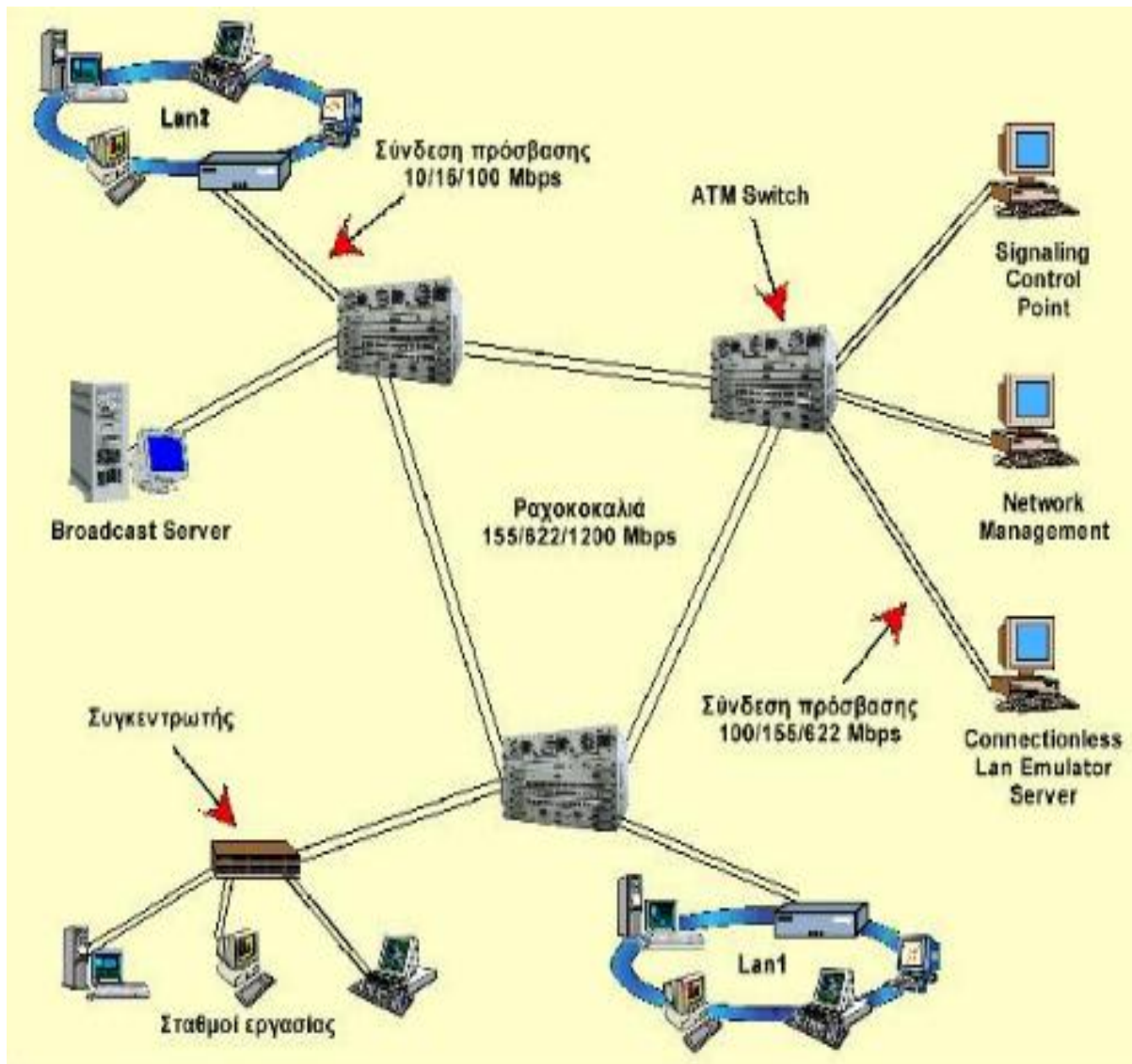


ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ
ΤΜΗΜΑ: ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΤΟΠΟΥΣΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ - ΤΣΟΥΡΑΙ ΕΡΙΟΝ
WIRELESS ATM
WATM



2003 - 2004

WIRELESS ATM
WATM

ΤΟΠΟΥΖΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ - ΤΣΟΥΡΑΙ ΕΡΙΟΝ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΣΤΕΡΓΙΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ

ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ-2004

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ABSTRACT (ΠΕΡΙΛΗΨΗ).....	σελ.3
INTRODUCTION (ΟΔΗΓΙΕΣ).....	σελ.4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ.6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΡΟΣ ΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΑΤΜ.	
2.1 Ανάπτυξη της ΑΤΜ τεχνολογίας.....	σελ.11
2.2 Ασύρματα LANs και ΑΤΜ τεχνολογία.....	σελ.14
2.3 Ανάγκη για Ασύρματα ΑΤΜ.....	σελ.15
2.4 Ο Ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς ΑΤΜ.....	σελ.17
2.4.1 Δίκτυα ΑΤΜ. (Ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς δεδομένων)...	σελ.17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΤΜ.	
3.1 Βασικές αρχές της τεχνολογίας ΑΤΜ.....	σελ.19
3.2 Το ΑΤΜ cell	σελ.22
3.2.1 Το φυσικό επίπεδο.....	σελ.25
3.2.2 Το ΑΤΜ επίπεδο.....	σελ.29
3.2.3 Το ΑΑL επίπεδο.....	σελ.33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΤΜ.	
4.1 Γεννηθήτω ΑΤΜ.....	Σελ36
4.2 Στατιστική Πολυπλεξία.....	Σελ37
4.3 Προϋποθέσεις για αποδοτική λειτουργία της στατιστικής πολυπλεξίας.....	σελ38
4.4 Πρότυπα διασυνδέσεων με το χρήστη.....	σελ39
4.5 Κύριοι οργανισμοί που ωθούν την έρευνα στο ΑΤΜ.....	σελ39
4.6 Γενική μορφή πακέτου ΑΤΜ.....	σελ40
4.7 Συνδέσεις σε ένα δίκτυο ΑΤΜ.....	σελ41
4.8 Τι επίπεδο πρωτοκόλλου είναι το ΑΤΜ.....	σελ43
4.9 Το φυσικό επίπεδο.....	σελ44
4.10 Έλεγχος ροής στο ΑΤΜ.....	σελ44
4.11 Παράδοση πακέτων στο ΑΤΜ.....	σελ46
4.12 Επιδόσεις ενός δικτύου ΑΤΜ.....	σελ47
4.13 Συμβατότητα του ΑΤΜ με τα τωρινά δίκτυα.....	σελ48
4.14 Γενικοί Έλεγχοι σε Δίκτυα ΑΤΜ.....	σελ49
4.15 Ασφάλεια στο ΑΤΜ.....	σελ50

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΠΕΛΑΤΕΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΤΜ-ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΤΜ.

- 5.1 Πιθανοί πελάτες του Δικτύου ΑΤΜ..... σελ.51
- 5.2 Υπηρεσίες του Δικτύου ΑΤΜ..... σελ.51.
 - 5.2.1 Υπηρεσίες για οικιακούς χρήστες..... σελ.52
 - 5.2.2 Υπηρεσίες για επιχειρήσεις..... σελ.52
- 5.3 Τύποι Δεδομένων και υπηρεσίες στα ΑΤΜ Δίκτυα..... σελ.53
- 5.4 Κατηγορίες Υπηρεσιών ΑΤΜ (Service Categories)..... σελ.53
- 5.5 Υπηρεσίες που Προσφέρονται από τα Δίκτυα ΑΤΜ..... σελ.54

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΤΜ.

- 6.1 Πλεονεκτήματα ΑΤΜ..... σελ.55
 - 6.1.2 Πλεονεκτήματα & αξιολόγηση του ΑΤΜ..... σελ.57

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΑΤΜ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.

- 7.1 Ασύρματα ΑΤΜ Μοντέλα Αναφοράς..... σελ.58
 - 7.1.1 Σταθερά Ασύρματα Συστατικά Στοιχεία..... σελ. 58
 - 7.1.2 Κινητοί Τελικοί Χρήστες..... σελ.58
 - 7.1.3 Κινητοί Μεταγωγοί με Σταθερούς Τελικούς Χρήστες σελ.60
 - 7.1.4 Κινητοί Μεταγωγοί και Κινητοί Τελικοί Χρήστες. σελ60
 - 7.1.5 Διασύνδεση με PCS..... σελ.60
 - 7.1.6 Ασύρματα Ad-Hoc Δίκτυα..... σελ.61
- 7.2 Ασύρματα ΑΤΜ επίπεδα..... σελ.61
 - 7.2.1 Radio Access Layer..... σελ.63
 - 7.2.2 Mobile ATM Management Layer..... σελ.65
- 7.3 Παράδειγμα ΑΤΜ δικτύου..... σελ.67

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΑΤΜ,ΙΡ,WDM

- 8.1 ΙΡ over ΑΤΜ..... σελ.68
 - 8.1.2 Μοντέλα για ΙΡ over ΑΤΜ..... σελ.68
 - 8.1.3 Κλασσικό ΙΡ over ΑΤΜ..... σελ.70
- 8.2 Ενοποίηση των τεχνολογιών ΑΤΜ και WDM..... σελ.72
 - 8.2.1 Τρέξιμο (Running) ΑΤΜ πάνω από WDM..... σελ.73

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΑΤΜ ΠΡΩΤΟΤΥΠΑ σελ.74

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 ΠΡΟΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ..... σελ.75

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... σελ.76

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... σελ.78

ABSTRACT (ΠΕΡΙΛΗΨΗ)

Η σημαντική αύξηση των τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών έχει παρακινήσει τις σπουδές πάνω στις τεχνολογίες ασύρματων δικτύων όπως το ασύρματο ATM (Asynchronous Transfer Mode) ή WTAM. Η τεχνολογία ασύρματου ATM έχει μελετηθεί τα τελευταία χρόνια από έρευνες που έχουν κάνει ειδικές ομάδες.

Πολλές έρευνες και προσπάθειες σχετικά με την διαχείριση πρωτοκόλλων έχουν γίνει . Ένας αριθμός συστήματος-επιπέδου πρωτότυπα για WATM έχουν ανακαλυφθεί από τα R&D επιστημονικά εργαστήρια σε διάφορα μέρη του κόσμου. Το WATM άρχισε τώρα να θεωρείται σαν ένα δυναμικό πλαίσιο για την επόμενη γενιά ασύρματης επικοινωνίας ικανή να υποστηρίξει ολοκληρωμένα (QoS) συστήματα βασισμένα σε υπηρεσίες πολυμέσων.

Αν και η τεχνολογία ATM είναι αρκετά σύνθετη και η ασύρματη αποδοχή είναι πιο περιπλοκή,πολλα τεχνικά θέματα έχουν λυθεί.Η δύναμη της ATM τεχνολογίας θα είναι ικανή να υποστηρίξει διάφορα πρωτοκόλλα σαν το ISDN κ το INTERNET. Σε αυτήν την ενότητα ,σε γενικές γραμμές θα παρουσιάσουμε την ιδέα του ATM. Εξασφαλίζουμε ένα σύστημα-επιπέδου το οποίο αναφέρεται σε κύρια τεχνικά θέματα πανω στην ειδικευση του ασυρματου ATM δικτύου και σε πρωτοκόλλα αρχιτεκτονικής με δεδομένα αλυσίδας έλεγχου, μεγάλη πρόσβαση έλεγχου, ασύρματος έλεγχος, δυνατότητα διαχείρισης θεμάτων .Η κατάσταση ανάπτυξης της τεχνολογίας με τις σπάνιες δραστηριότητες αναφέρονται και δίνονται επίσης σε μια συνοπτική περίληψη.

‘INTRODUCTION’ (ΟΔΗΓΙΕΣ)

Στην τελευταία δεκαετία του 20^{ου} αιώνα ,οι τεχνολογικές βελτιώσεις ανέπτυξαν τρόπους για να πετύχουν τους στόχους των ανεξάρτητων επικοινωνιών όσον αφορά τον τόπο και τον χρόνο. Αυτός ο αντικειμενικός στόχος έχει έρθει στην επιφάνεια από την ιδέα της προσωπικής επικοινωνίας δικτύου και υπηρεσίας.Με την αύξηση του ρόλου των πολυμέσων και την εφαρμογή των υπολογιστών στις επικοινωνίες ,ο κύριος αντικειμενικός στόχος έχει γίνει η επέκταση της κινητής επικοινωνίας και σχεδιάστηκε μια νέα γενιά της ασύρματης προσωπικής επικοινωνίας δικτύου, ικανή να υποστηρίξει φωνή (variety voice),εικόνα(video) και δεδομένα δρομολόγησης (traffic control).Αυτές οι εξελίξεις έχουν δώσει κίνητρα τις σπουδές πάνω στις ασύρματες τεχνολογίες δικτύου όπως το ασύρματο ATM η το WATM .

Η ιδέα του WATM προτάθηκε για πρώτη φορά το 1992 ,τόρα θεωρείται σαν δυναμικό πλαίσιο ικανό να υποστηρίζει ολοκληρωμένα συστήματα (QoS),βασισμένο σε πολυμεσικές εφαρμογές .Η δύναμη της τεχνολογίας ATM μπορεί να παρέχει υποστηρίξει για διάφορα πρωτοκόλλα όπως το ISDN και το INTERNET .Όσο η ασύρματη επικοινωνία αυξάνεται τόσο και ο ρόλος του QoS υποστηρίζεται το οποίο θα γίνει πολύ σημαντικό όταν πολυμεσικές υπηρεσίες είναι περιπλεγμένες στην ίδια τεχνολογία ραδιοφωνικής πρόσβασης. Όσο για την υποστήριξη του QoS είναι μια θεμελιώδης αρχή της τεχνολογίας του ATM.

Ο κύριος σκοπός του Ασύρματου ATM είναι να προσφέρει ελευθερία στην κινητικότητα και στη φορητότητα με την υποστήριξη υπηρεσιών πολυμέσων και με την εγγύηση της Ποιότητας Υπηρεσιών στον τελικό χρήστη. Όμως, το Ασύρματο ATM σύστημα περιορίζεται να λειτουργήσει με μειωμένες δυνατότητες εξαιτίας της έλλειψης του ραδιοφάσματος.

Το πρώτο κεφάλαιο αυτής της έρευνας είναι μία εισαγωγή στο σημαντικό θέμα των Ασύρματων ATM δικτύων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αυτής της έρευνας, παρουσιάζεται η εξέλιξη προς τα Ασύρματα ATM δίκτυα .Ιδιαίτερα, εξετάζεται η ανάπτυξη της ATM τεχνολογίας ,τα ασύρματα LANs σε σχέση με την ATM τεχνολογία και εξηγείται η ανάγκη για τα Ασύρματα ATM καθώς και ο ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς ATM.

Το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στις Βασικές αρχές της τεχνολογίας ATM, στο ATM cell και τα επίπεδα του ATM.

Το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στις Εφαρμογές του ATM, και παρουσιάζονται οι περισσότερες από αυτές.

Το πέμπτο κεφάλαιο αναφέρεται στους Πελάτες του Δικτύου και στις Υπηρεσίες του Δικτύου ATM.

Το έκτο κεφάλαιο αναφέρεται στα πλεονεκτήματα του ATM.

Το έβδομο κεφάλαιο αναφέρεται στην αρχιτεκτονική του Ασύρματου ATM. Ιδιαίτερα, παρουσιάζονται τα μοντέλα αναφοράς του Ασύρματου ATM και εξετάζονται τα επίπεδά του. Στο τέλος, παρατίθεται ένα παράδειγμα Ασύρματου ATM δικτύου.

Το κεφάλαιο όγδοο αναφέρεται στα Μοντέλα για IP over ATM καθώς και στην Ενοποίηση των τεχνολογιών ATM και WDM.

Το ένατο και το δέκατο κεφάλαιο περιέχουν πληροφορίες για τα Ασύρματα ATM πρωτότυπα και την προτυποποίηση, αντίστοιχα. Στο τελευταίο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα αυτής της έρευνας και στο τέλος αυτής της εργασίας παρατίθεται η βιβλιογραφία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα Ασύρματα ATM (Wireless ATM-WATM) είναι ένα από τα πιο σημαντικά θέματα της έρευνας και της ανάπτυξης στην βιομηχανία των τηλεπικοινωνιών. Είναι το αποτέλεσμα των προσπαθειών του συνδυασμού των ασύρματων επικοινωνιών και της ATM τεχνολογίας.

Το ATM θεωρείται η βάση της μεταγωγής και της μεταφοράς για το μελλοντικό Broadband Integrated Services Digital Network (B-ISDN), εξαιτίας της ικανότητάς του να υποστηρίζει ένα μεγάλο εύρος υπηρεσιών με εγγύηση Ποιότητας Υπηρεσιών (Quality of Service-QoS). Από την άλλη πλευρά, τα ασύρματα τοπικά δίκτυα (wireless LANs) γίνονται ολοένα και πιο δημοφιλή στις επικοινωνίες δεδομένων εξαιτίας της ευκαμψίας τους και των αυξανόμενων ταχυτήτων μετάδοσης. Επιπλέον, οι ασύρματες επικοινωνίες έχουν αναπτυχθεί σε τέτοιο επίπεδο, όπου οι προσφερόμενες υπηρεσίες περιλαμβάνουν πολυμεσικές εφαρμογές.

Ο συνδυασμός των ασύρματων επικοινωνιών και του ATM, ιδιαίτερα σε τοπικά περιβάλλοντα, μπορεί να παρέχει την ελευθερία της κινητικότητας (mobility) και των προτύπων υπηρεσιών του ATM με την εγγύηση QoS. Όμως, προκειμένου να επιτευχθεί η αποτελεσματική ανάπτυξη των WATM, πολλά εμπόδια πρέπει να ξεπεραστούν, τα οποία προκαλούνται κυρίως από την φύση των WATM. Τα δύο πιο κύρια εμπόδια είναι:

- ✓ το θορυβώδες περιβάλλον &
- ✓ οι περιορισμοί του εύρους ζώνης (bandwidth), εξαιτίας της έλλειψης του ραδιο-φάσματος.

Άλλα θέματα, τα οποία είναι ανοιχτά, αφορούν την διαχείριση της κινητικότητας (mobility management), τον έλεγχο πολλαπλής πρόσβασης (multiple access control) και την διασύνδεση (internetworking).

Η κύρια πρόκληση των WATM είναι η εναρμόνιση της ανάπτυξης των broadband ασύρματων συστημάτων με B-ISDN και των ATM LANs και η προσφορά παρόμοιων πολλαπλών υπηρεσιών χαρακτηριστικών στον κινητό χρήστη για την υποστήριξη φωνής, video και πολυμεσικών εφαρμογών.

Ένα σημαντικό θέμα του σχεδιασμού των WATM, το οποίο μπορεί να οδηγήσει στην βελτίωση του QoS, είναι ο σχεδιασμός ενός Medium Access Control (MAC) protocol για την ραδιο-διασύνδεση (radio interface). Αυτό το πρωτόκολλο θα παρέχει ένα αποτελεσματικό σχήμα, το οποίο θα υποστηρίζει όλες τις υπηρεσίες του ATM και θα εγγυάται το απαιτούμενο QoS για καθεμία σύνδεση.

Τι σημαίνει ATM?

Ο όρος «ATM» είναι εδώ και πολλά χρόνια ένα από τα πιο «καυτά» τηλεπικοινωνιακά θέματα εδώ και πολύ καιρό. Αν και υπάρχουν προϊόντα και συσκευές ATM στην αγορά, δεν παύει να παραμένει ακόμα ένα πρότυπο σε ανάπτυξη, με πολλές προοπτικές μπροστά του. Ήδη πολλοί ευρωπαϊκοί τηλεπικοινωνιακοί οργανισμοί έχουν επιλέξει το ATM σαν πλατφόρμα για την παροχή φτηνού ISDN ευρείας ζώνης (B-ISDN: BroadBand ISDN), ανάμεσά τους και ο ΟΤΕ.

Το ακρωνύμιο ATM σημαίνει «Asynchronous Transfer Mode» δηλαδή «ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς». Πρόκειται για ένα αναπτυσσόμενο τηλεπικοινωνιακό πρότυπο για το ISDN ευρείας ζώνης (broadband) που προωθείται από πολλές μεγάλες τηλεπικοινωνιακές εταιρείες όπως οι: AT&T, 3Com, BT Labs, Bell Atlantic, Bellcore, Bell South, Cabletron, Cisco, Deutsche Telekom, DEC, Ericsson, General Instrument, HP, IBM, Nokia, SGS-Thomson, Siemens κ.α. Το ATM είναι ένα από την οικογένεια των τηλεπικοινωνιακών προτύπων που εισήγαγαν την έννοια της αναπήδησης πακέτου, της αναμετάδοσης πλαισίου (frame relay) και τελευταία της υπηρεσίας δεδομένων υψηλών ταχυτήτων με μεταγωγή (Switched Multimegabit Data Service - SMDS). Η τεχνολογία πίσω από το ATM δεν αποτελεί κάτι καινούργιο - είναι στην ουσία παρεμφερής του STM το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως στα τηλεφωνικά δίκτυα. Ξεκίνησε δε από την ανάγκη να καλυφθούν οι τηλεπικοινωνιακές ανάγκες της ολοένα και αυξανόμενης κοινωνίας της πληροφορίας, και των ανθρώπινων αναγκών για ανεπτυγμένα τηλεπικοινωνιακά μέσα.

Ιστορία.

Για να κατανοήσουμε τις ανάγκες που οδήγησαν στη γέννηση του ATM, πρέπει να κάνουμε μια σύντομη αναφορά στο πρόγονό του STM (Synchronous Transfer Mode). Το STM χρησιμοποιείται στα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα υποδομής (backbone) για τη μεταφορά πακέτων δεδομένων και φωνής σε μακρινές αποστάσεις. Είναι ένας μηχανισμός μεταγωγής κυκλώματος στον οποίο μια σύνδεση αρχίζει μεταξύ δύο τελικών σημείων, ακολουθεί η μεταφορά δεδομένων και στο τέλος η σύνδεση μεταξύ των δύο αυτών σημείων κλείνει. Κατά τη διάρκεια της επικοινωνίας, το εύρος ζώνης έχει προκαθοριστεί και παραμένει κατειλημμένο καθ'όλη τη διάρκεια της σύνδεσης, ανεξάρτητα με το αν διακινείται ή όχι πληροφορία. Το συνολικό εύρος ζώνης διαιρείται σε στοιχειώδη κομμάτια χρόνου (time-slots ή buckets) και τα πακέτα των δεδομένων οργανώνονται σε μια ουρά που περιέχει ένα σταθερό αριθμό πακέτων. Ένα bucket περιέχει N πακέτα, ένα για κάθε σύνδεση, και υπάρχουν M διαφορετικά buckets που επαναλαμβάνονται κάθε T δευτερόλεπτα. Έτσι, ο ολικός αριθμός συνδέσεων που μπορεί να εξυπηρετήσει ικανοποιητικά ένα STM τηλεπικοινωνιακό σύστημα είναι $N \cdot M$, και βέβαια στην ιδανικότερη περίπτωση, αφού το γεγονός ότι κάθε σύνδεση καταλαμβάνει "a priori" ένα πακέτο σε κάθε bucket δεν σημαίνει αναγκαστικά ότι θα χρησιμοποιηθεί για μεταφορά χρήσιμων δεδομένων. Αυτό σημαίνει ότι μια σύνδεση που δεν χρησιμοποιεί όλο το εύρος που της προσφέρεται δεν μπορεί να «δανείσει» το περισσευούμενο εύρος σε μια άλλη σύνδεση που παρουσιάζει συμφόρηση και έχει άμεση ανάγκη από εύρος.

Σε ένα σύνδεσμο STM, μία σύνδεση έχει μια καθορισμένη θέση πακέτου, 1 έως N , σε ένα καθορισμένο bucket, 1 έως M . Εάν ανάμεσα στα δύο άκρα της σύνδεσης μεσολαβούν δύο ή περισσότεροι σύνδεσμοι STM, οι αριθμοί αυτοί αλλάζουν από κόμβο σε κόμβο, αλλά δεν παύουν να δεσμεύουν ένα στοιχειώδες κομμάτι χρόνου (timeslot) σε κάθε M buckets για κάθε σύνδεση. Όπως γίνεται φανερό, η συμπεριφορά ενός συστήματος STM είναι γενικά προβλέψιμη, εφόσον κάθε σύνδεση έχει καταλάβει ένα μέρος του διαθέσιμου εύρους, και δεν την απελευθερώνει για όλη τη διάρκεια της σύνδεσης.

Οι αριθμοί N και M γενικά διαφέρουν από υλοποίηση σε υλοποίηση, αλλά η χρονική περίοδος T είναι ίδια, μιας και προέρχεται από το θεώρημα του Nyquist για τη μη απώλεια πληροφορίας για δειγματοληπτημένο σήμα φωνής συχνότητας μέχρι και 4 kHz: $1/(2 \cdot 4000)$

= 125μsec. (Αυτή η περίοδος είναι μία από τις πιο ουσιώδεις στη θεωρία τηλεπικοινωνιών και δεν αναμένεται να αλλάξει για πολλά χρόνια ακόμα.)

Το γεγονός από τη μια ότι μία σύνδεση STM δεν κατανέμει δίκαια το διαθέσιμο εύρος στις επιμέρους συνδέσεις και δεν επιδέχεται παραπάνω από $N \cdot M$ ταυτόχρονες συνδέσεις, και από την άλλη ότι η μορφή των δεδομένων που διακινούνται στα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα αλλάζει σταδιακά από φωνή και μονόδρομα κινούμενη εικόνα (τηλεόραση) σε ένα μίγμα από φωνή, δεδομένα υπολογιστών, video και audio-on-demand, web σελίδες πλούσιες σε γραφικά κ.λ.π., ωθούν στην ανάγκη εύρεσης ενός νέου προτύπου.

Διαφορές μεταξύ STM και ATM κυκλοφορίας.

Ο Σύγχρονος τρόπος μεταγωγής (STM) βασίζεται στην μεταγωγή κυκλωμάτων και στην σύγχρονη πολυπλεξή ενώ ο ATM τρόπος βασίζεται σε μεταγωγή πακέτων και σε ασύγχρονη πολυπλεξή.

Στο STM , το εύρος ζώνης της ζεύξης είναι οργανωμένο σε σταθερά πλαίσια συγκεκριμένου πλήθους χρονοθυρίδων. Κάθε χρονοθυρίδα διατίθεται σε μια σύνδεση που εντοπίζεται από την θέση της στο πλαίσιο. Επειδή η διάθεση του εύρου ζώνης είναι σταθερή πρέπει να βασίζεται στον ρυθμό κορυφής. Το STM είναι αποδοτικό για υπηρεσίες σταθερού ρυθμού, αλλά πολυδάπανο για υπηρεσίες που εμφανίζουν ριπές κίνησης όπως άλλωστε είναι πολλές από τις υπηρεσίες που προσφέρει το B-ISDN.

Τα ATM πακέτα διατίθενται στις υπηρεσίες κατά απαίτηση, δημιουργώντας μια δυναμική και απεριόριστη ποικιλία ρυθμών μετάδοσης σε αντίθεση με τους προκαθορισμένους ρυθμούς του STM.

Το ATM έχει ξεπεράσει την χαμηλή αποδοτικότητα του STM , καθώς έχει την δυνατότητα να διαθέτει δυναμικά την χωρητικότητα (δηλ. το εύρος ζώνης της ζεύξης) σε πρώτη ζήτηση. Ακόμη, έχει την δυνατότητα να εκμεταλλευτεί την πιθανότητα να μην συμπίπτουν οι στιγμές εμφάνισης του ρυθμού αιχμής πολλών πολυπλεγμένων υπηρεσιών ριπαίας κίνησης. Με σωστή διαστασιοποίηση των χώρων προσωρινής αποθήκευσης μπορούν να ελαττωθούν σημαντικά και σε ανεκτά επίπεδα οι πιθανότητες απωλειών από τους ρυθμούς αιχμής και ταυτόχρονα να υπάρξει μια εγγύηση των παραμέτρων των υπηρεσιών σταθερού ρυθμού.

Η ασύγχρονη πολυπλεξη των κύτταρων συνεπάγεται ότι τα ATM πακέτα θα υφίστανται προσωρινή αποθήκευση σε ουρές αναμονής πριν την είσοδο τους στο πολυπλεγμένο ρεύμα του μέσου μετάδοσης. Για την προσαρμογή των ρυθμών εισάγονται “άδεια” ή “αδρανή” ATM πακέτα. Αυτά απορρίπτονται στον επόμενο κομβο, εάν ο στιγμιαίος ρυθμός του απαιτεί την χρήση της θέσης του αδρανούς κύτταρου από ένα ενεργό ATM πακέτο.

Η ATM επικοινωνία μπορεί να εξασφαλίσει υπηρεσίες ευρείας ζώνης και μεταφορά πληροφοριών για τον χρήστη και για το δίκτυο. Η ATM αρχιτεκτονική που στηρίζεται σε νοητά μονοπάτια και νοητά κυκλώματα καθιστούν πιο εύκολο τον επανασχηματισμό από ότι η STM αρχιτεκτονική δικτύου η οποία βασίζεται στις φυσικές πηγές δικτύου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΡΟΣ ΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΑΤΜ

2.1 Ανάπτυξη της ΑΤΜ τεχνολογίας.

Η ΑΤΜ (Ασύγχρονος Τρόπος Μεταφοράς-Asynchronous Transfer Mode) τεχνολογία είναι το αποτέλεσμα των προσπαθειών για την ανάπτυξη μίας κοινής βάσης για την μετάδοση δεδομένων, φωνής και video. Η πρώτη χρήση των ΑΤΜ ήταν στα Ευρείας Περιοχής δίκτυα (WANs) και στα Μητροπολιτικά δίκτυα (MANs). Εν συνεχεία, αναπτύχθηκαν στα Τοπικά δίκτυα (LANs) και τελικά στους κινητούς χρήστες.

Το ΑΤΜ ήταν το αποτέλεσμα της προσπάθειας προτυποποίησης του Ψηφιακού δικτύου Ολοκληρωμένων Υπηρεσιών (Integrated Services Digital Network-ISDN), το οποίο προτάθηκε για ολοκληρωμένες επικοινωνίες, όμως χρειάστηκε πολύ καιρό για να προτυποποιηθεί και όταν η διαδικασία προτυποποίησης ολοκληρώθηκε, είχε σοβαρές ελλείψεις σε δυνατότητες σύνδεσης. Αυτή η έλλειψη οδήγησε σε μια καινούρια προσπάθεια προτυποποίησης για μία υπηρεσία μεταγωγής πακέτου (packet-switched service) με υψηλές ταχύτητες μετάδοσης. Στα τέλη της δεκαετίας του 1980 μία πρόταση εμφανίστηκε, η οποία ονομάζεται Ασύγχρονη διαιρέση Χρόνου (Asynchronous Time Division-ATD). Αυτή η πρόταση εισήγαγε την ιδέα του πακέτου σταθερού μεγέθους και μετονομάστηκε σε ΑΤΜ. Η διεθνής Τηλεπικοινωνιακή Ένωση-Τομέας Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων (International Telecommunications Union-ITU-T) (έπειτα CCITT), το διεθνές σώμα προτυποποίησης της τηλεπικοινωνιακής βιομηχανίας, μελέτησε εντατικά το ΑΤΜ.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, η βιομηχανία των υπολογιστών άρχισε να μελετά τρόπους για να αντικαταστήσει την χαμηλής ταχύτητας υποδομή δικτύωσης (10Mbps), η οποία βασικά αποτελούνταν από το Ethernet και τους Δακτύλιους με Κουπόνια (token rings). Η Οπτική διασύνδεση Κατανεμημένων δεδομένων (Fibre Distributed Data Interface-FDDI), ένα πρότυπο τοπικού δικτύου στα 100Mbps, συμφωνήθηκε να χρησιμοποιηθεί. Όμως, το FDDI ήταν μόνο ένα πρότυπο δικτύωσης δεδομένων και δεν μπορούσε να υποστηρίξει ενοποιημένες υπηρεσίες.

Για να λυθεί αυτό το πρόβλημα, προτάθηκε το FDDI-II, μία τεχνική διατήρησης του εύρους ζώνης για δεδομένα μεταγωγής κυκλώματος στο FDDI, αλλά απέτυχε. Μετά από αυτήν την αποτυχία, η επιτροπή των τοπικών δικτύων αποφάσισε να υιοθετήσει το ATM, το οποίο είχε προτυποποιηθεί για WAN και MAN, ως μια τεχνολογία των LANs ικανή να υποστηρίξει υπηρεσίες πολυμέσων (multimedia servises).

Ένας από τους κυριότερους λόγους αυτής της απόφασης ήταν η απλή μετάφραση των πακέτων, που προορίζονται από τα WANs και τα MANs στα LANs. Το ATM Forum ιδρύθηκε για να ασχοληθεί με την προτυποποίηση του ATM. Πρόκειται για έναν διεθνή οργανισμό μη κερδοσκοπικό, ο οποίος ασχολείται με την επιτάχυνση της χρήσης των προϊόντων και των υπηρεσιών του ATM διαμέσου μιας ραγδαίας προσέγγισης των λειτουργικών προδιαγραφών. Επιπλέον, το ATM Forum προάγει την βιομηχανική συνεργασία και συναίσθηση.

Ο ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς αρχικά είχε σχεδιαστεί για να πραγματοποιηθεί το B-ISDN. Ο ATM επιτρέπει αόρατη ενοποίηση και αλληλεπίδραση με τοπικά και ευρείας περιοχής δίκτυα. Το B-ISDN είχε αρχικά σχεδιαστεί ως η επέκταση του ISDN ώστε να παρέχει υπηρεσίες ευρείας ζώνης ταυτόχρονα με τις παραδοσιακές ISDN υπηρεσίες. Θα υποστηρίζει υπηρεσίες τόσο σταθερού όσο και μεταβλητού bit rate, μεταφορά δεδομένων, φωνής εικόνας καθώς και υπηρεσίες πολυμέσων. Το μέλλον του αναμένεται να είναι ένα παγκόσμιο δίκτυο που θα υποστηρίζει διάφορες υπηρεσίες αλλά και κατηγορίες πελατών. Για να αξιοποιήσει τον ATM, χρειάζονται διάφορα επίπεδα προσαρμογής ATM (ATM adaptation layers). Τέλος, η ανάπτυξη του B-ISDN μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως βάση για την ανάπτυξη μεγάλων ιδιωτικών δικτύων.

Το ATM είναι η δυνατή σπονδυλική στήλη (backbone) του B-ISDN. Ο όρος ασύγχρονος (asynchronous) αναφέρεται στο γεγονός ότι στο περιεχόμενο της πολυπλεκτικής μετάδοσης (multiplexed transmission), κελιά που σχετίζονται με την ίδια σύνδεση μπορούν να εμφανίζουν ακανόνιστο τρόπο επανεμφάνισης, σαν τα κελιά να μεταδίδονται σύμφωνα με την πραγματική ζήτηση. Το ATM είναι μια προσανατολισμένη προς σύνδεση (connection-oriented) τεχνική, η οποία εγγυάται (κάτω από κανονικές συνθήκες χωρίς λάθη) την ακεραιότητα της ακολουθίας των κελιών. Όταν το ATM χρησιμοποιείται σε όλους τους τύπους πληροφορησης: video, φωνή και δεδομένα μεταφέρονται σε ένα πακέτο 53 bytes (το οποίο καλείται cell),

το οποίο ετοιμάζεται και μεταδίδεται από τα δίκτυα σε πολύ υψηλές ταχύτητες. Τα 53 bytes του ATM κελιού χωρίζονται στα 5 bytes της επικεφαλίδας (overhead), τα οποία μεταφέρουν πληροφορίες ελέγχου, και στα 48 bytes των δεδομένων. Το μέγεθος του ATM κελιού (53 bytes) έχει σχεδιαστεί για 64 Kbps ή ψηλότερα, τα οποία μπορεί να είναι πολλά για κάποια ασύρματα LANs (εξαιτίας της χαμηλής ταχύτητας και του υψηλού ρυθμού λαθών), συνεπώς τα ασύρματα LANs χρησιμοποιούν τα 16 ή τα 24 bytes πληροφορίας.

Στο B-ISDN/ATM, ένας χρήστης μπορεί να ζητήσει έναν τύπο σύνδεσης ανάμεσα σε διαφορετικούς τύπους νοητών συνδέσεων. Όλες οι αποδεκτές συνδέσεις πρέπει να έχουν εγγύηση Ποιότητας Υπηρεσίας (QoS). Το κίνητρο πίσω από αυτήν την προϋπόθεση είναι ότι οι εφαρμογές πραγματικού χρόνου (φωνή, video) πρέπει να υποστηρίζονται από το σύστημα. Το QoS για μια νέα σύνδεση καθορίζεται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας εγκατάστασης της σύνδεσης. Ο ελεγκτής εισόδου στο δίκτυο εκτιμά τους απαιτούμενους πόρους και απορρίπτει μία αίτηση αν δεν υπάρχουν επαρκείς πόροι. Ο χρήστης, ο οποίος έχει την αίτηση, θα πρέπει να συμπεριλάβει και τις απαιτήσεις του για την κίνηση στην απαιτούμενη σύνδεση, έτσι ώστε ο ελεγκτής να είναι ικανός να κάνει μία ακριβή εκτίμηση. Αφού μια αίτηση ενός χρήστη γίνεται αποδεκτή, δεν μπορούν να μεταδοθούν περισσότερα πακέτα από τον μέγιστο επιτρεπτό ρυθμό.

Η ATM είναι προσανατολισμένη στη σύνδεση. Με την οργάνωση διαφορετικών κυκλοφοριακών ροών σε ξεχωριστές κυψελίδες επιτρέπει στον χρήστη να καθορίσει τους απαιτούμενους πόρους και στο δίκτυο να κατανοήσει τους πόρους με βάση τις συγκεκριμένες απαιτήσεις. Η πολυπλεξία πολλαπλών κυκλοφοριακών ροών σε κάθε φυσική υποδομή του δικτύου συνδυασμένη με τη δυνατότητα αποστολής των ροών σε πολλούς και διαφορετικούς προορισμούς, επιτρέπει την οικονομία σε κόστος μέσω της μείωσης του αριθμού των interfaces και των υποδομών που απαιτούνται για την κατασκευή ενός δικτύου.

Τα στάνταρτς της ATM καθορίζουν δυο τύπους συνδέσεων: συνδέσεις νοητών μονοπατιών (virtual path connections- VPCs) και συνδέσεις νοητών καναλιών (virtual channel connections- VCCs). Μια σύνδεση νοητού καναλιού (ή νοητού κυκλώματος όπως αναφέρθηκε νωρίτερα) είναι η βασική μονάδα που μεταφέρει μια μοναδική ροή κυψελίδων, σε σειρά, από χρήστη σε χρήστη. Μια ομάδα νοητών κυκλωμάτων μπορεί να αποτελέσει μια σύνδεση νοητού μονοπατιού.

Μια σύνδεση νοητού μονοπατιού μπορεί να δημιουργηθεί από άκρη σε άκρη διαμέσου ενός ATM δικτύου. Σε αυτή την περίπτωση, το δίκτυο ATM δεν δρομολογεί κυψελίδες που ανήκουν σε ένα συγκεκριμένο νοητό κύκλωμα. Όλες οι κυψελίδες που ανήκουν σε κάποιο συγκεκριμένο νοητό μονοπάτι δρομολογούνται με τον ίδιο τρόπο μέσα στο ATM δίκτυο, με αποτέλεσμα το δίκτυο να ανακάμπτει γρήγορα σε περίπτωση μεγάλων απωλειών κυψελίδων.

2.2 Ασύρματα LANs και ATM τεχνολογία.

Το Ασύρματο LAN (Wireless LAN-WLAN) είναι μία αναδυόμενη τεχνολογία, η οποία παρέχει ευρείας ζώνης ασύρματη τοπική πρόσβαση. Έτσι, προσφέρει διεπικοινωνιακές δυνατότητες για κινητές εφαρμογές και έναν ελκυστικό τρόπο για την εγκατάσταση δικτύων υπολογιστών σε περιβάλλον, όπου η εγκατάσταση καλώδιων ή ινών είναι δύσκολη ή ακριβή.

Δύο πρότυπα έχουν αναπτυχθεί για να υποστηρίξουν αυτήν την τεχνολογία: το IEEE 802.11 πρότυπο και το High Performance Radio LAN (HIPERLAN), το οποίο ορίστηκε από το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων (European Telecommunications Standards Institute-ETSI) RES-10 Group. Το IEEE 802.11 θεωρεί ρυθμούς δεδομένων στα 2Mbps, ενώ το HIPERLAN θεωρεί έναν ρυθμό δεδομένων στα 23.5 Mbps. Επιπλέον, το IEEE 802.11 ορίζει δύο τοπολογίες δικτύων: την «infrastructured-based» τοπολογία και την «ad-hoc» τοπολογία, ενώ το HIPERLAN ορίζει μόνο την «ad-hoc» τοπολογία.

Η «infrastructure-based» τοπολογία θεωρεί ότι υπάρχει ένα σημείο πρόσβασης διαμέσου του οποίου οι κινητοί χρήστες μπορούν να επικοινωνήσουν με το backbone δίκτυο, ενώ η «ad-hoc» τοπολογία θεωρεί ότι οι κινητοί χρήστες επικοινωνούν μεταξύ τους χωρίς να χρησιμοποιούν το ενσύρματο backbone δίκτυο. Το ATM μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πλατφόρμα μετάδοσης και στις δύο τοπολογίες.

Κύριος σκοπός του IEEE 802.11 είναι η ανάπτυξη ενός MAC πρωτόκολλου ως προτύπου και ο καθορισμός τριών διαφορετικών προτύπων φυσικών επιπέδων, τα οποία είναι συμβατά με το MAC πρωτόκολλο. Οι διαφορετικοί τύποι φυσικών επιπέδων, οι οποίοι ορίζονται από το 802.11, είναι το ISM band Frequency Hopping (FH), το Direct Sequence Spectrum (DS-SS) και το Infrared (IR) light.

Το γεγονός ότι υπάρχουν τόσες πολλές επιλογές για την σχεδίαση ενός 802.11 δικτύου περιπλέκει την διαλειτουργικότητα (interoperability) και αυξάνει τα κόστη εφοδιασμού.

Από την άλλη πλευρά, κύριος σκοπός ενός HIPERLAN είναι η σχεδίαση ενός WLAN παρόμοιο με τα ενσύρματα LANs στην εκτέλεση, όπως το Ethernet, επιπλέον κάποια υποστήριξη για ισόχρονες υπηρεσίες. Το HIPERLAN δουλεύει σε υψηλότερους ρυθμούς δεδομένων από το 802.11, χρησιμοποιώντας μεγαλύτερες αφοσιωμένες ζώνες (bands): 5150-5300 MHz επιπλέον άλλα 200MHz κοντά στα 17GHz.

Η επέκταση του ATM στις ασύρματες επικοινωνίες οδηγεί στην ασύρματη ATM τεχνολογία. Η WATM ομάδα του ATM Forum και το Broadband Radio Access Networks (BRAN) project του ETSI ασχολείται με την προτυποποίηση του WATM. Το WATM μπορεί να θεωρηθεί ως ένα θέμα πρόσβασης σε ένα ATM δίκτυο.. Στην περίπτωση του LAN, μπορεί να θεωρηθεί ως μία επέκταση του LAN για τους κινητούς χρήστες.

2.3 Ανάγκη για Ασύρματα ATM.

Κοινή αίσθηση στις τηλεπικοινωνιακές εταιρείες είναι ότι η ενοποίηση των δικτύων δεδομένων και φωνής θα είναι η πιο βιώσιμη και οικονομική λύση για τα ερχόμενα χρόνια, τόσο από πλευράς κόστους απόσβεσης όσο και από πλευράς κόστους συντήρησης. Ήδη, έννοιες όπως CTI (Computer & Telephony Integration) έχουν αρχίσει να αποκτούν όλο και μεγαλύτερη σημασία για την τηλεπικοινωνιακή υποδομή επιχειρήσεων και οργανισμών. Αναμενόμενη είναι επίσης η αύξηση των αναγκών της ανθρωπότητας σε διαθέσιμο εύρος ζώνης, καθώς έχουμε αρχίσει και μιλάμε για συνδέσμους της τάξης των Gigabit / sec.

Ένας σημαντικός στοιχείο στην έρευνα για το ATM είναι και η ανάδραση από την αγορά (market feedback). Αξίζουν να σημειωθούν εδώ κάποια στοιχεία από το κόσμο του marketing: η ετήσια αύξηση σε ζήτηση υπηρεσιών φωνής είναι κατά μέσο όρο περίπου 2% - 5%. Η αντίστοιχη αύξηση ζήτησης σε υπηρεσίες δεδομένων είναι αυτή τη στιγμή περίπου 20% - 33% (!).

Μέσα στην προσπάθεια αυτή ολοκλήρωσης των υπηρεσιών, πρέπει να αναφερθούμε στις διαφορές των δύο κόσμων και στη λύση την οποία προσπαθεί να επιβάλλει το ATM. Έτσι λοιπόν, συνδέσεις φωνής ή και κινούμενης εικόνας (απλή τηλεόραση) έχουν μικρή ανοχή σε χρονικές καθυστερήσεις (προβλήματα συγχρονισμού), ενώ έχουν σχετικά μεγάλη

ανοχή σε αλλοιώσεις του σήματος και χαμένα πακέτα. Αντίθετα, οι συνδέσεις δεδομένων υπολογιστών (ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, μεταφορά αρχείων) έχουν μεγάλη ανοχή σε χρονικές καθυστερήσεις, αλλά όχι και στα χαμένα πακέτα. Το προφίλ των συνδέσεων φωνής και δεδομένων διαφέρει επίσης ως προς το ρυθμό ροής των δεδομένων. Τα σήματα φωνής περιέχουν εν γένει μικρές χρονικές στιγμές έντονης ροής πληροφορίας (bursts) και μεγάλα χρονικά διαστήματα κενά πληροφορίας. Ο χρόνος ανάμεσα στις στιγμές έντονης ροής (bursts) μπορεί να είναι αρκετά μεγάλος και τυχαία κατανομημένος.

Η WATM τεχνολογία, η οποία μπορεί να θεωρηθεί ως μία υπερβολική επέκταση ενός ενσύρματου ATM δικτύου, δεν είναι τόσο ώριμο όσο το ενσύρματο ATM, το οποίο έχει αποφασιστεί να χρησιμοποιείται ως το backbone δίκτυο της επόμενης γενιάς επικοινωνιών. Η χρήση του ραδιο-συνδέσμου αντί του παραδοσιακού καλωδίου, ως μέσο μετάδοσης, διαφοροποιεί το WATM από το ενσύρματο ATM. Αυτό είναι το μεγάλο πλεονέκτημα του WATM και η αιτία για τα προβλήματά του.

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα του WATM είναι η έλλειψη ραδιο-φάσματος. Ο αριθμός των χρηστών, ο οποίος μπορεί να εξυπηρετηθεί από το WATM σύστημα με εγγύηση QoS, είναι περιορισμένος. Αυτό το πρόβλημα μπορεί να λυθεί από ένα αποδοτικό σχήμα κατανομής του εύρους ζώνης (bandwidth), το οποίο θα μπορεί δυναμικά να μοιράζει το διαθέσιμο εύρος ζώνης ανάμεσα στους ενεργούς χρήστες. Άλλο πρόβλημα είναι αυτό, το οποίο οφείλεται στην κινητικότητα (mobility) των χρηστών ανάμεσα στα γειτονικά κελιά. Αυτό το πρόβλημα είναι ακόμα πιο πολύπλοκο σε πολυμεσικά περιβάλλοντα, όπου το QoS πρέπει να διατηρηθεί.

Παρόλα αυτά, η αξία του WATM δεν μπορεί να αγνοηθεί. Η ιδέα της ανάπτυξης μιας τεχνολογίας για ευρείας ζώνης ασύρματη τοπική πρόσβαση, η οποία ολοκληρώνει τα χαρακτηριστικά του ATM με την κινητικότητα του τελικού χρήστη, τα οποία θα υποστηρίζονται από την ραδιο-διασύνδεση, είναι πολύ ελκυστική. Επιπλέον, η υποστήριξη της κινητικότητας του χρήστη με στατιστική πολύπλεξη και QoS εγγύηση, η οποία παρέχεται από τα ενσύρματα ATM δίκτυα, είναι ένα κίνητρο για να βρεθούν τρόποι να ξεπεραστούν τα προβλήματα των WATM.

Οι παραπάνω ιδέες είναι οι κύριοι στόχοι των WATM, οι οποίοι δικαιολογούν την σημασία του. Επιπρόσθετα, το WATM έρχεται να μειώσει την πολυπλοκότητα της διασύνδεσης (internetworking) ανάμεσα στο δίκτυο ασύρματης πρόσβασης και στο ενσύρματο backbone και παρέχει στους κινητούς χρήστες ενιαία (seamless) πρόσβαση σε ένα ATM δίκτυο.

2.4 Ο Ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς ATM.

Όπως προαναφέρθηκε, η ανάγκη για τηλεπικοινωνίες ευρείας ζώνης στα σταθερά δίκτυα οδήγησε στην ανάπτυξη μιας νέας τεχνικής μετάδοσης, η οποία ονομάστηκε Ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς (ATM). Η τεχνολογία αυτή θα προσθέσει ευελιξία και απόδοση στα υπάρχοντα συστήματα. Θα ενοποιήσει τη μετάδοση όλων των ειδών των δεδομένων σε ένα και μόνο δίκτυο το οποίο καλείται B-ISDN (Broadband Integrated Services Digital Network). Ο ATM αναπτύσσεται κυρίως από δυο οργανισμούς, τον ITU-T και το ATM forum. Ο πρώτος (International Telecommunications Union Telecommunication standardization sector) αποτελεί τον παγκόσμιο οργανισμό προτυποποίησης τηλεπικοινωνιών του οργανισμού ηνωμένων εθνών. Το ATM forum είναι ένας οργανισμός που ξεκίνησε κυρίως από τους κατασκευαστές με σκοπό την έρευνα και την προτυποποίηση του ATM. Ο ETSI (European Telecommunications Standards Institute) έχει υιοθετήσει μια πολιτική ανάπτυξης προτύπων ATM συμβατών με αυτά του ITU-T.

2.4.1 Δίκτυα ATM. (Ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς δεδομένων).

Ο ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς (Asynchronous Transfer Mode, ATM) είναι η σύγχρονη και πολλά υποσχόμενη εφαρμογή της τεχνικής της μεταγωγής. Συνδυάζει την αποδοτικότητα της μεταγωγής πακέτων με την αξιοπιστία της μεταγωγής κυκλώματος. Για τη μετάδοση των δεδομένων, χρησιμοποιεί σταθερού μεγέθους πακέτα των 53 bytes, τις κυψέλες (cells). Από αυτά, τα 5 πρώτα bytes αποτελούν την ATM επικεφαλίδα (header) και τα υπόλοιπα 48 bytes την ωφέλιμη πληροφορία του χρήστη (payload).

Το γεγονός, ότι χρησιμοποιούνται κυψέλες σταθερού μεγέθους, επιβαρύνει πολύ λιγότερο τις διεργασίες μεταγωγής και δρομολόγησης, που εκτελούνται σε κάθε κόμβο του δικτύου ATM.

Έτσι, μπορούν να επιτευχθούν πολύ υψηλές ταχύτητες μεταγωγής των δεδομένων, που μπορούν να φθάσουν και τα 622 Mbps

Η τεχνολογία ATM προδιαγράφηκε αρχικά για τη δημιουργία του ISDN ευρείας ζώνης (Broadband ISDN), και αναμένεται να παίξει πολύ σημαντικό ρόλο στο μέλλον των επικοινωνιών υψηλής ταχύτητας. Χρησιμοποιώντας μεθόδους στατιστικής πολυπλεξίας, κάνει δυναμική διάθεση του εύρους ζώνης ανάλογα με τη ζήτηση και μπορεί να υποστηρίξει τη μεταφορά κάθε κατηγορίας δεδομένων ακόμη και πραγματικού χρόνου, όπως φωνής, δεδομένων, fax, κινούμενης εικόνας, ήχου ποιότητας CD κ.α.

Ένα δίκτυο ATM αποτελείται από μεταγωγές ATM (ATM switches) υψηλής ταχύτητας οι οποίοι δρομολογούν χωρίς καθόλου καθυστέρηση τις εισερχόμενες κυψέλες. Έτσι η τεχνολογία TAM προσφέρει πολύ υψηλές ταχύτητες ακόμη και κάτω από συνθήκες ιδιαίτερα αυξημένης κίνησης στο δίκτυο. Σαν μέσο μετάδοσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε από τα διαθέσιμα μέσα, όπως συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων, ομοαξονικό καλώδιο, οπτική ίνα. Ο εξοπλισμός που απαιτείται στο ATM , προσφέρεται σήμερα από περιορισμένο αριθμό κατασκευαστών. Η μετατροπή της υπάρχουσας δικτυακής υποδομής σε καθαρό ATM περιβάλλον απαιτεί σε μεγάλο βαθμό αντικατάσταση του εξοπλισμού, κάτι που αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα στην ταχεία εξάπλωση της τεχνολογίας ATM. Έχει όμως ήδη αρχίσει να αποτελεί κύρια επιλογή στην ανάπτυξη δικτύων κορμού. Για παράδειγμα, ο ΟΤΕ αναπτύσσει δημόσιο δίκτυο ATM με 7 διαβιβαστικούς κόμβους και 32 κόμβους πρόσβασης, ενώ πολλά πανεπιστημιακά ιδρύματα της χώρας μας βασίζουν την ανάπτυξη των δικτύων τους σε δίκτυο κορμού τεχνολογίας ATM.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ATM

3.1 Βασικές αρχές της τεχνολογίας ATM.

Ο ασύγχρονος τρόπος μετάδοσης (ATM) είναι μια τεχνολογία μεταγωγής κυψελίδας και πολυπλεξίας με μεγάλες δυνατότητες που επιτρέπει σε πακέτα καθορισμένου μεγέθους να μεταφέρουν διάφορους τύπους φορτίων. Η ATM δίνει τη δυνατότητα για LANs υψηλών ταχυτήτων, μεταφορά φωνής και βίντεο, αλλά και υποστήριξη των μελλοντικών απαιτητικών πολυμεσικών εφαρμογών, τόσο στο επιχειρηματικό περιβάλλον βραχυπρόθεσμα, όσο και στο καταναλωτικό περιβάλλον των απλών ιδιωτών αργότερα.

Η ATM έχει την ιστορία της στην ανάπτυξη του broadband ISDN τις δεκαετίες 1970 και 1980. Τεχνικά, μπορεί να προσδιοριστεί ως εξέλιξη της μεταγωγής πακέτου (packet switching). Η (τεχνολογία) ATM ενοποιεί τις λειτουργίες πολυπλεξίας και μεταγωγής, είναι κατάλληλη για κυκλοφορία καταιγιισμού (bursty traffic) και επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ συσκευών που λειτουργούν σε διαφορετικές ταχύτητες. Αντίθετα με τη μεταγωγή πακέτου, η ATM είναι σχεδιασμένη για δικτυακή υποστήριξη πολυμεσικών εφαρμογών υψηλών απαιτήσεων. Η ATM τεχνολογία, επίσης, εφαρμόζεται σε ένα πολύ ευρύ φάσμα συνδεσμικών συσκευών (networking devices), από συνδέσεις για PC και workstation, μέχρι και ATM- backbone switches.

Η ATM παρέχει μια δυνατότητα που μπορεί να προσφερθεί ως υπηρεσία για τον τελικό χρήστη από τις εταιρίες παροχής δικτυακών υπηρεσιών ή και ως δικτυακή υποδομή για την υποστήριξη διαφόρων άλλων υπηρεσιών. Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της ATM είναι τα νοητά κυκλώματα (virtual circuits), τα οποία είναι end-to-end συνδέσεις των οποίων τα τελικά σημεία και η διαδρομή καθορίζονται χωρίς όμως να δεσμεύεται εύρος ζώνης γι. αυτές. Το εύρος ζώνης κατανέμεται από το δίκτυο αναλόγως με τη ζήτηση, καθώς οι χρήστες του δικτύου επιθυμούν να καλύψουν τις κυκλοφοριακές τους απαιτήσεις. Ακόμα, η ATM καθορίζει διάφορες κλάσεις υπηρεσιών (classes of service) ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες μιας μεγάλης γκάμας εφαρμογών.

Η ATM αποτελεί και ένα σετ διεθνών στάνταρτς που καθορίστηκαν από την International Telecommunications Union- Telecommunications (ITU-T) Standards Sector (την πρώην CCITT). Ο ATM Forum είναι ένας διεθνής εθελοντικός οργανισμός που αποτελείται από προμηθευτές, παροχείς υπηρεσιών, ερευνητικούς οργανισμούς και χρήστες. Ο σκοπός του είναι να προωθήσει τη χρήση των ATM προϊόντων και υπηρεσιών στις σημερινές συνθήκες της παγκόσμιας δικτύωσης και διασύνδεσης. Έτσι, ο συγκεκριμένος οργανισμός έχει παίξει βασικό ρόλο στην αγορά της ATM, από το 1991 που ιδρύθηκε.

Το ATM είναι μια τεχνική για τη μετάδοση πληροφορίας η οποία αρχικά τεμαχίζει την ψηφιακή έκφραση των προς μετάδοση σημάτων σε κομμάτια σταθερού μήκους τα οποία αποθηκεύει στη συνέχεια στα ATM cells. Αυτά τα (σταθερού μεγέθους) cells πολυπλέκονται ασύγχρονα στο χρόνο και τελικά μεταδίδονται μέσα από νοητά μονοπάτια (VPs - Virtual Paths) και νοητά κανάλια (VC - Virtual Channels)

Η χρήση των ATM cells είναι που 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 cells που απαιτούν (άλλωστε η χωρητικότητα των καναλιών μετάδοσης μετριέται σε ATM cells). 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 την χρήση νοητών μονοπατιών και καναλιών για τη μετάδοση των cells. Η συγγένεια του ATM με τη μέθοδο μεταγωγής πακέτων οφείλεται στο γεγονός ότι το ATM χρησιμοποιεί cells (τα οποία είναι πακέτα) για τη μεταφορά πληροφορίας. Από την άλλη όμως, η μεταγωγή πακέτων σχεδιάστηκε για data σήματα μεταβλητού ρυθμού (variable-rate) και μη πραγματικού χρόνου (non-real-time),

ενώ το ATM μπορεί να εξυπηρετήσει και σήματα πραγματικού χρόνου (real-time) και σταθερού ρυθμού (fixed-rate). Ακόμα, η μεταγωγή πακέτων χρησιμοποιείται σε τοπικά δίκτυα (LANs - Local Area Networks), ενώ το ATM χρησιμοποιείται και σε δίκτυα μεγαλύτερης έκτασης.

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 bit (continuous bit stream), το ATM μετατρέπει το σήμα σε ATM cells τα οποία μεταδίδει μέσω νοητών καναλιών (VCs).

Το ATM cell έχει μέγεθος 5+48 bytes. 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 πλαίσιο είτε (σκέτο) το ATM cell.

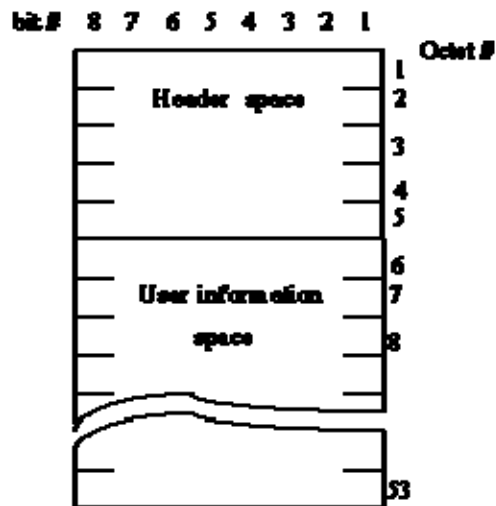
3.2 Το ATM cell.

Το ATM cell είναι η βασική μονάδα μεταφοράς πληροφορίας. Αποτελείται από 53 bytes από τα οποία τα 48 χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά πληροφορίας του χρήστη (user information), ενώ τα υπόλοιπα 5 bytes αποτελούν το πρόθεμα (header) του ATM cell (σχήμα 2.2 α).

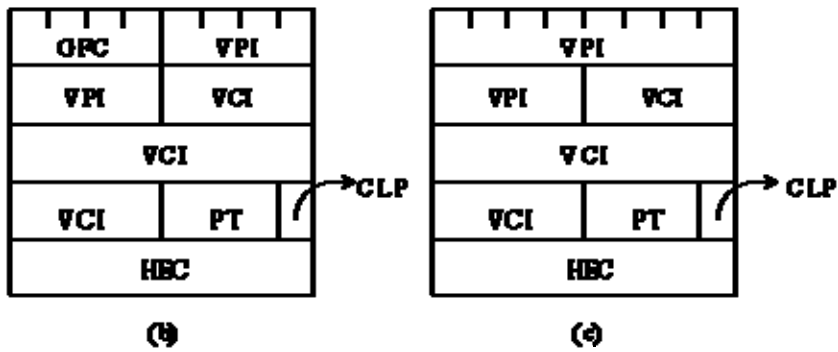
Τα πεδία που συνθέτουν το header είναι τα ακόλουθα :

- a) GFC, του οποίου η κύρια λειτουργία είναι ο έλεγχος της πρόσβασης στο φυσικό μέσο (physical access control), ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την μείωση του cell jitter των υπηρεσιών σταθερού ρυθμού μετάδοσης (CBR), το δίκαιο καταμερισμό χωρητικότητας στις υπηρεσίες μεταβλητού ρυθμού μετάδοσης (VBR), καθώς και για τον έλεγχο της ροής πληροφορίας των τελευταίων.
- b) VPI/VCI, που χρησιμοποιείται για να καθορίσει τους κωδικούς VP/VC του cell, έτσι ώστε να είναι δυνατό να αναγνωρίσουμε τα cell που ανήκουν στην ίδια σύνδεση.
- c) PT, για να προσδιορίσει αν το cell περιέχει ή όχι πληροφορία του χρήστη (user information) και αν υπέφερε ή όχι από συνωστισμό (traffic congestion).
- d) CLP, το οποίο είναι ένα bit που καθορίζει αν το εν λόγω cell μπορεί να απορριφθεί σε περίπτωση συνωστισμού στο δίκτυο ή όχι.
- e) HEC, το οποίο έχει μέγεθος ενός byte. Ανιχνεύει και διορθώνει λάθη στο cell header, ενώ χρησιμοποιείται και για την ανίχνευση των ορίων των cell headers (delineating the cell header).

Τα σχήματα 2.2 b και 2.2 c παρουσιάζουν τη δομή του header στον προσαρμογέα χρήστη-δικτύου (UNI - User-Network Interface) και δικτύου-δικτύου (NNI - Network Node Interface) αντιστοίχα. Επίσης στον πίνακα 2.2 δίνονται τα bit που καταλαμβάνει κάθε πεδίο του header.



(a)



(b)

(c)

Σχήμα 2.2 ATM cell structure (a) cell structure (b) header structure at UNI (c) header structure at NNI

Function	Bit allocation	
	UNI	NNI
GFC	4	0
VPI	8	12
VCI	16	16
PT	3	3
CLP	1	1
HEC	8	8

Πίνακας 2.2 Bit allocation of cell header

Τα ATM cells μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με το επίπεδο και τη λειτουργία με την οποία σχετίζονται. Για παράδειγμα το ATM layer cell είναι ένα cell που δημιουργείται στο ATM επίπεδο και ομοίως το physical layer cell δημιουργείται στο φυσικό επίπεδο (physical layer). Μια περαιτέρω ταξινόμηση είναι αυτή του πίνακα 2.3 που χωρίζει τα cells του ATM επιπέδου (ATM layer cells) σε assigned cells (χρησιμοποιούνται για υπηρεσίες του ATM επιπέδου) και unassigned cells (τα υπόλοιπα) και τα cells του φυσικού επιπέδου (physical layer cells) σε OAM cells (για τη μεταφορά OAM πληροφορίας του φυσικού επιπέδου) και άδεια (idle) cells που στόχο έχουν να γεμίσουν το κενό που δημιουργείται όταν δεν υπάρχουν cells προς μετάδοση.

<i>According to layer</i>	<i>According to function</i>	<i>Function</i>
ATM layer	Assigned cell	Services related to upper layer
	Unassigned cell	Services inherent to ATM layer
Physical layer	Idle cell	Stuffing blank space
	Physical layer OAM cell	OAM cell

Πίνακας 2.3 Classification of ATM cell

3.2.1 Το φυσικό επίπεδο.

Η κύρια λειτουργία του φυσικού επιπέδου είναι να δέχεται τα ATM cells που προέρχονται από το αμέσως ανώτερο επίπεδο (το ATM επίπεδο), να τα μετατρέπει 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 επίπεδο χωρίζεται σε δύο υποεπίπεδα. Το TC (Transmission Convergence) και το PM (Physical Medium) υποεπίπεδο. Οι λειτουργίες που υλοποιεί το φυσικό επίπεδο είναι οι ακόλουθες :

Λειτουργία του φυσικού μέσου Physical Medium Function

Η λειτουργία του φυσικού μέσου 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.

Λειτουργία σχετική με τον συγχρονισμό Bit Timing Information Function

Αυτή η λειτουργία 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 PM υποεπίπεδο περνάει στο TC υποεπίπεδο ένα συρμό από bit/σύμβολα και την αντίστοιχη πληροφορία συγχρονισμού.

Λειτουργία δημιουργίας/αφαίρεσης του πλαισίου μετάδοσης Transmission Frame Generation and Extraction Function

Η συγκεκριμένη λειτουργία δεν υλοποιείται στην περίπτωση που η μετάδοση είναι βασισμένη σε cell (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. Περισσότερες πληροφορίες στο παράρτημα.

*Λειτουργία προσαρμογής στο πλαίσιο μετάδοσης
Transmission Frame Adaptation Function*

Στην περίπτωση που το δίκτυο είναι SDH- ή G.702-βασιζόμενο, πρέπει να τοποθετηθούν τα ATM cells στο χώρο εκείνο του πλαισίου που προορίζεται για μεταφορά πληροφορίας χρήστη (payload of the transmission frame) ή αντίστοιχα να αποσπασθούν τα ATM cells από το πλαίσιο μετάδοσης. Η λειτουργία προσαρμογής στο πλαίσιο μετάδοσης είναι που υλοποιεί τα παραπάνω.

*Λειτουργία ανίχνευσης ορίων των cells
Cell Delineation Function*

Στη διεύθυνση εκπομπής εκτελεί το scrambling των ATM cells ενώ στη διεύθυνση λήψης ανιχνεύει τα όρια των cells, επιβεβαιώνει τα όριά τους και εκτελεί το descrambling.

*Λειτουργία δημιουργίας και επαλήθευσης του HEC
HEC Signal Generation and Confirmation Function*

Στη διεύθυνση εκπομπής δημιουργεί το HEC από τα πρώτα 4 bytes του ATM header και το εισάγει στο πέμπτο byte του header. Στη διεύθυνση λήψης εφαρμόζει τον ίδιο υπολογισμό με πριν για να επαληθεύσει την τιμή του HEC και στην περίπτωση που ανιχνευθεί λάθος που δεν επιδέχεται διόρθωση, το cell απορρίπτεται.

*Λειτουργία διατήρησης σταθερής ροής από cells
Cell Rate Decoupling Function*

Η λειτουργία αυτή δημιουργεί έναν αριθμό από άδεια (idle) cells τα οποία προσθέτει στα υπόλοιπα που μεταφέρουν πληροφορία, έτσι ώστε η συνολική ροή των cells να είναι ίση με τη χωρητικότητα του πλαισίου ή αντίστροφα αφαιρεί τα άδεια cells που δεν μεταφέρουν πληροφορία

Έλεγχος λαθών στο header (HEC).

Ο ρόλος του HEC είναι να διορθώνει ένα (το πολύ) λάθος του ενός bit σε όποιο σημείο του header κι αν εμφανίζεται και να ανιχνεύει λάθη πολλών bits (multibit errors). Το αποτέλεσμα που προκύπτει από τον έλεγχο με τη χρήση του HEC είναι να απορριφθεί το cell αν έχει λάθη σε περισσότερα από ένα bits (ενώ είναι δυνατόν να υπάρχει μόνο ένα λάθος του ενός bit και παρόλα αυτά, λόγω εσφαλμένης λειτουργίας, να απορριφθεί το cell) ή να θεωρηθεί σωστό (valid) αν υπάρχει το πολύ ένα λάθος του ενός bit. (Βέβαια και σε αυτή την περίπτωση είναι δυνατόν ένα cell να θεωρηθεί σωστό ενώ έχει περισσότερα λάθη). Τα σωστά cells τα οποία έχουν λάθη (valid cells with errored headers) και τα cells που απορρίπτονται (discarded cells) αποτελούν τις κύριες αιτίες εκφυλισμού της απόδοσης του BISDN.

Ανίχνευση ορίων των cells

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση των ορίων των cells μέσα από τον συρμό των εισερχόμενων cells, βασίζεται στην παρατήρηση του βαθμού συσχέτισης των 4 πρώτων bytes του header με το πέμπτο byte. Δηλαδή, αφότου πέντε συνεχόμενα bytes εκλεγούν και εκφραθούν στη μορφή ενός διωνυμικού πολυωνύμου τριακοστού ενάτου βαθμού, αν το αποτέλεσμα της διαίρεσης με το x^8+x^2+x+1 δίνει υπόλοιπο μηδέν, τότε τα 5 εκλεγμένα bytes θεωρούνται ως υποψήφια για header bytes. Αν το ίδιο ισχύει 8 φορές στη σειρά για 8 πεντάδες από bytes που βρίσκονται σε τακτικά διαστήματα των 53 bytes, τότε συμπεραίνουμε ότι τα 5 bytes που εκλέχθηκαν αποτελούν όντως ένα ATM cell header και επιτυγχάνεται συγχρονισμός. Απώλεια συγχρονισμού έχουμε στην περίπτωση που αποτυγχάνει να αναγνωρισθεί header α συνεχόμενες φορές.

Scrambling

Το scrambling είναι μία τεχνική επεξεργασίας σήματος σε επίπεδο bit, που εφαρμόζεται σε ένα σήμα τη στιγμή που προηγείται της μετάδοσής του. Στόχο έχει την εξάλειψη της εμφάνισης μεγάλων ακολουθιών από "0" ή "1" και τη δημιουργία εναλλαγών από "0" σε "1" και αντίστροφα, οι οποίες εναλλαγές είναι απαραίτητες για την επίτευξη συγχρονισμού

μεταξύ πομπού και δέκτη - σε επίπεδο bit - εφόσον ο συγχρονισμός επιτυγχάνεται μέσω της ανίχνευσης της περιόδου των παλμών. Είναι φανερό ότι η περίοδος των παλμών ανιχνεύεται τόσο ευκολότερα, όσο περισσότερες εναλλαγές υπάρχουν.

Στην περίπτωση της cell-βασισμένης μετάδοσης χρησιμοποιείται η τεχνική DSS (Distributed Sample Scrambling) για το scrambling τόσο του header, όσο και του υπόλοιπου cell. Αυτή περιλαμβάνει τη δημιουργία μιας ψευδοτυχαίας ακολουθίας δυαδικών αριθμών (PRBS - Pseudo-Random Binary Sequence) που προστίθεται στη συνέχεια (με τη χρήση πυλών XOR) στα bit τόσο του header, όσο και του υπολοίπου cell. Με αυτό τον τρόπο λοιπόν, την XOR λειτουργία, επιτυγχάνεται το "σπάσιμο" των αλυσίδων από "0" ή "1".

Ο συγχρονισμός του πομπού με το δέκτη όσον αφορά την ακολουθία που ο πρώτος χρησιμοποιεί (η εύρεση δηλαδή αυτής από το δέκτη), περιλαμβάνει για κάθε cell την πρόσθεση ενός τμήματος της PRBS (μήκους 2 bits) στα δύο πρώτα bits του HEC. Με αυτόν τον τρόπο και επειδή η PRBS έχει μήκος 32 bits, απαιτούνται 16 cells για την αποστολή της πλήρους ακολουθίας. Ο δέκτης πρέπει να χρησιμοποιήσει τα υπόλοιπα 6 bits του HEC για να ανιχνεύσει τα όρια του header και από τη στιγμή που αυτά βρεθούν, υπολογίζονται οι τιμές των δύο bits της PRBS που έχουν σταλεί με το συγκεκριμένο cell. Στην περίπτωση που ο μηχανισμός ανίχνευσης ορίων δεν παρουσιάσει λάθη, ο συγχρονισμός επιτυγχάνεται μετά από 16 cells. Αναφέρεται επίσης ότι η διαδικασία για το descrambling (αντίστροφη του scrambling) απαιτεί 19 XOR και 31+2 καταχωρητές ολίσθησης (shift registers), ενώ αυτή για το scrambling 2 XOR και 31+2 καταχωρητές ολίσθησης.

3.2.2 Το ATM επίπεδο.

Το ATM επίπεδο είναι ανεξάρτητο του φυσικού επιπέδου. Είναι υπεύθυνο για τον υπολογισμό και την επεξεργασία όλων των πεδίων του header εκτός του πεδίου HEC. Στη διεύθυνση εκπομπής, το ATM επίπεδο χρησιμοποιεί την πληροφορία που λαμβάνει από το αμέσως υψηλότερο επίπεδο - καθώς και από το επίπεδο διαχείρισης - για τη δημιουργία του header το οποίο προσαρτά στην πληροφορία του χρήστη που έρχεται από το AAL επίπεδο. Στη συνέχεια στέλνει το cell (όπως αυτό διαμορφώθηκε μετά την προσθήκη του header στην πληροφορία του χρήστη) στο φυσικό επίπεδο για τη μετάδοσή του. Στη διεύθυνση λήψης, τα cells τα οποία λαμβάνονται από το φυσικό επίπεδο αποσυναρμολογούνται για να απομονωθεί και να επεξεργασθεί το header και για να σταλεί η πληροφορία του χρήστη στο AAL επίπεδο.

Νοητά κανάλια και νοητά μονοπάτια.

Μια διαφανής σύνδεση που παρέχεται από το ATM επίπεδο στο υψηλότερο επίπεδο, ονομάζεται ATM σύνδεση. Τα δύο είδη ATM συνδέσεων είναι οι συνδέσεις νοητών καναλιών (VCCs - Virtual Channel Connections) και οι συνδέσεις νοητών μονοπατιών (VPCs - Virtual Path Connections).

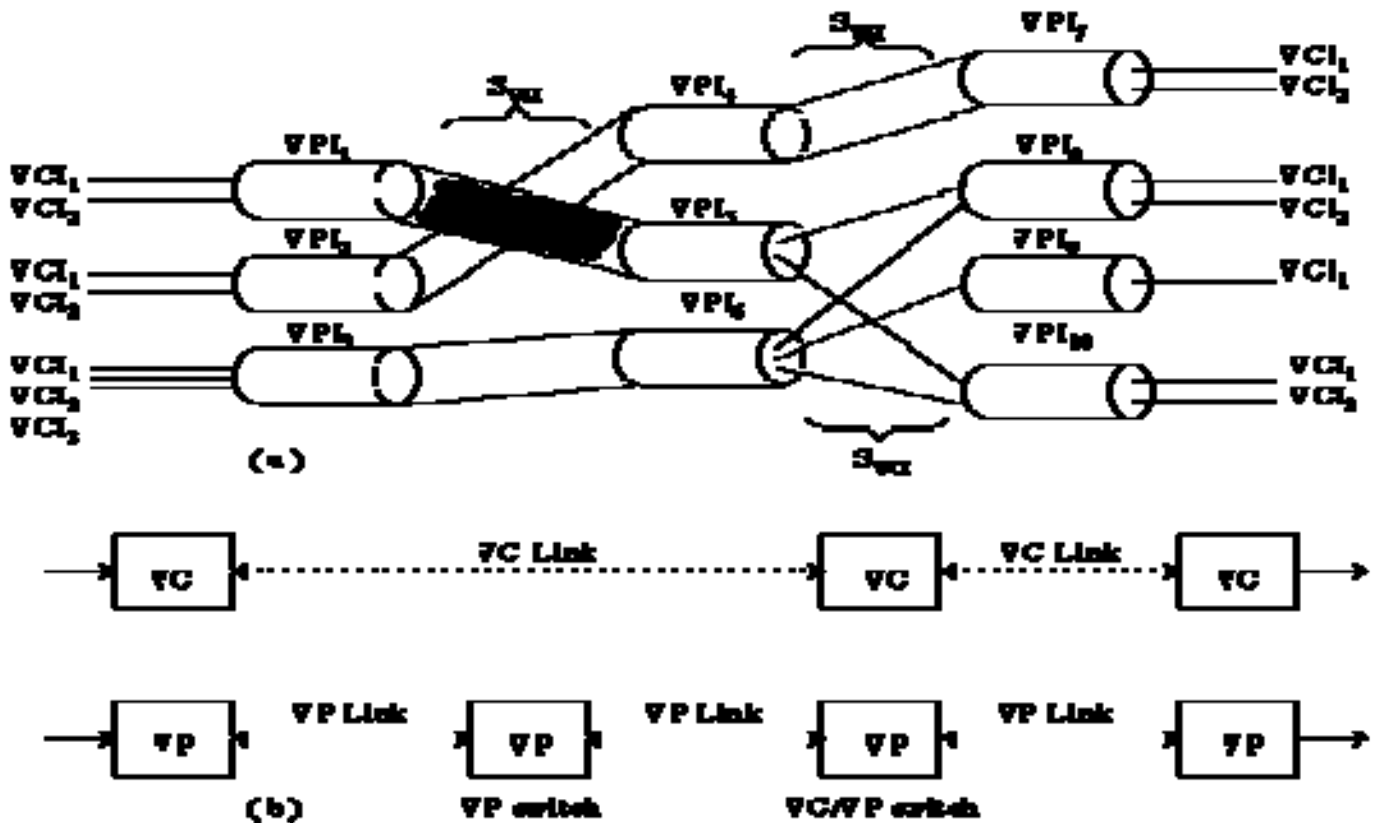
Ο όρος νοητό κανάλι (virtual channel) αναφέρεται σε μία λογική σύνδεση μιας διεύθυνσης (logical unidirectional connection) μεταξύ δύο σημείων για τη μεταφορά ATM cells, ενώ ο όρος νοητό μονοπάτι (virtual path) αναφέρεται σε μία ομάδα νοητών καναλιών που έχουν τα ίδια άκρα και θεωρούνται ως μία λογική οντότητα.

Κάθε νοητό κανάλι χαρακτηρίζεται από έναν αριθμό που ονομάζεται VCI (Virtual Channel Identifier) και κάθε νοητό μονοπάτι από έναν αριθμό VPI (Virtual Path Identifier). Μέσα σε μια σύνδεση νοητών μονοπατιών (VPC) είναι δυνατόν να έχουμε νοητά κανάλια που είναι διαφορετικά μεταξύ τους και ξεχωρίζουν από τα VCI τους. Από την άλλη μεριά, νοητά κανάλια που ανήκουν σε διαφορετικά νοητά μονοπάτια είναι δυνατόν να έχουν το ίδιο VCI. Επομένως, ένα νοητό κανάλι προσδιορίζεται πλήρως από δύο αριθμούς : τους αριθμούς VCI και VPI.

Οι συνδέσεις νοητών καναλιών (VCCs) δημιουργούνται από τη συνένωση νοητών καναλιών (VCs) και έχουν τα άκρα τους στα σημεία εκείνα του δικτύου στα οποία το κομμάτι του cell που περιέχει την πληροφορία του χρήστη περνάει από το ATM επίπεδο στο AAL επίπεδο ή αντίστροφα. Οι συνδέσεις νοητών μονοπατιών (VPCs) δημιουργούνται από τη συνένωση νοητών μονοπατιών (VPs) και έχουν άκρα τους τα σημεία εκείνα που

αποτελούν άκρα των VCCs αλλά και τα σημεία όπου τα νοητά κανάλια (VCs) του μονοπατιού οδηγούνται σε διαφορετικά νοητά μονοπάτια λόγω ύπαρξης διακόπτη νοητών καναλιών.

Το ακόλουθο σχήμα παρουσιάζει με παραστατικό τρόπο όσα προαναφέρθηκαν. Τα νοητά κανάλια παραστήνται με ευθύγραμμα τμήματα και τα νοητά μονοπάτια με κυλίνδρους. Φαίνεται για παράδειγμα ότι το νοητό μονοπάτι με αριθμό VPI_1 αποτελείται από τα νοητά κανάλια με αριθμούς VCI_1 και VCI_2 . Επίσης, φαίνεται ότι ο αριθμός VCI_1 δεν προσδιορίζει μονοσήμαντα ένα νοητό κανάλι, αφού υπάρχουν και άλλα νοητά μονοπάτια εκτός του VPI_1 που έχουν νοητά κανάλια με αριθμό VCI_1 . Για να προσδιορισθεί επομένως ένα νοητό κανάλι μονοσήμαντα πρέπει - όπως έχει ήδη αναφερθεί - να δοθεί και το νοητό μονοπάτι στο οποίο ανήκει.



Σχήμα 2.5 ATM layer connection (a) VPI and VCI assignments
 (b) VP and VC connections

Το S_{VPI} συμβολίζει την ύπαρξη διακόπτη νοητών μονοπατιών (ο οποίος δεν αλλάζει τα VCI παρά μόνο τα VPI) και το S_{VCI} συμβολίζει την ύπαρξη διακόπτη νοητών καναλιών (ο οποίος αλλάζει τόσο τα VCI όσο και τα VPI). Τέλος, ως παράδειγμα σύνδεσης νοητών μονοπατιών (VPC) δίνεται η σύνδεση που αποτελείται από τα νοητά μονοπάτια VPI_1 , VPI_5 και ως παράδειγμα σύνδεσης νοητών καναλιών (VCC) δίνεται η σύνδεση που αποτελείται από τα νοητά κανάλια $VCI_2(VPI_1)$, $VCI_2(VPI_5)$, $VCI_1(VPI_{10})$.

Στον προσαρμογέα χρήστη-δικτύου (UNI) τα πεδία VCI/VPI καταλαμβάνουν 24 bits και στον προσαρμογέα δικτύου-δικτύου (NNI) 28 bits. Όμως, ο πραγματικός αριθμός bits αυτών των πεδίων στον προσαρμογέα χρήστη-δικτύου (UNI) καθορίζεται μετά από διαπραγμάτευση ανάμεσα στο χρήστη και το δίκτυο. Η τιμή που επιλέγεται είναι η μικρότερη μεταξύ των δύο τιμών που προβάλλουν ως απαίτηση οι δύο πλευρές. Οι τιμές που εκχωρούνται για τα VPI πρέπει να είναι συνεχόμενες και εκλέγονται αρχίζοντας από το λιγότερο σημαντικό bit, ενώ τα αχρησιμοποίητα bits του VPI παίρνουν την τιμή 0. Τα ίδια ισχύουν και για το VCI.

Λειτουργίες του ATM επιπέδου.

Από τις λειτουργίες του ATM επιπέδου, ως πιο σημαντική μπορεί να θεωρηθεί η λειτουργία υπολογισμού των πεδίων VPI/VCI, η λειτουργία δηλαδή, που ασχολείται με τη δρομολόγηση (routing). Εκτός όμως από αυτήν, το ATM επίπεδο υλοποιεί και τις ακόλουθες λειτουργίες :

Λειτουργία πολυπλεξίας και αποπολυπλεξίας

Cell Multiplexing and Demultiplexing Function

Ασχολείται με την πολυπλεξία ATM cells που προέρχονται από διαφορετικά νοητά μονοπάτια (VPs) και νοητά κανάλια (VCs) ώστε να σχηματίσουν μια ενιαία ροή από cells καθώς και με την αντίστροφη διαδικασία.

Λειτουργία σχετική με το περιεχόμενο του cell Payload Type Indication Function

Από τα τρία bits του πεδίου PT του header, το πρώτο χρησιμοποιείται για να δηλώσει αν τα 48 bytes που έπονται του header περιέχουν πληροφορία του χρήστη (user information) ή πληροφορία του δικτύου (network information). Οι τιμές του bit αυτού είναι 0 και 1 αντίστοιχα. Το δεύτερο bit, όταν αυτό χρησιμοποιείται από το δίκτυο, δηλώνει αν το cell υπέφερε (1) ή όχι (0) από συνωστισμό (congestion).

Λειτουργία προτεραιότητας

Cell Loss Priority Function

Οι υπηρεσίες μεταβλητού ρυθμού μετάδοσης (VBR) παρουσιάζουν διακυμάνσεις στο ρυθμό μετάδοσης. Είναι δυνατόν να υπάρξουν στιγμές στις οποίες πολλές ταυτόχρονα VBR υπηρεσίες μεταδίδουν δεδομένα με το μέγιστο δυνατό ρυθμό, με συνέπεια να εμφανισθεί συνωστισμός στο δίκτυο (congestion). Ένας τρόπος αντιμετώπισης του φαινομένου είναι με τη χρήση της λειτουργίας προτεραιότητας των cells (CLP function - Cell Loss Priority function).

Η προτεραιότητα που έχει ένα cell μιας υπηρεσίας μεταβλητού ρυθμού μετάδοσης (VBR) καταγράφεται στο μεγέθους ενός bit πεδίο (CLP) του header του cell. Η τιμή αυτή είναι 1 όταν το cell είναι χαμηλής προτεραιότητας και 0 αλλιώς. Το να έχει ένα cell χαμηλή προτεραιότητα σημαίνει ότι σε περίπτωση συνωστισμού απορρίπτεται πρώτο.

Η εν λόγω λειτουργία υλοποιείται λαμβάνοντας υπ' όψιν την ποιότητα που απαιτεί η υπηρεσία (QoS - Quality of Service), η οποία καθορίζεται τη στιγμή που ο χρήστης γίνεται αποδεκτός στο δίκτυο. Η λειτουργία προτεραιότητας πρέπει να εγγυηθεί ότι ο αριθμός των cells χαμηλής προτεραιότητας θα είναι τέτοιος, ώστε ακόμα και αν απορριφθούν όλα αυτά τα cells, να παρέχεται η ποιότητα που απαιτήσε η υπηρεσία τη στιγμή της αποδοχής της.

Το δίκτυο πρέπει συνεχώς να επιτηρεί μέσω διαδικασιών ελέγχου παραμέτρων χρήσης (UPC - Usage Parameter Control) αν ο αριθμός των cells μιας συγκεκριμένης σύνδεσης υπερβεί την προσυμφωνημένη τιμή. Σε περίπτωση που συμβεί κάτι τέτοιο, το δίκτυο μπορεί να αγνοήσει ακόμη και τα υψηλής προτεραιότητας cells.

Λειτουργία πρόσβαση στο φυσικό μέσο

Generic Flow Control Function

Η λειτουργία αυτή ελέγχει την πρόσβαση στο φυσικό μέσο στον προσαρμογέα χρήστη-δικτύου (controls medium access at the UNI) και ελέγχει τη ροή πληροφορίας με στόχο να αντιμετωπίσει τις βραχυπρόθεσμες καταστάσεις υπερφόρτωσης. Επίσης χρησιμοποιείται για τη μείωση του jitter των υπηρεσιών σταθερού ρυθμού μετάδοσης (CBR) και το δικαίο καταμερισμό χωρητικότητας στις υπηρεσίες μεταβλητού ρυθμού μετάδοσης (VBR), φροντίζοντας ταυτόχρονα να αποδίδεται σε κάθε χρήστη η προσυμφωνημένη χωρητικότητα.

Η λειτουργία πρόσβασης στο φυσικό μέσο (GFC - Generic Flow Control) είναι ανεξάρτητη του φυσικού επιπέδου. Εφαρμόζεται οποιοσδήποτε κι αν είναι ο τρόπος σύνδεσης των χρηστών (σύνδεση δακτυλίου, διαδρόμου, αστέρα κτλ), ενώ πρέπει να είναι ανεπηρέαστη από τη συνολική τηλεπικοινωνιακή κίνηση, τον αριθμό των τερματικών και την μεταξύ τους απόσταση. Σε περίπτωση που δεν χρειάζεται η λειτουργία πρόσβασης στο φυσικό μέσο (GFC), το αντίστοιχο πεδίο του header παίρνει την τιμή 0000.

3.2.3 Το AAL επίπεδο.

Το AAL επίπεδο τοποθετείται μεταξύ του ATM επιπέδου και των ανώτερων επιπέδων. Είναι υπεύθυνο για τη μετατροπή της πληροφορίας που προέρχεται από τον χρήστη (η οποία παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία στη μορφή της) σε μια μορφή τέτοια που να είναι αποδεκτή από το ATM επίπεδο. Το AAL επίπεδο ασχολείται δηλαδή με την μετατροπή της πληροφορία που προέρχεται από τον χρήστη σε 48άδες από byte που στη συνέχεια θα σχηματίσουν τα ATM cells.

Εκτός όμως από την παραπάνω μετατροπή, το AAL επίπεδο ασχολείται και με την ανίχνευση και διόρθωση των λαθών μετάδοσης, την επεξεργασία των χαμένων, λανθασμένων και με λάθη στο header cells (lost, errored and misinserted cells), την αποστολή και την αξιοποίηση πληροφορίας συγχρονισμού (delivers and recovers timing information), καθώς και τον έλεγχο ροής πληροφορίας (flow control) για την εξασφάλιση της απαιτούμενης ποιότητας υπηρεσίας (QoS).

Οι υπηρεσίες μπορούν να χωρισθούν σε τέσσερις κλάσεις από το A ως το D, ανάλογα με το ρυθμό μετάδοσής τους, την απαίτησή τους για συγχρονισμό και το είδος της σύνδεσης που απαιτούν . Το AAL επίπεδο μπορεί και αυτό να χωριστεί αντίστοιχα σε τέσσερις τύπους (AAL-1 ως AAL-4), καθένας από τους οποίους εξυπηρετεί μια κλάση.

Τα επίπεδα AAL ορίστηκαν να υποστηρίζουν κάθε μια από αυτές τις κλάσεις. Τα επίπεδα αυτά είναι:

- AAL1: Προσαρμογή μεταφοράς δεδομένων σταθερού bit rate. Η κυψελίδα φορτώνεται με 47 bytes από τα δεδομένα του χρήστη συν την επικεφαλίδα και περιλαμβάνει και έναν τριψήφιο αριθμό.
- AAL2: Προσαρμογή μεταφοράς δεδομένων μεταβλητού bit rate
- AAL3/4: Προσαρμογή μεταφοράς κυψελίδας δεδομένων. Χωρίζεται σε 44 bytes που τοποθετούνται στα πακέτα ATM, ενώ 4 bytes σε κάθε κυψελίδα χρησιμοποιούνται ως διάφορα ταυτοτικά γνωρίσματα.
- AAL5: Προσαρμογή μεταφοράς κυψελίδας δεδομένων. Παρομοίως με AAL3/4 αλλά οι εκπομπές των κυψελίδων δεν μπορούν να πολυπλεχθούν. Τα δεδομένα χρησιμοποιούν και τα 48 bytes που είναι διαθέσιμα, με την τελευταία κυψελίδα να φέρει μια ένδειξη τέλους.

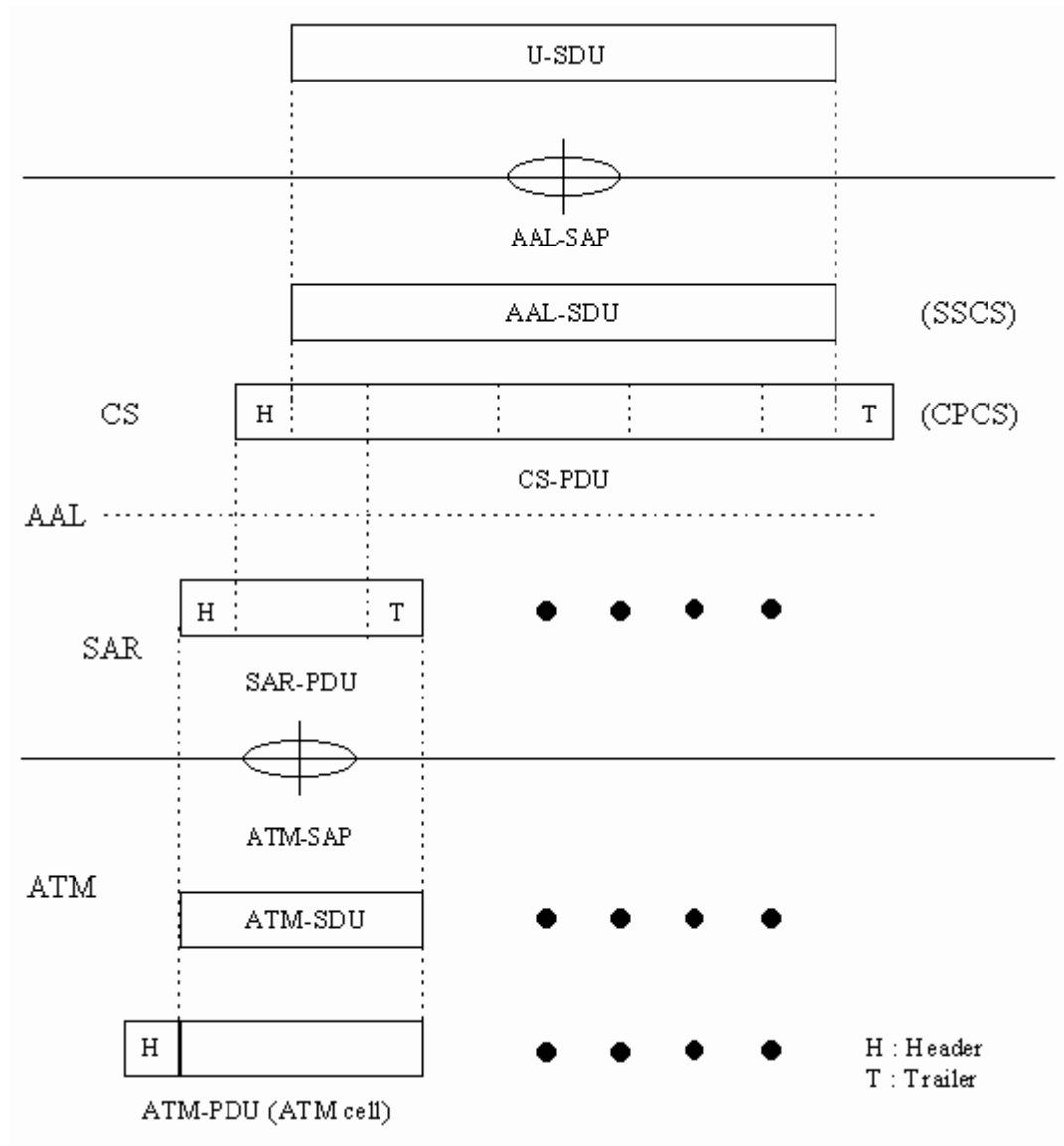
Έχουν οριστεί κατηγορίες υπηρεσιών για το ATM Layer από το ATM forum. Δεν υπάρχει συγκεκριμένη σχέση μεταξύ των κατηγοριών υπηρεσιών και των AAL 's, αλλά μερικά AAL είναι πιο κατάλληλα για συγκεκριμένες κατηγορίες υπηρεσιών. Αυτές είναι:

- Constant bit rate (CBR) : Κάνει κυρίως χρήση του AAL1
- Variable Bit Rate, real time (VBR RT) : Κάνει κυρίως χρήση του AAL2
- Variable Bit Rate, non real time (VBR NRT) : Είναι κατάλληλο για AAL2, 3 / 4 , 5
- Available Bit Rate (ABR) : Είναι κατάλληλο για όλες τις εφαρμογές. Θα μπορούσε να κάνει χρήση του του AAL 3 / 4, και του AAL 5.

Το επίπεδο ALL χωρίζεται σε δυο υποεπίπεδα:

- Υποεπίπεδο σύγκλισης: (Convergence sublayer) περιλαμβάνει τα δεδομένα χρήστη . υπηρεσίας σε μια επικεφαλίδα και μια ουρά που περιέχει τις απαραίτητες πληροφορίες, όπως π.χ. ανίχνευση σφαλμάτων.
- Υποεπίπεδο τμηματοποίησης και ανασύστασης: (Segmentation and reassembly sublayer) παίρνει τα δεδομένα από το προηγούμενο υποεπίπεδο και τα τοποθετεί σε μια κυψελίδα ATM. Μπορεί να προσθέσει επίσης την δικιά του επικεφαλίδα για την αναδόμηση στον προορισμό.

Για κάθε έναν από τους τέσσερις τύπους του AAL επιπέδου (AAL-1 ως AAL-4), ισχύουν τα ακόλουθα. Στη διεύθυνση εκπομπής, το CS υποεπίπεδο δέχεται τις SDU του χρήστη (User SDU - U-SDU) από το ανώτερο επίπεδο του χρήστη (upper user layer) στις οποίες προσθέτει ένα πρόθεμα (header) και ένα επίθεμα (trailer) που σχετίζονται με το χειρισμό λαθών και τη διατήρηση της σειράς των δεδομένων (data priority preservation), δημιουργώντας τις SAR-PDUs, οι οποίες στη συνέχεια στέλνονται στο ATM επίπεδο. Το ακόλουθο σχήμα δίνει παραστατικά αυτή τη διαδικασία.



Σχήμα 2.6 Processing of data at AAL sublayer

Στη διεύθυνση λήψης, το SAR υποεπίπεδο αναλύει τις SAR-PDUs που έρχονται από το ATM επίπεδο για να αποσπάσει από αυτές τις SAR-SDUs από τις οποίες συντίθενται κατόπιν οι CS-PDUs. Το CS υποεπίπεδο αναλύει τις CS-PDUs για να αποσπάσει τις SDU του χρήστη (U-SDU) και να τις παραδώσει τελικά στο ανώτερο επίπεδο του χρήστη (upper user layer).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ATM

4.1 Γεννηθήτω ATM.

Η κεντρική ιδέα πίσω από το ATM είναι αντι να αναγνωρίζει το σύστημα τον αριθμό της σύνδεσης από τη θέση του πακέτου σε ένα bucket, απλά να φέρει το πακέτο τον αριθμό της σύνδεσης μαζί με τα δεδομένα, και ταυτόχρονα να κρατά τον συνολικό αριθμό των bytes σε ένα πακέτο μικρό, έτσι ώστε αν χαθεί κάποιο πακέτο λόγω συμφόρησης, να έχει ελάχιστη επιρροή στην ροή των δεδομένων και ίσως να μπορεί να ανακτηθεί με ειδικούς αλγορίθμους επαναληπτικότητας (redundancy).

Το όλο σχήμα φέρει από μεταγωγή πακέτου, οπότε και ονομάστηκε «Γρήγορη μεταγωγή πακέτου με μικρά σταθερού μεγέθους πακέτα». Το δε μέγεθος αυτό (53 bytes όπως θα δούμε στη συνέχεια) προήλθε από την επιθυμία των εταιρειών να κρατήσουν σταθερή τη ποιότητα των φωνητικών επικοινωνιών όπως στα δίκτυα STM, γιατί σε συνδέσεις που ο χρόνος μεταφοράς πακέτου πρέπει να είναι μικρός (όπως στη κλασική τηλεφωνία), η πιθανότητα να χαθούν πακέτα αυξάνεται, αλλά αφού το μέγεθος του πακέτου είναι πολύ μικρό, αυτό δεν συνεπάγεται αισθητή απώλεια στη φυσική ροή της ομιλίας.

Έτσι στο ATM σε κάθε σύνδεση ανατίθεται ένα «εικονικό αναγνωριστικό κυκλώματος» (VCI - Virtual Circuit Identifier), το οποίο περιέχεται σε κάθε πακέτο και αναγνωρίζει με μοναδικό τρόπο τα δύο άκρα της σύνδεσης.

Υπάρχουν πολλές εφαρμογές στις οποίες η τεχνολογία ATM μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Οι κυριότερες από αυτές είναι:

- Τηλεσυνδιάσκεψη (Video Conferencing)
- Συνδιάσκεψη από γραφείο σε γραφείο (Desktop Conferencing)
- Εικονοτηλέφωνο (Videophone)
- Εικόνα / Ήχος κατά παραγγελία (Audio/Video On Demand)
- Εικονικά τοπικά δίκτυα (VLAN: Virtual LANs)
- Επικοινωνίες ATM μεγάλης χωρητικότητας με κινητούς κόμβους (συνήθως με δορυφορικές ζεύξεις)

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα του ATM είναι ότι είναι μια εύκολα αναβαθμιζόμενη τεχνολογία. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι αρχικές προδιαγραφές του μιλούν για βασική χαμηλή ταχύτητα 1,544 Mbps που μπορεί να φτάσει τα 10 Gbps και πάνω (σχεδόν 4 τάξεις μεγέθους!).

Παράλληλα με αυτό, το ATM έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί με την ίδια ευκολία τόσο σε κοντινές αποστάσεις (π.χ. ένα γραφείο ή ένα κτίριο) όσο και σε μακρινές (διεθνείς και υπερηπειρωτικές συνδέσεις). Αυτό υπονοεί ότι μεγάλο μέρος της δουλειάς υποδομής που απαιτείται σήμερα για να συνεργάζονται αρμονικά τα τοπικά δίκτυα (LAN) με τα δίκτυα μεγάλων αποστάσεων (WAN) ή και τα μητροπολιτικά δίκτυα (MAN), μπορεί να εξαλειφθεί.

Ένα τελευταίο και πολύ σημαντικό επακόλουθο της ενοποίησης των δικτύων φωνής και δεδομένων είναι η λεγόμενη ενοποίηση τηλεφωνικών και δικτύων δεδομένων σε μεγάλες και μικρές επιχειρήσεις (CTI: Computer and Telephony Integration). Με τη δυνατότητα του ATM να χειρίζεται με την ίδια ευκολία το φορτίο που του αναθέτουν, είναι δυνατό να ενοποιηθούν τα συνήθως ανεξάρτητα δύο εσωτερικά δίκτυα των οργανισμών αυτών σε ένα, μειώνοντας το κόστος συντήρησης και επένδυσης.

4.2 Στατιστική Πολυπλεξία.

Στα δίκτυα STM, εμφανίζεται ένα πρόβλημα απόδοσης που εντονοποιείται από το προφίλ των σύγχρονων συνδέσεων δεδομένων, το πρόβλημα του αχρησιμοποίητου πακέτου. Όταν εγκαθίσταται μια σύνδεση STM, το ποσό των πόρων του δικτύου που αφιερώνεται στην σύνδεση αυτή παραμένει σταθερό και αναλλοίωτο ανεξάρτητα του βαθμού χρησιμοποίησης της. Έτσι ένα μεγάλο ποσοστό του διαθέσιμου εύρους ζώνης παραμένει αδιάθετο.

Στο σχήμα της γρήγορης μεταγωγής πακέτου γίνεται μια προσπάθεια να λυθεί το πρόβλημα αυτό βάσει μιας τεχνικής που ονομάζεται «στατιστική πολυπλεξία». Σύμφωνα με αυτήν, πολλές συνδέσεις μπορούν να μοιράζονται το ίδιο μέσο μετάδοσης, σύμφωνα πάντα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά καθεμιάς σύνδεσης. Με άλλα λόγια, εάν πολλές συνδέσεις δεδομένων έχουν χαρακτηριστικά «καταρράκτη» (bursty) δηλ. ο λόγος του μέγιστου ρυθμού μεταγωγής προς τον μέσο ρυθμό είναι αρκετά μεγάλος (π.χ. 10:1), τότε είναι αρκετά πιθανό αυτές να μπορούν να μοιράζονται το ίδιο διαθέσιμο εύρος με την (σχεδόν βέβαιη) ελπίδα ότι

στατιστικά δεν θα συμβεί ταυτόχρονη εκπομπή πακέτου από όλες τις συνδέσεις. Ακόμα και να συμβεί τέτοιο γεγονός, θα πρέπει να υπάρχει η πρόβλεψη κάποιου χώρου προσωρινής αποθήκευσης των πακέτων (buffer) έτσι ώστε να μην έχουμε απώλειες.

Το παραπάνω σχήμα λέγεται στατιστική πολυπλεξία και επιτυγχάνει το άθροισμα των απαιτήσεων των επιμέρους συνδέσεων σε εύρος ζώνης σε ορισμένες περιπτώσεις, και κάτω από αυστηρές προϋποθέσεις να υπερβαίνει το προκαθορισμένο εύρος ζώνης του φυσικού μέσου μετάδοσης. Αυτό ήταν μέχρι πρότινος αδύνατο με τα δίκτυα STM, και αποτελεί το κύριο σημείο διαφοροποίησης με το ATM.

4.3 Προϋποθέσεις για αποδοτική λειτουργία της στατιστικής πολυπλεξίας.

Οι προϋποθέσεις που αναφέρθηκαν για τη βέλτιστη απόδοση ενός συστήματος που κάνει χρήση στατιστικής πολυπλεξίας είναι ένα ενεργό πεδίο έρευνας και πειραματισμού τόσο στα πανεπιστήμια, όσο και στη τηλεπικοινωνιακή βιομηχανία. Μεγάλες τηλεπικοινωνιακές εταιρείες στις Η.Π.Α., Ευρώπη και Ιαπωνία καθώς και πολλοί ερευνητικοί οργανισμοί και επιτροπές προτύπων ερευνούν πως θα εφαρμόσουν την στατιστική πολυπλεξία με το βέλτιστο τρόπο έτσι ώστε να χρησιμοποιείται κατά τον πιο αποδοτικό τρόπο, η ποιότητα των υπηρεσιών να παραμένει υψηλή, και το όλο σύστημα θα συμπεριφέρεται ομαλά σε περιόδους συμφόρησης (congestion), τόσο για φορτία με ομαλό ρυθμό μεταφοράς, όσο και με ανώμαλο. Ο λόγος που το πρόβλημα είναι τόσο σύνθετο είναι γιατί αν ο μέγιστος ρυθμός μεταφοράς κάθε σύνδεσης προκαθορίζεται και ανατίθεται το ανάλογο εύρος ζώνης σε κάθε σύνδεση, τότε το ATM γίνεται STM και δεν αποκομίζονται τα οφέλη από την στατιστικά ιδιαίτερη φύση των μελλοντικών τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών δεδομένων.

Ευτυχώς όμως τέτοια προβλήματα απασχολούν μόνο τις τηλεπικοινωνιακές εταιρείες, και ο τελικός χρήστης ποτέ δεν θα βρεθεί αντιμέτωπος με πολύπλοκα προβλήματα. Οι χρήστες έχουν πρόσβαση στο ATM διαμέσου καλά ορισμένων και καλά ελεγχόμενων διασυνδέσεων (interfaces) που καλούνται UNI (User Network Interfaces) και που βασικά διαβεβαιώνουν ότι αυτοί θα στέλνουν και θα αντλούν δεδομένα από το δίκτυο με ομοιόμορφο τρόπο, και ότι το δίκτυο θα αναλαμβάνει από μόνο του να διατηρεί την οποιαδήποτε σύνδεση σε σταθερό επίπεδο ποιότητας, καθ'όλη τη διάρκεια της σύνδεσης.

4.4 Πρότυπα διασυνδέσεων με το χρήστη.

Οι προδιαγραφές του ATM εστιάζονται σε τρεις διασυνδέσεις (interfaces):

1. Η διασύνδεση Χρήστη - Δικτύου (UNI: User-Network Interface) καθορίζει ένα σύνολο από υπηρεσίες που θα παρέχονται από το δίκτυο ATM στο πελάτη - χρήστη, καθώς και τους κανόνες που διέπουν τη μορφοποίηση των δεδομένων προς αποστολή από τους χρήστες και τη διαπραγμάτευση του δικτύου με το χρήστη για τα χαρακτηριστικά των υπηρεσιών που απαιτεί.
2. Η διασύνδεση κόμβου δικτύου (NNI: Network Node Interface) ορίζει πως θα επικοινωνούν οι διάφοροι κόμβοι μέσα στο τοπικό (LEC: Local Exchange Carrier) δίκτυο ενός τηλεπικοινωνιακού φορέα. Ο σκοπός της προτυποποίησης στο επίπεδο αυτό είναι η αποφυγή του περιορισμού χρήσης μεταγωγών από ένα μόνο κατασκευαστή.
3. Η διασύνδεση μεγάλου εύρους μεταξύ πολλών φορέων (B-ICI: Broadband InterCarrier Interface) ορίζει τις παραμέτρους διασύνδεσης ανάμεσα σε ένα τοπικό (LEC) κέντρο και ένα κομβικό (IEC: Interexchange Carrier's Network) κέντρο.

4.5 Κύριοι οργανισμοί που ωθούν την έρευνα στο ATM.

Έτσι γεννήθηκε το ATM. Αρχικά προτάθηκε σαν πρότυπο από την Bellcore, τη ερευνητικό τμήμα της AT&T, αλλά και από άλλες μεγάλες Ευρωπαϊκές τηλεπικοινωνιακές εταιρείες, και γι'αυτό μπορεί να μιλάμε για δύο πιθανές προτυποποιήσεις στο μέλλον. Στην Ευρώπη, το ATM υποστηρίζεται και εξελίσσεται από το ETSI (European Telecommunications Standard Institute), η οποία είναι υποεπιτροπή της ITU-T (πρώην CCITT - ευρωπαϊκή επιτροπή τηλεπικοινωνιακών προτύπων). Η ITU-T αρχικά όρισε το ATM σαν μέρος του φακέλου συστάσεων για το B-ISDN (Broadband ISDN).

Στις Ην. Πολιτείες ο υπεύθυνος οργανισμός για την προτυποποίηση του ATM είναι μια υποεπιτροπή του γνωστού ANSI (American National Standards Institute), την T1S1, που είναι υπεύθυνη για νέα πρότυπα τηλεπικοινωνιών. Ίσως όμως το πιο σημαντικό γκρουπ στο ATM αυτή τη στιγμή να είναι το ATM Forum που συνίσταται από πολλές εταιρείες κατασκευής υλικού (hardware) και παροχής υπηρεσιών (service providers) , το οποίο αν και δεν είναι επίσημος οργανισμός προτυποποίησης καθοδηγεί τις εξελίξεις στο νέο και ταχύτατα αναπτυσσόμενο τομέα του ATM.

Όπως προαναφέρθηκε, υπάρχουν μικρές διαφορές ανάμεσα στις προτυποποιήσεις που προτείνουν αυτές οι δύο επιτροπές, αλλά οι διαφορές είναι μικρές και το πιθανότερο είναι κάποια συγχώνευση των σε ένα ενιαίο standard.

4.6 Γενική μορφή πακέτου ATM.

Το ATM είναι η τεχνολογία εκείνη που προσπαθεί να αφαιρέσει από το επίπεδο δικτύου τις ιδιοτροπίες εκείνες που χαρακτηρίζουν κάποιες τεχνολογίες δικτύων καλύτερες σε ορισμένες εφαρμογές και άλλες όχι. Έτσι, κεντρικός στόχος του ATM είναι η ενοποίηση όλων των τηλεπικοινωνιακών δικτύων σε μια κοινή τηλεπικοινωνιακή υποδομή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια μεγάλη ποικιλία υπηρεσιών. Συν όλα αυτά, η φωνή, η εικόνα, το video και τα δεδομένα μεταφέρονται ψηφιακά, και άρα δεν εμφανίζουν ιδιοτροπίες κατά μετάδοση και κατά τη μεταγωγή από κόμβο σε κόμβο. Από νωρίς φάνηκε ότι μια διαφανής συμπεριφορά του δικτύου ως προς τα δεδομένα που διακινούσε θα επιτυγχανόταν κάνοντας χρήση μικρού και περιεκτικού πακέτου.

Ένα στοιχειώδες πακέτο ATM σύμφωνα με την άποψη της αμερικάνικης επιτροπής αποτελείται από 53 bytes εκ των οποίων τα 5 πρώτα αποτελούν την επικεφαλίδα (header) που περιέχει σε 3 bytes το μοναδικό αναγνωριστικό σύνδεσης VCI, 1 byte ελέγχου και άλλο 1 byte με κώδικα ανίχνευσης λάθους για την επικεφαλίδα. Τα υπόλοιπα 48 bytes είναι δεδομένα, με προαιρετικά 4 από αυτά να χρησιμοποιούνται σαν αναγνωριστικά για την ανασυγκρότηση μεγαλύτερων πακέτων για ανώτερα στάδια από το ATM (σύμφωνα με το μοντέλο OSI - Open Systems Interconnection) π.χ. IP πακέτα.

4.7 Συνδέσεις σε ένα δίκτυο ATM.

Ο ευρωπαϊκός οργανισμός ITU-T (πρώην CCITT) έχει χωρίσει σε τέσσερις μεγάλες κλάσεις (ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους) τις τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες που μπορεί να παρέχει το ATM. Συγκεκριμένα:

- Κλάση Α': Υπηρεσίες με σύνδεση, ευαίσθητες σε χρονικές καθυστερήσεις με σταθερό ρυθμό ροής δεδομένων, όπως φωνή, εξομοίωση κλειστού κυκλώματος γενικά και video σταθερού ρυθμού ροής.
- Κλάση Β': Υπηρεσίες με σύνδεση, ευαίσθητες σε χρονικές καθυστερήσεις με μεταβλητό ρυθμό ροής δεδομένων, όπως video μεταβαλλόμενου ρυθμού ροής (λόγω συμπίεσης).
- Κλάση Γ': Υπηρεσίες με σύνδεση, αναισθητες σε χρονικές καθυστερήσεις με μεταβλητό ρυθμό ροής δεδομένων, όπως συνδέσεις X.25 ή αναμετάδοση πλαισίου (frame relay)
- Κλάση Δ': Υπηρεσίες χωρίς σύνδεση, αναισθητες σε χρονικές καθυστερήσεις με μεταβλητό ρυθμό ροής δεδομένων, όπως συνδέσεις SMDS ή εξομοίωση πρωτοκόλλων ανωτέρου επιπέδου (TCP/IP).

Στα δίκτυα STM, η θέση των πακέτων σε ένα bucket μπορεί να αλλάζει καθώς το πακέτο μεταπηδάει από κάποιο ενδιαμέσο σύνδεσμο (link) σε ένα άλλο. Κατ' αντιστοιχία, σε ένα δίκτυο ATM, το περιεχόμενο της επικεφαλίδας αναγνωριστικού εικονικής σύνδεσης (VCI) αλλάζει καθώς ένα πακέτο ATM μεταπηδά από τη μία πλευρά ενός κόμβου ATM σε μία άλλη. Για την ομαλή διεξαγωγή της δρομολόγησης, σε κάθε κόμβο υπάρχουν πίνακες αντιστοιχίησης, που κάνουν ότι ακριβώς υπονοεί το όνομά τους, δηλ. αντιστοιχίζουν τα VCI των εισερχομένων πακέτων με τα VCI των εξερχόμενων.

Ένα παράδειγμα: Ας υποθέσουμε ένα δίκτυο ATM με κόμβους στην Αθήνα, την Κόρινθο, τη Τρίπολη, τη Καλαμάτα και τη Πάτρα. Έστω τώρα ότι ο Γιάννης και το τερματικό του βρίσκονται στην Πάτρα (Π) και θέλει να επικοινωνήσει με τον κεντρικό υπολογιστή της εταιρείας του που βρίσκεται στην Αθήνα (Αθ). Η αίτηση από τον υπολογιστή του πηγαίνει στο αντίστοιχο κομβικό κέντρο και γίνεται μια ανταλλαγή παραμέτρων σύνδεσης (όπως η διεύθυνση προορισμού, το είδος των πακέτων, μέγιστο εύρος ζώνης, μέσο αναμενόμενο εύρος ζώνης, ελάχιστη ποιότητα υπηρεσιών όπως ανοχή σε καθυστερήσεις και σε απώλειες πακέτων κ.λ.π.). Στο κομβικό κέντρο αντίστοιχα, αντίστοιχο λογισμικό αποφασίζει

τη βέλτιστη διαδρομή (η τουλάχιστον ποια θα έπρεπε να είναι αυτή), και στέλνει σε όλα τα κομβικά κέντρα πάνω στο επιλεγμένο μονοπάτι, αίτηση εγκατάστασης επικοινωνίας.

Ας υποθέσουμε ότι π.χ. λόγω ταχύτητας απόκρισης επελέγη η διαδρομή Πάτρα-Καλαμάτα-Κόρινθος-Αθήνα (γιατί η γραμμή με τη Τρίπολη έχει μεγάλη καθυστέρηση ή γιατί έχει συμφόρηση). Ο καθένας από τους τέσσερις κόμβους αναθέτει κάποιο από το αχρησιμοποίητο αναγνωριστικό εικονικής σύνδεσης και το διαθέτει για τη σύνδεση με τον επόμενο κόμβο και ταυτόχρονα αντιστοιχεί αυτό το αναγνωριστικό με αυτό από το προηγούμενο κόμβο, αν υπάρχει. Για παράδειγμα, ο κόμβος της Πάτρας αναθέτει το αναγνωριστικό εικονικής σύνδεσης VC1, ο κόμβος της Καλαμάτας αναθέτει το αναγνωριστικό εικονικής σύνδεσης VC2 και ο κόμβος της Κορίνθου αναθέτει το αναγνωριστικό εικονικής σύνδεσης VC3. Όταν ένα πακέτο με αναγνωριστικό VC2 φτάσει στην Κόρινθο από τη Καλαμάτα, αυτό αλλάζει αναγνωριστικό (σε VC3) και μεταπηδάει στην Αθήνα. Μόλις εξασφαλιστεί το μονοπάτι από όλους του κόμβους και φτιαχτούν τα (προσωρινά) routing tables, τότε επιβεβαιώνεται το τερματικό του Γιάννη ότι όλα είναι καλά και ότι μπορεί να αρχίσει η μεταφορά των δεδομένων. Μόλις ο Γιάννης τερματίσει τη σύνδεση, τότε τα αναγνωριστικά VCI σε κάθε κόμβο γίνονται διαθέσιμα για άλλες συνδέσεις και οι σχετικές εγγραφές στο πίνακα δρομολόγησης (routing table) σβήνονται.

Είναι δυνατό ορισμένα VCI να είναι δεσμευμένα για κοινές υπηρεσίες, κατ'αντιστοιχία με τους τριψήφιους αριθμούς του ΟΤΕ (π.χ. 141 για την ώρα) ή με τα δεσμευμένα κατά IETF (Internet Engineering Task Force) port numbers στα πρωτόκολλα TCP/UDP (π.χ. TCP port 80 για WWW servers). Εδώ όμως πρέπει να αναφερθεί ότι δεν υπάρχει κάτι το αντίστοιχο με τη δυναμική ανάθεση ports στο TCP/IP (όπως π.χ. στις συνδέσεις client/server) για τις επικεφαλίδες VCI, και αυτό γιατί σε κάθε σύνδεση ATM πρέπει να υπάρχει κάποια ισότητα ανάμεσα σε όσους τη μοιράζονται για το διαθέσιμο εύρος ζώνης, και γιατί αλλιώς θα γινόταν πραγματικός πόλεμος για τη διεκδίκηση κάποιων επικεφαλίδων VCI που γρήγορα θα προκαλούσε την εξάντληση των διαθέσιμων επικεφαλίδων VCI. Εξαιρέση μπορεί να γίνει ειδικά στη περίπτωση του ίδιου του τηλεπικοινωνιακού οργανισμού που κάνει αίτηση για επικεφαλίδες VCI έτσι ώστε να τις χρησιμοποιήσει για κρίσιμες συνδέσεις (π.χ. έλεγχος απομακρυσμένων κόμβων από κεντρικό σημείο).

4.8 Τι επίπεδο πρωτοκόλλου είναι το ATM;

Όπως έχει γίνει φανερό μέχρι τώρα, το ATM είναι σχεδιασμένο για μεταγωγή πακέτων μικρού και σταθερού μήκους στο επίπεδο του υλικού (hardware) με μεγάλες ταχύτητες (gigabit/sec) σε μεγάλες αποστάσεις. Έτσι η θέση του στο μοντέλο ανοιχτής αρχιτεκτονικής δικτύων (OSI) θα έπρεπε μάλλον να βρίσκεται στο επίπεδο σύνδεσης δεδομένων (data link layer). Παρ'όλα αυτά δεν μπορεί με βεβαιότητα να τοποθετηθεί σε κάποιο από τα επίπεδα της ανοιχτής αρχιτεκτονικής δικτύων και αυτό γιατί σε αυτό εμφανίζονται πολλές έννοιες από ανώτερα σε ιεραρχία επίπεδα της OSI αρχιτεκτονικής, όπως π.χ. η σύνδεση από άκρο σε άκρο, ο έλεγχος ροής και η δρομολόγηση. Όλα αυτά δε τα χαρακτηριστικά υλοποιούνται μέσα σ'ένα πακέτο ATM, οπότε και καθίσταται δύσκολη έως αδύνατη η ένταξη του σε κάποιο επίπεδο του OSI. Αντίθετα θα μπορούσε κανείς να πει ότι το ATM δανείζεται στοιχεία από τρία διαδοχικά επίπεδα στην ιεραρχία OSI, το δεύτερο (επίπεδο σύνδεσης δεδομένων) γιατί βρίσκεται ακριβώς πάνω από το υλικό και μιλάει κατευθείαν με αυτό, το τρίτο (επίπεδο δικτύου) γιατί τροποποιεί τη συμπεριφορά του με τον έλεγχο ροής και τη δυναμική δρομολόγηση, και το τέταρτο (επίπεδο μεταφοράς) γιατί οι συνδέσεις είναι καθορισμένες από σημείο σε σημείο και έχουν αρχή και τέλος.

Το πιο σημαντικό ερώτημα που δημιουργείται σ'αυτό το σημείο είναι πως το ATM θα συνυπάρξει και θα συλλειτουργήσει με τα υπάρχοντα IP δίκτυα γενικά, και με ποιες εφαρμογές ειδικότερα. Ένα βολικό μοντέλο για μια διασύνδεση (interface) ATM είναι να τη θεωρήσουμε σαν άλλη μια (σειραϊκή) θύρα επικοινωνιών του συστήματος. Έτσι από τη πλευρά του λογισμικού μπορεί να θεωρηθεί σαν μια κοινή θύρα σύνδεσης δεδομένων (π.χ. /dev/eth* στο Unix). Η μόνη διαφοροποίηση τότε που θα προέκυπτε τότε θα ήταν η κατάτμηση των πακέτων IP σε πολύ μικρότερα πακέτα ATM και η επανασύνδεση τους αμέσως πριν τη παράδοσή τους στο επίπεδο μεταφοράς του συνομιλητή.

Όλα αυτά βέβαια σε έναν ιδανικό κόσμο, γιατί στον πραγματικό τίποτα δεν δουλεύει όπως οι μοντελοποιήσεις των μηχανικών και είναι απαραίτητη μια προσαρμογή ή εξειδίκευση. Για την σύνδεση μίας εφαρμογής με το επίπεδο του ATM, νέες διασυνδέσεις πρέπει να σχεδιαστούν για τα σημερινά λειτουργικά συστήματα που να παρέχουν γρήγορους και ευφυείς μηχανισμούς για την εγκαθίδρυση συνδέσεων, τη μεταφορά δεδομένων, την διασφάλιση ανοιχτής σύνδεσης («keepalive»), την διακοπή σύνδεσης, ακόμα και τον έλεγχο ροής των δεδομένων από το λογισμικό.

4.9 Το φυσικό επίπεδο.

Το μέρος των προδιαγραφών που περιγράφουν το τι γίνεται στο φυσικό επίπεδο σε μία σύνδεση ATM δεν αποτελούν κομμάτι του, αλλά μάλλον συμπλήρωμά του, και αποτελεί τμήμα έρευνας των επιτροπών που ερευνούν αυτή τη στιγμή το θέμα. Η υποεπιτροπή T1S1 έχει αποφανθεί σαν προτιμώμενο φυσικό επίπεδο για το ATM, το SONET (Synchronous Optical Network) το οποίο υποστηρίζει εύρος ζώνης 155.5 Mbit/sec (προδιαγραφή STS-3c), 622 Mbit/sec (προδιαγραφή STS-12) και 2.4 Gbit/sec (προδιαγραφή STS-48). Βασικά το SONET προβλέπει ένα βασικό εύρος ζώνης για όλες τις συνδέσεις στα 51.84 Mbit/sec, από τα πολλαπλάσια του οποίου προκύπτουν όλες οι προδιαγραφόμενες ταχύτητες ($155.5=3*51.84$, $622=12*51.84$ κ.λ.π.). Το SONET προτυποποιεί το τρόπο που θα μεταφέρονται δεδομένα με σύγχρονο τρόπο διαμέσου οπτικών καναλιών, χωρίς όμως να υπάρχει η ανάγκη για συγχρονισμό μεταξύ των κόμβων του δικτύου (δηλ. πρόκειται για ένα πλησιόχρονο μέσο μετάδοσης). Το ακρωνύμιο SONET μπορεί να αναφέρεται στην Ευρώπη και σαν SDH (Synchronous Digital Hierarchy), και ένας από τους λόγους της προτυποποίησης του αυτής είναι η εγγύηση της ομαλής συλλειτουργίας μεταξύ διαφορετικών εταιριών από διάφορα εθνικά ή αστικά δίκτυα. Η θεμελιώδης συχνότητα ρολογιού γύρω από την οποία γίνεται ο συγχρονισμός είναι (κατά σύμπτωση;) 8 kHz ή 125 μ sec

4.10 Έλεγχος ροής στο ATM.

Αντίθετα με το TCP, όπου ο έλεγχος ροής γίνεται από τα δύο άκρα, οι μεγάλες χωρητικότητες του ATM (της τάξης των Gbit/sec) γεννούν ένα διαφορετικό σύνολο απαιτήσεων για τον έλεγχο ροής δεδομένων. Εάν ο έλεγχος ροής γινόταν στα δύο άκρα, τότε μέχρι το κάποιο μήνυμα ελέγχου ροής να φτάσει στον προορισμό του, πολλά Mbyte δεδομένων θα είχαν φύγει από την αντίθετη κατεύθυνση, χειροτερεύοντας σε έσοχατο σημείο ίσως μια πιθανή κατάσταση συμφόρησης. Αντίστροφα, μέχρι ο παραλήπτης του μηνύματος ελέγχου ροής να αντιδράσει, θα μπορούσε η συμφόρηση να είχε ελαχιστοποιηθεί, οπότε και θα είχαμε φαινόμενα άσκοπης καθυστέρησης στον παραλήπτη, καθώς στέλνει πίσω στον αποστολέα την απάντηση στο μήνυμα ελέγχου ροής.

Ο χρόνος απόκρισης σε μηνύματα ελέγχου από άκρη σε άκρη είναι τόσο μεγάλος σε σχέση με το εύρος ζώνης, που μια τέτοια αντιμετώπιση είναι εντελώς μη πρακτική.

Οι καταστάσεις συμφόρησης στα δίκτυα ATM αναμένεται να είναι εξαιρετικά δυναμικές και ταχέως μεταβαλλόμενες, οπότε και προκύπτει η ανάγκη για γρήγορους μηχανισμούς στο υλικό για να απορροφούν τις απότομες διακυμάνσεις στο φορτίο του δικτύου και να το κρατούν σε σταθερή κατάσταση. Παράλληλα, γίνεται έτσι αναγκαίο να αναμιγνύεται το ίδιο το δίκτυο στην κατάστασή του, συμβάλλοντας ενεργά στη σταθεροποίησή του. Ξεφεύγει δηλαδή ο έλεγχος ροής από τα ανώτερα επίπεδα (κατά OSI) και κατεβαίνει στο επίπεδο υλικού.

Για το σκοπό αυτό έχουν οριστεί τα εξής πρωτόκολλα στο ATM:

- CAC (Connection Admission Control): Ορίζει ένα σύνολο από πράξεις του δικτύου για να ελέγξει την τρέχουσα κατάσταση του δικτύου και να επιτρέψει ή όχι τη σύνδεση για τις παραμέτρους της σύνδεσης που δίνονται από τη χρήστη (π.χ. μέγιστος ρυθμός ροής πακέτων, μέσος ρυθμός ροής πακέτων, μέγιστη επιτρεπτή καθυστέρηση μεταφοράς πακέτων, ανοχή σε απώλεια πακέτων κ.λ.π.)
- UPC/NPC (Usage/Network Parameter Control): Ορίζει ένα σύνολο από πράξεις του δικτύου για να παρακολουθεί την τρέχουσα κατάσταση και την κυκλοφορία σε μία σύνδεση ATM, καθώς και την ορθή δρομολόγηση των πακέτων. Χρησιμοποιείται επίσης ο όρος «συνάρτηση επιτήρησης» (Police Function) καθώς είναι υπεύθυνο για παρατυπίες στις συνδέσεις (σε σχέση με τις αρχικά συμφωνημένες παραμέτρους σύνδεσης).
- CLP (Cell Loss Priority): Ορίζει (με ένα bit στην επικεφαλίδα κάθε πακέτου) την προτεραιότητα ενός πακέτου - χαμηλή ή υψηλή. Αυτό επιτρέπει την απόρριψη των χαμηλής προτεραιότητας πακέτων όταν ένας κόμβος έχει φτάσει σε κατάσταση υπερχείλισης.
- NRM (Network Resource Management): Ορίζει την διαχείριση των διαθέσιμων πόρων του δικτύου και φροντίζει για την ορθή ανάθεση (allocation) των πόρων του δικτύου όταν ζητείται μία νέα σύνδεση από ένα δίκτυο ATM.
- Traffic Shaping: Δίνει τη δυνατότητα να «μορφοποιηθεί» η ροή μιας πηγής πακέτων με καταρρακτώδη ροή, δηλ. να ομαλοποιηθεί ο ρυθμός ροής πακέτων μέσω απομονωτών (buffers). Αυτό επιτυγχάνει πιο αποδοτική χρήση της υφιστάμενης σύνδεσης, αλλά εισάγει μια ανεπιθύμητη καθυστέρηση στο χρόνο μετάδοσης (λόγω του απομονωτή)

4.11 Παράδοση πακέτων στο ATM.

Το ATM εγγυάται ότι τα πακέτα θα ληφθούν από το παραλήπτη με την ίδια σειρά με την οποία στάλθηκαν από τον αποστολέα. Αυτό σημαίνει ότι ο παραλήπτης δεν θα έχει προβλήματα συγχρονισμού των εισερχόμενων δεδομένων που θα χρησιμοποιούνται π.χ. σε αναπαραγωγή πολυμεσικών εφαρμογών όπως φωνή, κινούμενη εικόνα και Video on Demand.

Από την άλλη όμως, δεν εγγυάται την ασφαλή παράδοση των πακέτων (όπως κατ' αντιστοιχία το πρωτόκολλο δικτύου TCP) γιατί όπως αναφέρθηκε πιο πριν, οι κόμβοι έχουν την δυνατότητα να απορρίψουν πακέτα όταν ήδη υπάρχει συμφόρηση ή υπάρχουν ενδείξεις ότι μπορούν να προκαλέσουν συμφόρηση στους ίδιους ή στους διαδοχικούς αυτών κόμβους. Αυτό όμως δεν είναι σοβαρό πρόβλημα για τους σχεδιαστές πολυμεσικών εφαρμογών, αφού υπάρχουν ήδη κώδικες επαναληπτικότητας για ανάνηψη δεδομένων από πακέτα που χάθηκαν. Κλασικό παράδειγμα το CD player στο οποίο για να εξασφαλιστεί η σταθερή ροή της μουσικής, τα «πακέτα» των δειγμάτων συνοδεύονται από ειδικά πακέτα ελέγχου (68 bits για κάθε 204 bits ηχητικής πληροφορίας), που μπορούν να ανακατασκευάσουν μέρος ή όλο από μέρη της ηχητικής πληροφορίας που δεν μπορεί να διαβαστεί από τη δέσμη laser.

Όλα αυτά βέβαια στο επίπεδο του ATM, μιας και αν χρησιμοποιηθεί μια υπηρεσία ανωτέρου επιπέδου που χρησιμοποιεί το ATM σαν μέσο μεταφοράς, τότε είναι πιθανή η παράδοση εκτός σειράς, μιας και η υπηρεσία μπορεί να διαλέξει να χρησιμοποιεί παραπάνω από μία συνδέσεις ATM (πιθανώς με διαφορετικά μονοπάτια, και άρα με διαφορετικό χρόνο μεταφοράς απο άκρο-σε-άκρο). Όταν είναι απαραίτητη η ασφαλής μεταφορά δεδομένων απο άκρο σε άκρο, τότε είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση κάποιου πρωτοκόλλου ανωτέρου επιπέδου όπως το TCP.

4.12 Επιδόσεις ενός δικτύου ATM.

Υπάρχουν 5 παράμετροι που χαρακτηρίζουν την απόδοση ενός τηλεπικοινωνιακού δικτύου ATM. Αυτές είναι:

1. Διαμεταγωγή. (throughput)
2. Πιθανότητα άρνησης σύνδεσης (connection blocking probability), δηλ. η πιθανότητα να αρνηθεί το δίκτυο την εγκαθίδρυση σύνδεσης ανάμεσα σε δύο άκρα επειδή δεν υπάρχουν αρκετοί διαθέσιμοι πόροι τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή.
3. Πιθανότητα απώλειας πακέτων (cell loss probability), δηλ. η πιθανότητα να χαθούν ορισμένα πακέτα κατά μήκος της διαδρομής.
4. Καθυστερήσης μεταγωγής (switching delay), δηλ. η χρονική καθυστέρηση ανάμεσα στην εισαγωγή ενός πακέτου σ'έναν ενδιάμεσο κόμβο και στην εξαγωγή του, και
5. Χρονική παραμόρφωση (delay jitter) δηλ. η διακύμανση της τιμής της χρονικής καθυστέρησης μεταγωγής

Σε αντίθεση με τα δίκτυα STM όπου η ποιότητα των τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών είναι δεδομένη και σε γενικές γραμμές σταθερή, στα δίκτυα ATM, ο χρήστης πρέπει να παρέχει στον τηλεπικοινωνιακό οργανισμό τις απαραίτητες πληροφορίες για την απαιτούμενη από αυτόν ποιότητα, το εύρος ζώνης και το ρυθμό ροής. Αυτό σημαίνει ότι οι επιδόσεις ενός δικτύου ATM μεταβάλλονται ανάλογα με τις απαιτήσεις του πελάτη και βεβαίως αναλόγως του ποσού που μπορεί να διαθέσει.

Βασικό μοτίβο του ATM στην ποιότητα υπηρεσιών είναι το QoS (“Quality of Service”), το οποίο εξασφαλίζει ότι μια εφαρμογή που ζητά κάποιο εύρος ζώνης για κάποιο χρονικό διάστημα και επιτυχώς το λάβει, δεν πρόκειται να στερηθεί για τον ένα ή τον άλλο λόγο αυτό το εύρος. Με απλά λόγια, το ATM εγγυάται ότι η μεταβολή στο συνολικό φορτίο του δικτύου δεν θα επηρεάζει (ή τουλάχιστον σε όποιο βαθμό αυτό είναι δυνατό) το ρυθμό ροής των δεδομένων σε μια χρονικά κρίσιμη μεταφορά (π.χ. Video conferencing).

4.13 Συμβατότητα του ATM με τα τωρινά δίκτυα.

Με την κατανόηση του στόχου για τον οποίο η τεχνολογία του ATM έχει αναπτυχθεί, και λαμβάνοντας υπ'όψη την μεγάλη αύξηση των τηλεπικοινωνιακών δυνατοτήτων που το ATM προσφέρει, είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι οι σημερινές εφαρμογές δεν θα «τρέξουν» ομαλά πάνω σε δίκτυα ATM χωρίς κάποια στάδια εφαρμογής. Αυτό φαίνεται καθαρά στο παρακάτω σχέδιο:

Ταυτόχρονα, δεν είναι δυνατό να τροποποιήσουμε ριζικά την υπάρχουσα δομή των σημερινών εφαρμογών γιατί ακριβώς έχουν επενδυθεί πολλές ανθρωπόρες σε μελέτη και υλοποίηση αυτών. Διαφαίνεται έτσι μια ανάγκη «εξομοίωσης». Πρωτόκολλα εγκατεστημένα σε τόσο ευρεία βάση όσο το TCP/IP και το IPX/SPX δεν είναι δυνατό να αντικατασταθούν εν μια νυκτί για να είναι συμβατά με τις νέες δικτυακές τεχνολογίες.

Το παρακάτω σχεδιάγραμμα παραστατικά δείχνει τη χρησιμοποίηση κάποιων από τα πιο δημοφιλή πρωτόκολλα στα δίκτυα των εταιρειών σήμερα:

Για το λόγο αυτό έχουν ήδη εμφανιστεί δύο προτάσεις για εξομοίωση τωρινών δικτυακών «πλατφόρμων» που, αν και βρίσκονται σε διαφορετικό στρώμα στην μοντελοποίηση OSI, έχουν μεγάλη εμπορική βάση: του Ethernet / Token Ring και των δικτύων IP. Οι δύο αυτές προτάσεις είναι:

- Εξομοίωση LAN (LANE: LAN Emulation), ανεπτυγμένη από το ATM Forum, που επιτρέπει την διαφανή επικοινωνία μεταξύ Ethernet και token-ring δικτύων ATM. Αυτή η εξομοίωση επιτρέπει τη μετάδοση των περισσότερων σημερινών πρωτοκόλλων (TCP/IP, IPX, NetBIOS κ.λ.π.) από ένα δίκτυο ATM
- Κλασικό IP (CIP: Classic IP), RFC-1577, ανεπτυγμένο από το IETF (Internet Engineering Task Force) που επιτρέπει διαφανή λειτουργία συνδέσεων IP (αποκλειστικά) πάνω από δίκτυα ATM.

Οι παραπάνω δύο προτάσεις έχουν διαφορετική εφαρμογή, ανάλογα με την ανάγκη που έρχονται να ικανοποιήσουν: αν πρόκειται για ένα LAN στο οποίο «ομιλούνται» πολλά πρωτόκολλα τότε χρησιμοποιούμε την εξομοίωση LAN, αν όμως έχουμε αποκλειστικά το IP σαν πρωτόκολλο επικοινωνίας, τότε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το CIP σαν μέθοδο για υλοποίηση ταχύτατων δικτύων IP.

4.14 Γενικοί Έλεγχοι σε Δίκτυα ATM.

Οι ακόλουθες λειτουργίες διαμορφώνουν ένα πλαίσιο για την έλεγχο της Κυκλοφορίας και της Συμφόρησης στα δίκτυα ATM.

Έλεγχος Αποδοχής Σύνδεσης (CAC) όπου καθορίζεται το σύνολο των ενεργειών που λαμβάνονται από το δίκτυο κατά τη διάρκεια της φάσης εγκατάστασης μιας σύνδεσης, προκειμένου να καθοριστούν εάν ένα αίτημα σύνδεσης μπορεί να γίνει αποδεκτό ή πρέπει να απορριφθεί.

Έλεγχοι Ανατροφοδότησης (Feedback Controls) όπου καθορίζεται το σύνολο των ενεργειών που λαμβάνονται από το δίκτυο για να ρυθμίσουν την κυκλοφορία του ATM σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του δικτύου.

Έλεγχος Παραμέτρων Χρήσης (Usage Parameter Control- UPC) καθορίζεται ως το σύνολο των ενεργειών που λαμβάνονται από το δίκτυο για να ελέγξουν την κυκλοφορία και να επιβάλουν το «**Συμβόλαιο Κυκλοφορίας**» στο επίπεδο του Ο βασικός σκοπός του UPC είναι να προστατευθεί το δίκτυο από πιθανές συνδέσεις, οι οποίες μπορεί να έχουν επιπτώσεις στο QoS άλλων ήδη εγκαταστημένων συνδέσεων, με την ανίχνευση των παραβιάσεων των προαποφασισμένων παραμέτρων και τη λήψη των κατάλληλων ενεργειών.

Έλεγχος της Προτεραιότητας Απολεσθέντων Κελιών Cell Loss PriorityControl –CLP). Το δίκτυο μπορεί επιλεκτικά να απορρίψει τα κελιά που μαρκάρονται με μια χαμηλή προτεραιότητα για να προστατεύσει, όσο το δυνατόν περισσότερο, τους στόχους QoS του δικτύου.

Η διαχείριση των Πόρων του δικτύου (Network Resource Management) επιτρέπει το λογικό χωρισμό των συνδέσεων σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά υπηρεσιών.

4.15 Ασφάλεια στο ATM.

Ένα στοιχείο που δεν αναφέρθηκε ως τώρα και αποτελεί σημαντικό παράγοντα αξιοπιστίας ενός δικτύου είναι η ασφάλεια. Στα σημερινά δημόσια δίκτυα τηλεφωνίας η παρακολούθηση μιας σύνδεσης είναι σχετικά απλή υπόθεση, μιας και η διαδρομή ενός κυκλώματος είναι σε γενικές γραμμές προβλέψιμη και παραμένει σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της συνομιλίας. Κατ' αντιστοιχία, στα περισσότερα δίκτυα υπολογιστών μικρής και μεσαίας απόστασης (π.χ. Ethernet και FDDI) τα δεδομένα ταξιδεύουν πάνω στο κοινό μέσο (καλώδιο ή οπτική ίνα) και είναι απροστάτευτα από εκείνους που θέλουν να υποκλέψουν τα δεδομένα. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, ο μόνος αναγκαίος εξοπλισμός είναι ένας προσαρμογέας δικτύου σε «αδιάκριτη» κατάσταση (promiscuous mode) και κάποιο εργαλείο ανάλυσης δικτύου που μπορεί και περνάει από φίλτρο όλα τα πακέτα που περνάνε από το μέσο για να κρατήσει αυτά που έχουν «ενδιαφέρον»: κωδικοί εισόδου (passwords), αριθμοί πιστωτικών καρτών κ.ο.κ. Όλα αυτά μπορεί να απασχολήσουν πολύ σοβαρά κάποιον οργανισμό που στοχεύει να στηρίξει την οργανωτική του υποδομή πάνω σε ένα δίκτυο δεδομένων και να διακινεί σημαντικά και απόρρητα δεδομένα πάνω σ' αυτό.

Το ATM μπορεί και παρέχει ασφάλεια στις συνδέσεις ακριβώς επειδή το «κύκλωμα» που εγκαθίσταται με μία σύνδεση είναι εικονικό (virtual circuit) και αποσυντίθεται αμέσως μετά το τέλος της σύνδεσης. Αυτό συνδυαζόμενο με το γεγονός της μη προκαθορισμένης διαδρομής των πακέτων καθιστά σχεδόν αδύνατη την πλήρη παρακολούθηση μιας σύνδεσης ATM.

Παράλληλα, η σύγχρονη έρευνα πάνω στο θέμα της κρυπτογράφησης και της ασφάλειας των τηλεπικοινωνιακών δικτύων από ανεπιθύμητους ωτακουστές έχει εφεύρει ήδη κάποιους αλγόριθμους κρυπτογράφησης ικανούς να αποθαρρύνουν τους επίδοξους υποκλοπείς που είναι εύκολα υλοποιήσιμοι σε υλικό (firmware). Η έρευνα πάνω στο τομέα αυτό πρέπει να λάβει υπ' όψη τις ταχύτητες μεταφοράς του ATM και άρα να προσανατολιστεί προς αλγόριθμους με ικανοποιητικά αποτελέσματα αλλά και μικρό βαθμό πολυπλοκότητας, έτσι ώστε να μην υπάρχει μεγάλη επιβάρυνση (overhead) στα τελικά σημεία της σύνδεσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΕΛΑΤΕΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΤΜ-ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΤΜ.

5.1 Πιθανοί πελάτες του Δικτύου ΑΤΜ.

Οι πιθανοί πελάτες είτε σαν χρήστες είτε σαν παροχείς υπηρεσιών, οι οποίοι ενδέχεται να εκδηλώσουν ενδιαφέρον για τις ευρυζωνικές υπηρεσίες, ιδίως αν ορισμένοι απ' αυτούς προσεγγισθούν και ενημερωθούν κατάλληλα, πρέπει ν' αναζητηθούν ανάμεσα στους εξής :

- ΑΕΙ-Ερευνητικά Ιδρύματα-ΤΕΙ
- Νοσοκομεία
- ΜΜΕ
- Ναυτιλιακές Εταιρείες
- Τουριστικές Επιχειρήσεις
- Δημόσια Διοίκηση (Υπουργεία, Τοπ. Αυτοδιοίκηση κλπ.)
- Δημόσιοι Οργανισμοί
- Τράπεζες-Ασφαλιστικές Εταιρείες
- Πολυεθνικές Εταιρείες
- Αεροπορικές Εταιρείες
- Τράπεζες Πληροφοριών
- Ένοπλες Δυνάμεις
- Βιομηχανία

5.3 Υπηρεσίες του Δικτύου ΑΤΜ.

Η διάκριση ανάμεσα στις υπηρεσίες ευρείας και στενής ζώνης γίνεται με βάση τον απαιτούμενο ρυθμό μετάδοσης. Οι υπηρεσίες ευρείας ζώνης απαιτούν ρυθμό μετάδοσης μεγαλύτερο από 2 Mbit/s ενώ οι υπηρεσίες στενής ζώνης απαιτούν ρυθμό μετάδοσης μικρότερο από 2 Mbit/s. Τα δίκτυα ευρείας ζώνης υποστηρίζουν και τις δυο αυτές κατηγορίες υπηρεσιών. Οι υπηρεσίες ευρείας ζώνης μπορούν να προσφέρουν ταυτόχρονα περισσότερες από ένα τύπο πληροφορίας και γι' αυτό ονομάζονται και υπηρεσίες πολυμέσων. Οι οικιακοί χρήστες και οι επιχειρήσεις δεν έχουν τα ίδια ενδιαφέροντα σε ότι αφορά τις υπηρεσίες ευρείας ζώνης. Για τον λόγο αυτόν, οι δύο αυτές κατηγορίες χρηστών εξετάζονται ξεχωριστά ως προς τις πιθανές υπηρεσίες που τους ενδιαφέρουν και τον βαθμό διεύθυνσης των υπηρεσιών αυτών.

5.2.1 Υπηρεσίες για οικιακούς χρήστες.

Σύμφωνα με τις μελέτες EU-P306 και EU-P404 και με την Έρευνά DELPHI (TITAN) ,οι πιο ενδιαφέρουσες για τον Οικιακό χρήστή υπηρεσίες ευρείας ζώνης είναι :

- Video-on-demand
- Τηλε-εργασία(tele-working)
- Εικόνο-τηλεφωνία (video-telephony)
- Τηλε-εκπαίδευση(tele-training)
- Τηλε -αγορές (tele-shopping)
- Παιχνίδια.

5.2.2 Υπηρεσίες για επιχειρήσεις.

Αυτές μπορεί να είναι :

- Διασύνδεση τοπικών δικτύων (LANs) με υψηλές ταχύτητες
- Οικονομικός τηλε-έλεγχος συλλογή δεδομένων χρέωσης
- Τηλε-ιατρική
- Τηλε-διάσκεψη
- Τηλε-εκπαίδευση
- Εικονοτηλεφωνια
- Πωλήσεις
- Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο ,φωνητικό ταχυδρομείο.

5.3 Τύποι Δεδομένων και Υπηρεσίες στα ATM Δίκτυα.

Τα δεδομένα σε ένα ATM δίκτυο αναμένεται να είναι διαφορετικών τύπων, λαμβάνοντας υπόψη ότι υποστηρίζουν μεταφορά πολυμεσικών δεδομένων. Τέτοια μπορεί να είναι φωνή, απλά δεδομένα (π.χ. αρχεία υπολογιστή), εικόνα και video (κινούμενη εικόνα), κάθε ένα από τα οποία διαθέτει:

- ❖ Ξεχωριστά χαρακτηριστικά όσον αφορά το φόρτο που προκαλεί στο υπόλοιπο δίκτυο.
- ❖ Διαφορετικές απαιτήσεις για ποιότητα υπηρεσίας (QoS, Quality of Service) και επομένως διαφορετικές προτεραιότητες.
- ❖ Διαφορετικό απαιτούμενο φασματικό εύρος (bandwidth).

Επιπρόσθετα, ένα τέτοιο δίκτυο πρέπει να παρέχει ένα μηχανισμό για δυναμική ανακατανομή της συνολικής διαχείρισης των τηλεπικοινωνιακών πόρων του για δύο λόγους:

Λόγω μεταβολών στην τηλεπικοινωνιακή κίνηση (changing traffic conditions).

Λόγω πιθανών αστοχιών υλικού του δικτύου ή προβλημάτων μπλοκαρίσματος που μπορεί να εμφανιστούν.

5.4 Κατηγορίες Υπηρεσιών ATM (Service Categories).

Το ATM Forum έχει χωρίσει τις υπηρεσίες στις εξής κατηγορίες :

Real Time Services

- ✓ Constant Bit Rate (CBE)
- ✓ Real Time Variable Bit Rate (rt – VBR)

Non – Real Time Services

- ✓ Non – real Time Variable Bit Rate (nrt – VBR)
- ✓ Available Bit Rate (ABR)
- ✓ Unspecified Bit Rate (UBR)

Οι Real Time Services απαιτούν αυστηρό περιορισμό στην καθυστέρηση και μεταβολή στην καθυστέρηση. Ο ρυθμός ροής των κελιών είναι συνεχής και εάν ένα κελί χαθεί ή η ροή διακοπεί για κάποιο λόγο, τότε διαβάλλει την ποιότητα της υπηρεσίας (Quality of Service/QoS). Ενώ στις Non – real time services υπάρχει ευελιξία στον περιορισμό της καθυστέρησης. Έτσι αυτές οι υπηρεσίες έχουν μεγαλύτερο βαθμό στατιστικής πολυπλεξίας και χρησιμοποιούν πιο αποτελεσματικά τιςπηγές του δικτύου.

5.5 Υπηρεσίες που Προσφέρονται από τα Δίκτυα ATM.

Το Δίκτυο ATM αποτελείται από τις ακόλουθες έξι κατηγορίες υπηρεσιών:

- ❖ CBR - (Constant Bit Rate) Σταθερός Ρυθμός Μετάδοσης .υαδικών ψηφίων
- ❖ rt - VBR (real time Variable Bit Rate) Μεταβλητός Ρυθμός Μετάδοσης .υαδικών Ψηφίων σε πραγματικό χρόνο.
- ❖ nrt - VBR (non real time Variable Bit Rate) Μεταβλητός Ρυθμός Μετάδοσης .υαδικών Ψηφίων σε μη πραγματικό χρόνο.
- ❖ UBR - (Unspecified Bit Rate) Μη Προσδιορισμένος Ρυθμός Μετάδοσης .υαδικών Ψηφίων
- ❖ ABR - (Available Bit Rate) .ιαθέσιμος Ρυθμός Μετάδοσης .υαδικών ψηφίων
- ❖ GFR – (Guaranteed Frame Rate) – Εγγυημένος Ρυθμός Μετάδοσης δυαδικών Ψηφίων.

Αυτές οι κατηγορίες Υπηρεσίας επηρεάζουν η κάθε μία τόσο τα χαρακτηριστικά της Κυκλοφορίας όσο και τις απαιτήσεις για QoS του δικτύου ATM. Οι λειτουργίες όπως η Δρομολόγηση ή ο Έλεγχος Αποδοχής Σύνδεσης είναι διαφορετικές για κάθε μία από τις κατηγορίες υπηρεσιών του δικτύου ATM.

Οι κατηγορίες Υπηρεσίας διακρίνονται σε πραγματικού χρόνου και σε μη πραγματικού χρόνου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΤΜ

6.1 Πλεονεκτήματα ΑΤΜ.

Τα πλεονεκτήματα που έρχονται από τις υπηρεσίες της ΑΤΜ και προκύπτουν από την τεχνολογία ΑΤΜ (χρησιμοποιώντας τα διεθνή γι. αυτή στάνταρτς), μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω:

- Υψηλή απόδοση και λειτουργία μέσω μεταγωγής υλικού (hardware switching) και μάλιστα με προοπτικές μεταγωγής terabit στον ορίζοντα (ήδη έχει προταθεί πειραματικά).
- Δυναμικό εύρος ζώνης για κυκλοφορία καταιγισμών το οποίο ικανοποιεί τις ανάγκες των εφαρμογών και συμβάλλει στην βελτιστοποίηση της χρήσης των δικτυακών πόρων (οι εφαρμογές δεδομένων είναι LAN-based και χαρακτηρίζονται από καταιγισμό, η μεταφορά φωνής είναι επίσης με καταιγισμό, καθώς και οι δυο πλευρές δεν μιλάνε μόνο μια φορά αλλά και ούτε όλη την ώρα, τέλος και το βίντεο μεταφέρεται με καταιγισμούς, καθώς η ποσότητα της κίνησης και η απαιτούμενη ανάλυση μεταβάλλεται με τον χρόνο).
- Υποστήριξη κλάσης υπηρεσίας (class-of-service) για την κυκλοφορία πολυμέσων η οποία επιτρέπει σε εφαρμογές με μεταβλητή κυκλοφορία και απαιτήσεις στην καθυστέρηση να λειτουργούν σωστά σε ένα και μόνο δίκτυο.
- Ευελιξία (scalability) σε ταχύτητα και μέγεθος δικτύου, καθώς υποστηρίζονται ταχύτητες T1/E1 έως και OC-12 (622 Mbps), αλλά και ταχύτητες που φθάνουν σε επίπεδα αρκετών Gbps (π.χ δίκτυα που φθάνουν σε μέγεθος τηλεφωνικού δικτύου και που απαιτούνται για οικιακές δικτυακές εφαρμογές είναι μέσα στις δυνατότητες της ΑΤΜ).
- Η συνηθισμένη LAN/WAN αρχιτεκτονική επιτρέπει στην ΑΤΜ να λειτουργεί με συνέπεια από την μια πλατφόρμα στην άλλη. Αυτό είναι πολύ σημαντικό γιατί παραδοσιακά οι τεχνολογίες WAN και LAN ήταν πολύ διαφορετικές και παρουσίαζαν προβλήματα στην απόδοση και συνεργασία τους.
- Η ΑΤΜ προσφέρει ευκαιρίες για απλοποίηση πολλών διαδικασιών μέσω της αρχιτεκτονικής μεταγωγής με νοητά κυκλώματα. Αυτό ισχύει κυρίως για την LAN-based κυκλοφορία που σήμερα είναι προσανατολισμένη στην χωρίς σύνδεση επικοινωνία.

- Οι απλοποιήσεις που είναι δυνατές μέσω των νοητών κυκλωμάτων της ATM μπορούν να τοποθετηθούν σε διαδικασίες όπως η διαχείριση της κυκλοφορίας, η ασφάλεια και η διαχείριση διαμόρφωσης (configuration management).
- Τέλος, η σαφής ύπαρξη των διεθνών στάνταρτς της ATM, τόσο σε κεντρικό- επιχειρησιακό επίπεδο, όσο και περιβάλλοντα καταναλωτών επιτρέπει την εξάπλωση της τεχνολογίας σε ευρύ πεδίο πωλήσεων.

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, η τεχνολογία ATM προσφέρει πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα και μπορεί να προσδώσει τα μέγιστα στο σημερινό δικτυακό περιβάλλον των ολοένα και αυξανόμενων απαιτήσεων.

Μειονεκτήματα	Πλεονεκτήματα	Βασική χρήση
Πρότυπα που ακόμη αναπτύσσονται	Πολύ υψηλές ταχύτητες (έως και 2,4Gbps)	Κίνηση μεγάλου όγκου φωνή, εικόνας και δεδομένων
Όχι ευρέως διαθέσιμη	Μεταφορά φωνής, εικόνας και δεδομένων ακόμη και σε πραγματικό χρόνο!	-
Όχι οικονομική	Βέλτιστη αξιοποίηση του διαθέσιμου εύρους ζώνης	-

6.1.2 Πλεονεκτήματα & αξιολόγηση του ATM.

Τα πλεονεκτήματα του ATM είναι :

- ❖ Υψηλές ταχύτητες
- ❖ Ενιαία μεταφορά διαφορετικών ειδών πληροφορίας
- ❖ Μέγιστη χρήση του διαθέσιμου εύρους ζώνης
- ❖ Υποστήριξη υπηρεσιών πραγματικού και μη πραγματικού χρόνου
- ❖ Υποστήριξη κυκλοφοριακής κίνησης με προτεραιότητες
- ❖ Προσομοίωση και μεταγωγή πακέτου και κυκλώματος
- ❖ Τεχνολογική βάση για LANs και WANs
- ❖ Υποστήριξη αυστηρών QoS παραμέτρων για κάθε τύπο κίνησης
- ❖ Υποστήριξη φωνής πάνω σε IP
- ❖ Υποστήριξη ιδιωτικών και δημόσιων δικτύων

Συγκριτικά με λύσεις που προτάθηκαν στο παρελθόν, το ATM διαφέρει στα εξής:

- ❖ Στην αρχιτεκτονική. Το καθιστά ικανό για χρήση video και πολυμεσικών εφαρμογών
- ❖ Η πληροφορία μεταδίδεται με τη μορφή κυψελίδας που αποτελεί
- ❖ βασική μονάδα μεταφοράς και μεταγωγής .
- ❖ Δυνατότητα εξυπηρέτησης των απαιτήσεων των χρηστών σε χωρητικότητα, λόγω μεγάλης διαβάθμισης του πλάτους συχνότητας
- ❖ Ο έλεγχος ροής και σφαλμάτων γίνεται στα επικοινωνιακά άκρα,
- ❖ έτσι επιτυγχάνεται αύξηση της ταχύτητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΑΤΜ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

7.1 Ασύρματα ΑΤΜ Μοντέλα Αναφοράς.

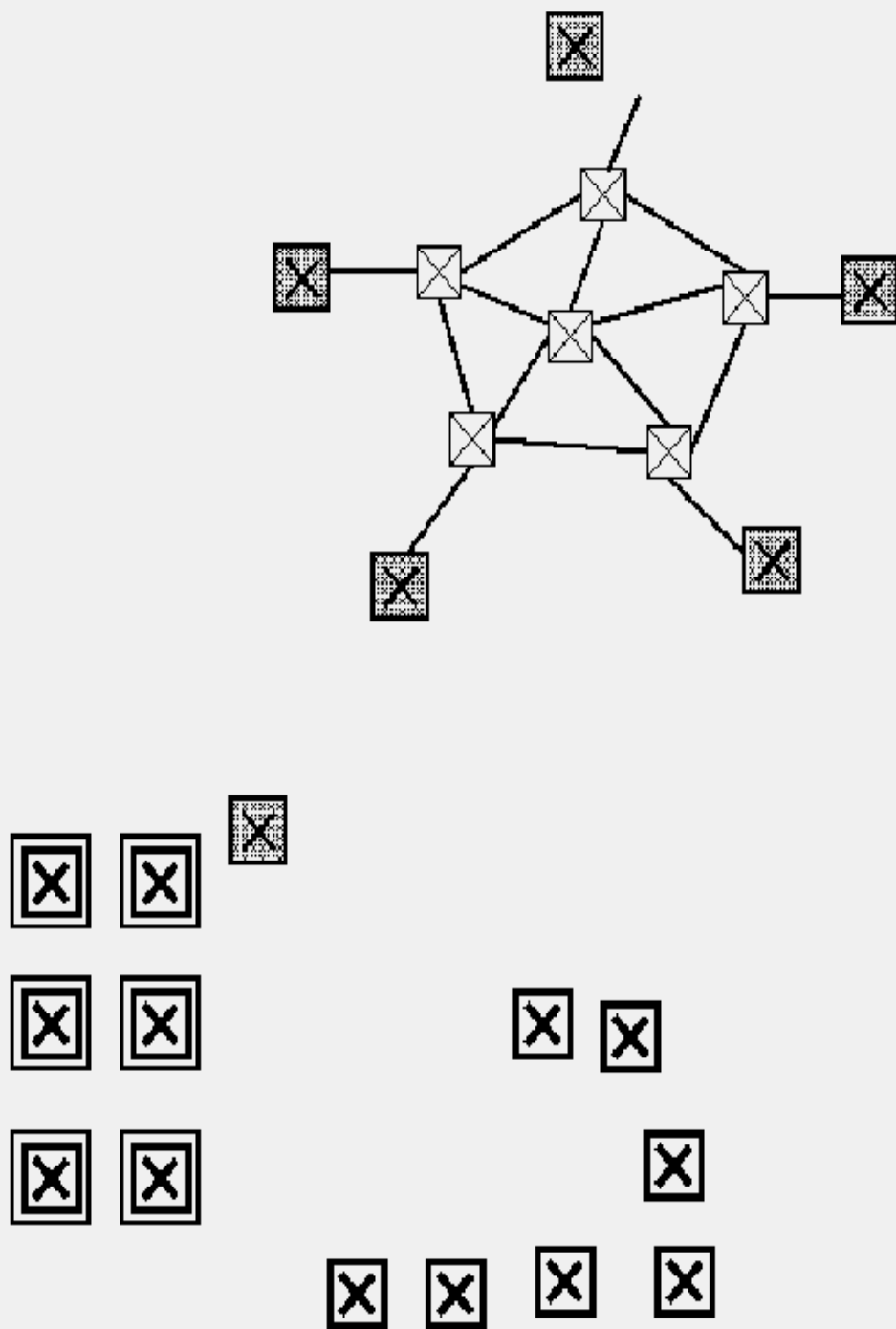
Ένα σύστημα μοντέλου αναφοράς για το WATM παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.1. Ολόκληρο το σύστημα αποτελείται από μία βάση σταθερού ΑΤΜ δικτύου και ένα τμήμα ραδιο-πρόσβασης (radio access). Στο σταθερό ΑΤΜ δίκτυο, οι μεταγωγείς (switches), οι οποίοι επικοινωνούν απ' ευθείας με τον ασύρματο σταθμό ή με τις ασύρματες συσκευές του τελικού χρήστη, είναι μεταγωγείς επαυξημένης κινητικότητας ΑΤΜ. Αυτοί οι μεταγωγείς εγκαθιστούν την σύνδεση για λογαριασμό των ασύρματων συσκευών. Λειτουργούν ως είσοδος στην βάση των ασύρματων ΑΤΜ δικτύων. Τα άλλα στοιχεία μεταγωγής του ΑΤΜ παραμένουν αμετάβλητα. Εξαιτίας των διαφορετικών ασύρματων εφαρμογών, το τμήμα της ραδιο-πρόσβασης διαιρείται σε έναν αριθμό περιοχών, οι οποίες μπορεί να χρειάζονται διαφορετικές λύσεις.

7.1.1 Σταθερά Ασύρματα Συστατικά Στοιχεία.

Στα σταθερά ασύρματα LANs ή στην διασύνδεση δικτύων μέσω δορυφορικών συνδέσεων ή συνδέσεων με μικροκύματα, οι συσκευές του τελικού χρήστη και οι συσκευές μεταγωγής είναι σταθερές. Εγκαθιστούν συνδέσεις ο ένας με τον άλλο διαμέσου ενός ασύρματου καναλιού και όχι διαμέσου ενός καλωδίου. Σ' αυτά τα είδη των εφαρμογών, οι μεταδόσεις των δεδομένων είναι ασύρματες, χωρίς όμως κινητικότητα (mobility).

7.1.2 Κινητοί Τελικοί Χρήστες.

Στα ασύρματα LANs, όπου οι συσκευές των τελικών χρηστών είναι κινητές, η επικοινωνία γίνεται απ' ευθείας με τις συσκευές μεταγωγής του σταθερού δικτύου διαμέσου ενσύρματων ή ασύρματων καναλιών. Για να υποστηριχθούν οι ΑΤΜ συνδέσεις, οι συσκευές του τελικού χρήστη πρέπει να είναι εφοδιασμένες με τον Wireless Terminal Adaptor, ο οποίος επικοινωνεί με το ασύρματο σημείο πρόσβασης (wireless access point) στα σταθερά στοιχεία μεταγωγής.



Εικόνα 3.1: Ένα WATM Μοντέλο Αναφοράς

7.1.3 Κινητοί Μεταγωγοί με Σταθερούς Τελικούς Χρήστες.

Οι συσκευές των τελικών χρηστών συνδέονται με μεταγωγείς διαμέσου ενσύρματων ή ασύρματων καναλιών. Η συσκευή του τελικού χρήστη και ο μεταγωγός, ως μία μονάδα, είναι κινητοί. Μπορεί να υπάρχουν περισσότερες από μία συσκευές συνδεδεμένες με έναν μεταγωγό. Μία συσκευή τελικού χρήστη είναι σταθερή σε έναν μεταγωγό αντί να συνδέεται σε διαφορετικούς μεταγωγείς. Ο μεταγωγός είναι υπεύθυνος να εγκαταστήσει τις συνδέσεις με την σταθερή βάση δικτύου, είτε με ενσύρματο κανάλι είτε με ασύρματο. Σ.αυτήν την περίπτωση τα Wireless Access Points και οι Wireless Terminal Adaptors χρειάζονται τους σταθερούς μεταγωγούς του ATM επαυξημένης κινητικότητας και τους κινητούς μεταγωγείς.

7.1.4 Κινητοί Μεταγωγοί και Κινητοί Τελικοί Χρήστες.

Σ' αυτήν την περίπτωση οι συσκευές των τελικών χρηστών είναι κινητές. Υπάρχουν, επίσης, μερικά κινητά στοιχεία μεταγωγής. Όταν, ο κινητός χρήστης θέλει να εγκαταστήσει μία σύνδεση, αρχικά εγκαθιστά μία σύνδεση με έναν κινητό μεταγωγό, ο οποίος, στη συνέχεια, εγκαθιστά μια σύνδεση με μεταγωγούς σταθερού δικτύου, είτε απ.ευθείας είτε διαμέσου άλλων κινητών μεταγωγών. Τα Wireless Access Points και οι Wireless Terminal Adaptors, επίσης, χρειάζονται για να υποστηρίξουν την κινητικότητα.

7.1.5 Διασύνδεση με PCS.

Στα PCS δίκτυα, οι χρήστες είναι τα PCS τερματικά. Τα PCS τερματικά στέλνουν δεδομένα στους κατάλληλους PCS σταθμούς βάσης (base stations) διαμέσου ασύρματου συνδέσμου, ο οποίος στη συνέχεια εγκαθιστά συνδέσεις στα σταθερά στοιχεία μεταγωγής δικτύου διαμέσου ενός ελεγκτή του σταθμού βάσης. Ο ελεγκτής του σταθμού βάσης είναι ένα λογικό στοιχείο, ο οποίος λειτουργεί ως το ATM<->PCS.

7.1.6 Ασύρματα Ad-Hoc Δίκτυα.

Ένα Ad-Hoc δίκτυο είναι η συμφωνία συνεργασίας μίας συλλογής κινητών τερματικών χωρίς την απαιτούμενη παρεμβολή κανενός κεντρικού σημείου πρόσβασης. Μια αυτο-διαμόρφωση (auto-configuration) ενός ασύρματου ATM δικτύου θα απαιτηθεί από αυτό το είδος της εφαρμογής. Στα ασύρματα Ad-Hoc δίκτυα, ένας τελικός χρήστης μπορεί να επικοινωνήσει με τους μεταγωγείς ATM επαυξημένης κινητικότητας είτε απευθείας είτε διαμέσου ενός κεντρικού ελεγκτή.

7.2 Ασύρματα ATM επίπεδα.

Ένα WATM σύστημα γενικά αποτελείται από:

- το Radio Access layer &
- το Mobile ATM Management layer.

Το Radio Access layer χωρίζεται:

- στο υψηλής ταχύτητας Radio Physical layer (PHY)
- στο Medium Access Control layer (MAC)
- στο Data Link Control Layer (DLC) &
- στο Wireless Control layer (WC).

Το Mobile ATM Management layer παρέχει ένα μηχανισμό για:

- handover έλεγχο
- location tracking management
- routing & QoS control.

Η σχεδίαση καθενός από τα παραπάνω είναι σημαντική διότι επηρεάζει την αποδοτικότητα του συστήματος.

Το πρωτόκολλο, το οποίο προτάθηκε από την ATM Forum απεικονίζεται στην Εικόνα 7.2. Τα WATM στοιχεία έχουν χωριστεί σε δύο κομμάτια: το Mobile ATM και το Radio Access Layer. Το Mobile ATM διαχειρίζεται τις λειτουργίες ελέγχου/σηματοδοσίας υψηλού επιπέδου, οι οποίες είναι απαραίτητες για να υποστηρίξουν την κινητικότητα. Αυτές οι λειτουργίες ελέγχου/σηματοδοσίας περιλαμβάνουν το handover, το location management, το routing, το addressing και το traffic management. Το Radio Access Layer είναι υπεύθυνο για τα πρωτόκολλα ραδιο-σύνδεσης για την ασύρματη ATM πρόσβαση. Το Radio Access Layer αποτελείται από το PHY (Radio Physical Layer), το MAC (Media Access Control), το DLC (Data Link Control) και το WC (Wireless Control).

<u>User Plane</u>	<u>Control plane</u>
ATM	WIRELESS
Adaptation Layer	CONTROL

ATM Layer

Data Link Control

Medium Acces Control

Radiom Phycical Layer

7.2.WATM Πρωτόκολλα Αρχιτεκτονικής

7.2.1 Radio Access Layer.

Το Radio Access layer αποτελείται από τέσσερα υποεπίπεδα, τα οποία είναι απαραίτητα για την επέκταση των υπηρεσιών του ATM σε έναν ασύρματο σύνδεσμο. Οι κυριότερες λειτουργίες αυτού του επιπέδου περιλαμβάνουν υψηλής ταχύτητας φυσικό επίπεδο μετάδοσης (PHY), μέσο ελέγχου πρόσβασης (MAC) για πολλαπλό διαμοιρασμό καναλιού, έλεγχο σύνδεσης δεδομένων (DLC) για διόρθωση λαθών του αναξιόπιστου ραδιο- καναλιού και ασύρματο έλεγχο (WC) για διαχείριση ραδιο-πόρων.

Το φυσικό επίπεδο ασχολείται με την πραγματική μετάδοση των δεδομένων μέσα από το φυσικό μέσο. Το WATM απαιτεί υψηλής ταχύτητας radio modem ικανό να παρέχει αξιόπιστη μετάδοση σε micro-cell και pico-cell περιβάλλοντα με ακτίνα κελιού (cell radius) στα 100-500m. Τα WATM συστήματα συνδέονται με τα 5 GHz NII/Supernet ζώνη στις Η.Π.Α. ή με το HIPERLAN στην Ευρώπη. Τυπικά bit rates για το WATM φυσικό επίπεδο είναι της τάξης των 25 Mbps. Υποψήφιες μέθοδοι διαμόρφωσης του WATM φυσικού επιπέδου είναι το QPSK/QAM, το MULTICARRIER Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) και το spread spectrum CMA.

Ένα από τα κύρια θέματα που αφορούν το DLC επίπεδο είναι η εξομάλυνση των συνεπειών των λαθών των ραδιοφωνικών καναλιών. Εφόσον η end-to end ATM εκτέλεση είναι ευαίσθητη στην απώλεια κελιών, δυναμικές διαδικασίες ελέγχου λαθών απαιτούνται από το WATM radio access επίπεδο. Οι τεχνικές, οι οποίες κυρίως χρησιμοποιούνται για να χειριστούν αυτό το πρόβλημα είναι οι Automatic Repeat Request (ARQ) και Forward Error Correction (FEC) ή συνδυασμός και των δύο. Γενικά, πληροφορίες, που δεν είναι ευαίσθητες στον χρόνο όπως τα δεδομένα μπορούν να μεταδοθούν με το ARQ, ενώ πληροφορίες ευαίσθητες στον χρόνο όπως η φωνή ή το video μπορούν να μεταδοθούν με το FEC.

Ο κύριος σκοπός του MAC επιπέδου είναι να υποστηρίξει την διαμοιραζόμενη χρήση του ραδιοφωνικού καναλιού από πολλούς κινητούς χρήστες. Το MAC επίπεδο πρέπει να είναι διάφανο στα διαφορετικά φυσικά επίπεδα και να υποστηρίζει πρότυπες ATM υπηρεσίες με εγγύηση QoS, ενώ να διατηρεί λογικά υψηλή αποδοτικότητα του ραδιοφωνικού καναλιού.

Γενικά, τα MAC πρωτόκολλα ομαδοποιούνται σε πέντε τάξεις: fixed assignment (TDMA, FDMA), random access (ALOHA, CSMA), centrally controlled demand assignment, demand assignment with distributed control και adaptive strategies and mixed modes.

Τα πρωτόκολλα σταθερής (fixed) ανάθεσης (assignment) ενσωματώνουν μόνιμες αναθέσεις υποκαναλιών (data slots) στον χρόνο ή στο πεδίο συχνοτήτων για τους ατομικούς χρήστες. Αυτά λειτουργούν καλά με κίνηση τύπου χειμάρρου (stream-type) όπως είναι η φωνή, αλλά είναι μη αποδοτικά σε bursty traffic εφαρμογές, διότι το υποκανάλι χαραμίζεται όταν ο ιδιοκτήτης του δεν έχει τίποτα να μεταδώσει.

Η bursty κίνηση εξυπηρετείται καλύτερα από τυχαίας πρόσβασης πρωτόκολλα, όπως το ALOHA. Οι τεχνικές τυχαίας πρόσβασης κάνουν την πλήρη χωρητικότητα του καναλιού διαθέσιμη στους χρήστες, για μικρές χρονικές περιόδους, σε μία τυχαία βάση. Είναι προσανατολισμένες σε πακέτα (packet-oriented) και κατανέμουν την χωρητικότητα δυναμικά σε μία βάση ανά πακέτο.

Οι τεχνικές ανάθεσης της ζήτησης (demand assignment) παρέχουν στους χρήστες κανάλι με βάση την ζήτηση. Αποτελούνται από δύο στάδια: το στάδιο της κράτησης (reservation) και το στάδιο της μετάδοσης (transmission). Στο στάδιο της κράτησης, οι χρήστες έχουν πρόσβαση στο κρατημένο υποκανάλι, σύμφωνα με το πολλαπλής πρόσβασης πρωτόκολλο -TDMA ή ALOHA- για να ζητήσουν εύρος ζώνης (bandwidth). Εάν, ο χρόνος του καναλιού έχει κρατηθεί, οι πληροφορίες μεταδίδονται χωρίς συγκρούσεις. Μία σύγκρουση μπορεί να συμβεί μόνο σε κράτηση μικρής χωρητικότητας του υποκαναλιού. Ο έλεγχος και των δύο σταδίων μπορεί να γίνει συγκεντρωτικά (centralised) ή κατανεμημένα (distributed). Στην περίπτωση του συγκεντρωτικού ελέγχου, ένας ελεγκτής χρησιμοποιείται, ο οποίος αποφασίζει για την κατανομή του εύρους ζώνης (bandwidth allocation), ενώ στην περίπτωση του κατανεμημένου ελέγχου, οι χρήστες βασίζονται στις ενέργειές τους στην πληροφορία που είναι διαθέσιμη σε όλους διαμέσου των καναλιών εκπομπής. Η τελευταία τάξη των MAC τεχνικών σχεδιάστηκε για να χειριστεί καταστάσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν συνδυασμό διαφόρων τύπων κίνησης ή μίξη ποικίλων χρονικών περιόδων.

Πολλές παραλλαγές του TDMA έχουν προταθεί για τα μελλοντικά broadband ATM. Αυτά ταξινομούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: Division Duplex (DSS++, DQRUMA) και Time Division Duplex (MASCARA, DTDMA/TDD), σύμφωνα με τον αριθμό των φερόντων συχνοτήτων που χρησιμοποιούν. Πρωτόκολλα, τα οποία χρησιμοποιούν FDD στο PHY μπορούν να αντιμετωπίσουν τις διαδικασίες διαμάχης πρόσβασης πιο γρήγορα. Όμως, το TDD είναι καλύτερο όταν οι συχνότητες είναι σπάνιες.

Εν τέλει, το WC επίπεδο υποστηρίζει τον έλεγχο ραδιοφωνικής πηγής και τις λειτουργίες διαχείρισης στο radio access επίπεδο και επιπρόσθετα περιλαμβάνει metasignalling δυνατότητες, οι οποίες συμπληρώνουν το μονοπάτι ελέγχου (control path) ανάμεσα στον ραδιο-σύνδεσμο (radio link) και στο παραδοσιακό ATM signalling/control επίπεδο.

7.2.2 Mobile ATM Management Layer.

Η υποστήριξη κινητικότητας είναι το κυριότερο χαρακτηριστικό των WATM. Οι κυριότερες λειτουργίες του Mobile ATM Management επιπέδου είναι:

- handover έλεγχος για δυναμική επαναδρομολόγηση των ιδεατών κυκλωμάτων (virtual circuits-VCs) κατά την διάρκεια μετακίνησης του κινητού χρήστη
- εντοπισμός της τοποθεσίας για χαρτογράφηση των κινητών «usernames» στην τρέχουσα τοποθεσία
- δρομολόγηση (routing)
- έλεγχος QoS (QoS control).

Ο handover έλεγχος είναι μία βασική κινητή δικτυακή δυνατότητα για δυναμική υποστήριξη της μετακίνησης των προσωπικών H/Y, cellular ή ευρείας περιοχής (WAN) backbone και end-to-end WATM. Αυτή η δυνατότητα απαιτεί σηματοδότηση (signalling) και επεκτάσεις του δικτυακού ελέγχου για δυναμική επαναδρομολόγηση ενός συνόλου ιδεατών κυκλωμάτων (VCs) από την μία ραδιοφωνική θύρα (port) στην άλλη. Η υιοθετημένη handover στρατηγική σε ένα WATM έχει σημαντική επίδραση στα χαρακτηριστικά της κίνησης και συνεπώς, στο προσφερόμενο QoS. Τα handover σχήματα μπορούν να ταξινομηθούν σε διαφορετικές κατηγορίες με βάση ποικίλλα κριτήρια.

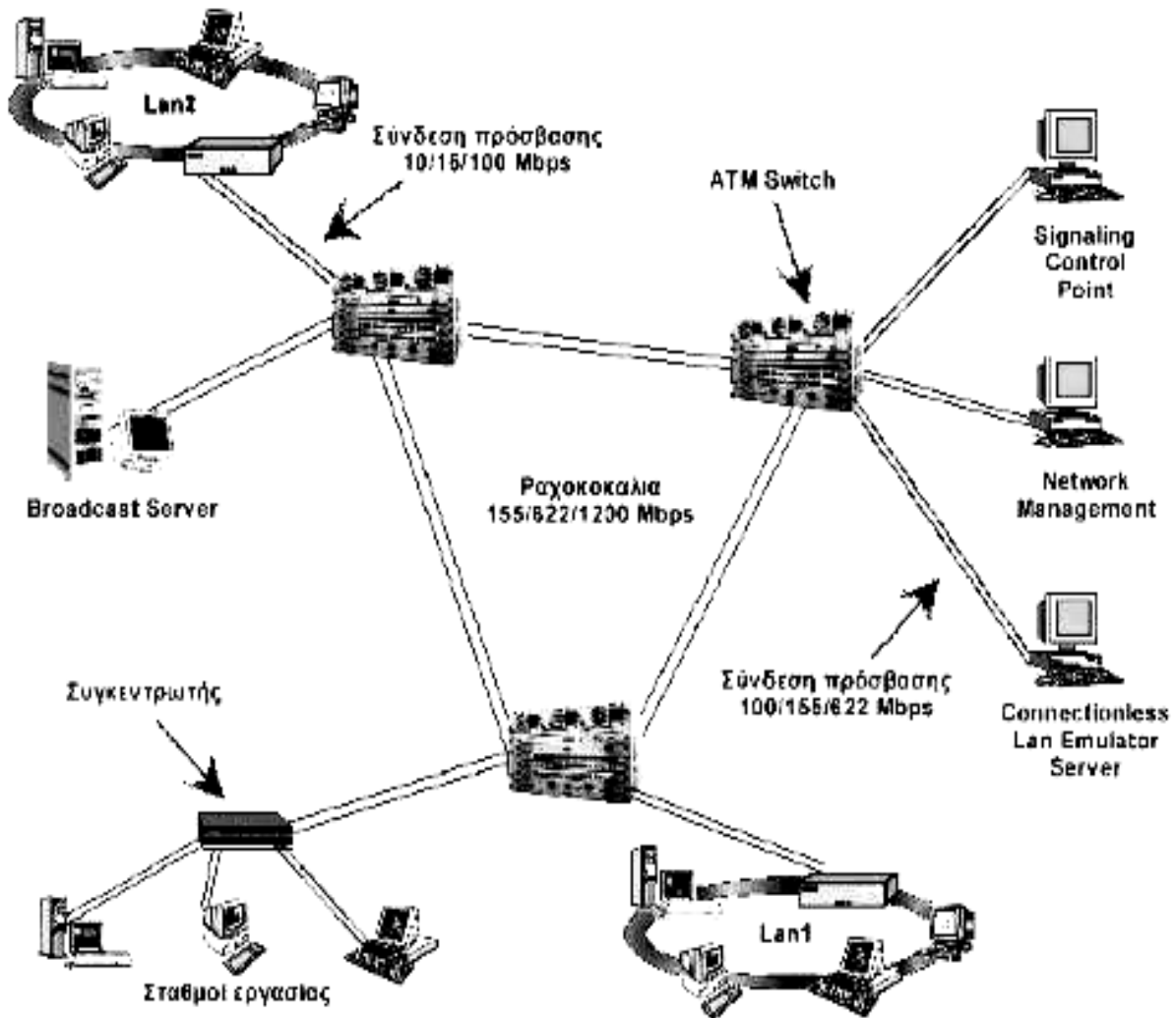
Βασίζονται σε σχήματα ενός κελιού ή πολλών κελιών και υποστηρίζουν κινητικότητα είτε ολικά είτε μερικά επαναδιαμορφώνοντας τις υπάρχουσες κινητές συνδέσεις ή εγκαθιστώντας πολλαπλές συνδέσεις κατά την διάρκεια των κινητών handovers.

Ο μηχανισμός εντοπισμού τοποθεσίας παρέχει μία χαρτογράφηση (mapping) ανάμεσα στον μοναδικό κινητό «username» και σε ένα «routing-id», η οποία χρησιμοποιείται για να εντοπιστεί το τρέχον κελί, όπου βρίσκεται ο κινητός χρήστης. Ο εντοπισμός της τοποθεσίας μπορεί να βασιστεί στην ιδέα της τοποθεσίας του σπιτιού (home location)/της τοποθεσίας του επισκέπτη (visitor location), η οποία χρησιμοποιεί βάσεις δεδομένων για να κρατάει το σπίτι (home) και την προσωρινή διεύθυνση του κινητού χρήστη. Αυτή η ιδέα χρησιμοποιείται στο GSM και στο IS-41. Επιπλέον, η εκπομπή σήματος (broadcasting) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εφαρμογή του μηχανισμού εντοπισμού τοποθεσίας.

Η δρομολόγηση (routing) και ο QoS έλεγχος απαιτούνται για να αντιμετωπίσουν αλλαγές και βελτιστοποιήσεις που σχετίζονται με το handover. Ένα handover γεγονός μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα μία σημαντική αλλαγή στην βέλτιστη διαδρομή κάθε ιδεατού κυκλώματος (VC) που σχετίζεται με τον κινητό χρήστη. Αυτό σημαίνει ένα μέρος του ιδεατού κυκλώματος πρέπει να επανεγκατασταθεί σύμφωνα με τα κριτήρια της εγγύησης QoS. Η δρομολόγηση είναι στενά συνδεδεμένη με την υπηρεσία ελέγχου του QoS, έτσι ώστε να διατηρηθούν οι επιλεχθείσες παράμετροι της εξυπηρέτησης κατά την διάρκεια της κινητής σύνδεσης. Ο QoS έλεγχος απαιτεί μία συνολική άποψη των δικτυακών πηγών (switch και micro-cellular).

7.3 Παράδειγμα ATM δικτύου.

Ενώ τα cellular ασύρματα ATM δίκτυα μπορεί να καλύπτουν την περιοχή μιας πόλης και να επιτρέπουν στον χρήστη να περιφέρεται σ' αυτήν την σχετικά μεγάλη περιοχή, οι πιθανές κινήσεις του χρήστη είναι περιορισμένες. Προκειμένου να υποστηριχθεί η κινητικότητα του χρήστη είναι απαραίτητοι οι μεταγωγοί ATM επαυξημένης κινητικότητας (ME-ASW). Αν το ασύρματο ATM χρησιμοποιείται για ασύρματες τοπικές διαμορφώσεις, οι χρήστες είναι οι μόνοι που τους επιτρέπεται να συνδεθούν με το σημείο πρόσβασης που τους αντιστοιχεί. Έτσι, καμία λειτουργία υποστήριξης μέσα στο ATM δίκτυο δεν απαιτείται.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΑΤΜ,ΙΡ,WDM,

8.1 IP over ATM.

Τα τελευταία χρόνια η τεχνολογία ATM (Asynchronous Transfer Mode) έχει αρχίσει να κερδίζει ολοένα μεγαλύτερη δημοτικότητα, ενώ είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα διαδραματίσει στο μέλλον τον σημαντικότερο ρόλο, κυρίως λόγω της εγγενούς δυνατότητάς της για μεταφορά πακέτων διαφορετικών πρωτοκόλλων και ιδίως πακέτων IP.

Πρέπει αρχικά να τονίσουμε ότι παρά το ότι κάτι τέτοιο είναι τεχνικά εφικτό, εν τούτοις υπάρχουν δυό σημαντικές διαφορές μεταξύ IP και ATM που καθιστούν την όλη διαδικασία δυσκολότερη :

- Η τεχνολογία ATM είναι προσανατολισμένη προς τη σύνδεση (connection oriented), πρέπει δηλαδή πριν από κάθε μεταφορά δεδομένων να προηγηθεί η δημιουργία μιας σύνδεσης μεταξύ πηγής και προορισμού. Αντίθετα, το πρωτόκολλο IP προσφέρει υπηρεσίες χωρίς σύνδεση (connectionless service), δεν απαιτείται δηλαδή εκ των προτέρων σύνδεση και κάθε πακέτο IP δρομολογείται πιθανώς μέσω διαφορετικών διαδρομών.
- Τα δίκτυα ATM προσφέρουν ποιότητα υπηρεσίας (Quality of Service . QoS) που αφορά σε εξασφάλιση συγκεκριμένων απαιτήσεων σε παραμέτρους όπως το εύρος ζώνης και η καθυστέρηση. Η παρούσα έκδοση του IP (IPv4) δεν μπορεί να προσφέρει τέτοιες υπηρεσίες.

8.1.2 Μοντέλα για IP over ATM.

Προτού ασχοληθούμε με συγκεκριμένες μεθόδους υλοποίησης για IP over ATM, πρέπει να εξετάσουμε τους τρόπους με τους οποίους μπορεί να γίνει η διευθυνσιοδότηση σε ένα ATM δίκτυο. Τα μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί διαφέρουν στον τρόπο με τον οποίο συσχετίζονται τα πρωτόκολλα του ATM επιπέδου (ATM layer) με τα πρωτόκολλα (π.χ. IP, IPX, AppleTalk) του επιπέδου δικτύου (network layer). Έχουν προταθεί τα εξής δύο μοντέλα [Alles]:

- **Peer Model.** Τα υπάρχοντα πρωτόκολλα επιπέδου δικτύου (π.χ. IP, IPX, AppleTalk) έχουν το καθένα τον δικό τους τρόπο διευθυνσιοδότησης και χρησιμοποιούν συγκεκριμένα πρωτόκολλα για δρομολόγηση (π.χ. IGRP, OSPF [Dickie]). Προτάθηκε λοιπόν να χρησιμοποιούν και τα δίκτυα ATM τα πρωτόκολλα αυτά. Έτσι, οι ATM hosts θα αναγνωρίζονται βάσει υπάρχοντων διευθύνσεων (όπως οι διευθύνσεις IP) και οι αιτήσεις σηματοδοσίας θα μεταφέρουν τέτοιες διευθύνσεις [RFC2331], ενώ οι ενδιαμέσοι μεταγωγείς (switches) θα δρομολογούν βάσει των υπάρχοντων πρωτοκόλλων.
- **Overlay Model.** Στο μοντέλο αυτό διαχωρίζεται πλήρως το επίπεδο ATM (ATM layer) από οποιοδήποτε υπάρχον πρωτόκολλο επιπέδου δικτύου (network layer protocol) και πρωτόκολλο δρομολόγησης (routing protocol). Κατ' αυτό τον τρόπο, τα διάφορα πρωτόκολλα τρέχουν πάνω από το ATM δίκτυο (εξ ου και ο όρος overlay). Κάτι ανάλογο συμβαίνει και με τη δρομολόγηση IP πακέτων μέσω dial up συνδέσεων. Βέβαια, απαιτείται τώρα ο ορισμός μιας καινούριας μορφής διευθύνσεων (κάθε ATM μηχανήμα θα πρέπει να έχει και μια ATM διεύθυνση παράλληλα με οποιαδήποτε άλλη διεύθυνση όποιου τυχόν πρωτοκόλλου υποστηρίζει) καθώς και κάποιου πρωτοκόλλου δρομολόγησης. δεδομένου δε ότι ο ATM χώρος διεθύνσεων (address space) θα είναι ανεξάρτητος από οποιονδήποτε άλλο χώρο διεθύνσεων τυχόν υποστηριζόμενου πρωτοκόλλου και δεν θα σχετίζεται με αυτόν, είναι αναγκαίο να υπάρχει και ένα πρωτόκολλο ανάλυσης διευθύνσεων (address resolution protocol), το οποίο θα αντιστοιχεί διευθύνσεις πρωτοκόλλων υψηλότερων επιπέδων (π.χ. IP διευθύνσεις) στις αντίστοιχες ATM διευθύνσεις.

Το βασικό πλεονέκτημα του peer μοντέλου είναι η έλλειψη αναγκαιότητας για ορισμό νέων πρωτοκόλλων και διευθύνσεων, καθώς και η αποφυγή για ανάλυση διευθύνσεων. Εξ αιτίας όμως ενός βασικού μειονεκτήματος, που είναι η αύξηση της πολυπλοκότητας των ATM μεταγωγών (ATM switches), μιας και αυτοί θα πρέπει στην ουσία να λειτουργούν ως δρομολογητές πολλαπλών πρωτοκόλλων (multiprotocol routers) και να διατηρούν πίνακες διευθύνσεων για κάθε υποστηριζόμενο πρωτόκολλο, επιλέχθηκε τελικά από τον οργανισμό ATM Forum το overlay μοντέλο. Ένας επιπλέον λόγος είναι ότι τα υπάρχοντα πρωτόκολλα δρομολόγησης δεν λειτουργούν καλά και δεν υποστηρίζουν υπηρεσίες QoS για ATM δίκτυα. Υπάρχει όμως και ένα σημαντικό πλεονέκτημα που απορρέει από την απόζευξη μεταξύ πρωτοκόλλων του ATM επιπέδου και πρωτοκόλλων διευθυνοδότησης και δρομολόγησης υψηλότερου επιπέδου και συνηγορεί στην υιοθέτηση του overlay μοντέλου: η ξεχωριστή ανάπτυξή τους. Στην αντίθετη περίπτωση, η ανάπτυξη εμπλεκόμενων μεταξύ τους πρωτοκόλλων θα οδηγούσε στην αργή εγκαθίδρυση της τεχνολογίας ATM.

8.1.3 Κλασσικό IP over ATM.

Για την αυτόματη ενημέρωση του πίνακα ανάλυσης διευθύνσεων (address resolution table) έχει αναπτυχθεί μια μεθοδολογία που είναι γνωστή ως .classical IP over ATM. [RFC2225]. Η μέθοδος αυτή εισάγει και στηρίζεται στην έννοια του λογικού IP υποδικτύου (logical IP subnet, LIS) [Tanenbaum, RFC2225]. Εντελώς αντίστοιχα με το IP υποδίκτυο (IP subnet), ένα λογικό IP υποδίκτυο αποτελείται από μια ομάδα IP κόμβων (υπολογιστές και δρομολογητές) που συνδέονται τώρα σε ένα ATM δίκτυο. Η διαφορά με ένα IP υποδίκτυο είναι ότι οι κόμβοι ενός λογικού υποδικτύου μπορεί να ανήκουν σε διαφορετικά δίκτυα (π.χ. διαφορετικά LANs) δημιουργώντας στην ουσία εικονικά τοπικά δίκτυα (virtual LANs, VLANs).

Οι περιορισμοί τους οποίους πρέπει να πληρεί μια τέτοια τοπολογία και οι οποίοι καθορίζουν τον τρόπο λειτουργίας του όλου συστήματος, είναι οι εξής [RFC2225]:

- Όλα τα μέλη ενός LIS έχουν τον ίδιο αριθμό δικτύου/υποδικτύου (network/subnet number) και την ίδια μάσκα διεύθυνσης (address mask). Κατ' αυτό τον τρόπο, τα LIS μοιάζουν με τα IP υποδίκτυα ενός LAN δικτύου. Η διαφορά όμως είναι ότι τα IP υποδίκτυα συνδέονται μεταξύ τους μέσω δρομολογητών (routers), ενώ τα LIS ανήκουν όλα στο ίδιο ATM δίκτυο (δες Σχήμα 3).
- Όλα τα μέλη ενός LIS υποδικτύου πρέπει να συνδέονται με το ATM δίκτυο.
- Όλα τα μέλη ενός LIS υποδικτύου πρέπει να έχουν ένα μηχανισμό για την αντιστοίχιση IP διεύθυνσεων σε ATM διεύθυνσεις (και αντίστροφα) όταν χρησιμοποιούνται μεταγωγίμα νοητά κυκλώματα (switched virtual circuits, SVCs) [RFC826, RFC1293].
- Όλα τα μέλη ενός LIS υποδικτύου πρέπει να έχουν ένα μηχανισμό για την αντιστοίχιση αριθμών νοητών κυκλωμάτων (virtual circuits, VCs) σε IP διεύθυνσεις [RFC1293] όταν χρησιμοποιούνται μόνιμα νοητά κυκλώματα (permanent virtual circuits, PVCs).
- Όλα τα μέλη ενός LIS υποδικτύου πρέπει να μπορούν να επικοινωνούν απευθείας με οποιοδήποτε άλλο μέλος του ίδιου LIS μέσω του ATM δικτύου δηλαδή όλα τα μέλη του ίδιου LIS πρέπει να συνδέονται μεταξύ τους με νοητά κυκλώματα (VCs) δημιουργώντας μια fully meshed τοπολογία.

Κάθε LIS υποδίκτυο έχει έναν ATMARP (ATM address resolution protocol) server, ο οποίος δέχεται αιτήσεις για ανάλυση διεύθυνσεων από τους κόμβους (πελάτες ή δρομολογητές) του LIS. Για να γίνει αυτό, κάθε LIS κόμβος γνωρίζει εκ των προτέρων την ATM διεύθυνση του ATMARP server. Όταν ένας νέος κόμβος συνδεθεί στο LIS υποδίκτυο, εγκαθιστά αμέσως μια σύνδεση με τον ATMARP server. Όταν ο τελευταίος αντιληφθεί την σύνδεση με τον νέο κόμβο, στέλνει σε αυτόν μια αίτηση με την οποία ζητά την ATM και την αντιστοιχη IP διεύθυνσή του. Έτσι, ο ATMARP server έχει καταχωρημένα σε ένα πίνακα ζεύγη της μορφής {IP address, ATM address}. Οι κόμβοι (πελάτες ή δρομολογητές) του ATM δικτύου επικοινωνούν με τους άλλους κόμβους χρησιμοποιώντας IP διεύθυνσεις.

Αν ένας κόμβος - πηγή του LIS υποδικτύου επιθυμεί επικοινωνία με κάποιον άλλο κόμβο.προορισμό που βρίσκεται στο ίδιο LIS υποδίκτιο , στέλνει στον ATMARP server την IP διεύθυνση του προορισμού και ζητά την εύρεση της αντίστοιχης ATM διεύθυνσης του. Αν η διεύθυνση αυτή βρεθεί, ο ATMARP server την στέλνει στον κόμβο.πηγή, αλλιώς στέλνει μήνυμα αδυναμίας εύρεσης της. Από τη στιγμή που ο κόμβος.πηγή λαμβάνει την ATM διεύθυνση του προορισμού, μπορεί να εγκαταστήσει μια VC (virtual circuit) σύνδεση με αυτόν.

Αν ένας κόμβος.πηγή του LIS υποδικτύου επιθυμεί επικοινωνία με κάποιον άλλο κόμβο προορισμό που βρίσκεται σε διαφορετικό LIS υποδίκτιο , τότε θα πρέπει να στείλει την αίτηση στον δρομολογητή (router) που βρίσκεται στο υποδίκτυό του. Αν ο δρομολογητής αυτός βρίσκεται και στο LIS υποδίκτιο του κόμβου προορισμού (όπως είναι φυσικό, τα LIS υποδίκτυα μοιράζονται από έναν τουλάχιστο δρομολογητή), τότε αρχίζει η διαδικασία της σύνδεσης μεταξύ πηγής και προορισμού. Αλλιώς, ακολουθούνται οι ενδιάμεσοι δρομολογητές έως ότου βρεθεί η πηγή.

Από την τελευταία αυτή διαδικασία προκύπτει και το βασικό μειονέκτημα της κλασσικής μεθόδου για IP over ATM. Πράγματι, αν και θα ήταν δυνατό δυο μηχανές που ανήκουν σε διαφορετικά LIS υποδίκτυα να επικοινωνήσουν εγκαθιστώντας μεταξύ τους μια απευθείας σύνδεση . αφού ανήκουν στο ίδιο ATM δίκτυο , εν τούτοις θα πρέπει για κάθε πακέτο που ανταλλάσσεται μεταξύ των δύο κόμβων να μεσολαβούν οι ενδιάμεσοι δρομολογητές, που εισάγουν όμως επιπλέον πληροφορία ελέγχου (overhead) και καθυστέρηση (delay).

8.2 Ενοποίηση των τεχνολογιών ATM και WDM.

Η ενοποίηση των WDM και ATM δεν είναι κάτι που επιδιώκεται και ερευνάται τυχαία. Το εύρος ζώνης που μπορεί να επιτευχθεί μέσω της συγκεκριμένης ενοποίησης αποτελεί ένα πραγματικά πολύ ισχυρό κίνητρο που προωθεί τη συγκεκριμένη έρευνα. Καθώς όλο και περισσότερες εφαρμογές χρησιμοποιούν φωνή και βίντεο ταυτόχρονα με ένα αυξανόμενο μέγεθος δεδομένων, η ανεπάρκεια εύρους ζώνης που αντιμετωπίζουν οι παραπάνω εφαρμογές γίνεται περισσότερο εμφανής. Οι απαιτήσεις σε εύρος ζώνης για το Ίντερνετ διπλασιάζονται κάθε χρόνο και το πρόβλημα αυτό είναι ιδιαίτερος μεγάλος στον κορμό του δικτύου.

Ο τομέας των τηλεπικοινωνιών αναγκάζεται σε τεράστιες επενδύσεις, έτσι ώστε να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις για χωρητικότητα/ εύρος ζώνης. Παράλληλα, οι τηλεπικοινωνίες καλούνται να παρέχουν αυξημένη Ποιότητα Υπηρεσιών (Quality of Service), να προβλέπουν για διάφορες κλάσεις υπηρεσιών να ανταποκρίνονται στις αυστηρές απαιτήσεις φωνής και βίντεο και τέλος να μπορούν να αντιμετωπίσουν τις τεράστιες ποσότητες δεδομένων στα δίκτυα τους. Τα καλά νέα, για τις συγκεκριμένες συνθήκες που έχουν διαμορφωθεί, είναι ότι η λύση των παραπάνω προβλημάτων είναι διαθέσιμη σήμερα. Ο συνδυασμός της τεχνολογίας πολυπλεξίας στο πεδίο του μήκους κύματος (WDM) με την τεχνολογία ασύγχρονου τρόπου μετάδοσης (ATM) μπορεί να λύσει τα ζητήματα εύρους ζώνης και ποιότητας υπηρεσιών με έναν, τόσο αποδοτικό, όσο και οικονομικό τρόπο.

Η τεχνολογία DWDM κάνει βέλτιστη χρήση των υποδομών επιτρέποντας στις οπτικές ίνες να μεταφέρουν πολλά κανάλια ταυτόχρονα και παρέχοντας δυνατότητες μετάδοσης από τέσσερις μέχρι και δεκαέξι φορές περισσότερο από τα παραδοσιακά συστήματα τεχνολογίας πολυπλεξίας στο πεδίο του χρόνου μεταφέρουν IP, ATM και SONET πάνω από το οπτικό επίπεδο. Αυτή η ενοποιητική ικανότητα παρέχει στον μεταφορέα (carrier) την ευελιξία να ανταποκρίνεται σταδιακά σε μεταβαλλόμενες απαιτήσεις πελατών πάνω από ένα μόνο δίκτυο. Επίσης με την WDM η ανάγκη για στοιχεία (elements) και υποδομές (facility) του δικτύου μειώνεται με αποτέλεσμα η αξιοπιστία του δικτύου να αυξάνεται. Η δοκιμή των WDM δικτύων πρέπει να συνοδεύεται από μεγάλη προσοχή σε έναν αριθμό περιοριστικών παραγόντων απόδοσης του δικτύου.

8.2.1 Τρέξιμο (Running) ATM πάνω από WDM.

Τα πλεονεκτήματα της ενοποίησης της τεχνολογίας ATM λειτουργώντας πάνω από την τεχνολογία WDM είναι πολύ σημαντικά, αλλά λίγα μόνο ζητήματα επ. αυτής παρουσιάζουν σημαντικό ενδιαφέρον. Ο καθορισμός του μεγέθους των καναλιών είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας στα συστήματα ATM/WDM. Πολλά και διαφορετικά σχήματα (schemes) έχουν επιστρατευθεί για να μειώσουν τις επιδράσεις του φαινομένου της μίξης των τεσσάρων κυμάτων (four-wave mixing-FWM). Η μίξη των τεσσάρων κυμάτων συμβαίνει όταν κανάλια με ίσα μεγέθη αλληλεπιδρούν και δημιουργούν νέα οπτικά σήματα με συχνότητες που παρεμβάλλονται με τα κανάλια μήκους κύματος (wavelength channels).

Η ελαχιστοποίηση, συνεπώς, του μήκους των καναλιών είναι απολύτως ζωτικής σημασίας στην τεχνολογία ATM/WDM και για αυτό το λόγο η ανάπτυξη μεθόδων ακριβούς μέτρησης των καναλιών μήκους κύματος είναι απαραίτητη.

Η οπτική ισχύς είναι ένα ακόμα ζήτημα θεμελιώδους ενδιαφέροντος στα συστήματα ATM/WDM. Η ισχύς του οπτικού σήματος μειώνεται καθώς αυτό μεταδίδεται μέσα από την οπτική ίνα. Η απόδοση ενός οπτικού δέκτη, όσον αφορά στην συχνότητα λήψης λαθεμένων bits, είναι απευθείας συσχετισμένη με την οπτική ισχύ του σήματος. Στην WDM συνεπώς, η οπτική ισχύς μετατρέπεται σε μια λειτουργία καθορισμού του αριθμού των καναλιών που μεταδίδονται μέσα από την οπτική ίνα. Προφανώς, όσα περισσότερα είναι τα κανάλια, τόσο μειώνεται η οπτική ισχύς σε καθένα απ. αυτά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΑΤΜ ΠΡΩΤΟΤΥΠΑ

Ένας αριθμός από WATM πρωτότυπα έχουν προταθεί μέχρι σήμερα. Το Seamless Wireless ATM Network (SWAN) και το Broadband Ad-Hoc ATM Anywhere (BAHAMA) έχουν προταθεί από τα AT&T Bell Εργαστήρια. Το SWAN υποστηρίζει end-to-end ATM σύνδεση στους κινητούς χρήστες. Το σύστημα έχει σχεδιαστεί για pico-cellular ασύρματο περιβάλλον, όπου οι κινητοί hosts κινούνται συχνά ανάμεσα στα κελιά. Από την άλλη πλευρά, το BAHAMA είναι μία προσπάθεια για τον σχεδιασμό ενός ασύρματου ATM LAN ικανού να υποστηρίξει κινητούς χρήστες με multi-Mbps ρυθμούς πρόσβασης και multi-Gbps συνολικές δυνατότητες. Ο όρος ad-hoc αναφέρεται στην διασύνδεση του Portable Base Stations (PBS) παρέχοντας micro-cellular κάλυψη. Οι κινητοί χρήστες μπορούν να επικοινωνήσουν ο ένας με τον άλλο άμεσα αν είναι κοντά ή χρησιμοποιώντας το PBS backbone LAN.

Το WATM δίκτυο είναι ένα πρωτότυπο, το οποίο προτάθηκε από τα NEC C&C εργαστήρια έρευνας. Είναι ένα ασύρματο δίκτυο βασισμένο σε ATM, ικανό να υποστηρίξει πολυμεσικές προσωπικές επικοινωνίες με QoS έλεγχο. Η αρχιτεκτονική του συστήματος βασίζεται στην συγχώνευση των MAC, DLC και WC επιπέδων σε ένα ATM πρωτόκολλο επαυξημένης κινητικότητας. Το σύστημα υποστηρίζει ABR, CBR και VBR υπηρεσίες μεταφοράς και χρησιμοποιεί ένα MAC πρωτόκολλο βασισμένο σε TDMA/TDD για πρόσβαση καναλιού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 ΠΡΟΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ

Η έρευνα για τα ασύρματα ATM δίκτυα πραγματοποιείται εδώ και πολύ καιρό. Έχουν γραφτεί πολλά άρθρα για το θέμα και έχουν ανακοινωθεί και μερικά πρωτότυπα. Όμως ακόμα, το πιο σημαντικό μέρος της δραστηριότητας λείπει από την σκηνή των ασύρματων ATM δικτύων. Για τις επιχειρήσεις, που έχουν επαγγελματικό ενδιαφέρον, ο κύριος σκοπός είναι να θέσουν σε εφαρμογή υλικό και συστήματα, τα οποία συμμορφώνονται με κάποια πρότυπα. Έτσι, ο Οκτώβριος του 1995 υπήρξε ένα σημαντικό ορόσημο για τα ασύρματα ATM δίκτυα. Τον Οκτώβριο, το θέμα των ασύρματων ATM δικτύων προέκυψε σε δύο διαφορετικά forums προτυποποίησης, τα οποία ονομάζονται ETSI STC RES10 και ATM Forum.

Υπάρχουν τρία πρότυπα, τα οποία έχουν ορίσει το φυσικό επίπεδο υπέρ του ATM: ANSI, CCITT/ITU-T και το ATM Forum. Κανένα από αυτά δεν έλαβε υπόψη του την ασύρματη ATM εναέρια διασύνδεση. Το ETSI RES10, υποτεχνική επιτροπή είναι η πρώτη, η οποία ασχολήθηκε με την προτυποποίηση σε ασύρματα πολυμέσα, συμβατά με το ATM. Η RES10 επιτροπή είχε ήδη ασχοληθεί με την προτυποποίηση του HIPERLAN και η ομάδα του ασύρματου ATM άρχισε να δουλεύει σ.αυτό το θέμα. Η αρχική δουλειά θα επικεντρωθεί στην χρήση πιθανών σεναρίων και με συγκεκριμένες απαιτήσεις. Επίσης, η έρευνα για διαθέσιμο spectrum στα 5.2 GHz για το σύστημα του ασύρματου ATM είναι κρίσιμη και γι' αυτό μία από τις εργασίες του RES10.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εποχή των ασύρματων επικοινωνιών έχει ήδη αρχίσει και κατά πάσα πιθανότητα μεταφερόμαστε στην εποχή των ασύρματων broadband επικοινωνιών πολύ πιο γρήγορα από ότι φανταζόμαστε. Τα ασύρματα ATM είναι μία αναδυόμενη τεχνολογία, η οποία δείχνει να κατέχει όλες τις δυνατότητες, οι οποίες απαιτούνται για να παρέχουν επιτυχώς μία πλατφόρμα διασύνδεσης με τα ασύρματα broadband συστήματα. Οι βασικές δυνατότητες των ATM, όπως οι πολλαπλές υπηρεσίες, οι πολυμεσικές δυνατότητες, οι δυνατότητες εφαρμογής για όλο το εύρος των εφαρμογών ανεξαρτητα από το εύρος ζώνης καθώς και η πλατιά διαδεδομένη παράταξη (deployment) και στα δημόσια και στα ιδιωτικά περιβάλλοντα, διαμορφώνουν ένα στέρεο θεμέλιο για όλες τις υπηρεσίες. Αυτό το γεγονός κάνει το ATM μία μοναδική βάση τεχνολογίας για τα ασύρματα broadband δίκτυα.

Τα ασύρματα ATM θα πρέπει να ορίζονται στενά ενοποιημένα σε ένα σταθερό ATM για να μπορεί να παρέχει μία πραγματική ενοποιημένη υποστήριξη δικτύου το ίδιο καλά και στους κινητούς και στους σταθερούς χρήστες. Τα πλεονεκτήματα του δικτύου πολλαπλών υπηρεσιών, το οποίο παρέχει κινητικότητα (mobility), είναι πιο ευδιάκριτα στα ιδιωτικά ATM δίκτυα. Το κανονιστικό και ανταγωνιστικό πλαίσιο, ιδιαίτερα στην Ευρώπη, φαίνεται ώριμο για παρόμοια ανάπτυξη και στα δημόσια δίκτυα.

Η ερώτηση, η οποία παραμένει, είναι αν είναι εφικτό να χρησιμοποιήσεις τα ATM πρότυπα για να υποστηρίξεις ενοποιημένη κινητικότητα. Τα αποτελέσματα των ερευνών έχουν φτάσει στα συμπεράσματα ότι τα WATM μπορούν να οριστούν καλά ενοποιημένα σε σταθερά ATM δίκτυα, όταν βασίζονται στις παρακάτω δύο αρχές:

1. Τα ΑΤΜ πρότυπα χρησιμοποιούνται μόνο με εκείνα τα χαρακτηριστικά, τα οποία είναι απαραίτητα για να υποστηρίξουν κινητικότητα. Σ.αυτήν την περίπτωση, οι επαυξήσεις παραμένουν τόσο περιορισμένες ώστε είναι εφικτό οι επαυξήσεις να μπορούν να περιλαμβάνονται σε όλους τους ΑΤΜ μεταγωγούς με ελάχιστο ή καθόλου κόστος.

2. Αυτά τα χαρακτηριστικά, τα οποία δεν είναι απολύτως απαραίτητα, ορίζονται ως επεκτάσεις στο ΑΤΜ με ξεκάθαρους ορισμούς διασύνδεσης.

Αυτή η πρόταση φαίνεται να συνδυάζει τα καλύτερα χαρακτηριστικά των περισσότερων προτάσεων για τα ασύρματα ΑΤΜ. Επιτρέπεται η κινητικότητα να προστεθεί οπουδήποτε στο ΑΤΜ δίκτυο, απλά προσθέτοντας τα συγκεκριμένα συστατικά στοιχεία του κινητού δικτύου.

Όσο η διαδικασία των ΑΤΜ προτύπων συνεχίζεται, μία μοναδική ευκαιρία υπάρχει για να επιτευχθεί η ενοποίηση των κινητών και των σταθερών επικοινωνιών. Σίγουρα χρειάζεται ακόμα πολλή δουλειά, όμως η ευκαιρία έχει ήδη δοθεί.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[WATM AN OVERVIEW](#) by Ayse Yasemin Seydim Southern Methodist University EE 8304 Spring 2000.

[ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΔΙΚΤΥΑ](#) Γ ' ΤΟΜΟΣ Ο.Τ.Ε. Α.Ε.
ΓΕΝ. Δ/ΝΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ-ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ,ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2000.

<http://www.atmforum.com>.

<http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788>

Θέμα τις βασικές αρχές των WATM.

<http://www.ind.unistuttgart.de/Content/Projects/BroadbandNet/WirelessATM/scheduling.html>

Wireless ATM-Scheduling Architectures for Wireless ATM.

http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-95/wireless_atm/

Wireless ATM. by Atif S. Wai.

http://www.tisl.ukans.edu/Projects/Wireless_ATM/system.html

Wireless ATM Adaptive Voice/Data Networks.

<http://www.comnets.rwth-aachen.de/~ftp>

Wireless ATM LAN., German Federal Ministry of Education, Science, Research and Technology.

<http://www.apl.jhu.edu/Courses/cs/605.773Krishnan.html>

Θέματα που αφορούν δικτυακές τεχνολογίες υψηλών ταχυτήτων, συμπεριλαμβανομένων και των ISDN, BISDN, Frame Relay, ATM, and SONET.

<http://www.atmforum.com/aboutatm/sonet.html>

Το επίσημο site του ATM forum που περιέχει πληθώρα πληροφοριών σχετικά με ό,τι αφορά ταδίκτυα ATM. Περιέχει ιστορικά στοιχεία, beginners guide, γλωσσάριο, case studies, standards, πρωτόκολλα, άρθρα, white papers και γενικά ό,τι χρειάζεται κάποιος για να ενημερωθεί επίσημα για το ATM.

<http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/atm/l2020/2020r211/sysover/atmtech.htm#3>

Site της Cisco που περιέχει ενδιαφέρουσες πληροφορίες για τη δομή των δικτύων ATM.

<http://www.networking.ibm.com/atm/atmnm.html>

Site της IBM που περιέχει πληροφορίες και εικόνες σχετικά με τη δομή, τις λειτουργίες και τη διαχείριση του ATM,

<http://compnetworking.about.com/cs/atm/>

Ειδικό site για computer networking, στο οποίο περιέχεται περιγραφή του δικτύου ATM με εικόνες και συσχετισμούς με άλλα δίκτυα και πρωτόκολλα.

http://www.ctr.columbia.edu/~dimitri/teaching/E6761/Lecture2/atm_97.PDF

Site του Center for Telecommunications Research του Columbia University στο οποίο περιέχεται tutorial για το ATM.

