

A.T.M.

ΕΝΣΥΡΜΑΤΑ - ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ

ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ
ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ**



**ΔΙΟΝΥΣΑΤΟΣ
ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ**

Στα φοιτητικά μας χρόνια

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	ΣΕΛ.01
-----------------	--------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο -ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ Α.Τ.Μ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ Α.Τ.Μ.	ΣΕΛ.02
---------------------------	--------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο – ΕΝΣΥΡΜΑΤΟ ΑΤΜ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	ΣΕΛ.07
2.1 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ Α.Τ.Μ.	ΣΕΛ.08
2.2 ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΣΤΡΩΜΑ	ΣΕΛ.11
2.2.1 Το Υπόστρωμα TC.....	ΣΕΛ.12
2.2.2 Το Υπόστρωμα PMD.....	ΣΕΛ.17
2.3 ΤΟ ΣΤΡΩΜΑ Α.Τ.Μ.	ΣΕΛ.18
2.3.1 Η Δομή Των Κελιών Α.Τ.Μ	ΣΕΛ.20
2.3.2 Εγκατάσταση Σύνδεσης.....	ΣΕΛ.23
2.3.3 Υπηρεσίες Α.Τ.Μ	ΣΕΛ.26
2.4 ΤΟ ΣΤΡΩΜΑ ΑΑΛ ΚΑΙ ΤΑ ΠΡΟΤΟΚΟΛΛΑ ΤΟΥ	ΣΕΛ.30
2.4.1 Η Δομή Του Στρώματος Προσαρμογής ΑΤΜ.....	ΣΕΛ.31
2.4.2 Το ΑΑΛ 1	ΣΕΛ.33
2.4.3 Το ΑΑΛ 2.....	ΣΕΛ.34
2.4.4 Το ΑΑΛ ¾.....	ΣΕΛ.35
2.4.5 Το ΑΑΛ 5.....	ΣΕΛ.38
2.4.6 Σύγκριση Των Πρωτοκόλλων.....	ΣΕΛ.40
2.4.7 SSCOP.....	ΣΕΛ.42
2.5 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΣΤΟ Α.Τ.Μ.	ΣΕΛ.43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο – ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΑΤΜ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	ΣΕΛ.48
3.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ FDMA.	ΣΕΛ.51
3.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ CDMA	ΣΕΛ.52
3.2.1 CDMA Με Άλματα Συχνότητας.....	ΣΕΛ.52
3.2.2 CDMA Ευθείας Ακολουθίας.....	ΣΕΛ.53
3.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ TDMA	ΣΕΛ.54

ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΣΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	ΣΕΛ.56
3.4 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΡΑΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ	ΣΕΛ.57
3.5 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΠΕΡΥΘΡΩΝ	ΣΕΛ.58
3.5.1 DIFFUSED INFRARED.....	ΣΕΛ.59
3.5.2 DIRECT-BEAM INFRARED.....	ΣΕΛ.59
3.5.3 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα.	ΣΕΛ.60
3.6 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ	ΣΕΛ.60
3.6.1 Επίγεια Συστήματα Μικροκυμάτων.....	ΣΕΛ.61

3.6.2 Δορυφορικά Συστήματα Μικροκυμάτων.....	ΣΕΛ.61
--	--------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο – ΑΣΥΡΜΑΤΟ ΑΤΜ

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΑΤΜ

4.1 ΔΟΜΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ Α.Τ.Μ.....	ΣΕΛ.63
4.2 ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΠΟΥ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝ ΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΑΤΜ.....	ΣΕΛ.65
4.3 PHYSICAL LAYER.....	ΣΕΛ.65
4.4 WIRELESS CONTROL.....	ΣΕΛ.66
4.5 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΒΑSE STATION.....	ΣΕΛ.70
4.6 DATA LINK.....	ΣΕΛ.73
4.7 MEDIUM ACCESS CONTROL (MAC).....	ΣΕΛ.74
4.8 HANDOVER.....	ΣΕΛ.76
4.9 LOCATION MANAGEMENT.....	ΣΕΛ.77
4.10 MAC PROTOCOLS.....	ΣΕΛ.79
4.10.1 S-Aloha Protocol.....	ΣΕΛ.80
4.10.2 DSA (Dynamic Slot Assignment).....	ΣΕΛ.80
4.10.3 MDR (Multiservices Dynamic Reservation).....	ΣΕΛ.81
4.10.4 Apostolas.....	ΣΕΛ.82
4.11 QOS (Quality Of Service).....	ΣΕΛ.82
4.12 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΤΟΥ WIRELESS Α.Τ.Μ. NETWORK.....	ΣΕΛ.85

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο – IP OVER ΑΤΜ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ IP over ATM.....	ΣΕΛ.86
5.1 ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΟΥ IP ΠΑΝΩ ΣΕ ΑΤΜ ΔΙΚΤΥΑ.....	ΣΕΛ.87
5.2 CLASSICAL IP OVER ATM.....	ΣΕΛ.90
5.3 MULTIPROTOCOL OVER ATM.....	ΣΕΛ.91
5.4 ATMARP SERVER.....	ΣΕΛ.94
5.5 DATA ENCAPSULATION.....	ΣΕΛ.94

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

6.1 ΑΤΜ ΚΑΙ FRAME RELAY INTERWORKING	ΣΕΛ.96
6.2 ΑΤΜ ΚΑΙ DSL INTERWORKING.....	ΣΕΛ.98
6.3 ΑΤΜ ΚΑΙ SONNET\SDH INTERWORKING.....	ΣΕΛ.99
6.4 ΑΤΜ UMTS-WIRELESS APPLICATIONS INTERWORKING.....	ΣΕΛ.101
6.5 ΑΤΜ ΚΑΙ GIGABIT ETHERNET INTERWORKING.....	ΣΕΛ.103
6.6 ISDN OVER ΑΤΜ CONVERGENCE LAYER.....	ΣΕΛ.105

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ	ΣΕΛ.107
---------------------	---------

Εισαγωγή

Στο παρόν σύγγραμμα θα προσπαθήσουμε να παρουσιάσουμε με σαφήνεια και απλότητα το τηλεπικοινωνιακό πρότυπο ATM. Είναι ένα έγγραφο το οποίο προσπαθεί, χωρίς να αρέσκεται σε τεχνικές πληροφορίες, να ενημερώσει και να περιήγησε όλους τους μηχανικούς στη νέα αυτή τεχνολογία. Επίσης θα αναλυθούν όλες οι πιθανές εφαρμογές που μπορεί να έχει στην κοινωνία της πληροφορικής καθώς θα υπάρχουν και συγκρίσεις ή αλληλεπιδράσεις με άλλες τεχνολογίες όπως το Frame Relay, DSL κτλ..

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 Telecom, 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).

Ο όρος «ATM» είναι εδώ και πολλά χρόνια ένα από τα πιο «καυτά» τηλεπικοινωνιακά θέματα. 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.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΤΜ

Η τεχνολογία πίσω από το ΑΤΜ δεν αποτελεί κάτι καινούργιο - είναι στην ουσία παρεμφερής του ΣΤΜ 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.

Για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε το ΑΤΜ και τον τρόπο λειτουργίας του, θα πρέπει να αναφέρουμε λίγα λόγια στον τρόπο λειτουργίας του και στη αρχιτεκτονική του. Τα ΑΤΜ δίκτυα δημιουργήθηκαν για να γίνει ενοποίηση όλων των τηλεπικοινωνιακών δικτύων σε μια κοινή τηλεπικοινωνιακή υποδομή που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια μεγάλη ποικιλία υπηρεσιών. Μια ενοποίηση που προσπαθεί να εξαλείψει όλες τις αδυναμίες και ιδιοτροπίες των άλλων τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα και να εκμεταλλευτεί τα πλεονεκτήματά τους.

Πρώτα να αναφέρουμε ότι το ΑΤΜ λειτουργεί σε επίπεδο «core», ένα επίπεδο που αφορά την γρήγορη μεταφορά δεδομένων στην εσωτερική επικοινωνία μια εταιρείας. Επίσης δεν γίνεται κανένας χειρισμός πακέτων αλλά γρήγορη μεταγωγή πακέτων σταθερού μεγέθους (53bytes). Από νωρίς φάνηκε ότι μια διαφανής συμπεριφορά του δικτύου ως προς τα δεδομένα που διακινούσε θα επιτυχανόταν κάνοντας χρήση μικρού και περιεκτικού πακέτου.

Υπηρεσίες στις οποίες μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την τεχνολογία «Asynchronous Transfer Mode» (ΑΤΜ) είναι:

- **Τηλεδιάσκεψη (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 κωρητικότητας με κινητούς κόμβους (συνήθως με δορυφορικές ζεύξεις).**

Το ενσύρματο Α.Τ.Μ. χρησιμοποιεί καλώδια και οπτικές ίνες για να μεταδώσει τις πληροφορίες από ένα σημείο σε ένα άλλο. Οι ρυθμοί μετάδοσης είναι αρκετά μεγάλοι και φτάνουν σήμερα και τα 10 Gigabit ανά δευτερόλεπτο.

Η μετάδοση γίνεται σε κελιά των 53 byte εκ των οποίων τα 5 είναι επικεφαλίδα 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 είναι δεδομένα, με προαιρετικά 4 από αυτά να χρησιμοποιούνται σαν αναγνωριστικά για την ανασυγκρότηση μεγαλύτερων πακέτων για ανώτερα στάδια από το Α.Τ.Μ. Το παρακάτω σχήμα δείχνει την δομή του ATM κελιού.

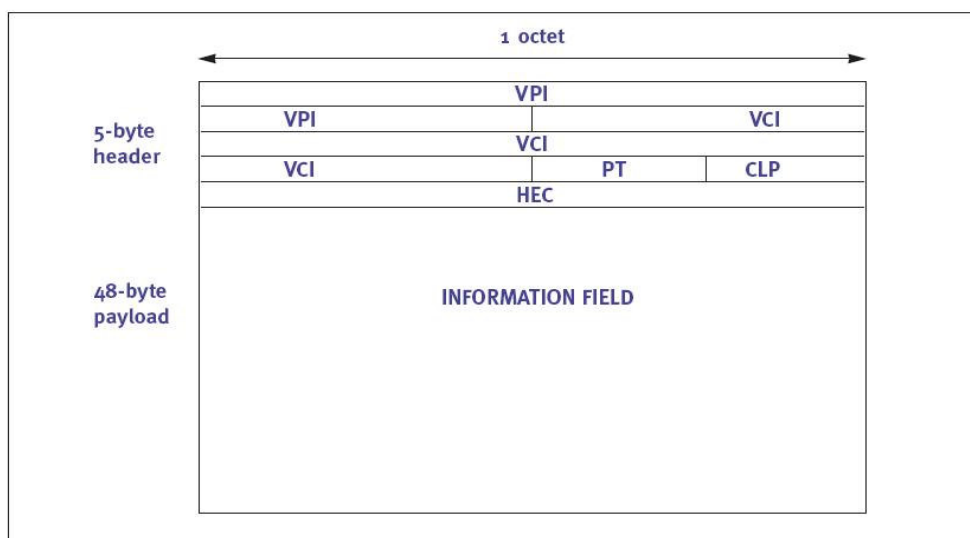


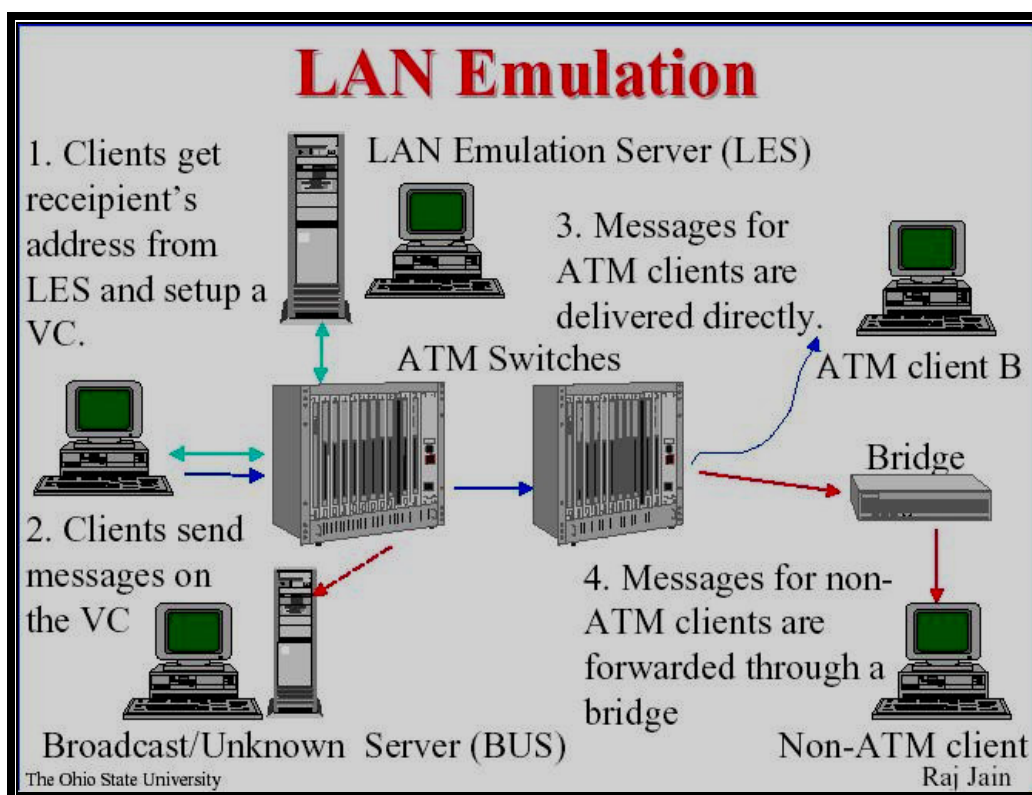
Fig. 2.3 ATM cell format.
Source: ITU-T; I.371

Εικόνα 1: Η δομή του ATM κελιού

Το A.T.M. έχει το δικό του μοντέλο αναφοράς που αποτελείται από 3 στρώματα τα οποία είναι το

- A. **“AAL”**
- B. **“ATM”**
- C. **“φυσικό”**

Για την μετάδοση χρησιμοποιείτε στατιστική πολυπλεξία ώστε να εκμεταλλευόμαστε όλο το εύρος δυνατοτήτων των γραμμών που διαθέτουμε. Ο τρόπος λειτουργίας της στατιστικής πολυπλεξίας θα αναλυθεί παρακάτω. Όταν δημιουργείτε μια σύνδεση στο A.T.M. τότε ανατίθεται ένα εικονικό αναγνωριστικό κύκλωμα (VCI) το οποίο περιέχετε σε κάθε πακέτο και αναγνωρίζει με μοναδικό τρόπο τα δυο άκρα της σύνδεσης. Παρακάτω βλέπουμε μια εικόνα όπου μας παρουσιάζει ένα πλήρες πλάνο για το πώς επικοινωνούν οι χρήστες μεταξύ τους πάνω σε ένα ATM δίκτυο.



Στο ενσύρματο A.T.M. υπάρχουν τρία είδη διασύνδεσης τα οποία θα αναλύσουμε παρακάτω, ονομαστικά τα τρία αυτά είδη είναι το

UNI: User-Network Interface,

NNI: Network Node Interface

IEC: Interchange Carrier's Network.

Επίσης στο A.T.M. οι υπηρεσίες είναι χωρισμένες σε τέσσερις κλάσης ανάλογα το είδος των υπηρεσιών που παρέχονται, αν δηλαδή είναι με σύνδεση η όχι, αν είναι ευαίσθητες σε καθυστερήσεις κ.λ.π.

Η μεγάλες δυνατότητες που προσφέρει το A.T.M. και η αυξημένη τηλεπικοινωνιακή ζήτηση οδηγούν αναπόφευκτα στην ανάγκη διασύνδεσης του με άλλες πλατφόρμες εφαρμογών που έχουν μεγάλη εμπορική ζήτηση, όπως το IP και το Ethernet / Token ring. Για να γίνει όμως κάτι τέτοιο θα χρειαστούν κάποια στάδια προσαρμογής του A.T.M. ώστε να μπορέσει να υποστηρίξει τέτοιου είδους εφαρμογές.

Βέβαια όταν μια επιχείρηση προσπαθήσει να ενώσει δυο κτίρια που στην μέση τους παρεμβάλλεται ένα εμπόδιο ή απόσταση τους είναι μεγάλη η χρησιμοποίηση οπτικών ινών δεν θεωρείται και η πιο κατάλληλη. Η τοποθέτηση οπτικών ινών για την καλωδίωση δυο κτιρίων σε κοντινή απόσταση χωρίς φυσικά εμπόδια είναι μια πολύ καλή λύση, αξιόπιστη χωρίς να παρουσιάζει προβλήματα. Όταν παρεμβάλλονται φυσικά εμπόδια όπως θάλασσα, βουνά η πιο πλεονεκτική λύση θεωρείται η χρήση των ασύρματων δικτύων.

Τα ασύρματα δίκτυα παρέχουν επίσης την δυνατότητα στους ανθρώπους να μπορούν να συνδεθούν στο διαδίκτυο με την χρήση ενός φορητού υπολογιστή οποιαδήποτε στιγμή θελήσουν έχοντας στην διάθεση τους υψηλό ρυθμό μετάδοσης μεταφοράς δεδομένων.

Για την μετάδοση πληροφοριών μέσω ασύρματης τεχνολογίας υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες όπως η τεχνολογία ραδιοσυχνοτήτων (radio frequency -RF) η τεχνολογία υπέρυθρων (infrared -IR) και τεχνολογία μικροκυμάτων (microwave -MW).

Τα ασύρματο A.T.M (WATM) υιοθέτησε την αρχιτεκτονική των ενσύρματων A.T.M. με μικρές διαφοροποιήσεις ώστε να υπάρχει και η δυνατότητα κινητικότητας (mobility). Τα πρωτοκολλά αρχιτεκτονικής

που χρησιμοποιούνται στα ασύρματα A.T.M και έχουν προταθεί από την ATM forum είναι : α) το mobile A.T.M ή control plane (επίπεδο έλεγχου) και β) Radio access layer ή wireless control.

Όσο για την μετάδοση των δεδομένων χρησιμοποιείται το CDPD όπου η μεταγωγή πακέτων γίνεται με την μέθοδο data-gram. Είναι μια τεχνολογία που προτάθηκε από την IBM και από άλλες εταιρίες. Επίσης υποστηρίζει το μοντέλο OSI και το IP πρωτόκολλο του Internet. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα πολλές ενσύρματες εφαρμογές σε ασύρματες με λίγες ή καθόλου τροποποιήσεις.

Παρακάτω θα αναλύσουμε λεπτομερώς κάθε πτυχή της τεχνολογίας του A.T.M. από τον τρόπο λειτουργίας του έως τις εφαρμογές που υποστηρίζει και της μελλοντικές εξελίξεις που θα έρθουν με την χρήση του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΕΝΣΥΡΜΑΤΟ ΑΤΜ

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε στο ενσύρματο ΑΤΜ. Θα δούμε το μοντέλο αναφοράς του ΑΤΜ, θα εξηγήσουμε την δομή του πακέτου, τον τρόπο μεταφοράς τους, την δομή του δικτύου και θα αναλύσουμε λεπτομερώς τα στρώματα του μοντέλου αναφοράς πάνω στο πως λειτουργούν, ποια είναι η δομή τους και από ποια υποστρώματα αποτελούνται. Τέλος θα αναφερθούμε στην ποιότητα υπηρεσιών σε ένα δίκτυο ΑΤΜ και στην ασφάλεια που προσφέρει το δίκτυο αυτό.

2.1 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΤΜ

Ξεκινάμε λοιπόν την ανάλυση του ενσύρματου ΑΤΜ από το μοντέλο αναφοράς του, ειδικά όπως αυτό θα χρησιμοποιείται στο (μελλοντικό) τηλεφωνικό σύστημα. Το ISDN ευρείας ζώνης (B-ISDN) που χρησιμοποιεί το ΑΤΜ έχει το δικό του μοντέλο αναφοράς, διαφορετικό από το μοντέλο OSI και επίσης διαφορετικό από το μοντέλο TCP/IP. Το μοντέλο αυτό φαίνεται στο εικόνα 2.2 απαρτίζεται από τρία στρώματα, το φυσικό, το ΑΤΜ και το στρώμα προσαρμογής στο ΑΤΜ, συν οτιδήποτε θέλουν να τοποθετήσουν οι χρήστες από πάνω τους.

Το φυσικό στρώμα ασχολείται με το φυσικό μέσο: τις τάσεις, τον χρονισμό των bit και διάφορα άλλα θέματα. Το ΑΤΜ δεν προδιαγράφει ένα συγκεκριμένο σύνολο κανόνων, αλλά αντίθετα λέει ότι τα κελιά ΑΤΜ μπορούν να στέλνονται μέσω καλωδίων ή οπτικών ινών από μόνα τους, αλλά και να συσκευάζονται μέσα στο ωφέλιμο φορτίο φορέων συστημάτων άλλου είδους. Με άλλα λόγια, το στρώμα ΑΤΜ σχεδιάστηκε ώστε να είναι ανεξάρτητο από το μέσο μετάδοσης.

Το στρώμα ATM (ATM layer) ασχολείται με τα κελιά και με τη μεταφορά των κελιών. Καθορίζει τη μορφή του κελιού και λέει τι σημαίνουν τα πεδία της επικεφαλίδας. Επίσης ασχολείται με την εγκατάσταση και απόλυση των νοητών κυκλωμάτων. Εδώ επίσης , τοποθετείται και ο έλεγχος συμφόρησης.

Επειδή οι περισσότερες εφαρμογές δεν επιθυμούν να δουλεύουν απ' ευθείας με κελιά (αν και μερικές μπορούν), έχει καθοριστεί ένα στρώμα πάνω από το στρώμα ATM, που επιτρέπει στους χρήστες να στέλνουν πακέτα μεγαλύτερα από ένα κελί. Η διεπαφή ATM τεμαχίζει αυτά τα πακέτα , μεταδίδει τα κελιά μεμονωμένα και τα συναρμολογεί στο άλλο άκρο. Το στρώμα αυτό το στρώμα προσαρμογής ATM, είναι το AAL (ATM Adaptation Layer).

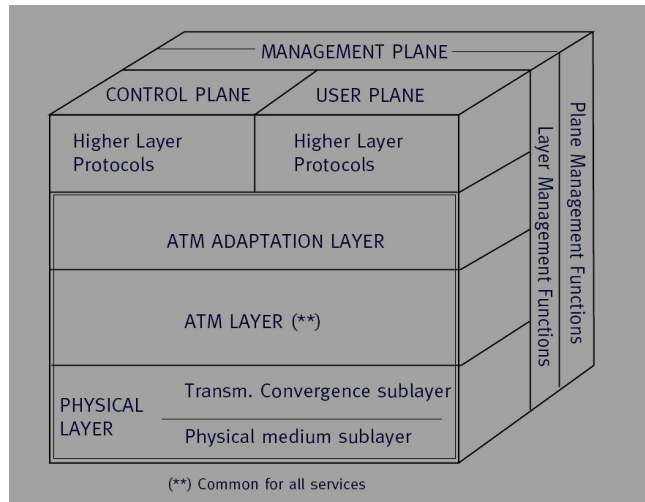
Αντίθετα προς τα προηγούμενα δισδιάστατα μοντέλα αναφοράς, το μοντέλο ATM καθορίζεται ως τρισδιάστατο, όπως φαίνεται στο εικόνα 2.2 το επίπεδο χρήστη (user plane) ασχολείται με την μεταφορά δεδομένων, τον έλεγχο ροής, τη διόρθωση λαθών και άλλες λειτουργίες χρήστη. αντίθετα, το επίπεδο έλεγχου (control plane) ασχολείται με την διαχείριση συνδέσεων. Οι λειτουργίες διαχείρισης στρωμάτων (layer management) και διαχείρισης επιπέδων (plane management) σχετίζονται με τη διαχείριση πόρων και με τον συντονισμό μεταξύ των στρωμάτων.

Το φυσικό στρώμα και το στρώμα AAL διαιρούνται σε δυο, το καθένα, υπό-στρώματα, ένα κατώτερο που κάνει τη δουλειά και ένα υπό-στρώμα σύγκλισης στην κορυφή, που παρέχει την κατάλληλη διεπαφή στο αμέσως πιο πάνω στρώμα. Οι λειτουργίες των στρωμάτων και των υπό-στρωμάτων δίνονται στο εικόνα 2.1

Το εξαρτώμενο από το φυσικό μέσο υπό-στρώμα PMD (Physical Medium Dependent) αποτελεί τη διεπαφή προς το πραγματικό καλώδιο. Μετακινεί τα bit από και προς το μέσο και χειρίζεται τον χρονισμό τους. το στρώμα αυτό είναι διαφορετικό ανάλογα με τον φορέα και τα καλώδια.

Στρώμα OSI	Στρώμα ATM	Υπόστρώμα ATM	Λειτουργικότητα
3/4 δικτύου + μεταφοράς	AAL	CS	Παροχή της τυποποιημένης διεπαφής (σύγκλιση)
		SAR	Τεμαχισμός και συναρμολόγηση
2/3 ζεύξης + δικτύου	ATM		Έλεγχος ροής Δημιουργία / εξαγωγή επικεφαλίδας κελιών Διαχείριση νοητών κυκλωμάτων / διαδρόμων Πολύπλεξη / αποπολύπλεξη κελιών
2 ζεύξης	φυσικό	TC	Απόζευξη ρυθμού κελιών Δημιουργία και επιβεβαίωση του αθροίσματος έλεγχου της επικεφαλίδας Δημιουργία κελιών Συσκευασία / από-συσκευασία των κελιών από τον περικλείοντα φάκελο Δημιουργία πλαισίων
1 φυσικό		PMD	Χρονισμός bit Φυσική πρόσβαση στο δίκτυο

εικόνα 2.1 τα στρώματα και τα υποστρώματα του ATM και οι λειτουργίες τους.



εικόνα 2.2 το μοντέλο αναφοράς ATM

Το άλλο υπό-στρώμα του φυσικού στρώματος είναι το υπό-στρώμα σύγκλισης μετάδοσης TC (Transmission Convergence). Όταν μεταδίδονται τα κελιά, το υπό-στρώμα TC τα στέλνει σαν ένα συρμό bit στο υπό-στρώμα PMD. Το να γίνει αυτό είναι εύκολο. Στο άλλο άκρο, το υπό-στρώμα TC λαμβάνει από το υπό-στρώμα PMD έναν απλό συρμό bit. Η δουλειά του είναι να μετατρέψει αυτό το συρμό bit σε συρμό κελιών για το στρώμα ATM. Χειρίζεται όλα τα θέματα που σχετίζονται με τον καθορισμό της αρχής και του τέλους των κελιών κατά μήκος του συρμού bit. Στο μοντέλο ATM, η λειτουργία αυτή βρίσκεται στο φυσικό στρώμα. Στο μοντέλο OSI και σχεδόν σε όλα τα αλλά δίκτυα, η εργασία της πλαισίωσης, δηλαδή, η μετατροπή του ακατέργαστου ρυθμού Bit σε μια ακολουθία πλαισίων ή κελιών είναι καθήκον του στρώματος ζεύξης δεδομένων. Γι' αυτό το λόγο, στο βιβλίο αυτό, θα τη συζητήσουμε στο στρώμα ζεύξης δεδομένων και όχι στο φυσικό στρώμα.

Όπως προαναφέραμε, το στρώμα ATM διαχειρίζεται κελιά, συμπεριλαμβανομένης της δημιουργίας και της μεταφοράς τους. Οι περισσότερες ενδιαφερόμενες πλευρές του ATM βρίσκονται εδώ. Είναι μια μίξη από το στρώμα ζεύξης δεδομένων και το στρώμα δικτύου του OSI, αλλά δεν διαιρείται σε υπό-στρώματα.

Το στρώμα AAL διαιρείται στο υπό-στρώμα τεμαχισμού και συναρμολόγησης SAR (Segmentation And Reassembly) και στο υπό-στρώμα σύγκλισης CS (Convergence Sub layer). Το κατώτερο υπό-στρώμα τεμαχίζει τα πακέτα σε κελιά στην πλευρά μετάδοσης και τα ξαναβάζει στη θέση τους στην πλευρά του προορισμού. Χάρη στο ανώτερο υπό-στρώμα τα συστήματα ATM παρέχουν διαφορετικά είδη υπηρεσιών σε διαφορετικές εφαρμογές (π.χ. η μεταφορά αρχείων και η βίντεο-ζήτηση παρουσιάζουν διαφορετικές απαιτήσεις όσον αφορά στον χειρισμό λαθών, τον χρονισμό, κ.λ.π.).

2.2 ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΣΤΡΩΜΑ

Εκινάμε την εξέταση των στρωμάτων του μοντέλου αναφοράς ATM από το φυσικό στρώμα και τα αντιστοιχούμε με τα στρώματα του πρωτοκόλλου OSI. Το φυσικό στρώμα ATM περιλαμβάνει χονδρικά το φυσικό στρώμα και το στρώμα ζεύξης δεδομένων του OSI, με το εξαρτώμενο από το φυσικό μέσο υπόστρωμα (PMD: Physical Medium Dependent) να έχει παρόμοιες λειτουργίες με εκείνες του φυσικού στρώματος OSI και το υπόστρωμα σύγκλισης μετάδοσης (TC: Transmission Convergence) να έχει λειτουργίες του στρώματος ζεύξης δεδομένων. Δεν υπάρχουν χαρακτηριστικά του φυσικού στρώματος ειδικά για το ATM. Αντί γι' αυτό, οι κυψέλες ATM μεταφέρονται από SONET, FDDI και άλλα συστήματα μετάδοσης. Γι' αυτόν το λόγο, εδώ θα εστιάσουμε την προσοχή μας στις λειτουργίες του στρώματος ζεύξης δεδομένων του υποστρώματος TC, αλλά αργότερα θα αναφερθούμε και σε κάποια θέματα που αφορούν τη διεπαφή με το κατώτερο υπόστρωμα.

2.2.1 Το Υπόστρωμα TC

Ο σκοπός του υποστρώματος Σύγκλισης Μετάδοσης TC (Transmission Convergence), είναι να προσφέρει μια ομοιόμορφη διεπαφή στο στρώμα ATM προς αμφότερες τις κατευθύνσεις. Όταν κάποιο πρόγραμμα εφαρμογής παράγει ένα μήνυμα προς αποστολή, το μήνυμα αυτό κατέρχεται τη σιοίβα των πρωτοκόλλων ATM, υφιστάμενο την προσθήκη επικεφαλίδων και ουρών και την τεμαχιοποίησή του σε κυψέλες. Τελικά, οι κυψέλες φθάνουν στο υπόστρωμα TC για μετάδοση. Ας δούμε τι τους συμβαίνει καθώς φεύγουν.

Μετάδοση Κελιών

Το πρώτο βήμα είναι ο έλεγχος αθροίσματος της κεφαλίδας. Κάθε κελί περιέχει μια επικεφαλίδα των 5 byte που αποτελείται από 4 byte πληροφορίας για το νοητό κύκλωμα και για τον έλεγχο, ακολουθούμενα από ένα άθροισμα ελέγχου του ενός byte. το άθροισμα ελέγχου απλά καλύπτει τα τέσσερα πρώτα byte της επικεφαλίδας και όχι το πεδίο του ωφέλιμου φορτίου. Απαρτίζεται από το υπόλοιπο της διαίρεσης των 32 bit της επικεφαλίδας με το πολυώνυμο x^8+x^2+x+1 . σ' αυτό προστίθεται η σταθερά 01010101 για να αντιμετωπίζονται περιπτώσεις κατά τις οποίες θα εμφανίζονται επικεφαλίδες που περιέχουν κυρίως το bit 0.

Η απόφαση να ελέγχεται μόνο η επικεφαλίδα λήφθηκε ώστε έτσι να μειωθεί η πιθανότητα λανθασμένης παράδοσης κελιών εξ αιτίας ενός λάθους στην επικεφαλίδα, χωρίς όμως το αντίτιμο του ελέγχου αθροίσματος του κατά πολύ μεγαλύτερου πεδίου ωφέλιμου φορτίου. Αυτό μπορούν να το κάνουν τα υψηλότερα στρώματα, αν το επιθυμούν. Για πολλές εφαρμογές πραγματικού χρόνου, όπως η φωνή και το βίντεο, το να χάνονται λίγα bit που και που, είναι αποδεκτό. Το πεδίο αθροίσματος ελέγχου των 8 bit ονομάζεται **έλεγχος ασφαμάτων επικεφαλίδας HEC (Header Error Control)**, επειδή καλύπτει μόνο την επικεφαλίδα.

Από τη στιγμή που το πεδίο HEC έχει δημιουργηθεί κι έχει εισαχθεί στην επικεφαλίδα του κελιού, το κελί είναι έτυμο για μετάδοση. τα μέσα μετάδοσης διαιρούνται σε δυο κατηγορίες: ασύγχρονα και σύγχρονα. Όταν χρησιμοποιείτε ασύγχρονο μέσο, το κελί μπορεί να σταλεί οπότε είναι έτυμο. Δεν υπάρχουν χρονικοί περιορισμοί.

Με τα σύγχρονα μέσα, τα κελιά μπορούν να μεταδοθούν σύμφωνα με κάποιο προκαθορισμένο πρόγραμμα. Εάν δεν υπάρχει διαθέσιμο το κελί με δεδομένα όταν χρειάζεται, το υπο-στρώμα TC πρέπει να δημιουργήσει ένα. Τα κελιά αυτά ονομάζονται **άδεια κελιά (idle cells)**

Ένα άλλο είδος κελιού χωρίς δεδομένα είναι το κελί **λειτουργίας και συντήρησης OAM (Operation And Maintenance)**. Τα κελιά OAM χρησιμοποιούνται επίσης από τους μεταγωγής ATM για ανταλλαγή πληροφοριών ελέγχου καθώς και άλλων πληροφοριών αναγκαίων για να κρατούν το σύστημα σε λειτουργία. Τα κελιά OAM έχουν επίσης και μερικές άλλες ιδιικές λειτουργίες. Για παράδειγμα, η ταχύτητα 155,52Mbps του OC-3 ταιριάζει στον μικτό ρυθμό μετάδοσης του SONET, αλλά ένα πλαίσιο STM-1 έχει συνολικά δέκα στήλες επικεφαλίδας στις 270, οπότε το ωφέλιμο φορτίο του SONET είναι μόνο $260/270 * 155,52$ Mbps ή 149,76Mbps. Για να μην πλημμυρίσει το SONET, μια πηγή ATM που το χρησιμοποιεί, θα έπρεπε κανονικά να θέτει ένα κελί OAM σαν το εκάστοτε 27ο ώστε να μειωθεί ο ρυθμός μετάδοσης στα 26/27 των 155,52 Mbps και έτσι να ταιριάζει στο SONET. Το έργο της προσαρμογής του ρυθμού ATM στον ρυθμό του κατώτερου συστήματος μετάδοσης είναι μια σημαντική λειτουργία του υποστρώματος TC. Στο δέκτη τα κελιά υφίστανται επεξεργασία στο υπόστρωμα TC, αλλά τα κελιά OAM παραδίδονται στο στρώμα ATM. Τα κελιά OAM διακρίνονται από τα κελιά δεδομένων με το να έχουν τα τρία πρώτα byte της επικεφαλίδας μηδενικά, κάτι που δεν επιτρέπεται για τα κελιά δεδομένων. Το τέταρτο byte περιγράφει τη φύση του κελιού OAM.

Μια άλλη ενδιαφέρουσα λειτουργία του υποστρώματος TC είναι η παραγωγή της πληροφορίας πλαίσιωσης για το κατώτερο σύστημα

μετάδοσης, εάν χρειάζεται. Για παράδειγμα, μια βιντεοκάμερα ATM, θα μπορούσε να παράγει ακολουθία από κελιά, αλλά θα μπορούσε επίσης να παράγει πλαίσια SONET με τα κελιά ATM ενσωματωμένα στο ωφέλιμο φορτίο του SONET. Στη δεύτερη περίπτωση, το υπόστρωμα TC θα δημιουργούσε την πλαισίωση SONET και θα συσκευάζε μέσα της τα κελιά ATM, μια όχι και τόσο απλή δουλειά, αφού το ωφέλιμο φορτίο SONET δεν περιέχει ακέραιο αριθμό από κελιά των 53 byte.

Λήψη Κελιών

Στην έξοδο, η δουλειά του υποστρώματος TC είναι να πάρει μια ακολουθία από κελιά, να προσθέσει ένα πεδίο HEC στο καθένα, να μετατρέψει το αποτέλεσμα σε συρμό bit και να ταιριάζει τον συρμό bit στην ταχύτητα του κατώτερου φυσικού συστήματος μετάδοσης, εισάγοντας κελιά OAM ως συμπλήρωμα. Στην είσοδο, το υπόστρωμα TC κάνει το ακριβώς αντίστροφο. Παίρνει ένα εισερχόμενο συρμό bit, εντοπίζει τα όρια των κελιών, επιβεβαιώνει τις επικεφαλίδες (απορρίπτοντας τα κελιά με άκυρες επικεφαλίδες), επεξεργάζεται τα κελιά OAM και περνά τα κελιά δεδομένων, προς τα πάνω, στο στρώμα ATM.

Το δυσκολότερο μέρος είναι ο εντοπισμός των ορίων των κελιών στον εισερχόμενο συρμό bit. Σε επίπεδο bit, ένα κελί είναι απλά μια ακολουθία από $53 \cdot 8 = 424$ bit. Δεν υπάρχουν byte σημαίες 01111110 για να σηματοδοτούν την αρχή και το τέλος ενός κελιού, όπως γίνεται στο HDLC. Στην πραγματικότητα, δεν υπάρχουν καθόλου σημάδια. Πως είναι δυνατό να αναγνωρισθούν τα όρια των κελιών υπό τις συνθήκες αυτές;

Σε κάποια περίπτωση, το κατώτερο φυσικό στρώμα βοηθά. Με το SONET για παράδειγμα, τα κελιά μπορούν να ευθυγραμμισθούν με τον σύγχρονο φάκελο του ωφέλιμου φορτίου, έτσι ο δείκτης SPE στην επικεφαλίδα του SONET να δείχνει την αρχή του πρώτου πλήρους

κελιού. Μερικές φορές, όμως, το φυσικό στρώμα δεν βοηθά καθόλου στη πλαισίωση. Τότε τι γίνεται;

Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιείται το πεδίο HEC. Καθώς εισέρχονται τα bit, το υπόστρωμα TC διατηρεί έναν καταχωρητή ολίσθησης 40 bit, με τα bit να εισέρχονται από τα αριστερά και να εξέρχονται από τα δεξιά. Το υπόστρωμα TC κατόπιν εξετάζει τα 40 bit για να δει αν αποτελούν μια δυνητικά έγκυρη επικεφαλίδα κελιού. Αν η απάντηση είναι καταφατική, τα 8 αριστερά bit θα είναι ένα έγκυρο πεδίο HEC για τα 32 δεξιά bit. Αν η υπόθεση δεν ισχύει, ο προσωπικός καταχωρητής δεν περιέχει έγκυρο κελί, οπότε όλα τα bit στον προσωπικό καταχωρητή ολισθαίνουν δεξιά κατά ένα bit, με ένα bit να εξέρχεται από το ένα άκρο και ένα bit να εισέρχεται από το άλλο. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρις ότου εντοπιστεί ένα έγκυρο πεδίο HEC. Στο σημείο αυτό, το όριο του κελιού είναι γνωστό, επειδή ο καταχωρητής ολίσθησης περιέχει μια έγκυρη επικεφαλίδα.

Το πρόβλημα με τον ευριστικό αυτό αλγόριθμο είναι ότι το πεδίο HEC έχει μήκος μόνο 8 bit. Για οποιονδήποτε δεδομένο καταχωρητή ολίσθησης, ακόμη κι έναν που περιέχει τυχαία bit, η πιθανότητα να βρεθεί έγκυρο πεδίο HEC είναι $1/256$, μια σχετικά μεγάλη τιμή. Χρησιμοποιούμενη ως έχει, η μέθοδος αυτή θα ανίχνευε υπερβολικά συχνά λάθος επικεφαλίδες κελιών.

Για να βελτιωθεί η ακρίβεια του αλγόριθμου αναγνώρισης, χρησιμοποιείται η μηχανή πεπερασμένων καταστάσεων του εικόνα 2.3. χρησιμοποιούνται τρεις καταστάσεις: οι HUNT, PRESYNCH και SYNCH. Στην κατάσταση HUNT (κυνήγηση) το υπόστρωμα TC ολισθαίνει τα bit στους καταχωρητές ολίσθησης, ένα κάθε φορά, ψάχνοντας για έγκυρο πεδίο HEC. Μόλις βρεθεί ένα, η μηχανή πεπερασμένων καταστάσεων μεταβαίνει στην κατάσταση PRESYNCH (προσυγχρονισμός), το οποίο σημαίνει ότι έχει εντοπίσει, με κάποια επιφύλαξη, ένα όριο κελιού. Τώρα ολισθαίνει τα επόμενα 424 bit (53 byte) χωρίς να τα εξετάσει. Αν η εικασία του περί του ορίου του κελιού ήταν σωστή, ο καταχωρητής ολίσθησης τώρα θα πρέπει να περιέχει άλλη μια έγκυρη επικεφαλίδα, έτσι τρέχει ακόμα μια φορά τον

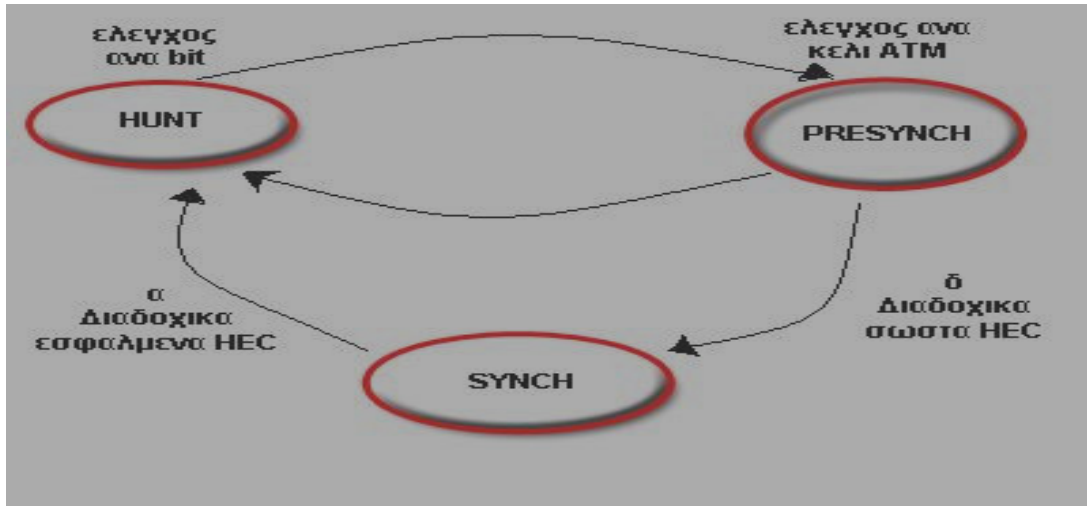
αλγόριθμο για το πεδίο HEC. Αν το πεδίο HEC δεν είναι σωστό, το TC επιστρέφει στη κατάσταση HUNT και συνεχίζει να ψάχνει bit προς bit για επικεφαλίδα της οποίας το πεδίο HEC είναι σωστό.

Από την άλλη πλευρά, αν το δεύτερο πεδίο HEC είναι επίσης σωστό, το TC μπορεί να έχει βρει κάτι, έτσι ολισθαίνει για άλλα 424 bit και ξαναπροσπαθεί. Συνεχίζει να επιθεωρεί την επικεφαλίδα με τον τρόπο αυτό, μέχρι να βρει δ σωστές επικεφαλίδες στη σειρά, οπότε υποθέτει ότι έχει συγχρονισθεί και μεταβαίνει στην κατάσταση SYNCH (συγχρονισμός) για να αρχίσει τη κανονική λειτουργία. Σημειώστε ότι η πιθανότητα να μεταβεί στη κατάσταση SYNCH κατά λάθος με έναν καθαρά τυχαίο συρμό είναι 2^{-86} που μπορεί να γίνει αυθαίρετα μικρή με την επιλογή ενός αρκετά μεγάλου δ. το αντίτιμο ενός μεγάλου δ, ωστόσο, είναι ο μεγαλύτερος χρόνος που απαιτείται για τον συγχρονισμό.

Εκτός από τον επανα-συγχρονισμό μετά από την απώλεια συγχρονισμού (ή κατά την εκκίνηση), το υπόστρωμα TC χρειάζεται έναν ευρισθηκό αλγόριθμο για να αποφασίσει ποτέ έχει χάσει τον συγχρονισμό, αφού, για παράδειγμα, έχει εισαχθεί ή διαγραφεί ένα bit από τον συρμό bit. Δεν θα ήταν φρόνιμο να τα παρατήσουμε επειδή απλά και μόνο ένα πεδίο HEC ήταν λανθασμένο, αφού τα περισσότερα λάθη είναι αντιστροφές bit κι όχι εισαγωγές ή διαγραφές τους. Η φρονιμότερη ενέργεια εδώ θα ήταν απλά να απορρίψουμε το κελί με την χαλασμένη επικεφαλίδα και να ελπίσουμε να είναι καλή η επόμενη. Ωστόσο, εάν τα συνεχόμενα πεδία HEC είναι χαλασμένα, το υπόστρωμα TC πρέπει να υποθέσει ότι έχει χάσει τον συγχρονισμό και πρέπει να γυρίσει στην κατάσταση HUNT.

Πριν εγκαταλείψουμε το υπόστρωμα TC, είναι κατάλληλο ένα σχόλιο. Ο μηχανισμός που επιλέχθηκε για την οριοθέτηση των κελιών απαιτεί από το υπόστρωμα TC να κατανοεί και να χρησιμοποιεί την επικεφαλίδα του στρώματος ATM που βρίσκετε από πάνω του. Το να χρησιμοποιεί ένα στρώμα την επικεφαλίδα ανώτερου στρώματος είναι ξεκάθαρη παραβίαση των βασικών κανόνων σχεδίασης πρωτοκόλλων. Η ιδέα της χρήσης διαστρωματομένων πρωτοκόλλων είναι η ανεξαρτησία

κάθε στρώματος από τα ανώτερα του. Θα έπρεπε να είναι δυνατή, για παράδειγμα, η αλλαγή της δομής της επικεφαλίδας του στρώματος ATM χωρίς να επηρεάζεται το υπόστρωμα TC. Εν τούτοις, λόγω του τρόπου με τον οποίο γίνεται η οριοθέτηση των κελιών, μια αλλαγή αυτού του τύπου είναι αδύνατη.



εικόνα 2.3 Ο ευρισθηκός αλγόριθμος οριοθέτησης κελιών ATM

2.2.2 Το Υπόστρωμα PMD

Εδώ θα πούμε λίγα λόγια για το υπό-στρώμα ATM, το εξαρτώμενο από το φυσικό μέσο PMD (Physical Medium Dependent). Το PMD ασχολείται με το να τοποθετεί bit στο καλώδιο αλλά και να τα λαμβάνει. Διαφορετικό υλικό χρειάζεται διαφορετικά καλώδια και διάφορες ίνες, ανάλογα με την ταχύτητα και την κωδικοποίηση γραμμής. . Προς τα έξω, το στρώμα ATM παρέχει μια ακολουθία κελιών, τα οποία κωδικοποιεί το υπό-στρώμα PMD όπως χρειάζεται και κατόπιν προωθεί σαν συρμό bit.

Προς τα μέσα, το υπό-στρώμα PMD παίρνει τα εισερχόμενα από το δίκτυο bit και παραδίδει έναν συρμό bit στο υπό-στρώμα TC. Τα όρια των κελιών δεν σημαδεύονται με κανέναν τρόπο. Είναι δουλειά του υπό-στρώματος TC να διακρίνει το που τελειώνει το ένα κελί και που αρχίζει το επόμενο.

2.3 ΤΟ ΣΤΡΩΜΑ ATM

Σε αυτή την ενότητα θα αναφερθούμε στο στρώμα ATM. Το στρώμα ATM ασχολείται με την μετακίνηση κελιών από την πηγή προς τον προορισμό και σίγουρα περιλαμβάνει αλγόριθμους δρομολόγησης και πρωτόκολλα εντός των μεταγωγικών ATM. Ασχολείται επίσης και με την διευθυνσιοδότηση. Έτσι, λειτουργικά, το στρώμα ATM κάνει το έργο που αναμένεται από το στρώμα δικτύου. Το στρώμα ATM δεν είναι εγγυημένα 100% αξιόπιστο, αλλά αυτό δεν απαιτείται από ένα πρωτόκολλο στρώματος δικτύου.

Παρόλο που πολύ συνδέουν το στρώμα ATM με το στρώμα ζεύξης του επιπέδου OSI, αυτό δεν ισχύει γιατί το στρώμα ATM δεν είναι πρωτόκολλο ενός βήματος που χρησιμοποιείται από μηχανές στα άκρα ενός καλωδίου. Αντίθετα έχει τα χαρακτηριστικά ενός πρωτοκόλλου στρώματος δικτύου: νοητά κυκλώματα από άκρο σε άκρο, μεταγωγή και δρομολόγηση κ.λ.π.

Το στρώμα ATM είναι με σύνδεση, όσον αφορά τόσο στην υπηρεσία που προσφέρει, όσο και στον τρόπο που λειτουργεί εσωτερικά. το βασικό στοιχείο του στρώματος ATM είναι το νοητό κύκλωμα (virtual circuit), που επίσημα ονομάζεται νοητός διάυλος (virtual channel). Το νοητό κύκλωμα είναι κανονικά μια σύνδεση από την πηγή μέχρι τον προορισμό, παρόλο που επιτρέπονται επίσης και οι συνδέσεις πολλαπλής διανομής. Τα νοητά κυκλώματα είναι μονόδρομα, αλλά μπορεί να δημιουργηθεί ένα ζεύγος κυκλωμάτων ταυτόχρονα. Και τα δυο μέρη του ζεύγους αναγνωρίζονται με την ίδια ταυτότητα, έτσι ουσιαστικά το νοητό κύκλωμα είναι πλήρως αμφίδρομο. Ωστόσο, η χωρητικότητα του διαύλου και άλλες ιδιότητες μπορεί να είναι διαφορετικές στις δυο κατευθύνσεις, ακόμα και μηδενικές για μια από αυτές.

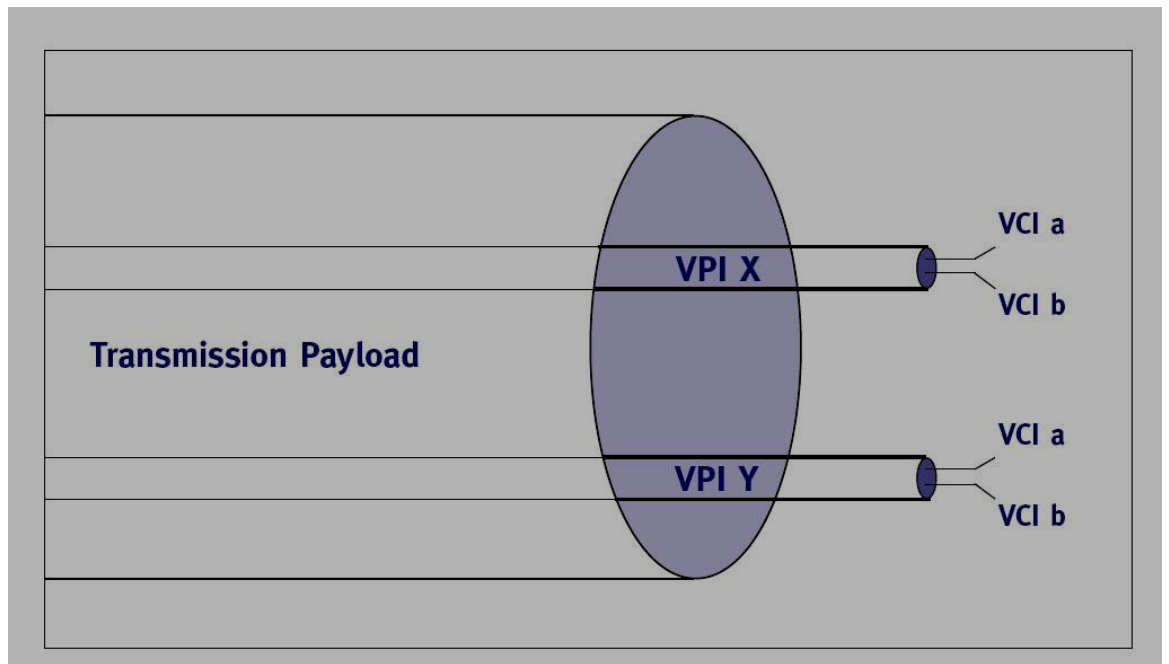
Το στρώμα ATM είναι ασυνήθιστο για ένα πρωτόκολλο με σύνδεση επειδή δεν παρέχει επαληθεύσεις. Ο λόγος είναι ότι το ATM σχεδιάστηκε για χρήση σε δίκτυα οπτικών ινών, τα οποία είναι πολύ

αξιόπιστα. Θεωρήθηκε αρκετό να αφεθεί ο έλεγχος λαθών στα ανώτερα στρώματα. Αρκεί πάντα να ξαναστείλει το στρώμα μεταφοράς ολόκληρο το μήνυμα, εάν δεν επαληθευθεί εγκαίρως.

Επιπλέον, τα δίκτυα ATM χρησιμοποιούνται συχνά για κίνηση πραγματικού χρόνου, όπως ήχος και βίντεο. Για την κίνηση αυτού του τύπου, η επαναμετάδοση ενός χαλασμένου κελιού είναι χειρότερη από το να μην γίνει τίποτα.

Παρά την έλλειψη επαλήθευσης, το στρώμα ATM παρέχει μια αυστηρή εγγύηση: τα κελιά που στέλνονται κατά μήκος ενός νοητού κυκλώματος δεν θα φτάσουν ποτέ εκτός σειράς. Το υπό δίκτυο ATM μπορεί να πετάξει κελιά αν παρουσιαστεί συμφόρηση, αλλά για κανένα λόγο δεν μπορεί να αλλάξει τη σειρά των κελιών που στάλθηκαν σε ένα νοητό κύκλωμα. Ωστόσο, δεν δίνονται εγγυήσεις για την σειρά των κελιών που στάλθηκαν με διαφορετικά κυκλώματα.

Το στρώμα ATM υποστηρίζει μια ιεραρχία σύνδεσης δυο βαθμίδων, που είναι ορατή από το στρώμα μεταφοράς. Κατά μήκος οποιασδήποτε διαδρομής μετάδοσης από δεδομένη πηγή προς δεδομένο προορισμό, μια ομάδα νοητών κυκλωμάτων μπορεί να ομαδοποιηθεί σε αυτό που ονομάζεται νοητό μονοπάτι (virtual path), όπως εικονίζεται στο εικόνα 2.4 όσον αφορά στην αρχή λειτουργίας του, το νοητό μονοπάτι είναι σαν μια δέσμη χάλκινων διπλαγωγών: όταν επαναδρομολογείται, όλα τα ζεύγη (νοητά κυκλώματα) επαναδρομολογούνται μαζί.



εικόνα 2.4: μια διαδρομή μετάδοσης μπορεί να περιέχει πολυάριθμα νοητά μονοπάτια που κάθε ένα μπορεί να περιέχει πολυάριθμα νοητά κυκλώματα.

2.3.1 Η Δομή Των Κελιών ATM

Στο στρώμα ATM, διακρίνονται δυο διεπαφές: η διεπαφή χρήστη – δικτύου UNI (User-Network Interface) και η διεπαφή δικτύου-δικτύου NNI (Network-Network Interface). Η πρώτη ορίζει το όριο μεταξύ host και δικτύου ATM. Η δεύτερη έχει εφαρμογή στην γραμμή μεταξύ δυο μεταγωγέων ATM.

Και στις δυο περιπτώσεις, τα κελιά αποτελούνται από επικεφαλίδα των 5 byte ακολουθούμενη από ωφέλιμο φορτίο των 48 byte, αλλά οι δυο επικεφαλίδες είναι λίγο διαφορετικές. Οι επικεφαλίδες, όπως ορίστηκαν από το ATM forum, εικονίζονται στο εικόνα 2.5. Τα byte μεταδίδονται από αριστερά προς τα δεξιά και τα bit μέσα σε κάθε byte από τα αριστερά προς τα δεξιά.

GFC	VPI	VCI	PTI	CLP	HEC
------------	------------	------------	------------	------------	------------

(α)

VPI	VCI	PTI	CLP	HEC
------------	------------	------------	------------	------------

(β)

Σχ. 4.5 (α) η επικεφαλίδα του στρώματος ATM στο UNI. (β) η επικεφαλίδα του στρώματος ATM στο NNI.

εικόνα 2.5 (α) η επικεφαλίδα του στρώματος ATM στο UNI. (β) η επικεφαλίδα του στρώματος ATM στο NNI.

Τύπος Ωφέλιμου φορτίου	Σημασία
000	Κελί δεδομένων χρήστη, δεν υπάρχει συμφόρηση, τύπος κελιού 0
001	Κελί δεδομένων χρήστη, δεν υπάρχει συμφόρηση, τύπος κελιού 1
010	Κελί δεδομένων χρήστη, εμφανίσθηκε συμφόρηση, τύπος κελιού 0
011	Κελί δεδομένων χρήστη, δεν υπάρχει συμφόρηση, τύπος κελιού 0
100	Πληροφορίες συντήρησης μεταξύ γειτονικών μεταγωγέων
101	Πληροφορίες συντήρησης μεταξύ μεταγωγέων πηγής και προορισμού
110	Κελί διαχείρισης πόρων (χρησιμοποιείται για έλεγχο συμφόρησης σε υπηρεσίες ABR)
111	Δεσμευμένο για μελλοντική χρήση

Εικόνα 2.6 τιμές του πεδίου PTI

Το πεδίο GFC υπάρχει μόνο σε κελιά μεταξύ host και δικτύου. Σβήνεται και ξαναγράφεται στον πρώτο μεταγωγέα που θα φτάσει, έτσι δεν έχει έννοια από άκρο σε άκρο και δεν παραδίδεται στον προορισμό.

Αρχικά θεωρήθηκε ότι ίσως έχει κάποια χρησιμότητα στον έλεγχο ροής ή στην προτεραιότητα μεταξύ host και δικτύου, αλλά δεν έχουν οριστεί τιμές γι' αυτό και το δίκτυο το αγνοεί.

Το πεδίο VPI είναι ένας μικρός ακέραιος που επιλέγει ένα συγκεκριμένο νοητό κύκλωμα μέσα στο επιλεγμένο νοητό μονοπάτι. Αφού το πεδίο VPI έχει 8 bit (στο UNI) και το πεδίο VCI έχει 16 bit, θεωρητικά, ένας host θα μπορούσε να έχει μέχρι και 256 δέσμες VP, με καθεμία να περιέχει μέχρι και 65.536 νοητά κυκλώματα. Στην πραγματικότητα, είναι διαθέσιμα λίγο λιγότερα, επειδή μερικά VCI είναι δεσμευμένα για λειτουργίες ελέγχου, όπως η εγκατάσταση νοητών κυκλωμάτων.

Το πεδίο PTI ορίζει τον τύπο του ωφέλιμου φορτίου που περιέχει το κελί σύμφωνα με τις τιμές που δίνονται στο εικόνα 2.6. εδώ οι τύποι των κελιών παρέχονται από τον χρήστη, αλλά η πληροφορία συμφόρησης παρέχεται από το δίκτυο. Με άλλα λόγια, κελί που έχει σταλεί με PTI ίσο με 000 μπορεί να φτάσει με τιμή 010 για να προειδοποιήσει τον προορισμό ότι υπάρχουν προβλήματα στη διαδρομή.

Το πεδίο CLP είναι ένα bit που μπορεί να καθοριστεί από τον host ώστε να διαφοροποιείται η κίνηση υψηλής προτεραιότητας από την κίνηση χαμηλής προτεραιότητας. Εάν συμβεί συμφόρηση και πρέπει να απορριφθούν κάποια κελιά, οι μεταγωγής προσπαθούν πρώτα να απορρίψουν τα κελιά με CLP ίσο με 1, πριν να απορρίψουν αυτά με 0.

Τελικά, το πεδίο HEC είναι άθροισμα έλεγχου για την επικεφαλίδα. Δεν ελέγχει το ωφέλιμο φορτίο. Ένας κώδικας Hamming πάνω σε αριθμό 40 bit χρειάζεται μόνο 5 bit, έτσι με 8 bit μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας πιο περίτεχνος κώδικας. Αυτός που επιλέχτηκε μπορεί να διορθώσει όλα τα λάθη ενός bit και μπορεί να ανιχνεύσει περίπου το 90% όλων των λαθών πολλών bit. Διαφορετικές μελέτες έδειξαν ότι η τεράστια πλειοψηφία των λαθών στις οπτικές συνδέσεις είναι λάθη του ενός bit.

Την επικεφαλίδα ακολουθούν 48 byte ωφέλιμου φορτίου. Ωστόσο, δεν είναι διαθέσιμα στον χρήστη και τα 48 byte, αφού μερικά

από τα πρωτόκολλα AAL τοποθετούν τις επικεφαλίδες τους και τις ουρές τους μέσα στο ωφέλιμο φορτίο.

Η δομή του NNI είναι ίδια με την δομή του UNI, εκτός του ότι απουσιάζει το πεδίο GFC και τα 4 bit του χρησιμοποιούνται για να δώσουν 12 bit στο πεδίο VPI αντί των 8.

2.3.2 Εγκατάσταση Σύνδεσης

Το ATM υποστηρίζει τόσο τα μόνιμα όσο και τα επιλεγόμενα νοητά κυκλώματα. Τα πρώτα είναι μονίμως παρόντα και χρησιμοποιούνται κατά βούληση, όπως οι μισθωμένες γραμμές. Τα δεύτερα πρέπει να εγκαθίστανται κάθε φορά που χρησιμοποιούνται, όπως γίνεται στις τηλεφωνικές κλήσεις. Σ' αυτήν την ενότητα θα περιγράψουμε το πώς εγκαθίστανται τα επιλεγόμενα νοητά κυκλώματα.

Από τεχνικής πλευράς, η εγκατάσταση της σύνδεσης δεν αποτελεί μέρος του στρώματος ATM, αλλά την διαχειρίζεται το επίπεδο ελέγχου, χρησιμοποιώντας ένα ιδιαίτερα πολύπλοκο πρωτόκολλο της ITU, που ονομάζεται Q.2931. πάντως, το σημείο, όπου πρέπει λογικά να αντιμετωπισθεί η εγκατάσταση σύνδεσης του στρώματος δικτύου, είναι το στρώμα δικτύου και όντως παρόμοια πρωτόκολλα στρώματος δικτύου εκτελούν την εγκατάσταση σύνδεσης, έτσι θα τα συζητήσουμε εδώ, στο στρώμα ATM.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι εγκατάστασης μιας σύνδεσης. Ο κανονικός τρόπος είναι η απόκτηση πρώτα ενός νοητού κυκλώματος σηματοδοσίας και η χρησιμοποίησή του. Για την εγκατάσταση ενός τέτοιου κυκλώματος, κελιά που περιέχουν την αίτηση στέλνονται στο νοητό μονοπάτι 0, νοητό κύκλωμα 5. εάν αυτό πετύχει, ανοίγει ένα καινούργιο νοητό κύκλωμα όπου μπορούν να σταλούν και ληφθούν αιτήσεις για εγκατάσταση σύνδεσης.

Ο λόγος για αυτή την διαδικασία εγκατάστασης με δυο βήματα είναι ότι με αυτόν τον τρόπο, το εύρος ζώνης που δεσμεύεται για το νοητό κύκλωμα 5 (μόλις που χρησιμοποιείται) μπορεί να κρατηθεί

εξαιρετικά μικρό. Επίσης, υπάρχει και εναλλακτικός τρόπος για την εγκατάσταση νοητών κυκλωμάτων. Μερικοί τηλεπικοινωνιακοί φορείς μπορεί να επιτρέπουν στους χρήστες να έχουν μόνιμα νοητά μονοπάτια ανάμεσα σε καθορισμένους από πριν προορισμούς ή να τους επιτρέπουν να τα εγκαθιστούν δυναμικά. Όταν ένας host έχει νοητό μονοπάτι προς κάποιον άλλο host, μπορεί να εκχωρήσει ο ίδιος νοητά κυκλώματα πάνω σε αυτό, χωρίς να ανακατευθούν οι μεταγωγής.

Η εγκατάσταση νοητού κυκλώματος χρησιμοποιεί τους έξι τύπους μηνυμάτων που απαριθμούνται στο εικόνα 2.7. κάθε μήνυμα καταλαμβάνει ένα ή περισσότερα κελιά και περιέχει τον τύπο, το μήκος και τις παραμέτρους του μηνύματος. Τα μηνύματα μπορούν να σταλούν από τον host στο δίκτυο ή από το δίκτυο στον host. Υπάρχουν διάφορα άλλα μηνύματα κατάστασης και αναφοράς λαθών που όμως δεν φαίνονται εδώ.

Η κανονική διαδικασία για την εγκατάσταση μιας κλήσης είναι αυτή κατά την οποία ο host στέλνει το μήνυμα SETUP μέσα από ένα ειδικό νοητό κύκλωμα. Το δίκτυο απαντά τότε με το CALL PROCEEDING για να επαληθεύσει τη λήψη της αίτησης. Καθώς το μήνυμα SETUP διαδίδεται προς τον προορισμό, επαληθεύεται σε κάθε βήμα με το CALL PROCEEDING.

Όταν το μήνυμα SETUP τελικά φτάσει, ο host του προορισμού μπορεί να απαντήσει με το CONNECT για να δεχτεί το μήνυμα. Το δίκτυο στέλνει τότε το μήνυμα CONNECT ACK για να δείξει ότι έλαβε το μήνυμα CONNECT. Καθώς το μήνυμα CONNECT διαδίδεται πίσω προς την πηγή, κάθε μεταγωγέας που το λαμβάνει το επαληθεύει με το μήνυμα CONNECT ACK.

Η ακολουθία απόλυσης ενός νοητού κυκλώματος είναι απλή. Ο host που επιθυμεί να τερματίσει την κλήση, στέλνει το μήνυμα RELEASE, που διαδίδεται μέχρι το άλλο άκρο και προκαλεί την απόλυση του κυκλώματος. Σε κάθε βήμα κατά μήκος της διαδρομής, το μήνυμα επαληθεύεται.

Μήνυμα	Σημασία όταν στέλνεται από τον host	Σημασία όταν στέλνεται από το δίκτυο
SETUP	Παρακαλώ εγκατέστησε ένα κύκλωμα	Εισερχόμενη κλήση
CALL PROCEEDING	Είδα την εισερχόμενη κλήση	Θα επιχειρηθεί εγκατάσταση κλήσης
CONNECT	Δέχομαι την εισερχόμενη κλήση	Η εγκατάσταση κλήσης έγινε δεκτή
CONNECT ACK	Ευχαριστώ που δέχθηκες την κλήση	Ευχαριστώ που έκανες την κλήση
RELEASE	Παρακαλώ τερμάτισε την κλήση	Η άλλη πλευρά βαρέθηκε
RELEASE COMPLETE	Επαλήθευση του RELEASE	Επαλήθευση του RELEASE

Εικόνα 2.7 μηνύματα που χρησιμοποιούνται για την εγκατάσταση σύνδεσης και την απόλυση της.

Τα δίκτυα ATM επιτρέπουν την εγκατάσταση διαύλων πολλαπλής διανομής. Ένας δίαυλος πολλαπλής διανομής έχει ένα αποστολέα και περισσότερους από έναν δέκτες. Αυτό γίνεται με την εγκατάσταση σύνδεσης προς έναν από τους προορισμούς κατά τα συνήθη τρόπο. Μετά στέλνεται το μήνυμα ADD PARTY για να επισυνάψει ένα δεύτερο προορισμό στο νοητό κύκλωμα που εγκαταστάθηκε προηγουμένως. Στη συνέχεια μπορούν να σταλούν επιπλέον μηνύματα ADD PARTY για να αυξήσουν το μέγεθος της ομάδας πολλαπλής διανομής.

Για να εγκατασταθεί σύνδεση προς έναν προορισμό, είναι αναγκαίο να προκαθοριστεί ο προορισμός, με το να συμπεριληφθεί η διεύθυνση του στο μήνυμα SETUP. Οι διευθύνσεις ATM μπορεί να έχουν τρεις διαφορετικές μορφές. Η πρώτη έχει μήκος 20 byte και βασίζεται στις διευθύνσεις του OSI. Το πρώτο byte υποδεικνύει το ποια από τις τρεις είναι η δομή της διεύθυνσης. Στην πρώτη δομή, τα byte 2

και 3 καθορίζουν τη χώρα και το byte 4 δείχνει τη φόρμα της υπόλοιπης διεύθυνσης, η οποία περιέχει 3 byte για την αρχή που την εκδίδει, 2 byte για την επικράτεια, 2 byte για την περιοχή και 6 byte για την τοπική διεύθυνση εκεί, συν μερικά άλλα στοιχεία. Στη δεύτερη δομή, τα byte 2 και 3 υποδεικνύουν διεθνή οργάνωση αντί χώρα. Το υπόλοιπο της διεύθυνσης είναι το ίδιο όπως στη δομή 1. εναλλακτικά, επιτρέπεται και μια παλιότερη μορφή διευθυνσιοδότησης, που χρησιμοποιεί δεκαδικούς τηλεφωνικούς αριθμούς ISDN των 15 ψηφίων.

2.3.3 Υπηρεσίες ATM

Μετά από ένα λογικό διάστημα δοκιμών και διορθώσεων, με την έκδοση 4,0 των προδιαγραφών ATM, άρχισε να γίνεται ξεκάθαρο το τι είδη κίνησης μετέφεραν τα δίκτυα ATM και το τι είδους υπηρεσίες ήθελαν οι πελάτες τους. Κατά συνέπεια, το πρότυπα τροποποιήθηκε ώστε να απαριθμεί ρητά τις κατηγορίες που συνήθως χρησιμοποιούνται, έτσι ώστε να επιτρέψει στους πολίτες εξοπλισμού να βελτιστοποιήσουν το υλικό των καρτών και των μεταγωγέων τους για μερικές η για όλες τις κατηγορίες αυτές. Οι κατηγορίες υπηρεσιών που επιλέχθηκαν ως σημαντικές απαριθμούνται στο εικόνα 2.8

κατηγορία	Περιγραφή	Παράδειγμα
CBR	Σταθερός ρυθμός bit	Κύκλωμα T1
RT-VBR	Μεταβλητός ρυθμός bit, Πραγματικός χρόνος	Βίντεο-διάσκεψη πραγματικού χρόνου
NRT-VBR	Μεταβλητός ρυθμός bit, μη πραγματικός χρόνος	Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο πολυμέσων
ABR	Διαθέσιμος ρυθμός bit	Πλοήγηση στον ιστό
UBR	Απροσδιόριστος ρυθμός bit	Μεταφορά αρχείων

Εικόνα 2.8 οι κατηγορίες υπηρεσιών του ATM

Η κατηγορία σταθερού ρυθμού bit CBR (Constant Bit Rate) έχει σαν σκοπό να εξομοιώσει το χάλκινο καλώδιο ή την οπτική ίνα (όμως με μεγαλύτερο τίμημα). Τα bit μπαίνουν από το ένα άκρο και βγαίνουν από το άλλο. Δεν γίνεται Έλενος λαθών, έλεγχος ροής ή άλλη διεργασία. Παρόλα αυτά, η κατηγορία αυτή είναι βασική για την ομαλή μετάβαση από το υπάρχον τηλεφωνικό σύστημα προς τα μελλοντικά συστήματα B-ISDN, από την στιγμή που τα κανάλια PCM ποιότητας φωνής, τα κυκλώματα T1 και το μεγαλύτερο μέρος του τηλεφωνικού συστήματος χρησιμοποιούν σύγχρονη μετάδοση σταθερού ρυθμού bit. Με την κατηγορία CBR, όλη αυτή η κίνηση μπορεί να περάσει απ' ευθείας από ένα σύστημα ATM. Το CBR ταιριάζει επίσης και με όλους τους διαλογικούς (δηλ. πραγματικού χρόνου) συρμούς ήχου και βίντεο.

Η επόμενη κατηγορία μεταβλητού ρυθμού bit VBR (Variable Bit Rate), διαιρείται σε δυο υποκατηγορίες, για πραγματικό χρόνο και μη πραγματικό χρόνο, αντίστοιχα. Η RT-VBR προορίζεται για υπηρεσίες που έχουν μεταβλητούς ρυθμούς bit και συνδέονται με αυστηρές απαιτήσεις πραγματικού χρόνου, όπως το διαλογικό συμπιεσμένο βίντεο (π.χ. η τηλεδιάσκεψη). Εξ αιτίας του τρόπου που δουλεύει το MPEG και τα άλλα συστήματα συμπίεσης, με ένα πλήρες πλαίσιο σαν βάση ακολουθούμενο από σειρά διάφορων μεταξύ του τρέχοντος πλαισίου και του πλαισίου βάσης, ο ρυθμός μετάδοσης ποικίλει πολύ. Παρά την διακύμανση αυτή, είναι βασικό το δίκτυο ATM να μην εισάγει τρέμουλο στην ακολουθία άφιξης κελιών, καθώς αυτό θα είχε σαν αποτέλεσμα να παρουσιάζονται διαταραχές στην εικόνα. Με άλλα λόγια, η μέση καθυστέρηση κελιών και η μεταβλητότητα καθυστέρησης των κελιών θα πρέπει να ελέγχονται αυστηρά. Από την άλλη πλευρά, είναι ανεκτή η περιστασιακή απώλεια ενός bit ή ενός κελιού και είναι προτιμότερο να αγνοείτε.

Η άλλη υποκατηγορία VBR εξυπηρετεί την κίνηση, για την οποία η έγκαιρη παράδοση είναι σημαντική, αλλά κάποια μικρή ποσότητα τρέμουλου είναι ανεκτή από την εφαρμογή. Για παράδειγμα, το

ηλεκτρονικό ταχυδρομείο πολυμέσων συνήθως καταχωρείται στον τοπικό δίσκο του παραλήπτη πριν φανεί στην οθόνη, έτσι οποιαδήποτε διακύμανση στους χρόνους άφιξης κελιών θα εξαλειφθεί πριν ειδωθεί.

Η κατηγορία υπηρεσίας διαθέσιμου ρυθμού bit ABR (Available Bit Rate) σχεδιάστηκε για την καταιγιστική κίνηση, όπου το εύρος ζώνης είναι κατά προσέγγιση γνωστό. Ένα τυπικό παράδειγμα μπορεί να είναι μια εταιρία, που προς το παρόν συνδέει τα γραφεία της με μισθωμένες γραμμές .εν γένει, η εταιρία έχει την δυνατότητα είτε να τοποθετήσει αρκετή χωρητικότητα ώστε να αντιμετωπίζει το φορτίο αιχμής, κάτι που σημαίνει ότι μερικές γραμμές είναι αδρανείς για ένα μέρος της ημέρας, είτε να τοποθετήσει αρκετή χωρητικότητα για το ελάχιστο φορτίο, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα συμφόρηση κατά το πιο δραστήριο κομμάτι της ημέρας.

Με την χρήση της υπηρεσίας ABR, αποφεύγουμε τη μακροπρόθεσμη δέσμευση με καθορισμένο εύρος ζώνης. Με την ABR είναι δυνατό να πούμε, για παράδειγμα , ότι η χωρητικότητα ανάμεσα σε δυο σημεία πρέπει πάντα να είναι 5Mbps, αλλά μπορεί να έχει αιχμές μέχρι και τα 10 Mbps. Το σύστημα τότε θα εγγυάται ανά πάσα στιγμή 5 Mbps και θα κάνει ότι μπορεί για να παρέχει 10 Mbps όταν χρειάζονται, χωρίς όμως να το υπόσχεται.

Η ABR είναι η μόνη κατηγορία υπηρεσίας, όπου το δίκτυο παρέχει στον αποστολέα ανάδραση για τον ρυθμό του, καλώντας τον να επιβραδύνει όταν συμβαίνει συμφόρηση. Αν υποτεθεί ότι ο αποστολέας συμμορφώνεται σε τέτοιες απαιτήσεις, η απώλεια κελιών για την κίνηση ABR αναμένεται να είναι χαμηλή. Με ABR είναι σαν να προσπαθείς να πετάξεις όντας σε λίστα αναμονής (standby): εάν περισσεύουν θέσεις (περίσσια χωρητικότητα), οι επιβάτες σε αναμονή μεταφέρονται χωρίς καθυστέρηση. Εάν δεν αρκεί η χωρητικότητα, τότε θα πρέπει να περιμένουν (εκτός αν είναι διαθέσιμο κάποιο από το ελάχιστο εύρος ζώνης).

Τελικά, φτάνουμε στον απροσδιόριστο ρυθμό bit UBR (Unspecified Bit Rate), που δε υπόσχεται τίποτα και δεν παρέχει ανάδραση για τη συμφόρηση. Αυτή η κατηγορία είναι βολική για την αποστολή πακέτων

IP, αφού και το IP δεν εγγυάται την παράδοση. Όλα τα κελιά UBR γίνονται αποδεκτά και εάν περισσεύει χωρητικότητα, θα παραδοθούν επίσης. Εάν συμβεί συμφόρηση, τα κελιά UBR θα απορριφθούν χωρίς καμία ανάδραση προς τον αποστολέα και χωρίς την προσδοκία ότι ο αποστολέας θα χαμηλώσει τον ρυθμό του.

Πάλι όπως συμβαίνει με τις λίστες αναμονής, στην UBR, όλοι οι επιβάτες σε αναμονή έχουν την ευκαιρία να επιβιβαστούν, αλλά εάν στα μισά του δρόμου ο πιλότος δει ότι τα καύσιμα λιγοστεύουν, οι επιβάτες σε αναμονή βγαίνουν άδοξα από την έξοδο κινδύνου. Για να γίνει η VBR ελκυστική, οι τηλεπικοινωνιακοί φορείς μπορεί να την κάνουν φτηνότερη από τις άλλες κατηγορίες. Για εφαρμογές που δεν έχουν περιορισμούς όσον αφορά την παράδοση και θέλουν να κάνουν έτσι και αλλιώς δικό τους έλεγχο λαθών και δικό τους έλεγχο ροής, η UBR είναι μια απόλυτα λογική επιλογή. Η μεταφορά αρχείων, το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και τα νέα USENET είναι ενδεχόμενοι υποψήφιοι για την υπηρεσία UBR, διότι καμία από αυτές τις εφαρμογές δεν έχει χαρακτηρίσθηκα πραγματικού χρόνου.

Οι ιδιότητες των διάφορων κατηγοριών υπηρεσιών συνοψίζονται στο εικόνα 2.9

Χαρακτηριστικό υπηρεσίας	CBR	RT- BR	NRT- VBR	ABR	UBR
Εγγύηση εύρους ζώνης	Ναι	Ναι	Ναι	Προαιρετική	Όχι
Κατάλληλη για κίνηση πραγματικού χρόνου	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
Κατάλληλη για καταιγιστική κίνηση	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι
Ανάδραση για τη συναντούμενη συμφόρηση	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι

εικόνα 2.9 χαρακτηριστικά των κατηγοριών υπηρεσιών του ATM

2.4 ΤΟ ΣΤΡΩΜΑ AAL ΚΑΙ ΤΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΤΟΥ

Τελειώνουμε τη εξέταση των στρωμάτων του μοντέλου αναφοράς ATM με το στρώμα AAL και τα πρωτοκόλλα του. Αν και δεν είναι ξεκαθαρισμένο, το AAL είναι για πολλούς το αντίστοιχο στρώμα με το στρώμα μεταφοράς του μοντέλου OSI. Κάποια από τα πρωτόκολλα του, όπως το AAL 5 είναι λειτουργικά όμοιο με το UDP που είναι ένα πρωτόκολλο μεταφοράς. Από την άλλη, κανένα από τα πρωτόκολλα AAL δεν εξασφαλίζει αξιόπιστη από άκρο σε άκρο σύνδεση, όπως κάνει το TCP. Επίσης στις περισσότερες εφαρμογές χρησιμοποιείται διαφορετικό στρώμα μεταφοράς πάνω από το AAL.

Το στρώμα AAL στα δίκτυα ATM είναι ριζοσπαστικά διαφορετικό από το TCP, κυρίως γιατί οι σχεδιαστές ενδιαφέρονταν περισσότερο να μεταδώσουν συρμούς φωνής και βίντεο, όπου η γρήγορη μετάδοση είναι πιο σημαντική από τη σωστή μετάδοση. Το στρώμα ATM απλώς στέλνει κελιά των 53byte το ένα μετά το άλλο, δεν κάνει έλεγχο λαθών, ούτε έλεγχο ροής, ούτε κάποιο άλλο έλεγχο. Συνεπώς δεν προσαρμόζεται ικανοποιητικά στις απαιτήσεις που χρειάζονται οι περισσότερες εφαρμογές. Για να λύσει αυτό το πρόβλημα, η ITU καθόρισε ένα από άκρο σε άκρο στρώμα πάνω από το στρώμα ATM. Αυτό το στρώμα προσαρμογής ATM ονομάστηκε **AAL (ATM Adaptation Layer)**.

Ο στόχος του AAL είναι να προσφέρει χρήσιμες υπηρεσίες σε προγράμματα εφαρμογών και να τα θωρακίσει από τους μηχανισμούς κατάκτησης των δεδομένων σε κελιά στην αφειρησία και συναρμολόγησης τους στον προορισμό. Όταν η ITU άρχισε να ορίζει το AAL, κατάλαβε ότι διαφορετικές εφαρμογές είχαν διαφορετικές απαιτήσεις, έτσι οργάνωσε τον χώρο των υπηρεσιών με βάση τρεις άξονες:

- **υπηρεσίες πραγματικού χρόνου έναντι υπηρεσίες μη πραγματικού χρόνου.**

- **υπηρεσία σταθερού ρυθμού bit έναντι υπηρεσίας μεταβλητού ρυθμού bit.**
- **υπηρεσίες σε σύνδεση έναντι υπηρεσιών χωρίς σύνδεση.**

Θεωρητικά, με τρεις άξονες και δυο τιμές για κάθε άξονα, μπορούν να οριστούν οκτώ διαφορετικές υπηρεσίες. Η ITU αντιλήφθηκε ότι μόνο τέσσερις από αυτές ήταν χρήσιμες και τις ονόμασε κατηγορίες A,B,C και D.

Για να χειριστεί αυτές τις τέσσερις κατηγορίες υπηρεσιών, η ITU όρισε τέσσερα πρωτόκολλα, από το AAL1 έως το AAL4, αντίστοιχα. Ωστόσο, αργότερα διαπίστωσε ότι οι τεχνικές απαιτήσεις για τις κατηγορίες C και D ήταν τόσο παρόμοιες ώστε τα AAL3 και AAL4 συγχωνεύτηκαν στο AAL3/4. κατόπιν η βιομηχανία των υπολογιστών, που έως τότε κοιμόταν, διαπίστωσε ότι κανένα από αυτά δεν ήταν αρκετά καλό. Έλυσε το αυτό το πρόβλημα ορίζοντας ένα νέο πρωτόκολλο, το AAL5.

2.4.1 Η Δομή Του Στρώματος Προσαρμογής ATM

Το στρώμα προσαρμογής ATM χωρίζεται σε δυο μεγάλα τμήματα, το ένα από τα οποία συχνά χωρίζεται περαιτέρω, όπως φαίνεται στο εικόνα 2.10. Το άνω τμήμα του στρώματος προσαρμογής ATM καλείται υπόστρωμα σύγκλισης (convergence sub layer). Η δουλειά του είναι να παρέχει τη διεπαφή με την εφαρμογή. Αποτελείται από ένα υπόστρωμα που είναι κοινό για όλες τις εφαρμογές (ενός δεδομένου πρωτοκόλλου AAL) και από ένα υπόστρωμα ξεχωριστό για κάθε εφαρμογή. Οι λειτουργίες καθενός από τα δυο τμήματα εξαρτώνται από το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται, αλλά περιλαμβάνουν πλαισίωση μηνυμάτων και τον έλεγχο λαθών.

Υπόστρωμα σύγκλισης (τμήμα του εξαρτάται από την υπηρεσία)
Υπόστρωμα σύγκλισης (κοινό τμήμα)
Υπόστρωμα τεμαχισμού και συναρμολόγησης
Στρώμα ATM
Φυσικό στρώμα

Εικόνα 2.10 το μοντέλο ATM όπου φαίνεται το στρώμα προσαρμογής ATM και τα υποστρώματα του.

Επιπλέον στην αφετηρία, το υπόστρωμα σύγκλισης είναι υπεύθυνο για την αποδοχή των συρμών bit ή των αυθαίρετου μήκους μηνυμάτων από τις εφαρμογές και τη διάσπαση τους σε κομμάτια των 44 έως 48 byte για μετάδοση. Το ακριβές μέγεθος εξαρτάτε από το πρωτόκολλο, αφού κάποια πρωτόκολλα χρησιμοποιούν ένα μέρος του ωφέλιμου φορτίου (των 48 byte) του ATM για τις δικές τους επικεφαλίδες. Στον προορισμό, το υπόστρωμα αυτό συναρμολογεί ξανά τα κελιά ώστε να σχηματιστούν ξανά τα αρχικά μηνύματα. Εν γένει, διατηρούνται τα όρια των μηνυμάτων, όταν αυτά υπάρχουν. Μ' άλλα λόγια, αν η αφετηρία στείλει τέσσερα μηνύματα των 512 byte, αυτά θα φτάσουν ως τέσσερα μηνύματα των 512 byte, όχι ως ένα μήνυμα των 2048 byte. Για συρμούς δεδομένων δεν διατηρούνται όρια μηνυμάτων, αφού δεν υπάρχουν.

Το κατώτερο τμήμα του AAL καλείται υπόστρωμα τεμαχισμού και συναρμολόγησης SAR (Segmentation And reassembly). Μπορεί να προσθέτει επικεφαλίδες και ουρές στις μονάδες δεδομένων που του δίνονται από το υπόστρωμα σύγκλισης, ώστε να σχηματίσει το ωφέλιμο φορτίο των κελιών. Αυτά τα ωφέλιμα φορτία δίνονται μετά στο στρώμα ATM για μετάδοση. Στον προορισμό, το υπόστρωμα SAR ανασυνθέτει τα κελιά σε μηνύματα. Ουσιαστικά, το υπόστρωμα SAR ασχολείται με τα κελιά, ενώ το υπόστρωμα σύγκλισης ασχολείται με τα μηνύματα.

Όταν φτάνει ένα μήνυμα από την εφαρμογή στο AAL, το υπόστρωμα σύγκλισης μπορεί να του δώσει μια επικεφαλίδα ή και μια

ουρά. Το μήνυμα τότε τεμαχίζεται σε κομμάτια των 44 έως 48 byte, τα οποία περνούν στο υπόστρωμα SAR. Το υπόστρωμα SAR μπορεί να προσθέσει τη δική του επικεφαλίδα και τη δική του ουρά σε κάθε κομμάτι και να τα περάσει στο ATM για να μεταδοθούν ως ανεξάρτητα κελιά . προσέξτε ότι η εικόνα δείχνει τη γενικότερη περίπτωση γιατί μερικά από τα πρωτόκολλα έχουν κενές επικεφαλίδες ή και ουρές.

Το υπόστρωμα SAR έχει επίσης κάποιες πρόσθετες λειτουργίες για μερικές (όχι όμως για όλες) κατηγορίες υπηρεσιών. Ειδικότερα μερικές φορές χειρίζεται την ανίχνευση λαθών και την πολυπλεξία. Το υπόστρωμα SAR υπάρχει σε όλες τις κατηγορίες υπηρεσιών αλλά κάνει περισσότερα ή λιγότερα, ανάλογα με το συγκεκριμένο πρωτόκολλο.

Η επικοινωνία μεταξύ των στρωμάτων εφαρμογής και AAL χρησιμοποιεί τα τυποποιημένα στοιχεία υπηρεσίας OSI request και indication, η επικοινωνία μεταξύ των υποστρωμάτων χρησιμοποιεί διαφορετικά στοιχεία υπηρεσίας.

2.4.2 το AAL 1

Το AAL1 είναι το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για την μετάδοση κίνησης κατηγορίας A, δηλαδή, κίνησης πραγματικού χρόνου, σταθερού ρυθμού bit, με σύνδεση , όπως ο ασυμπίεστος ήχος και το βίντεο. Η εφαρμογή τροφοδοτεί τα bit με σταθερό ρυθμό και αυτά πρέπει να μεταφερθούν στο άλλο άκρο με τον ίδιο σταθερό ρυθμό, με την ελάχιστη δυνατή καθυστέρηση, επιβάρυνση και τρέμουλο. Η είσοδος είναι μια ακολουθία bit, χωρίς όρια μηνυμάτων. Γι' αυτήν την κίνηση, δεν χρησιμοποιούνται πρωτόκολλα ανίχνευσης λαθών όπως το stop-and-wait, επειδή δεν είναι αποδεκτές οι καθυστερήσεις που εισάγονται από τις εκπνοές χρόνου και τις αναμεταδόσεις. Παρόλα αυτά, τα αγνοούμενα κελιά αναφέρονται στην εφαρμογή , η οποία πρέπει να λάβει τα δικά της μέτρα για να επανορθώσει τις συνέπειες.

Το AAL1 χρησιμοποιεί το υπόστρωμα σύγκλισης και το υπόστρωμα SAR. Το υπόστρωμα σύγκλισης εντοπίζει τα αγνοούμενα και τα

εσφαλμένως εισαχθέντα κελιά. Επίσης εξομαλύνει την εισερχόμενη κίνηση ώστε να παραδίδει τα κελιά με σταθερό ρυθμό. Τέλος, το υπόστρωμα σύγκλισης σπάει τα εισερχόμενα μηνύματα ή τους εισερχόμενους συρμούς σε μονάδες των 46 ή 47 byte, οι οποίες δίνονται στο υπόστρωμα SAR για μετάδοση. Στην άλλη άκρη, τις εξάγει και ανασυνθέτει από αυτές την αρχική είσοδο. Το υπόστρωμα σύγκλισης του AAL1 δεν έχει δικές του επικεφαλίδες πρωτοκόλλου.

Αντίθετα το υπόστρωμα SAR του AAL1 έχει πράγματι ένα πρωτόκολλο. Οι δομές των κελιών φαίνονται στο εικόνα 2.11 και οι δυο δομές αρχίζουν με επικεφαλίδα του 1 byte που περιέχει τον αύξοντα αριθμώ κελιού SN (Sequence Number) των 3 bit. Αυτό το πεδίο ακολουθείται από πεδίο προστασίας του αύξοντος αριθμού των 3 bit, το SNP (Sequence Number Protection), δηλαδή άθροισμα ελέγχου που καλύπτει τον αύξοντα αριθμό για την διόρθωση των μόνων λαθών και τον εντοπισμό των διπλών λαθών στο πεδίο αρίθμησης. Τέλος ένα bit άρτιας ισοτιμίας που καλύπτει το byte επικεφαλίδας

0	SN	SNP	1 bit αρτ. Ισοτ.	Ωφέλιμο φορτίο 47 byte	
---	----	-----	---------------------	------------------------	--

1	SN	SNP	1 bit αρτ. Ισοτ.	Δείκτης	Ωφέλιμο φορτίο 46 byte
---	----	-----	------------------------	---------	---------------------------

εικόνα 2.11 η δομή του κελιού στο AAL 1.

2.4.3 AAL 2

Για συμπιεσμένο ήχο ή βίντεο, ο ρυθμός είναι δυνατόν να μεταβάλλεται έντονα με το χρόνο. Για παράδειγμα πολύ μηχανισμοί συμπίεσης μεταδίδουν περιοδικά ένα πλήρες πλαίσιο εικόνας και κατόπιν, για αρκετά πλαίσια στέλνουν μόνο τις αλλαγές μεταξύ των

επόμενων πλαισίων και του τελευταίου πλήρες πλαισίου. Όταν η κάμερα είναι ακίνητη και τίποτα δεν κινείται, τα πλαίσια με τις διαφορές είναι μικρά, όταν όμως η κάμερα κινείται γρήγορα, τότε αυτά είναι μεγάλα. Επίσης, πρέπει να διατηρηθούν τα όρια των μηνυμάτων έτσι ώστε να μπορεί να αναγνωριστεί η αρχή του επόμενου πλήρους πλαισίου, ακόμη και στην περίπτωση χαμένων κελιών ή χαλασμένων δεδομένων. Γι' αυτούς τους λόγους, απαιτείται ένα καλύτερο πρωτόκολλο. Το AAL2 σχεδιάστηκε γι' αυτόν τον σκοπό.

Όπως και στο AAL1, το υπόστρωμα CS δεν έχει πρωτόκολλο, αλλά το υπόστρωμα SAR έχει. Η δομή των κελιών του SAR φαίνεται στο εικόνα 2.12. Έχει επικεφαλίδα του 1 byte και ουρά των 2 byte, αφήνοντας χώρο για δεδομένα μέχρι και 45 byte ανά κελί.

SN	IT	Ωφέλιμο φορτίο 45 byte	LI	CRC
----	----	---------------------------	----	-----

εικόνα 2.12 η δομή του κελιού AAL 2

Το πεδίο αύξοντος αριθμός SN(Sequence Number) χρησιμοποιείται για την αρίθμηση των κελιών, ώστε να ανακαλυφθούν αγνοούμενα ή εσφαλμένως εισαχθέντα κελιά. Το πεδίο τύπου πληροφορίας IT (Information Type) χρησιμοποιείται για να δείχνει αν το κελί είναι η αρχή, η μέση ή το τέλος ενός μηνύματος. Το πεδίο ένδειξης μήκους LI (Length Indicator) λέει πόσο μεγάλο, σε byte, είναι το ωφέλιμο φορτίο. Τέλος, το πεδίο CRC είναι άθροισμα ελέγχου για ολόκληρο το κελί, έτσι ώστε να μπορούν να ανακαλυφτούν τα λάθη.

2.4.4 AAL 3 / 4

Αρχικά, η ITU είχε διαφορετικά πρωτόκολλα για τις κατηγορίες C και D, υπηρεσία με σύνδεση και υπηρεσία χωρίς σύνδεση, για την μεταφορά δεδομένων ευαίσθητων ως προς τις απώλειες και τα λάθη, αλλά χωρίς εξάρτηση από τον χρόνο. Η ITU είδε ότι δεν υπάρχει ανάγκη για δυο πρωτόκολλα, έτσι τα συνδύασαν σε ένα, το AAL3 / 4.

Το AAL3/4 μπορεί να λειτουργήσει σε δυο καταστάσεις: αποστολή συρμού και αποστολή μηνύματος. Στην κατάσταση αποστολής μηνύματος, κάθε κλήση από την εφαρμογή προς το AAL3/4 εισάγει ένα μήνυμα στο δίκτυο. Το μήνυμα μεταφέρεται ως έχει, δηλαδή, διατηρούνται τα όρια του. Στην κατάσταση αποστολής συρμού τα όρια δεν διατηρούνται. Εμείς θα επικεντρωθούμε στην κατάσταση αποστολής μηνυμάτων. Σε κάθε κατάσταση βέβαια είναι διαθέσιμες η αξιόπιστη και η αναξιόπιστη μεταφορά.

Μια δυνατότητα του AAL 3/4 που δεν υπάρχει σε κανένα άλλο πρωτόκολλο είναι η πολυπλεξία. Αυτό το χαρακτηριστικό του AAL 3/4 επιτρέπει σε πολλές συνόδους από έναν host να ταξιδεύουν στο ίδιο νοητό κύκλωμα Και να διαχωρίζονται στον προορισμό.

Ο λόγος που είναι επιθυμητή αυτή η δυνατότητα είναι ότι οι τηλεπικοινωνιακοί φορείς συχνά τιμολογούν και την κάθε εγκατάσταση σύνδεσης και το κάθε δευτερόλεπτο διάρκειας της σύνδεσης. Αν δυο host διατηρούν πολλές συνόδους ανοιχτές ταυτόχρονα, το να διατηρεί κάθε μια από αυτές ένα ξεχωριστό νοητό κύκλωμα κοστίζει περισσότερο από την πολυπλεξία τους στο ίδιο κύκλωμα. Αν ένα νοητό κύκλωμα έχει αρκετό εύρος ζώνης για να κάνει τη δουλειά, δεν υπάρχει ανάγκη για περισσότερα. Όλες οι συνόδοι που χρησιμοποιούν το ίδιο νοητό κύκλωμα απολαμβάνουν την ίδια ποιότητα υπηρεσίας, αφού αυτή αποτελεί ξεχωριστό αντικείμενο διαπραγμάτευσης για κάθε νοητό κύκλωμα.

Σε αντίθεση με το AAL 1 και AAL 2, το AAL 3/4 διαθέτει αμφότερα τα πρωτόκολλα υποστρωμάτων CS και SAR. Στο υπόστρωμα CS εισέρχονται από την εφαρμογή μηνύματα σε μέγεθος

έως και 65.535 byte. Αυτά πρώτα συμπληρώνονται μέχρι να σχηματίσουν πολλαπλάσια των 4 byte. Κατόπιν τους προσαρμόζεται επικεφαλίδα και ουρά, όπως φαίνεται στο εικόνα 2.13

PI	Tag	BA Size	Ωφέλιμο φορτίο (1 μέχρι 65.535 byte)	Συμπλήρωμα	tag	Length (0-65.535)
----	-----	---------	---	------------	-----	----------------------

Εικόνα 2-13 η δομή του μηνύματος AAL 3/4 στο υπόστρωμα σύγκλισης

Το πεδίο ένδειξης κοινού μέρους CPI (Common Part Indicator) δίνει τον τύπο του μηνύματος και την μονάδα μέτρησης για τα πεδία διάθεσης χώρου προσωρινής αποθήκευσης, BA size, και μήκους, Length. Τα πεδία Btag και Etag χρησιμοποιούνται για την οριοθέτηση των μηνυμάτων. Τα δυο byte πρέπει να είναι ίσα και αυξάνουν κατά ένα σε κάθε νέα αποστολή μηνύματος. Αυτός είναι ο μηχανισμός που ελέγχει για αγνοούμενα ή εισαχθέντα κελιά. Το πεδίο BA size χρησιμοποιείται για την διάθεση χώρου προσωρινής αποθήκευσης. Λέει στον αποδέκτη πόση μνήμη να διαθέσει για το μήνυμα πριν αυτό φτάσει. Το πεδίο Length δίνει ξανά το μήκος του ωφέλιμου φορτίου. Στην κατάσταση αποστολής μηνύματος αυτό πρέπει να ισούται με το BA size, ενώ κατά την κατάσταση αποστολής συρμού μπορεί να είναι διαφορετικό. Επίσης, η ουρά διαθέτει ένα ακρησιμοποιήτο byte.

Αφού τα υπόστρωμα σύγκλισης συνθέσει το μήνυμα και προσθέσει επικεφαλίδα και ουρά, όπως φαίνεται στο σχ.3.13 περνάει το μήνυμα στο υπόστρωμα SAR, το οποίο και διασπά το μήνυμα σε κομμάτια των 44 byte. Εδώ πρέπει να προσέξουμε ότι για να υποστηρίξει την πολυπλεξία, το υπόστρωμα σύγκλισης είναι δυνατό να συνθέτει, εσωτερικά αρκετά μηνύματα με την μια και να περνάει κομμάτια των 44 byte στο υπόστρωμα SAR, πρώτα από ένα μήνυμα και μετά από κάποιο άλλο, σε οποιαδήποτε σειρά.

Το υπόστρωμα SAR εισάγει κάθε κομμάτι των 44 byte μέσα στο ωφέλιμο φορτίο ενός κελιού του οποίου η μορφή φαίνεται στο 4.14. στη συνέχεια, αυτά τα κελιά μεταδίδονται στον προορισμό προς συναρμολόγηση, μετά την οποία επαληθεύεται το άθροισμα ελέγχου και, εάν χρειασθεί, ακολουθεί κάποια ενέργεια.

T	N	D	Ωφέλιμο φορτίο 44 byte	LI	CRC
---	---	---	------------------------	----	-----

Εικόνα 2-14 η δομή του κελιού του AAL 3/4

Τα πεδία στο κελί του AAL 3/4 έχουν ως εξής. Το πεδίο τύπου τεμαχίου ST (Segment Type) χρησιμοποιείται για την οριοθέτηση των μηνυμάτων. Δείχνει αν το κελί είναι στην αρχή, στη μέση ή στο τέλος του μηνύματος ή αν πρόκειται για μικρό μήνυμα. Ακολουθεί ένας αύξων αριθμός των 4 bit, ο SN (Sequence number), που ανακαλύπτει τα αγνοούμενα και τα εσφαλμένως εισαχθέντα κελιά. Το πεδίο ταυτότητας πολυπλεξίας MID (Multiplexing ID) χρησιμοποιείται για να καταγραφεί τη σύνοδο όπου ανήκει το κάθε κελί. Θυμηθείτε ότι το υπόστρωμα σύγκλισης μπορεί να έχει αποθηκευμένα προσωρινά πολλά μηνύματα, τα οποία να ανήκουν σε διαφορετικές συνόδους, και μπορεί να στέλνει κομμάτια από αυτά τα μηνύματα με οποιαδήποτε σειρά επιθυμεί. Όλα τα κομμάτια μηνυμάτων που ανήκουν στη σύνοδο I περιέχουν το I στο πεδίο MID, έτσι ώστε να μπορέσουν να συναρμολογηθούν σωστά στον προορισμό. Η ουρά περιέχει το μέγεθος του ωφέλιμου φορτίου και το άθροισμα ελέγχου του κελιού.

2.4.5 AAL 5

Τα πρωτόκολλα AAL 1 έως AAL 3/4 σχεδιάστηκαν κυρίως για τις ανάγκες των τηλεπικοινωνιακών οργανισμών και όχι για την βιομηχανία των υπολογιστών. Αυτή με την σειρά της αφού είδε ότι κανένα από τα παραπάνω πρωτόκολλα δεν την ικανοποιούσε, κάθισε και δημιούργησε ένα δικό της πρωτόκολλο. Το απλό αποδοτικό στρώμα προσαρμογής SEAL (Simple Efficient Adaptation Layer), το SEAL στη συνέχεια αποδέχτηκε και το ATM forum και του έδωσε την ονομασία AAL 5.

Το AAL 5 προσφέρει αρκετά είδη υπηρεσιών στις εφαρμογές του. Μια επιλογή είναι η αξιόπιστη υπηρεσία (δηλαδή, εγγυημένη παράδοση με έλεγχο ροής για να αποφευχθούν οι υπερχειλίσεις). μια άλλη επιλογή είναι η αναξιόπιστη υπηρεσία (δηλαδή, παράδοση χωρίς εγγυήσεις), με δυνατότητα επιλογής ως προς το κατά πόσο τα κελιά, όπου στον έλεγχο αθροίσματος εμφανίζονται σφάλματα, θα απορριφθούν ή θα δοθούν ως έχουν στην εφαρμογή (αλλά θα επαναφερθούν ως χαλασμένα). Υποστηρίζονται υπηρεσίες μόνο - μετάδοσης και πολλαπλής διανομής, αλλά η πολλαπλή διανομή δεν υποστηρίζει την εγγυημένη παράδοση.

Όπως και το AAL 3/4, το AAL 5 υποστηρίζει αμφότερες τις καταστάσεις αποστολής μηνύματος και συρμού. Στην κατάσταση αποστολής μηνύματος μια εφαρμογή μπορεί να περάσει ένα δεδομένο-γράφημα, μήκους από 1 έως 65.535 byte, στο στρώμα AAL και να κανονίσει να μεταφερθεί στον προορισμό είτε με εγγύηση είτε με τον όσο το δυνατό καλύτερο τρόπο . με την άφιξη του στο υπόστρωμα σύγκλισης, το μήνυμα συμπληρώνεται και του προστίθεται μια ουρά, όπως φαίνεται και στο εικόνα 2.15. Το μήκος του συμπληρώματος επιλέγεται έτσι ώστε όλο το μήνυμα, μαζί με το συμπλήρωμα και την ουρά, να είναι πολλαπλάσιο των 48 byte. Το AAL 5 δεν έχει επικεφαλίδα του υποστρώματος σύγκλισης, αλλά μόνο μια ουρά τον 8 byte.

Ωφέλιμο φορτίο (1 έως 65.535 byte)	UU		Length	CRC
------------------------------------	----	--	--------	-----

Εικόνα 2-15 η δομή μηνύματος AAL 5 στο υπόστρωμα σύγκλισης.

Το πεδίο από χρήστη σε χρήστη UU (User to User) δεν χρησιμοποιείται από το ίδιο το στρώμα AAL. Αντίθετα, διατίθεται για τις ανάγκες ενός ανώτερου στρώματος, για παράδειγμα την διάταξη πακέτων η την πολυπλεξία. Το ανώτερο αυτό στρώμα μπορεί να είναι το μέρος αυτό του υποστρώματος σύγκλισης που καθορίζεται από τις υπηρεσίες. Το πεδίο length (μήκος) δείχνει το πραγματικό μήκος του ωφέλιμου φορτίου, σε byte, χωρίς το συμπλήρωμα. Η τιμή 0 χρησιμοποιείται για να απορριφθεί το τρέχον μήνυμα στο μέσο της αποστολής του. Το πεδίο CRC είναι το τυποποιημένο άθροισμα ελέγχου των 32 bit και καλύπτει όλο το μήνυμα, μαζί με το συμπλήρωμα και την ουρά. Ένα πεδίο 8 Bit στην ουρά έχει δεσμευτεί για μελλοντική χρήση.

Το μήνυμα παραδίδεται με το πέρασμα του στο υπόστρωμα SAR, το οποίο δεν προσθέτει επικεφαλίδες ή ουρές. Αντίθετα σπάει το μήνυμα σε μονάδες των 48 byte και περνάει την κάθε μια στο στρώμα ATM για μετάδοση. Λέει επίσης στο στρώμα ATM να ενεργοποιήσει ένα bit στο πεδίο PTI του τελευταίου κελιού, έτσι ώστε να διατηρηθούν τα όρια του μηνύματος. Εδώ θα λέγαμε ότι είναι μια λανθασμένη μίξη των πρωτοκόλλων των στρωμάτων, επειδή το στρώμα AAL δεν θα έπρεπε να χρησιμοποιεί bit της επικεφαλίδας του στρώματος ATM.

Το σπουδαιότερο πλεονέκτημα του AAL 4 έναντι του AAL 3/4 είναι η πολύ μεγαλύτερη αποδοτικότητα. Ενώ το AAL 3/4 προσθέτει μόνο 8 byte ανά μήνυμα, προσθέτει επίσης 4 byte ανά κελί, μειώνοντας τη χωρητικότητα για το ωφέλιμο στα 44 byte, μια απώλεια της τάξης του 8% για μεγάλα μηνύματα. Το AAL 5 έχει μια ελαφρώς μεγαλύτερη ουρά ανά μήνυμα, όμως δεν επιβαρύνει κάθε κελί. Η έλλειψη αύξοντος αριθμού στα κελιά αντισταθμίζεται από το μεγαλύτερο άθροισμα ελέγχου, το οποίο μπορεί να εντοπίσει

αγνοούμενα ή εσφαλμένως εισαχθέντα κελιά χωρίς να χρησιμοποιεί αύξοντες αριθμούς.

2.4.6 Σύγκριση Των Πρωτοκόλλων

Η συνολική εντύπωση που δίνει το AAL είναι ότι υπάρχουν υπερβολικά πολλές παραλλαγές με πάρα πολλές επουσιώδεις διαφορές και ότι η δουλειά έμεινε μισοτελειωμένη. Οι τέσσερις αρχικές κατηγορίες υπηρεσιών A,B,C και D έχουν ουσιαστικά εγκαταλειφθεί. Το AAL 1 μάλλον δεν χρειάζεται, το AAL 2 δεν λειτουργεί σωστά, τα AAL 3 και AAL 4 δεν πρόλαβαν να χρησιμοποιηθούν και το AAL 3/4 είναι αναποτελεσματικό και έχει υπερβολικά μικρό πεδίο αθροίσματος ελέγχου.

Για το μέλλον είναι το AAL 5, αλλά και αυτό επιδέχεται βελτίωσης. Τα μηνύματα του AAL 5 θα έπρεπε να είχαν έναν αύξοντα αριθμό καθώς και ένα bit που θα ξεχώριζε τα δεδομένα από τα μηνύματα ελέγχου, ώστε να μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως αξιόπιστο πρωτόκολλο μεταφοράς. Υπάρχει ακόμα διαθέσιμος και ακρησιμοποιήτος χώρος στην ουρά για αυτά. Όπως έχουν τώρα τα πράγματα, για αξιόπιστη μεταφορά, απαιτείται η πρόσθετη επιβάρυνση ενός στρώματος μεταφοράς από πάνω του, ενώ αυτό θα μπορούσε να έχει αποφευχθεί. Παρακάτω βλέπουμε μια σύγκριση των πρωτοκόλλων στο εικόνα 2.16.

Θέμα	AAL 1	AAL 2	AAL 3/4	AAL 5
Κατηγορία υπηρεσίας	A	B	C/D	C/D
Πολυπλεξία	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι
Οριοθέτηση μηνύματος	Κανένα	Κανένα	Btag/Etag	Bit στο PFI
Προκαταβολική διάθεση	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι

προσωρινού χώρου αποθήκευσης				
Διαθέσιμα byte για τον χρήστη	0	0	0	1
Συμπλήρωμα CS	0	0	Σε λέξεις των 32 bit	0-47 byte
Επιβάρυνση πρωτοκόλλου CS (byte)	0	0	8	8
Άθροισμα ελέγχου CS	Κανένα	Κανένα	Κανένα	32 bit
Ωφέλιμο φορτίο SAR σε byte	46-47	45	44	48
Επιβάρυνση πρωτοκόλλου SAR (byte)	1-2	3	4	0
Άθροισμα ελέγχου SAR	Κανένα	Κανένα	10 bit	Κανένα

Εικόνα 2-16 μερικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων πρωτοκόλλων AAL

2.4.7 SSCOP

Παρά τον μεγάλο αριθμό όλων αυτών των πρωτοκόλλων, κανένα από αυτά δεν προσφέρει απλές και αξιόπιστες από άκρο σε άκρο συνδέσεις μεταφοράς. Για τις εφαρμογές στις οποίες αυτό απαιτείτε, υπάρχει ένα άλλο πρωτόκολλο AAL: το **καθορισμένο από την υπηρεσία πρωτόκολλο με σύνδεση SSCOP (Service Specific Connection Oriented Protocol)**. Παρόλα αυτά, το SSCOP χρησιμοποιείται μόνο για τον έλεγχο και όχι για την μετάδοση των δεδομένων.

Οι χρήστες του SSCOP στέλνουν μηνύματα, στο κάθε ένα από τα οποία δίνεται ένας αύξων αριθμός των 24 bit. Τα μηνύματα μπορούν να έχουν έως 64 Kbytes και δεν τεμαχίζονται. Πρέπει να παραδοθούν με τη σωστή σειρά. Σε αντίθεση με άλλα αξιόπιστα

πρωτόκολλα μεταφοράς, τα χαμένα μηνύματα πάντοτε αναμεταδίδονται με επιλεκτική επανάληψη αντί με go back n.

Το SSCOP είναι βασικά ένα δυναμικό πρωτόκολλο ολισθαίνοντος παραθύρου. Για κάθε σύνδεση, ο αποδέκτης διατηρεί ένα παράθυρο που περιέχει τους αύξοντες αριθμούς των μηνυμάτων που πρόκειται να λάβει, καθώς και μια αντιστοιχία bit που καταγράφει αυτά που έχει ήδη λάβει. Το μέγεθος αυτού του παραθύρου μπορεί να αλλάζει κατά τη διάρκεια λειτουργίας του πρωτοκόλλου.

Αυτό που κάνει το SSCOP ασυνήθιστο είναι ο τρόπος που χειρίζεται τις επαληθεύσεις: δεν υπάρχουν εμβόλιμες επαληθεύσεις. Αντί αυτών, ο αποστολέας περιοδικά βολιδοσκοπεί τον αποδέκτη και του ζητά να στείλει πίσω την αντιστοιχία bit που περιγράφει την κατάσταση του παραθύρου. Βάσει του αποτελέσματος, ο αποστολέας απορρίπτει μηνύματα που έχουν ήδη παραληφθεί και ενημερώνει το δικό του παράθυρο.

2.5 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΣΤΟ ATM

Η ποιότητα υπηρεσίας είναι ένα σημαντικό θέμα για τα δίκτυα ATM, εν μέρη επειδή χρησιμοποιούνται για κίνηση πραγματικού χρόνου, όπως ο ήχος και το βίντεο. Όταν εγκαθίστανται ένα νοητό κύκλωμα, τόσο το στρώμα μεταφοράς όσο και το στρώμα δικτύου ATM πρέπει να συντονίσουν πάνω σε μια σύμβαση που θα καθορίζει την υπηρεσία. Στην περίπτωση ενός δημοσίου δικτύου, αυτή η σύμβαση μπορεί να έχει νομικές επιπτώσεις.

Η σύμβαση μεταξύ του πελάτη και του δικτύου αποτελείται από τρία μέρη:

1. την κίνηση που θα προσφέρει.
2. την υπηρεσία που συμφωνήθηκε.
3. τις απαιτήσεις συμμόρφωσης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η σύμβαση μπορεί να είναι διαφορετική για κάθε κατεύθυνση. Για μια εφαρμογή βίντεο-ζήτησης, το απαιτούμενο εύρος ζώνης από το τηλεχειριστήριο του χρήστη προς τον εξυπηρετητή βίντεο μπορεί να είναι 1200 bps. Προς την άλλη κατεύθυνση μπορεί να είναι 5 Mbps. Πρέπει να συμφωνηθεί ότι εάν ο πελάτης και ο φορέας δεν συμφωνήσουν ως προς τους όρους ή αν ο φορέας δεν μπορεί να παρέχει την επιθυμητή υπηρεσία, το νοητό κύκλωμα δεν θα εγκατασταθεί.

Το πρώτο μέρος της σύμβασης είναι ο **περιγραφέας κίνησης (traffic descriptor)**. Χαρακτηρίζει το φορτίο που θα προσφέρει. το δεύτερο μέρος της σύμβασης καθορίζει την ποιότητα υπηρεσίας που είναι επιθυμητή από τον πελάτη και αποδεκτή από τον φορέα. Τόσο το φορτίο όσο και η υπηρεσία θα πρέπει να εκφραστούν με όρους μετρήσιμων ποσοτήτων, έτσι ώστε η συμμόρφωση (compliance) να μπορεί να προσδιορίσει αντικείμενα. Το να πούμε απλά «λογικό φορτίο» ή «καλή υπηρεσία» δεν αρκεί.

Για να είναι δυνατό να έχουμε στέρεες συμβάσεις, το πρότυπο ATM ορίζει έναν αριθμό από παραμέτρους **ποιότητας υπηρεσίας QOS (Quality of Service)**, τις τιμές των οποίων ο πελάτης και ο φορέας μπορούν να διαπραγματευτούν. Για κάθε παράμετρο ποιότητας υπηρεσίας, προσδιορίζεται η χειρότερη περίπτωση επίδοσης που ο φορέας καλείται να ικανοποιήσει ή ξεπεράσει. Σε μερικές περιπτώσεις, η παράμετρος είναι ένα ελάχιστο, σε άλλες είναι ένα μέγιστο. Και πάλι, εδώ η ποιότητα υπηρεσίας καθορίζεται χωριστά για κάθε κατεύθυνση. μερικές από τις σπουδαιότερες παραμέτρους απαριθμούνται στο εικόνα 2.17, αλλά δεν είναι όλες εφαρμόσιμες σε όλες τις κατηγορίες υπηρεσιών.

Οι τρεις πρώτες παράμετροι προσδιορίζουν το πόσο γρήγορα θέλει να μεταδώσει ο χρήστης. Ο **μέγιστος ρυθμός κελιών PCR (Peak Cell Rate)** είναι το μέγιστο που σκοπεύει να χρησιμοποιήσει ο αποστολέας. Αυτή η παράμετρος μπορεί να είναι χαμηλότερη από ότι επιτρέπει το εύρος ζώνης της γραμμής. Εάν ο αποστολέας σκοπεύει να στείλει ένα κελί κάθε 4 μsec, το PCR του είναι 250.000

κελιά \sec, ακόμη και αν ο πραγματικός χρόνος μετάδοσης κελιών είναι 2,7 μ sec.

Ο **αδιάπτωτος ρυθμός κελιών SCR (Sustained Cell Rate)** είναι ο αναμενόμενος ή ο απαιτούμενος ρυθμός κελιών υπολογιζόμενος για μεγάλο χρονικό διάστημα. Για κίνηση CBR, το SCR θα ισούται με το PCR, αλλά για όλες τις άλλες κατηγορίες υπηρεσιών, θα είναι σημαντικά χαμηλότερο. Ο λόγος PCR/SCR είναι ένα μέτρο για το πόσο καταγιτιστική είναι η κίνηση.

Ο **ελάχιστος ρυθμός κελιών MCR (Minimum Cell Rate)** είναι το ελάχιστο που θεωρεί αποδεκτό ο πελάτης. Εάν ο φορέας δεν είναι σε θέση να εγγυηθεί ότι θα προσφέρει αυτό το εύρος ζώνης, θα πρέπει να απορρίψει τη σύνδεση. Όταν ζητείται υπηρεσία ABR, το πραγματικό εύρος ζώνης που χρησιμοποιείται πρέπει να εκτείνεται μεταξύ MCR και PCR, αλλά μπορεί να διαφέρει δυναμικά κατά την διάρκεια της σύνδεσης. Εάν ο πελάτης και ο φορέας συμφωνήσουν να θέσουν το MCR στο 0, τότε η υπηρεσία ABR γίνεται παρόμοια με την υπηρεσία UBR.

Η **ανοχή στη διακύμανση καθυστέρησης κελιών CDVT (Cell Delay Variation Tolerance)** πληροφορεί για το πόσο θα κυμαίνονται οι χρόνοι μετάδοσης κελιών. Προσδιορίζεται ξεχωριστά για το PCR και το SCR. Για μια τέλεια πηγή που λειτουργεί στο PCR, κάθε κελί θα εμφανίζεται ακριβώς $1/PCR$ μετά το προηγούμενο. Κανένα κελί δεν θα έρχεται νωρίτερα και κανένα αργότερα, ούτε ακόμη κατά ένα μ sec. Για μια πραγματική πηγή που δουλεύει στο PCR, θα υπάρξει κάποια διακύμανση στους χρόνους μετάδοσης κελιών. Το ερώτημα είναι το εξής: πόση διακύμανση είναι αποδεκτή; Μπορεί ένα κελί να έρθει ένα μ sec νωρίτερα; Τι γίνεται αν έρθει 30 sec νωρίτερα; Το CDVT ελέγχει την αποδεκτή διακύμανση χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο διαρρέοντος κάδου.

Οι επόμενες τρεις παράμετροι περιγράφουν χαρακτηριστικά του δικτύου και μετριοούνται στον δέκτη. Είναι και οι τρεις διαπραγματεύσιμες. Το **ποσοστό απώλειας κελιών CLR (Cell Loss Ratio)** είναι προφανές. μέτρα το ποσοστό των μεταδοθέντων κελιών

που δεν έχουν παραδοθεί καθόλου ή έχουν παραδοθεί τόσο αργά ώστε να είναι άχρηστα. Η **καθυστέρηση μεταφοράς κελιών CTD (Cell Transfer Delay)** είναι ο μέσος χρόνος μετάδοσης από την πηγή στον προορισμό. Η **διακύμανση καθυστέρησης κελιών CDV (Cell Delay Variation)** μετρά το πόσο ομοιόμορφα παραδίδονται τα κελιά.

Οι τελευταίες τρεις παράμετροι QOS καθορίζουν χαρακτηρίσθηκα του δικτύου. Εν γένει δεν είναι διαπραγματεύσιμες. Το **ποσοστό λανθασμένων κελιών CER (Cell Error Ratio)** είναι το ποσοστό κελιών που παραδίδονται με ένα ή περισσότερα bit χαλασμένα. Το **ποσοστό ομάδων κελιών με σοβαρό λάθος SECBR (Severely-Errored Cell Block Ratio)** είναι το ποσοστό των ομάδων N κελιών εκ των οποίων M ή περισσότερα περιέχουν λάθος. Τελικά, ο **ρυθμός εσφαλμένης εισαγωγής κελιών CMR (Cell Misinsertion rate)** είναι ο αριθμός κελιών ανά sec που παραδίδονται σε λανθασμένο προορισμό εξ αιτίας λάθους της επικεφαλίδας που δεν ανιχνεύτηκε.

Το τρίτο μέρος της σύμβασης κίνησης καθορίζει το τι σημαίνει υπακοή στους κανόνες. Εάν ο πελάτης στείλει ένα κελί πολύ νωρίς, ακυρώνεται έτσι η σύμβαση; Εάν ο φορέας αποτύχει να ικανοποιήσει έναν από τους στόχους ποιότητας που έχει ορίσει για πεδίο 1 sec, μπορεί ο πελάτης να κάνει μήνυση; Ουσιαστικά, αυτό το μέρος της σύμβασης αποτελεί σημείο διαπραγμάτευσης ανάμεσα στις δυο πλευρές και ορίζει την αυστηρότητα τήρησης των δυο πρώτων μερών.

Τα μοντέλα ποιότητας υπηρεσίας του ATM και του internet διαφέρουν κάπως, κάτι που έχει αντίκτυπο στις αντίστοιχες υλοποιήσεις τους. Το μοντέλο ATM βασίζεται αυστηρά στις συνδέσεις, ενώ το μοντέλο internet χρησιμοποιεί δεδομένο-γραφήματα και ροές.

Παράμετρος	Ακρωνύμιο	Σημασία
Μέγιστος ρυθμός κελιών	PCR	Μέγιστος ρυθμός με τον οποίο θα σταλούν τα κελιά
Αδιάπτωτος ρυθμός κελιών	SCR	Ο (μακροπρόθεσμος) μέσος ρυθμός κελιών
Ελάχιστος ρυθμός κελιών	MCR	Ο ελάχιστος αποδεκτός ρυθμός κελιών
Ανοχή στη διακύμανση καθυστέρησης κελιών	CDVT	Το μέγιστο αποδεκτό τρέμουλο
Ποσοστό απώλειας κελιών	CLR	Ποσοστό χαμένων ή καθυστερημένων κατά πολύ κελιών
Καθυστερήση μεταφοράς κελιών	CTD	Πόσο χρόνο χρειάζεται η παράδοση (μέσο και μέγιστο)
Διακύμανση καθυστέρησης κελιών	CDV	Η διακύμανση του χρόνου παράδοσης των κελιών
Ποσοστό λανθασμένων κελιών	CER	Ποσοστό κελιών που παραδίδονται χωρίς λάθος
Ποσοστό ομάδας κελιών με σοβαρό λάθος	SECBR	Ποσοστό καλασμένων ομάδων κελιών
Ρυθμός εσφαλμένης εισαγωγής κελιών	CMR	Ποσοστό κελιών που παραδίδονται σε λάθος προορισμό

Εικόνα 2.17 μερικές από τις παραμέτρους ποιότητας υπηρεσίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3°

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΑΤΜ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Προτού αναφερθούμε στην αρχιτεκτονική του ασύρματου ΑΤΜ και γενικότερα στο ΑΤΜ θα ήταν σωστό να επισημάνουμε το λόγο που αυτό κυριαρχεί σε σχέση με άλλες τεχνολογίες μεταφοράς δεδομένων. Ο λόγος είναι ότι θεωρείται η βάση του Β-ISDN, αφού υποστηρίζει μια σειρά υπηρεσιών. Θεωρητικά οποιαδήποτε κατάλληλη τεχνολογία δικτύων θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να ικανοποιήσει τις υπηρεσίες του. Εν τούτοις, μόνο ένας σοβαρός υποψήφιος υπάρχει σήμερα για μια τεχνολογία η οποία στηρίζει τα ευρυζωνικά δίκτυα, ο τρόπος ασύγχρονης μεταφοράς (ΑΤΜ) ο οποίος έχει προκύψει ως αδιαφιλονίκητος πρωτοπόρος της τεχνολογίας. Έχουμε φτάσει μάλιστα στο σημείο όπου η έννοια των ευρυζωνικών δικτύων είναι σχεδόν συνώνυμη με το ΑΤΜ και μόνο ένας μάλλον τεχνητός διαχωρισμός μεταξύ αυτών των δύο εννοιών είναι δυνατός. Και οι δύο έννοιες αναφέρονται σε ψηφιακό δίκτυο πολλαπλών υπηρεσιών που είναι βασισμένο στην τεχνολογία του ΑΤΜ, και περιλαμβάνουν τις πλήρεις ικανότητες και τη σηματοδότηση ελέγχου που συνδέονται χαρακτηριστικά με την έννοια Β-ISDN. Συμπερασματικά λοιπόν θα λέγαμε ότι το ΑΤΜ είναι το στήριγμα του Β-ISDN.

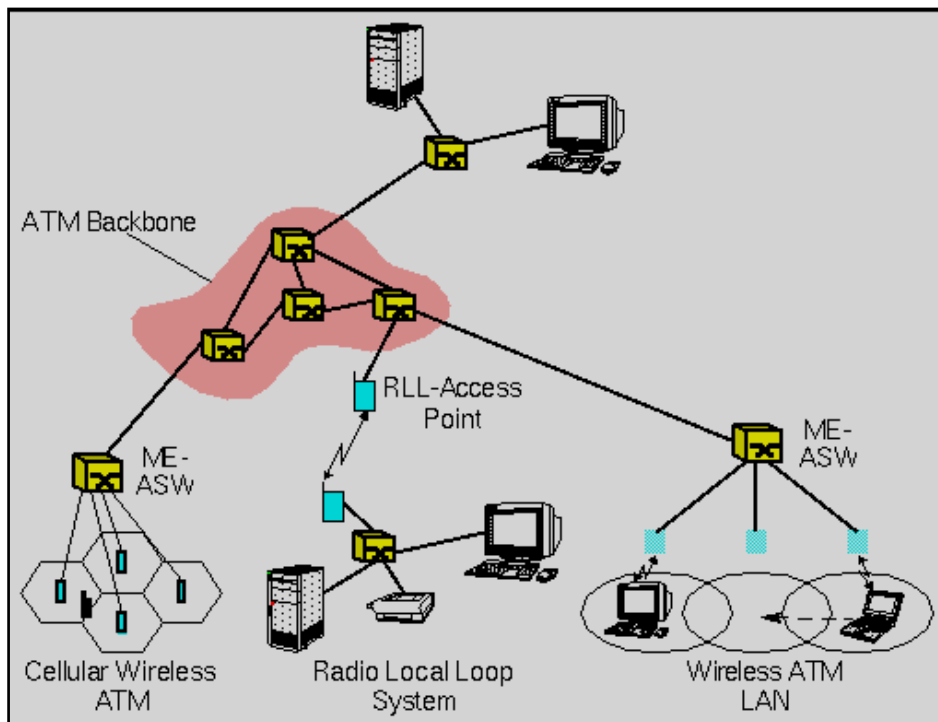
Το ασύρματο ΑΤΜ είναι μια νέα τεχνολογία δικτύων που συνδυάζει τις πολλαπλές υπηρεσίες και τις ικανότητες πολυμέσων του ΑΤΜ με την κινητικότητα χρηστών και την δυνατότητα πρόσβασης.

Σήμερα η απαίτηση για broadband ασύρματα δίκτυα τα οποία υποστηρίζουν προχωρημένες εφαρμογές πολυμέσων σε ένα ποικίλο

περιβάλλον χρηστών και συσκευών. Ενώ οι ενσύρματες τεχνολογίες δικτύων, όπως το ATM παρέχουν ποιότητα υπηρεσιών (Quality of Service (QoS)), τα ασύρματα κυψελοειδή συστήματα και τα ασύρματα LANs δεν είναι βέβαιο ότι μπορούν να επιτύχουν τους στόχους αυτού και τις μελλοντικές απαιτήσεις.

Φυσικά η ομάδα εργασίας του ασύρματο ATM του ATM Forum προτείνει διάφορα πρωτόκολλα. Το **ETSI BRAN** (Broadband Radio Access Network) επιχειρεί να θέσει τα στάνταρτ για την ασύρματη πρόσβαση. Παράλληλα και άλλες εταιρείες αναπτύσσουν παρόμοιες τεχνολογίες και πρότυπα για το ασύρματο ATM.

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται μια ποικιλία σεναρίων και εφαρμογών που αλληλεπιδρούν με το wireless ATM. Το ασύρματο ATM μπορεί να καλύψει περιοχές όπως πόλεις και να επιτρέψει στους χρήστες να κάνουν roaming σε μια σχετικά μεγάλη περιοχή από μια καλυπτόμενη σε άλλη περιοχή. Οι χρήστες στο ασύρματο ATM συνδέονται μόνο μέσω του δικού τους access point. Όταν εννοούμε access point να αναφέρουμε ότι είναι σαν να έχει ο κάθε χρήστης το προσωπικό modem του για να μπορεί να συνδεθεί στο δίκτυο. Δηλαδή αναλαμβάνει τους χρήστες που συνδέονται ασύρματα στο δίκτυο μέσω μιας wireless κάρτας να τους ενώσει με ένα switch το οποίο στην συνέχεια θα τους συνδέσει στο διαδίκτυο ή ακόμα και σε ένα τοπικό δίκτυο.



Εικόνα 3.1: Επικοινωνία και πρόσβαση μέσω διαφορετικών Ασύρματων Τεχνολογιών

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε στα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται ώστε να επιτευχθεί η επικοινωνία μεταξύ του χρηστή ο οποίος προσπαθεί ασύρματα να επικοινωνήσει με κάποιον άλλον χρηστή, όπως με την αποστολή ενός e-mail ή με τη λήψη δεδομένων από ένα απομακρυσμένο server. Βέβαια η τεχνολογία του ασύρματου ATM έχει αρχίσει να εφαρμόζεται τα τελευταία χρόνια. Λόγω των υψηλών ταχυτήτων που μπορεί να προσφέρει ειδικότερα σε θέματα μεταφοράς εικόνας, ήχου καθώς και να παρέχει εγγύηση ποιότητας (Qos) υπηρεσιών. Επειδή όπως αναφέραμε η τεχνολογία του ασύρματου ATM είναι καινούργια υπάρχουν πολλές απόψεις για το πώς υλοποιείται η αρχιτεκτονική του. Κυρίως βασίζεται στην αρχιτεκτονική του ενσύρματου ATM με την διαφορά ότι έχει ενσωματωθεί ένα ακόμα πρωτόκολλο για την ασύρματη μετάδοση.

Για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε και να δώσουμε μια λεπτομερή προσέγγιση στο ασύρματο ATM και στον τρόπο λειτουργίας του, θα πρέπει να εξηγήσουμε και αναλύσουμε τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στις ασύρματες επικοινωνίες. Είναι βέβαια αλήθεια ότι οι ασύρματες τεχνολογίες παρουσιάζουν πολλά προβλήματα η υλοποίησής τους δύσκολη γι αυτό τα ασύρματα δίκτυα διανύουν τα πρώτα χρόνια της ζωής του, ιδιαίτερα το ασύρματο ATM. Δυσκολίες

δημιουργούνται λόγω του περιβάλλοντος, υπερφόρτωση του δικτύου, η λόγω της κινητικότητας του χρηστή.

Οι τεχνικές ασύρματων επικοινωνιών που χρησιμοποιούνται στη πολυπλεξία είναι:

α) η τεχνολογία **«πολλαπλής πρόσβασης με διαίρεση συχνότητας»**(**F**requency **D**ivision **M**ultiple **A**ccess),

β) η τεχνολογία **«πολύπλεξης με διαίρεση τον χρόνο»** **T**ime **D**ivision **M**ultiple **A**ccess (TDMA) τεχνολογία και

γ) το σύστημα **«πολλαπλή πρόσβαση με διαίρεση κώδικα»** (**C**ode **D**ivision **M**ultiple **A**ccess). Οι τεχνικές ασύρματων τεχνολογιών που θα χρησιμοποιηθούν σε ένα δίκτυο εφαρμόζονται ανάλογα με τις ανάγκες και τις απαιτήσεις που θα έχουμε από το δίκτυο.

ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

3.1 Τεχνολογία FDMA

Η τεχνική της πολλαπλής πρόσβασης με διαίρεση συχνότητας χρησιμοποιήθηκε ευρέως στα παλαιά τηλεφωνικά και ασύρματα συστήματα επικοινωνίας πολλαπλών χρηστών και είναι η πιο διαισθητική μέθοδος καταμερισμού ενός κοινού πόρου. Εάν ένα κανάλι έχει εύρος ζώνης μετάδοσης “X Hz” και αν ο χρηστής χρησιμοποιεί εύρος ζώνης “Y Hz” για τον απαιτούμενο ρυθμό πληροφορίας τότε το κανάλι θα μπορεί θεωρητικά να υποστηρίξει X Y χρηστές ταυτόχρονα. Αυτό υλοποιείται αν εφαρμόσουμε διαμόρφωση διέλευσης ζώνης και τοποθετώντας τον κάθε χρηστή σε μια από τις διαδοχικές θέσεις, στις οποίες μπορεί να χωριστεί το συνολικό εύρος ζώνης.

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουμε είναι οι μεγάλες διακυμάνσεις της ισχύος σήματος που λαμβάνεται από χρηστές σε διαφορετικές θέσεις συχνότητας λόγω ενός φαινομένου που

ονομάζεται φαινόμενο «κοντινής-μακρινής » διαδρομής. Πιο περιληπτικά εάν ο χρήστης βρίσκεται πολύ κοντά στο σταθμό βάσης του συστήματος τότε θα δημιουργήσει ένα σήμα πιο έντονο από κάποιο άλλο χρήστη που βρίσκεται στα όρια του λήψης του σταθμού.

Επίσης να αναφερθεί ένα ακόμα μειονέκτημα της τεχνολογίας **FDMA** είναι ότι αυτή η ασύρματη τεχνολογία είναι επιρρεπής στην επιλεκτική διάλειψη συχνότητας, η οποία μπορεί να επηρεάσει κάποια θυρίδα συχνότητας και έτσι να υπάρξει κάποια απώλεια του σήματος του συγκεκριμένου χρήστη σε παροδική συνθήως βάση.

3.2 Τεχνολογία CDMA

Τα συστήματα πολλαπλής πρόσβασης με διαίρεση κώδικα έχουν σχεδόν χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά από το στρατό για την πραγματοποίηση απόρρητων ραδιοεπικοινωνιών σε συνθήκες υψηλών παρεμβολών.

Βέβαια τα τελευταία η ανοχή που εμφανίζουν τα συστήματα **CDMA** σε εφαρμογές πολλαπλών χρήσεων και η καλή τους φασματική απόδοση τα έχουν καταστήσει καλές επιλογές για επιλογές κυψελωτής μορφής .

Υπάρχουν δυο ξεχωριστά σήματα **CDMA** τα οποία ονομάζονται α) **CDMA** Ευθείας Ακολουθίας (Direct Sequence) **CDMA** με Άλματα Συχνοτήτων (Frequency Hopping). Και τα δυο αυτά συστήματα προβλέπουν εύρος ζώνης εκπομπής πολλαπλάσιο αυτού που απαιτείται από ένα χρήστη και την ενέργεια σήματος του κάθε χρήστη να είναι διασπαρμένη στο ευρύ αυτό κανάλι. Γι αυτό οι παραπάνω τεχνικές ονομάζονται συχνά συστήματα διευρυμένου φάσματος.

3.2.1 CDMA ΜΕ ΑΛΜΑΤΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ

Η μέθοδος των αλμάτων συχνότητας συνίσταται στην μετακίνηση των σημάτων στενής ζώνης των διάφορων χρηστών και τη συνεχή αλλαγή της θέσης της συχνότητας ως προς τον χρόνο. Σε ένα περιβάλλον όπου υπάρχει επιλεκτική διάλειαση της συχνότητας το πλεονέκτημα της αλλαγής συχνότητας μπορεί να διασφαλίσει ότι ποτέ δεν πρόκειται το σήμα κάποιου χρηστή να παραμείνει σε κατάσταση επιλεκτικής διάλειασης. Επίσης για να εξασφαλιστεί ότι δεν υπάρχει περίπτωση να μεταπηδήσουν δυο χρηστές στην ίδια περιοχική συχνότητων ταυτόχρονα με αποτέλεσμα τα σήματα τους να αλληλο-παραεμβάλλονται θα πρέπει οι συχνότητες των διαθέσιμων φορέων να είναι κατανεμημένες με βάση κάποια προκαθορισμένη σειρά ή κώδικα. Πολλές εταιρείες αναπτύσσουν τον δικό τους αλγόριθμο ακολουθίας αναπηδήσεων, για τους οποίους εγγυώνται ότι δυο πομποί δεν θα αναπηδήσουν την ίδια χρονική στιγμή στην ίδια συχνότητα.

Ένα παράδειγμα ενός συστήματος **FH-CDMA** είναι το **GTI Geonet** που αποτελεί ένα δημόσιο και ιδιωτικό σύστημα αμφίδρομης ασύρματης επικοινωνίας. Το προϊόν αυτό χρησιμοποιεί κανάλια των 25kHz που εκπέμπουν με ρυθμό 36.9kbps χρησιμοποιώντας διαμόρφωση π/4 QPSK.

3.2.2 CDMA ΕΥΘΕΙΑΣ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑΣ

Στην πολύπλεξη **CDMA** Ευθείας Ακολουθίας τα σήματα στενής ζώνης που προέρχονται από τους επιμέρους χρηστές διευρύνονται με συνεχή και ομαλό τρόπο ώστε να καταλάβουν ένα μεγάλο εύρος ζώνης, με την χρήση μιας ακολουθίας διεύρυνσης. Το σήμα ευρείας ζώνης που χρησιμοποιείται για την διεύρυνση του σήματος του χρηστή δημιουργείται από μια γεννήτρια ψευδο-τυχαίας ακολουθίας το οποίο λειτουργεί σε πολύ μεγάλη συχνότητα ωρολογίου, η οποία λέγεται ρυθμός τεμαχισμού (chipping rate).

Η πρόσβαση από πολλούς χρηστές επιτυγχάνεται στην **CDMA** ευθείας ακολουθίας εκχωρώντας στον κάθε χρηστή ένα διαφορετικό κώδικα διεύρυνσης , ή διαφορετικό χρονοισμό με το ίδιο κώδικα διεύρυνσης. Στον δεκτή θα ανιχνευτεί μόνον η ενέργεια που έχει διασπαστεί από το συγκεκριμένο κώδικα διεύρυνσης που χρησιμοποιήθηκε και στον πομπό. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι χρηστές να μπορούν να συνυπάρχουν ταυτόχρονα και στο ίδιο εύρος ζώνης μέσα στο κανάλι.

Ένα πλεονέκτημα και ίσως το κυριότερο τους συστήματος πολλαπλής πρόσβασης με διαίρεση κώδικα είναι ότι σε ένα σύστημα με πολλούς χρηστές υπάρχει η ευελιξία παροχής μεταβαλλόμενων ρυθμών εκπομπής στον κάθε χρηστή.. δηλαδή κάθε χρηστής που ανήκει στο σύστημα **CDMA** διευρυμένου φάσματος μπορεί να αυξήσει το ρυθμό διαμόρφωσης και το τοπικό εύρος διαμόρφωσης στενής ζώνης χωρίς να επηρεάζει άλλους χρηστές παράλληλα.

Ένα μειονέκτημα της τεχνολογίας **CDMA** ότι όταν η διεύρυνση σημάτων είτε γίνεται με άλματα συχνότητας είτε με ευθεία ακολουθία έχει το κόστος ότι δημιουργεί προσθετές σημαντικές επεξεργασίες σήματος. Επίσης να αναφέρουμε ότι η **CDMA** απαιτεί ύπαρξη μεγάλου εύρους ζώνης και χωρίς ασυνέχειες ώστε να διασφαλιστεί ότι θα υπάρξει ικανοποιητική διεύρυνση.

3.3 Τεχνολογία TDMA

Η βασική αρχή λειτουργίας της Πολύπλεξης με Διαίρεση Χρόνου (Time Division Multiple Access) είναι ότι ο χρηστής έχει πρόσβαση σε ένα μόντεμ που λειτουργεί με ρυθμό αρκετές φορές γρηγορότερο από αυτόν που απαιτείται για την αποστολή δεδομένων δηλαδή μπορεί να αποστείλει πληροφορία μέσω μιας χρονοθυρίδας που είναι μικρότερη από την ελάχιστη διάρκεια του μηνύματος του. Όποτε μας δημιουργείται η δυνατότητα να παραχωρήσουμε σ' άλλους χρηστές παραπλήσιες χρονοθυρίδες μέσα στο ίδιο κανάλι.

Βέβαια αυτό παρουσιάζει ένα σημαντικό πρόβλημα το οποίο εμφανίζεται και στη τεχνολογία **FDMA**. Σε πολλά συστήματα **TDMA** παραχωρείται μια χρονοθυρίδα είτε αυτό απαιτείται είτε όχι κατά την διάρκεια της επικοινωνιακής τους ζεύξης. Έτσι μια πιθανή διαθέσιμη χωρητικότητα ενός καναλιού να μένει αναξιοποίητη αφού για μεγάλα χρονικά διαστήματα ο χρήστης μπορεί να μη μεταφέρει πληροφορία.

Όπως και στην περίπτωση **FDMA** το ασύρματο περιβάλλον επιβάλλει περιορισμούς στην τεχνική **TDMA**. Υπάρχει και πάλι το φαινόμενο κοντινής –μακρινής διαδρομής καθώς και το φαινόμενο της καθυστέρησης. Ένα σήμα σε ένα απομακρυσμένο χρήστη καθυστερεί να φθάσει στο σταθμό βάσης σε σύγκριση με ένα σήμα ενός κοντινού χρήστη. Για να αντιμετωπιστούν αυτές οι καθυστερήσεις πρέπει να τοποθετήσουμε χρονικές ζώνες προστασίας μεταξύ των χρονοθυρίδων.

Ένα από τα πλεονεκτήματα της **TDMA** είναι η δυνατότητα που έχει αυτή η ασύρματη τεχνολογία να παρέχει στους χρήστες μεταβαλλόμενους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων παραχωρώντας τους απλά περισσότερες από μια χρονοθυρίδες. Ένας χρήστης θα μπορούσε να έχει και τις οκτώ χρονοθυρίδες ενός πλαισίου όποτε θα έχει στην διάθεση ένα ρυθμό εκπομπής ίσο με $8 \cdot 9600 \text{ bps} = 76800 \text{ bps}$.

Ένα δεύτερο πλεονέκτημα της πολύπλεξης **TDMA** είναι η χρήση των ίδιων κυκλωμάτων του σταθμού βάσης για την εξυπηρέτηση όλων των χρηστών που χρησιμοποιούν τις χρονοθυρίδες. Υπάρχει μόνο ένας ενισχυτής ισχύος όπου μπορεί να υποστηρίξει ταυτόχρονα όλους τους χρήστες αλλά θα πρέπει να έχει μεγαλύτερο εύρος ζώνης.

Ένα από τα μειονεκτήματα είναι ότι κάθε τερματικός σταθμός πρέπει να υποστηρίζει ρυθμό μετάδοσης δεδομένων πολύ μεγαλύτερο από το ρυθμό πληροφορίας του χρήστη. Αυτό σημαίνει ότι απαιτείται υψηλότερη ταχύτητα επεξεργασίας κατά την διαμόρφωση και την αποδιαμόρφωση, μεγαλύτερο εύρος ζώνης πομπού και δεκτή και ειδικότερα απαιτεί ενισχυτές ισχύος με την υψηλότερη τιμή κορυφής από ότι στην **FDMA**.

ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΣΤΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για την μετάδοση διάφορων δεδομένων μέσω του ασύρματου ATM χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνολογίες. Τέτοιου είδους τεχνολογίες είναι η τεχνολογία ραδιοσυχνοτήτων (RF), υπέρυθρων (IR) και των μικροκυμάτων (MW). Διάφορα χαρακτηριστικά αυτών των τεχνολογιών εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα.

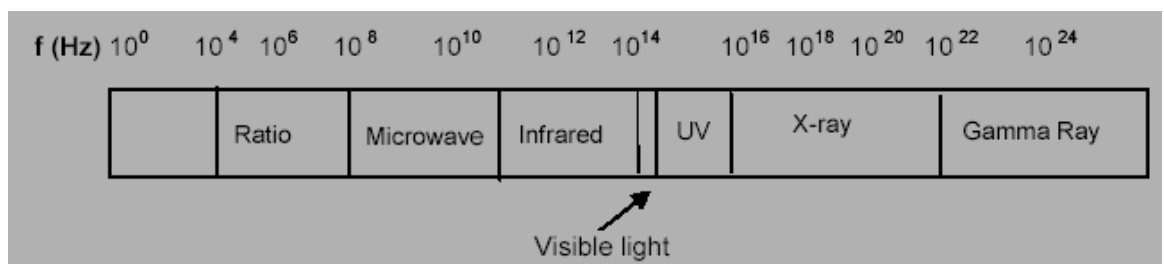
	Spread Spectrum	Narrowband Microwave	Infrared
Frequency	902MHz to 928 MHz ; 2.4 GHz to 2.4385 GHz ; 5.725 GHz to 5.825 GHz	18.825 GHz to 19.205 GHz	3×10^{14} Hz
Maximum coverage	105 to 800 feet, or up to 50,000 square feet	40 to 130 feet, or up to 5000 square feet	30 to 80 feet
Line of sight required	No	No	Yes
Transmit power	Less than 1 W	25 mW	N/A
License required	No	Yes	No
Interbuilding use	Possible with antenna	No	Possible
Rated speed (% of 10 Mbps wire)	20% to 50%	33%	50% to 100%

Εικόνα 3.2: Χαρακτηριστικά τεχνολογιών RF, IR και MW

3.4 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΡΑΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ

Για να μπορέσουμε να στέλνουμε δεδομένα σε μεγάλες αποστάσεις είτε μεταξύ χρηστών οι οποίοι δεν έχουν οπτική επαφή μεταξύ τους ο καλύτερος μετάδοσης είναι με την τεχνολογία ραδιοσυχνοτήτων. Για παράδειγμα οι διαφορές με τις υπέρυθρες είναι στο εύρος ζώνης, στην εμβέλεια όπως επίσης η αξιοπιστία και οι επιδόσεις.

Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα φαίνεται στην εικόνα 3.3:



Εικόνα 3.3: Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα

Οι πρώτοι τέσσερις τύποι του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος μέχρι και το ορατό φως μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μετάδοση δεδομένων είτε χρησιμοποιώντας διαμόρφωση πλάτους (amplitude modulation AM) είτε συχνότητας (frequency modulation -FM) είτε φάσης (phase modulation -PM). Όσο για τους επόμενους τύπους θα ήταν πολύ χρήσιμοι λόγω των υψηλών επιδόσεων και συχνοτήτων τους αλλά παρόλα αυτά δεν μπορούν να παραχθούν και να διαμορφωθούν. Επιπρόσθετα ούτε η μετάδοση τους μέσα σε ένα κτίριο μπορεί να επιτευχθεί. Ας μην αγνοήσουμε και το γεγονός της βλαβερής επίδρασης τους στον ανθρώπινο οργανισμό και γενικότερα στους ζωντανούς οργανισμούς.

Οι ραδιοσυχνότητες έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούνται μέσα σε κτίρια, σε μεγάλες αποστάσεις χωρίς να κρίνεται απαραίτητη η στοίχιση πομπού και δέκτη γι' αυτό κι εφαρμόζονται όλο και ευρύτερα στα ασύρματα δίκτυα. Λόγω της ικανότητας τους να ταξιδεύουν σε πολύ μεγάλες αποστάσεις οι ραδιοσυχνότητες δημιουργούν προβλήματα

παρεμβολών ανάμεσα στους χρήστες. Οι ιδιότητές τους εξαρτώνται από τη συχνότητά τους.

Οι χαμηλές συχνότητες, για παράδειγμα η AM έχουν τη δυνατότητα να περνούν εύκολα μέσα από τα εμπόδια και ακολουθούν την καμπυλότητα της γης. Παρόλο αυτά όμως αυτές εξασθενούν όσο μεγαλώνει η απόσταση του χρήστη από τον πομπό. Σε αντίθεση, οι υψηλές συχνότητες, όπως η FM έχουν την τάση να ταξιδεύουν σε ευθεία γραμμή και σε αντίθεση με τις προαναφερθείσες συχνότητες αυτές αναπηδούν στα εμπόδια και δεν τα διαπερνούν. Κάτω από συγκεκριμένες ατμοσφαιρικές συνθήκες, τα ραδιοκύματα μπορούν να αναπηδήσουν πολλές φορές, ιδιότητα που εκμεταλλεύονται οι ερασιτέχνες για να επικοινωνήσουν μεταξύ τους. Και ο στρατός χρησιμοποιεί αυτές τις μπάντες των υψηλών συχνοτήτων.

3.5 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΠΕΡΥΘΡΩΝ

Οι υπέρυθρες είναι μια τεχνολογία την οποία την χρησιμοποιούμε καθημερινά όταν θέλουμε να ανοίξουμε την τηλεόραση μας, το DVD μας. Άλλες εφαρμογές της είναι στα κινητά μας όπου μπορούμε να μοιραστούμε με κάποιον άλλον δεδομένα από τον τηλεφωνικό μας κατάλογο ή και να παίξουμε κάποια παιχνίδια, με την προϋπόθεση ότι τα κινητά μας υποστηρίζουν υπέρυθρες ακτίνες. Ο τρόπος λειτουργίας αυτής της τεχνολογίας πραγματοποιείται όταν ένας πομπός υπέρυθρης ακτινοβολίας (συνήθως ένα LED-light emitting diode) στέλνει παλμούς σε μια δίοδο φωτοευαίσθητη σε υπέρυθρο μήκος κύματος.

Υπάρχουν δυο είδη τύπων υπέρυθρων. **α)diffused infrared β) direct-beam infrared.**

3.5.1 DIFFUSED INFRARED

Αυτός ο τύπος υπέρυθρων είναι παρά πολύ εύκολος στην εγκατάσταση γιατί δεν χρειάζεται να υπάρχει άμεση επικοινωνία μεταξύ του πομπού και του δεκτή. Ο τρόπος λειτουργίας του πραγματοποιείται ως εξής: η υπέρυθρη ακτινοβολία εκπέμπεται από τον πομπό σε όλο τον χώρο όπως ενός γραφείου και ουσιαστικά τον γεμίζει. Στην συνέχεια οι δεκτές λαμβάνουν τις υπέρυθρες που αντανακλώνται στους τοίχους ή στην οροφή ή και από κάποιο κάτοπτρο που βρίσκεται ψηλά στην οροφή. Ένα από τα μειονεκτήματα του είναι ότι παρέχονται μέτριοι ρυθμοί δεδομένων και σχετικά μικρή κάλυψη, κάτι που οφείλεται στο γεγονός ότι η ισχύς τους μεταδιδόμενου σήματος διασκορπίζεται μέσα στον χώρο και επίσης οι συνεχιζόμενες αλλαγές κατεύθυνσης περιορίζουν τον ρυθμό μετάδοσης των δεδομένων. Έτσι περιοριζόμαστε σε ρυθμούς μετάδοσης της τάξης 1 Mbps.

3.5.2 DIRECT-BEAM INFRARED

Αυτός ο τύπος μετάδοσης υπέρυθρων χρειάζεται να υπάρχουν κατευθυνόμενες ακτίνες υπέρυθρων και ο πομπός με τον δεκτή να είναι απόλυτα ευθυγραμμισμένοι. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνουν υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης από 100Kbps ως 1 Mbps στο χιλιόμετρο. Επίσης μπορούμε να καλύψουμε ευρύτερες περιοχές από ότι στο diffused infrared. Άμεσα καταλαβαίνουμε ότι είναι ένας τρόπος μετάδοσης υπέρυθρης ακτινοβολίας στον οποίον χρειάζεται οι υπολογιστές που τρέχουν κάποιες εφαρμογές να είναι σταθεροί.

3.5.3 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα των υπέρυθρων είναι το χαμηλό κόστος για την υλοποίηση τους και ότι μπορούν εύκολα να δημιουργηθούν. Το βασικό μειονεκτήματα τους είναι ότι δεν μπορούν να περάσουν εμπόδια όπως τα ραδιοκύματα. Βέβαια αυτό το μειονέκτημα δημιουργεί ταυτόχρονα και ένα συν στην τεχνολογία των υπέρυθρων. Υπάρχει μεγαλύτερη ασφάλεια από τους άλλους τρόπους ασύρματης μετάδοσης αφού η μεταφορά των δεδομένων περιορίζεται στον υπάρχοντα χώρο. Για αυτόν τον λόγο δεν χρειάζεται κάποια έγκριση από κάποιον αρμόδιο φορέα ώστε να εφαρμοστούν τέτοιου είδους συστήματα ασύρματης μετάδοσης. Από όλα αυτά συμπεραίνουμε ότι στην εφαρμογή των υπέρυθρων ακτινοβολιών είναι ότι ο πομπός με τον δέκτη πρέπει να βρίσκονται σε άμεση οπτική επαφή και στο περιορισμένο εύρος εμβέλειας μεταξύ αυτών των δυο σημείων. Τέλος να αναφέρουμε ότι οι υπέρυθρες είναι βλαβερές για τον ανθρώπινο οργανισμό κυρίως για το δέρμα και τα μάτια.

3.6 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ

Σε συχνότητες πάνω από 10^8 Hz (0.1GHz) τα κύματα μπορούν να ταξιδεύσουν σε ευθεία γραμμή κι γι αυτό μπορούν να εσιιάσουν. Τα μικροκύματα χρησιμοποιούν τις χαμηλότερες GigaHertz συχνότητες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Υπάρχουν δυο τύποι συστημάτων μικροκυμάτων : α)τα επίγεια (terrestrial) και β) τα δορυφορικά (satellite).

3.6.1 ΕΠΙΓΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ

Τα συστήματα των μικροκυμάτων για την υλοποίηση τους χρησιμοποιούν κατευθυνόμενες παρεμβολικές κεραιές για να στείλουν και να λάβουν σήματα. Βέβαια τα δυο άκρα θα πρέπει να βρίσκονται σε άμεση οπτική επαφή για αυτό χρειάζονται αναμεταδότες για να επεκτείνουν το σήμα. Όσο πιο υψηλοί είναι οι πύργοι τόσο πιο μακριά μπορούν τοποθετηθούν οι αναμεταδότες. Για παράδειγμα πύργοι ύψους 100 μέτρων η τοποθέτηση τους γίνεται κάθε 80 χιλιόμετρα.

Είναι μια παρά πολύ καλή λύση όταν η τοποθέτηση καλωδίων δεν είναι δυνατή ή πολύ ακριβή. Για παράδειγμα, όταν θέλουμε να συνδέσουμε δυο κτίρια μιας εταιρείας σε ένα δίκτυο, αλλά μεταξύ τους παρεμβάλλεται ένας δημόσιος δρόμος στον οποίον η κρατική υπηρεσία δεν σου δίνει το δικαίωμα να εγκαταστήσεις καλώδιο επί του δρόμου, τότε πολύ καλή λύση θα είναι η τεχνολογία των μικροκυμάτων.

Βέβαια για την μπάντα αυτών των συχνοτήτων απαιτείται άδεια από την αρμοδία υπηρεσία. Σε γεωγραφική περιοχή ακτίνας 17,5 χιλιομέτρων υπάρχει η δυνατότητα να εκδοθούν πέντε άδειες όπου η κάθε άδεια καλύπτει δυο συχνότητες. Ενημερωτικά η Motorola έχει στην ιδιοκτησία της 600 άδειες δηλαδή 1200 συχνότητες στα 18 GHz. Βέβαια η απαίτηση άδειας επικοινωνίας εξασφαλίζει ότι δεν θα υπάρχουν παρεμβολές. Επίσης να αναφέρουμε ότι η τεχνολογία των μικροκυμάτων έχει πολύ μεγάλη ισχύς και απόδοση.

3.6.2 ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ

Στην περίπτωση των δορυφορικών συστημάτων η διάφορα έγκειται στην ύπαρξη μιας κεραιάς που είναι τοποθετημένη πάνω σε ένα δορυφόρο ο οποίος βρίσκεται συγχρονισμένος με την τροχιά της γης. Έτσι δίνεται η δυνατότητα στα δορυφορικά συστήματα να φτάσουν στα πιο απομακρυσμένα μέρη και να επικοινωνούν με τις κινητές συσκευές. Η λειτουργία τους είναι πολύ απλή. Το σήμα στέλνεται σε

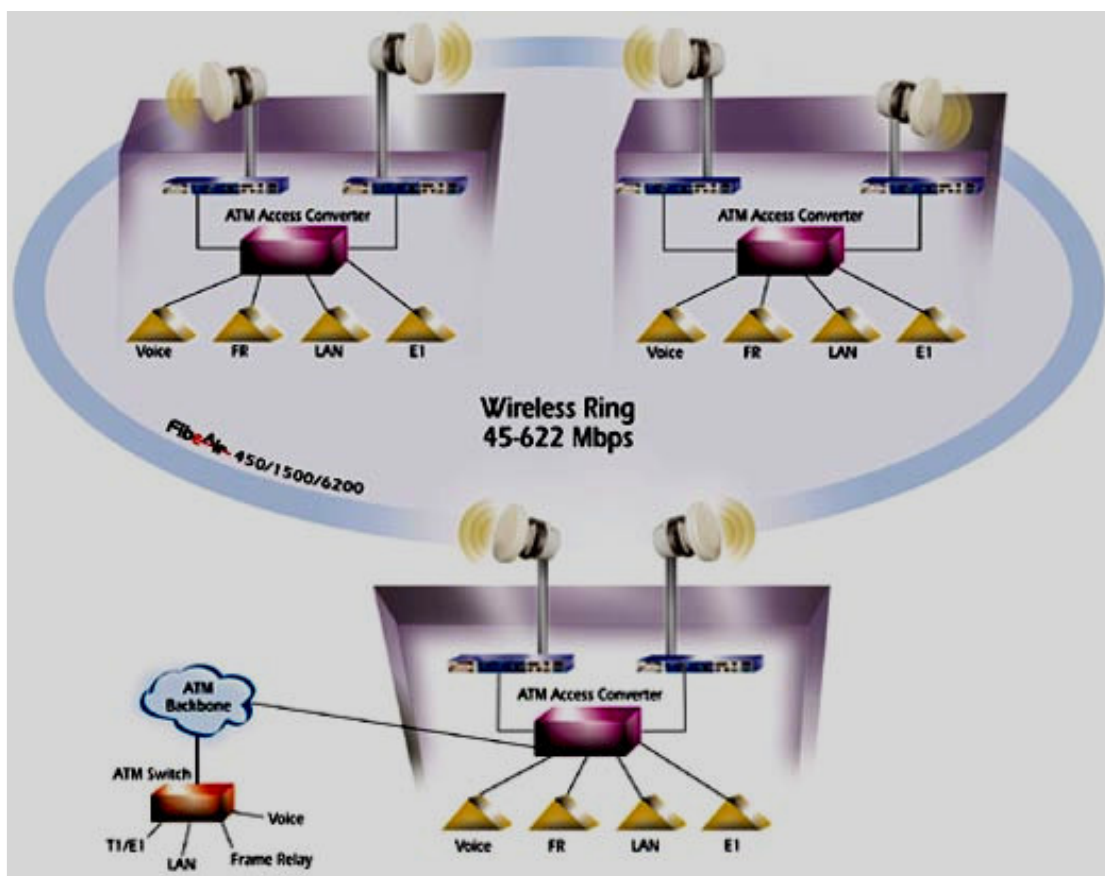
μια κεραία η οποία στην συνέχεια το στέλνει στον δορυφόρο. Εκείνος στην συνέχεια αποστέλλει το σήμα σε έναν άλλο δορυφόρο, αν ο προορισμός βρίσκεται στην αντίθετη πλευρά της γης ή σε κάποιο άλλο σημείο αυτής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΑΤΜ

4.1 ΔΟΜΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΑΤΜ

Βάση ερευνών που έχουν γίνει έχει αποδειχθεί ότι στο ασύρματο ΑΤΜ θα είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθούν τα ήδη υπάρχον πρωτοκολλά από το ενσύρματο ΑΤΜ όπως τα επίπεδα medium access & data link control. Βέβαια έχουν προστεθεί ή έχουν τροποποιηθεί κάποια επίπεδα με ασύρματες δυνατότητες ώστε να υπάρχει και ασύρματη δικτύωση. Βέβαια, εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι το ασύρματο ΑΤΜ βρίσκεται ακόμα σε ερευνητικό στάδιο το οποίο σιγά-σιγά εξελίσσεται σε κάτι σπάνταρ.



εικόνα 4.1: WIRELESS ATM IN GENERAL VIEW

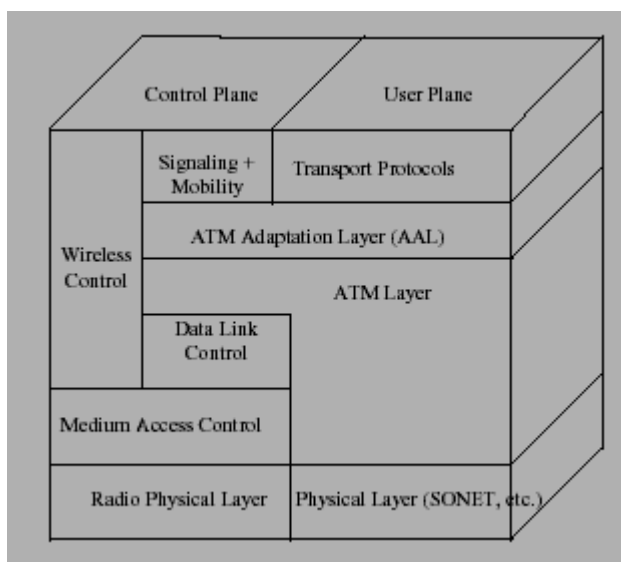
Ονομαστικά να πούμε ότι στο ATM δίκτυο ή «radio access layer» όπως αλλιώς ονομάζεται υπάρχουν τα παρακάτω επίπεδα τα οποία έχουν προστεθεί ώστε να υπάρχει ασύρματη μεταφορά δεδομένων.

- **Radio physical layer**
- **Medium access control for wireless channel errors**
- **Data link for wireless channel errors**
- **Wireless control protocol for radio recourse management and for wireless channel errors.**

Επιπρόσθετα έχουν προστεθεί κάποιες παραπάνω λειτουργίες σε σχέση με το ενσύρματο ATM όπως

- **Handover control (NNI extensions, signaling)**
- **Location management for mobile terminals**
- **Routing considerations for mobile connections**
- **Traffic QoS control for mobile connections**
- **Wireless control management**

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε μια μορφή της αρχιτεκτονικής του ασύρματου ATM.



εικόνα 4.2: Αρχιτεκτονική ασύρματου ATM

Σε αυτήν την ενότητα εμείς θα ασχοληθούμε με τα επίπεδα τα οποία έχουν άμεση σχέση με το ασύρματο ATM. Τα πρωτοκολλά τα

οποία χρησιμοποιούνται και στο ενσύρματο ATM θα αναφερθούν στο επόμενο κεφαλαίο.

4.2 ΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΠΟΥ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝ ΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ATM

Η δομή του WATM radio access όπως ήδη έχουμε αναφέρει αποτελείται από το Radio Physical Layer (RPL), Medium Access Control (MAC), Data Link Control (DLC) ATM Layer & wireless control (βλέπε εικόνα). Η λειτουργία του Data Link Control είναι να ενώνει όλα τα νοητά κανάλια, τα δεδομένα και το σήμα, με το επόμενο επίπεδο το network. Αντίθετα το wireless control επίπεδο παρέχεται μαζί με το control plane όπου με συνεργασία με το με το radio link υποστηρίζουν κάποιες εφαρμογές όπως initial registration, resource allocation & power control.

Το regular ATM signaling χρησιμοποιείται για το ATM επίπεδο το οποίο κατά την σύνδεση παρέχει κάποιες λειτουργίες όπως call establishment, QoS control & handover. Το service data, το ATM signaling και το wireless control εμπλέκονται και παραβρίσκονται μέσα στο ίδιο κανάλι μέσω του Medium Access Control. Στη συνέχεια το MAC επίπεδο μαζί το υποεπίπεδο radio transport convergence (RTC) το οποίο παρέχει την απαραίτητη τμηματοποίηση και τον συγχρονισμό.

4.3 Physical Layer

Το φάσμα συχνότητας που έχει ζητηθεί από διάφορους οργανισμούς στις Ηνωμένες Πολιτείες, την Ευρώπη FCC and CEPT είναι από 5 έως 6 Hz. Η ETSI έχει προσδιορίσει τα 5 Hz για ένα μικρό εύρος στα 25 Mbs. Άλλη μια συχνότητα με την ίδια δυνατότητα για

μεταφορά δεδομένων. Ένα παρόμοιο φάσμα είναι κάτω από την επίβλεψη της FCC στις Η. Πολιτείες. Ο ρυθμός μετάδοσης έχει προσδιοριστεί στα 100-200mW and a bit3 error of 10^{-4} at 99.5%.

4.4 Wireless Control

Το wireless control υποεπίπεδο χρειάζεται για την δέσμευση πόρων του wireless radio στους χρήστες κατά την ασύρματη σύνδεση τους και στην διαχείριση στην διάρκεια του handover. Μηνύματα απο το wireless control ανταλλάσσονται μεταξύ των σταθμών βάσης ώστε να διαχειριστούν διαφορες λειτουργίες όπως registration and authentication, handover, στην συνδεση και στην state connection transfer κατά την συνδεση στην διαρκεια του handover. Επίσης στέλνονται μηνύματα μεταξύ των κινητών τερματικών και των σταθμών βάσης. Το περιεχόμενο DLC/MAC buffers σε ένα radio port είναι ένα παράδειγμα connection transfer το οποίο πρέπει να μεταφερθεί σ' ένα νέο radio port κατά την διάρκεια του handover. Αν χρησιμοποιούμε το MAC πρωτόκολλο τα μηνύματα από τους σταθμούς βάσης για τους κινητούς χρήστες γίνεται σε μικρά πακέτα σήματος.

Η διαχείριση κίνησης για τα ATM δίκτυα βασίζεται πάνω στην υπηρεσία αρχιτεκτονικής και συμβόλαια κίνησης. Για να μπορέσει να υποστηρίξει υπηρεσίες εκπομπής αλλά και παράλληλα να παρέχει ένα αποδοτικό και χρήσιμο μέρος από τα αποθέματα μετάδοσης το ATM forum έχει προτείνει διάφορες ATM κατηγορίες υπηρεσίας. Αυτές μπορούν να διαχωριστούν με βάση τις απαιτήσεις χρόνου, ο ρυθμός κελιών να ποικίλει, το μοντέλο ποιότητας υπηρεσίας και τέλος η στρατηγική εντοπισμού αποθεμάτων. Παραδείγματα μπορούμε να δούμε στον παρακάτω πίνακα.

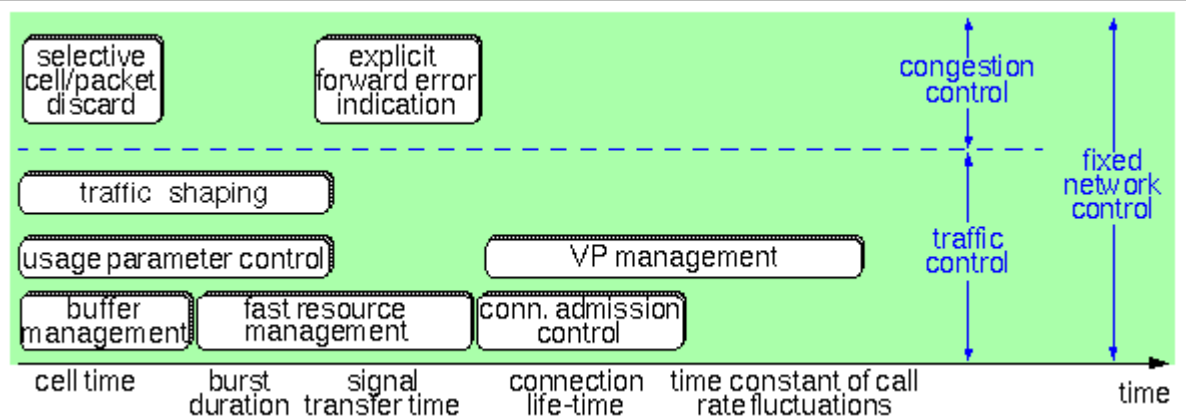
	CBR	rtVBR	nrt-VBR	ABR	UBR
Timing	Real-time		Non-real-time		
Cell rate	Constant	Variable			
QoS model	Guaranteed			Elastic	Best effort
Resource allocation	Preventive		Reactive	None	

εικόνα 4.3: Κατηγορίες υπηρεσιών

Για να αντιληφθούμε την προοπτική να διαχωρίζουμε τις ATM υπηρεσίες έχει καθοριστεί μια διαχείριση κίνησης. Διαχείριση κίνησης είναι ένα σετ μηχανισμών και πρωτοκόλλων τα οποία άμεσα ή έμμεσα επηρεάζουν την ροή των κελιών σ' ένα ATM δίκτυο. Υποχρέωση τους είναι να υποστηρίζουν τις διαφορετικές κατηγορίες υπηρεσιών που υπάρχουν και να εγγυούνται για τη δυνατότητα του δικτύου με τις λιγότερες απαιτήσεις στα αποθέματα του δικτύου. Η διαχείριση κίνησης μπορεί να διαχωριστεί α) στον έλεγχο κίνησης και β) στο κομμάτι ελέγχου συμφόρησης. Καθώς το τμήμα ελέγχου κίνησης εμποδίζει ώστε να υπάρχουν καταστάσεις υπερφόρτωσης στο δίκτυο, οι λειτουργίες ελέγχου συμφόρησης μειώνουν την επιρροή, την ευαισθησία, την διάρκεια και τη εξάπλωση τέτοιων καταστάσεων. Καταστάσεις υπερφόρτωσης συνήθως προκαλούνται είτε από επιδράσεις πολυπλεξίας είτε από λανθασμένες λειτουργίες στο δίκτυο.

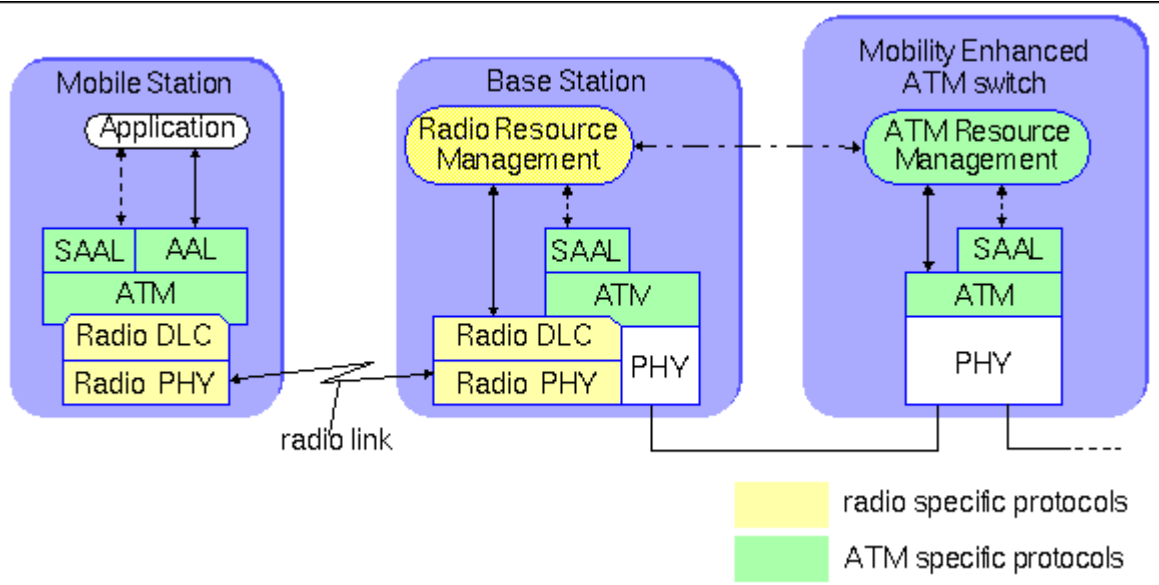
Η δυναμικότητα της κίνησης των ATM κυμαίνεται από επίπεδο κελιού (microseconds) σε ώρες η ακόμα και σε εποχιακές διακυμάνσεις. Έτσι διαφορετικές λειτουργίες διαχείρισης κίνησης πραγματοποιούνται σε διαφορετικές χρονικές βαθμίδες (βλέπε πίνακα παρακάτω). Όλες οι λειτουργίες μαζί αποτελούν μια ιεραρχική διαχείριση κίνησης όπου long-term λειτουργίες ελέγχου βασίζονται σε short-term. Οι περισσότερα από αυτές διευκρινίζονται σε μια γενική φόρμα αφήνοντας τους αλγόριθμους και τα πρωτόκολλα ανοιχτά. Οι

αλγόριθμοι για την χρήση του parameter control (UPC) και το πρωτόκολλο ABR είναι στάνταρ. Επιπρόσθετα μόνο οι λειτουργία του UPC και το connection admission control (CAC) είναι κύρια και όλα τα άλλα είναι προαιρετικά.



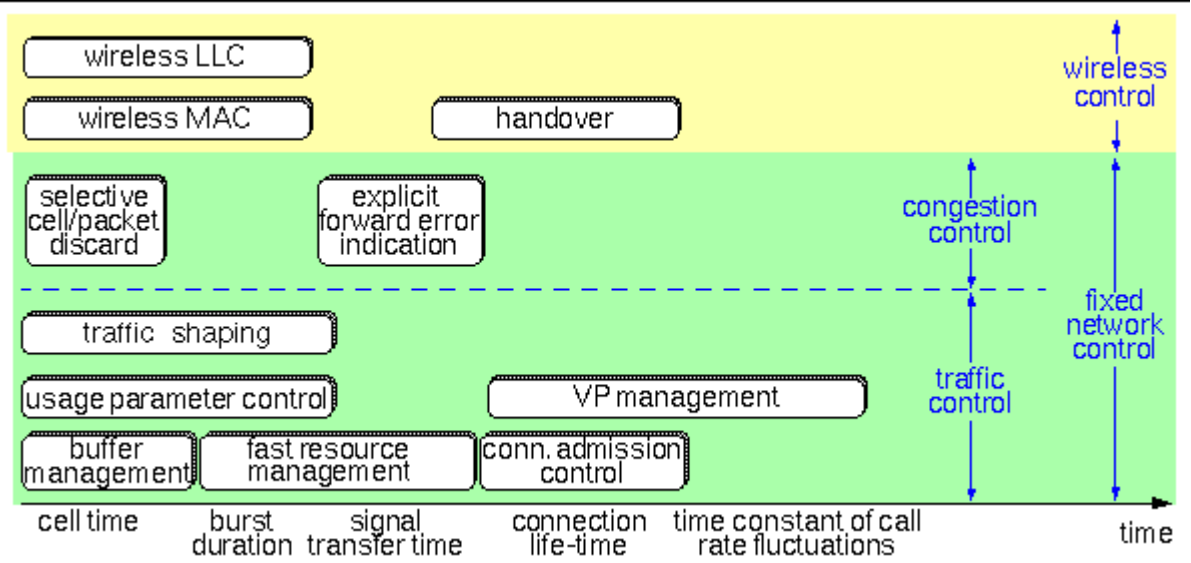
εικόνα 4.4

Οι περισσότερες προτάσεις για την ασύρματη ATM πρόσβαση παρουσιάζουν ένα ασύρματο data link control (DLC) επίπεδο κάτω από το ATM επίπεδο το οποίο χρησιμοποιεί ένα κεντρικό πρωτόκολλο πρόσβασης με το οποίο ο σταθμός βάσης συμπεριφέρεται σαν ένας ATM πολυπλέκτης με διαμοιρασμό των εισερχόμενων που εντοπίζονται μέσα σ' ένα κινητό σταθμό. Το πρωτόκολλο για ασύρματη ATM πρόσβαση στο δίκτυο εμφανίζεται παρακάτω. Όπως μας δείχνει το σχήμα η διαχείριση των αποθεμάτων των ραδιοκυμάτων σε ένα ασύρματο κανάλι «συνεργάζονται» με την διαχείριση resources ενός ασύρματου ATM switch (ME-ASW) και με το wireless DLC (MAC and LLC) layer. Αν ένας χρήστης μετακινηθεί από το ένα ραδιοκελί στο άλλο όταν παράλληλα είναι συνδεδεμένος, ένα πρωτόκολλο το handover αναλαμβάνει την περαιτέρω συνέχεια της σύνδεσης .



Εικόνα 4.5: Πρωτόκολλο πρόσβασης στο ασύρματο ATM

Όπως και με την διαχείριση κίνησης και οι λειτουργίες του wireless control πραγματοποιούνται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές (βλέπε σχήμα). Καθώς το επίπεδο wireless medium access control (MAC) αλλά και το wireless logical link control (LLC) πρωτόκολλο λειτουργούν στο cell and burst level το handover γίνεται περισσότερο αποτελεσματικό σε μακρινότερες χρονικές στιγμές της διάρκειας μιας σύνδεσης. Επιπρόσθετα διαφορετικές διαχειρίσεις των λειτουργιών του ATM traffic επηρεάζονται από το wireless DLC and handover protocols.



Εικόνα 4.6: Χρονικές στιγμές που πραγματοποιείται το wireless control

4.5 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ BASE STATION

Επίσης πρέπει να αναφέρουμε τον τρόπο που επιτυγχάνεται μια ασύρματη επικοινωνία. Τα μέσα τα οποία χρειάζονται για να επικοινωνήσει ένας χρήστης με ένα άλλον ή με ένα διακομιστή. Αυτή η επικοινωνία επιτυγχάνεται διάμεσου ενός Access Point (AP) or a Base Station (BS). Το Base station (σταθμός βάσης) παρέχει ραδιοπύργους (radio ports) στους χρήστες στην περιοχή βέβαια που εξυπηρετεί. Μοιάζει πολύ με την τεχνολογία των κινητών τηλεφώνων. Η μεταφορά δεδομένων γίνεται από μικρές κυψελίδες οι οποίες ονομάζονται pico cell. Κάθε μια pico cell εξυπηρετεί έναν σταθμό βάσης. Όλοι οι σταθμοί βάσης (Base Station) συνδέονται διαμέσου ασύρματου ATM δικτύου. Με τη χρήση της μεταγωγικής κίνησης μέσω κυψελίδων του ATM αποφεύγονται κρίσιμα προβλήματα ανάπτυξης στη νέα ραχοκοκαλιά δικτύου και το κύριο έργο των Η/Υ είναι να υποστηρίξουν την ενδοεπικοινωνία μεταξύ μεγαλύτερου αριθμού μικροκυψελίδων. Για την αποφυγή ορίων μεταξύ των pico-cells ο σταθμός βάσης λειτουργεί πάνω στην ίδια συχνότητα.

Η αρχιτεκτονική που χρησιμοποιείται είναι η αρχιτεκτονική ζωνών. Μια ζώνη αποτελείται από radio ports, ελεγκτές radio ports, εξοπλισμός για ενδοεπικοινωνία wireless ATM, ίσως μια βάση δεδομένων και το φυσικό επίπεδο σύνδεσης που αλληλοσυνδέει τα τμήματα των ζωνών. Το λογισμικό που διαχειρίζεται το φυσικό εξοπλισμό της ζώνης και την υποστήριξη της συνεκτικότητας με το κύριο (backbone) ATM δίκτυο αναφέρεται ως Διαχειριστής Ζώνης (**ZoneManager**).

Το wireless ATM σχεδιάστηκε σαν ένα κυψελοειδή σύστημα, όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Η τυπική κάλυψη των radio ports για τα κυψελοειδή συστήματα μεταβάλλεται από μισό έως ένα μίλι, συνεπώς

απαιτείται ένας μεγάλος αριθμός από radio ports για την πλήρη κάλυψη μιας δοσμένης γεωγραφικής περιοχής. Συνεπώς τα radio ports πρέπει να είναι οικονομικά modems και αρκετά μικρά για να τοποθετούνται πάνω σε τάρτσες και σε κολόνες στήριξης. Τα radio ports είναι υπεύθυνα για:

Διατήρηση φυσικής σύνδεσης με τους ασύρματους χρήστες και εκτέλεση διαδικασιών πρόσβασης (radio access point).

Μεταβίβαση πληροφορίας από το δίκτυο στους wireless χρήστες και από τους wireless χρήστες στο wireless ATM δίκτυο.

Διαμόρφωση αποδιαμόρφωση των ράδιο-σημάτων για τα Wireless ATM ράδιοπακέτα.

Ο Radio port controller (ελεγκτής) ελέγχει την προσπέλαση στη κοινή ραδιοπηγή του wireless ATM και υποστηρίζει την διαχείριση ζώνης κατά την διάρκεια ενός handoff γεγονότος. Οι radio port controllers είναι υπεύθυνοι για την κατανομή της πηγής στους κινητούς χρηστές και αναμετάδοση των σημάτων αίτησης στον διαχειριστή ζώνης. Οι radio port controllers μπορούν επίσης να εκτελούν κατάτμηση και επανασυγκόληση των ATM κυψελίδων πάνω σε ραδιοπακέτα wireless ATM. Κάθε ραδιοπακέτο περιέχει από ένα τμήμα ATM κυψελίδας έως πολλές ATM κυψελίδες εξαρτώμενο από την δομή της wireless ATM ράδιο ζεύξης. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα ανίχνευσης και διόρθωσης σφαλμάτων που μπορεί να εξασφαλίζει την απαίτηση της ακεραιότητας της πληροφορίας του χρήστη.

Επίσης στα ασύρματα δίκτυα όπου οι χρηστές είναι κυρίως κινητοί η παρακολούθηση τους είναι μια από τις κύριες διαδικασίες ενός ασύρματου δικτύου. Κάθε ζώνη μπορεί να έχει μια βάση η οποία χρησιμοποιείται για την υποστήριξη της παρακολούθησης. Η βάση αυτή είναι χωρισμένη σε δυο τμήματα. Το ένα τμήμα έχει στοιχεία για τους χρηστές που είναι μόνιμα συνδεδεμένοι με αυτήν την ζώνη. Το δεύτερο τμήμα της αποτελείται από χρηστές που επισκέπτονται αυτή τη ζώνη.

Βέβαια να επισημάνουμε ότι η βάση δεδομένων του ασύρματου ATM

δικτύου δεν κρατεί τα ίχνη των radio port που συνδέουν τους χρήστες στο

δίκτυο. Ο radio port controller κρατεί τα ίχνη των radio ports και τις ενεργές πληροφορίες των χρηστών. Ένας αριθμός ταυτότητας χρήστη UID (User IDentification) καθορίζει τη θέση της μόνιμης καταγραφής (registry) ή της home βάσης δεδομένων του χρήστη. Η πλησιέστερη βάση δεδομένων είναι αυτή στην οποία επιχειρείται αναζήτηση για τον εντοπισμό της πληροφορίας του χρήστη. Εάν η επιθυμητή πληροφορία δεν βρεθεί στην κοντινότερη βάση τότε αναζητείται στην μόνιμη home βάση για αυτόν τον χρήστη. Αυτή η αρχιτεκτονική αναφέρεται ως αρχιτεκτονική βάσης δεδομένων δύο σειρών («two-tier architecture»). Αυτή η αρχιτεκτονική εφαρμόζεται ως στάνταρτ από το Ευρωπαϊκό GSM. Το πλεονέκτημα αυτής της αρχιτεκτονικής είναι ότι με αναζήτηση δύο βημάτων επανακτείτε το προφίλ του χρήστη. Μια άλλη αρχιτεκτονική που χρησιμοποιείται είναι η ιεραρχική δομή, η οποία εκμεταλλεύεται τα πλεονεκτήματα της τοπικότητας και της κίνησης του προτύπου του χρήστη. Το λογισμικό του διαχειριστή ζώνης τρέχει πάνω στον εξοπλισμό ενδοεπικοινωνίας του wireless ATM και μοιάζει με λειτουργικό σύστημα ενός Η/Υ. Ο διαχειριστής ζώνης είναι υπεύθυνος για: 1)Χειρισμός της συναλλαγής σημάτων που είναι απαραίτητα για την υποστήριξη wireless χρηστών στο wireless ATM δίκτυο. 2)Εκτέλεση δρομολόγησης συνδέσεων χρηστών μεταξύ των radioport controllers και της βάσης του wireless ATM δικτύου. 3)Έλεγχος των radio port controllers και διαχείριση μεταξύ των συνδέσεων των. Μεσολάβηση για προσπέλαση στη ραχοκοκαλιά του δικτύου και για σηματοδότηση μεταξύ των wireless χρηστών & της βάσης του wireless ATM.

Αν η κατάτμηση και η επανασυγκόληση των κυψελίδων δεν εκτελείται του ATM πάνω στα ράδιο -πακέτα από τους radio port controllers τότε, το wireless πρέπει να εκτελεί στον ATM interworking εξοπλισμό, την κατάτμηση και επανασυγκόληση των κυψελίδων πάνω στα wireless ATM ράδιοπακέτα.

4.6 Data LINK

Το Data link control (DLC) πρωτόκολλο αναλαμβάνει να βελτιώσει το cell error rate το οποίο προκαλείται από το φυσικό ασύρματο κανάλι και του MAC πρωτόκολλο. Έτσι απομονώνει τα λάθη από ATM επίπεδο. Είναι αναμενόμενο ένα ασύρματο ATM κανάλι να έχει υψηλά bit error rates. Το DLC επίπεδο χρειάζεται ώστε να βρίσκει λάθη που γίνονται κατά την μετάδοση και στην συνέχεια να τα επιδιορθώνει είτε με το να προσθέτει τα σωστά bit με την μέθοδο forward error control είτε με το να ξαναστέλνει τα πακέτα με την μέθοδο automatic repeat request (ARP). Αντίθετα το MAC επίπεδο είναι υπεύθυνο για λάθη από υπερφόρτωση του buffer ή από μπλοκαρισμένα. Επιπρόσθετα και το DLC πρέπει να ανακάμψει από πακέτα που χάνονται το MAC επίπεδο με το να τα ξαναστείλει.

Το Data link control (DLC) με τις μεθόδους ARP και FEC θεωρείται ο πιο ικανός υποψήφιος ώστε να υποστηρίξει τις υπηρεσίες του ATM όπως CBR real time VBR, no real time VBR, ABR, UBR. Τα Bit errors προκαλούν συχνά προβλήματα ώστε να ξαναμεταδίδονται τα πακέτα το οποίο προκαλεί καθυστέρηση στην μετάδοση των κελιών. Η καθυστέρηση των κελιών δημιουργεί προβλήματα σε εφαρμογές όπου τρέχουν σε πραγματικό χρόνο.

Τέλος το Data link control αποτελείται από 53 byte ATM κελιά μαζί με το ATM επίπεδο. Τα δεδομένα του Data link control μπορεί να είναι ένα πακέτο στο οποίο περιλαμβάνονται πολλά κελιά. Μετά αναλαμβάνει το MAC επίπεδο ώστε να τα στείλει ως ένα. Η μέθοδος αυτή του multi-cell DLC πακέτα μπορεί να μειώσει τον φόρτο μέσα στο δίκτυο αλλά χρειάζεται παραπάνω υπολογιστική ισχύ ώστε τα πακέτα να μετατραπούν από το ATM cell format στο DLC packet format.

4.7 Medium Access Control (MAC)

Τα ασύρματα κανάλια πρέπει να μοιράζονται από πολλούς χρηστές ταυτόχρονα. Η κωρητικότητα ενός καναλιού μεγαλώνει ανάλογα με τους χρηστές που ήδη βρίσκονται μέσα στο σύστημα ή από χρηστές οι οποίοι ζητάνε πρόσβαση ή χρηστές που έρχονται από γειτονικά base stations μέσω του handover. Στα παραδοσιακά δίκτυα με πολλαπλή πρόσβαση, στα οποία τα δεδομένα ή φωνή που περνάνε υποστηρίζονται από ένα είδος κίνησης έρχεται σε αντίθεση με τα ασύρματα ATM δίκτυα τα οποία πρέπει να υποστηρίζουν διαφορετικού τύπου κίνησης. Καθένα από αυτά έχει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του και με διαφορετικές ανάγκες για εγγύηση ποιότητας. Το MAC επίπεδο για το ασύρματο ATM είναι για να διαχειρίζεται τις ασύρματες τεχνολογίες μετάδοσης όπως ραδιοκύματα, υπέρυθρες και διάφορα επίπεδα εγγύησης ποιότητας (QoS) όταν προσεγγίζουμε ένα ελεύθερο κανάλι. Διάφορες υπηρεσίες που υποστηρίζει το ασύρματο ATM χρειάζονται μηδαμινές καθυστερήσεις και υψηλό εύρος ζώνης. Στο παρακάτω πίνακα βλέπουμε σχετικά παραδείγματα

Application	Traffic Characteristics	Service Requirements
Data transfer (including E-mail, browsing databases, and data traffic between workstations/PCs And centralized data bases	Individual messages Size < 1 Kbytes to 10Mbytes Either short connection times Or bursty traffic pattern Peak rate can be 10 Mbps	Maximum delay: 1 ms to several minute Low bandwidth No end to end data loss allowed
Voice (PCM coded)	Constant bit rate Size 64 Kbps long connection times Uniform traffic pattern	Maximum delay < 200ms Guaranteed/fixed bandwidth Low cell loss
Real-time video (MPEG)	Variable bit rate Size: 128 Kbps 1.5 Mbps Bursty traffic pattern	Low average delay Low delay variation Low cell loss (< 10 ⁻¹⁰) required

εικόνα 4.7 Υπηρεσίες και οι απαιτήσεις που έχουν

Γενικότερα οι πρόσβαση από πολλούς χρηστές παράλληλα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: 1) fixed assignment 2) random access 3) demand assignment το οποίο συνδυάζει τα δυο προηγούμενα. Τεχνολογίες fixed assignment όπως TDMA FDMA είναι αναποτελεσματικές για τα ασύρματα ATM δίκτυα σε περίπτωση υψηλής κίνησης. Η μέθοδος τυχαίας πρόσβασης όπως ALOHA (δεν είναι ακρωνύμιο αλλά πρωτόκολλο πρόσβασης που δημιουργήθηκε από το πανεπιστήμιο της Χαβάης) ή carrier-sense multiple πρόσβαση με collision detection (CSMS/CD) μπορούν να εγγραφούν για την απόδοση που θα έχουμε μέσα σε δίκτυο. Βέβαια υποστηρίζεται ότι η μέθοδος αυτή δεν είναι και η αποτελεσματικότερη σε ασύρματα περιβάλλον με ραδιοκύματα όταν η μετάδοση από έναν σταθμό βάσης ανακατεύεται με κάποιον άλλον. Όποτε δεν είναι και η πιο κατάλληλη για τα ασύρματα ATM δίκτυα. Η πιο κατάλληλη μέθοδος είναι η demand assignment όπου συνδυάζει τα πλεονεκτήματα των δυο προηγούμενων είναι η καταλληλότερη για τα ασύρματα ATM. Σ' αυτή την μέθοδο το τερματικό του χρηστή χρησιμοποιεί ένα κανάλι έλεγχου ώστε να ζητήσει ή να κάνει κράτηση το εύρος που χρειάζεται από ένα

σταθμό βάσης. Στη συνέχεια ο σταθμός βάσης εντοπίζει το εύρος που είναι διαθέσιμο ώστε να το παρέχει στους πελάτες-χρηστές του.

Τυπικά η λειτουργία του demand assignment είναι ότι λειτουργεί σαν μια ομάδα από time slots. Κάθε slot είναι ίσο με ένα κελί. Κάθε frame αποτελείται από τρία time slots το οποίο το πρώτο είναι για μετάδοση του bandwidth που έχουν γίνει κρατήσεις κατά το uplink, το δεύτερο για την μετάδοση δεδομένων στην αρχή και το τρίτο για την μετάδοση των δεδομένων και έλεγχο κατά το κατέβασμα (downlink). Τα υπόλοιπα slots που έχουν κρατηθεί χωρίζονται σε ακόμη μικρότερα ώστε να ανταποκριθούν σε μικρότερα πακέτα που ζητούνται. Τα slots που χρησιμοποιούνται κατά το κατέβασμα χωρίζονται και αυτά σε δυο κατηγορίες. Τα slots στο πρώτο γκρουπ χωρίζονται σε μικρότερα έλεγχου πακέτα για λειτουργίες όπως acknowledgments, allocations. Στο δεύτερο γκρουπ μεταφέρουν δεδομένα από τους σταθμούς βάσης στους χρηστές που κάνουν χρήση ασύρματης σύνδεσης.

Πολλοί τύποι demand assignment στο MAC πρωτόκολλο έχουν προταθεί κατά την διάρκεια των χρόνων για το ασύρματο ATM και γενικότερα για την εξυπηρέτηση πακέτων. Το TDMA είναι μέθοδος που πιθανότατα να υιοθετηθεί από την European Telecommunications Standards Institute (ETSI) & ATM forum.

4.8 HANDOVER

Όταν ένας χρήστης ο οποίος συνδέεται ασύρματα πρέπει να μετακινηθεί από ένα σημείο σε ένα άλλο είναι φυσιολογικό ότι πρέπει να κάνει handover την σύνδεση του με το σταθμό βάσης στον οποίο βρίσκεται και να μεταφερθεί σε κάποιον άλλον. Τώρα ο λόγος που χρειάζεται να γίνει αλλαγή στο radio port εξαρτάται από τον ίδιο τον χρήστη ή από τον σταθμό βάσης ανάλογα με τις μετρήσεις που παίρνει από την ισχύ του σήματος.

Υπάρχουν τρεις περιπτώσεις handover. Στην πρώτη περίπτωση τα παλιά, αλλά και τα καινούργια radio port ανήκουν στον ίδιο σταθμό

βάσης. Σ' αυτήν τη περίπτωση διαχειρίζεται από τα Radio level πρωτόκολλα. Στην δεύτερη περίπτωση τα radio ports ανήκουν σε διαφορετικούς σταθμούς βάσης αλλά συνδέονται και υποστηρίζονται από το ίδιο ATM switch. Αυτό ελέγχει και κατευθύνει τις συνδέσεις από τους παλιούς στους νέους σταθμούς βάσης. Επίσης ονομάζεται και crossover switch. Στην τρίτη περίπτωση καθένα ένας από τους δυο σταθμούς βάσης συνδέεται ξεχωριστά σε ένα δικό του access switch. Ένα ενδιάμεσο switch το οποίο λειτουργεί σαν crossover switch αναλαμβάνει να κάνει τις ανακατευθύνσεις από το παλιό στο νέο access switch. Η εύρεση και επιλογή του crossover switch είναι πολύ σημαντικό για το handover. Αν το handover δεν λειτουργεί πάνω στο ίδιο σταθμό βάσης, τα ATM πρωτοκόλλα απαιτούνται να βρουν το crossover switch, να κατευθύνουν ξανά το χρήστη.

Για να επιτύχεις ένα handover θα πρέπει να υπάρχουν όλες οι απαραίτητες προϋποθέσεις για QoS για όλα τα εικονικά κυκλώματα όπου θα πρέπει να υπάρχει ένα αποδεκτό στάδιο καθυστέρησης. Έτσι συμπεραίνουμε ότι το handover διευθύνει κάποιες πολύ σημαντικές λειτουργίες όπως dynamic resource allocation, routing, & QoS provisioning. Υπάρχουν δυο είδη τύπων handover: α) soft β)hard. Στον πρώτο τύπο οι χρήστες μεταφέρονται στο νέο σταθμό βάσης χωρίς να γίνεται διακοπή επικοινωνίας με τον παλιό σταθμό βάσης. Αντίθετα στον δεύτερο τύπο όταν ένας χρήστης μεταφέρεται από τον ένα σταθμό στον άλλο γίνεται η επικοινωνία του με το πρώτο σταθμό βάσης και ξαναδημιουργεί νέα σύνδεση στον καινούργιο σταθμό βάσης. Στο ασύρματο ATM κυρίως χρησιμοποιείται ο δεύτερος τύπος.

4.9 LOCATION MANAGEMENT

Στο ασύρματο ATM μπορεί να χρειαστεί ένας χρήστης να μεταφέρει από το ένα switch σε ένα ξένο αλλά να θέλει να κρατήσει την ίδια IP. Για αυτήν την περίπτωση χρειάζεται το location management, δηλαδή να συνδέσει ένα χρήστη με ένα καινούργιο switch αλλά να κρατήσει

και την διεύθυνση του. Η κύρια λειτουργία του είναι στα ασύρματα ATM είναι ότι επιτρέπει σ' ένα χρήστη να κρατήσει μόνιμα την διεύθυνση του από το να αλλάζει κάθε φορά που αλλάζει δίκτυο. Για να επιτευχθεί αυτό κάθε φορά ο χρήστης πρέπει να κάνει registry στο σταθμό βάσης κάθε νέας υπηρεσίας στην οποία μπαίνει. Επιπλέον το location management παρέχει κάποιες λειτουργίες όπως έλεγχος πρόσβασης, privacy, accounting και inter-provider roaming.

Οι λειτουργίες location management διαχειρίζονται από switch με ικανότητες για ασύρματη υποστήριξη, από location servers, authentication servers και τα ασύρματα τερματικά. Στους location servers βρίσκουμε μια βάση δεδομένων η οποία κρατάει όλες τις συσχετίσεις των μόνιμων και των προσωρινών διευθύνσεων. Η προσωρινή διεύθυνση βοηθάει στο να μπορούμε να βρίσκουμε την τοποθεσία του χρήστη όταν έχει απομακρυνθεί από το μόνιμο «σπίτι» του (switch). Αυτή η βάση δέχεται ερωτήσεις και αναβαθμίζεται με συγκεκριμένα πρωτόκολλα. Οι authentication servers από την άλλη έχουν μια βάση δεδομένων στην οποία περιέχονται ασφαλής πληροφορίες οι οποίες βασίζονται σε θέματα προσωπικά και αναγνώρισης του κάθε χρήστη που βρίσκεται σ' ένα ασύρματο δίκτυο. Τέλος οι αυτοί διακομιστές μπορούν να συνεργάζονται με τα switch ή μπορεί να είναι και αυτόνομοι.

Η υπηρεσία του location management είναι απαραίτητη για όλα τα τοπικά δίκτυα όπως επίσης και τα μητροπολικά ασύρματα ATM δίκτυα. Χρησιμεύει στο ότι ένα ασύρματο τερματικό να συνδεθεί μ' ένα switch και να δημιουργηθεί ένα εικονικό κύκλωμα ή να εντοπίζει κάθε τερματικό το οποίο αλλάζει σταθμούς βάσης μέσα σ' ένα τοπικό δίκτυο. Στα μητροπολικά δίκτυα βοηθάει στο να μπορέσει ένας χρήστης να δημιουργήσει συνδέσεις με άλλους σε απομακρυσμένα δίκτυα.

4.10 MAC PROTOCOLS

Ανάλογα του σχεδιασμού δικτύου που θα υλοποιηθεί τα πρωτοκόλλα πρόσβασης που θα χρησιμοποιηθούν μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες: στην πρώτη κατηγορία ανήκουν εκείνα που είναι **contention-based** στο οποίο τα τερματικά συναγωνίζονται για το πόσο μερίδιο θα πάρουν από το μέσο radio που χρησιμοποιείται. Στην άλλη κατηγορία βρίσκουμε τα **reservation-based** στα οποία ο προγραμματισμός είναι απαραίτητος να υπάρχει συνεργασία στα τερματικά τα οποία κάνουν πρόσβαση στο ασύρματο ATM και τα time slots που κάνουν κράτηση. Η τρίτη και τελευταία κατηγορία είναι ο συνδυασμός των δυο προηγούμενων η οποία συνδυάζει τα πλεονεκτήματα τους.

Τα πρωτοκόλλα που χρησιμοποιούνται είναι:

Wireless ATM MAC	Description
S-Aloha	Slotted Aloha; design by Olivetti Research Lab.
PRMA	TDMA method; design by D.J. Goodman <i>et al.</i>
DPRMA	Dynamic TDMA method; proposed by Deborah A. Dyson and Zygmunt J. Haas
DSA	Dynamic Slot Assignment; TDMA/FDD; design By RACE MBS project
MDR	Multiservice Dynamic Reservation; based on dynamic TDMA/TDD; design by NEC
DQRUMA	Distributed-Queuing Request Update Multiple Access; slotted centralized protocol; design by AT&T Bell Laboratories
GRAPO	Optimized Group Randomly Addressed Polling; Design by M. Li and K. Chen
R-GRAP	Group Randomly Addressed Polling with Reservation design by H. Chou and K. Chen
Apostolas	Polling protocol for ATM based wireless LAN; Design by Apostolas
Smulders	Polling protocol; design by Smulders
MASCARA	Mobile Access scheme based on Contention and Reservation for ATM; proposed by Nikos Passas, Lazaros Merakos, et al.

εικόνα 4.8: Πρωτοκόλλα στο MAC level

Μερικά από αυτά τα πρωτόκολλα θα αναφερθούν παρακάτω:

4.10.1 S-ALOHA protocol

Το πρωτόκολλο αυτό είναι μια παραλλαγή του Aloha. Το Aloha είναι παρά πολύ απλό στην λειτουργία του και στο οποίο δεν υπάρχει καμία συνεργασία αλλά ούτε και μηχανισμός για πρόσβαση του μέσου και επίσης δεν παρέχει λύσεις σε θέματα συγκρούσεων. Η λειτουργία είναι ότι ένας σταθμός προσπαθεί να κάνει μετάδοση τυχαία και αν δυο μεταδόσεις διαφορετικών σταθμών συμπέσουν τότε υπάρχει σύγκρουση. Σ' αυτήν την περίπτωση πρέπει να γίνει αναμετάδοση.

Το slotted Aloha είναι μια εξέλιξη στο οποίο όλοι οι μεταδότες συγχρονίζονται σε προκαθορισμένα time slots. Η λειτουργία του είναι ότι μεν βασίζεται στο κλασικό πρωτόκολλο Aloha αλλά βελτιώνει κιόλας με το να χωρίζει τους χρόνους σε ίδια slots όπου το μέγεθος τους είναι ακριβώς ίδιο μ' ένα frame. Οι μεταδόσεις επιτρέπονται να ξεκινούν κατά την δημιουργία ενός slot. Τέλος να αναφέρουμε ότι το συγκεκριμένο πρωτόκολλο μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι ικανό να χρησιμοποιηθεί στο MAC επίπεδο στο ασύρματο ATM δίκτυο ενώ το Aloha δεν μπορούσε.

4.10.2 DSA (Dynamic Slot Assignment)

Το παραπάνω πρωτόκολλο βασίζεται κυρίως στα TDMA συστήματα. Όπως συμβαίνει και σε άλλα πρωτόκολλα και αυτό διαχωρίζει το «κατέβασμα» και το «ανέβασμα». Το downlink χρησιμοποιείται για να μεταδώσει πακέτα αλλά και να μετάδοση acknowledgements. Τα τερματικά χρησιμοποιούν το uplink για να πληροφρήσουν τους σταθμούς βάσης για τα κελιά που αναμένουν και τον χρόνο που θα παραμείνει ανοικτή η σύνδεση. Ο σταθμός βάσης χρησιμοποιεί αυτές τις πληροφορίες για το polling algorithm. Βέβαια και βάση τους δημιουργητές του πρωτοκόλλου αυτού οι πληροφορίες αυτές δεν είναι αρκετές. Αυτό συμβαίνει επειδή ο αριθμός το κελιών αλλάζει τυχαία, όπως και ο χρόνος ζωής μιας σύνδεσης. Οπότε το πρωτόκολλο

χρησιμοποιεί ένα ειδικό σήμα το οποίο επιτρέπει στους σταθμούς βάσης να μεταδίδει πακέτα με βάση το πρωτόκολλο slotted Aloha. Επίσης τα τερματικά εκείνα που είναι ανενεργά χρησιμοποιούν την φάση αυτή ώστε να ξανά ενεργοποιήσουν την μετάδοση σε ενεργή. Ο polling algorithm υπολογίζει προτεραιότητες με βάση τον αριθμό κελιών που αναμένουν και την διάρκεια ζωής τους και αναθέτει στο επόμενο slot μετάδοσης τον σταθμό με την υψηλότερη προτεραιότητα.

4.10.3 MDR (Multiservices Dynamic Reservation)

Το MDR χωρίζει το εύρος σε frames, τα οποία στην συνέχεια χωρίζονται σε ακόμη μικρότερα τμήματα (regions). Το πρώτο region μοιράζεται σε μικρά slots τα οποία οι ασύρματες χρήστες τα χρησιμοποιούν ως αιτήσεις για να μπορούν να αποκτήσουν πρόσβαση στο σύστημα. Όπως και μ' άλλα πρωτόκολλα οι αιτήσεις γίνονται διαμέσου του slotted Aloha. Τα υπόλοιπα frames μοιράζονται στις υπηρεσίες CBR, VBR & data users ανάλογα με την πληροφορία που αποκτήθηκε κατά την διάρκεια της προηγούμενης περιόδου. Τα πρώτο που δεσμεύει frames είναι το CBR και όλα τα υπόλοιπα δίνονται στο VBR & data users. Μόλις το CBR κερδίσει πρόσβαση στο σύστημα δεσμεύει με την σειρά του ένα slot για κάθε frame για όσο χρειάζεται να συνεχίσει την μετάδοση του. Οι υπόλοιπες τεχνολογίες μπορούν να έχουν πολλαπλά slots για κάθε frame και το πρωτόκολλο θα συμφωνήσει όταν το εύρος είναι διαθέσιμο. Σ' αυτήν την τεχνολογία τα uplink frames χωρίζονται σε τρία πεδία. Στο πρώτο πεδίο βρίσκουμε τα mini-slots τα οποία έχουν γίνει κράτηση. Το δεύτερο πεδίο αποτελείται από πολλαπλά "long-term" slots τα οποία έχουν κρατηθεί για τις υπηρεσίες CBR, VBR οι οποίες είναι εξαρτώμενες από τον χρόνο. Στο τελευταίο επίπεδο βρίσκουμε slots που είναι για "short-term" κρατήσεις και κυρίως απευθύνεται σε χρήστες οι οποίοι βασίζονται σε frame-by-frame.

Τέλος υπάρχουν τρεις πτυχές παράλληλα μειονεκτήματα για αυτό το πρωτόκολλο. Πρώτον μας παρέχει εγγυήσεις ποιότητας υπηρεσίας και ότι η υπηρεσία CBR έχει πάντα προτεραιότητα. Στους υπόλοιπους χρήστες όμως δεν παρέχει QoS. Το δεύτερο μείον είναι ότι οι καθυστερήσεις για τους χρήστες που περιμένουν στην περίοδο αίτησης πρόσβασης μερικές φορές είναι πολύ μεγάλες ή ακόμα και μη πραγματοποιήσιμες για πραγματικού χρόνου κίνηση. Το τρίτο και τελευταίο πρόβλημα είναι ότι το πρωτόκολλο δεν μπορεί τα mini-slots σ' ένα μεγάλο σύστημα.

4.10.4 Apostolas

Σ' αυτό το πρωτόκολλο γίνεται διαχωρισμός του downlink και του uplink καναλιού. Το downlink χρησιμοποιείται από τους σταθμούς βάσης για την εκπομπή των πακέτων. Από την άλλη το uplink χωρίζεται σε τέσσερις φάσεις. Αυτές είναι 1)μετάδοση (transmission), 2)εναλλαγή σε ενεργό (**transition to active**), 3)καταχώρηση (**registration**) και 4)έλεγχος (**control**). Στην φάση μετάδοσης τα ATM κελιά μεταδίδονται με απόκριση polling από τους σταθμούς βάσης. Στην εναλλαγή σε ενεργή φάση όλες τις ανενεργές συνδέσεις polled ώστε να αποκτήσουν περαιτέρω δυνατότητες μετάδοσης. Στην φάση καταχώρησης επιτρέπει σε νέα τερματικά να καταχωρούνται μέσα στο σύστημα. Τέλος στην φάση ελέγχου polls τα άνεργα τερματικά ώστε να χειρίζονται διάφορα μηνύματα

4.11 QoS (Quality of Service)

Το QoS αναφέρεται στην εικόνα ενός δικτύου να παρέχει την καλύτερη εξυπηρέτηση σε επελεγμένη κίνηση δικτύου πάνω από επιλεγμένες τεχνολογίες δικτύων όπως το ATM. Σημαίνει μια συλλογή τεχνολογιών που επιτρέπουν στις εφαρμογές να απαιτούν και να

παίρνουν τα αναμενόμενα επίπεδα εξυπηρέτησης όσο αφορά το εύρος και την καθυστέρηση. Χαρακτηριστικά της ποιότητας της υπηρεσίας είναι

- Υποστηρίζει διαθέσιμο εύρος ζώνης
- Βελτιώνει τα χαρακτηριστικά των απωλειών
- Διαμορφώνει την κίνηση του δικτύου και καθορίζει προτεραιότητες
- Αποφεύγει και διαχειρίζεται τη συμφόρηση του δικτύου.

Η IETF καθορίζει τις δυο ακόλουθες αρχιτεκτονικές για QoS:

1) Integrated Services (ενοποιημένες υπηρεσίες)

2) Differentiated Services (διαφοροποιημένες υπηρεσίες).

Οι ενοποιημένες υπηρεσίες χρησιμοποιούν το RSVP (Resource Reservation Protocol) για να μεταδώσουν τις ανάγκες του QoS για μια εφαρμογή με συσκευές end to end διαδρομής μέσα στο δίκτυο. Αν η συσκευή μπορεί να δώσει το αναγκαίο εύρος, τότε η εφαρμογή τίθεται σε λειτουργία.

Οι διαφοροποιημένες υπηρεσίες εστιάζονται κυρίως σε ένα συνολικό και ποσοτικό QoS. Πέρα από τις απαιτήσεις για QoS μιας εφαρμογής χρησιμοποιούν και ένα κώδικα στην κεφαλίδα για να καθορίσουν τα επίπεδα QoS που απαιτούνται.

Υπάρχουν κάποιοι παράμετροι οι οποίοι μας εγγυώνται το καλύτερο αποτέλεσμα στο θέμα του QoS. Αυτοί είναι:

Ο μέγιστος ρυθμός κελιών PCR (Peak Cell smRate) που χρειάζεται ο χρήστης να χρησιμοποιήσει. Αυτή η παράμετρος μπορεί να είναι χαμηλότερη από ότι μας επιτρέπει το εύρος ζώνης. Εάν ο αποστολέας σκοπεύει να στείλει ένα κελί κάθε 4 msec, το PCR του είναι 250.000 κελιά\sec, ακόμη και αν ο πραγματικός χρόνος μετάδοσης κελιών μπορεί να είναι 2,7 msec.

Ο συνεχής ρυθμός κελιών SCR (Sustained Cell Rate) είναι ο αναμενόμενος ή ο απαιτούμενος ρυθμός κελιών υπολογισμένος για μεγάλο ένα χρονικό διάστημα. Για κίνηση CBR, το SCR θα ισούται με το PCR, αλλά για όλες τις άλλες κατηγορίες υπηρεσιών, θα είναι

σημαντικά χαμηλότερο. Ο λόγος PCR/SCR είναι ένα μέτρο για το πόσο υπερφόρτωση υπάρχει στην κίνηση του δικτύου.

Ο ελάχιστος ρυθμός κελιών MCR (Minimum Cell Rate) είναι το ελάχιστο που θεωρεί αποδεκτό ο πελάτης. Εάν το δίκτυο δεν είναι σε θέση να εγγυηθεί ότι θα προσφέρει το εύρος ζώνης που απαιτείται από τον χρήστη, θα πρέπει να απορρίψει τη σύνδεση. Όταν ζητείται υπηρεσία ABR, το πραγματικό εύρος ζώνης που χρησιμοποιείται πρέπει να εκτείνεται μεταξύ MCR και PCR, αλλά μπορεί να διαφέρει δυναμικά κατά την διάρκεια της σύνδεσης. Εάν ο πελάτης και ο φορέας παροχής δικτύου συμφωνήσουν να θέσουν το MCR στο 0, τότε η υπηρεσία ABR γίνεται παρόμοια με την υπηρεσία UBR.

Η ανοχή στη διακύμανση καθυστέρησης κελιών CDVT (Cell Delay Variation Tolerance) πληροφορεί για το χρόνο που θα κυμαίνονται οι χρόνοι μετάδοσης κελιών. Προσδιορίζεται ξεχωριστά για το PCR και το SCR. Για μια τέλεια πηγή που λειτουργεί στο PCR, κάθε κελί θα εμφανίζεται ακριβώς $1/PCR$ μετά το προηγούμενο. Για μια πραγματική μετάδοση που δουλεύει στο PCR, θα υπάρξει κάποια διακύμανση στους χρόνους μετάδοσης των κελιών. Το ερώτημα μας είναι το εξής: πόση διακύμανση είναι αποδεκτή; Μπορεί ένα κελί να έρθει ένα nsec νωρίτερα; Τι γίνεται αν έρθει 30 sec νωρίτερα; Το CDVT ελέγχει την αποδεκτή διακύμανση χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο διαρρέοντος κάδου.

Οι επόμενες τρεις παράμετροι περιγράφουν χαρακτηριστικά του δικτύου και μετριοούνται στον δέκτη. Είναι και οι τρεις διαπραγματεύσιμες. Το ποσοστό απώλειας κελιών CLR (Cell Loss Ratio) είναι προφανές δηλαδή μέτρα το ποσοστό των μεταδοθέντων κελιών που δεν έχουν παραδοθεί στον χρήστη καθόλου ή έχουν παραδοθεί τόσο αργά ώστε να είναι άχρηστα. Η καθυστέρηση μεταφοράς κελιών CTD (Cell Transfer Delay) είναι ο μέσος χρόνος μετάδοσης από το switch στον ασύρματο τερματικό. Η διακύμανση καθυστέρησης κελιών CDV (Cell Delay Variation) μετρά το πόσο ομοιόμορφα παραδίδονται τα κελιά.

Οι τελευταίες τρεις παράμετροι QoS καθορίζουν χαρακτηριστικά του δικτύου και δεν είναι διαπραγματεύσιμες. Το ποσοστό λανθασμένων κελιών CER (Cell Error Ratio) είναι το ποσοστό κελιών που παραδίδονται με ένα ή περισσότερα bit λανθασμένα. Το ποσοστό ομάδων κελιών με σοβαρό λάθος SECBR (Severely-Errored Cell Block Ratio) είναι το ποσοστό των ομάδων N κελιών εκ των οποίων M ή περισσότερα περιέχουν λάθος. Τελικά, ο ρυθμός εσφαλμένης εισαγωγής κελιών CMR (Cell Misinsertion rate) είναι ο αριθμός κελιών ανά sec που παραδίδονται σε λανθασμένο προορισμό εξ αιτίας λάθους της επικεφαλίδας που δεν ανιχνεύτηκε.

Το τρίτο μέρος της σύμβασης κίνησης καθορίζει το τι σημαίνει επιτυχής σύνδεση και μεταφορά δεδομένων μέσα στα όρια του QoS. Δηλαδή αν ο πελάτης στείλει ένα κελί πολύ νωρίς, ακυρώνεται έτσι η σύμβαση; Εάν ο φορέας αποτύχει να ικανοποιήσει έναν από τους στόχους ποιότητας που έχει ορίσει για πεδίο για ένα χρονικό πλαίσιο μπορεί ο πελάτης να διαμαρτυρηθεί;

4.12 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΤΟΥ WIRELESS ATM NETWORK

Από τα παραπάνω που αναφέραμε συμπεράνουμε ότι τα ασύρματα δίκτυα τα οποία αποτελούνται από ATM switches & base stations και μπορούν να εκτελούν τα πρωτόκολλα για τα ασύρματα όπως τα UNI/NNI, και υποστηρίζουν διάφορες λειτουργίες όπως location management, handover & mobile QoS routing έχουν την δυνατότητα γενικότερα να χρησιμοποιούν τα ασύρματα πρωτοκολλά σαν να ήταν πρωτόκολλα ασύρματου ATM. Δηλαδή γενικότερα μπορούν να τοποθετηθούν radio κάρτες οι οποίες μπορούν να μας δώσουν την δυνατότητα στους ATM σταθμούς βάσης να αποκτήν την αρχιτεκτονική των ασύρματων δικτύων. Στα συμβατικά ασύρματα δίκτυα με switches περιλαμβάνονται επιπρόσθετα διάφορες

λειτουργίες όπως MSC (mobile switching center), BSC (base station control), HLR (home location register), and VLR (visitor location register) λειτουργίες που χρειάζονται για την υποστήριξη των ασύρματων δικτύων. Σε αντίθεση το ασύρματο ATM το location management και ο έλεγχος του handoff είναι λειτουργίες που χειρίζονται αποκλειστικά από τα ATM switches.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ IP OVER ATM

Στο κεφαλαίο αυτό θα προσπαθήσουμε να δώσουμε μια λεπτομερής αναφορά για την εμπλοκή του ATM στο IP πρωτόκολλο. Θα ασχοληθούμε με το τρόπο λειτουργίας για να επιτευχθεί αυτό, καθώς και δυο πτυχές. Η πρώτη είναι το packet encapsulation και η δεύτερη το address resolution. Οι δυο αυτές πτυχές έχουν ερευνηθεί από την IETF που είναι υπεύθυνη για την ερευνά του IP πάνω σε ATM δίκτυα.

Η επιτυχία του ATM βασίζεται κυρίως στην ικανότητα του να μπορεί να μεταφέρει τα κύρια δεδομένα κυρίως IP πάνω από την αρχιτεκτονική του δίκτυο. Η πολυπλοκότητα με το να συνδέσουμε IP με ATM οφείλεται κυρίως σε δυο βασικές διαφορές που υπάρχουν μεταξύ τους. Αυτές είναι οι Connection-oriented και οι Connectionless. Στην περίπτωση του ATM χρησιμοποιείται Connection-oriented δηλαδή πρέπει να δημιουργηθεί σύνδεση μεταξύ των δυο χρηστών. Αφού δημιουργηθεί τότε θα μπορούν να στείλουν δεδομένα μεταξύ τους μέσω του καναλιού που έχει δημιουργηθεί. Στην περίπτωση του IP όμως έχουμε Connectionless συνδέσεις. Δηλαδή δεν χρειάζεται να δημιουργηθεί σύνδεση και το κάθε IP πακέτο μεταδίδεται από τους δρομολογητές βασισμένο στην μέθοδο του hop-by-hop.

Αν θέλουμε να στείλουμε IP πακέτα μέσα σ'ένα ATM δίκτυο τότε έχουμε δυο επιλογές. Η πρώτη μας επιλογή είναι να δημιουργηθεί μια νέα σύνδεση αφού πρώτα ζητηθεί μεταξύ των δυο χρηστών ή τερματικών. Η δεύτερη επιλογή είναι τα δεδομένα να προωθηθούν μέσα από ήδη υπάρχον σύνδεση ή συνδέσεις. Βέβαια στην πρώτη επιλογή αν το μέγεθος των δεδομένων που θέλουν να στείλουμε είναι μικρός το κόστος για να δημιουργήσουμε μια σύνδεση και έπειτα να την κλείσουμε δεν έχει ακόμα μελετηθεί. Από την άλλη μεριά οι ήδη υπάρχον συνδέσεις μπορεί να μην είναι και η καλύτερη επιλογή αλλά

και επίσης μπορεί να δημιουργηθεί πρόβλημα υπερφόρτωσης του καναλιού αν τα δεδομένα που θέλουμε να στείλουμε είναι πολύ περισσότερα.

Ένας πολύ βασικός παράγοντας ακόμα είναι ότι στα ATM δίκτυα η δυνατότητα παροχής QoS (Quality of Service) είναι ένα πολύ βασικό θέμα. Όπως έχουμε αναφέρει σε προηγούμενα κεφαλαία στη εγγύηση για καλύτερη ποιότητα στις υπηρεσίες υπάρχουν διάφοροι παράμετροι όπως το bandwidth μιας σύνδεσης, για τις χρονικές καθυστερήσεις που δημιουργούνται στην διάρκεια μιας σύνδεσης και πολλά άλλα. Τέτοιου είδους απαιτήσεις περιλαμβάνονται στα μηνύματα κατά την μετάδοση του σήματος στην αρχή της σύνδεσης. Στις τωρινές εκδόσεις του IP (IPv4) δεν υπάρχουν τέτοιου είδους προοπτικές και κυρίως η μετάδοση του βασιζεται στο δυνατότερο κέρδος από τους δρομολογητές. Για να υπάρξει η δυνατότητα υποστήριξης QoS και να «απολαύσουμε» τα πλεονεκτήματα πρέπει να γίνουν κάποιες μετατροπές στο IP πρωτόκολλο.

5.1.ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΟΥ IP ΠΑΝΩ ΣΕ ATM ΔΙΚΤΥΑ

Στην συνέχεια του κεφαλαίου θα αναφερθούμε στα μοντέλα που θα βοηθήσουν ώστε να μπορέσουμε να τρέξουμε το IP πρωτόκολλο πάνω στα ATM δίκτυα. Το πρώτο το οποίο πρέπει να επιτύχουμε είναι το πως θα συσχετίσουμε τα ATM επίπεδα με τα TCP/IP επίπεδα. Τα δυο μοντέλα που θα χρησιμοποιήσουμε και θα τα αναφέρουμε παρακάτω είναι το: a)peer model & b)overlay model.

Στο πρώτο μοντέλο peer model θεωρεί ότι το ATM επίπεδο είναι σημείο ενός δικτύου όπως και στο IP και προτείνει την ίδια μέθοδο διευθύνσεων με αυτή που χρησιμοποιείται στο IP για ATM end systems. Τα σήματα που στέλνονται από τα ATM για διάφορες απαιτήσεις θα περιέχουν IP διευθύνσεις και τα ενδιάμεσα switches θα δρομολογούν τα διάφορα request με βάση ήδη υπάρχον πρωτόκολλα δρομολόγησης όπως είναι το RIP or OSPF etc. Αυτού του είδους

μοντέλο απορρίφθηκε γιατί παρότι κάνει πολύ απλό το θέμα των διευθύνσεων σε τελικά συστήματα κάνει τα πράγματα πιο περίπλοκα στον σχεδιασμό των ATM switches. Θα πρέπει τα ATM switches να σχεδιαστούν ώστε να έχουν όλες εκείνες τις λειτουργίες που υποστηρίζει ένας IP δρομολογητής. Επιπλέον το ATM δίκτυο θα χρειαστεί να γνωρίζει και άλλα πρωτόκολλα δικτυακών επιπέδων όπως IPX or AppleTalk άρα και τα switches θα είναι υποχρεωμένα να γνωρίζουν όλα τα πρωτόκολλα δρομολογήσεων.

Το **δεύτερο μοντέλο το overlay model** είναι αυτό που έχει κιόλας υιοθετηθεί. Σ' αυτό το μοντέλο αντιμετωπίζει το ATM ως ένα data link επίπεδο το οποίο βρίσκεται πάνω από κάθε IP που τρέχει. Επιπλέον στο μοντέλο αυτό το ATM έχει το δικό του σύστημα διευθύνσεων και τα δικά του πρωτόκολλα. Η ATM διευθύνσεις δεν συνδέονται λογικά με τις IP και ούτε υπάρχει μεταξύ τους κάποιος χάρτης που να τις δείχνει. Κάθε τελικό σύστημα έχει την δικιά του ATM διεύθυνση και μια ξεχωριστή για το IP πρωτόκολλο. Από την στιγμή που δεν υπάρχει ένας χάρτης για να μας κατευθύνει ο μόνος τρόπος για επικοινωνήσουν μεταξύ τους είναι να δημιουργηθεί ένα πρωτόκολλο που να δίνει λύσεις σε θέματα διευθύνσεων (addressing resolution protocol). Ουσιαστικά υπάρχουν δυο τρόποι στο overlay model για να επιτευχθεί η δυνατότητα να τρέξουμε IP πάνω σε ATM δίκτυα. Ο ένας τρόπος είναι να χαρακτηρίσει το ATM δίκτυο ως ένα LAN και να το χωρίσει σε μικρότερα λογικά υποδίκτυα τα οποία περιέχουν τελικά συστήματα και έχουν την ίδια IP κατάληξη. Αυτή η **μέθοδος είναι γνωστή** έως **Classical IP over ATM**(περαιτέρω ανάλυση βλέπε παρακάτω). Στην μέθοδο αυτή τα τελικά συστήματα τα οποία βρίσκονται μέσα στο ίδιο το υποδίκτυο επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω end-to-end συνδέσεις και όπως στα τοπικά ο ARP διακομιστές χρησιμοποιούνται στα λογικά υποδίκτυα ώστε να μετατρέπουν τις IP διευθύνσεις σε ATM διευθύνσεις. Πάντως η κίνηση ενός δικτύου όταν θέλουν να επικοινωνήσουν δυο διαφορετικά υποδίκτυα πρέπει να περάσει μέσα από ένα δρομολογητή παρότι μπορεί να ανήκουν στο ίδιο ATM δίκτυο. Αυτό έχει σαν επίπτωση όμως να δημιουργείται μεγάλη καθυστέρηση

στο δίκτυο. Σε αυτό το πρόβλημα έρχεται να δώσει λύση το Next Hop Resolution Protocol (NHRP). Το πρωτόκολλο αυτό δουλεύει ως εξής: όταν τρέχει σ' ένα δίκτυο ATM το οποίο είναι διαχωρισμό σε πολλά υποδίκτυα επιτρέπει σ' ένα τελικό σύστημα να επιλύσει μια ATM διεύθυνση από μια IP διεύθυνση ενός άλλου τελικού συστήματος το οποίο βρίσκεται σε ένα άλλο υποδίκτυο και να δημιουργήσει μια end-to-end ATM σύνδεση μεταξύ τους η οποία ονομάζεται short-cut.

Άλλη μια μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι ένα ATM δίκτυο που προσομοιώνει τα πρωτόκολλα των τοπικών δικτύων όπως Ethernet or Token Ring. Αυτή είναι γνωστή ως και LAN Emulation (LANE). Κυρίως βοηθάει στο να τρέχουν εφαρμογές του IP πάνω στα ασύγχρονα δίκτυα χωρίς να χρειάζονται να γίνουν μετατροπές στο ήδη υπάρχον δίκτυο. Αυτό θα βοηθήσει πάρα πολύ τα ATM δίκτυα. Παρόλα' αυτά όπως και το Classical IP over ATM τα δεδομένα μεταξύ διαφορετικών emulated LANs χρειάζεται να ταξιδεύσουν διαμέσου κάποιου δρομολογητή. Η καλύτερη λύση που επιλύει το πρόβλημα αυτό είναι να γίνει ένας συνδυασμός των τεχνολογιών LANE and NHRP, Multiprotocol Over ATM (MPOA) οι οποίες δημιουργούν συντομεύσεις ώστε να προσπερνούν τους δρομολογητές μεταξύ ELANS.

Τα πρωτοκολλά δρομολόγησης που χρησιμοποιούνται είναι τελείως διαφορετικά. Για το ATM είναι το P-NNI και το IP χρησιμοποιεί το OSFP. Χρησιμοποιώντας το IP πρωτόκολλο οι δρομολογητές δεν γνωρίζουν την τοπολογία ενός εσωτερικού ATM δικτύου και τα switches δεν μπορούν να αναγνωρίσουν την διαφορά ενός ATM δρομολογητή με ένα ATM τελικό σύστημα. Μερικές φορές είναι πολύ προτιμότερο ένας δρομολογητής να γνωρίζει και να καταλαβαίνει τα πρωτόκολλα δρομολόγησης ώστε να μπορεί να δημιουργήσει end-to-end συνδέσεις μ' άλλους δρομολογητές. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το PNNI augmented routing (PAR) να κάνει τους ATM δρομολογητές να συμπεριφέρονται σαν να είναι ATM switch τα οποία εξάγουν την τοπολογία του δικτύου και δίνουν πληροφορίες σε άλλους δρομολογητές και switches.

Τέλος να επισημάνουμε ότι η IP έκδοση έξι έχει αναπτυχθεί ώστε να έχει περισσότερες δυνατότητες στο θέμα διευθύνσεων και να μπορεί να υποστηρίζει υπηρεσίες οι οποίες τρέχουν εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο.

5.2 CLASSICAL IP over ATM

Όπως αναφέραμε πιο πάνω το classical IP συμπεριφέρεται στο ATM δίκτυο σαν να είναι διαφορετικά IP υποδίκτυα το οποίο συνδέονται διαμέσου δρομολογητών. Καθένα από αυτά τα IP υποδίκτυα ονομάζονται logical subnet (LIS). Αυτό με την σειρά του έχει κάποιες ιδιότητες όπως: τα τελικά συστήματα που βρίσκονται μέσα σε LIS μοιράζονται την ίδια IP κατάληξη και την address mask. Μ' αυτό τον τρόπο, LIS είναι παρόμοιο με ένα IP υποδίκτυο το οποίο βρίσκεται σ' ένα broadcast LAN. Παρόλα αυτά τα κλασικά IP δίκτυα χωρίζονται μεταξύ τους από δρομολογητές ενώ αντίθετα τα LIS συνδέονται πραγματικά μέσα στο ίδιο ATM δίκτυο. Αυτό εξηγεί γιατί ονομάζονται λογικά υποδίκτυα. Κάθε ένα μέλος που ανήκει σ' ένα LIS καθορίζεται κυρίως από τις ρυθμίσεις που υπάρχουν software και όχι από hardware ρυθμίσεις. Ακόμα να αναφέρουμε ότι η επικοινωνία μέσα σ' ένα LIS δεν χρειάζεται να περάσει μέσα από ένα δρομολογητή.

Άλλη μια ιδιότητα είναι ότι τα τελικά συστήματα μέσα σ' ένα LIS επικοινωνούν μεταξύ τους με end-to-end ATM συνδέσεις. Αν θέλει ο χρήστης Δ θέλει να επικοινωνήσει με τον χρήστη Α που ανήκει στο LIS θα πρέπει να δημιουργήσουν μια σύνδεση μεταξύ τους πρώτα. Ο χρήστης Δ γνωρίζει την IP διεύθυνση του Α αλλά όχι και την ATM. Τώρα για να μπορεί να μετατρέψει την IP διεύθυνση σε ATM όπως γίνεται σ' ένα κλασικό IP δίκτυο, το κάθε LIS περιλαμβάνει ένα ARP υπηρεσία η οποία τρέχει στον ATMARP διακομιστεί. Ο Δ χρήστης στέλνει ένα ARP πακέτο το οποίο περιέχει την IP διεύθυνση του Α στον ATMARP ο οποίος απαντάει με την σειρά του την ATM διεύθυνση του Α. Μετά από

αυτή την διαδικασία δημιουργείται μεταξύ τους η σύνδεση διαμέσου ενός P-NNI σήματος.

Μια τρίτη ιδιότητα ότι τα τελικά συστήματα τα οποία ανήκουν σε διαφορετικά LIS επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ενός δρομολογητή. Ένας router μπορεί να είναι μέλος πολλών LIS και προωθεί την IP κίνηση μεταξύ τους. Τυπικά κάθε ένα LIS έχει το δικό του δρομολογητή και όλα εκείνα τα πακέτα τα οποία προορίζονται για διαφορετικό τελικό σύστημα σε άλλο LIS ταξιδεύουν μέσω αυτού. Τώρα αν αυτός ο δρομολογητής βρίσκεται στο ίδιο LIS με τον σύστημα που προορίζεται το πακέτο απλά το προωθεί με τον τρόπο που αναφέραμε πιο πάνω. Αν όμως το τελικό σύστημα ανήκει σε διαφορετικό LIS με διαφορετικό δρομολογητή τότε το προωθεί στο επόμενο και ούτε το καθεξής ώστε να φτάσει στον προορισμό του βασισμένο στην μέθοδο του hop-by-hop. Βέβαια κάτι τέτοιο δεν είναι επιθυμητό γιατί ο δρομολογητής πρέπει να ενώσει και να διαλύσει το κάθε IP πακέτο κάτι το οποίο σημαίνει μεγαλύτερες καθυστερήσεις μέσα στο δίκτυο. Αφού είναι εφικτό να έχουμε απευθείας συνδέσεις μεταξύ τελικών συστημάτων μέσα σ' ένα ATM δίκτυο, τότε η μέθοδος hop-by-hop είναι χάσιμο χρόνου και αποθεμάτων. Για να επιλυθεί αυτό το πρόβλημα χρησιμοποιούμε το NHRP το οποίο επιτρέπει να δημιουργούνται απευθείας συνδέσεις μεταξύ τελικών συστημάτων σε διαφορετικά LIS.

5.3 MultiProtocol over ATM

Το MultiProtocol over ATM είναι από κοινού ανάπτυξη από το ATM forum και το IETF. Η κυρίως ανάπτυξη του έχει εστιαστεί στο IP πρωτόκολλο. Ονομαστικά μπορούμε να αναφέρουμε τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται στο ATM δίκτυο, τα οποία θα βοηθήσουν ώστε να επιτευχθεί η λειτουργία MP.

A) Peer models: Έχουν προταθεί πολλές ιδέες ενός νέου peer model το οποίο θα έχει τη δυνατότητα να αντικαταστήσει το overlay model. Οι προτάσεις αφορούν μια καινούρια αλγοριθμική σχεδίαση

διευθύνσεων για όλα τα επίπεδα δικτύου σε NSAP format addresses, ώστε τα σήματα που περιέχουν τέτοιου είδους διευθύνσεις να μπορούν να δρομολογούνται από το πρωτόκολλο P-NNI. Το πρόβλημα βέβαια που δημιουργείται από την ύπαρξη ενός τέτοιου Peer model είναι η μη δυνατότητα πρόβλεψης για την αποτελεσματικότητα ή μη αυτού σε δίκτυα τα οποία βασίζονται σε ATM δρομολογητές ή όχι.

B) Integrated P-NNI: Δεδομένου της μεγάλης δυναμικότητας και ευελιξίας που μας παρέχει το P- NNI πρωτόκολλο, το οποίο χρησιμοποιείται από τα ATM switches, επιδιώκεται η δημιουργία του Integrated P-NNI. Έτσι μας παρέχει τη δυνατότητα, εκτός από τη δρομολόγηση κελιών, να υποστηρίζει και τη δρομολόγηση πακέτων. Με την ύπαρξη του I-PNNI μπορούν να συνυπάρξουν και το overlay και το peer model. Στην περίπτωση του peer model, τα δεδομένα μπορούν να μεταφερθούν κατευθείαν διαμέσου του ATM δικτύου. Στην περίπτωση του overlay model, η σχεδίαση των διευθύνσεων θα υλοποιηθεί πάνω σε NSAP address και θα προωθηθεί στα ATM switches.

C) Distributed router protocols: Για την υλοποίηση του MPOA πάνω σε ATM δίκτυα η Cisco έχει προτείνει μια καινούργια μέθοδο. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην δημιουργία νέων VLAN τα οποία θα εξελιχθούν με βάση τα ήδη υπάρχον VLAN που βασίζονται στο πρωτόκολλο LANE. Λόγω προβλημάτων που εμφάνιζε η προηγούμενη γενιά «**LANE-based layer 2 LAN switches**» οι εταιρείες δημιουργούν μια νέα γενιά βασισμένη σε **layer 3** LAN switching systems, περιλαμβάνοντας και τα Cisco Systems, πάνω στην **CiscoFusion (tm)** αρχιτεκτονική. Βασικά τα switches αυτά δεν θα ενεργούν απλά ως «γέφυρες», όπου κάνουν τα πακέτα switching με βάση την MAC address, αλλά θα μεταδίδουν τα πακέτα βασισμένα στην διεύθυνση του network layer όπου ανήκουν. Εν συντομία ένα σύστημα που βασίζεται σε αυτή την γενιά θα συγκροτήσει ένα distributed router.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ: 1) Μειώνει τα πολλαπλά hops διαμέσου των ATM δρομολογητών κατά την επικοινωνία μεταξύ δύο κόμβων σε διαφορετικά virtual LANs.

2) Επίσης μας παρέχει την δυνατότητα να δημιουργούμε ένα δίκτυο πιο αυτοδύναμο, ευέλικτο και ευκολότερο στην διάγνωση του. Πιο συγκεκριμένα μας δίνει την δυνατότητα να δρομολογούνται τα πακέτα κατευθείαν χωρίς την ανάγκη των flooding μηχανισμών που βρίσκονται στα συστήματα στο layer 2 όπου είναι και ο κύριος περιορισμός για την περαιτέρω βελτίωση του.

Στο τέλος του κεφαλαίου να αναφέρουμε όλα εκείνα τα χαρακτηρίστηκα –συσκευές που συγκροτούν την τεχνολογία MPOA.

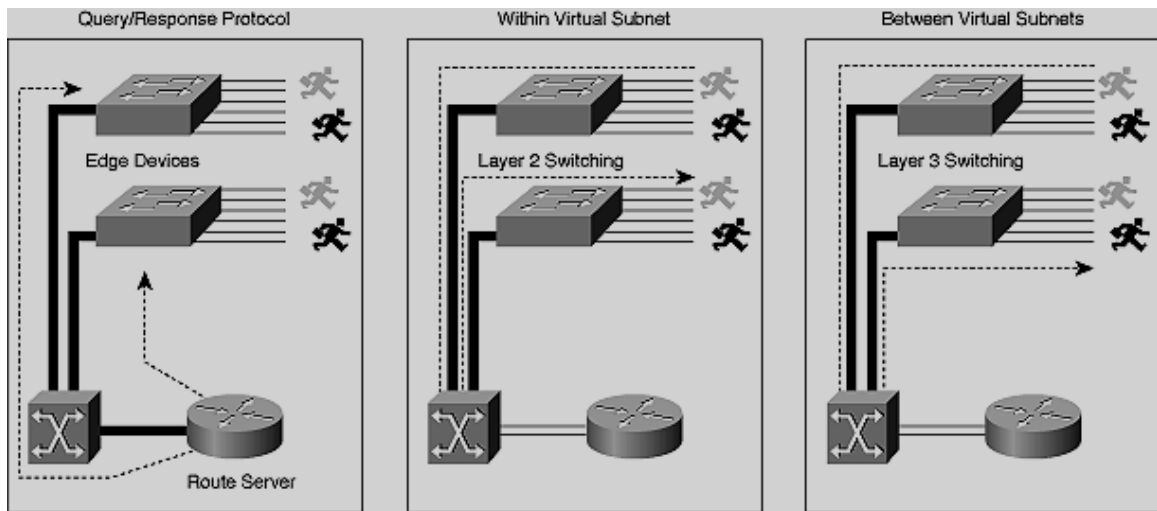
1^ο) Από Layer 3 switches (**called Edge Devices**) το οποίο υποστηρίζουν ένα ή και περισσότερα ports σε LAN και WAN δίκτυα.

2^ο) **ATM attached-end-systems** υλοποιώντας το MPOA πρωτόκολλο (ονομάζονται αλλιώς και **MPOA hosts**) και

3^ο) **Route Servers** όπου όλοι βρίσκονται συνδεδεμένοι στο ATM network.

Οι συσκευές Edge devices εγκαθιστούν στο layer 3 την προώθηση των πακέτων αλλά δεν υποστηρίζουν πρωτοκολλά δρομολόγησης. Αυτό θα επιτευχθεί από τους route servers, οι οποίοι αλληλεπιδρούν μεταξύ τους ή και με τους συμβατικούς δρομολογητές, οι οποίοι μπορεί να βρίσκονται μέσα ή έξω από το ATM δίκτυο, χρησιμοποιώντας και τα συμβατικά πρωτόκολλα δρομολόγησης όπως EIGRP, OSPF, RIP etc.

Με την σειρά τους όλες αυτές οι συσκευές υποστηρίζουν ένα MPOA «πελάτη» όπου κάθε ένας από αυτούς μπορεί να υποστηρίζει ένα ή και περισσότερες διευθύνσεις layer 3 καθώς και ATM διεύθυνση. Η διεύθυνση layer 3 είτε θα αντιπροσωπεύει ένα MPOA host ή διευθύνσεις που φτάνουν στο κόμβο διάμεσου ενός edge device ή router. Στην συνέχεια θα συνδεθούν σένα MPOA διακομιστεί και θα καταχωρίσουν τις ATM διευθύνσεις τους καθώς επίσης και τις layer 3 addresses.



εικόνα 5.1: Architecture of the MPOA Protocol

5.4 ATMARP Server

Η διαδικασία σεταρίσματος ενός ATMARP Server είναι σχεδόν παρόμοια με ένα ARP διακομιστή ο οποίος βρίσκεται σ' ένα κλασικό IP δίκτυο. Ένα ARP_REQUEST πακέτο στέλνεται από ένα τελικό σύστημα σε ένα ATMARP server ώστε να γίνει η μετατροπή της IP διεύθυνση σε ATM διεύθυνση. Μέσα στο διακομιστή αυτό υπάρχει ένας πίνακας με IP Address, ATM address ζευγάρια. Αν ένα ζευγάρι ταιριάζει με την IP διεύθυνση η ATM διεύθυνση θα γυρίσει πίσω μαζί μ' ένα πακέτο ARP_REPLY. Διαφορετικά θα γυρίσει πίσω ένα ARP_NAK πακέτο. Τα περιεχόμενα που βρίσκονται μέσα στον ATMARP Server είτε καταχωρούνται χειροκίνητα ή καταχωρούνται όταν τα συστήματα συνδέονται με τον ATMARP Server.

5.5 DATA ENCAPSULATION

Το επίπεδο AAL 5 είναι υπεύθυνο για να μεταφέρει IP πακέτα end-to-end. Υπάρχουν δυο είδη: το πρώτο είναι το VC Based multiplexing και το δεύτερο είναι το LLC.

Στην περίπτωση του LLC πολλαπλά πρωτόκολλα μπορούν να μεταφερθούν μέσα από μια γραμμή όπου ο τύπος του encapsulated πακέτο αναγνωρίζεται από μια LLC επικεφαλίδα. Επιπρόσθετα όλες οι συνδέσεις που χρησιμοποιούν αυτού του τύπου ENCAPSULATION τερματίζουν τις κλήσεις τους στο LLC επίπεδο αφού εκεί θα γίνει η πολυπλεξία του πακέτου. Βασικά το LLC θεωρείται η βασικότερη μέθοδος encapsulation που χρησιμοποιείται για την τεχνολογία IP πάνω σε ATM πρωτόκολλα. Η ITU-T έχει υιοθετήσει αυτήν την τεχνολογία ως την βασικότερη για εγκλεισμό σε πολλαπλά πρωτόκολλα πάνω σε ATM. Σε πρόσφατη έρευνα που έχει γίνει από την ομάδα του ATM έχουν καθορίσει ότι η μέγιστη μεταφορά δεδομένων (MTU) έχει καθοριστεί στα 9180 bytes όσο είναι και το μέγεθος του MTU για IP πάνω σε SMDS.

Στην επόμενη μέθοδο encapsulation τη VC μόνο ένα πρωτόκολλο μπορεί να μεταφερθεί μέσα από μια ATM σύνδεση. Το πρωτόκολλο που θα μεταφερθεί καθορίζεται από την αρχή δηλαδή όταν κανονίζεται ο τύπος σύνδεση. Οπότε καταλαβαίνουμε ότι δεν χρειάζεται να υπάρχουν επικεφαλίδες όπως στην προηγούμενη μέθοδο ή να γνωρίζουμε τον τύπο του πακέτου. Ο τύπος encapsulation που χρησιμοποιείται στα LANE για πακέτα δεδομένων είναι παρόμοια μ' αυτήν της VC. Κυρίως χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να συνδέσουμε εφαρμογή με εφαρμογή ξεπερνώντας χαμηλότερα επίπεδα πρωτοκόλλων όπου αυτό είναι επιθυμητό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

6.1 ATM και Frame Relay Interworking

Η απλότητα είναι η σφραγίδα του Frame Relay. Αυτή η προσανατολισμένη προς τη σύνδεση τεχνολογία μεταγωγής πακέτων έχει ως σκοπό να διαβιβάσει αποτελεσματικά την κυκλοφορία στοιχείων στα data-rates που φτάνουν μέχρι τα ποσοστά των E3/T3 χωρίς η σύνδεση και τη Διαχείριση κυκλοφορίας από τον προκάτοχο, X.25. Η πολύ-χρηστική ολοκλήρωση και οι υψηλού επιπέδου διοικητικές λειτουργίες αφήνονται στο Asynchronous Transfer Mode (ATM) που βρίσκεται στον πυρήνα των δικτύων αυτών.

Όταν το Frame Relay λείπει, το ATM παραδίδει και αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο αυτά τα δύο είναι από καιρό τέλειοι σύντροφοι. Η αλληλεπίδραση με το Frame Relay ήταν μια από τις πρώτες αποστολές του ATM Forum, που λειτουργεί στενά με το Frame-Relay Forum για να τυποποιήσει την αλληλεπίδραση μεταξύ Frame-Relay και ATM. Η αρχή έγινε με τα δίκτυα frame-relay τα οποία μπόρεσαν να χρησιμοποιήσουν έναν πυρήνα ATM για την συνδεσιμότητα Frame-Relay και από τότε έχουν ελεγχθεί πλήρως οι αλληλεπιδραστικές ικανότητες μεταξύ του ATM και των κόμβων Frame-Relay όπως επίσης καθώς και των τελικών χρηστών, που επιτρέπουν στο ATM και στους κόμβους Frame - Relay να επικοινωνούν άμεσα το ένα με το άλλο.

Πλεονεκτήματα του ATM και Frame Relay

Το ATM έδωσε στο Frame Relay μια πορεία εξέλιξης, που επεκτείνεται στα υψηλότερα data rates μέχρι 10 Gbps φτάνοντας σήμερα τα E3/T3 ποσοστά. Διαθέτοντας αυτά τα ποσοστά το Frame Relay προσθέτει τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα και τις εφαρμογές

πυρήνων που είχαν απαγορεύσει στο Frame - Relay να εξελιχθεί σε μια αληθινή τεχνολογία κεντρικών δικτύων. Εντούτοις, η απλότητα του Frame - Relay εξυπηρέτησε (και συνεχίζει να το κάνει αυτό) τους χειριστές στη χαμηλότερη μερίδα ταχύτητας των πακέτων των data-oriented δικτύων Στο κεντρικό δίκτυο το ATM συμπληρώνει το Frame-Relay με την προσθήκη πολλών εφαρμογών και χαρακτηριστικών γνώρισμάτων που απαιτούνται σε ένα πολύ-χρηστικό μεταστρεφόμενο κεντρικό δίκτυο όπως, για παράδειγμα η Ποιότητα υπηρεσιών καθώς επίσης και οι κατηγορίες υπηρεσιών, η μηχανή κυκλοφορίας, το διαφορετικό Service Classes κ.λπ. Υπό αυτήν τη μορφή τα ATM και Frame-Relay συνεχίζουν να είναι ιδιαίτερα συμπληρωματικές τεχνολογίες και να συνεχίζουν να επεκτείνονται υπό αυτήν τη μορφή.

Μέλλον του ATM και Frame Relay

Το Frame Relay είναι ένας από τους μεγαλύτερους καταναλωτές των τεχνολογιών του ATM. Και ο συνδυασμός τους είναι ένα από τα παγκόσμια ευρύτατα επεκταμένα δυναμικά duos. Ο συνδυασμός των δύο πρωτοκόλλων συνεχίζει να γεφυρώνει κληρονομικά συσκευές δεδομένων και τα δίκτυα επόμενης γενεάς, με μια οικονομικώς αποδοτική αρχιτεκτονική που υιοθετεί τις δίπλα δίπλα τεχνικές διαχείρισης. Ο συνδυασμός Frame Relay/ATM μπορεί να αναμείνει τη συνεχή επιτυχία στην κάλυψη του κενού τεχνολογίας, καθώς ο κόσμος πηγαίνει προς τα καθολικά πρωτόκολλα επικοινωνίας.

6.2 ATM Και DSL Interworking

Ο γάμος **Asynchronous Transfer Mode** (ATM) και **Digital Subscriber Line** (DSL) αντιπροσωπεύει τα καλύτερα χαρακτηριστικά κάθε τεχνολογίας. Το ATM είναι μοναδικό λόγω του εύρους των υπηρεσιών και των εφαρμογών με τις οποίες διασυνδέεται εύκολα. Επιτρέπει διαφορετικούς τύπους κυκλοφορίας να μεταφέρονται πέρα από το ίδιο δίκτυο παραδίδοντας έναν χωρίς ταίρι, βαθμό ποιότητας υπηρεσίας χαρακτηριστικό γνώρισμα μιας διαχείρισης της κυκλοφορίας. Το DSL υιοθετεί την χαμαιλέοντα προσωπικότητα του ATM για να παραδώσει αξιόπιστα μια ποικιλία υπηρεσιών στο χρήστη μέσω μιας από τις παραλλαγές DSL όπως ADSL, G- Lite, HDSL ή η πιο πρόσφατη έκδοση υψηλής -ταχύτητας, VDSL.

Το Πλεονεκτημα Της Χρησιμοποίησης Του ATM Και DSL

Το ATM είναι ιδιαίτερα ταιριαστό για DSL επειδή επιτρέπει στο εύρος ζώνης να διατηρείται δυναμικά μεταξύ μιας ευρείας σειράς υπηρεσιών φωνής και δεδομένων καθώς και αξιόπιστα και με τα ελάχιστα γενικά έξοδα εξ ορισμού στο last mile. Δίνει επίσης στους διαχειριστές τα διοικητικά εργαλεία για να επιτύχουν τα διευκρινισμένα επίπεδα απόδοσης κοινά σε συμφωνίες επιπέδων υπηρεσιών καθώς επίσης των απαραίτητων συστημάτων BSS και OSS που απαιτούνται για να επιτρέψουν τη ρυθμιζόμενη, την οικονομικώς, την αποδοτική και αξιόπιστη μεγάλη κλίμακα επέκτασης μεταφορέα-βαθμού.

Η ευρεία υιοθέτηση του ATM από τους περισσότερους προμηθευτές DSL επεκτείνει τα οφέλη του ATM από το last-mile στο κεντρικό δίκτυο, επίσης επιτρέπει τη διαλειτουργικότητα με οποιοδήποτε άλλη παρόν τεχνολογία (π.χ. TDM, GigE, POS/IP, frame - Relay κ.λπ...) σε

οποιοδήποτε μέρος στο δίκτυο βασισμένο στην πρωτοφανείς ευελιξία του ATM. Αυτή η ευελιξία δίνει στο χειριστή την προστασία και την ελευθερία επένδυσης της επιλογής που απαιτούνται σε αυτόν τον πρόκλητικό, γρήγορα εξελισσόμενο και ακρως ανταγωνιστικό τομέα της αγοράς και μέσω αυτής της προσαρμοστικότητας μειώνουν σημαντικά το κόστος της ιδιοκτησίας, των κύριων δαπανών και του λειτουργικού κόστους.

6.3 ATM και SONET/SDH Interworking

Το ATM και SONET/SDH είναι οι δύο ακρογωνιαίοι λίθοι των ιδιαίτερα αξιόπιστων δικτύων. Μερικοί ιεραρχούν τις αξίες ενός βελτιωμένου δικτύου με την εξάλειψη ενός από τα στρώματα τους. Αλλά αυτή η προσέγγιση δεν έχει ριζώσει στα δίκτυα carrier-grade λόγω της σταθερής ανάγκης για την αξιοπιστία. Και όπου η αξιοπιστία είναι κάτι σημαντικό, τα ATM και SONET/SDH πηγαίνουν γενικά μαζί.

Πλεονεκτήματα του ATM και SONET/SDH

Το ATM over SONET/SDH έχει ένα αποδεδειγμένο αρχείο διαδρομής για την ύπαρξη πιο αξιόπιστης, εύκαμπτης, αποδοτικής και εξελικτικής διοικητικής προσέγγισης εύρους ζώνης. Τα οφέλη επισημαίνονται στις ισχυρές ιδιότητες κάθε τεχνολογίας. Τα βασικά πρότυπα SONET/SDH προσεγγίζουν την αυτόματη προστατευόμενη παράδοση για στιγμιαία Αυτόθεραπεία σε περίπτωση κοπής καλωδίων. Αυτή η ενδυνάμωση ενισχύει την προστασία για τις μεταδόσεις διακοπών του ATM. Το ATM χρησιμοποιεί Στατιστική πολυπλεξία για να συμπιέσει τα σήματα από ποικίλες πηγές, με αυτόν τον τρόπο μεγιστοποιείται η χρήση του εύρους ζώνης που παράγεται από το SONET/SDH. Διαφορετικοί τύποι εφαρμογών είναι

ευκολότερο να αναμικτούν από τον εξοπλισμό του SONET/SDH, μειώνοντας τις κύριες δαπάνες που πραγματοποιούνται με τον πρόσθετο εξοπλισμό.

Το Μέλλον του ATM και SONET/SDH

Ένα μεγάλο μέρος της πιο πρόσφατης εργασίας στο συνδυασμό του ATM και SONET/SDH επιδιώκει να επιτύχει τις μεγαλύτερες αποδοτικότητες δικτύων για παραδείγμα να επιτρέψει στο ATM να μιμηθεί το SONET/SDH σε ορισμένα μέρη του δικτύου. Αυτό εξαλείφει την ανάγκη για SONET/SDH και επομένως να μειώσει τον αριθμό των στρωμάτων δικτύου, μειώνοντας επίσης λειτουργική πολυπλοκότητα και κόστος από άλλες κύριες δαπάνες. Αυτό γίνεται επίσης πληρώνοντας την πίστωση στην ανάγκη για περισσότερα στοιχεία-προσανατολισμένα στα χαρακτηριστικά δικτύων εκτός από τα παραδοσιακά TDM καθοριζόμενου -εύρους ζώνης circuit-switched χαρακτηριστικά. Με Photonics ή DWDM που καθιερώνεται στα κεντρικά δίκτυα σήμερα όπου παραδίδονται τα πρωτοφανή ποσά ικανότητας, το ATM παίρνει κινούμενο έξω προς τα στρώματα συνάθροισης και πρόσβασης του δικτύου όπου βρίσκονται οι δυνάμεις πυρήνων της, δηλαδή:

- **Ευελιξία**
- **Εξελισσιμότητα**
- **Προβλεψιμότητα**
- **Μεταβλητότητα**

Περαιτέρω στο μέλλον οι συζητήσεις της βιομηχανίας περιβάλλονται αυτήν την περίοδο γύρω από την καθιέρωση ενός κοινού πρωτοκόλλου έλεγχου-επίπεδου για την πρόσβαση, τη συνάθροιση και τις τεχνολογίες στρώματος πυρήνων που βασίζονται σε MPLS και στη γενικευμένη έκδοσή της (Generalized MPLS -- GMPLS) που μπορεί επίσης να εφαρμοστεί σε SONET/SDH, DWDM και άλλες τεχνολογίες.

Καθώς γράφονταν αυτό το κείμενο καμία δοκιμαστική εφαρμογή, πόσο μάλλον οι παραγωγικές επεκτάσεις μεγάλης κλίμακας έχουν αναγγελθεί. Αλλά ακόμη και μόλις εμφανιστεί αυτό το ATM ή/και οι διαθέσιμες σήμερα υβριδικές εφαρμογές ATM/MPLS θα συνεχίσουν να έχουν έναν βασικό ρόλο που διαδραματίζει στο ενοποιημένο, για πολλές χρήσεις New Public Network.

6.4 ATM & UMTS – Wireless Applications Interworking

Οι ασύρματες εφαρμογές έχουν ωριμάσει κατά πολύ πέρα από τη μεταδοση φωνής στα προωρα κυψελοειδη δικτυα. Σήμερα, οι πρώτες ασύρματες εφαρμογές Διαδικτύου χτυπούν την αγορά, δίνοντας στους συνδρομητες προσβαση σε μια ποικιλια από online υπηρεσιες και εφαρμογες, όπως για παραδειγμα η εγγυημενη μεταδοση και η απεριοριστη κινητικότητα. Η διευκόλυνση των τρίτης γενιας κινητών υπηρεσιών(3G), επίσης γνωστών ως Universal Mobile Telecommunications Systems (UMTS), είναι μια ποικιλία μεσων μεταφοράς και μεταστροφης. . Στο UMTS συμπεραίνουμε ότι οι δομές του Asynchronous Transfer Mode (ATM) εξυπηρετούν στο Radio Access Network (RAN) καθώς επίσης και την κυκλοφορία στον πυρηνα του δικτυου, μεταφέροντας ταυτόχρονα φωνή και δεδομένα με αποτελεσματικότητα, αξιοπιστία και με το απαιτούμενο Quality of Service (QoS). Εκτός από τη διευκόλυνση του UMTS, το ATM χρησιμεύει επίσης ως πλατφόρμα ολοκλήρωσης για τα 2G (GSM), 2.5G (GPRS) και 3G (UMTS) σε ένα κοινό, για πολλές χρήσεις όπως πρόσβασης στο δίκτυο. Επίσης δίνει στους χειριστες αυξανομενη ευελιξία και προσασια της επενδυσης τους χαμηλώνοντας τις κύριες δαπάνες και το λειτουργικό κόστος με την εξάλειψη της ανάγκης για

τις χωριστές υποδομές και τη διευκόλυνση ακόμη και για περαιτέρω εφαρμογές και υπηρεσίες.

Πλεονεκτήματα του ATM και UMTS/Wireless Applications

Η φωνή δεν είναι το νέο συστατικό στα δίκτυα τρίτης γενιάς (3G), στο ασύρματο IP όμως είναι. Το ATM πλησιάζει αυτήν την νεογεννητή βιομηχανία με την καλά-περιχαρακωμένη θέση του και στους δύο κόσμους. Με την χρησιμοποίηση του ATM ως στρώμα μετατροπής, οι UMTS/wireless μεταφορείς υιοθετούν το AAL2 (ATM adaptation layer 2), για να φέρουν και τη φωνή και την κυκλοφορία στοιχείων στο RAN. Το κεντρικό δίκτυο AAL2 χρησιμοποιείτε για μεταφορά φωνής και το AAL5 ή και το υβριδικό ATM/MPLS για IP. Αυτό γίνεται πιθανότατα λόγω του γεγονότος, ότι εξ ορισμού τα ATM Switches μπορούν να τρέξουν πολλαπλάσια σχέδια ελέγχου και όπως καθορίζεται στις προδιαγραφές IETF MPLS εξελίσσονται για να γίνουν υβριδικό ATM Switch/ATM MPLS LSR. Η ωριμότητα και η ευελιξία του ATM και του ευρέως επεκταμένου και δοκιμασμένου ATM switch αναδομείται και δίνει περαιτέρω ευκολία στα OSS/BSS συστήματα όπως επίσης επιταχύνει την επέκταση αυτών των νέων δικτύων. Τελευταία οι επεκτάσεις του ATM παίρνουν ένα μεγάλο ρίσκο εκτός των 3G επεκτάσεων, οι οποίες μαζί με την αυξημένη ταχύτητα και το χαμηλό κόστος αποτελούν τις βασικές ανησυχίες χειριστών διευθύνσεων, σε ένα ιδιαίτερα ανταγωνιστικό κομμάτι αγοράς. Από κοινού το UMTS/ATM παραδίδει ένα πρωτοφανές εύρος ζώνης άνω των 2 Mb/s πάντα στο IP.

Το Μέλλον του ATM και του UMTS / Wireless Applications

Οι ασύρματες εφαρμογές σταθεροποιήθηκαν στην αγορά στα τέλη του 2001. Τα πρώτα 3G δίκτυα προωθούνται στην Ιαπωνία ακολουθούμενα στενά από τα ευρείας έκτασης ευρωπαϊκά. Καθώς τα 3G προέκυψαν μετά την απελευθέρωση του 99 (το πρώτο σύνολο προδιαγραφών UMTS) αναμένεται από το ATM να επεκταθεί βαθύτερα στον ασύρματο κόσμο και να συνεχίζει να παίζει ένα καιρικό ρόλο.

Η δυνατότητα του ATM για χαμηλό κόστος και αξιοπιστία επέτρεψαν στο UMTS και στις συνδεδεμένες εφαρμογές αυτού, να ενισχύσει τα παγκόσμια 3G δίκτυα με την ασφάλεια ενός ώριμου, καλά σχεδιασμένου μέσου μετατροπής εφαρμοσμένης μηχανικής. Το ATM το κάνει αυτό ενσωματώνοντας στην κληρονομιά ανόμοιες τεχνολογίες και παρέχοντας την προστασία της επένδυσης μέσω της συνεχούς εξέλιξης, των καλά σχεδιασμένων εφαρμογών και διαλειτουργικότητας, του QoS, της εφαρμοσμένης μηχανικής κυκλοφορίας και της MPLS ολοκλήρωσης. Την άνοδο των δικτύων τρίτης γενιάς την αποδίδουμε στην αύξηση της χρήσης του ATM.

6.5 ATM και Gigabit Ethernet Interworking

Με τις ρίζες του στα καλά παλαιά 10 Mbps Ethernet, η πιο πρόσφατη παραλλαγή Ethernet, Gigabit - Ethernet (GigE) απολαμβάνει την επιτυχία και στα ιδιωτικά καθώς επίσης και στα όλο και περισσότερα δημόσια δίκτυα. Το Ευρέως αποδεκτό Ethernet ήταν σε λειτουργία για δεκαετίες. Μόνο πρόσφατα, εν τούτοις, έχουν όντως αυξηθεί ποσοστά Gigabit που αρχίσαν με τις τρέχουσες ταχύτητες 1,25 Gb/s και που αυξηθηκαν μέχρι στα 10 Gb/s από το 2001.

Αν και το πάντα-δημοφιλές Ethernet είναι μια ανοικτή, εύχρηστη τεχνολογία, οι υψηλές ταχύτητες GigE ενισχύονται πολύ όταν συνδέονται με Asynchronous Transfer Mode (ATM).

Το ATM έχει ενσωματώσει χαρακτηριστικά γνωρίσματα όπως αυτόματη επαναδρομολόγηση και έλεγχο διαδρομής σε περίπτωση αποτυχίας, μηχανή ελέγχου κίνησης, Ποιότητα και κατηγορίες υπηρεσιών (Quality and Class of Service QoS/CoS) καθώς επίσης και Διοικητικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα κατηγορίας μεταφορέων του ATM, την ωριμότητα και τα διαθέσιμα Συνδεδεμένα Συστήματα Operational Support Systems (OSS) και Business Support Systems (BSS). Αυτά τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα προσθέτουν στην αξία μιας συνδυασμένης λύσης του ATM/Gigabit Ethernet, και επιτρέπει στο ATM να συμπληρώσει την απλότητα και την οικονομική αποτελεσματικότητα του Ethernet με τη λειτουργία και τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα μεταφορέα-βαθμού. Και υποβάλλει αίτηση για τις κρίσιμες και πολύ χρηστικές μερίδες του δικτύου.

Πλεονεκτήματα του ATM και Gigabit Ethernet

Τα βασικά οφέλη του Ethernet είναι η απλότητά του, η ευρεία επέκταση του, η οικονομική αποτελεσματικότητά του και η αποδοχή του ως η κορυφαία και σε μερικές περιπτώσεις μέτρια λύση. Εντούτοις, το Ethernet στερείται την ευρωστία των τεχνολογιών βαθμού μεταφορέων που απαιτούνται για να παραδώσουν το 99,999% της διαθεσιμότητας υπηρεσιών που απαιτείται στα δίκτυα μεταφορέων. Το Ethernet στερείται επίσης, μεταξύ άλλων χαρακτηριστικών γνωρισμάτων, τις ικανότητες ελέγχου κίνησης, την ανθεκτικότητα, το στιβαρό QoS και τη δυνατότητα να μεταφέρει ολόκληρο το χαρτοφυλάκιο των τύπων κυκλοφορίας που υπάρχουν στα σημερινά δίκτυα. Αλλά ο συνδυασμός των δύο τεχνολογιών ενώνει τα καλύτερα και των δύο κόσμων. Η απλότητα και η ευρεία επέκταση του Ethernet (που κάνουν την ιδανική διεπαφή υπηρεσιών

ή/και την οικονομικώς αποδοτική λύση για τα μη κρίσιμα, οικονομικώς αποδοτικά, στοιχεία μόνο Metro Networks) και η αναπνοή των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων για πολλές χρήσεις, βαθμού μεταφορέων και ευρωστίας του ATM (για την ευρυζωνική πρόσβαση, τη συνάθροιση και τον κορμό του δικτύου.)

Το Μέλλον του ATM και Gigabit Ethernet

Ακόμη και με την πρόοδο του MPLS σε Gigabit Ethernet και το 10Gigabit Ethernet, οι υβριδικές λύσεις ATM και ATM/MPLS Ethernet συνεχίζουν να ενισχύουν πολύ τις λύσεις τοπικών LAN και MAN βασισμένες σε Ethernet προσθέτοντας τις αληθινές για πολλές χρήσεις ικανότητες και την υποδομή πυρήνων βαθμού μεταφορέων που το Ethernet συνεχίζει να στερείται για το εγγύς μέλλον.

6.6 ISDN over ATM Convergence Layer

Το ISDN – στρώμα προσαρμογής ATM (ATM Convergence Layer) χρησιμοποιείτε για να συνδέσει το σήμα του ISDN μέσα σε ένα ATM δίκτυο. Αυτό το στρώμα χρησιμοποιείτε ως τμήμα ενός πλήρους **Voice Trunking Over ATM** (VTOA : φωνητικού κορμού πάνω στο ATM), μιας σουίτας προϊόντων που είναι διαθέσιμα από το trillium.

Το ISDN – στρώμα προσαρμογής ATM (ATM Convergence Layer) επιτρέπει στο CCPU's trillium ISDN layer 3 να επικοινωνήσει με το CCPU's trillium Q.SAAL layer και να χρησιμοποιήσει τις υπηρεσίες του στρώματος Q.SAAL για τη μεταφορά στοιχείων.

Το μορφωματικό σχέδιο και οι απλές διεπαφές επιτρέπουν στο λογισμικό του ISDN – στρώμα προσαρμογής ATM (ATM Convergence Layer) να είναι εύκολο στη χρήση κάτω από οποιοδήποτε περιβάλλον.

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα και πλεονέκτηματα:

Το λογισμικό του ISDN - ATM Convergence Layer παρέχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά γνωρίσματα:

- Εγκαθιστά τις συνδέσεις των δεδομένων
- Μεταφέρει τα σήματα των δεδομένων από το στρώμα Q.930/Q.931 στο στρώμα Q.SAAL και αντίστροφα.
- Απελευθερώνει την σύνδεση των δεδομένων χρησιμοποιώντας σηματοδοσία Q.930/931 πάνω από Q.SAAL.
- Προσαρμόζεται στην προηγμένη αρχιτεκτονική φορητότητα του trillium (TAPA : Trillium Advanced Portability Architecture) ®

Η ανώτερη διεπαφή του ISDN - ATM Convergence Layer αλληλεπιδρά με το προϊόν του CCPU's Trillium Q.930/931. τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που υποστηρίζονται είναι :

Πολλαπλάσια σημεία πρόσβασης υπηρεσιών (SAPs : Multiple service access points). Κάθε ένα από αυτά τα SAPs αντιστοιχεί σε ένα λογικό D κανάλι και ένα SAPI. Χωριστό SAPs για κάθε σύνδεση δεδομένων μέσα σε μια λογική διεπαφή ISDN, δηλαδή εάν μια σύνδεση δεδομένων απαιτείται για την σηματοδότηση του Q.931 και μια άλλη για την μεταφορά δεδομένων σε X.25, τα δυο SAPs πρέπει να διαμορφωθούν.

Η χαμηλότερη διεπαφή του ISDN - ATM Convergence Layer αλληλεπιδρά με το στρώμα CCPU's trillium Q.SAAL. Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που υποστηρίζονται περιλαμβάνουν:

Πολλαπλάσια πρόσβαση υπηρεσιών σε αντιστοιχία με μια σύνδεση δεδομένων. Για κάθε Connections End point Suffixe (CES) που διαμορφώνεται στο στρώμα Q.930 / Q.931 , ένα SAP υποστηρίζεται.

Οι παράμετροι σύνδεσης AAL αποθηκεύονται στο SAP κατά τη διάρκεια της διαμόρφωσης.

Δεδομένου ότι αυτό το στρώμα πρέπει να χρησιμοποιηθεί για έναν τύπο VTOA εφαρμογής, δεν υποστηρίζει τις ακόλουθες λειτουργίες ISDN:

- Αυτόματες διοικητικές διαδικασίες ταυτότητας Terminal Endpoint (TEI)
- Πολλαπλάσιο CESs για κάθε λογικό D-κανάλι, δηλαδή μόνο ένα CES υποστηρίζεται για κάθε λογικό D-κανάλι.

Product Interworking:

Το λογισμικό σχεδιάζεται για να επιτρέψει επιτυχώς τη χρήση της εφαρμογής Trillium CCPU Q.930/931 πέρα από την εφαρμογή Trillium CCPU Q.SAAL.

Προσαρμογή :

Αυτήν την περίοδο δεν υπάρχουν κανένα πρότυπο που καθορίζεται για το στρώμα σύγκλισης μεταξύ Q.930/Q.931 και Q.SAAL.

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Το παραπάνω σύγγραμμα όπως έχουμε αναφέρει και στην εισαγωγή μας προσπαθεί να κάνει πιο κατανοητή την τεχνολογία ATM χωρίς να επικεντρώνεται σε τεχνικές πληροφορίες. Είναι μια λεπτομερής αναφορά για το τρόπο λειτουργίας του ATM, τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται για να επιτευχθεί μια επικοινωνία καθώς και την ποιότητα των υπηρεσιών που μας προσφέρει. Διαβάζοντας το παραπάνω κείμενο συμπεραίνουμε ότι το ATM είναι η επόμενη γενιά δικτύων η οποία θα μας δώσει την ευελιξία και την δυνατότητα να μεταφέρουμε μεγαλύτερο ογκο δεδομένων όπως video, voice σε πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες από αυτές που μπορούν να μας δώσουν οι προγενέστερες τεχνολογίες δικτύων.

Επίσης να αναφερθεί ότι το ATM είναι η «υποστήριξη» για πολλές άλλες τεχνολογίες. Για παράδειγμα το DSL, η νέα τεχνολογία για γρήγορη πρόσβαση στο διαδίκτυο σε σχέση με την PSTN, ISDN, δημιουργείται και προσφέρεται στους χρηστές μέσω της τεχνολογίας ATM. Στα τοπικά δίκτυα ο ρόλος του επίσης είναι πολύ σημαντικός αφού σε συνδυασμό με το Gigabit Ethernet μπορεί να προσφέρουν υψηλότερες ταχύτητες της τάξεως 10Gbps αλλά παράλληλα τις ικανότητες ελέγχου κίνησης, την ανθεκτικότητα, QoS και τη δυνατότητα να μεταφέρει ολόκληρο το χαρτοφυλάκιο των τύπων κυκλοφορίας που υπάρχουν στα σημερινά δίκτυα.

Στο τέλος της ανακεφαλαίωσης μας να επισημάνουμε τα πλεονεκτήματα και τις μεγάλες δυνατότητες που μας προσφέρει και το ασύρματο ATM. Όλοι όσοι ασχολούμαστε με τον τομέα της τεχνολογίας βλέπουμε ότι οι ασύρματες τεχνολογίες συνεχίζουν να κερδίζουν όλο και περισσότερο έδαφος. Ήδη μεγάλοι οργανισμοί παρουσιάζουν τον μέλλον των τηλεπικοινωνιών να βρίσκεται στα ασύρματα δίκτυα. Κυρίαρχο και σ'αυτον τον τομέα πάλι είναι η τεχνολογία ATM στην οποία προσθέτοντας ασύρματες τεχνολογίες

μπορεί να υποστηρίξει και ασύρματες επικοινωνίες. Το ασύρματο ATM βέβαια είναι ακόμα σένα δοκιμαστικό στάδιο που συνεχώς εξελίσσεται και βελτιώνεται προς το καλύτερο. Οι δυνατότητες που μπορούν να μας προσφέρει σαν τεχνολογία είναι ίδιες με αυτές του ενσύρματου ATM αλλά και επιπλέον την δυνατότητα των χρηστών να μετακινούνται. Άλλωστε ένας συνδυασμός και των δυο τεχνολογιών θα έχει τεράστια και ωφέλιμα αποτελέσματα για τον κόσμο των δικτύων. Βέβαια το μεγαλύτερο μειονέκτημα που υπάρχει στο ασύρματο ATM και γενικότερα σε όλα τα ασύρματα δίκτυα είναι η ασφάλεια που μπορεί να επιτευχθεί κατά την μεταφορά δεδομένων. Είναι ένα πρόβλημα που απασχολεί παρά πολύ τις μεγάλες εταιρείες και συνεχώς δημιουργούνται πρότυπα για να επιλυθεί αυτό το πρόβλημα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bateman, A. , (2000), Τεχνικές ψηφιακής διαμόρφωσης πολλαπλών χρηστών, στο: *Ψηφιακές επικοινωνίες*, (μετάφρ.: Πεταλάς Ι.), σελ.259-280, Θεσσαλονίκη:εκδόσεις Τζιόλα
- Tanenbaum, A. S., (2000), *Δίκτυα υπολογιστών*, (επιμ. Συκάς Ε., Θεολόγου Μ.)3^η έκδοση, Αθήνα:Παπασωτηρίου
- Πομπόρτσης, Α.,(1997), *Εισαγωγή στις νέες τεχνολογίες επικοινωνιών*, Θεσσαλονίκη:εκδόσεις Τζιόλα
- Minoli, D., Vitella, M., (1994), *ATM & Cell Relay Service for Corporate Environments* , New York: McGraw-Hill

Ηλεκτρονικές διευθύνσεις:

- <http://www.atmforum.com>
- http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-95/wireless_atm/index.html
- http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-95/atm_cong/index.html
- <http://lib.hut.fi/HUTpubl/publications/mitts96.html>
- <http://www.netc.ie/cobuco.html>.
- <http://www.invir.com/int-sec-firearc.html>
- <http://www2.rad.com/networks/1997/firewall/FwTutorial/link5.htm>
- <http://www-dsg.stanford.edu/papers/firewall/firewall.html>
- <http://www.netfilter.org/unreliable-guides/packet-filtering-HOWTO/>
- <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-10/node1.html>
- <http://ds.internic.net/rfc/rfc1577.txt>
- <http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/> <http://www.angelfire.com/ak2/wireless/>