

ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ : ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ



ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

«VOICE OVER ATM: ΦΩΝΗ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ATM»

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:ΡΑΛΛΗ ΜΑΡΙΝΑ

**ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ :ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ
Κος ΤΡΑΧΑΝΑΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ**

Φεβρουάριος 2003

ΑΦΙΕΡΩΣΕΙΣ

Στους πολυαγαπημένους μου γονείς ,την αδελφή μου και τον αδελφό μου.....

Σε έναν αξιόλογο Άνθρωπο ,τον καθηγητή μου Κωνσταντίνο Τραχανά.....

Σε έναν πολύτιμο συνεργάτη τον μηχανικό Η/Υ κ. Άγγελο Βασιλείου.....

*Σε όλους όσους με βοήθησαν και με στήριξαν για τη συλλογή υλικού, γνωστούς και αγνώστους
.....*

*Σε εκείνους που με αμφισβήτησαν και με βοήθησαν με τον δικό τους τρόπο να γίνω καλύτερος
άνθρωπος και να εκπληρώσω τους στόχους μου.....*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....		6-7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ.....		8-15
1.1	ΤΙ ΣΗΜΑΙΝΕΙ ATM?	
1.2	ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ATM	
1.3	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΠΟΛΥΠΛΕΞΙΑ	
1.4	ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΠΟΛΥΠΛΕΞΙΑΣ	
1.5	Η ΑΝΑΓΚΗ ΓΙΑ ATM	
1.6	ΟΦΕΛΗ ATM	
1.7	ΠΡΟΤΥΠΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΜΕ ΤΟ ΧΡΗΣΤΗ	
1.8	ΚΥΡΙΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΩΘΟΥΝ ΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΟ ATM	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:ΧΑΡΑΧΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ATM.....		16-28
2.1	ΓΕΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΠΑΚΕΤΟΥ ATM	
2.2	ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΣΕ ΕΝΑ ΔΙΚΤΥΟ ATM	
2.3	ΤΙ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ATM	
2.4	ΤΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΑΑΛ ΣΤΟ ATM	
2.5	ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	
2.6	ΕΛΕΓΧΟΣ ΡΟΗΣ ΣΤΟ ATM	
2.7	ΠΑΡΑΔΟΣΗ ΠΑΚΕΤΩΝ ΣΤΟ ATM	
2.8	ΕΠΙΔΟΣΕΙΣ ΕΝΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ	
2.9	QoS (Quality Of Service): ΤΟ ΜΕΓΑΛΟ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ ΤΟΥ ATM	
2.9.1	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΔΙΚΤΥΟΥ	
2.10	ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ATM ΜΕ ΤΑ ΤΩΡΙΝΑ ΔΙΚΤΥΑ (LANE: LAN EMULATION)	
2.11	ΤΟ ΜΡΟΑ (Multiple Protocol Over ATM)	
2.12	ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ ATM	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:ΤΟ VοATM (VOICE OVER ATM).....		29-35
3.1	ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ VοATM	
3.2	ΟΦΕΛΗ ΤΟΥ VοATM	
3.3	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΟ VοATM	
3.3.1	ΜΟΝΤΕΛΟ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΗΜΑΤΟΔΟΣΙΑΣ	
3.3.2	ΧΑΡΑΧΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΜΕΣΑΙΩΝ ΠΥΛΩΝ	

3.4	RSVP (RESOURCE RESERVATION PROTOCOL) ΚΑΙ QoS
3.4.1	Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ RSVP ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΦΩΝΗΣ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ATM.....36-54	
4.1	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ
4.1.1	ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ
4.1.2	ΣΗΜΑΤΟΔΟΣΙΑ
4.1.3	ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ
4.2	ΠΡΟΤΥΠΑ ΚΑΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ
4.2.1	ΤΕΧΝΙΚΗ CES (CIRCUIT EMULATION SERVICES)
4.2.1.1	Η ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ DS1 (64 Kbps)
4.2.1.2	Η ΔΟΜΗΜΕΝΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ E1
4.2.1.3	Η ΑΔΟΜΗΤΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ E3
4.2.2	ΤΕΧΝΙΚΗ DB-CES (DYNAMIC BANDWIDTH CES)
4.2.2.1	ΑΔΡΑΝΗΣ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ (IDLE DETECTION)
4.2.2.2	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ
4.2.3	V _o ATM ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ AAL2 ΓΙΑ ΣΤΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
4.2.3.1	ΤΟ AAL2
4.2.3.2	V _o ATM ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ AAL2
4.2.3.3	ΟΦΕΛΗ ΧΡΗΣΤΩΝ
4.3	ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΓΙΑ V _o ATM
4.4	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΕ ΠΑΚΕΤΟ ΦΩΝΗΣ: ΜΙΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΟΥ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ 5 ΒΗΜΑΤΑ.....55-62	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: PSTN ΚΑΙ V_oATM.....64-69	
6.1	ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟ PSTN ΣΤΟ V _o ATM
6.2	ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΗΧΟΥ
6.3	LD-CELP ΚΑΙ V _o ATM
6.4	ΚΑΡΤΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΓΙΑ V _o ATM: TP- 610/ATM (ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ)
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ DSL.....70-74	
7.1	ΓΕΝΙΚΑ
7.2	DSL ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ xDSL
7.3	ΤΟ ADSL ΜΕΣΩ ΤΟΥ ATM
7.4	V _o ADSL
7.5	V _o FR

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ VoATM.....	75-79
8.1	ΚΕΝΤΡΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΟΥ ΑΠΘ
8.2	ΔΙΚΤΥΟ ΣΥΖΕΥΞΙΣ
ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ.....	80-81
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ URL.....	82

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επικοινωνία υπήρξε από την εποχή των προγόνων μας ένα κυρίαρχο πρόβλημα στην ανάπτυξη των κοινωνιών .Στο πρόβλημα αυτό δόθηκαν κατά καιρούς διάφορες λύσεις, σύμφωνα με την τεχνολογία της εποχής .Έτσι, από τις φρυκτωρίες , τα σήματα μορς και τον τηλεγράφο φθάσαμε στην φωνητική τηλεφωνία και τα πολυμέσα .Τα πολυμέσα είναι η πλατφόρμα μέσω της οποίας οι τηλεπικοινωνίες παρέχουν δεκάδες υπηρεσιών που διαμορφώνουν και οριοθετούν την κοινωνία της πληροφορίας και αυτό γιατί: πρώτον είναι πληρέστερη και πιο άμεση η επικοινωνία που μπορούμε να έχουμε μεταξύ πολλών σημείων του πλανήτη μας και δεύτερον είναι η επικοινωνία που περιλαμβάνει δύο τουλάχιστον από τους τρεις τρόπους επικοινωνίας:φωνή , εικόνα , κείμενο.

Μέσα από τα πολυμέσα πολλές υπηρεσίες υποστηρίζονται και νέες προοπτικές διανοίγονται για τον άνθρωπο όπως π.χ η τηλεδιάσκεψη(video conference),το video on demand,η διαλογική τηλεόραση (interactive T.V),η ιδεατή πραγματικότητα και άλλα...

Η κοινωνία της πληροφορίας στο βαθμό που προχωρά και εμπεδώνεται θα έχει βέβαια τις επιπτώσεις της στην ενημέρωση και τη μόρφωση των πολιτών ,στις ανθρώπινες σχέσεις ,την ποιότητα της δημοκρατίας ,την απασχόληση...Θα διευρύνει τη ζωή των ανθρώπων αλλά και θα αναδείξει καινούρια προβλήματα. Ανοίγονται εκρηκτικές προοπτικές για έναν νέο τρόπο ζωής , εργασίας ,διασκέδασης,για βιώματα που δε μπορούμε ακόμη να περιγράψουμε...Προοπτικές υπέροχες όσο και τρομακτικές !

Φαντασθείτε έναν κόσμο όπου όλα θα είναι δυνατά, αφού θα μπορούμε να «ζήσουμε»το σενάριο της επιλογής μας μέσα από τις τεχνολογίες των πολυμέσων!!!

Η εργασία αυτή που εκπονήθηκε στα πλαίσια της πτυχιακής μου εργασίας για το Τμήμα Τηλεπληροφορικής και Διοίκησης του Ανώτατου ΤΕΙ Ηπείρου πραγματεύεται μια από τις νεότερες τεχνολογίες επικοινωνίας που παρέχει μεγάλες δυνατότητες και εφαρμογές. Το Voice Over ATM(VoATM) ή την σύνδεση τηλεφωνικών κέντρων πάνω από ATM κόμβους !

Υπάρχουν αρκετοί όροι με τους οποίους μπορούμε να περιγράψουμε αυτή την τεχνολογία και αυτό γιατί μιλάμε για μια νέα φιλοσοφία και όχι για μια απλή περίπτωση κάποιας αναλώσιμης εφαρμογής. Ιδιαίτερα στην εποχή της πληροφορίας και της ροής των πληροφοριών , μια νέα τεχνολογία επικοινωνίας μπορεί να φέρει επανάσταση στα λιμνάζοντα ύδατα της παραδοσιακής σταθερής τηλεφωνίας (PSTN).

Στην προσπάθεια να αποδοθεί μια πλήρης ,απλή και συνάμα κατανοητή εικόνα του VoATM αναλύονται όλες οι πτυχές του θέματος και του τρόπου υλοποίησής του, παρουσιάζοντας όλο το παρασκήνιο λειτουργίας μιας τέτοιας τεχνικής.

Αν και σήμερα το VoATM αποτελεί κάτι καινούργιο ,ιδιαίτερα για τα ελληνικά δεδομένα ,αύριο θα αποτελέσει παρελθόν,μια που η τεχνολογία αναπτύσσεται ραγδαία και στο προσκήνιο εμφανίζονται και κατ' επέκτασιν εφαρμόζονται νέες τεχνολογικές λύσεις .

Στόχος μου είναι να αναφερθώ σε όλα όσα συνθέτουν την έννοια του VoATM με απλά λόγια και χωρίς περιττολογίες για πράγματα που μπορούν να αποτελέσουν ξεχωριστό κεφάλαιο ανάλυσης και

μελέτης .Πιστεύω ότι είναι καλύτερα όταν αναφερόμαστε σε κάτι καινούριο να μιλάμε για την ουσία των πραγμάτων και να μην επεκτεινόμαστε σε θέματα που κάλλιστα όποιος ενδιαφέρεται μπορεί να αντλήσει όλο το πληροφοριακό υλικό που χρειάζεται. Αυτό ακριβώς προσπάθησα να πραγματοποιήσω σε αυτή την εργασία δίνοντας μια πλήρη εικόνα αυτής της τεχνολογίας.

Ευελπιστώ ότι με τη δουλειά μου αυτή θα συντελέσω ,εν μέρει, στο να γίνει κατανοητή σε όλους αυτή η νέα τεχνολογία που αποτελεί αυτόνομο πεδίο ανάπτυξης και μελέτης, με πληθώρα στοιχείων και θεμάτων έρευνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΤΙ ΣΗΜΑΙΝΕΙ ATM?

Ο όρος «ATM» είναι εδώ και πολλά χρόνια ένα από τα πιο «φλέγοντα» 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).

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

1.2 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ATM

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

Σε ένα σύνδεσμο STM, μία σύνδεση έχει μια καθορισμένη θέση πακέτου, 1 έως N, σε ένα καθορισμένο bucket, 1 έως M. Εάν ανάμεσα στα δύο άκρα της σύνδεσης μεσολαβούν δύο ή

περισσότεροι σύνδεσμοι STM, οι αριθμοί αυτοί αλλάζουν από κόμβο σε κόμβο, αλλά δεν παύουν να δεσμεύουν ένα στοιχειώδες κομμάτι χρόνου (timeslot) σε κάθε M buckets για κάθε σύνδεση. Όπως γίνεται φανερό, η συμπεριφορά ενός συστήματος STM είναι γενικά προβλέψιμη, εφ'όσον κάθε σύνδεση έχει καταλάβει ένα μέρος του διαθέσιμου εύρους, και δεν την απελευθερώνει για όλη τη διάρκεια της σύνδεσης.

Οι αριθμοί N και M γενικά διαφέρουν από υλοποίηση σε υλοποίηση, αλλά η χρονική περίοδος T είναι ίδια, μιας και προέρχεται από το θεώρημα του Nyquist για τη μη απώλεια πληροφορίας για δειγματοληπτημένο σήμα φωνής συχνότητας μέχρι και 4 kHz: $1/(2*4000) = 125\mu\text{sec}$. (Αυτή η περίοδος είναι μία από τις πιο ουσιώδεις στη θεωρία τηλεπικοινωνιών και δεν αναμένεται να αλλάξει για πολλά χρόνια ακόμα.)

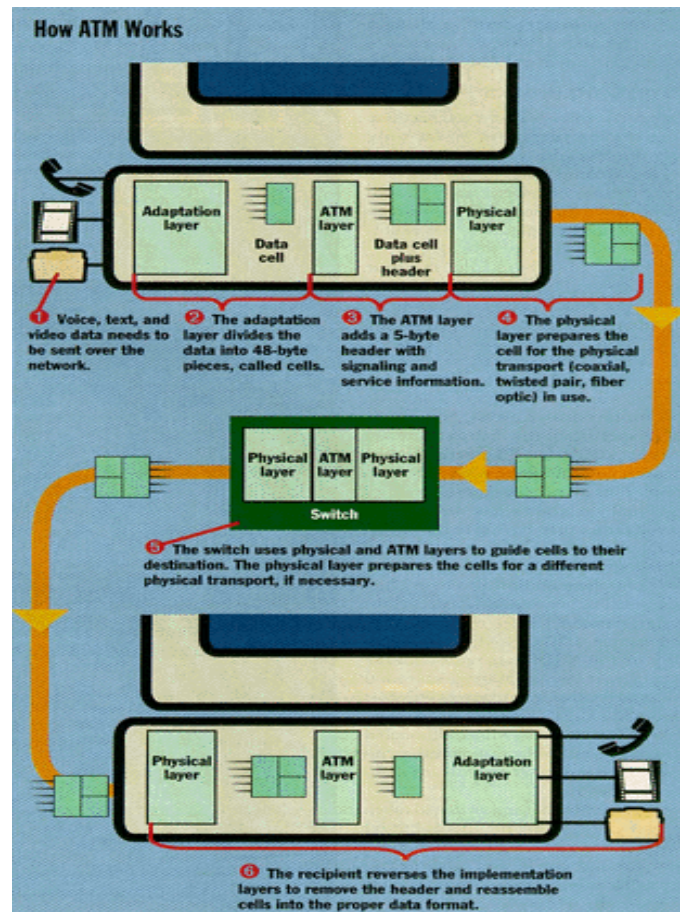
Το γεγονός από τη μια ότι μία σύνδεση STM δεν κατανέμει δίκαια το διαθέσιμο εύρος στις επιμέρους συνδέσεις και δεν επιδέχεται παραπάνω από $N*M$ ταυτόχρονες συνδέσεις, και από την άλλη ότι η μορφή των δεδομένων που διακινούνται στα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα αλλάζει σταδιακά από φωνή και μονόδρομα κινούμενη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

1.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΠΟΛΥΠΛΕΞΙΑ

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

Στο σχήμα της γρήγορης μεταγωγής πακέτου γίνεται μια προσπάθεια να λυθεί το πρόβλημα αυτό βάσει μιας τεχνικής που ονομάζεται «στατιστική πολυπλεξία». Σύμφωνα με αυτήν, πολλές συνδέσεις μπορούν να μοιράζονται το ίδιο μέσο μετάδοσης, σύμφωνα πάντα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά καθεμιάς σύνδεσης. Με άλλα λόγια, εάν πολλές συνδέσεις δεδομένων έχουν χαρακτηριστικά «καταρράκτη» (bursty) δηλ. ο λόγος του μέγιστου ρυθμού μεταγωγής προς τον μέσο ρυθμό είναι αρκετά μεγάλος (π.χ. 10:1), τότε είναι αρκετά πιθανό αυτές να μπορούν να μοιράζονται το ίδιο διαθέσιμο εύρος με την (σχεδόν βέβαιη) ελπίδα ότι στατιστικά δεν θα συμβεί ταυτόχρονη εκπομπή πακέτου από όλες τις συνδέσεις. Ακόμα και να συμβεί τέτοιο γεγονός, θα πρέπει να υπάρχει η πρόβλεψη κάποιου χώρου προσωρινής αποθήκευσης των πακέτων (buffer) έτσι ώστε να μην έχουμε απώλειες.

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



Σχήμα 1.1 Στατιστική πολυπλεξία .

1.4 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΠΟΛΥΠΛΕΞΙΑΣ

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

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

1.5 Η ΑΝΑΓΚΗ ΓΙΑ ATM

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

Φυσικό λοιπόν είναι τα ερευνητικά τους τμήματα να ρίχνουν βάρος προς τη προσπάθεια εύρεσης του βέλτιστου τρόπου συγχώνευσης δύο φαινομενικά διαφορετικών «κόσμων»: φωνής και δεδομένων.

Μέσα στην προσπάθεια αυτή ολοκλήρωσης των υπηρεσιών, πρέπει να αναφερθούμε στις διαφορές των δύο κόσμων και στη λύση την οποία προσπαθεί να επιβάλλει το ATM. Έτσι λοιπόν, συνδέσεις φωνής ή και κινούμενης εικόνας (απλή τηλεόραση) έχουν μικρή ανοχή σε χρονικές καθυστερήσεις (προβλήματα συγχρονισμού), ενώ έχουν σχετικά μεγάλη ανοχή σε αλλοιώσεις του σήματος και χαμένα πακέτα. Αντίθετα, οι συνδέσεις δεδομένων υπολογιστών (ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, μεταφορά αρχείων) έχουν μεγάλη ανοχή σε χρονικές καθυστερήσεις, αλλά όχι και στα χαμένα πακέτα.

Το προφίλ των συνδέσεων φωνής και δεδομένων διαφέρει επίσης ως προς το ρυθμό ροής των δεδομένων. Τα σήματα φωνής περιέχουν εν γένει μικρές χρονικές στιγμές έντονης ροής πληροφορίας (bursts) και μεγάλα χρονικά διαστήματα κενά πληροφορίας. Ο χρόνος ανάμεσα στις στιγμές έντονης ροής (bursts) μπορεί να είναι αρκετά μεγάλος και τυχαία κατανομημένος. Έτσι, θα ήταν σημαντική σπατάλη εύρους ζώνης να παρακρατείται μία στοιχειώδης μονάδα χρόνου (μέσα σε ένα bucket) ακόμα και αν μόνο 1 στις 10 θα μετέφερε πραγματικά δεδομένα, ενώ οι άλλες 9 θα έμεναν κενές. Θα ήταν επίσης επιθυμητό να μπορεί ένα αχρησιμοποίητο πακέτο να χρησιμοποιηθεί για μεταφορά δεδομένων κάποιας άλλης σύνδεσης που αναμένει.

Έτσι το πρότυπο STM για μεταφορά δεδομένων (γενικά πάντα) αποδεικνύεται αντιαποδοτικό όταν αυξάνονται **1**) ο μέγιστος ρυθμός μεταφοράς (peak transfer rate), **2**) το μέγιστο εύρος ζώνης του φυσικού μέσου μεταφοράς και **3**) το «καταρρακτώδες» (burstiness) του ρυθμού ροής δεδομένων. Σύμφωνα με όλες τις ενδείξεις από τον κόσμο των υπολογιστών και ειδικότερα των πολυμέσων (multimedia), έτσι θα διαμορφωθούν τα προφίλ των συνδέσεων δεδομένων για τα επόμενα χρόνια.

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

1.6 ΟΦΕΛΗ ATM

Η κεντρική ιδέα πίσω από το ATM είναι : Αντί να αναγνωρίζει το σύστημα τον αριθμό της σύνδεσης από τη θέση του πακέτου σε ένα bucket, απλά να φέρει το πακέτο τον αριθμό της σύνδεσης μαζί με τα δεδομένα, και ταυτόχρονα να κρατά τον συνολικό αριθμό των bytes σε ένα πακέτο μικρό, έτσι ώστε αν χαθεί κάποιο πακέτο λόγω συμφόρησης, να έχει ελάχιστη επιρροή στην

ροή των δεδομένων και ίσως να μπορεί να ανακτηθεί με ειδικούς αλγορίθμους επαναληπτικότητας (redundancy).

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

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

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

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

Τι προσφέρει

- Πολύ υψηλές ταχύτητες (μέχρι 155 Mbps ανά πόρτα σήμερα και ελάχιστο τα 2 Mbps).
- Συμβόλαιο Κίνησης με μεγάλη ευελιξία επιλογής υπηρεσιών και ταχυτήτων.
- Μόνιμες Ιδεατές Συνδέσεις (PVC - Permanent Virtual Connections) για εκτεταμένα χρονικά διαστήματα .
- Μελλοντική προοπτική για επιλεγόμενες Ιδεατές Συνδέσεις (SVC- Switched Virtual Connections). Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται ειδικές κυψέλες σηματοδότησης πριν αρχίσει η επικοινωνία ώστε να δημιουργηθεί το virtual circuit.
- S.P.V.C (SOFT PERMANENT VIRTUAL CIRCUIT): Στο soft PVC υπάρχει εναλλακτική δρομολόγηση σε περίπτωση που κοπεί η μια διαδρομή .Αυτού του είδους η σύνδεση χρεώνεται έξτρα και δεν προσφέρεται ακόμα.

- Αποτελεί την πλατφόρμα, πάνω στην οποία “κάθονται” όλες οι σύγχρονες υπηρεσίες Ευρείας Ζώνης όπως: Υπηρεσίες Φωνής (ψηφιοποιημένη PCM φωνή, High quality voice και CD quality voice), Υπηρεσίες DATA (επικοινωνία –διάλογος τοπικών Δικτύων <LAN Interaction>, μεταφορά αρχείων μέσω PC, E-mail, Internet, B-ISDN) και Υπηρεσίες Εικόνας (Video Telephony, Τηλεόραση Υψηλής Ευκρίνειας <High Definition Television – HDTV >, ζωντανή εικόνα Τηλεϊατρικής υψηλής ανάλυσης, High resolution graphics).

Πρόσβαση

Η πρόσβαση στις πόρτες των κόμβων ATM μπορεί να γίνει με τους παρακάτω τρόπους, που καθορίζουν και την αντίστοιχη διεπαφή (interface) :

- Διεπαφή CR (Cell Relay) : Καθαρή ATM κίνηση (σε κυψέλες) από ATM τερματικό ή Κόμβο ιδιωτικού ATM δικτύου. Ρυθμός πρόσβασης : E1 (2 Mbps), E3 (34 Mbps), STM-1 (155 Mbps).
- Διεπαφή FR (Frame Relay) : Κίνηση από τερματικό FR. Ρυθμός πρόσβασης: Nx64Kbps, E1, όπου το N (αριθμός καναλιών) μπορεί να κυμαίνεται από 1 έως 31.
- Διεπαφή CE (circuit Emulation, δηλ. εξομοίωση κυκλώματος) : Κίνηση από PABX (Ψηφιακή Δευτερεύουσα), Πολυπλέκτη ή Ψηφιακό Κέντρο, συγκροτημένη σε χρονοθυρίδες (time slots), όπως στο συνηθισμένο PCM, με πρόσβαση E1 (2 Mbps).

Κατηγορίες Υπηρεσιών

Η καθημερινή εμπειρία διδάσκει ότι δεν απαιτούν όλες οι εφαρμογές τη μέγιστη δυνατή επίδοση και αξιοπιστία των μηχανημάτων και των κατασκευών, αλλά καλό είναι, μέσα βέβαια σε κάποια πλαίσια ασφάλειας, να έχει ο καθένας για την εφαρμογή του αυτό που του χρειάζεται και να μην πληρώνει πολλά για δυνατότητες που ποτέ δεν θα χρησιμοποιήσει, ούτε πάλι να προδοθεί στη μέση μιας κρίσιμης δουλειάς από έλλειψη πόρων ή χαμηλή αξιοπιστία. Αυτή ακριβώς την απλή και αυτονόητη φιλοσοφία, που δεν ακολουθείται πάντοτε στις Τηλεπικοινωνίες, έρχεται να εφαρμόσει η Τεχνική ATM κλείνοντας με τον πελάτη συμβόλαιο κίνησης ανάλογα με την απαιτούμενη ταχύτητα και άλλα χαρακτηριστικά, που καθορίζουν αυτό που λέμε “Ποιότητα Παρεχόμενης Υπηρεσίας” – Quality of Service.

Έτσι, έχουμε τις παρακάτω Κατηγορίες Υπηρεσιών :

- CBR (Constant Bit Rate) : Χρονικά σταθερή ταχύτητα μεταφοράς, για real time εφαρμογές ,όπως:φωνή, video και συνδέσεις μισθωμένων γραμμών.
- VBR (Variable Bit Rate) : Μεταβλητού ρυθμού και χρησιμοποιείται σε εφαρμογές, των οποίων το εύρος ζώνης είναι γνωστό ή μπορεί να προβλεφθεί, διακρίνεται δε σε real time VBR (αυστηρές απαιτήσεις ποιότητας - QoS - για

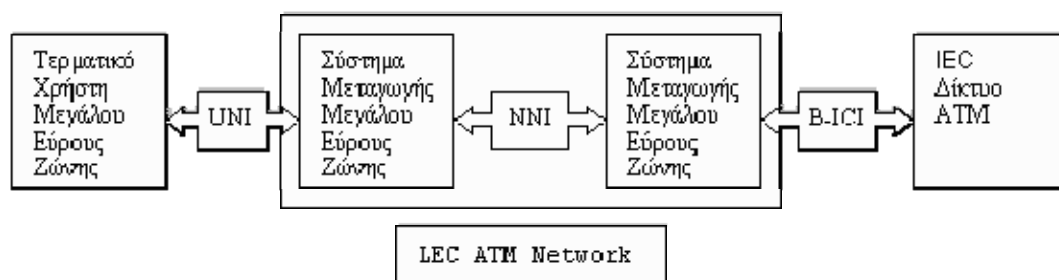
συμπίεσμένο video ή πακετοποιημένη φωνή) και non real time VBR (λιγότερες απαιτήσεις ποιότητας, π.χ. για Frame Relay).

- UBR (Unspecified Bit Rate) : Απροσδιόριστη ταχύτητα για non real time εφαρμογές (π.χ. E-mail).
- ABR (Available Bit Rate) : Διαθέσιμη ταχύτητα, που χρησιμοποιεί το εύρος ζώνης που διατίθεται ελεύθερο από CBR και VBR (εφαρμογές σε non real time, π.χ. Ethernet, TCP/IP).

1.7 ΠΡΟΤΥΠΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΜΕ ΤΟ ΧΡΗΣΤΗ

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

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



Σχήμα 1.2 LEC ATM Network.

1.8 ΚΥΡΙΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΩΘΟΥΝ ΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΟ ATM

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

προτύπων). Η ITU-T αρχικά όρισε το ATM σαν μέρος του φακέλου συστάσεων για το B-ISDN (Broadband ISDN).

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

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

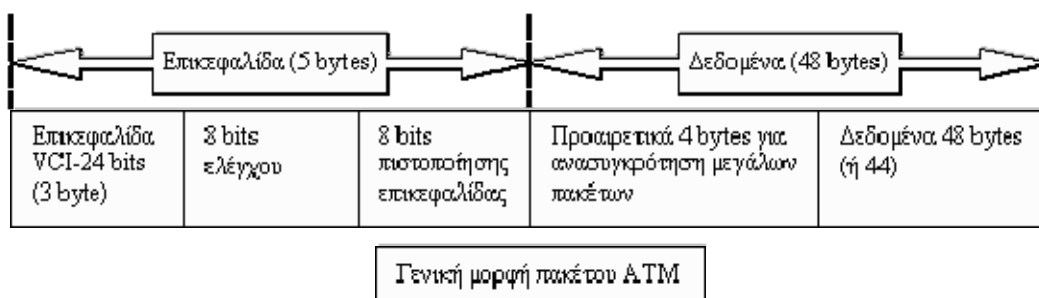
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:ΧΑΡΑΧΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ATM

2.1 ΓΕΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΠΑΚΕΤΟΥ ATM

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

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

Σχηματικά:



Σχήμα 2.1 Γενική μορφή πακέτου.

2.2 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΣΕ ΕΝΑ ΔΙΚΤΥΟ ATM

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

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

- Κλάση Δ: Υπηρεσίες χωρίς σύνδεση, αναισθητες σε χρονικές καθυστερήσεις με μεταβλητό ρυθμό ροής δεδομένων, όπως συνδέσεις SMDS ή εξομοίωση πρωτοκόλλων ανωτέρου επιπέδου (TCP/IP).

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

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

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

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

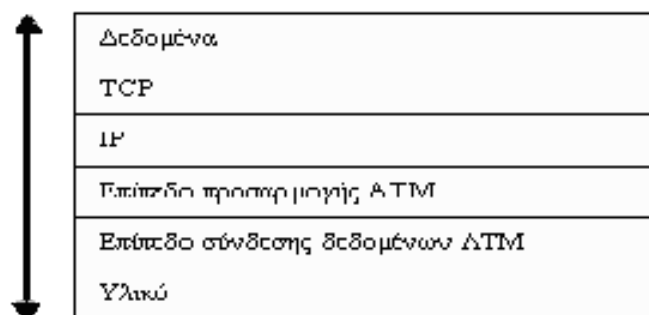
χρησιμοποιήσει για κρίσιμες συνδέσεις (π.χ. έλεγχος απομακρυσμένων κόμβων από κεντρικό σημείο).

2.3 ΤΙ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ATM;

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

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

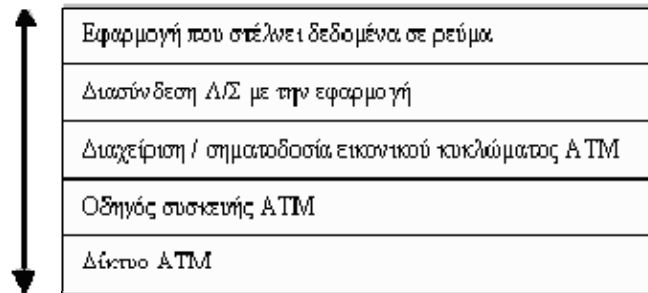
Έτσι μια απλή αναπαράσταση μίας σύνδεσης διαμέσου ενός δικτύου ATM θα μπορούσε να είναι μια συνεχής ροή πληροφορίας και κατά τις δύο κατευθύνσεις (πάνω-κάτω) στο παρακάτω διάγραμμα:



Σχήμα 2.2 Σύνδεση μέσω ενός δικτύου ATM.

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

(«**keepalive**»), την διακοπή σύνδεσης, ακόμα και τον έλεγχο ροής των δεδομένων από το λογισμικό. Σ' αυτή τη περίπτωση, μπορεί να φανταστεί κανείς την παρακάτω διαστρωμάτωση:



Σχήμα 2.3 Διασυνδέσεις για την σύνδεση μιας εφαρμογής με το επίπεδο ATM.

2.4 ΤΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ AAL ΣΤΟ ATM

Το επίπεδο στα δίκτυα ATM είναι ριζοσπαστικά διαφορετικό από το TCP ,κυρίως επειδή οι σχεδιαστές ενδιαφέρονταν περισσότερο να μεταδώσουν συρμούς φωνής και βίντεο ,όπου η γρήγορη μετάδοση είναι πιο σημαντική από τη σωστή μετάδοση. Θυμηθείτε ότι το επίπεδο ATM απλώς στέλνει κελιά των 53 byte το ένα μετά το άλλο .Δεν διαθέτει έλεγχο λαθών , ούτε έλεγχο ροής ,ούτε κάποιο άλλο έλεγχο .Συνεπώς δεν προσαρμόζεται ικανοποιητικά στις απαιτήσεις που χρειάζονται οι περισσότερες εφαρμογές .

Για να γεφυρώσει αυτό το κενό η ITU στην σύσταση I.363 καθόρισε ένα από άκρο σε άκρο επίπεδο πάνω από το επίπεδο ATM .Αυτό το **επίπεδο προσαρμογής ATM** ,που ονομάστηκε **AAL(ATM Adaptation Layer)**. Ο στόχος του AAL είναι να προσφέρει χρήσιμες σε προγράμματα εφαρμογών και να τα θωρακίσει από τους μηχανισμούς κατάτμησης των δεδομένων σε κελιά στην αφετηρία 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 :

- 1.Υπηρεσία πραγματικού χρόνου έναντι υπηρεσίας μη πραγματικού χρόνου.
- 2.Υπηρεσία σταθερού ρυθμού bit έναντι υπηρεσίας μεταβλητού ρυθμού bit.
- 3.Υπηρεσία με σύνδεση έναντι υπηρεσίας χωρίς σύνδεση.

Η κύρια διάκριση κατηγοριών υπηρεσιών υφίσταται μεταξύ των κατηγοριών ABR,CBR,NRT-VBR,RT-VBR,UBR τις οποίες έχουμε προαναφέρει.

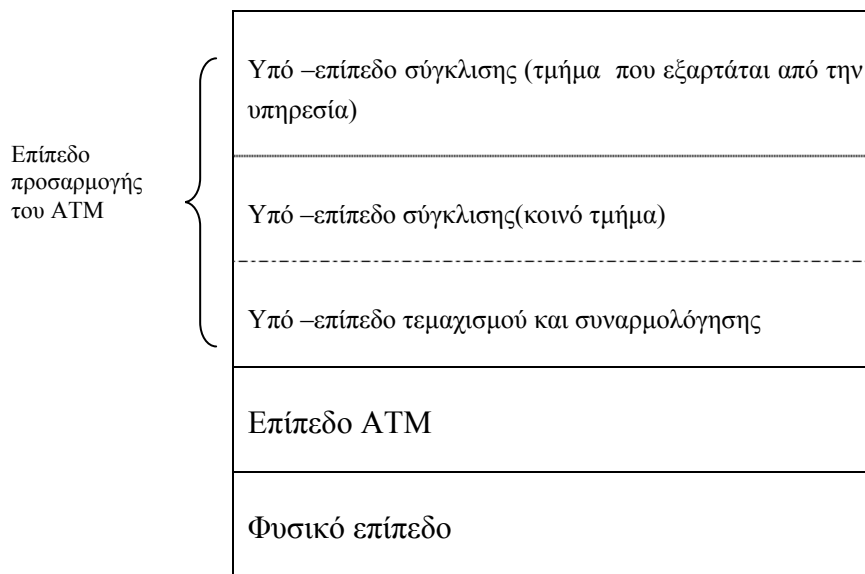
Για να χειριστεί αυτές τις κατηγορίες υπηρεσιών, η ITU όρισε μια σειρά πρωτοκόλλων , από το AAL1 έως το AAL5.Οι τεχνικές απαιτήσεις για το AAL3 και AAL4 ήταν ίδιες και γι' αυτό συγχωνεύτηκαν στο AAL3/4.

Η Δομή Του Επίπεδου Προσαρμογής ATM

Το επίπεδο προσαρμογής χωρίζεται σε δύο μεγάλα τμήματα το ένα από τα οποία συχνά χωρίζεται περαιτέρω, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα .Το άνω τμήμα του επιπέδου προσαρμογής ATM καλείται υποεπίπεδο σύγκλισης (convergence sub layer). Η δουλειά του είναι να παρέχει επαφή με

την εφαρμογή .Αποτελείται από ένα υπο-τμήμα που είναι κοινό για όλες τις εφαρμογές (ενός δεδομένου πρωτοκόλλου AAL)και από ένα υπο-τμήμα ξεχωριστό για κάθε εφαρμογή.

Το κατώτερο τμήμα του AAL καλείται **υπό-επίπεδο τεμαχισμού και συναρμολόγησης SAR (Segmentation And Reassembly)**.Μπορεί να προσθέτει επικεφαλίδες και ουρές στις μονάδες δεδομένων που του δίνονται από το υποεπίπεδο σύγκλισης , ώστε να σχηματίσει το ωφέλιμο των κελιών. Αυτά τα ωφέλιμα φορτία δίνονται μετά στο επίπεδο ATM για μετάδοση. Στον προορισμό , το υποεπίπεδο SAR ανασυνθέτει τα κελιά σε μηνύματα



Σχήμα 2.4:Το μοντέλο ATM όπου φαίνεται το επίπεδο προσαρμογής και τα υποεπίπεδά του.

AAL1

ΤΟ AAL1 είναι το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση κίνησης πραγματικού χρόνου, σταθερού ρυθμού bit, με σύνδεση, όπως ο ασυμπιεστος ήχος και το βίντεο. Η εφαρμογή τροφοδοτεί τα bit με σταθερό ρυθμό και αυτά θα πρέπει να μεταφερθούν στο άλλο άκρο με τον ίδιο σταθερό ρυθμό, με την ελάχιστη δυνατή καθυστέρηση,επιβάρυνση και παραμόρφωση (**jitter**).Το AAL1 χρησιμοποιεί το υπό-στρώμα σύγκλισης και το υποεπίπεδο SAR.Το υποεπίπεδο σύγκλισης εντοπίζει τα εισαχθέντα κελιά και εξομαλύνει την εισερχόμενη κίνηση ώστε να παραδίδει τα κελιά με σταθερό ρυθμό.

AAL2

Για συμπίεσμένο ήχο ή βίντεο , ο ρυθμός είναι δυνατό να μεταβάλλεται έντονα με τον χρόνο. Για παράδειγμα , πολλοί μηχανισμοί συμπίεσης μεταδίδουν περιοδικά ένα πλήρες πλαίσιο εικόνας και κατόπιν , για αρκετά πλαίσια , στέλνουν μόνο τις αλλαγές μεταξύ των επόμενων πλαισίων και του τελευταίου πλήρους 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 επομένου πλήρους πλαισίου, ακόμη και στην περίπτωση χαμένων κελιών ή χαλασμένων δεδομένων.

Γι' αυτούς τους λόγους ,απαιτείται ένα καλύτερο πρωτόκολλο. Το AAL2 σχεδιάστηκε για τον σκοπό αυτό και αναλύεται περισσότερο παρακάτω.

AAL3/4

Το AAL3/4 μπορεί να λειτουργήσει σε δύο 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 .Στην κατάσταση συρμού τα όρια δεν διατηρούνται .Μια δυνατότητα του AAL3/4 που δεν υπάρχει σε κανένα άλλο πρωτόκολλο είναι η πολυπλεξία . Αυτό το χαρακτηριστικό του AAL3/4 επιτρέπει σε πολλές συνόδους από έναν host (π.χ συνδέσεις με απομακρυσμένες μηχανές)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 οι δύο host διατηρούν πολλές συνόδους ανοικτές ταυτόχρονα ,το να διατηρεί καθεμία από αυτές ένα ξεχωριστό νοητό κύκλωμα κοστίζει περισσότερο από την πολυπλεξία τους στο ίδιο κύκλωμα . Αν ένα νοητό κύκλωμα έχει αρκετό εύρος ζώνης , δεν υπάρχει ανάγκη για περισσότερα .Όλες οι σύνοδοι που χρησιμοποιούν το ίδιο νοητό κύκλωμα απολαμβάνουν την ίδια ποιότητα υπηρεσίας, αφού αυτή αποτελεί ξεχωριστό αντικείμενο διαπραγμάτευσης για κάθε νοητό κύκλωμα .

AAL5

Η πολυπλοκότητα και η αναποτελεσματικότητα που προκύπτει από την ύπαρξη δύο στρωμάτων πρωτοκόλλων , μαζί με το εκπληκτικά μικρό πεδίο ελέγχου λαθών(μόνο 10bit), έκανε μερικούς ερευνητές να εφεύρουν ένα νέο πρωτόκολλο προσαρμογής ,το **απλό αποδοτικό επίπεδο προσαρμογής SEAL(Simple Efficient Adaptation Layer)**.Η ATM Forum αποδέχτηκε το SEAL και του έδωσε το όνομα AAL5 .

Το AAL5 προσφέρει αρκετά είδη υπηρεσιών στις εφαρμογές του .Μια επιλογή είναι η αξιόπιστη υπηρεσία (δηλαδή εγγυημένη παράδοση με έλεγχο ροής για αποφυγή των υπερχειλίσεων).Μια άλλη επιλογή είναι η αναξιόπιστη υπηρεσία (δηλαδή παράδοση χωρίς εγγυήσεις),με δυνατότητα επιλογής ως προς το κατά πόσο τα κελιά θα απορριφθούν ή θα δοθούν ως έχουν στην εφαρμογή (αλλά θα αναφερθούν σαν χαλασμένα).Υποστηρίζονται υπηρεσίες μόνο –μετάδοσης και πολλαπλής διανομής , αλλά η πολλαπλή διανομή δεν υποστηρίζει την εγγυημένη παράδοση

2.5 ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

Το μέρος των προδιαγραφών που περιγράφουν το τι γίνεται στο φυσικό επίπεδο σε μία σύνδεση ATM δεν αποτελούν κομμάτι του, αλλά μάλλον συμπλήρωμά του, και αποτελεί τμήμα έρευνας των επιτροπών που ερευνούν αυτή τη στιγμή το θέμα. Η υποεπιτροπή T1S1 έχει αποφανθεί σαν προτιμώμενο φυσικό επίπεδο για το ATM, το **SONET** (Synchronous Optical Network) το οποίο υποστηρίζει εύρος ζώνης 155.5 Mbit/sec (προδιαγραφή STS-3c), 622 Mbit/sec (προδιαγραφή STS-12) και 2.4 Gbit/sec (προδιαγραφή STS-48). Βασικά το SONET προβλέπει ένα βασικό εύρος ζώνης για όλες τις συνδέσεις στα 51.84 Mbit/sec, από τα πολλαπλάσια του οποίου προκύπτουν όλες οι προδιαγραφόμενες ταχύτητες (155.5=3*51.84, 622=12*51.84 κ.λ.π.). Το SONET προτυποποιεί το τρόπο που θα μεταφέρονται δεδομένα με σύγχρονο τρόπο διαμέσου οπτικών καναλιών, χωρίς όμως να υπάρχει η ανάγκη για συγχρονισμό μεταξύ των κόμβων του δικτύου (δηλ. πρόκειται για ένα πλησιόχρονο μέσο μετάδοσης).Το ακρωνύμιο SONET μπορεί να αναφέρεται στην Ευρώπη και σαν

SDH (Synchronous Digital Hierarchy), και ένας από τους λόγους της προτυποποίησης του αυτής είναι η εγγύηση της ομαλής συλλειτουργίας μεταξύ διαφορετικών εταιριών από διάφορα εθνικά ή αστικά δίκτυα. Η θεμελιώδης συχνότητα ρολογιού γύρω από την οποία γίνεται ο συγχρονισμός είναι (κατά σύμπτωση;) 8 kHz ή 125 μsec.

2.6 ΕΛΕΓΧΟΣ ΡΟΗΣ ΣΤΟ ATM

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

Ο χρόνος απόκρισης σε μηνύματα ελέγχου από άκρη σε άκρη είναι τόσο μεγάλος σε σχέση με το εύρος ζώνης, που μια τέτοια αντιμετώπιση είναι εντελώς μη πρακτική. Οι καταστάσεις συμφόρησης στα δίκτυα ATM αναμένεται να είναι εξαιρετικά δυναμικές και ταχέως μεταβαλλόμενες, οπότε και προκύπτει η ανάγκη για γρήγορους μηχανισμούς στο υλικό για να απορροφούν τις απότομες διακυμάνσεις στο φορτίου του δικτύου και να το κρατούν σε σταθερή κατάσταση. Παράλληλα, γίνεται έτσι αναγκαίο να αναμιγνύεται το ίδιο το δίκτυο στην κατάστασή του, συμβάλλοντας ενεργά στη σταθεροποίησή του. Ξεφεύγει δηλαδή ο έλεγχος ροής από τα ανώτερα επίπεδα (κατά OSI) και κατεβαίνει στο επίπεδο υλικού.

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

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

(buffers). Αυτό επιτυγχάνει πιο αποδοτική χρήση της υφιστάμενης σύνδεσης, αλλά εισάγει μια ανεπιθύμητη καθυστέρηση στο χρόνο μετάδοσης (λόγω του απομονωτή).

2.7 ΠΑΡΑΔΟΣΗ ΠΑΚΕΤΩΝ ΣΤΟ ATM

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

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

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

2.8 ΕΠΙΔΟΣΕΙΣ ΕΝΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ATM

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

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

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

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

2.9 QoS (QUALITY OF SERVICE): ΤΟ ΜΕΓΑΛΟ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ ΤΟΥ ATM

Το QoS αναφέρεται στην ικανότητα ενός δικτύου να παρέχει καλύτερη εξυπηρέτηση σε επιλεγμένη κίνηση δικτύου πάνω από επιλεγμένες τεχνολογίες περιλαμβανομένων της Frame Relay, ATM, Ethernet και 802.1 δίκτυα, SONNET και IP δίκτυα.

QoS σημαίνει μια συλλογή τεχνολογιών που επιτρέπουν στις εφαρμογές να ζητούν και να λαμβάνουν αναμενόμενα επίπεδα εξυπηρέτησης όσον αφορά το εύρος ζώνης των δεδομένων, τη διασπορά και την καθυστέρηση. Ιδιαίτερα, τα χαρακτηριστικά του QoS παρέχουν καλύτερα και πολύ περισσότερο προβλέψιμη εξυπηρέτηση δικτύου με τις ακόλουθες μεθόδους :

- Υποστηρίζει διαθέσιμο εύρος ζώνης
- Βελτιώνει τα χαρακτηριστικά των απωλειών
- Αποφεύγει και διαχειρίζεται τη συμφόρηση του δικτύου
- Διαμορφώνει την κίνηση του δικτύου
- Καθορίζει την προτεραιότητα της κίνησης στο δίκτυο

Η IETF (Internet Engineering Task Force) καθορίζει τις δύο ακόλουθες αρχιτεκτονικές για QoS:

- **Integrated Services (IntServ) Ενοποιημένες Υπηρεσίες**
- **Differentiated Services (DiffServ) Διαφοροποιημένες Υπηρεσίες**

Οι Ενοποιημένες Υπηρεσίες (IntServ) χρησιμοποιούν το RSVP (Resource Reservation Protocol=Πρωτόκολλο Δέσμευσης Πόρων) για να μεταδώσουν τις ανάγκες για QoS για μια εφαρμογή με συσκευές end to end διαδρομής μέσα στο δίκτυο. Αν κάθε συσκευή μπορεί να αφιερώσει το αναγκαίο εύρος, η εφαρμογή τίθεται σε λειτουργία.

Οι Διαφοροποιημένες Υπηρεσίες (DiffServ) εστιάζονται σε ένα συνολικό και ποσοτικό QoS. Πέρα από τις απαιτήσεις για QoS μιας εφαρμογής, οι DiffServ χρησιμοποιούν ένα κώδικα DiffServ (DS CP -DiffServ Code Point) στην κεφαλίδα για να καθορίσουν ποια επίπεδα QoS απαιτούνται.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΙΝΗΣΗΣ

1. SCR (Sustainable Cell Rate)

Το κατώτερο Όριο του ρυθμού Μετάδοσης το οποίο εγγυάται το ATM δίκτυο. Μονάδα Μέτρησης: cell/sec ή bits/sec . 1 cell=53 bytes=424 bits

2. PCR (Peak Cell Rate)

Ο μέγιστος ρυθμός εκπομπής .Μονάδα μέτρησης : cell/sec ή bits/sec. Δεν πρέπει να συγχέεται με το PCR με το ρυθμό πρόσβασης (Access Rate). Αυτό που ισχύει είναι $PCR \leq Access Rate$.

3. MBS (Maximum Burst Size)

Το μέγιστο μέγεθος του Burst. Δηλαδή είναι ο μέγιστος αριθμός κυψελών σε μια ριπή που μπορεί να φτάσει χωρίς να παραβιάζει. Μονάδα μέτρησης : cells

4. MGR (Minimum Cell Rate)

Αφορά την κατηγορία ABR (Available Bit Rate) και είναι ο ελάχιστος ρυθμός κυψελών για αυτή την κατηγορία. Μπορεί να είναι και 0 . Μονάδα μέτρησης : cells/sec ή bits/sec

5. CDVT (Cell Delay Variation Tolerance)

Πρόκειται για την ανοχή στην μεταβολή της καθυστέρησης των cells. Είναι μια πολύ κρίσιμη παράμετρος για real-time εφαρμογές . Μονάδα μέτρησης: msec.

2.9.1 Παράμετροι Ποιότητας Δικτύου ATM

1. CLR (Cell Loss Ratio)

Είναι ο λόγος των χαμένων κυψελών λόγω συμφόρησης στο δίκτυο και υπερχειλίσης του Buffer προς τον συνολικό αριθμό κυψελών. Αφορά τις υπηρεσίες CBR, VBR-RT, VBR-NRT

2. CTD (Cell Transfer Delay)

Είναι ο συνολικός χρόνος που απαιτείται για να ταξιδέψει μια κυψέλη από την πηγή στον προορισμό της. Περιλαμβάνει αναπαραγωγή καθυστερήσεων , ουρά καθυστερήσεων σε ποικίλα ενδιάμεσα switch και χρονική εξυπηρέτηση σε διάφορα σημεία της ουράς .

3. CDV (Cell Delay Variation)

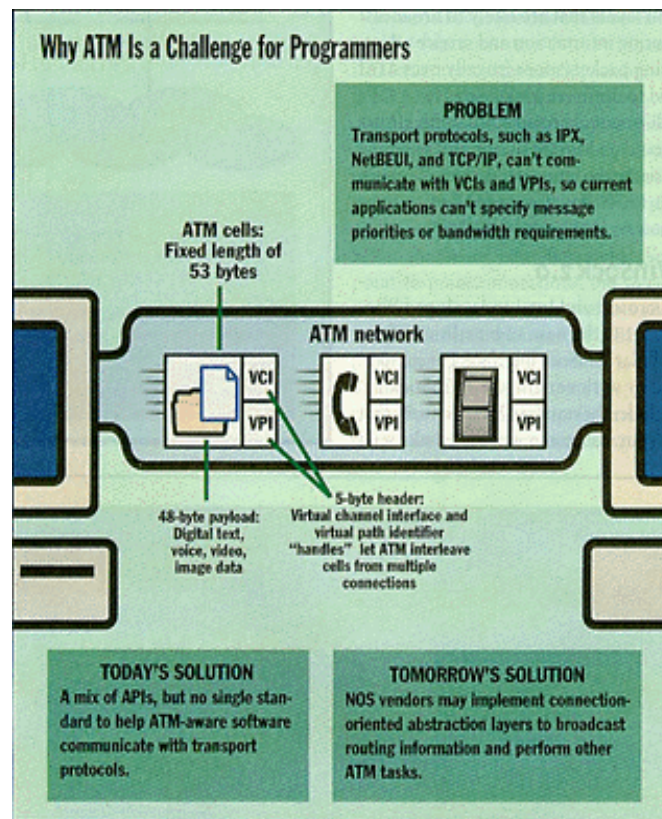
Είναι οι μεταβολές που εμφανίζονται σε μια ακολουθία ομάδας κυψελών (ίδιο δηλαδή VPI, VCI) κατά την άφιξη και αναχώρηση από έναν κόμβο ATM. Οφείλεται στον τρόπο της πολυπλεξίας επάνω στους φορείς .

4. BT (Burst Tolerance)

Αυτή η παράμετρος καθορίζει τη μέγιστη ριπή που μπορεί να σταλεί στο μέγιστο ρυθμό. Είναι ένα σύνολο παραμέτρων για την εφαρμογή αλγορίθμου ο οποίος χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της κίνησης στο δίκτυο.

2.10 ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ATM ΜΕ ΤΑ ΤΩΡΙΝΑ ΔΙΚΤΥΑ

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



Σχήμα 2.5 Το ATM σαν πρόκληση για τους προγραμματιστές .

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

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

- **Εξομοίωση LAN (LANE: LAN Emulation)**, ανεπτυγμένη από το ATM Forum, που επιτρέπει την διαφανή επικοινωνία μεταξύ Ethernet και token-ring δικτύων ATM. Αυτή η εξομοίωση επιτρέπει τη μετάδοση των περισσότερων σημερινών πρωτοκόλλων (TCP/IP, IPX, NetBIOS κ.λ.π.) από ένα δίκτυο ATM . Το LANE χρησιμοποιεί το client/server μοντέλο υλοποιώντας τα εικονικά LANs ως πολλαπλά LANE clients (**LECs**) και μία LANE Service. Το LANE κάνει μια αντιστοίχιση της MAC διεύθυνσης σε ATM και διαδίδει την υπηρεσία προς τους LANE Clients. Οι Clients υλοποιούνται σε ATM/LAN edge συσκευές και στους τοποθετημένους ATM hosts, ενώ η LANE Service υλοποιείται στον δρομολογητή, ή στο LAN ή στον ATM switch, ή ακόμα και σε μία άλλη συσκευή που όμως υποστηρίζει το ATM.
- **Κλασικό IP (CIP: Classic IP), RFC-1577**, ανεπτυγμένο από το IETF (Internet Engineering Task Force) που επιτρέπει διαφανή λειτουργία συνδέσεων IP (αποκλειστικά) πάνω από

δίκτυα ATM. Το Classical IP over ATM, ή αλλιώς RFC1577, είναι μια προσέγγιση όπου χρησιμοποιείται πάλι το ATM για να δρομολογεί IP πακέτα. Χρησιμοποιείται για να συνδέει υποδίκτυα ή ομάδες εργασίας τα οποία χρησιμοποιούν μόνο IP σαν επίπεδο μεταφοράς. Όπως και με το Edge Routing over ATM, έτσι και εδώ οι QoS δυνατότητες του ATM δεν εκμεταλλεύονται από τα υποδίκτυα και λειτουργούν ανεξάρτητα το ένα με το άλλο. Μπορεί όμως να θεωρηθεί ότι χρησιμοποιούνται οι δυνατότητες του ATM σε κάποιο γενικό επίπεδο, όπως π.χ. από τους παροχείς της internet πρόσβασης. Σε μεγάλα δίκτυα το θέμα της καθυστέρησης των δρομολογητών όμως εξακολουθεί να είναι ένα πρόβλημα

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

2.11 TO MPOA (Multiple Protocol Over ATM)

Το ATM Forum συνεργάζεται με την IETF προκειμένου να υλοποιηθεί το Multi-Protocol Over ATM (**MPOA**). Είναι ένα ισχυρό πρωτόκολλο στο επίπεδο του δικτύου το οποίο εμπεριέχει αλλά και συνεργάζεται με πολλά υπάρχοντα πρωτόκολλα και standards προκειμένου να παρέχει δρομολόγηση πάνω από switched ATM δίκτυα. Είναι αναβαθμίσιμο και ευέλικτο και αυτό το πετυχαίνει γιατί εισάγει την έννοια του εικονικού δρομολογητή ("**virtual router**"). Ο εικονικός δρομολογητής εξομοιώνει την λειτουργία των κλασσικών δικτύων με δρομολογητές και έτσι εξαλείφει τους περιορισμούς που εισάγονται στην απόδοση όταν πρέπει να κάνουμε δρομολόγηση σε κάθε hop ενός frame.

Το MPOA ορίζει τις ροές δεδομένων και τις απεικονίζει κατευθείαν σε εικονικά μονοπάτια του ATM. Αυτή η τεχνική του καθορισμού μονοπατιών κατά μήκος του ATM δικτύου αναφέρεται ως "cut-through" ή "zero-hop" δρομολόγηση. Τα πακέτα τα οποία μεταδίδονται κατά μήκος αυτής της σύνδεσης δεν υπόκεινται ποια σε αυτή την επεξεργασία σε κάθε hop και η καθυστέρηση από σημείο σε σημείο γίνεται ποια ντετερμινιστική.

Η MPOA διάρθρωση (**framework**) παρέχει ένα ομογενοποιημένο μοντέλο για την προσαρμογή των πρωτοκόλλων του διαδικτύου στο ATM. Καθώς οι κατασκευαστές θα παρέχουν διάφορες υλοποιήσεις της MPOA διάρθρωσης θα υπάρχει ακόμα η επικοινωνία (interoperability = συμβατότητα) μεταξύ τους.

Η γενική ιδέα είναι οι κλασσικές διαδικασίες των παραδοσιακών δρομολογητών, δηλαδή του splitting, forwarding και της δρομολόγησης τους, να υλοποιούνται μεταξύ των MPOA Clients και των MPOA Servers. Η διαχείριση των διευθύνσεων και ο προσδιορισμός της τοπολογίας για παράδειγμα θα γίνεται από τους MPOA Servers (**MPS**), και η προώθηση της κυκλοφορίας θα γίνεται από τους MPOA Clients (**MPC**) κατά μήκος των ATM switch. Ο MPS τυπικά βρίσκεται στους ATM switch-router ή σε ένα stand-alone ATM route server. Οι MPC βρίσκονται στις ακριανές (στο ATM) συσκευές και στους hosts που είναι μέσα στο ATM.

Επιπλέον, επειδή οι υπηρεσίες στο επίπεδο μεταφοράς προσφέρονται από ένα τυπικό ATM δίκτυο, και τα δεδομένα έρχονται από αντιστοίχιση πρωτοκόλλων του επιπέδου του δικτύου όπως το IP και το IPX κατευθείαν στο ATM, γίνεται εφικτή η χρήση και η υλοποίηση QoS μηχανισμών. Το γεγονός αυτό συνδυάζει και το μικρό κόστος αυτών των τεχνολογιών όπως είναι το Ethernet και το

TCP/IP σε προσωπικούς υπολογιστές. Έτσι είναι εφικτή η εξυπηρέτηση εφαρμογών υψηλών απαιτήσεων όπως η τηλεδιάσκεψη, η διανομή video και η εξ' αποστάσεως διδασκαλία.

2.12 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ ATM

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

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

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 :ΤΟ VoATM(VOICE OVER ATM)

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ VoATM

Το ATM από την αρχή ήταν σχεδιασμένο να αποτελέσει μια τεχνολογία multimedia και πολυεφαρμογών. Έτσι το VoATM έχει κατορθώσει να προσφέρει υψηλή ταχύτητα δεδομένων. Μέχρι το πρόσφατο παρελθόν η ανάπτυξη νέων υπηρεσιών φωνής εξετάστηκε και ερευνήθηκε. Λόγω της ανταγωνιστικότητας της σύγχρονης αγοράς οι διαχειριστές των δικτύων αγωνίζονται διαρκώς να μειώσουν το λειτουργικό κόστος και να αυξήσουν την απόδοση του δικτύου. Αναγνώρισαν ότι αυτά τα σημαντικά οφέλη μπορούν να υπάρξουν αν η κίνηση των δεδομένων και της φωνής περνάει πάνω από ένα ενιαίο δίκτυο. Από τότε που η ATM τεχνολογία υποστηρίχθηκε ότι είναι μια multimedia τεχνολογία, οι πιο πολλοί διαχειριστές υπηρεσιών έχουν αρχίσει να εισάγουν την υποδομή του, έτσι ώστε να υποστηρίζει φωνή, video και δεδομένα. Αρχικά, υπήρχαν πολλές τεχνικές παράμετροι που είχαν προσδιοριστεί. Χάρη όμως στις προσπάθειες του ATM forum και των μελών του αυτά τα θέματα έχουν ήδη διευθετηθεί και τώρα είναι δυνατόν να χτίσουμε και να λειτουργήσει ένα ATM δίκτυο για τις ανάγκες σε ποικιλία εφαρμογών φωνής.

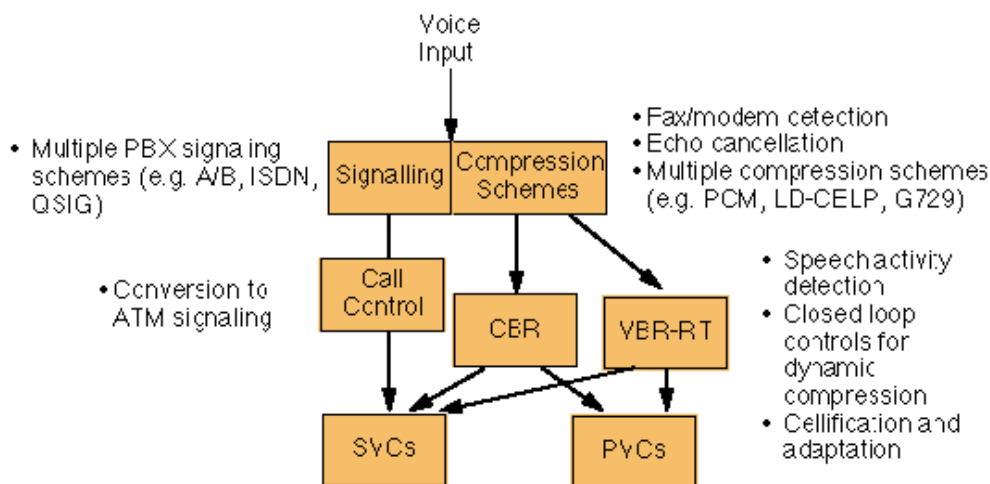
Πραγματικού χρόνου υπηρεσίες φωνής υποστηρίζονται παραδοσιακά στα WAN δίκτυα μέσω τεχνικών βασίζονται σε κυκλώματα όπως π.χ T1 πολυπλέκτες ή μεταγωγή κυκλωμάτων. Είναι φυσικό αυτά τα κυκλώματα να αντιστοιχηθούν σε ATM CBR PVCs (Σταθερού Ρυθμού Συνδέσεις Νοητού Κυκλώματος), χρησιμοποιώντας εξομοίωση κυκλώματος και προσαρμογή των ATM κυκλωμάτων στο επίπεδο AAL1. Πάντως υπάρχουν πολλά σημαντικά μειονεκτήματα στη χρήση εξομοίωσης κυκλώματος στην οποία το εύρος ζώνης θα πρέπει να αφιερωθεί για αυτόν τον τύπο κίνησης (αν και υπάρχει χρήσιμη πληροφορία που μεταδίδεται ή όχι) παρέχοντας αντικίνητρο στα σωματεία και στους συλλόγους για την εφαρμογή μιας τέτοιας τεχνικής σαν μακροπρόθεσμη στρατηγική. Για παράδειγμα ένα κύκλωμα T1 1544 Mbps απαιτεί 1,74 Mbps εύρος ζώνης σε ένα ATM όταν μεταδίδεται με εξομοίωση κυκλώματος. Αυτό δεν υποβαθμίζει το ρόλο του σαν μια μεταβατική στρατηγική να στείλει την εγκατεστημένη βάση.

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, η έμφυτη υπερχειλίση της φωνής και πολλές εφαρμογές πραγματικού χρόνου μπορούν να γίνουν εκμεταλλεύσιμες για να μειώσουν σημαντικά το κόστος μετάδοσης χρησιμοποιώντας συνδέσεις VBR-RT πάνω από ATM. Οι τεχνικές μεταβλητού ρυθμού δεδομένων φωνής (VBR) εκμεταλλεύονται την φυσική υπερχειλίση της φωνητικής ομιλίας σαν να ήταν διάστημα σιωπής, με αποτέλεσμα, την αύξηση της αποδοτικότητας. Τα ακόλουθα είναι διαστήματα σιωπής (για την μείωση των βαθμών σημαντικότητας):

- Όταν δεν υπάρχει κλήση σε έναν κόμβο. Έτσι ο κόμβος είναι ανενεργός κατά τη διάρκεια των ωρών αιχμής. (οι κόμβοι είναι τυπικά σε λειτουργία μπλοκάροντας την πιθανότητα: τη νύχτα οι κόμβοι μπορεί να είναι ανενεργοί).
- Όταν η κλήση είναι σε εξέλιξη, αλλά μόνο ένας χρήστης μιλάει τη δεδομένη χρονική στιγμή.
- Όταν η κλήση είναι σε εξέλιξη και κανένας από τους δύο χρήστες δεν μιλάει.

Η δουλειά στο ATM ξεκινάει με την προσαρμογή πάνω σε ATM για φωνή μεταβλητού ρυθμού VBR. Η προσθήκη κωδικοποίησης φωνής για περισσότερη αποτελεσματικότητα του εύρους ζώνης (η φωνή κωδικοποιείται χρησιμοποιώντας 64Kbps στην παλμοκωδική διαμόρφωση PCM) είναι οικονομικά ελκυστική ,ειδικά πάνω από μεγάλα κυκλώματα και T1 ATM. Πολλοί τύποι συμπίεσης έχουν τυποποιηθεί (όπως τα standards G720). Φτιάχνοντας δυναμικά αυτές τις διατάξεις κωδικοποίησης παρέχεται στον διαχειριστή του δικτύου η ευκαιρία να ελευθερωθεί εύρος ζώνης κάτω από συνθήκες συμφόρησης του δικτύου .Για παράδειγμα με την έναρξη της σύνδεσης ,αυξανόμενα επίπεδα συμπίεσης φωνής μπορούν να επικαλεστούν ,ελευθερώνοντας έτσι εύρος ζώνης και απαλλάσσοντας από την συμφόρηση παρέχοντας χαμηλότερη ποιότητα φωνής σε αυτά τα διαστήματα.

Μια προέκταση της φωνής πάνω από ATM είναι η υποστήριξη μεταγωγής φωνής πάνω από νοητά κυκλώματα μεταγωγής (SVCs).Αυτό συνεπάγεται την διερμηνεία της σηματοδότησης ιδιωτικού τηλεφωνικού δίκτυο εξωτερικής διακλάδωσης (PBX-Private Branch Exchange).Επιπλέον σημαίνει δρομολόγηση των φωνητικών κλήσεων σε ένα κατάλληλο προορισμό PBX.Το πλεονέκτημα από τη διαχείριση του δικτύου είναι ότι ο έλεγχος πρόσβασης της σύνδεσης εφαρμόζεται και σε νέες φωνητικές κλήσεις .Κάτω από συνθήκες διασύνδεσης του δικτύου αυτές οι κλήσεις μπορούν να επαναδρομολογηθούν πάνω από το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο και έτσι να μην προκληθούν επιπρόσθετα επίπεδα διασύνδεσης .



Σχήμα 3.1 Μεταγωγή Φωνής πάνω από SVCs

ΟΦΕΛΗ VoATM

- ✓ Μείωση του κόστους παροχής της τηλεφωνικής υπηρεσίας .
- ✓ Βελτίωση της ποιότητας της τηλεφωνικής υπηρεσίας.
- ✓ Εισαγωγή νέων υπηρεσιών (υπηρεσία ISDN, Voice mail ,voice fax).
- ✓ Οι κυψέλες του ATM έχουν πλήρες μέγεθος 53 bytes η καθεμιά με 48 bytes για το μήκος του πλαισίου και 5 bytes για την κεφαλίδα του ATM, πράγμα το οποίο βοηθάει σημαντικά στη μείωση της καθυστέρησης του πακέτου , η οποία αποτελεί μια από τις κύριες παραμέτρους καθυστέρησης .

- ✓ Υποστηρίζει **QoS** (Ποιότητα Εξυπηρέτησης) η οποία επιτρέπει στην κίνηση της φωνής να μεταδίδεται διαμέσου του δικτύου με αξιόπιστο τρόπο χωρίς απώλειες .
- ✓ Προσφέρονται επίσης , μέσω των πολλών **AALs** (ATM adaption layers) πολλές δυνατότητες και υποστηρίζονται πολλές υπηρεσίες.
- ✓ Τα Switch του ATM είναι σχεδιασμένα με πολλές δυνατότητες αποδοτικής διαχείρισης της κυκλοφορίας όπως για παράδειγμα έλεγχος αποδοχής κλήσης, έλεγχος χρήσης παραμέτρων , μορφή κίνησης κ.α
- ✓ Ενιαίο δίκτυο για φωνή και video
- ✓ Υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης της τάξης των 155 Mbps

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Συνοπτικά θα αναφερθούμε στον απαιτούμενο εξοπλισμό για το VoATM

- Ένα τηλεφωνικό κέντρο ψηφιακής τεχνολογίας η οποία
 - a) Θα μπορεί να δεχτεί μια κάρτα σύνδεσης Euro-ISDN PRI NET5
 - b) Να υποστηρίζει την εισαγωγή ψηφιοπροθέματος στις εισερχόμενες δέσμες κυκλωμάτων και
 - c) Να έχει λειτουργικό σύστημα που να υποστηρίζει το πρωτόκολλο QSIG
- Έναν μεταγωγέα ATM με ικανότητα υποστήριξης της υπηρεσίας CES (Circuit Emulation Service) και ελεύθερη θέση τοποθέτησης της κάρτας
- Κάρτα Circuit Emulation Module προσομοίωσης κυκλώματος EI 2Mbps , η οποία τοποθετείται και στο μεταγωγέα ATM και παρέχει πρόσβαση σε δίκτυο ATM συσκευών που χρησιμοποιούν πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου Time Division Multiplexing –TDM .
- Interface Module EI 2Mbps (G703). Διασύνδεση τηλεφωνικού κέντρου με το Circuit Emulation Module .Η κάρτα θα υποστηρίζει σηματοδοσία CAS 2bit και EURO ISDN PRI NET 5
- QSIG: Σύστημα σηματοδοσίας για τη σύνδεση των ετερογενών τηλεφωνικών κέντρων των συνεργαζόμενων ιδρυμάτων
- Ανάπτυξη πιλοτικού δικτύου τεχνολογίας ATM

Μοντέλα Διασύνδεσης Σηματοδοσίας

Δύο είναι τα μοντέλα διασύνδεσης ,το Μεταφοράς και το Μετάφρασης

1.ΜΟΝΤΕΛΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ(Transport Model)

Η σηματοδοσία της φωνής μεταφέρεται μέσω του ATM δικτύου «διάφανα». Δημιουργούνται μόνιμες ιδεατές συνδέσεις PVCs (Permanent Virtual Circuits), τόσο για σηματοδοσία όσο για την ίδια τη φωνή. Το ATM δίκτυο δε συμμετέχει στη σηματοδοσία μεταξύ των επικοινωνούντων σταθμών παρά χρησιμοποιείται αποκλειστικά σαν μέσο μεταγωγής των PVCs.

2. MONTELO METAΦΡΑΣΗΣ (Translate Model)

Το δίκτυο αντιλαμβάνεται τη σηματοδοσία είτε αυτή προέρχεται από ATM συσκευές είτε όχι. Τα PVCs σηματοδοσίας δημιουργούνται μεταξύ των σταθμών και του ATM δικτύου χωρίς να μεταφέρονται και εντός αυτού. Η αίτηση σηματοδοσίας από έναν σταθμό προκαλεί τη δημιουργία ενός SVC (Switching Virtual Circuit) στο ATM δίκτυο προς τον επιθυμητό σταθμό.

Χαρακτηριστικά Των Μεσαίων Πυλών

Πολλές φορές αναφερόμαστε στις μεσαίες πύλες που είναι γνωστές και σαν πλατφόρμα μεταγωγής. Πρόκειται για υλικό που κάθεται στην άκρη ενός δικτύου και παίρνει σε μορφή πακέτου την κίνηση της φωνής και των δεδομένων και μετάγει αυτά σε ένα δίκτυο φωνής ή δεδομένων.

Οι πιο δημοφιλείς πύλες είναι μέρος του φυσικού επιπέδου και ελέγχονται από ένα μηχανισμό ελέγχου κλήσης ή από έναν ελεγκτή μεσαίας πύλης ο οποίος προωθεί τις πληροφορίες για να κατευθύνει την κυκλοφορία της φωνής.

Οι μεσαίες πύλες βρίσκονται στην καρδιά της μεταφοράς ενός δικτύου φωνής αφού είναι απαραίτητες για τη μεταφορά της κυκλοφορίας της φωνής. Σαν μέρος της πακεταρισμένης κυκλοφορίας της φωνής, η μεσαία πύλη προσαρμόζει και δημιουργεί μια IP ή μια ATM κεφαλίδα και στέλνει το πακέτο μέσω του δικτύου, σύμφωνα με τις οδηγίες του ελεγκτή μεσαίας πύλης.

Όλες οι μεσαίες πύλες έχουν ορισμένα κύρια χαρακτηριστικά όπως φαίνεται παρακάτω :

- **Επεκτασιμότητα**

Μια μεσαία πύλη χρειάζεται να είναι ικανή να επεκτείνεται για να μπορεί να υποστηρίζει εκατομμύρια τηλεφωνικές κλήσεις παράλληλα με την επεκτασιμότητα υπάρχοντων PSTN Διακοπών.

- **Υποστήριξη για διάφορους τρόπους δικτύων πρόσβασης**

Σύμφωνα με τις ηλεκτρικές διεπαφές, μια μεσαία πύλη χρειάζεται να υποστηρίζει μια ποικιλία οπτικών διεπαφών συμπεριλαμβανομένων OC-3, OC-12, OC-48 και OC-192 ταχυτήτων.

- **Λειτουργικότητα**

Οι μεσαίες πύλες έχουν τη δυνατότητα υποστήριξης πολλαπλών πρωτοκόλλων φωνής και δεδομένων και συμβατότητας μεταξύ αυτών, μετατρέποντας την κίνηση κυκλώματος σε κίνηση πακέτου και το αντίστροφο.

- **Έλεγχος**

Για την εγκατάσταση επικοινωνίας μεταξύ της μεσαίας πύλης και του ελεγκτή της μεσαίας πύλης. Τα πιο γνωστά πρωτόκολλα αναδείχθηκαν για επικοινωνία στις συσκευές MGCP και MEGACO.

- **Διαμεταγωγή**

Μια μεσαία πύλη πρέπει να χειρίζεται την επεξεργασία του μέσου της μεταγωγής βασισμένη σε μια δομή μεταγωγής ATM, IP, TDM

- **Μεταφορά φωνής**

Υπάρχουν 3 standards μεταφοράς που χρησιμοποιούνται για την κίνηση της φωνής TDM (Traditional Circuit-Switch Method), ATM AAL-1/AAL-2 και IP βασισμένο στο RTP/RTCP(πάνω από ATM).

R S V P (Recourse Reservation Protocol) ΚΑΙ QoS

Ένα από τα πλέον σημαντικά θέματα που θα πρέπει να εξετάσουμε είναι ο τρόπος παροχής του απαραίτητου bandwidth για την ικανοποίηση των επικοινωνιακών αναγκών .

Υπάρχουν τέσσερα (4) βασικά πρωτόκολλα που καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο υποστηρίζονται υπηρεσίες πραγματικού χρόνου και αναλύονται παρακάτω . Αυτό όμως που θα μας απασχολήσει είναι το **RSVP**(Resource Reservation Protocol)

- **REAL-TIME PROTOCOL (RTP)**: το οποίο δρα σαν βελτιωμένο interface μεταξύ των εφαρμογών πραγματικού χρόνου και των πρωτοκόλλων του επίπεδοτος μεταφοράς του υπάρχοντος δικτύου όχι υποχρεωτικά του TCP.
- **REAL-TIME CONTROL PROTOCOL (RTCP)**: Είναι συμπληρωματικό του RTP και ο ρόλος του είναι να ελέγχει τα RTP sessions και να τα κατευθύνει μεταξύ των τερματικών παρέχοντας πληροφορίες για την κατάσταση των ενεργών διασκέψεων.
- **REAL-TIME STREAMING PROTOCOL (RTSP)**: Είναι το βασικό πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για το Internet, δρα στο επίπεδο εφαρμογής του OSI και αποτελεί συμπλήρωμα του RTP και RTCP. Επιπρόσθετα φροντίζει για την ενημέρωση του δικτύου για το απαιτούμενο Bandwidth καθώς επίσης και για τη διαδικασία αιτήματος υπηρεσιών πολυμέσων από ένα server.
- **RESOURCE RESERVATION PROTOCOL (RSVP)**: Από τη στιγμή που πάνω από το IP δίκτυο δημιουργηθεί το μονοπάτι αποστολής των πακέτων, το RSVP αναλαμβάνει να διανείμει QoS απαιτήσεις στα switches και τους routers που το υποστηρίζουν και βρίσκονται κατά μήκος της διαδρομής κίνησης της πληροφορίας, αν και θα πρέπει να σημειωθεί ότι το RSVP είναι πρωτόκολλο σηματοδότησης και όχι δρομολόγησης που υποστηρίζει unicast αλλά και multicast προς μια κατεύθυνση μόνο (uni-direction)

Για την ομαλή χρήση του RSVP απαιτείται η δυνατότητα για ομαλή απόκριση του σε συνθήκες μεταβολής των αλλαγών δρομολόγησης του δικτύου , κάτι που πραγματοποιείται με συνεχή ενημέρωση για την κατάσταση ροής των πακέτων και αίτηση για μεταβολή των κρατήσεων και προσαρμογή αυτών στις αλλαγές της δικτυακής τοπολογίας .Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως το RSVP δεν είναι πρωτόκολλο δρομολόγησης , κατά συνέπεια απαιτεί την πρότερη ύπαρξη ενός εκ των layer 3 protocols(BGP,IGRP,IS-IS)προκειμένου να λειτουργήσει .Η «κράτηση»στο

δρομολογητή υλοποιείται με αναφορά του RSVP σε δύο decision modules, το admission control που καθορίζει τη δυνατότητα ύπαρξης και διαθεσιμότητας των απαιτούμενων resources και του πολιτικής ελέγχου (policy control) που ελέγχει το κατά πόσο ο χρήστης είναι εξουσιοδοτημένος για να του αποδοθούν υπηρεσίες QoS. Εάν τα παραπάνω επιτευχθούν, αποδίδονται στα πακέτα του χρήστη οι ανάλογες ιδιότητες και προτεραιότητες επεξεργασίας και αποστολής.

Τα ζητήματα πάντως που θέτονται προς διεύρυνση έχουν να κάνουν με το γεγονός της προσωρινής απώλειας του ζητούμενου QoS κατά τη διαδικασία της επαναδρομολόγησης αλλά και του τρόπου παροχής αυτού σε περιπτώσεις πολλαπλών παραληπτών ενός κοινού multicast group.

Το RSVP κάνει χρήση queuing τεχνικών (Weighted Fair Queuing **WFQ**, weighted Random Early Detection -**WRED**) για τη διασφάλιση του επιθυμητού QoS.

Το RSVP προσπαθεί κατά την αρχικοποίηση της σύνδεσης να δεσμεύσει πόρους προκειμένου να εξασφαλίσει ικανοποιητικό εύρος ζώνης και να προσφέρει έτσι μια εικονική circuit-switched σύνδεση. Αυτό το network-control πρωτόκολλο επιτρέπει στις εφαρμογές να έχουν υψηλότερη ποιότητα στην επικοινωνία τους (QoS).

Όταν μια εφαρμογή ζητάει μια συγκεκριμένη ποιότητα σύνδεσης, τότε το RSVP διαδίδει την αίτηση αυτή σε κάθε δρομολογητή κατά μήκος όλης της διαδρομής της σύνδεσης. Το πρωτόκολλο επιτρέπει multicasting και είναι receiver-oriented. Προκειμένου να μπορεί να διαχειρίζεται ποικιλόμορφες υπηρεσίες και ομάδες που μεταβάλλονται δυναμικά, το RSVP κάνει τους δέκτες υπεύθυνους για το τι πόρους θα δεσμεύονται ανά πάσα στιγμή. Αν και είναι μια σχετικά "ακριβή" λύση, είναι ένας πολύ καλός τρόπος για να μειώσουμε τις καθυστερήσεις.

QoS Decisions

Το RSVP αλληλεπιδρά με τις οντότητες όπως ο διαβαθμιστής πακέτου (packet classifier) και ο χρονοπρογραμματιστής πακέτου (**Packet scheduler**) οι οποίοι εισάγονται για να παρέχουν ποιότητα εξυπηρέτησης (QoS) στα πακέτα που στάλθηκαν από τις εφαρμογές. Αρχικά βρίσκει αν η καθορισμένη Ποιότητα Εξυπηρέτησης μπορεί να δοθεί. Έπειτα θέτει τις απαιτούμενες παραμέτρους στον διαβαθμιστή πακέτου και στον χρονοπρογραμματιστή. Ο διαβαθμιστής πακέτου καθορίζει τη διαδρομή του πακέτου και ο χρονοπρογραμματιστής δημιουργεί τις προϋποθέσεις για την παροχή της προκαθορισμένης Ποιότητας Εξυπηρέτησης. Σε περίπτωση που ο σταθμός στο επίπεδο σύνδεσης έχει τη δική του διαχείριση για QoS, τότε ο διαβαθμιστής πακέτου διαπραγματεύεται με αυτόν για τις απαιτήσεις σε QoS από το RSVP. Σε διαφορετική περίπτωση π.χ. όταν ο σταθμός χρησιμοποιεί μια μισθωμένη γραμμή, ο χρονοπρογραμματιστής καταναίμει μόνος του την χωρητικότητα μεταφοράς του πακέτου. Επιπλέον χρειάζεται να καταναίμει και άλλους πόρους του συστήματος όπως ο χρόνος CPU, τα buffer και άλλα.

QoS Interface

Το κεντρικό στοιχείο της αρχιτεκτονικής RSVP, με το οποίο οι εφαρμογές αλληλεπιδρούν είναι ο καθορισμός Ροής (Flow Specification ή **Flow Spec**) ο οποίος περιγράφει τη ροή της κίνησης από την πηγή καθώς επίσης τις αιτήσεις εξυπηρέτησης της εφαρμογής. Οι Καθορισμοί Ροής ορίζουν την Ποιότητα Εξυπηρέτησης και χρησιμοποιούνται για να θέσουν τις παραμέτρους στον χρονοπρογραμματιστή του πακέτου. Σύμφωνα με αυτά υπάρχουν και οι Καθορισμοί Φίλτρου (**Filter Spec**) οι οποίοι μαζί με τους Καθορισμούς Συνόδου (Session Spec) καθορίζουν ποια πακέτα δεδομένων θα λάβει η Ποιότητα Εξυπηρέτησης (QoS) η οποία καθορίζεται από τους Καθορισμούς Ροής (Flow Spec).

3.4.1 Η Λειτουργία Του RSVP Πρωτοκόλλου

Η διαδικασία δέσμευσης πόρων συντελείται σε δυο φάσεις:

1. Η διαδικασία RSVP αποστέλλει PATH μηνύματα ανά τακτά χρονικά διαστήματα στα επίπεδα, admission control και policy control όλων των ενδιάμεσων κόμβων της διαδρομής, που περιέχει τις απαιτήσεις για QoS (data format, source address, source port). Στην περίπτωση που και οι δυο έλεγχοι είναι επιτυχείς ο κόμβος περνά στον packet classifier τον έλεγχο για επιλογή των πακέτων ανάλογα με την κατηγορία και αλληλεπιδρά με το επίπεδο σύνδεσης για την επίτευξη της κατάλληλης σύνδεσης.
2. Κατόπιν αποστέλλεται από κάθε κόμβο η απαίτηση για δέσμευση πόρων, η οποία περιέχει τις παραμέτρους flow spec (χρησιμοποιείται από τον packet scheduler) και filter spec (ορίζει ποια πακέτα πρέπει να χρησιμοποιηθούν από τον packet classifier), προς τον αποστολέα των πακέτων (τα RESV μηνύματα). Σε περίπτωση multicast συνδέσεων, στους κόμβους διακλάδωσης γίνεται μια συγχώνευση της πληροφορίας αυτής η οποία μάλιστα μπορεί να επιτρέπει την μερική ικανοποίηση των αρχικών απαιτήσεων. Τα RESV μηνύματα ακολουθούν το ακριβώς αντίθετο μονοπάτι των PATH μηνυμάτων.

Η δέσμευση που κάνει στους routers το RSVP καλείται soft states. Το RSVP daemon πρέπει ανά τακτά χρονικά διαστήματα να ανανεώνει τα μηνύματα έτσι ώστε να διατηρούνται οι δεσμευμένοι πόροι. Το γεγονός όμως αυτό καθιστά πιο εύκολες τις αλλαγές που είναι δυνατό να προκύψουν σε ένα δυναμικό περιβάλλον.

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του RSVP πρωτοκόλλου είναι ότι δυναμικά δημιουργεί και καταστρέφει συνδέσεις με το επίπεδο εξυπηρέτησης που απαιτείται και συνεπώς γίνεται διαμοιρασμός του εύρους ζώνης με το πιο αποτελεσματικό τρόπο. Το RSVP είναι ένας εξαιρετικά δυνατός μηχανισμός που μπορεί να συνεργαστεί με scheduling/queuing αλγόριθμους έτσι ώστε να υποστηρίζει με έξυπνο τρόπο διαφορετικού επιπέδου υπηρεσίες.

Συνοπτικά το Resource Reservation Protocol (RSVP) χαρακτηρίζεται από τα εξής:

- δεσμεύει εύρος ζώνης για unicast και many-to-many multicast εφαρμογές, και είναι ευαίσθητο (δυναμικά) σε αλλαγές των κατηγοριών όσο και των διαδρομών.
- είναι simplex δηλαδή κάνει δεσμεύσεις μόνο για μονόδρομη ροή δεδομένων.
- είναι ένα reservation setup και control πρωτόκολλο.
- εξομαλύνει την κατάσταση των δρομολογητών προσφέροντας δυναμική βοήθεια στις αλλαγές δρομολόγησης.
- δεν είναι ένα πρωτόκολλο δρομολόγησης αλλά εξαρτάται από τα τωρινά και μελλοντικά πρωτόκολλα δρομολόγησης.
- μεταδίδει δεδομένα και παραμέτρους της policy control που είναι αδιαφανή γι' αυτό.
- προτείνει διάφορα μοντέλα παρακράτησης για να έχει εφαρμογή σε πολλές εφαρμογές.
- υποστηρίζει τα IPv4 και IPv6.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΦΩΝΗΣ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ATM

4.1 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Μολονότι το ATM είναι ικανοποιητικά εξοπλισμένο με τη μεταφορά φωνής πάνω από δίκτυο γίνεται ευρέως διαδεδομένο σήμερα. Ήδη όμως υπάρχουν ανταγωνιστικές τεχνολογίες, όπως 100-Mbps Ethernet. Το Ethernet προβάλλει σχετικές υπηρεσίες που χρειάζονται ελάχιστη αναβάθμιση υποδομής. Λαμβάνοντας όμως υπόψιν τα μητροπολιτικά δίκτυα WAN, το ATM έχει τη δική του θέση στις ανταγωνιστικές τεχνολογίες. Για τον σχεδιασμό και την λειτουργία της φωνής πάνω από ATM υπάρχουν ένα σύνολο θεμάτων που χρειάζεται να αναφερθούν. Μερικά από αυτά φαίνονται παρακάτω.

4.1.1 Τεχνικές Προκλήσεις

Μια πακεταρισμένη προσέγγιση μεταφοράς φωνής αντιμετωπίζει ένα πλήθος τεχνικών προκλήσεων που προέρχονται από τον πραγματικό κόσμο ή την φύση της αλληλεπίδρασης της κίνησης της φωνής. Μερικές από αυτές τις προκλήσεις είναι οι εξής:

- *Η ΗΧΩ*

Είναι ένα φαινόμενο όπου το μεταδιδόμενο σήμα φωνής αντανακλάται προς τα πίσω εξαιτίας της αναπόφευκτης παρεμπόδισης της δυσαναλογίας και της μετατροπής τετρασύρματων σε δισύρματα μεταξύ της handset τηλεφωνίας και του δικτύου επικοινωνίας. Αυτό μπορεί, ανεξάρτητα με την δριμύτητα, να αποδιοργανώσει τη φυσική ροή της συνομιλίας. Η σοβαρότητα του εξαρτάται από την επιστροφή της χρονοκαθυστέρησης. Έχει ανακαλυφθεί ότι αν η επιστροφή της χρονοκαθυστέρησης είναι 30ms, ο ήχος γίνεται σημαντικός, πράγμα το οποίο δυσκολεύει την κανονική συνομιλία.

- *ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΑΠΟ ΑΚΡΟ ΣΕ ΑΚΡΟ*

Η φωνή είναι περισσότερο ευαίσθητη στην καθυστέρηση και λιγότερο ευαίσθητη στην παραμόρφωση (Jitter). Είναι ιδιαίτερα κρίσιμο το ότι η καθυστέρηση διατηρείται ελάχιστα για να

κρατήσει και να υποστηρίξει μια αλληλεπιδραστική επικοινωνία από άκρο σε άκρο. Έχει βρεθεί ότι η καθυστέρηση μπορεί να έχει δυο επιδράσεις στην αναπαράσταση της επικοινωνίας. Η καθυστέρηση μπορεί να παρεμβαίνει στις δυναμικές της φωνητικής επικοινωνίας, στην απουσία αισθητού ήχου, ενώ στην παρουσία αισθητού ήχου η αυξανόμενη καθυστέρηση δημιουργεί χειρότερα ηχητικά αποτελέσματα. Όταν η καθυστέρηση ξεπερνάει τα 30 ms, τα κυκλώματα καταστολής ηχού απαιτείται να ελέγξουν τον ήχο. Αν τα κυκλώματα καταστολής ηχού εγκατασταθούν, οι καθυστερήσεις στα δίκτυα επιτρέπεται να φτάσουν στα 150ms χωρίς περαιτέρω υποβάθμιση της ποιότητας της φωνής.

Σύμφωνα με την ITU-T τα ακόλουθα όρια καθυστέρησης για μεταφορά χρόνου προς μια κατεύθυνση (one way transmission time) για συνδέσεις με κατάλληλο έλεγχο ήχου φαίνονται παρακάτω.

<u>ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ</u>	<u>ΑΠΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ</u>
0-150ms	Αποδεκτή στις περισσότερες εφαρμογές
150-400 ms	Αποδεκτή όταν η επίδραση στην ποιότητα είναι αντιληπτή
400 ms και πάνω	Μη Αποδεκτή

Πίνακας 1: Όρια Καθυστέρησης.

Η καθυστέρηση συμβαίνει στο ATM δίκτυο εξαιτίας ενός ή περισσότερων από τους ακόλουθους λόγους :

A) Καθυστέρηση του πακεταρίσματος (δηλαδή της καθυστέρησης της κατασκευής ενός κελιού)

Είναι ο χρόνος που χρειάζεται για να συμπληρωθεί ένα πλήρες πακέτο /κελί πριν μεταδοθεί. Στην Παλμοκωδική Διαμόρφωση (PCM) η φωνή κωδικοποιείται στα 64 Kbps, που σημαίνει ότι χρειάζονται περίπου 6ms για να συμπληρωθεί ολόκληρο το ωφέλιμο φορτίο των 48 byte ενός ATM κελιού. Το θέμα μπορεί να διευθετηθεί είτε με μερικώς συμπληρωμένα κελιά είτε πολυπλέκοντας διάφορες φωνητικές κλήσεις σε ένα ενιαίο κανάλι νοητού κυκλώματος ATM (ATM VCC- ATM Virtual Circuit Channel)

B) Καθυστέρηση της ενταμίευσης (Buffering)

Ορισμένες φορές, εξαιτίας της καθυστέρησης της μεταφοράς μπορεί μερικά κελιά να φτάσουν αργότερα στον προορισμό τους. Αν λοιπόν συμβεί αυτό, η λειτουργία SAR (Segmentation And Reassembly), δηλαδή του τεμαχισμού και της συναρμολόγησης που γίνεται στο κατώτερο επίπεδο του

ATM AAL , ίσως πρέπει να υπολειτουργεί χωρίς δεδομένα φωνής για επεξεργασία , πράγμα το οποίο θα προκαλούσε κενά στη συνομιλία. Για την παρεμπόδιση όμως μιας τέτοιας περίπτωσης η λειτουργία SAR συσσωρεύει ένα buffer πληροφορίας πριν ξεκινήσει την ανοικοδόμηση. Για να εξασφαλιστεί ότι δεν συμβαίνει καμία υπολειτουργία ,θα πρέπει το μέγεθος του buffer να διατηρείται με τρόπο τέτοιο ώστε να υπερβαίνει την αναμενόμενη καθυστέρηση.

Γ)Καθυστέρηση κωδικοποίησης

Αυτός είναι ο χρόνος επεξεργασίας που απαιτούν οι αλγόριθμοι συμπίεσης για την κωδικοποίηση ενός αναλογικού σήματος σε ψηφιακό.

- ΑΠΑΛΟΙΦΗ ΤΗΣ ΣΙΩΠΗΣ

Η φωνή από τη φύση της είναι μεταβλητή κατά μέσο όρο .Η ανθρώπινη φωνή έχει ένα παράγοντα δραστηριότητας της ομιλίας περίπου 42% .Υπάρχουν παύσεις μεταξύ των προτάσεων και των λέξεων χωρίς καθόλου ομιλία προς κάθε κατεύθυνση .Επίσης η φωνητική επικοινωνία είναι half-duplex (αμφίδρομη επικοινωνία προς τις δύο κατευθύνσεις ,αλλά όχι ταυτόχρονα).Για παράδειγμα κάποιος χρήστης σιωπά όταν κάποιος άλλος μιλάει .Θα μπορούσε κανείς να κερδίσει το πλεονέκτημα αυτών των δύο χαρακτηριστικών : να εξοικονομήσει εύρος ζώνης διακόπτοντας την μετάδοση κελιών κατά τη διάρκεια των περιόδων σιωπής .Αυτή η διαδικασία είναι γνωστή σαν απαλοιφή/ καταστολή σιωπής.

- ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ

Στο σημείο αυτό θα αναφέρουμε επιγραμματικά λίγα λόγια για τους αλγορίθμους συμπίεσης λόγω του ότι θα αναλυθούν περισσότερο σε επόμενο κεφάλαιο.

Έτσι λοιπόν η **ADPCM** (Adaptive Differential Pulse Code Modulation=Προσαρμοστική Διαφορική Διαμόρφωση Παλμικού Κώδικα)και η **CELP**(Code Excited Linear Prediction=Γραμμική Πρόβλεψη Κώδικα) είναι οι δύο κύριες συμπίεσεις αλγορίθμων που χρησιμοποιούνται .Τώρα η Χαμηλής Καθυστέρησης Κώδικα Γραμμική Πρόβλεψη**LD-CELP**(Low Delay CELP), μια υποδιαίρεση της CELP είναι πιο κοινά χρησιμοποιούμενη συμπίεση αλγορίθμου που χρησιμοποιείται για κάθε σήμα φωνής .Έχει προσδιοριστεί από την ITU σαν **ITU G728** .Παρέχει ποιότητα φωνής στα 16 Kbps με χαμηλή καθυστέρηση κωδικοποίηση /αποκωδικοποίησης. Ο παρακάτω πίνακας συγκρίνει τις ποικίλες τεχνικές συμπίεσης σύμφωνα με τη χρήση εύρους ζώνης και την καθυστέρηση.

Algorithm	Bandwidth	MIPS (C5x DSP)	Total Codec Delay (msec)	Application.
PCM	64 kbit/s	n/a	0.25	PSTN
ADPCM (G.726)	32 kbit/s	10	0.25	PSTN, cordless phones
CS-ACELP (G.729)	8 kbit/s	30	25	VoFR, VoATM, VoIP
CS-ACELP Annex A (G.729A)	8 kbit/s	20	25	VoFR, VoATM, VoIP
LD-CELP (G.728)	16 kbit/s	40	1.25	PSTN
MP-MLQ (G.723.1)	5.3/6.3 kbit/s	30	67.5	Multimedia and VoIP

Πίνακας 2:Σύγκριση Αλγορίθμων Συμπίεσης

4.1.2 Σηματοδοσία

Σχετίζεται με την αποδοτική χρησιμοποίηση των πόρων και τον έλεγχο μεταφοράς και της πληροφορίας σηματοδοσίας. Υπάρχουν δύο μέρη σε μία φωνητική κλήση –τα δείγματα πραγματικής φωνής και πληροφορίας της σηματοδοσίας , όπως ο αριθμός επικοινωνίας , η έναρξη και ο τερματισμός της κλήσης και άλλες πληροφορίες ελέγχου και δρομολόγησης .

Αυτή η σηματοδοσία μπορεί να κωδικοποιηθεί και να σταλεί σαν Σηματοδοσία Κοινού Καναλιού (CCS-Common Channel Signaling) όταν η πληροφορία σηματοδότησης από διαφορετικά κανάλια συνυπολογίζεται σε ένα ενιαίο κανάλι σηματοδοσίας .Μπορεί επίσης να κωδικοποιηθεί και να σταλεί σαν Σηματοδοσία Μεταγωγής Καναλιού- Channel Associated Signaling (CAS), όπου η πληροφορία σηματοδότησης συγχωνεύεται σε κάθε κανάλι διακριτικής φωνής.

4.1.3 Συγχρονισμός

Η μεταφορά φωνής απαιτεί τα δεδομένα να είναι συγχρονισμένα μεταξύ του ομιλητή και του ακροατή .Υπάρχουν δύο πρότυπα μηχανισμών που χρησιμοποιούνται για να πετύχουν τον συγχρονισμό μεταξύ εφαρμογών point-to-point.Αυτοί είναι ο Προσαρμοστικός Χρονισμός (Adaptive Clocking) και η Σύγχρονη Υπολειπόμενη Σφραγίδα Χρόνου SRTS (Synchronous Residual Time Stamping).Αυτοί οι μηχανισμοί δουλεύουν προσαρμόζοντας την συχνότητα του χρονιστή στο ένα άκρο κυκλώματος που βασίζεται στη Συχνότητα του χρονιστή του άλλου άκρου.

Οι προαναφερόμενοι μηχανισμοί λειτουργούν αποδοτικά μόνο στο περιβάλλον master-slave ή για επικοινωνία point to point .Όταν οι υπηρεσίες multipoint βρίσκονται σε λειτουργία , είναι απίθανο για μια slave τοποθεσία να προσαρμόσει τη συχνότητα του βασισμένη σε δύο ή περισσότερα σήματα που εισέρχονται από διαφορετικές Master-slave τοποθεσίες .Για υπηρεσίες multipoint είναι εύκολο να προσαρμοστεί ένα εξωτερικά συγχρονισμένο μοντέλο όπου κάθε κόμβος στο δίκτυο είναι συγχρονισμένος σε κάποια εξωτερική πηγή χρονισμού.

4.2 ΠΡΟΤΥΠΑ ΚΑΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Πολλές εφαρμογές είναι διαθέσιμες για τη μεταφορά φωνής πάνω από ένα ATM δίκτυο. Κάθε εφαρμογή έχει διαφορετικές απαιτήσεις για τη μεταφορά φωνής βασισμένη στο τι τάξης χειριστές δικτύου καθορίζονται κάθε φορά .Ας συζητήσουμε τις τρεις κυριότερες τάξεις χειρισμού του δικτύου.

- Εθνικοί ή Διεθνείς χειριστές

Τυπικά έχουν μια επεκταμένη υπηρεσία PSTN που λειτουργεί πάνω από SDH/SONET ή σε υποδομή PDH .Όταν το εύρος περιορίζεται απαιτείται ενσωμάτωση της κυκλοφορίας της φωνής και των δεδομένων , για λόγους αποδοτικότητας σε ένα ενιαίο δίκτυο ATM. Στον τοπικό βρόγχο , το ATM ίσως είναι μια πολύτιμη λύση για τη μεταφορά της φωνής και των δεδομένων στα κτίρια της επιχείρησης .

- Εναλλακτικοί Φορείς ή Προμηθευτές Δικτύου Προστιθέμενης Αξίας

Αναλαμβάνουν άδειες χορηγήσεως υπηρεσιών επικοινωνίας σε ανταγωνισμό με τους κατόχους Διεθνούς Χειρισμού.Αντί να έχουν τη δική τους υποδομή μεταφοράς αγοράζουν εύρος ζώνης από τον αρχικό χειριστή.Το κόστος και η περιορισμένη αξιοπιστία του εύρους ζώνης απαιτεί αποδοτικότητα του ATM και ενσωμάτωση των υπηρεσιών φωνής και δεδομένων. Παράδειγμα εναλλακτικών φορέων είναι οι χειριστές Κυτταρικής Τηλεφωνίας.

- Ιδιωτικά Δίκτυα

Αγοράζουν εύρος με λιανικές τιμές και πετυχαίνουν ότι περισσότερο μπορούν με τους πόρους που ήδη διαθέτουν. Τέτοιοι οργανισμοί έχουν ήδη αναπτύξει ένα δίκτυο TDM (Πολυπλεξίας Διαίρεσης Χρόνου) εκμεταλλευόμενοι τις συνδέσεις E1 και T1 .Φροντίζουν να ενσωματώσουν αυτές τις λύσεις σε ένα νέο ATM δίκτυο και να κάνουν βελτιώσεις στην αναπαράσταση του δικτύου και της αποδοτικότητας μεταβαίνοντας από το TDM στην Στατική Πολυπλεξία..

Σύμφωνα με αυτό το σενάριο υπάρχουν δύο τύποι μεταφοράς φωνής .Ο ένας είναι γνωστός σαν «Voice Trunking» και ο άλλος σαν «Voice Switching».

A) VOICE TRUNKING

Εδώ περιπλέκεται η στενότητα της κυκλοφορίας της φωνής πάνω από ATM δίκτυο μεταξύ δύο σταθερών τελικών σημείων .Αυτός είναι ένας κατάλληλος μηχανισμός για τη συνδεσμολογία περιοχής διακόπτη φωνής (voice switch) ,PBX (ιδιωτικά τηλεφωνικά δίκτυα εξωτερικής διακλάδωσης) ή κέντρα Μεταγωγής μηνύματος .Εδώ, το δίκτυο δεν χρειάζεται να επεξεργαστεί ή να τερματίσει τη σηματοδότηση περισσότερο από την ευκαιρία να χρησιμοποιήσει τη σηματοδότηση για να ανιχνεύσει άεργα κανάλια.

B)VOICE SWITCHING

Στην περίπτωση αυτή το δίκτυο διερμηνεύει την πληροφορία σηματοδότησης της φωνής και δρομολογεί την κλήση μέσω του δικτύου .Στην μεταγωγή φωνής , το switch του ATM λαμβάνει μια κλήση και την δρομολογεί στον κατάλληλο προορισμό .Το εικονικό Ιδιωτικό Δίκτυο(Virtual Private Network –VPN) ταιριάζει κατάλληλα για αυτόν τον τύπο λειτουργίας .Γι’ αυτόν τον τύπο λειτουργίας του δικτύου,τα ATM δίκτυα χρειάζεται να διερμηνεύσουν τη σηματοδότηση που προέρχεται από το δίκτυο φωνής .Προηγουμένως , αυτό έθετε την κύρια πρόκληση για όσο τα πρότυπα της σηματοδότησης ήταν ιδιόκτητα .Αυτή τη στιγμή , πολλοί πωλητές εξασφαλίζουν το ATM βασισμένο σε λύσεις που είναι ικανές να διερμηνεύσουν τη σηματοδότηση που εξασφαλίζεται από τα δικά τους switch φωνής. Η ευρεία αποδοχή των ISDN και των QSIG προτύπων σηματοδότησης φωνής επιτρέπει στους πωλητές ATM να προσφέρουν ένα τυποποιημένο περιβάλλον σηματοδότησης φωνής.

Από την προηγούμενη ανάλυση των ποικίλων χειριστών του δικτύου και των μοντέλων μεταφοράς θα μπορούσε κανείς να κατανοήσει ένα κοινό σύνολο απαιτήσεων ενός δικτύου που έρχονται στο φως. Σύμφωνα με την ATM Forum ’99 τα ακόλουθα ελάχιστα χαρακτηριστικά υποστηρίζονται για την πραγματοποίηση του Voice Trunking :

Χαρακτηριστικά	Αναγκαιότητα
<u>Προσαρμογή (Adaption)</u>	Ένας μηχανισμός κωδικοποίησης δειγμάτων φωνής στο ATM κατά την συνάντηση της καθυστέρησης και των περιορισμών πραγματικού χρόνου της κίνησης της φωνής.
<u>Σηματοδότηση (Signaling)</u>	Ένας μηχανισμός που επιτρέπει τη μεταφορά της σηματοδότησης της φωνής από άκρο σε άκρο(κοινό κανάλι ή Συνεταιρικό κανάλι με την κίνηση της φωνής)

<u>Αναμονή (Latency)</u>	Ένας μηχανισμός που να ελαχιστοποιεί την καθυστέρηση και να επιτρέπει την φυσική αλληλεπίδραση της συνομιλίας. Αυτό δεν είναι απαίτηση για εφαρμογές εκπομπής .
<u>Περιορισμός Μεταβολής στην Καθυστέρηση</u>	Ένας μηχανισμός που θα ελαχιστοποιεί την καθυστέρηση και θα επιτρέπει ισοδύναμη ακύρωση όσον αφορά την ηχώ .

Εκτός από αυτές τις βασικές απαιτήσεις, για την υποστήριξη μιας σύνθετης λύσης μεταγωγής φωνής ή για την πραγματοποίηση αποδοτικής στατιστικής πολυπλεξίας θα πρέπει να ικανοποιηθούν και οι ακόλουθες απαιτήσεις.

Απαίτηση	Αναγκαιότητα
<u>Ανάλυση Σηματοδοσίας</u>	Να επιτρέπει την εγκατάσταση και την διάλυση κυκλωμάτων κατά απαίτηση (ή δέσμευση και απελευθέρωση πόρων).
<u>Μηχανισμοί Δρομολόγησης και Μεταγωγής Κλήσης</u>	Να επιτρέπουν την διαμόρφωση του «πραγματικού κόσμου» εφαρμογών VPN(εικονικού ιδιωτικού δικτύου).
<u>Απαλοιφή Σιωπής ή Κωδικοποίηση Μεταβλητού Ρυθμού Δεδομένων</u>	Να επιτυγχάνει στατιστικό κέρδος παρέχοντας το λιγότερο διπλασιασμό στην επίδοση.
<u>Έλεγχος Αποδοχής Κλήσης (Call Admission Control-CAC)</u>	Να πιστοποιεί εξασφάλιση ποιότητας εξυπηρέτησης.
<u>Χρησιμοποίηση των πόρων του δικτύου</u>	Να επιτρέπει το στατιστικό κλείσιμο των πόρων του δικτύου.

Όλες οι προτεινόμενες ATM λύσεις παίρνουν μέτρα ενάντια στην τρέχουσα γενιά των TDM λύσεων, οι οποίες αναπτύσσονται επιτυχώς. Η ομάδα εργασίας του VoATM της ATM Forum , η οποία εμπλέκεται ενεργά στην ανάπτυξη των προτύπων για φωνή πάνω από ATM δίκτυα , έχει αναπτύξει ένα σύνολο λύσεων ή δεδομένων τα οποία μπορούν να προσφέρουν εμπορική κατεύθυνση ή λειτουργικά οφέλη σε κάθε χρήστη. Αυτά τα πρότυπα (standards) επιτρέπουν στην κίνηση της φωνής να μεταφέρεται πάνω από ένα ATM δίκτυο πιο αποδοτικά απ' ό τι κάθε πακέτο ή υποδομές βασισμένες στην TDM.

Η ATM Forum έχει καθορίσει τρεις αρχικές προσεγγίσεις για τη μεταφορά φωνής πάνω από ένα ATM δίκτυο .Αυτές είναι :

- **Circuit Emulation Services (CES)**, δηλαδή Υπηρεσίες Εξομοίωσης Κυκλώματος , η οποία χρησιμοποιείται για να μεταφέρει πλήρη ή τμηματικά E1/T1 κυκλώματα μεταξύ των τελικών σημείων.
- **Dynamic Bandwith CES (DB-CES)**, δηλαδή Δυναμικού Εύρους Υπηρεσίες Εξομοίωσης Κυκλώματος.
- **ATM με τη χρήση AAL2**

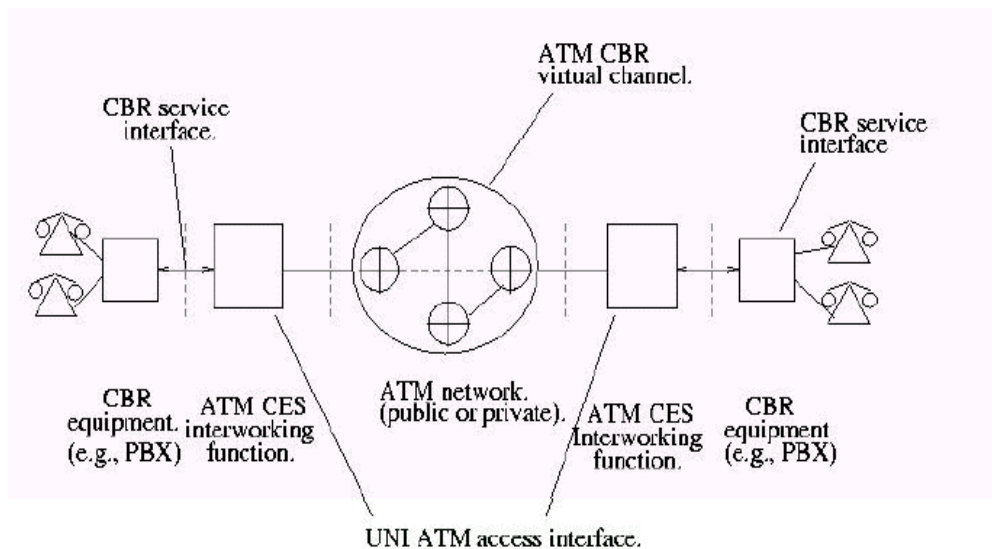
4.2.1 Τεχνική Circuit Emulation Services (Ces)

Η ATM Forum καθόρισε τον Ιανουάριο του 1997 ένα πρότυπο , γνωστό ως «Circuit Emulation Services Interoperability Specification (CES-IS), δηλαδή Προδιαγραφή Συμβατότητας Υπηρεσιών Εξομοίωσης Κυκλώματος» για την υποστήριξη κίνησης CBR (σταθερού ρυθμού δεδομένων) πάνω από ATM δίκτυα .Είναι ένα σταθερό και αξιόπιστο πρότυπο το οποίο υλοποιείται από τους προμηθευτές εξοπλισμού ATM.

Η εξομοίωση κυκλώματος επιτρέπει στον χρήστη να εγκαταστήσει μια σύνδεση AAL1 για να υποστηρίξει ένα κύκλωμα όπως E1 ή T1 , πάνω από τον κορμό του ATM .Με τη χρήση CES , το ATM προωθεί έναν διαφανή μηχανισμό μεταφοράς για διάφορες CBR υπηρεσίες βασισμένες στο AAL1. Συγκεκριμένα, καλύπτει τους ακόλουθους τύπους Υπηρεσιών Σταθερού ρυθμού Δεδομένων (CBR –Services):

1. Δομημένη Υπηρεσία DSI/E1 ($n \cdot 64$ Kbps)
2. Αδόμητη Υπηρεσία DSI/E1 (1544 Mbps –2048 Mbps)
3. Αδόμητη Υπηρεσία DS3/E3 (44,763 Mbps-34,368 Mbps)
4. Δομημένη Υπηρεσία J2 ($n \cdot 64$ Kbps)
5. Αδόμητη Υπηρεσία J2 (63,2 Mbps)

Το πρότυπο του ATM χρησιμοποιεί το ακόλουθο μοντέλο αναφοράς για τον καθορισμό αυτών των προτύπων .



Σχήμα 4.1: Μοντέλο Αναφοράς του CES

Το σχήμα 4.1 δείχνει τη λειτουργικότητα δύο εξομοιωμένων υπηρεσιών κυκλώματος ATM (CES ATM IWFs: Interworking Functions) που συνδέονται σε ένα ATM δίκτυο δια μέσου φυσικών διασυνδέσεων UNI .

Η άλλη πλευρά του CES ATM IWFs συνδέεται σε εξοπλισμό σταθερού ρυθμού κίνησης CBR (π.χ /E1/E3, J2, DS1/DS3). Οι IWFs φροντίζουν για τη διάφανη επέκταση του CBR κυκλώματος πάνω από ATM δίκτυο που σημαίνει ότι το τμήμα ATM της σύνδεσης θα πρέπει να συγκρατεί την ακεραιότητα

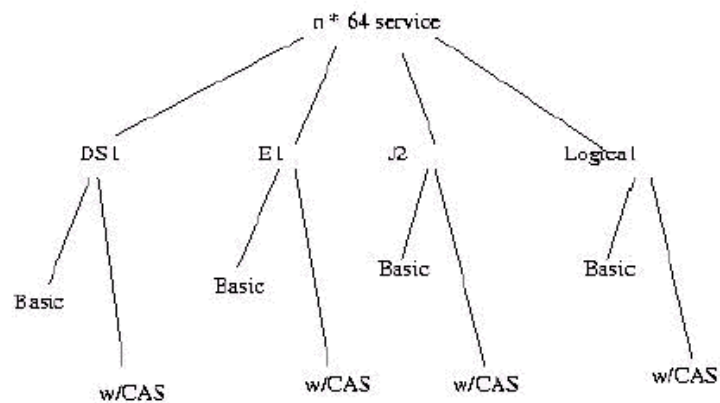
των δεδομένων. Έτσι η απώλεια αναλογικού σήματος να μην μπορεί να εισαχθεί και να μην αναπαρίσταται ο έλεγχος της ηχούς της φωνής. Για να συμβεί κάτι τέτοιο θα πρέπει ή να αναπαρασταθεί με συσκευές τερματισμού δεδομένων-DTE (Data Terminal Equipment)ή να αντιμετωπιστεί πριν τη διαδικασία λειτουργικότητας CES στο ATM.

Μια ATM UNI φυσική Διεπαφή έχει 2 κύρια χαρακτηριστικά τα οποία σχετίζονται με την υποστήριξη CES :

1)**Το Εύρος Ζώνης** : Η διεπαφή του ATM πρέπει να παρέχει ισοδύναμο εύρος για την μεταφορά $n*64$ ή αδόμητη κίνηση μετά την τμηματοποίηση.

2)**Χρονοισμός** : Η διεπαφή του ATM μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αποδώσει ανίχνευση χρόνου σε μια αρχική πηγή αναφοράς από το ATM δίκτυο στην λειτουργικότητα του CES όπου η εξωτερική διασύνδεση στο Δίκτυο Χρονοισμού δεν υποστηρίζεται.

Στην ακόλουθη ενότητα, θα συζητήσουμε για τις διαθέσιμες υπηρεσίες σταθερού ρυθμού CBR και το πώς συνδέονται σε ένα δίκτυο ATM για αποδοτική μεταφορά. Το παρακάτω σχήμα δίνει την ταξινόμηση CES, η οποία στοχεύει στην κατανόηση του προτύπου.



Basic=Χωρίς υποστήριξη ρητής σηματοδοσίας

w/CAS=Με υποστήριξη CAS σηματοδοσίας

Σχήμα 4.2: Ταξινόμηση CES

4.2.1.1 Δομημένη Υπηρεσία DS1/E1(n*64 Kbps)

Η υπηρεσία $n*64$ αναπαριστά όλες τις μορφές δομημένης Υπηρεσίας DS1/E1 και J2 $n*64$ Kbps. Εδώ θα συζητήσουμε τι είναι αυτή η υπηρεσία και ορισμένες από τις ενότητες τις οποίες χρειάζεται να προσέξουμε προκειμένου να έχουμε αυτή την υπηρεσία.

A) Περιγραφή Υπηρεσίας

Εδώ ισχύει $1 \leq N \leq 31$ όπου η πρόσβαση στο PBX γίνεται με φυσικό interface G703. Έχουμε δηλαδή 32 κανάλια των 64 Kbps το καθένα κάτι που επιτυγχάνεται με αποστολή ενός πλαισίου 256 bit (32

κανάλια * 8 bit το καθένα) με ρυθμό 8000 Hz .Το κανάλι χρησιμοποιείται για ευθυγράμμιση πλαισίωσης , ενώ το 16 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για σηματοδосία.

Η πρόσβαση στην υπηρεσία γίνεται στα 1.544 Mbps για interfaces T1.102, στα 2.048 Mbps για interfaces G703 ή στα 6.312 για interfaces G703a .Για DS1 , n από τις 24 χρονοθυρίδες(time slots) είναι διαθέσιμες για DSX-1 διασύνδεση , όπου n τιμές από το 1 έως το 24 , μεταφέρονται μέσω του ATM δικτύου. Η υπηρεσία n*64 μπορεί να χρησιμοποιεί επιλεγμένο αριθμό από χρονοθυρίδες για κάθε σύνδεση VCC (νοητού κυκλώματος) που δημιουργείται .Στην περίπτωση αυτή το ATM φροντίζει για την πολύπλεξη/απόπλεξη των διαφόρων VCCs στις AAL1 οντότητες που τους αντιστοιχούν και οι οποίες υλοποιούν το SAR (το υποεπίπεδο τεμαχισμού και συναρμολόγησης- segmentation and reassembly)για να τοποθετήσουν τελικά την I/O (Input/Output)ροή στις χρονοθυρίδες που τους αντιστοιχούν.

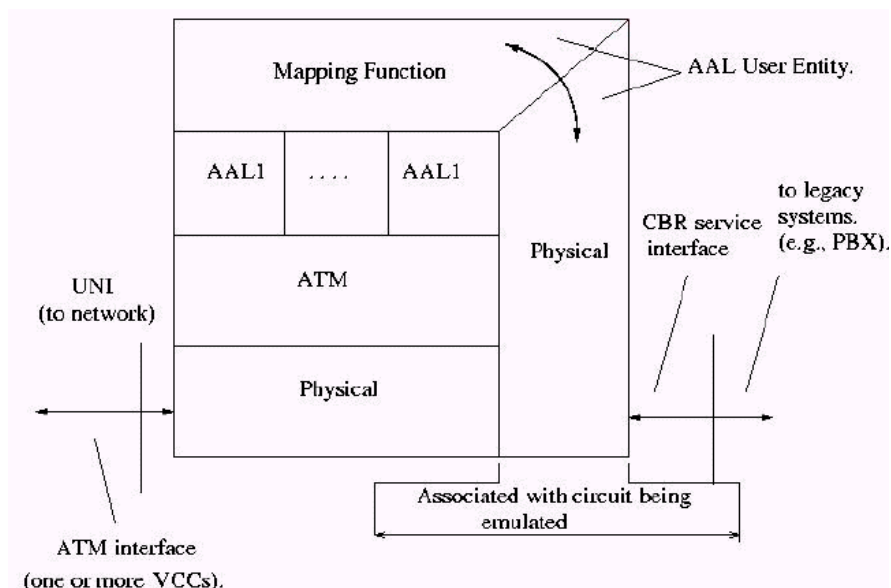
Ως προς τη σηματοδосία υπάρχουν δύο επιλογές :

- **Χωρίς CAS (Channel Associated Signalling = Σηματοδосία Μεταγωγής Καναλιού) :**

Στην περίπτωση αυτή η λειτουργία CES δεν αντιλαμβάνεται την CAS πληροφορία (που μεταφέρεται από την CBR ροή υπό την μορφή της “ABCD” τηλεφωνικής σηματοδосίας) και κατά συνέπεια δεν υποστηρίζει τις CAS υπηρεσίες .

- **Με CAS(Channel Associated Signalling = Σηματοδосία Μεταγωγής Καναλιού) :**

Στην περίπτωση αυτή η “ABCD” σηματοδосία αναγνωρίζεται από το περιβάλλον του CES, προωθείται στα AAL1 ATM cells και μεταφέρεται διάφανα στο CES με το οποίο επικοινωνεί και το οποίο την επανατοποθετεί στην κατάλληλη DSO χρονοθυρίδα .



Σχήμα4.3 : Λειτουργικότητα Δομημένης Υπηρεσίας E1

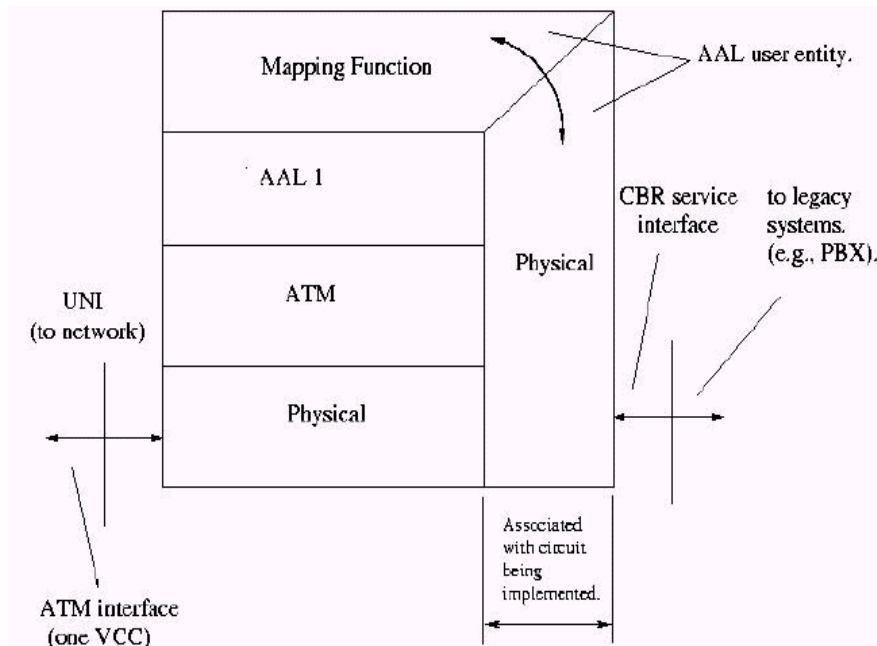
4.2.1.2 Η Αδόμητη Υπηρεσία E1

Χρησιμοποιείται για point to point συνδέσεις μεταξύ των επικοινωνούντων κόμβων μεταφέροντας «διάφανα» τα δεδομένα από άκρο σε άκρο με σταθερό ρυθμό και προκαθορισμένη καθυστέρηση λόγω AAL1. Η σύνδεση προς τον CBR εξοπλισμό (PBX) ακολουθεί τη σύσταση G.703 αλλά το μεγάλο μειονέκτημα της μεθόδου αυτής σε σχέση με την προηγούμενη είναι το γεγονός ότι για κάθε φυσική σύνδεση είναι υποχρεωτική η χρήση διαφορετικών διασυνδέσεων τόσο πάνω στο PBX όσο και πάνω στο ATM μεταγωγέα που υλοποιεί τη CES function. Πέρα από αυτό βέβαια είναι επίσης υποχρεωτική η χρήση ολόκληρου του Bandwith των 2 Mbps της E1 ενώ η CBR διασύνδεση διατηρείται ακόμα και όταν δεν υπάρχουν δεδομένα προς αποστολή.

Και στις δύο περιπτώσεις η διασύνδεση έχει τη μορφή της υποχρεωτικής χρήσης point to point κυκλωμάτων μεταξύ των τηλεφωνικών κέντρων σε μια full –mesh τοπολογία ή εναλλακτικά η χρήση ενός tandem switch που να συγκεντρώνει ακτινωτά όλους τους κόμβους και να έχει στη συνέχεια τη δυνατότητα κατάλληλης δρομολόγησης των τηλεφωνικών κλήσεων .

Η CES τεχνολογία για την επίτευξη VoATM κίνησης έχει μια σειρά από πλεονεκτήματα , δυστυχώς όμως και μειονεκτήματα που κάνουν συχνά απαγορευτική τη χρήση της, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Εγκεκριμένη προδιαγραφή του ATM Forum	Υπάρχει κατανάλωση του εύρους ζώνης ακόμα και με μη ύπαρξη ροής
Σχετικά χαμηλό κόστος εξοπλισμού	Δεν υπάρχει η δυνατότητα συμπίεσης του τηλεφωνικού καναλιού των 64 Kbps
Δεν απαιτεί μεγάλες μετατροπές στον τηλεφωνικό εξοπλισμό	Δεν υποστηρίζει ανίχνευση και απαλοιφή σιωπής
Είναι εφαρμοσμένη και απλή στην υλοποίηση τεχνολογία	



Σχήμα 4.4 : Η λειτουργικότητα Αδόμητης Υπηρεσίας E1

4.2.1.3 Η Αδόμητη Υπηρεσία E3

Στην περίπτωση αυτή της Αδόμητης E3 αναπαρίστανται όλοι οι τρόποι αδόμητης υπηρεσίας E3. Η Υπηρεσία αυτή εξομοιώνει ένα κύκλωμα point to point DS3. Η πρόσβαση στην υπηρεσία αυτή γίνεται στα 44,736 Mbps για DSX-3 διεπαφές ή στα 34,368 Mbps για interfaces G.703. Τύποι πλαισίωσης πέρα από τα πρότυπα DS3 ή E3 δεν υποστηρίζονται.

«ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΝΟΗΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ATM»

Το δίκτυο ATM που προωθεί την τεχνική CES θα πρέπει να λαμβάνει υπόψιν του τις παραμέτρους QoS όπως PCR (Peak Cell Rate) και CDV (Cell Delay Variation) τις οποίες έχουμε αναφέρει σε προηγούμενο κεφάλαιο. Υπάρχουν πρότυπα τα οποία προσδιορίζουν τις βέλτιστες τιμές για αυτές τις παραμέτρους.

Τα πλεονεκτήματα της τεχνικής CES, όπως έχουμε αναφέρει προηγουμένως, είναι η απλότητα της υλοποίησης. Το δίκτυο ATM χρησιμοποιείται για την εξασφάλιση νοητών επατοποθετήσεων για φυσικούς συνδέσμους σε ένα υπάρχον δίκτυο. Ακόμα, η τεχνική CES έχει δύο περιορισμούς: **Πρώτον**, δε μπορεί να εξασφαλίσει στατιστική πολυπλεξία. Δεν διαφοροποιείται μεταξύ άεργων και ενεργών χρονοθυρίδων, που σημαίνει ότι όλη η άεργη κίνηση μεταφέρεται. Επομένως η μεταφορά φωνής με την τεχνική CES περιλαμβάνει 10% περισσότερο εύρος ζώνης απ' ό,τι θα απαιτούσε η μεταφορά της ίδιας κίνησης της φωνής πάνω από μισθωμένα κυκλώματα. **Δεύτερον**, είναι συχνά υλοποιήσιμη σαν μια υπηρεσία point to point εξασφαλίζοντας όλα τα στοιχεία μιας φυσικής διεπαφής ενός δικτύου σε μία άλλη φυσική διεπαφή του δικτύου. Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους του Δικτύου.

4.2.2 Τεχνική Dynamic Bandwith CES -Δυναμικού Εύρους CES

Οι περιορισμοί στην τεχνική CES καταλήγουν στην ανάπτυξη ενός νέου προτύπου από την ομάδα εργασίας του Voice Over ATM της ATM Forum τον Ιούλιο του 1997, το οποίο αναφέρεται σαν «Δυναμικού Εύρους Υπηρεσίες Εξομοίωσης Κυκλώματος : DB-CES»

Ο αντικειμενικός σκοπός αυτού του προτύπου είναι να κατευθύνει ενεργές ή ανενεργές χρονοθυρίδες ενός κληροδοτήματος κορμού TDM από ένα PBX ή έναν Πολυπλέκτη και παραλείπει την χρονοθυρίδα από την επόμενη δομή ATM.

Αυτό είναι ικανό να χρησιμοποιήσει αυτό το εύρος ζώνης για να χρησιμοποιηθεί για άλλες υπηρεσίες όπως οι CBR (Σταθερού Ρυθμού), VBR (Μεταβλητού Ρυθμού), UBR (Απροσδιόριστη Ταχύτητα) και ABR (Διαθέσιμη Ταχύτητα) εφαρμογές.

4.2.2.1 Αδρανής Ανίχνευση (Idle Detection)

Για τον καθορισμό των προδιαγραφών του DB-CES είναι απαραίτητο να εντοπίσουμε τις ανενεργές χρονοθυρίδες. Υπάρχουν ως τώρα δύο τεχνικές με τις οποίες οι ανενεργές χρονοθυρίδες μπορούν να εντοπιστούν.

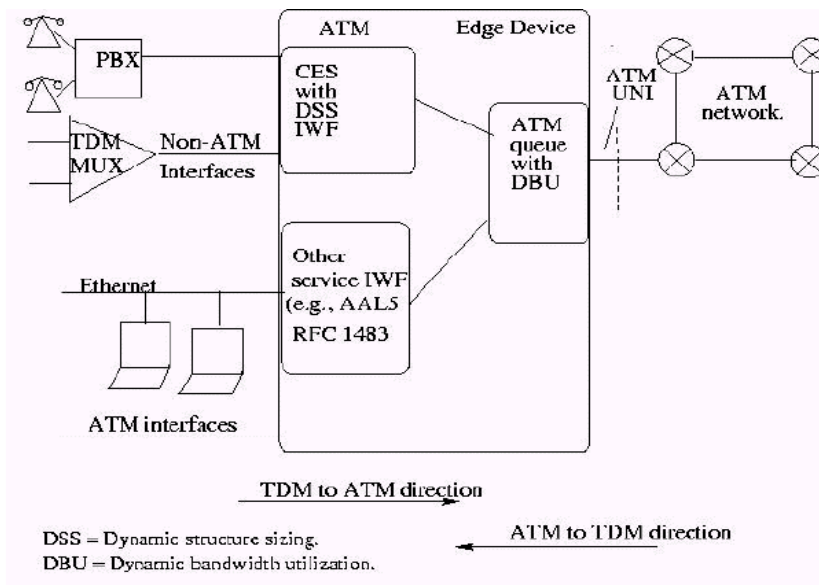
A) Αδρανής Ανίχνευση με τη χρήση σχεδίου αβέβαιου κώδικα.

Τα ανενεργά δεδομένα μιας χρονοθυρίδας μπορούν να εντοπιστούν κατά την μεταφορά IWF εντοπίζοντας την συνεχή εμφάνιση ενός σχεδίου αβέβαιου κώδικα στα δεδομένα των χρονοθυρίδων για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα.

B) Αδρανής Ανίχνευση με τη χρήση AB (Address Bus: Σηματοδοσία Αρτηρίας Διευθύνσεων) σηματοδοσία Δεδομένων στην CAS (Channel Associated Signalling = Σηματοδοσία Μεταγωγής Καναλιού).

Με CAS, η τιμή των δεδομένων AB καθορίζει την αδρανή κατάσταση των χρονοθυρίδων μιας δεδομένης σύνδεσης που θα πρέπει να είναι διαχειρίσιμη από τον χρήστη. Ο χρήστης επιτρέπει την λειτουργικότητα (IWF) για να διαχειριστεί τις τιμές στη βάση του υποστηριζόμενου τερματικού εξοπλισμού και για να συνδυάσει τις τιμές στις δύο πλευρές μιας νοητής σύνδεσης.

Το παρακάτω σχήμα δείχνει το μοντέλο αναφοράς για DB-CES.



Σχήμα 4.5: Μοντέλο Αναφοράς του DB-CES

Η συσκευή ATM μπορεί να είναι μια φυσική ή μια λειτουργική οντότητα η οποία προβάλλει διάφορα interfaces στους χρήστες όσο και στα υπόλοιπα στοιχεία του δικτύου. Η λειτουργικότητα της τεχνικής CES (CES IWF : CES Interworking Function), που συμπεριλαμβάνεται σε αυτή την συσκευή ευθύνεται για τις ακόλουθες λειτουργίες :

- Υπηρεσίες εξομίωσης Κυκλώματος Δομημένης Υπηρεσίας E1 ($n \cdot 64$ Kbps)
- Ανίχνευση δραστηριότητας χρονοθυρίδας.
- Εκτίμησης μεγέθους δυναμικής δομής (Dynamic Structure Sizing –DSS) της δομής του AAL1 η οποία συσχετίζεται με τις ενεργές χρονοθυρίδες στην πολυπλεξία Διαίρεσης Χρόνου (TDM) της κατεύθυνσης ATM
- Κάλυψη των ενεργών χρονοθυρίδων από το AAL1, στην κατεύθυνση ATM προς TDM και τοποθέτηση αυτών στα κατάλληλα κενά της δομής TDM.
- Τοποθέτηση των κατάλληλων σημάτων σε καθεμία χρονοθυρίδα της καλυπτόμενης δομής TDM.

Η ουρά του ATM με τη χρησιμοποίηση Δυναμικού Εύρους (DBU=Dynamic Bandwidth Utilization) αναπαριστά την ουρά η οποία είναι υπεύθυνη για τον σχηματισμό ουράς, την αναμονή στην ουρά και την μετάδοση των κυψελών από διαφορετικά interfaces σε ένα ενιαίο ATM interface. Η Μονάδα Δυναμικού Εύρους (DBU: Dynamic Bandwidth Unit) αναθέτει το ρυθμό του κελιού σε καθεμία από τις λειτουργικότητες της CES τεχνική, ο οποίος ανταποκρίνεται στο μέγιστο

μέγεθος της δομής που πρέπει να διαχειρίζεται. Όταν όλες οι χρονοθυρίδες σε μια δεδομένη λειτουργικότητα είναι ενεργές, όλο το εύρος χρειάζεται για την εξυπηρέτηση αυτής της λειτουργικότητας. Όταν μερικές χρονοθυρίδες της λειτουργικότητας της τεχνικής CES δεν είναι ενεργές, η λειτουργικότητα μειώνει δυναμικά το μέγεθος της δομής μεταφέροντας ένα χαμηλότερο ρυθμό κελιού στην ουρά ATM. Η δυνατότητα της Μονάδας Δυναμικού Εύρους στην ουρά είναι ότι μπορεί προσωρινά να δίνει το εύρος που δεν χρησιμοποιείται από τον «ιδιοκτήτη» IWF σε άλλη υπηρεσία. Αυτή η ικανότητα θα μπορούσε να εξασφαλίσει εύρος για υπηρεσίες τύπου UBR (unspecified Bit Rate: Απροσδιόριστης ταχύτητας), χωρίς επιφύλαξη για MCR/PCR (Minimum Cell Rate: Ελάχιστο Ρυθμό Εκπομπής/Peak Cell Rate: Μέγιστο Ρυθμό Εκπομπής), αυξάνοντας έτσι την αποτελεσματική χρησιμοποίηση εύρους ζώνης των ATM interfaces. Ακόμα για να καταναίμει τις έννοιες κλειδιά της προδιαγραφής, είναι κατάλληλο να καθορίσει τους ακόλουθους όρους:

A) Εκτίμηση Μεγέθους Δυναμικού Δομής (DSS): Είναι η ικανότητα της λειτουργικότητας της CES να προσαρμόζει δυναμικά το μέγεθος της δομής του AAL1 το οποίο βασίζεται στον αριθμό των ενεργών χρονοθυρίδων που περιέχονται στον κορμό του E1 και υφίστανται εξομοίωση κυκλώματος. Αυτή η δομή έχει επίσης ένα όριο μεγίστου μεγέθους το οποίο συμπληρώνεται κατά την ώρα της διαχείρισης της λειτουργικότητας (IWF).

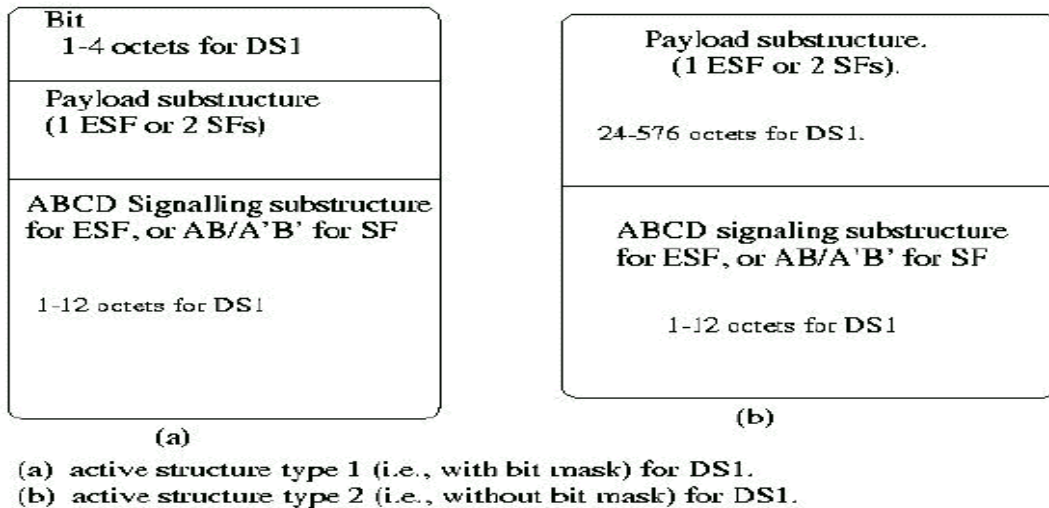
B) Διαθέσιμη Δομή: Είναι το μέγιστο μέγεθος της δομής AAL1 όταν όλες οι χρονοθυρίδες ενός δεδομένου κορμού είναι ενεργές. Αυτό είναι προκαθορισμένο από τον προβλεπόμενο μέγιστο αριθμό (n από τα 64Kbps) χρονοθυρίδων του κορμού την στιγμή της διαχείρισης της λειτουργικότητας (IWF).

Γ) Ενεργή Δομή: Είναι η δομή του AAL1 που περιλαμβάνει την πληροφορία από τις πραγματικά ενεργές χρονοθυρίδες σε κάθε δεδομένη περίπτωση.

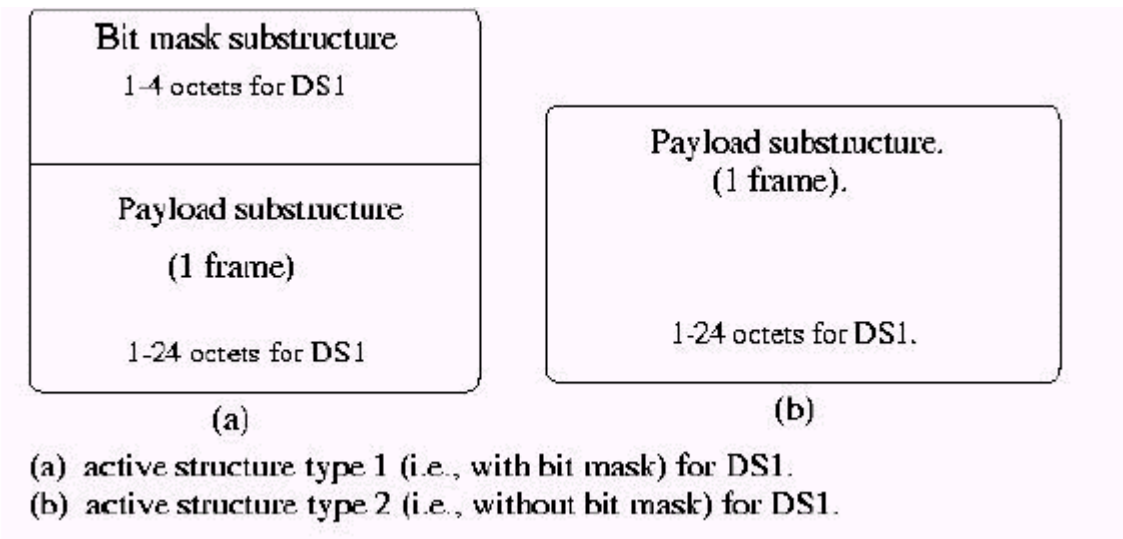
Ανενεργές χρονοθυρίδες δεν αντιστοιχίζονται στη δομή του AAL1. Υπάρχουν δύο τύποι ενεργών δομών:

- **Τύπος 1** ενεργής δομής: Πρόκειται για μία Ενεργή Δομή που περιέχει μια μάσκα δυαδικού ψηφίου (**Bit Mask**)
- **Τύπος 2** ενεργής δομής: Πρόκειται για μια Ενεργή Δομή που δεν περιέχει μάσκα δυαδικού ψηφίου.

Τα σχήματα 4.6(α) και 4.6(β) δείχνουν το πακέτο της δομής για μια ενεργή δομή AAL1 CAS και CES αντίστοιχα.



Σχήμα 4.6(α) :Υπηρεσία Εξομοίωσης Κυκλώματος με Σηματοδοσία Μεταγωγής Κυκλώματος **(CES με CAS)**



Σχήμα 4.6(β) :Υπηρεσία Εξομοίωσης Κυκλώματος Με Σηματοδοσία Κοινού Καναλιού **CES με CCS (Channel Common Signalling)**

Η μάσκα δυαδικού ψηφίου συνήθως μεταδίδεται μόνο στις δομές που περιλαμβάνουν έναν δείκτη (αφήνοντας ως εξαίρεση την περίπτωση της μεταφοράς από όλες τις ανενεργές θυρίδες στην λιγότερο ενεργή θυρίδα, στην περίπτωση που μια δομή με μάσκα δυαδικού ψηφίου δεν περιέχει κάποιο δείκτη). Με αυτόν τον τρόπο θα μπορούσαμε να ελαχιστοποιήσουμε τη χρήση του εύρους ζώνης και να υποστηρίξουμε καθοριστική τοποθεσία της μάσκας δυαδικού ψηφίου μετά τον δείκτη.

Δ)Μάσκα Δυαδικού Ψηφίου(Bit Mask):Είναι ένα σχέδιο δυαδικού ψηφίου το οποίο υποδηλώνει την ενεργή κατάσταση των N διαθέσιμων χρονοθυρίδων.Αυτό το σχέδιο δημιουργείται πάντα από τον πομπό ATM και περικλείεται στην δομή AAL1 για να καθιστά ικανό τον δέκτη ATM να τοποθετεί σωστά τις ανακτημένες χρονοθυρίδες στο πλαίσιο DS1/E1 το οποίο ξαναχτίζεται.

Ε)Ανενεργή Δομή:Είναι μια δομή από 1 έως 4 οκτάδες που μεταφέρονται όταν όλες οι χρονοθυρίδες είναι ανενεργές. Περιέχει μόνο μία μάσκα δυαδικού ψηφίου από μηδενικά με ένα bit ισοτιμίας της τιμής 1 και καθόλου ωφέλιμο φορτίο ή υποδομή σηματοδοσίας.

4.3.2.2 Διαδικασίες

Κάθε IWF διαχειρίζεται από διαθέσιμες ειδικευμένες χρονοθυρίδες που ανταποκρίνονται σε κάθε νοητή σύνδεση προς κάθε κατεύθυνση της μεταφοράς .Οι ακόλουθες παράμετροι πρέπει να εναρμονίζονται για κάθε χρονοθυρίδα για τις κατάλληλες λειτουργίες :

- Καθορισμός των συνδυασμών σηματοδοσίας bit,προς τις δύο κατευθύνσεις,που συνιστούν αδράνεια , όχι αδράνεια και κατεύθυνση μπλοκαρίσματος .
- Εισαγωγή κώδικα βραδείας λειτουργίας στην πλευρά λήψης όταν η θυρίδα δεν έχει μεταδοθεί εξαιτίας του ότι έγινε ανενεργή στην πλευρά μετάδοσης.

Στις full duplex συνδέσεις και οι δύο κατευθύνσεις περιλαμβάνουν τον ίδιο αριθμό διαθέσιμων χρονοθυρίδων ($n*64$),αλλά (γενικά)διαφορετικές θέσεις χρονοθυρίδων στο πλαίσιο DS1/E1.Η ακόλουθη διαδικασία δρομολογεί μια κατεύθυνση μεταφοράς:

Ο πομπός καθορίζει την δραστηριότητα κάθε χρονοθυρίδας από την λαμβανόμενη πληροφορία και από τον τοπικό και τον απομακρυσμένο εξοπλισμό DS1/E1 για την σηματοδοσία bits που σχετίζονται με αυτή την χρονοθυρίδα .Τότε ο πομπός διαμορφώνει τις ενεργές χρονοθυρίδες TDM σε έναν από τους δύο τύπους της δομής AAL1 .Στην αρχή, από την αδρανή κατάσταση ή οπουδήποτε ο αριθμός των ενεργών χρονοθυρίδων αλλάζει, μία ενεργή δομή με μάσκα δυαδικού ψηφίου θα μεταδοθεί στην επόμενη διαθέσιμη ευκαιρία .Αυτό απαιτεί την διαβεβαίωση της κατάλληλης στοίχισης της δομής στον δέκτη.

Ο δέκτης θα υπολογίσει το μήκος του ωφέλιμου φορτίου από την τιμή της μάσκας δυαδικού ψηφίου που τοποθετείται στην αρχή του ωφέλιμου φορτίου του τύπου 1 της ενεργής δομής .Το υπολογίσιμο μήκος θα χρησιμοποιηθεί σαν το μήκος όλων των επόμενων δομών τύπου 2,έως ότου ληφθεί η επόμενη μάσκα δυαδικού ψηφίου. Η νέα μάσκα ή θα επαληθεύει ή θα αλλάζει το υπολογίσιμο μήκος.

4.2.3VoATM ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ AAL2 ΓΙΑ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΣΤΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ

Οι παραπάνω μηχανισμοί της τεχνικής CES χειρίζονται την φωνή σαν να είναι μια σταθερή ροή πληροφορίας κωδικοποιημένη σαν ροή CBR , δηλαδή ροή σταθερού ρυθμού δεδομένων . Αλλά, στην πραγματικότητα , η φωνή είναι ένας συνδυασμός σιωπής και ομιλίας .Έτσι ,υπάρχει απώλεια εύρους ζώνης κατά την μεταφορά της σιωπής.Επίσης αυτοί οι μηχανισμοί ελαχιστοποιούν τυπικά τα προβλήματα της καθυστέρησης της δομής ελέγχου του κελιού από την μεταφορά της φωνής σαν ασυμπιεστη ροή των 64 Kbps .Τέτοιες προσεγγίσεις ο διαχειριστής του δικτύου δεν τις δέχεται προκειμένου να κερδίσει σημαντικό εύρος ζώνης από τις τεχνολογίες συμπίεσης.

Η ATM Forum βρήκε τη λύση στους αναβαθμισμένους μηχανισμούς για τη μεταφορά της σαν Συμπιεσμένη Ροή Μεταβλητού Ρυθμού δεδομένων-Πραγματικού Χρόνου(VBR-RT:Variable Bit Rate-Real Time) .Αυτός ο μηχανισμός περιγράφεται ως “ VoATM με τη χρήση του AAL2 για υπηρεσίες στενής Ζώνης”.

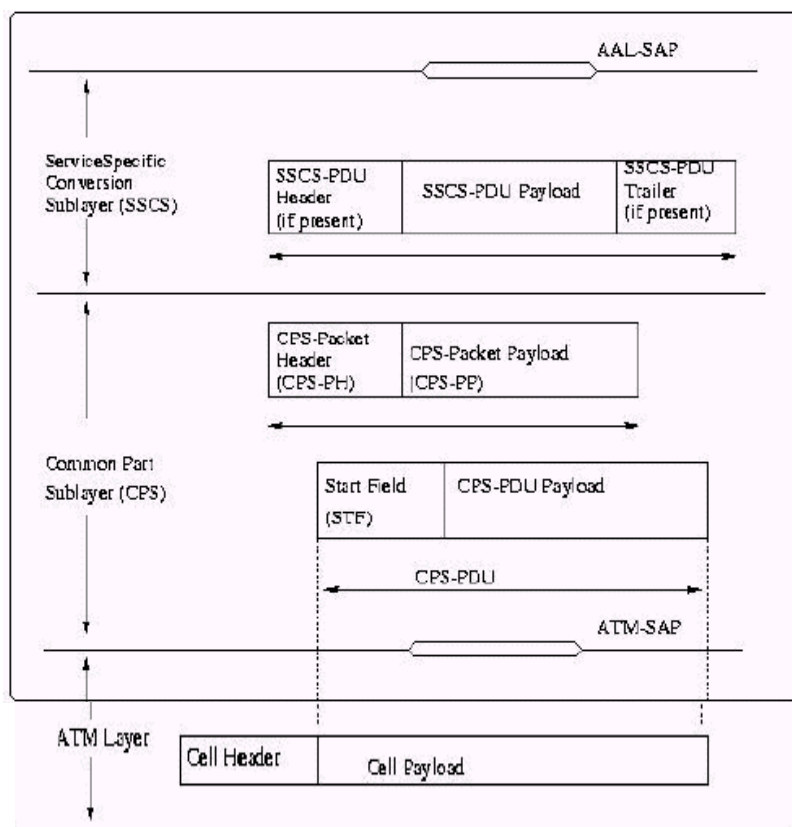
Πριν όμως περάσουμε σε λεπτομέρειες θα ήταν καλό να μιλήσουμε για το πρωτόκολλο AAL2 το οποίο έχουμε προαναφέρει πολύ συνοπτικά.

4.2.3.1 Το 2^ο επίπεδο προσαρμογής του ATM (AAL2)

Το AAL2 είναι ένα νέο επίπεδο προσαρμογής του ATM το οποίο καθορίστηκε από την ITU-T Recommendation (I363.2) το 1997 με κύριο σκοπό την εξασφάλιση αποδοτικών υπηρεσιών φωνής πάνω από ATM. Το AAL2 υποστηρίζει τα ακόλουθα βασικά χαρακτηριστικά:

- Χρησιμοποίηση μεταβλητού ρυθμού δεδομένων για αποδοτικό εύρος ζώνης.
- Περιορισμός του εύρους ζώνης του ATM για συμπίεση φωνής, απαλοιφή/ανίχνευση σιωπής, απαλοιφή της αδράνειας στα κανάλια φωνής.
- Πολλαπλά κανάλια φωνής με μεταβολή του εύρους ζώνης σε μία σύνδεση ενιαίου ATM δικτύου

Έτσι το AAL2 καθιστά ικανές τις εφαρμογές φωνής χρησιμοποιώντας υψηλού βαθμού απαιτήσεις όπως η συμπίεση φωνής, η απαλοιφή ή η ανίχνευση σιωπής και η αφαίρεση ανενεργών καναλιών. Η δομή του AAL2 φαίνεται από το σχήμα 4.7



Σχήμα 4.7 :Η Δομή AAL2

Το AAL2 διαιρείται σε 2 υποεπίπεδα: α) το υποσύστημα κοινού Τμήματος CPS (Common Part Sublayer) και β) το υποεπίπεδο Σύγκλισης SSCS (Service Specific Convergence Sublayer)

A) AAL2 Υποεπίπεδο Κοινού Καναλιού - Common Part Sublayer (CPS)

Το CPS υποστηρίζει τη βασική δομή για την αναγνώριση των χρηστών του AAL2, συναρμολόγηση /αποσυναρμολόγηση του μεταβλητού ωφέλιμου φορτίου σε κάθε ατομικό χρήστη ,διόρθωση λαθών και συσχετισμό το οποίο με αντιστοιχεί με το υποεπίπεδο σύγκλισης.

Κάθε χρήστη του AAL2 μπορεί να επιλέξει ένα υπάρχον **Σημείο Πρόσβασης(SAP-Service Access Point)** που συσχετίζεται με την ποιότητα εξυπηρέτησης QoS που απαιτείται για την μεταφορά αυτής της χαρακτηριστικής και υψηλού επιπέδου εφαρμογής .Το AAL2 χρησιμοποιεί υπηρεσίες που εξασφαλίζει το επίπεδο του ATM.Πολλαπλές AAL συνδέσεις μπορούν να συσχετιστούν με μία εφαρμογή ενός ενιαίου ATM επιπέδου, επιτρέποντας πολυπλεξία στο επίπεδο AAL.

B) AAL2 Υποεπίπεδο Σύγκλισης –Service Specific Convergence Sublayer (SSCS)

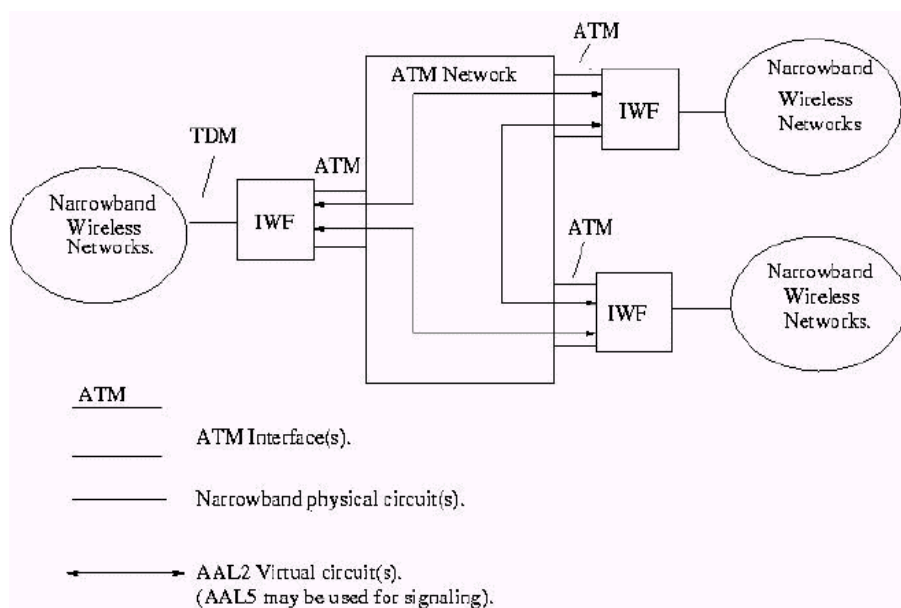
Σύμφωνα με την σύσταση της ITU I363.2 ,το SSCS έχει οριστεί σαν ο σύνδεσμος ανάμεσα στο AAL2 CPS και στις υψηλού επιπέδου εφαρμογές των ατομικών χρηστών του AAL2 .Διάφοροι ορισμοί SSCS ,οι οποίοι κερδίζουν το πλεονέκτημα της δομής του AAL2 έχουν σχεδιαστεί για διάφορες εφαρμογές .Ένα κενό SSCS ,μόλις γίνει αντιληπτό και χρησιμοποιηθεί στην σύζευξη με AAL2 CPS,ικανοποιεί τις περισσότερες εφαρμογές φωνής .Για να καλύψει υψηλότερου επιπέδου απαιτήσεις συσχετίζεται με τα δεδομένα ,τα μηνύματα διαχείρισης του AAL2 που καλούνται Διαδικασίες Διαπραγμάτευσης AAL2(AAL2 Negotiation Procedures –ANP)

Ένα υποεπίπεδο σύγκλισης (SSCS) για τον τεμαχισμό και την συναρμολόγηση βρίσκεται υπό ανάπτυξη από την ομάδα μελέτης 13 της ITU-T.

Η παραπάνω περιγραφή δίνει μία εικόνα για την κατανόηση του AAL2.Είναι μάλιστα μια εικόνα για την κατανόηση του VoATM το οποίο θα συζητήσουμε παρακάτω .

4.2.3.2 VoATM με χρήση AAL2

Το μοντέλο αναφοράς για το VoATM φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 4.8 Μοντέλο Αναφοράς :ATM με χρήση Υπηρεσιών Στενής Ζώνης AAL2

Το σχήμα δείχνει το πώς συνδέεται το δίκτυο ATM με δίκτυα στενής ζώνης με τη βοήθεια των λειτουργικοτήτων IWFs. Στο παραπάνω σχήμα, οι IWFs υποστηρίζουν ικανότητες οι οποίες κατηγοριοποιούνται σε δίκτυο μεταγωγής ή δίκτυο μη μεταγωγής.

A) Δίκτυο Μεταγωγής

Το δίκτυο μεταγωγής αναπτύσσει την ανάλυση της σηματοδοσίας που συνοδεύει μια εισερχόμενη κλήση στενής ζώνης και δρομολογεί την μεταφερόμενη πληροφορία σε ένα κανάλι AAL2 μέσα από ένα κανάλι νοητού κυκλώματος (VCC) μεταξύ των IWFs. Καθώς η κλήση τερματίζεται, διαδοχικές κλήσεις απασχολούν το ίδιο κανάλι στενής ζώνης (TDM χρονοθυρίδα) για την πιθανή μεταγωγή τους σε διαφορετικά AAL2 κανάλια και κανάλια νοητού κυκλώματος. Με άλλα λόγια, δεν υπάρχει μόνιμη σχέση μεταξύ ενός καναλιού στενής ζώνης και σε ένα κανάλι AAL2.

B) Δίκτυο Μη Μεταγωγής

Στο δίκτυο μη μεταγωγής, η ροή της πληροφορίας σε ένα κανάλι στενής ζώνης μεταφέρεται πάντοτε στο ίδιο κανάλι μέσα από το ίδιο κανάλι νοητού κυκλώματος και το αντίστροφο. Με άλλα λόγια υπάρχει μόνιμη ανταπόκριση ανάμεσα σε ένα κανάλι στενής ζώνης και ένα κανάλι AAL2 καθώς επίσης και ένα σχεδιασμένο κανάλι νοητού κυκλώματος για την υποστήριξη τους. Το δίκτυο μη μεταγωγής δεν αναπτύσσει περιορισμό στην σηματοδοσία και την δρομολόγηση κλήσεων στενής ζώνης στις IWFs.

4.2.3.3 Οφέλη Χρηστών

Ένα βασικό όφελος του VoATM με τη χρήση AAL2 είναι η εξοικονόμηση εύρους ζώνης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τους εξής τρόπους:

- Με την συμπίεση της φωνής –Η κατανομή του εύρους ζώνης είναι λιγότερη για κάθε κλήση.
- Με την απελευθέρωση εύρους ζώνης όταν η εφαρμογή της φωνής δεν χρειάζεται –Όταν ο ομιλητής σιωπά ή όταν η κλήση έχει ολοκληρωθεί.
- Με την δρομολόγηση και την μεταγωγή κλήσεων σε κάθε βάση κλήσης, περαιτέρω βελτιώσεις στην αποδοτικότητα μπορούν να επιτευχθούν.

standards	Voice Compression	Silence Removal	Idle Channel Suppression	Switched Concentration
CES	όχι	όχι	όχι	όχι
DB-CES	όχι	όχι	ναι	όχι
ATM Trunking using AAL2 for Narrowband services	ναι	ναι	ναι	όχι

Πίνακας 3 : Σύγκριση μεταξύ των ποικίλων προτύπων

4.3 ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΓΙΑ VoATM

Σαν επιβεβαίωση για τη βιωσιμότητα της τεχνολογίας VoATM αρκετοί πωλητές έχουν ξεκινήσει να υποστηρίζουν VoATM στα δικά τους switch. Από τότε που αρχικά δεν υπήρχε κάποιο πρότυπο, οι πιο πολλές υλοποιήσεις είναι ασύμβατες μεταξύ τους. Μικρότεροι πωλητές εξοπλισμού έχουν ήδη προϊόντα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν στοιχεία για την υλοποίηση ενός δικτύου VoATM.

A) GENERAL DATA COMM (GDC)**Προϊόν :Voice Service Module(VSM)**

Η GDC υποστηρίζει ότι το προϊόν Voice Service Module (VSM) είναι το πρώτο προϊόν στην βιομηχανία που υποστηρίζει Voice Over ATM. Το VSM προσφέρει σταθερού ρυθμού (CBR) και μεταβλητού ρυθμού (VBR) λύσεις για φωνή σε μία ενιαία πλατφόρμα υλικού που είναι πλήρως ενσωματωμένη σε πολυπλέκτες πρόσβασης και τελικά switch. Το VSM είναι συμβατό με την ITU-T Recommendation. Επίσης υποστηρίζεται και από την τεχνική CES.

B)FORE SYSTEMS**Προϊόν :Voice Plus**

Το Voice Plus αφορά την νέα τεχνική εξομοίωση κυκλώματος (CES) για την μετανάστευση του εξοπλισμού της πολυπλεξίας διαίρεσης χρόνου (TDM) σε μια κοινή δομή πολυεφαρμογών ATM. Προσφέρει QoS, κόστος αποδοτικότητας, σταθεροποιήσιμο για ξεχωριστά επίπεδα φωνής, τηλεδιάσκεψη, δίκτυα δεδομένων σε ένα κλιμακωτό κορμό ATM. Ουσιαστική εξοικονόμηση στο δίκτυο επιτυγχάνεται με την μείωση των δαπανών για μισθωμένες γραμμές, της διαχείρισης του κόστους και της μείωσης της πολυπλοκότητας του δικτύου. Το Voice Plus είναι συμβατό με τις υπάρχουσες γραμμές της FORE των ASX-200BX, ASX-1000 και ASX-1200 των switch του δικτύου ATM.

Γ)CISCO**1) Προϊόν: cisco 3800**

Η οικογένεια προϊόντων Cisco 3800 ενσωματώνει πλατφόρμες πρόσβασης και δίνει τη δυνατότητα στους οργανισμούς να ενσωματώσουν όλη την κίνηση (κληροδοτημένα δεδομένα, LAN κίνηση, φωνή, fax και video), πάνω από ένα ενιαίο δίκτυο κορμού. Η Cisco αναπτύσσεται πάνω από ιδιωτικά ή δημόσια δίκτυα, μειώνοντας δραματικά το κόστος του εξοπλισμού και της σύνδεσης, απλοποιώντας την διαχείριση του δικτύου και βελτιώνοντας την αναπαράσταση των εφαρμογών. Η Cisco 3800 συνδυάζει φωνή μεταγωγής, LAN κίνηση, δεδομένα ή μισθωμένες γραμμές σε ταχύτητες πάνω από T1/E1. Βασίζεται στην IOS και ενσωματώνεται με την Cisco IGX.

2) Προϊόν: Catalyst 8500

Για εφαρμογές ενσωματωμένων δεδομένων και φωνής, η οικογένεια Catalyst 8500 υποστηρίζει ενσωμάτωση πολυεφαρμογών πάνω από IP ή ATM με τον συνδυασμό T1/E1 interfaces σε κουτιά εξωτερικής Διακλάδωσης (PBX) και σε δημόσια τηλεφωνικά δίκτυα με αναβαθμισμένο software ελέγχου επεξεργασίας κλήσης από την Cisco.

4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως, θα μπορούσε κανείς να συμπεράνει ότι το ATM υπόσχεται μελλοντικά την ενσωμάτωση της φωνής και των δεδομένων σε ένα ενιαίο δίκτυο. Ανακαλύπτουμε όμως ότι για τη μεταφορά της φωνής πάνω από ένα δίκτυο, υπάρχουν πολλές προκλήσεις όπως QoS, σηματοδότηση και συγχρονισμός που πρέπει να διευκρινιστούν. Πρότυπα που είχαν αναπτυχθεί το 1990 από την ομάδα Voice And telephony Over ATM της ATM Forum είχαν προσδιορίσει αυτές τις προκλήσεις. Το πρότυπο της τεχνικής εξομοίωσης κυκλώματος CES που καθορίστηκε το 1997, περιείχε τις προδιαγραφές για την υποστήριξη φωνής σαν ένα είδος σταθερού ρυθμού κίνησης (CBR)

.Επέτρεπε στους χρήστες να εγκαταστήσουν μια σύνδεση AAL1 για να υποστηρίξουν κυκλώματα T1/E1 πάνω από τον κορμό δικτύου ATM.

Αργότερα ,για να εκμεταλλευτούν τα πλεονεκτήματα της κίνησης της φωνής ,καθόρισαν ,τον Ιούλιο του 1997, την τεχνική DB-CES (Δυναμικού Εύρους Ζώνης CES).Στην περίπτωση αυτή, αδρανείς χρονοθυρίδες στον κορμό ανιχνεύονται και δεν μεταδίδονται στο δίκτυο .Έτσι εξοικονομείται εύρος ζώνης και χρησιμοποιείται αποδοτικά για άλλες υπηρεσίες ATM. Και στις δύο αυτές προδιαγραφές ,η φωνή χειρίζεται ως CBR κίνηση αν και είναι ένα είδος κίνησης VBR-RT (Μεταβλητού ρυθμού-Πραγματικού Χρόνου),με τον συνδυασμό ομιλίας και σιωπής.Το νέο επίπεδο προσαρμογής,AAL2,έχει σχεδιαστεί από την ITU-T με σκοπό την μεταφορά της φωνής σαν κίνηση VBR και με στόχο την παροχή καλύτερης ποιότητας εξυπηρέτησης .Η ATM Forum τον Φεβρουάριο του 1999 ανέδειξε το γνωστό πρότυπο VoATM με τη χρήση AAL2 για υπηρεσίες Στενής Ζώνης ,το οποίο έχει το μελλοντικό πλεονέκτημα που υποστηρίζει το AAL2 για τη μεταφορά φωνής.

Κλείνοντας κάναμε μια πολύ σύντομη αναφορά στην ποικιλία προϊόντων που υπάρχουν στην αγορά για φωνή πάνω από ATM δίκτυα. Ορισμένα από αυτά αναπτύχθηκαν βασισμένα σε προγενέστερα πρότυπα και κάποια αναπτύχθηκαν βάση των προτύπων της ATM Forum .

Από τότε που τα πρότυπα χρειάζονται χρόνο για να καθοριστούν και να τυποποιηθούν ,παίρνει πολύ χρόνο για τους περισσότερους πωλητές να αναπτύξουν προϊόντα που βασίζονται σε αυτά τα πρότυπα της ATM Forum .Αν αυτό γίνει ,οι διαχειριστές του δικτύου και οι παροχείς υπηρεσιών μπορούν να σχεδιάσουν τέτοια προϊόντα για την εγκατάσταση δικτύων ATM για την υποστήριξη της κίνησης της φωνής ,έτσι ώστε να μπορέσουν να πετύχουν σημαντική εξοικονόμηση εύρους και πολυπλοκότητα δικτύου και να καταφέρουν μεγαλύτερη επιτυχία όσον αφορά το κόστος και την αξιοπιστία .Έτσι, στις μέρες που έρχονται μπορούμε να φανταστούμε τον κόσμο της φωνής πάνω από δίκτυα ATM.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΕ ΠΑΚΕΤΟ ΦΩΝΗΣ :ΜΙΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΟΥ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ 5 ΒΗΜΑΤΑ

Κατά το σχεδιασμό ενός ολοκληρωμένου δικτύου που βασίζεται σε φωνητικά δεδομένα χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στις ομοιότητες ανάμεσα στα φωνητικά δίκτυα και στα δίκτυα δεδομένων. Γενικά ,οι δύο τύποι δικτύου προσπαθούν να εγκαθιδρύσουν ένα επίπεδο συνδιάλεξης ανάμεσα σε δύο χρήστες.Γι'αυτό οι έννοιες της αποστολής σήματος ,της ερμηνείας διευθύνσεων και της δρομολόγησης του σήματος είναι παρόμοιες .

Αυτό που αποτελεί πρόκληση κατά το σχεδιασμό ολοκληρωμένων δικτύων που βασίζονται σε φωνητικά δεδομένα ,είναι η ορθή κατανόηση του τρόπου με τον οποίο αυτά τα στοιχεία εναρμονίζονται μέσα στο ίδιο δίκτυο .Αυτό που συζητείται παρακάτω είναι η απόκλιση μεταξύ των καθυστερήσεων μέσα στο ολοκληρωμένο δίκτυο -και ο τρόπος μείωσης του αντίκτυπου τους-εφ'όσον τόσο η κυκλοφορία των φωνητικών πληροφοριών που επηρεάζεται από την καθυστέρηση όσο και η κυκλοφορία των δεδομένων που δεν επηρεάζεται από αυτήν είναι συνυφασμένη μέσα στην ίδια τη δομή του δικτύου.

Ένα σημείο που αξίζει να επαναλάβουμε είναι ότι όλη η κυκλοφορία της «φωνής» δεν επηρεάζεται απαραίτητα από την καθυστέρηση .Για παράδειγμα ,η φωνητική ταχυδρόμηση μέσω fax μπορεί να μην επιφέρει τους ίδιους περιορισμούς στον «πραγματικό χρόνο», όπως οι φυσικές φωνητικές συνομιλίες.Η προσθήκη της φωνητικής ταχυδρόμησης μέσω fax αρκεί για να υποστηρίξουμε τη χρήση της «φωνής» μέσω των δικτύων δεδομένων.

Αυτά είναι τα 5 βήματα που θα ακολουθήσουμε :

- 1.Δίκτυο λογισμικού ελέγχου
- 2.Αντικείμενικοί σκοποί του δικτύου
- 3.Ανασκόπηση της τεχνολογίας και των υπηρεσιών
- 4.Τεχνικές κατευθυντήριες γραμμές
- 5.Σχεδιασμός χωρητικότητας

Η ακολουθία ξεκινά με μία εκτίμηση του ισχύοντος δικτύου,έπειτα βοηθά στον καθορισμό των αντικειμενικών στόχων και σκοπών,εκτιμά τις διαθέσιμες τεχνολογίες και παρέχει ένα τεχνικό σχεδιασμό δημιουργημένο για τα μοναδικά χαρακτηριστικά των φωνητικών επικοινωνιών

Βήμα 1^ο -Δίκτυο Λογισμικού Ελέγχου

Το πρώτο βήμα στο σχεδιασμό ενός δικτύου είναι η αποτίμηση της ισχύουσας κατάστασης.Η επιθεώρηση του υπάρχοντος εξοπλισμού και η εκτίμηση των δυνατοτήτων του καθώς και το κόστος

λειτουργίας του. Ο καθορισμός του κόστους των υπηρεσιών όπως έχουν μέχρι στιγμής και κατά πόσο τα δίκτυα θα ανταποκριθούν στις σχεδιασμένες ανάγκες των φωνητικών δεδομένων. Η αναγνώριση των προσεχών εργασιών που θα χρειαστεί το δίκτυο και όσο το δυνατόν καλύτερος καθορισμός του αντίκτυπου τους σε αυτό.

Ποια είναι η μέχρι στιγμής ποιότητα των υπηρεσιών των φωνητικών δεδομένων ;Χρειάζεται βελτίωση; Τέλος, μια μελέτη πάνω στην κυκλοφορία των πληροφοριών μπορεί να κριθεί απαραίτητη για την εξέταση των μορφών κυκλοφορίας των πληροφοριών που τώρα ισχύουν. Ίσως κάποιοι σύνδεσμοι μπορεί να αφαιρεθούν ενώ άλλοι να αυξηθούν.

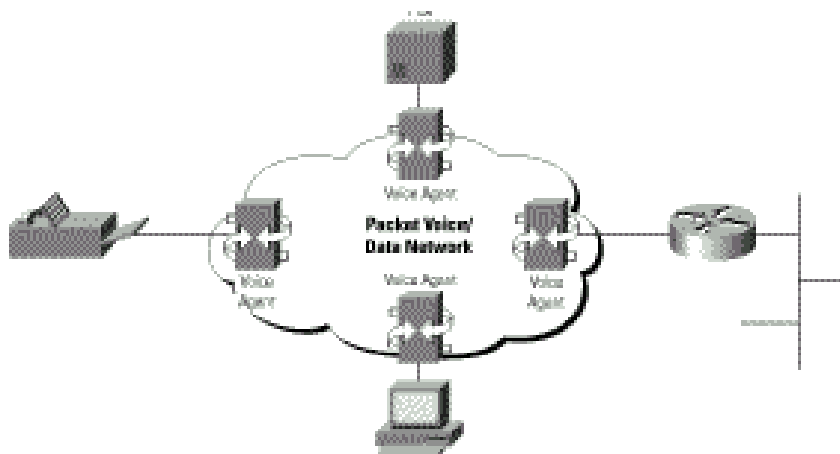
Βήμα 2^ο –Αντικειμενικοί Σκοποί Του Δικτύου

Από τη στιγμή που τίθεται το χρονοδιάγραμμα εκκίνησης, το επόμενο βήμα είναι ο καθορισμός των αντικειμενικών σκοπών του ολοκληρωμένου δικτύου. Πρώτα καθορίζεται ο κυρίαρχος τύπος της κυκλοφορίας των δεδομένων που το ολοκληρωμένο δίκτυο αναμένεται να υποστηρίξει. Επίσης λαμβάνουμε υπόψιν μας πόσο στενά θα συνδεθεί η λειτουργικότητα των φωνητικών δεδομένων. Αυτές οι αποτιμήσεις θα μας βοηθήσουν στην επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας. Ο καθορισμός των αντικειμενικών στόχων όσον αφορά την ποιότητα της φωνής θα θέσει τη βάση για την αποδεκτή καθυστέρηση του οργανισμού καθώς και τα όρια συμπίεσης των δεδομένων.

Καθορίζουμε το επικοινωνιακό φορτίο των φωνητικών πληροφοριών που μπορεί να απορροφήσει το δίκτυο σε συνάρτηση με τις απαιτήσεις του χρονοδιαγράμματος εκκίνησης όπως έχει τεθεί από το δίκτυο δεδομένων. Για τον καθορισμό των οικονομικών στόχων θα πρέπει να καθορίσουμε την κατάλληλη περίοδο εξόφλησης ή ROI.

Βήμα 3^ο –Ανασκόπηση Της Τεχνολογίας Και Των Υπηρεσιών

Όλα τα συστήματα του φωνητικού πακέτου μηνύματος ακολουθούν ένα κοινό μοντέλο, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 1. Το δίκτυο μεταφοράς του φωνητικού πακέτου μηνύματος, το οποίο μπορεί να βασιστεί στο IP, Frame Relay ή ATM, σχηματίζει το παραδοσιακό «σύννεφο». Στα άκρα αυτού του δικτύου βρίσκονται συσκευές ή συστατικά μέρη τα οποία ονομάζονται «παράγοντες φωνής». Η αποστολή αυτών των συσκευών είναι να αλλάξουν τις φωνητικές πληροφορίες από την παραδοσιακή τηλεφωνική μορφή σε μία μορφή κατάλληλη για μεταφορά του πακέτου μηνύματος. Έπειτα το δίκτυο στέλνει το πακέτο μηνύματος σε έναν παράγοντα φωνής που βρίσκεται στο σημείο προορισμού ή στο καλούμενο μέρος.



Διάγραμμα 1: Μοντέλο Φωνητικού Πακέτου Μηνύματος

Τα ολοκληρωμένα δίκτυα φωνητικών δεδομένων πρέπει να περιλαμβάνουν μία αποτίμηση των ακόλουθων τριών τεχνολογιών:

- Φωνή πάνω από ATM (VoATM)
- Φωνή πάνω από Frame Relay (VoFR)
- Φωνή πάνω από IP (VoIP)

Εδώ θα ασχοληθούμε μόνο με το VoATM. Πρώτα, ας ρίξουμε μια ματιά στο μοντέλο της μεταφοράς έναντι του μοντέλου μετάφρασης για την ολοκλήρωση των φωνητικών δεδομένων.

Όπως αναλύσαμε στο τέταρτο κεφάλαιο, υπάρχουν δύο βασικά μοντέλα για την ολοκλήρωση της φωνής μέσω των δεδομένων, Μεταφορά έναντι της Μετάφρασης. Η Μεταφορά είναι η διαφανής υποστήριξη της φωνής, μέσω του υπάρχοντος δικτύου δεδομένων. Η προσομοίωση των ιδιωτικών γραμμών μέσω του ATM χρησιμοποιώντας εξομοίωση κυκλωμάτων αποτελεί ένα καλό παράδειγμα.

Το δεύτερο μοντέλο βασίζεται στη μετάφραση των παραδοσιακών φωνητικών λειτουργιών από την υποδομή των δεδομένων. Ένα παράδειγμα αυτού θα αποτελούσε η μετάφραση του φωνητικού σήματος και δημιουργία των SVC μέσα στο ATM. Η μετάφραση της δικτύωσης είναι πιο περίπλοκη από τη μεταφορά της και η υλοποίηση της αποτελεί ένα από τα πολλά φλέγοντα ζητήματα με τα οποία ασχολούνται οι τακτικές επιτροπές.

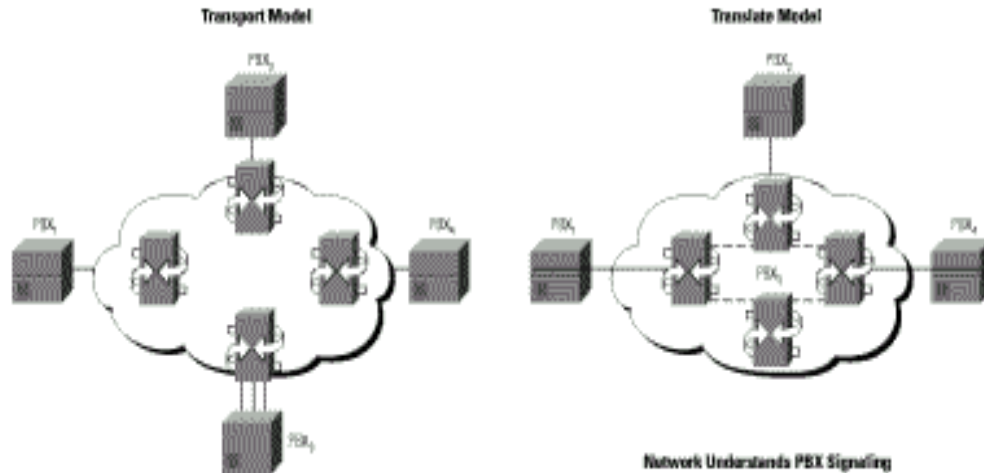
Επιλέγουμε το κατάλληλο μοντέλο βάση της διαθεσιμότητας, του κόστους καθώς και της μελέτης των τεχνικών προδιαγραφών. Παρακάτω θα ασχοληθούμε με τη χρήση της φωνής μέσω του ATM.

Η Χρήση Της Φωνής Μέσω Του ATM

Η ATM Forum και η ITU έχουν καθορίσει διαφορετικού τύπου υπηρεσίες για να αντιπροσωπεύσουν διαφορετικού τύπου πιθανές πληροφοριακές επικοινωνίες.

Διάγραμμα 2: Μοντέλα Συνεκτικότητας/Σήμανσης

Σχεδιασμένες πρωταρχικά για φωνητικές επικοινωνίες οι κατηγορίες τόσο του Σταθερού Ρυθμού Δεδομένων (CBR) όσο και του Μεταβλητού Ρυθμού Δεδομένων (VBR) έχουν εφόδια για τη διέλευση του πραγματικού χρόνου της πληροφοριακής επικοινωνίας και είναι κατάλληλες για να εξασφαλίσουν ένα βέβαιο επίπεδο υπηρεσιών. Το CBR, για να παράδειγμα, επιτρέπει τον καθορισμό του ποσοστού του εύρους ζώνης, της τερματικής καθυστέρησης και της απόκλισης της καθυστέρησης κατά τη διάρκεια της πραγματοποίησης της σύνδεσης.



Διάγραμμα 2: Μοντέλα Συνεκτικότητας/Σήμανσης

Σχεδιασμένα πρωταρχικά για καταγιστική κυκλοφορία ,τόσο ο Ακαθόριστος Ρυθμός Δεδομένων (UBR) όσο και ο διαθέσιμος Ρυθμός Δεδομένων (ABR) είναι κατάλληλοι περισσότερο για εφαρμογές δεδομένων. Το UBR, συγκεκριμένα δεν εγγυάται παράδοση της κυκλοφορίας δεδομένων.

Η μέθοδος της μεταφοράς των φωνητικών διαύλων μέσω του δικτύου ATM βασίζεται στη φύση της επικοινωνιακής κυκλοφορίας. Διαφορετικοί τύποι προσαρμογής ATM έχουν αναπτυχθεί για διαφορετικούς τύπους επικοινωνιακής κυκλοφορίας, ο καθένας με τα πλεονεκτήματα και τις απώλειες του. Το AAL1 είναι το πιο κοινό επίπεδο προσαρμογής που χρησιμοποιείται από τις υπηρεσίες CBR.

Το μη δομημένο AAL1, όπως έχει προαναφερθεί, λαμβάνει μια συνεχή ροή δεδομένων και την τοποθετεί στις κυψέλες ATM. Αυτό αποτελεί μια κοινή μέθοδο της υποστήριξης μιας ολοκληρωμένης ροής ψηφιολέξεων E1 μέχρι το σημείο προορισμού. Το πρόβλημα με αυτή την προσέγγιση είναι ότι ένα ολοκληρωμένο E1 μπορεί να σταλεί, ανεξάρτητα από το πραγματικό ποσοστό των εν χρήσει φωνητικών διαύλων.

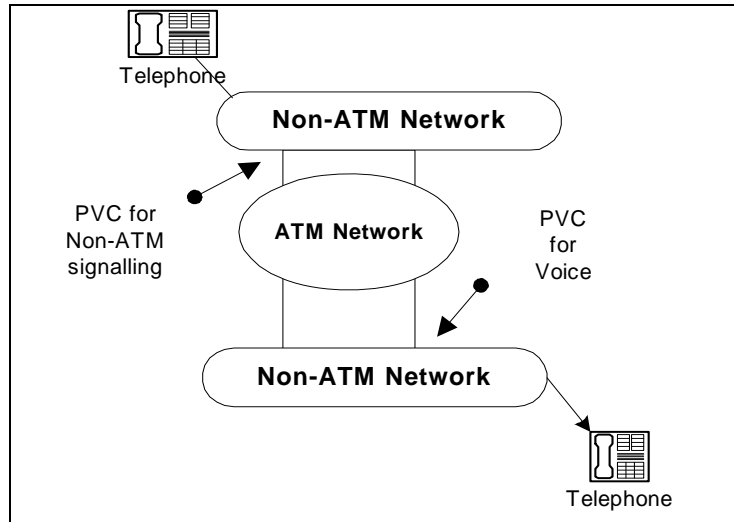
Το δομημένο AAL1 περιέχει έναν δείκτη στο ωφέλιμο φορτίο που επιτρέπει τη δομή του DS0 να διατηρηθεί στις κυψέλες που επακολουθούν. Αυτό επιτρέπει την λήψη της αποτελεσματικότητας του δικτύου χωρίς να γίνεται χρήση του εύρους ζώνης για αχρησιμοποίητα DS0.

Η επιλογή της επαναχарτογράφησης επιτρέπει στο δίκτυο ATM να τερματίζει τις δομημένες κυψέλες AAL1 και να επαναχарτογραφήσει τα DS0 στους κατάλληλους προορισμούς. Αυτό αποκλείει την ανάγκη για χρήση των PVC ανάμεσα σε κάθε πιθανό συνδυασμό μεταξύ πηγής και προορισμού. Η βασική διαφορά με την παραπάνω προσέγγιση είναι ότι ένα PVC δεν σχηματίζεται κατά μήκος του δικτύου από την μία άκρη στην άλλη.

VoATM ΣΗΜΑΤΟΔΟΣΙΑ

Το παρακάτω διάγραμμα περιγράφει τη μέθοδο μεταφοράς, κατά την οποία η φωνητική σηματοδοσία μεταδίδεται διάφανα κατά μήκος του δικτύου. Τα PVCs έχουν δημιουργηθεί τόσο για την σηματοδοσία όσο και για την φωνητική μετάδοση. Αρχικά, ένα μήνυμα σηματοδοσίας μεταφέρεται μέσω του PVC από τον ένα σταθμό προορισμού στον άλλο. Έπειτα, ο συγχρονισμός ανάμεσα στους

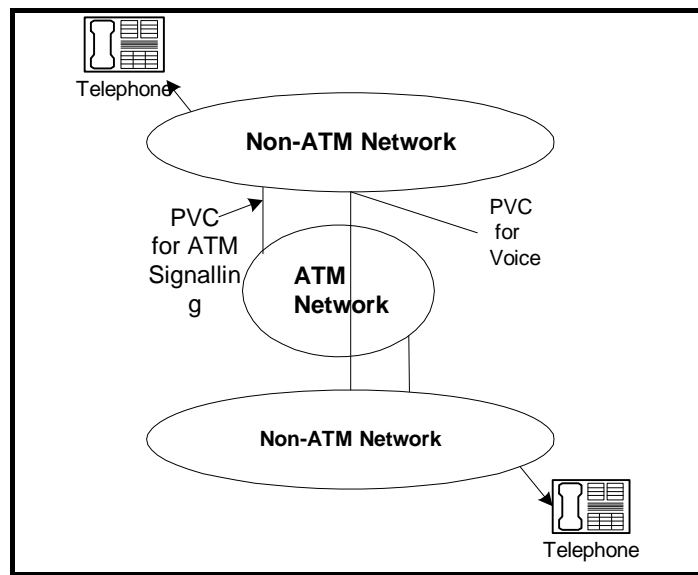
τερματικούς σταθμούς επιτρέπει την επιλογή του PVC που θα μεταφέρει τη φωνητική επικοινωνία ανάμεσα στους τερματικούς σταθμούς..



Διάγραμμα 3: VoATM Σηματοδοσία, Μοντέλο Μεταφοράς

Σε καμία περίπτωση το δίκτυο ATM δεν συμμετέχει στην μετάφραση της σήμανσης που λαμβάνει χώρα ανάμεσα στους τερματικούς σταθμούς .Ωστόσο, αξίζει επίσης να σημειώσουμε ότι μερικά προϊόντα έχουν τη δυνατότητα να αναγνωρίσουν τη σηματοδοσία CAS και έτσι μπορούν να εμποδίσουν την αποστολή κενών φωνητικών κυψελών την στιγμή που οι τερματικοί σταθμοί είναι σε αναμονή.

Το διάγραμμα 4 αναπαριστά το μοντέλο μετάφρασης. Σε αυτό το μοντέλο ,το δίκτυο ATM μεταφράζει τη σήμανση τόσο από συσκευές δικτύου ATM όσο και από συσκευές δικτύου μη-ATM. Τα PVC έχουν δημιουργηθεί μεταξύ των τερματικών σταθμών και του δικτύου ATM. Αυτό αποτελεί τη βασική διαφορά με το προηγούμενο μοντέλο, σύμφωνα με το οποίο τα PVCs μεταφέρονταν διάφανα κατά μήκος του δικτύου .



Διάγραμμα 4: VoATM Σηματοδοσία, Μοντέλο Μετάφρασης

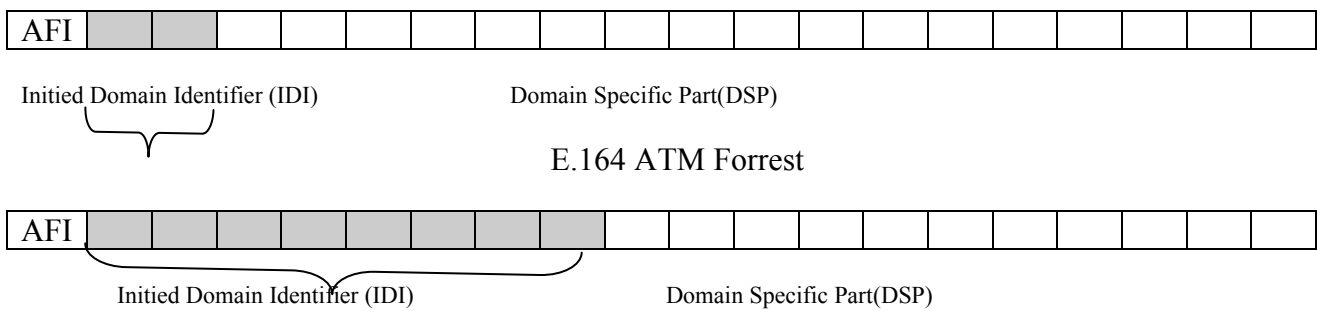
Ένα αίτημα για σηματοδοσία από έναν τερματικό σταθμό αναγκάζει το δίκτυο ATM να δημιουργήσει ένα ιδεατό κύκλωμα μεταγωγής (SVC) με τα κατάλληλα QoS στον επιθυμητό τερματικό σταθμό. Η δημιουργία ενός PVC έναντι της προαναφερόμενης εγκατάστασης των PVC παρέχει ξεκάθαρα περισσότερα πλεονεκτήματα από τρεις απόψεις :

- Τα SVCs είναι πιο αποδοτικά στους χρήστες του εύρους ζώνης.
- Τα QoS που χρησιμοποιούνται για συνδέσεις δεν είναι απαραίτητο να είναι συνεχή όπως συμβαίνει με τα PVC.
- Η ικανότητα της μεταγωγής κλήσεων μέσα στο δίκτυο ,μπορεί να οδηγήσει στην εξάλειψη του Tandem PBX και ενδεχομένως του τερματικού PBX.

Η CISCO έχει αναπτύξει μια παρόμοια λειτουργία , η οποία ονομάζεται Μεταγωγή Φωνητικού Δικτύου(VNS) και η οποία εκτελεί τη μεταφραστική λειτουργία.

ΦΩΝΗΤΙΚΗ ATM ΔΙΕΥΘΥΝΣΙΟΔΟΤΗΣΗ

Τα πρότυπα του ATM υποστηρίζουν τα σχήματα τόσο της ιδιωτικής όσο και της δημόσιας διευθυνσιοδότησης .Και τα δύο σχήματα έχουν μήκος 20 ψηφιολέξεων.



Διάγραμμα 5: Φωνητική ATM Διευθυνσιοδότηση

Το AFI αναγνωρίζει τη συγκεκριμένη μορφή διευθυνσιοδότησης που χρησιμοποιήθηκε . Υπάρχουν τρία αναγνωριστικά όπως έχουν πρόσφατα καθοριστεί: DCC,ICD και E.164.Το καθένα διοικείται από ένα σώμα προτύπων .Το δεύτερο μέρος της διεύθυνσης είναι το αναγνωριστικό του Αρχικού Πεδίου Ορισμού(IDI).Αυτή η διεύθυνση θα αναγνωρίσει το δίκτυο του πελάτη.Το E.164 σχήμα έχει ένα πιο εκτεταμένο IDI το οποίο ανταποκρίνεται στον αριθμό δικτύου 15-digit ISDN.Το τελευταίο τμήμα ,το DSP,αναγνωρίζει τις λογικές ομαδοποιήσεις και τους τερματικούς σταθμούς ATM.

Σε ένα μοντέλο μεταφοράς δεν είναι απαραίτητη η γνώση της βασικής διευθυνσιοδότησης που χρησιμοποιείται από το φωνητικό δίκτυο. Ωστόσο ,σε ένα μοντέλο μετάφρασης ,η ικανότητα επικοινωνίας ανάμεσα σε μία συσκευή δικτύου μη-ATM και μια συσκευή δικτύου ATM προϋποθέτει ένα επίπεδο χαρτογράφησης της διεύθυνσης .Ευτυχώς ,το ATM υποστηρίζει το E.164 σχήμα διευθυνσιοδότησης .Το ίδιο σχήμα χρησιμοποιείται από τα τηλεφωνικά δίκτυα ανά τον κόσμο.

ΦΩΝΗΤΙΚΗ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ATM

Το ATM χρησιμοποιεί ένα Ιδιωτικό Προσαρμοστικό Διαδίκτυο (PNNI), ένα ιεραρχικό πρωτόκολλο δρομολόγηση γραμμής το οποίο είναι κλιμακωτό για παγκόσμια χρήση. Εκτός από τον καθορισμό

της έκτασης και της δρομολόγησης μέσα σε ένα δίκτυο ATM, είναι επίσης ικανό για την εγκατάσταση της σύνδεσης.

Ένα αίτημα για σύνδεση απαιτεί συγκεκριμένες απαιτήσεις QoS να ζητηθούν μέσω του Δικτύου ATM. Η διαδρομή μέσω του δικτύου καθορίζεται από τον ATM πρωτογενή μεταγωγέα, βάση της ήδη καθορισμένης ως καλύτερης διαδρομής μέσω του δικτύου, η οποία βασίζεται στο πρωτόκολλο PNNI και στο αίτημα QoS. Ο κάθε μεταγωγέας κατά μήκος της διαδρομής ελέγχεται για να κριθεί αν διαθέτει τους κατάλληλους πόρους για τη σύνδεση.

Από τη στιγμή που θα γίνει η σύνδεση, θα υπάρξει φωνητική επικοινωνιακή κυκλοφορία ανάμεσα στους τερματικούς σταθμούς σαν να υπήρχε ανάμεσά τους μια ιδιωτική γραμμή. Αυτή η προδιαγραφή ξεκαθαρίζει τη δρομολόγηση στα Ιδιωτικά Δίκτυα. Μέσα στα δίκτυα φερόμενου κύματος, το πρωτόκολλο που ελέγχει τους μεταγωγείς είναι B-ICI. Η πρόσφατη έρευνα και ανάπτυξη της ολοκληρωμένης μη-ATM και ATM δρομολόγησης θα δημιουργήσει νέες δυνατότητες για την ανάπτυξη φωνητικών δικτύων ATM μεταφραστικού επιπέδου.

ΦΩΝΗ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ATM ΚΑΙ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ

Το ATM έχει αρκετούς μηχανισμούς για τον έλεγχο της απόκλισης της καθυστέρησης όπως έχουμε αναφέρει και σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Οι QoS δυνατότητες του ATM επιτρέπει το συγκεκριμένο αίτημα για κυκλοφορία συνεχούς ροής δεδομένων με εγγυήσεις εύρους ζώνης και απόκλισης της καθυστέρησης. Η χρήση της VC γραμμικής λίστας επιτρέπει τη μοναδική μεταχείριση κάθε κυκλοφοριακής ροής. Στην περίπτωση της φωνητικής κυκλοφορίας, προτεραιότητα δίνεται στη μετάδοση της. Η χρήση μικρού σταθερού μήκους κυψελών μειώνει τόσο την ουρά καθυστέρησης όσο και την απόκλιση καθυστέρησης που συσχετίζεται με τα διαφόρου μήκους πακέτα.

Βήμα 4^ο :Τεχνικές Κατευθυντήριες Γραμμές

Σε αυτόν τον τομέα θα ασχοληθούμε με μία ανασκόπηση των παραγόντων που μπορεί ενδεχομένως να επηρεάζουν την ποιότητα της φωνής και θα παρέχουμε γενικές κατευθυντήριες γραμμές όσον αφορά αυτή την ποιότητα. Επιπλέον πληροφορίες επίσης παρέχονται για το ποσοστό της αναμενόμενης καθυστέρησης.

Οι μέθοδοι κωδικοποίησης και φωνητικής συμπίεσης είναι οι πρώτοι παράγοντες που μπορεί ενδεχομένως να επηρεάσουν την ποιότητα της φωνής. Ο όρος κωδικοποίησης αναφέρεται σε ολόκληρη τη διαδικασία μετατροπής του αναλογικού σήματος φωνής στο αντίστοιχο ψηφιακό. Η παλμοκωδική διαμόρφωση είναι το πρότυπο για την αναπαράσταση της φωνής ως μία ροή δεδομένων 64 Kbps.

Η συμπίεση είναι η μέθοδος της μείωσης του ποσοστού των ψηφιακών πληροφοριών κάτω από τα συνηθισμένα 64 Kbps. Η πρόοδος στην τεχνολογία έχει βελτιώσει σημαντικά την ποιότητα της συμπιεσμένης φωνής και έχει οδηγήσει σε ένα φάσμα συμπιεσμένων αλγορίθμων. Πολλαπλές μετατροπές από την αναλογική στη ψηφιακή μορφή ή αλλαγές στα σχήματα συμπίεσης μπορούν να βλάψουν την ποιότητα του αρχικού φωνητικού σήματος.

Δύο κοινά χαρακτηριστικά δικτύου που επηρεάζουν την ποιότητα είναι :η απόκλιση ανάμεσα στις καθυστερήσεις, ή αυτό που πιο συχνά αναφέρεται ως ψηφιακή παραμόρφωση. Η καθυστέρηση μπορεί να προκαλέσει δύο πιθανές βλάβες στην ομιλία. Πρώτον, οι παρατεταμένες καθυστερήσεις στη συνομιλία έχουν ως αποτέλεσμα ο δέκτης να ξεκινά την ομιλία προτού ολοκληρώσει ο πομπός.

Δεύτερον, η καθυστέρηση αυξάνει το πρόβλημα της ηχούς πράγμα το οποίο είναι η επιστροφή του πρωτότυπου σήματος πίσω στον πομπό. Η ηχώ είναι δυσδιάκριτη κάτω από συνθήκες χαμηλής καθυστέρησης. Γίνεται ευδιάκριτη όταν η καθυστέρηση αυξάνεται. Η ψηφιακή παραμόρφωση προκαλεί κενά στο μοτίβο ομιλίας που μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα της φωνής. Η ποιότητα της γραμμής επίσης επηρεάζει την ποιότητα της φωνής ,αλλά αυτό είναι έξω από το αντικείμενο αυτής της εργασίας.

Κατά την φωνητική συμπίεση, μια ανταλλαγή πραγματοποιείται ανάμεσα στο επίπεδο της φωνητικής ποιότητας που παραδίδεται και στο ποσοστό του πλεονάσματος του εύρους ζώνης που επιτυγχάνεται. Μέσα από τη χρήση της φωνητικής συμπίεσης και επομένως τη βελτιστοποίηση του εύρους ζώνης, είναι δυνατό να υπάρξει ένα σημαντικό μηνιαίο πλεόνασμα κόστους.

Η παλμοκωδική διαμόρφωση αναφέρεται στα τέλη συνδιάλεξης για την αναμενόμενη ποιότητα της φωνής από τα δημόσια τηλεφωνικά δίκτυα (PSTN). Η PCM τρέχει στα 64 Kbps ,δεν παρέχει καμία συμπίεση και επομένως καμία πιθανότητα για πλεόνασμα του εύρους ζώνης.

Η Προσαρμοστική Διαφορική Παλμοκωδική Διαμόρφωση (ADPCM) παρέχει τρία διαφορετικά επίπεδα συμπίεσης. Η αλλαγή στην ποιότητα είναι ουσιαστικά ανεπαίσθητη συγκρινόμενη με μια PCM 64 Kbps. Μερική πιστότητα χάνεται όσο αυξάνεται η συμπίεση. Γενικά η οικονομία στο κόστος κυμαίνεται στο 25% για μια ADPCM 32 Kb, στο 30% για μια ADPCM 24 Kb και στο 35% για μια ADPCM 16 Kb.

Ο CELP αλγόριθμος αναπαράγει την ανθρώπινη φωνή. Η οικονομία στο κόστος μπορεί να ανέρχεται στο 35% για μια LD-CELP 16Kb. Το CS-ACELP παρέχει 8 φορές παραπάνω πλεόνασμα του εύρους ζώνης έναντι της PCM και βέβαια ,4 φορές έναντι της ADPCM των 32 Kb. Το CS-ACELP είναι πρόσφατα διαμορφωμένος αλγόριθμος ο οποίος έχει σχεδιαστεί βάση της ανθρώπινης φωνής και παρέχει ποιότητα ισοδύναμη του LD-CELP και της ADPCM των 24 Kb. Η οικονομία στο κόστος ανέρχεται γενικά στο 40% για μια CS-ACELP των 8 Kb.

Οι κατευθυντήριες γραμμές μπορούν να συνοψισθούν στα εξής:

- Ισορροπία των τεχνικών κατευθυντήριων γραμμών
- Καθορισμός των ορίων της αποδεκτής απόκλισης της καθυστέρησης
- Υπολογισμός της καθυστέρησης για το επιλεγόμενο μοντέλο.
- Αποφυγή των διδύμων(ή πολλαπλών)μετατροπών.

Στο επόμενο βήμα θα ασχοληθούμε με το σχεδιασμό της χωρητικότητας για το ολοκληρωμένο φωνητικό δίκτυο δεδομένων.

Βήμα 5^ο :Σχεδιασμός Χωρητικότητας

Διάταξη της ιδιωτικής γραμμής σημαίνει εγκαθίδρυση του αριθμού των αρτηριών από το PBX στο ολοκληρωμένο δίκτυο φωνητικών δεδομένων. Μετά την εγκαθίδρυση αυτή , το επόμενο βήμα είναι η μετάφραση του αριθμού των αρτηριών στο απαιτούμενο εύρος ζώνης του δικτύου.

Ο σωστός αριθμός του PBX ή των αρτηριών του συστήματος πληκτρολόγησης θα καθοριστεί από την αποθηκευτική ενότητα και την ροή της κυκλοφορίας ,την επιλεγόμενη διαβάθμιση των υπηρεσιών ή τον παράγοντα του μπλοκ και από άλλους συγκεκριμένους για το δίκτυο, αντικειμενικούς σκοπούς. Μερικοί οργανισμοί απλά θα μετακινήσουν τις αρτηρίες από το ισχύον

δίκτυο στο ολοκληρωμένο δίκτυο. Άλλοι θα αρπάξουν την ευκαιρία για να ενημερώσουν την κυκλοφορία των πληροφοριών μηχανικής συντήρησης και για να οργανώσουν μια μελέτη πάνω στην επικοινωνιακή κίνηση. Και ο δύο προσεγγίσεις έχουν ως αποτέλεσμα και αποτελούν ένα αρκετά οικείο πεδίο για τους ειδικούς πάνω στα θέματα μηχανικής συντήρησης της φωνής.

Η χρήση είτε του μοντέλου μεταφοράς είτε του μοντέλου μετάφρασης μπορεί να έχει αντίκτυπο στον αριθμό των αρτηριών που προσομοιώνονται από το δίκτυο. Το μοντέλο μεταφοράς δικτύου ταιριάζει με μια ιδεατή σύνδεση για ιδιωτική γραμμή σε μία βάση ένα προς ένα. Από την προσωπική άποψη του μηχανικού συντήρησης της φωνής, τίποτα δεν έχει αλλάξει. Ωστόσο, το μοντέλο μετάφρασης χρησιμοποιεί το δίκτυο για να προσομοιώσει ένα δίδυμο PBX, επομένως μειώνει τον αριθμό των απαιτούμενων αρτηριών. Η δρομολόγηση των κλήσεων μέσω μιας συγκεκριμένης ομάδας αρτηριών, της οποίας ένα μέρος μπορεί να είναι το ολοκληρωμένο δίκτυο φωνητικών πληροφοριών, έχει αφαιρεθεί στο έργο του μηχανικού συντήρησης της φωνής. Κάποιος μηχανικός μπορεί να επιλέξει να χρησιμοποιήσει το δίκτυο ως πρώτη επιλογή, άλλος ως τελευταία.

Το απαιτούμενο εύρος ζώνης μπορεί να υπολογιστεί βάση του προτεινόμενου σχεδιασμού του δικτύου και του απαιτούμενου αριθμού των αρτηριών ανάμεσα στις θέσεις. Οι υπολογισμοί του εύρους ζώνης πρέπει να συμπεριλάβουν τη συμπίεση, τον πλεονάζοντα και τον βοηθητικό χώρο. Το καθένα από αυτά ποικίλει, βάση της επιλεγόμενης τεχνολογίας των φωνητικών δεδομένων. Έπειτα θα πρέπει να υπολογίσουμε τη πηγή καθυστέρησης ανάμεσα στις θέσεις και να επιβεβαιώσουμε ότι οι υπολογισμοί καθυστέρησης ανταποκρίνονται στις προϋπολογισμένες απαιτήσεις καθυστέρησης. Αν δεν ανταποκρίνονται, θα προσαρμόσουμε το εύρος ζώνης, ή θα επιλέξουμε μια διαφορετική τεχνολογία φωνητικών δεδομένων.

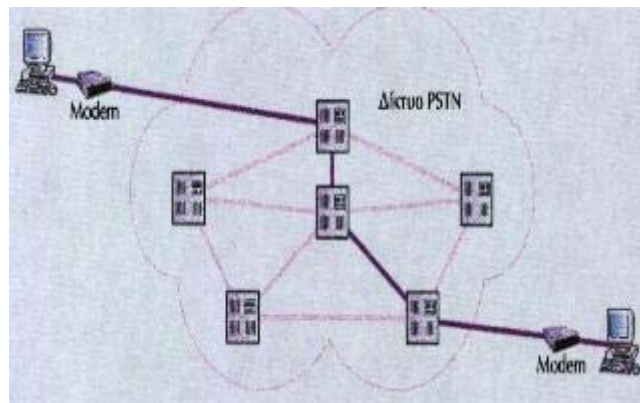
Οι αντικειμενικοί στόχοι έχουν τεθεί, το πακέτο της φωνής έχει επιλεγεί, ο σχεδιασμός χωρητικότητα έχει ολοκληρωθεί και στις αρτηρίες έχουν δοθεί οι αρμόζουσες διαστάσεις για να υποστηρίξουν την επιπρόσθετη κυκλοφορία μέσα στα όρια του προϋπολογισμού καθυστέρησης. Αυτό που πρέπει να αναρωτηθούμε τώρα είναι το εξής: δικαιολογείται το κόστος του δικτύου? Μια τέτοια ανάλυση όμως ξεφεύγει από το αντικείμενο ανάλυσης της εργασίας αυτής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 :PSTN ΚΑΙ VoATM

6.1 ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΑΠΟ ΤΟ PSTN ΣΤΟ VOATM

Το ίδιο δίκτυο που χρησιμοποιείται για την επικοινωνία μέσω τηλεφωνικών συσκευών ,είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί και για την επικοινωνία υπολογιστών .Το παγκόσμια εκτεταμένο αυτό δίκτυο είναι γνωστό σαν δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο μεταγωγής (Public Switched Telephone Network-**PSTN**).Για το χώρο των υπολογιστών, το PSTN, προσφέρει μέσω των επιλεγόμενων τηλεφωνικών γραμμών ,τις γραμμές σύνδεσης, που απαιτούνται για το σχηματισμό WAN.

Επειδή ο αρχικός σχεδιασμός του PSTN έγινε για τη μετάδοση φωνής και όχι για τη μετάδοση ψηφιακών δεδομένων, απαιτούνται ειδικές συσκευές ,τα modems, για τη διαμόρφωση των ψηφιακών σημάτων, που παράγουν οι υπολογιστές σε αναλογικά και αντίστροφα.



Οι επιλεγόμενες τηλεφωνικές γραμμές προσφέρουν σχετικά μικρούς ρυθμούς μετάδοσης .Η ποιότητα του δεν είναι σταθερή και εξαρτάται από την ποιότητα των γραμμών ,που συμμετέχουν στη δημιουργία της σύνδεσης. Η ταχύτητα ροής δεδομένων μπορεί να φτάσει σε αυτές τις γραμμές και τα 56 Kbps .Η επιλεγόμενη τηλεφωνική γραμμή είναι πολύ διαδεδομένη υπηρεσία και χρησιμοποιείται για συνδέσεις περιορισμένης διάρκειας ,όταν δεν δικαιολογείται το επιπλέον κόστος μισθωμένης γραμμής .Μερικές τυπικές εφαρμογές της είναι η πρόσβαση στο Διαδίκτυο ή σε άλλες On-line υπηρεσίες χαμηλής ταχύτητας, η σύνδεση απομακρυσμένου κόμβου με το τοπικό δίκτυο, η τηλεεργασία. Επίσης χρησιμοποιείται σαν εφεδρική γραμμή σε περίπτωση βλάβης μιας μόνιμης γραμμής .

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Βασική Χρήση
Υψηλή Διαθεσιμότητα	Μικρή Ταχύτητα	Απομακρυσμένη Πρόσβαση
Μικρό Κόστος	Μεταβλητή ποιότητα και αξιοπιστία	Εφαρμογές χωρίς Απαιτήσεις για ταχύτητα

Σε ένα σύστημα καναλιού αναλογικού φέροντος ,ένα κανάλι λειτουργεί στα 0-4 KHz,το επόμενο στα 4-8 KHz,το αμέσως επόμενο στα 8-12 KHz κ.ο.κ. Επομένως

,κάθε κανάλι φωνής υποστηρίζει εύρος συχνοτήτων στα 4 KHz. Αυτό όμως δεν είναι αρκετό για τέλεια μετάδοση φωνής (η δημιουργία ήχου είναι δυνατή πάνω από 4 KHz). Κάθε κανάλι υποστηρίζει μια ζώνη πλάτους σήματος (π.χ Ισχύς Σήματος) η οποία σχετίζεται με το επίπεδο τάσης. Το επίπεδο πλάτους περιορίζεται και η δυνατότερη φωνή δεν μπορεί να ακουστεί. Αυτό είναι γνωστό σαν περιορισμένη ποιότητα φωνής.

Λίγο αργότερα τα δίκτυα αρχίζουν να μετατρέπονται από αναλογικά σε ψηφιακά. Τα ψηφιακά προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα, περιλαμβανομένων του μεγαλύτερου εύρους ζώνης, καλύτερης ανεύρεσης λαθών και αυξημένης διαχείρισης και ελέγχου. Ουσιαστικά όλα τα σύγχρονα switch είναι ψηφιακά και υπάρχει αρκετός τερματικός εξοπλισμός. Οι περισσότερες ευκολίες μετάδοσης είναι επίσης ψηφιακές. Αποτελούν εξαίρεση οι χάλκινοι τοπικοί βρόγχοι που προσφέρουν εξυπηρέτηση στις εφαρμογές των μικρών επιχειρήσεων και τις ιδιωτικές κατοικίες. Αυτό κάνει τα σύγχρονα Μητροπολιτικά Δίκτυα (WAN) 100% ψηφιακά από άκρο σε άκρο στις λιγότερο ανεπτυγμένες πόλεις. Για την υποστήριξη φωνής αναλογικού τύπου πάνω από ψηφιακά δίκτυα, το αναλογικό σήμα θα πρέπει να κωδικοποιηθεί σε ψηφιακό πριν φτάσει στο WAN. Αφού παραληφθεί το ψηφιακό σήμα αποκωδικοποιείται σε αναλογικό, ώστε να είναι αντιληπτό στο ανθρώπινο αυτί.

Αυτές οι διαδικασίες μετατροπής πραγματοποιούν το σκοπό τους συνδυάζοντας ένα ζευγάρι κωδικών (κωδικοποιητές/αποκωδικοποιητές) με τον παραδοσιακό τρόπο της PCM (Παλμοκωδικής Διαμόρφωσης) η οποία όπως θα δούμε και στη συνέχεια καθορίζεται από την ITU-T σαν G.711. Η PCM βασίζεται στο θεώρημα του Nyquist που λέει ότι: «Για να μετατρέψουμε ένα αναλογικό σήμα σε ψηφιακό και για να εξασφαλίσουμε υψηλή ποιότητα αναλογικού σήματος φωνής θα πρέπει ο ελάχιστος αριθμός με τον οποίο δειγματοληπτούμε μια κυματομορφή να είναι διπλάσιος του εύρους ζώνης, δηλαδή $f_s > 2f_m$ »

Το δίκτυο πρέπει να είναι σε θέση να δεχτεί μεταφορά και παράδοση κάθε byte φωνής, με ακρίβεια, κάθε 125 msec. Αυτό σημαίνει ότι η αναμονή (καθυστέρηση) πρέπει να είναι ελάχιστη και η παραμόρφωση (η μεταβολή στην καθυστέρηση) μηδενική.

Το PSTN έχει εξυπηρετήσει την τηλεφωνική κίνηση κατά τη διάρκεια των τελευταίων 100 ετών. Η χρήση ευδιάκριτων δικτύων για τη φωνή και τις πληροφορίες αντιπροσωπεύουν ένα συμπληρωματικό φορτίο στους φορείς παροχής υπηρεσιών και ένα συμπληρωματικό κόστος στους καταναλωτές.

Δεδομένου ότι όλο και περισσότερη κίνηση στο PSTN προσανατολίζεται στις πληροφορίες (data), η τάση προς τη σύγκλιση δικτύων φωνής και δεδομένων γίνεται ισχυρότερη. Οι φορείς υπηρεσιών, οι φορείς Παροχής υπηρεσιών στο Διαδίκτυο και οι κατασκευαστές εξοπλισμού και εγκαταστάσεων συμμετέχουν σε μία σημαντική μετατόπιση της βιομηχανίας τηλεπικοινωνιών προς τη συνδυασμένη δικτύωση φωνής χρησιμοποιώντας το VoATM.

6.2 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΉΧΟΥ

Για τη μετάδοση –κωδικοποίηση ήχου υπάρχουν οι εξής παράγοντες

- Δειγματοληψία

- Αριθμός Καναλιών
- Κωδικοποίηση

Συνήθως η δειγματοληψία είναι αρκετά υψηλή και ανεξάρτητη του ρυθμού μετάδοσης πληροφορίας στο κανάλι. Οι πιθανές τιμές δειγματοληψίας είναι πολλαπλάσια των 8 KHz. Ο αριθμός καναλιών κυμαίνεται μεταξύ του ενός –για τη μετάδοση φωνής –μέχρι πολλών ,για τη μετάδοση surround ήχου. Τέλος η χρησιμοποιούμενη κωδικοποίηση καθορίζει το ρυθμό δεδομένων που απαιτείται για τη μετάδοση του ήχου καθώς και την ποιότητα του μεταδιδόμενου ήχου.

- **CCITT G.711**

Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο είναι στην ουσία η PCM διαμόρφωση .Ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων είναι 64 Kbit/sec με 8 Bit/δείγμα και 8000 δείγματα/sec. Υπάρχουν δύο παραλλαγές του πρωτοκόλλου αυτού. Το Ευρωπαϊκό Πρότυπο που χρησιμοποιεί τη συμπίεση m (m-law) και το Αμερικάνικο Πρότυπο που χρησιμοποιεί τη συμπίεση A (A-law). Η συνήθης συμπίεση που επιτυγχάνεται από την κωδικοποίηση PCM είναι 1.75:1.

- **CCITT G.721, G.722, G.723, G.726, G.727**

Το πρωτόκολλο αυτό αποτελεί μια παραλλαγή της διαμόρφωσης PCM την διαμόρφωση ADPCM (Adaptive Differential PCM). Το πρωτόκολλο αυτό μεταδίδει τη διαφορά ενός δείγματος από το προηγούμενο του . Επειδή όμως η διαφορά είναι συνήθως μικρή ,για το λόγο αυτό απαιτούνται λιγότερα bits για τη μετάδοση του κάθε δείγματος ,συνήθως 4. Επομένως, με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η μείωση του ρυθμού μετάδοσης στα 32 Kbit/sec. Η συμπίεση που επιτυγχάνει το ADPCM είναι συνήθως της τάξης του 2:1.

- **LCP (Linear Prediction Coding)-GSM (Group Special Mobile)**

Η κωδικοποίηση αυτή προσαρμόζει το σήμα της φωνής σε ένα απλό αναλυτικό μοντέλο του λάρυγγα . Στη συνέχεια μεταδίδονται οι παράμετροι του μοντέλου στο δέκτη προκειμένου να δημιουργηθεί ο ήχος.

Η κωδικοποίηση GSM χρησιμοποιεί μια παραλλαγή της LCP, την RPE-LCP (Regular Pulse Excited Linear Prediction Code with Long Term Prediction Loop). Η κωδικοποίηση GSM επιτυγχάνει μια συμπίεση της τάξης του 8:1 , με αποτέλεσμα να χρειάζεται για τη μετάδοση φωνής 13 Kbit/sec .

- **DVI**

Η κωδικοποίηση αυτή έχει προταθεί από την Intel και βασίζεται στην παραλλαγή της PCM, την ADPCM , με ρυθμό δειγματοληψίας 8000 δείγματα /sec και 4 Bit/δείγμα. Ο απαιτούμενος ρυθμός δεδομένων για τη μετάδοση είναι 32 Kbit/sec.

- **CELP (Code Excited Linear Prediction)**

Η CELP χρησιμοποιεί την ίδια κωδικοποίηση με την LCP, με τη διαφορά ότι υπολογίζει το σφάλμα κωδικοποίησης και το μεταδίδει μαζί με τις παραμέτρους του LCP μοντέλου. Η ποιότητα της κωδικοποίησης είναι πολύ καλύτερη από αυτή της

LCP. Μία αύξηση η οποία χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο LCP είναι η U.S 1016, για μετάδοση φωνής με χρήση 4.8 Kbit/sec

- **G729 (1995)**

Αυτός ο αλγόριθμος λειτουργεί στα 8 Kbit/sec. Χρησιμοποιεί τη Συζευγμένης Δομής Αλγεβρικού Κώδικα Γραμμική Πρόβλεψη (CS-ACELP: Conjugate Structure – Algebraic Code Excited Linear). Ο αλγόριθμος παράγει ένα πλαίσιο με 10 msec ομιλία και μια συνολική καθυστέρηση 15 msec. Σχεδιάστηκε αρχικά για τα ασύρματα περιβάλλοντα.

- **G729A (1996)**

Αυτός ο αλγόριθμος λειτουργεί στα 8 Kbit/sec. Χρησιμοποιεί μια λιγότερο σύνθετη έκδοση του αλγορίθμου CS-ACELP που εφαρμόζεται στο G729 codec. Ο αλγόριθμος παράγει ένα πλαίσιο με 10 msec ομιλία και μια συνολική καθυστέρηση 15 msec. Προσαρμόστηκε για τις ενσωματωμένες εφαρμογές φωνής και δεδομένων και έχει υιοθετηθεί από την ομάδα δραστηριότητας Interoperability NOW του International Multimedia Teleconferencing Consortium (IMTC).

- **G.728 (1994)**

Ο αλγόριθμος αυτός λειτουργεί στα 16 Kbps με ρυθμό συμπίεσης 4:1. Χρησιμοποιεί τη χαμηλής Καθυστέρηση Κώδικα Γραμμική Πρόβλεψη (LD-CELP: Low Delay CELP). Ο αλγόριθμος παράγει ένα πλαίσιο με 0.625 msec ομιλία και μια καθυστέρηση 0.625 msec. Η καθυστέρηση συμπίεσης κυμαίνεται από 3-5 msec. Επίσης η κωδικοποίηση G.728, απαιτεί για τη μετάδοση 16 Kbit/sec, ενώ παράλληλα απαιτεί μεγάλη υπολογιστική ισχύ και εξειδικευμένο hardware.

6.3 LD-CELP ΚΑΙ VoATM

Χρησιμοποιώντας μια λιγότερο αποδοτική προσέγγιση, η αξία των 10 bit τοποθετείται στο ωφέλιμο φορτίο μιας AAL2 δυαδικής κυψέλης, με παρεμβολή δυαδικών ψηφίων η οποία συμπληρώνει την εγγραφή 48 ψηφιολέξεων και έτσι η δυαδική κυψέλη αποστέλλεται.

Μια πιο αποδοτική προσέγγιση μπορεί να απαιτήσει τη σύνδεση τεσσάρων μονάδων αξίας δέκα δυαδικών ψηφίων και την τοποθέτηση τους μέσα στη δυαδική κυψέλη, με παρεμβολή δυαδικών ψηφίων η οποία να συμπληρώνει την εγγραφή και η δυαδική κυψέλη αποστέλλεται. Κάθε σύνολο από 40 bits αντιπροσωπεύει μόνο 2,5 msec της φωνητικής ροής, πράγμα το οποίο βρίσκεται μέσα στα όρια καθυστέρηση. Όσο ο αριθμός των μονάδων αξίας δέκα bits αυξάνεται και ο αριθμός των παρεμβαλλόμενων bits προς συμπλήρωση της εγγραφής μειώνεται, η τεχνική γίνεται ολοένα και πιο αποδοτική, παρόλο που η καθυστέρηση της συμπίεσης των δεδομένων αυξάνεται και η φύση της διαλογικής φωνητικής επικοινωνίας μπορεί να επηρεαστεί αρνητικά. Όπως και να έχει σε κάθε περίπτωση από τη στιγμή που θα συμπληρωθεί η δυαδική κυψέλη, αποστέλλεται διαμέσω του δικτύου.

Κάθε διακόπτης του ασύγχρονου τρόπου μεταφοράς (ATM) μέσα σε αυτό το δίκτυο αναγνωρίζει την υψηλή προτεραιότητα της δυαδικής κυψέλης, μέσω ανάλυσης της επικεφαλίδας της ,και επεξεργάζεται τη δυαδική κυψέλη χωρίς καθυστέρηση. Στο τέλος της λήψης ,η διαδικασία αντιστρέφεται ,με την αποσυμπίεση των φωνητικών δεδομένων, την μετατροπή τους σε αναλογική μορφή και την αναμετάδοση τους για την ακουστική απόλαυση του συνομιλητή μας. Εάν όλη αυτή η διαδικασία γίνει σωστά, η δυαδική κυψέλη N ° 2 φθάνει στο δέκτη εγκαίρως για την αποσυμπίεση και την επανάληψη της ηχογράφησης τη στιγμή που τα φωνητικά δεδομένα από τη δυαδική κυψέλη N ° 1 έχουν ολοκληρώσει την εκτέλεση.

Ας θεωρήσουμε μια άλλη διάσταση του AAL2 ,όπως απευθύνεται στη συμπιεσμένη φωνή. Η φωνή είναι αμφίδρομη, επομένως τα κυκλώματα και τα δίκτυα πρέπει να υποστηρίζουν τις αμφίδρομες ταυτόχρονες επικοινωνίες .Παρ' όλα αυτά το πρωτόκολλο της βασικής ανθρώπινης φωνητικής επικοινωνίας υποδηλώνει ότι θα έπρεπε να εναλλασσόμαστε στην ομιλία.

Επομένως ,το 50% του κυκλώματος και του δικτύου είναι σιωπηρό σχεδόν το 100% του χρόνου . Επιπλέον, ο ενεργός ομιλητής είναι σιωπηλός σχεδόν το 40% του χρόνου, εξαιτίας των φυσικών παύσεων και της ανάγκης να σταματά και να αναπνέει κάθε τόσο.

Ένας μηχανισμός απαλοιφής της σιωπής που υποστηρίζεται από το AAL2 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ειδοποιήσει τη συσκευή λήψης να ενεργοποιήσει το λευκό θόρυβο για να διαβεβαιώσει τον ακροατή ότι η σύνδεση παραμένει ενεργή παρόλο που ο ομιλητής δεν παραμένει ενεργός.Αυτός ο μηχανισμός ελευθερώνει το δίκτυο από την υποχρέωση να μεταδώσει τόσο τη σιωπή όσο και το ενεργό άκουσμα. με άλλα λόγια μόνο οι φωνητικές ψηφιολέξεις χρειάζεται να μεταδοθούν.Οι σιωπηλές ψηφιολέξεις είναι άχρηστες γιατί καταναλώνουν πολύτιμο εύρος ζώνης ,ενώ δεν συνεισφέρουν καμία απολύτως αξία.

ΦΩΝΗ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ATM

Όταν συνδεθεί το LD-CELP με το μηχανισμό απαλοιφής της σιωπής μέσω του AAL2 σε ένα δίκτυο ATM ,η συνολική αποθήκευση δεδομένων ή προγραμμάτων στους πόρους του δικτύου μπορεί να είναι δραματική. Το εύρος ζώνης είναι πάντοτε περιορισμένο και σε μερικά επίπεδα σε κάθε δίκτυο, είναι πάντοτε διαμεριζόμενο .Σε ένα στατιστικά-πολυπλεκτικό δίκτυο ATM, υψηλού διαμερισμού, η συμπιεσμένη φωνή μέσω του AAL2 αποφέρει αποθηκευμένα δεδομένα στο εύρος ζώνης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άλλους σκοπούς ,όπως σε άλλες συνομιλίες μέσω συμπιεσμένης φωνής ,σε ανταλλαγή δεδομένων μέσω του τοπικού δικτύου(LAN –to-LAN),σε ανταλλαγή δεδομένων στο πλαίσιο του Μεταγωγέα Δικτύων (Frame Relay)ή σε συμπιεσμένο οπτικό σήμα.

Αυτά μπορούμε να πούμε για το αμιγές φωνητικό ATM .Παρ' όλα αυτά θα πρέπει να τονίσουμε ότι δεν είναι αρκετά.Τα υπερκείμενα φερόμενα κύματα έχουν γενικά αρκετά μεγάλη χωρητικότητα στη μέχρι τώρα χρήση τους στη δικτυακή επικοινωνία μέσω της μεταγωγής κυκλώματος και είναι αρκετά ανέξοδο να προσθέσει κανείς την απαιτούμενη χωρητικότητα .Το κόστος των μεταγωγέων κυκλώματος έχει μειωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια ,ενόψει του ανταγωνισμού που προέρχεται από τα ATM ,το πλαίσιο του μεταγωγέα δικτύων και από τον απαριθμητή προγράμματος(IP).

Επομένως η μεταγωγή κυκλώματος γενικότερα παραμένει αποδοτική οικονομικά ,παρόλο που είναι αναποτελεσματική .Ειδικά εάν σκεφθεί κανείς ότι το ATM έχει ανάγκη από μια πολύ καλή αναβάθμιση (ολοκληρωτική αντικατάσταση)πράγμα το οποίο είναι πολυέξοδο. Η χρήση του φωνητικού ATM θα ήταν απόλυτα λογική από ένα δίκτυο ATM ιδιωτικής επιχείρησης ,το οποίο παρέχεται βέβαια από έναν δημόσιο φορέα .Αλλά δεν υφίστανται αρκετοί τέτοιου τύπου φορείς, τουλάχιστον όχι μέχρι στιγμής .

6.4 ΚΑΡΤΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΓΙΑ VOATM: TP-610/ATM(ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ)



ΧΑΡΑΧΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- cPCI θύρα που μπορεί να υποστηρίξει πάνω από 192 κανάλια fax/φωνής
- I.363.2 και I366.2
- Υποστηρίζει τα προφίλ της ATM Forum LES και της DSL Forum BLES
- Συμπίεση φωνής με αλγόριθμους G.711,G.726,G.727 και προαιρετικά τους G.723,G.729A
- Ανεξάρτητη επιλογή Κωδικοποιητή φωνής για κάθε κανάλι
- TIA464B DTMF ανίχνευση και παραγωγή
- MF-R1/MFC-R2 και ανίχνευση και παραγωγή τονικής κλήσης
- 6E1/8T1 διασυνδέσεις τηλεφωνίας
- OC-3c διασυνδέσεις ATM

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

- Ικανότητα για φωνή πάνω από DSL για πρόσβαση τοπικού βρόγχου με χρήση AAL2
- Φωνή πάνω από κορμό ATM
- Οικοδόμηση block για πύλες VoATM
- Πύλες VoATM
- Επόμενης γενιάς DLC
- Πολλαπλών εφαρμογών DSLAMS

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η TP-610/ATM είναι μια ιδανική δομική μονάδα για την ανάπτυξη της φωνής μέσω των υπηρεσιών ATM όπως η ανερχόμενη φωνή μέσω του DSL (VoADSL) στο τοπικό βρόγχο. Προσφέρει μια λειτουργικότητα της ολοκληρωμένης φωνητικής πύλης δικτύου ικανή να παραδώσει μέχρι 192 ταυτόχρονες κλήσεις .Η TP-610/ATM υποστηρίζει όλες τις απαραίτητες λειτουργίες για την φωνητική και τηλεομοιοτυπική (Fax)εγγραφή συνεχούς ροής μέσω των δικτύων ATM χρησιμοποιώντας το2^ο επίπεδο

προσαρμογής του ATM (AAL2) για την μεταφορά πακέτων τόσο μικρού όσο και ποικίλου μεγέθους, τα οποία περιέχουν συμπιεσμένο ή μη φωνητικό ωφέλιμο φορτίο και αποστέλλουν πληροφορίες επιτρέποντας φωνητικές εφαρμογές μέσω του ATM, αποδοτικές για το εύρος ζώνης. Η TP-610/ATM επίσης υποστηρίζει το 5^ο επίπεδο προσαρμογής του ATM (AAL5) για εφαρμογές και υπηρεσίες που χρησιμοποιούν το ATM ως τον επιλεγόμενο τρόπο μεταφοράς ανάμεσα στα κεντρικά γραφεία.

Η TP-610/ATM τροφοδοτείται από VoIP /VoATM DSP επεξεργαστές ακουστικής κωδικοποίησης και υποστηρίζει τους αλγόριθμους που συσχετίζονται με τη φωνή, όπως ο G.168—σχετικός με την ακύρωση της ηχού, οι G.726(40,32,25,16 Kbps), G.711 και προαιρετικά οι κωδικοποιητές/αποκωδικοποιητές G.721.1 ή G.729A καθώς επίσης και οι MF-R1(DTMF και MF), MF-R2CAS, σχετικοί με την ανίχνευση και παραγωγή του τονικού συστήματος.

Η ATM φωνητική εγγραφή συνεχούς ροής υλοποιείται χρησιμοποιώντας το AAL2 σύμφωνα με τη σύσταση I.366.2 της ITU-T και BTD-VTOA-LES-1.07 το οποίο δημιουργήθηκε από το ATM Forum, επίσης γνωστό ως BLES(Broadband Loop Emulation Service: Ευρείας Ζώνης Υπηρεσία Εξομοίωσης Του Βρόγχου) από την DSL Forum.

Ένας αποφωσμένος επεξεργαστής χειρίζεται τις λειτουργίες του πακέτου εγγραφής συνεχούς ροής μέσα από ένα πολύτροπο interface OC-3c (προαιρετικά από ένα interface ψηφιολέξης OC-3c). Ο επεξεργαστής υλοποιεί τα πρωτόκολλα της φωνής μέσω AAL2 πακέτου εγγραφής συνεχούς ροής που βασίζονται σε βιομηχανικά πρότυπα, καθώς και την υποστήριξη της παράκαμψης fax/modem.

Το σύνολο περιλαμβάνει TDM διασυνδέσεις για σύνδεση με εξωτερικό TDM δίκτυο, τα οποία είναι τα 6E1/8T1 προσαρμοστικά αρτηρίας που διατίθενται από το τελευταίο ολοκληρωμένο κατάλογο I/O ή από την αρτηρία H110. Τα 6E1/8T1 προσαρμοστικά υποστηρίζουν διάφορα τερματικά βάση του τηλεφωνικού πρωτοκόλλου, όπως τα ISDN PRI, MFC/R2 και T1 robbed bits καθώς και τη CAS ABCD ψηφιακή μεταγωγή δικτύου με ή χωρίς μετατροπέα κωδικού από TR-008 σε GR303) προς το προσαρμοστικό ATM (μέσω των πακέτων AAL2 CAS τύπου 3) και αντίστροφα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

7.1 ΓΕΝΙΚΑ

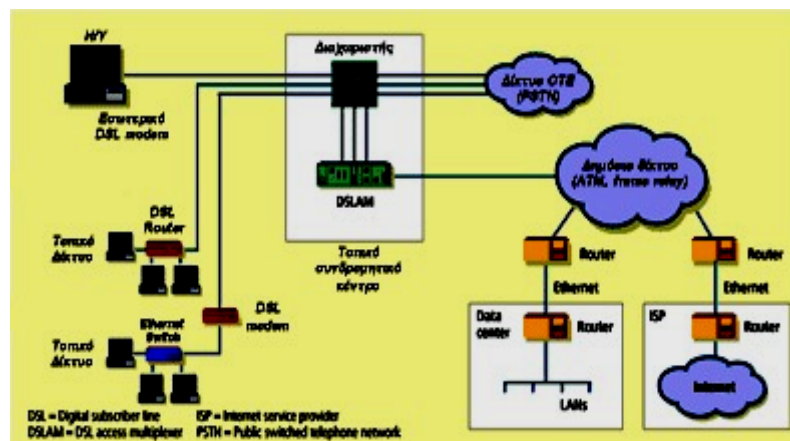
Για πολλά χρόνια ,τα χάλκινα καλώδια (συνεστραμμένα ζεύγη –twisted pairs)χρησιμοποιούνταν σε απλές τηλεφωνικές συνδέσεις .Στη συνέχεια μπήκαν στη ζωή μας τα modems και το Διαδίκτυο .Την τελευταία δεκαετία γνωρίσαμε την τεχνολογία ISDN και τα πλεονεκτήματα που αυτή προσφέρει και τελευταία γίνεται λόγος για τις τεχνολογίες DSL .Πολλοί οργανισμοί, ανάμεσα τους και ο ΟΤΕ, χρησιμοποιούν το ATM σαν backbone δίκτυο για να αναπτύξουν την ADSL τεχνολογία

Για δεκαετίες τα χάλκινα καλώδια χρησιμοποιούνταν για τη μεταφορά φωνής ,χωρίς να αξιοποιείται στο έπακρο η μεγάλη χωρητικότητα που προσφέρει ο χαλκός .Ο ήχος της ανθρώπινης φωνής αποτελείται από συχνότητες που κυμαίνονται σε εύρος μεταξύ 100 Hz και 4000 Hz.Όλες αυτές οι συχνότητες όμως δεν είναι απαραίτητες για να γίνει καταληπτή η φωνή και η χροιά του συνομιλητή και έτσι με ειδικά φίλτρα αποκόπονται οι επιπλέον συχνότητες , αφού όχι μόνο δε χρειάζονται ,αλλά μπορεί και να δημιουργήσουν παρεμβολές–παράσιτα .Το εύρος ζώνης του χαλκού είναι κατά πολύ μεγαλύτερο και μπορεί να αξιοποιηθεί σε άλλες εφαρμογές με κατάλληλους τρόπους ,όπως και στην περίπτωση του DSL .

7.2 DSL ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ xDSL

DSL

Το DSL προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων **D**igital **S**ubscriber **L**ine και στην ουσία αποτελεί μια τεχνολογία που μετατρέπει το απλό τηλεφωνικό καλώδιο σε έναν διάυλο ψηφιακής επικοινωνίας μεγάλου εύρους ζώνης με τη χρήση ειδικών modems ,τα οποία τοποθετούνται στις δύο άκρες της γραμμής.



Σχήμα 7.1: DSL σύνδεση

Ο διάυλος αυτός μεταφέρει τόσο χαμηλές όσο και τις υψηλές συχνότητες ταυτόχρονα ,τις χαμηλές για τη μεταφορά του σήματος της φωνής και τις υψηλές για τα δεδομένα .Ανάλογα με το είδος του modem που θα συνδέσουμε ,πετυχαίνουμε και διαφορετικές επιδόσεις. Με το DSL επιτυγχάνονται υψηλότερες ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων(μέχρι και 52,8 Mbps από το Διαδίκτυο προς το χρήστη-downstream-και 2,3 Mbps από το χρήστη προς το Διαδίκτυο-upstream-ενώ ταυτόχρονα μεταφέρονται και τα αναλογικά σήματα της φωνής.

Οι τεχνολογίες DSL αναφέρονται γενικά ως xDSL και οι κυριότερες είναι :ADSL,HDSL,SDSL και VDSL.

ADSL

Το ADSL ,το οποίο προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Asymmetric Digital Subscriber Line,είναι αυτό που δίνεται στους περισσότερους απλούς χρήστες και στην Ελλάδα αυτή τη στιγμή παρέχεται πιλοτικά από τον ΟΤΕ με μοναδική υπηρεσία το Fast Internet.Η τεχνολογία ADSL εξασφαλίζει πρόσβαση υψηλών ταχυτήτων στο Διαδίκτυο και σε άλλα Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα ,δίνοντας τη δυνατότητα για ταυτόχρονη μετάδοση φωνής και δεδομένων(δεδομένα, κινούμενη εικόνα, γραφικά)μέσω της απλής τηλεφωνικής γραμμής .Κύριο χαρακτηριστικό της τεχνολογίας είναι ότι η μεταφορά δεδομένων γίνεται με ασύμμετρο τρόπο ,δηλαδή προσφέρει διαφορετικό ρυθμό για τη λήψη (μέχρι 8 Mbps downstream)και διαφορετικό για την αποστολή δεδομένων (640 Kbps upstream).Το σημαντικότερο είναι ότι το εύρος ζώνης δεν το μοιραζόμαστε ,αλλά είναι εξ'ολοκλήρου στη διάθεσή μας .Ωστόσο θα πρέπει να τονιστεί το γεγονός ότι η απόδοση του ADSL εξαρτάται σημαντικά από την απόσταση του χρήστη από τον τηλεπικοινωνιακό παροχέα και φθάνει τα :

1,5 Mbps για απόσταση 5,5 Km

2,0 Mbps για απόσταση 4,9 Km

6,3 Mbps για απόσταση 3,6 Km

8,4 Mbps για απόσταση 2,7 Km

HDSL

Το ακρωνύμιο HDSL προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων High-bit rate Digital Subscriber Line και σε αντίθεση με το ADSL είναι συμμετρικό και προσφέρει τον ίδιο ρυθμό μεταφοράς δεδομένων (μέχρι 2 Mbps)τόσο για την αποστολή όσο και για τη λήψη .Ωστόσο, η μέγιστη απόσταση μεταξύ των άκρων δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 3,5 Km .Μια άλλη βασική διαφορά από το ADSL είναι ότι απαιτείται η εγκατάσταση 2 τηλεφωνικών γραμμών (2 συνεστραμμένα καλώδια).

SDSL

Το SDSL ,Single-line Digital Subscriber Line ,είναι μια τεχνολογία μεταφοράς παρόμοια με το HDSL όσον αφορά στο ρυθμό μεταφοράς δεδομένων (μέχρι 2 Mbps),που απαιτείται όμως μόνο ένα συνεστραμμένο ζεύγος χαλκού. Για το λόγο αυτό, η μέγιστη απόσταση μεταξύ των άκρων δεν μπορεί να ξεπερνά τα 3 Km.

VDSL

Το VDSL ,Very-high-data-rate Digital Subscriber Line,βρίσκεται ακόμη σε φάση ανάπτυξης και υπόσχεται να δώσει εντυπωσιακά μεγαλύτερες ταχύτητες που μπορεί να φτάνουν τα 52 Mbps ,με περιορισμό όμως τη μέγιστη απόσταση μεταξύ των δύο άκρων του χάλκινου αγωγού .Ανάλογα με την υλοποίηση ,το VDSL δε μπορεί να ξεπερνά το 1,5 Km και οι ρυθμοί μετάδοσης κυμαίνονται για τη λήψη από 13 έως 52 Mbps και για την αποστολή από 1,5 έως 2,3 Mbps.

Ο ΟΤΕ έχει εγκαταστήσει και λειτουργεί ένα Πειραματικό και ένα Πιλοτικό Δίκτυο τεχνολογίας ADSL.Το Πειραματικό Δίκτυο ADSL είναι εγκαταστημένο στα εργαστήρια νέων τεχνολογιών & υπηρεσιών στην Αθήνα.

Το πιλοτικό δίκτυο που ξεκίνησε τον Δεκέμβριο του 2000 ,συμπεριλαμβάνει 300 χρήστες σε τρία σημεία (Ερμού–Θεσσαλονίκης,Μαρούσι,Κωλλέτη).Το δίκτυο και οι υπηρεσίες του έχουν επιδειχθεί στη διεθνή Έκθεση Θεσσαλονίκης και στην Info system 2000.Αυτή τη στιγμή στους χρήστες του πιλοτικού δικτύου προσφέρεται η υπηρεσία του Fast Internet σε συνεργασία και με την ΟΤΕnet .

Σκοπός των δικτύων τεχνολογίας xDSL του ΟΤΕ είναι η εισαγωγή τεχνολογιών όπως ADSL(και αργότερα SDSL ,VDSL)στο τηλεφωνικό δίκτυο πρόσβασης(δίκτυο δισύρματων γραμμών χαλκού),για την παροχή κλασσικής τηλεφωνίας και υπηρεσιών ISDN .Τέτοιες υπηρεσίες είναι :

- Υπηρεσίες δεδομένων με υπολογιστή ως τερματική συσκευή(όπως σύνδεση υπολογιστών στο Διαδίκτυο(Fast Internet)).
- Υπηρεσίες φωνής ,video&δεδομένων με υπολογιστή ή/και τηλέφωνο ως τερματική συσκευή (όπως Τηλεδιάσκεψη,Voice-Over-IP,Voice-Over-ADSL κλπ).
- Υπηρεσίες video και πολυμέσων με υπολογιστή ή και τηλεόραση ως τερματική συσκευή(όπως video-on-demand,video-streaming,music-on-demand κλπ.).

7.3 TO ADSL ΜΕΣΩ ΤΟΥ ATM

Η χρήση του ATM μέσω της Ασύμμετρης Ψηφιακής Συνδρομητικής Γραμμής (ADSL) αρκεί για την παράδοση κάθε αντιληπτού προϊόντος στο σπίτι ,χωρίς καμία άλλη αλλαγή στην ισχύουσα υποδομή (καλωδίωση,εξοπλισμός,κτλ)επί του κτιρίου του πελάτη ,εκτός από τη σύνδεση της εισερχόμενης τηλεφωνικής γραμμής σε ένα διαμορφωτή/αποδιαμορφωτή ADSL.Απλά το συνδέουμε σαν να ήταν κάποιο άλλο τηλέφωνο με αυτό.

Η λήψη ενός οπτικού σήματος ,μέσω ενός παροχέα οπτικών υπηρεσιών,από το σπίτι σας με τη χρήση του ATM δεν είναι δύσκολη εργασία .Το αναλογικό οπτικό σήμα του παροχέα οπτικών υπηρεσιών γίνεται ψηφιακό, έπειτα αποκτά κυβελική μορφή πράγμα το οποίο σημαίνει ότι μεταφράζεται σε συμβολική γλώσσα ,σε κυβέλες ATM. Η μετατροπή ενός αναλογικού οπτικού σήματος σε κυβέλες ATM μπορεί να γίνει από πολλών ειδών μηχανήματα .Ο μετατροπέας ATM αποστέλλει τις κυβέλες στους παροχείς υπηρεσιών του πρωτογενούς κόμβου για μεταφορά μέσω του δικτύου ATM από την αρχική θέση στη θέση προορισμού.

Στη θέση προορισμού ATM,το ρεύμα των κυβελών ATM μετατρέπεται σε ADSL σήμα κατάλληλο για μεταφορά μέσω του καλωδίου στο σπίτι σας ,το οποίο αντιπροσωπεύεται από τον Εκτιμητή Επιδόσεων (CPE).Ο ADSL διαμορφωτής/αποδιαμορφωτής μετατρέπει το σήμα αρχικά σε ρεύμα κυβελών ATM και έπειτα σε πρωτότυπο οπτικό σήμα .Αυτό είναι το μόνο που χρειάζεται .

Η χρήση του ATM μέσω του ADSL επιτρέπει τη μεμονωμένη πρόσβαση σε δίκτυα από υπολογιστές εξυπηρέτησης δικτύου,οικονομικά ,από το σπίτι.Δεν χρειάζεται να πληρώσουμε για να εγκαταστήσουμε γραμμή ISDN προκειμένου να έχουμε την ταχύτητα του δικτύου Ethernet στον υπολογιστή μας. Οι εργαζόμενοι που μετακινούνται συνεχώς ,αυτοί που τηλεαπασχολούνται καθώς και τα υποκαταστήματα εταιριών έχουν εύκολη πρόσβαση στα δίκτυα της επιχείρησης,

χρησιμοποιώντας τους υπολογιστές εξυπηρέτησης δικτύου μέσω επιλεγόμενης γραμμής. Όταν οι κατασκευαστές φορητών υπολογιστών εγκαταστήσουν σε αυτούς κάρτα τυπωμένου κυκλώματος ADSL, οι χρήστες θα έχουν πρόσβαση μέσω επιλεγόμενης γραμμής με ταχύτητα του δικτύου Ethernet όπου βρουν τηλεφωνική γραμμή προκειμένου να συνδεθούν.

Ακουστικό σήμα, οπτικό σήμα, διαδίκτυο, πολυμέσα, τοπικά δίκτυα, οπτική συνεδρίαση, οπτική τηλεφωνία και η λίστα ολόένα και αυξάνεται. Τώρα είναι η κατάλληλη στιγμή για τους καλούς επιχειρηματίες να προσφέρουν βοήθεια στους καταναλωτές.

7.4 VOADSL

Η χρήση της φωνής μέσω DSL (VoADSL) είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει τη μεταφορά δεδομένων καθώς και τις πολλαπλές φωνητικές κλήσεις μέσω μιας μόνο γραμμής. Το VoADSL χρησιμοποιεί την τεχνολογία του φωνητικού πακέτου αντί για το παραδοσιακό φωνητικό μεταγωγίμο κύκλωμα. Η χρήση της φωνής μέσω του ATM (VoATM) καθώς και η χρήση φωνής μέσω του IP (VoIP) αποτελούν τις δύο κύριες εναλλακτικές για την μεταφορά φωνητικών πακέτων μέσω του DSL. Το ATM αποτελεί τη προτιμώμενη τεχνολογία επειδή προσφέρει το πλεονεκτημάτων ενσωματωμένων στο ATM μηχανισμών QoS (Ποιότητα Εξυπηρέτησης). Το IP από την άλλη πλευρά δεν μπορεί να προσφέρει τις εγγυήσεις QoS ως έχουν στην παραδοσιακή τους μορφή. Οι μηχανισμοί QoS του IP έχουν εξελιχθεί τα τελευταία χρόνια. Το VoIP έχει αποκτήσει δημοσιότητα στα κύρια δίκτυα.

Η αρχιτεκτονική QoS υποστηρίζει τις έξτρα και τις βασικές κατηγορίες υπηρεσιών για την κυκλοφορία φωνητικών πληροφοριών καθώς και την Best-Effort κατηγορία υπηρεσιών για την κυκλοφορία δεδομένων. Τα πακέτα φωνητικών δεδομένων τοποθετούνται σε διαφορετικές εξόδους στοιχείων στον περιοριστικό σύνδεσμο. Ο αλγόριθμος Weighted Fair Queuing χρησιμοποιείται για την διάταξη των φωνητικών πακέτων δεδομένων προς διαβίβαση μέσω του περιοριστικού συνδέσμου. Ο κατακερματισμός των μεγάλων πακέτων δεδομένων μειώνει το χρόνο αναμονής για τα φωνητικά πακέτα στο σύνδεσμο. Επίσης προτείνουμε ένα νέο μηχανισμό ελέγχου πρόσβασης ο οποίος ονομάζεται Έλεγχος Πρόσβασης μέσω Υπονοούμενης Σήμανσης-ACIS (Admission Control by Implicit Signalling). Αυτός ο μηχανισμός εκμεταλλεύεται το επίπεδο εφαρμογής της σήμανσης μέσω της χαρτογράφησης του στην επικεφαλίδα IP. Ο μηχανισμός δρομολόγησης μπορεί να εξάγει τις συσχετιζόμενες με τους πόρους απαιτήσεις για τη σύνδεση κοιτάζοντας σε διαφορετικά πεδία στην IP επικεφαλίδα του επιπέδου εφαρμογής των πακέτων σήμανσης. Αυτό αποκλείει την ανάγκη για ένα σαφές πρωτόκολλο σήμανσης.

Η εκτίμηση της απόδοσης της αρχιτεκτονικής QoS γίνεται μέσω μιας εξομοιωμένης μελέτης. Οι βασικές μας μονάδες είναι η τερματική καθυστέρηση των φωνητικών πακέτων κατά μήκος του δικτύου προσπέλασης καθώς και το εύρος ζώνης που καταναλώνεται από μια φωνητική κλήση. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι τερματικές καθυστερήσεις των φωνητικών πακέτων στην αρχιτεκτονική του VoIP είναι συγκρίσιμες με αυτές στην αρχιτεκτονική του VoATM. Το ACIS περιορίζει τον αριθμό των φωνητικών κλήσεων που εισέρχονται στην έξτρα τάξη υπηρεσιών και παρέχει εξασφαλισμένες υπηρεσίες σε αυτές τις κλήσεις παρ' όλο το φορτίο. Επίσης παρέχει επιτρεπτές υπηρεσίες σε τακτικές κλήσεις σε συνθήκες μερικού

φόρτου. Επίσης αποδεικνύουμε ότι το PPP προσφέρει τόσο τα πλεονεκτήματα των απαιτήσεων του χαμηλού εύρους ζώνης καθώς και των φωνητικών πακέτων που εναλλάσσονται ανάμεσα στα μέρη των μεγάλων πακέτων δεδομένων κατά τη διάρκεια της αποστολής μέσω του περιοριστικού συνδέσμου. Συμπαιρνούμε ότι η αρχιτεκτονική VoIP θα ήταν κατάλληλη για την μελλοντική ανάπτυξη του VoADSL.

7.5 VOFR (VOICE OVER FRAME RELAY)

Η Τεχνολογία Frame Relay, επιλέγεται λόγω του χαμηλού οικονομικού κόστους, της αξιόπιστης μετάδοσης και της ικανοποιητικής ταχύτητας διασύνδεσης, από πολλούς δικτυακούς φορείς ανά τον κόσμο για την επικοινωνία σε δίκτυα δεδομένων. Προσφέρει δυνατότητα χρήσης PVCs συνδέσεων, στερείται ωστόσο τη δυναμικότητα άλλων πρωτοκόλλων όπως το IP και το ATM στους τομείς της σηματοδοσίας, της διευθυνσιοδότησης και της δρομολόγησης.

Η δυνατότητα μετάδοσης της φωνής πάνω από τα δίκτυα δεδομένων, οδήγησε στη διαμόρφωση της VoFR τεχνολογίας για την εκμετάλλευση της φωνής πάνω από τα δίκτυα δεδομένων, οδήγησε στη διαμόρφωση της VoFR τεχνολογίας για την εκμετάλλευση της ίδιας φυσικής διαδρομής προκειμένου να μεταδοθούν μαζί δεδομένα και φωνή.

Σηματοδοσία : Το βασικό πρόβλημα ήταν μέχρι πρότινος, ο διαφορετικός τρόπος υλοποίησης των μηνυμάτων έναρξης της σηματοδοσίας από τους διαφορετικούς κατασκευαστές, κάτι που οδηγούσε συχνά σε ασυμβατότητες, όταν το δίκτυο αποτελούνταν από συσκευές διαφορετικής εταιρίας κατασκευής. Το Frame Relay Forum είναι το πρότυπο που ήρθε να δημιουργήσει κοινούς κανόνες για εγκαθίδρυση διασύνδεσης, κωδικοποίησης και διαμόρφωσης κανόνων για το VoFR και προτείνεται να υποστηρίζεται από το σύνολο των κατασκευαστών για τη διασφάλιση της επιθυμητής συμβατότητας των FR κόμβων του δικτύου.

Διευθυνσιοδότηση : Υλοποιείται με τη χρήση στατικών πινάκων στους οποίους οι τηλεφωνικοί αριθμοί αντιστοιχούν σε συγκεκριμένα PVCs. Η δρομολόγηση της φωνής εξαρτάται από το πρωτόκολλο δρομολόγησης που χρησιμοποιείται για την εγκαθίδρυση των PVCs, αλλά και από τον Frame Relay εξοπλισμό. Η επιλογή του πρωτοκόλλου γίνεται συνήθως με κριτήρια την αύξηση του Bandwidth utilization. Τα συνήθη σχήματα διασύνδεσης είναι :

1. Full Mesh τοπολογία διαφορετικών PVC κυκλωμάτων φωνής και δεδομένων. Το παραπάνω δίνει τη δυνατότητα για χρήση διαφορετικών QoS τεχνικών σε κάθε περίπτωση και συμπληρωματικά με αποφυγή του tandem switching μειώνει τον αριθμό των διακομιστικών συνδέσεων. Η full mesh τοπολογία, αυξάνει ωστόσο τόσο την πολυπλοκότητα σε περιπτώσεις μεγάλων επικοινωνιακών δικτύων όσο και το οικονομικό κόστος.

2. Χρήση κοινών PVCs φωνής και δεδομένων, μειώνοντας την πολυπλοκότητα, το οικονομικό κόστος και το διαχειριστικό φόρτο. Για την αποφυγή της επιπλέον συμπίεσης και αποσυμπίεσης των πακέτων μπορεί το voice switching να το εκτελεί κάποιος κεντρικός δρομολογητής και όχι το κεντρικό PBX.

Βασικό πρόβλημα στη μεταγωγή της πληροφορίας φωνής χωρίς καθυστερήσεις είναι η ύπαρξη μεγάλου μήκους πακέτων. Το πρότυπο Frame Relay Forum καθορίζει τον

τρόπο κατακερματισμού των μεγάλων FR πακέτων σε μικρότερα. Επιπλέον ζητήματα απόδοσης προτεραιοτήτων για τη μείωση της καθυστέρησης άπτονται μη προτυποποιημένων τεχνικών ανά κατασκευαστή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 :ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΦΩΝΗΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ATM (VoATM)

8.1 ΚΕΝΤΡΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΟΥ Α.Π.Θ

Το κέντρο λειτουργίας και διαχείρισης δικτύου (NOC) σε συνεργασία με το Τηλεπικοινωνιακό κέντρο ISDN παρέχει στους χρήστες του εσωτερικού τηλεφωνικού δικτύου του ΑΠΘ τη δυνατότητα να κάνουν εσωτερικές τηλεφωνικές κλήσεις προς τους συναδέλφους τους στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο και στο Πανεπιστήμιο Κρήτης ,πάνω από το δίκτυο δεδομένων του ΑΠΘ και τα δίκτυα ΕΔΕΤ-GUNET.

Οι κλήσεις θεωρούνται εσωτερικές και δε χρεώνονται .

Η ενοποίηση των δικτύων φωνής και δεδομένων αποτελεί έναν από τους στόχους όσων ασχολούνται με επικοινωνιακά συστήματα .Συγκεκριμένα οι προτάσεις για εναλλακτικούς τρόπους μετάδοσης φωνής πάνω από δίκτυα δεδομένων όπως έχουμε αναφέρει προηγουμένως είναι αρκετές (Voice over IP ,voice over ATM, Voice over Frame relay).

Στα πλαίσια του Ελληνικού Διαπανεπιστημιακού Δικτύου (**GUNET**) ,έχουν ορισθεί διάφορα πιλοτικά προγράμματα που σκοπό έχουν να προσφέρουν τεχνογνωσία μέσω της ενασχόλησης με νέες τεχνολογίες .Στα πλαίσια λοιπόν του πιλοτικού προγράμματος “Διασύνδεση τηλεφωνικών κέντρων πάνω από δίκτυο ATM” διερευνήθηκαν διάφορες τεχνολογικές λύσεις για τη διασύνδεση των τηλεφωνικών κέντρων των Ανώτατων και Τεχνολογικών Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων που συμμετέχουν στο GUNET πάνω από δίκτυο Ασύγχρονου Τρόπου Μεταφοράς(ATM).Τελικά επιλέχθηκε να υλοποιηθεί το **Circuit Emulation Service** (Υπηρεσία Εξομοίωσης Κυκλώματος),για το οποίο υπάρχουν διεθνή πρότυπα(σε αντίθεση με άλλες εναλλακτικές λύσεις) με τα οποία οι κατασκευαστές συμμορφώνονται .

Κατά τη διάρκεια του πιλοτικού επιτεύχθηκαν οι εξής συνδέσεις:

- Σύνδεση με το Παν. Κρήτης, με δυνατότητα ταυτόχρονης μετάδοσης 30 τηλεφωνικών κλήσεων
- Σύνδεση με το Παν. Αιγαίου, με δυνατότητα ταυτόχρονης μετάδοσης 3 τηλεφωνικών κλήσεων
- Σύνδεση με το Παν. Αθηνών, με δυνατότητα ταυτόχρονης μετάδοσης 4 τηλεφωνικών κλήσεων

Η ποιότητα της υπηρεσίας σε όλες τις συνδέσεις ήταν άριστη ,ίδια με την ποιότητα της τηλεφωνικής συνομιλίας που έχουμε στα εσωτερικά τηλεφωνήματα.

Αυτή τη στιγμή η φάση της πειραματικής χρήσης της υπηρεσίας έχει ολοκληρωθεί με επιτυχία . Το Κέντρο Λειτουργίας Δικτύου (NOC)σε συνεργασία με το Τηλεπικοινωνιακό Κέντρο ISDN είναι σε θέση να παρέχει στους χρήστες του τηλεφωνικού δικτύου του ΑΠΘ τη δυνατότητα να κάνουν τηλεφωνικές κλήσεις προς τους συναδέλφους τους που βρίσκονται στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο και στο Πανεπιστήμιο Κρήτης ,μέσω του δικτύου δεδομένων που συνδέει όλα τα Πανεπιστημιακά και ερευνητικά Ιδρύματα της χώρας μας (GRnet).

Η τοπολογία που επιλέχθηκε είναι τοπολογία αστέρα με κέντρο το Πανεπιστήμιο Αθηνών στο οποίο συνδέονται τα άλλα 3 Ιδρύματα: ΑΠΘ, ΕΜΠ και Παν. Κρήτης. Οι συνδέσεις ΕΚΠΑ-ΕΜΠ και ΕΚΠΑ-Παν.Κρήτης έχουν χωρητικότητα μετάδοσης 30 ταυτόχρονων τηλεφωνικών κλήσεων, ενώ η σύνδεση ΕΚΠΑ-ΑΠΘ έχει προς το παρόν χωρητικότητα μετάδοσης 16 ταυτόχρονων τηλεφωνικών κλήσεων.

ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΟ ΠΙΛΟΤΙΚΟ

Εκτός από την τεχνογνωσία που αποκτούν οι τεχνικοί των συνεργαζόμενων ιδρυμάτων ,τα οφέλη είναι και οικονομικά για τα ιδρύματα .Οι χρήστες των τηλεφωνικών δικτύων των Ιδρυμάτων σχηματίζουν πλέον μια «κλειστή ομάδα

χρηστών»(closed user group)και μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους μέσω των διασυνδεδεμένων τηλεφωνικών κέντρων και όχι μέσω των τηλεφωνικών γραμμών του ΟΤΕ, μειώνοντας έτσι τα τηλεπικοινωνιακά τέλη των Ιδρυμάτων.

Ένα ακόμα όφελος αποτελεί η δυνατότητα παροχής στους χρήστες του τηλεφωνικού δικτύου υπηρεσιών πάνω από το δίκτυο του ΟΤΕ. Η “εμβέλεια” αυτών των υπηρεσιών τώρα επεκτείνεται στην επικοινωνία μεταξύ των χρηστών όλων των συνεργαζόμενων Ιδρυμάτων.

Συνεργαζόμενα Ιδρύματα στο Πιλοτικό Voice over ATM

- Πανεπιστήμιο Κρήτης
- Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
- ΤΕΙ Αθηνών
- Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Τεχνικά στοιχεία της Υπηρεσίας

Το **Circuit Emulation Service** είναι πρότυπο του ATM Forum, του διεθνούς οργανισμού που ασχολείται με την προτυποποίηση του ATM. Χρησιμοποιεί το ATM Adaptation Layer 1 (AAL1) για τη μετάδοση δεδομένων που απαιτούν σταθερό ρυθμό μεταφοράς (Constant Bit Rate, CBR). Στην περίπτωση της διασύνδεσης των τηλεφωνικών κέντρων, μπορούμε να πούμε ότι η ATM σύνδεση εξομοιώνει μια μισθωμένη γραμμή μεταξύ των κέντρων.

Στο Circuit Emulation Service, όπως έχουμε αναφέρει στο τέταρτο κεφάλαιο, ορίζονται δύο *υπηρεσίες* ή *τρόποι λειτουργίας*:

- **Unstructured mode**, για τη μετάδοση ενός ολόκληρου "trunk" (E1, 2 Mbps, 30 κανάλια φωνής + σηματοδοσία).
- **Structured mode**, για τη μετάδοση N μεμονομένων καναλιών (DS0, 64 kbps), όπου $0 < N < 30$.

Για να υλοποιηθεί η σύνδεση δύο τηλεφωνικών κέντρων πάνω από το ATM δίκτυο απαιτούνται σε κάθε πλευρά:

- Μια κάρτα ISDN PRI (Primary Rate Interface) στο τηλεφωνικό κέντρο
- Μια κάρτα CES στο ATM switch
- Σύνδεση των δύο καρτών

Κατόπιν πρέπει να κατασκευαστεί ATM Permanent Virtual Circuit (PVC) μεταξύ των ATM switches με τα κατάλληλα χαρακτηριστικά:

- Κατάλληλος τύπος υπηρεσίας: Constant Bit Rate (CBR).
- Κατάλληλο εύρος ζώνης (bandwidth): πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν και το overhead του AAL1.

Η σύνδεση μεταξύ των ATM switches των Ιδρυμάτων έγινε μέσω του ATM δικτύου κορμού του ΕΔΕΤ.



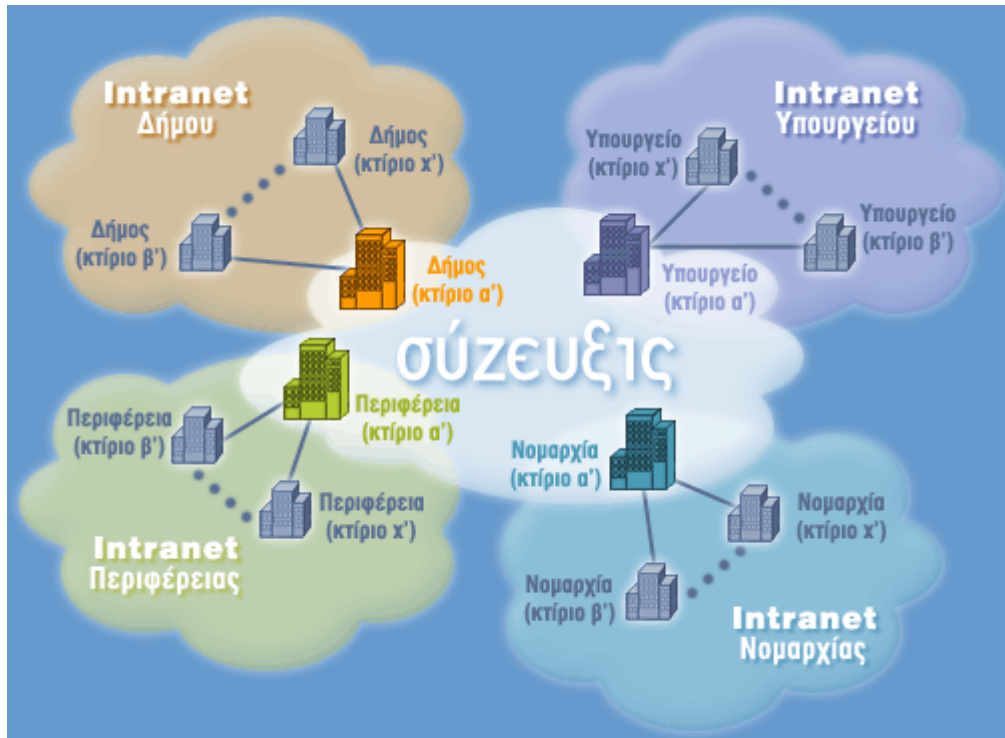
8.2 ΔΙΚΤΥΟ ΣΥΖΕΥΞΙΣ

Το πιλοτικό δίκτυο είναι ένα multiservice δίκτυο το οποίο χρησιμοποιεί:

- Για την τηλεφωνία VoIP μικρούς και μεσαίους κόμβους και για την VoATM μεγάλους.
- Για τη διακίνηση δεδομένων πρωτόκολλο IP
- Και για τη μεταφορά εικόνας πλατφόρμα H.323

Βασικές αρχιτεκτονικές επιλογές του δικτύου είναι :

- Η θεώρηση ενός **σημείου πρόσβασης ανά φορέα στο δίκτυο κορμού του «ΣΥΖΕΥΞΙΣ»**. Η επιλογή αυτή έχει πολλά πλεονεκτήματα. Καταρχήν, το Δίκτυο Δημόσιας Διοίκησης μπορεί να αναπτυχθεί ανεξάρτητα από τα επιμέρους δίκτυα των φορέων, διατηρώντας μόνο μια συμβατή σύνδεση με αυτά, αποφεύγοντας έτσι προβλήματα συντονισμού εργασιών και συμβατότητας τεχνολογιών. Επίσης αποφεύγονται προβλήματα διαχείρισης των δικτύων, μια και υπάρχει σαφής διαχωρισμός τους. Τέλος, η λύση αυτή πλεονεκτεί όσον αφορά την αξιοπιστία και το συνολικό κόστος της όλης αρχιτεκτονικής.
- Η υιοθέτηση των υπηρεσιών του δικτύου κορμού ATM του παροχέα για την υποστήριξη του IP VPN και την ενοποιημένη μετάδοση φωνής, εικόνας και δεδομένων με εγγυημένη Ποιότητα Εξυπηρέτησης. Η αρχιτεκτονική βασίζεται στη δημιουργία ενός IP VPN για τις δημόσιες υπηρεσίες που εξασφαλίζει:
 - ✓ Ανοικτή Αρχιτεκτονική
 - ✓ Ποιότητα Εξυπηρέτησης (Quality of Service)
 - ✓ Ασφάλεια
 - ✓ Ενοποιημένη Διαχείριση



Βασικά χαρακτηριστικά του Δικτύου ΣΥΖΕΥΞΙΣ είναι τα ακόλουθα:

- Υποστηρίζει τη διακίνηση κάθε μορφής πληροφορίας όπως δεδομένων, φωνής και εικόνας πάνω από το ίδιο καλώδιο.
- Είναι Εικονικό Ιδιωτικό Δίκτυο (Virtual Private Network-VPN) και όχι ιδιόκτητο δίκτυο, παρέχει δηλαδή τηλεματικές υπηρεσίες χρησιμοποιώντας υπάρχουσα δημόσια δικτυακή υποδομή τηλεπικοινωνιακού παροχέα.
- Έχει ανοικτή αρχιτεκτονική ώστε να είναι συμβατό με τον υπάρχοντα εξοπλισμό Τηλ.Κέντρων και τοπικών δικτύων (LAN) των φορέων του δημοσίου.
- Στηρίζεται στα πλέον σύγχρονα πρωτόκολλα δικτύων όπως ATM, Frame Relay, IP και παρέχει εγγυημένη Ποιότητα Εξυπηρέτησης (Quality of Service-QoS).
- Η πρόσβαση των φορέων στο δίκτυο γίνεται μέσω της Υπηρεσίας Πρόσβασης. Με αυτήν ο δικτυακός εξοπλισμός πρόσβασης παρέχεται στους φορείς ως υπηρεσία και δεν είναι κυριότητας του δημοσίου.
- Η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών προς το Δημόσιο εξασφαλίζεται με την τήρηση συγκεκριμένου προσυμφωνημένου συμβολαίου παροχής υπηρεσιών (Service Level Agreement-SLA).

Αρχιτεκτονική

Δύο είναι τα βασικά οργανικά τμήματα του Δικτύου Δημόσιας Διοίκησης :

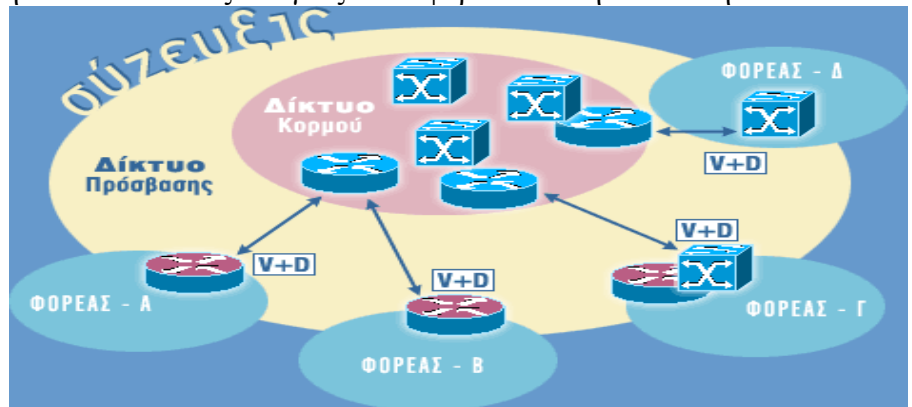
1. Το Δίκτυο κορμού, το οποίο παρέχει δυνατότητες διασύνδεσης των επιμέρους δικτύων των φορέων στη λογική Extranet. Βασικός ρόλος του δικτύου κορμού είναι η δρομολόγηση της κίνησης τόσο μεταξύ των διαφορετικών σημείων πρόσβασης, όσο

και προς / από το Διαδίκτυο (Ιντερνετ). Βασική σχεδιαστική επιλογή για το δίκτυο κορμού του «ΣΥΖΕΥΞΙΣ» είναι η κατασκευή δικτύου πάνω στο ATM δίκτυο κορμού του παροχέα (carrier ATM core network) και η ανάπτυξη ενός IP VPN πάνω από αυτό. Το δίκτυο κορμού του πιλοτικού δικτύου είναι χτισμένο με βάση το δίκτυο ATM του ΟΤΕ. Αποτελείται από τηλεπικοινωνιακούς κόμβους πάνω στους οποίους συνδέονται οι 15 πιλοτικοί φορείς. Οι κόμβοι αυτοί είναι συσκευές υποστήριξης πολλαπλών υπηρεσιών (multiservice switches) οι οποίοι και υλοποιούν ένα IP δίκτυο πάνω από το δημόσιο ATM δίκτυο του ΟΤΕ. Το δίκτυο κορμού του πιλοτικού υποστηρίζει τόσο τη VoIP μετάδοση φωνής όσο και το VoATM με διαβιβαστικό PBX, αλλά επιπλέον και τη δυνατότητα φορέων που χρησιμοποιούν VoIP να επικοινωνούν με φορείς που χρησιμοποιούν VoATM και το αντίθετο.

2. Το Δίκτυο πρόσβασης των φορέων της Δημόσιας Διοίκησης (υπουργείων, νομαρχιών, περιφερειών, κλπ) στο δίκτυο κορμού ΣΥΖΕΥΞΙΣ. Η πρόσβαση ενός φορέα στο δίκτυο κορμού γίνεται μέσα από WAN συνδέσεις που ποικίλουν ανάλογα με τις τηλεπικοινωνιακές ανάγκες κάθε φορέα και τη δυνατότητα παροχής

διασυνδεσιμότητας του παροχέα (carrier) στη γεωγραφική θέση που βρίσκεται αυτός ο φορέας.

Η πρόσβαση στο δίκτυο κορμού μπορεί να γίνεται με όλους τους διαθέσιμους τρόπους και είναι ανεξάρτητη της απόστασης του φορέα από τον εκάστοτε κόμβο πρόσβασης του παροχέα. Αποτελούνται από τα switch ATM και δρομολογητές (routers) εξοπλισμένους με τις απαραίτητες κάρτες φωνής.



Με κριτήρια κυρίως τις επικοινωνιακές τους ανάγκες, τον καταγεγραμμένο όγκο των εξερχόμενων τηλεφωνικών κλήσεων, δευτερεύοντος δε την πληρότητα των υποδομών τους οι φορείς του πιλοτικού δικτύου κατατάχθηκαν σε τρεις κατηγορίες (Μικρός, Μεσαίος, Μεγάλος):

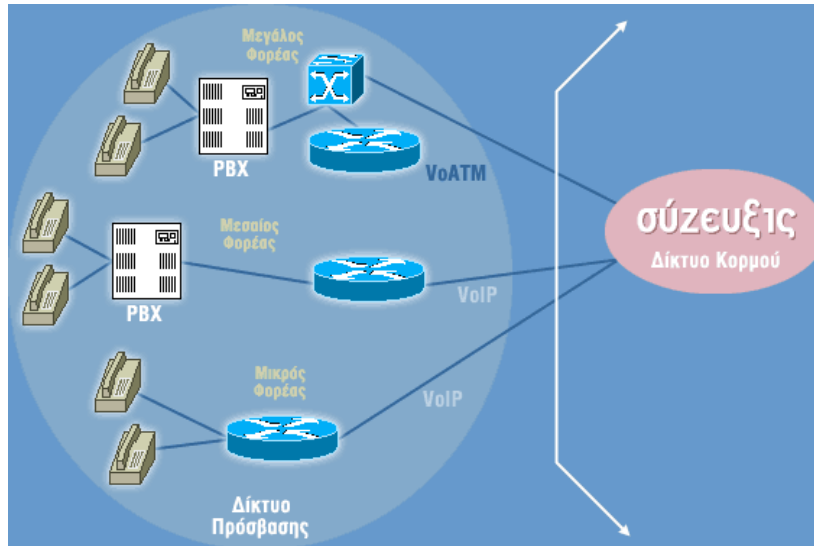
Μικρός φορέας: Μικρός αριθμός υπαλλήλων, μικρές επικοινωνιακές ανάγκες (μέγιστο απαιτούμενο εύρος ζώνης 512Kbps), χωρίς τηλεφωνικό κέντρο.

Μεσαίος φορέας: Μέσος (50-100) αριθμούς υπαλλήλων, μέτριες επικοινωνιακές ανάγκες (μέγιστο απαιτούμενο εύρος ζώνης 2Mbps), μικρό τηλεφωνικό κέντρο

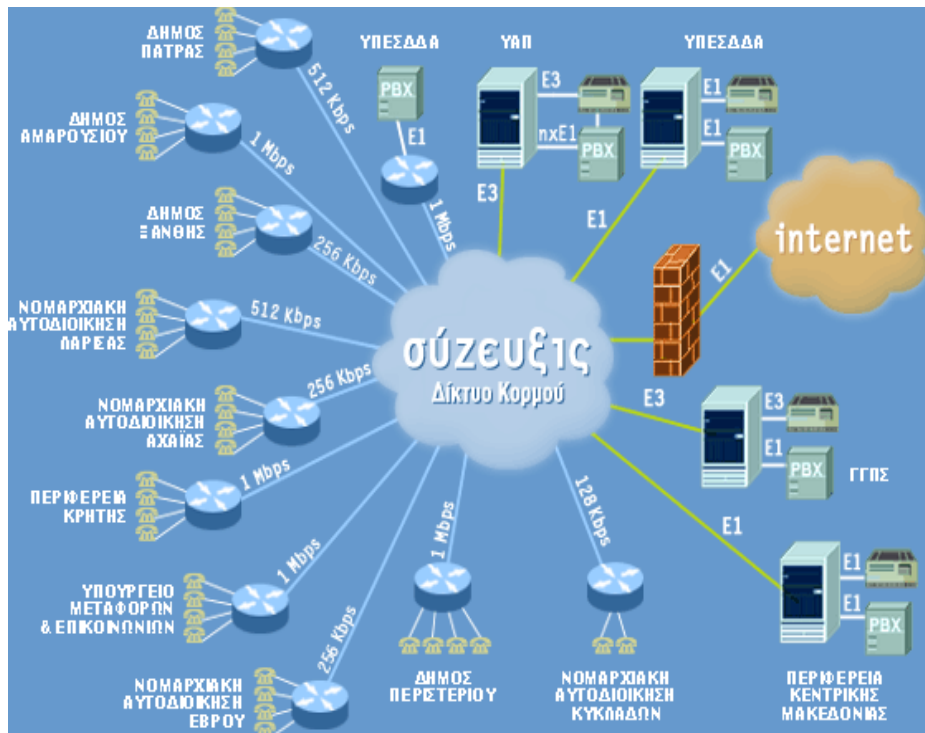
Μεγάλος φορέας: Μεγάλος αριθμός (>100) υπαλλήλων, υψηλές επικοινωνιακές ανάγκες (ελάχιστο απαιτούμενο εύρος ζώνης 2Mbps), ψηφιακό τηλεφωνικό κέντρο.

Συνολικά το πιλοτικό δίκτυο έχει την παρακάτω μορφή:

Από ATM



Η τοπολογία του πιλοτικού έχει ως εξής :



ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

AAL-ATM Adaption Layer

ABR-Available Bit Rate

ADPCM-Adaptive Deferential Pulse Code Modulation

ADSL- Asymmetric Digital Subscriber

ATM- Asynchronous Transfer ModE

B-ICI - Broadband Inter Carrier Interface

B-ISDN -Broadband Intergraded Services Digital Subscriber

BT-Burst Tolerance

CAC-Connection Admission Control

CAS -Channel Associated Signaling

CBR- Constant Bit Rate

CCITT-Consultative Committee On International Telegraphy And Telephony

CCS-Common Channel Signaling

CDV- Cell Delay Variation

CELP- Code Excited Linear Prediction

CES – Circuit Emulation Service

CIP – Classical IP

CLR – Cell Loss Priority

CPS- Common Part Sublayer

CTD - Cell Transfer Delay

CTI – Computer& Telephony Integration

DB-CES - Dynamic Bandwith Circuit Emulation Service

DBU – Dynamic Bandwith Unit

DS-(0,1,2,3) - Digital Signaling (0,1,2,3)

DSL –Digital Subscriber Line
DSS- Dynamic Structure Sizing
DTE – Data Terminal Equipment
HDSL- High Bit Rate Digital Subscriber Line
IETF- Internet Engineering Task Force
IP – Internet Protocol
ITU-T - International Telecommunications Union- Telecommunications Standards Sector
IWFs -Interworking Functions
LANE –LAN Emulation
LD-CELP – Low Delay CELP
MBS - Maximum Burst Size
MCR- Minimum Cell Rate
MPOA – Multiple Protocol Over ATM
NNI – Network Node Interface
NRM – Network Resource Management
OC-n - Optical Carrier (3,12,48,192)
PBX – Private Branch Exchange
PCM – Pulse Code Modulation
PCR- Peak Cell Rate
PRI- Primary Rate Interface
PSTN-Public Switched Network
PVC- Permanent Virtual Connections
QoS- Quality Of Service
RSVP-Resource Reservation Protocol
SAP- Service Access Point
SAR-Segmentation And Reassembly
SCR-Sustainable Cell Rate
SDH- Synchronous Optical Network
SEAL-Simple Efficient Adaptation Layer
SONET-Synchronous Optical Network
SPVC-Soft Permanent Virtual Circuit
SRTS-Synchronous Residual Time Stamping
SSCS – Service Specific Convergence Sublayer
STM-Synchronous Transfer Mode
SVC-Switching Virtual Circuit
UBR-Unspecified Bit Rate
UNI-User Network Interface
UPC/NPC - Usage/Network Parameter Control
VBR-Variable Bit Rate
VBR-RT - Variable Bit Rate –Real Time
VC-Virtual Circuit
VCC-Virtual Circuit Channel
VCI-Virtual Circuit Identifier
VoADSL-Voice Over Asymmetric Digital Subscriber
VoATM-Voice Over ATM
VoFR-Voice Over Frame Relay
VPI – Virtual Path Identifier
VTOAM - Voice And Telephony Over ATM
WFQ- Weighted Fair Queuing
WRED – Weighted Random Early Detection

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. «ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ» TANDEM BAUM S. ANDREW ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΠΑΣΩΤΗΡΙΟΥ-2000 ΕΚΔΟΣΗ 3^η
2. «ATM TRUNKING USING AAL2 FOR NARROWBAND SERVICES-AF-VTOA-0113.000»
ATM FORUM TECHNICAL COMMITTEE, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 1999
3. «SPECIFICATIONS OF DB-CES DYNAMIC BANDWIDTH UTILIZATION-IN 64 KBPS TIME SLOT TRUNKING OVER ATM-USING CES- AF-VTOA-0085.000 » ATM FORUM TECHNICAL COMMITTEE , ΙΟΥΛΙΟΣ 1997
4. «ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ» ANDY BATEMAN ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ , 2000 ΕΚΔΟΣΗ 1^η
5. «ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE(ATM)FUNDAMENTALS» , NORTEL NETWORKS ΑΠΟ ΤΗΝ INTERNATIONAL ENGINEERING CONSORTIUM – IEC [WWW.IEC.ORG]

6.«DEMYSTIFYING ATM/ADSL PART A AND PART B», MICHAEL BUSBY
ΕΚΔΟΣΕΙΣ WORDWARE PUBLISHING, INC.
ISBN: 15562292X

URL

www.lis.upatras.gr

www.cti.gr/gr_v/general

www.iec.org

www.3comco.uk

www.atmforum.com

www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-99/vtoa/index.htm

www.fore.com/products/wp/voicewp.htm

www.gdc.com/inotes/pdf/aal2tut.pdf

www.vivliopolis.gr

www.amazon.com

www.auth.gr

www.gunet.gr

www.eone.gr

www.e-go.gr

www.in.gr

www.altavista.com

www.yahoo.com

www.lycos.gr

www.internet2.com

www.public.com

www.google.com

www.microsoft.com

www.otenet.gr

<http://www.alliancedatacom.com/index.asp>

<http://noc.aua.gr/gunet/services.html>

<http://www.cedpa-k12.org/presentations/cisco-cedpa97/tsld009.htm>

http://www.audiocodes.com/html/products_voip_tp610atm.shtml

<http://www.cs.wvu.edu/~padabala/cpe391.html>