

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
M.I.S.

Τεχνολογίες Δικτύων

Θέμα:
ATM & UMTS integration

Βαλιάζης Θεοφάνης
Θεσσαλονίκη, Ιανουάριος 2001

Πρόλογος

Η εργασία αυτή αποτελεί τη βασική εργασία του μαθήματος «Τεχνολογίες δικτύων» του 2^{ου} εξαμήνου του MIS. Όπως φανερώνει και ο τίτλος, η εργασία διαπραγματεύεται τους τρόπους ενοποίησης (integration) και ταυτόχρονης χρήσης των τεχνολογιών ATM (Asynchronous Transfer Mode) & UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), τα οποία αναφέρονται σε σταθερά και ασύρματα δίκτυα αντίστοιχα. Πρόκειται δηλαδή για τη χρήση της κινητής τηλεπικοινωνίας 3^{ης} γενιάς πάνω από σταθερά δίκτυα που χρησιμοποιούν ATM ώστε να παρέχονται στους χρήστες πλήρεις υπηρεσίες πολυμέσων και δεδομένων, καθώς μόνο τα δίκτυα ATM παρέχουν το απαιτούμενο bandwidth. Για τη διεκπεραίωση της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν άρθρα περιοδικών σχετικών με δίκτυα, βιβλία, και πηγές από το διαδίκτυο, τα οποία αναφέρονται στη βιβλιογραφία.

Περίληψη

Η εργασία αυτή επικεντρώνεται στο θέμα της ενοποίησης (integration) των τεχνολογιών ATM και UMTS, και την παρουσίαση μερικών λύσεων σχετικών με το θέμα. Επίσης, παρουσιάζει μερικές γενικές απόψεις συνδυασμού κινητών και σταθερών ευρυζωνικών δικτύων. Δίνεται μια περίληψη του UMTS ως προτύπου κινητών (ασύρματων), και του ATM/B-ISDN ως προτύπου ευρυζωνικών δικτύων. Παρουσιάζονται συγκεκριμένες απαιτήσεις της ενοποίησης των UMTS και ATM, και μελετάται η ενοποίηση ως προς την αρχιτεκτονική δικτύου, τη μεταφορά (transport) και τη σηματοδότηση (signalling).

Παρουσιάζονται οι βασικές λειτουργίες και υπηρεσίες του UMTS καθώς και του B-ISDN. Προτείνονται τρεις βασικοί τρόποι ενοποίησης: ο «καθαρός ATM», ο «καθαρός B-ISDN», και ο υβριδικός ή μικτός τρόπος. Στη συνέχεια αξιολογούνται οι τρεις αυτοί τρόποι και παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του καθενός.

Ο ATM προκύπτει να είναι μια εφικτή τεχνική για να χρησιμοποιηθεί από το UMTS. Για να ενοποιήσουμε το UMTS με το B-ISDN στο επίπεδο ATM απαιτείται ένας ειδικός UMTS server ώστε να φέρει εις πέρας τις λειτουργίες κινητής επικοινωνίας. Αν η ενοποίηση πραγματοποιηθεί στο επίπεδο B-ISDN τότε δεν χρειάζεται ένας ξεχωριστός server, αλλά πρέπει να υπάρξει μια τροποποίηση στα πρωτόκολλα σηματοδότησης του B-ISDN.

Abstract

This project focuses on the UMTS and B-ISDN integration problems and the solutions to them. It also presents some generic aspects of combining mobile and broadband networks. A general overview is given about UMTS as a mobile and B-ISDN as a broadband network. The UMTS and B-ISDN specific requirements on the integration are represented and the integration is studied from the following points of view: network architecture, transport and signalling.

The UMTS mobility functions and services as well as B-ISDN/ATM transport services are introduced. Three network architecture integration options are presented. They are the "pure ATM", the "pure B-ISDN" and the hybrid solution. Advantages and disadvantages of these three solutions are evaluated.

ATM turns out to be feasible technique to be used in UMTS transport and switching. Integrating UMTS with B-ISDN at the ATM level requires a UMTS specific mobility server to carry out mobile functions. If the integration is performed at the B-ISDN level, a separate mobility server is not needed, but some extensions must be introduced to the B-ISDN signalling protocols.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<i>Πρόλογος</i>	2
<i>Περίληψη</i>	3
<i>Περιεχόμενα</i>	5
Κεφ. 1 – Εισαγωγή	7
- Γενικά.....	7
- Το Umts	7
- Ο Ασύγχρονος Τρόπος Μεταφοράς – ATM.....	10
Κεφ.2 – Απαιτήσεις Από Το Umts	12
- Γενικά.....	12
- Μια Γενική Άποψη Της Ενοποίησης.....	12
- Λειτουργίες Του Umts	13
- Βασικές Λειτουργίες Του Umts	17
- Umts Signalling.....	18
Κεφ.3 – Απαιτήσεις Από Το Δίκτυο ATM/B-Isdn	20
- Γενικά.....	20
- Ο Ασύγχρονος Τρόπος Μεταφοράς (ATM)	20
- Το Επίπεδο Προσαρμογής ATM (ATM Adaptation Layer - AAL)	21
- Υπηρεσίες ATM.....	22
- Τα ATM Πρωτόκολλα.....	23
- Μια Διαρύθμιση Αναφοράς Για Συνδέσεις Umts / ATM.....	24
Κεφ. 4 – Τεχνικές Ενοποίησης	25
- Γενικά.....	25
- Επιλογές Ενοποίησης.....	26
- Η «ATM» Λύση	27
- Η «B-Isdn» Λύση.....	27

- Η Μικτή Λύση.....	28
- Αξιολόγηση Λύσεων.....	29
Κεφ. 5 – Σύνοψη / Συμπεράσματα.....	31
Παράρτημα Α – Συντομογραφίες.....	32
Παράρτημα Β – Βιβλιογραφία / Internet Sites	34

Κεφ. 1 – Εισαγωγή

- Γενικά

Σήμερα, μπορούμε να διακρίνουμε στον τομέα των τηλεπικοινωνιών δυο μεγάλες τάσεις: την ανάπτυξη σταθερών ευρυζωνικών (broadband) δικτύων, και την ανάπτυξη της κινητής τηλεπικοινωνίας 3^{ης} γενιάς. Τα μεν πρώτα, είναι αυτά που θα καλύψουν την ολοένα και αυξανόμενη ζήτηση προσφέροντας μεγάλες ταχύτητες, αξιοπιστία, ποιότητα υπηρεσιών και χαμηλό κόστος. Η δε κινητή τηλεπικοινωνία 3^{ης} γενιάς είναι αυτή που θα καλύψει την ανάγκη για χρήση όλων των δυνατοτήτων που παρέχουν τα σταθερά δίκτυα (μεταφορά φωνής, εικόνας, ήχου, δεδομένων κλπ) εν κινήσει.

Στην κατεύθυνση αυτή επικεντρώθηκαν τα τελευταία χρόνια τα ερευνητικά προγράμματα της βιομηχανίας των τηλεπικοινωνιών. Έτσι, αναπτύχθηκε η τεχνολογία του ασύγχρονου τρόπου μεταφοράς (ATM), ως η τεχνολογία που θα κάνει πραγματικότητα την ύπαρξη των ευρυζωνικών δικτύων ενοποιημένων ψηφιακών υπηρεσιών (B-ISDN). Το B-ISDN είναι το δίκτυο που προτίθεται να ενοποιήσει την παροχή όλων των προσφερόμενων υπηρεσιών μέσα από ένα και μόνο δίκτυο, ενώ στοχεύει και στην παροχή εντελώς νέων υπηρεσιών. Παράλληλα με το B-ISDN αναπτύσσονται καινούργια πρότυπα κινητής τηλεπικοινωνίας 3^{ης} γενιάς. Ένα από αυτά είναι το UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) το οποίο αναμένεται να κάνει πραγματικότητα όλα αυτά που υπόσχεται η 3^η αυτή γενιά.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της ενοποίησης (integration) των δικτύων που θα χρησιμοποιούν το ATM, δηλαδή κυρίως του B-ISDN, και του UMTS.

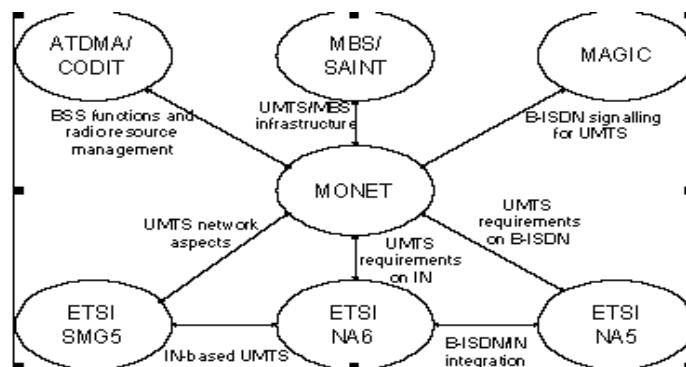
- Το UMTS

Στις μέρες μας, χρησιμοποιούμε ακόμα τα συστήματα κινητής τηλεπικοινωνίας 2^{ης} γενιάς. Τα συστήματα αυτά είχαν αποτελέσει επανάσταση με την εμφάνιση τους, καθώς αποτέλεσαν το πέρασμα από την αναλογική στην ψηφιακή επικοινωνία. Με τη χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας έγινε δυνατό να προσφερθούν νέες δυνατότητες

στους χρήστες, όπως η ανταλλαγή μηνυμάτων, η πρόσβαση στο internet κ.α. δημιουργώντας έτσι προσδοκίες για ακόμα περισσότερες χρήσεις.

Το όραμα αυτό, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι σιγά σιγά εξαντλείται η χωρητικότητα των δικτύων 2^{ης} γενιάς, οδήγησε στη δημιουργία του project IMT 2000 (International Mobile Telecommunication) από τον ITU (International Telecommunications Union), το οποίο παρέχει μια ομάδα προϋποθέσεων τις οποίες πρέπει να πληρεί οποιοδήποτε σύστημα τηλεπικοινωνιών 3^{ης} γενιάς. Μέσα από το πρότυπο αυτό προτάθηκαν διάφορες τεχνολογίες και συστήματα που υπόσχονται να φέρουν εις πέρας τις παραπάνω απαιτήσεις. Ένα από τα συστήματα που κυριάρχησαν είναι το UMTS, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί κυρίως στην Ευρώπη, το οποίο υπόσχεται την παροχή υπηρεσιών σε ταχύτητες έως και 2Mbps, με παγκόσμια ή τουλάχιστον πανευρωπαϊκή κάλυψη.

Σήμερα η ανάπτυξη του UMTS γίνεται κυρίως από οργανισμούς έρευνας και τυποποίησης, που βασίζονται στα αποτελέσματα των αρχικών ερευνητικών προγραμμάτων που είχαν χρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Τα προγράμματα αυτά ήταν το RACE/MONET (Research into Advanced Communications in Europe / Mobile Network) και στη συνέχεια ακολούθησε το ACTS (Advanced Communication Technologies and Services). Η προοδευτική μετάβαση από τη 2^η στην 3^η γενιά είχε προγραμματιστεί για τις αρχές του 21^{ου} αιώνα, και πράγματι οι πρώτες άδειες ανάπτυξης συστημάτων 3^{ης} γενιάς έχουν ήδη αρχίσει να δίνονται. Η ανάπτυξη και προτυποποίηση ενός τέτοιου συστήματος είναι μια πολύπλοκη διαδικασία, που απαιτεί ένα μεγάλο εύρος ικανοτήτων και εξειδίκευσης. Το παρακάτω σχήμα δείχνει τη σχέση μεταξύ των μεγάλων ερευνητικών προγραμμάτων και των αντίστοιχων οργανισμών τυποποίησης: [Βιβλιογραφία 3]



Όπως είπαμε, το UMTS θα είναι το διάδοχο σύστημα κινητών τηλεπικοινωνιών στην Ευρώπη. Θα προσφέρει μεγαλύτερο εύρος ζώνης από τους προκατόχους του, και αναμένεται να καλύψει τις ανάγκες όλων των ειδών των χρηστών, από τον πιο απλό χρήστη που απαιτεί μια απλή τηλεφωνική συνομιλία μέχρι τον πιο απαιτητικό που απαιτεί διάφορες εξειδικευμένες εφαρμογές, όπως η real time μεταφορά εικόνας κλπ. Το εύρος αυτό θα κυμαίνεται περίπου από 144 Kbps όταν η συσκευή βρίσκεται σε πλήρη κίνηση, μέχρι τα 2 Mbps και οι υπηρεσίες θα παρέχονται ανεξάρτητα από την φυσική θέση του χρήστη που τις ζητά. Πιστεύεται πως το UMTS θα παρέχει τη μέγιστη δυνατή παγκόσμια κάλυψη, πράγμα βασικό καθώς σήμερα υπάρχουν πολλών ειδών δίκτυα τηλεπικοινωνιών τα οποία δεν είναι συμβατά μεταξύ τους, περιορίζοντας έτσι σημαντικά τους χρήστες. Ακόμα και αν στο σημείο που βρίσκεται ο χρήστης δεν υπάρχουν προσβάσιμες κυψέλες εκπομπής, η κλήση θα μπορεί να πραγματοποιείται μέσω δορυφόρου. Γενικά, πιστεύεται ότι με το UMTS θα γίνει πραγματικότητα το όραμα της ύπαρξης ενός ενιαίου συστήματος τηλεπικοινωνιών, που θα περιλαμβάνει όλους τους χρήστες, είτε ενσύρματους είτε ασύρματους. [Βιβλιογραφία 3]

Για να γίνουν όλα τα παραπάνω πραγματικότητα θα πρέπει τουλάχιστον:

- ◆ Να προβλεφθεί μια ενιαία παρουσίαση των υπηρεσιών τόσο στο ενσύρματο όσο και στο ασύρματο περιβάλλον
- ◆ Να αναπτυχθεί κινητή τεχνολογία που να υποστηρίζει όλες αυτές τις υπηρεσίες και εφαρμογές
- ◆ Να υπάρχει το απαραίτητο εύρος ζώνης ώστε να υπάρχει και ποιότητα υπηρεσιών
- ◆ Να υπάρξει προτυποποίηση ώστε να γίνει δυνατή η παγκόσμια περιαγωγή (roaming). [Βιβλιογραφία 14]

Με το UMTS να εκμεταλλεύεται πλήρως την δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί ως ενοποιημένο στοιχείο του B-ISDN, οι τηλεπικοινωνίες θα κάνουν ένα μεγάλο βήμα προς τον σκοπό αυτόν του ενιαίου τηλεπικοινωνιακού συστήματος, που θα χρησιμοποιείται ταυτόχρονα τόσο από τα σταθερά όσο και από τα κινητά τερματικά. Παράλληλα, το UMTS θα μπορεί να λειτουργήσει και σαν ανεξάρτητο δίκτυο

κινητής τηλεπικοινωνίας αν χρειαστεί.

Συνοψίζοντας, παρακάτω βλέπουμε τα επιθυμητά χαρακτηριστικά ενός συστήματος 3^{ης} γενιάς:

- ◆ Υποστήριξη μετάδοσης μέχρι και 2 Mbps
- ◆ Υποστήριξη ευρείας κάλυψης, μέσω της ενοποίησης με το B-ISDN χρησιμοποιώντας ATM
- ◆ Υποστήριξη μεγάλου εύρους υπηρεσιών, που να είναι προσαρμόσιμες ανάλογα με τις απαιτήσεις του χρήστη
- ◆ Ποιότητα υπηρεσιών ανάλογη με αυτή των σταθερών δικτύων
- ◆ Να μπορεί να είναι ένα ανοιχτό σύστημα στην ανάπτυξη νέων εφαρμογών
- ◆ Υποστήριξη όλων των υπηρεσιών που ήδη προσφέρονται από τα δίκτυα 2^{ης} γενιάς [Βιβλιογραφία 16]

- Ο Ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς – ATM

Όπως προαναφέρθηκε, η ανάγκη για τηλεπικοινωνίες ευρείας ζώνης στα σταθερά δίκτυα οδήγησε στην ανάπτυξη μιας νέας τεχνικής μετάδοσης, η οποία ονομάστηκε Ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς (ATM). Η τεχνολογία αυτή θα προσθέσει ευελιξία και απόδοση στα υπάρχοντα συστήματα. Θα ενοποιήσει τη μετάδοση όλων των ειδών των δεδομένων σε ένα και μόνο δίκτυο το οποίο καλείται B-ISDN (Broadband Integrated Services Digital Network). [Βιβλιογραφία 1]

Ο ATM αναπτύσσεται κυρίως από δυο οργανισμούς, τον ITU-T και το ATM forum. Ο πρώτος (International Telecommunications Union – Telecommunication standardization sector) αποτελεί τον παγκόσμιο οργανισμό προτυποποίησης τηλεπικοινωνιών του οργανισμού ηνωμένων εθνών. Το ATM forum είναι ένας οργανισμός που ξεκίνησε κυρίως από τους κατασκευαστές με σκοπό την έρευνα και την προτυποποίηση του ATM. Ο ETSI (European Telecommunications Standards Institute) έχει υιοθετήσει μια πολιτική ανάπτυξης προτύπων ATM συμβατών με αυτά

του ITU-T. [Βιβλιογραφία 1]

Υπάρχουν πολλά πράγματα που θα μπορούσαν να γραφτούν για τον ATM αλλά αυτό ξεφεύγει από τους σκοπούς αυτής της εργασίας. Έτσι, στο αντίστοιχο κεφάλαιο θα αναπτυχθούν μόνο τα βασικά χαρακτηριστικά του, καθώς και οι απαιτήσεις που έχει σχετικά με την ενοποίησή του με το UMTS. [Βιβλιογραφία 13]

Κεφ.2 – Απαιτήσεις από το UMTS

- Γενικά

Το κεφάλαιο αυτό παρουσιάζει το UMTS ως ένα σύστημα κινητής τηλεπικοινωνίας 3^{ης} γενιάς και παρουσιάζει τις απαιτήσεις που επιβάλλονται από το δίκτυο ως προς την ενοποίηση του με το ATM/B-ISDN. Το UMTS πρέπει να εκτελεί δυο λειτουργίες: να υποστηρίξει όλες τις λειτουργίες που οι χρήστες απολαμβάνουν και σήμερα, και να προσφέρει τη δυνατότητα ανάπτυξης και επιπλέον λειτουργιών που ίσως ακόμα και να μην έχουν καθοριστεί ακόμα. Το UMTS είναι ένα σύστημα που εκμεταλλεύεται τη συχνότητα των 2 GHz και θα χρησιμοποιήσει την τελευταία λέξη της τεχνολογίας ώστε να υποστηρίξει τη δυνατότητα παγκόσμιας περιαγωγής (roaming), και να προσφέρει πλήρεις υπηρεσίες πολυμέσων που απαιτούν ταχύτητες ακόμα και 2 Mbps. [Βιβλιογραφία 3]

Από τη στιγμή που το UMTS τεθεί σε λειτουργία, ο ATM θα είναι η τεχνική μετάδοση. Άρα το UMTS θα πρέπει να υποστηρίξει μετάδοση ATM κυψελίδων προς τον χρήστη. Αυτό θα δώσει τη δυνατότητα στις εταιρίες να προσφέρουν υπηρεσίες ευρείας ζώνης στους χρήστες ανεξάρτητα από το αν αυτοί είναι συνδεδεμένοι σε σταθερό ή κινητό δίκτυο. Προσοχή πρέπει να δοθεί επίσης και στη συμβατότητα του UMTS με τα σταθερά δίκτυα. [Βιβλιογραφία 6]

- Μια γενική άποψη της ενοποίησης

Γενικά, μπορούμε να ορίσουμε 4 βασικούς τομείς ενοποίησης, όπως αυτοί καθορίστηκαν από το MONET project:

- ◆ **Ενοποίηση υπηρεσιών:** Οι υπηρεσίες που θα παρέχονται στους χρήστες πρέπει να είναι κοινές για τους χρήστες των σταθερών και των κινητών δικτύων.
- ◆ **Ενοποίηση υποδομής:** Όλη η υποδομή μεταγωγής και μεταφοράς μεταξύ UMTS και B-ISDN πρέπει να είναι κοινόχρηστη ανάμεσα στα δυο συστήματα.

- ◆ **Λειτουργική ενοποίηση:** Οι λειτουργικές οντότητες του σταθερού δικτύου πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο προσβάσιμες στο UMTS
- ◆ **Ενοποίηση πρωτοκόλλων:** Τα πρωτόκολλα του σταθερού δικτύου πρέπει να υποστηρίζουν τη μεταφορά δεδομένων και τη σηματοδότηση (signalling) στο UMTS

Η μελέτη της ενοποίησης θα γίνει λοιπόν πάνω σε αυτούς τους τομείς, για τους οποίους θα παρουσιαστούν και αντίστοιχες λύσεις. [Βιβλιογραφία 10]

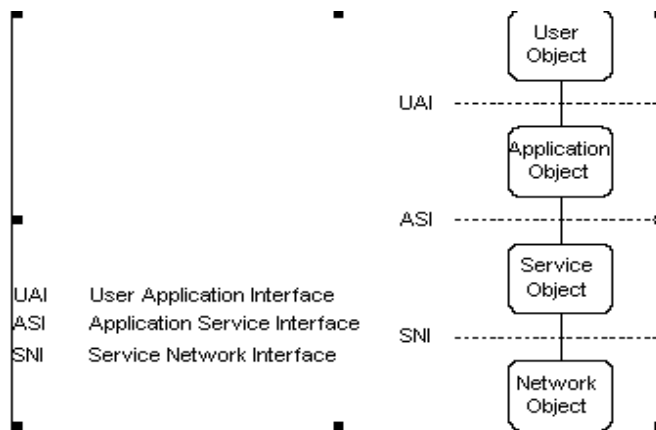
- Λειτουργίες του UMTS

Παρ'όλο που το UMTS μπορεί να προσφέρει παρόμοιες υπηρεσίες με το B-ISDN, αυτό είναι δύσκολο να συμβεί γιατί το UMTS θα προσφέρει εύρος ζώνης (bandwidth) μέχρι περίπου 2 Mbps, αν όχι λιγότερο.

Το UMTS Service Provision Model είναι η βάση για το σχεδιασμό ενός ανοιχτού συστήματος. Είναι ένα στρωματοποιημένο μοντέλο (layered model) που αποτελείται από 4 διαφορετικά αντικείμενα, μεταξύ των οποίων υπάρχουν 3 μέσα αλληλεπίδρασης. Τα αντικείμενα αυτά είναι:

- ◆ **Το αντικείμενο Χρήστης:** αναπαριστά το πρόσωπο που εμπλέκεται ως ο τελικός χρήστης
- ◆ **Το αντικείμενο Εφαρμογή:** κάνει χρήση από τις υπηρεσίες που προσφέρει το UMTS και τις αξιοποιεί ή χτίζει επάνω τους νέες εφαρμογές.
- ◆ **Το αντικείμενο Υπηρεσία:** είναι μια συλλογή λειτουργιών που προάγουν τις υπηρεσίες του δικτύου και τις παρέχουν στους χρήστες και τις εφαρμογές
- ◆ **Το αντικείμενο Δίκτυο:** παρέχει τις υπηρεσίες του δικτύου πάνω στην υφιστάμενη υποδομή [Βιβλιογραφία 7]

Το μοντέλο παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα, μαζί με τα 3 μέσα αλληλεπίδρασης:



[Βιβλιογραφία 15]

Στο Application Service Interface (ASI) καθορίζονται τα στοιχεία των υπηρεσιών του UMTS. Αυτά αναπαριστούν πληροφορίες υπηρεσίας – χρήστη στο σύστημα που βρίσκεται κάτω από το ASI καθώς και στις εφαρμογές που βρίσκονται πάνω από αυτό. Τα στοιχεία αυτά είναι:

- ◆ **Ήχος:** παρέχει τη δυνατότητα μετάδοσης φωνής ή οποιουδήποτε άλλου ήχου
- ◆ **Εικόνα:** παρέχει εικόνα που ανταποκρίνεται σε διάφορα γενικά standards
- ◆ **Δεδομένα:** παρέχει κείμενο, εκτελέσιμα προγραμμάτων, κώδικα κ.α.

Αντιθέτως, οι υπηρεσίες Δικτύου καθορίζονται στο Service Network Interface (SNI) και παρέχουν πληροφορία δυνατότητας μεταφοράς μεταξύ δύο σημείων πρόσβασης του δικτύου. Οι υπηρεσίες Δικτύου είναι:

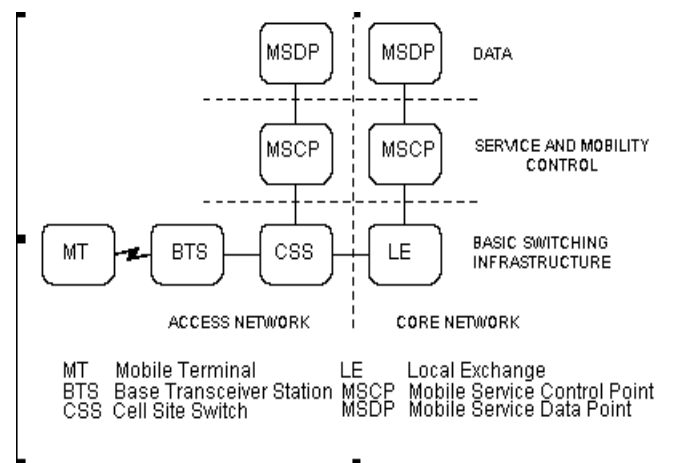
- ◆ **Ισόχρονη μεταφορά σταθερού bit rate**
- ◆ **Ισόχρονη μεταφορά μεταβλητού bit rate**
- ◆ **Μεταφορά πακέτων με σύνδεση**
- ◆ **Μεταφορά πακέτων χωρίς σύνδεση**
- ◆ **Διαχείριση υπηρεσιών Χρήστη**

Οι υπηρεσίες δικτύου απαιτούν από το B-ISDN να τις υποστηρίξει στο επίπεδο

μεταφοράς. Οι περιορισμοί εύρους ζώνης απαιτούν αποδοτική κωδικοποίηση. Για κλήσεις μεταξύ σταθερών και κινητών τερματικών πρέπει να γίνεται μετακωδικοποίηση (transcoding) ώστε να γίνεται δυνατή η επικοινωνία. Έτσι, ακόμα και αν οι δυο σταθμοί επικοινωνίας χρησιμοποιούν διαφορετικούς κώδικες, οι υπηρεσίες και η αρχιτεκτονική των υπηρεσιών μπορεί να είναι η ίδια. [Βιβλιογραφία 10]

- Αρχιτεκτονικές UMTS

Οι αρχιτεκτονικές του UMTS καθορίζονται με βάση μια top-down προσέγγιση. Η λειτουργική αρχιτεκτονική αναπαριστά την πιο γενική διαμόρφωση του UMTS και είναι ανεξάρτητη από θέματα εφαρμογής. Αυτό δίνει στους κατασκευαστές τη δυνατότητα να σχεδιάσουν τις δικές τους αρχιτεκτονικές και εξοπλισμό λαμβάνοντας υπόψη κριτήρια όπως η ενοποίηση, η ελαχιστοποίηση του αριθμού των μέσων αλληλεπίδρασης, η απόδοση κλπ. Η αρχιτεκτονική του δικτύου και οι οντότητες παρουσιάζονται στο επόμενο σχήμα που παρουσιάζει το πιο γενικό σύνολο λειτουργικών οντοτήτων και των μέσων που μπορούν να υπάρχουν σε μια πλήρη ενοποίηση δικτύου. [Βιβλιογραφία 7]



Μέσα στο πλαίσιο της αρχιτεκτονικής δικτύου υπάρχει ένας κάθετος διαχωρισμός μεταξύ του δικτύου πρόσβασης, που είναι το UMTS, και του κεντρικού δικτύου, που είναι κοινό με τη σταθερή επικοινωνία. Υπάρχει επίσης ένας οριζόντιος διαχωρισμός μεταξύ βασικών λειτουργιών μεταγωγής και λειτουργιών ελέγχου πληροφοριών. Το επίπεδο δεδομένων εμφανίζεται χωρισμένο στο σχήμα αυτό, αλλά πιθανότατα θα

συγχωνευθεί στο επίπεδο ελέγχου υπηρεσιών.

Βλέπουμε ότι το κινητό τερματικό (Mobile terminal – MT) πραγματοποιεί μια σύνδεση με ένα διαθέσιμο δίκτυο τηλεπικοινωνιών. Ο σταθμός βάσης (Base transceiver station – BTS) ρυθμίζει, διατηρεί, και απελευθερώνει μια σύνδεση σε συνεργασία με το MT. Ο μεταγωγέας κυψελίδας (Cell site switch – CSS) είναι ένας βασικός κόμβος μεταγωγής στο δίκτυο πρόσβασης. Το σημείο ελέγχου υπηρεσιών (Mobility and service control point – MSCP) περιλαμβάνει τις λειτουργίες που χρειάζονται για να ελεγχθούν διάφορες διαδικασίες σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Μπορεί να αποκτήσει πρόσβαση, να τροποποιήσει ή ακόμα και να διαγράψει κάποιο Mobility service data point (MSDP). Το MSDP μπορεί να θεωρηθεί ως ένας κόμβος μέσα στην UMTS Distributed data base (DDB), η οποία αποθηκεύει πληροφορίες σχετικές με την τοποθεσία, τον χρήστη, το τερματικό κλπ. [Βιβλιογραφία 16]

Το δίκτυο UMTS αποτελείται από τρία υπο-δίκτυα:

- ◆ **Το δίκτυο πρόσβασης:** (Access network) παρέχει τις βασικές λειτουργίες μετάδοσης που απαιτεί το κινητό τερματικό για να αποκτήσει πρόσβαση σε ένα σταθερό δίκτυο, μέσω ενός μέσου εκπομπής. Περιέχει επίσης μέσα αλληλεπίδρασης με το κεντρικό δίκτυο (core network) και το δίκτυο ελέγχου (Mobility control network).
- ◆ **Το κεντρικό δίκτυο:** (Core network) υποστηρίζει το UMTS με πόρους του σταθερού δικτύου. Αποτελείται από κόμβους μεταγωγής του B-ISDN και από τα συστήματα μετάδοσης.
- ◆ **Το δίκτυο ελέγχου:** (Service and mobility control network) περιέχει υψηλού επιπέδου λειτουργίες ελέγχου και διαχείρισης, όπως για παράδειγμα η εναλλαγή (handover)

Το δίκτυο UMTS μπορεί να χωριστεί επίσης σε βασικό δίκτυο (backbone) και σε κινητό δίκτυο. Η έννοια του βασικού δικτύου περιλαμβάνει το κεντρικό δίκτυο (core network) και μέρος του δικτύου ελέγχου που αφορά το κεντρικό δίκτυο. Το κινητό δίκτυο περιλαμβάνει όλα τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του UMTS.

Μερικές απαιτήσεις υποδομής πρέπει να ικανοποιούνται και από το B-ISDN. Π.χ.:

- ◆ **Σχεδιασμός και διαχείριση δικτύου:** πρέπει να παρέχεται επαρκής χώρος μετάδοσης στο UMTS, ώστε να βελτιστοποιηθεί η χρήση της υποδομής του δικτύου
- ◆ **Σχεδιασμός ενοποιημένης μετάδοσης:** Η χρήση του ATM δεν πρέπει να θέτει περιορισμούς σε θέματα μετάδοσης
- ◆ **Υποστήριξη handover και macro diversity:** Η υποδομή του B-ISDN πρέπει να υποστηρίζει λειτουργίες του κινητού δικτύου [Βιβλιογραφία 10]

- Βασικές λειτουργίες του UMTS

Εδώ θα παρουσιαστούν απλώς μερικές από τις λειτουργίες που πραγματοποιεί το UMTS ώστε να γίνει εφικτή μια σύνδεση. Δε θα αναλυθούν σε βάθος οι λειτουργίες αυτές γιατί κάτι τέτοιο ξεφεύγει από τον σκοπό της εργασίας:

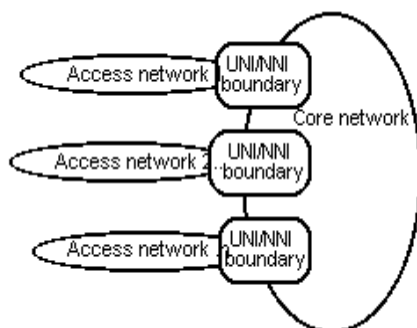
- ◆ **Handover (Εναλλαγή σταθμών βάσης):** Τα MT επιτυγχάνουν τη σύνδεσή τους με το δίκτυο μέσω των σταθμών βάσης (BTS's). Για να διατηρηθεί μια κλήση όταν το τερματικό είναι σε κίνηση, τότε πρέπει να γίνει handover σε κάποιον άλλο σταθμό βάσης, και κατ' ακολουθία το δίκτυο πρέπει να δρομολογήσει τη σύνδεση μέσω αυτού του BTS. Υπάρχουν διάφοροι τύποι handover ανάλογα με την απαιτούμενη ποιότητα υπηρεσίας (QoS), αλλά όπως είπαμε δεν θα αναλυθούν.
- ◆ **Macro diversity:** Λέγοντας Macro diversity εννοούμε τον ορισμό από το δίκτυο αρκετών διαδρομών μεταγωγής των κυψελίδων. Έτσι βελτιώνεται η απόδοση του δικτύου καθώς οι κυψελίδες μπορούν να δρομολογηθούν από διάφορες οδούς από και προς το τερματικό, και να φτάσουν συνεπώς συντομότερα. Παράλληλα, αυξάνεται και η αξιοπιστία αφού αν μια κυψελίδα δεν μπορεί να φτάσει στον προορισμό της μέσω ενός δρόμου, μπορεί να δρομολογηθεί από κάπου αλλού.

[Βιβλιογραφία 15]

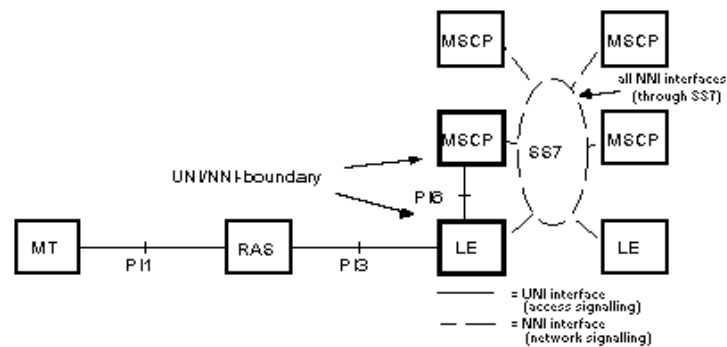
- UMTS Signalling

Ένα ιδεώδες σενάριο ενοποίησης θα ήταν η πλήρης ενοποίηση των πρωτοκόλλων. Ένα σενάριο ελάχιστου επιπέδου ενοποίησης, η επανάληψη των λειτουργιών και πρωτοκόλλων του B-ISDN, θεωρεί τις λειτουργίες και τα πρωτόκολλα αυτά ως ένα υποσύνολο των πρωτοκόλλων του UMTS. Το signalling του UMTS χωρίζεται σε πρόσβασης (Access signalling) και δικτύου (Network signalling). Στην αρχιτεκτονική των πρωτοκόλλων του B-ISDN υπάρχει σαφής διαχωρισμός μεταξύ της σηματοδοσίας (signalling) στο μέσο αλληλεπίδρασης χρήστη – δικτύου (User network interface - UNI) και της σηματοδοσίας εντός του δικτύου (Network node interface – NNI).

Το UMTS μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από ένα σύνολο δικτύων πρόσβασης (Access networks) τα οποία είναι συνδεδεμένα σε ένα παγκόσμιο κεντρικό δίκτυο (Core network). Το δίκτυο πρόσβασης είναι αυτό το τμήμα του UMTS όπου χρησιμοποιείται το signalling. Το Network signalling χρησιμοποιείται στο κεντρικό δίκτυο. Αυτό φαίνεται στο παρακάτω σχήμα: [Βιβλιογραφία 5]



Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η αρχιτεκτονική του UMTS. Μεταξύ του LE και του MSCP υπάρχει ένα NNI για signalling, αλλά παράλληλα υπάρχει ένα UNI για signalling μεταξύ του MT ή του RAS και του MSCP. Το NNI ορίζεται ως το μέσο μεταξύ όλων των οντοτήτων και του signalling network. Επομένως, το network signalling απλά σηματοδοτεί το NNI:



Τέλος, παρακάτω βλέπουμε συνοπτικά μερικές απαιτήσεις που προκύπτουν, και πρέπει να ικανοποιηθούν από τα πρωτόκολλα του B-ISDN:

- ◆ **Μηχανισμοί διεύθυνσης στο B-ISDN UNI:** Για να δρομολογηθούν σωστά τα μηνύματα τις σηματοδοσίας προς τον σωστό CSS (Cell site switch), BTS, MT και χρήστη.
- ◆ **Το B-ISDN UNI πρέπει να υποστηρίζει και σηματοδοσία εκτός κλήσεων:** ως μια ικανότητα δρομολόγησης νοητών κυκλωμάτων
- ◆ **Διαφορετική σηματοδοσία CC (Call control) και BC (Bearer control):** Ο απαραίτητος διαχωρισμός μεταξύ κλήσης και σύνδεσης πρέπει να προκαλεί διαφορετικά CC και BC μηνύματα στα πρωτόκολλα σηματοδοσίας.
- ◆ **Το Signalling network layer στο B-UNI πρέπει να υποστηρίζει UMTS απαιτήσεις σηματοδοσίας**
- ◆ **Επέκταση του Q.2931:** Για να υποστηριχθούν οι απαιτήσεις σηματοδοσίας του UMTS στο B-UNI, οι δυνατότητες που παρέχονται από το Q.2931 πρέπει να επεκταθούν ώστε να επιτρέπει την ανταλλαγή σημάτων μεταξύ του Access network και του Core network. [Βιβλιογραφία 10]

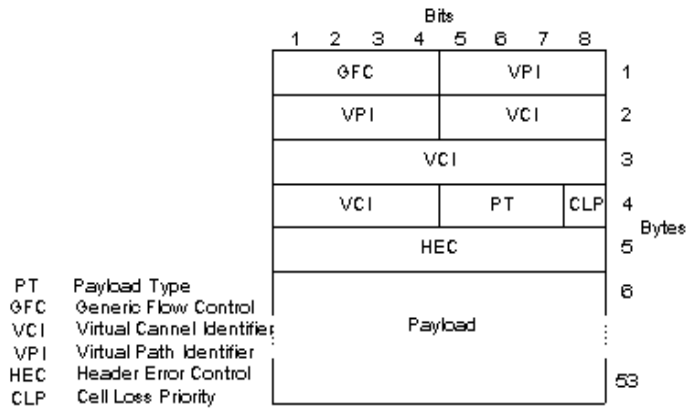
Κεφ.3 – Απαιτήσεις από το δίκτυο ATM/B-ISDN

- Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό δίνεται ένα υπόβαθρο από ευρυζωνικές τεχνικές που επιτρέπουν την ενοποίηση με το κινητό δίκτυο. Οι εταιρίες υπολογιστών και τηλεπικοινωνιών προχωρούν στην ανάπτυξη μιας και μόνο τεχνολογίας επικοινωνίας στο σταθερό δίκτυο. Ο ασύγχρονος αυτός τρόπος μεταφοράς αρχικά είχε σχεδιαστεί για να πραγματοποιηθεί το B-ISDN. Ο ATM επιτρέπει αόρατη ενοποίηση και αλληλεπίδραση με τοπικά και ευρείας περιοχής δίκτυα. Το B-ISDN είχε αρχικά σχεδιαστεί ως η επέκταση του ISDN ώστε να παρέχει υπηρεσίες ευρείας ζώνης ταυτόχρονα με τις παραδοσιακές ISDN υπηρεσίες. Θα υποστηρίζει υπηρεσίες τόσο σταθερού όσο και μεταβλητού bit rate, μεταφορά δεδομένων, φωνής εικόνας καθώς και υπηρεσίες πολυμέσων. Το μέλλον του αναμένεται να είναι ένα παγκόσμιο δίκτυο που θα υποστηρίζει διάφορες υπηρεσίες αλλά και κατηγορίες πελατών. Για να αξιοποιήσει τον ATM, χρειάζονται διάφορα επίπεδα προσαρμογής ATM (ATM adaptation layers). Τέλος, η ανάπτυξη του B-ISDN μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως βάση για την ανάπτυξη μεγάλων ιδιωτικών δικτύων. [Βιβλιογραφία 13]

- Ο Ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς (ATM)

Ο ATM είναι ένας τρόπος μεταφοράς κυψελίδων δεδομένων, σταθερού μήκους κυψελίδας, και βασίζεται στην ασύγχρονη πολυπλεξία. Η κυψελίδα ATM, μήκους 53 bytes, αποτελείται από μια επικεφαλίδα 5 bytes και ένα φορτίο δεδομένων μήκους 48 bytes. Τα πακέτα δρομολογούνται από τους κόμβους μεταγωγής (switches) σύμφωνα με τους Virtual channel identifiers (VCI) και τους Virtual path identifiers (VPI) που υπάρχουν στην επικεφαλίδα. Ένα VP μπορεί να περιέχει μια ομάδα VC. Το virtual channel εγγυάται την συνέπεια της σειράς των κυψελίδων. Η επικεφαλίδα της κυψελίδας προστατεύεται με έλεγχο σφάλματος, αλλά δεν συμβαίνει το ίδιο και με το περιεχόμενο. Μια κυψελίδα ATM φαίνεται στο παρακάτω σχήμα: [Βιβλιογραφία 1]



Το signalling και οι πληροφορίες χρήστη μεταφέρονται σε διαφορετικά virtual channels. Η σύνδεση μπορεί να είναι μόνιμη, ημιμόνιμη ή μεταγώγιμη (switched). Για κάθε κυψελίδα ένας μεταδότης αλλάζει τις τιμές του VCI και του VPI στην επικεφαλίδα για τον επόμενο μεταδότη και δρομολογεί έτσι την κυψελίδα στην έξοδο. [Βιβλιογραφία 14]

- Το επίπεδο προσαρμογής ATM (ATM adaptation layer - AAL)

Ο σκοπός του επιπέδου προσαρμογής ATM είναι να εκτελεί όλες τις λειτουργίες που απαιτούνται για την προσαρμογή των δυνατοτήτων που παρέχονται από το επίπεδο ATM στις ανάγκες των ανώτερων επιπέδων. Καταγράφει πληροφορίες σχετικές με τον χρήστη σε κυψελίδες ATM και μπορεί να παρέχει έλεγχο σφαλμάτων. Ο ITU έχει ορίσει 4 κλάσεις υπηρεσιών, ανάλογα με κάποιες βασικές παραμέτρους. Τόσο οι παράμετροι όσο και οι κλάσεις υπηρεσιών παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα: [Βιβλιογραφία 14]

Service	Class A	Class B	Class C	Class D
Timing between source and destination	Required		Not required	
Bit rate	Constant	Variable		
Connection mode	Connection oriented			Connectionless

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

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

Το επίπεδο προσαρμογής ATM χωρίζεται σε δυο υποεπίπεδα:

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

[Βιβλιογραφία 1]

- Υπηρεσίες ATM

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

- ◆ **Constant bit rate (CBR) :** Κάνει κυρίως χρήση του AAL1
- ◆ **Variable Bit Rate, real time (VBR RT) :** Κάνει κυρίως χρήση του AAL2

- ◆ **Variable Bit Rate, non real time (VBR NRT)** : Είναι κατάλληλο για AAL2, 3 / 4 , 5
- ◆ **Available Bit Rate (ABR)** : Είναι κατάλληλο για όλες τις εφαρμογές. Θα μπορούσε να κάνει χρήση του του AAL 3 / 4, και του AAL 5.
- ◆ **Undefined Bit Rate (UBR)** : Είναι παρόμοιο με το προηγούμενο, αλλά με μικρότερο QoS.

- Τα ATM πρωτόκολλα

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η στοίβα των πρωτοκόλλων του ATM. Έχει αρκετές ομοιότητες με την αντίστοιχη στοίβα του B-ISDN. Η σηματοδότηση του B-ISDN μεταφέρεται στα ATM Virtual channels, τα οποία διαχωρίζονται από τα δεδομένα χρήστη.

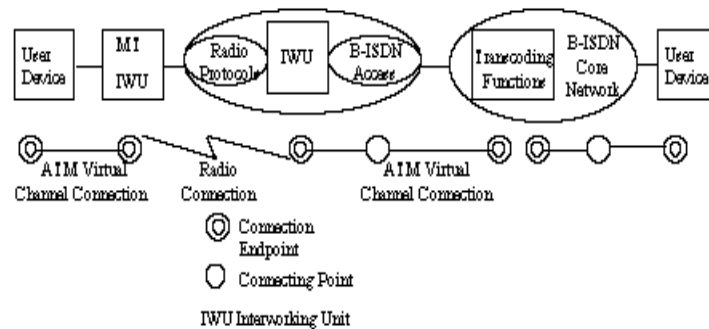
Upper Layers	
ATM Adaptation Layer	Convergence Sublayer CS
	Segmentation & Reassembly SAR
ATM layer	ATM
Physical layer	Transmission Convergence TC
	Physical Medium Dependent PMD

[Βιβλιογραφία 14]

Το φυσικό επίπεδο αποτελείται από δυο υποεπίπεδα. Το υποεπίπεδο φυσικού μέσου υποστηρίζει λειτουργίες εξαρτημένες από το μέσο μεταφοράς. Το υποεπίπεδο Μετάδοσης σύγκλισης (Transmission Convergence) μετατρέπει την ροή των κυψελίδων στο υποεπίπεδο φυσικού μέσου. Το AAL προσαρμόζει τις υπηρεσίες του επιπέδου ATM με τις απαιτήσεις που τίθενται από τις λειτουργίες χρήστη καθώς και τις λειτουργίες ελέγχου και διαχείρισης. [Βιβλιογραφία 10]

- Μια διαρύθμιση αναφοράς για συνδέσεις UMTS / ATM

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται μια διαρύθμιση για τη μετάδοση πληροφοριών χρήστη και σηματοδότησης. Στο σενάριο αυτό, το VC τερματίζεται μέσα στο Radio access system (RAS). Αυτό γίνεται διότι είναι πολύ πιθανό ότι μόνο το φορτίο των κυψελίδων μεταφέρεται από το μέσο εκπομπής, ώστε να εξοικονομηθούν πόροι εκπομπής:



Η μετακωδικοποίηση (transcoding) πραγματοποιείται στο κεντρικό δίκτυο (Core network) μετά από το σημείο του Macro diversity. Τρία διαφορετικά VC's είναι απαραίτητα για μια διαδρομή από τον σταθερό προς τον κινητό χρήστη. Αυτά είναι:

- ◆ User device and MT / Interworking Unit (IWU)
- ◆ IWU and Transcoder
- ◆ Transcoder and fixed user

[Βιβλιογραφία 10]

Κεφ. 4 – Τεχνικές ενοποίησης

- Γενικά

Το ATM / B-ISDN προβλέπεται να χρησιμοποιηθεί ως το κεντρικό δίκτυο (Core network) του UMTS. Πολλά σενάρια ενοποίησης έχουν προβλεφθεί από τις μελέτες ανάπτυξης του UMTS, τα περισσότερα των οποίων βασίστηκαν στην αλληλοεξυπηρέτηση (interworking) παρά στην στενή ενοποίηση. Γενικά, ένα σταθερό τερματικό, συνδεδεμένο στο B-ISDN, δεν χρειάζεται να γνωρίζει ότι το τερματικό στην άλλη άκρη της γραμμής είναι κινητό.

Ο στόχος κατά την ανάπτυξη του UMTS ήταν να ελαχιστοποιηθεί η επίδραση των λειτουργιών κινητής τηλεπικοινωνίας πάνω στο κεντρικό δίκτυο. Το UMTS Access network θα συνδέεται στο B-ISDN χρησιμοποιώντας το UNI interface του ATM. Ένα τροποποιημένο πρωτόκολλο σηματοδότησης Q.2931, που καλείται Q.2931+, χρησιμοποιείται για τη σηματοδότηση. Το Q.2931+ έχει κάποιες πρόσθετες δυνατότητες σχετικές με την ασύρματη επικοινωνία. Το κινητό τερματικό θα μπορεί να χρησιμοποιήσει το UMTS Call control signalling το οποίο θα μεταφράζεται σε Q.2931+ όταν θα εμπλέκονται πόροι του B-ISDN. Η άλλη επιλογή είναι να χρησιμοποιηθεί το Q.2931+ σε όλη τη διαδρομή μέχρι το κινητό τερματικό.

Μια βασική διαφορά μεταξύ του UMTS και ενός ασύρματου ATM είναι η χρήση της μετακωδικοποίησης (transcoding) από το UMTS. Τυπικά, το UMTS δεν μεταφέρει ATM κυψελίδες στο μέσο εκπομπής, αλλά προσπαθεί να βρεί τον αποτελεσματικότερο τρόπο να μεταδώσει την πληροφορία πάνω από το μέσο αυτό. Μια μεγάλη ποσότητα των διακινούμενων δεδομένων στο UMTS αναμένεται να είναι φωνή. Στο ATM η φωνή κωδικοποιείται κατά τέτοιο τρόπο που να απαιτεί εύρος 64 kbps. Η μετάδοση όμως τέτοιου εύρους φωνής από το μέσο εκπομπής μπορεί να προκαλέσει απώλεια πολύτιμου εύρους, πράγμα που δικαιολογεί την πρόσθετη πολυπλοκότητα που προκαλείται από τη συμπίεση και το transcoding. Επίσης, το video και ο υψηλής ποιότητας ήχος θα συμπιέζονται, παρέχοντας έτσι χαμηλότερη ποιότητα δεδομένων στο κινητό τερματικό.

Γενικά, δεν έχει προς το παρόν βρεθεί τρόπος μετάδοσης κυψελίδων πάνω από το UMTS, με την ίδια υψηλή απόδοση που θα επιτυγχάνεται στο B-ISDN, και αυτό

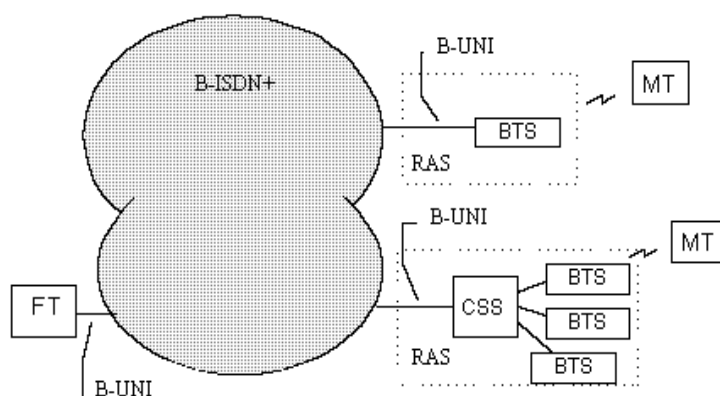
αποτελεί ακόμα και σήμερα αντικείμενο έρευνας.

[Βιβλιογραφία 5,6,7]

- Επιλογές ενοποίησης

Βασικοί σχηματισμοί αναφοράς:

Στον βασικό σχηματισμό αναφοράς του UMTS τόσο τα σταθερά όσο και τα κινητά τερματικά θα συνδέονται στο B-ISDN χρησιμοποιώντας διάφορους τρόπους. Ένα παράδειγμα δύο διαφορετικών τρόπων φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



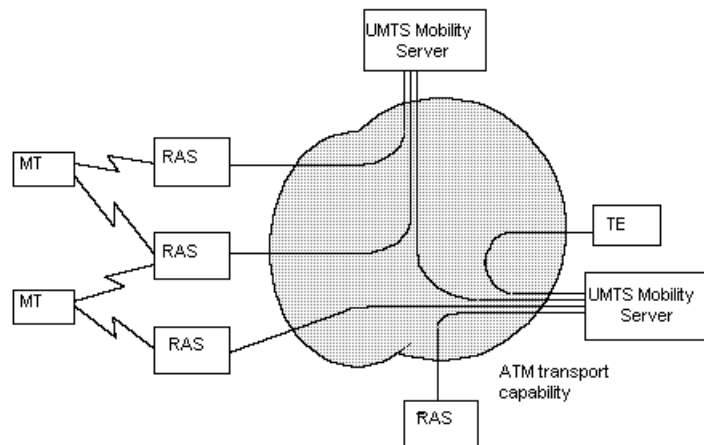
Οι κινητές και οι σταθερές επικοινωνίες έχουν διαφορετικές απαιτήσεις σχετικά με τις λειτουργίες μετάδοσης. Αν πραγματοποιηθεί η πλήρης ενοποίηση, τότε πρέπει να γίνουν τροποποιήσεις στο B-ISDN σύμφωνα με τις απαιτήσεις που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια. Από την άλλη, χρησιμοποιώντας τις υπάρχουσες λειτουργίες μεταφοράς και ελέγχου του B-ISDN, γίνεται δυνατό να εφαρμοστούν handovers και macro diversity ενώ γίνεται πλήρης εκμετάλλευση της ενοποίησης. Πρέπει, λοιπόν, να βρεθεί κάποια ενδιάμεση λύση βελτιστοποίησης του σταθερού και του κινητού δικτύου, ώστε η λύση της ενοποίησης να είναι η βέλτιστη.

Στο UMTS Radio Access System (RAS) οι διαδρομές του handover και του macro diversity πρέπει να εναλλάσσονται χωρίς επιπτώσεις στο QoS. Παρακάτω παρουσιάζονται τρεις πιθανές λύσεις: η «καθαρά ATM» λύση, η οποία χρησιμοποιεί έναν ξεχωριστό Mobility server, η «καθαρά B-ISDN» η οποία χρησιμοποιεί τροποποιημένους ATM κόμβους μεταγωγής, και τέλος, μια μικτή λύση.

[Βιβλιογραφία 9]

Η «ATM» λύση:

Η βασική ιδέα πίσω από αυτή τη λύση είναι να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις στην λειτουργία του ελέγχου και της μεταφοράς (Control and transport functionality) του B-ISDN. Η τοπική ανταλλαγή (Local exchange) δεν χρειάζεται να τροποποιηθεί. Ο UMTS Mobility server (UMS) χρησιμοποιείται για να φέρει εις πέρας το handover και το macro diversity μεταξύ των Radio access systems (RAS). Το Local exchange χρησιμοποιείται μόνο για να συνδέσει τα RAS στους UMS. Οι UMS επίσης κάνουν και την μετακωδικοποίηση (transcoding):

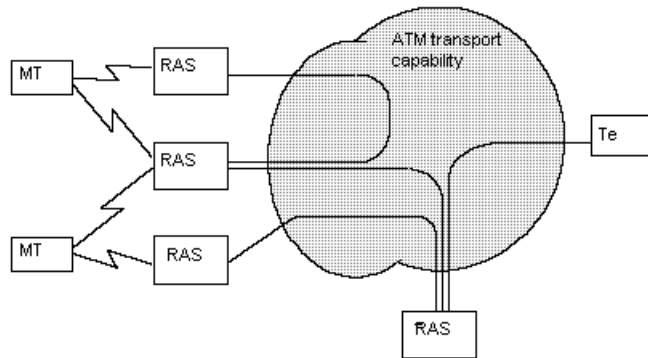


Η λειτουργία ελέγχου του B-ISDN χρησιμοποιείται για να ελέγξει τις συνδέσεις μεταξύ UMS και ενός σταθερού τερματικού (TE). Μεταξύ αυτών των οντοτήτων, οι απλές B-ISDN κλήσεις ρυθμίζονται σύμφωνα με τις απαιτούμενες υπηρεσίες. Σε κάθε περίπτωση, οι συνδέσεις αυτές κάνουν χρήση ξεχωριστών διαδρομών macro diversity, και έτσι μπορούν να θεωρηθούν περισσότερο σαν ξεχωριστές κλήσεις μεταξύ RAS και UMS παρά σαν τμήματα μιας ενιαίας κλήσης. [Βιβλιογραφία 9]

Η «B-ISDN» λύση:

Η επιλογή αυτή προσφέρει μια πιο ενοποιημένη λύση από ότι η προηγούμενη. Η βασική ιδέα είναι να εκτελούνται τα εντός RAS handovers μέσα στο Local exchange (LE). Η λύση αυτή απαιτεί αλλαγές στις λειτουργίες ελέγχου του B-ISDN και

μεταγωγής του ATM εντός του LE. Επιπλέον, το LE δεν θα είναι σε θέση να πραγματοποιήσει handover και macro diversity για handovers μεταξύ RAS.

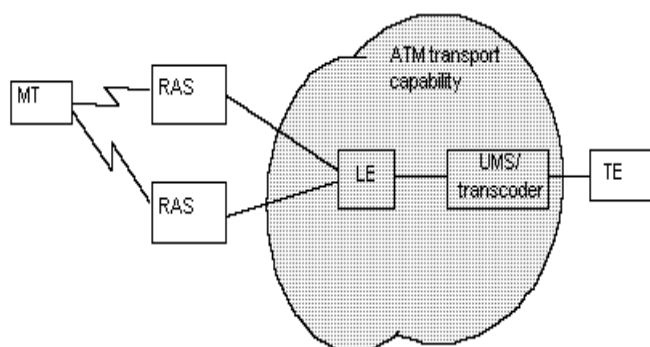


Η λειτουργία μεταγωγής ATM στο LE χρησιμοποιείται για να εκτελέσει το handover. Η μεταγωγή πρέπει να αλλάξει με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να αλλάξει μια σύνδεση μεταξύ Virtual channels (VC) κατά τη διάρκεια μιας κλήσης. Αυτό σημαίνει ότι είναι απαραίτητο να αναβαθμιστούν οι πίνακες δρομολόγησης των VC ώστε να ανανεώνονται δυναμικά. Πάντως, δεν είναι δυνατό να συνδυαστούν κανάλια δεδομένων (data streams) από διαφορετικά VC σε έναν κόμβο μεταγωγής ATM. Αυτό σημαίνει ότι το macro diversity είναι δυνατό να γίνει μόνο σε επίπεδο RAS. Κατά την (up link) διεύθυνση η μεταγωγή (switching) του handover θα εκτελείται αργότερα από ότι στην (down link) κατεύθυνση. Πριν να φτάσει η τελευταία κυψελίδα από την προηγούμενη βάση κατά την up link κατεύθυνση, τα δεδομένα έχουν ήδη ξεκινήσει κατά την down link κατεύθυνση προς τον νέο σταθμό βάσης. Το handover ορίζεται χρονικά επακριβώς έτσι ώστε να μη χαθούν δεδομένα. [Βιβλιογραφία 9]

Η μικτή λύση:

Οι προηγούμενες λύσεις αναπαριστούν ακραίες περιπτώσεις. Μερικές μικτές λύσεις είναι επίσης εφαρμόσιμες. Μια τέτοια λύση είναι η χρήση ενός UMS με την εξαίρεση της χρήσης ενός LE σαν multiplexer στο up link και ως multicaster στο down link. Ένα απλό VC συνδέει το VC στον UMS μετακωδικοποιητή. Διάφορες ροές δεδομένων από τα RAS πολυπλέκονται στο ίδιο VC. Αφού η αναγνώριση διαφορετικών RAS συνδέσεων γίνεται από τη χρήση ενός σήματος μέσα στο φορτίο της κυψελίδας, οι συνδέσεις αυτές είναι αόρατες στο B-ISDN. Η λύση αυτή έχει

κοινά χαρακτηριστικά με τη λύση του ξεχωριστού UMS, αλλά μπορεί να μειώσει τις αλλαγές στο επίπεδο ελέγχου κλήσης του B-ISDN. Αυτό φαίνεται στο παρακάτω σχήμα: [Βιβλιογραφία 9]



- Αξιολόγηση λύσεων

Σε ένα ενοποιημένο δίκτυο, οι λειτουργίες του UMTS πρέπει να εκτελούνται είτε στο B-ISDN είτε στον UMS. Μερικά από τα βασικά κριτήρια σύγκρισης των ανωτέρω λύσεων είναι το handover, το macro diversity, και η διαλειτουργικότητα (interworking) μεταξύ των σταθερών και κινητών τηλεπικοινωνιών.

Οι βέλτιστες υπηρεσίες μεταφοράς μεταξύ κινητών συστημάτων μπορεί να μην είναι συμβατές με τις αντίστοιχες λειτουργίες του σταθερού δικτύου. Έτσι, τίθεται ένας περιορισμός στο κινητό σύστημα να υποστηρίξει την διαλειτουργικότητα, μέσω συμβατών υπηρεσιών. Μια τέτοια διαλειτουργικότητα μεταξύ των διάφορων τύπων των ATM adaptation layers ή κάποιων υπηρεσιών ανωτέρου επιπέδου (π.χ. transcoding), μπορεί εύκολα να πραγματοποιηθεί στον Mobility server, ενώ το σταθερό τερματικό δεν θα επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά του κινητού τερματικού.

Σε αυτό το στάδιο της μελέτης, δεν είναι σαφές ακόμα ποιά από τις παραπάνω λύσεις ενοποίησης είναι η προτιμότερη. Το θέμα αυτό είναι αρκετά πολύπλοκο, και θα αποσαφηνιστεί όταν το σύστημα θα αρχίσει να λειτουργεί, αναλόγως με το περιβάλλον λειτουργίας. Προς το παρόν, μπορούμε να δώσουμε μόνο τον παρακάτω πίνακα που περιέχει τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε μιας από τις προηγούμενες λύσεις. Η ανάλυση σε μεγαλύτερο βάθος, με περισσότερα τεχνικά

χαρακτηριστικά, είναι αρκετά πολύπλοκη και ξεφεύγει από τους σκοπούς αυτής της εργασίας. [Βιβλιογραφία 7]

Standalone Mobility Server	"Pure" B-ISDN	Hybrid solution
+ No changes in ATM switching	+ Changes in call control aligned to the evolution of B-ISDN	+ Changes in call control aligned to the evolution of B-ISDN
+ Absolutely seamless handover with macro diversity possible during all handovers	+ No anchor point	+ Macro-diversity and soft handover above RAS level without increasing complexity in call handling, charging and numbering
- Complex modifications to call control	- Mobility functions to be introduced in ATM switching (asynchronous routing table updates)	- Mobility functions to be introduced in ATM switching (asynchronous routing table updates)
- Complex handling of charging and billing functions	- Macro-diversity and soft handover at RAS level only	- Possibly needs modifications in AAL
- Increasing complexity in numbering plan	- Strict timing requirements on handover switching	- Mobility server is an anchor point
- Mobility server is an anchor point	- Required at both LE and TX switch levels	

[Βιβλιογραφία 13]

Κεφ. 5 – Σύνοψη / Συμπεράσματα

Σε αυτή την εργασία μελετήθηκε η δυνατότητα και η εφικτότητα της ενοποίησης του UMTS στα δίκτυα που θα χρησιμοποιούν τεχνολογία ATM. Αφού παρουσιάστηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά του UMTS και του ATM, προτάθηκαν τρία σενάρια ενοποίησης. Ο ATM φαίνεται να είναι μια ικανοποιητική τεχνολογία για να υποστηρίξει τις λειτουργίες του UMTS. Αναλόγως με τον τρόπο ενοποίησης, ίσως χρειαστεί να γίνουν μερικές τροποποιήσεις στα πρωτόκολλα του ATM.

Παράρτημα Α – Συντομογραφίες

AAL	ATM Adaptation Layer
ACTS	Advanced Communications Technologies and Services
ANSI	American National Standard Institute
ASI	Application-Service Interface
ATDMA	Advanced TDMA Mobile Access (RACE project R2084)
ATM	Asynchronous Transfer Mode
B-ISDN	Broadband ISDN
B-UNI	B-ISDN UNI
BC	Bearer Control
BER	Bit Error Rate
BTS	Base Transceiver Station
CBR	Constant Bit Rate
CC	Call Control
CDMA	Code Division Multiple Access
CODIT	Code Division Testbed (RACE project R2020)
CSS	Cell Site Switch
DDB	Distributed Database
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FE	Functional Entity
FI	Functional Interface
FPLMTS	Future Public Land Mobile Telecommunications System
IN	Intelligent Network
INAP	Intelligent Network Application Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
ITU	International Telecommunications Union
ITU-T	Telecommunication Standardization Sector of International Telecommunication Union
IWU	Interworking Unit
LE	Local Exchange
MBS	Mobile Broadband System
MD	Macrodiversity
MONET	RACE project 2066 'Mobile Networks'
MSCP	Mobility and Service Control Point
MSDP	Mobility and Service Data Point
MT	Mobile Terminal
NA5	Network Aspects/Broadband Networks (ETSI)
NA6	Network Aspects/Intelligent Networks (ETSI)
NNI	Network Node Interface
QoS	Quality of Service
RACE	Research and Technology Development in Advanced Communications Technologies in Europe
RAS	Radio Access System
RLL	Radio Link Layer
RM	Resource Management
SCCP	Signalling Connection Control Part
SNI	Service-Network Interface
SRAL	Signalling Radio Adaptation Layer

SS7	Signalling System no. 7
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TDMA	Time Division Multiple Access
TE	Terminal Equipment
UAI	User-Application Interface
UAL	UMTS Adaptation Layer
UMS	UMTS Mobility Server
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
UNI	User Network Interface
VBR	Variable Bit Rate
VC	ATM Virtual Channel
VCI	ATM Virtual Channel Identifier
VP	ATM Virtual Path
VPI	ATM Virtual Path Identifier

Παράρτημα Β – Βιβλιογραφία / Internet sites

1. Α. Πομπόρτση: Εισαγωγή στις νέες τεχνολογίες επικοινωνιών. Ιούλιος 1997
2. Buitenwerf, E., Colombo, G., Håkan, M., Wright, P. UMTS: Fixed Network Issues and Design Options. IEEE Personal Communications, Vol. 2, No. 1, February 1995.
3. DaSilva, J., Bosco, E. The European Research Program for Advanced Mobile Systems. IEEE Personal Communications, Vol. 2, No. 1, February .
4. Grillo, D., Chia, S., Ruelle, N. The European Path Toward Advanced Mobile Systems. IEEE Personal Communications, Vol. 2, No. 1, February 1995.
5. CEC Deliverable R2066 / RMR / UNA2 / DS / P / 100 / b1. Interoperability and Integration of UMTS in B-ISDN Backbone, August 1995.
6. CEC Deliverable R2066/RMR/UNA2/DS/P/107/b1. Recommendations of UMTS Integration Scenarios in the B-ISDN Backbone, December 1995.
7. CEC Deliverable R2066/CSELT/RAS1/DS/P/110/b1. Validated UMTS Base Station Interconnection Scheme, December 1995.
8. Rapeli, J. UMTS: Targets, System Concept, and Standardization in a Global Framework. IEEE Personal Communications, Vol. 2, No. 1, February 1995.
9. MPLA / CSELT / SIG2 / 007, "UMTS Transport and Control Function Allocation in a B-ISDN Environment", October 1995
10. CEC Deliverable R2066/BT/PM2/DS/P/113/b1. UMTS System Structure Document (Revised). December 1995.
11. <http://www.umts-forum.org/>
Το επίσημο site του UMTS Forum. Περιέχει όλες σχεδόν τις πληροφορίες σχετικά με το UMTS καθώς και διάφορα άρθρα, δημοσιεύσεις και ανακοινώσεις σχετικές με το θέμα
12. <http://www.itu.int/>
Το επίσημο site του οργανισμού ITU. Παρομοίως με το προηγούμενο site, περιέχει πληροφορίες σχετικά με όλα τα θέματα που απασχολούν τον οργανισμό
13. <http://www.atmforum.com/>
Παρομοίως με τα προηγούμενα, είναι το site του ATM Forum. Περιέχει όλα τα νέα και τις ανακοινώσεις που είναι σχετικές με ATM.
14. <http://www.telecoms-mag.com>
Το site του περιοδικού Telecommunications Magazine. Περιέχει μια πολύ πλούσια βάση δεδομένων, που περιέχει όλα τα άρθρα που έχουν δημοσιευθεί από το περιοδικό, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα θεμάτων σχετικών με τα δίκτυα.
15. <http://www.vtt.fi/tte/nh/umts/umts.html>
16. <http://www.ee.surrey.ac.uk/Personal/L.Wood/UMTS/>
Τα δυο αυτά sites είναι εργασίες σχετικές με το θέμα του UMTS&B-ISDN integration, οι οποίες δημοσιεύθηκαν από τους συντάκτες τους στο internet.

Σημειώνεται ότι χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία και ορισμένα σχήματα από ιστοσελίδες που δεν συγκρατήθηκε η ηλεκτρονική τους διεύθυνση.