

ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΗΛ ΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: « ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ »

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΜΟΚΑ ΙΩΑΝΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: κ. ΤΣΙΑΝΤΗΣ ΛΕΩΝΙΔΑΣ

ΑΡΤΑ
ΙΟΥΝΙΟΣ 2006



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	<u>ΣΕΛ.</u>
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

1.1) SMDS.....	6
1.1.1) ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ SMDS.....	6
1.1.2) ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ SMDS ΔΙΚΤΥΟΥ.....	8
1.1.3) ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	9
1.1.4) ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ.....	11
1.1.5) ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	13
1.2) ΑΝΑΜΕΤΑΔΟΣΗ ΠΛΑΙΣΙΩΝ (FRAME RELAY).....	14
1.2.1) ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ FRAME RELAY.....	15
1.2.2) ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ FRAME RELAY.....	17
1.2.3) FRAME RELAY CONNECTION.....	18
1.2.4) ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΠΛΑΙΣΙΩΝ.....	20
1.2.5) ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ.....	23
1.3) BISDN/ATM.....	24
1.3.1) ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ ATM.....	25
1.3.2) Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ATM ΔΙΚΤΥΟΥ.....	29
1.3.2.1) Φυσικό Στρώμα.....	29
1.3.2.2) ATM Στρώμα.....	32
1.3.2.3) Στρώμα Προσαρμογής στο ATM.....	37
1.3.3) ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ, ΧΡΗΣΤΗ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΟ ATM.....	40
1.3.4) ΣΗΜΑΤΟΔΟΣΙΑ.....	42
1.3.5) ΈΛΕΓΧΟΣ ΡΟΗΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ (FLOW CONTROL).....	43
1.3.6) ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ATM.....	45
1.4) ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ.....	46

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΨΗΦΙΑΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΕΝΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΣΤΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ (N-ISDN)

2.1)	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ N-ISDN.....	47
2.2)	ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ N-ISDN.....	50
2.3)	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ N-ISDN.....	51
2.3.1)	ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΑΡΙΘΜΟΔΟΤΗΣΗ (Multiple Subscriber Number MSN).....	52
2.4)	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	53
2.5)	ΣΥΓΚΡΙΣΗ NISDN – BISDN/ATM.....	55

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

SONET

3.1)	ΓΕΝΙΚΑ.....	56
3.2)	ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ SONET.....	56
3.3)	ΤΑ ΚΥΡΙΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΕΝΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ SONET.....	57
3.4)	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ SONET/SDH.....	61
3.5)	ΔΟΜΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ.....	64
3.6)	ΠΟΛΥΠΛΕΞΙΑ.....	65
3.7)	IP over SONET/SDH.....	67
3.8)	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	70

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ 802

4.1)	ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΙΕΕΕ 802.3.....	72
4.2)	Η ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ ΤΟΥ 802.3.....	74
4.3)	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ MANCHESTER.....	75
4.4)	ΔΟΜΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ.....	76
4.4.1)	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΠΛΑΙΣΙΩΝ.....	78
4.5)	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΙΕΕΕ 802.3.....	80
4.6)	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΙΕΕΕ 802.3.....	80

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5
ΔΙΚΤΥΑ ΕΤΗΕΡΝΕΤ ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

5.1)	ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ IEEE 802.9.....	83
5.1.1)	ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΤΥΠΟΥ.....	84
5.1.2)	ΚΑΝΑΛΙΑ.....	86
5.1.3)	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 802.9.....	88
5.1.4)	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ.....	91
5.1.5)	ΔΟΜΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ IEEE 802.9 TDM.....	93
5.1.6)	ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 802.9.....	95
5.2)	ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ 100Base-T.....	96
5.2.1)	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ 100Base-T.....	98
5.2.2)	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ.....	99
5.2.3)	ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ 100BASE-T.....	103
5.2.4)	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ 100Base-T.....	104
5.3)	ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ 100BASE-VG	105
5.3.1)	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ 100Base-VG.....	106
5.3.2)	ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ 100Base-VG.....	106
5.3.3)	ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ 100Base-VG.....	108
5.3.4)	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ 100Base-VG.....	109
5.4)	ΣΥΓΚΡΙΣΗ 100BASE-T ΚΑΙ 100BASE-VG.....	110

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6
ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

6.1)	ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	112
6.2)	ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΡΕΧΟΥΣΑΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ.....	113
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	116
	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ.....	117

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία είκοσι χρόνια, όπου το διαδίκτυο άρχισε να οριστικοποιεί την μορφή του ως μέσω πληροφόρησης και ανταλλαγής δεδομένων πάσης φύσεως, έχει επικρατήσει στο κοινό η άποψη ότι αυτό πρόκειται για μία υπηρεσία που προσφέρεται δωρεάν ή με ελάχιστο κόστος. Η αντίληψη αυτή έχει να κάνει τόσο με την απαρχή του διαδικτύου, όπου ουσιαστικά οι αρχικοί χρήστες του ήταν μέλη της ακαδημαϊκής και επιστημονικής κοινότητας, οπότε οι οργανισμοί στους οποίους δραστηριοποιούνταν τους παρείχαν υπηρεσίες διαδικτύου δωρεάν όσο και με το γεγονός ότι οι πρώτοι χρήστες του διαδικτύου επιχειρούσαν να συνδεθούν μέσω αργών modem με χαμηλές ταχύτητες.

Η πολιτική αυτή απέδωσε αρκετά κέρδη στις τηλεπικοινωνιακές εταιρίες και στις δύο πλευρές του Ατλαντικού για πολλά χρόνια και δεν παρουσίασε ιδιαίτερα προβλήματα από πλευράς ανάπτυξης υποδομών και υπηρεσιών. Τα τελευταία όμως χρόνια παρατηρούμε μια θεαματική αύξηση των χρηστών και των υπηρεσιών που προσφέρει το διαδίκτυο. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο σε τεχνολογικούς, οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες. Πριν την έλευση των Ευρυζωνικών Δικτύων, οι απαιτήσεις των χρηστών σε ταχύτητα και υπηρεσίες ήταν μειωμένες. Η αύξηση της υπολογιστικής ισχύς των μικροεπεξεργαστών και η ραγδαία αύξηση του εύρους ζώνης και των ταχυτήτων των σύγχρονων δικτύων δημιουργούν τις συνθήκες για παροχή απαιτητικών υπηρεσιών στους τελικούς χρήστες.

Παρ' όλα αυτά, η ανάπτυξη των ευρυζωνικών δικτύων απαιτεί αυξημένους πόρους από πλευράς των εταιριών παροχής δικτυακών τηλεπικοινωνιών. Τόσο το κόστος εγκατάστασης αλλά και το κόστος συντήρησης αυτών των δικτύων είναι σαφώς μεγαλύτερο από αυτό των παραδοσιακών δικτύων, καθώς απαιτείται συνεχή αναβάθμιση των υποδομών. Αυτό οφείλεται στο ότι όλο και περισσότεροι χρήστες, απαιτούν όλο και μεγαλύτερο όγκο δεδομένων, πράγμα που ορισμένες φορές οδηγεί σε φαινόμενα συμφόρησης (congestion).

Στο κείμενο παρακάτω θα δώσουμε έναν αναλυτικό ορισμό των ευρυζωνικών δικτύων. Θα αναλύσουμε τις νέες τεχνολογίες δικτύων, την

αρχιτεκτονική και την τοπολογία τους. Επίσης θα αναφερθούμε στις υπηρεσίες που μπορεί να παρέχουν αυτές στους χρήστες καθώς και μια συγκριτική παρουσίαση και ανάλυση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων τους. Τέλος, θα επισημάνουμε για το εάν και πόσο χρησιμοποιούνται οι συγκεκριμένες τεχνολογίες στην Ελλάδα καθώς και τις ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει η χρήση τους στην χώρα μας σε σύγκριση με τις άλλες χώρες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Οι τηλεφωνικές εταιρείες, αλλά και άλλοι, έχουν αρχίσει να προσφέρουν υπηρεσίες δικτύωσης σε οποιονδήποτε οργανισμό επιθυμεί να εγγραφεί συνδρομητής. Το υποδίκτυο είναι ιδιοκτησία του φορέα δικτύου και παρέχει επικοινωνιακές υπηρεσίες στους host και στα τερματικά των πελατών. Ένα τέτοιο σύστημα αποκαλείται δημόσιο δίκτυο. Είναι ανάλογο με το τηλεφωνικό δίκτυο και συχνά μάλιστα αποτελεί μέρος του. Στις ακόλουθες ενότητες θα μελετήσουμε τρία παραδείγματα υπηρεσιών, την SMDS, αναμετάδοση πλαισίων (FRAME RELAY) και ISDN ευρείας ζώνης.

1.1) SMDS

Η πρώτη υπηρεσία που θα εξετάσουμε, η smds (Switched Myltimegabit Data Service) σχεδιάστηκε για να συνδέει μεταξύ τους πολλαπλά LAN, συνήθως στα παραρτήματα και τα εργοστάσια μιας εταιρείας. Σχεδιάστηκε από την Bellcore τη δεκαετία του 1980 και λειτούργησε, στις αρχές της επόμενης, από τους τοπικούς και λίγους υπεραστικούς φορείς. Ο στόχος ήταν η παραγωγή μιας υπηρεσίας δεδομένων υψηλής ταχύτητας και η παρουσίασή της στον κόσμο με τον ελάχιστο θόρυβο. Η SMDS είναι η πρώτη υπηρεσία ευρείας ζώνης (δηλαδή, υψηλής ταχύτητας) με μεταγωγή που προσφέρθηκε στο κοινό.

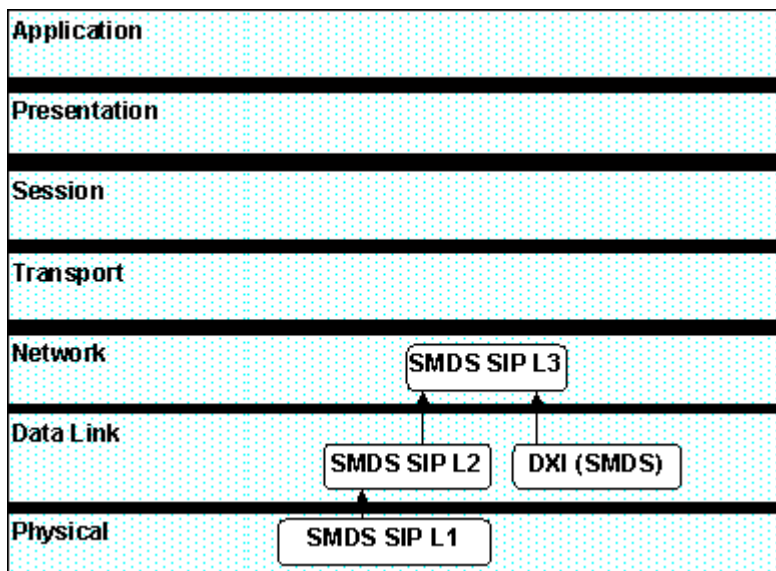
1.1.1) ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ SMDS

Η SMDS αποτελεί περισσότερο μία Μητροπολιτικής Περιοχής (MAN) υπηρεσία μεταφοράς δεδομένων παρά ένα πρωτόκολλο, που υποστηρίζει λύσεις για εφαρμογές από άκρο-σε-άκρο και η οποία στηρίζεται στη φιλοσοφία των

υπηρεσιών χωρίς σύνδεση. Χρησιμοποιεί μεταγωγή κυψελίδων προσφέροντας υψηλές ταχύτητες (34, 45 Mbps ή 155 Mbps χρησιμοποιώντας SDH/SONET).

Η υπηρεσία αυτή χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο Κατανεμημένης Ουράς Διπλής Αρτηρίας (Distributed Queue Dual Bus-DQDB) στον κορμό του δικτύου. Είναι ένα υπό-σεντ της τεχνολογίας IEEE 802.6 DQDB (Distributed Queue Dual Bus) MAN η οποία αναπτύχθηκε για να αποτελέσει μία υπηρεσία υψηλής ταχύτητας, δίχως σύνδεση, προσιτή στον κόσμο, με εναλλασσόμενο πακέτο. Η SMDS πρόσφατα παρέχει πρόσβαση σε κατηγορίες που φθάνουν τα DS-3 ή τα 44.736 Mbps με OC-3c. Λειτουργεί με την αποδοχή υψηλής ταχύτητας δεδομένων του πελάτη με αυξήσεις που φθάνουν τα 9,188 οκτέτα, και χωρίζεται σε 53 οκτέτα κελιών για τη μεταφορά μέσα από τον παροχέα υπηρεσίας του δικτύου. Αυτά τα κελιά επανασυναρμολογούνται, προς το τέλος, μέσα στα δεδομένα του πελάτη.

Το SIP είναι ένα πρωτόκολλο τριών επιπέδων που ελέγχει την πρόσβαση του πελάτη στο δίκτυο. Το Level 3 SIP προσλαμβάνει και μεταφέρει πλαίσια των ανώτερων στρωμάτων πληροφοριών του πρωτοκόλλου. Το Level 2 SIP, βασίζεται στη σταθερή IEEE 802.6 DQDB, ελέγχει την πρόσβαση στο φυσικό μέσο. Το Level 1 SIP περιλαμβάνει το PLCP και το σύστημα μεταφοράς. Το ακόλουθο διάγραμμα δείχνει το SMDS σε σχέση με το μοντέλο OSI:



1.1.2) ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ SMDS ΔΙΚΤΥΟΥ

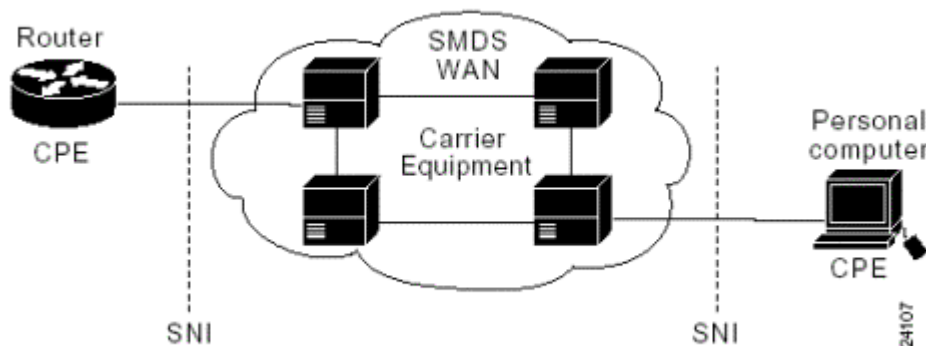
Ένα δίκτυο SMDS περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

- Τον εξοπλισμό στο χώρο του πελάτη (Customer Premises Equipment-CPE).
- Το περιβάλλον διεπαφής του φορέα (carrier interface).
- Το περιβάλλον διεπαφής του συνδρομητή του δικτύου (Subscriber Network Interface-SNI).

Το CPE είναι ο τερματικός εξοπλισμός του πελάτη, δηλαδή τερματικά, προσωπικοί υπολογιστές και ενδιάμεσοι κόμβοι, όπως δρομολογητές, modem, και πολυπλέκτες. Οι ενδιάμεσοι κόμβοι μπορούν να παρέχονται από τον φορέα.

Ο εξοπλισμός του φορέα συνήθως είναι υψηλής ταχύτητας διακόπτες, οι οποίοι πρέπει να είναι συμβατοί με της προδιαγραφές για τον εξοπλισμό δικτύου που έχει καθορίσει η Bellcore.

Το SNI είναι το περιβάλλον διεπαφής μεταξύ του CPE και εξοπλισμού του φορέα. Είναι το σημείο όπου τελειώνει το δίκτυο του πελάτη και ξεκινάει το δικτύου του φορέα. Η λειτουργία του SNI είναι να καταστήσει αόρατη στον πελάτη την τεχνολογία και τη λειτουργία του SMDS δικτύου. Η σχέση μεταξύ των τριών αυτών στοιχείων φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



1.1.3) ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η βασική υπηρεσία SMDS είναι μια υπηρεσία παράδοσης πακέτων χωρίς σύνδεση. Η δομή του πακέτου φαίνεται στο Σχήμα 1. Έχει τρία πεδία: τον προορισμό (που πρέπει να πάει το πακέτο), την πηγή (ποιος το στέλνει) και ένα μεταβλητού μήκους πεδίο ωφέλιμου φορτίου, για μέχρι 9.188 byte δεδομένων χρήστη. Η μηχανή στο LAN πηγής, που είναι συνδεδεμένο στη γραμμή πρόσβασης, τοποθετεί το πακέτο στη γραμμή πρόσβασης και η SMDS κάνει ότι μπορεί για να το παραδώσει στον προορισμό του. Δεν παρέχεται καμία εγγύηση παράδοσης.

Byte 8 8 ≤ 9188

Διεύθυνση προορισμού	Διεύθυνση πηγής	Δεδομένα χρήστη
----------------------	-----------------	-----------------

Σχήμα 1. Η δομή του πακέτου SMDS

Οι διευθύνσεις πηγής και προορισμού αποτελούνται από έναν κωδικό 4 bit, ακολουθούμενο από έναν τηλεφωνικό αριθμό μήκους μέχρι και 15 δεκαδικών ψηφίων. Κάθε ψηφίο κωδικοποιείται με ένα ξεχωριστό πεδίο των 4bit. Οι τηλεφωνικοί αριθμοί περιέχουν κωδικό χώρας, κωδικό περιοχής και αριθμό συνδρομητή, ώστε η υπηρεσία να μπορεί να παρέχεται και διεθνώς. Η σκέψη ήταν ότι οι δεκαδικοί τηλεφωνικοί αριθμοί ως διευθύνσεις δικτύου, θα έκαναν την νέα υπηρεσία να φαίνεται γνώριμη στους χρήστες.

Όταν ένα πακέτο φθάνει στο δίκτυο SMDS. Ο πρώτος δρομολογητής κάνει έναν έλεγχο για να διαπιστώσει ότι η διεύθυνση της πηγής αντιστοιχεί στην εισερχόμενη γραμμή, ώστε να αποφευχθούν τυχόν απάτες στη χρέωση. Αν η διεύθυνση είναι λανθασμένη, το πακέτο απορρίπτεται. Αν είναι σωστό, το πακέτο στέλνεται στον προορισμό του.

Ένα χρήσιμο χαρακτηριστικό της SMDS είναι η εκπομπή. Ο πελάτης μπορεί να καθορίσει μια λίστα από τηλεφωνικούς αριθμούς SMDS και να του καταχωρηθεί ένας ειδικός αριθμός που να αντιστοιχεί σε όλη τη λίστα.

Οποιοδήποτε πακέτο στέλνεται στον αριθμό αυτό, παραλαμβάνεται από όλα τα μέλη της αντίστοιχης λίστας. Η National Association of Securities Dealers χρησιμοποιεί το χαρακτηριστικό αυτό της υπηρεσίας SMDS που παρέχει η MCI για να εκπέμπει τις νέες τιμές των μετοχών σε όλα τα 5.000 μέλη της.

Μια πρόσθετη δυνατότητα του χρήστη είναι το φιλτράρισμα διευθύνσεων και στα εξερχόμενα και στα εισερχόμενα πακέτα. Με φιλτράρισμα στα εξερχόμενα πακέτα, ο πελάτης μπορεί να δώσει έναν κατάλογο τηλεφωνικών αριθμών και να καθορίσει ότι δεν πρέπει να σταλούν πακέτα σε οποιαδήποτε άλλη διεύθυνση. Με φιλτράρισμα στα εισερχόμενα πακέτα, μόνο πακέτα από συγκεκριμένους προκαθορισμένους τηλεφωνικούς αριθμούς μπορούν να παραληφθούν. Όταν έχουν ενεργοποιηθεί και οι δυο δυνατότητες, ο χρήστης μπορεί ουσιαστικά να κτίσει ένα ιδιωτικό δίκτυο, χωρίς συνδέσεις SMDS προς τον έξω κόσμο. Αυτή η δυνατότητα έχει μεγάλη αξία για εταιρείες που διαθέτουν εμπιστευτικά δεδομένα.

Το ωφέλιμο φορτίο μπορεί να περιέχει οποιαδήποτε ακολουθία από byte επιθυμεί ο χρήστης, μέχρι 9.188 byte. Η SMDS δεν ασχολείται με το περιεχόμενο του πακέτου. Το ωφέλιμο φορτίο μπορεί να περιέχει ένα πακέτο Ethernet, ένα πακέτο δακτυλίου με σκυτάλη της IBM, ένα πακέτο IP ή οτιδήποτε άλλο. Οτιδήποτε υπάρχει στο πεδίο ωφέλιμου φορτίου μεταφέρεται χωρίς τροποποίηση από το LAN πηγής στο LAN προορισμού.

Το δίκτυο SMDS χειρίζεται την καταιγιστική κίνηση ως εξής. Ο δρομολογητής που συνδέεται σε κάθε γραμμή πρόσβασης περιέχει έναν μετρητή, που αυξάνεται με σταθερό ρυθμό, έστω μια φορά κάθε 10 msec. Όταν ένα πακέτο φθάνει στον δρομολογητή, ελέγχεται εάν ο μετρητής είναι μεγαλύτερος σε μέγεθος από το μήκος του πακέτου σε byte. Αν όντως είναι, το πακέτο στέλνεται χωρίς καθυστέρηση και ο μετρητής μειώνεται κατά το μήκος του πακέτου. Αν το μήκος του πακέτου είναι μεγαλύτερο από τον μετρητή, το πακέτο απορρίπτεται.

Στην πράξη, με την αύξηση του μετρητή κάθε 10 μsec , ο χρήστης μπορεί να στείλει με μέσο ρυθμό 100.000 byte/sec αλλά ο καταιγιστικός ρυθμός μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερος. Αν, για παράδειγμα, η γραμμή παραμείνει αδρανής για 10 msec , ο μετρητής θα ισούται με 1.000 και ο χρήστης θα έχει την άδεια να στείλει έναν καταιγισμό του 1 kilobyte στην πλήρη ταχύτητα των 45 Mbps, ώστε ο καταιγισμός να σταλεί σε περίπου 180 μsec . Με μια μισθωμένη γραμμή των 100.000 byte/sec , το ίδιο kilobyte θα πάρει 10 msec . Η SMDS, κατά συνέπεια, προσφέρει την δυνατότητα μικρών καθυστερήσεων για χρονικώς διασκορπισμένους, ανεξάρτητους καταιγισμούς δεδομένων, αρκεί να παραμείνει ο μέσος ρυθμός κάτω από την προσυμφωνημένη τιμή. Αυτός ο μηχανισμός παρέχει γρήγορη απόκριση όταν χρειάζεται, αλλά εμποδίζει τον χρήστη από το να χρησιμοποιεί εύρος ζώνης από ότι συμφωνήθηκε να πληρώνει.

1.1.4) ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ

Με την υπηρεσία SMDS οι συνδρομητές/οργανισμοί αποκτούν την ευελιξία που χρειάζονται για κατανεμημένη επεξεργασία και για την υποστήριξη εφαρμογών που απαιτούν μεγάλο εύρος ζώνης (π.χ. εφαρμογές εικόνας και video με μορφή πακέτων). Τα λειτουργικά χαρακτηριστικά της υπηρεσίας SMDS που ομοιάζουν με αυτά των τοπικών δικτύων, την καθιστούν βασική επιλογή σε περιπτώσεις όπου απαιτείται ένα συμπαγές σχήμα διασύνδεσης τοπικών δικτύων με μεγάλη γεωγραφική διασπορά. Το γεγονός ότι η υπηρεσία SMDS υποστηρίζει τόσο υπάρχουσες όσο και αναδυόμενες τεχνολογίες την καθιστά ένα κρίσιμο κομμάτι των υπηρεσιών ταχείας μεταγωγής πακέτου και ένα ασφαλές μονοπάτι ομαλής μετάβασης σε εφαρμογές προηγμένων επικοινωνιακών συστημάτων ευρείας γεωγραφικής κάλυψης.

Για να αντιληφθείτε μια περίπτωση στην οποία η SMDS θα ήταν χρήσιμη, σκεφτείτε μια εταιρεία με τέσσερα γραφεία σε τέσσερις διαφορετικές πόλεις, το καθένα με το δικό του LAN. Η εταιρεία θα επιθυμούσε να συνδέσει όλα τα LAN της, ώστε τα πακέτα να πηγαίνουν από το ένα LAN στο άλλο. Μια λύση θα ήταν

να νοικιάσει έξι γραμμές υψηλής ταχύτητας και να συνδέσει τα LAN πλήρως. Μια τέτοια λύση είναι πιθανή αλλά δαπανηρή.

Μια εναλλακτική λύση είναι να χρησιμοποιηθεί η SMDS. Το δίκτυο SMDS δρα στο δίκτυο κορμού υψηλής ταχύτητας για τα LAN, επιτρέποντας τη ροή των πακέτων από οποιοδήποτε LAN σε κάθε άλλο. Μεταξύ των LAN που βρίσκονται στα γραφεία του πελάτη και του δικτύου SMDS που βρίσκεται στα γραφεία της τηλεφωνικής εταιρείας, υπάρχει μια μικρού μήκους γραμμή πρόσβασης μισθωμένη από την τηλεφωνική εταιρεία. Συνήθως, αυτή η γραμμή αποτελεί ένα MAN και χρησιμοποιεί το DQDB, αλλά υπάρχουν και άλλες εναλλακτικές λύσεις.

Ενώ οι περισσότερες τηλεφωνικές υπηρεσίες έχουν σχεδιαστεί για να εξυπηρετούν συνεχή κίνηση, η SMDS σχεδιάστηκε για να χειρίζεται καταιγιστική κίνηση. Με άλλα λόγια, κάθε τόσο ένα πακέτο πρέπει να μεταφερθεί από ένα LAN σε ένα άλλο γρήγορα, αλλά τον περισσότερο καιρό δεν υπάρχει κίνηση από LAN σε LAN. Η λύση της μισθωμένης γραμμής έχει το πρόβλημα των μεγάλων μηνιαίων λογαριασμών. Από την στιγμή που εγκαθίσταται η γραμμή, ο πελάτης είναι υποχρεωμένος να πληρώσει για την γραμμή ασχέτως αν τη χρησιμοποιεί συνεχώς ή όχι. Όταν η κίνηση είναι διακοπτόμενη, οι μισθωμένες γραμμές είναι δαπανηρή λύση και η SMDS έχει τιμολογηθεί έτσι ώστε να τις ανταγωνίζεται. Όταν υπάρχουν n LAN, ένα πλήρως συνδεδεμένο δίκτυο με μισθωμένες γραμμές απαιτεί την ενοικίαση $n(n-1)/2$ γραμμών, πιθανώς μεγάλου μήκους, μεγάλου κόστους δηλαδή, ενώ το δίκτυο SMDS απαιτεί απλώς την ενοικίαση n , μικρού μήκους, γραμμών πρόσβασης προς τον κοντινότερο δρομολογητή SMDS.

Εφόσον ο στόχος της SMDS είναι να μεταφέρει κίνηση από LAN σε LAN, πρέπει να είναι αρκετά γρήγορη ώστε να μπορεί να το κάνει. Η τυποποιημένη ταχύτητα είναι τα 45 Mbps, αν και μερικές φορές χρησιμοποιούνται και χαμηλότερες ταχύτητες. Τα MAN λειτουργούν επίσης στα 45 Mbps αλλά δεν διαθέτουν μεταγωγή. Αυτό σημαίνει ότι για να συνδέσει μια τηλεφωνική εταιρεία τέσσερα LAN χρησιμοποιώντας ένα MAN, πρέπει να συνδέσει με μια γραμμή από το LAN1 στο LAN2, από κει στο LAN3 και από κει στο LAN4, κάτι που είναι

δυνατό μόνο όταν τα τέσσερα LAN βρίσκονται όλα στην ίδια πόλη. Με την SMDS, κάθε LAN συνδέεται σε ένα μεταγωγέα της τηλεφωνικής εταιρείας, ο οποίος δρομολογεί τα πακέτα μέσω του δικτύου SMDS όπως απαιτείται ώστε να φθάσουν στο προορισμό τους, πιθανώς διερχόμενα από πολλούς μεταγωγείς.

Το SMDS μπορεί να προσαρμόσει εκατοντάδες (ταχύτητες T1) σε χιλιάδες (ταχύτητες T3) ταυτόχρονους χρήστες, και είναι ιδανικό για τις μεγάλες επιχειρήσεις, τα πανεπιστήμια και τους οργανισμούς που έχουν ανάγκη για κυκλώματα υψηλής ικανότητας αλλά είναι πιο πέρα από τα ευαίσθητα στην απόσταση Dedicated Private Circuits που μπορούν να διατεθούν.

1.1.5) ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Η Switched Multimegabit Data Service (SMDS) είναι μια γρήγορη, packet-switched υπηρεσία η οποία είναι optimized για την μετάδοση δεδομένων από ένα σημείο σε πολλαπλά σημεία. Σε αντίθεση με τα μεταβλητού μήκους πακέτα, χρησιμοποιεί 53-bytes μονάδες οι οποίες ονομάζονται *Cells*(κύτταρα). Επειδή κάθε κύτταρο έχει μικρό, καθορισμένο μέγεθος, η SMDS μεταδίδει δεδομένα περισσότερο αποτελεσματικά από ότι η Frame Relay και είναι πολύ περισσότερο γρήγορη. Όπως η ISDN, η SMDS προσφέρει την δυνατότητα για dial-up network access σε νέες διευθύνσεις. Σε χαμηλότερες ταχύτητες, οι τιμές για την SMDS δεν συγκρίνονται με εκείνες της ISDN: μια 64-Kbps υπηρεσία θα απαιτήσει γύρω στα \$750 για εγκατάσταση και \$145 το μήνα μετέπειτα, και μία T1 SMDS υπηρεσία (1.54 Mbps) κοστίζει γύρω στα \$1000 για εγκατάσταση και επιπλέον \$750 μηνιαία χρέωση. Αλλά σε T3 ταχύτητες (34 Mbps), η SMDS αποτελεί μια league by itself: περίπου \$1500 για εγκατάσταση και επιπλέον \$3500 μηνιαία χρέωση.

Μετά από ένα αργό ξεκίνημα, η SMDS τοποθετείται από τους *carriers* για ιδιαίτερα κάθετες αγορές, συμπεριλαμβανομένου τις prepress και printing βιομηχανίες. Το κλιμακωτό bandwidth που διαθέτει (από 56 Kbps to T3 ταχύτητες) την κάνει χρήσιμη για άτομα που χρειάζονται να μεταδώσουν μεγάλα αρχεία μερικές μέρες την ημέρα σε υψηλές ταχύτητες και ακόμη στέλνουν και

λαμβάνουν μικρότερα αρχεία σε χαμηλότερες ταχύτητες από μια μεγάλη γκάμα ατόμων. Ένα άλλο πλεονέκτημα της SMDS είναι ότι αποτελεί μια **connectionless** υπηρεσία, που σημαίνει ότι μπορείς να στείλεις και να λαμβάνεις αρχεία από πολλαπλές τοποθεσίες την ίδια χρονική στιγμή.

Από την άλλη μεριά, η SMDS δεν είναι γενικώς αποδεκτή για niche αγορές. Σαν αποτέλεσμα, υπάρχει περιορισμένη υποστήριξη σε hardware και software και μερικοί μόνο carriers: από τους long-distance παροχείς στις ΗΠΑ, μόνο η SMDS προσφέρει SMDS υπηρεσία. Και επειδή η SMDS είναι κατάλληλη για δεδομένα δεν είναι τόσο ασταθής όσο η ISDN. Παρόλο που μπορείς να στείλεις φωνή και video μέσω μιας SMDS υπηρεσία, η φωνή πιθανώς να εξοστρακιστεί και το video να *Architectures & Management for Tele-Publishing Networking* M.I.S τρεμοσβήνει. Αυτό οφείλεται στο ότι η SMDS δεν έχει το σταθερό bit rate της ISDN για να μεταδώσεις φωνή ή video αποτελεσματικά, τα δεδομένα θα πρέπει να φτάσουν στη σωστή διάταξη και μέσα στον ακριβή χρόνο.

1.2) ΑΝΑΜΕΤΑΔΟΣΗ ΠΛΑΙΣΙΩΝ (FRAME RELAY)

Η αναμετάδοση πλαισίων είναι μια υπηρεσία με σύνδεση για αυτούς που θέλουν έναν απόλυτα στοιχειώδη τρόπο για να στέλνουν bit από το A στο B, με λογική ταχύτητα και χαμηλό κόστος (Smith 1993). Η ύπαρξή της οφείλεται στις αλλαγές της τεχνολογίας τις τελευταίες δυο δεκαετίες. Πριν είκοσι χρόνια, η επικοινωνία με χρήση τηλεφώνου ήταν αργή, αναλογική και αναξιόπιστη και οι υπολογιστές ήταν αργοί και δαπανηροί. Έτσι απαιτούντο πολύπλοκα πρωτόκολλα για να καλύπτουν τα σφάλματα και οι υπολογιστές ήταν υπερβολικά ακριβοί για να τουςβάλουν (οι χρήστες τους) να κάνουν αυτήν τη δουλειά.

Η κατάσταση έχει αλλάξει δραστικά. Οι μισθωμένες γραμμές είναι τώρα γρήγορες, ψηφιακές και αξιόπιστες και οι υπολογιστές είναι γρήγοροι και φθινοί. Αυτό υποδεικνύει τη χρήση απλών πρωτοκόλλων, με την περισσότερη δουλειά

να γίνεται από τους υπολογιστές (των χρηστών) αντί από το δίκτυο. Σε αυτό το περιβάλλον απευθύνεται η αναμετάδοση πλαισίων.

1.2.1) ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ FRAME RELAY

Η μεταγωγή πλαισίου είναι μία σχετικά καινούρια τεχνολογία που βασίζεται στη μεταγωγή πακέτου, προσανατολισμένη προς τη σύνδεση, παρέχοντας σχετικά υψηλές ταχύτητες. Η διάταξη προσαρμογής υποστηρίζει ταχύτητες πρόσβασης 64 Kbps, Nx64 Kbps και 2.048 Mbps. Η μεταγωγή πλαισίου ανήκει στις λεγόμενες ευρυζωνικές τεχνολογίες ταχείας μεταγωγής πακέτου.

Επίπεδο Ελέγχου	Επίπεδο Χρήστη
Q.931/Q.933	Λειτουργίες Επιλ. από χρήστη
LAPD (Q.921)	
	LAPF core
I.430/I.431	

Εδώ πρέπει να διακρίνουμε δύο ξεχωριστά επίπεδα λειτουργίας, όπως φαίνεται και στο σχήμα. Ένα επίπεδο ελέγχου (C), που έχει να κάνει με την δημιουργία και τερματισμό λογικών συνδέσεων, και ένα επίπεδο χρήστη (U), το οποίο είναι υπεύθυνο για την μεταφορά των δεδομένων χρήστη μεταξύ των συνδρομητών. Συνεπώς το επίπεδο C υφίσταται μεταξύ συνδρομητή και δικτύου, ενώ το U επίπεδο για διαλειτουργικότητα άκρου-με-άκρο (end-to-end).

Επίπεδο Ελέγχου (C)

Το επίπεδο ελέγχου είναι παρόμοιο με την σηματοδότηση στο ίδιο κανάλι για δίκτυα τύπου μεταγωγής κυκλώματος (circuit-switching), υπό την έννοια ότι ένα ξεχωριστό λογικό κανάλι δημιουργείται για πληροφορίες ελέγχου.

Στο data link layer, χρησιμοποιείται το LAPD (Q.921) για να παράσχει αξιόπιστη υπηρεσία ελέγχου, με έλεγχο ροής και σφαλμάτων, μεταξύ χρήστη (TE) και δικτύου (NT). Αυτή η υπηρεσία χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή μηνυμάτων ελέγχου τύπου Q.933.

Επίπεδο Χρήστη

Για την μεταφορά πληροφοριών μεταξύ χρηστών, το αντίστοιχο πρωτόκολλο είναι το LAPF (Link Access Procedure for Frame-Mode Bearer Services), το οποίο είναι ορισμένο στο Q.922. Το τελευταίο είναι μία εξελιγμένη έκδοση του LAPD (Q.921). Ειδικά για το frame relay μόνον οι κύριες λειτουργίες του LAPF χρησιμοποιούνται:

- Διαχωρισμός, συντονισμός και διαφάνεια πλαισίων
- Πολύπλεξη/Απόπλεξη πλαισίων με την χρήση των πεδίων διευθύνσεων
- Εξέταση κάθε πλαισίου για επιβεβαίωση ότι αποτελείται από ακέραιο πλήθος byte πριν την εισαγωγή ή εξαγωγή 0-bit
- Εξέταση κάθε πλαισίου ώστε να μην είναι ούτε πολύ μεγάλο, ούτε πολύ μικρό
- Ανίχνευση σφαλμάτων εκπομπής
- Λειτουργίες ελέγχου σφαλμάτων

Η κεντρική ιδέα είναι η χρήση μόνον ενός υπο-επιπέδου του data link layer για την μεταφορά πλαισίων μέσω frame-relay. Εάν είναι επιθυμητό να υπάρχουν επιπλέον υπηρεσίες, ώστε π.χ. το frame-relay να εμφανίζεται ως connection-oriented υπηρεσία, αυτές επιλέγονται επιπρόσθετα και δεν αποτελούν τμήμα του frame-relay. Αντίστοιχα και ο συνδρομητής μπορεί να επιλέξει υπηρεσία μεταφοράς πλαισίων είτε με π.χ. διατήρηση σειράς παραλαβής με εκείνη της εκπομπής, είτε με μικρή πιθανότητα απώλειας πλαισίων.

1.2.2) ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ FRAME RELAY

Ένα δίκτυο αναμετάδοσης πλαισίου αποτελείται από συσκευές αναμετάδοσης πλαισίου. Αυτές είναι: συσκευές πρόσβασης στην υπηρεσία αναμετάδοσης πλαισίου, δηλαδή συσκευές συναρμολόγησης και αποσυναρμολόγησης του πλαισίου (Frame Relay Access Devices-FRAD, Frame Relay Assembler/ Disassembler), συσκευές δρομολόγησης πλαισίων (frame routers), γέφυρες και διακόπτες.

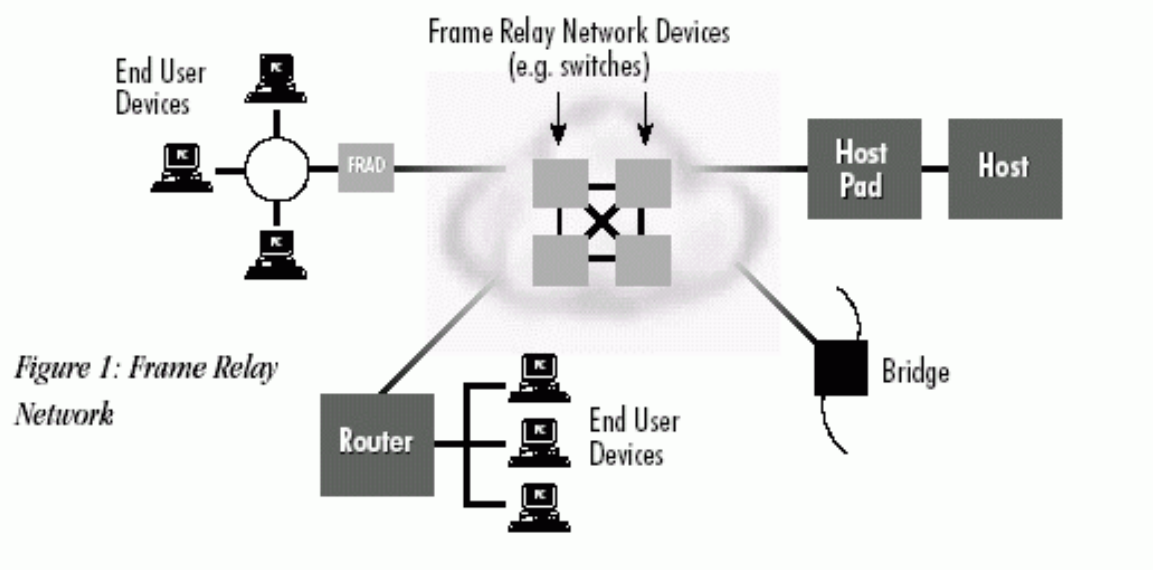


Figure 1: Frame Relay Network

Οι δρομολογητές πλαισίων μεταφράζουν τα υπάρχοντα επικοινωνιακά πρωτόκολλα για μετάδοση σε δίκτυο αναμετάδοσης πλαισίου, και στη συνέχεια δρομολογούν την κυκλοφορία στο δίκτυο σε έναν άλλον δρομολογητή πλαισίου ή σε άλλη συμβατή συσκευή.

Οι συσκευές χωρίζονται σε τερματικού εξοπλισμού (data terminal equipment- DTE και συσκευές τερματισμού κυκλώματος (data circuit-terminating equipment-DCE). Η σύνδεση αποτελείται από ένα στοιχείο του φυσικού επιπέδου και ένα του επιπέδου διασύνδεσης δεδομένων. Το πρώτο καθορίζει τις μηχανικές, ηλεκτρικές, λειτουργικές και διαδικαστικές προδιαγραφές για τη

σύνδεση των συσκευών. Το δεύτερο ορίζει το πρωτόκολλο που θα εδραιώσει τη σύνδεση μεταξύ μιας DTE συσκευής (router) και μιας DCE συσκευής (switch).

➤ Εικονικά Κυκλώματα μεταγωγής Πακέτου (Frame Relay Virtual Circuits)

Η επικοινωνία με μεταγωγή πακέτου είναι προσανατολισμένη προς σύνδεση. Δηλαδή η επικοινωνία υπάρχει μεταξύ κάθε ζεύγους συσκευών και οι συνδέσεις συνδυάζονται με έναν αναγνωριστή σύνδεσης (connection identifier). Η παραπάνω διαδικασία εκτελείται με τα εικονικά κυκλώματα μεταγωγής πακέτου, η οποία είναι η λογική σύνδεση που δημιουργείται μεταξύ δύο συσκευών DTE σε ένα frame relay μεταγωγίμο δίκτυο.

Τα εικονικά κυκλώματα προσφέρουν ένα αμφίδρομο επικοινωνιακό μονοπάτι από μια DTE συσκευή σε μία άλλη και προσδιορίζονται μοναδικά από έναν data-link connection identifier (DLCI). Ένας αριθμός VC μπορεί να πολυπλεχτεί σε ένα φυσικό κύκλωμα για μετάδοση δεδομένων στο δίκτυο. Η δυνατότητα αυτή ελαττώνει τον εξοπλισμό που απαιτείται για τη διασύνδεση των DTE συσκευών. Σε ένα εικονικό κύκλωμα μπορούν να υπάρχουν πολλές ενδιάμεσες DCE συσκευές οι οποίες βρίσκονται μέσα στο frame relay packet switched network (PSN). Και στην περίπτωση αυτή τα VC χωρίζονται σε μεταγωγίμα (switched) και μόνιμα (permanent).

1.2.3) FRAME RELAY CONNECTION

Το πρωτόκολλο ελέγχου κλήσεων πρέπει να είναι σε θέση να αντιμετωπίσει μία σειρά από εναλλακτικές περιπτώσεις. Πρώτα ας δούμε δύο περιπτώσεις για την παροχή υπηρεσιών χειρισμού πλαισίων. Στο frame relay, κάθε χρήστης δεν συνδέεται απ' ευθείας με έναν άλλο χρήστη, αλλά με έναν χειριστή πλαισίων στο δίκτυο. Υπάρχουν δύο περιπτώσεις:

- Switched Access: Ο χρήστης συνδέεται σε ένα δίκτυο μεταγωγής, όπου δεν παρέχεται υπηρεσία χειρισμού πλαισίων (π.χ. ISDN). Η τερματική

συσκευή διασύνδεσης του χρήστη πρέπει να παρέχει υπηρεσίες χειρισμού των πλαισίων.

- **Integrated Access:** Ο χρήστης συνδέεται σε ένα δίκτυο καθαρά frame relay ή δίκτυο μεταγωγής όπου όμως παρέχεται υπηρεσία χειρισμού πλαισίων. Εδώ ο χρήστης έχει άμεση λογική πρόσβαση στον χειριστή πλαισίων.

Όλα τα παραπάνω έχουν να κάνουν με την σύνδεση μεταξύ συνδρομητή και του χειριστή πλαισίων (access connection). Μόλις αυτή η σύνδεση επιτευχθεί, είναι δυνατόν να πολυπλεχθούν πολλές λογικές συνδέσεις (frame relay connections) επάνω από την παραπάνω σύνδεση.

➤ Δημιουργία Frame Relay Σύνδεσης

Ας υποθέσουμε ότι ο συνδρομητής έχει δημιουργήσει, με κάποιον τρόπο, μία σύνδεση πρόσβασης (access connection) σε έναν διαχειριστή πλαισίων και είναι τώρα σε θέση να ανταλλάξει πλαίσια δεδομένων με έναν άλλο χρήστη που είναι συνδεδεμένος με το δίκτυο. Για τον σκοπό αυτό πρέπει πρώτα να δημιουργηθεί μία σύνδεση frame relay ανάμεσα στους δύο χρήστες.

Εδώ έχουμε λοιπόν πρώτα μία σύνδεση στο data link layer (από τις πολλές δυνατές επάνω από ένα φυσικό κανάλι), που διακρίνεται από τις υπόλοιπες μέσω ενός Data Link Connection Identifier (DLCI). Η μεταφορά δεδομένων περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

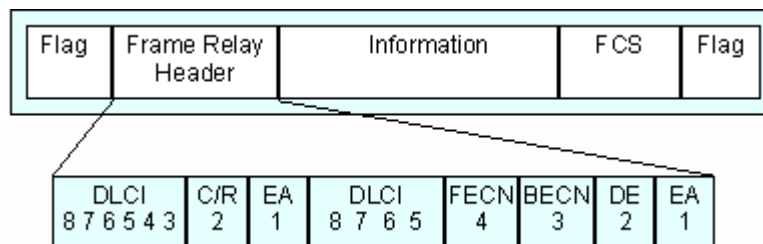
- Δημιουργία μίας λογικής σύνδεσης ανάμεσα σε δύο τερματικά σημεία και ανάθεση ενός DLCI στην σύνδεση.
- Ανταλλαγή πληροφοριών μέσω πλαισίων δεδομένων. Κάθε πλαίσιο περιλαμβάνει ένα πεδίο DLCI για να διακρίνεται η σύνδεση.
- Απελευθέρωση της λογικής σύνδεσης.

Η δημιουργία και απελευθέρωση μίας λογικής σύνδεσης επιτυγχάνεται με την ανταλλαγή μηνυμάτων επάνω από μία λογική σύνδεση, που είναι

αφιερωμένη στον έλεγχο κλήσης, με DLCI=0. Ένα πλαίσιο με DLCI=0 περιέχει ένα μήνυμα ελέγχου κλήσης στο πεδίο πληροφορίας. Κατ' ελάχιστον χρειάζονται τέσσερις τύποι μηνυμάτων: SETUP, CONNECT, RELEASE και RELEASE COMPLETE. Οποιαδήποτε πλευρά ξεκινά την δημιουργία μίας λογικής σύνδεσης με την αποστολή ενός μηνύματος SETUP. Η άλλη πλευρά πρέπει να απαντήσει με CONNECT, εκτός εάν δεν αποδεχθεί την κλήση οπότε απαντά με το μήνυμα RELEASE COMPLETE. Η πρώτη πλευρά μπορεί να αναθέσει τον αριθμό DLCI, χρησιμοποιώντας έναν ελεύθερο αριθμό και περιλαμβάνοντάς τον στο μήνυμα SETUP. Διαφορετικά η δεύτερη πλευρά πρέπει να δημιουργήσει και να συμπεριλάβει έναν τέτοιο αριθμό στο μήνυμα CONNECT. Οποιαδήποτε πλευρά μπορεί να ζητήσει τον τερματισμό μίας λογικής σύνδεσης με ένα μήνυμα RELEASE COMPLETE.

1.2.4) ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Η λειτουργία του frame relay για μεταφορά δεδομένων χρήστη θα γίνει περισσότερο κατανοητή ξεκινώντας με την δομή του πλαισίου, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



DLCI → Ο τομέας DLCI 10-bit αναπαριστά τη διεύθυνση του πλαισίου και αντιστοιχεί σε ένα PVC.

C/R → Καθορίζει πότε το πλαίσιο είναι εντολή και πότε απάντηση.

EA → Ο τομέας Διευρυμένης Διεύθυνσης φανερώνει μέχρι δύο επιπρόσθετα bytes στην επικεφαλίδα του Frame Relay, κι έτσι αυξάνει σημαντικά τον αριθμό των πιθανών διευθύνσεων.

FECN → Κοινοποίηση Σαφούς Εμπρόσθιας Συμφόρησης

BECN → Κοινοποίηση Σαφούς Οπισθοδρομικής Συμφόρησης

DE → Απόρριψη Καταλληλότητας

Πληροφορίες → Ο τομέας πληροφοριών μπορεί να περιλαμβάνει και άλλα πρωτόκολλα, όπως τα X.25, IP ή το πακέτο SDLC (SNA).

Το δίκτυο Frame Relay προσφέρει στους χρήστες υπηρεσίες μόνο πρώτου και δεύτερου επιπέδου (δεν υπάρχει επίπεδο δικτύου). Πρόκειται, ουσιαστικά, για συνδέσεις από σημείο σε σημείο, όπου ένα μόνιμο νοητό κύκλωμα (PVC) χρησιμοποιείται για τη μετάδοση πακέτων μεταβλητού μεγέθους στο επίπεδο σύνδεσης δεδομένων. Για την επικοινωνία δύο απομακρυσμένων τοπικών δικτύων, τα δεδομένα από το δίκτυο Α οδηγούνται μέσω ψηφιακής μισθωμένης γραμμής στον πλησιέστερο κόμβο μεταγωγής του δικτύου Frame Relay. Μετά προωθούνται κατάλληλα μέσω του δικτύου Frame Relay και τελικά φθάνουν στο δίκτυο προορισμού Β.

Τα δίκτυα τεχνολογίας Frame Relay είναι αρκετά δημοφιλή, γιατί εκτελούν πολύ πιο γρήγορα από άλλα συστήματα μεταγωγής βασικές λειτουργίες προώθησης πακέτων. Αυτό συμβαίνει, επειδή με τη χρήση PVC είναι εκ των προτέρων καθορισμένη η διαδρομή, που θα ακολουθήσουν τα πακέτα μιας σύνδεσης από άκρη σε άκρη. Δεν είναι ανάγκη να υπάρχουν συσκευές, που να τεμαχίζουν και να επανασυναρμολογούν τα πακέτα ή να αποφασίζουν για τη καλύτερη διαδρομή.

Όταν ο κόμβος του δικτύου Frame Relay λάβει ένα σήμα, διαβάζει την διεύθυνση προορισμού, που επιγράφεται στην επικεφαλίδα του σήματος και αμέσως μετά από έναν απλό έλεγχο προωθεί το σήμα χωρίς να περιμένει να το λάβει ολόκληρο. Το σήμα ακολουθώντας το PVC (μέσω των κατάλληλων κόμβων), φθάνει στον προορισμό, όπου τοποθετείται στην σωστή σειρά και επανασυναρμολογείται το πακέτο. Αν διπιστωθεί ότι το πακέτο χάθηκε ή αλλοιώθηκε, η ακραία συσκευή λήψης ζητά την επαναμετάδοσή του από την συσκευή εκπομπής. Η πιθανότητα να συμβεί κάτι τέτοιο είναι μικρή στα δίκτυα όπου τα μέσα μετάδοσης είναι χαμηλού θορύβου.

➤ Μηχανισμοί Ελέγχου Συμφόρησης

Η διαδικασία frame relay μειώνει το φόρτο του δικτύου χρησιμοποιώντας απλούς μηχανισμούς ενημέρωσης. Επειδή συνήθως η μεταγωγή πακέτου εκτελείται σε αξιόπιστα δικτυακά μέσα, δεν θυσιάζεται η αξιοπιστία των δεδομένων, αφού ο έλεγχος αφήνεται σε πρωτόκολλα που βρίσκονται σε υψηλότερα επίπεδα.

Στη διαδικασία μεταγωγής πακέτου χρησιμοποιούνται δύο διαδικασίες: η forward explicit congestion notification (FECN) και η backward explicit congestion notification (BECN). Οι παραπάνω διαδικασίες ελέγχονται από ένα bit το οποίο περιέχεται στην επικεφαλίδα του πακέτου frame relay. Η ίδια επικεφαλίδα περιέχει και ένα discard eligibility bit (DE), το οποίο χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει ποια πακέτα μπορούν να μην αποσταλούν σε περίπτωση συμφόρησης.

Το FECN bit είναι μέρος του πεδίου διευθύνσεων της επικεφαλίδας frame relay. Ο μηχανισμός ελέγχου αρχίζει να λειτουργεί όταν μία DTE συσκευή στείλει πακέτα στο δίκτυο. Αν το δίκτυο είναι φορτωμένο, οι DCE συσκευές θα θέσουν το FECN bit 1. Όταν τα πακέτα φτάσουν στην DTE συσκευή προορισμού, το πεδίο διευθύνσεων ενημερώνει ότι υπήρχε συμφόρηση στη διαδρομή. Η πληροφορία αποστέλλεται σε ένα πρωτόκολλο υψηλότερου επιπέδου για επεξεργασία. Το BECN bit είναι επίσης τμήμα του πεδίου διευθύνσεων. Η τιμή του τίθεται 1 από τις συσκευές DCE στα πακέτα που πάνε αντίθετα με εκείνα στα οποία το FECN είναι 1. Αυτό ενημερώνει την DTE συσκευή προορισμού ότι ένα μονοπάτι έχει συμφόρηση. Και εδώ οι πληροφορίες αποστέλλονται σε πρωτόκολλο υψηλότερου επιπέδου για επεξεργασία.

1.2.5) ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ

Το Frame Relay παρέχει μία ελκυστική εναλλακτική τόσο στις αφοσιωμένες γραμμές όσο και στα δίκτυα X.25 για τη σύνδεση LANs σε γέφυρες και δρομολογητές. Η επιτυχία του Πρωτοκόλλου Frame Relay βασίζεται στους ακόλουθους παράγοντες:

- Πολλοί πραγματικοί κύκλοι μπορούν να υπάρξουν στιγμιαία κατά μήκος μίας δεδομένης γραμμής μεταφοράς.
- Κάθε συσκευή μπορεί να χρησιμοποιήσει περισσότερο εύρος φάσματος από όσο της χρειάζεται, και έτσι να λειτουργήσει σε υψηλότερες ταχύτητες.
- Το πρωτόκολλο Frame Relay απορρίπτει τα λανθασμένα πλαίσια και έτσι μειώνει το χρόνο κατανάλωσης στη διαδικασία χειρισμού των λαθών.
- Υψηλές ταχύτητες και μικρότερες καθυστερήσεις λόγω περιορισμένου ελέγχου ροής και σφαλμάτων.
- Αξιοποίηση σύγχρονων μεθόδων ψηφιακής μετάδοσης.
- Διαχείριση του WAN από τον φορέα και όχι από τον χρήστη.
- Φθηνότερη μόνιμη σύνδεση σε σχέση με την αφιερωμένη γραμμή.

Το κύριο πιθανό μειονέκτημα του frame relay είναι ότι έχουμε χάσει την ικανότητα να εκτελούμε έλεγχο ροής και σφάλματος, σύνδεσμος-με-σύνδεσμο (κάτι που όμως μπορεί να παρασχεθεί σε υψηλότερο επίπεδο). Εν τούτοις, με την αυξανόμενη αξιοπιστία των μέσων εκπομπής και μεταγωγής, αυτή η έλλειψη δεν είναι κύριο μειονέκτημα.

➤ Σε ποιες επιχειρήσεις απευθύνεται

Η τεχνολογία Frame Relay σχεδιάστηκε για να υποστηρίξει εφαρμογές που εμφανίζουν συχνές διακυμάνσεις στην δέσμευση bandwidth (bursting) και αποτελεί σήμερα την πιο ώριμη και διαδεδομένη Τεχνολογία Παγκοσμίως για την Δημιουργία Δικτύων Ευρείας Ζώνης (WAN). Οι τυπικές εφαρμογές που υλοποιούνται με την υπηρεσία Frame Relay είναι οι εξής:

- Ενοποίηση Δικτύων LAN
- Ενδοεταιρική Επικοινωνία
- Πρόσβαση σε βάσεις Δεδομένων και Πληροφορικά Συστήματα (ERP, CRM, Εφοδιαστικής Αλυσίδας)
- Πρόσβαση απομακρυσμένων ASCII τερματικών, IBM communications
- Υποστήριξη παραδοσιακών πρωτοκόλλων X.25, SNA, κλπ.
- Ενοποίηση τηλεφωνικών κέντρων
- Εφαρμογές που βασίζονται στο πρωτόκολλο IP
- Database replication
- Εφαρμογές Groupware
- Electronic data interchange (EDI)
- Μετάδοση αρχείων CAD/CAM.

1.3) BISDN/ATM

Το B-ISDN είναι το μέλλον του κοινού ISDN. Προτού καλά καλά αυτό καταφέρει να γίνει αποδεκτό, ήδη άρχισε να συζητείται ο αντικαταστάτης του. Οι μοντέρνες εφαρμογές με χρήση πολυμέσων δεν μπορούν να αρκестούν στο φτωχό εύρος ζώνης του ISDN. Το B-ISDN επιτρέπει ταχύτητες μεταφοράς μέχρι 155Mbps. Υπάρχει όμως μια καινοτομία η οποία το κάνει πολύ ελκυστικό. Οι γραμμές που προσφέρονταν στους χρήστες μέχρι τώρα ήταν σταθερού εύρους ζώνης. Αυτό σήμαινε ότι πολλές φορές ο χρήστης αναγκαζόταν να πληρώνει περισσότερο εύρος απ'ότι χρειαζόταν, και άλλες να χρειάζεται λίγο παραπάνω αλλά να μην υπάρχει διαθέσιμο. Στην περίπτωση του B-ISDN όμως χρησιμοποιείται ασύγχρονη μεταφορά δεδομένων (ATM, Asynchronous Transfer Mode) που επιτρέπει μεταβλητό εύρος ζώνης, ανάλογα με τις ανάγκες, και μέχρι το όριο των 155Mbps.

Οι υπηρεσίες που θα προσφέρει το B-ISDN, μπορεί να είναι η HDTV (High Definition TeleVision), η τηλεϊατρική, η τηλεδιάσκεψη υψηλής ευκρίνειας, η τηλεαπασχόληση κ.α. Το εύρος των εφαρμογών είναι ανεξάντλητο. Όμως πρέπει να τονιστεί ότι απαιτούνται τεράστιες αλλαγές στην τηλεπικοινωνιακή υποδομή. Προϋποτίθεται ότι θα χρησιμοποιούνται οπτικές ίνες μέχρι και τον συνδρομητικό βρόγχο, καινούργια κέντρα μεταγωγής πακέτων που θα στηρίζονται στο ATM, και νέες τερματικές συσκευές πολύ πιο ακριβές από τις σημερινές.

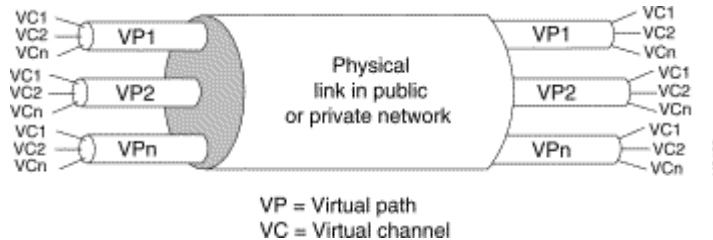
Ο Ασύγχρονος Τρόπος Μεταφοράς είναι μία τεχνολογία μεταγωγής και πολυπλεξίας σε επίπεδο κυψελίδων (cells). Το ATM συνδυάζοντας τα πλεονεκτήματα τόσο της μεταγωγής πακέτου όσο και της μεταγωγής κυκλώματος, έχει τη δυνατότητα μεταφοράς όλων των τύπων πληροφορίας δημιουργώντας ένα δίκτυο μεταφοράς ανεξάρτητο από τους διάφορους υποστηριζόμενους τύπους υπηρεσιών. Έχει προταθεί ως η τεχνολογία που θα αντιμετωπίσει τις αδυναμίες των υπάρχοντων τρόπων μεταφοράς και θα οδηγήσει στην υλοποίηση των ευρυζωνικών ψηφιακών δικτύων ενοποιημένων υπηρεσιών (B-ISDN).

1.3.1) ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ ATM

Το ATM είναι μία τεχνολογία μεταγωγής και πολυπλεξίας σε επίπεδο κυψελίδων (cells). Οι κυψελίδες είναι σταθερού μεγέθους πακέτα και αποτελούνται από την επικεφαλίδα της (5 bytes) και την προς μετάδοση πληροφορία (48 bytes). Έχουν την ικανότητα να πολυπλέκονται ασύγχρονα στο χρόνο, με αποτέλεσμα την ευέλικτη κατανομή του εύρους ζώνης σε διάφορες επικοινωνιακές υπηρεσίες και μεταδίδονται μέσα από Νοητά Μονοπάτια (VPs - Virtual Paths) και Νοητά Κανάλια (VC - Virtual Channels) τα οποία θα εξηγήσουμε στη συνέχεια (βλ. εικ. 1). Το εύρος ζώνης εκχωρείται στις διάφορες υπηρεσίες μόλις ζητηθεί. Η χρήση μικρού μεγέθους κυψελίδων και υψηλών ρυθμών μετάδοσης επιτρέπει την υποστήριξη μεγάλου εύρους υπηρεσιών. Τα ευρυζωνικά ψηφιακά δίκτυα ενοποιημένων υπηρεσιών (B-ISDN - Broadband Integrated Services Digital Network) βασίζονται στον Ασύγχρονο Τρόπο Μεταφοράς (ATM). Το ATM μπορεί να χρησιμοποιηθεί για δίκτυα διαφόρων

μεγεθών (LANs, WANs, μέσων μετάδοσης (οπτικές ίνες, ομοαξονικά καλώδια), διοικήσεων (δημόσια, ιδιωτικά).

Εικόνα 1. Νοητά Μονοπάτια/Κανάλια



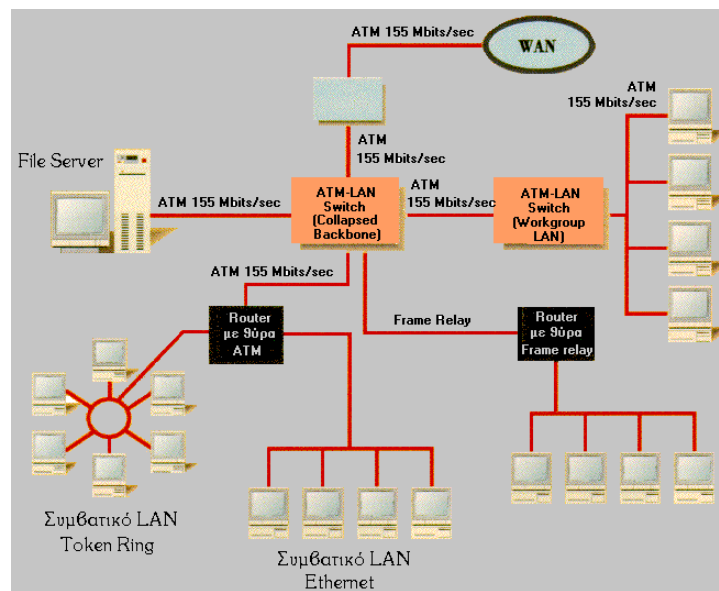
Το πρότυπο του ITU-T I.150 περιγράφει τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του ATM στρώματος και το I.311 δίνει τις τεχνικές προδιαγραφές. Το μοντέλο αναφοράς πρωτοκόλλων του B-ISDN για το ATM περιγράφεται από τις συστάσεις I.121 του ITU-T. Σε αυτές έγινε μια πρώτη αναφορά στα τρία κατακόρυφα επίπεδα, δηλαδή στα Επίπεδα Χρήστη (User Plane), Ελέγχου (Control Plane) και Διαχείρισης (Management Plane). Στη διαδικασία ορισμού προτύπων για τους τύπους επιπέδων προσαρμογής στο ATM, εκτός από τον ITU-T (πρώην CCITT - Consultative Committee on International Telephony and Telegraphy), συμβάλλουν τόσο ο οργανισμός ANSI (American National Standards Institute) όσο και ο ATM Forum. Ο τελευταίος προωθεί την τεχνολογία των ATM στη βιομηχανία των υπολογιστών και δικτύων.

Βασικός στόχος των προτύπων ATM αποτελεί η δημιουργία ενός ενιαίου δικτύου χρησιμοποιώντας τις αρχές μεταγωγής και πολυπλεξίας της τεχνολογίας ATM και των αντίστοιχων επιπέδων προσαρμογής, το οποίο θα υποστηρίζει ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών όπως:

1. Φωνή
2. Πακέτα δεδομένων (SMDS, IP, FR)
3. Βίντεο
4. Εφαρμογές εικόνας (imaging)
5. Διαλογικά πολυμέσα
6. Διασύνδεση δικτύων
7. Εξομοίωση τοπικών δικτύων

Το ATM υλοποιήθηκε αρχικά για να χρησιμοποιηθεί στα WANs όμως γρήγορα φάνηκε η αξία του και για τα LANs. Η τοπολογία που χρησιμοποιείται είναι αυτή του αστέρα. Οι σταθμοί συνδέονται μέσω ενός ATM Switch. Το κάθε Switch μπορεί τώρα να είναι συνδεδεμένο, με τη σειρά του σε κάποιο άλλο, ιεραρχικά ανώτερο Switch που παίζει το ρόλο του backbone. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι συσκευές αυτές επιτρέπουν την μεταγωγή δεδομένων συγκεκριμένου εύρους ζώνης, όμως η χωρητικότητες φθάνουν σήμερα τα 10Gbps.

Το ATM Switch αναλαμβάνει την προώθηση των cells προς τον παραλήπτη, αφού αποκωδικοποιήσει την διεύθυνση προορισμού από την επικεφαλίδα του κάθε cell. Εγκαθίσταται έτσι ένα λογικό μονοπάτι μεταξύ αποστολέα και παραλήπτη που φαίνεται να διαθέτει όλο το εύρος ζώνης του καναλιού. Οι σταθμοί δεν είναι πλέον υποχρεωμένοι να μοιράζονται το εύρος ζώνης και αξιοποιούν πάντα το φάσμα που χρειάζονται. **(Εικόνα 2)**



Εικόνα 2: Τυπικό δίκτυο ATM

Ως βάση για τη φυσική μετάδοση μπορεί να χρησιμοποιούνται οπτικές ίνες κατά τα πρότυπα Σύγχρονα Οπτικά Δίκτυα (Σύγχρονη Ψηφιακή Ιεραρχία)/Σύγχρονο Τρόπο Μεταφοράς (SONET (SDH)/STM - Synchronous

Optical NETWORKS (Synchronous Digital Hierarchy)/Synchronous Transfer Mode) που επιτρέπουν πολύ υψηλούς ρυθμούς μεταφοράς.

Η χρήση των ATM κυψελίδων καθιστά δυνατό τον δυναμικό καταμερισμό χωρητικότητας στους διάφορους χρήστες, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει τη συνύπαρξη υπηρεσιών ευρέως και στενού φάσματος μέσα στο ίδιο δίκτυο, αφού οι δύο κατηγορίες υπηρεσιών θα διαφέρουν μεταξύ τους μόνο στον αριθμό των κυψελίδων που απαιτούν. Επίσης, η απαίτηση των υπηρεσιών πραγματικού χρόνου (real-time) για μικρή καθυστέρηση μετάδοσης αντιμετωπίζεται επιτυχώς με τη χρήση των νοητών καναλιών (VCs), η ύπαρξη των οποίων παρέχει εκτός των άλλων μεγάλη ευελιξία στην πρόσβαση στο δίκτυο.

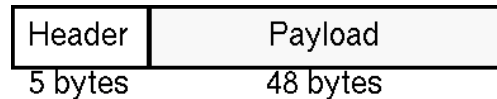
Το ATM είναι λοιπόν μια τεχνική μετάδοσης πληροφορίας που επιτυγχάνει την ενοποίηση της μεθόδου μεταγωγής κυκλώματος (circuit-mode transfer method) και μεταγωγής πακέτων (packet-mode transfer method) υλοποιώντας σταθερές συνδέσεις (είναι δηλαδή CO - Connection Oriented) με τη χρήση νοητών μονοπατιών και καναλιών για τη μετάδοση των κυψελίδων. Η συγγένεια του ATM με τη μέθοδο μεταγωγής πακέτων οφείλεται στο γεγονός ότι το ATM χρησιμοποιεί κυψελίδες (οι οποίες είναι πακέτα) για τη μεταφορά πληροφορίας. Από την άλλη όμως, η μεταγωγή πακέτων σχεδιάστηκε για μεταφορά δεδομένων μεταβλητού ρυθμού (variable-rate) και μη πραγματικού χρόνου (nonreal-time), ενώ το ATM μπορεί να εξυπηρετήσει επιπλέον και μεταφορά δεδομένων σε πραγματικό χρόνο (real-time) και σταθερό ρυθμό (fixed-rate).

Η θεμελιώδης διαφορά ανάμεσα στο ATM και τη μέθοδο μεταγωγής κυκλώματος είναι ότι ενώ στη μεταγωγή κυκλώματος ανατίθεται σε ένα χρήστη, που απέκτησε πρόσβαση, ένα αποκλειστικό κανάλι για τη μεταφορά πληροφορίας με τη μορφή ενός συνεχούς συρμού από δυαδικά ψηφία (bits), το ATM μετατρέπει την πληροφορία σε ATM κυψελίδες τα οποία μεταδίδει μέσω νοητών καναλιών (VCs).

Η ATM κυψελίδα έχει μέγεθος 53 bytes (5 bytes για επικεφαλίδα και 48 bytes για την μεταφερόμενη πληροφορία). Η ταχύτητα του προσαρμογέα χρήστη-δικτύου (UNI - User- Network Interface) επιλέχθηκε στα 155.520 Mbps (υπό την επίδραση της προηγούμενης διαδικασίας ορισμού standards για το SDH -

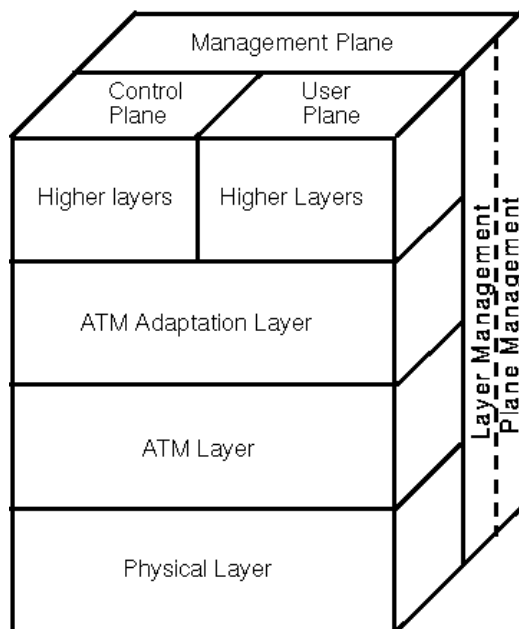
Synchronous Digital Hierarchy), ενώ ως πλαίσιο για τη μετάδοση επιλέχθηκε είτε το STM-1 (Synchronous Transfer Mode - Σύγχρονη Μέθοδο Μεταφοράς) πλαίσιο είτε (σκέτο) η ATM κυψελίδα (βλ. εικ. 3).

Εικόνα 3. Μέγεθος Κυψελίδας



1.3.2) Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ATM ΔΙΚΤΥΟΥ

Το μοντέλο αναφοράς που περιγράφει τα ATM δίκτυα αποτελείται από τρία βασικά στρώματα: Το Φυσικό Στρώμα, το ATM Στρώμα και το Στρώμα Προσαρμογής ATM. Το τελευταίο στρώμα αποτελείται από το Υποεπίπεδο



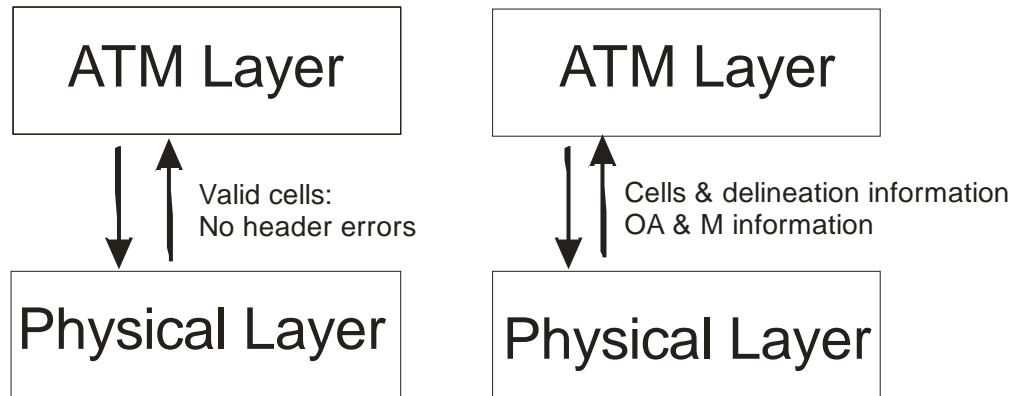
Σύγκλισης (CS – Convergence Sublayer) και από το Υποεπίπεδο Τμηματοποίησης και Επανασύστασης (SAR - Segmentation And Reassembly). Κάθε ένα από αυτά διαιρείται σε άλλα υποστρώματα. Τα στρώματα του ATM μοντέλου δεν αντιστοιχούν πλήρως στα στρώματα του μοντέλου OSI (Open Systems Interconnection) (βλ.εικ. 4).

Εικόνα 4. Στρώματα του ATM δικτύου

1.3.2.1) Φυσικό Στρώμα

Η κύρια λειτουργία του φυσικού στρώματος είναι να δέχεται τις ATM κυψελίδες που προέρχονται από το αμέσως ανώτερο στρώμα (το ATM στρώμα),

να τις μετατρέψει σε μορφή κατάλληλη ώστε να μπορούν να μεταδοθούν από το φυσικό μέσο και στη συνέχεια να εκτελεί τη μετάδοση τους. Φυσικά πρέπει να έχει και τη δυνατότητα εκτέλεσης της αντίστροφης διαδικασίας. Το φυσικό στρώμα χωρίζεται σε δύο υποστρώματα. Το Υπόστρωμα Σύγκλισης Μεταφοράς (TC - Transmission Convergence) και το Υπόστρωμα Εξαρτώμενο από Φυσικό Μέσο (PMD - Physical Medium Dependent) (βλ. εικ. 5 & 6).



Εικόνα 5. Κύρια λειτουργία του Φυσικού επιπέδου

Main Layer	Sub Layer	Functions
Physical Layer	TC	Cell rate decoupling
		Header error control (HEC)
		Cell delineation
		Transmission frame adaptation
	PM	Transmission frame generation/recovery
		Bit timing
		Physical medium

Εικόνα 6. Λειτουργίες του Φυσικού Επιπέδου

Οι λειτουργίες που υλοποιεί το φυσικό στρώμα είναι οι ακόλουθες:

- Λειτουργία του φυσικού μέσου (PMF - Physical Medium Function)
- Λειτουργία σχετική με τον συγχρονισμό (BTIF - Bit Timing Information Function)

- Λειτουργία δημιουργίας / αφαίρεσης του πλαισίου μετάδοσης (TFGEF - Transmission Frame Generation and Extraction Function)
- Λειτουργία προσαρμογής στο πλαίσιο μετάδοσης (TFAF - Transmission Frame Adaptation Function)
- Λειτουργία ανίχνευσης ορίων των κυψελίδων (CDF - Cell Delineation Function)
- Λειτουργία δημιουργίας και επαλήθευσης του HEC (HECSGCF - HEC Signal Generation and Confirmation Function)
- Λειτουργία διατήρησης σταθερής ροής από κυψελίδες (CRDF - Cell Rate Decoupling Function)

Η λειτουργία του φυσικού μέσου (PMF) εξαρτάται από το φυσικό μέσο που χρησιμοποιείται. Στην περίπτωση που το μέσο είναι οι οπτικές ίνες, η εν λόγω λειτουργία έχει να κάνει με τις οπτικές ίνες, τις συσκευές εκπομπής και ανίχνευσης φωτός κτλ.

Η λειτουργία BTIF περιλαμβάνει στη διεύθυνση εκπομπής τη μορφοποίηση των δεδομένων προς μετάδοση σε μια μορφή τέτοια που να μπορεί να μεταδοθεί από το φυσικό μέσο και στη διεύθυνση λήψης την απομορφοποίησή τους (line coding/decoding), καθώς και την εισαγωγή/εξαγωγή πληροφορίας συγχρονισμού (timing information). Συνεπώς το PMD υποστρώμα περνάει στο TC υποστρώμα ένα συρμό από δυαδικά ψηφία / σύμβολα και την αντίστοιχη πληροφορία συγχρονισμού.

Η λειτουργία TFGEF δεν υλοποιείται στην περίπτωση που η μετάδοση είναι βασιζόμενη σε κυψελίδες (cell-based), αφού δεν απαιτείται ξεχωριστό πλαίσιο μετάδοσης σε αυτήν την περίπτωση. Αν όμως η μετάδοση είναι SDH-βασισμένη, απαιτείται η δημιουργία STM-n πλαισίων, ενώ η G.702-βασισμένη μετάδοση προϋποθέτει την ύπαρξη πλαισίων για DS-3 σήματα.

Με τη λειτουργία TFAF στην περίπτωση που το δίκτυο είναι SDH- ή G.702- βασισμένο, πρέπει να τοποθετηθούν οι ATM κυψελίδες στο χώρο εκείνο του πλαισίου που προορίζεται για μεταφορά πληροφορίας χρήστη (payload of the transmission frame) ή αντίστοιχα να αποσπασθούν οι ATM κυψελίδες από το

πλαίσιο μετάδοσης. Η λειτουργία προσαρμογής στο πλαίσιο μετάδοσης είναι που υλοποιεί τα παραπάνω.

Με τη λειτουργία CDF η διεύθυνση εκπομπής εκτελεί το χτίσιμο των ATM κυψελίδων ενώ στη διεύθυνση λήψης ανιχνεύει τα όρια των κυψελίδων, επιβεβαιώνει τα όριά τους και επεξεργάζεται την πληροφορία που περιέχουν.

Στη διεύθυνση εκπομπής με τη λειτουργία HECSGCF δημιουργείται το HEC από τα πρώτα 4 bytes της ATM επικεφαλίδας και το εισάγει στο πέμπτο byte της επικεφαλίδας. Στη διεύθυνση λήψης εφαρμόζει τον ίδιο υπολογισμό όπως και προηγουμένως για να επαληθεύσει την τιμή του HEC και στην περίπτωση που ανιχνευθεί λάθος το οποίο δεν επιδέχεται διόρθωση, η κυψελίδα απορρίπτεται.

Τέλος, η λειτουργία CRDF δημιουργεί έναν αριθμό από άδειες (idle) κυψελίδες τις οποίες προσθέτει στις υπόλοιπες που μεταφέρουν την πληροφορία, έτσι ώστε η συνολική ροή των κυψελίδων να είναι ίση με τη χωρητικότητα του πλαισίου. Στην αντίστροφη διαδικασία όπου παραλαμβάνει τα πλαίσια η λειτουργία αυτή αφαιρεί τις άδειες κυψελίδες που δεν μεταφέρουν πληροφορία.

1.3.2.2) ATM Στρώμα

Το υποεπίπεδο Σύγκλισης Μεταφοράς παραλαμβάνει έναν συρμό από δυαδικά ψηφία από το υποεπίπεδο του Φυσικού Μέσου και τα προωθεί με τη μορφή κυψελίδων στο στρώμα ATM.

Οι λειτουργίες του ATM Στρώματος είναι:

- Κατασκευή κυψελίδων
- Λήψη κυψελίδων και αναγνώριση εγκυρότητας επικεφαλίδων
- Μεταγωγή, προώθηση και αντιγραφή κυψελίδων χρησιμοποιώντας τις τιμές αναγνώρισης νοητού μονοπατιού / κυκλώματος (VPI/VCI)
- Πολυπλεξία και αποπολυπλεξία κυψελίδων χρησιμοποιώντας τις τιμές VPI/VCI

- Επεξεργασία πεδίου Προτεραιότητα Απώλειας Κυψελίδας (CLP - Cell Loss Priority)
- Υποστήριξη πολλαπλών κλάσεων Ποιότητας Υπηρεσιών (QoS)
- Αναγνώριση των τιμών επικεφαλίδας που έχουν κρατηθεί κι εκχωρηθεί
- Γενικός έλεγχος ροής
- Αμεση ένδειξη προς τα πρόσω συμφόρησης
- Εκχώρηση και μετακίνηση συνδέσεων

Επίσης παρέχει τις λειτουργίες πολύπλεξης που επιτρέπουν την εγκατάσταση πολλαπλών συνδέσεων μέσω διάταξης Προσαρμογής Χρήστη στο Δίκτυο (UNI – User Network Interface).

Το στρώμα γραμμής δεδομένων στο μοντέλο αναφοράς OSI έχει να κάνει με την πλαισίωση και τη μεταφορά πρωτοκόλλων μεταξύ δύο υπολογιστών στο ίδιο φυσικό μέσο μετάδοσης (καλώδιο, οπτικές ίνες). Ωστόσο όμως δεν είναι υπεύθυνο για την εγκατάσταση της σύνδεσης, τη μεταγωγή και την δρομολόγηση των πακέτων. Για αυτές τις λειτουργίες είναι υπεύθυνο το στρώμα δικτύου. Αντιθέτως όμως, το ATM στρώμα έχει να κάνει με την μετακίνηση κυψελίδων από άκρη-σε-άκρη και συμβάλει στην δρομολόγηση αλγορίθμων και πρωτοκόλλων μεταξύ των ATM διακοπτικών στοιχείων. Οι αποφάσεις για την δρομολόγηση βασίζονται στους Virtual Circuit Identifiers (VCIs) και στους Virtual Path Identifiers (VPIs). Εξαιτίας του μικρού μεγέθους των ATM κυψελίδων, την υψηλή ταχύτητα των συνδέσεων εκπομπής και την ταχύτητα εναλλαγής των κόμβων, το ATM παρέχει ελάχιστες λανθάνουσες καταστάσεις (βλ. εικ. 7).

Main Layer	Sub Layer	Functions
ATM		Generic flow control
		Cell header Generation/extraction
		Cell VPI/VCI translation
		Cell multiplex/demultiplex

Εικόνα 7. ATM στρώμα

Η ανίχνευση κατάστασης λάθους από το φυσικό στρώμα (όπως για παράδειγμα απώλεια του σήματος ή απώλεια στο συγχρονισμό των κυψελίδων) δηλώνεται στο ATM στρώμα ως σφάλμα σύνδεσης νοητού μονοπατιού / καναλιού (VPC/VCC). Η αναφορά αυτή γίνεται χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες δύο κατηγορίες κυψελίδων:

- Σήμα ένδειξης συναγερμού (AIS - Alarm Indication Signal) και
- Ένδειξη απομακρυσμένης δυσλειτουργίας (RDI - Remote Defect Information)

Για την υποστήριξη της διαχείρισης των σφαλμάτων, χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες διαδικασίες:

- Επιτήρηση συναγερμού και αναφορά
- Έλεγχος συνέχειας
- Κυψελίδες επιστροφής

Ο έλεγχος κίνησης (traffic control) πραγματοποιείται στα συστήματα μεταγωγής και στα ανώτερα στρώματα δικτυακών πρωτοκόλλων και είναι αναγκαίος τόσο για την προστασία της ποιότητας των υπηρεσιών (QoS), που οι χρήστες λαμβάνουν από το δίκτυο, όσο και για την επίτευξη αποτελεσματικής διαχείρισης των πόρων (resource management) του δικτύου.

Η βασική υπηρεσία των ATM δικτύων είναι η από άκρη-σε-άκρη σειριακή μεταφορά κυψελίδων. Η υπηρεσία αυτή πραγματοποιείται από μια αίτηση του χρήστη για μια νοητή σύνδεση.

Η διαδικασία προσαρμογής της κίνησης ονομάζεται μορφοποίηση (shaping). Μπορεί να πραγματοποιηθεί από το χρήστη πριν από την είσοδο της κίνησης στο δίκτυο ή από το δίκτυο αμέσως μετά τον μηχανισμό ελέγχου παραμέτρου κίνησης (UPC - Usage Parameter Control).

Τα υπάρχοντα πρότυπα, αλλά και η βιβλιογραφία περιλαμβάνουν διάφορες πιθανές υλοποιήσεις της διαδικασίας μορφοποίησης κίνησης, όπως για παράδειγμα:

- Η ενδιάμεση αποθήκευση (buffering)
- Η αραιώση των κυψελίδων (spacing)

- Η χρήση προτεραιοτήτων αναμονής στις κυψελίδες
- Η πλαισίωση (framing) δηλαδή η υπέρθεση μιας σύγχρονης δομής πλαισίων στο ασύγχρονο ρεύμα κυψελίδων

Δικτυακοί πόροι στους οποίους μπορεί να παρουσιασθεί συμφόρηση είναι:

- Οι θύρες των ATM στοιχείων μεταγωγής
- Οι καταχωρητές προσωρινής αποθήκευσης
- Οι γραμμές μετάδοσης
- Οι επεξεργαστές του στρώματος προσαρμογής στο ATM (AAL - ATM Adaptation Layer) και
- Οι επεξεργαστές του ελέγχου αποδοχής αποσύνδεσης (CAC – Connection Admission Control)

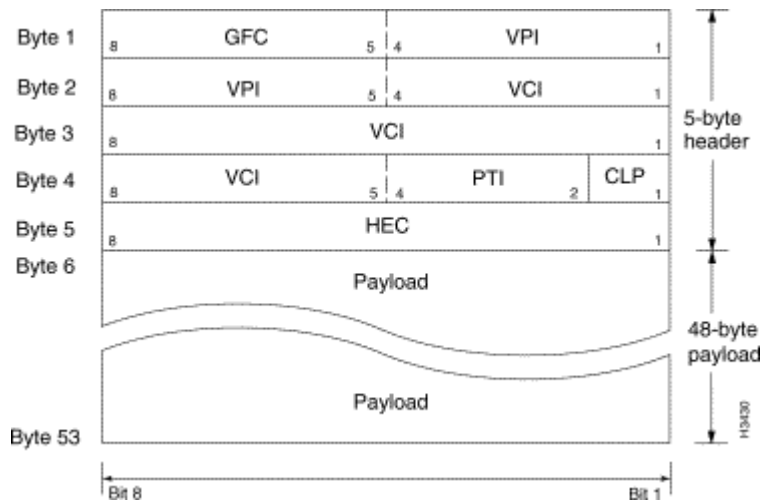
Η ανίχνευση μιας καταστάσεως συμφόρησης χαρακτηρίζεται ως ένδειξη, ή ανάδραση, ή γνωστοποίηση.

Παρατηρούμε επομένως ότι οι διεργασίες που εκτελεί ταιριάζουν ως ένα σημείο με αυτές του στρώματος δικτύου.

➤ Δομή των Κυψελίδων

Η βασική μονάδα στο ATM είναι η κυψελίδα (cell). Τα πρότυπα ATM καθορίζουν την κυψελίδα σταθερού μήκους 53 οκτάδων ή bytes. Η ισχύουσα μορφή της κυψελίδας ATM αποτελεί το προϊόν συμβιβασμού των προτάσεων των οργανισμών ANSI και ETSI.

Υπάρχουν δύο τυποποιημένες δομές (διατάξεις) για τις κυψελίδες του ATM, που αναφέρονται στην προσαρμογή χρήστη με δίκτυο (UNI - User Network Interface) και στην προσαρμογή δικτύου με δίκτυο (NNI - Network Network Interface) (βλ. εικ. 8).



Εικόνα 8. Δομή Κυψελίδας

Τα πεδία που συνθέτουν την επικεφαλίδα (header) της κυψελίδας είναι τα ακόλουθα:

Πρωτογενής Έλεγχος Ροής (GFC - Generic Flow Control). Η κύρια λειτουργία του είναι ο έλεγχος της πρόσβασης στο φυσικό μέσο (PAC - Physical Access Control), ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη μείωση της κυψελίδας jitter των υπηρεσιών σταθερού ρυθμού μετάδοσης (CBR - Constant Bit Rate), το δίκαιο καταμερισμό χωρητικότητας στις υπηρεσίες μεταβλητού ρυθμού μετάδοσης (VBR - Variable Bit Rate), καθώς και για τον έλεγχο της ροής πληροφορίας των τελευταίων.

Κωδικοί αναγνώρισης Νοητού Μονοπατιού/Νοητού Καναλιού (VPI/VCI – Virtual Path Identifier/Virtual Channel Identifier). Αυτοί χρησιμεύουν για να καθορίσουν τους κωδικούς των Νοητών Μονοπατιών / Νοητών Καναλιών (VPs/VCs - Virtual Paths/Virtual Channels) της κυψελίδας, έτσι ώστε να είναι δυνατό να αναγνωρίσουμε τις κυψελίδες που ανήκουν στην ίδια σύνδεση.

Τύπος Φορτίου (PT - Payload Type). Ο τύπος αυτός προσδιορίζει αν η κυψελίδα περιέχει ή όχι πληροφορία του χρήστη (user information) και αν υπέφερε ή όχι από συνωστισμό (traffic congestion).

Προτεραιότητα Απώλειας Κυψελίδων (CLP - Cell Loss Priority). Είναι ένα δυαδικό ψηφίο που καθορίζει αν η εν λόγω κυψελίδα μπορεί να απορριφθεί σε περίπτωση συνωστισμού (congestion) στο δίκτυο ή όχι.

Έλεγχος Σφάλματος Επικεφαλίδας (HEC - Header Error Control). Το HEC έχει μέγεθος 8 δυαδικών ψηφίων. Ανιχνεύει και διορθώνει λάθη στην επικεφαλίδα της κυψελίδας, ενώ χρησιμοποιείται και για την ανίχνευση των ορίων αυτών.

Γενικά, η δομή των ATM κυψελίδων απλοποιεί την υλοποίηση των απαιτούμενων διακοπτικών στοιχείων μεταγωγής και των πολυπλεκτών και παράλληλα επιτρέπει την υποστήριξη υψηλών ταχυτήτων μεταφοράς. Ένα άλλο βασικό πλεονέκτημα της δομής των κυψελίδων αποτελεί το γεγονός ότι παύει να υπάρχει η διάκριση, με τα συνεπακόλουθα μειονεκτήματα, μεταξύ μεγάλων και μικρών πακέτων. Έτσι η τεχνολογία ATM επιτρέπει τη συνύπαρξη κατά τη μεταφορά κίνησης “Σταθερού Ρυθμού Δυαδικών Ψηφίων”, όπως η φωνή και το βίντεο με κίνηση δεδομένων “Μεταβλητού Ρυθμού Δυαδικών Ψηφίων”, που πιθανόν να αναφέρονται σε πακέτα μεγάλου μήκους.

1.3.2.3) Στρώμα Προσαρμογής στο ATM

Το στρώμα προσαρμογής στα ATM δίκτυα (AAL – ATM Adaptation Layer) είναι τελείως διαφορετικό από το πρωτόκολλο TCP (Transmission Control Protocol), γιατί οι σχεδιαστές ενδιαφερόντουσαν κυρίως για τη μεταφορά φωνής και βίντεο στα οποία η γρήγορη μεταφορά είναι πιο σημαντική απ’ ότι η ακριβής μεταφορά. Αλλωστε γνωρίζουμε ότι το ATM στρώμα εξάγει 53-byte κυψελίδες τη μία μετά την άλλη. Δεν περιλαμβάνει έλεγχο λάθους, ούτε έλεγχο ροής. Συνεπώς δεν ανταποκρίνεται αρκετά στις περισσότερες απαιτήσεις των εφαρμογών (βλ. εικ.9).

Main Layer	Sub Layer	Functions
Higher Layer		
AAL Layer	CS	Convergence
	SAR	Segmentation & Reassembly

Εικόνα 9. Στρώμα Προσαρμογής στο ATM

Για να γεφυρωθεί αυτό το χάσμα ο οργανισμός ITU-T πρότεινε τη σύσταση I.363, ορίζοντας ένα από άκρη-σε-άκρη επίπεδο στην κορυφή του ATM

στρώματος. Αυτό το στρώμα ονομάστηκε AAL. Όταν ο ITU-T ξεκίνησε να ορίσει το AAL, διαπίστωσε ότι διαφορετικές εφαρμογές έχουν διαφορετικές απαιτήσεις. Έτσι οργάνωσε τον χώρο εξυπηρέτησης πάνω σε τρεις άξονες:

- ✓ Από πραγματικό χρόνο εξυπηρέτησης μέχρι εξυπηρέτηση σε μη πραγματικό χρόνο
- ✓ Από υπηρεσία σταθερού ρυθμού δυαδικών ψηφίων μέχρι υπηρεσία μεταβλητού ρυθμού δυαδικών ψηφίων
- ✓ Από υπηρεσία προσανατολισμένη σε σύνδεση μέχρι υπηρεσία προσανατολισμένη χωρίς σύνδεση

Το στρώμα προσαρμογής στο ATM (AAL - ATM Adaptation Layer) αντιστοιχεί τα δεδομένα των ανώτερων στρωμάτων σε κυψελίδες με σκοπό τη μεταφορά τους μέσω του δικτύου. Το AAL αποτελείται από το υποστρώμα σύγκλισης (CS - Convergence Sublayer) και από το υποστρώμα τμηματοποίησης και επανασύστασης (SAR - Segmentation And Seassembly). Το υποεπίπεδο σύγκλισης με τη σειρά του αποτελείται από το ειδικό τμήμα υπηρεσιών (SS - Service Specific) και το κοινό τμήμα (CP - Common Part).

➤ Κατηγορίες Υπηρεσιών

Το ITU-T καθορίζει τέσσερις διαφορετικές κατηγορίες υπηρεσιών για τα Ευρυζωνικά Ψηφιακά Δίκτυα Ενοποιημένων Υπηρεσιών (B-ISDN - Broadband Integrated Services Digital Network). Οι υπηρεσίες της κατηγορίας A σκοπεύουν στα συνεχούς ρυθμού ρεύματα σύγχρονων δυαδικών ψηφίων (CBR - Constant Bit Rate). Η κατηγορία B σκοπεύει σε μεταβλητού ρυθμού συμπιεσμένα ρεύματα ήχου ή εικόνας (VBR – Variable Bit Rate). Τα μοντέλα της κατηγορίας C και της κατηγορίας D εξυπηρετούν τις υπάρχουσες υπηρεσίες μετάδοσης πληροφοριών. Για να υποστηρίξει αυτές τις διαφορετικές κατηγορίες υπηρεσιών το ITU-T πρότεινε τρία διαφορετικά στρώματα προσαρμογής: τα AAL 1, AAL 2, και AAL 3/4. Το ATM Forum πρότεινε ένα νέο στρώμα, το AAL 5 και ερευνά το AAL 6.

Το AAL 1 προτάθηκε για τις υπηρεσίες της κατηγορίας A, απασχολεί λειτουργίες ομαδοποίησης και από-ομαδοποίησης στο UNI για να μετατρέψει το

συρμό των δυαδικών ψηφίων σε κυκλοφοριακή κίνηση βασιζόμενη σε κυψελίδες και αντιστρόφως.

Το AAL 2 παρέχει υπηρεσίες της κατηγορίας B. Η υλοποίηση του AAL 2 είναι δύσκολη. Ο μεταβλητός ρυθμός δεδομένων κάνει δύσκολη τη διαφύλαξη πόρων για τέτοιου είδους κίνηση.

Το AAL 3/4 υλοποιεί υπηρεσίες της τάξης C και D. Η κυριότερη λειτουργία του είναι η κατάτμηση και η συναρμολόγηση εκ νέου μεγάλων μηνυμάτων. Το AAL $\frac{3}{4}$ χρησιμοποιεί ένα πεδίο αναγνώρισης μηνυμάτων (MID - Multiplexing Identifier), επιτρέποντας κίνηση με παρεμβολές διαφορετικών μηνυμάτων μέσα από το ίδιο VC.

Το AAL 5 παρέχει επίσης υπηρεσίες της τάξης C και D. Έχοντας προταθεί στο ATM Forum από κατασκευαστές υπολογιστών, αρχικά ονομαζόταν ως το απλό και αποτελεσματικό στρώμα προσαρμογής (SEAL - Simple Effective Adaptation Layer). Το AAL 5 παρέχει καλύτερη αξιοποίηση του διαθέσιμου εύρους ζώνης. Η διαδικασία επανασυναρμολόγησης είναι ελαφρώς απλοποιημένη. Το μειονέκτημα είναι ότι μια κατεστραμμένη κυψελίδα θα οδηγήσει πάντα σε ένα μήνυμα που απορρίπτεται στο AAL 5, ενώ το AAL 3/4 παρέχει τρόπους να εντοπίζει σφάλματα bit σε μεμονωμένες κυψελίδες.

Το AAL 6 προς το παρόν δεν παρέχει καμία σαφής κατεύθυνση. Εκδόσεις που βρίσκονται υπό συζήτηση περιλαμβάνουν τη χρήση τεχνικών για προχωρημένη διόρθωση σφαλμάτων (FEC – Forward Error Correction) για να αυξήσουν την ασφάλεια των συνδέσεων σε ένα επίπεδο ώστε να μην απαιτείται επιπλέον αποκατάσταση των λαθών και την υποστήριξη των απαιτήσεων συγχρονισμού του MPEG II (Motion Pictures Expert Group II).

Γενικότερα τα AAL πρωτόκολλα που έχουν οριστεί έχουν ταξινομηθεί σύμφωνα με τις ακόλουθες τρεις παραμέτρους: συγχρονισμός ανάμεσα στην αφετηρία και τον προορισμό (απαιτείται, δεν απαιτείται), ρυθμό δεδομένων (σταθερό ή μεταβλητό) και τρόπος σύνδεσης (προσανατολισμένη προς σύνδεση ή προσανατολισμένη χωρίς σύνδεση). Οι τέσσερις αυτές κλάσεις φαίνονται συνοπτικά παρακάτω (βλ. εικ. 10):

Κλάση A: Απαιτείται συγχρονισμός, Σταθερός ρυθμός δυαδικών ψηφίων,

Προσανατολισμένη προς σύνδεση.

Κλάση Β: Απαιτείται συγχρονισμός, Μεταβλητός ρυθμός δυαδικών ψηφίων, Προσανατολισμένη προς σύνδεση.

Κλάση C: Δεν απαιτείται συγχρονισμός, Μεταβλητός ρυθμός δυαδικών ψηφίων, Προσανατολισμένη προς σύνδεση.

Κλάση D: Δεν απαιτείται συγχρονισμός, Μεταβλητός ρυθμός δυαδικών ψηφίων, Προσανατολισμένη χωρίς σύνδεση.

Class	A	B	C	D
Timing relationship between source & destination	required		Not required	
Bit rate	constant	Variable		
Connection mode	Connection-orientated			connectionless

Εικόνα 10. Κατηγορίες Υπηρεσιών και Χαρακτηριστικά

Εκτός από τις παραπάνω κλάσεις υπηρεσιών έχουν ορισθεί τελευταία και δύο ακόμη:

Κλάση X: Δεν απαιτείται συγχρονισμός, Μεταβλητός ρυθμός δυαδικών ψηφίων, Προσανατολισμένη προς σύνδεση ή χωρίς σύνδεση.

Κλάση Y: Η κλάση αυτή έχει εισαχθεί με σκοπό να επιτρέψει την πιθανή αλλαγή των χαρακτηριστικών μεταφοράς του επιπέδου ATM, που παρέχονται από το δίκτυο, μετά την εγκατάσταση της σύνδεσης. Η κλάση Y παρέχει τη δυνατότητα υποστήριξης στα δίκτυα ATM, κίνησης που μεταβάλλεται χρονικά.

1.3.3) ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ, ΧΡΗΣΤΗ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΟ ATM

Σύμφωνα με τον παγκόσμιο οργανισμό ITU-T το μοντέλο αναφοράς πρωτοκόλλων για τα ATM περιγράφεται από τις συστάσεις I.121. Το μοντέλο αναφοράς απαρτίζεται από τρία κατακόρυφα επίπεδα τα οποία είναι: το Επίπεδο Ελέγχου (Control Plane), το Επίπεδο Χρήστη (User Plane) και το Επίπεδο Διαχείρισης (Management Plane).

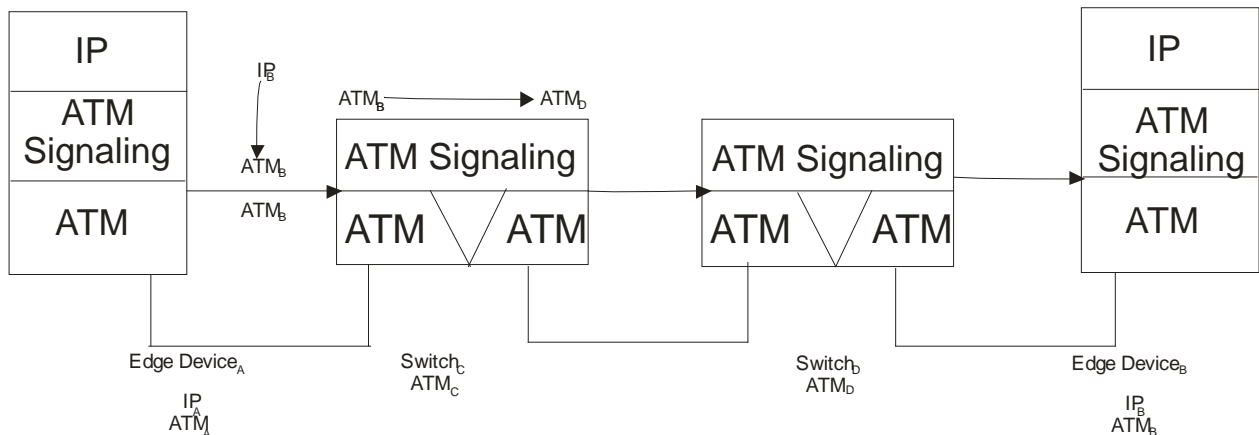
Το επίπεδο του χρήστη έχει να κάνει με τη μεταφορά των δεδομένων, τον έλεγχο ροής, τη διόρθωση λαθών, καθώς και με άλλες λειτουργίες που αφορούν τον χρήστη. Η ιεραρχική δομή του κατακόρυφου επιπέδου του χρήστη περιλαμβάνει το φυσικό στρώμα, το ATM στρώμα, το στρώμα προσαρμογής στο ATM και τα ανώτερα στρώματα. Σε σχέση με το υποστρώμα σύγκλισης συγκεκριμένης υπηρεσίας (SSCS - Service Specific Convergence Sublayer), έχουν ορισθεί πρωτόκολλα για τη μεταγωγή πλαισίου (FR - SSCS) και για τη μεταγώγιμη υπηρεσία πολλών εκατομμυρίων δυαδικών ψηφίων (SMDS - SSCS), ενώ βρίσκονται στη φάση τυποποίησης διάφορα πρωτόκολλα για βίντεο υψηλής ποιότητας, μεταφορά δεδομένων, υποστήριξη αλληλεπιδρώντων συνεργασιών που βασίζονται σε υπολογιστικά συστήματα, εξομοίωση τοπικών δικτύων κλπ.

Το επίπεδο ελέγχου “ασχολείται” με τη διαχείριση της εγκατάστασης και του τερματισμού κλήσεων. Το επίπεδο ελέγχου είναι ουσιαστικά υπεύθυνο για τις λειτουργίες κλήσης και ελέγχου σύνδεσης που σχετίζονται με την εγκατάσταση, επίβλεψη και τερματισμό των μεταγώγιμων νοητών καναλιών και μονοπατιών (VPCs/VCCs). Για τον έλεγχο των μεταγώγιμων VPCs/VCCs, χρησιμοποιείται σηματοδότηση, ενώ τα σταθερά και ημισταθερά VPCs/VCCs ελέγχονται από τη διαχείριση του δικτύου. Γενικά, στα δίκτυα BISDN οι διαδικασίες ελέγχου κλήσεων είναι αρκετά πιο πολύπλοκες από αντίστοιχες διαδικασίες άλλων επικοινωνιακών τεχνολογιών.

Για να διατηρηθεί στις συνδέσεις η επιθυμητή ποιότητα υπηρεσίας (QoS - Quality Of Service), είναι απαραίτητη η παρακολούθηση και ο έλεγχος του δικτύου ATM, ώστε να εξασφαλίζεται η συνεχής και σωστή λειτουργία του καθώς και η αποδοτική χρήση των πόρων του. Το επίπεδο διαχείρισης αποτελείται από δύο επιμέρους τμήματα: τη διαχείριση στρωμάτων και τη διαχείριση επιπέδων. Το πρώτο τμήμα περιλαμβάνει διαχειριστικές λειτουργίες που αναφέρονται ειδικά στα στρώματα της αρχιτεκτονικής. Το δεύτερο τμήμα περιλαμβάνει διαδικασίες διαχείρισης και συντονισμού που σχετίζονται με τη συνολική λειτουργία του συστήματος.

1.3.4) ΣΗΜΑΤΟΔΟΣΙΑ

Η πληροφορία σηματοδοσίας (signaling information) μεταφέρεται στο B-ISDN ανεξάρτητα, μέσω κυψελίδων σηματοδοσίας που έχουν σταθερές (fixed) τιμές στα πεδία VCI/VPI (βλ. εικ. 11).



Εικόνα 11. Μοντέλο σηματοδοσίας στα ATM

Η σηματοδοσία (signaling) είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο των συνδέσεων νοητών καναλιών (VCC) και μονοπατιών (VPC). Κατέχει δηλαδή τη δυνατότητα θεμελίωσης (establishing), διατήρησης (maintaining) και τερματισμού (removing) συνδέσεων νοητών καναλιών (VCC) και μονοπατιών (VPC), καθώς και παροχής μόνιμης ή προσωρινής σύνδεσης (permanent or semipermanent setup). Υπηρεσίες από-σημείο-σε-σημείο, όπως και υπηρεσίες εκπομπής σήματος (broadcast communication configurations) πρέπει να υποστηριχθούν. Η σηματοδοσία ασχολείται επίσης με τη διαπραγμάτευση των παραμέτρων της κλήσης (connection traffic parameters), τόσο στη στιγμή αποδοχής της κλήσης, όσο και κατά τη διάρκειά της.

Όσον αφορά την υλοποίηση των κλήσεων πολλαπλών συνδέσεων (multiconnection calls - κλήσεις στις οποίες συνδέονται μεταξύ τους πολλοί χρήστες) και των κλήσεων στις οποίες πολλοί χρήστες προσπελαίνουν το ίδιο σημείο του δικτύου, π.χ. μια βάση δεδομένων (multiparty connections), απαιτείται

από τη σηματοδότηση η δυνατότητα συσχέτισης των κλήσεων που αποτελούν μια κλήση πολλαπλών συνδέσεων (multiconnection call) ώστε αυτές να συνδεθούν μεταξύ τους, απαιτείται η δυνατότητα προσθήκης / αφαίρεσης χρηστών σε / από μια multiconnection ή multiparty κλήση, η δυνατότητα επαναπροσδιορισμού της τοπολογίας (reconfiguration) μιας multiparty κλήσης όταν αλλάζει ο αριθμός των χρηστών που λαμβάνουν μέρος σε αυτήν, η δυνατότητα δρομολόγησης μιας κλήσης σε πολλούς χρήστες και τέλος, απαιτείται η ικανότητα υποστήριξης συμμετρικών και μη συμμετρικών απλών κλήσεων (symmetric or nonsymmetric simple calls).

Ακόμα σημαντικό στοιχείο αποτελεί το γεγονός ότι η διαχείριση των συνδέσεων στα ATM δίκτυα ακολουθούν το εκτός ζώνης σχήμα από τα Ψηφιακά Δίκτυα Ενοποιημένων Υπηρεσιών (ISDN - Integrated Services Digital Networks). Ένα πρωτόκολλο σηματοδότησης (το Q.39B, τώρα το Q.2931) καθορίστηκε ώστε να αφήνει συστήματα επικοινωνίας να τερματίζουν τις αιτήσεις τους για διαχείριση συνδέσεων στον έλεγχο μεταγωγής. Ο έλεγχος μεταγωγής μπορεί στη συνέχεια να διευθετήσει την κατάλληλη διαδρομή και να καταλείψει τους απαιτούμενους πόρους. Μέρος της απαιτούμενης προδιαγραφής σύνδεσης είναι ο καθορισμός της ποιότητας της υπηρεσίας (QoS), η οποία περιέχει παραμέτρους όπως το εύρος ζώνης, η καθυστέρηση και η αξιοπιστία.

1.3.5) ΈΛΕΓΧΟΣ ΡΟΗΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ (FLOW CONTROL)

Είναι γνωστό ότι ο ρυθμός με τον οποίο στέλνουν κυψελίδες τα τερματικά στο δίκτυο δεν είναι σταθερός, όχι μόνο γιατί υπάρχουν υπηρεσίες μεταβλητού ρυθμού μετάδοσης (VBR), αλλά και γιατί τόσο σε αυτές, όσο και στις υπηρεσίες σταθερού ρυθμού μετάδοσης (CBR), παρουσιάζονται εναλλαγές μεταξύ ανενεργών περιόδων (idle periods) στις οποίες δεν παράγονται κυψελίδες και ενεργών περιόδων (burst periods) στις οποίες οι κυψελίδες παράγονται σε μορφή ριπής (burst). Για παράδειγμα, αναφέρεται η φωνή, στην οποία η μέση ενεργή περίοδος έχει διάρκεια 352 msec και η μέση ανενεργή περίοδος διάρκεια

150 msec, ενώ οι αντίστοιχες τιμές για τις στατικές εικόνες (still pictures) είναι 500 msec και 11000 msec.

Αν επομένως πολλές πηγές βρεθούν ταυτόχρονα στην ενεργή (bursty) περίοδο, ο συνδυασμένος ρυθμός άφιξης κυψελίδων είναι δυνατόν να υπερβεί τη χωρητικότητα κάποιας γραμμής ή κάποιου ATM διακόπτη, με συνέπεια την εμφάνιση συνωστισμού (congestion) στο δίκτυο, που οδηγεί σε απώλειες κυψελίδων καθώς και σε αυξημένες καθυστερήσεις μετάδοσης. Βέβαια συνωστισμός μπορεί να προκληθεί και από βλάβες στα δομικά στοιχεία του δικτύου. Όμως, όποια και αν είναι η αιτία, το ζητούμενο είναι η εύρεση μηχανισμών ελέγχου ροής (flow control/traffic control) που θα αντιμετωπίζουν με αποτελεσματικό τρόπο τον συνωστισμό. Ακόμη, αυτοί οι μηχανισμοί έχουν στόχο τη βελτιστοποίηση της χρήσης των πόρων του δικτύου.

Οι μέθοδοι ελέγχου ροής πληροφορίας χωρίζονται σε δύο τύπους. Ο πρώτος έχει στόχο την αντιμετώπιση καταστάσεων συνωστισμού αφού αυτός κάνει την εμφάνισή του, ή όταν εμφανισθούν σημάδια επικείμενου συνωστισμού, ενώ ο δεύτερος τύπος στοχεύει στην πρόληψη της εμφάνισης του. Στα υπάρχοντα δίκτυα μεταγωγής πακέτων χρησιμοποιούνται μέθοδοι ελέγχου ροής πληροφορίας του πρώτου τύπου, οι οποίοι όμως είναι ανεπαρκείς στην περίπτωση των B-ISDN δικτύων για τα οποία καταλληλότεροι είναι οι μέθοδοι του δευτέρου τύπου.

Ένας άλλος τρόπος ταξινόμησης των μεθόδων ελέγχου ροής πληροφορίας γίνεται με βάση το επίπεδο στο οποίο εφαρμόζεται ο έλεγχος. Είναι δυνατόν ο έλεγχος να γίνεται είτε στο επίπεδο της κυψελίδας (μέθοδοι που θα εξετασθούν στη συνέχεια), είτε στο επίπεδο της κλήσης, οπότε αναφερόμαστε σε μεθόδους ελέγχου αποδοχής κλήσης (CAC -Connection Admission Control).

1.3.6) ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ATM

Τα πλεονεκτήματα του ATM είναι:

- Υψηλές ταχύτητες
- Ενιαία μεταφορά διαφορετικών ειδών πληροφορίας (δεδομένα, ήχο, βίντεο, κλπ.)
- Βέλτιστη χρήση του διαθέσιμου εύρους ζώνης
- Υποστήριξη και ιδιωτικών και δημοσίων δικτύων
- Τεχνολογική βάση και για LANs και για WANs
- Προσομοίωση και μεταγωγή 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 πραγματικού χρόνου

Η πλατφόρμα ATM μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υποστηρίξει μία μεγάλη ποικιλία από υπηρεσίες, όπως, γεφύρωση Τοπικών Δικτύων (LAN bridging), Εξομοίωση Τοπικών Δικτύων (LAN emulation), Πολλαπλά Πρωτόκολλα πάνω από ATM (MPOA - MultiProtocol Over ATM), Μεταγωγή Πλαισίου (Frame Relay), Εξομοίωση Κυκλώματος (Circuit Emulation), κλπ.

Τα μειονεκτήματα του ATM είναι:

- Κατανάλωση του εύρους ζώνης ακόμα και με μη ύπαρξη ροής
- Δεν υπάρχει δυνατότητα συμπίεσης του τηλεφωνικού καναλιού των 64 Kbps
- Δεν υποστηρίζει silence detection/suppression

1.4) ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Θα αναρωτιέστε γιατί να υπάρχουν τόσες ασύμβατες και επικαλυπτόμενες υπηρεσίες, συμπεριλαμβανομένων των SMDS, FRAME RELAY, BISDN/ATM και άλλων. Ο λόγος πίσω από αυτό είναι η απόφαση του 1984, να διαχωριστεί η AT&T και να ευνοηθεί ο ανταγωνισμός στην τηλεφωνική βιομηχανία. Διαφορετικές εταιρείες με διαφορετικά ενδιαφέροντα και τεχνολογίες είναι τώρα ελεύθερες να προσφέρουν οποιοσδήποτε υπηρεσίες κρίνουν ότι ζητιούνται και μερικές το κάνουν με υπερβολή. Μερικές διαφορές μεταξύ των ανταγωνιστών αυτών συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

Θέμα	SMDS	FRAME RELAY	BISDN/ATM
Υπηρεσία με σύνδεση	ΌΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Κανονική ταχύτητα (Mbps)	45	1,5	155
Μεταγωγή	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ
Ωφέλιμο φορτίο σταθερού μεγέθους	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ
Μέγιστο ωφέλιμο φορτίο	9188	1600	Μεταβλητό
Μόνιμα VC	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Πολλαπλή διανομή	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΨΗΦΙΑΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΕΝΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΣΤΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ (N-ISDN)

Οι διαγραφόμενες προοπτικές ανάπτυξης της ψηφιακής μεταγωγής και μετάδοσης οδήγησαν από το 1959 ήδη στην ιδέα ανάπτυξης ενοποιημένων ψηφιακών δικτύων. Τα πρώτα πρότυπα του ISDN εμφανίστηκαν το 1984 από την CCITT και η προσπάθεια συνεχίστηκε τα επόμενα χρόνια.

Το N-ISDN αποτελεί μια υπηρεσία ψηφιακού δικτύου η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το μέσο χρήστη και παρέχει ένα περιβάλλον για μεταφορά φωνής, δεδομένων, τηλεμοιοτυπίας, βίντεο, γραφικών με μία απλή τηλεφωνική γραμμή. Ο όρος «ενοποιημένων υπηρεσιών» αναφέρεται στη δυνατότητα του N-ISDN να εκτελεί δύο ταυτόχρονες συνδέσεις σε κάθε συνδυασμό των παραπάνω. Επίσης σε μία γραμμή μπορούν να συνδεθούν πολλές συσκευές. Ο όρος «ψηφιακό» αναφέρεται στο ότι η μετάδοση είναι απόλυτα ψηφιακή, σε αντίθεση με την αναλογική μετάδοση που χρησιμοποιείται από τα απλά τηλέφωνα. Ο όρος «δίκτυο» αναφέρεται στο γεγονός ότι το N-ISDN δεν αποτελεί μία σύνδεση σημείο-προς-σημείο. Τα δίκτυα N-ISDN απλώνονται από το τοπικό τηλεφωνικό γραφείο στον απομακρυσμένο χρήστη, και περιλαμβάνουν όλο τον ενδιάμεσο εξοπλισμό.

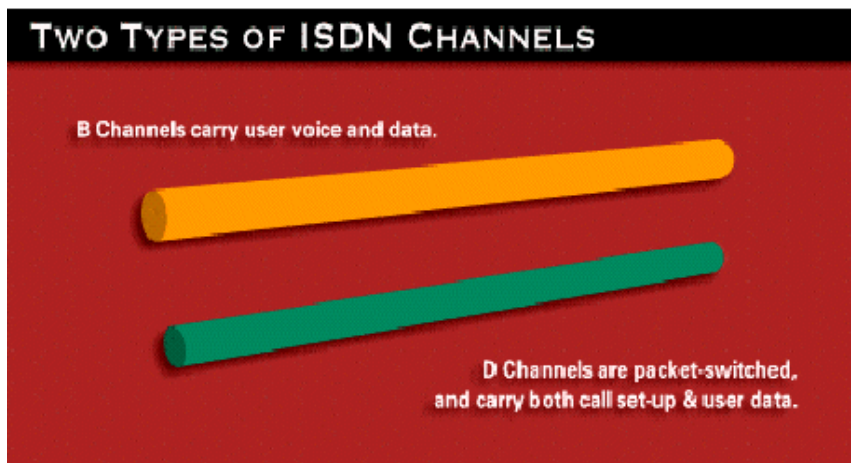
2.1) ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ N-ISDN

Ευρέως χρησιμοποιημένη από επιχειρήσεις για την μετάδοση αρχείων δεδομένων και όλο και πιο δημοφιλής ανάμεσα στους Web surfers, η N-ISDN επιτρέπει στην ίδια twisted-pair copper τηλεφωνική γραμμή η οποία

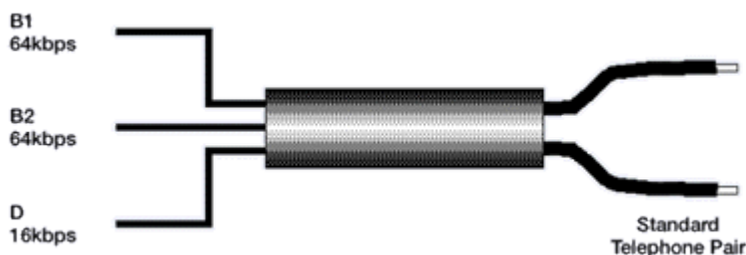
παραδοσιακά μπορούσε να μεταφέρει ξεχωριστά φωνή, δεδομένα, φαξ ή video αρχεία για να συνδυάσουν αυτούς τους τύπους δεδομένων για ταυτόχρονες μεταδόσεις. Στις αστικές περιοχές, εάν όχι σε όλες τις ΗΠΑ, οι N-ISDN είναι εύκολα διαθέσιμες.

Το N-ISDN μεταφέρει τη φωνή και τα δεδομένα σε δύο μεταφορικά κανάλια (bearer channels-B), τα οποία μπορούν να μεταδώσουν στα 64 Kbps το καθένα. Επίσης υπάρχει ένα κανάλι δεδομένων (D channel ή delta channel), το οποίο λειτουργεί στα 16 ή στα 64 Kbps και προσφέρει σήμανση για τη δημιουργία και την διακοπή μιας σύνδεσης, για την αίτηση υπηρεσιών του δικτύου και για τη δρομολόγηση των δεδομένων στα κανάλια B. Το κανάλι D χρησιμοποιείται επίσης για τη μεταφορά πακέτων του χρήστη ή για τη μεταφορά πλαισίου, στις περιπτώσεις που το εύρος ζώνης του δεν χρησιμοποιείται για σηματοδότηση και έλεγχο.

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε τα δύο είδη καναλιών N-ISDN.

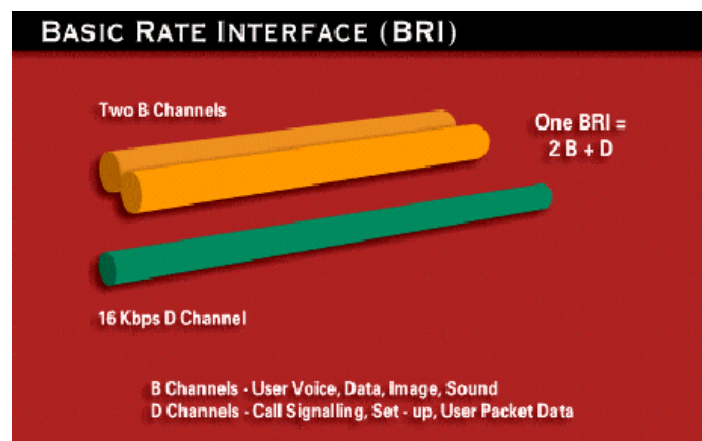


Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε πως τα τρία κανάλια του N-ISDN καταλήγουν σε απλό τηλεφωνικό ζεύγος:

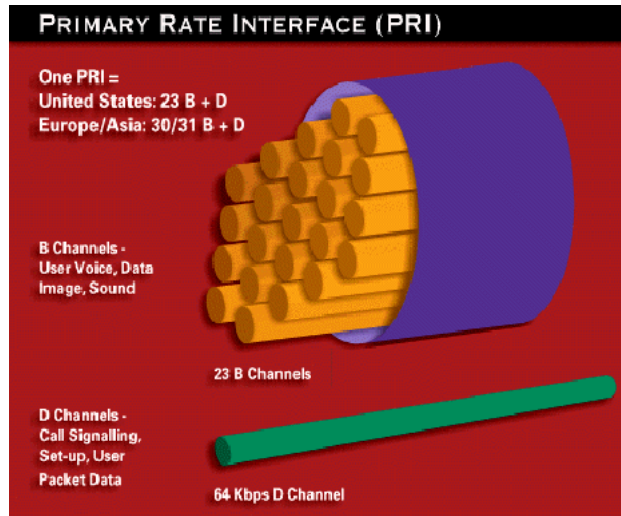


❖ Υπάρχουν τρία διαφορετικά είδη σύνδεσης N-ISDN:

1) Η διασύνδεση βασικού ρυθμού μετάδοσης (Basic Rate Interface- BRI), είναι η στάνταρντ υπηρεσία που οι περισσότεροι σχετίζουν με την N-ISDN. Χρησιμοποιεί 1 ή 2 64-Kbps γραμμές για να μεταφέρει δεδομένα στα 64 ή 128-Kbps (ένα 10-MB αρχείο χρειάζεται περίπου 7 λεπτά για να σταλεί στα 128 Kbps). Αναφέρεται και σαν «2B+D».



2) Η διασύνδεση κύριου ρυθμού μετάδοσης (Primary Rate Interface-PRI), έχει περισσότερα να προσφέρει στην εκδοτική βιομηχανία: χρησιμοποιεί 23 κανάλια από T1 γραμμή για να μετακινήσει δεδομένα και το υπόλοιπο κανάλι για signaling, για ένα συνολικό bandwidth των 1.54 Mbps (το ίδιο 10-MB αρχείο χρειάζεται 48 δευτερόλεπτα). Εάν θέλεις καλύτερη ταχύτητα η AT&T προσφέρει μια υπηρεσία η οποία συνδέει/συγκροτεί μαζί πολλαπλά PRI κανάλια για να πάρει το μέγιστο 42 κανάλια τα οποία διασχίζουν τα δεδομένα σου στα 2.69 Mbps(το ίδιο 10-MB αρχείο χρειάζεται 22 δευτερόλεπτα).



30B+D κανάλια για την Ευρώπη
 ενώ για τις ΗΠΑ 23B+D κανάλια.

3) Το ευρυζωνικό ISDN

Εκτός από τα κανάλια B και D που αναφέραμε υπάρχουν και τα κανάλια H, τα οποία αποτελούν συνδυασμό των καναλιών B. Έτσι έχουμε:

- H0=384kb/sec (6B κανάλια)
- H10=1472 kb/sec (23 B κανάλια)
- H11=1535 kb/sec (24 B κανάλια)
- H12=1920 kb/sec (30 B κανάλια)

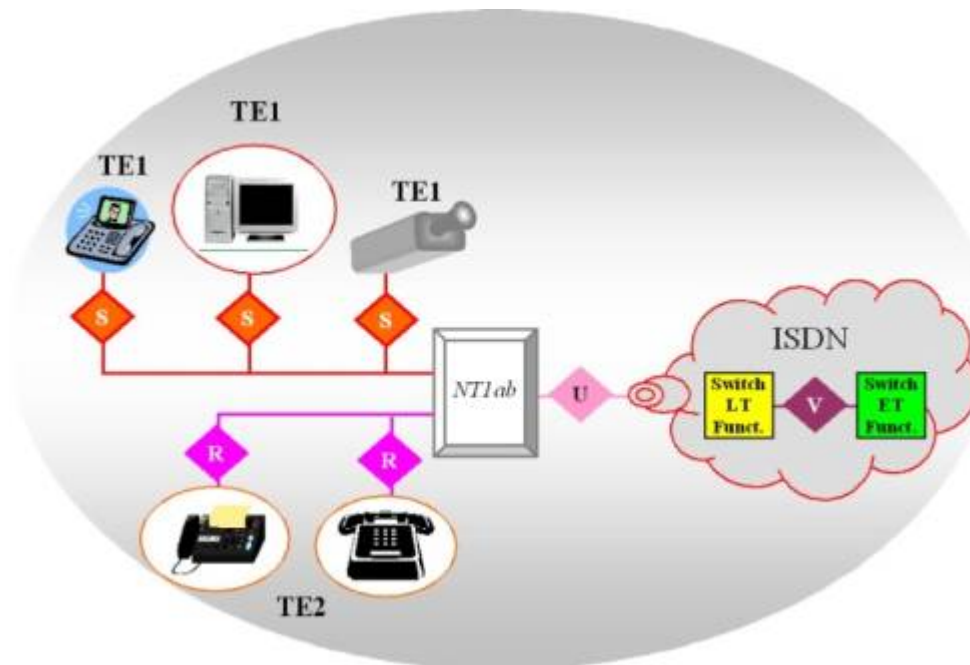
2.2) ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ N-ISDN

Οι συσκευές N-ISDN περιλαμβάνουν τερματικά, τερματικούς προσαρμογείς (terminal adapter-TA), συσκευές λήξης δικτύου, εξοπλισμό λήξης γραμμής.

Τα τερματικά N-ISDN χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: τα εξειδικευμένα ISDN τερματικά τα οποία αναφέρονται ως τερματικός εξοπλισμός τύπου 1 (terminal equipment type 1-TE1) και τα μη-ISDN τερματικά, όπως οι συσκευές

DTE που αναφέραμε σε προηγούμενο κεφάλαιο, οι οποίες προχρονολογούνται του ISDN και αναφέρονται ως τερματικός εξοπλισμός τύπου 2 (terminal equipment type 2-TE2). Οι συσκευές TE1 συνδέονται στο δίκτυο ISDN με ένα τετραπλό καλώδιο ενώ οι συσκευές TE2 συνδέονται με έναν τερματικό προσαρμογέα (TA). Ο προσαρμογέας αυτός μπορεί να είναι είτε μεμονωμένος είτε να βρίσκεται μέσα στην TE2.

Μετά τις TE1 και TE2 στο δίκτυο υπάρχουν οι συσκευές τερματισμού δικτύου τύπου 1 (network termination type 1-NT1) ή οι συσκευές τερματισμού δικτύου τύπου 2 (network termination type 2-NT2). Οι συσκευές αυτές συνδέουν την τετραπλή καλωδίωση του συνδρομητή στο συμβατικό δίκτυο δύο καλωδίων.

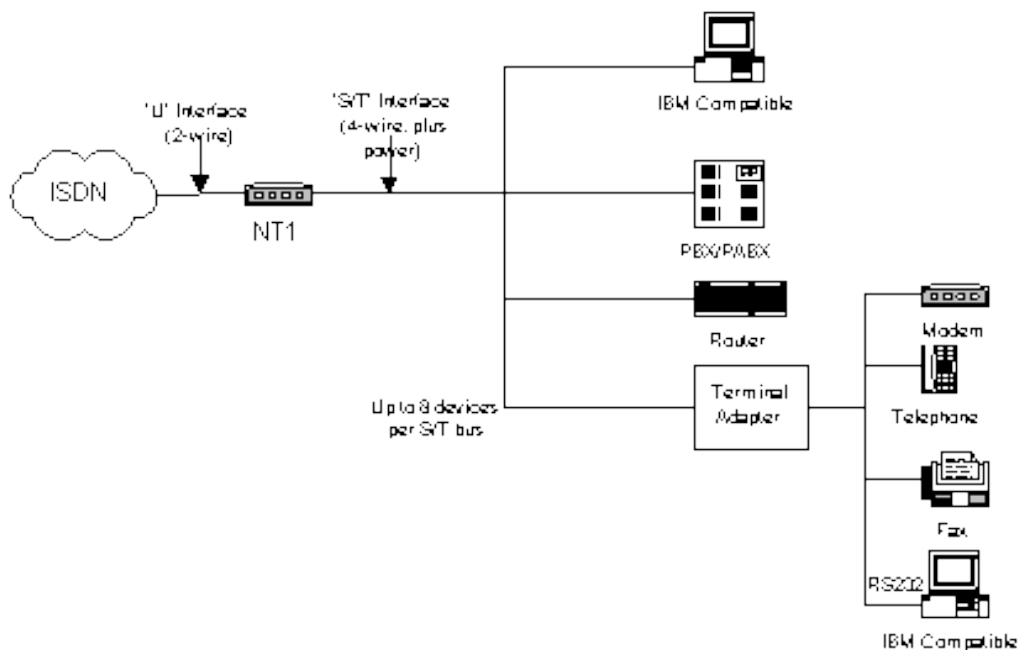


2.3) ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ N-ISDN

Η τυπική οικιακή τηλεφωνική καλωδίωση αποτελείται από 4 καλώδια (δύο ζευγάρια) τα οποία μπορούν να δώσουν δύο αναλογικές γραμμές. Με την συνδεσμολογία BRI, τα δύο αυτά καλώδια μπορούν θεωρητικά να δώσουν 4 ψηφιακές γραμμές. Στην πράξη όμως, κατά την εγκατάσταση του N-ISDN, το ένα ζευγάρι καλωδίων συνδέεται με το τηλεφωνικό κέντρο. Η τηλεφωνική εταιρία

συνδέει το δικό της άκρου του καλωδίου στο ψηφιακό κέντρο και στην άκρη του τοποθετείται μία πρίζα η οποία δίνει μία U-διασύνδεση (U-interface). Η διασύνδεση αυτή διαχειρίζεται τη μεταφορά δεδομένων με υψηλές ταχύτητες ταυτόχρονα και προς τις δύο κατευθύνσεις με χρήση ενός ζευγαριού καλωδίων.

Για τη σύνδεση αναλογικών συσκευών στο N-ISDN χρησιμοποιείται μία NT1 συσκευή, η οποία τοποθετείται πάνω στο συνδετήρα U και πολυπλέκει το σήμα.



2.3.1) ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΑΡΙΘΜΟΔΟΤΗΣΗ (Multiple Subscriber Number-MSN)

Η υπηρεσία αυτή επιτρέπει να οριστεί διαφορετικός τηλεφωνικός αριθμός για κάθε συσκευή που είναι συνδεδεμένη στη συσκευή τερματισμού. Η δυνατότητα αυτή υπάρχει τόσο για τις αναλογικές όσο και για τις N-ISDN συσκευές που είναι συνδεδεμένες σε αυτό. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα μεταφοράς των κλήσεων από τη μία τερματική συσκευή στην άλλη.

2.4) ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Δύο κανάλια επικοινωνίας με υψηλό data rate (64kps)
- Δουλεύει με την υπάρχουσα καλωδιακή υποδομή
- Σηματοδοσία εκτός καναλιών επικοινωνίας (out of band signaling)

Ένα μεγάλο πλεονέκτημα του ISDN είναι αυτό που ονομάζεται ανεστραμμένη πολύπλεξη (inverse multiplexing). Ενώ στην απλή πολύπλεξη (είτε TDM είτε FDM) μία γραμμή μεγάλου εύρους ζώνης χωρίζεται σε πολλά κανάλια, εδώ συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο. Πολλά κανάλια τύπου Β συνδέονται μεταξύ τους ώστε να σχηματίσουν ένα κανάλι μεγαλύτερου εύρους ζώνης. Έτσι παρέχεται η δυνατότητα για υπηρεσίες όπως το video conferencing, χρησιμοποιώντας το πρότυπο H.261 (px64), για την συμπίεση της εικόνας. Με 6 κανάλια ISDN ο αλγόριθμος μπορεί να μεταδώσει αρκετά πολύπλοκες εικόνες, αναγκαίες για μια τέτοια εφαρμογή. Η ISDN προσφέρει τέλος στους εκδότες ένα βασικό πλεονέκτημα: υπάρχουν πάνω από 60 software πακέτα και turnkey λύσεις διαθέσιμες, οι οποίες ολοκληρώνουν την ISDN στους τομείς της μεταφοράς αρχείων, dial-up server access, image management services, remote printing, και soft proofing. Τελειώνοντας, οι ISDN υπηρεσίες μπορεί να περίπλοκες στην εγκατάσταση και στην γενικότερη τους θεώρηση. Και επειδή η ISDN λογαριάζεται με βάση τον χρόνο χρήσης παρά με τον όγκο των δεδομένων, ο χαμηλότερος ο εξοπλισμός σου, τόσο υψηλότερο το κόστος.

Από την άλλη μεριά βασικό μειονέκτημα του ISDN είναι το γεγονός ότι δεν διαθέτει το κατάλληλο εύρος ζώνης ώστε να υποστηρίξει βίντεο-συζήτηση, η οποία είναι μια υπηρεσία που γνωρίζει μεγάλη ζήτηση. Όσον αφορά την επιχειρηματική χρήση, τα διαθέσιμα αυτή την στιγμή LAN προσφέρουν τουλάχιστον 10 Mbps και ήδη αντικαθιστούνται από LAN των 100 Mbps πράγμα που σημαίνει ότι δεν θα μπορέσει να αντεπεξέλθει μια σύνδεση ISDN στα 64 kbps.

ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΟΥ N-ISDN

Μετά από όσα αναφέραμε στις προηγούμενες σελίδες για την εξέλιξη , τη συγκρότηση και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του Δικτύου N-ISDN και των προσβάσεων που ο κάθε συνδρομητής μπορεί να έχει σε αυτό, θα κλείσουμε με μια σύντομη περιγραφή των Υπηρεσιών του N-ISDN.

Το σύνολο των Υπηρεσιών με τις οποίες το N-ISDN έρχεται να βοηθήσει και να διευκολύνει τις ανάγκες επικοινωνίας του πελάτη- συνδρομητή ονομάζεται με μια λέξη τηλεπικοινωνιακές Υπηρεσίες (Telecommunication Services).Κάτω από τον όρο αυτό κρύβεται μία τεράστια και πολύπλοκη υποδομή υποστήριξης που απαρτίζεται από εγκαταστάσεις και συστήματα Μετάδοσης και Μεταγωγής με το Λογισμικό τους, καθώς και πληθώρα συστάσεων και διακρατικών συμφωνιών, προκειμένου να επιτευχθεί μία επιθυμητή τυποποίηση τόσο σε Ευρωπαϊκό, όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Στο N-ISDN έχουμε τριών ειδών Υπηρεσίες : τις Υπηρεσίες Φορέα, τις Τηλεϋπηρεσίες και τις Συμπληρωματικές Υπηρεσίες. Οι δύο πρώτες προφέρονται καμιά φορά και με το όνομα Βασικές Υπηρεσίες.

- Οι Υπηρεσίες Φορέα (Bearer Services) εξασφαλίζουν την ικανότητα του Τηλεπικοινωνιακού φορέα και γενικότερα του όλου δικτύου προκειμένου να αποκατασταθεί σωστά μία δεδομένη κλήση.
- Οι Τηλεϋπηρεσίες (Teleservices) αξιοποιούν τις δυνατότητες που προσφέρουν οι Υπηρεσίες Φορέα και είναι στην πράξη όλες οι δυνατές λειτουργίες που μπορεί να προσφέρει μία ISDN σύνδεση, με την ανάλογη βέβαια συσκευή.
- Οι Συμπληρωματικές Υπηρεσίες (Supplementary Services) μπορούν να θεωρηθούν σαν κάτι ανάλογο ή ακόμη και σαν προέκταση των ευκολιών των απλών συνδρομητών στα Ψηφιακά Κέντρα, όπως π.χ. η τριμερής επικοινωνία, η εκτροπή κλήσης, η ένδειξη αναμονής κλήσης κλπ.

Πέρα από τις παραπάνω Συμπληρωματικές Υπηρεσίες πρόκειται σύντομα να δοθούν στην εκμετάλλευση και άλλες τρεις : Η Εκτροπή σε περίπτωση μη απάντησης ή κατειλημμένου (Do not Answer , Busy), η Τριμερής Επικοινωνία και η κατά βούληση Φραγή κλήσεων από το συνδρομητή.

2.5) ΣΥΓΚΡΙΣΗ NISDN – BISDN/ATM

Στο μέλλον, το τηλεφωνικό σύστημα θα είναι ψηφιακό από την μια άκρη του μέχρι την άλλη και θα μεταφέρει κίνηση τόσο φωνής όσο και χωρίς φωνή μέσω των ίδιων γραμμών. Δυο παραλλαγές του νέου αυτού συστήματος, γνωστού ως ISDN, είναι το ISDN στενής ζώνης και το ISDN ευρείας ζώνης. Το πρώτο είναι ένα ψηφιακό σύστημα μεταγωγής κυκλώματος που αποτελεί μια οριακή βελτίωση του παρόντος συστήματος. Αντιθέτως, το ISDN ευρείας ζώνης αντιπροσωπεύει μια μεταστροφή, βασιζόμενη στην τεχνολογία μεταγωγής κελιών ATM. Υπάρχουν διάφοροι τύποι μεταγωγέων ATM, συμπεριλαμβανομένων των μεταγωγέων αποκλεισμού και Batcher-banyan.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

SONET

3.1) ΓΕΝΙΚΑ

Από το 1966 που αποδείχτηκε από τον Charles Kao η δυνατότητα χρήσης των οπτικών ινών στις τηλεπικοινωνίες, η εξέλιξη στον τομέα αυτό ήταν ραγδαία. Έτσι, ενώ το 1977 υπήρχαν συστήματα που υποστήριζαν ταχύτητα ως 45 Mbps, το 1988 είχαν εμφανιστεί συστήματα που υποστήριζαν 40 Gbps.

Η πρώτη γενιά εξοπλισμού για το νέο δίκτυο ήταν ιδιωτική και δεν υπήρχαν πρότυπα για τη σύνδεση των εξαρτημάτων. Η ανάγκη προτύπου για την διασύνδεση των οπτικών συστημάτων μετάδοσης ήταν μεγάλη. Έτσι στη βόρεια Αμερική δημιουργήθηκε το Σύγχρονο Οπτικό Δίκτυο(Synchronous Optical Network-SONET), το οποίο αποτελούσε το πρότυπο για τη διασύνδεσή τους.

3.2) ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ SONET

Οι όροι SONET (Synchronous Optical Network) και SDH (Synchronous Digital Hierarchy) αναφέρονται σε ένα σύνολο καθορισμένων προτύπων που περιγράφουν την εκπομπή δεδομένων με τη μέθοδο της πολύπλεξης στο πεδίο του χρόνου (Time-Division Multiplexing-TDM) σε δίκτυα οπτικών ινών (fiber optical networks). Ουσιαστικά, πρόκειται για την αμερικανική και την διεθνή έκδοση της ίδιας σειράς προτύπων. Έτσι, το Αμερικανικό Ινστιτούτο Εθνικών Προτύπων (ANSI) είναι υπεύθυνο για το συντονισμό και την έκδοση των προτύπων SONET, ενώ η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU) είναι υπεύθυνη για τη σειρά SDH.

Το βασικό πρόβλημα το οποίο επιλύει επιτυχώς η τεχνολογία SONET/SDH είναι οι πολύπλοκες διαδικασίες μετατροπών (πολύπλεξης-αποπολύπλεξης κωδικοποίησης αποκωδικοποίησης) που θα απαιτούνταν για

την επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών τύπων δικτύων. Το γεγονός αυτό επιτυγχάνεται μέσω της προτυποποίησης κατά SONET/SDH των ρυθμών μεταφοράς και των τρόπων με τον οποίο είναι οργανωμένα τα δεδομένα. Έτσι, είναι δυνατή η μεταφορά πολλών διαφορετικών τύπων δεδομένων μέσω μιας κοινής γραμμής.

Το βασικό δομικό στοιχείο των οπτικών διασυνδέσεων (optical interfaces) της τεχνολογίας SONET είναι το Σήμα Σύγχρονης Μεταφοράς (Synchronous Transport Signal-STS), με ρυθμό μεταφοράς 51,84 Mbps. το αντίστοιχο για το πρότυπο SDH είναι η Μονάδα Σύγχρονης Μεταφοράς (Synchronous Transfer Module- STM). Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται οι προτυποποιημένοι ρυθμοί για τις SONET/SDH πλατφόρμες, με τους αντίστοιχους συμβολισμούς για το οπτικό και το ηλεκτρικό επίπεδο.

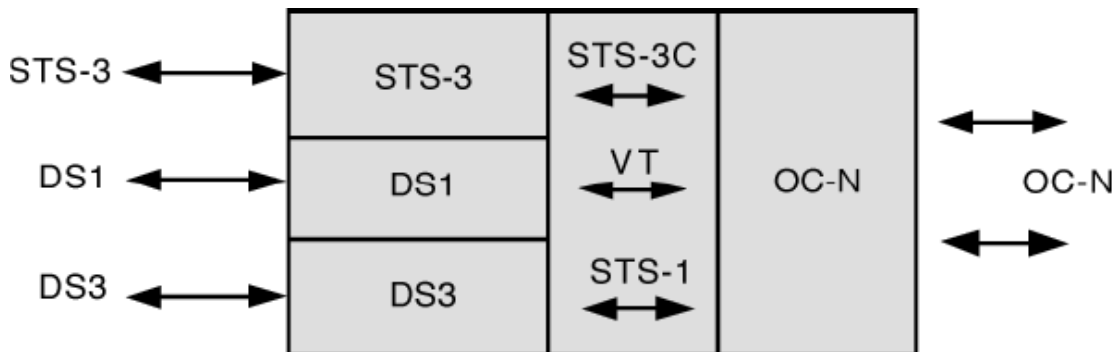
Η ψηφιακή ιεραρχία SONET/SDH

Οπτικό Επίπεδο	Ηλεκτρικό Επίπεδο	Ρυθμός (Mbps)	Payload Rate (Mbps)	Overhead Rate (Mbps)	Ισοδύναμο SDH block
OC-1	STS-1	51,840	50,112	1,728	-
OC-3	STS-3	155,520	150,336	5,184	STM-1
OC-9	STS-9	466,560	451,008	15,552	STM-3
OC-12	STS-12	622,080	601,344	20,736	STM-4
OC-18	STS-18	933,120	902,016	31,104	STM-6
OC-24	STS-24	1244,160	1202,688	41,472	STM-8
OC-36	STS-36	1866,240	1804,032	62,208	STM-12
OC-48	STS-48	2488,320	2405,376	82,944	STM-16
OC-96	STS-96	4976,640	4810,752	165,888	STM-32
OC-192	STS-192	9953,280	9621,504	331,776	STM-64

3.3) ΤΑ ΚΥΡΙΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΕΝΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ SONET

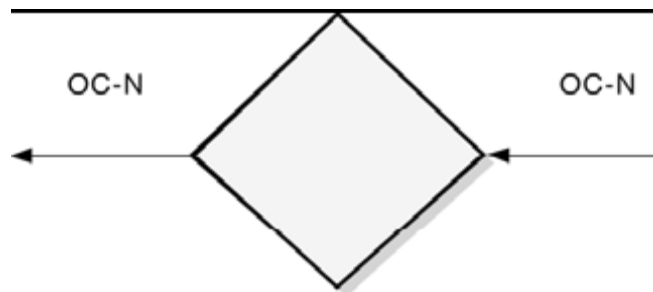
Τα βασικά συστατικά ενός δικτύου που χρησιμοποιεί την τεχνολογία SONET/SDH περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω:

• Τερματικοί Πολυπλέκτες (Terminal Multiplexers-PTEs): Επιτελούν το σημαντικότερο έργο της συγκέντρωσης όλων των ψηφιακών (ηλεκτρικών ή οπτικών) σημάτων ή/και οποιονδήποτε άλλων συμβαλλόμενων σημάτων. Τα σήματα πολυπλέκονται και μεταδίδονται σε οπτικό επίπεδο, μέσω μιας κοινής OC-N γραμμής.



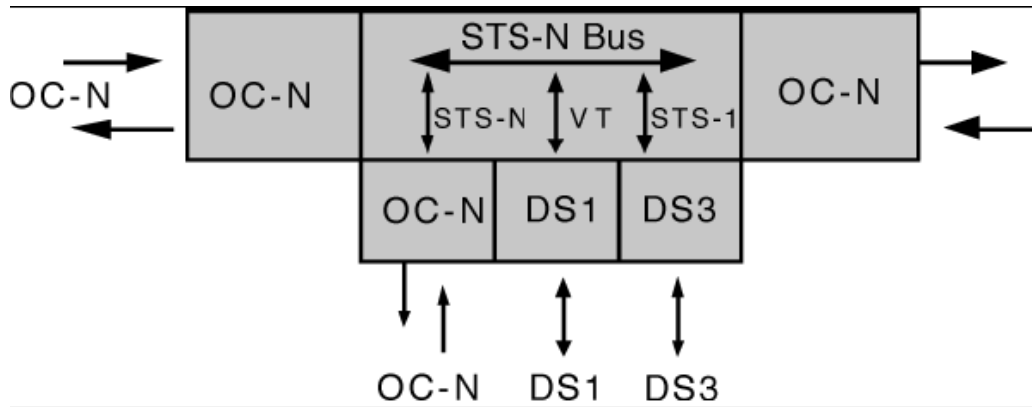
Σχήμα 1: Παράδειγμα λειτουργίας του τερματικού πολυπλέκτη

• Συσκευές Αναγέννησης Σήματος (Regenerators): Αυτές οι συσκευές είναι απαραίτητες στις περιπτώσεις κατά τις οποίες, λόγω μεγάλων αποστάσεων μεταξύ των πολυπλεκτών, το σήμα εξασθενίζει σημαντικά. Η ενίσχυση του σήματος αντικαθιστά το 'overhead' τμήμα αυτού και το επαναμεταδίδει.



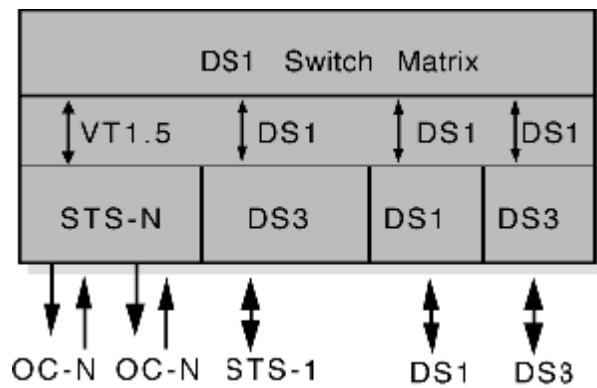
Σχήμα 2: Αναγεννητής Σήματος

• Πολυπλέκτες Ελεγχόμενης Πολύπλεξης (Add/Drop Multiplexers-ADMs): Οι συγκεκριμένες συσκευές αναλαμβάνουν να πολυπλέξουν μόνο τα σήματα που είναι απαραίτητο να προσπελαστούν στο δεδομένο σημείο του δικτύου, ενώ τα υπόλοιπα περνούν δίχως να υποστούν οποιαδήποτε επεξεργασία. Οι πολυπλέκτες αυτοί επιτρέπουν τη διασύνδεση μεταξύ των σημάτων SONET και των διαφορετικού τύπου σημάτων στο δίκτυο.



Σχήμα 3: Πολυπλέκτης Ελεγχόμενης Πολύπλεξης

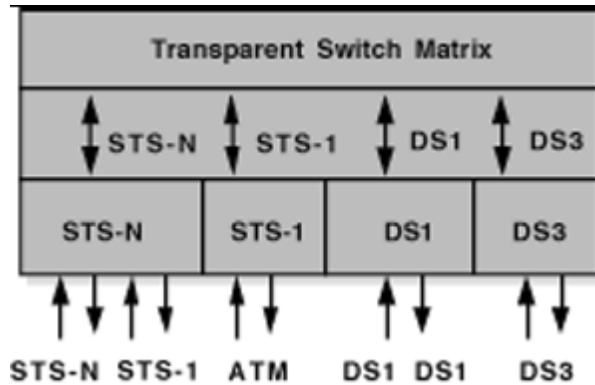
- Wideband Digital Cross-Connects: Η αποστολή τους έγκειται στο να δέχονται πολλαπλά οπτικά σήματα, προσπελάζοντας τα στοιχειώδη σήματα STS-1 και επιτρέποντας τη μεταγωγή στο επίπεδο αυτό. Τα στοιχεία αυτά καθιστούν δυνατή τη διασύνδεση πολύ μεγαλύτερου αριθμού STS-1 σημάτων, σε σχέση με τους πολυπλέκτες ελεγχόμενης πολύπλεξης. Το βασικό τους πλεονέκτημα είναι οι μειωμένες διαδικασίες πολύπλεξης/αποπολύπλεξης, λόγω του ότι μόνον τα απαιτούμενα σήματα προσπελάσσονται και μεταγόνται. Τα χαρακτηριστικά αυτών των συσκευών, τις καθιστούν κατάλληλες για εφαρμογές διαχείρισης δικτύων.



Σχήμα 4: Wideband Digital Cross-Connect

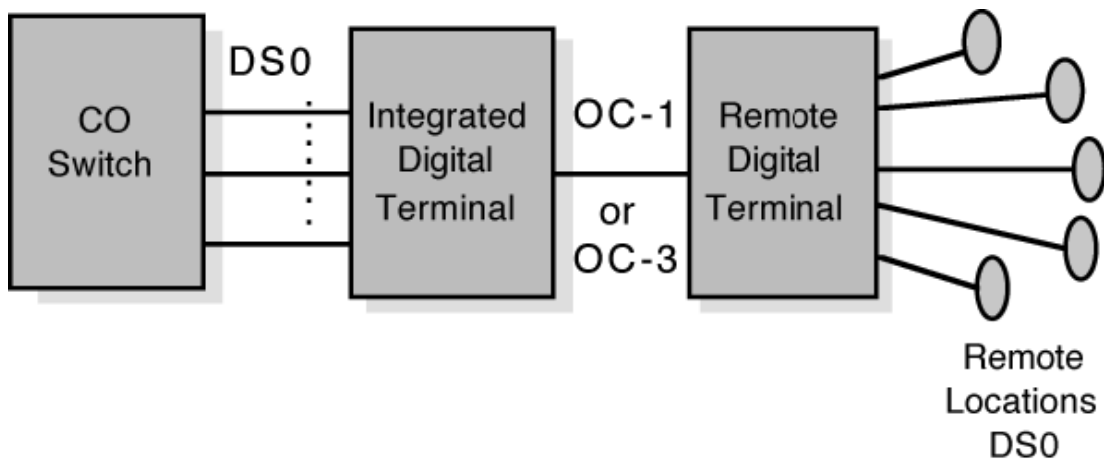
- Broadband Digital Cross-Connects: Επιτελεί τη διασύνδεση των διαφόρων σημάτων SONET με τα ψηφιακά σήματα DS-3. Ομοίως με το προηγούμενο

στοιχείο, προσπελάζει τα STS-1 σήματα, εκτελώντας τη μεταγωγή στο επίπεδο αυτό. Η χρήση των στοιχείων αυτών είναι ως 'SONET hubs'.



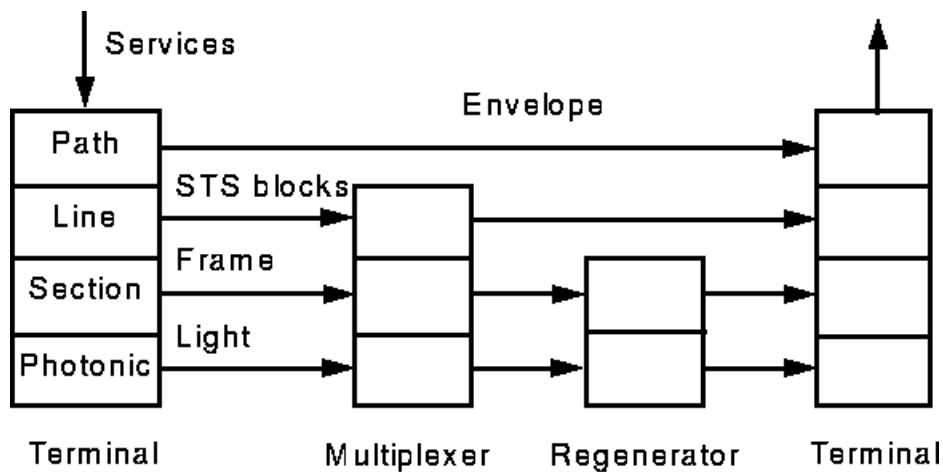
Σχήμα 5: Broadband Digital Cross-Connect

- Μεταφορείς Ψηφιακού Βρόχου (Digital Loop Carriers-DLCs): Η συσκευή αυτή αποτελείται από ένα σύνολο πολυπλεκτών και διακοπών και μπορεί να θεωρηθεί ως ένα είδος συλλέκτη των υπηρεσιών χαμηλών ταχυτήτων, προτού αυτές εισέλθουν στο κεντρικό τοπικό γραφείο (CO) και τεθούν προς διανομή. Με αυτόν τον τρόπο, ο αριθμός των συνδρομητών που μπορούν να εξυπηρετηθούν δεν περιορίζεται από τον αριθμό των γραμμών που εξυπηρετούνται από το CO.



Σχήμα 6: Μεταφορέας Ψηφιακού Βρόχου

Ένα μονοπάτι από μια πηγή προς έναν προορισμό, με έναν ενδιάμεσο πολυπλέκτη και έναν ενδιάμεσο επαναλήπτη, φαίνεται στο Σχήμα 7. στην ορολογία του SONET, μια οπτική ίνα που οδεύει απ' ευθείας από μια συσκευή σε μια άλλη, χωρίς να παρεμβάλλεται τίποτα μεταξύ τους, ονομάζεται τομέας (section). Μια σύνδεση μεταξύ δυο πολυπλεκτών αποκαλείται γραμμή (line). Η σύνδεση μεταξύ της πηγής και του προορισμού αποκαλείται μονοπάτι (path). Η τοπολογία SONET μπορεί να είναι πλήρης γράφος αλλά συνήθως είναι διπλός δακτύλιος.

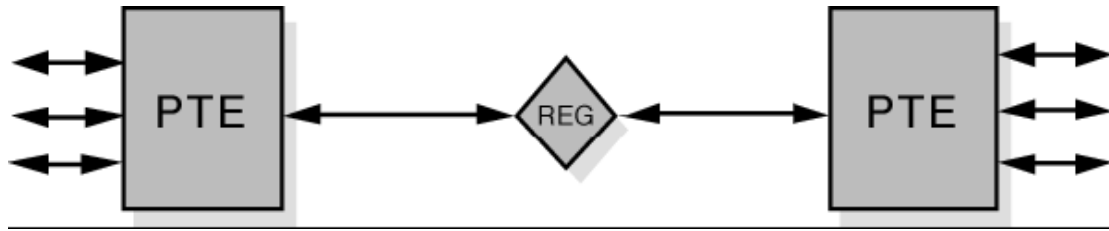


Σχήμα 7: Μονοπάτι SONET

3.4) ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ SONET/SDH

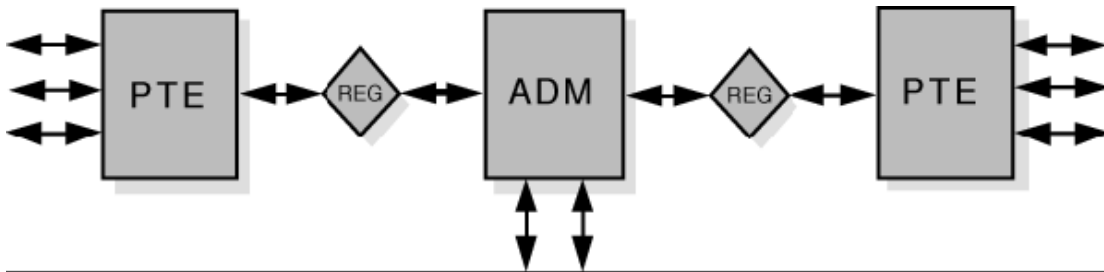
Μετά την εξέταση των συστατικών στοιχείων ενός SONET/SDH δικτύου, κρίνεται σκόπιμη η παράθεση των δυνατών αρχιτεκτονικών ενός τέτοιου δικτύου:

- Σημείο-σε-σημείο (point-to-point) Αρχιτεκτονική: Στην απλούστερη έκδοσή του περιλαμβάνει δύο τερματικούς πολυπλέκτες (PTE), οι οποίοι συνδέονται μέσω οπτικής ίνας, παρουσία ή απουσία συσκευής αναγέννησης σήματος (regenerator). Η αρχιτεκτονική αυτή αποτελεί ταυτόχρονα και την απλούστερη υλοποίηση SONET δικτύων.



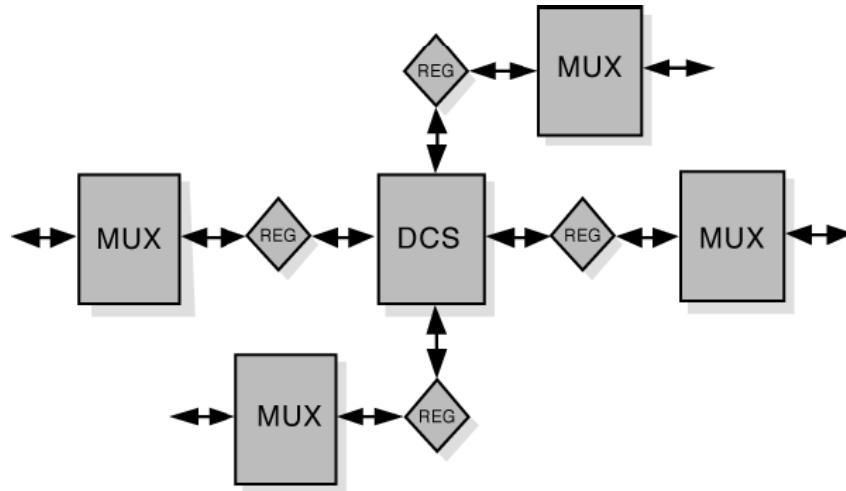
Σχήμα 8: Αρχιτεκτονική 'point-to-point'

- Σημείο-σε πολλαπλά σημεία (point-to multipoint) Αρχιτεκτονική: Η διαμόρφωση αυτή περιλαμβάνει και την προσθήκη/παράλειψη κυκλωμάτων (adding/dropping circuits) κατά μήκος της διαδρομής. Συνεπώς, είναι απαραίτητη η ύπαρξη των πολυπλεκτών ελεγχόμενης πολύπλεξης (ADMs) για την επιτέλεση της συγκεκριμένης λειτουργίας.



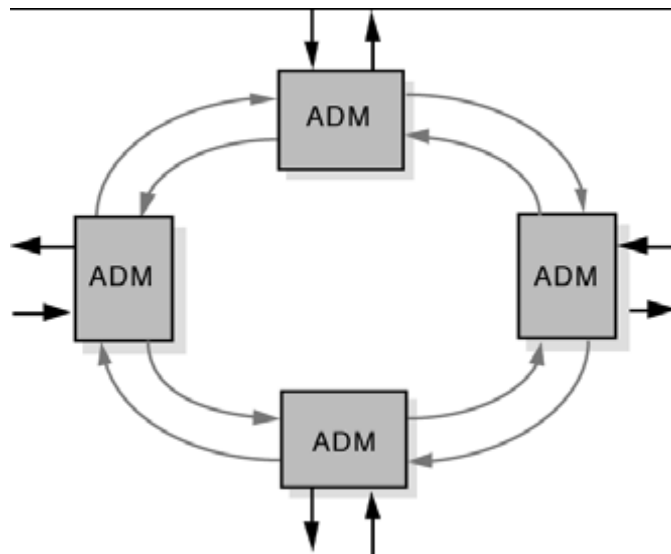
Σχήμα 9: Αρχιτεκτονική 'point-to-multipoint'

- Δίκτυο κομβικού σημείου (Hub Network): Ένα 'hub' αποτελεί το κομβικό σημείο της κυκλοφορίας στο δίκτυο, επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο την επανατροφοδότηση (reprovisioning) των κυκλωμάτων. Η συγκεκριμένη αρχιτεκτονική προσφέρει ευελιξία, συγκριτικά με τις 'point-to-point' αρχιτεκτονικές, κατά τις περιπτώσεις επέκτασης ή μεταβολής του δικτύου.



Σχήμα 10: Αρχιτεκτονική Κομβικού Σημείου (Hub)

- Αρχιτεκτονική Δακτυλίου (Ring Architecture): Τα βασικά δομικά στοιχεία αυτής της διαμόρφωσης είναι τα ADMs, τα οποία και τοποθετούνται σε τοπολογία δακτυλίου επιτρέποντας την κατεύθυνση της πληροφορίας προς μία ή και προς τις δύο κατευθύνσεις. Το κύριο πλεονέκτημα της αρχιτεκτονικής δακτυλίου είναι η επιβιωσιμότητά της.



Σχήμα 11: Αρχιτεκτονική Κομβικού Σημείου (Hub)

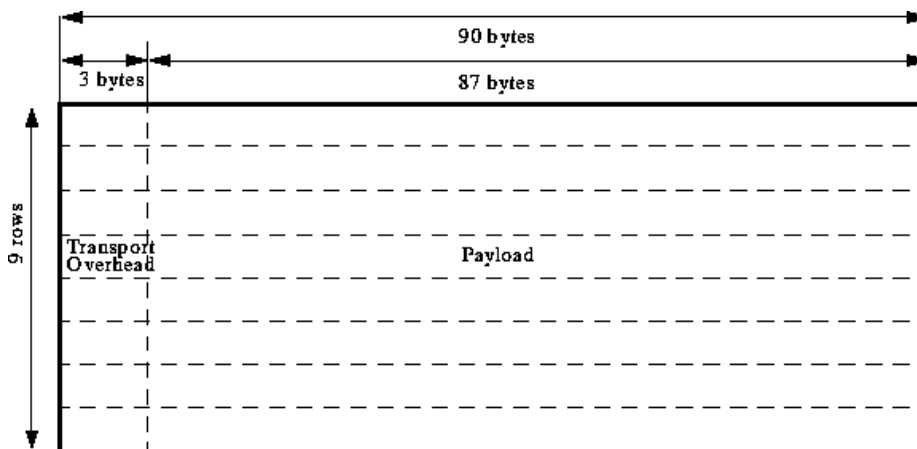
3.5) ΔΟΜΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Το βασικό πλαίσιο SONET είναι μια ομάδα των 810 byte εκπεμπόμενη κάθε 125 μsec . Αφού το SONET είναι σύγχρονο, τα πλαίσια εκπέμπονται είτε υπάρχουν είτε δεν υπάρχουν χρήσιμα δεδομένα προς αποστολή. Ο ρυθμός των 8.000 πλαισίων/sec ταιριάζει ακριβώς με το ρυθμό δειγματοληψίας των διαύλων PCM, που χρησιμοποιείται σε όλα τα ψηφιακά τηλεφωνικά συστήματα.

Τα πλαίσια των 810 byte του SONET μπορούν καλύτερα να περιγράψουν σαν ορθογώνια από byte, πλάτους 90 στηλών και ύψους 9 γραμμών. Συνεπώς, στέλνονται $8 \times 810 = 6.480$ bit, 8.000 φορές το δευτερόλεπτο, με μεικτό ρυθμό δεδομένων των 51,84 Mbps. Αυτός είναι ο βασικός δίαυλος SONET που αποκαλείται Σήμα Σύγχρονης Μεταφοράς-1 STS-1 (Synchronous Transport Signal-1). Όλα τα κυκλώματα του SONET αποτελούν πολλαπλάσια του STS-1.

Οι πρώτες τρεις στήλες κάθε πλαισίου δεσμεύονται για πληροφορίες διαχείρισης του συστήματος, όπως φαίνεται στο Σχήμα 12. Οι πρώτες τρεις γραμμές περιέχουν την επιβάρυνση (overhead) τομέα. Οι επόμενες έξι περιέχουν την επιβάρυνση γραμμής. Η επιβάρυνση τομέα δημιουργείται και ελέγχεται στην αρχή και στο τέλος κάθε τομέα, ενώ η επιβάρυνση γραμμής δημιουργείται και ελέγχεται στην αρχή και στο τέλος κάθε γραμμής.

Σχήμα 12: Δομή πλαισίου SONET



Οι υπόλοιπες 87 στήλες περιέχουν $87 \times 9 \times 8 \times 8.000 = 50,112$ Mbps δεδομένων χρήστη. Εν τούτοις, τα δεδομένα χρήστη, αποκαλούμενα Φάκελος Σύγχρονου Ωφέλιμου Φορτίου SPE (Synchronous Payload Envelope) δεν αρχίζουν πάντοτε στη γραμμή 1, στήλη 4. Το SPE μπορεί να αρχίσει οπουδήποτε μέσα στο πλαίσιο. Ένας δείκτης που δείχνει το πρώτο byte περιέχεται στην πρώτη σειρά της επιβάρυνσης γραμμής. Η πρώτη στήλη του SPE είναι η επιβάρυνση μονοπατιού (δηλαδή, η επικεφαλίδα για το από άκρο σε άκρο πρωτόκολλο του υπό-στρώματος μονοπατιού – path sublayer protocol).

Η δυνατότητα του SPE να αρχίζει σε οποιοδήποτε σημείο εντός του πλαισίου SONET, ακόμη και να διατρέχει δυο διαφορετικά πλαίσια, προσδίδει πρόσθετη ευελιξία στο σύστημα. Για παράδειγμα, εάν ένα φορτίο φθάνει στην πηγή ενώ συντίθεται ένα άδειο πλαίσιο, μπορεί να εισαχθεί στο τρέχον πλαίσιο αντί να κρατείται μέχρι την αρχή του επόμενου. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι επίσης χρήσιμο όταν το φορτίο δεν ταιριάζει ακριβώς σε ένα πλαίσιο, όπως στην περίπτωση μιας ακολουθίας κελιών ATM των 53 byte. Η πρώτη σειρά της επιβάρυνσης γραμμής μπορεί τότε να δείχνει την αρχή του πρώτου πλήρους κελιού, ώστε να κρατά τον συγχρονισμό.

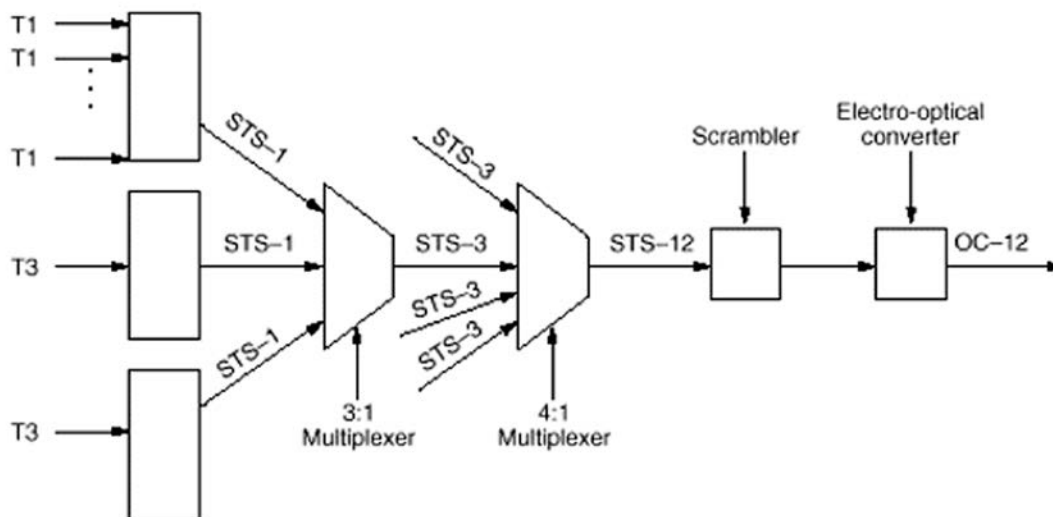
Οι επιβαρύνσεις τομέα, γραμμής και μονοπατιού περιέχουν μια πληθώρα από byte που χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία, τη διαχείριση και τη συντήρηση. Αφού κάθε byte του πλαισίου εμφανίζεται 8.000 φορές το δευτερόλεπτο αντιπροσωπεύει έναν δίαυλο PCM. Τρία από αυτά πράγματι χρησιμοποιούνται ως δίαυλοι φωνής για το προσωπικό συντήρησης του τομέα, της γραμμής και του μονοπατιού. Άλλα byte χρησιμοποιούνται για την πλαισίωση, την ισοτιμία, την επίβλεψη λαθών, τις ταυτότητες, τα ρολόγια, τον συγχρονισμό και άλλες λειτουργίες.

3.6) ΠΟΛΥΠΛΕΞΙΑ

Η πολυπλεξία πολλαπλών συρμών δεδομένων, των αποκαλούμενων παραπόταμων (tributaries), παίζει καθοριστικό ρόλο στο SONET. Η πολυπλεξία φαίνεται στο Σχήμα 13. Αρχίζουμε αριστερά με διάφορους εισερχόμενους

συρμούς χαμηλής ταχύτητας, οι οποίοι μετατρέπονται στον βασικό ρυθμό του SONET, το STS-1, στις περισσότερες περιπτώσεις με γέμιση ώστε να φθάσουν τα 51,84 Mbps. Κατόπιν, τρία STS-1 πολυπλέκονται σε έναν εξερχόμενο συρμό STS-3 των 155,52 Mbps. Αυτός ο συρμός, με τη σειρά του, πολυπλέκεται με τρεις άλλους σε έναν τελικό συρμό που έχει δώδεκα φορές τη χωρητικότητα του συρμού STS-1. Στο σημείο αυτό, το σήμα αναδεύεται (scrambled) ώστε να μην επηρεάζεται ο συγχρονισμός από μεγάλες ακολουθίες 0 ή 1 και μετατρέπεται από ηλεκτρικό σε οπτικό σήμα.

Η πολυπλεξία γίνεται byte προς byte. Για παράδειγμα, όταν τρία STS-1 των 51,84 Mbps συγχωνεύονται σε έναν συρμό STS-3 των 155,52 Mbps, ο πολυπλέκτης πρώτα εξάγει ένα byte από τον συρμό 1, μετά 1 από τον συρμό 2 και τελικά 1 από τον συρμό 3, πριν να επιστρέψει στον συρμό 1. Η αντίστοιχη εικόνα με το Σχήμα 13 για το STS-3 δείχνει στήλες από τους συρμούς 1,2 και 3, με τη σειρά αυτή, μετά μια άλλη τριάδα, κ.ο.κ. μέχρι τη στήλη 270. Ένα από αυτά τα πλαίσια των 270 x 9 byte στέλνονται κάθε 125 μsec, με αποτέλεσμα ένα ρυθμό δεδομένων των 155,52 Mbps.



Σχήμα 13: Πολυπλεξία στο SONET

3.7) IP over SONET/SDH

Η ολοένα αυξανόμενη κίνηση δεδομένων μέσω Internet (διπλασιασμός των μεταφερόμενων δεδομένων κάθε έξι μήνες) θα οδηγήσει σύμφωνα με συντηρητικούς υπολογισμούς σε συνολικούς ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων της τάξης των 35 Tb/s μέχρι το 2001 και 280 Tb/s μέχρι το 2005.

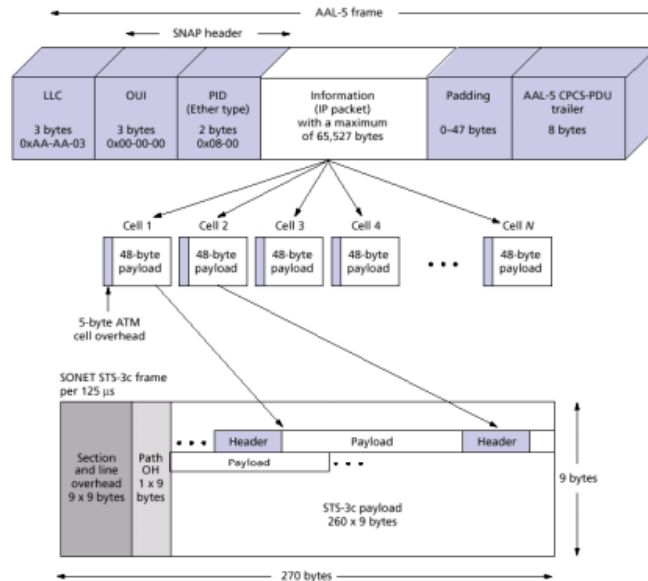
Γίνεται λοιπόν φανερή η ανάγκη για την αύξηση της ταχύτητας μεταφοράς δεδομένων, έτσι ώστε ο τελικός χρήστης να έχει πρόσβαση σε μια πληθώρα νέων υπηρεσιών.

Μια τεχνολογία που επιτρέπει μια τέτοια αύξηση είναι η τεχνολογία IP over SONET/SDH ή με άλλα λόγια, η μεταφορά IP πακέτων πάνω από το φυσικό επίπεδο που ορίζουν τα πρότυπα SONET (Synchronous Optical Network) και SDH (Synchronous Digital Hierarchy). Η τεχνολογία SONET/SDH επιτρέπει τέτοιου είδους χειρισμούς, καθώς η επιπλέον πληροφορία ελέγχου (overhead) του κάθε πλαισίου (frame) διευκολύνει την μεταφορά πληροφορίας πρωτοκόλλων όπως τα ATM, FDDI και IP.

Πρέπει εδώ να τονίσουμε ότι αν και κάθε ένα από τα πρότυπα αυτά έχει οριστεί από διαφορετικούς οργανισμούς (η ANSI έχει προτυποποιήσει το SONET [T1.105] και η CCITT ή αλλιώς ITU-T . το SDH [G.707]), εν τούτοις οι διαφορές μεταξύ τους είναι μικρές και για αυτό θα αναφερόμαστε στο εξής από κοινού και στα δύο με το όνομα SONET.

➤ IP over ATM over SONET

Η μέθοδος αυτή υλοποιείται σε τρία στάδια (Σχήμα 14):



Σχήμα 14

- i. Κάθε IP πακέτο ενσωματώνεται σύμφωνα με την κλασική μέθοδο για IP over ATM σε ένα πλαίσιο του επιπέδου AAL 5 (ATM Adaptation Layer 5) χρησιμοποιώντας ενθυλάκωση LLC/SNAP.
- ii. Το υποεπίπεδο κατάτμησης και επανασυναρμολόγησης (segmentation and reassembly sublayer) του επιπέδου AAL 5 κατατμήει το παραπάνω πλαίσιο σε ομάδες των 48 bytes. Το επίπεδο ATM με τη σειρά του παραλαμβάνει τις ομάδες αυτές και προσθέτει σε κάθε μια μια κεφαλίδα (header) μήκους 5 bytes δημιουργώντας έτσι πλαίσια ATM (ATM cells) των 53 bytes.
- iii. Τα ATM πλαίσια (ATM cells) ενσωματώνονται εν τέλει σε ένα πλαίσιο SONET (SONET frame) και μεταφέρονται.

Βάσει της μεθόδου αυτής επιτυγχάνονται ρυθμοί μεταφοράς της τάξης των 155 Mb/s (ιεραρχικό επίπεδο OC-3) και 622 Mb/s (ιεραρχικό επίπεδο OC-12).

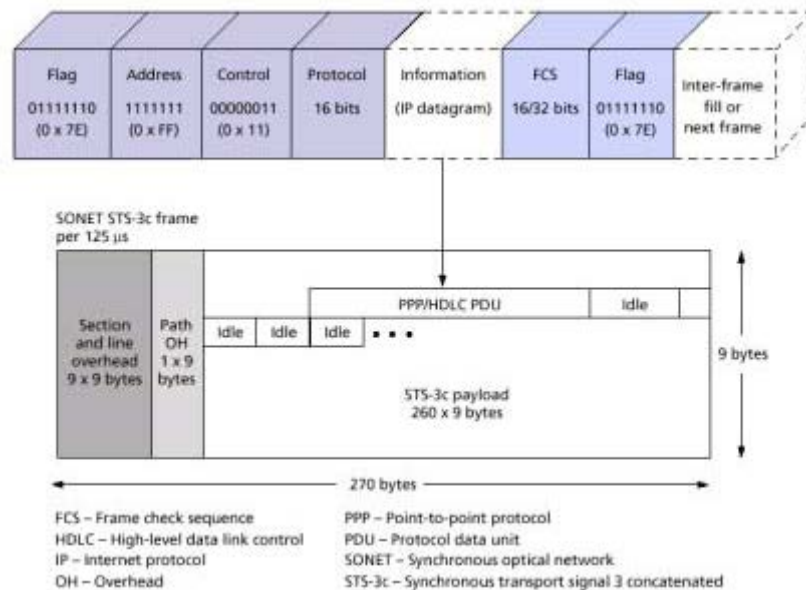
Παρά το ότι η μέθοδος αυτή συνδυάζει πλεονεκτήματα των τεχνολογιών SONET (δυνατότητες διαχείρισης απόδοσης - performance management - και ασφαλών σε επίπεδο μονοπατιού - path level fault management) και ATM (δυναμικός διαμοιρασμός εύρους ζώνης στα νοητά κυκλώματα - virtual circuits), έχει εν τούτοις ένα βασικό μειονέκτημα: η επιπλέον πληροφορία που απαιτείται (overhead) είναι ίση με 18% έως 25% επιπροσθέτως του 4% που απαιτείται εξ ορισμού για το SONET. Για το λόγο αυτό έχει αναπτυχθεί μια μέθοδος για απ'

ευθείας μεταφορά IP πακέτων πάνω από δίκτυα SONET (IP directly over SONET).

➤ IP directly over SONET

Η μέθοδος βάσει της οποίας μπορούν να μεταφερθούν IP πακέτα απ' ευθείας πάνω από δίκτυα SONET, χωρίς δηλαδή τη διαμεσολάβηση ATM επιπέδων, διατηρεί τα περισσότερα από τα πλεονεκτήματα της έμμεσης μεθόδου, ενώ παράλληλα επιτρέπει ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων της τάξης των 2.5 Gb/s (ιεραρχικό επίπεδο OC-48). Τέτοιες ταχύτητες είναι δύσκολο να επιτευχθούν όταν εφαρμόζεται η προηγούμενη μέθοδος, γιατί τότε, το υποεπίπεδο κατάρτησης και επανασυναρμολόγησης (segmentation and reassembly sublayer) του ATM δικτύου αρχίζει να εμφανίζει αυξανόμενη πολυπλοκότητα.

Η μέθοδος IP directly over SONET συνίσταται στα εξής (Σχήμα 15): η πληροφορία IP (IP datagrams) ενθυλακώνεται σε PPP (point-to-point protocol) πλαίσια. (Το πρωτόκολλο PPP επιτρέπει την μεταφορά πακέτων διαφορετικών



Σχήμα 15

πρωτοκόλλων ανωτέρων επιπέδων, όπως το IP). Τα πλαίσια αυτά (που κατατμήνονται σύμφωνα με τον τρόπο που ορίζει το πρωτόκολλο HDLC) ενσωματώνονται τελικά σε πλαίσια SONET και μεταφέρονται.

Το βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής σε σχέση με την προηγούμενη είναι (όπως αναφέρθηκε) η δυνατότητα για επίτευξη μεγαλύτερων ταχυτήτων μεταφοράς δεδομένων, καθώς και η μείωση της απαιτούμενης επιπλέον πληροφορίας ελέγχου (overhead 2% σε σχέση με 18% έως 25% της προηγούμενης μεθόδου). Εν τούτοις, βάσει της μεθόδου αυτής δεν μπορεί να γίνει διαχείριση του εύρους ζώνης (bandwidth) της σύνδεσης (link) μεταξύ δύο μηχανών ενός δικτύου SONET, γιατί για την μεταφορά δεδομένων θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί όλο το διαθέσιμο εύρος ζώνης (έστω και αν ο όγκος των δεδομένων δεν απαιτεί κάτι τέτοιο). Αντίθετα, στην προηγούμενη μέθοδο (IP over ATM over SONET) κάτι τέτοιο είναι εφικτό χάρη στην έννοια του νοητού κυκλώματος (virtual circuit).

3.8) ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Η τεχνολογία SONET εξασφαλίζει σημαντικά πλεονεκτήματα τα οποία είναι τα εξής:

- Μείωση των απαιτήσεων σε εξοπλισμό και βελτίωση της αξιοπιστίας του δικτύου.
- Πρόβλεψη των “overhead & payload bytes” , με τα “overhead bytes” (φορείς των πληροφοριών τρόπου εκπομπής και του πρωτοκόλλου) να επιτρέπουν την ξεχωριστή διαχείριση των “payload bytes” (φορείς των δεδομένων) και τη διευκόλυνση μιας κεντρικής τμηματοποιημένης διαχείρισης σφαλμάτων.
- Ορισμός ενός τύπου σύγχρονης πολύπλεξης (synchronous multiplexing) για τα χαμηλότερου επιπέδου ψηφιακά σήματα, καθώς και μιας σύγχρονης δομής (synchronous structure) που απλοποιεί σε μεγάλο βαθμό τη διασύνδεση με τον εξοπλισμό.
- Διαθεσιμότητα ενός συνόλου προτύπων γενικής φύσεως, γεγονός που επιτρέπει τη διασύνδεση προϊόντων διαφορετικών κατασκευαστών.

- Ορισμός μιας ευέλικτης αρχιτεκτονικής, ικανής να ενσωματώσει πιθανές μελλοντικές εφαρμογές μέσω μιας ποικιλίας ρυθμών εκπομπής.

Από την μια μεριά το SONET δημιούργησε ένα πρότυπο για τη διασύνδεση των οπτικών δικτύων. Ο εξοπλισμός μπορούσε να είναι πλέον από διάφορους κατασκευαστές, κάτι που δημιούργησε ανταγωνισμό και έριξε τις τιμές. Παρόλα αυτά ο εξοπλισμός παρέμεινε σχετικά ακριβός.

Ένα επιπλέον μειονέκτημα είναι το γεγονός ότι οι επικεφαλίδες του SONET καταναλώνουν εύρος ζώνης, αφήνοντας έτσι λιγότερο εύρος ζώνης διαθέσιμο για τη μεταφορά ωφέλιμου φορτίου. Το πακέτο αποστέλλεται στο δίκτυο κάθε 125 ms, είτε είναι γεμάτο δεδομένα είτε όχι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ 802

Το IEEE διαθέτει μια ομάδα προτυποποίησης που αναπτύσσει πρότυπα στην περιοχή των ηλεκτρολόγων μηχανικών και των υπολογιστών. Το IEEE παρήγαγε διάφορα πρότυπα για LAN. Αυτά τα πρότυπα είναι συνολικά γνωστά ως IEEE 802 και περιλαμβάνουν το CSMA/CD, την αρτηρία με σκυτάλη (token bus) και τον δακτύλιο με σκυτάλη (token ring). Τα διάφορα πρότυπα διαφέρουν στο φυσικό στρώμα και στο υπόστρωμα MAC, αλλά είναι συμβατά στο στρώμα ζεύξης δεδομένων. Τα πρότυπα IEEE 802 έχουν γίνει αποδεκτά από το ANSI ως εθνικά πρότυπα των ΗΠΑ, από το NIST ως κυβερνητικά πρότυπα και από το ISO ως διεθνή πρότυπα (γνωστά ως ISO 8802).

Παρακάτω θα αναλύσουμε το πρότυπο IEEE 802.3. Το πρότυπο IEEE 802.3 είναι ένα δίκτυο εκπομπής τύπου αρτηρίας με κατανεμημένο έλεγχο, το οποίο λειτουργεί σε ταχύτητες των 10 ή 100 Mbps. Οι υπολογιστές που είναι συνδεδεμένοι στο Ethernet μπορούν να μεταδώσουν όποτε θελήσουν. Αν δυο ή περισσότερα πακέτα συγκρουστούν, κάθε υπολογιστής απλώς περιμένει κάποιο τυχαίο διάστημα και ξαναπροσπαθεί αργότερα.

4.1) ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ IEEE 802.3

Τα δίκτυα τύπου Ethernet (IEEE 802.3 βασικής ζώνης), αποτελούν την πλέον δημοφιλή δικτυακή λύση σε τοπικό επίπεδο. Πολλοί άνθρωποι χρησιμοποιούν τη λέξη «Ethernet» σαν μια γενική έννοια για να αναφερθούν σε όλα τα πρωτόκολλα CSMA/CD παρόλο που αυτό πραγματικά αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο προϊόν το οποίο υλοποιεί το 802.3. Το πρότυπο IEEE 802.3 ορίζει το πρωτόκολλο Ελέγχου Πρόσβασης στο Μέσο για τοπικό δίκτυο υπολογιστών τοπολογίας αρτηρίας, που χρησιμοποιεί ως μέθοδο πρόσβασης στο μέσο την Πολλαπλή Προσπέλαση με Ακρόαση Φέροντος και Ανίχνευση Συγκρούσεων (CSMA/CD – Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection).

Η μέθοδος CSMA/CD είναι η συνήθης μέθοδος ελέγχου πρόσβασης στο μέσο, των τοπικών δικτύων τοπολογίας αρτηρίας/ δέντρου. Με τη μέθοδο αυτή όταν ένας σταθμός θέλει να μεταδώσει, 'ακούει' το καλώδιο. Εάν το καλώδιο είναι απασχολημένο ο σταθμός περιμένει έως ότου ελευθερωθεί, διαφορετικά μεταδίδει αμέσως. Εάν δυο ή περισσότεροι σταθμοί αρχίσουν να μεταδίδουν συγχρόνως σε ένα ελεύθερο καλώδιο, θα συγκρουστούν. Όλοι οι συγκρουόμενοι σταθμοί τότε τερματίζουν τη μετάδοσή τους, περιμένουν ένα χρονικό διάστημα και επαναλαμβάνουν ολόκληρη την διαδικασία ξανά από την αρχή.

Επίσης το πρότυπο ορίζει μία ποικιλία των μέσων μετάδοσης για το φυσικό επίπεδο και εναλλακτικές επιλογές ρυθμών μετάδοσης στην περιοχή 1-100 Mbps. Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τα διάφορα πρότυπα δικτύων IEEE 802.3.

<i>Τύπος Δικτύου</i>	<i>Μέσο Μετάδοσης</i>	<i>Bit Rate (Mbps)</i>	<i>Μέγιστο μήκος τμήματος (m)</i>
10Base-5 (Thick Ethernet)	Ομοαξονικό (50 Ohm thick dual shield)	10	500
10Base-2 (Thin Ethernet)	Λεπτό ομοαξονικό (50 ohm)	10	185
10Broad-36	Ευρείας ζώνης ομοαξονικό (Broadband Coaxial)	10	3600
10Base-T	UTP	10	100
1Base-5	UTP	1	250
100Base-T	UTP	100	100

Πίνακας 1. Τα πρότυπα δικτύων IEEE 802.3

4.2) Η ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ ΤΟΥ 802.3

Συνήθως χρησιμοποιούνται τέσσερις τύποι ομοαξονικού καλωδίου, όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα. Ιστορικά, πρώτα εμφανίστηκε η καλωδίωση 10Base5, γνωστή ως παχύ Ethernet (Thick Ethernet). Οι συνδέσεις με αυτό γίνονται με απομαστευτικές δαγκάνες (vampire taps), στις οποίες μια ακίδα ωθείται προσεκτικά μέχρι το μέσο του ομοαξονικού καλωδίου στον πυρήνα.

Στο 10Base5, ένας πομποδέκτης βιδώνεται προσεκτικά γύρω από το καλώδιο έτσι ώστε η απομάστευση να έρχεται σε επαφή με τον εσωτερικό πυρήνα. Ο πομποδέκτης περιέχει τα ηλεκτρονικά που χειρίζονται την ανίχνευση του φέροντος και των συγκρούσεων. Όταν ανιχνευθεί σύγκρουση, ο πομποδέκτης τοποθετεί ένα ειδικό σήμα ακύρωσης στο καλώδιο για να βεβαιωθεί ότι όλοι οι άλλοι πομποδέκτες αντιλαμβάνονται κι αυτοί ότι έγινε σύγκρουση.

Ο δεύτερος τύπος καλωδίων είναι το 10Base2 ή λεπτό Ethernet (Thin Ethernet), το οποίο, αντίθετα με το παχύ Ethernet λυγίζει εύκολα. Οι συνδέσεις σε αυτό γίνονται με τη βοήθεια τυποποιημένων ακροδεκτών BNC ώστε να σχηματίζονται διακλαδώσεις-T, αντί της χρήσης δαγκάνων. Τα ηλεκτρονικά του πομποδέκτη βρίσκονται στην κάρτα του υπολογιστή και κάθε σταθμός έχει τον δικό του πομποδέκτη. Αυτές οι συνδέσεις είναι περισσότερο εύχρηστες και αξιόπιστες. Το λεπτό Ethernet είναι φθηνότερο και ευκολότερο στην εγκατάσταση, αλλά μπορεί να καλύψει μόνο 200 μέτρα.

Ο εντοπισμός των κομμένων καλωδίων, των κακών διακλαδώσεων ή των χαλαρών ακροδεκτών μπορεί να είναι μεγάλο πρόβλημα σε όλα τα είδη των μέσων για αυτό το λόγο τα συστήματα έχουν οδηγηθεί προς μια διαφορετική σχεδίαση της καλωδίωσης, όπου όλοι οι σταθμοί έχουν ένα καλώδιο να απλώνεται προς ακτινικό επαναλήπτη ή πλήμνη (hub). Συνήθως, τα καλώδια αυτά είναι τηλεφωνικοί διπλαγωγοί, επειδή τα περισσότερα κτίρια γραφείων είναι καλωδιωμένα κατ' αυτόν τον τρόπο και κανονικά υπάρχει πληθώρα διαθέσιμων ζευγών. Η σχεδίαση αυτή ονομάζεται 10Base-T.

Στο 10Base-T, δεν υπάρχει καθόλου καλώδιο, μόνο ένα hub. Η πρόσθεση ή η αφαίρεση ενός σταθμού είναι απλούστερες σε αυτήν την διάταξη και οι

διακοπές του καλωδίου μπορούν να ανιχνευθούν εύκολα. Η μετάδοση στο φυσικό επίπεδο είναι βασικής ζώνης (base band) με κωδικοποίηση Manchester. Το μειονέκτημα του 10Base-T είναι ότι η μέγιστη απόσταση του καλωδίου από το hub είναι μόνο 100 μέτρα, μπορεί και 150 μέτρα, αν χρησιμοποιηθούν ζεύγη υψηλής ποιότητας. Πάντως, το 10Base-T γίνεται σταθερά περισσότερο δημοφιλές, λόγω της ευκολίας της συντήρησης που προσφέρει.



ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ 10Base-T

Μια τέταρτη επιλογή καλωδίωσης του 802.3 είναι το 10Broad-36, το οποίο χρησιμοποιεί οπτικές ίνες. Η επιλογή αυτή είναι δαπανηρή λόγω του κόστους των ακροδεκτών και των τερματισμών, αλλά παρουσιάζει εξαιρετική αντοχή στον θόρυβο και είναι η κατάλληλη μέθοδος για την σύνδεση κτιρίων ή hub που βρίσκονται σε μεγάλες αποστάσεις.

Το βασικό πρόβλημα στην οικογένεια 802.3 σε σχέση με εφαρμογές πολυμέσων εστιάζεται:

- Στην πιθανοκρατική συμπεριφορά της μεθόδου που ελέγχει την πρόσβαση στο μέσο. Δηλαδή με λίγη κακή τύχη, ένας σταθμός μπορεί να περιμένει αδικαιολόγητα μεγάλο χρονικό διάστημα για να στείλει ένα πλαίσιο.
- Στο γεγονός ότι τα πλαίσια, δεν έχουν προτεραιότητες, με αποτέλεσμα να είναι ακατάλληλα για συστήματα πραγματικού χρόνου (real time), στα οποία τα σημαντικά πλαίσια δεν περιμένουν για να σταλούν τα ασήμαντα.

4.3) ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ MANCHESTER

Καμιά από τις παραλλαγές του 802.3 δεν χρησιμοποιεί άμεση δυαδική κωδικοποίηση με τα 0 volt να παριστάνουν το bit 0 και τα 5 volt να παριστάνουν το bit 1, επειδή αυτό οδηγεί σε ασάφειες. Αν ένας σταθμός μεταδίδει τον συρμό

δεδομένων 0001000, κάποιιο άλλοι θα μπορούσαν να τον ερμηνεύσουν ως 10000000 ή ως 01000000, επειδή δεν θα μπορούσαν να διακρίνουν τη διαφορά μεταξύ ενός αδρανούς πομπού (0 volt) και ενός bit 0 (0 volt).

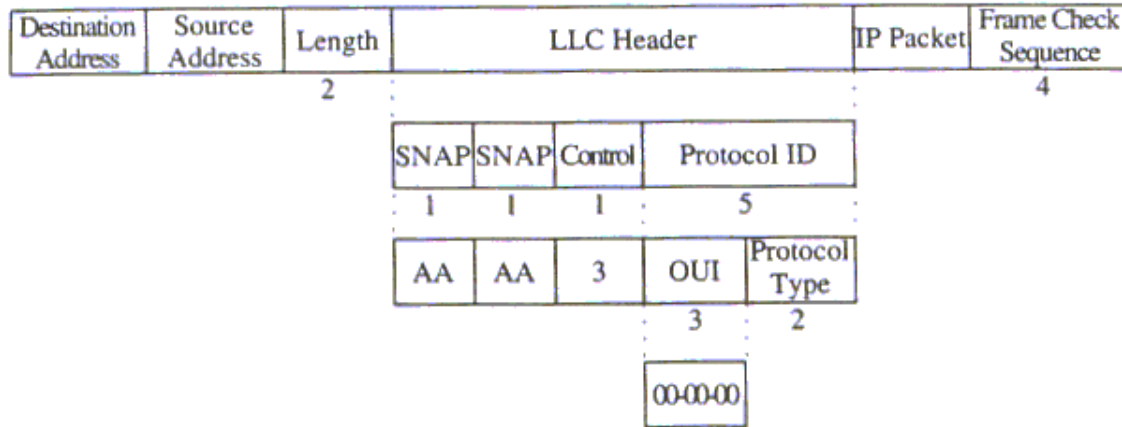
Αυτό που χρειάζεται είναι ένας τρόπος ώστε οι δείκτες να μπορούν να καθορίσουν την αρχή, το τέλος ή το μέσον κάθε bit χωρίς αναφορά σε κάποιο εξωτερικό ρολόι. Δυο τέτοιοι τρόποι ονομάζονται κωδικοποίηση Manchester και διαφορική κωδικοποίηση Manchester. Στην κωδικοποίηση Manchester, η περίοδος κάθε bit διαιρείται σε δυο ίσα διαστήματα. Το δυαδικό bit 1 στέλνεται με το να τεθεί η τάση σε υψηλή στάθμη στο πρώτο διάστημα και σε χαμηλή στο δεύτερο. Το δυαδικό bit 0 είναι το αντίθετο: πρώτα χαμηλή και μετά υψηλή στάθμη. Η μέθοδος αυτή διασφαλίζει ότι στη μέση καθεμιάς περιόδου ενός bit υπάρχει μια μετάβαση που διευκολύνει τον δέκτη στο να συγχρονιστεί με τον πομπό. Ένα μειονέκτημα της κωδικοποίησης Manchester είναι ότι απαιτεί το διπλάσιο εύρος ζώνης από μια άμεση δυαδική κωδικοποίηση, επειδή οι παλμοί έχουν το μισό εύρος.

Η διαφορική κωδικοποίηση Manchester είναι μια παραλλαγή της βασικής κωδικοποίησης Manchester. Σε αυτήν, το bit 1 διακρίνεται από την απουσία μετάβασης στην αρχή του διαστήματος. Το bit 0 διακρίνεται από την παρουσία μετάβασης στην αρχή του διαστήματος. Και στις δυο περιπτώσεις, υπάρχει επίσης μια μετάβαση στη μέση. Η διαφορική μέθοδος απαιτεί πιο πολύπλοκο εξοπλισμό αλλά προσφέρει μεγαλύτερη αντοχή στον θόρυβο. Όλα τα συστήματα βασικής ζώνης 802.3 χρησιμοποιούν την κωδικοποίηση Manchester λόγω της απλότητάς της.

4.4) ΔΟΜΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Η δομή του πλαισίου 802.3 φαίνεται στο Σχ. 1. Κάθε πλαίσιο αρχίζει με ένα προοίμιο των 7 byte, κάθε ένα εκ των οποίων περιέχει τη δυαδική ακολουθία 10101010. Η κατά Manchester κωδικοποίηση αυτής της ακολουθίας παράγει τετραγωνική κυματομορφή των 10 MHz διάρκειας 5,6 μsec για να επιτρέψει τον συγχρονισμό των ρολογιών του δέκτη και του πομπού. Ακολουθεί το byte του

οριοθέτη Start of frame (αρχή πλαισίου) που περιέχει το 10101011 για να δείξει την αρχή του πλαισίου.



Σχήμα 1: ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ 802.3

Το πλαίσιο περιέχει δυο διευθύνσεις, μια για τον προορισμό και μια για την πηγή. Το πρότυπο επιτρέπει διευθύνσεις των 2 και των 6 byte, αλλά οι παράμετροι που καθορίστηκαν για το πρότυπο βασικής ζώνης των 10 Mbps χρησιμοποιούν μόνο διευθύνσεις των 6 byte. Το υψηλότερης τάξης bit της διεύθυνσης προορισμού είναι 0 για τις συνήθεις διευθύνσεις και 1 για τις ομαδικές διευθύνσεις. Οι ομαδικές διευθύνσεις επιτρέπουν σε πολλούς σταθμούς να ακούν σε μια μονή διεύθυνση. Όταν ένα πλαίσιο στέλνεται σε ομαδική διεύθυνση, το λαμβάνουν όλοι οι σταθμοί της ομάδας. Η αποστολή σε ομάδα σταθμών ονομάζεται πολλαπλή διανομή (multicast). Η διεύθυνση που αποτελείται μόνο από 1 δεσμεύεται αποκλειστικά για εκπομπή (broadcast). Το πλαίσιο που περιέχει μόνο 1 στο πεδίο προορισμού του φτάνει σε όλους τους σταθμούς του δικτύου.

Μια άλλη ενδιαφέρουσα δυνατότητα της διευθυνσιοδότησης είναι η χρήση του bit 46 για να διαχωρίζει τις τοπικές από τις παγκόσμιες διευθύνσεις. Οι τοπικές διευθύνσεις εκχωρούνται από τον διαχειριστή κάθε δικτύου και δεν έχουν σημασία έξω από το τοπικό δίκτυο. Οι παγκόσμιες διευθύνσεις, αντίθετα, εκχωρούνται από το IEEE για να εξασφαλιστεί ότι δεν υπάρχουν δυο σταθμοί οπουδήποτε στον κόσμο με την ίδια παγκόσμια διεύθυνση. Με $48-2=46$ bit

διαθέσιμα, υπάρχουν περίπου 7×10^{13} παγκόσμιες διευθύνσεις. Η ιδέα είναι ότι οποιοσδήποτε σταθμός μπορεί να απευθυνθεί μονοσήμαντα σε οποιονδήποτε άλλο σταθμό, απλώς δίνοντας του τον σωστό αριθμό των 48 bit. Επαφίεται στο επίπεδο δικτύου το να ανακαλύψει το πώς θα εντοπίσει τον προορισμό.

Το πεδίο Length (Μήκος) δηλώνει πόσα byte βρίσκονται στο πεδίο δεδομένων, από ένα ελάχιστο 0 μέχρι ένα μέγιστο 1.500. ενώ το πεδίο δεδομένων των 0 byte είναι νόμιμο, δημιουργεί ένα πρόβλημα. Όταν ο πομπодέκτης εντοπίζει σύγκρουση, διακόπτει την μετάδοση του τρέχοντος πλαισίου, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται πάνω στο καλώδιο όλη την ώρα αδέσποτα bit και κομμάτια από πλαίσια. Για να γίνει πιο εύκολος ο διαχωρισμός των έγκυρων πλαισίων από τα άχρηστα, το πρότυπο 802.3 καθορίζει ότι τα νόμιμα πλαίσια θα πρέπει να έχουν μήκος τουλάχιστον 64 byte, από τη διεύθυνση προορισμού μέχρι το άθροισμα ελέγχου. Εάν το τμήμα δεδομένων ενός πλαισίου είναι μικρότερο από 64 byte, το πεδίο pad (συμπλήρωμα) χρησιμοποιείται για τη συμπλήρωση του πλαισίου μέχρι το ελάχιστο μέγεθος.

Ένας άλλος λόγος για τον οποίο έχουμε ελάχιστο μήκος πλαισίου είναι να εμποδίσουμε έναν σταθμό να ολοκληρώσει τη μετάδοση ενός μικρού πλαισίου πριν ακόμη το πρώτο bit φτάσει στο απομακρυσμένο άκρο του καλωδίου, όπου μπορεί να συγκρουστεί με ένα άλλο πλαίσιο.

Το τελευταίο πεδίο είναι το Checksum (άθροισμα ελέγχου), αυτό είναι ουσιαστικά ένας κώδικας ανάμειξης (hash) των 32 bit για τα bit δεδομένων. Εάν μερικά bit δεδομένων ληφθούν λανθασμένα (λόγω θορύβου του καλωδίου), το άθροισμα ελέγχου θα είναι σχεδόν σίγουρα λανθασμένο και το λάθος θα ανιχνευθεί.

4.4.1) ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Ο αλγόριθμος CSMA/CD περιγράφει πως γίνεται η κατανομή του προσφερόμενου εύρους φάσματος, αφού δεν υπάρχει σύστημα προτεραιοτήτων για να αποφασίζει ποιος σταθμός και πότε θα εκπέμψει. Ο χρόνος διαιρείται σε slots (θυρίδες) ίσες με το χρόνο εκπομπής ενός πακέτου, για συγχρονισμό των

υπολογιστών μεταξύ τους και καλύτερη αξιοποίηση του δικτύου. Οι κανόνες του αλγορίθμου είναι:

ΚΑΝΟΝΑΣ 1: Ένας κόμβος πριν μεταδώσει, «ακούει» το μέσο. Αν το μέσο είναι ελεύθερο προχωρά στη μετάδοση των δεδομένων.

ΚΑΝΟΝΑΣ 2: Αν το μέσο είναι απασχολημένο συνεχίζει την ακρόαση μέχρι να «ακούσει» ελεύθερο το μέσο και τότε μεταδίδει.

ΚΑΝΟΝΑΣ 3: Αν υπάρχει άλλος κόμβος που μεταδίδει την ίδια στιγμή, τότε έχουμε σύγκρουση (collision). Ο κόμβος μεταδίδει ένα σύντομο σήμα ότι έλαβε χώρα μία σύγκρουση και σταματά τη μετάδοση.

ΚΑΝΟΝΑΣ 4: Ο κόμβος περιμένει για ένα τυχαίο χρονικό διάστημα και επιχειρεί ξανά τη μετάδοση.

Το πρόβλημα που έρχεται να λύσει ο αλγόριθμος με την ανίχνευση σύγκρουσης, έχει σχέση με το χρόνο διάδοσης της ενέργειας στο μέσο. Υπάρχει περίπτωση ένας σταθμός να ανιχνεύσει ελεύθερο κανάλι ενώ ήδη ένας άλλος σταθμός έχει αρχίσει να εκπέμπει, λόγω καθυστέρησης μετάδοσης της ενέργειας σε όλο το μήκος του καλωδίου. Για αυτό κάθε σταθμός όταν αρχίσει την μετάδοση ενός πακέτου συνεχίζει να αφουγκράζεται το κανάλι για να ανιχνεύσει σύγκρουση του πακέτου (Collision Detection). Ένας σταθμός δεν μπορεί να είναι σίγουρος για μη σύγκρουση του πακέτου του, στη χειρότερη περίπτωση, για όσο χρόνο χρειάζεται το σήμα να διανύσει δύο φορές το μήκος του καλωδίου. Αν συμβεί κάποια σύγκρουση, σταματά η μετάδοση και επιχειρείται ξανά αργότερα.

Η πραγματική απόδοση του δικτύου δεν είναι η ονομαστική, αφού υπάρχει χρόνος που καταναλώνεται σε συγκρούσεις, που στη χειρότερη περίπτωση μπορεί να είναι όλος ο προσφερόμενος και το σύστημα οδηγείται σε αστάθεια, και χρόνος που δεν χρησιμοποιείται το δίκτυο καθόλου γιατί κανένας σταθμός δεν έχει πακέτο για εκπομπή. Επίσης στην χειρότερη περίπτωση ένας σταθμός

μπορεί να περιμένει επ'άπειρο για εκπομπή είτε γιατί βρίσκει συνέχεια το κανάλι κατειλημμένο είτε γιατί τα πακέτα του συνέχεια συγκρούονται.

Όσο μεγαλώνει το πλήθος των κόμβων και αυξάνει το φορτίο του δικτύου, οι συγκρούσεις είναι περισσότερο πιθανές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δραματική μείωση της πραγματικής ταχύτητας του δικτύου. Δεν είναι ασυνήθιστο, αντί για 10Mbps, η ταχύτητα μεταφοράς να είναι γύρω στα 2.5Mbps.

4.5) ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΙΕΕΕ 802.3

Ωστόσο τα Ethernet 802.3 διατηρούν τη φήμη τους εδώ και αρκετά χρόνια για τους εξής κυρίως λόγους:

- Έχουν πολύ καλή απόδοση κάτω από μέτριες συνθήκες φόρτου δικτύου (αλλιώς η δυναμικότητα του δικτύου αχρηστεύεται από τις συγκρούσεις).
- Συνήθως χρησιμοποιούνται πιο συντηρητικά από ότι επιτρέπουν τα σχεδιαστικά τους πρότυπα, διότι κατά κανόνα στο δίκτυο συνδέονται κάτω από 200 κόμβοι, που είναι φυσικά πολύ λιγότεροι από το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο που είναι 1024 κόμβοι. Επιπλέον, συχνά και το μήκος τους είναι χαμηλότερο από το επιτρεπόμενο.
- Οι κόμβοι συνήθως παρέχουν end-to-end μηχανισμούς ελέγχου ροής, οπότε και είναι σπάνιο ένας κόμβος να ρίχνει συνέχεια πλαίσια στο δίκτυο.
- Είναι εύκολα στη διαχείριση και συντήρησή τους.
- Το κόστος τους είναι χαμηλό.

4.6) ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΙΕΕΕ 802.3

Απ' την άλλη πλευρά το 802.3 έχει μια ουσιώδης αναλογική συνιστώσα. Κάθε σταθμός βάσης θα πρέπει να εντοπίζει το σήμα του ασθενέστερου, από τους άλλους σταθμούς, ακόμα και να μεταδίδει ο ίδιος και όλα τα κυκλώματα

εντοπισμού συγκρούσεων στο πομποδέκτη είναι αναλογικά. Λόγω της πιθανότητας να έχουμε πλαίσια που απορρίπτονται εξαιτίας των συγκρούσεων, το ελάχιστο έγκυρο πλαίσιο είναι 64 bytes, το οποίο δημιουργεί μία ουσιώδη επιβάρυνση όταν τα δεδομένα είναι ένας μόνο χαρακτήρας 35 από ένα τερματικό. Επιπλέον το 802.3 έχει μη καθορισμένη συμπεριφορά (nondeterministic), που σημαίνει ότι συχνά είναι ακατάλληλο για εργασία πραγματικού χρόνου (real time) και δεν διαθέτει προτεραιότητες. Το μήκος του καλωδίου περιορίζεται στα 2,5 km (όταν χρησιμοποιούνται επαναλήπτες) διότι χρόνος διάδοσης μετ'επιστροφής κατά μήκος του καλωδίου καθορίζει το χρόνο σχισμής, και επομένως την απόδοση.

Δίκτυα CSMA/CD όπως το 802.3 είναι δύσκολο να λειτουργήσουν σε μεγάλες ταχύτητες και καθώς η ταχύτητα αυξάνει, η απόδοση πέφτει διότι οι χρόνοι μετάδοσης του πλαισίου πέφτουν, αλλά το διάστημα ανταγωνισμού όχι. Καθώς βελτιώνεται η τεχνολογία και τα δίκτυα γίνονται ταχύτερα, αυτό το θέμα θα γίνει πολύ σημαντικό. Σε μεγάλο φορτίο, η παρουσία των συγκρούσεων γίνεται ένα μεγάλο πρόβλημα και μπορεί να επηρεάσει σοβαρά το ρυθμό εξυπηρέτησης. Επιπλέον το 802.3 δεν είναι και πολύ κατάλληλο για δίκτυα οπτικών ινών λόγω της δυσκολίας εγκατάστασης των διακλαδώσεων. Η μόνη γενική διαπίστωση που δεν αμφισβητείται, είναι ότι ένα υπερφορτωμένο δίκτυο 802.3 θα καταρρεύσει ολοκληρωτικά, ενώ ένα υπερφορτωμένο σύστημα βασισμένο σε κουπόνι θα έχει μια απόδοση που θα πλησιάζει το 100%. Για τους ανθρώπους που θα χρησιμοποιήσουν το τοπικό τους δίκτυο σε υπερφορτωμένη μορφή το 802.3 σαφώς δεν είναι το κατάλληλο. Για τους ανθρώπους που σκοπεύουν να το χρησιμοποιήσουν αυτό με μικρό ή μέσο φορτίο είναι το κατάλληλο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΔΙΚΤΥΑ ETHERNET ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

Ο στόχος του γρήγορου Ethernet των 100 Mbps είναι να ξεπεραστούν οι περιορισμοί του CSMA/CD, χωρίς όμως να χρειαστεί να εγκαταλειφθεί η υπάρχουσα υποδομή και χωρίς να γίνουν νέες μεγάλες επενδύσεις για την εισαγωγή νέας τεχνολογίας. Υπάρχουν τρία πρότυπα που υλοποιούν αυτό το σχέδιο και τα οποία θα τα αναπτύξουμε παρακάτω.

➤ IEEE 802.9 (Isochronous Ethernet)

Η ιδέα του ισόχρονου Ethernet (Isochronous Ethernet, IsoEthernet) είναι να προστεθούν στο κλασικό Ethernet, μέσω μίας αποδοτικότερης τεχνικής κωδικοποίησης 6.144 Mbps, τα οποία παρέχουν 96 ισόχρονα B κανάλια των 64 Kbps. Ουσιαστικά υπάρχουν δύο διαφορετικά δίκτυα πάνω στο ίδιο μέσο.

Οι κόμβοι μπορούν να επικοινωνούν όπως στο κλασικό Ethernet, διαμέσου του καναλιού δεδομένων των 10Mbps, ή να εγκαθιστούν κυκλώματα επικοινωνίας αθροίζοντας μερικά από τα 96 ισόχρονα B κανάλια. Το IsoEthernet διακρίνει τις εφαρμογές σε δύο κατηγορίες: αυτές που απαιτούν ισόχρονες υπηρεσίες και αυτές που αρκούνται στο κλασικό Ethernet. Αυτή η κατηγοριοποίηση λύνει αρκετά προβλήματα, αλλά η απόδοση του IsoEthernet είναι σαφώς κατώτερη του 100Base-VG AnyLAN.

➤ Fast Ethernet (100Base-T, 100 Mbps - CSMA/CD)

Είναι πλήρως συμβατό με το πρωτόκολλο CSMA/CD, έχει ταχύτητα 100Mbps/sec πάνω σε καλώδιο UTP, μέγιστη απόσταση τμήματος 100 μέτρα και απόσταση μεταξύ repeaters 10 μέτρα. Πρωθείται από τις εταιρείες 3Com, SUN Microsystems και Intel.

Είναι ένα οικονομικό μοντέλο με μεγάλη απόδοση και πιθανώς το πιο εύκολα εφαρμόσιμο από τα μοντέλα υψηλών ταχυτήτων. Όμως οι ομοιότητες του με το 10Base-T το επιφορτίζουν με δυσκολίες στην επεκτασιμότητα.

➤ IEEE 802.12 (Τοπικό δίκτυο ζήτησης προτεραιότητας-Demand Priority LAN)

Τα δίκτυα ζήτησης προτεραιότητας αρχικά προτάθηκαν ως 100Base-VG (Voice Grade) και στη συνέχεια προωθήθηκαν ως 100Base-VG AnyLAN από τις εταιρείες AT&T, Hewlett Packard και IBM.

Παρόλες τις ομοιότητες του 100Base-VG AnyLAN με το οικείο 802.3, χρησιμοποιεί διαφορετικές μεθόδους σηματοδότησης. Σε αντίθεση με το 10Base-T, η μέθοδος πρόσβασης βασίζεται στο Πρωτόκολλο Ζήτησης Προτεραιότητας (Demand Priority Access - DPA).

Τα δίκτυα 100Base-VG χρησιμοποιούν ιεραρχική δομή τύπου αστέρα. Η γραμμή σύνδεσης μεταξύ σταθμού και hub υλοποιείται με καλώδια UTP 4 ζευγών. Επιπλέον, το Πρωτόκολλο Ζήτησης Προτεραιότητας προσφέρει και δυνατότητες ισοχρονισμού, ώστε να εξασφαλίζεται το απαιτούμενο εύρος ζώνης για εφαρμογές πολυμέσων.

5.1) ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ IEEE 802.9

Το IEEE 802 έχει συμβάλει στη δημιουργία των προτύπων δικτύων τοπικής και μητροπολιτικής περιοχής για τη διεθνή κοινότητα από την έναρξή του το 1980. Η επιτροπή IEEE 802 αποτελούταν αρχικά από 6 ομάδες εργασίας, με νέες που προστίθενται καθώς τα νέα προγράμματα αναπτύχθηκαν. Τον Φεβρουάριο του 1986, η εκτελεστική Επιτροπή του IEEE 802 διαμόρφωσε μια ειδική ομάδα μελέτης σχετικά με τις ενσωματωμένες λύσεις φωνής/δεδομένων του τοπικού LAN (IVD). Μέσα σε ένα έτος, η IEEE 802.9 ομάδα εργασίας

διαμορφώθηκε με έναν χάρτη για να παρέχει μια διεπαφή για τη σύνδεση LANs και ISDN. Η ομάδα εργασίας άρχισε να καθορίζει μια τυποποιημένη διεπαφή IVDLAN που ήταν συμβατή με το ήδη υπάρχον IEEE 802 τοπικό LAN και τα διεθνή πρότυπα, τις αρχιτεκτονικές, και τις υπηρεσίες ISDN του International Telecommunication Union Telecommunications Standardization Sector (ITU TSS, στο παρελθόν η CCITT).

Μέχρι το τέλος του 1990, τα πρότυπα IVDLAN είχαν σχεδόν ολοκληρωθεί αλλά η υποστήριξη της βιομηχανίας είχε μειωθεί τόσο ενώ μεγάλο μέρος του προγράμματος είχε ήδη τελειώσει. Δεδομένου ότι οι εφαρμογές ISDN και πολυμέσων χρησιμοποιούνταν όλο και περισσότερο, εντούτοις, νέος ενθουσιασμός υπήρξε για αυτήν την εργασία. Μετονομάστηκε σε τοπικό LAN ενοποιημένων υπηρεσιών (ISLAN), το πρότυπο IEEE 802.9 εγκρίθηκε ως πρότυπο το φθινόπωρο του 1993 και η συμμετοχή προμηθευτών σε αυτήν την δραστηριότητα προτείνει ότι τα προϊόντα θα είναι διαθέσιμα μέχρι το 1995.

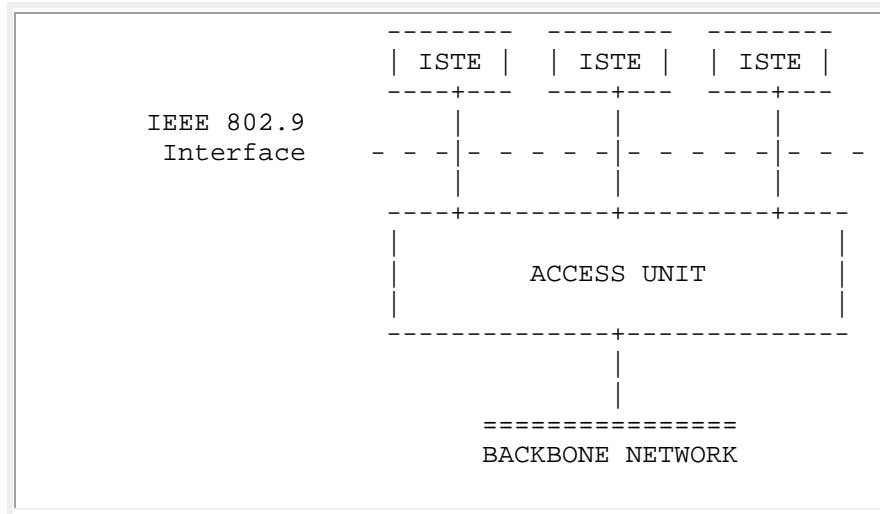
5.1.1) ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΤΥΠΟΥ

Το πρότυπο ISLAN καθορίζει μια διεπαφή μεταξύ του ενσωματωμένου τερματικού εξοπλισμού υπηρεσιών (ISTE) και ενός δικτύου σπονδυλικών στηλών. Το πρότυπο παρέχει μια υψηλή διεπαφή εύρους ζώνης στον υπολογιστή υπέρ της υπηρεσίας δεδομένων και των ισόχρονων (εξαρτούμενων από τον παράγοντα χρόνο) υπηρεσιών. Προορίζεται για τη λειτουργία πάνω σε ένα συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων.

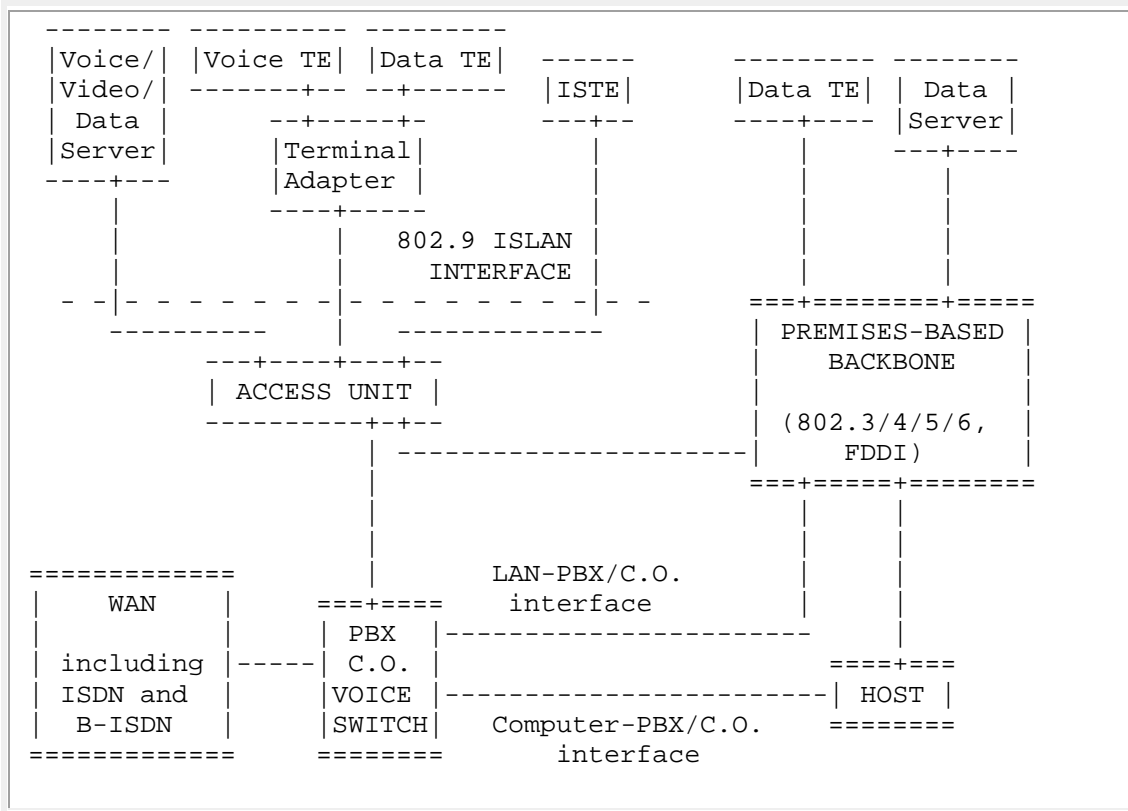
Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε την τοπολογία του προτύπου IEEE 802.9 ISLAN, όπου ενσωματωμένος ο τερματικός εξοπλισμός υπηρεσιών (ISTE) συνδέεται με την μονάδα πρόσβασης (AU) σε μια διαμόρφωση αστέρα και το Au, στη συνέχεια, συνδέεται στο δίκτυο υπηρεσιών.

Αυτά τα ISTEs μπορούν να λάβουν πολλές μορφές, μια φωνή TE, παραδείγματος χάριν, μπορεί να είναι ένα τηλέφωνο, ενώ ένα στοιχείο TE να είναι ένα PC. Ένα ψηφιακό ρεύμα κομματιών στέλνεται από σύνδεση σημείου σε σημείο μεταξύ ενός ISTE και του Au, μεταφέροντας πακέτα δεδομένων ή

ισόχρονα δεδομένα (όπως η φωνή, η εικόνα και το βίντεο). Αυτές οι διαφορετικές κυκλοφοριακές ροές μεταφέρονται σε χωριστά κανάλια στη γραμμή χρησιμοποιώντας έναν πολλαπλασιαστή χρονικού τμήματος (TDM). Το πρότυπο 802.9 περιγράφει τη διεπαφή μεταξύ του ISTEs και του Au.



Σχήμα 1: Τοπολογία προτύπου IEEE 802.9



Σχήμα 2: Διαμόρφωση προτύπου IEEE 802.9

Το πρότυπο 802.9 καθορίζει μόνο τη διεπαφή στο Au όλες οι άλλες υπηρεσίες παρέχονται από το Au. Αυτό υπονοεί ότι το πρότυπο 802.9 μπορεί να ισχύσει για δύο γενικά σενάρια. Στο πρώτο σενάριο, τα ISTEs συνδέονται με το αυτόνομο τοπικό LAN, οπότε σ'αυτή την περίπτωση το Au πραγματικά παρέχει τις ενσωματωμένες υπηρεσίες. Στο δεύτερο σενάριο, τα ISTEs έχουν πρόσβαση σε ένα ενσωματωμένο δίκτυο υπηρεσιών, οπότε σ'αυτή την περίπτωση το Au είναι μόνο μια πύλη. Αυτό το δίκτυο μπορεί να είναι ένα υπάρχον IEEE 802 τοπικό LAN, ένα ISDN (περιορισμένη ζώνη ή ευρεία ζώνη), ένα δίκτυο μητροπολιτικής περιοχής (FDDI), ή ένα ISLAN (όπως 802.6 ή FDDI-II). Το σχήμα 2 παρουσιάζει μερικές από τις πιο πιθανές διαμορφώσεις διεπαφών.

5.1.2) ΚΑΝΑΛΙΑ

Μια από τις πιο βασικές έννοιες, κοινές για το ISDN και το πρότυπο 802.9, είναι αυτή των πολλαπλών επικοινωνιακών καναλιών που μοιράζονται το ίδιο φυσικό μέσο ταυτόχρονα. Το ISDN και το πρότυπο 802.9 πρέπει να υποστηρίξουν τα πολλαπλά κανάλια επικοινωνίας επειδή κάθε κανάλι έχει έναν συγκεκριμένο σκοπό ή μια εφαρμογή. Ο ευκολότερος τρόπος για να αντιληφθούμε την χρήση των πολλαπλών καναλιών είναι να τα συγκρίνουμε με την κατοχή ενός τηλεφώνου πολλαπλών γραμμών, όπου κάθε γραμμή στο τηλέφωνο θα εξυπηρετεί έναν διαφορετικό χρήστη σε οποιοδήποτε δεδομένο χρονικό σημείο.

Τα πολλαπλά κανάλια μοιράζονται το ίδιο φυσικό μέσο με τη χρησιμοποίηση ενός πολλαπλασιαστή χρονικού τμήματος. Ένα σύστημα TDM ορίζει σε κάθε κανάλι ένα σταθερό χρονικό διάστημα στο μέσο σε δεδομένα διαστήματα. Ο πολλαπλασιαστής χρονικού τμήματος, μεταξύ του Au και του ISTE, περιλαμβάνει πολλά διαφορετικά πλήρης-διπλά ψηφιακά κανάλια, κάθε ένα από τα οποία καθορίζεται για έναν διαφορετικό σκοπό. Αυτά τα κανάλια είναι:

- Το P-channel, ή το κανάλι δεδομένων, παρέχει μια IEEE 802 MAC υπηρεσία για τα πακέτα δεδομένων (bursty).

- Το D-channel, ή το signalling channel, είναι ένα 16 ή 64 kilobit ανά δευτερόλεπτο (kbps) κανάλι που αντιστοιχεί στο D-channel του ISDN. Σε ένα ISDN, το D-channel χρησιμοποιείται πρώτιστα για την ανταλλαγή σήματος πληροφοριών μεταξύ του χρήστη και του δικτύου για την παροχή υπηρεσιών χρηστών (αποκαλούμενες υπηρεσίες φορέων). Η οικογένεια πρωτοκόλλου ITU-TSS Q.930 χρησιμοποιείται για το χρήστη-δίκτυο, οι οποίοι στέλνουν σήμα για τον έλεγχο κλήσης και την πρόσβαση στις υπηρεσίες φορέων. Η δεύτερη λειτουργία του D-channel ISDN είναι να μεταφερθούν τα στοιχεία στους χρήστες σε μορφή πακέτων. Το D-channel 802.9 περιορίζεται στην σηματοδότηση χρήστη-δικτύου σε μερικές εφαρμογές, αλλά άλλες εφαρμογές μπορούν να υποστηρίξουν τη μεταφορά πακέτων δεδομένων πέρα από αυτό το κανάλι.

Στο ISDN η βασική διεπαφή (BRI) διευκρινίζει τη χρήση ενός D-καναλιού 16 kbps, ενώ η αρχική διεπαφή (PRI) χρησιμοποιεί ένα D-κανάλι 64 kbps. Το πρότυπο 802.9 υποστηρίζει και τις δύο χρήσεις, για να διευκολυνθούν πρωτίστως στη διαλειτουργικότητά τους τα σημερινά τερματικά ISDN BRI.

- Το B-κανάλι, ή το κανάλι υπηρεσιών φορέων, είναι ένα κανάλι 64 kbps που είναι λειτουργικά ίδιο με το B-κανάλι του ISDN. Σε ένα κύκλωμα ISDN οι υπηρεσίες φορέων όπως οι υπηρεσίες φωνής και βίντεο και, προαιρετικά, οι υπηρεσίες δεδομένων, παρέχονται στο B-κανάλι. Ένα ποσοστό 64 kbps χρησιμοποιείται σε αυτό το κανάλι επειδή αυτό αντιστοιχεί στο ποσοστό ενός ενιαίου ψηφιακού καναλιού φωνής. Δύο B-κανάλια απαιτούνται από το πρότυπο 802.9, που αντιστοιχούν στα δύο B-κανάλια του ISDN BRI.
- Το C-κανάλι προορίζεται για να μετατρέψει στο κύκλωμα τις υπηρεσίες που απαιτούν ένα ποσοστό δυαδικών ψηφίων μεγαλύτερο από αυτό που είναι διαθέσιμο από ένα ενιαίο B-κανάλι. Το C-κανάλι λειτουργεί στις αυξήσεις των 64 kbps: το C_m χρησιμοποιείται για να δείξει το μέγεθος του C-καναλιού, όπου το m είναι ο αριθμός των C-καναλιών πολλαπλασίων του 64-kbps. Είναι εννοιολογικά παρόμοιο με τα H-κανάλια του ISDN, τα οποία είναι κανάλια υψηλότερου ποσοστού ισοδύναμα με κάποιο καθορισμένο αριθμό B-

καναλιών. Τα 802.9 C-kanάλια αντιστοιχούν στο ISDN B - και H-kanάλια ως εξής:

$$C_1 = B = 64 \text{ kbps}$$

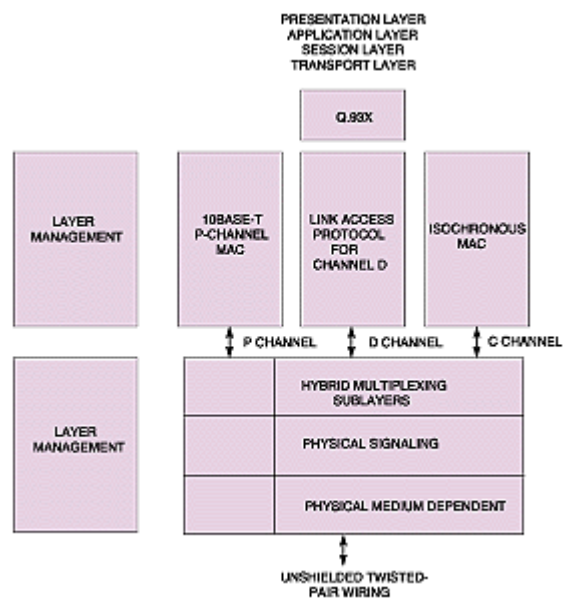
$$C_6 = H_0 = 384 \text{ kbps}$$

$$C_{24} = H_{11} = 1.536 \text{ megabits per second (Mbps)}$$

$$C_{30} = H_{12} = 1.920 \text{ Mbps}$$

5.1.3) ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 802.9

Η αρχιτεκτονική του πρωτοκόλλου IEEE 802.9 παρουσιάζεται στο σχήμα 3. Όπως και σε άλλα IEEE και ANSI πρότυπα του τοπικού LAN, αυτά τα πρωτόκολλα αντιστοιχούν στα φυσικά στρώματα και στις συνδέσεις στοιχείων του προτύπου αναφοράς Open Systems Interconnection (OSI).



Σχήμα 3: Αρχιτεκτονική προτύπου IEEE 802.9

Η διεπαφή 802.9 πρέπει να παρέχει την υποστήριξη για διαφορετικές υπηρεσίες ανάλογα με τις εφαρμογές των χρηστών και το κανάλι που χρησιμοποιείται. Για αυτόν τον λόγο, υποστηρίζονται διαφορετικά πρωτόκολλα που αντιστοιχούν στο στρώμα δεδομένων του OSI:

- ο Το P-channel είναι ένα κανάλι δεδομένων που χρησιμοποιεί ένα MAC σχήμα και ένα ειδικό πλαίσιο συγκεκριμένα για το πρότυπο 802.9. Όπως άλλα IEEE 802 LANs (π.χ. το FDDI του Ansi), το IEEE 802.2 Logical Link Control (LLC) ενεργεί ως ανώτερο υπόστρωμα του στρώματος δεδομένων του P-channel.
- ο Το 802.9 D-channel είναι ουσιαστικά το ίδιο με το D-channel του ISDN. Επομένως, η 802.9 μονάδα πρόσβασης θα χρησιμοποιήσει το ίδιο πρωτόκολλο συνδέσεων δεδομένων με το ISDN, δηλαδή οι διαδικασίες πρόσβασης συνδέσεων για το D-channel (LAPD), περιγράφονται από τις συστάσεις του ITU-TSS Recommendations Q.920 και Q.921. Ο έλεγχος των υπηρεσιών των καναλιών B και C θα ολοκληρωθεί χρησιμοποιώντας τις βασικές διαδικασίες ελέγχου κλήσης του ISDN, που περιγράφονται από τις συστάσεις ITU-TSS Recommendations Q.930. Το D-channel μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να υποστηρίξει άλλες υπηρεσίες ISDN, όπως οι υπηρεσίες frame relay και πακέτων, αν και αυτό δεν έχει καθοριστεί ακόμα στο IEEE 802.9 πρότυπο.
- ο Το B και τα C-channels χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν τα bit σχετικά με τις απαιτούμενες υπηρεσίες φορέων. Όπως στο ISDN, κανένα στρώμα συνδέσεων δεδομένων δεν διευκρινίζει, για τα κανάλια φορέων δεδομένου, ότι οποιοδήποτε πρωτόκολλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε βάση από άκρη σε άκρη. Το B-κανάλι προορίστηκε αρχικά για οποιαδήποτε ισόχρονη υπηρεσία των 64-kbps, όπως η ψηφιακή φωνή, αλλά το πεδίο του έχει επεκταθεί και περιλαμβάνει και άλλες υπηρεσίες κυκλώματος όπως μεταστροφές 56 και 64 kbps ψηφιακών δεδομένων. Οι μεταφορές πακέτων δεδομένων χρησιμοποιούν συνήθως είτε τις υπηρεσίες του ITU-TSS Recommendation X.25 Link Access Procedures Balanced (LAPB) είτε το πρωτόκολλο LAPD. Τα C-κανάλια, όπως τα H-κανάλια του ISDN, είναι ευρείας ζώνης ισόχρονα κανάλια για μεγάλα πακέτα και υπηρεσίες κυκλωμάτων, όπως οι μεταφορές μεγάλων πακέτων δεδομένων, οι τηλεοπτικές υπηρεσίες, και οι μεταφορές εικόνας.

Στο 802.9 πρωτόκολλο οι λειτουργίες που αντιστοιχούν στο φυσικό στρώμα του OSI ολοκληρώνονται από τρία υποστρώματα. Εν συντομία, αυτά τα υποστρώματα είναι τα εξής:

1. Το hybrid multiplexing υπόστρωμα (HMUX) πολυπλέκει τα bit από το B, C, D, και P-channels σε ένα ενιαίο ρεύμα bit μεταξύ του ISTE και του Au. Αυτό το υπόστρωμα παρέχει τη διεπαφή μεταξύ του φυσικού στρώματος και των πληροφοριών ελέγχου χρηστών.
2. Το physical signaling υπόστρωμα (PS) παρέχει μια διεπαφή μεταξύ του πολλαπλασιασμένου ρεύματος bit και του πραγματικού φυσικού ρεύματος bit στη γραμμή. Το υπόστρωμα PS επισυνάπτει τις πληροφορίες συντήρησης στο πλαίσιο, υπολογίζει την ισοτιμία και προσθέτει το κατάλληλο κομμάτι ισοτιμίας, ανακατώνει το ρεύμα bit και επισυνάπτει τις πληροφορίες διαμόρφωσης.
3. Το physical media dependent (PMD) υπόστρωμα καθορίζει τα ηλεκτρικά και μηχανικά χαρακτηριστικά του χρησιμοποιούμενου κάθε φορά μέσου, σε αυτήν την περίπτωση, το καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους. Αυτό το υπόστρωμα καθορίζει τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της σηματοδότησης, τα χαρακτηριστικά των καλωδίων και των συνδέσεων, τις ηλεκτρικές ιδιότητες της συσκευής αποστολής σημάτων και του δέκτη.

Τέλος, οι Layer Management Entities (LMEs) είναι μέρος των γενικών εγκαταστάσεων της διεπαφής των δικτύων. Κάθε υπόστρωμα έχει μια συγκεκριμένη διεπαφή στο LME του. Ο συνδυασμός όλων των LMEs και η επικοινωνία μέσω LME καθορίζουν τη διοικητική (MT) οντότητα του δικτύου. Τονίζεται ότι τα διοικητικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα των δικτύων των προτύπων ISLAN θα προσαρμοστούν στα πρότυπα του OSI όσον αφορά τη διαχείριση των συστημάτων και του στρώματος. Επιπλέον, η διαχείριση της διεπαφής ISLAN θα προσαρμοστεί επίσης σε εκείνα τα πρότυπα που καθορίζονται για τη διαχείριση της διεπαφής χρήστης-δικτύων ISDN.

5.1.4) ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

Το πρότυπο 802.9 διευκρινίζει ότι το ISTE και το Au πρέπει να συνδεθούν με ομοαξονικό καλώδιο τηλεφώνου συνεστραμμένου ζεύγους (UTTP), όπως καθορίζεται στα πρότυπα καλωδίωσης εγκαταστάσεων EIA/TIA - 568. Δύο διαφορετικά PMDs έχουν καθοριστεί, τα οποία ισορροπούν τις διαφορετικές απαιτήσεις σε ταχύτητα και απόσταση.

Το χαμηλής ταχύτητας PMD λειτουργεί στα 4.096 Mbps σε απόσταση μέχρι 450 μέτρων, χρησιμοποιώντας κωδικοποιητή μια Partial Response Class IV (PR-4). Μια μεγάλη ταχύτητα PMD λειτουργεί στα 20,48 Mbps σε απόσταση μέχρι 135 μέτρων, και χρησιμοποιεί έναν κωδικοποιητή 4-point carrierless AM/PM (4-CAP). Και η PR-4 και η 4-CAP χρησιμοποιούνται και σε άλλα πρότυπα για να επιτύχουν τις πολύ υψηλές ταχύτητες πάνω σε UTP, όπως το FDDI και το ATM.

Ο φυσικός σύνδεσμος για τα πρότυπα 802.9 ISTEs και AUs είναι ένας 8-pin πολυμορφικός σύνδεσμος (που διευκρινίζεται από τα πρότυπα του ISO 8877), συνήθως αποκαλείται RJ - 45. Αυτός είναι ο ίδιος σύνδεσμος που διευκρινίζεται για τη βασική διεπαφή του προτύπου ISDN και του IEEE 802.3. Οι αναθέσεις Pin για το σύνδεσμο είναι:

PIN	FUNCTION
1	ISTE Transmit
2	ISTE Transmit
3	ISTE Receive
4	Not used
5	Not used
6	ISTE Receive
7	Reserved
8	Reserved

Όπως βλέπουμε, τα Pin 1-2 θα χρησιμοποιηθούν για τη μετάδοση στην κατεύθυνση ISTE-to-AU και τα Pin 3-6 θα χρησιμοποιηθούν για τη μετάδοση στην κατεύθυνση AU-to-ISTE. Μια διεπαφή ηλεκτρικού ρεύματος στο ISTE δεν είναι μια απαίτηση των προτύπων, αλλά τα Pin 7-8 μπορούν να χρησιμοποιηθούν για

αυτόν το σκοπό. Επιπλέον, η φανταστική δύναμη μπορεί να παρασχεθεί από το Au πέρα από τα Pin 1-2 και 3-6, αν και τα πρότυπα δεν περιλαμβάνουν προδιαγραφές για αυτό. Τα πρότυπα δηλώνουν, εντούτοις, ότι περαιτέρω εργασία με το πρότυπο 802.9, όσον αφορά την τροφοδότηση πρέπει, όσο το δυνατόν περισσότερο, να είναι σύμφωνη με τα πρότυπα του φυσικού στρώματος του ISDN BRI (ITU-TSS Recommendation I.430).

Οι σημαντικότερες λειτουργίες του υποστρώματος PS περιλαμβάνουν το συγχρονισμό και τη παρεμβολή πλαισίων. Ο συγχρονισμός πλαισίων εξασφαλίζει ότι οι μεταδόσεις μεταξύ του ISTE και του Au παραμένουν ευθυγραμμισμένες και ότι ο δέκτης ερμηνεύει σωστά την εισερχόμενη μετάδοση. Η παρεμβολή πλαισίων μειώνει τις επιρροές της ηλεκτρομαγνητικής παρεμβολής (EMI) και των ενισχύσεων στην αποκατάσταση ρολογιών.

Το υπόστρωμα HMUX πρέπει να πάρει τα bit από το εισερχόμενο B, C, D, και P-channels και να τα τοποθετήσει σε ένα ενιαίο εξερχόμενο ρεύμα bit. Το HMUX μπορεί να λειτουργήσει με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

Τρόπος 0 – υπηρεσία IEEE 802: Αυτός ο τρόπος χρησιμοποιείται από τις συσκευές που έχουν εφαρμόσει μόνο τη MAC 802.9 και ολόκληρο το ωφέλιμο φορτίο αφιερώνεται στο P-channel. Δεν υπάρχει καμία επιπλέον υποστήριξη για άλλες υπηρεσίες φορέων με αυτόν τον τρόπο.

Τρόπος 1 - υπηρεσία ISDN BRI: Αυτός ο τρόπος χρησιμοποιείται από το ISTEs που εφαρμόζει μόνο το ISDN BRI και δεν παρέχει καμία υποστήριξη για τις IEEE 802 υπηρεσίες δεδομένων ή το IEEE 802.9 σχέδιο της MAC.

Τρόπος 2 - 802 & υπηρεσία ISDN BRI: Αυτός ο τρόπος υποστηρίζει υπηρεσίες δεδομένων μόνο τις ISDN BRI και του προτύπου IEEE 802.9. Οι δυναμικές λειτουργίες του εύρους ζώνης δεν υποστηρίζονται, επομένως, το ISLAN C-κανάλι δεν χρησιμοποιείται.

Τρόπος 3 – δυναμική υπηρεσία εύρους ζώνης: Αυτός ο τρόπος είναι για την πλήρη υποστήριξη των υπηρεσιών ISLAN, συμπεριλαμβανομένης της δυναμικής

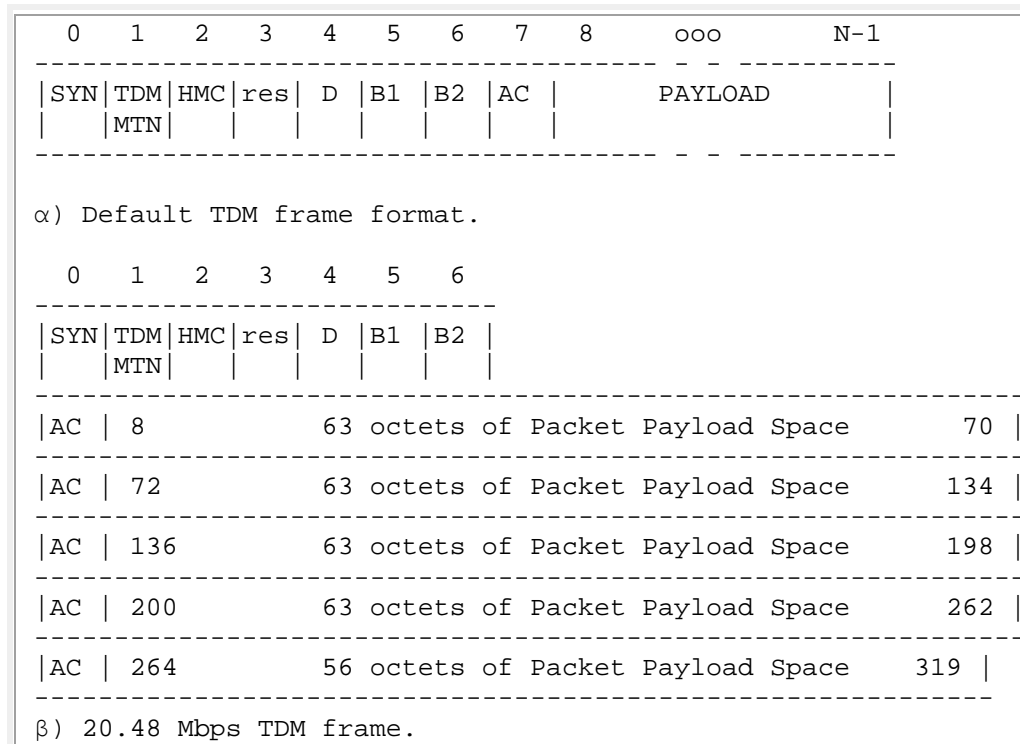
χρήσης των C-καναλιών και της διαπραγμάτευσης εύρους ζώνης πέρα από το D-κανάλι.

5.1.5) ΔΟΜΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ IEEE 802.9 TDM

Τα bit που ανταλλάσσονται μεταξύ ενός ISTE και του Au καλούνται πλαίσιο TDM. Ένα ενιαίο πλαίσιο TDM μεταφέρει στοιχεία για το B, C, D, και P-channels, καθώς επίσης και για τον πρόσθετο συγχρονισμό, τον έλεγχο, και τις πληροφορίες συντήρησης. Ένα πλαίσιο TDM παράγεται 8.000 φορές ανά δευτερόλεπτο ή μία φορά κάθε 125 μικροδευτερόλεπτα, αυτό αντιστοιχεί στο ποσοστό δειγματοληψίας απαραίτητο για να ψηφιοποιήσει την ανθρώπινη φωνή. Κάθε octet (8 bit) στο πλαίσιο αντιπροσωπεύει ένα κανάλι 64-kbps.

Το πρωτόκολλο 802.9 υποστηρίζει ένα ISDN BRI, το οποίο περιλαμβάνει δύο B-κανάλια και ένα ενιαίο D-κανάλι (2B+D). Δεδομένου ότι σε ένα πλαίσιο 802.9 TDM κάθε κανάλι λειτουργεί στα 64 kbps ενώ το D-κανάλι ISDN BRI λειτουργεί μόνο στα 16 kbps, το D-κανάλι 802.9 θα υποστηρίξει και τους δύο τρόπους.

Σχήμα 4: Δομή πλαισίου IEEE 802.9 TDM



Το σχήμα 4α παρουσιάζει την δομή του πλαισίου TDM, το οποίο περιλαμβάνει τους ακόλουθους τομείς:

- Συγχρονισμός (SYN): Χρησιμοποιείται για τον συγχρονισμό των πλαισίων TDM μεταξύ του ISTE και του Au. Ο τομέας SYN περιέχει μια 7-bit Frame Alignment Word η οποία, όταν ανιχνευτεί, δείχνει το πρώτο octet του πλαισίου.
- Συντήρηση TDM (TDM_MTN): Χρησιμοποιείται για να διαβιβάσει την τοπική θέση του φυσικού στρώματος και τις πληροφορίες ελέγχου της συσκευής που βρίσκεται στο άλλο άκρο της σύνδεσης. Αυτό το octet (bit) ελέγχεται από τις διοικητικές οντότητες του στρώματος και στις δύο άκρες της σύνδεσης. Οι λειτουργίες περιλαμβάνουν δοκιμή του loopback και έλεγχο ισότητας.
- Hybrid Multiplexer Control (HMC): Μια διεπαφή 802.9 ISLAN μπορεί να υποστηρίξει ποικίλες υπηρεσίες που μπορούν να απαιτήσουν τη δυναμική κατανομή εύρους ζώνης. Για αυτόν το λόγο, στο ISDN οι μηχανισμοί για τον έλεγχο της κλήσης θα χρησιμοποιηθούν στο D-κανάλι. Η διαμόρφωση του εύρους ζώνης μέσα στο πλαίσιο TDM, εντούτοις, πρέπει να χρησιμοποιήσει κάποια διαδικασία έτσι ώστε ένα δεδομένο ISTE και ένα Au να είναι πάντα σε συμφωνία για τη χρήση των καναλιών TDM. Αυτός ο τομέας δείχνει την ταχύτητα του D-καναλιού (16 ή 64 kbps), τον τρόπο λειτουργίας του HMUX (0-3, όπως περιγράφηκε παραπάνω), και εάν η ανταλλαγή αυτών των πληροφοριών είναι πλήρης ή όχι.
- Reserved (RES): Διατηρημένο κανάλι που η χρήση του καθορίζεται.
- D: 16 ή 64-kbps D-channel. Το D-channel μπορεί να περιοριστεί μόνο στη μεταφορά του σήματος πληροφορίας. Όλες οι πληροφορίες σε αυτό το κανάλι είναι σύμφωνα με τις διαδικασίες ελέγχου κλήσης του ISDN που καθορίζονται από το πρωτόκολλο Q.930.

- B1 και B2: Τα B-κανάλια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για οποιαδήποτε υπηρεσία φορέων του ISDN. Μπορούν να είναι non-switched, packet switched, ή circuit switched.
- Έλεγχος πρόσβασης (AC): Αυτός ο τομέας περιέχει πληροφορίες σχετικά με τις προδιαγραφές της MAC 802.9 για το P-channel.
- Payload: Ο τομέας Payload (πληροφορία) έχει δύο μέρη. Το πρώτο octet ονομάζεται προσδιοριστικό (sid) και δείχνει τον τύπο των στοιχείων που ακολουθούν. Τα επόμενα octet υποστηρίζουν τη χρήση ενός συγκεκριμένου πλαισίου 802.9 ή LAPD. Η παραμονή octets καλείται τομέα πληροφοριών ωφέλιμων φορτίων και φέρνει το π - ή/και γ-καναλιών στοιχεία. Τα γ-κανάλια θα φέρουν τις ισόχρονες (χρόνος ευαίσθητες) πληροφορίες. Επομένως, οι χρονικές αυλακώσεις μέσα σε αυτόν τον τομέα προ-θα διατεθούν συνήθως για τα γ-κανάλια και οι πρόσθετες χρονικές αυλακώσεις θα χρησιμοποιηθούν για να φέρουν τα μη-ισόχρονα p-channel στοιχεία.

Το μικρότερο TDM πλαίσιο περιέχει 64 octets σε 8000 πλαίσια ανά δευτερόλεπτο, έπειτα, αυτό παράγει ένα ποσοστό γραμμών στα 4.096 Mbps. Στα ποσοστά παραπάνω από τα 4.096 Mbps, ο τομέας εναλλασσόμενου ρεύματος πρέπει να επαναληφθεί περιοδικά για να ελαχιστοποιήσει την αποθήκευση, όπως στο TDM πλαίσιο στα 20,48 Mbps που παρουσιάζεται στο σχήμα 4b.

5.1.6) ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 802.9

Το πρότυπο IEEE 802.9 κυκλοφόρησε τον Αύγουστο του 1993. Πέρασε επιτυχώς το πρώτο στάδιο και καθιερώθηκε ως επίσημο IEEE πρότυπο το φθινόπωρο 1993.

Η επιτυχής σε βιομηχανικό επίπεδο εφαρμογή του προτύπου IEEE 802.9, που περιλαμβάνει τόσες πολλές τεχνολογίες, απαιτεί τους πόρους πολλών τύπων επιχειρήσεων. Πολλές επιχειρήσεις συμμετέχουν ενεργά στην διαδικασία προτύπων της IEEE 802.9 και έχουν εκφράσει ενδιαφέρον για την ανάπτυξη

τέτοιων προϊόντων, συμπεριλαμβανομένων των AT&T Paradyne (Largo, FL), Ericsson (Anaheim, CA), Hitachi Αμερική (Brisbane, CA), της IBM (Boca Raton, FL), LUXCOM (Fremont, CA), του National Semiconductor (Santa Clara, CA), και της nec (Princeton, NJ).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το 802.9 και τα προϊόντα ISLAN δεν μπορούν να σταθούν μόνα τους, δεδομένου ότι συνδέονται εννοιολογικά με το ISDN και το B-ISDN. Η ανάπτυξη αυτών των προϊόντων θα πετύχει μόνο εάν υπάρξει ταυτόχρονη επέκταση του ATM στην τοπική ή ευρεία περιοχή.

Το πρότυπο 802.9 έχει σχετικά περιορισμένο εύρος και δεν υποστηρίζει πολυδιανομή- multicasting. Παρέχει πραγματική ισόχρονη κίνηση και η παρόμοια δομή του με το ISDN κανάλι σχεδιάστηκε για ήχο ή H.261 κωδικοποιημένη μετάδοση εικόνας, αλλά του λείπει απαραίτητο εύρος για IVD, Motion JPEG ή κωδικοποιημένο MPEG.

5.2) ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ 100Base-T

Το IEEE 802.3u τυποποιήθηκε το 1995 και είναι γνωστό ως fast ethernet ή 100Base-T. Το αρχικό κίνητρο για την υλοποίηση του fast ethernet (100 Base-T) ήταν το ότι το κλασικό ethernet (10 Base-T) ήτανε ήδη πάρα πολύ διαδεδομένο με αποτέλεσμα την απόλυτη συμβατότητα των δύο δικτύων και την αξιοποίηση της ήδη υπάρχουσας εγκατάστασης. Η διατήρηση αυτής της συμβατότητας αν και ακούγεται πολύ βολική θεώρηση δεν ήτανε εύκολο να επιτευχθεί. Το εύκολο μέρος της ήτανε η απόφαση να διατηρηθεί η ίδια μορφή των πακέτων καθώς και η ίδια τοπολογία των καλωδιώσεων (μορφή αστέρα). Οι δύο αυτές θεωρήσεις σε συνδυασμό με τον δεκαπλασιασμό της ταχύτητας λειτουργίας επιβάλλουν την ελάττωση της μέγιστης τοπολογίας του δικτύου κατά ένα συντελεστή ίσο με 10. Επειδή όμως λόγοι ασφάλειας και διαχείρισης των δικτύων επιβάλλουν την διαίρεσή τους σε τμήματα (segmentation) η ελάττωση της μέγιστης τοπολογίας δεν θεωρήθηκε και πολύ μεγάλο μειονέκτημα. Επίσης ο

διεθνής οργανισμός τυποποίησης International Organization for Standardization / International Electromechanical Commission (ISO/ICE) με την τυποποίηση 11801 για καλωδιώσεις κτηρίων, προτείνει τοπολογία αστέρα όπου το μέγιστο μήκος μεταξύ πρίζας και συσκευής διασύνδεσης δεν υπερβαίνει τα 100 μέτρα. Χαλαρώνοντας λοιπόν αυτόν τον περιορισμό η διαφοροποίηση του fast ethernet από το κλασικό ethernet εντοπίζεται μόνο στο φυσικό επίπεδο. Το fast ethernet εμφανίζεται με τρεις μορφές:

α) **100Base-TX** το οποίο χρησιμοποιεί μη θωρακισμένα χάλκινα καλώδια συνεστραμμένων ζευγών EIA/TIA 568 CAT-5 γνωστό και ως UTP-5. Το 100Base-TX χρησιμοποιεί όπως και το 10Base-TX τα δύο από τα τέσσερα ζεύγη με, τους ίδιους αριθμούς ακροδεκτών (pins) και την ίδια τοπολογία αστέρα. Το ένα ζεύγος χρησιμοποιείται για μετάδοση-λήψη και το άλλο για ανίχνευση συγκρούσεων. Η μέγιστη απόσταση μεταξύ ενός σταθμού και του hub είναι 100 μέτρα.

β) **100Base-T4** το οποίο χρησιμοποιεί μη θωρακισμένα χάλκινα καλώδια συνεστραμμένων ζευγών κατηγορίας 3 (UTP-3). Δύο είναι οι λόγοι που οδήγησαν στην ανάπτυξη του 100Base-T4: ο πρώτος είναι ότι πολλά κτίρια είναι ήδη καλωδιωμένα με UTP-3 οπότε θα έπρεπε να επανα-καλωδιωθούν και ο δεύτερος διότι ανταγωνιστικά δίκτυα χρησιμοποιούν τέτοια καλώδια. Η χαμηλή όμως απόκριση του UTP-3 σε συχνότητες άνω των 25 MHz επιβάλλει την χρήση και των τεσσάρων ζευγών. Τρία ζεύγη χρησιμοποιούνται για μετάδοση-λήψη και ένα για ανίχνευση συγκρούσεων. Και εδώ η μέγιστη απόσταση μεταξύ σταθμού και hub είναι 100 μέτρα.

γ) **100Base-F** το οποίο χρησιμοποιεί καλώδια πολύτροπων οπτικών ινών 62.5/125 μm . Η μέγιστη απόσταση μεταξύ σταθμού και hub είναι 2 χιλιόμετρα, γεγονός που το κάνει πολύ καλή λύση για χρήση backbone.

ΟΝΟΜΑ	ΚΑΛΩΔΙΟ	ΜΕΓΙΣΤΟ ΤΜΗΜΑ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
-------	---------	---------------	---------------

100Base-T4	Διπλαγωγός	100 m	Χρησιμοποιεί UTP κατηγορίας 3
100Base-TX	Διπλαγωγός	100 m	Πλήρως αμφίδρομο στα 100 Mbps
100Base-F	Οπτική ίνα	2.000 m	Πλήρως αμφίδρομο στα 100 Mbps. Καλύπτει μεγάλες αποστάσεις

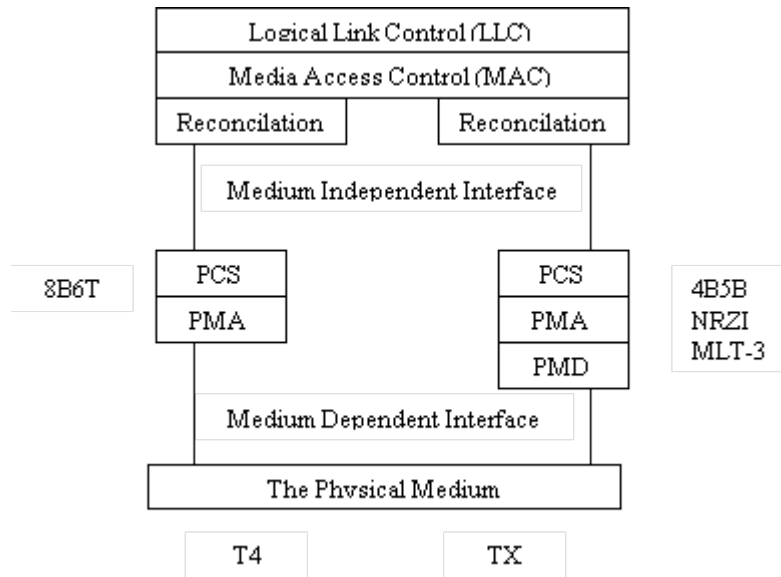
Καλωδίωση Fast Ethernet

5.2.1) ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ 100Base-T

Στο fast ethernet λόγω της υψηλής ταχύτητας μετάδοσης της πληροφορίας και συνεπώς λόγω της ύπαρξης υψηλότερων συχνοτήτων στο φυσικό μέσο μετάδοσης η κωδικοποίηση της πληροφορίας είναι περισσότερο πολύπλοκη απ' ό τι στο 10BASE-T.

Όταν το fast ethernet βρισκότανε στο στάδιο ανάπτυξης πολλά προβλήματα που προκύπτουν από την μετάβαση σε υψηλότερη ταχύτητα μετάδοσης είχανε ήδη λυθεί στο FDDI. Αντί λοιπόν να σπαταληθεί χρόνος για την ανεύρεση διαφορετικών λύσεων, πολλές από τις τεχνικές του FDDI υιοθετήθηκαν και στο fast ethernet. Τα διάφορα υπο-επίπεδα του επιπέδου διασύνδεσης δεδομένων (DLL - Data Link Layer) του 100Base-T φαίνονται στο Σχ. 1. Σε ένα δίκτυο IEEE τα υψηλότερα επίπεδα όπως το TCP/IP, ή το Novell NetWare, κλπ., συνδέονται με το επίπεδο DLL μέσω του υπο-επιπέδου LLC (Logical Link Control). Το υπο-επίπεδο LLC τυποποιείται από το πρότυπο IEEE 802.2 και χρησιμοποιείται σε όλα τα πρότυπα τοπικών δικτύων συμπεριλαμβανομένου και του token ring (IEEE 802.5). Το υπο-επίπεδο LLC στο πρότυπο του ethernet (IEEE 802.3) δίνει τα δεδομένα στο υπο-επίπεδο MAC (Medium Access Control) το οποίο τα προετοιμάζει για μετάδοση διαμορφώνοντάς τα σε μορφή πλαισίου. Το υπο-επίπεδο MAC υλοποιεί επίσης και την γνωστή τεχνική CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection). Το fast ethernet διαφέρει από το 10 MBps ethernet μόνο κάτω από το υπο-επίπεδο MAC. Το fast ethernet εισάγει καινούργια υπο-επίπεδα στο φυσικό επίπεδο, όπως το PCS (Physical Coding

Sub-layer), το PMA (Physical Medium Attachment sub-layer) και το PMD (Physical Medium Dependent sub-layer).



Σχήμα 1. Τα υπο-επίπεδα του επιπέδου διασύνδεσης δεδομένων.

5.2.2) ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

Το μεγαλύτερο πρόβλημα στο fast ethernet όπου η μετάδοση είναι 100 MBps είναι ότι σήματα υψηλής συχνότητας δεν μεταδίδονται σωστά μέσω συνεστραμμένων χάλκινων καλωδίων, ή οπτικών ινών. Το 10 Mbps ethernet χρησιμοποιεί κωδικοποίηση Manchester έτσι ώστε να εισάγει το ρυθμό του ρολογιού σε κάθε bit δεδομένων. Η κωδικοποίηση Manchester όμως διπλασιάζει σχεδόν τον συχνότητα του μεταδιδόμενου σήματος οδηγώντας έτσι τον ρυθμό των 10 MBps σε μία κυματομορφή 20 MHz. Αν χρησιμοποιηθεί η κωδικοποίηση Manchester και αυξηθεί ο ρυθμός μετάδοσης σε 100 MBps (fast ethernet) τότε η μεταδιδόμενη κυματομορφή θα έφθανε σε 200 MHz. Το καλώδιο τύπου συνεστραμμένων ζευγών είναι αδύνατο να υποστηρίξει την μετάδοση τόσο

υψησυχνων σημάτων. Ακόμα και η οπτική ίνα έχει δυσκολίες σε αυτές τις συχνότητες.

Έτσι λοιπόν στο fast ethernet υιοθετήθηκαν δύο εναλλακτικοί τρόποι κωδικοποίησης:

1. Στο πρότυπο 100BASE-FX χρησιμοποιείται η κωδικοποίηση NPZI (Non Return to Zero - Invert on one).
2. Στο πρότυπο 100BASE-TX χρησιμοποιείται η NRZI-3 (Non Return to Zero Invert on one - Multiple Level Transition - 3 Levels), η οποία είναι μία παραλλαγή της NRZI με στόχο την περαιτέρω μείωση της συχνότητας.

Ενώ όμως οι τεχνικές NRZI και MLT-3 λύνουν το πρόβλημα της υψηλής συχνότητας του μεταδιδόμενου σήματος δεν εξασφαλίζουν την ανάκτηση του ρολογιού στον δέκτη. Μία σχετικά μεγάλη παλμοσειρά από μηδενικά η οποία κωδικοποιείται με χρήση NRZI-3 οδηγεί σε κυματομορφή η οποία δε εμφανίζει κανένα πέρασμα από το μηδέν, με αποτέλεσμα το PLL του δέκτη να μην μπορεί να κλειδώσει στην σωστή συχνότητα για να ανακτήσει το ρολόι. Μη σωστή ανάκτηση του ρολογιού σημαίνει ότι ο δέκτης διαβάζει εσφαλμένα την εισερχόμενη παλμοσειρά. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος χρησιμοποιείται η τεχνική κωδικοποίησης 4B5B με την οποία κάθε 4 bits δεδομένων αντιστοιχίζονται σε μία ψηφιακή λέξη των 5 bits και αντί να μεταδίδονται τα 4 bits πληροφορίας, μεταδίδεται η ψηφιακή λέξη των 5 bits. Τα 4 bits αντιστοιχούν σε 16 διαφορετικούς συνδυασμούς από bits 0 και 1, ενώ τα 5 bits αντιστοιχούν σε 32. Έτσι λοιπόν είναι δυνατόν να αντιστοιχηθεί σε κάθε ψηφιακή λέξη των 4 bits τέτοια λέξη των 5 bits που να εξασφαλίζει τουλάχιστον δύο μεταβάσεις από το μηδέν έτσι ώστε το ρολόι να μπορεί να ανακτηθεί στον δέκτη. Στα δίκτυα 100BASE-TX και 100BASE-FX οι διάφοροι σταθμοί είναι συνεχώς συγχρονισμένοι μεταξύ τους έστω και αν δεν υπάρχει πληροφορία για να μεταδοθεί, πράγμα που δεν συμβαίνει στο κλασικό ethernet 10BASE-T. Συμπερασματικά λοιπόν η χρήση κωδικοποίησης 4B5B αυξάνει τον

μεταδιδόμενο ρυθμό των δεδομένων από τα 100 MBps σε 125 MBps. Στην συνέχεια η χρήση NRZI ελαττώνει στο μισό την μέγιστη μεταδιδόμενη συχνότητα, δηλαδή στα 62.5 MHz. Περαιτέρω ελάττωση επιτυγχάνεται με χρήση κωδικοποίησης MLT-3 όπου η συχνότητα ελαττώνεται στα 31.25 MHz. Η μεταδιδόμενη πληροφορία ρυθμού 100 MBps έχει πλέον διαμορφωθεί σε ένα αρκετά αργό σήμα το οποίο μπορεί να μεταδοθεί από καλώδιο κατηγορίας UTP-5. Τέλος για λόγους ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας EMC χρησιμοποιούνται scramblers οι οποίοι τοποθετούνται μετά την 4B/5B κωδικοποίηση και πριν την NRZI-3.

Το πρότυπο 100Base-T4 χρησιμοποιεί ελαφρώς τροποποιημένες τεχνικές στα υπο-επίπεδα του φυσικού επιπέδου, σε σχέση με τα πρότυπα 100Base-X. Υπενθυμίζεται ότι το 100Base-T4 υλοποιείται με UTP-3 καλώδια τα οποία κύρια χρησιμοποιούνται για μεταφορά φωνητικής πληροφορίας (voice grade cables). Ενώ ένα σήμα πληροφορίας συχνότητας 31.25 MHz είναι αρκετά αργό για να μεταδοθεί από καλώδια UTP-5, είναι αδύνατον να μεταδοθεί από καλώδια UTP-3. Το 100Base-T4 χρησιμοποιεί μία νέα τεχνική κωδικοποίησης την 8B6T η οποία συνδυάζει τις τεχνικές 4B5B και MLT-3. Η 8B6T χρησιμοποιεί 6 σύμβολα τριών καταστάσεων (tri-state symbols) για να κωδικοποιήσει κάθε ψηφιακή λέξη των 8 bits. Τελικά το σήμα πληροφορίας καταλήγει σε μία κυματομορφή μέγιστης συχνότητας 37.5 MHz το οποίο όμως είναι ακόμα αρκετά γρήγορο για καλώδιο UTP-3. Η τεχνική η οποία χρησιμοποιείται για περαιτέρω μείωση της συχνότητας είναι η χρήση τριών ζευγών για μετάδοση/λήψη αντί του ενός. Έτσι σε κάθε ζεύγος μεταδίδεται κυματομορφή συχνότητας 12.5 MHz η οποία πλέον είναι δυνατόν να μεταδοθεί με ασφάλεια από καλώδια UTP-3. Όμως λόγω της χρήσης τριών ζευγών για την πληροφορία είναι αδύνατη η υλοποίηση full-duplex μετάδοσης. Η τεχνική με την οποία χρησιμοποιούνται τα τρία ζεύγη είναι η μετάδοση ενός 6T byte από το πρώτο ζεύγος, το επόμενο byte από το δεύτερο, το επόμενο από το τρίτο και στην συνέχεια πάλι από το πρώτο το οποίο έχει τελειώσει την μετάδοση του πρώτου byte. Είναι δηλαδή μία μορφή

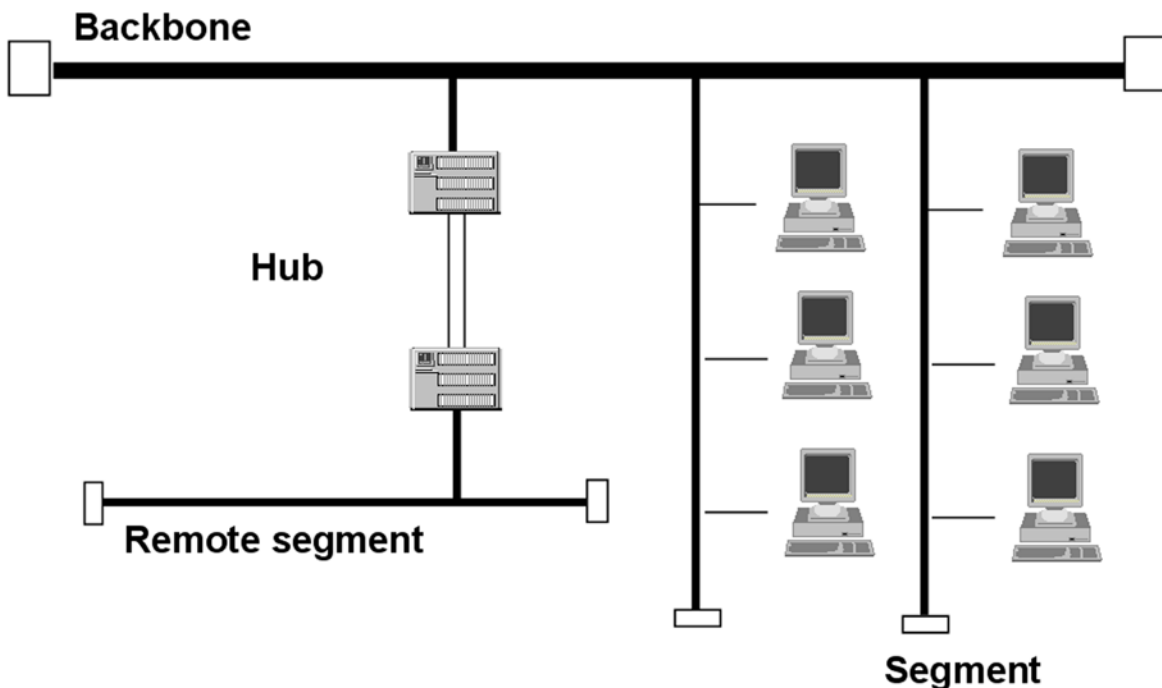
πολυπλεξίας/αποπολυπλεξίας στον χρόνο. Τέλος το τέταρτο ζεύγος χρησιμοποιείται για την ανίχνευση συγκρούσεων.

Επειδή το 10Base-T καθώς και τα δύο πρότυπα 100Base-T που αναφέρθηκαν προηγούμενα χρησιμοποιούν τα ίδια βύσματα RJ-45 για την υλοποίησή τους δεν υπάρχει εμφανής οπτικός διαχωρισμός τους παρόλο που χρησιμοποιούν τελείως διαφορετικές τεχνικές κωδικοποίησης της πληροφορίας. Επίσης η κατασκευή καρτών δικτύων αφιερωμένες αποκλειστικά σε ένα από τα παραπάνω πρωτόκολλα είναι μη πρακτική και αντισυμβατική. Για τους παραπάνω λόγους στα σύγχρονα δίκτυα ethernet χρησιμοποιείται η τεχνική της διαπραγμάτευσης (autonegotiation). Η τεχνική της διαπραγμάτευσης υλοποιείται από παλμοσειρές οι οποίες ανταλλάσσονται μεταξύ των σταθμών και των συσκευών διασύνδεσης και περιγράφουν τα χαρακτηριστικά τους όπως 10Base-T/100Base-TX/100Base-T4, half or full duplex, κλπ. Οι παλμοσειρές αυτές χρησιμοποιούν παλμούς όμοιους με αυτούς που χρησιμοποιούνται από το 10Base-T ως παλμοί εγκυρότητας της γραμμής (test link integrity) και προκαλούν το λαμπάκι της κάρτας να ανάψει. Αν ένα σταθμός λάβει ένα απλό παλμό (Normal Link Pulse-NLP) αναγνωρίζει το άλλο άκρο ως 10Base-T. Εάν χρησιμοποιείται τεχνική διαπραγμάτευσης ένας σταθμός θα μεταδώσει μία παλμοσειρά γνωστή ως Fast Link Pulse-FLP η οποία αποτελείται από 17 παλμούς ρολογιού σε συνδυασμό με 16 άλλους παλμούς ώστε να σχηματιστεί μία ψηφιακή λέξη των 16 bits. Με σύγκριση αυτής της ψηφιακής λέξης ο σταθμός και η συσκευή διασύνδεσης συνεννοούνται για το τι τύπου ethernet θα χρησιμοποιήσουν. Η σειρά με την οποία αποφασίζεται τι είδους δίκτυο θα χρησιμοποιηθεί είναι η εξής: 100Base-T4 full duplex, 100 Base-T4, 100Base-TX, 10Base-T full duplex και τέλος 10 Base-T. Η τεχνική της διαπραγμάτευσης επιτρέπει τους κατασκευαστές να υλοποιήσουν πιο πρακτικές συσκευές δικτύου όπως 10/100 MBps κάρτες δικτύων, κλπ.

5.2.3) ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ 100BASE-T

Όσον αφορά την τοπολογία των δικτύων τύπου 100Base-T, ο κανόνας των τεσσάρων το πολύ hubs του 10Base-T έχει αντικατασταθεί από τρεις πιθανούς τρόπους διασύνδεσης:

- α) Δύο σταθμοί συνδεδεμένοι απ' ευθείας μεταξύ τους.
- β) N-σταθμοί συνδεδεμένοι σε τοπολογία αστέρα με ένα hub τύπου I .
- γ) N σταθμοί συνδεδεμένοι σε τοπολογία αστέρα με χρήση δύο hubs τύπου II, οι οποίοι απέχουν το πολύ 10 μέτρα μεταξύ τους.



Σχήμα 2. Τοπολογία 100Base-T

Δυο τύποι hub είναι δυνατοί με το 100Base-T, το hub καταμερισμού και το hub μεταγωγής. Στο πρώτο hub, όλες οι εισερχόμενες γραμμές είναι λογικά συνδεδεμένες, σχηματίζοντας μια μοναδική περιοχή συγκρούσεων. Όλοι οι κανόνες τυποποίησης έχουν εφαρμογή, συμπεριλαμβανόμενου του αλγορίθμου

δυναμική υποχώρησης κι έτσι το σύστημα λειτουργεί ακριβώς όπως ένα παλαιού τύπου 802.3. Συγκεκριμένα, μόνο ένας σταθμός μπορεί να μεταδίδει κάθε στιγμή.

Στο hub μεταγωγής, κάθε εισερχόμενο πλαίσιο αποθηκεύεται προσωρινά σε μια βυσματωτή κάρτα γραμμής. Αν και αυτό το χαρακτηριστικό κάνει το hub και τις κάρτες πιο ακριβές, σημαίνει επίσης ότι όλοι οι σταθμοί μπορούν να μεταδώσουν (και να λάβουν) κατά την ίδια στιγμή, κάτι που βελτιώνει το συνολικό εύρος ζώνης του συστήματος, συχνά κατά μια τάξη μεγέθους ή και περισσότερο. Τα προσωρινώς αποθηκευμένα πλαίσια περνάνε μέσω μιας πλάτης (backplane) υψηλής ταχύτητας από την κάρτα αφετηρίας στην κάρτα προορισμού. Η πλάτη δεν είναι τυποποιημένη, ούτε χρειάζεται να είναι, αφού είναι εντελώς θαμμένη βαθιά μέσα στον μεταγωγέα. Επειδή τα καλώδια του 100Base-FX είναι υπερβολικά μεγάλα για τον κανονικό αλγόριθμο συγκρούσεων του Ethernet, πρέπει να συνδέονται σε hub μεταγωγής με χώρους προσωρινής αποθήκευσης, έτσι ώστε το καθένα να αποτελεί μια περιοχή συγκρούσεων από μόνο του.

Ως τελική παρατήρηση, σχεδόν όλοι οι μεταγωγείς μπορούν να εξυπηρετήσουν ένα μίγμα σταθμών των 10 Mbps και των 100 Mbps, ώστε να είναι ευκολότερη η αναβάθμιση. Καθώς κάθε θέση (site) αποκτά όλο και περισσότερους σταθμούς εργασίας των 100 Mbps, το μόνο που χρειάζεται να κάνει είναι να αγοράσει τον απαραίτητο αριθμό νέων καρτών και να τις εισάγει στον μεταγωγέα.

5.2.4) ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ 100Base-T

Το βασικό πλεονέκτημα της καλωδίωσης 100Base-T είναι ότι μπορεί να εφαρμοστεί και σε ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν τηλεφωνικό καλώδιο UTP (Unshielded Twisted Pair), χωρίς να χρειαστεί να καλωδιωθεί ξανά το κτίριο, κάτι που αποτελεί ένα τεράστιο πλεονέκτημα για πολλούς οργανισμούς.

Από την άλλη μεριά το βασικό μειονέκτημα των διπλαγωγών κατηγορίας 3 είναι η αδυναμία τους να μεταφέρουν σήματα των 200 megabaud στα 100Mbps με κωδικοποίηση Manchester στα 100 μέτρα, την μέγιστη απόσταση από υπολογιστή σε hub. Αντίθετα, η καλωδίωση των διπλαγωγών κατηγορίας 5 μπορεί να λειτουργήσει εύκολα στα 100 μέτρα και η οπτική ίνα μπορεί να πάει ακόμη καλύτερα.

5.3) ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ 100BASE-VG

Το 100BaseVG είναι ένα Ethernet πρότυπο στα 100 Mbit/s το οποίο χρησιμοποιεί πάνω από τέσσερα ζευγάρια καλωδίων UTP της κατηγορίας 3 (γνωστά ως κανάλια φωνής, από όπου προήλθε ο όρος "VG"). Καλείται επίσης 100vg-AnyLAN επειδή καθορίστηκε για να μεταφέρει τύπους πλαισίων Ethernet και token ring. Το 100BaseVG προτάθηκε αρχικά από τον Hewlett-Packard, στην συνέχεια επικυρώθηκε από τον οργανισμό ISO το 1995 και μέχρι το 1998 είχε σχεδόν εκλείψει.

Το 100BaseVG στην αρχή καθορίστηκε από την επιτροπή IEEE 802.3 ως γρήγορο Ethernet. Στην συνέχεια μια άλλη επιτροπή θέλησε να κρατήσει το CSMA/CD προκειμένου να το διατηρήσει σαν απλό Ethernet, ακόμα κι αν το πρόβλημα των περιοχών σύγκρουσης περιόριζε τις αποστάσεις σε ένα δέκατο από το 10BASE-T. Μια άλλη επιτροπή θέλησε να αλλάξει την ήδη υπάρχουσα αρχιτεκτονική hub με ένα πρωτόκολλο προτεραιότητας, το οποίο ονομάστηκε "Demand Priority Protocol", προκειμένου να διατηρηθούν οι αποστάσεις που παρείχε το 10baseT, και επίσης για να το κάνει ένα αιτιοκρατικό πρωτόκολλο. Δεδομένου ότι η IEEE 802.3 ήταν η επιτροπή Ethernet, η πρώτη επιτροπή υποστήριξε ότι δεν ήταν σε θέση να αναπτύξει ένα διαφορετικό πρωτόκολλο. Κατά συνέπεια, η επιτροπή IEEE 802.12 διαμορφώθηκε και τυποποιήθηκε σε 100BaseVG.

5.3.1) ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ 100Base-VG

Είναι μια ιδιόκτητη σχεδιασμένη και χρησιμοποιημένη μορφή αρχιτεκτονικής καλωδίωσης δικτύων. Ο σχεδιασμός έγινε από τις εταιρείες HP και το AT&T. Η δομή του είναι Ethernet, αν και μεταβλητή, το 100 δείχνει 100 Mbps ανά δευτερόλεπτο, ο οποίος είναι ο ρυθμός μεταφοράς της πληροφορίας ή αλλιώς η ταχύτητα του δικτύου. Το VG δείχνει ότι ένα συνεστραμμένο ζευγάρι καλωδίων συνδέεται για τη μετάδοση και τη λήψη πληροφοριών με το hub ή το NIC. Τα καλώδια μπορεί να είναι STP ή UTP και χρησιμοποιούν για μια σύνδεση τέσσερα ζευγάρια συνεστραμμένων καλωδίων, δηλαδή οκτώ καλώδια. Κάθε μετάδοση που γίνεται είναι συνεστραμμένη με το ένα καλώδιο μετάδοσης και με το άλλο καλώδιο λαμβάνεται η μεταδιδόμενη πληροφορία. Οι συχνότεροι σύνδεσμοι είναι οι RJ45 αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι RJ11 κάτω από ορισμένες συνθήκες. Το τελευταίο είναι γνωστό ως Fast Ethernet. Το 100Base-VG μπορεί να υποστηρίξει αποστάσεις μέχρι και 100 μέτρα, αν και με το ποιοτικό CAT 3 ή το καλύτερο καλώδιο (CAT 5), μπορεί να υποστηριχθούν αποστάσεις μέχρι και 200 μέτρων. Μπορεί να συνυπάρξει σε ένα τυποποιημένο δίκτυο Ethernet μόνο εάν είναι παρόντες οι κατάλληλοι πυκνωτές, οι γέφυρες και οι διακόπτες. Αυτό δεν έχει υιοθετηθεί από πολλές επιχειρήσεις και χρησιμοποιείται μόνο στην περίπτωση που τα μαζικά ποσά πολυμεσικών πληροφοριών ταξιδεύουν από σταθμό σε σταθμό. Αυτή η τεχνολογία είναι άριστη για τη χρησιμοποίηση της σε ήδη υπάρχουσες καλωδιώσεις.

5.3.2) ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ 100Base-VG

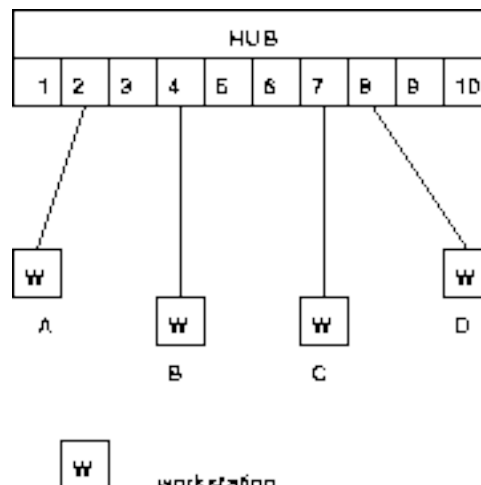
Το 100Base-VG είναι ένα σύστημα τοπολογίας αστέρα που χρησιμοποιεί μια round-robin πολιτική για να επιτρέψει στους συνδεδεμένους σταθμούς να διαβιβάσουν πακέτα πληροφοριών στο δίκτυο. Δεν προορίζεται για τη χρήση σε πολύ μεγάλες αποστάσεις. Προορίζεται για χρήση από τις μικρές τοπικές ομάδες εργασίας. Επίσης, προορίζεται να εργαστεί πάνω στο ήδη υπάρχον 10BaseT twisted pair voice grade, γίνοντας χρήσιμο στα 10Mb/s CSMD/CD ή δίκτυα

Ethernet. Έτσι ένα από τα βασικά πλεονεκτήματά του είναι ότι είναι σχετικά φτηνό για να εγκατασταθεί. Μερικά από τα χαρακτηριστικά του 100BaseVG δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Characteristic	Information
Network capacity	100Mb/s
Network configuration	uni-directional point-to-point links
Maximum length	100m station-switch
Maximum distance between stations	200m station-switch-station
Maximum number of stations	switch dependent
MAC method	hub-star switched access
Physical media	10BaseT voice-grade copper twisted pair
Source coding	5B/6B coding

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά 100Base-VG

Η λειτουργία του δικτύου είναι πολύ απλή. Όταν ένας σταθμός επιθυμεί να διαβιβάσει πακέτα πληροφοριών στο δίκτυο, ζητά την πρόσβαση με τη χρησιμοποίηση ενός τόνου μιας ορισμένης συχνότητας. Όταν του δίνεται η πρόσβαση, ο σταθμός μπορεί να διαβιβάσει το πλαίσιο του και να λάβει επίσης ένα πλαίσιο. Ένας σταθμός επιτρέπεται να διαβιβάζει και να λαμβάνει μόνο ένα πακέτο κάθε φορά. Η αναγνώριση του σταθμού γίνεται μέσω ενός τόνου που εκδίδεται από το hub. Πέρα από αυτό το ειδικό πρωτόκολλο σηματοδότησης, είναι ουσιαστικά μια υπηρεσία της MAC του τοπικού δικτύου LAN. Η πολλαπλή διανομή και η μετάδοση αντιμετωπίζεται από έναν μηχανισμό αποθήκευσης και μεταβίβασης στο switch και τότε ένα ειδικό σήμα κατευθύνεται από το hub/switch στον σταθμό. Μια τυπική σηματοδότηση μεταξύ σταθμού και hub απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα :



Όλοι οι σταθμοί προσεγγίζονται από μια round-robin πολιτική. Με αυτόν τον τρόπο επιβεβαιώνεται ο υψηλός βαθμός δικαιοσύνης όσον αφορά την πρόσβαση στο δίκτυο. Με τέτοια δικαιοσύνη, είναι εύκολο να αξιολογηθεί η μέγιστη καθυστέρηση πρόσβασης αυτού του δικτύου και έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ομάδες εργασίας που χρησιμοποιούν πολυμέσα ή εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο με αυστηρές απαιτήσεις συγχρονισμού.

Το σύστημα υποστηρίζει επίσης ένα ενιαίο επίπεδο προτεραιότητας, το οποίο αντικαθιστά τη round-robin πολιτική με την άδεια των αιτημάτων πρόσβασης προτεραιότητας στα κανονικά αιτήματα πρόσβασης.

Τα μελλοντικά σχέδια για το 100Base-VG περιλαμβάνουν την περαιτέρω υποστήριξη των πολυμεσικών εφαρμογών αλλά για να προσφέρουν εγγυημένα λογικά κανάλια υψηλών δυαδικών ψηφίων με την επίστρωση μιας σύνδεσης ενός διοικητικού σχεδίου πέρα από το βασικό μηχανισμό διαιτησίας των δικτύων με την εισαγωγή των πρόσθετων διαδικασιών σηματοδότησης.

5.3.3) ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ 100Base-VG

Οι εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο απαιτούν όχι μόνο τα υψηλά εύρη ζώνης, τις χαμηλές καθυστερήσεις πρόσβασης, την υψηλή αξιοπιστία (χαμηλά ποσοστά απώλειας) αλλά και τις εγγυήσεις στα ανώτερα ή χαμηλότερα όρια και των τριών παραπάνω παραγόντων. Οι εγγυήσεις, εκτός του ότι δηλώνουν την ακριβή ποιότητα υπηρεσίας (QoS) των εφαρμογών σε πραγματικό χρόνο στην πραγματικότητα βελτιώνουν το QoS που μπορεί να παρασχεθεί. Το QoS του πελάτη ποικίλλει βασιζόμενο στην πολυπλοκότητα του συστήματος και του δικτύου και μπορεί να ρυθμιστεί με βάση το συνολικό προσφερθέν φορτίο, το διαθέσιμο εύρος ζώνης και τα χαρακτηριστικά καθυστέρησης του δικτύου. Αυτές οι απαιτήσεις για τις εγγυήσεις στην καθυστέρηση και το εύρος ζώνης έχουν υποκινήσει την ανάγκη για νέες δικτυακές αρχιτεκτονικές που αποτελούνται από τα πρωτόκολλα δικτύων τα οποία παρέχουν την ελάχιστη υποστήριξη για τις

εγγυήσεις στη καθυστέρηση και το εύρος ζώνης. Το 100Base-VG παρέχει τα βασικά χαρακτηριστικά που απαιτούνται από μια σε πραγματικό χρόνο δικτυακή αρχιτεκτονική στο στρώμα συνδέσεων στοιχείων για να υποστηρίξουν τις εγγυήσεις για την καθυστέρηση, την καθυστέρηση jitter και τη ρυθμοαπόδοση.

5.3.4) ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ 100Base-VG

Σαν φυσική συνέχεια του ήδη υπάρχον 100Base-T και των προτύπων του Ethernet, το 100Base-VG διατηρεί τα καλύτερα στοιχεία των προκατόχων του, συμπεριλαμβανομένου του Ethernet packet format, την τοπολογία αστέρα, τη δομημένη καλωδίωση και τους συνδέσμους του 100Base-T. Το 100Base-VG γνωρίζει πρόοδο στους βασικούς τομείς της σηματοδότησης και της παροχής μέσων για την υποστήριξη υψηλών ταχυτήτων μετάδοσης, στη βελτιωμένη ρυθμοαπόδοση και στις προηγμένες εφαρμογές όπως τα πολυμέσα.

5.4) ΣΥΓΚΡΙΣΗ 100BASE-T ΚΑΙ 100BASE-VG

Τόσο το δίκτυο 100Base-T όσο και το 100BASE-VG παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ανάλογα με τις συνθήκες κάτω από τις οποίες λειτουργούν. Και οι δύο λύσεις παρουσιάζουν καλή συμπεριφορά κάτω από φυσιολογικές συνθήκες λειτουργίας. Όπως συμβαίνει σε όλα τα δίκτυα που χρησιμοποιούν κοινό μέσο για να μεταδώσουν τα πακέτα, η απόδοσής τους αυξάνεται με την αύξηση του μήκους των πακέτων και μειώνεται με την αύξηση της γεωγραφική τους κάλυψη. Για παράδειγμα σε καλωδίωση 210 μέτρων σε συνδεσμολογία αστέρα, η μέγιστη απόδοση του 100BASE-VG κυμαίνεται από 46 % με 64 bytes μήκος πακέτου έως 95 % με πακέτο 1518 bytes. Στην αντίστοιχη περίπτωση το 100Base-T έχει απόδοση από 65 % έως 85 % αντίστοιχα. Εάν υποθεθεί ότι το δίκτυο επεκτείνεται στα 2.2 Km (μία πολύ μεγάλη συνδεσμολογία 10Base-T), τότε η απόδοση του 100BASE-VG πέφτει στο 19 % για το ελάχιστο μήκος πακέτου και στο 85 % για το μέγιστο. Το 100Base-T δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε τέτοια μεγέθη καλωδιώσεων χωρίς την ύπαρξη γεφυρών. Όλα τα μεγέθη που αναφέρθηκαν είναι σχετικά και όχι απόλυτα, διότι η απόδοση τέτοιων δικτύων εξαρτάται κατά πολύ μεγάλο βαθμό από τον αριθμό των σταθμών που είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο. Για παράδειγμα εάν υποθέσουμε ότι ένας σταθμός θέλει να μεταδώσει ένα μεγάλο αρχείο σε ένα δίκτυο το οποίο είναι γενικά ήσυχο, τότε το πρωτόκολλο CSMA/CD επιτρέπει στον σταθμό να χρησιμοποιήσει όλο την διαθέσιμη χωρητικότητα του κοινού μέσου σε αντίθεση με το 100BASE-VG. Εάν όμως το δίκτυο δεν είναι ήσυχο λόγω πολλών ενεργών σταθμών τότε το CSMS/CD σπαταλά χωρητικότητα στις συγκρούσεις, ενώ το 100BASE-VG μοιράζει την χωρητικότητα στους σταθμούς του δικτύου, δίδοντας σε κάθε σταθμό τακτικά την ευκαιρία για μετάδοση της πληροφορίας.

Από την πλευρά του κόστους των δύο δικτύων δεν υπάρχει ιδιαίτερα μεγάλη διαφορά σε κανονικές συνθήκες. Οι διαφορές εντοπίζονται μόνο στις ακραίες καταστάσεις. Για παράδειγμα στην απλούστερη περίπτωση διασύνδεσης δύο σταθμών η φθηνότερη λύση είναι η απ' ευθείας σύνδεση των σταθμών με

100Base-T και ένα απλό καλώδιο χωρίς την ύπαρξη hub. Αν όμως η γεωγραφική έκταση του δικτύου αυξηθεί πέρα από τα όρια του 100Base-T τότε απαιτείται η εγκατάσταση συσκευών διασύνδεσης (γέφυρες, δρομολογητές,...), οι οποίες είναι αρκετά πιο ακριβές από το hub. Αντίθετα το 100BASE-VG δεν απαιτεί συσκευές διασύνδεσης με αποτέλεσμα να είναι οικονομικότερο στην περίπτωση αύξησης της γεωγραφικής κάλυψης.

Από την άποψη της εγκατάστασης, το 100Base-T χρησιμοποιεί την τεχνική της διαπραγμάτευσης (autonegotiation) όπου οι σταθμοί ανταλλάσσουν πληροφορία ώστε να επιλέξουν τον ταχύτερο ρυθμό επικοινωνίας. Παρόμοια το 100BASE-VG χρησιμοποιεί την ύπαρξη ή απουσία παλμοσειρών ανίχνευσης (link training tones) ώστε να επιλέξει πρωτόκολλο 10Base-T ή 100BASE-VG. Δυστυχώς δεν υπάρχει ακόμα σχέδιο που να κάνει τα δύο πρωτόκολλα (100Base-T και 100BASE-VG) συμβατά μεταξύ τους. Έτσι εάν δύο σταθμοί χρησιμοποιούν ο ένας 100Base-T και ο άλλος 100BASE-VG θα επιλέξουν το 10Base-T ως πρωτόκολλο επικοινωνίας.

Συμπερασματικά δεν υπάρχει νικητής στην σύγκριση μεταξύ των 100Base-T και 100BASE-VG. Το σίγουρο συμπέρασμα όμως είναι ότι και οι δύο τεχνολογίες μειώνουν κατά πολύ το κόστος της επικοινωνίας στο ρυθμό των 100MBps.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

6.1) ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

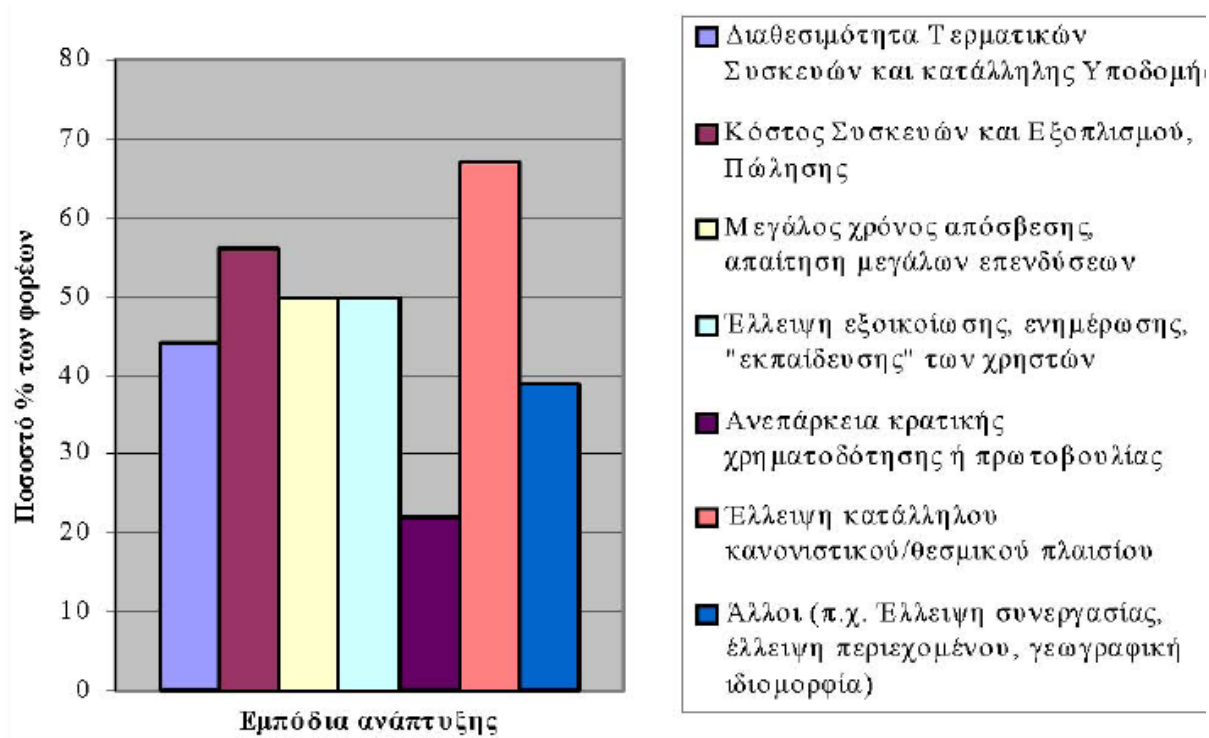
Η ανάπτυξη της ευρυζωνικότητας στην Ελλάδα δεν έχει προχωρήσει με τον ίδιο ρυθμό, όπως σε άλλες χώρες. Στην ουσία η παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών δεν έχει ξεκινήσει στην χώρα μας, όπως αποτυπώνεται και στα διαγράμματα του ΟΟΣΑ για το 2005. Η πρόοδος που αρχίζει να διαφαίνεται στα επόμενα χρόνια περιορίζεται προς το παρών στο επίπεδο σχεδιασμού και εγκατάστασης εξοπλισμού και σε περιορισμένο αριθμό χρηστών-καταναλωτών σε επιλεγμένες πόλεις της χώρας.

Οι λόγοι της καθυστέρησης αυτής είναι πολλοί, αναφέρουμε ενδεικτικά παρακάτω κάποιους από αυτούς:

- Μικρή σε μέγεθος και δύσκολη αγορά.
- Δύσκολη γεωγραφική σύνθεση για την ανάπτυξη δικτύων.
- Εμβρυϊκής μορφής ανταγωνισμός στην αγορά ευρυζωνικών δικτύων και υπηρεσιών.
- Ευρύ ψηφιακό χάσμα.
- Έλλειψη υπηρεσιών που θα δημιουργήσουν ζήτηση.

Παράγοντες όπως η δυσκολία στην απόκτηση δικαιωμάτων διέλευσης, περιπλοκές στην αποδέσμευση του τοπικού βρόχου, και περιορισμένη πρόσβαση σε μισθωμένα κυκλώματα, έχουν καθυστερήσει τα επιχειρηματικά σχέδια πολλών ευρωπαϊκών και αμερικανικών εναλλακτικών παροχών.

Επιπρόσθετα οι αβεβαιότητες για την δημιουργία οικονομιών κλίμακας, και αποδοχής των νέων τεχνολογιών και υπηρεσιών από τους καταναλωτές, είναι σπουδαίοι παράγοντες που εμφανίζονται ως αιτία καθυστέρησης, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1. Επίσης σημειώνεται και απότομη αλλαγή πορείας στις διεθνείς αγορές κεφαλαίου όσον αφορά τις τηλεπικοινωνιακές επενδύσεις, καθώς και τους σχετικά ανύπαρκτους μηχανισμούς επενδύσεων επιχειρηματικών σχεδίων στην χώρα.



Σχήμα 1: Λόγοι που εμποδίζουν την ανάπτυξη ευρυζωνικών δικτύων

6.2) ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΡΕΧΟΥΣΑΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ

Από την μεριά των τηλεπικοινωνιακών οργανισμών καταγράφεται μια αβεβαιότητα αναφορικά με την ζήτηση που θα παρουσιάζουν οι ευρυζωνικές υπηρεσίες στην Ελλάδα. Η χρονική περίοδος 2004-2008 είναι κρίσιμη, και θα αναδείξει τις πραγματικές δυνατότητες εμπορικού κέρδους από τις αρχικές επενδύσεις στα πλαίσια μιας πιο διευρυμένης αγοράς. Παρά τον προβληματισμό

όμως των τηλεπικοινωνιακών οργανισμών θεωρείται βέβαιο ότι μεσοπρόθεσμα θα υπάρξει μια σημαντική ζήτηση για ευρυζωνικές υπηρεσίες η οποία δεν καταγράφεται επαρκώς στα τρέχοντα επίπεδα ζήτησης και χρήσης.

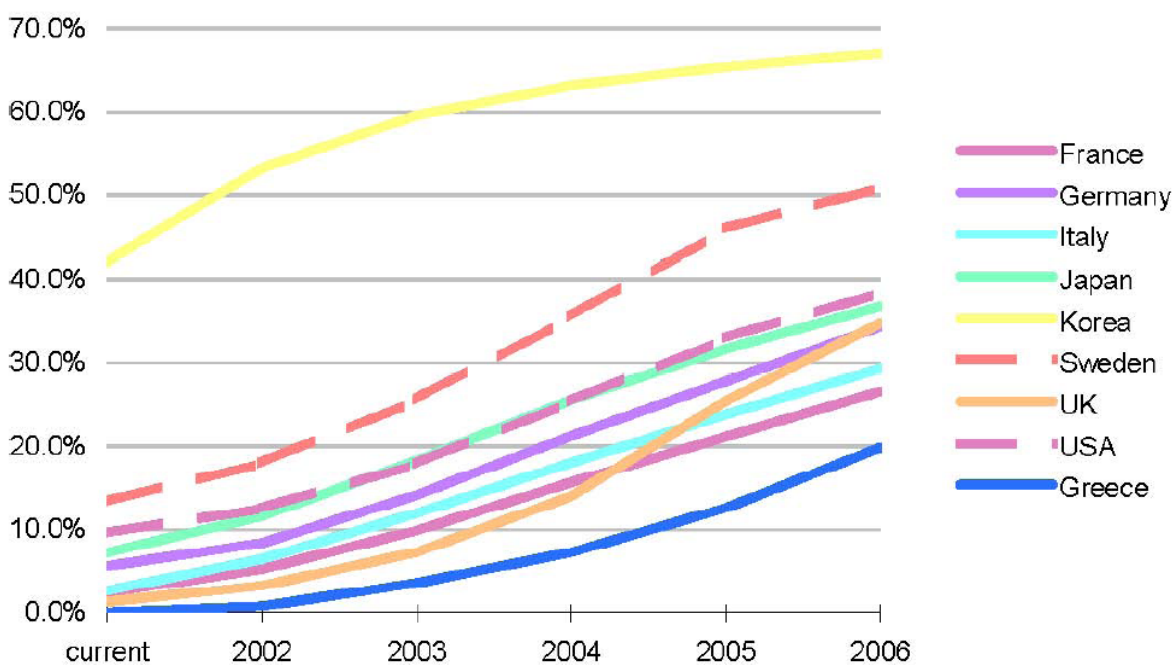
Παρά το γεγονός ότι οι δείκτες διείσδυσης του Internet στους Έλληνες χρήστες είναι χαμηλοί αυτό δεν οφείλεται σε αδυναμίες από την πλευρά των χρηστών. Έχουν παρατηρηθεί σημαντικά προβλήματα από την μεριά των παροχών όπως για παράδειγμα οι υψηλές τιμές των προσφερόμενων υπηρεσιών. Ένας επιπρόσθετος παράγοντας θα μπορούσε να είναι η έλλειψη δικτυακών τόπων με καθαρά ελληνικό περιεχόμενο, αλλά αυτό δεν έχει εμποδίσει άλλες χώρες, των οποίων η επίσημη γλώσσα δεν χρησιμοποιείται εκτεταμένα, να έχουν καλύτερους δείκτες χρήσης του Διαδικτύου. Ένας σημαντικός παράγοντας συγκράτησης του αριθμού των χρηστών του Διαδικτύου είναι και η περιορισμένη αγορά προσωπικών υπολογιστών από τους Έλληνες καταναλωτές. Το πρόβλημα αυτό αναμένεται να παραμείνει μέχρι να γίνουν διαθέσιμες φθηνότερες συσκευές πρόσβασης (π.χ. εξελιγμένες κονσόλες παιχνιδιών, ασύρματες συσκευές κτλ).

Σε σχέση με τη χαμηλή διείσδυση του Διαδικτύου στην Ελληνική αγορά, ο αριθμός των ελληνικών κόμβων στο Διαδίκτυο είναι συγκρίσιμος με αντίστοιχους ευρωπαϊκών χωρών. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την πολύ υψηλή διείσδυση των κινητών τηλεφώνων στην ελληνική αγορά αλλά και με την σημαντική χρήση μηνυμάτων SMS (μια από τις μεγαλύτερες στην Ευρώπη), μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι Έλληνες καταναλωτές δεν θα συμπεριφερθούν διαφορετικά από ότι αντίστοιχοι ευρωπαίοι στην υιοθέτηση ευρυζωνικών υπηρεσιών. Η ανάγκη αυτή είναι κρίσιμη με αντίστοιχες ευρωπαϊκές, αλλά η ελληνική αγορά εμφανίζεται συγκροτημένη λόγω της έλλειψης ανταγωνισμού και του υψηλού κόστους των μισθωμένων γραμμών (που είναι από τα υψηλότερα ανάμεσα στις χώρες του ΟΟΣΑ).

Η υιοθέτηση ευρυζωνικών υπηρεσιών έχει ήδη φθάσει σε υψηλά ποσοστά σε άλλες χώρες (42% στην Κορέα, 16% στην Σουηδία, 10% στις Η.Π.Α και 6% στη Γερμανία). Οι μεγάλες διαφορές ανάμεσα σε αυτές τις χώρες και σε άλλες με πολύ χαμηλότερα ποσοστά όπως η Ελλάδα, αντανakλούν τις διαφορές στα

δημογραφικά στοιχεία ζήτησης και προσφοράς, τα επίπεδα ανταγωνισμού (και κατά συνεπεία τις δυνατότητες επιλογών των χρηστών, τα σχήματα κοστολόγησης, τα κίνητρα των τηλεπικοινωνιακών οργανισμών), την καταλληλότητα του ρυθμιστικού πλαισίου (π.χ. αναφορικά με την κοστολόγηση υπηρεσιών σε τιμές χονδρικής, την αποδέσμευση του τοπικού βρόχου), και την αποτελεσματικότητα της κυβερνητικής πολιτικής σε αυτές τις χώρες.

Με το συνεχώς αυξανόμενο όγκο ανταλλασσόμενων δεδομένων στο Διαδίκτυο, περιμένουμε ότι η ζήτηση για ευρυζωνικές υποδομές στην Ελλάδα θα αυξηθεί δραματικά όπως και στις άλλες αναπτυγμένες οικονομίες. Οι περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες αναμένεται να έχουν ένα ποσοστό διείσδυσης σε ευρυζωνικές υπηρεσίες από τα νοικοκυριά της τάξης του 25%-35% μέχρι το 2006. Τα αντίστοιχα ποσοστά υιοθέτησης στην Ελλάδα, πέρα το γεγονός ότι είναι ήδη πίσω, θα συγκλίνουν και αναμένεται να φθάσουν το 20% το 2006 σύμφωνα με ένα μετριοπαθές σενάριο (Σχήμα 2). Σύμφωνα με το ίδιο σενάριο περιμένουμε ότι το 30% των ελληνικών επιχειρήσεων θα έχουν πρόσβαση σε ευρυζωνικές υπηρεσίες μέχρι το 2006.



Σχήμα 2: Εκτίμηση διείσδυσης Ευρυζωνικής πρόσβασης

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Πομπόρτσος Α.**, «Εισαγωγή στις νέες τεχνολογίες επικοινωνιών», (Α. Τζιόλα 1997)
Δίκτυα Υπολογιστών – **ANDREW S. TANENBAUM**
- McDysan, David E. and Spohn, Darren L.**, ATM Theory and Application, McGraw Hill
- David Griffin**, INTEGRATED COMMUNICATIONS MANAGEMENT OF BROADBAND NETWORKS, Crete University Press, 1996
Addressing: Reference Guide AF-RA-0106.000, ATM Forum February, 1999
Addressing: User Guide version 1.0 AF-RA-0105.000 , ATM Forum , January, 1999
- D. P. Griffin, P. Georgatsos**, A general framework for routing management in multiservice ATM networks
- The ATM Forum Technical Committee**, Domain-based rerouting for active point-to point. Calls version 1.0 af-cs-0173.000, August 2001
“Communication Networks: A first course”, **Walrand J.**, 1994
“**E-Publishing**”, Computer Networks and ISDN Systems, vol. 30, 1998, pp. 1263-1271
“**The Global Research Village: How Information and Communication Technologies Affect the Science System**”
- Abbas Jamalipour**, .Low Earth Orbital Satellites for Personal Communication Networks., ARTECH HOUSE, 1998.
- Alles, A.**, .ATM Internetworking., Engineering InterOp, Las Vegas, March 1995.
- Anderson, J., Manchester, S., J.,Rodriguez. Moral,A.and Veeraraghavan, M.**, Protocols and Architectures for IP Optical Networking., Bell Labs Technical Journal, January - March 1999.
- Dickie, M.**, Routing in Today’s Internetworks., Van Nostrand Reinhold, 1994.65
- Doshi, B., T., Dravida, S., Harshavardhana, P. and Qureshi, M., A.**, .A Comparison of Next-Generation IP-Centric Transport Architectures., Bell Labs Technical Journal, October . December 1998.
- Finn, N. and McCloghrie, K.**, .ATM Forum 95-0352: LAN Emulation and MPOA., March 1995.
- Ginsburg, D.**, .ATM: Solutions for Enterprise Internetworking., Addison-Wesley, 1996.
ITU-T, .Network Node Interface for the Synchronous Digital Hierarchy (SDH)., ITU-T Rec. G.707, March 1996.
IEEE, .Internet Computing., January . February, p58-69, 1998.
- Jain, R.**, .FDDI Handbook: High-Speed Networking Using Fiber and Other Media., Addison - Wesley, 1994.
- Manchester, J., Anderson, J., Doshi, B., T. and Dravida, S.**, .IP over SONET., IEEE Communications Mag., Vol. 36, No. 5, May 1998.
- Plummer, D.**, .An Ethernet Address Resolution Protocol - or - Converting Network Protocol Addresses to 48bit Ethernet Addresses for Transmission on Ethernet Hardware., STD 37, RFC 826, November 1982.
Bradely, T., and C. Brown, .Inverse Address Resolution Protocol., RFC 1293, January 1992.
- Heinanen, J.**, .Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5., RFC 1483, July 1993.
- Simpson, W.**, .PPP over SONET/SDH., RFC 1619, Daydreamer, May 1994.
- Laubach, M.**, .Classical IP and ARP over ATM., RFC 2225, April 1998.
- Maher, M.**, .ATM Signalling Support for IP over ATM . UNI Signalling 4.0 Update., RFC 2331, April 1998. 66
- Shariff, M.**, .Packet over SONET Fuels New IP Transport Paradigm., Lightwave Mag., April 1998.

Stallings, W., .Data and Computer Communications., 4th Edition, New York: MacMillan, 1994.
Suzuki, T., .ATM Adaptation Layer Protocol., IEEE Communications Mag., vol. 32, April 1994.
 ANSI, .Synchronous Optical Network (SONET) . Basic Description Including Multiplex Structure, Rates and Formats., ANSI T1.105-1995, 1995.
Tanenbaum, A., S., .Computer Networks., 3rd Edition, 1996.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

[1] http://www.geocities.com/amit_sood9/atm_ser_cat.htm

Στη διεύθυνση αυτή, υπάρχει άρθρο του A.Sood, από το Ινστιτούτο Thapar στην Ινδία Introduction to ATM traffic management. Ένα άρθρο σχετικά με τη διαχείριση της κυκλοφορίας στα ATM.

[2] <http://conta.uom.gr>

Η διεύθυνση του Computer Networks & Telematics Applications Lab, του Πανεπιστημίου Μακεδονίας, όπου υπάρχει υλικό για τα ATM δίκτυα και εργασίες Μεταπτυχιακών φοιτητών και των υποψήφιων διδασκτόρων.

[3] <http://www.atmforum.com>

Η διεύθυνση αυτή παραπέμπει στο πιο ενημερωμένο site πάνω στα ATM δίκτυα, γιατί είναι του ATM Forum. Περιέχει πληθώρα άρθρων καθώς και όλες τις προδιαγραφές που περιγράφουν και ορίζουν τις προδιαγραφές και το κανονιστικό πλαίσιο του ATM.

[4] <http://www.cisco.com/>

Πρόκειται για το δικτυακό τόπο μεγάλης εταιρίας κατασκευής δικτυακού εξοπλισμού. Περιέχει εκτός από περιγραφή και οδηγίες χρήσης του εξοπλισμού της εν λόγω εταιρίας και εισαγωγικά και ιδιαίτερος κατανοητά εισαγωγικά εδάφια για τις τεχνολογίες και τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται και ειδικά και για το ATM και την δρομολόγηση αυτού,

[5] <http://www.informit.com>

Πρόκειται για το δικτυακό όπου φιλοξενείται μεγάλος αριθμός από άρθρα επιπέδων που αφορούν θέματα υπολογιστών, δικτύωσης και επικοινωνιών. Τα άρθρα αυτά ποικίλουν σημαντικά ως προς το βάθος της ανάλυσης και ως προς την ευκολία κατανόησης Επίσης παρέχει και ενημέρωση και παρουσίαση βιβλίων που αφορούν τα ανωτέρω θέματα.

[6] <http://citeseer.nj.nec.com/>

Πρόκειται για ηλεκτρονική on-line βιβλιοθήκη με την υποστήριξη της NEC που περιέχει πληθώρα άρθρων, δημοσιεύσεων και αποσπασμάτων βιβλίων πάνω σε διάφορα επιστημονικά θέματα και ειδικότερα σε θέματα υπολογιστών, δικτύων και επικοινωνιών.

[7] <http://computer.org/>

Αποτελεί το επίσημο δικτυακό τόπο της IEEE Computer Society (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.). Μέσα στον δικτυακό αυτό τόπο υπάρχει πλούσιο υλικό που αφορά άρθρα και δημοσιεύσεις για θέματα επάνω στους υπολογιστές και τα δίκτυα υπολογιστών

[8] <http://www.doc.ic.ac.uk/>

Αποτελεί το επίσημο δικτυακό τόπο του Department of Computing του Imperial College of Science, Technology and Medicine University of London όπου και περιέχει Εικονική βιβλιοθήκη καθώς επίσης και αναδημοσιεύσεις άρθρων που έχουν δημοσιευθεί σε διάφορα επιστημονικά περιοδικά και στο διαδίκτυο.

[9] <http://www.lib.ic.ac.uk/computing/ccabout.htm>

Αποτελεί το επίσημο δικτυακό τόπο του Department of Computing του Imperial College of Science, Technology and Medicine University of London όπου και περιέχει ερευνητικό υλικό και

εργασίες μεταπτυχιακών φοιτητών, και υλικό μελέτης για τα διδασκόμενα στο πανεπιστήμιο αυτό μαθήματα που αφορούν υπολογιστές,

[10] <http://portal.acm.org/info/about.cfm>

Αποτελεί είσοδο για την ηλεκτρονική βιβλιοθήκη της ACM που περιέχει άρθρα και δημοσιεύσεις για πρωτοποριακές σκέψεις και βασική έρευνα σε τεχνολογικούς τομείς όπως και οι υπολογιστές και τα δίκτυα αυτών.

[11] www.sciencedirect.com

Η διεύθυνση περιέχει πληροφορίες για διαφόρους επιστημονικούς και ερευνητικούς τομείς. Η συγκεκριμένη διεύθυνση, ανήκει στον τομέα Computer Networks και περιέχει περίληψη και σχήματα από την εργασία των M.Abdelaziz & I.Stavrakakis με τίτλο 'Adaptive Rate Control in high-speed Networks/Performance Issues'.

[12] <http://www.networkmagazine.com>

Το περιοδικό Networkmagazine στον κυβερνοχώρο. Στην διεύθυνση αυτή μπορεί κανείς να βρεί πληθώρα από δημοσιεύσεις άρθρων και δίδεται και δυνατότητα υποβολής ερωτήσεων. Η διεύθυνση παραπέμπει σε πολλές διευθύνσεις σχετικά με τα ATM δίκτυα.

[13] <http://wcl.ee.upatras.gr/>

Το τμήμα των ηλεκτρολόγων μηχανικών και τεχνολογίας Η/Υ του Πανεπιστημίου Πάτρας. Περιέχει δημοσιεύσεις των διδασκόντων πάνω στα Πληροφοριακά Συστήματα, επεξεργασίας φωνής και λόγου, διαχείριση δικτύων κ.α. καθώς και εργασίες μεταπτυχιακών φοιτητών πάνω στα ίδια θέματα.

[14] <http://www.publish.com/features/9603/telecom/>

"Making the Right Connections, High-speeds telecommunications services give publishers new options"

Στην διεύθυνση αυτή αναπτύσσονται θέματα που αφορούν τις δικτυακές υπηρεσίες που είναι διαθέσιμες για E-Publishing.

[15] <http://www.prosoma.lu/.html>

"UK Academic Network Architecture, A study commissioned by the ACN"

Θέματα δικτύων με εφαρμογή σε Πανεπιστημιακές βιβλιοθήκες

[16] <http://www.microsoft.com/technet/network/intern.asp>

Το site της γνωστής εταιρίας Microsoft. Στην υποσελίδα αυτή αναφέρονται βασικές οδηγίες πάνω στο Internet Protocol (IP)-Άρθρο γραμμένο από τους Thomas Lee και Joseph Davies.

[17] http://www.medialab.ntua.gr/multinew/chap2d_2.htm

Σελίδα του Εθνικού Μετσόβειου Πολυτεχνείου στην οποία γίνεται αναλυτική περιγραφή των τοπικών δικτύων (ethernet και token ring με μεγάλη λεπτομέρεια)

[18] http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-99/wireless_lans/index.html

Σελίδα του πανεπιστημίου του Ohio, του καθηγητή Raj Jain στην οποία αναλύονται τα πρότυπα IEEE 802.3 (παραπομπή σε pdf).

[19] www.ee.survey.ac.uk/Personal/L.Wood/Publications/Wood-et-al-ip-routing-issues.pdf

Περιέχει τις εκδόσεις του Lloyd Wood's. Σε αυτές περιέχεται το pdf με τίτλο .IP routing issues in satellite constellation networks.

[20] <http://www.ietf.org/rfc/rfc2002.txt>

Rfc 2002(Mobile Ip) με θέμα .IP Mobility Support.

[21] <http://www.cs.hut.fi/~mart/mail/manet/1998/0055.html>

Site που περιέχει κομμάτια από ομάδες συζήτησης (MANET mail archive 1998 -M. Scott Corson) (corson@glue.umd.edu)

