμένα ζεύγη που κυμαίνονται μέχρι τα 6 km.

Το VDSL χρησιμοποιεί τις ίδιες προηγμένες τεχνικές μετάδοσης και την ίδια διόρθωση σφάλματος για να επιτύχει ταχύτητες δεδομένων από 13 έως 55 Mbps πάνω σε συνεστραμένα ζεύγη που κυμαίνονται μέχρι το 1,5 km. Πράγματι, τα δύο μπορούν να θεωρηθούν αλληλένδετα ως ένα σύνολο εργαλείων μετάδοσης που παραδίδει τόσα δεδομένα όσα θεωρητικά είναι δυνατό πάνω σε ποικίλες αποστάσεις της υπάρχουσας τηλεφωνικής καλωδίωσης.

Το VDSL είναι σαφώς μια τεχνολογία κατάλληλη για ένα πλήρες δίκτυο υπηρεσιών (υποθέτοντας ότι ο όρος "πλήρης υπηρεσία" δεν υπονοεί περισσότερα από δύο κανάλια HDTV πάνω στο μεγαλύτερης ταχύτητας VDSL). Είναι εξίσου σαφές ότι οι τηλεφωνικές επιχειρήσεις δεν μπορούν να επεκτείνουν ONUs σε μια νύχτα, ακόμα κι αν η τεχνολογία ήταν διαθέσιμη. Το ADSL μπορεί να μην είναι μια τεχνολογία "δικτύων πλήρους υπηρεσιών", αλλά έχει το μοναδικό πλεονέκτημα να παρέχει υπηρεσίες πάνω σε υπάρχουσες γραμμές και τα προϊόντα του ADSL είναι ποιο προσιτά από αυτά του VDSL. Πολλές νέες υπηρεσίες που προβλέπονται σήμερα μπορούν να παραδοθούν με ταχύτητες σε ή κάτω από τα ποσοστά T1/E1, τηλεοπτική σύσκεψη, πρόσβαση Διαδικτύου, video on demand, απομακρυσμένη πρόσβαση του τοπικού LAN. Για τέτοιες υπηρεσίες τα ADSL/VDSL παρέχουν έναν ιδανικό συνδυασμό για την εξέλιξη δικτύων. Στις πίο μακρινές γραμμές, το ADSL παραδίδει ένα ενιαίο κανάλι. Όσο το μήκος των γραμμών μειώνεται, είτε από τη φυσική εγγύτητα σε ένα κεντρικό διανομέα είτε σε μια επέκταση των κόμβων πρόσβασης βασισμένη στις οπτικές ίνες, τα ADSL και VDSL προσφέρουν απλά περισσότερα κανάλια, και την ικανότητα για υπηρεσίες που απαιτούν τα ποσοστά επάνω από T1/E1 (όπως η ψηφιακή ζωντανή τηλεόραση ή η εικονική πρόσβαση CD-ROM). [links 6,9,17]



Σχήμα 25 : Σχέση ρυθμού μετάδοσης / μήκος καλωδίου για τα ADSL/VDSL

6. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

6.1. ΟΛΥΜΠΙΑΚΟΙ ΑΓΩΝΕΣ 2004

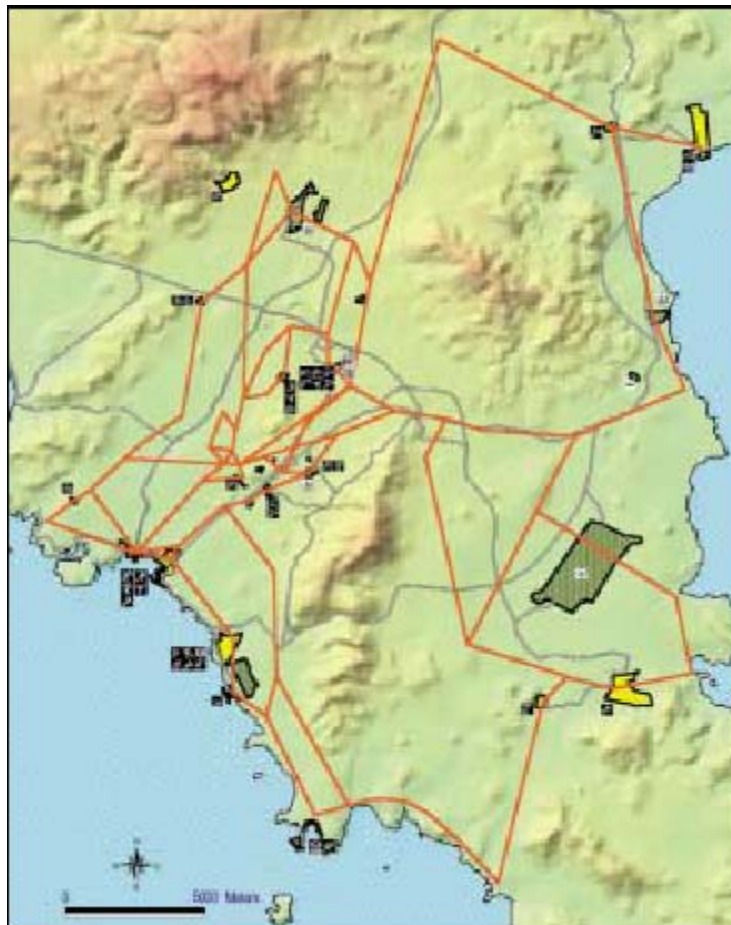
6.1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ολυμπιακοί αγώνες θέτουν μια ειδική πρόκληση για τις τηλεπικοινωνίες δεδομένου ότι πρέπει να στοχεύσουν σε δύο αντιφατικούς μεταξύ τους στόχους. Από τη μια μεριά πρέπει να χρησιμοποιηθεί ώριμη, αξιόπιστη και γνωστή τεχνολογία, ενώ από την άλλη πρέπει να αξιοποιηθούν τα πιο πρόσφατα επιτεύγματα της τεχνολογίας. Στις περισσότερες περιπτώσεις στο παρελθόν, ήταν δυνατό να προβλεφθεί ένα βέλτιστο σημείο της ισορροπίας και να προγραμματιστεί η χρήση μιας τεχνολογίας που θα ήταν αρκετά νέα και καινοτόμος, αλλά ταυτόχρονα αρκετά ώριμη και αξιόπιστη. Οι ολυμπιακοί αγώνες του 2004 είναι μια διαφορετική περίπτωση επειδή η τεχνολογία των τηλεπικοινωνιών όχι μόνο εξελίσσεται με γρήγορο ρυθμό αλλά βρίσκεται επίσης σε ένα σταυροδρόμι δυο διαφορετικών τεχνολογικών τάσεων (circuit-based και IP-based networks). Είναι σαφές ότι οι τηλεπικοινωνίες για τους ολυμπιακούς αγώνες έχουν ειδικές απαιτήσεις πέρα από τις πρότυπες εφαρμογές. Θα συνοψίζαμε αυτές τις απαιτήσεις ως ανάγκες για σύγχρονη τεχνολογία, υψηλή δυναμικότητα, πολυπλοκότητα, συμβατότητα, υψηλή αποδοτικότητα, φιλικό περιβάλλον απέναντι στους χρηστές και εξαιρετικά υψηλή αξιοπιστία. Ενώ το πρώτο αυτών των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων οδηγεί συνήθως στην επίτευξη των άλλων, μπορεί ταυτόχρονα να είναι ένα εμπόδιο στην επίτευξη του τελευταίου (αξιοπιστία), το οποίο εξασφαλίζεται καλύτερα με την ώριμη, γνωστή, και ως εκ τούτου όχι τόσο σύγχρονη τεχνολογία. Μέχρι τώρα, ο συμβιβασμός μεταξύ αυτών των δύο αντιφατικών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων ήταν η λύση. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οδήγησε στις μάλλον "συντηρητικές" λύσεις, οι οποίες, με πολύ λίγες εξαιρέσεις, εξυπηρέτησαν τους αγώνες με έναν αρκετά αποδοτικό τρόπο (μην αφήνοντας χώρο για καταγγελίες ή παρατηρήσεις αλλά, αφ' ετέρου δεν αποτέλεσαν στοιχείο θαυμασμού ή εντυπωσιασμού). Σήμερα, η γρήγορη εξέλιξη της τεχνολογίας των τηλεπικοινωνιών, και ειδικά το ευρύ φάσμα των πεδίων προς τις οποίες αυτή η εξέλιξη κατευθύνεται, δεν επιτρέπουν την ίδια διαδικασία. Δεν είναι εύκολο να προβλεφθεί μια λύση χωρίς να διατρέξει τον κίνδυνο να χαρακτηριστεί ξεπερασμένη ή αναξιόπιστη και μη ρεαλιστική.[2]

6.1.2. ΒΑΣΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ

Η βασική υποδομή του δικτύου τηλεπικοινωνιών για τους ολυμπιακούς του 2004 θα βασισθεί σε καλώδια οπτικών ινών. Δεδομένου ότι αυτή η τεχνολογία θα κυριαρχήσει για τα επόμενα έτη, αποτελεί μια ισχυρή βάση για όλα τα συστήματα τηλεπικοινωνιών. Στο θέμα αυτό έχουν παρθεί ουσιαστικά μέτρα για τους αγώνες καθώς πολλά καλώδια θα καλύπτουν περισσότερο από 90 τοις εκατό των γνωστών τόπων δραστηριοτήτων και πολλοί σωλήνες θα υπάρχουν για επιπρόσθετη παροχή καλωδίων εφόσον αυτό χρειαστεί. Κάθε τόπος συνάντησής συνδέεται με το υπόλοιπο του δικτύου από τουλάχιστον δύο διαφορετικές γεωγραφικά ανεξάρτητες κατευθύνσεις, που διαμορφώνουν έναν κόμβο τουλάχιστον ενός σύγχρονου ψηφιακού δαχτυλιδιού ιεραρχίας (SDH). Αυτή η τοπολογία εξασφαλίζει την αυτόματη μετατροπή σε μια εναλλακτική κατεύθυνση σε περίπτωση οποιασδήποτε αποτυχίας και ελαχιστοποιεί την πιθανότητα διακοπής των υπηρεσιών. Οποιαδήποτε κυκλώματα ή ζευγάρια ινών (dark fiber pairs) που δεν ανήκουν στο SDH ring θα έχουν επίσης την αυτόματη ή χειρωνακτική μετατροπή σε μια εναλλακτική κατεύθυνση ή τις

κατευθύνσεις σε περίπτωση αποτυχίας. Το σχήμα 26 εμφανίζει τα εναλλακτικά γεωγραφικά μονοπάτια και SDH rings που έχουν δημιουργηθεί για το ολυμπιακό δίκτυο.



Σχήμα 26 : Εναλλακτικά γεωγραφικά μονοπάτια και δακτύλιοι

Εάν η ικανότητα του καλωδίου (σε αριθμό των ζευγαριών ινών) δεν είναι αρκετή σε κάποιες περιπτώσεις, θα χρειαστεί να μπουν περισσότερα καλώδια εάν υπάρχει χώρος στους υπάρχοντες σωλήνες. Εάν δεν υπάρχει αρκετός χώρος, θα επιλεγεί μια λύση μεταξύ της τοποθέτησης νέων σωλήνων και καλωδίων στους νέους αγωγούς ή χρήση του wavelength-division multiplexing (WDM) προκειμένου να αυξηθεί η χωρητικότητα.

Η επιλογή θα βασιστεί στην άτεχνο-οικονομική ανάλυση για κάθε περίπτωση, η οποία θα γίνει στον κατάλληλο χρόνο. Η χρήση οπτικής μετάδοσης θα μπορούσε επίσης να είναι κατάλληλη σε αρκετές περιπτώσεις, αλλά μια τέτοια απόφαση θα ληφθεί μετά από μια λεπτομερή ανάλυση δαπανών και μια αξιολόγηση της αξιοπιστίας που αυτή η τεχνολογία θα μπορούσε να εγγυηθεί. Τα ασύρματα δίκτυα στην βασική υποδομή δεν θεωρήθηκαν κατάλληλα για τους αγώνες και θα χρησιμοποιηθούν μόνο ως εναλλακτικές λύσεις.

6.1.3. ΟΛΥΜΠΙΑΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Ένα αφιερωμένο ολυμπιακό δίκτυο έχει προγραμματιστεί να κατασκευαστεί, το οποίο θα καλύψει όλους τους τόπους δραστηριοτήτων της ολυμπιάδας και θα προσφέρει ποικίλες υπηρεσίες. Οι συνδρομητές αυτού του δικτύου θα επικοινωνούν μέσω πενταψήφιων αριθμών και δεν θα υπάρχει καμία χρέωση για την εσωτερική επικοινωνία. Αντίθετα από τους προηγούμενους αγώνες, αυτό το ολυμπιακό δίκτυο θα επιτρέπει σε κάθε σύνδεση μια

επέκταση στο κινητό σύστημα χρησιμοποιώντας τον ίδιο πενταψήφιο αριθμό. Ως εκ τούτου, κάθε χρήστης θα έχει την επιλογή, μέσω απλού προγραμματισμού να κατευθύνει τις εισερχόμενες κλήσεις είτε σε κινητό είτε σε σταθερό μικροτηλέφωνο σύμφωνα με τις ανάγκες του. Στον κινητό τρόπο επικοινωνίας, το δίκτυο θα καλύψει κάθε σημείο του εδάφους των παιχνιδιών και δεν θα περιοριστεί μόνο στους ολυμπιακούς τόπους δραστηριότητας. Μέχρι την ώρα των αγώνων, αναμένεται ότι η κινητή τηλεφωνία θα καλύψει μια ευρεία ποικιλία υπηρεσιών η οποία θα υποστηρίξει και θα απλοποιήσει την εργασία εκείνων που συνδέονται με το δίκτυο. Σε κάθε περίπτωση το δίκτυο θα εξασφαλίσει επικοινωνία ελεύθερη από συμφόρηση ανάμεσα στους συνδρομητές είτε για κινητή είτε για σταθερή επικοινωνία. [2,4]

6.1.4. ΤΗΛΕΟΠΤΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

Αν και η τεχνολογία στο άμεσο μέλλον θα προσφέρει και άλλες λύσεις, προγραμματίζεται να παρέχονται όλα τα τοπικά τηλεοπτικά και ηχητικά κυκλώματα για τους αγώνες χρησιμοποιώντας τις σταθερές από σημείο σε σημείο συνδέσεις, μέσω είτε των SDH rings είτε άμεσων οπτικών κυκλωμάτων. Για μερικά υπαίθρια γεγονότα (π.χ. μαραθώνιος, ποδήλατο βουνών), ένας συνδυασμός οπτικής ίνας και ασύρματων λύσεων θα είναι απαραίτητος. Υπάρχει δυνατότητα να παραχθεί οποιοδήποτε είδος και οποιοσδήποτε αριθμός κυκλωμάτων που ζητούνται εκ των προτέρων σύμφωνα με το χρονικό πρόγραμμα που αναγγέλλεται. Θεωρητικά, υπάρχουν δύο ακραίες περιπτώσεις της παραγωγής της τηλεοπτικής κάλυψης που η καθεμία απαιτεί διαφορετικό αριθμό κυκλωμάτων. Ο πρώτος πρόκειται να συγκεντρώσει όλη την παραγωγή στο διεθνές κέντρο εκπομπής (IBC) το οποίο θα έχει όλα τα σήματα από τις κάμερες που καλύπτουν τους αγώνες (που υπολογίζεται να είναι περισσότερο από 1000). Σε αυτήν την περίπτωση, ένας μεγάλος αριθμός κυκλωμάτων είναι απαραίτητος, ίσος τουλάχιστον με τον αριθμό που θα φτάσουν οι κάμερες. Ο αριθμός των απαραίτητων ζευγαριών οπτικών ινών εξαρτάται επίσης από το βαθμό συμπίεσης που θα χρησιμοποιηθεί από τους παραγωγούς, καθώς επίσης και στην τεχνολογία της κάλυψης (δηλ., συμβατική ή υψηλής ευκρίνειας TV).

Η άλλη ακραία περίπτωση είναι όλη η παραγωγή να γίνεται στους τόπους δραστηριοτήτων όπου τα γεγονότα διοργανώνονται και μόνο η έξοδος οδηγείται στο IBC. Σε αυτή την περίπτωση, ο αριθμός των απαραίτητων κυκλωμάτων μειώνεται στο ελάχιστο. Έχουν γίνει οι προκαταρκτικές μελέτες και για τις δυο περιπτώσεις και τη λύση θα βρεθεί πιθανώς μεταξύ αυτών των δύο άκρων.

Εκτός από αυτήν την συμβατική κάλυψη, άλλα ζητήματα πρέπει να μελετηθούν. Ένα παράδειγμα είναι η μετάδοση του ζωντανού βίντεο μέσω του Διαδικτύου. Δεν είναι ακόμα σαφές μέχρι ποιο σημείο τέτοια κάλυψη Διαδικτύου θα είναι δυνατή ή επιτρεπόμενη για το 2004. Κάποιος θα μπορούσε επίσης να σκεφτεί την πιο ακραία περίπτωση όπου οι τηλεοπτικές παραγωγές δεν πρέπει να γίνονται στη χώρα διεξαγωγής των αγώνων. Θα μπορούσαν να γίνουν σε κάθε χώρα ξεχωριστά, με το να οδηγηθεί εκεί όλη η είσοδος από τις κάμερες που καλύπτουν τους αγώνες. Δεν έχουν όμως μελετηθεί ακόμα τέτοιες περιπτώσεις. Η μετατροπή των τηλεοπτικών κυκλωμάτων, όπου είναι απαραίτητο, θα γίνει με το συμβατικό τρόπο, αν και δεν αποκλείεται η δυνατότητα η αυτόματη οπτική μετατροπή να χρησιμοποιηθεί σε μερικές περιπτώσεις. Τα οπτικά δίκτυα θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε πολύ πιο οικονομικές και ευέλικτες λύσεις αλλά είναι απαραίτητο να γίνει η σχετική μελέτη και να παρθούν αποφάσεις από τους αρμόδιους.

Μόνο ένα μικρό μέρος των διεθνών τηλεοπτικών και ηχητικών κυκλωμάτων (περίπου 10) μπορεί να μεταδοθεί μέσω των υπάρχοντων σταθερών δορυφορικών σταθμών, των υποβρύχιων καλωδίων, και των ράδιο συνδέσεων. Δεδομένου ότι περισσότερα από 50 τέτοια κυκλώματα απαιτούνται ταυτόχρονα για τους αγώνες, η μεγάλη πλειοψηφία τους θα εξασφαλιστεί μέσω κινητών uplinks τα οποία θα μεταφερθούν στην Αθήνα από το εξωτερικό.

Η Αθήνα έχει καλή δυνατότητα πρόσβασης στους δορυφόρους (ευρεία οπτική γωνία) από τον Ατλαντικό Ωκεανό ως στον Ινδικό Ωκεανό, και έτσι οι περισσότερες χώρες μπορούν να εξυπηρετηθούν εύκολα. Εκτός από τα τηλεοπτικά κυκλώματα για την TV, ένας ενδεχομένως πολύ μεγάλος αριθμός τοπικών τηλεοπτικών κυκλωμάτων είναι απαραίτητος για την ασφάλεια, διαχείριση κυκλοφορίας, και τα λοιπά.

6.1.5. ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΗΧΟΥ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Όλα τα κυκλώματα ήχου και δεδομένων απαραίτητα για τους αγώνες θα είναι βασικά παρεχόμενα με το συμβατικό τρόπο χρησιμοποιώντας τις από σημείο σε σημείο συνδέσεις πάνω από τα SDH rings ή μέσω των ευθέων ζευγών (direct pairs). Ο τρόπος ασύγχρονης μεταφοράς (ATM) και τεχνολογία βασισμένη σε IP θα χρησιμοποιηθούν για μερικές περιπτώσεις εάν η αξιοπιστία και η ποιότητα των υπηρεσιών μπορούν να εξασφαλιστούν. Ειδικά για τα κυκλώματα δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν από τους αρμόδιους παροχείς για εργασίες όπως το σύστημα πληροφοριών, την πιστοποίηση και το συγχρονισμό, πρέπει να υπάρξει στενή συνεργασία με τους χρήστες για το γενικό προγραμματισμό και τις ευθύνες κάθε οργάνωσης. Σε κάθε περίπτωση ο ΟΤΕ έχει σχεδιάσει τη δομή όσον αφορά το κομμάτι της υπευθυνότητας του και κάθε ζήτηση για τέτοια κυκλώματα όπως επίσης και για οποιαδήποτε άλλα κυκλώματα τα οποία η επέκταση του internet θα απαιτήσει, μπορούν να ικανοποιηθούν.

6.1.6. ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ

Αν και υπάρχουν πολλές εναλλακτικές λύσεις για την κατασκευή ενός δικτύου πρόσβασης που θα διεκπεραιώσει τις επικοινωνιακές υπηρεσίες με τους χρηστές, στην περίπτωση των ολυμπιακών αγώνων οι επιλογές είναι πολύ περιορισμένες. Δύο χαρακτηριστικά γνωρίσματα είναι εξαιρετικά σημαντικά στην περίπτωση των αγώνων. Η αξιοπιστία είναι πρώτη, και μετά είναι η ευελιξία. Δυστυχώς, υπάρχει μια ισχυρή αντίφαση μεταξύ τους, δεδομένου ότι οι ασύρματες λύσεις, που προσφέρουν στις περισσότερες περιπτώσεις περισσότερη ευελιξία, δεν εγγυώνται την καλύτερη αξιοπιστία. Η μεγάλη πυκνότητα των χρηστών, η αδυναμία δοκιμών σε πραγματικές συνθήκες, ο κίνδυνος της παρέμβασης (σκόπιμης ή ακούσιας) και η μεγαλύτερη έκθεση στις απειλές, αποκλείουν την πρακτική χρήση της ασύρματης τεχνολογίας για το δίκτυο πρόσβασης. Από τις ενσύρματες τεχνολογίες, στις περισσότερες περιπτώσεις η χρησιμοποίηση οπτικών ινών θα χρησιμοποιηθεί για να φέρει τα κυκλώματα όσο το δυνατόν πιο κοντά στους χρήστες. Η πυκνότητα χρηστών οδηγεί στις μικρές αποστάσεις μεταξύ της τελικής οπτικής μονάδας και των χρηστών. Κατά συνέπεια, τα συνεστραμμένα ζεύγη καλωδίων είναι στις περισσότερες περιπτώσεις επαρκή για να επεκτείνουν τα κυκλώματα σε χρηστές μικρής ή μεσαίας ανάγκης για εύρος ζώνης. Σε μερικές περιπτώσεις, η ψηφιακή τεχνολογία γραμμών συνδρομητών (xDSL) θα χρησιμοποιηθεί, ενώ για μεγαλύτερες δυνατότητες ομοαξονικό και άλλα ειδικά καλώδια θα χρησιμοποιηθούν. Λαμβάνοντας υπόψη τις αβεβαιότητες για τα ακριβή σημεία τερματικών και τις απαιτούμενες εγκαταστάσεις για κάθε χρήστη (ειδικά για τους ανθρώπους των μέσων στους αθλητικούς τόπους), η εσωτερική καλωδίωση, είτε μόνιμη είτε προσωρινή, θα κατασκευαστεί με έναν τρόπο που παρουσιάζει μεγάλη ευελιξία και ευκολία σύνδεσης σε οποιοδήποτε σημείο.

6.1.7. ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ

Η περιοχή της Αττικής όπου όλοι οι ολυμπιακοί τόποι δραστηριοτήτων βρίσκονται, έχει μια πολύ πυκνή συστοιχία τηλεφωνικών κέντρων (array switching exchanges). Αυτά είναι σύγχρονης ψηφιακής τεχνολογίας και προσφέρουν όλα τα είδη εγκαταστάσεων. Μερικά από αυτά θα συμμετάσχουν και στη διαμόρφωση του ολυμπιακού δικτύου που περιγράφεται ανωτέρω. Όλες οι άλλες συνδέσεις, είτε οι παλιές τηλεφωνικές υπηρεσίες (POTS) είτε

ψηφιακά δίκτυα ενοποιημένων υπηρεσιών (ISDN), που δεν ανήκουν στο πενταψήφιο ολυμπιακό δίκτυο, θα παραχθούν είτε από τα απομακρυσμένα συστήματα μεταγωγής (RSSs) που είναι εγκατεστημένα στους τόπους δραστηριοτήτων, είτε άμεσα από τα γειτονικά τηλεφωνικά κέντρα.

Εν πάση περιπτώσει, για λόγους ανθεκτικότητας, θα υπάρξουν συνδέσεις από δύο διαφορετικά τηλεφωνικά κέντρα. Στην περίπτωση των RSSs, θα υπάρξουν τουλάχιστον δύο RSSs σε κάθε τόπο συναντήσεως που ανήκει σε δύο διαφορετικά τηλεφωνικά κέντρα. Οι συνδέσεις θα διανεμηθούν μεταξύ των δύο RSSs κατά τέτοιο τρόπο ώστε οι ρυθμισμένοι χρήστες να έχουν τις συνδέσεις από τα διαφορετικά τηλεφωνικά κέντρα, ενώ οι χρήστες με περισσότερες από μια συνδέσεις έχουν το μισό από το ένα και το μισό από το άλλο τηλεφωνικό κέντρο. Το ίδιο σύστημα θα χρησιμοποιηθεί για τις συνδέσεις απευθείας από το κεντρικό τηλεφωνικό κέντρο (σκόπιμος ή ακούσιος).

Έχει χρησιμοποιηθεί αυτό το είδος πλεονασμού σε όλες τις σημαντικές αθλητικές εκδηλώσεις που έχουν διοργανωθεί στην Ελλάδα. Αν και δεν υπήρχαν ποτέ οποιεσδήποτε σημαντικές αποτυχίες σε αυτά τα γεγονότα, δίνει στους χρήστες ένα συναίσθημα ασφάλειας και ανθεκτικότητας. Για τους ολυμπιακούς αγώνες, θεωρείται αυτό το είδος πλεονασμού απολύτως απαραίτητο. Για την περίοδο των αγώνων, όλες οι μεταγωγές ΟΤΕ (τοπικός, εθνικός, και διεθνής) θα ενισχυθούν, και όσον αφορά στην αυξανόμενη κυκλοφορία καθώς επίσης και τη δυνατότητα σημαντικής αύξησης των συνδρομητών.

6.1.8. Η ΚΙΝΗΤΗ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑ

Όπως ξέρουμε η κινητή τηλεφωνία είναι το γρηγορότερα αυξανόμενο πεδίο των τηλεπικοινωνιών. Ειδικά στην Ελλάδα, η διείσδυση της κινητής τηλεφωνίας είναι εντυπωσιακή. Όταν το 1996 η Ελλάδα υπέβαλε το αρχείο υποψηφιότητάς της για τους ολυμπιακούς αγώνες του 2004 είχε 400.000 κινητούς συνδρομητές, ενώ το 2000 είχε περισσότερους από πέντε εκατομμύρια συνδρομητές, και το ποσοστό αύξησης είναι ακόμα υψηλό. Ως εκ τούτου, κατά τη διάρκεια της περιόδου των παιχνιδιών, αναμένεται ότι κάθε επισκέπτης ή θεατής των παιχνιδιών θα έχει ένα κινητό τηλέφωνο. Ο αυξανόμενος αριθμός υπηρεσιών που προσφέρονται από την κινητή τηλεφωνία θα οδηγήσει στους αυξανόμενους χρόνους της λειτουργίας και σε αύξηση του όγκου των ανταλλασόμενων δεδομένων ειδικά στο πρωτοκόλο WAP. Και οι δύο παράγοντες σημαίνουν ότι θα πρέπει να εξετάσουμε ένα τεράστιο όγκο κυκλοφορίας, η οποία σε μερικές περιπτώσεις θα συγκεντρωθεί σε ένα μικρό χώρο με μεγάλη πυκνότητα χρηστών.

Υπό αυτούς τους όρους ο προγραμματισμός μας στοχεύει σε δύο βασικούς στόχους: κατ' αρχάς, πρέπει να εξασφαλιστεί την ποιότητα και τις ελεύθερες από συμφόρηση επικοινωνίες κάτω από οποιεσδήποτε περιστάσεις και ιδιαιτέρως στα μέλη της ολυμπιακής οικογένειας (ειδικά εκείνοι που κατέχουν μια σύνδεση στο ολυμπιακό δίκτυο ή μια σύνδεση που δίνεται από το gate card των αγώνων). Με τον όρο ποιότητα εννοούμε όχι μόνο την αλάνθαστη λειτουργία των συνδέσεων, αλλά και την παροχή όλων των διευκολύνσεων που είναι τεχνολογικά δυνατές, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων UMTS. Δεύτερον, πρέπει να παρηχθεί την καλύτερη δυνατή υπηρεσία στους συνδρομητές κινητής τηλεφωνίας, ανεξάρτητα από την επιχείρηση στην οποία προσυπογράφονται, και ειδικά σε ή κοντά στις περιοχές της δραστηριότητας των ολυμπιακών αγώνων. Προκείμενου να τα επιτευχθούν αυτά, ένα πυκνό δίκτυο μικροκελιών θα εγκατασταθεί μέσα στους διαφορετικούς τόπους δραστηριοτήτων, που υποστηρίζονται από τους απαραίτητους σταθμούς εξοπλισμού και βάσεων. Επίσης, οι ειδικές διασυνδέσεις με το σταθερό δίκτυο προγραμματίζονται, έτσι ώστε να υπάρξουν πολλά εναλλακτικά μονοπάτια για αντιμετωπίσουν μια ενδεχόμενη αύξηση κυκλοφορίας. Το δίκτυο των υπαίθριων κεραιών θα ενισχυθεί επίσης για να καλύψει όλο το χώρο στην ευρύτερη περιοχή των αγώνων και να ασχοληθεί με τις τοπικές κυκλοφορίες σε ώρες αιχμής. Ο πρώτος από τους παραπάνω στόχους θα εξασφαλιστεί επίσης με τον

καθορισμό των προτεραιοτήτων υπέρ των μελών της ολυμπιακής οικογένειας, ειδικά για εκείνους που έχουν έναν σημαντικό ρόλο στους αγώνες. Για το δεύτερο στόχο η συνεργασία των άλλων εταιρειών είναι απαραίτητη.

6.1.9. ΠΛΕΟΝΑΣΜΟΣ (REDUNDANCY)

Για να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα διακοπής μιας υπηρεσίας, επιπρόσθετες εγκαταστάσεις και εξοπλισμός θα προγραμματιστεί για όλες τις εγκαταστάσεις. Όλες οι εγκαταστάσεις θα έχουν 100 τοις εκατό εσωτερικό πλεονασμό για τον κρίσιμο εξοπλισμό σύμφωνα με τα πιο απαιτητικά πρότυπα. Οι αφιερωμένες μονάδες συνεχούς παροχής ηλεκτρικού ρεύματος (UPS) θα συμπληρώσουν την ισχύ που παρέχεται από τη γενική παροχή ηλεκτρικού ρεύματος του κτιρίου ή του τόπου συναντήσεως. Από την δικτυακή πλευρά, όλες οι εγκαταστάσεις θα συνδεθούν τουλάχιστον από δύο γεωγραφικά διαφορετικές κατευθύνσεις, και μερικές από αυτές θα εξυπηρετηθούν από περισσότερα από ένα δαχτυλίδια SDH. Όλες οι από σημείο σε σημείο συνδέσεις θα έχουν τουλάχιστον $n + 1$ πλεονασμό και, εάν είναι δυνατόν, αυτόματη μετατροπή από το κανονικό στο εναλλακτικό κύκλωμα. Όπως περιγράφεται ανωτέρω, οι τηλεφωνικές συνδέσεις θα είναι από δύο διαφορετικά τηλεφωνικά κέντρα και, σε μερικές περιπτώσεις, ακόμη και από τρία. Όλες οι νέες τεχνολογίες θα χρησιμοποιηθούν προκειμένου να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικότερα ο υπάρχων πλεονασμός. Πάντα έχουμε κατά νου ότι, εκτός από μια φυσική και τυχαία αποτυχία, μια σκόπιμη επίθεση που θα μπορούσε να γίνει ενάντια σε οποιοσδήποτε από τις εγκαταστάσεις. Προγραμματίζεται η ικανότητα να ξεπεραστούν τέτοιοι κίνδυνοι με την παροχή του πρόσθετου πλεονασμού.

6.1.10. Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ

Εφόσον ο ΟΤΕ, μαζί με τους συνεργάτες του COSMOTE και OTENET, θα είναι ο αποκλειστικός παροχέας όλων των τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών για τους αγώνες, θα κατασκευαστεί ένα ειδικό τηλεφωνικό κέντρο διαχείρισης και ελέγχου των δικτύων του. Το κέντρο θα προγραμματιστεί ειδικά για τους αγώνες και θα είναι σε στενή συνεργασία με τα διαχειριστικά κέντρα δικτύων κάθε επιχείρησης συνεργατών. Επειδή το διαχειριστικό κέντρο δικτύων του ΟΤΕ δεν είναι ακόμα σε πλήρη λειτουργία, η διαχείριση δικτύων των ολυμπιακών αγώνων θα προγραμματιστεί να έχει έναν μεγάλο βαθμό αυτονομίας και θα ενσωματώσει όλα τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα ενός σύγχρονου διοικητικού δικτύου τηλεπικοινωνιών (TMN). Το σχέδιο είναι να συνδυάσει η διαχείριση δικτύων, η επίβλεψη, και η ασφάλεια των εγκαταστάσεων σε ένα σύστημα, το οποίο θα επιτρέπει να έχει τον πλήρη έλεγχο κατά τη διάρκεια των αγώνων και να ασχοληθεί επιτυχώς με κάθε κατάσταση.

6.2. NAGANO WINTER OLYMPIC GAMES 1998

6.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

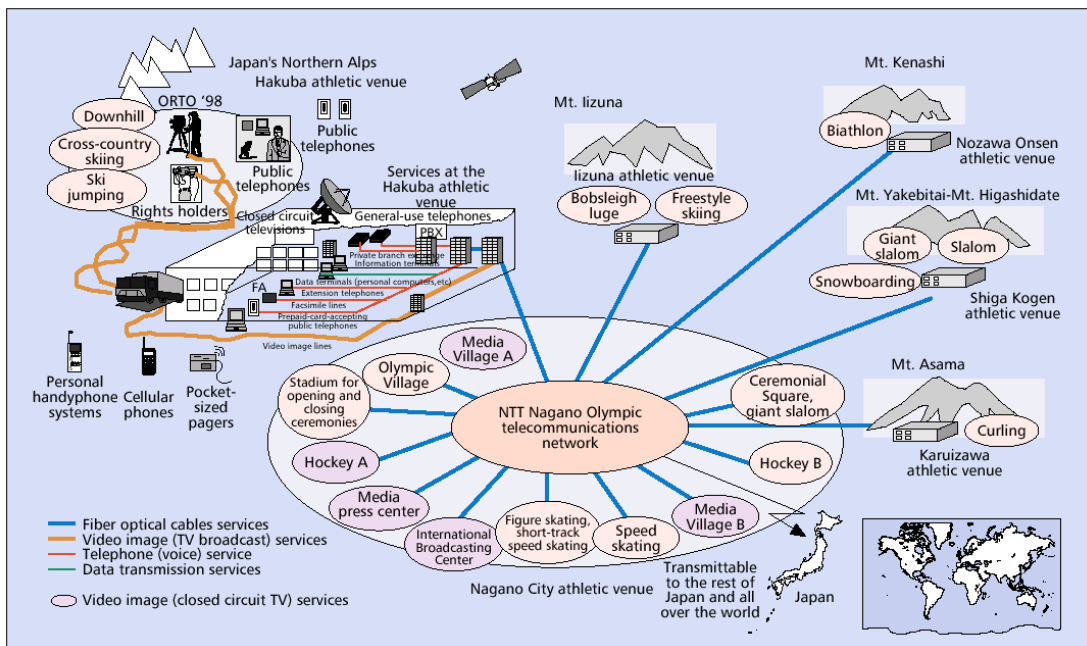
Οι ολυμπιακοί αγώνες του Ναγκάνο έγιναν στην πόλη του Νάγκανο στην Ιαπωνία, η οποία ήταν η πιο νότια περιοχή στην ιστορία των χειμερινών Ολυμπιακών Αγώνων. Ο αριθμός των συμμετεχόντων χωρών, των αγωνιζομένων και των προπονητών τους των αγωνισμάτων και μελών των μέσων υπερέβη τον αριθμό των προηγούμενων χειμερινών Ολυμπιακών Αγώνων. Οι ολυμπιακοί τόποι δραστηριοτήτων του Ναγκάνο ήταν τοποθετημένοι σε μια ευρεία περιοχή που περιλάμβανε μια πόλη, δύο κομοπόλεις, και δύο χωριά. Συγκεκριμένα, υπήρξαν 16 αθλητικοί τόποι συναντήσεως και 30 μη αθλητικές εγκαταστάσεις, συμπεριλαμβανομένου το διεθνές κέντρο εκπομπής (IBC), το βασικό κέντρο Τύπου (MPC), και το ολυμπιακό χωριό.

6.2.2. ΟΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΣΤΟΥΣ ΑΓΩΝΕΣ ΤΟΥ ΝΑΓΚΑΝΟ

Η NTT εφομίστηκε μια βαριά ευθύνη για τους Ολυμπιακούς Αγώνες του Ναγκάνο, επειδή αισθάνθηκε ότι οι τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες ήταν ζωτικής σημασίας στην επιτυχία των Ολυμπιακών Αγώνων. Οι τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες της NTT που χρησιμοποιήθηκαν στους Ολυμπιακούς Αγώνες του Ναγκάνο είναι ταξινομημένες σε τρία τμήματα:

- μετάδοσης τηλεφωνικών υπηρεσιών (φωνή)
- υπηρεσίες μετάδοσης βίντεο
- υπηρεσίες μισθωμένων γραμμών για να υποστηρίξουν μετάδοση δεδομένων

Η NTT συνδύασε όλα αυτά για να εξασφαλίσει συνεπή διαχείριση των εγκαταστάσεων, των διαδικασιών, και της συντήρησης εκείνων των υπηρεσιών.



Σχήμα 27 : Υπηρεσίες που παρέχοντο στην ολυμπιάδα του Nagano

Επίσης, η ομάδα NTT DoCoMo παρείχε κυψελοειδή τηλέφωνα (κινητό τηλέφωνο, βομβητή και προσωπικές υπηρεσίες handyphone (PHS)). Επιπλέον, το τμήμα E&A της NTT παρείχε μερικές προθήκες υψηλής τεχνολογίας.[3]

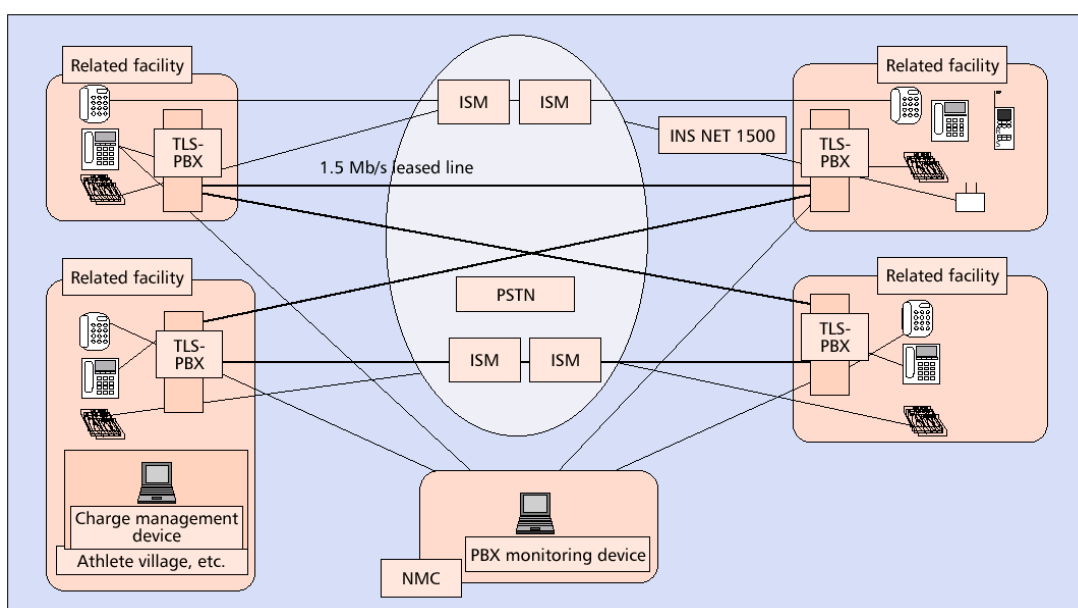
6.2.3. ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΦΩΝΗΣ

Στους συγκεκριμένους ολυμπιακούς αγώνες, τα στάδια και οι σχετικοί χώροι ήταν αρκετά διασκορπισμένοι. Για τις τηλεφωνικές υπηρεσίες (φωνή) ικανές για την ομαλή μετάδοση πληροφοριών μεταξύ αυτών των εγκαταστάσεων, απαιτήθηκε ένα ιδιαίτερα αξιόπιστο ευρύ ιδιωτικό δίκτυο περιοχής, όπου οι κλήσεις θα μπορούσαν να εξασφαλιστούν μεταξύ των σχετικών εγκαταστάσεων χωρίς παρεμπόδιση από την κυκλοφορία των τηλεφωνικών δικτύων του ευρέως κοινού. Αυτό το ιδιωτικό δίκτυο ονομαστικε ολυμπιακό δίκτυο. Χρησιμοποιήθηκε από την επιτροπή οργάνωσης του Ναγκάνο, απο τα μέλη της Διεθνούς Ολυμπιακής Επιτροπής (ΔΟΕ), την Διεθνή Ομοσπονδία Αθλητισμού (ISF), και την Εθνική Ολυμπιακή Επιτροπή (NOC), καθώς επίσης και από το προσωπικό διεθνών μέσων.

Σημαντικές λειτουργίες του δικτύου περιέλαβαν την ενδοεπικοινωνία μεταξύ των διάφορων εγκαταστάσεων (πενταψήφια αριθμών), τις εγχώριες κλήσεις, τις διεθνείς κλήσεις, τις ληφθείσες κλήσεις, και τη προώθηση στα δημόσια δίκτυα (συμπεριλαμβανομένων των κινητών τηλεφώνων για τις εισερχόμενες κλήσεις και ευκολία στη διαμόρφωση τους όταν ο

χρηστής είναι απασχολημένος). Άλλες λειτουργίες που απαιτήθηκαν ήταν μια πολυσημιακή λειτουργία διασκέψεων, συμπεριλαμβανομένων των κυψελοειδών τηλεφωνικών συνόλων, τοπικά ασύρματα τηλεφωνικά σύνολα για τους χρήστες που κινούνται συχνά από μέρος σε μέρος μέσα σε ένα στάδιο/έναν χώρο, καθώς επίσης και λειτουργίες που επιτρέπουν την άμεση διευθέτηση δαπανών για επικοινωνίες έξω από τις αθλητικές εγκαταστάσεις.

Στους ολυμπιακούς αγώνες του παρελθόντος, όπως σε αυτούς του Lillehammer και την Ατλάντα, το ολυμπιακό δίκτυο διαμορφώθηκε με έναν συνδυασμό ανταλλαγής ιδιωτικών κλάδων (PBX) και συστημάτων Centrex. Στο Ναγκάνο, υιοθετήθηκε μια διαμόρφωση δικτύων με το σύστημα PBX για να λάβει υπόψη τις τεχνικές τάσεις και τα οικονομικά. Αν και μερικά από τα κοντινά στάδια και τους χώρους επρόκειτο να ενσωματωθούν στην ίδια PBX, τα συστήματα PBX εγκαταστάθηκαν σε κάθε σημαντικό στάδιο/το χώρο για να ελαχιστοποιήσουν τις πιθανές επιρροές στα στάδια/τους χώρους από ενδεχόμενα προβλήματα.



Σχήμα 28 : Ολυμπιακό τηλεφωνικό δίκτυο

Όπως φαίνεται στο παραπάνω σχέδιο, αυτό το δίκτυο PBX συνδέει το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο μέσω του INS- Net1500. Η συνδέσεις inter-PBX γίνεται μέσω ψηφιακών ιδιωτικών γραμμών 1,5 Mbps. Επειδή αυτό το δίκτυο ήταν τόσο μεγάλο στην κλίμακα, ένα συγκρίσιμο δίκτυο είναι δύσκολο να βρεθεί σε ολόκληρη την Ιαπωνία. Οι γραμμές και ο εξοπλισμός αναπαρήχθησαν για να ενισχύσουν την αξιοπιστία του. Η αξιοπιστία του δικτύου εξασφαλίστηκε με την εγκατάσταση του κορμού PBXs (TLS-PBX) σε δύο θέσεις για να αποκεντρώσει την εγκατάσταση των κορμών διέλευσης από το αντίστοιχο LS- PBXs. Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη τη δυνατότητα χρησιμοποίησης, τα τελευταία πέντε ψηφία των αριθμών αντιστοιχήθηκαν στους αριθμούς επέκτασης έτσι ώστε οι χρήστες να μπορούν να προσδιορίσουν από τον αριθμό το στάδιο/το χώρο των δραστηριοτήτων εγκαταστάσεων ή χρηστών.

Οι πρόσθετες εγκαταστάσεις περιέλαβαν τη σύνδεση στις διεθνείς ιδιωτικές γραμμές και PBXs για:

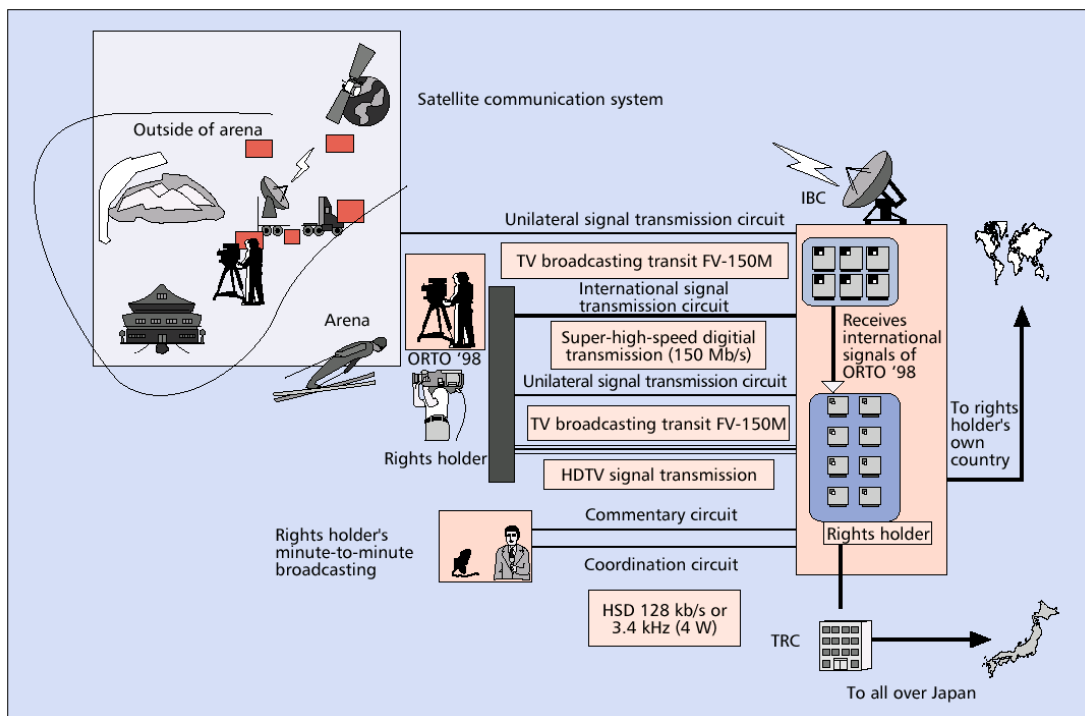
- να ικανοποιήσει τις ανάγκες των παραγωγών υπερπόντιων ραδιοφωνικών εκπομπών, με τα διαδοχικά καταγεγραμμένα μηνύματα στα αγγλικά, γαλλικά, και ιαπωνικά
- να καλύψει χρήστες από το εξωτερικό κατά τη διάρκεια των περιόδων συμφόρησης.

Παρηχθησαν από το διαχειριστικό κέντρο δικτύων (NMC)PBX, οι κονσόλες συντήρησης για την παρακολούθηση και τον έλεγχο σε κάθε στάδιο/το χώρο, καθώς επίσης και ο

συγκεντρωμένος έλεγχος των συναγεμίων και της θέσης κυκλοφορίας πάνω σε ολόκληρο ολυμπιακό δίκτυο.

6.2.4. ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΒΙΝΤΕΟ

Όπως διευκρινίζεται στο σχήμα 29, τα διεθνή σήματα που παρήχθησαν από την ολυμπιακή οργάνωση ραδιοφώνων και τηλεόρασης και τα μονομερή σήματα που παρήχθησαν από τους μεμονωμένους κατόχους δικαιωμάτων συγκεντρώθηκαν στο IBC στην πόλη του Ναγκάνο, επιμελήθηκαν από τους μεμονωμένους κατόχους δικαιωμάτων για τις χώρες τους και μεταδόθηκαν έπειτα μέσα στην Ιαπωνία και σε όλο τον κόσμο. Περισσότερες από 100 γραμμές για την τηλεοπτική μετάδοση των διεθνών και μονομερών σημάτων χρησιμοποιήθηκαν στους ολυμπιακούς χειμερινούς αγώνες του Ναγκάνο και ήταν βασικές στη σταθερή υπηρεσία που παράχθηκε στην τηλεόραση.



Σχήμα 29 : Υπηρεσίες μετάδοσης τηλεοπτικού σήματος

6.2.5. ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΣΗΜΑΤΩΝ

Οι ολυμπιακοί αγώνες του Ναγκάνο μπορούν να χαρακτηριστούν από το κινητό σύστημα διέλευσης, το οποίο διαβίβασε ποικίλα γεγονότα και φυσικές σκηνές από το Ναγκάνο στον υπόλοιπο κόσμο. Για τη γρήγορη οργάνωση και την ευέλικτη διαμόρφωσή της, χρησιμοποιήθηκε η δορυφορική επικοινωνία της NTT. Όλα τα σήματα παραλήφθηκαν και επιμελήθηκαν στον επίγειο σταθμό του IBC και έπειτα στάλθηκαν σε όλο τον κόσμο. Επιπλέον, μια υπηρεσία υψηλής ταχύτητας (128 kbps) ψηφιακής μετάδοσης και μια (4-καλώδιων) ιδιωτική γενική υπηρεσία 3,4 kHz χρησιμοποιήθηκαν για υλοποίηση σχολιασμού και επεξηγήσεων των ολυμπιακών γεγονότων.

6.2.6. ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ CCTV

Στους ολυμπιακούς αγώνες, ένας αριθμός αγώνων και γεγονότων διεξάγονται ταυτόχρονα σε πολλές περιοχές, και τα πληρώματα των μέσων έπρεπε να τις ακολουθήσουν. Για να ικανοποιήσει αυτήν την ανάγκη, το να βρίσκονται σε περισσότερα από ένα μέρος την ίδια

στιγμή, η κλειστού κυκλώματος υπηρεσία TV (CCTV) χρησιμοποιήθηκε στους χειμερινούς Ολυμπιακούς Αγώνες του 1994 στο Lillehammer της Νορβηγίας. Αυτή η υπηρεσία υιοθετήθηκε επίσης από το ΝΑΟΚ για τους ολυμπιακούς χειμερινούς αγώνες του Ναγκάνο. Συγκεκριμένα, τα διεθνή σήματα που διαβιβάστηκαν στο IBC από τα διάφορα στάδια/χώρους μπορούσαν να διανεμηθούν σε άλλες ολυμπιακές εγκαταστάσεις. Η ραδιοφωνική αναμετάδοση και το προσωπικό Τύπου θα μπορούσαν να ενσωματώσουν τέτοια βίντεο στα σχόλια ή τα άρθρα εφημερίδων τους ενώ θα έβλεπαν άλλα βίντεο που τους αποστέλλονταν από άλλα στάδια.

Για να μεταφέρουμε ταυτόχρονα και οικονομικά πολλαπλά σήματα από το IBC σε κάθε στάδιο, η υπηρεσία CCTV προσφέρθηκε μέσω των FV-450M (ευρυζωνική μετάδοση αναλογικών σημάτων) και του δορυφορικού συστήματος. Σχεδόν 3000 τηλεοπτικά μόνιτορ εγκαταστάθηκαν στους διάφορους χώρους και συνδέθηκαν με ένα δίκτυο ομοαξονικού καλωδίου για να λάβουν τα σήματα που μεταδόθηκαν μέσω του συστήματος FV- 450M και του δορυφόρου.

6.2.7. ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΜΙΣΘΩΜΕΝΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Τα δεδομένα που διαβιβάστηκαν στο Ναγκάνο περιέλαβαν δεδομένα που προσφέρθηκαν από το ΝΑΟΚ στα μέσα και το λειτουργικό προσωπικό, καθώς επίσης και στα αυτόνομα λειτουργικά συστήματα των μέσων και των χορηγών. Οι γραμμές πρόσβασης στη μετάδοση διαδίδονται παντού, συμπεριλαμβανομένου του αερολιμένα και των ολυμπιακών τόπων συναντήσεως όπου τερματικά εγκαταστάθηκαν. Για να συνδεθούν οι θάλαμοι ραδιοφωνικής αναμετάδοσης στους χώρους και τις εγκαταστάσεις με το IBC, εγκαταστάθηκαν γραμμές φωνής που χρησιμοποιήθηκαν από σχολιαστές, παραγωγούς και το προσωπικό παραγωγής. Χρησιμοποιήθηκαν διάφορα είδη μισθωμένων γραμμών, που κυμαίνονται από τις υψηλής ταχύτητας ψηφιακές μισθωμένες γραμμές ως τις αναλογικές μισθωμένες γραμμές. Επίσης, οι δημόσιες γραμμές, όπως οι αναλογικές τηλεφωνικές γραμμές και οι γραμμές ISDN, χρησιμοποιήθηκαν και αποτέλεσαν 2000 γραμμές στο σύνολο. Αυτές οι προσωρινές γραμμές εγκαταστάθηκαν μόνο για τη διάρκεια των αγώνων, αλλά είχαν μια σημαντική συνεισφορά στην επιτυχία τους.

6.2.7.1. LEASED LINES IN SERVICE

Οι γραμμές αποτελούν το σύστημα δεδομένων που παράχθηκε από το ΝΑΟΚ και κυμάνθηκε από HSD 50 Mbps υψηλής ταχύτητας ψηφιακές γραμμές μέχρι γραμμές ISDN. Οι μισθωμένες γραμμές φωνής για ραδιοφωνική αναμετάδοση που περιλαμβάνουν HSD 128 kbps και 3,4 kHz εξαρτώνται από την συχνότητα και τον σκοπό της επικοινωνίας.

6.2.8. ΥΠΟΔΟΜΗ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ (ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΝΟΣ ΥΨΗΛΑ ΑΞΙΟΠΙΣΤΟΥ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ)

Το ολυμπιακό δίκτυο επικοινωνίας έπρεπε να υποστηρίξει τις διάφορες τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες και ήταν ένα κρίσιμο στοιχείο για τον εξοπλισμό επικοινωνίας που χρησιμοποιήθηκε στους τρέχοντες αγώνες, καθώς επίσης και για τη διαβίβαση της εικόνας των αγώνων. Επομένως, για να εξασφαλίσουν την αξιοπιστία της υποδομής επικοινωνίας, τα ακόλουθα τέσσερα σημεία εξετάστηκαν κατά τη διάρκεια της κατασκευής του:

- πολλαπλάσια δρομολόγηση διπλές διαδρομές και υπόγειες γραμμές μετάδοσης(οπτική ίνα)
- αποκέντρωση του φόρτου του ολυμπιακού και του υπάρχοντος δικτύου
- διάθεση του εφεδρικού εξοπλισμού και των προμηθειών έκτακτης ανάγκης για τους ολυμπιακούς αγώνες
- διαβεβαίωση εφεδρικών γραμμών

6.2.8.1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΗΣ

Τα δίκτυα επικοινωνίας κατασκευάστηκαν για να ικανοποιήσουν την αναμενόμενη απαίτηση, αλλά, όπως στους προηγούμενους Ολυμπιακούς Αγώνες, η εκτίμηση των αναγκών της δομής για τους αγώνες στο Νάγκανο είναι δύσκολη. Επιπλέον, όλη η κατασκευή έπρεπε να ολοκληρωθεί πριν χιονίσει. Επομένως, ήταν απαραίτητο να σχεδιαστεί η υποδομή και να καθιερωθεί η προμήθεια και τα προγράμματα εργασιών. Τέλος, η κατασκευή εφαρμόστηκε σε τρία βήματα:

- βήμα 1: Οι απαιτήσεις από τα παιχνίδια Lillehammer και της Ατλάντας αναλύθηκαν, και ερευνήθηκαν το ΝΑΟΚ και τα μέσα. Με βάση αυτούς, μια ιδιαίτερα αξιόπιστη υποδομή κατασκευάστηκε. Επιπλέον, η αποτελεσματική χρήση της υποδομής μετά από την ολοκλήρωση των ολυμπιακών αγώνων λήφθηκε υπόψη κατά τη διάρκεια της κατασκευής.
- βήμα 2: Οι απαιτήσεις της μετάδοσης εικόνας και στοιχείων ενσωματώθηκαν στην κατασκευή
- βήμα 3: Η υποδομή κατασκευάστηκε για να ανταποκριθεί αμέσως στις ξαφνικές απαιτήσεις που αναμένονται πριν και κατά τη διάρκεια των αγώνων.

6.2.8.2. Η ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΟΛΥΜΠΙΑΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Το ολυμπιακό δίκτυο επικοινωνίας αποτελέστηκε από την οπτική σύνδεση πόλεων του Ναγκάνο και την προαστιακή οπτική σύνδεση. Σχεδόν 950 km καλωδίου οπτικού ινών απαιτήθηκαν για να καλύψουν τις ευρέως διασκορπισμένες ολυμπιακές εγκαταστάσεις. Επειδή υπήρξε μια αναμενόμενη μελλοντική απαίτηση για την οπτική ίνα στο Ναγκάνο, η οπτική σύνδεση πόλεων του Ναγκάνο χρησιμοποίησε άμεσα μια διαμόρφωση δικτύων επικοινωνίας καλωδίων οπτικών ινών multipair έξω από τις οικονομικές εκτιμήσεις παρά μια μεγάλης δυναμικότητας πολλαπλή γραμμή μετάδοσης. Για την προαστιακή οπτική σύνδεση, οι διάφορες εγκαταστάσεις συνδέθηκαν άμεσα με πολυπλεκτικό εξοπλισμό FA- 2.4G μετάδοσης, επειδή καθορίστηκε ότι ένα υψηλής δυναμικότητας σύστημα μετάδοσης ήταν οικονομικό για το πακέτο των υπηρεσιών μισθωμένων γραμμών η οποία υποστηρίζει μεγάλες ποσότητες συστημάτων τηλεφώνου και βίντεο καθώς επίσης και μετάδοση δεδομένων.

7. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι η σχεδίαση των δικτύων είναι μια πολυσύνθετη διαδικασία. Η κάθε εργασία σχεδίασης περιλαμβάνει πολλές υποεργασίες των οποίων η βέλτιστη λύση δεν αποτελεί και τη καθολική βέλτιστη λύση. Απαιτείται εμπειρία των σχεδιαστών και η όσο το δυνατό καλύτερη αναγνώριση και κατανόηση των ιδιαίτερων παραγόντων που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Άλλοι είναι περισσότερο και άλλοι λιγότερο προφανής. Όπως είδαμε και στο παράδειγμα της σχεδίασης του δικτύου επικοινωνιών για τους ολυμπιακούς αγώνες της Αθήνας πόλλα θέματα είναι σε εκκρεμότητα επειδή δεν είναι δυνατό από τώρα να αναγνωριστούν και να μελετηθούν όλοι οι παράγοντες οι οποίοι θα διαμορφώσουν το τέλειο σχέδιο δικτύου. Έπισης βλέπουμε ότι δίνεται μεγάλη σημασία στην ασφάλεια καθώς και στην ανθεκτικότητα των δικτύων επειδή η ποιότητα και η εγκυρότητα χαρακτηρίζει την επιτυχία των αγώνων. Η κάθε σχεδίαση δικτύου δηλαδή πρέπει να διαμορφώνεται σύμφωνα με τις ιδιαίτερες κάθε φορά απαιτήσεις και συνθήκες.

Πηγές

- **Βιβλία / Άρθρα**

- [1] Koichi Asatani et al, *Introduction to ATM Networks and B-ISDN*, Wiley 1997.
- [2] John Koulouris, *Planning telecommunications for the Athens 2004 Olympic Games*, IEEE Communications Magazine, July 2001
- [3] Yoshiharu Takizawa, *Telecommunication at the Nagano 1998 Winter Olympic Games*, IEEE Communications Magazine, July 2001
- [4] Andreas Veglis and Andreas Filippopoulos, *Technology Communications Strategy at the Athens 2004 Olympic Games*, Global Communications Newsletter, August 2002
- [5] Daniel Minoli, *Enterprise Networking: Fractional T1 to Sonet, Frame Relay to B-ISDN*, Artech House 1993
- [6] Robert P. Davidson, *Broadband Networks: A Manager's Guide*, John Wiley & Sons 1996
- [7] Mark A. Miller, *Analyzing Broadband Networks*, McGraw-Hill 2001
- [8] David Wright, *Broadband: Business Services, Technologies, and Strategic Impact*, Artech House 1993
- [9] Alex Gillespie, *Broadband Access Technology, Interfaces, and Management*, Artech House 2001
- [10] Rainer Handel, Manfred N Huber, Stefan Schroder, *Δίκτυα ATM, Έννοιες, Πρωτόκολλα, Εφαρμογές*, Ίων 1999
- [11] Ανδρέας Πομπόρτσας, *Εισαγωγή στις νέες Τεχνολογίες Επικοινωνιών*, Α.Τζιολα Ε. 1997
- [12] Jochen Frings, Thomas Bauschert, *Integrated Planning of Broadband Networks: A Basic Framework*, Brugge May 1998

- **Δικτυακές πηγές**

[link 1] <http://www.wws.princeton.edu/cgi-in/byteserv.prl/~ota/disk1/1993/9304/930401.PDF>
Το αρχείο αυτό περιέχει ένα βιβλίο σε μορφή pdf με πληροφορίες για ευρυζωνικά δίκτυα

[link 2] <http://www.networkmagazine.com/article/NMG20000724S0008>
Αυτό είναι ένα άρθρο που συνοψίζει τις γενικές αρχές των ευρυζωνικών δικτύων και τις τοπολογίες αυτών.

[link 3] <http://www.network-planning-solutions.co.uk/>
Στο site αυτό περιέχονται πληροφορίες για ένα εργαλείο σχεδιασμού και διαχείρισης ευρυζωνικών δικτύων

[link 4] <http://techlibrary.networkcomputing.com/>
Portal με γενικές πληροφορίες για ευρυζωνικά δίκτυα

[link 5]http://www.dslforum.org/aboutdsl/adsl_tutorial.html
Εδώ περιέχεται ένα tutorial με πληροφορίες για δίκτυα ADSL

[link 6]http://www.dslforum.org/aboutdsl/vdsl_tutorial.html
Εδώ περιέχεται ένα tutorial με πληροφορίες για δίκτυα VDSL

[link 7]<http://www.ieeexplore.ieee.org>
Αυτό είναι το site αναζήτησης άρθρων από συνέδρια και περιοδικά του IEEE

[link 8]<http://networking.ittoolbox.com/>
Γενικό portal για δίκτυα που περιέχει πολλά άρθρα και πληροφορίες για ευρυζωνικά δίκτυα

[link 9]<http://www.dslreports.com/>
Site με άρθρα για δίκτυα τεχνολογίας xDSL

[link 10]<http://www.atmforum.com/>
Forum και γενικές πληροφορίες για δίκτυα ATM

[link 11]http://www.cisco.com/warp/public/779/govtaffs/networks/broadband_deploy.html
Πληροφορίες για την εγκατάσταση ευρυζωνικών δικτύων

[link 12]
<http://www.cisco.com/warp/public/779/govtaffs/networks/CiscoBroadbandPrimer2002.htm>
Εισαγωγικές πληροφορίες για ευρυζωνικά δίκτυα

[link 13]<http://www.fcc.gov/broadband/>
Εκδόσεις και standards των ευρυζωνικών δικτύων

[link 14]<http://conta.uom.gr>
Το site του μαθήματος «Τεχνολογίες δικτύων». Περιέχει σχετικό διδακτικό υλικό, σεμινάρια έρευνα

[link 15]<http://www.broadbandpub.com/>
Εκδόσεις σχετικές με ευρυζωνικά δίκτυα

[link 16]http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/55773.htm
Ανασκόπηση δικτύων FDDI

[link 17]<http://www.xdsl.com/>
Site με γενικές πληροφορίες για xDSL δίκτυα

[link 18]<http://www.alaska.net/~research/Net/SONET.htm>
Ορισμός της τεχνολογίας SONET και links σε σχετικά sites

[link 19]<http://www.commsdesign.com/dcenters/broadband>
Άρθρα σχετικά με τον σχεδιασμό ευρυζωνικών δικτύων

[link 20]<http://www.linksys.com/edu/>
Πρακτικές εφαρμογές ευρυζωνικών δικτύων