

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΣΥΡΜΑΤΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ	
(Fixed Wireless Access)	4
2.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ	4
2.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΕΝΣΥΡΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ	6
2.3 ΠΡΟΣΦΕΡΟΜΕΝΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	7
2.4 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ.....	8
2.5 ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ	9
2.5.1 <i>Multichannel Multipoint Distribution Services (MMDS)</i>	9
2.5.2 <i>Local Multipoint Distribution Service (LMDS)</i>	12
2.5.3 <i>Microwave Video Distribution System (MVDS)</i>	12
2.5.4 <i>Συστήματα Επόμενης Γενιάς</i>	13
3. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ LMDS.....	17
3.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	19
3.2 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ	20
3.3 ΓΙΑΤΙ LMDS;	22
3.4 ΔΙΚΤΥΑΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ LMDS	23
3.4.1 Προδιαγραφές DVB.....	25
3.4.2 Προδιαγραφές DAVIC	27
3.4.3 Προδιαγραφές ETSI.....	28
3.5 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ.....	30
3.6 ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ.....	32
3.7 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ	35
3.8 ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	36
3.9 ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ.....	39
3.10 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΩΝ	41
3.11 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΟΜΒΟΥ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	43

3.12 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΡΑΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ.....	45
3.13 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΕΠΑΦΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	46
(ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΕΛΑΤΩΝ)	46
3.14 ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	49
4. ΑΠΟΔΟΣΗ MAC ΥΠΟ-ΕΠΙΠΕΔΟΥ	51
4.1 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΤΗΣ MAC.....	52
4.2 Η MAC.....	56
4.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΟΥ MAC	57
4.4 ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΗΣ MAC ΩΣ ΜΕΡΟΣ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ CABINET	60
5 RF/IF ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	64
5.1 ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ RF.....	64
5.2 ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ IF.....	65
5.3 ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ RF.....	67
6. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ MAC.....	71
6.1 ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	72
6.2. LLC	72
7. ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ.....	74
7.1 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ.....	74
TCP/IP ΓΙΑ LMDS	75
8. ΓΕΝΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ - ΣΧΟΛΙΑ.....	76
9. ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	77
ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ.....	80
REFERENCES.....	87

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο μέλλον θα υπάρξει μια αυξανόμενη ανάγκη για τις γρήγορες, οικονομικώς αποδοτικές και διαλογικές ευρυζωνικές υπηρεσίες. Η απελευθέρωση των τηλεπικοινωνιών στην Ελλάδα έχει σαν αποτέλεσμα την εισαγωγή νέων τηλεπικοινωνιακών φορέων με κύριο σκοπό την παροχή αντίστοιχων υπηρεσιών. Για αυτό το σκοπό, είναι απαραίτητη η εγκατάσταση εναλλακτικών τεχνολογιών δικτύων πρόσβασης με δυνατότητες μετάδοσης ευρυζωνικών υπηρεσιών. Μια τέτοια τεχνολογία είναι και η σταθερή ασύρματη πρόσβαση. Οι πιο σημαντικές σταθερές ασύρματες τεχνολογίες πρόσβασης είναι οι ακόλουθες: α) το πολυδιαυλικό πολυσημειακό σύστημα διανομής (Multichannel Multipoint Distribution Services, MMDS), β) η τοπική πολυσημειακή υπηρεσία διανομής (Local Multipoint Distribution Service, LMDS), γ) το πολυσημειακό τηλεοπτικό σύστημα διανομής (Microwave Video Distribution System, MVDS) και δ) τα Συστήματα Επόμενης Γενιάς στα οποία ανήκουν το Hiperaccess και το IEEE802.16.

Το θέμα αυτής της εργασίας επικεντρώνεται στο σύστημα σταθερής πρόσβασης LMDS. Η τοπική πολυσημειακή υπηρεσία διανομής (LMDS – Local Multipoint Distribution Service), είναι ένα ευρυζωνικό ασύρματο σημείο στο πολυσημειακό σύστημα επικοινωνιών το οποίο παρέχει την αξιόπιστη ψηφιακή φωνή διπλής κατεύθυνσης, τα δεδομένα και τις υπηρεσίες διαδικτύου. Το LMDS λειτουργεί στις υψηλές συχνότητες, χαρακτηριστικά στα 40 GHz στην Ευρώπη και στα 28 GHz στη βόρεια Αμερική.

Η δικτυακή αρχιτεκτονική LMDS αποτελείται από τέσσερα κύρια μέρη που είναι : **α)** το κέντρο διαδικασιών δικτύων (NOC), **β)** η υποδομή βασισμένη στην ίνα, **γ)** ο σταθμός βάσεων, και **δ)** ο εξοπλισμός εγκατάστασης πελάτη (CPE). Το MAC επίπεδο του LMDS συστήματος προσφέρει υπηρεσίες στα διαφορετικά υποστρώματα σύγκλισης όπου αναφέρονται στη συνέχεια καθώς και τα ραδιο/υπέρυθρα (RF/IF) υποσυστήματα.

Τα πρότυπα και τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι βασισμένα στην EU/ACTS του προγράμματος CABSINET. Αυτό το πρόγραμμα ανέπτυξε ένα δίκτυο επίδειξης LMDS για τη βιντεοπαραγγελία και την πρόσβαση Διαδικτύου.

2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΣΥΡΜΑΤΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ

(Fixed Wireless Access)

2.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ

Έως το 1996, ο μόνος οικονομικός τρόπος να συνδεθούν τα τοπικά LAN ήταν μέσω μιας υποδομής συνδεδεμένης με καλώδιο. Τα τελευταία χρόνια διάφορες νέες ασύρματες υποδομές του τοπικού LAN προτείνονται. Μια νέα ασύρματη επιλογή είναι ο υπάρχων ασύρματος τοπικός βρόχος που έρχεται κάτω από το σταθερό ραδιόφωνο σε αντιδιαστολή με το κινητό. Σταθερός εδώ, εννοούμε σε σταθερή θέση. Σημαίνει ότι η μετάδοση στοιχείων είναι ασύρματη και οι σταθμοί είναι σταθεροί, αντίθετα στο κινητό οι σταθμοί μπορούν να είναι κινητοί (ένας σταθμός συνδρομητής). Δίνουν μια επικοινωνία πολύ υψηλής ταχύτητας. Η απαίτηση και η υψηλότερη αναλογία διαταραχής σήματος που απαιτείται σε ένα σταθερό ασύρματο σχέδιο είναι τα πυκνά σχέδια διαμόρφωσης.

Τα δίκτυα σταθερής ασύρματης πρόσβασης χρησιμοποιούν την ασύρματη τεχνολογία για την παροχή υπηρεσιών στους τελικούς χρήστες/συνδρομητές. Υπάρχουν αυτήν την στιγμή στην αγορά συστήματα που λειτουργούν σε διαφορετικές συχνότητες όπως 2 GHz, 5.1GHz, 28 GHz και 40GHz.

Υπάρχουν τρεις κυρίως λόγοι για την εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων:

- Οι τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις των ασύρματων επικοινωνιών έχουν καταστήσει την ασύρματη εκπομπή/λήψη σαν μια αξιόπιστη τηλεπικοινωνιακή λύση.
- Η ανάγκη κάλυψης των απαιτήσεων των χρηστών, με σκοπό την πρόσβαση σε υπηρεσίες (π.χ Internet access, VPN, video-conference, video distribution) με περισσότερες δυνατότητες αναβάθμισης όσον αφορά την ποιότητα της παρεχόμενης υπηρεσίας (QoS) και το εύρος ζώνης.
- Η απελευθέρωση του δικτύου πρόσβασης (Local access unbundling), όπου η ασύρματη τεχνολογία πρόσβασης θεωρείται, σαν εναλλακτική τεχνολογία για την εγκατάσταση δικτύων πρόσβασης σε γρήγορο χρονικό διάστημα. Αυτό είναι ένα σημαντικό πλεονέκτημα για τους νέους τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς οι οποίοι θέλουν να ανταγωνισθούν τον κυρίαρχο τηλεπικοινωνιακό οργανισμό (incumbent telecom operator).

Η νέα γενιά λύσεων σταθερής ασύρματης πρόσβασης σε όλο και υψηλότερες συχνότητες, προσφέρει στους Τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς τα εξής πλεονεκτήματα:

- Ταχύτερη εγκατάσταση
- Αποτελεί οικονομικότερη λύση από τις υπόλοιπες υπηρεσίες ενσύρματης πρόσβασης.
- Διευκολύνει την διαμόρφωση (configuration) του συστήματος για την παροχή υπηρεσιών και εφαρμογών στον τελικό χρήστη
- Διαθέτει μεγάλο εύρος ζώνης για την μετάδοση ευρυζωνικών υπηρεσιών.

Το δίκτυο Σταθερής Ασύρματης Πρόσβασης Ευρυζωνικών Υπηρεσιών (Broadband- Fixed Wireless Access, B-FWA) βασίζεται σε ένα ευέλικτο σύστημα τεχνολογίας αιχμής το οποίο εφαρμόζει ψηφιακή τεχνολογία και συνδυάζει τις μεταδόσεις ATM με τεχνολογίες ψηφιακών μικροκυματικών ζεύξεων ευρείας ζώνης. Δίνοντας έτσι τη δυνατότητα για ταχεία και δυναμική κατανομή χωρητικότητας ανάλογα με το κυκλοφοριακό φόρτο των χρηστών. Έτσι το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιεί με αποτελεσματικότητα το εύρος ζώνης του φορέα για να υποστηρίξει ένα πλήρες φάσμα υπηρεσιών μέσης έως υψηλής χωρητικότητας. Το σύστημα παρέχει στους πελάτες του τη δυνατότητα διασύνδεσης ευρείας ζώνης με τοπολογίες σημείου προς σημείο (point-to-point) ή/και σημείου προς άλλα σημεία (point-to-multipoint).

Αναλύοντας το δίκτυο στα στοιχειώδη δομικά του στοιχεία, διακρίνουμε τα παρακάτω τέσσερα βασικά μέρη:

1. Το τερματικό πρόσβασης πελάτη ή το τερματικό σταθμό (Customer Access Termination/Terminal Station, CAT/TS).
2. Το ραδιόκομβο Radio Hubs Site (RHS), ο οποίος περιλαμβάνει τους επί μέρους ραδιοκόμβους (Radio Nodes, RN) σε κάθε τομέα (sector) στους οποίους έχουν ασύρματη πρόσβαση οι πελάτες.
3. Το SDH δίκτυο μεταφοράς (Transport Network) για τη διασύνδεση των RHS με τους κόμβους του ATM backbone network.
4. Το βασικό δίκτυο ATM/IP (backbone network).

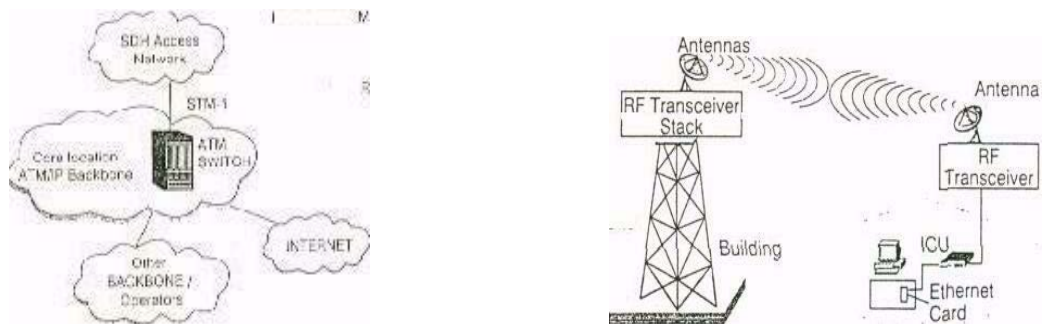
Κατά τη φάση σχεδιασμού του δικτύου δόθηκε μεγάλη σημασία στη διαθεσιμότητα (availability). Η διαθεσιμότητα μπορεί να περιγραφεί από α) τη διαθεσιμότητα των συσκευών,

β) τη διαθεσιμότητα των ζεύξεων ως προς τη φυσική μετάδοση, γ) τη διαθεσιμότητα λόγω

σχεδιασμού και τέλος δ) τη διαθεσιμότητα της υποδομής.

Ως προς την διαθεσιμότητα των συσκευών, έχουν επιλεγεί συσκευές με πολύ μεγάλο MTBF από καθιερωμένους κατασκευαστές όπως η SIEMENS (ασύρματη μετάδοση κορμού και πολυπλεξία) και η ALCATEL (ασύρματη πρόσβαση). Επιπρόσθετα, μέσο ενός ευέλικτου και σε 24ωρη βάση ετοιμότητας συστήματος υποστήριξης, εξασφαλίζουμε και ελάχιστο μέγεθος MTTP (~3H για τα στοιχεία κορμού). Τέλος, όλες οι συσκευές ακολουθούν τη λογική της εφεδρείας (1 +1 redundancy).

- Για τη διαθεσιμότητα των ζευξέων ως προς τη φυσική μετάδοση, έχουν ακολουθηθεί πιστά οι συστάσεις της ITU
- Ως προς την διαθεσιμότητα λόγω σχεδιασμού, έχουν προβλεφθεί και υλοποιηθεί εναλλακτικοί "δρόμοι" μετάδοσης.
- Τέλος, ως προς την διαθεσιμότητα της υποδομής έχουν προβλεφθεί και εκεί εφεδρικά συστήματα, UPS και συστήματα μπαταριών μεγάλης αυτονομίας (1000AH ανά σταθμό), ενώ έχουν χρησιμοποιηθεί συσκευές και υλικά πολύ υψηλής αξιοπιστίας.



Σχήμα 1. Δομή των συστημάτων

2.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΕΝΣΥΡΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΣΥΡΜΑΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ

Η ασύρματη τεχνολογία έχει διαφορετικό δομικό κόστος σε σχέση με την ενσύρματη τεχνολογία προσφέροντας πολλά πλεονεκτήματα σε τηλεπικοινωνιακούς οργανισμούς που θέλουν να εγκαταστήσουν ασύρματα δίκτυα πρόσβασης:

- Η χρήση της ασύρματης τεχνολογίας μειώνει το συνολικό κόστος δικτυακής εγκατάστασης και εργατικών. Για τα ασύρματα δίκτυα το εργατικό κόστος είναι χαμηλότερο από αυτό των ενσύρματων συστημάτων.

- Στα ενσύρματα δίκτυα όλα τα έξοδα εγκατάστασης, επιβαρύνουν τους συνδρομητές πριν ακόμα αυτοί συνδεθούν στο δίκτυο και αρχίσουν να χρησιμοποιούν τις υφιστάμενες υπηρεσίες. Αντίθετα στα ασύρματα δίκτυα, όλα τα λειτουργικά έξοδα δεν υφίστανται μέχρι την πλήρη εγκατάσταση και λειτουργία του δικτύου.

- Στα ενσύρματα δίκτυα, το κόστος πρόσβασης είναι ανάλογο της απόστασης του συνδρομητή από το συνδρομητικό κέντρο, δηλαδή όσο μεγαλύτερη η απόσταση τόσο μεγαλύτερη η ποσότητα χαλκού/καλωδίου που απαιτείται. Με την χρήση της ασύρματης τεχνολογίας, το κόστος είναι ανεξάρτητο της απόστασης (εντός μιας συγκεκριμένης ακτίνας) καθιστώντας την τεχνολογία αυτή αρκετά ελκυστική σε αστικές και ημιαστικές περιοχές.

- Το κόστος εγκατάστασης ασύρματων δικτύων είναι χαμηλότερο από το κόστος εγκατάστασης ενσύρματων δικτύων, δηλαδή η ασύρματη τεχνολογία είναι οικονομικότερη ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου η πληθυσμιακή πυκνότητα είναι υψηλή.

- Τα ασύρματα δίκτυα μπορούν να εγκατασταθούν γρηγορότερα από τα δίκτυα χαλκού ή τα δίκτυα χαλκού/ίνας και επομένως ο δείκτης ROI (Return On Investment) είναι υψηλότερος.

- Το κόστος συντήρησης του ασύρματου εξοπλισμού είναι αρκετά χαμηλότερο από αυτό του ενσύρματου δικτύου λόγω του ότι οι διαδικασίες εντοπισμού βλάβης και αποκατάστασης της είναι απλούστερες.

2.3 ΠΡΟΣΦΕΡΟΜΕΝΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

Η αγορά υπηρεσιών οι οποίες μπορούν να προσφερθούν από συστήματα σταθερής ασύρματης πρόσβασης περιλαμβάνει:

A) Επιχειρήσεις οι οποίες απαιτούν υπηρεσίες όπως πρόσβαση στο διαδίκτυο, ιδεατά δίκτυα (VPNs), πρόσβαση στο διαδίκτυο της εταιρείας.

B) SOHO και οικιακοί πελάτες οι οποίοι δεν είναι ικανοποιημένοι από την χρήση του τηλεφωνικού δικτύου για πρόσβαση στο διαδίκτυο.

Χρήστες	Λόγοι Χρήσης	Υπηρεσίες-Bandwidth
Οικιακοί	Ψυχαγωγία, Πρόσβαση στο Internet, E-Commerce	Πρόσβαση στο Internet @56Kbps-256Kbps

SOHO	Γρηγορότερη επικοινωνία, πρόσβαση σε περισσότερους πελάτες, αύξηση των εσόδων	Πρόσβαση στο Internet, Remote Access, Πολλαπλές τηλεφωνικές γραμμές @128Kbps-1Mbps
SME	Γρηγορότερη επικοινωνία μεταξύ των εργαζομένων, πελατών και προμηθευτών, πρόσβαση σε περισσότερους πελάτες, αύξηση των εσόδων, μείωση των εξόδων marketing	Πρόσβαση στο Internet, Μισθωμένες Γραμμές, Απομακρυσμένη Πρόσβαση, Ζευκτικά κυκλώματα φωνής @256Kbps-2Mbps
Μεγάλες Επιχειρήσεις	Γρηγορότερη επικοινωνία μεταξύ των εργαζομένων, πελατών και προμηθευτών, πρόσβαση σε περισσότερους πελάτες, αύξηση των εσόδων, μείωση των εξόδων marketing	Πρόσβαση στο Internet, Μισθωμένες Γραμμές, Απομακρυσμένη Πρόσβαση, Ζευκτικά κυκλώματα φωνής @256Kbps-2Mbps

Πίνακας1: Κατηγορίες Χρηστών και Απαιτούμενες Υπηρεσίες

2.4 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Προκειμένου να επιτευχθεί η σταθερή ασύρματη επικοινωνία, ο διάφορος φυσικός εξοπλισμός μέσω των οποίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί κυμαινόμενος από τις υπέρυθρες ακτίνες και τα μικροκύματα σε ραδιοκύματα. Ένα σημαντικό πρόβλημα με τη χρησιμοποίηση του υπέρυθρου σήματος είναι ότι μπορούν να εμποδιστούν από τα φυσικά αντικείμενα, κατά συνέπεια πρέπει να υπάρξει μια ανεμπόδιστη πορεία μεταξύ του εξοπλισμού επικοινωνίας,

ο οποίος δεν είναι πάντα δυνατός. Τα συστήματα μικροκυμάτων λειτουργούν λιγότερο στη δύναμη 500 Watt . Για τη σταθερή υπηρεσία, τα ευρυζωνικά συστήματα ασύρματης πρόσβασης είναι ιδιαίτερα ενδιαφέροντα. Οι λόγοι για αυτό είναι: α) πολύ γρήγοροι να εγκατασταθούν, β) οικονομικά αποδοτικοί και γ) η διασύνδεση του σταθμού βάσεων στο σταθερό PSTN είναι δυνατή και εύκολη.

2.5 ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ

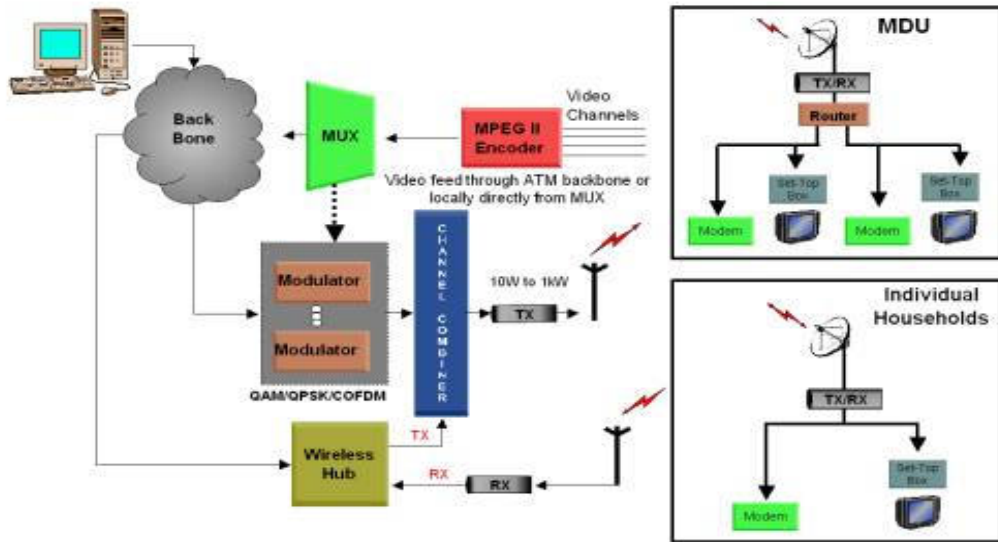
Οι πιο σημαντικές σταθερές ασύρματες τεχνολογίες πρόσβασης είναι οι ακόλουθες:

2.5.1 *Multichannel Multipoint Distribution Services (MMDS)*

Το MMDS (πολυδιαυλικό, πολυσημειακό σύστημα διανομής) έγινε μια αποδεδειγμένη τεχνολογία προς το τέλος της δεκαετίας του '90, και συνεχίζει να εξελίσσεται ως οικονομική λύση για την παράδοση της υψηλής ποιότητας τηλεόρασης (δηλ. "ασύρματο καλώδιο"), διαδικτύου και άλλων υπηρεσιών μετάδοσης δεδομένων στις επιχειρήσεις και στους κατοικημένους συνδρομητές. Το radio προσφέρει διάφορα πλεονεκτήματα σε θέματα των "συνδέσεις με καλώδιο" συστημάτων που καθιστούν την επιχειρησιακή περίπτωση ελκυστικότερη στο χειριστή και την υπηρεσία που απευθύνεται στους πιθανούς πελάτες.

Λειτουργεί στην μάντα των 2GHz-4.2GHz και χρησιμοποιείται κυρίως για την διανομή τηλεοπτικών σημάτων, αν και τα ψηφιακού τύπου συστήματα MMDS μπορούν να χρησιμοποιηθούν για υπηρεσίες όπως VoIP, VPN και Internet Access. Ένας πομπός MMDS μπορεί να καλύψει μια ακτίνα από 30-60 χμλ. Εμπορικά συστήματα MMDS έχουν ήδη εγκατασταθεί στην Ευρώπη και στην Αμερική. Αυτά τα συστήματα είναι κατάλληλα προς εγκατάσταση σε ημιαστικές κυρίως περιοχές.

Typical MMDS System for Digital Video & Wireless Internet



Σχήμα 2. Το MMDS σύστημα

Τα συστήματα MMDS χρησιμοποιούνται για τρεις γενικές υπηρεσίες: α) Τηλεοπτικές υπηρεσίες, β) πρόσβαση διαδικτύου και γ) υψηλή ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων.

- *Τηλεοπτικές υπηρεσίες:* Η ασύρματη TV "καλωδίων" που συνδυάζει την τροφοία από τις πολλαπλές πηγές μπορεί να παρασχεθεί. Το ακουστικό ή τηλεοπτικό περιεχόμενο μπορεί να συνδυαστεί από τους δορυφόρους, τοπικούς σταθμούς και το στούντιο του χειριστή για τη μετάδοση σε θέματα του συστήματος MMDS. Η κωδικοποίηση και ο συνδυασμός του εξοπλισμού μπορούν να επεκταθούν στο επικεφαλής τέλος ή όπου η υπηρεσία πρόκειται να παρασχεθεί σε διάφορες επικεφαλής άκρες στις διάφορες απόμακρες θέσεις. Το περιεχόμενο μπορεί να ανακατανεμηθεί πέρα από μια σπονδυλική στήλη του ATM σε αυτά τα ευδιάκριτα συστήματα MMDS για τη μετάδοση στις μεμονωμένες περιοχές κάλυψης.

Οι προηγμένες υπηρεσίες όπως πληρωτέος ανά παράσταση (pay-per-view) και τηλεοπτικός (video) μετά από απαίτηση μπορούν να παρασχεθούν από τη βασική τηλεοπτική ραδιοφωνική μετάδοση.

- *Ασύρματο διαδίκτυο*: Η υπηρεσία Διαδικτύου δύο τρόπων μπορεί να παρασχεθεί με τη τεχνολογία MMDS σε υψηλή ταχύτητα. Η ταχύτητα και η ποιότητα είναι ισοδύναμες ή καλύτερες από το ADSL και μπορούν να επεκταθούν πολύ επικερδώς.

Οι υπηρεσίες διαδικτύου επεκτείνονται γενικά με το υψηλό εύρος ζώνης που παρέχεται στην downlink (κατεύθυνση προώθησης - από το δίκτυο στο συνδρομητή), και λιγότερη ικανότητα που παρέχεται στην uplink (ανάστροφη κατεύθυνση - από το συνδρομητή στο δίκτυο). Αυτό είναι η αποτελεσματική χρήση του εύρους ζώνης, όπως και η σύνδεση από το δίκτυο στο συνδρομητή πρέπει να υποστηρίζει την αποδοτική μεταφόρτωση ιστοσελίδας, του βίντεο ροής, κ.λπ. Εν τω μεταξύ, η επικοινωνία πίσω στο δίκτυο είναι υπό μορφή σύντομων εκρήξεων των δεδομένων που κάνουν τις ερωτήσεις ή που παρέχουν τα κομμάτια των πληροφοριών, που απαιτούν λιγότερη ικανότητα.

- *Μετάδοση δεδομένων*: Σε αντίθεση με τη βασική υπηρεσία διαδικτύου, το MMDS μπορεί να υποστηρίζει τις υπηρεσίες που απαιτούν την αμφίδρομη διαβίβαση μεγάλης ποσότητας δεδομένων. Το MMDS είναι η τέλεια τεχνολογία για να υποστηρίζει τις επιχειρήσεις όπως οι τράπεζες που μεταφέρουν τα μεγάλα ποσά δεδομένων πέρα δώθε μεταξύ των υποκαταστημάτων, ή τα σχολικά συστήματα που επιθυμούν να ενσωματώσουν την απόσταση εκμάθηση με την παροχή της υψηλότερης ποιοτικής οδηγίας ακόμη και σε μακρινές θέσεις.

Είτε στο φάσμα MMDS είτε σε μια άλλη ζώνη συχνότητας, το radio γίνεται γρήγορα προεξέχουσα επιλογή τεχνολογίας για την παροχή μεγάλων υπηρεσιών. Στα αναπτυσσόμενα έθνη παρέχει μια πολύ οικονομικώς αποδοτική επιλογή ώστε να φτάσει στην αγορά γρήγορα με ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών. Ακόμη και στις χώρες με μια πολύ προηγμένη υποδομή τηλεπικοινωνιών, παρέχει μια λύση για να επεκτείνει τη μεγάλη πρόσβαση έξω από τις αστικές κοινότητες, και για να ανταποκριθεί γρηγορότερα στη συνεχώς αυξανόμενη απαίτηση για το εύρος ζώνης.

Εντούτοις, ένας μεγάλος αριθμός χρηστών μπορεί να χρειαστεί να μοιραστεί τα ίδια ραδιοκανάλια. Οι ρυθμοαποδόσεις στοιχείων θα είναι χαμηλότερες από ότι συνήθως για άλλες ευρυζωνικές ραδιοφωνικές επιλογές. Το καθαρό αποτέλεσμα είναι η πρακτική ρυθμοαπόδοση στοιχείων της τάξεως 500Kbps σε 1Mbps, αν και μερικοί υποστηρίζουν 10Mbps για να είναι επιτεύξιμοι.

2.5.2 Local Multipoint Distribution Service (LMDS)

Οι ασύρματες εφαρμογές από σημείο σε σημείο του LMDS περιλαμβάνουν τις συνδέσεις μεταξύ των τηλεφωνικών πύργων και των κεντρικών γραφείων, ή τις συνδέσεις κορμών μεταξύ των μητροπολιτικών κτιρίων στα ποσοστά στοιχείων μεταξύ 150 Mbps και 620 Mbps στην περιοχή των 2 χλμ. Τα σημεία σε πολυσημειακά προϊόντα μπορούν να διαβιβάσουν τα πακέτα των 150 Mbps σε μία ακτίνα που η κάλυψή της είναι πέρα από μια απόσταση 1 έως 3 χλμ. Το LMDS λειτουργεί σε συχνότητες 24 GHz, 28 GHz, και 39 GHz, επιτυγχάνοντας ποσοστά στοιχείων των 100Mbps με 45 Mbps τα οποία είναι πιο χαρακτηριστικά ποσοστά. Τα σταθερά ασύρματα ραδιόφωνα εξυπηρετούν και τα δημόσια δίκτυα και την ιδιωτική επιχείρηση.

Feature	LMDS	MMDS
Frequency Range	28-31 GHz (US); 2-42 GHz (ROW)	2.5-2.7 GHz
Distance	Up to 5 Miles	Up to 35 Miles
Data Rate	Typically up to 45 Mbps; Burst rates up to 311 Mbps	Typically 0.5-3 Mbps
Modulation Techniques	TDMA, FDMA, CDMA	TDMA, FDMA, OFDM, CDMA, DOCSIS+
Target Market	Large & Medium Enterprises	Residential, SOHO, Small Enterprise
CPE Costs	High	Low-Medium

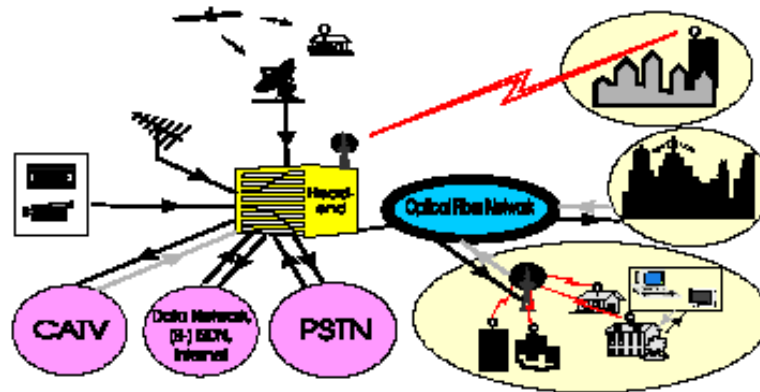
Πίνακας 2. Διαφορές LMDS με MMDS συστήματος

2.5.3 Microwave Video Distribution System (MVDS)

Τα πολυσημειακά τηλεοπτικά συστήματα διανομής (MVDS) λειτουργούν σε 40.5-43.5GHz κυρίως στην Ευρώπη και έχουν κερδίσει πρόσφατα μια ευρεία δημοτικότητα ως τοπικό κυψελοειδές point-to-multipoint ραδιοσύστημα παραδίδοντας τις υπηρεσίες ραδιοφωνικής μετάδοσης από μια κεντρική συσκευή αποστολής σημάτων (σταθμός βάσεων) στα μεμονωμένα σπίτια ή τους φραγμούς διαμερισμάτων μέσα στο κύτταρό του (σταθμοί πελατών). Τα αρχικά πλεονεκτήματα MVDS είναι η γρήγορη επέκταση υποδομής και η δυνατότητα να παρασχεθεί το κατόπιν παραγγελίας περιεχόμενο στους τοπικούς καταναλωτές. Μπορεί να είναι σημαντικά φτηνότερο για να εγκαταστήσει από ένα

σύστημα καλωδίων δεδομένου ότι μόνο οι βασικές αιτήσεις στις υπηρεσίες MVDS παρέχονται οι δέκτες (επέκταση στη ζήτηση).

Ως εκ τούτου, το MVDS μπορεί να εφαρμοστεί ως συμπλήρωμα του ευρυζωνικού δικτύου TV καλωδίων (CATV), σαν αντικατάσταση του CATV ή της άμεσης ραδιοφωνικής μετάδοσης μέσω του δορυφόρου (DBS) ή ως εναλλακτική λύση σπονδυλικών στηλών καλωδίων κατά τη διάρκεια της ενίσχυσης ή επέκταση των μερών ενός καλωδιακού δικτύου.



Σχήμα 3. Το MVDS σύστημα

Μαζί με τη μονόδρομη διανομή ραδιοφωνικής αναμετάδοσης, η ασύρματη τεχνολογία MVDS έχει δυνατότητα την παροχή των επεκτάσιμων υπηρεσιών TV όπως τη βιντεοπαραγγελία, καθώς επίσης και ένα χαμηλού κόστους ενσωματωμένο μέσο για τις υπηρεσίες φωνής και δεδομένων. Αυτό επιτρέπει τοπικό ISP για να προσφέρει στους τοπικούς καταναλωτές μια δέσμη των υπηρεσιών πολυμέσων και της υψηλής πρόσβασης ταχύτητας σε Διαδίκτυο. Δεδομένου ότι αυτή η ασύρματη τεχνολογία μπορεί να είναι μια γρήγορη, απλή και οικονομικώς αποδοτική λύση, είναι και μια καλή ιδέα επιχειρησιακής επέκτασης για τους νέους ανταγωνιστές των παλαιών καθιερωμένων χειριστών ενώ η τάση της φιλελευθεροποίησης παίζει κυρίαρχο ρόλο στην αγορά τηλεπικοινωνιών.

2.5.4 Συστήματα Επόμενης Γενιάς

Τέτοια συστήματα εξετάζονται από την ομάδα εργασίας HIPERACCESS του ETSI στην μπάντα των 40.5GHz-43.5z και από την ομάδα εργασίας 802.16.1 και 802.16.3 της IEEE στην μπάντα των 10GHz-66GHz και 2GHz-11GHz αντίστοιχα. Τα συστήματα αυτά έχουν

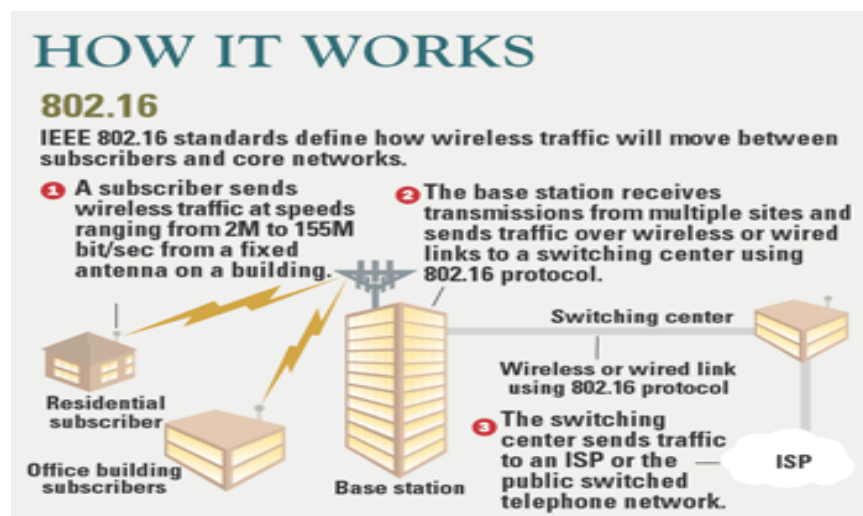
σαν στόχο την χρήση του πρωτοκόλλου IP σαν μέσο μεταφοράς αντικαθιστώντας την τεχνολογία ATM που χρησιμοποιείται στα περισσότερα ήδη υπάρχοντα συστήματα.

IEEE 802.16

Το WirelessMAN™ είναι μια προσπάθεια από το IEEE να καθοριστούν τα πρότυπα για σταθερά ασύρματα συστήματα ευρείας ζώνης που μπορούν να παρέχουν τις υπηρεσίες δεδομένων ψηλών ποσοστών στους καταναλωτές και τις επιχειρήσεις. Προσφέρει μια εναλλακτική λύση στα τηλεγραφημένα δίκτυα πρόσβασης, όπως τα ομοαξονικά συστήματα χρησιμοποιώντας τους διαποδιαμορφωτές καλωδίων και τις ψηφιακές συνδέσεις γραμμών συνδρομητών (DSL). Παρέχοντας τις υπηρεσίες στους σταθερούς σταθμούς, μπορεί επίσης να λειτουργήσει με την αργή κίνηση. Το IEEE 802.16 εστιάζεται στην αποδοτική χρήση του εύρους ζώνης μεταξύ 10 και 66GHz ζώνες στο φάσμα 2 έως 11 GHz RF, που χρησιμοποιεί τις point-to-multipoint τεχνικές.

Το IEEE 802.16 καθιερώνει το air interface και τις συγγενικές συναρτήσεις που σχετίζονται με το WLL. Τρεις ομάδες εργασίας είχαν αναλάβει την παραγωγή των προτύπων:

- IEEE 802.16.1 - Air interface από 10 έως 66 GHz.
- IEEE 802.16.2—Συνύπαρξη ασύρματων συστημάτων σταθερής πρόσβασης.
- IEEE 802.16.3 - Air interface για δικαιοδοτημένες συχνότητες από 2 έως 11 GHz.



Σχήμα 4. Πρότυπα 802.16

Τα 802.16 πρότυπα σχεδιάστηκαν με σκοπό να εξελιχθούν ως ένα σύνολο αέρα όπου κάθε φυσική προδιαγραφή στρωμάτων κυβερνάται από το χρησιμοποιούμενο φάσμα και τους σχετικούς κανονισμούς, αλλά όλοι έχουν κοινό το MAC στρώμα. Πολλά ιδιόκτητα σταθερά ασύρματα συστήματα ευρείας ζώνης στο παρελθόν έχουν περιλάβει τη σταθερή διαμόρφωση. Η διαμόρφωση υψηλής διαταγής έχει χρησιμοποιηθεί για να προσφέρει ψηλότερα ποσοστά δεδομένων, αλλά απαιτεί βέλτιστες συνδέσεις για να παρέχει αποδεκτό QoS. Αντίθετα οι χαμηλότερες διαταγές της διαμόρφωσης μπορούν να παρέχουν άριστο QoS αλλά μπορούν να παραδώσουν μόνο τα χαμηλότερα ποσοστά στοιχείων. Το IEEE 802.16 υποστηρίζει την προσαρμοστική διαμόρφωση, ισορροπώντας με αυτόν τον τρόπο διαφορετικά ποσοστά στοιχείων και ποιότητα συνδέσεων. Η μέθοδος διαμόρφωσης μπορεί να ρυθμιστεί ουσιαστικά στιγμιαία για να εξασφαλίσει τη βέλτιστη μεταφορά στοιχείων και την αποδοτική χρήση του εύρους ζώνης. Επίσης τα πρότυπα υποστηρίζουν το τμήμα συχνότητας και χρόνου (FDD και TDD) των καναλιών.

HIPERACCESS

Η ραδιοπρόσβαση υψηλής απόδοσης (HIPERACCESS – High Performance Radio Access) είναι διαλειτουργικά πρότυπα που προσαρμόζονται για να δώσουν την ευρυζωνική πρόσβαση στο σπίτι και σε μικρές - μέσου μεγέθους επιχειρήσεις, καθώς επίσης και για να παρέχει backhaul για τα κινητά συστήματα (π.χ. W- Cdma, CDMA2000, GSM και GPRS). Το πρόγραμμα ETSI στα ευρυζωνικά ραδιοδίκτυα πρόσβασης (EP BRAN) που λειτουργούν στα πρότυπα συμφώνησαν με πυρήνα τις τεχνικές προδιαγραφές (δηλ. τις προδιαγραφές για το φυσικό στρώμα (PHY) και για το στρώμα ελέγχου συνδέσεων στοιχείων (DLC)) και οι οποίες είναι στο στάδιο ανάπτυξης του στρώματος σύγκλισης για την υποστήριξη των διαφορετικών κεντρικών δικτύων, όπως ο τρόπος πρωτοκόλλου Διαδικτύου (IP), Ethernet και ασύγχρονης μεταφοράς (ATM).

Τα πρότυπα HIPERACCESS αναπτύχθηκαν για να παρέχουν ένα αληθινά ευρυζωνικό σύστημα σε ποσοστά δυαδικών ψηφίων μέχρι 100 MBIT/S περίπου, αν και 25 Mbit/sec αναμένεται να είναι για το ευρύτατα επεκταμένο ποσοστό. Το HIPERACCESS στοχεύει στις ζώνες υψηλής συχνότητας, ειδικά για τη ζώνη 40.5 - 43.5 GHz. Για αυτές τις ζώνες συχνότητας χρησιμοποιείται το TDMA για να παρέχει την πολλαπλάσια πρόσβαση. Το ραδιοδίκτυο μητροπολιτικής περιοχής υψηλής απόδοσης (HIPERMAN) στοχεύει στην παροχή μιας ευρυζωνικής ασύρματης λύσης για το μητροπολιτικό δίκτυο της περιοχής. Το

HIPERMAN θα είναι ένα διαλειτουργικό σταθερό ευρείας ζώνης ασύρματο σύστημα πρόσβασης με λειτουργία στις ραδιοσυχνότητες μεταξύ 2 GHz και 11 GHz. Η διεπαφή αέρα θα βελτιστοποιηθεί για τις point-to-multipoint διαμορφώσεις, αλλά επιτρέπει επίσης τις επεκτάσεις δικτύων πλέγματος. Το HIPERACCESS και HIPERMAN εξετάζει τις ίδιες αγορές αλλά έχει χωριστεί επειδή οι ψηλότερες συχνότητες που χρησιμοποιούνται σε HIPERACCESS απαιτούν διαφορετικές τεχνικές, ενώ οι χαμηλότερες συχνότητες στο HIPERMAN χρησιμοποιούνται για να παραδώσουν το απαραίτητο QoS. Οι HIPERACCESS και HIPERMAN συσχετίζονται με τη WirelessLAN τεχνολογία HIPERLAN2, αλλά διαφοροποιούνται από την ανάγκη να αντιμετωπίσουν τα ζητήματα όπως ο μετριασμός της καθυστέρησης διάδοσης και ανοχής.

3. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ LMDS

Τα μικροκύματα έχουν χρησιμοποιηθεί για να διαβιβάσουν τα δεδομένα και συνήθως μόνο για την από σημείο σε σημείο επικοινωνία. Με τη χρησιμοποίηση των μικροκυμάτων υψηλής συχνότητας είναι δυνατό να διαβιβαστεί το βίντεο από ένα σημείο σε πολλά σημεία, δεδομένου ότι υπάρχει ένα διαθέσιμο μεγάλο ποσό εύρους ζώνης. Ακόμα δεν έχει υπάρξει η οικονομικώς αποδοτική τεχνολογία για να υποστηρίξει αυτήν την δυνατότητα. Με αρκετή δύναμη, χαμηλή στα σήματα συχνότητας έχουν σταλεί οι μεγάλες αποστάσεις μέσω των οπτικών εμποδίων. Βασικά τα σήματα χαμηλής συχνότητας έχουν την έμμεση διάδοση με το μέτριο εύρος ζώνης, ενώ τα σήματα υψηλής συχνότητας απαιτούν το LOS αλλά έχουν τα μέρη του εύρους ζώνης. Δεδομένου ότι οι απαιτήσεις εύρους ζώνης είναι λογικές, η εφαρμοσμένη μηχανική έχει στρέψει την προσοχή της στις χαμηλότερες συχνότητες. Εντούτοις, η εστίαση τροφοδοτεί την χαμηλή αποστολή κινητών συστημάτων (mobile system), και σήματα υψηλής συχνότητας πέρα από μια σύντομη απόσταση συστημάτων κυψελοειδής βάσης (cell-based system). Με αυτές τις περιστάσεις γεννήθηκε η ιδέα του LMDS.

Η τοπική πολυσημιακή υπηρεσία διανομής (LMDS – Local Multipoint Distribution Service) είναι ένα ευρυζωνικό σύστημα μικροκυμάτων βασισμένο στις ασύρματες επικοινωνίες. Αυτή η τεχνολογία μοιάζει με το κυψελοειδές σύστημα τηλεφωνίας όπου οι ομάδες υπηρεσιών των χρηστών διανέμονται από τους Σταθμούς Βάσης. Το μέγεθος των κυττάρων αυτού του συστήματος είναι μέχρι 4 χιλιόμετρα ανάλογα με τις χρησιμοποιημένες παραμέτρους. Εντούτοις υπάρχουν πολλές διαφορές μεταξύ του LMDS και του κυψελοειδούς τηλεφωνικού δικτύου. Το LMDS χρησιμοποιεί τις υψηλές συχνότητες, χαρακτηριστικά στην περιοχή των 30GHz της ραδιοσυχνότητας. Υπάρχουν δύο διαφορετικές προσεγγίσεις συστημάτων, στη Βόρεια Αμερική 28 GHz και στην Ευρώπη 40GHz. Το LMDS έχει χρησιμοποιηθεί για τη ραδιοφωνική αναμετάδοση των τηλεοπτικών καναλιών από το 1991, όταν η αμερικανική επιχείρηση “cellular vision” άρχισε την πρώτη υπηρεσία LMDS της στη Νέα Υόρκη. Με τις υψηλές συχνότητες LMDS μπορεί να προσφέρει στους χρήστες τα ποσοστά δυαδικών ψηφίων που είναι άνω των 2Mbps. Δεν λειτουργεί ως κυψελοειδές τηλεφωνικό δίκτυο, δεδομένου ότι δεν υπάρχει καμία υποστήριξη για την παράδοση των κλήσεων από έναν Σταθμό Βάσης σε άλλο. Η δυνατότητα να αντιμετωπιστεί η ψηφιακή κυκλοφορία με την υψηλή ταχύτητα είναι το

κλειδί που κάνει το LMDS μια ενδιαφέρουσα επιλογή. Το LMDS θα μπορούσε να είναι η απάντηση για τα αιτήματα της ισχυρής υπηρεσίας για την TV και τη μετάδοση μεγάλων δεδομένων.

Το LMDS προσφέρει μέχρι 2 GHz εύρος ζώνης, το οποίο είναι ένα ζεύγος από MHz του χρησιμοποιήσιμου εύρους ζώνης ανά χρήστη. Δεδομένου ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μετάδοση διπλής κατεύθυνσης, μπορεί να είναι ένας τρόπος να παρασχεθούν οι διαλογικές υπηρεσίες. Με αυτό το τρόπο ρυθμοαπόδοσης ή/και δαπανών αντιμετώπισε προβλήματα στην ίνα ή στις ομοαξονικές γραμμές όπου θα μπορούσαν να αποφευχθούν. Το LMDS είναι επίσης οικονομικά κομψό. Το κύριο μέρος των δαπανών έρχεται κατά τη διάρκεια της φάσης επέκτασης, αλλά όταν τελειώσουν οι νέες δαπάνες αναλαμβάνονται μόνο ως πρόσθετοι πελάτες. Τελικά η ευρυζωνική ταχύτητα που υπόσχεται από το LMDS είναι περισσότερο από αυτές που βάζει στον πειρασμό με τη διαμόρφωση QPSK το σύστημα LMDS μπορεί να παραδώσει πάνω από 100 κανάλια κάθε μιας κατιούσας σύνδεσης που διαβιβάζει 38Mbps ρεύμα ψηφιακών στοιχείων, όταν διατηρείται χαρακτηριστικά uplink για να είναι κάπου μεταξύ 32-512kbps ανά χρήστη. Αυτό το εύρος ζώνης είναι αρκετό για τα περισσότερα σπίτια σε μια γειτονιά για να παρακολουθούν τους χωριστούς ψηφιακούς κινηματογράφους, τις τηλεσυνεδριάσεις και *surfing* στο Διαδίκτυο με την υψηλή ταχύτητα σε όλα τα συστήματα συγχρόνως.

Το άμεσο LOS μεταξύ της συσκευής αποστολής σημάτων και του δέκτη είναι αναπόφευκτο. Τα φύλλα, τα δέντρα και οι κλάδοι μπορούν επίσης να προκαλέσουν το διασκεδασμό σημάτων. Οι επικαλυπτόμενες κυψέλες και οι κεραιές υπερνικούν στο πρόβλημα. Οι θέσεις χωρίς άμεσο LOS μπορούν να εξυπηρετούν περιστασιακά από τη χρησιμοποίηση των ανακλαστήρων, και μερικές φορές χρησιμοποιούνται οι ενισχυτές για να ωθήσουν ένα ισχυρό σήμα στις περιοχές.

Η διάδοση του σήματος LMDS επηρεάζεται επίσης με τις βροχοπτώσεις και το χιόνι. Επειδή τα σήματα LMDS είναι μικροκύματα, αντιδρούν με το νερό και μειώνονται. Οι χειριστές του LMDS μπορούν είτε να αυξήσουν τη δύναμη της μετάδοσής τους όταν βρέχει, ή μπορούν να μειώσουν το μέγεθος των κυψελών. Για το κάθε ένα πρέπει να ληφθεί υπόψη η φάση διαστρέβλωσης.

3.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το συγκεκριμένο σύστημα έχει πλέον εγκατεστημένους 2000 σταθμούς βάσης παγκοσμίως και θεωρείται ως το πλέον προηγμένο και διαδεδομένο σύστημα FWA. Πρόκειται για ένα σύστημα υψηλής χωρητικότητας και διαθεσιμότητας, σχεδιασμένο ειδικά ώστε να δίνει τη δυνατότητα για παροχή υπηρεσιών ευρείας ζώνης (Broadband services). Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του συστήματος είναι:

- Αρχιτεκτονική ασύρματης μετάδοσης Σημείου προς Πολλαπλά Σημεία με τυποποιημένους (sectorize) Σταθμούς Βάσης (Base Station).
- Ευρυζωνική πρόσβαση μέσω απ' ευθείας δημιουργίας ATM cells στους τερματικούς σταθμούς.
- Δυνατότητα για παροχή ολοκληρωμένων (Intergraded) Voice, data και IP υπηρεσιών σε πολύ υψηλές ταχύτητες.
- Πρόσβαση στο φυσικό μέσο μετάδοσης (Medium Access Control – MAC) με τρόπο που επιτρέπει υλοποίηση ATM Quality of Service.
- Αποδοτική μετάδοση δεδομένων και φωνής με πολύ μικρή καθυστέρηση (Delay).
- Δυναμική Ανάθεση Χωρητικότητας (Dynamic Bandwidth Allocation - DBA) ανάλογα με το συγκεκριμένο φόρτο του δικτύου και/ή συγκεκριμένες απαιτήσεις πελατών (π.χ.SLA).
- Χρήση ημι-κατευθυντικών κεραιών για απάλειψη παρεμβολών.
- Πολύ υψηλή δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης συχνοτήτων εκπομπής και λήψης (Frequency re-use).
- Λειτουργία στη σαφώς καθορισμένη και προστατευόμενη φασματική περιοχή (Frequency band) των 26GHz.
- Τερματικοί σταθμοί με δυνατότητα παροχής: POTS/ISDN switching services, Nx64 kb/s, NxE1/T1 leased lines, Ethernet 10BaseT/100BaseT interfaces.
- Οι σταθμοί βάσης υλοποιούνται στη λογική της ύπαρξης εν'θερμό εφεδρείας (1+1 HSB), ενώ παρέχονται όλων των ειδών οι διεπαφές προς το δίκτυο μεταφοράς (OC3/STM1/E3/DS3).
- Υποστήριξη σε Business-class IP services, όπως VLAN, IP service priority, SLA, και DiffServ. Διαχείριση σε επίπεδο Δικτύου και Υπηρεσιών βασισόμενη σε Simple Network Management Protocol (SNMP) σε εποπτικό σύστημα (NMS).

Πλεονεκτήματα LMDS για τους τοπικούς βρόχους και LANs

- Είναι οικονομικώς πολύ αποδοτικό.
- Σημαντικό ποσοστό της επένδυσης μετατοπίζεται στην CPE (εξοπλισμός προϋποθέσεων πελατών – customer premise equipment) όπου ο χειριστής μέσω των ξοδεύει τα χρήματα στον εξοπλισμό μόνο εάν ένας πελάτης υπογράψει επάνω
- Μια πολύ εξελικτική αρχιτεκτονική και αυτή χρησιμοποιεί τα ανοικτά βιομηχανικά πρότυπα, που εξασφαλίζουν τις υπηρεσίες και τη χρησιμότητα του.
- Η διαχείριση δικτύων και η συντήρηση είναι οικονομικώς πολύ αποδοτικό.

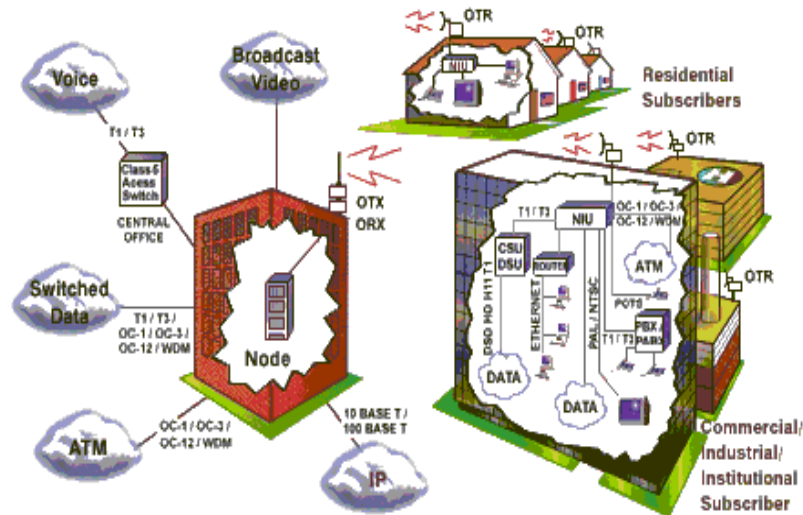
3.2 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Καθορισμός

Το τοπικό πολυσημειακό σύστημα διανομής (LMDS) είναι η ευρυζωνική ασύρματη τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την παράδοση φωνής, δεδομένων διαδικτύων, και τηλεοπτικών υπηρεσιών στα 25GHz και με υψηλότερο φάσμα (ανάλογα με τη χορήγηση αδειών).

Επισκόπηση

Ως αποτέλεσμα των χαρακτηριστικών διάδοσης των σημάτων σε αυτό το φάσμα συχνότητας, τα συστήματα LMDS χρησιμοποιούν μια κυψελοειδής δικτυακή αρχιτεκτονική, αν και οι υπηρεσίες που παρέχονται είναι σταθερές. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, 1.3 MHz του εύρους ζώνης (27.5 B 28.35 GHz, 29.1 B 29.25 GHz, 31.075 B 31.225 GHz, 31 B 31.075 GHz, και 31.225 Bβ 31.3 GHz) έχει διατεθεί για το LMDS ώστε να παραδίνουν τις Ευρυζωνικές υπηρεσίες από σημείο σε σημείο (point to point) ή από σημείο σε πολλά σημεία (point-to-multipoint) διαμόρφωση στους οικιστικούς και εμπορικούς πελάτες. Αυτή η εργασία απαριθμεί την ελλοχεύουσα τεχνολογία έμφυτη στην προσφορά της φωνής, των δεδομένων του Διαδικτύου, και των τηλεοπτικών υπηρεσιών για LMDS μέσω της ολοκλήρωσης με το περιβάλλον καλωδιώσεων.



Σχήμα 5. Το σύστημα LMDS

Το αρκτικόλεξο LMDS προέρχεται από τα εξής:

To L (local, τοπικό) — δείχνει ότι τα χαρακτηριστικά διάδοσης των σημάτων σε αυτό το φάσμα συχνότητας περιορίζουν την πιθανή περιοχή κάλυψης μιας μονοκύτταρης περιοχής. Οι τρέχουσες υπαίθριες δοκιμές που πραγματοποιούνται στα μητροπολιτικά κέντρα, τοποθετούν μια σειρά συσκευής αποστολής σημάτων μέχρι 5 μίλια σε LMDS.

To M (multipoint, πολυσημειακό) — δείχνει ότι τα σήματα διαβιβάζονται σε μια point-to-multipoint ή σε μια μέθοδο ραδιοφωνικής μετάδοσης. Η ασύρματη επιστροφή του μονοπατιού, από το συνδρομητή στο σταθμό βάσης, είναι μια από σημείο σε σημείο μετάδοση.

To D (distribution, διανομή) — αναφέρεται στη διανομή των σημάτων, η οποία μπορεί να αποτελεστεί από την ταυτόχρονη φωνή, τα δεδομένα διαδικτύου και την τηλεοπτική κυκλοφορία.

To S (service, υπηρεσία) — υπονοεί τη σχέση των συνδρομητών δηλαδή μεταξύ του χειριστή και του πελάτη. Οι υπηρεσίες που προσφέρονται μέσω ενός δικτύου LMDS εξαρτώνται εξ ολοκλήρου από την επιλογή του χειριστή της επιχείρησης

3.3 ΓΙΑΤΙ LMDS;

Τα από σημείο σε σημείο(point-to-point) σταθερά ασύρματα δίκτυα έχουν επεκταθεί συνήθως για να προσφέρουν μεγάλη ταχύτητα συνδέσεις μεταξύ υψηλής πυκνότητας κόμβου σε ένα δίκτυο. Η πιο πρόσφατη πρόοδος σε μια point-to-multipoint τεχνολογία προσφέρει στους φορείς παροχής υπηρεσιών μια μέθοδο μεγάλης χωρητικότητας στη τοπική πρόσβαση που είναι:α) λιγότερο υψηλής έντασης κεφαλαίου από μια λύση καλωδιώσεων, β) γρηγορότερη στην επέκταση από την καλωδίωση, και γ)ικανή να προσφέρει έναν συνδυασμό εφαρμογών. Επιπλέον, δεδομένου ότι ένα μεγάλο μέρος του κόστους ενός ασύρματου δικτύου δεν αναλαμβάνεται έως ότου ο εξοπλισμός του πελάτη (CPE) εγκαθίσταται, ο χειριστής υπηρεσιών δικτύων μπορεί να συμπίσει τις κύριες χρονικές δαπάνες με την υπογραφή των νέων πελατών. Το LMDS παρέχει μια αποτελεσματική λύση τελευταίας στιγμής για τον δεσμευμένο φορέα παροχής υπηρεσιών και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους ανταγωνιστικούς φορείς παροχής υπηρεσιών για να παραδώσει τις υπηρεσίες άμεσα στους τελικούς χρήστες.

Τα οφέλη μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

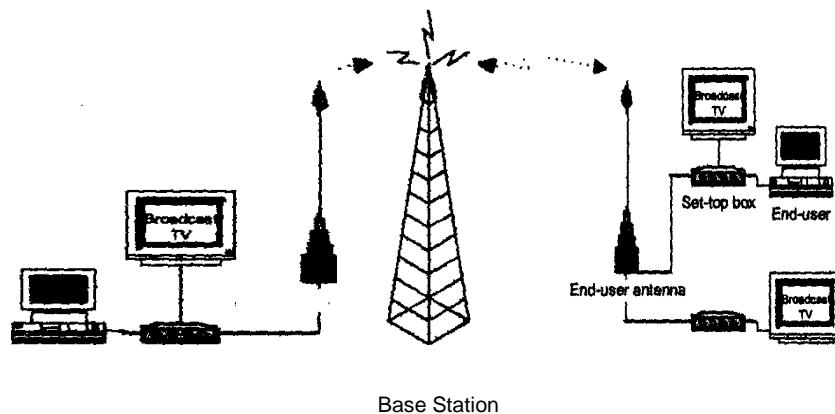
- χαμηλότερες δαπάνες εισόδων και επέκτασης
- ευκολία και ταχύτητα της επέκτασης (τα συστήματα μπορούν να επεκταθούν γρήγορα με την ελάχιστη διάσπαση στην κοινότητα και το περιβάλλον)
- γρήγορη πραγματοποίηση του εισοδήματος (ως αποτέλεσμα της γρήγορης επέκτασης)
- απαίτηση βασισμένη στο buildout (buildout είναι η εξελικτική αρχιτεκτονική που υιοθετεί τα ανοικτά πρότυπα βιομηχανίας εξασφαλίζοντας τις υπηρεσίες και τις περιοχές κάλυψης που μπορεί να επεκταθεί εύκολα ως εντάλματα απαίτησης πελατών)
- μετατόπιση δαπανών από σταθερά σε μεταβλητά συστατικά (με τα παραδοσιακά συστήματα καλωδιώσεων το μεγαλύτερο μέρος της κεφαλαιουχικής επένδυσης είναι στην υποδομή, ενώ με το LMDS ένα μεγαλύτερο ποσοστό της επένδυσης μετατοπίζεται στον εξοπλισμό εγκατάστασης του πελάτη (CPE), το οποίο σημαίνει ότι ένας χειριστής ξοδεύει χρήματα μόνο όταν υπάρχουν σημάδια πληρωμής του εισοδήματος των πελατών)
- κανένα προσαραγμένο κεφάλαιο όταν αναδεύουν οι πελάτες
- οικονομικώς αποδοτική συντήρηση δικτύων, διαχείριση και λειτουργικών δαπανών

3.4 ΔΙΚΤΥΑΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ LMDS

Η αρχιτεκτονική αποτελείται από τη διαβίβαση του Σταθμού Βάσης που καλύπτει χαρακτηριστικά μια μικρή κυψέλη των τελικών χρηστών μέσα σε λίγα χιλιόμετρα από τη συσκευή αποστολής σημάτων. Αυτοί οι χρήστες πρέπει να είναι μέσα στη γραμμή (LOS) με το σταθμό βάσεων. Το LMDS φέρνει και τις προς τα κάτω και τις προς τα πάνω πληροφορίες μέσω της σύνδεσης μικροκυμάτων. Η λειτουργούσα συχνότητα είναι κανονικά πάνω από 10 GHz.

Το εύρος ζώνης κάθε καναλιού είναι συνήθως 1 -2 MHz, ενώ το συνολικό εύρος ζώνης είναι μέχρι 2 GHz. Οι ζώνες χαμηλότερης συχνότητας της σύνδεσης χρησιμοποιούνται χαρακτηριστικά για τη μεταφορά των uplink και των downlink σημάτων καταλαμβάνοντας το ανώτερο μέρος του φάσματος. Γενικά χρησιμοποιείται το πρότυπο πραγματοποίησης για να χρησιμοποιηθεί ένα διαφορετικό QPSK που διαμορφώνει τα uplink σήματα, και QPSK ή QAM που διαμορφώνει τα downlink σήματα.

Η απλή αρχιτεκτονική LMDS είναι διευκρινισμένη στο σχήμα 6. Ο ΣΒ (Σταθμός Βάσης) διαβιβάζει τις προς τα κάτω πληροφορίες των συνδέσεων στους τελικούς χρήστες μέσα στη κυψέλη. Οι κεραιές τελικών χρηστών είναι μέσα στο LOS των ΣΒ, οι χρήστες έχουν τους set-top-boxes (STB) για να μετατρέψουν τις προς τα κάτω πληροφορίες των συνδέσεων στην τηλεοπτική εικόνα, το ρεύμα δεδομένων κ.λπ. Αυτά τα STBs μετατρέπουν επίσης τα αιτήματα του uplink από τους χρήστες σε μια έγκυρη μορφή για τη σύνδεση LMDS. Οι uplink πληροφορίες στέλνονται στο Σταθμό Βάσης, ο οποίος μετατρέπει και έπειτα περνά αυτές τις πληροφορίες σε διαφορετικό φορέα παροχής υπηρεσιών.



Σχήμα 6. Η απλή αρχιτεκτονική του LMDS

Μια κανονική οργάνωση LMDS έχει μια κεντρική δυνατότητα με ένα συνδεδεμένο σήμα του PSTN και ηλεκτρονόμων συνδέσεων με το Διαδίκτυο μέσω του σημείου για να δείξει τις συνδέσεις μικροκυμάτων, που βρίσκονται στις στέγες ή ως αυτόνομοι πύργοι, για τη μεταφορά από σημείο σε πολυσημείο (PMP) στην περιοχή τελών.

Βασικά, τέσσερα μέρη στην αρχιτεκτονική LMDS είναι :

- 1.Κέντρο διαδικασιών δικτύων (NOC – Network operations center)
- 2.Υποδομή βασισμένη στην ίνα
- 3.Σταθμός βάσεων
- 4.Εξοπλισμός προϋποθέσεων πελατών και σχέδια NOC.

Το NOC περιέχει τον εξοπλισμό συστημάτων διαχείρισης δικτύων (NMS) που διαχειρίζεται τις μεγάλες περιοχές του δικτύου των πελατών. Πολλά NOCs μπορούν να διασυνδεθούν. Η υποδομή βασισμένη στην ίνα (fiber-based) αποτελείται από το σύγχρονο οπτικό δίκτυο (SONET), τον οπτικό μεταφορέα (OC) {OC-12, OC -3, και τις συνδέσεις-DS 3}, τον κεντρικό εξοπλισμό των γραφείων (CO), τα συστήματα μεταγωγής ATM και IP, τις διασυνδέσεις με το Διαδίκτυο και τα δημόσια μεταστρεφόμενα τηλεφωνικά δίκτυα (PSTNs).

Ο σταθμός βάσεων είναι όπου μετατρέπεται η υποδομή σε ασύρματη υποδομή. Ο εξοπλισμός βάσεων περιλαμβάνει τη διαπροσωπεία δικτύων για τη λήξη ινών, τις λειτουργίες διαμόρφωσης και αποδιαμόρφωσης, τον εξοπλισμό μεταφορών και λήψης μικροκυμάτων που βρίσκεται χαρακτηριστικά επάνω σε μια στέγη ή σε έναν πόλο. Οι βασικές λειτουργίες που μπορούν να μην είναι παρούσες στα διαφορετικά σχέδια περιλαμβάνουν την τοπική μετατροπή. Εάν η τοπική μετατροπή είναι παρούσα, οι πελάτες που συνδέονται με το σταθμό βάσης μπορούν να επικοινωνήσουν αναμεταξύ τους χωρίς να χρησιμοποιήσουν την υποδομή ινών. Αυτή η λειτουργία υπονοεί ότι η τιμολόγηση, η διαχείριση πρόσβασης καναλιών, η εγγραφή και η πιστοποίηση ταυτότητας εμφανίζονται τοπικά μέσα στο σταθμό βάσεων.

Η εναλλακτική αρχιτεκτονική του σταθμού βάσης παρέχει τη σύνδεση στην υποδομή ινών. Αυτό αναγκάζει την κυκλοφορία να ολοκληρώσει τις μεταβάσεις του ATM ή του κεντρικού εξοπλισμό (CO) στην υποδομή ινών. Σε αυτή την περίπτωση, εάν δύο πελάτες,

που συνδέονται με τον ίδιο σταθμό βάσης, επιθυμούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους κάνουν μια συγκεντρωμένη θέση. Η τιμολόγηση, η επικύρωση, η εγγραφή και οι διοικητικές κυκλοφοριακές λειτουργίες εκτελούνται κεντρικά.

Οι διαμορφωμένες εγκαταστάσεις πελατών ποικίλουν από προμηθευτή σε προμηθευτή. Πρώτιστα, όλες οι διαμορφώσεις περιλαμβάνουν την υπαίθρια τοποθέτηση εξοπλισμού μικροκυμάτων και τον εσωτερικό ψηφιακό εξοπλισμό που παρέχουν τη διαμόρφωση, την αποδιαμόρφωση, τον έλεγχο, και τη λειτουργία διεπαφών εγκαταστάσεων του πελάτη. Η CPE μπορεί να συνδεθεί με το δίκτυο χρησιμοποιώντας την Πολλαπλή Πρόσβαση Διαίρεσης Χρόνου (TDMA), την Πολλαπλή Πρόσβαση Διαίρεσης Συχνότητας (FDMA), ή τις Πολλαπλάσιες Μεθοδολογίες Πρόσβασης Κατανομής Κωδικών (CDMA). Οι διεπαφές εγκαταστάσεων πελατών θα τρέξουν την πλήρη σειρά από το ψηφιακό σήμα, επίπεδο 0 (DS-0), παλαιά τηλεφωνική υπηρεσία (POTS), 10BaseT, μη δομημένο DS -1, δομημένο DS -1, ηλεκτρονόμος πλαισίων (frame relay), ATM25, το τμηματικό ATM άνω του T1, DS -3, OC -3, και OC -1. Οι θέσεις του πελάτη θα κυμανθούν από τις μεγάλες επιχειρήσεις (π.χ., κτίρια γραφείων, νοσοκομεία, πανεπιστημιούπολεις), στις οποίες ο εξοπλισμός μικροκυμάτων μοιράζεται μεταξύ πολλών χρηστών, στις θέσεις λεωφόρων και τις κατοικίες, στις οποίες τα γραφεία απαιτούν 10BaseT ή/και δύο γραμμές POTS για να συνδεθούν. Προφανώς, οι διαφορετικές θέσεις εγκαταστάσεων των πελατών απαιτούν διαφορετικές διαμορφώσεις εξοπλισμού και διαφορετικά σημεία τιμών.

Πρότυπα

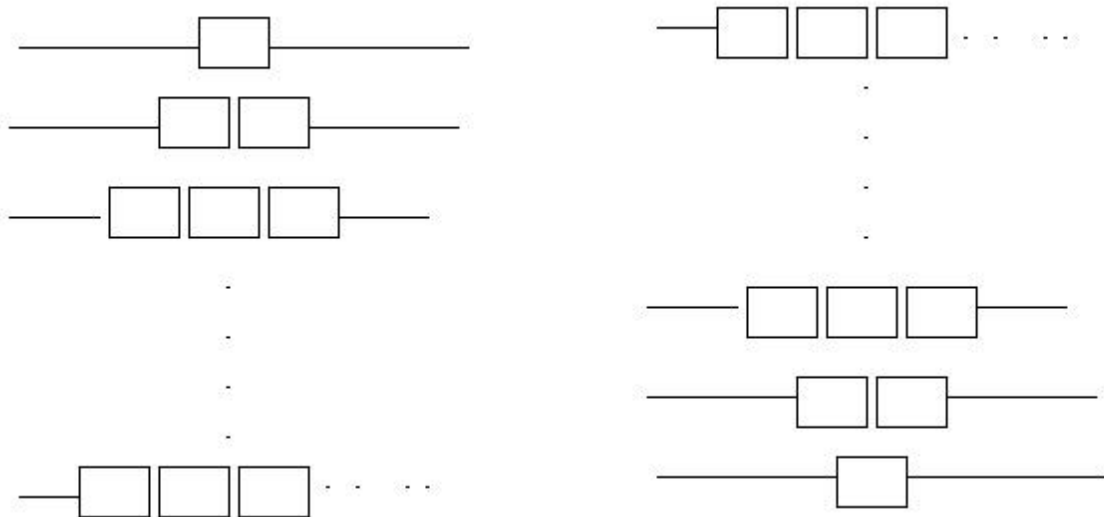
Δεδομένου ότι τα ασύρματα συστήματα πρόσβασης LMDS εξελίσσονται, τα πρότυπα θα γίνουν όλο και περισσότερο σημαντικά. Οι δραστηριότητες προτύπων αυτήν την περίοδο περιλαμβάνουν τις δραστηριότητες από το ATM Forum, το Ψηφιακό Ακουστικό Τηλεοπτικό Συμβούλιο (DAVIC), το Ευρωπαϊκό Ίδρυμα Προτύπων Τηλεπικοινωνιών (ETSI), και τη Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU). Η πλειοψηφία αυτών των μεθόδων χρησιμοποιεί τις κυνέλες του ATM ως αρχικό μηχανισμό μεταφορών.

3.4.1 Προδιαγραφές DVB

Για το LMDS ωφελούν από τη μαζική αγορά των δορυφόρων ραδιοφωνικής αναμετάδοσης, οι προδιαγραφές για το κανάλι downlink του LMDS είναι ίδιες με εκείνους

των "άμεσων των εγχώριων" δορυφορικών υπηρεσιών. Η χρήση της QPSK (Κλειδί Μετατόπισης Φάσης – Quarternary Phase Shift Key) διαμόρφωσης και συνδεδεμένο με το σχέδιο Κωδικοποίησης Διορθώσεων Λαθών (FEC- Forward Error Correction) με έναν συνελκτικό εσωτερικό κώδικα και έναν εξωτερικό κώδικα. Το πλαίσιο μετάδοσης είναι βασισμένο στο ρεύμα στοιχείων μεταφορών MPEG2.

Ο εξωτερικός κώδικας φέρνει 188 bytes πληροφορίες . Έχει ένα μήκος φραγμών 204 bytes και μπορεί να διορθώσει μέχρι 8 byte λάθη ανά κάθε φραγμό. Αυτός ο κώδικας λαμβάνεται με τον περιορισμό του RS (255,239) με το κωδικό Reed_solomon. Ένας διά-απόφοιτος συνελίξεων με το βάθος παρεμβολής λευκών σελίδων I=12 παρεμβάλλεται μεταξύ των εσωτερικών και εξωτερικών κωδικοποιητών. Αυτό γίνεται προκειμένου να διανεμηθούν ομοιόμορφα τα λάθη που εμφανίζονται από τις εκρήξεις στην παραγωγή του VD στο δέκτη. Πιο κάτω σκιαγραφείται το διάγραμμα και το αντί-διάγραμμα φραγμών.



Σχήμα 7. Συνέλιξη Interleaver

Τα bytes των εισερχόμενων δεδομένων στο Interleaver είναι, σε μια κυκλική μόδα που αποτελείτε από 12 παράλληλους κλάδους που αποτελούνται από τους πρώτους καταλόγους μετατόπισης. Οι καθυστερήσεις που αρχίζουν από 0 αυξάνονται από τα πολλαπλάσια του 17 με το δεύτερο κλάδο που έχει μια καθυστέρηση 17- bytes και τα λοιπά. Δίνεται αυτό για μια συνέλιξη Interleaver του μήκους N και το βάθος I περιλαμβάνει τους κλάδους I και κλάδος I περιλαμβάνει μια καθυστέρηση $(i- 1)N/I$. Ο διακόπτης παραγωγής κινείται κυκλικά με το διακόπτη εισαγωγής. Εκτός από την αντίστροφη διαταγή των

καθυστερήσεων, το De-interleaver έχει επίσης την ίδια δομή. Οι προδιαγραφές DVB δίνουν όλη τη μετάδοση και λαμβάνουν τις λειτουργίες και τις παραμέτρους συστημάτων, εκτός από το ποσοστό συμβόλων λειτουργίας διαποδιαμορφωτών. Αυτό ήταν επειδή κανένας προγραμματισμός συχνότητας δεν ήταν εύκολα διαθέσιμος.

3.4.2 Προδιαγραφές DAVIC

Η προδιαγραφή DAVIC για LMDS ήταν βασικά η ίδια με την προδιαγραφή DVB εκτός από μια επιλογή των άλφα τιμών για το φιλτράρισμα των καναλιών είτε στην QPSK είτε στην 16 QAM διαμόρφωση. Βασικά, υπάρχει πολλή ομοιότητα μεταξύ DAVIC και DVB. Οι προδιαγραφές DAVIC επίσης καθορίζουν τις μελλοντικές επεκτάσεις. Μαζί με τη χρήση σχεδίου MPEG2 για το βίντεο λεπτομέρειας που μεταδίδει ραδιοφωνικά (όπως συζητείται στο ανωτέρω τμήμα), γίνεται επίσης και μια λειτουργία χαρτογράφησης του δεδομένου ATM στο κάτω κανάλι ρευμάτων. Δύο πακέτα των 187 bytes διαμορφώνονται όταν επισυνάπτονται 3 bytes και ελέγχουν διαδοχικά 7 κανάλια ATM των 53 bytes. Μια περιγραφή αυτού μπορεί να είναι στον πίνακα κατωτέρω.

Control Byte	ATM Cell 1 53Bytes	ATM Cell 2 53Bytes	ATM Cell 3 53Bytes	ATM Cell 4 53Bytes
--------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Control Byte	Control Byte	Cell 5	ATM Cell 5 53Bytes	ATM Cell 6 53Bytes	ATM Cell 7 53Bytes
--------------	--------------	--------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Σχήμα 8. Χαρτογράφηση του σχεδίου MPEG2 στις κυψέλες του ATM.

Η προδιαγραφή του επιστρεφόμενου καναλιού έγινε πρώτιστα από το DAVIC, επειδή το DVB ενδιαφέρθηκε για τις υπηρεσίες ραδιοφωνικής μετάδοσης στην πρώτη φάση του.

Το επιστροφής κανάλι που έχει σχεδιαστεί από το DAVIC για LMDS είναι ένα πολλαπλάσιο κανάλι πρόσβασης και χρησιμοποιεί TDMA. Το πρωτόκολλο της MAC διαθέτει τα time slots στους διαφορετικούς χρήστες. Κάθε χρήστης μπορεί να διαβιβαστεί μόνο εάν του έχει δοθεί ένα time slots. Τα time slots σύμφωνα με την προδιαγραφή

αποτελούνται από 68 bytes που περιλαμβάνουν τον πρόλογο 4byte και μια φρουρά από bytes. Τα υπόλοιπα 63 περιλαμβάνουν 53 bytes για πληροφορίες και 10 bytes για τον έλεγχο ισότητας, για κάθε φορά που φέρνει ένα time slots η κυψέλη του ATM. Η προστασία λάθους του upstream καναλιού δεν είναι δεδομένου ότι η απόδοση είναι στο downstream κανάλι. Αλλά η αποζημίωση μπορεί να γίνει στο σχέδιο της μετάδοσης και να λάβει τις λειτουργίες.

Το πρωτόκολλο της MAC χρησιμοποιείται για να διαθέσει τους πόρους στα διάφορα τερματικά χρηστών. Και τα downstream και τα upstream είναι τοποθετημένα σε μία κυψέλη του ATM. Κάθε πλαίσιο στο κάτω ρεύμα περιλαμβάνει δύο αυλακώσεις. Υπάρχει μια αυλάκωση έναρξης πλαισίων που ακολουθείται από μια τυχαία αυλάκωση πρόσβασης. Το upstream πλαίσιο έχει τρεις αυλακώσεις και συγκεκριμένα τις polling response slots (αυλακώσεις απάντησης ψηφοφορίας), connection slots (αυλακώσεις ισχυρισμού) και reserved time slots (διατηρημένες χρονικές αυλακώσεις). Οι αυλακώσεις απάντησης ψηφοφορίας χρησιμοποιούνται προφανώς στην απάντηση σε ένα μήνυμα ψηφοφορίας. Οι αυλακώσεις ισχυρισμού μοιράζονται και χρησιμοποιούνται από περισσότερα από ένα τερματικά. Μπορούν να οδηγήσουν στη σύγκρουση και τον ισχυρισμό. Όταν εμφανίζεται μια σύγκρουση μπορεί να επιλυθεί με τους πολυάριθμους τρόπους, ο ένας είναι με την αναμονή ενός τυχαίου χρονικού διαστήματος πριν αναμεταδίξει. Οι διατηρημένες χρονικές αυλακώσεις είναι διατηρημένες προς χρήση από το τερματικό. Το τερματικό διαβιβάζεται σε αυτές τις αυλακώσεις όποτε έχει τα δεδομένα και όταν δεν έχει οποιαδήποτε δεδομένα διαβιβάζει μία κενή κυψέλη. Το πρωτόκολλο της MAC έχει πάρει επίσης μια επιλογή ενός συνδυασμού επιφύλαξης τρόπου κυκλωμάτων για τις σταθερές υπηρεσίες ποσοστού δυαδικών ψηφίων και έχει επίσης μια δυναμική επιφύλαξη για το μεταβλητό ποσοστό δυαδικών ψηφίων και τις απροσδιόριστες υπηρεσίες ποσοστού δυαδικών ψηφίων. Οι ψηφοφορίες επαναλαμβάνονται περιοδικά σε διαστήματα λιγότερου ή ίσο με 2 δευτερόλεπτα, εάν ένας νέος χρήστης μπαίνει, ακούει ένα downstream κανάλι για να βρει ένα μήνυμα σταλμένο σε αυτό. Εάν δεν βρει το μήνυμα μέσα σε 2 δευτερόλεπτα, μεταπηδά στο επόμενο κανάλι ρευμάτων. Αυτό συνεχίζεται μέχρις ότου το τερματικό βρει το μήνυμα και το διαβιβάζει.

3.4.3 Προδιαγραφές ETSI

Το ευρωπαϊκό ίδρυμα προτύπων τηλεπικοινωνιών (ETSI) είναι μια μη κερδοσκοπική

οργάνωση της οποίας η αποστολή είναι να καθοριστούν και να παραχθούν οι τηλεπικοινωνίες. Είναι ανοικτό φόρουμ που ενώνει 490 μέλη από 34 χώρες, που αντιπροσωπεύουν τις υπηρεσίες, τους χειριστές δικτύων, τους κατασκευαστές, τους φορείς παροχής υπηρεσιών και τους χρήστες.

Το ETSI προωθεί την παγκόσμια διαδικασία τυποποίησης όπου είναι δυνατόν. Το πρόγραμμα εργασίας του είναι βασισμένο, και συντονισμένο με δραστηριότητες των διεθνών οργανισμών τυποποίησης, κυρίως το ITU-T και το ITU-R.

Το ETSI αποτελείται από μια γενική συνέλευση, έναν πίνακα, μια τεχνική οργάνωση και μια γραμματεία. Η κεντρική γραμματεία του ETSI βρίσκεται στη Sophia Antipolis στη νότια Γαλλία. Η τεχνική οργάνωση παράγει και εγκρίνει τα τεχνικά πρότυπα. Καλύπτει τα προγράμματα ETSI (EPs), οι Τεχνικές Επιτροπές (TCs) και ειδικές επιτροπές. Περισσότεροι από 3500 εμπειρογνώμονες εργάζονται αυτή τη στιγμή για το ETSI σε πάνω από 200 ομάδες. Μέχρι τώρα, πάνω από 2800 προϊόντα ETSI έχουν δημοσιευθεί.

Οι προδιαγραφές του LMDS στο ETSI

Ο τίτλος αυτών των προδιαγραφών είναι "ψηφιακή τηλεοπτική ραδιοφωνική αναμετάδοση (DVB) και τοπική πολυσημειακή υπηρεσία διανομής". Τα πρότυπα DVB αναπτύσσονται γενικά για τη δορυφορική μετάδοση στο 11/12 GHz. Ο σκοπός του LMDS είναι να παρασχεθεί η αλληλεπίδραση στο περιβάλλον DVB.

Το ETSI διακρίνεται μεταξύ του καναλιού ραδιοφωνικής μετάδοσης (BC) και του καναλιού αλληλεπίδρασης (IC):

- Το BC είναι ομοιοκατευθυνόμενο και ευρυζωνικό. Χρησιμοποιείται για το βίντεο, τον ήχο και τα δεδομένα.
- Το IC είναι αμφίδρομο ολοκληρωμένο κύκλωμα, αποτελούμενο από μια μπροστινή πορεία αλληλεπίδρασης και μια πορεία επιστροφής αλληλεπίδρασης.
- Η μπροστινή πορεία αλληλεπίδρασης μπορεί να ενσωματωθεί στο BC. Χρησιμοποιείται για να παρέχει την ενημέρωση και την απαραίτητη επικοινωνία από το φορέα παροχής υπηρεσιών στο χρήστη.
- Η πορεία επιστροφής αλληλεπίδρασης χρησιμοποιείται για να υποβάλει τα αιτήματα στο φορέα παροχής υπηρεσιών ή να απαντά ερωτήσεις .

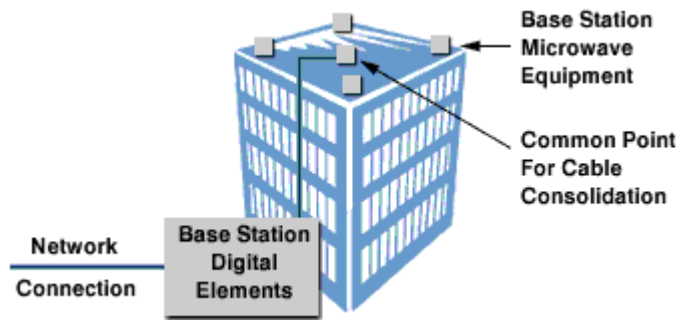
Αυτές οι προδιαγραφές είναι οι καταλληλότερες για τα συστήματα που προσφέρουν την TV και την πρόσβαση στο διαδίκτυο σε έναν μεγάλο αριθμό οικιστικών, παρά τα συστήματα που εξυπηρετούν έναν μικρό αριθμό μιας μεγάλης επιχείρησης που χρειάζεται τις γρήγορες διπλής κατεύθυνσης επικοινωνίες.

Το διαλογικό σύστημα είναι βασισμένο είτε στη σηματοδότηση OOB είτε στη IB. Και τα δύο συστήματα μπορούν να παρέχουν ίδιο QoS.

- **OOB σηματοδότηση:** Μια πρόσθετη μπροστινή πορεία αλληλεπίδρασης, που διατηρείται για τα στοιχεία αλληλεπίδρασης και τις πληροφορίες ελέγχου, είναι υποχρεωτική. Τα υψηλότερα προς τα κάτω δεδομένα ποσοστού δυαδικών ψηφίων μπορούν να διαβιβαστούν μέσω ενός DVB-MS καναλιού.
- **IB σηματοδότηση:** Οι μπροστινές πληροφορίες ενσωματώνονται στο MPEG2-TS ενός DVB-MS καναλιού. Δεν είναι εντούτοις υποχρεωτικό να τεθεί μια μπροστινή πορεία πληροφοριών σε όλα τα DVB-MS κανάλια.

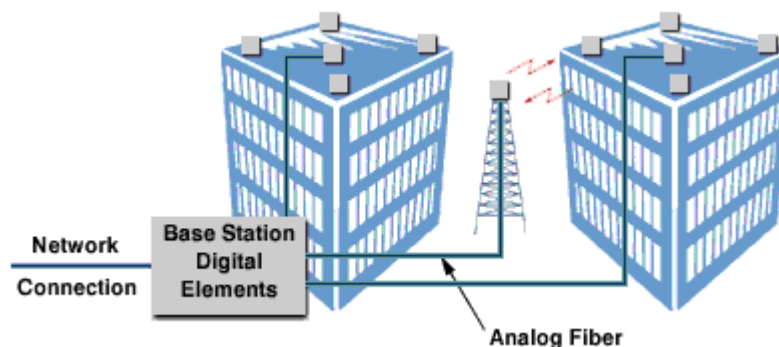
3.5 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ

Οι χειριστές συστημάτων LMDS προσφέρουν διαφορετικές υπηρεσίες και έχουν διαφορετικά legacy system, διαφορετικούς οικονομικούς συνεργάτες και επιχειρησιακές στρατηγικές. Κατά συνέπεια, η αρχιτεκτονική συστημάτων θα διαφέρει μεταξύ όλων των χειριστών συστημάτων. Οι πιο κοινές αρχιτεκτονικές χρησιμοποιούν ομοεγκαταστάσεις και εξοπλισμό σταθμού βάσης. Ο εσωτερικός ψηφιακός εξοπλισμός συνδέεται με την υποδομή δικτύων, και ο υπαίθριος εξοπλισμός μικροκυμάτων τοποθετείται στη στέγη των κτιρίων (σχήμα 9). Χαρακτηριστικά, ο προγραμματισμός ραδιοσυχνότητας (RF) για αυτά τα δίκτυα χρησιμοποιεί τα πολλαπλά συστήματα μικροκυμάτων, τα οποία η μετάδοση και ο τομέας λήψης κεραίας παρέχουν την υπηρεσία για 90 -, 45 -, 30 -, 22.5 -, ή 15 βαθμούς εύρος δέσμης. Η εξιδανικευμένη κυκλική περιοχή κάλυψης γύρω από την περιοχή κυψελών διαιρείται σε 4, 8, 12, 16 ή 24 τομείς.



Σχήμα 9. Ομο-εγκατεστημένος Σταθμός Βάσης

Οι εναλλακτικές αρχιτεκτονικές περιλαμβάνουν τη σύνδεση της εσωτερικής μονάδας των Σταθμών Βάσης με τα πολλαπλάσια μακρινά συστήματα μετάδοσης και μεταφορά μικροκυμάτων με την αναλογική διασύνδεση ιών μεταξύ της εσωτερικής μονάδας δεδομένων (IDU) και της υπαίθριας μονάδας δεδομένων (ODU). Αυτή η προσέγγιση κατοχυρώνει τον ψηφιακό εξοπλισμό, παρέχοντας τον αυξανόμενο πλεονασμό, μειώνοντας τις δαπάνες συντήρησης και αυξάνοντας τη διανομή των ψηφιακών πόρων σε μια μεγαλύτερη περιοχή. Οι δυσκολίες είναι χαρακτηριστικά της έλλειψης ιών αναλογικών πόρων και μακρινών ζητημάτων επέκτασης εξοπλισμού μετάδοσης και υποδοχής μικροκυμάτων. Με τη χρησιμοποίηση του μακρινού εξοπλισμού μικροκυμάτων, μπορεί να υπάρξει μια μειωμένη τομεακή απαίτηση σε κάθε μακρινή θέση. Αυτή η δεύτερη εναλλακτική αρχιτεκτονική συνεχίζει για τους περισσότερους προμηθευτές και οργανισμούς προτύπων (Σχήμα 10).

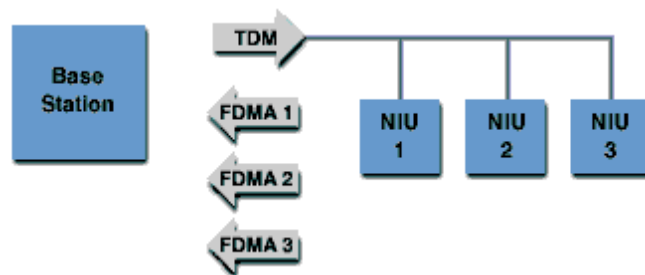


Σχήμα 10. Αρχιτεκτονική αναλογικών ιών

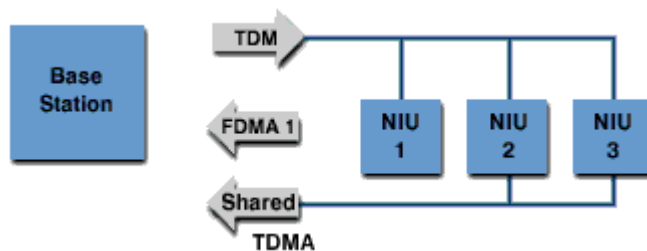
3.6 ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΣΥΝΔΕΞΕΙΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ

Τα ασύρματα σχέδια συστημάτων κατασκευάζονται με τις τρεις αρχικές μεθοδολογίες πρόσβασης: την TDMA, την FDMA, και την CDMA. Αυτές οι μέθοδοι προσπέλασης ισχύουν για τη σύνδεση από την περιοχή εγκαταστάσεων του πελάτη στο σταθμό βάσεων αναφερόμενο στο uplink . Αυτήν την περίοδο, οι περισσότεροι χειριστές συστημάτων και τα πρότυπα δραστηριοτήτων εξετάζουν τις προσεγγίσεις TDMA και FDMA.

Στο downlink, από το σταθμό βάσης στις εγκαταστάσεις πελατών, οι περισσότερες επιχειρήσεις παρέχουν Time Division Multiplex (TDM) ρεύματα είτε σε μια συγκεκριμένη περιοχή χρηστών (point to point) είτε τις πολλαπλάσιες περιοχές χρηστών (σχεδιασμός συστήματος point-to-multipoint). Στο σχήμα 11 επεξηγεί ένα σχέδιο FDMA στο οποίο πολλές περιοχές πελατών μοιράζονται το downlink. Οι χωριστές κατανομές συχνότητας χρησιμοποιούνται από κάθε περιοχή πελατών στο σταθμό βάσης.



Σχήμα 11. FDMA Access



Σχήμα 12. TDMA Access

Το σχήμα 12 Επεξηγεί ένα σχέδιο TDMA στο οποίο οι πολλαπλές περιοχές πελατών μοιράζονται και το προς τα κάτω και το προς τα πάνω κανάλι.

Με τις συνδέσεις πρόσβασης FDMA και TDMA, είτε προς τα κάτω ή προς τα πάνω, υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που έχουν επιπτώσεις στην αποδοτικότητα και τη χρήση τους. Για τις συνδέσεις FDMA, η περιοχή εγκαταστάσεων πελατών είναι δεσμευμένο το εύρος ζώνης συχνοτήτων που είναι είτε σταθερό κατά τη διάρκεια του χρόνου ή που ποικίλλει αργά κατά τη διάρκεια του χρόνου. Για τις συνδέσεις TDMA, οι εγκαταστάσεις πελατών έχουν δεσμευμένο εύρος ζώνης συχνοτήτων που σχεδιάζεται για να αποκριθεί στις εκρήξεις δεδομένων από την περιοχή πελατών. Αυτές οι δύο μέθοδοι πρόσβασης θα παράσχουν πιθανώς την πλειοψηφία των συνδέσεων πρόσβασης για τα σύστημα θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού LMDS κατά τη διάρκεια των επόμενων μερικών ετών. Η επιλογή μεταξύ αυτών των συνδέσεων πρόσβασης είναι άμεσα σχετική με την επιχειρησιακή περίπτωση χειριστών, τη στρατηγική υπηρεσίας, και την αγορά στόχων.

Οι μεγάλες εγκαταστάσεις πελατών μπορούν να απαιτήσουν έναν ασύρματο DS-3 ή τις πολλαπλάσιες μη δομημένες DS-1 συνδέσεις. Ένας πελάτης μπορεί να αγοράσει τη χρήση αυτής της ασύρματης σύνδεσης έχοντας κατανοήσει ότι το εύρος ζώνης συχνοτήτων είναι διαθέσιμο 24 ώρες την ημέρα. Σε αυτήν την περίπτωση, οι συνδέσεις πρόσβασης FDMA κάνουν την αίσθηση, επειδή ο χρήστης πληρώνει και λαμβάνει το αφιερωμένο εύρος ζώνης συχνοτήτων πέρα από το ασύρματο σύστημα θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού πρόσβασης καθώς επίσης και πέρα από την υποδομή δικτύων. Χαρακτηριστικά, οι συνδέσεις FDMA ολοκληρώνονται σε ένα αφιερωμένο κύκλωμα αποδιαμορφωτών FDMA μέσα στο σταθμό βάσεων.

Η άλλη ακραία περίπτωση πελατών θα μπορούσε να είναι οι περιοχές εγκαταστάσεων πελατών που απαιτούν έναν ενιαίο λιμένα 10BaseT για την πρόσβαση Διαδικτύου. Αυτοί οι χρήστες έχουν τις πολύ χαμηλές προς τα πάνω απαιτήσεις στοιχείων (τα αιτήματα πακέτων και στοιχείων αναγνώρισης είναι η αρχική κυκλοφορία) αλλά μπορούν να έχουν τις αρκετά μεγάλες προς τα κάτω απαιτήσεις στοιχείων. Σε αυτήν την περίπτωση, η πρόσβαση TDMA επιτρέπει στους πολλαπλάσιους χρήστες ποσοστού χαμηλών στοιχείων για να μοιραστεί ένα ενιαίο κανάλι. Επιπλέον, ο σταθμός βάσεων ολοκληρώνει τη σύνδεση πρόσβασης TDMA σε έναν ενιαίο διαποδιαμορφωτή, που επιτρέπει στους πολλαπλάσιους πελάτες να μοιράζονται τον ενιαίο διαποδιαμορφωτή στο σταθμό βάσεων.

Οι περισσότεροι χειριστές θα έχουν μια αγορά μιγμάτων και στόχων υπηρεσίας που βρίσκεται μεταξύ αυτών των δύο περιπτώσεων. Η επιλογή των μεθόδων πρόσβασης TDMA ή/και FDMA μέσα στο σύστημα γίνεται ένα ζήτημα και για το σχεδιαστή του συστήματος.

Σαν τελικό παράδειγμα, υποθέστε τις επιθυμίες των χειριστών να εξυπηρετήσουν ένα γραφείο έξι ορόφων περιέχοντας 20 υπαλλήλους ανά πάτωμα. Αυτό προσφέρει μια συνολική αρίθμηση 120 γραμμών POTS. Κάθε γραφείο χρησιμοποιεί τα διάφορα μίγματα ηλεκτρονόμου πλαισίων (frame relay), DS-1, γραμμές fax και γραμμές διαποδιαμορφωτών. Μερικά γραφεία επιθυμούν να συνδέσουν το τοπικό δίκτυο Ethernet (LAN) με το δίκτυο εκτενών ζωνών (WAN) χρησιμοποιώντας τους δρομολογητές. Ο χειριστής του συστήματος ξέρει ότι μόνο ένα ποσοστό των γραφείων θα μεταστρέψει σε έναν ασύρματο προμηθευτή υπηρεσιών.

Πώς ένας χειριστής συστήματος αποφασίζει πότε να χρησιμοποιήσει TDMA και πότε να χρησιμοποιήσει FDMA; Πρώτα, είναι απαραίτητο να υπολογιστεί η αιχμή και να υπολογιστεί κατά μέσο όρο το αναμενόμενο ποσοστό στοιχείων κυκλοφορίας από όλα τα πιθανά ή κατ' εκτίμηση γραφεία. Δεύτερον, είναι σημαντικό να καθοριστεί ποια κυκλοφορία μπορεί να πολλαπλασιαστεί και να διαμορφωθεί για να λειάνει έξω το burstiness κυκλοφορίας. Εάν το προκύπτον burstiness είναι αρκετά ομαλό, οι προς τα πάνω απαιτήσεις κυκλοφορίας μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά χρησιμοποιώντας τις τεχνικές FDMA. Διαδοχικά, εάν το burstiness εμμένει μέσα στο ρεύμα κυκλοφορίας, το TDMA μπορεί να είναι μια καλύτερη επιλογή.

Υπάρχουν πρόσθετα ζητήματα σχετικά με την επιλογή TDMA και FDMA όπως η αποδοτικότητα του ασύρματου μέσου ελέγχου πρόσβασης (MAC), η αποδοτικότητα πολυπλεκτών των εγκαταστάσεων του πελάτη, την αποδοτικότητα δομών καναλιών, το ποσό διόρθωσης σφαλμάτων (FEC) που χρησιμοποιείται στο κανάλι, το μέγιστο ποσοστό δεδομένων κατά τη διάρκεια των ωρών αιχμής, τη διανομή του εξοπλισμού βάσεων κατά τη διάρκεια των εμπορικών εκτός αιχμής ωρών το οποίο εμποδίζει τα επίπεδα που δεσμεύονται στις ασύρματες συνδέσεις πρόσβασης, τα ασυμμετρικά και συμμετρικά μίγματα κυκλοφορίας και την απόσταση συνδέσεων που μπορούν να στηριχτούν για τις διάφορες μεθόδους πρόσβασης. Αυτά τα ζητήματα συζητούνται στο παρακάτω πίνακα.

ΖΗΤΗΜΑΤΑ	TDMA	FDMA
αποδοτικότητα burstiness χρηστών	TDMA επιτρέπει την bursty απάντηση και δεν ζητά τις αυλακώσεις εκτός αν είναι απαραίτητες	Η σύνδεση FDMA είναι πάντα επάνω, ανεξάρτητα από εάν ο χρήστης στέλνει ή όχι τα δεδομένα
ασύρματη MAC	Η αποδοτικότητα της MAC κυμαίνεται από 65-90 τοις εκατό ή υψηλότερα ανάλογα με τα burstiness χαρακτηριστικά των χρηστών και του σχεδίου της MAC	Η αποδοτικότητα υπολογίζεται σε 100 τοις εκατό, όχι MAC
Μίγμα εγκαταστάσεων πελάτη	Και τα δύο σύστημα FDMA και TDMA επιτρέπουν την κυκλοφορία χρηστών υψηλής προτεραιότητας τα οποία στέλλουν πρώτα	Και τα δύο σύστημα πολλαπλασιάζουν τα διάφορα ρεύματα μέσω της ίδιας ασύρματης αποδοτικότητας καναλιών σωλήνων
Αποδοτικότητα καναλιών	Η αποδοτικότητα υπολογίζεται στα 88 τοις εκατό, βασιζόμενα στον πρόλογο και την έκταση	100 τοις εκατό αποδοτικότητα
FEC τοις εκατόν	ποσοστό 75 έως 85 τοις εκατόν	ποσοστό 91 τοις εκατόν
Μέγιστο ποσοστό στοιχείων	TDMA επιτρέπει bursting στο μέγιστο ποσοστό του καναλιού, που βασιζόμενο στους αλγορίθμους δικαιοσύνης για την ασύρματη MAC και τον πολυπλέκτη	FDMA παρέχει έναν σταθερό σωλήνα, με εμφάνιση bursting που βασίζεται στους αλγορίθμους δικαιοσύνης μέσα στον πολυπλέκτη των εγκαταστάσεων του πελάτη

Πίνακας 3. Ζητήματα TDMA και FDMA συστημάτων

3.7 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ

Οι μέθοδοι διαμόρφωσης για τα ευρυζωνικά ασύρματα συστήματα LMDS είναι χωρισμένες στις προσεγγίσεις διαμόρφωσης (AM) και στη διαμόρφωση μετατόπισης φάσης (PSK) και εύρους. Οι επιλογές διαμόρφωσης για τις μεθόδους προσπέλασης TDMA και FDMA είναι σχεδόν οι ίδιες.

Όνομα	Μέθοδος διαμόρφωσης	MHz for 2 Mbps CBR Connection
BPSK	Διαδική διαμόρφωση	2.8 MHz

	μετατόπισης φάσης	
DQPSK	Διαφορικό QPSK	1.4 MHz
QPSK	Διαμόρφωση μετατόπισης φάσης τεσσάρων καταστάσεων	1.4 MHz
8PSK	Οκταδική διαμόρφωση μετατόπισης φάσης	0.8 MHz
4-QAM	Διαμόρφωση εύρους τετραγωνισμού, 4 κράτη	1.4 MHz
16-QAM	Διαμόρφωση εύρους τετραγωνισμού, 16κράτη	0.6 MHz
64-QAM	Διαμόρφωση εύρους τετραγωνισμού, 64κράτη	0.4 MHz

Πίνακας 4. Μέθοδος διαμόρφωσης FDMA σύνδεσης

Οι μέθοδοι διαμόρφωσης συνδέσεων TDMA χαρακτηριστικά δεν περιλαμβάνουν τη διαμόρφωση εύρους 64 QAM, αν και αυτό μπορεί να διατεθεί στο μέλλον. Οι μέθοδοι διαμόρφωσης πρόσβασης FDMA βρίσκονται στον πίνακα 4 που χρησιμοποιεί ως κλίμακα μέτρησης το ποσό εύρους ζώνης που απαιτούν για μια σταθερή σύνδεση ποσοστού δυαδικών ψηφίων 2 Mbps (CBR) σύνδεση (χωρίς να αποτελέσει τα γενικά έξοδα λόγω του ATM και FEC). Οι τιμές είναι κατά προσέγγιση, δεδομένου ότι υπάρχουν ζητήματα που περιλαμβάνουν τους παράγοντες μείωσης μασκών φίλτρων καναλιών, οι οποίοι μπορούν να είναι σημαντικοί της σχέσης των ποσοστών εύρους ζώνης συχνοτήτων και των στοιχείων μικροκυμάτων.

3.8 ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Η ικανότητα συστημάτων για τα LMDS συστήματα μπορεί να μετρηθεί από το ποσοστό δεδομένων σε σχέση με το μέγιστο αριθμό περιοχών εγκαταστάσεων πελατών.

Ποσοστό ικανότητας δεδομένων για FDMA πρόσβαση

Για τους υπολογισμούς του ποσοστού των δεδομένων, η ικανότητα συστημάτων LMDS είναι ίση με τον αριθμό κυψελών μέσα στο σύστημα που πολλαπλασιάζεται με την

ικανότητα ανά περιοχή κυψελών. Η ικανότητα περιοχών κυψελών είναι ίση με τον αριθμό τομέων μέσα στους χρόνους περιοχών κυψελών ικανότητας τομέα. Για να παρέχετε τα βασικά παραδείγματα, υποθέστε τις τιμές στον πίνακα 5 για τη φασματική αποδοτικότητα. Η φασματική αποδοτικότητα μετριέται σε bits ανά δευτερόλεπτο ανά Hertz (b/s/Hz) και είναι ένας βασικός αριθμός αξίας για τα διαφορετικά σχέδια διαμόρφωσης.

Modulation	Spectral Efficiency
4-QAM	1.5 b/s/Hz
16-QAM	3.5 b/s/Hz
64-QAM	5 b/s/Hz

Πίνακας 5. Spectral Efficiencies

Χρησιμοποιώντας αυτές τις φασματικές αποδόσεις, και υποθέτοντας 1.000 MHz χρησιμοποιήσιμου φάσματος σε μια επαναχρησιμοποιημένη συχνότητα 2, το σύστημα LMDS παρέχει 500 MHz του χρησιμοποιήσιμου φάσματος ανά τομέα. Υποθέτοντας συμμετρικές uplink και downlink συνδέσεις, υπάρχουν 250 MHz σε κάθε κατεύθυνση ανά τομέα. Οι ικανότητες των τομέων παρουσιάζονται στα ακόλουθα παραδείγματα:

Παράδειγμα1

Εάν κάθε περιοχή των εγκαταστάσεων του πελάτη χρησιμοποιεί τις συνδέσεις 5 MHz FDMA στη διαμόρφωση QAM 4, αυτό παρέχει $5 \times 1.5 = 7.5$ Mbps ανά περιοχή πελατών. Υπάρχει $(250/5) = 50$ αυτών των συνδέσεων, που παρέχουν συνολικά 375 Mbps uplink. Οι downlink συνδέσεις χρησιμοποιούν επίσης τη διαμόρφωση 4 QAM, που παρέχει 375 Mbps.

Παράδειγμα2

Εάν κάθε περιοχή των εγκαταστάσεων του πελάτη χρησιμοποιεί τις συνδέσεις 5 MHz FDMA στη διαμόρφωση 16 QAM, αυτό παρέχει $5 \times 3.5 = 17.5$ Mbps. Υπάρχουν 50 τέτοιες συνδέσεις, που παρέχουν συνολικά 875 Mbps. Οι downlink συνδέσεις χρησιμοποιούν επίσης τη διαμόρφωση 16 QAM, που παρέχει 875 Mbps.

Παράδειγμα3

Εάν κάθε περιοχή των εγκαταστάσεων του πελάτη χρησιμοποιεί τις συνδέσεις 5 MHz FDMA στη διαμόρφωση 64 QAM, αυτό παρέχει $250 \times 5 = 1250$ Mbps uplink. Οι downlink συνδέσεις χρησιμοποιούν επίσης τη διαμόρφωση 64 QAM, που παρέχει 1250 Mbps. Μπορεί να υπάρξει περισσότερη ικανότητα ανά τομέα από αυτό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέσα στις περιοχές κάλυψης. Για αυτόν τον λόγο, τα συστήματα LMDS πιθανώς να περιοριστούν κατά σειρά παρά το περιορισμό ικανότητας. Μια επιλογή, να αυξηθεί η σειρά είναι να κινηθεί προς τους αστερισμούς μιας χαμηλούς διαμόρφωσης. Οι παρεχόμενες τιμές είναι μόνο παραδείγματα και δεν μπορούν να απεικονίσουν το πλήρες πεδίο της ικανότητας εξοπλισμού.

Μέγιστος αριθμός εγκαταστάσεων πελατών περιοχών για TDMA πρόσβαση

Στους προηγούμενους υπολογισμούς υποτίθεται ότι το εύρος ζώνης καναλιών FDMA ήταν 5 MHz. Χρησιμοποιώντας αυτήν την υπόθεση για να υπολογίσουν το συνολικό αριθμό χρηστών, υπάρχουν $250 \text{ MHz} / 5 \text{ MHz} = 50$ περιοχές πελατών ανά τομέα. Ο αριθμός τομέων υπαγορεύει τον αριθμό συνολικών περιοχών πελατών ανά περιοχή κυψελών. Η περιοχή πελατών μπορεί να είναι ένα μεγάλο κτίριο με πολλά γραφεία, τα οποία όλα να συνδέονται με το σταθμό βάσεων μέσω του ίδιου καναλιού 5 MHz.

Ποσοστό ικανότητας δεδομένων για TDMA πρόσβαση

Τα συστήματα TDMA έχουν μια μειωμένη ικανότητα ποσοστού δεδομένων έναντι των συστημάτων FDMA στα (σειρά) 80%. Επίσης τα συστήματα TDMA δεν χρησιμοποιούν τη διαμόρφωση 64 QAM για αυτό τα πολύ πυκνά ποσοστά δεδομένων που είναι επιτεύξιμα στα συστήματα FDMA δεν είναι διαθέσιμα. Εντούτοις η διαμόρφωση 64 QAM είναι χρήσιμη μόνο στις σύντομες συνδέσεις ως αποτέλεσμα των αυξανόμενων επιπέδων σημάτων που απαιτούνται για τη λειτουργία της. Επομένως, η πρόσβαση 64 QAM για FDMA είναι μόνο χρήσιμη όταν οι πελάτες είναι πυκνοί στο ποσοστό δεδομένων οι οποίοι βρίσκονται κοντά στην περιοχή του σταθμού βάσης.

Μέγιστος αριθμός εγκαταστάσεων πελατών περιοχών για TDMA πρόσβαση

Τα συστήματα TDMA είναι η καλύτερη επιλογή όταν πρέπει να εξυπηρετήσουν πολλούς χρήστες χαμηλού ποσοστού δεδομένων. Παραδείγματος χάριν, αν υποθέσουμε ότι ένα uplink με εύρος ζώνης 250 MHz είναι διαθέσιμο μέσα στο σύστημα LMDS και ότι τα κανάλια 5 MHz TDMA χρησιμοποιούνται. Κάθε κανάλι 5 MHz TDMA μπορεί να παρέχει

περίπου 80 DS-0 συνδέσεις ταυτόχρονα. Ο συνολικός αριθμός ταυτόχρονων χρηστών DS-0 στο σύστημα TDMA ανά τομέα είναι $80 \text{ DS-0 ανά κανάλι} \times (250/5) = 4,000$.

Ο συνολικός αριθμός ταυτόχρονων χρηστών DS-0 πέρα από τη κυψέλη εξαρτάται από τον αριθμό των τομέων. Εάν οι χαρακτηριστικές τιμές της συγκέντρωσης πέρα από ολόκληρο τον τομέα και τη κυψέλη υποτίθεται ότι ήταν στη σειρά 5:1, αυτό το σύστημα TDMA επιτρέπει συνολικά 20.000 συνδέσεις DS-0 ανά τομέα μέσα στις πιθανότητες επιπέδων φραξίματος σύμφωνα με το σχέδιο συστημάτων τηλεπικοινωνιών. Έχουμε υποθέσει ένα επίπεδο συγκέντρωσης 5:1 για να απεικονίσουμε κάποια χρήση του διαδικτύου (τηλεφωνικοί διαποδιαμορφωτές) πέρα από αυτές τις συνδέσεις DS-0. Μπορούν επίσης να υπάρξουν μερικές γραμμές fax.

Όπως στην περίπτωση του προηγούμενου παραδείγματος FDMA για το ποσοστό δεδομένων, 20.000 γραμμές DS-0 ανά τομέα είναι υπερβολικές όσον αφορά τον τομέα κάλυψης αυτών των LMDS συστημάτων. Εάν 10 τομείς χρησιμοποιήθηκαν, αυτό θα υπονοούσε ότι 200.000 γραμμές DS-0 θα μπορούσαν να υποστηριχθούν. Οι χαρακτηριστικές αποστάσεις κάλυψης για τα συστήματα LMDS είναι στην ακτίνα από 3 χλμ σε 5 χλμ για την υπηρεσία 99,99% στις διάφορες περιοχές βροχής, έτσι 200.000 γραμμές είναι πάρα πολλές. Με βάση αυτούς τους αριθμούς, είναι σημαντικό να εξεταστεί η συνδυασμένη επίδραση των μεθόδων προσπέλασης TDMA και FDMA προκειμένου να εξεταστούν όλες οι απαιτήσεις των περιοχών πελατών και του ποσοστού των δεδομένων.

3.9 ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ

Ένας τομέας της συνεχόμενης έρευνας για τα συστήματα LMDS αφορά τη συμπεριφορά διάδοσης μικροκυμάτων. Τα συστήματα LMDS σε 28 GHz είναι πιο ευαίσθητα στα αποτελέσματα βροχής και προκαλούν μια μείωση του επιπέδου σημάτων. Το Comité Consultatif International της Radiocommunications (CCIR) έχει τις διαδικασίες εκτίμησης μείωσης βροχοπτώσεων, εντούτοις υπάρχουν περιορισμένα δεδομένα και εμπειρία στα μικρά point-to-multipoint συστήματα κυψελών. Οι βροχοπτώσεις προκαλούν την αποπόλωση των σημάτων, που οδηγούν στο μειωμένο επίπεδο σημάτων και τη μειωμένη απομόνωση παρέμβασης μεταξύ των παρακείμενων τομέων και περιοχών κυψελών. Τα πρόσθετα ζητήματα διάδοσης σχετικά με το φύλλωμα χρειάζονται επίσης την περαιτέρω μελέτη.

Το αρχικό ζήτημα διάδοσης στις ζώνες χαμηλής συχνότητας είναι οι πολλαπλές διαδρομές εξασθένισης. Στις συχνότητες LMDS, η πολλαπλών διαδρομών εξασθένιση δεν πρέπει να είναι μια σημαντική επίδραση. Κατ' αρχάς, οι συχνότητες των LMDS εξαρτώνται περισσότερο από την οπτική επαφή (LOS), δηλαδή δεν εμφανίζεται σκίαση και διάθλαση όπως γίνεται συχνότερα στις χαμηλότερες συχνότητες. Δεύτερον, τα κυψελοειδή και προσωπικά συστήματα υπηρεσιών επικοινωνιών (PCS) έχουν χαρακτηριστικά τις θέσεις εγκαταστάσεων πελάτη μέσα σε έξι πόδια από το έδαφος, ενώ τα συστήματα LMDS έχουν τις κεραιές πελατών τοποθετημένες στις στέγες. Το ύψος της κεραιάς εγκαταστάσεων πελάτη διαδραματίζει έναν μεγάλο ρόλο στη μείωση των πολλαπλών διαδρομών αποτελεσμάτων. Τρίτον, οι κεραιές LMDS είναι ιδιαίτερα κατευθυντικές (δείχνοντας μια μονοκύτταρη περιοχή), ενώ οι κυψελοειδείς και κεραιές PCS έχουν είτε πανκατευθυντικό είτε αόριστα χαρακτηριστικά. Η χρησιμοποίηση των κατευθυντικών κεραιών μειώνει τα αποτελέσματα των πολλαπλών διαδρομών. Τέταρτο, στα κυψελοειδή και στα συστήματα PCS η κεραιά πελατών μπορεί να μετακινηθεί, ενώ οι κεραιές LMDS είναι σταθερές σε μια στέγη. Μόλις μια κεραιά γίνει σταθερή, οι εφαρμοστές μπορούν να επιλέξουν τις καλύτερες περιπτώσεις θέσεων στη στέγη, που οδηγεί στη βελτιωμένη απόδοση.

Εξετάζοντας αυτούς τους παράγοντες, η κάλυψη της απόσταση κυψελών θα ποικίλει ανάλογα με τις βροχοπτώσεις στην συγκεκριμένη περιοχή. Πρέπει επίσης να εξεταστεί το ύψος φυλλώματος σε σχέση με τα ύψη των εμπορικών και οικιστικών κτιρίων για να καθορίσει το ποσοστό της οικοδόμησης των στεγών που μπορούν να φωτιστούν από οποιοδήποτε ιδιαίτερο τομέα των κεραιών σταθμών βάσης.

Επίσης θα πρέπει να εξεταστούν τα μεγέθη των κυψελών που είναι δυνατά μέσα στα συστήματα LMDS. Κατά τη διάρκεια του χρόνου αυτά τα μεγέθη κυψελών θα αυξηθούν λόγω της τεχνολογικής προόδου των ενισχυτών μικροκυμάτων. Τα μεγέθη κυψελών επηρεάζονται έντονα από το περιβάλλον διάδοσης. Τα δεδομένα όπως το φύλλωμα, τα ποσοστά βροχοπτώσεων, το ύψος της κεραιάς μετάδοσης (περιοχή κυψελών) και το ύψος της κεραιάς εγκαταστάσεων του πελάτη είναι οι αρχικοί παράγοντες που πρέπει να εξεταστούν. Όταν γίνεται ο λεπτομερής προγραμματισμός κάλυψης των περιοχών των κυψελών, είναι απαραίτητο να υπολογιστούν οι τοπικές παρεμποδίσεις και οι λεπτομέρειες των εκτάσεων και της τοπολογίας που μπορούν να έχουν επιπτώσεις στην απόσταση που η περιοχή κυψελών μπορεί να υποστηρίξει. Τα ακόλουθα αξιώματα ισχύουν:

- Δεδομένου ότι η διαθεσιμότητα της σύνδεσης αυξάνεται, η απόσταση μειώνεται. Παραδείγματος χάριν, εάν ένας χειριστής συστημάτων παρέχει μια υπηρεσία που απαιτεί διαθεσιμότητα 99.9%, η απόσταση συνδέσεων μπορεί να είναι μέχρι 14 χλμ. Οι πελάτες σε απόσταση 14 km από την περιοχή κυψελών δεν θα λάβουν την υπηρεσία για οκτώ ώρες ετησίως, και οι πελάτες πιο κοντά στην περιοχή κυψελών θα έχουν τη διαθεσιμότητα, η οποία θα είναι και καλύτερη. Εντούτοις, εάν ο χειριστής συστημάτων επιλέγει να παρέχει υπηρεσίες που απαιτούν διαθεσιμότητα 99.99%, η απόσταση κάλυψης κυψελών μπορεί να μειωθεί σε 5 km. Εάν όμως ο χειριστής συστημάτων παρέχει υπηρεσίες που απαιτούν διαθεσιμότητα 99.999%, η απόσταση κάλυψης κυψελών μειώνεται σε 2.5 km. Αυτοί οι αριθμοί είναι κατά προσέγγιση και εξαρτώνται από τις συγκεκριμένες λεπτομέρειες κάθε προμηθευτή για το σχεδιασμό των συστημάτων.
- Επίσης η επιλογή διαμόρφωσης έχει επιπτώσεις στην απόσταση. Παραδείγματος χάριν, η QPSK και η 4 QAM αποστάσεις είναι 10km, όπου η απόσταση κάλυψης 16 QAM μπορεί να είναι 5 km και 64 QAM απόσταση μπορεί να είναι 2.5 km.
- Η απόσταση κάλυψης εξαρτάται επίσης από την περιοχή βροχής. Παραδείγματος χάριν, τα συστήματα LMDS στο Μαϊάμι και τη Νέα Ορλεάνη μπορούν να υποστηρίξουν μια απόσταση 3 km κατά 99.99%. Το ίδιο σχέδιο συστημάτων LMDS στο Ντένβερ μπορούν να υποστηρίξουν μια απόσταση 5 km ή περισσότερο. Αυτό δηλώνει ότι τα οικονομικά της παροχής των τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών που χρησιμοποιούν την τεχνολογία LMDS θα ποικίλουν ανάλογα με την περιοχή που εξυπηρετείται.

3.10 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΩΝ

Σχεδιασμός κυψελών

Κατά το προγραμματισμό των περιοχών κυψελών για ένα δίκτυο LMDS, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθες ιδιότητες:

- **Η διείσδυση των συνδρομητών:** η απόδοση των συστημάτων διανομής μετρείται από τη διείσδυση συνδρομητών, δηλαδή το ποσοστό των συνδρομητών που έχουν το ικανοποιητικό επίπεδο σημάτων ώστε να επιτύχουν την άριστη ποιότητα των υπηρεσιών.

- **Η ποιότητα της υπηρεσίας (QoS):** η QoS μπορεί να επηρεαστεί από διάφορους παράγοντες, καθώς και από την παρεμπόδιση της πορείας μετάδοσης, την επικάλυψη κυψελών (15% είναι το κανονικό), και το πλεονασμό των συστημάτων.
- **Ο προϋπολογισμός των συνδέσεων (Link budget):** χρησιμοποιείται για να υπολογίσει τη μέγιστη απόσταση που μπορεί ένας συνδρομητής να βρεθεί από μια περιοχή κυψελών επιτυγχάνοντας την αποδεκτή αξιοπιστία υπηρεσιών. Ο προϋπολογισμός των συστημάτων αποτελεί τα κέρδη και τις απώλειες μέσω των διάφορων τύπων εξοπλισμών. Ο προϋπολογισμός συνδέσεων αναλύει διάφορες παραμέτρους δικτύων, συμπεριλαμβανομένων των αναλογιών μεταφοράς θορύβου (CNRs), το μεταφορέα αναλογιών σύνθεσης τριπλάσιου, τη παρέμβαση περιοχών επανάληψης (C/I) και τη σύνδεση που εξασθενίζουν τα περιθώρια.

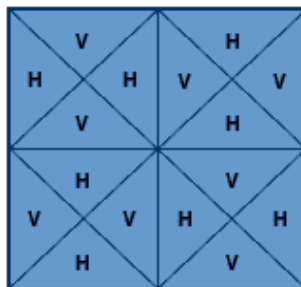
Σε μερικές περιπτώσεις, ο εξοπλισμός μικροκυμάτων διαχωρίζεται για να υποστηρίξει έναν ενιαίο μεταφορέα ενώ άλλα συστήματα προσφέρουν ευρυζωνική πολυδιαυλική ικανότητα στην οποία οι πολλαπλάσιοι μεταφορείς μπορούν να υποστηριχθούν μέσω μιας ενιαίας συσκευής αποστολής σημάτων.

- **Η επιλογή του μεγέθους των κυψελών:** το μέγιστο μέγεθος κυψελών για την περιοχή υπηρεσιών συσχετίζεται με το επιθυμητό επίπεδο αξιοπιστίας που λαμβάνεται από τον προϋπολογισμό συνδέσεων. Το μέγεθος κυψελών μπορεί να ποικίλει μέσα σε μια περιοχή κάλυψης λόγω του τύπου κεραίας, του ύψους του, και της απώλειας σημάτων. Αυτά τα αποτελέσματα συσχετίζονται γενικά με τον τύπο υπηρεσιών περιοχής κάλυψης όπως η αστική, η προαστιακή, ή χαμηλή πυκνότητα κάλυψης. Η επιλογή μεγέθους των κυψελών έχει επιπτώσεις στο συνολικό κόστος για την ζητούμενη περιοχή κάλυψης.
- **Πρότυπο κεφαλαιουχικού κόστους:** το πρότυπο του κεφαλαιουχικού κόστους χρησιμοποιείται για να υπολογίσει τις κύριες απαιτήσεις των δικτύων. Το απαραίτητο πρότυπο καλύπτει τις εκτιμήσεις σχεδίου όπως ο προϋπολογισμός συνδέσεων, το μέγεθος κυψελών, η επικάλυψη κυψελών, ο αριθμός κυψελών, η ικανότητα κυκλοφορίας, ο αριθμός τομέων, το κεφαλαιουχικό κόστος ανά κυψέλη και το συνολικό κεφαλαιουχικό κόστος.

Βελτιστοποίηση συχνότητας επαναχρησιμοποίησης

Οι ακόλουθες τεχνικές χρησιμοποιούνται για να βελτιστοποιήσουν την συχνότητα επαναχρησιμοποίησης των δικτύων LMDS:

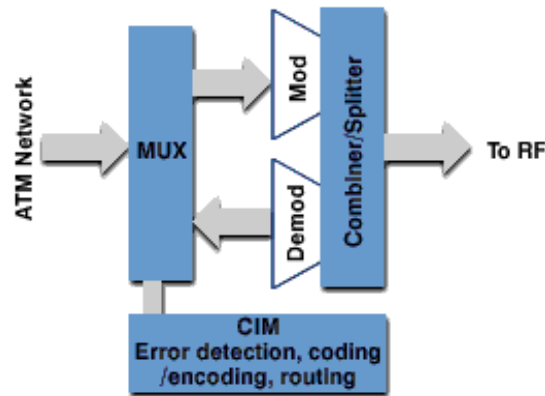
- ελαχιστοποίηση πολλαπλού μονοπατιού και σταυροπόλωσης με τη χρησιμοποίηση των υψηλότερων κατευθυντικών κεραιών και προσδιορίζοντας τη θέση τους όσο το δυνατόν ψηλότερα
- μεγιστοποίηση της κατευθυντικότητας των κεραιών από τον τεμαχισμό του συστήματος διανομής. Ο εξοπλισμός μικροκυμάτων στις περιοχές κυψελών διαμορφώνεται με τους πολλαπλούς τομείς, τις κεραιές, τις συσκευές αποστολής σημάτων και τους δέκτες. Μια χαρακτηριστική διαμόρφωση είναι μια περιοχή κυψελών τεσσάρων τομέων που χρησιμοποιεί εύρος 90 βαθμών για να παρέχει τις υπηρεσίες στο περιβάλλον των συνδρομητών. Κάθε ένας από αυτούς τους τομείς των κεραιών (συσκευές αποστολής σημάτων και δέκτες) μπορεί να υποστηρίξει το πλήρες εύρος ζώνης του διατιθέμενου φάσματος.
- μεγιστοποίηση της απομόνωσης μεταξύ των παρακείμενων τομέων μέσω της οριζόντιας πόλωσης (H) και της κάθετης (V) μπορούν να υιοθετηθούν σε όλο το σύστημα σαν ένα εναλλασσόμενο σχέδιο μεταξύ των τομέων, όπως φαίνεται στο σχήμα 13. Η πόλωση H και V επαναχρησιμοποιείται επίσης σε όλο το σύστημα.



Σχήμα 13. Οριζόντια και Κάθετη πόλωση

3.11 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΟΜΒΟΥ ΔΙΚΤΥΩΝ

Ο εξοπλισμός κόμβου δικτύων (NNE) παρέχει τη βασική πύλη δικτύων για τη σύνδεση των καλωδιώσεων της κυκλοφορίας δικτύων με το εύρος ζώνης LMDS. Το NNE είναι ισοδύναμο με τον ψηφιακό εξοπλισμό των σταθμών βάσης. Τα προϊόντα του κόμβου δικτύων παρέχουν επεξεργασία, πολλαπλασιασμό, αποδιαύλωση, συμπίεση, ανίχνευση λαθών, κωδικοποίηση, αποκωδικοποίηση, δρομολόγηση, διαμόρφωση και την αποδιαμόρφωση. Το NNE μπορεί επίσης να παρέχει τη μετατροπή του ATM.



Σχήμα 14. Network-Node Architecture

Οι ακόλουθες λειτουργίες μπορούν να εκτελεστούν στον κόμβο δικτύων:

Συμπίεση ψηφιακών σημάτων

Η μετατροπή των αναλογικών τηλεοπτικών σημάτων στα ιδιαίτερα συμπιεσμένα ψηφιακά σήματα για τη διανομή από το σύστημα μικροκυμάτων.

Καλωδίωση/ Ασύρματες διεπαφές πρωτοκόλλου

Ανάλογα με τις προσφορές υπηρεσιών ενός χειριστή το NNE μπορεί να διαμορφωθεί για να επεκτείνει το βίντεο, την IP, και τις υπηρεσίες φωνής πέρα από το εύρος ζώνης του LMDS. (Το ATM προκύπτει ως πιθανό πρότυπο για την παράδοση της φωνής, των δεδομένων διαδικτύου και των τηλεοπτικών υπηρεσιών για το LMDS.)

Διαμόρφωση και αποδιαμόρφωση

Τα σήματα από τη φωνή, το βίντεο, και το πολλαπλασιάζοντας σύστημα δεδομένων είναι διαμορφωμένα προτού να εμφανιστεί η ασύρματη μετάδοση. Ομοίως, η κυκλοφορία από το δέκτη μικροκυμάτων αποδιαμορφώνεται πριν από τη μετάδοση καλωδιώσεων.

Διαμόρφωση

Ένας ψηφιακός διαμορφωτής δέχεται ένα ψηφιακό ρεύμα και παρέχει 4 QAM, 16 QAM ή 64 QAM ενδιάμεσο σήμα συχνότητας (IF) για την παράδοση πέρα από το εύρος ζώνης του LMDS. Ο διαμορφωτής εκτελεί όλες τις λειτουργίες που απαιτούνται για να διαμορφώσουν τα ψηφιακά βίντεο, τη φωνή, και τα δεδομένα σε πρότυπα IF για την εισαγωγή ασύρματων συσκευών αποστολής σημάτων.

Αποδιαμόρφωση

Ένας αποδιαμορφωτής QAM περιέχει δύο χωριστά προσπελάσιμα κανάλια αποδιαμορφωτών, κάθε ένα ικανό για 4 QAM, 16 QAM και 64 QAM σήματα σε ποσοστά συμβόλων μεταξύ 1 Mbps και 10 Mbps. Τα συστήματα TDMA μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη διαφορεική διαμόρφωση QPSK

3.12 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΡΑΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ

Κόμβος δικτύων

Ο εξοπλισμός κόμβων RF δικτύων του LMDS περιλαμβάνει τις συσκευές αποστολής σημάτων και τους δέκτες καθώς επίσης και τους πομποδέκτες και τις κεραίες που ταιριάζουν. Εάν υπάρχει ένας μεταφορέας ανά συσκευή αποστολής σημάτων, το σύστημα λέγεται ότι είναι διαχωρισμένο. Εάν υπάρχουν πολλαπλάσιοι μεταφορείς ανά συσκευή αποστολής σημάτων, το σύστημα λέγεται ότι είναι ευρυζωνικό.

Συσκευές αποστολής σημάτων

Τα χωριστά διαμορφωμένα σήματα συνδυάζονται και εφαρμόζονται στην ευρυζωνική συσκευή αποστολής σημάτων. Μέσα στη συσκευή αποστολής σημάτων, τα σήματα πολύς υψηλής συχνότητας (VHF) μετατρέπονται μέχρι την επιθυμητή συχνότητα μεταφορέων, ενισχύονται και εφαρμόζονται στην κεραία για τη μετάδοση. Χωριστές συσκευές αποστολής σημάτων, δέκτες, και κεραίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κάθε κατεύθυνση για να ελαχιστοποιήσουν τα αποτελέσματα κοντινών παρεμβολών μεταξύ των σημάτων μετάδοσης και λήψης.

Δέκτες

Ένας ευρυζωνικός δέκτης λαμβάνει την ολόκληρη ζώνη στη συχνότητα μεταφορέων και μετατρέπει τα σήματα σε VHF ζώνη. Τα σήματα VHF εφαρμόζονται έπειτα στις ίνες ή στο ομοαξονικό καλώδιο για τη διανομή στο NNE.

Πομποδέκτες

Οι συνδυασμένες λειτουργίες συσκευών αποστολής σημάτων και δεκτών μπορούν να παρασχεθούν σε έναν ενιαίο ευρυζωνικό πομποδέκτη.

Συστήματα κεραιών

Οι κεραιές επιλέγονται με βάση την επιθυμητή κάλυψη των πιθανών συνδρομητών, που λαμβάνουν υπόψη την έκταση, τα παρεμβαίνοντα αντικείμενα, το χαρακτηριστικό σχέδιο αζιμουθίου αντένας, το σχέδιο ανύψωσης κεραιών, και το κέρδος κεραιών.

Περιοχή εγκαταστάσεων πελάτη

Πομποδέκτης

Για τις διπλής κατεύθυνσης δεδομένων εφαρμογές δικτύων, ένας πομποδέκτης χρησιμοποιείται για να παρέχει μια πορεία επιστροφής για τις υπηρεσίες LMDS. Η κεραία μπορεί να είναι ένα αναπόσπαστο τμήμα του πομποδέκτη. Ο πομποδέκτης μπορεί να είναι ευρυζωνικό ή διαχωρισμένος.

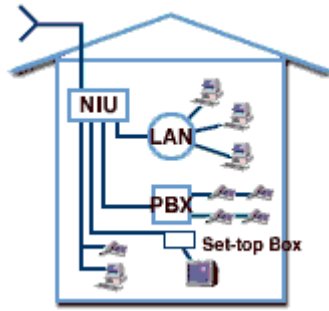
Συστήματα κεραιών πελατών

Οι τυπικές τεχνολογικές επιλογές που είναι διαθέσιμες περιλαμβάνουν microstrip σχέδιο, τους παραβολικούς και τους πλεγματοειδείς παραβολικούς ανακλαστήρες, και κωνικά σχέδια. Η επιλογή είναι μια μηχανική απόφαση βασισμένη στη θέση του πελάτη. Επίσης οι προμηθευτές έχουν τα διάφορα επίπεδα ολοκλήρωσης με τις συγκεκριμένες τεχνολογίες κεραιών.

3.13 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΕΠΑΦΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

(ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΕΛΑΤΩΝ)

Στο χώρο των εγκαταστάσεων του πελάτη, μια μονάδα διεπαφών δικτύων (NIU) παρέχει την πύλη μεταξύ των συσκευών τμημάτων και των οικοδομών RF. Τα NIUs είναι εύχρηστα από το σύστημα διαχείρισης δικτύων που παρέχεται στο κέντρο ελέγχου δικτύων (σχήμα 15). Αυτά τα NIUs είναι διαθέσιμα με εξελικτικές και μη εξελικτικές μορφές ανάλογα με τις απαιτήσεις πελατών.



Σχήμα 15. NIU Network Implementation

Πλήρως εξελικτικό/διαμορφώσιμο NIU

Ένα εξελικτικό NIU είναι εύκαμπτο, πλήρως διαμορφώσιμο, και βασισμένο στο πλαίσιο. Βρίσκεται στο χώρο των συνδρομητών και υποστηρίζει τη διπλής κατεύθυνσης ασύρματη ψηφιακή φωνή, τα δεδομένα, και τις τηλεοπτικές επικοινωνίες για τις εμπορικές και επιχειρησιακές χρήσεις. Το NIU μπορεί να διαμορφωθεί με 10BaseT, αναλογική φωνή, δομημένες και μη δομημένες T1/E1, T3/E3, OC-1, OC-3/STS-3, το ATM 25.6, επικοινωνίες ινών και τις τηλεοπτικές επικοινωνίες σε ένα ενιαίο πλαίσιο.

Ως τμήμα του ασύρματου ευρυζωνικού δικτύου, το NIU επικοινωνεί με τον εξοπλισμό των σταθμών βάσης μέσω μιας διπλής κατεύθυνσης πομποδέκτη αποτελώντας ένα μέρος της point-to-multipoint λύσης δικτύων. Αυτή η λύση επιτρέπει στους χειριστές δικτύων να επεκτείνουν τις υπηρεσίες τους αμέσως, χωρίς την ανάγκη υποδομήσκαλωδιώσεων συνδρομητών. Με αυτόν τον τρόπο εγκλωβίζουν τη γρήγορα αυξανόμενη αγορά τηλεπικοινωνιών εγκαίρως.

Οι βασικές δομικές μονάδες του NIU αποτελούνται από τα ακόλουθα συστατικά:

- μια ενότητα ραδιοδιαποδιαμορφωτών που υποστηρίζουν 4, 16, και 64 QAM και που χαρακτηρίζουν είτε τον τρόπο πρόσβασης FDMA είτε TDMA
- οι διάφορες ενισχυτικές υπηρεσίες μιας επεξεργάσιμης δεδομένων ενότητας (DPM) όπως οι υπηρεσίες T1/E1, 10BaseT, και του ATM 25,6 μέσω ενός επεξεργαστή του ATM SARing
- μια ενότητα πλαισίων-διεπαφών (ελεγκτής που παρέχει τους πόρους επεξεργασίας)
- μια παροχή ηλεκτρικού ρεύματος

Το διαμορφωμένο σχέδιο του NIU επιτρέπει στους χειριστές δικτύων να καλύψουν τις απαιτήσεις κάθε συνδρομητή αποτελεσματικά. Ο χειριστής δικτύων μπορεί να διαμορφώσει τους πολλαπλάσιους ραδιοδιαμορφωτές για να υποστηρίξει το συνολικό εύρος ζώνης που απαιτείται από τις διαμορφωμένες υπηρεσίες. Το NIU πρέπει να λειτουργήσει από κοινού με το ευρυζωνικό σύστημα μικροκυμάτων για να μεγιστοποιήσει τη χρήση των διαθέσιμων πόρων φάσματος RF. Ο ραδιοδιαμορφωτής και οι αναλογίες DPM μπορούν να βελτιστοποιηθούν με τις επιλογές μιγμάτων και αντιστοιχιών από την ένα προς ένα χαρτογράφηση έτσι ώστε να πολλαπλασιάσουν τα ρεύματα δομένων από διάφορα DPMs.

Μη εξελικτικό NIU (NonScalable)

Ένα μη εξελικτικό NIU είναι ένα αυτόνομο, οικονομικά αποδοτικό κομμάτι της CPE που παρέχει έναν σταθερό συνδυασμό διεπαφών. Ο συνδυασμός έχει ως σκοπό να καλύψει τις απαιτήσεις μικρού με μεσαίου μεγέθους τομείς επιχειρησιακής αγοράς. Οι υπηρεσίες μπορούν να περιλάβουν δομημένο και μη δομημένο T1/E1, T3/E3, 10BaseT, βίντεο, POTS, ηλεκτρονόμους πλαισίων (frame relay), ATM 25.6 και ψηφιακών δικτύων ενοποιημένων υπηρεσιών (ISDN), διεπαφή βασικού ποσοστού (BRI), διεπαφή αρχικού ποσοστού (PRI). Χρησιμοποιώντας αυτήν την μονάδα διεπαφών, οι συνδρομητές μπορούν να επεκτείνουν τις διάφορες μονόδρομες ή διπλής κατεύθυνσης εφαρμογές πολυμέσων φωνής, βίντεο, διαδικτύου ή/και υπολογιστών σε ένα πλαίσιο χρησιμοποιώντας ένα ενιαίο φάσμα συχρότητας μεταφορών.

Αυτό το μη εξελικτικό NIU επικοινωνεί με το σταθμό βάσης μέσω μιας διπλής κατεύθυνσης πομποδέκτη που αποτελείται από τα ακόλουθα συστατικά:

- ένας ραδιοδιαμορφωτής μεταβλητού εύρους ζώνης (υποστηρίζει 4, 16 και 64 QAM, TDMA ή FDMA ανάλογα με τον τύπο υπηρεσιών που παρέχονται από το NIU)
- μια μονάδα επεξεργασίας κατάτμησης και επανασυναρμολόγησης του ATM (SAR) (οι τύποι των ATM SARing εξαρτώνται από τους τύπους υπηρεσιών που παρέχονται από το NIU)
- μια διεπαφή εξοπλισμού συνδρομητών

Το μίγμα υπηρεσιών και οι διεπαφές που παρέχονται από το NIU δεν είναι διαμορφώσιμα από χρήστες και επομένως μειώνουν το κόστος προϊόντων στην αγορά. Αυτός ο τύπος του μη εξελικτικού NIU επιτρέπει στους χειριστές δικτύων να προσφέρουν τις υπηρεσίες

επικερδώς στα μικρά περιβάλλοντα γραφεία (SOHO). Πολλοί προμηθευτές θα έχουν διαφορετικά προϊόντα και στρατηγικές NIU.

3.14 ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ

Η διαχείριση δικτύων LMDS σχεδιάζεται για να επιτύχει τους επιχειρησιακούς στόχους ενός χειριστή δικτύων με την παροχή των ιδιαίτερα αξιόπιστων διοικητικών υπηρεσιών δικτύων.

Η διαχείριση δικτύων απαιτεί τα εξής:

Διαχείριση ελαττωμάτων

Αυτό είναι απαραίτητο για να προσδιορίσει, να εντοπίσει και να διορθώσει τα λάθη ή τα ελαττώματα στο δίκτυο. Κάθε συσκευή μέσα σε ένα ασύρματο δίκτυο πρέπει να ελέγχει την ανίχνευση λαθών ή την απόδοση. Όλες οι συσκευές LMDS συλλέγουν και εκθέτουν τις στατιστικές σχετικά με τη ρυθμοαπόδοση κυκλοφορίας, τις παραβιάσεις όρου ορίου, και τις διοικητικές δραστηριότητες.

Διαχείριση διαμόρφωσης

Αυτό είναι απαραίτητο προκειμένου να παρέχει, να κάνει καταγραφική απογραφή και να έχει εφεδρικό σύστημα (back-up) για τους πόρους των δικτύων. Ο εξοπλισμός LMDS πρέπει να βρίσκεται αυτόματα όταν προστίθεται ο νέος εξοπλισμός σε έναν κόμβο. Αυτό ελαχιστοποιεί το ποσό τροφοδότησης που απαιτείται για να εγκαταστήσει ή να αναβαθμίσει τον εξοπλισμό.

Διαχείριση λογιστικής

Αυτό είναι απαραίτητο για να συλλέξει και να επεξεργαστεί τις πληροφορίες τιμολόγησης. Κάθε εύχρηστος κόμβος στην ασύρματη μερίδα του δικτύου πρέπει να διατηρήσει μια συλλογή στατιστικών που μπορεί να προσεγγιστεί από ένα σύστημα τιμολόγησης τρίτων ως εισαγωγή. Οι χρήστες πρέπει να προσδιοριστούν σε μια βάση χρηστών ανά δίκτυο.

Διαχείριση απόδοσης

Αυτό είναι απαραίτητο για να συλλέξει, να φιλτράρει και να αναλύσει τις στατιστικές των πόρων των δικτύων. Υπάρχουν διάφοροι παράμετροι που πρέπει να ελεγχθούν και να διαμορφωθούν σε κάθε κόμβο δικτύων από τη ρυθμοαπόδοση κυκλοφορίας T1 στο επίπεδο δύναμης παραγωγής. Ο διοικητικός σταθμός πρέπει να ελέγξει αυτές τις παραμέτρους και να τις ρυθμίσει ώστε να αυξηθεί η απόδοση.

Διαχείριση ασφάλειας

Όλες οι πληροφορίες που διαβιβάζονται μέσω του ασύρματου περιβάλλοντος πρέπει να κρυπτογραφηθούν μεταξύ κάθε κόμβου στο δίκτυο. Η λειτουργία της διοικητικής λειτουργίας πρέπει αυτόματα να γενικεύσει και να συντονίσει τα κλειδιά που χρησιμοποιούνται για την κρυπτογράφηση και την αποκρυπτογράφηση καθώς και τη επικύρωση των χρηστών.

Η διοικητική εφαρμογή στο σταθμό βάσεων δεν πρέπει να είναι μια αυτόνομη διοικητική εφαρμογή. Πρέπει να παρέχει έναν μηχανισμό για να οικίσει τις πληροφορίες που είναι βασισμένες στα κύτταρα στη βάση διοικητικών πληροφοριών του κόμβου. Για τα επόμενα μερικά έτη, οι αφιερωμένες πλατφόρμες θα απαιτούνται για να παρέχουν την end-to-end διαχείριση του πλήρους συστήματος

4. ΑΠΟΔΟΣΗ MAC ΥΠΟ-ΕΠΙΠΕΔΟΥ

Ορίζουν τα υψηλότερα πρωτόκολλα στρώματος. Η λίστα πρωτοκόλλου για τα συστήματα BWA ακολουθεί μια στρατηγική υποστρωμάτων σύγκλισης. Αυτό σημαίνει ότι τα διαφορετικά ανώτερα πρωτόκολλα στρώματος τοποθετούνται παράλληλα, π.χ. η IP δεν διαβιβάζεται πάνω στο ATM, όπως φαίνεται στο σχήμα 16. Το MAC πρωτόκολλο προσφέρει υπηρεσίες στα διαφορετικά υποστρώματα σύγκλισης. Για κάθε ανώτερη τεχνολογία στρώματος απαιτείται το διαφορετικό υπόστρωμα σύγκλισης. Οι κύριοι στόχοι των υποεπιπέδων είναι:

- Χαρτογράφηση της διεύθυνσης του ανώτερου στρώματος στις διευθύνσεις της MAC
- Μετάφραση του CoS/QoS στη MAC CoS/QoS του ανώτερου στρώματος
- Μετατροπή των υψηλότερων πακέτων στρώματος με ένα μεταβλητό ή σταθερό μέγεθος των πακέτων του στρώματος MAC.

IP	Ethernet	ATM	Video
IP	Ethernet	ATM	MPGE
Convergence	Convergence	Convergence	Convergence
Medium Access Control Layer			
Physical Layer			

Σχήμα 16: Protocol stack for BWA system

Ο κεντρικός σκοπός του πρωτοκόλλου της MAC μοιράζεται με τους πόρους των ραδιοκαναλιών. Το πρωτόκολλο της MAC καθορίζει πώς και πότε ένα σημείο πρόσβασης ή μια μονάδα συνδρομητών μπορεί να αρχίσει τη μετάδοση στο κανάλι. Το πρωτόκολλο της MAC περιλαμβάνει τις διαδικασίες της διεπαφής για να παρέχει τις εγγυημένες υπηρεσίες στα ανώτερα στρώματα. Ειδικά η uplink κατεύθυνση είναι πολύ σύνθετη δεδομένου ότι το πρωτόκολλο της MAC πρέπει να επιλύσει τον ισχυρισμό και την κατανομή εύρους ζώνης αποτελεσματικά. Ένα προαιρετικό μέρος του στρώματος της MAC είναι επίσης ο έλεγχος των λαθών, ο οποίος περιλαμβάνει συνήθως την Forward Error Correction (FEC) ή μια παραλλαγή του πρωτοκόλλου αυτόματου αιτήματος επανάληψης (ARQ), το οποίο εξασφαλίζει μια αξιόπιστη μετάδοση πέρα από τη ραδιοδιεπαφή.

4.1 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΤΗΣ MAC

Το ασύρματο μέσο είναι ένα κοινό μέσο, το οποίο απαιτεί το μέσο των πολλαπλάσιων κυκλοφοριακών ροών πέρα από αυτό. Από αρχιτεκτονική άποψη τα πρωτόκολλα της MAC μπορούν να διανεμηθούν ή να συγκεντρωθούν. Εντούτοις, για το σενάριο FBWA η συγκεντρωμένη προσέγγιση προτιμάται από το σημείο πρόσβασης, που συνδέεται πάντα με το δίκτυο σπονδυλικών στηλών πρόσβασης, συντονίζει την uplink και downlink μετάδοση της σύνδεσης.

Η βασική διάκριση μεταξύ των διαφορετικών πρωτοκόλλων της MAC είναι τα uplink και downlink κανάλια σύνδεσης. Υπάρχουν τρεις προσεγγίσεις για να εφαρμοστούν:

- *Time Division Duplex (TDD)*: τα κανάλια downlink συνδέσεων και uplink χρησιμοποιούν την ίδια συχνότητα μεταφορών, το πλαίσιο της MAC διαιρείται σε μερίδες. Τα σύνορα μεταξύ των uplink και downlink συνδέσεων μερίδας μπορούν να είναι προσαρμοστικά, δηλαδή τι τα καθιστά κατάλληλα για τις ασυμμετρικές συνδέσεις.

•Frequency Division Duplex (FDD): στην downlink σύνδεση και uplink χρησιμοποιούνται οι διαφορετικές συχνότητες μεταφορέων. Τα τερματικά διαβιβάζουν και λαμβάνουν ταυτόχρονα τα σήματα.

•Half-duplex Frequency Division Duplex (H-FDD): Οι διαφορετικές συχνότητες μεταφορών είναι για τη μετάδοση downlink συνδέσεων και uplink, αλλά τα τερματικά δεν διαβιβάζονται και λαμβάνουν ταυτόχρονα.

Αυτό δημιουργεί ένα προκλητικό πρόβλημα στην uplink και downlink συνδέσεις διαχείρισης των πόρων. Ο τύπος του φυσικού καναλιού έχει μια σημαντική επιρροή στο ραδιο-πρωτόκολλο πρόσβασης και το σχεδιασμό των αλγορίθμων. Υπάρχουν τρεις τύποι φυσικών καναλιών για τη μετάδοση downlink συνδέσεων

•Continuous transmission channel : η κυκλοφοριακή ροή διαβιβάζεται στην downlink σύνδεση όπως παραλαμβάνεται από το σημείο πρόσβασης του δικτύου. Το σημείο πρόσβασης δεν μεταδίδει ραδιοφωνικά οποιεσδήποτε πληροφορίες για τη θέση των δεδομένων μέσα στη ροή των downlink συνδέσεων. Επομένως, τα τερματικά πρέπει να αποκωδικοποιήσουν ολόκληρη τη ροή και να πάρουν τα πακέτα που απευθύνονται σε αυτούς.

•Time Division Multiplexing (TDM) stream channel: Με το συνεχές κανάλι μετάδοσης το πρόβλημα προκύπτει όταν αλλάζουν τον τύπο διαμόρφωσης μέσα σε ένα πλαίσιο της MAC δεδομένου ότι η αλλαγή του τύπου διαμόρφωσης πρέπει να αναγγελθεί στην αρχή του MAC πλαισίου. Τα πακέτα προοριζόμενα για τα διάφορα τερματικά πρέπει να ξαναπαραγγελθούν σύμφωνα με τον τύπο διαμόρφωσης που χρησιμοποιείται από ένα ιδιαίτερο τερματικό.

•TDMA burst channel: Αυτός ο τρόπος επιτρέπει τον εφεδρικό τρόπο όταν δεν απευθύνεται το δεδομένο στο ιδιαίτερο τερματικό. Η δομή πλαισίων αναγγέλλεται στην αρχή του πλαισίου της MAC.

Στη uplink κατεύθυνση μόνο ένας τύπος φυσικού καναλιού είναι δυνατός, λόγω της πολλαπλάσιας πρόσβασης:

•TDMA burst channel: Για την αποδοτική χρησιμοποίηση των uplink πόρων είναι συμφέρον ότι ένα τερματικό διαβιβάζει όλα τα δεδομένα μέσα σε ένα πλαίσιο της MAC. Το πρώτο πλεονέκτημα είναι η μείωση των απαραίτητων χρόνων φρουράς. Σε αυτήν την

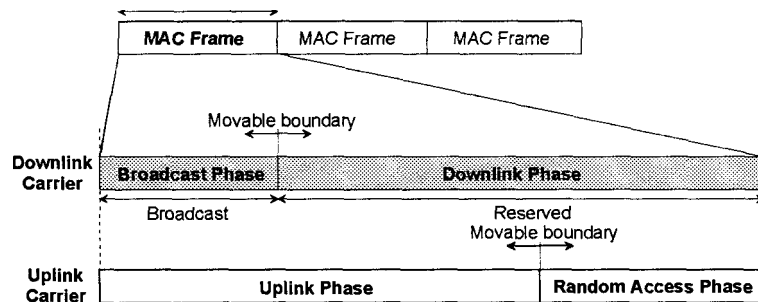
περίπτωση ο χρόνος φρουράς απαιτείται μόνο στην αρχή της έκρηξης. Το δεύτερο πλεονέκτημα είναι μια μειωμένη σηματοδότηση λόγω των uplink επιφυλάξεων δεδομένου ότι οι δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να χαρακτηρίσουν την αρχή της έκρηξης.

Για το πρωτόκολλο της MAC είναι διαθέσιμες οι ακόλουθες μέθοδοι διανομής:

- Αφιερωμένη ανάθεση: Οι πόροι διατίθενται από την οργάνωση σύνδεσης στην απελευθέρωση σύνδεσης.
- Τυχαία πρόσβαση: Τα τερματικά υποστηρίζουν για τους πόρους τυχαία κατόπιν του αιτήματος μετάδοσης.
- Απαίτηση βασισμένη στην ανάθεση: Οι πόροι σχηματίζονται σύμφωνα με τα αιτήματα των πόρων, τα οποία στέλνονται από τα τερματικά. Τα αιτήματα μπορούν να διαβιβαστούν πέρα από τα αφιερωμένα (εκτός ζώνης) κανάλια, τα τυχαία κανάλια, ή τα riggybacking (ζώνης) κανάλια. Το σημείο πρόσβασης μπορεί να χρησιμοποιήσει την τεχνική ψηφοφορίας που δίνει την ευκαιρία στα τερματικά να σταλούν τα αιτήματα για τους πόρους χωρίς ισχυρισμό.
- Ελεύθερη ανάθεση: Ο χρονοπρογραμματιστής της MAC μπορεί να χρησιμοποιήσει κάποια ευρετική μέθοδο για να διαθέσει τους πόρους, οι οποίοι παραμένουν διαθέσιμοι αφότου έχουν εξυπηρετηθεί όλα τα αιτήματα των πόρων.

Το σχήμα 17 παρουσιάζει ένα παράδειγμα βασισμένο στο FDD πρωτόκολλο της MAC. Το μήκος των πλαισίων της MAC downlink και uplink συνδέσεων είναι σταθερού μήκους. Η δομή downlink συνδέσεων αρχίζει με τη φάση ραδιοφωνικής μετάδοσης όπου οι πληροφορίες για uplink, και τη δομή downlink συνδέσεων αναγγέλλονται. Τη δομή της φάσης downlink συνδέσεων και uplink μπορεί να αλλάξουν από πλαίσιο σε πλαίσιο λόγω του ότι στατιστικά πολλαπλασιάζουν το εύρος ζώνης μετά από απαίτηση. Η τυχαία περιοχή πρόσβασης uplink χρησιμοποιείται πρώτιστα για την αρχική πρόσβαση αλλά και για τη σηματοδότηση όταν το τερματικό δεν διαθέτει κανέναν πόρο μέσα στη uplink φάση. Μέσα στη uplink φάση τα πακέτα των στοιχείων MAC και οι μικρές αυλακώσεις της MAC, που χρησιμοποιούνται για τα αιτήματα σηματοδότησης και των πόρων, διαβιβάζονται. Για τον τρόπο μετάδοσης TDMA έχει νόημα ,για να ομαδοποιήσει όλα τα πακέτα μικρών αυλακώσεων και στοιχείων προκειμένου να μετριαστεί ο χρόνος φρουράς πριν από τη μετάδοση. Εντούτοις, αυτό το είδος μετάδοσης έχει μια μεγάλη επιρροή στις

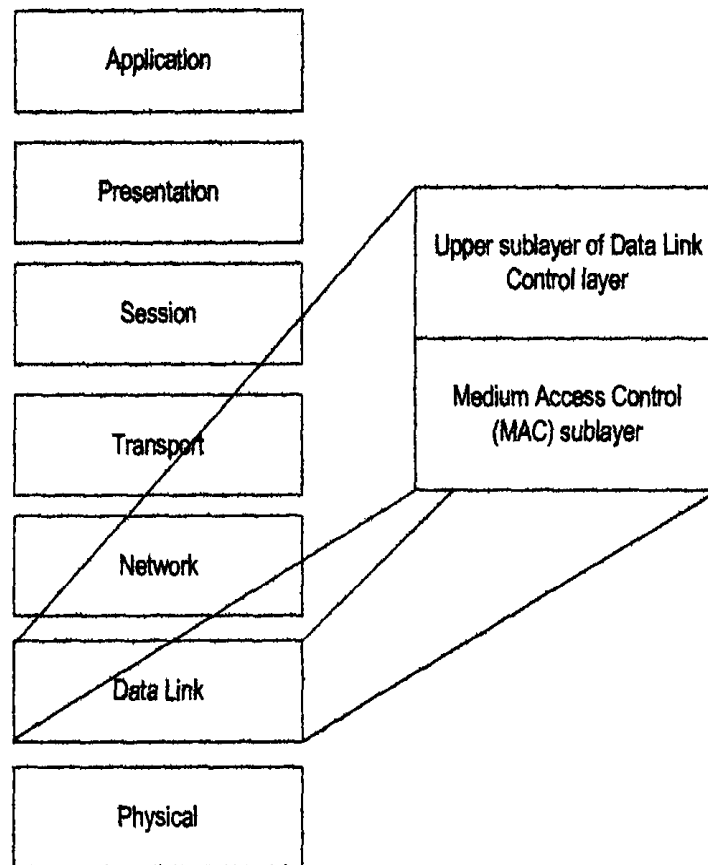
παραμέτρους QoS όπως η παραλλαγή καθυστέρησης, ειδικά για τις εφαρμογές πραγματικού χρόνου.



Σχήμα 17: Βασισμένο στο FDD πρωτόκολλο της MAC

Οι ασύρματοι μέσοι πόροι πρέπει να σχεδιαστούν σύμφωνα με την κυκλοφορία και τις παραμέτρους QoS, προκειμένου να υποστηριχθεί στατιστικά ο πολλαπλασιασμός τους. Ο σχεδιασμός μπορεί να διαιρεθεί σε σχεδιασμό downlink συνδέσεων και uplink. Στη downlink σύνδεση οι ροές σχηματίζουν τόξο απλά πολλαπλασιασμένο και επομένως τα πρότυπα που σχεδιάζουν τους αλγορίθμους μπορούν να χρησιμοποιηθούν, Weighted Round Robin (WRR), Weighted Fair Queuing (WFQ), Virtual Time (VT), Deficit Round Robin (DRR), κ.λπ.

Το Medium Access Control (MAC) ονομάζεται το νέο υπόστρωμα του στρώματος ελέγχου συνδέσεων στοιχείων (Data Link Control). Είναι κατάλληλο να καθοριστεί ως το χαμηλότερο υπόστρωμα του δεύτερου στρώματος, ενώ το συμβατικό στρώμα ελέγχου συνδέσεων στοιχείων θεωρείται ως το υψηλότερο υπόστρωμα. Αυτός ο διαχωρισμός είναι διευκρινισμένος στο σχήμα 18. Στο πρότυπο OSI, η λειτουργία του υποστρώματος MAC πρόκειται να διαθέσει το κανάλι πολλαπλή πρόσβαση με έναν τρόπο όπου ο κάθε κόμβος μπορεί επιτυχώς να διαβιβάσει τα πλαίσιά του χωρίς την παρέμβαση από τους άλλους κόμβους.



Σχήμα 18. Η αρχιτεκτονική του OSI – επέκταση της πολλαπλής πρόσβασης.

4.2 Η MAC

Το σχέδιο πραγματοποίησης ήταν να δημιουργηθεί ένα ‘software radio’ τύπου MAC συστήματος. Αυτό σημαίνει ότι τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα πραγματοποιούνται με το διαμορφώσιμο και τηλεκατεγραφόμενο λογισμικό, ενώ ένα μέρος του υλικού μπορεί να μαζευτεί από τα κοινά εμπορικά προϊόντα. Σε αυτό το πρόγραμμα ο Σταθμός Βάσης της MAC εφαρμόζεται στο Pentium-based VMEboard, χρησιμοποιώντας το VS SBC/P16 σε Pentium επεξεργαστή στα 166MHz. Οι διαδικασίες ελέγχου τελικών χρηστών ενσωματώνονται σε Pentium επεξεργαστή που βασίζεται στα 133MHz. Δεδομένου ότι η πραγματοποίηση του κώδικα είναι διαμορφώσιμη και τηλεκατεγραφόμενη, η εξαγωγή του λογισμικού σε κάποια άλλη αρχιτεκτονική επεξεργαστών είναι απλή. Τα μελλοντικά σχέδια περιλαμβάνουν π.χ. την εφαρμογή του λογισμικού στο ‘Strong Arm’ - (ενσωματωμένος μικροεπεξεργαστής).

Στην αρχή του DAVIC-defined στο uplink του MAC, η δομή συγχρονισμού πρέπει να αλλάξει. Στο σύστημα DAVIC υπάρχει μόνο μία Βάση ATM στο πλαίσιο που

εγκαθίσταται στη χρονική TDMA αυλάκωση. Με αυτήν την λύση η διάρκεια χρονικών αυλακώσεων είναι 0,828 ms, αλλά το χρονικό περιθώριο μεταξύ των διαδοχικών χρονικών αυλακώσεων είναι ακριβώς 6.625 ms, πάρα πολύ κοντά στο αξιόπιστο ασύρματο σύστημα με τη μεγάλη ακτίνα κυψελών. Η λύση μας ήταν να μακραίνουμε τη διάρκεια χρονικών αυλακώσεων και να εγκαταστήσουμε περισσότερο από ένα πλαίσιο ανά χρονικές αυλακώσεις. Παραδείγματος χάριν, εάν μακραίνουμε τη διάρκεια χρονικών αυλακώσεων στην 8,28 ms και εγκαθιστάμε 10 πλαίσια σε μια αυλάκωση, θα έχουμε 66,25 ms χρονικό περιθώριο. Στο CABSINET-project το ποσό των πλαισίων ανά time-slot είναι εύκαμπτο, ανάλογα με τη χρησιμοποιημένη πλατφόρμα και το περιβάλλον. Το μεγαλύτερο μέρος του εμπορικού STBs θεωρεί τους επεξεργαστές RISC αρκετά ισχυρούς για να ικανοποιήσει αυτές τις απαιτήσεις. Η δομή downlink συνδέσεων ακολουθεί τον καθορισμό προτύπου DAVIC, που είναι βασισμένο στο MPEG2-TS.

Ο έλεγχος λάθους της MAC είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό γνώρισμα ειδικά στο ασύρματο περιβάλλον. Τα πρότυπα DAVIC καθορίζουν στο κώδικα Reed-Solomon, το RS (63.53), ως προτεινόμενο κώδικα διορθώσεων του πρώτου λάθους. Στο πρόγραμμα CABSINET οι επιλογές με τις παραμέτρους κρατιούνται ανοικτές, προκειμένου να αναπτυχθεί ένας ιδιαίτερα διαμορφώσιμος κωδικοποιητής-αποκωδικοποιητής FEC για τις ραδιο ερευνητικές δραστηριότητες λογισμικού μας. Περισσότερες πληροφορίες για RS-codecs μπορούν να βρεθούν. Εάν ένα αδιόρθωτο λάθος εμφανιστεί στο Uplink πλαίσιο, το NRC θα στείλει το σήμα NACK και θα απορρίψει το πλαίσιο. Εάν δεν έχει υπάρξει κανένα αδιόρθωτο λάθος, το σήμα ACK θα το στείλει. Αυτά τα σήματα επίσης ελέγχουν αν το NIU έχει ακόμα τη σύνδεση NRC. Κατά τη διάρκεια του χρόνου το NIU στέλνει επανειλημμένα το 'idle_message', στο οποίο δίνει το σήμα ACK/NACK με την ενημέρωση ορισμένων σημαιών του πλαισίου. Το 'Idle_message' ελέγχει ότι το NRC έχει ακόμα τη σύνδεση με το NIU.

4.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΟΥ MAC

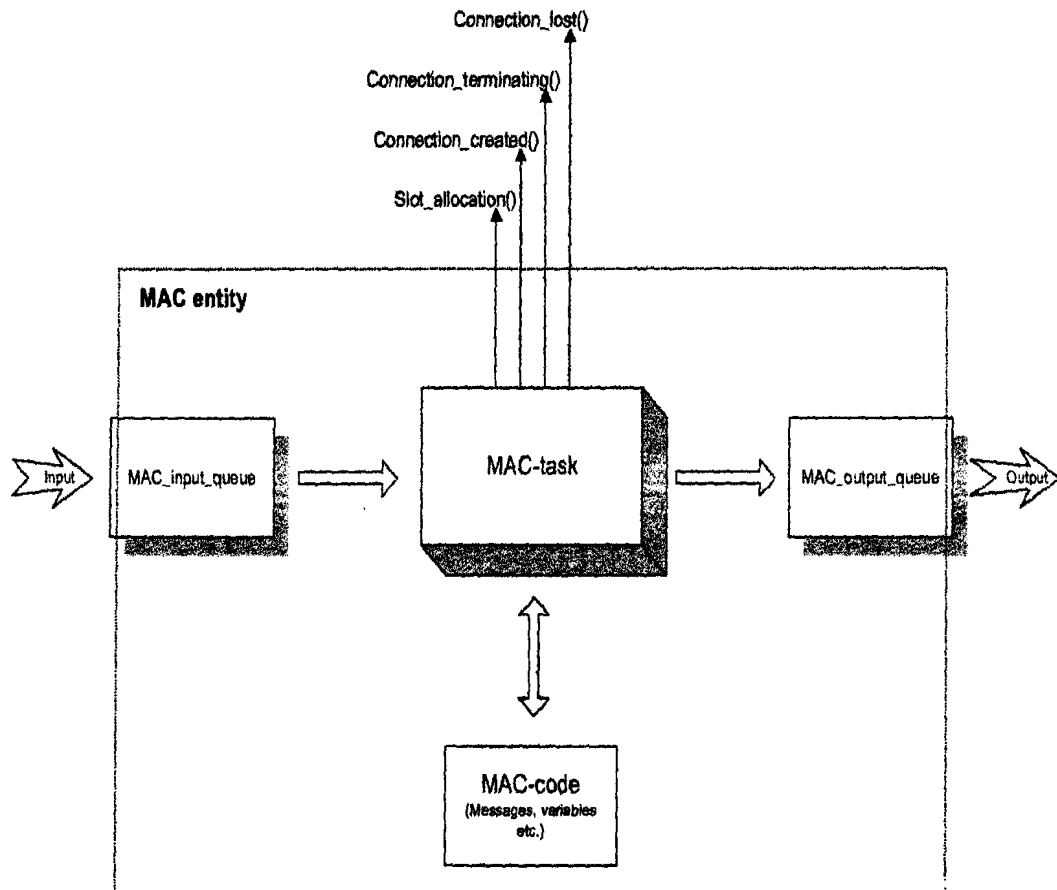
Το λογισμικό της MAC στο πλαίσιο του σε πραγματικό χρόνο λειτουργικού συστήματος VxWorks(RTOS). Αυτό το σύστημα είναι βασισμένο στους στόχους, οι οποίοι τρέχουν στο περιβάλλον πολλαπλών καθηκόντων. Το λογισμικό της MAC είναι ένας στόχος, που τρέχει

στην οντότητα CABSINET μαζί με άλλους στόχους. Τώρα σαφής είναι η εμφάνιση του στόχου της MAC.

Η NRC και η NIU πλευρά του συστήματος της MAC λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο. ΓΙΑυτό μπορούμε τώρα να περιγράψουμε μόνο μια δομή που περιγράφει και τις δύο πλευρές.

Αυτή η δομή του στόχου της MAC αντιμετωπίζεται στο σχήμα 19. Υπάρχουν δύο σειρές αναμονής σε αυτήν την εικόνα, η 'MAC_input_queue' και η 'MAC_output_queue'. Η λειτουργία του στρώματος της MAC είναι βασισμένη στη διάβαση των μηνυμάτων μεταξύ NIU και NRC. Βασικά αυτό το μήνυμα που περνά από την άποψη στόχων της MAC διαβάζει ακριβώς τη MAC_input_queue και γράφει στη MAC_output_queue. Η MAC_input_queue αποτελείται από τα εισερχόμενα μηνύματα της MAC, έτσι εάν υπάρχει κάτι σε αυτήν την σειρά αναμονής, υπάρχει ένα μήνυμα της MAC που μπαίνει. Η MAC_output_queue παρατηρείται από το μήνυμα που περνά τα δεδομένα, έτσι όταν ο MAC_task γράφει κάτι στη σειρά αναμονής, υποτίθεται ότι είναι το μήνυμα, και δίνεται. Εντούτοις, μεταξύ αυτών των χωριστών γεγονότων συμβαίνουν πολλές διαδικασίες.

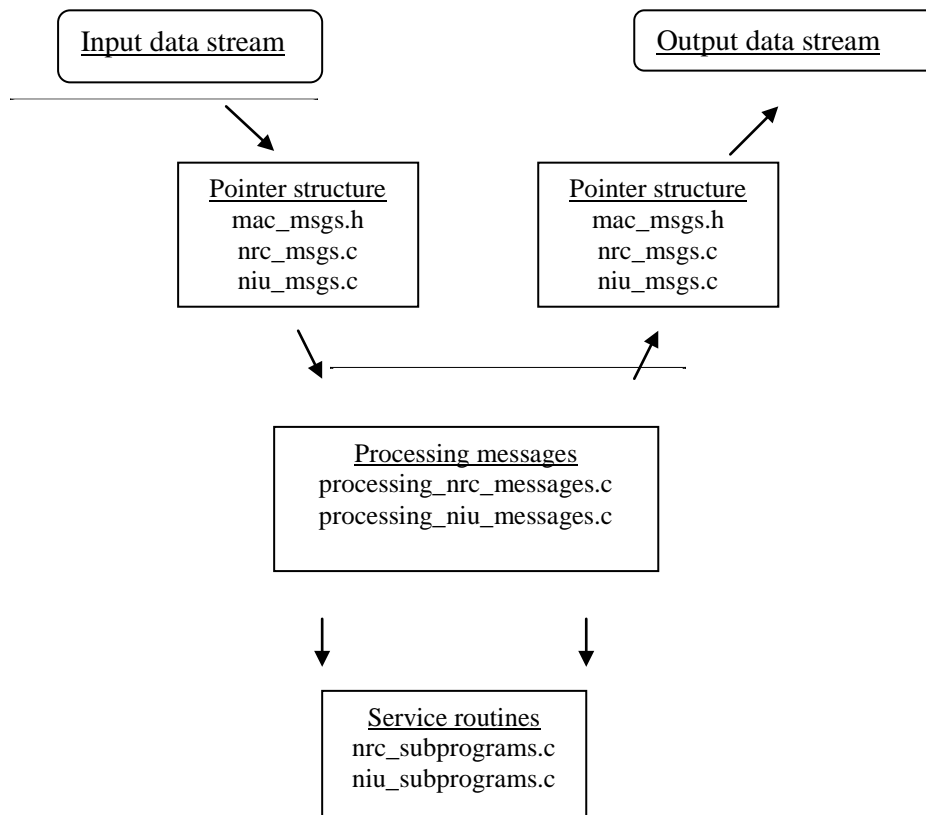
Ακόμα κι αν το πλήρες πρόγραμμα της MAC είναι μια οντότητα από την οποία δεν μπορείτε να αφαιρέσετε οποιοδήποτε μέρος, οι λειτουργικές διαφορές υπάρχουν. Ο στόχος της MAC είναι ένας πυρήνας του προγράμματος, δεδομένου ότι το πρόγραμμα τρέχει πάντα στο βρόχο μέσα στο στόχο της MAC. Ο ίδιος ο στόχος είναι ένας μικρός φραγμός. Το κύριο μέρος του λογισμικού είναι σε έναν χωριστό φραγμό, στο MAC-code. Ο MAC-code μπορεί να αντιμετωπιστεί ως κατάσταση, το οποίο ο MAC-task χρησιμοποιεί για να εκτελέσει τις διαδικασίες του. Οι δομές μηνυμάτων, οι μεταβλητές και τα ενισχυτικά υποπρογράμματα αποθηκεύονται εδώ. Ο MAC-task ελέγχει την εκτέλεση του προγράμματος της MAC. Εάν υπάρχει στοιχείο στη MAC_input_queue, ο MAC-task διαβάζει τα στοιχεία και τα περνά στον MAC-code. Το μήνυμα εξετάζεται, το έγκυρο μέρος μηνυμάτων επεξεργάζεται και το πιθανό μήνυμα απάντησης περνά στο MAC-task. Όταν ο MAC-task λαμβάνει ένα μήνυμα από το φραγμό MAC-code, το περνά στο MAC_output_queue. Εάν υπάρχει μια ανάγκη να περαστούν οι πληροφορίες έξω από τη MAC, ο MAC-task θα είναι αρμόδιος. Εάν εμφανίζεται μια αλλαγή στην κατανομή αυλακώσεων ή στη δομή σύνδεσης, ο MAC-code περνά αυτές τις πληροφορίες στο MAC-task. Ο MAC-task έχει τέσσερις διαφορετικές διαδικασίες, για να ενημερώσει τέσσερις διαφορετικούς τύπους αλλαγής. Αυτές οι διαδικασίες μπορούν να φανούν στο σχήμα 18 που ανεβαίνει από το MAC-task.



Σχήμα 19. Διαδικασίες του MAC-task

Εάν πάρουμε ένα πύο κοντινό στο λογισμικό, μπορούμε να βρούμε τα χωριστά στοιχεία κώδικα στις διαφορετικές υπηρεσίες. Και το NRC και το NIU έχουν 4 διαφορετικούς φραγμούς κώδικα και μια κοινή επιγραφή για τη δομή δεικτών. Η μέθοδος επεξεργασίας είναι η ίδια και στις δύο πλευρές. Μια τραχιά περιγραφή της επεξεργασίας ενός μηνύματος παρουσιάζεται στο ρεύμα δεδομένων εισόδου του σχήματος 20. Σε αυτό το επίπεδο δεικτών, οι απαραίτητες διαδικασίες του ή/και γίνονται και τα απαραίτητα αποτελέσματα των τιμών αποθηκεύονται στις μεταβλητές ελέγχου. Το NIU έχει τις συγκεκριμένες εξωτερικές μεταβλητές για κάθε αξία, ενώ το NRC έχει τις βασικές εξωτερικές μεταβλητές ακριβώς για τις κοινές τιμές για κάθε χρήστη. Ο συγκεκριμένος χρήστης εκτιμάει τα NRC καταστήματα σε μια δομή δεδομένων, στην οποία κάθε μεταβλητή έχει τόσους τομείς όσοι είναι οι χρήστες. Μια πιθανή επεξεργασία μηνυμάτων απάντησης αρχίζει με τη συγκέντρωση των απαραίτητων πληροφοριών απάντησης από τις μεταβλητές ελέγχου στη μνήμη. Η ίδια δομή δεικτών χρησιμοποιείται, για να μη χαθούν τα προηγούμενα δεδομένα εισόδου. Από τη μνήμη οι πληροφορίες απάντησης θα κινηθούν στη δομή δεδομένων εξόδου και τέλος στη σειρά αναμονής μηνυμάτων παραγωγής. Μπορούμε να δούμε το προηγούμενο κύκλωμα εντολής στο σχήμα 20 με τα ονόματα των αντίστοιχων αρχείων.

Κάποιος πρέπει να σημειώσει ότι τα αρχεία 'nrc.c' και 'niu.c' είναι τα κύρια αρχεία που συμπεριλαμβάνουν π.χ. το MAC_tasks.

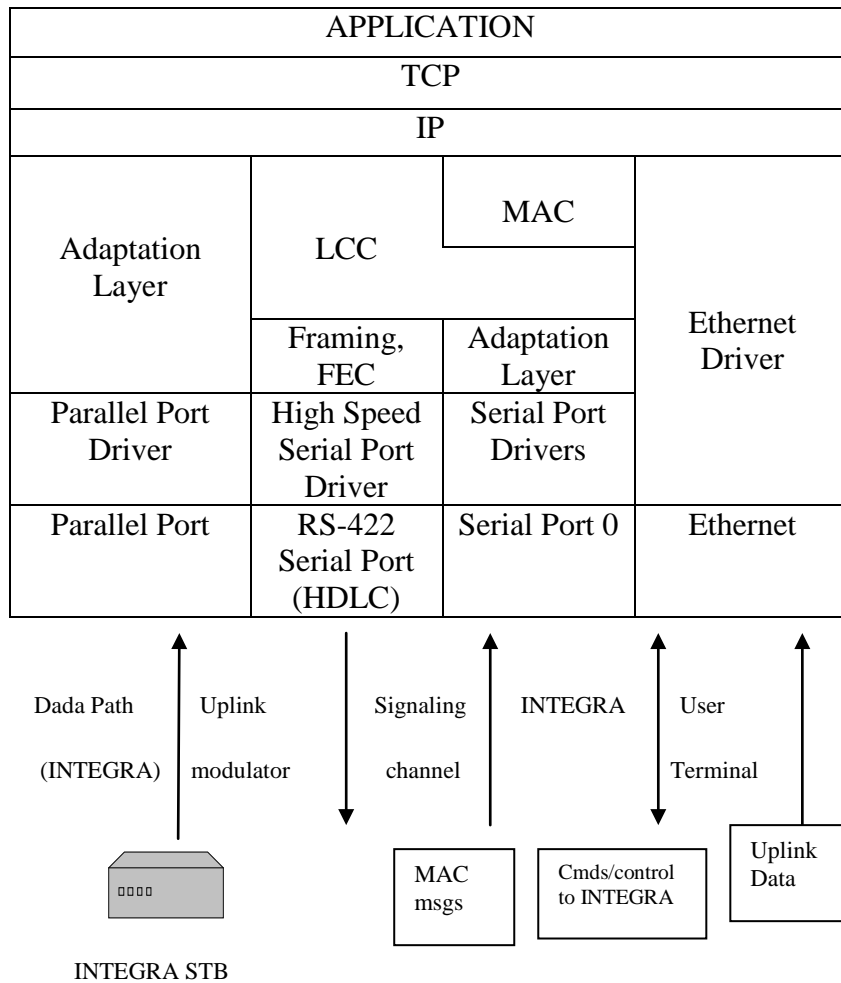


Σχήμα 20: Φάσεις στα μηνύματα που επεξεργάζονται με τα αρμόδια αρχεία

Η οντότητα της MAC είναι μια χωριστή μονάδα, διαπραγματευόμενη με το αντίστοιχό της. Η MAC που καθορίζεται από το πρότυπο DAVIC που ελέγχουν ολόκληρο το σύστημα επικοινωνιών. Σχεδόν ολόκληρος ο κώδικας του λογισμικού της MAC που χρησιμοποιείται προετοιμάζεται από το συντάκτη αυτής της διατριβής διπλωμάτων. Υπάρχουν περίπου 5000 γραμμές σε πραγματικό χρόνο κώδικα συστημάτων που γίνεται για αυτό το σύστημα.

4.4 ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΗΣ MAC ΩΣ ΜΕΡΟΣ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ CABSINET

Το πλήρες τρέχοντα σύστημα είναι μια οντότητα των φραγμών προγράμματος, που αποτελούνται από τη φυσική σύνδεση, χαμηλότερα στρώματα, MAC και ανώτερα στρώματα. Όλα αυτά τα στοιχεία λογισμικού που χρησιμοποιούνται στη μονάδα NIU είναι παρουσιασμένα στο σχήμα 21. Ρίξτε μια πιά στενή ματιά στη ροή σημάτων μεταξύ των φραγμών.



Σχήμα 21: Η λειτουργία του λογισμικού

Το σύστημα υποστηρίζει και το κανάλι IB και OOB. Εάν το IB χρησιμοποιείται, τα μηνύματα της MAC έρχονται μέσω ενός παράλληλου λιμένα. Περνούν το στρώμα προσαρμογής σε LLC, από το οποίο καθοδηγούνται στη μονάδα της MAC. Στην υπόθεση OOB χρησιμοποιείται από το ταξίδι μηνυμάτων της MAC μέσω ενός τμηματικού λιμένα στο στρώμα προσαρμογής, μέσο LLC, και τελικά στη μονάδα της MAC. Το επιστροφής κανάλι περνά από το LLC, διαμορφώνετε, και το FEC περνά στον τμηματικό λιμένα RS-422. Εάν η μονάδα της MAC έχει κάτι για να υποβάλει έκθεση στα ανώτερα στρώματα (σχήμα 21) θα χρησιμοποιήσει το LLC ως "transmitter", δεδομένου ότι η MAC δεν υποστηρίζει το TCP/IP. Αυτό όλο είναι από τι περιλαμβάνεται το MAC.

Για την περιέργεια μπορούμε σύντομα να περιγράψουμε την μετάδοση παραλαβής των χρηστών. Η μετάδοση downlink συνδέσεων ταξιδεύει προς την uplink μέσω της αριστερής

πλευράς του φραγμού στο σχήμα 21. Στο επίπεδο IP είτε συνεχίζεται στην εφαρμογή είτε είναι downlink στη σωστή πλευρά μέσω του Ethernet στο τερματικό χρηστών. Οι uplink πληροφορίες χρηστών χρησιμοποιούν την ίδια πορεία, αλλά στην αντίθετη κατεύθυνση.

Η δευτερεύουσα λειτουργία λογισμικού αρχής του NRC δεν έχει καμία σημαντική διαφορά ενάντια σε αυτήν στην πλευρά NIU. Έχει μερικά πρόσθετα χαρακτηριστικά γνωρίσματα, δεδομένου ότι ελέγχει τα προγράμματα ραδιοφωνικής αναμετάδοσης, το δίκτυο δεδομένων και τις συνδέσεις χρηστών. Αυτές οι πληροφορίες δεν είναι σχετικές εδώ, και πάλι, το κύριο ενδιαφέρον του παρόντος εγγράφου είναι στην πλευρά NIU. Γι' αυτό είναι κατάλληλο να αφηθεί η NRC πλευρά χωρίς λεπτομερή επιθεώρηση μεταξύ των χωριστών συσκευών συστημάτων. Δεδομένου ότι η MAC είναι το χαμηλότερο λογισμικό επίπεδο, αυτή η επικοινωνία υποδοχής περνά από τη MAC. Οι διαδικασίες της MAC που απαιτούνται περιγράφονται στον πίνακα 6.

Λειτουργία υποδοχών:	η λειτουργία της MAC απαιτείσε:
Καθιέρωση συνδέσεων υποδοχών: το UT αρχίζει μια σύνοδο με τη ζήτηση μιας σύνδεσης υποδοχών στην εφαρμογή καταναλωτικών μονάδων. Η εφαρμογή καταναλωτικών μονάδων συνδέετε με το STB, το οποίο δημιουργεί τελικά τη σύνδεση με την επικεφαλής εφαρμογή τελών που βρίσκεται στον τηλεοπτικό σταθμό βάσης του κεντρικού υπολογιστή .	Η εφαρμογή καταναλωτικών μονάδων ανοίγει μια σύνδεση υποδοχών με την καταναλωτική μονάδα MAC προκειμένου να επικοινωνήσει με το στρώμα της MAC. Κατόπιν η MAC διαδρομή υποβάλλει αιτήματα σύνδεσης στο STB. Όταν ο σταθμός βάσεων του MAC λαμβάνει το αίτημα σύνδεσης, καθοδηγεί το αίτημα στην επικεφαλής εφαρμογή τελών.
Ανοίγοντας υπηρεσίες IP: το UT ανοίγει τη σύνδεση IP με την επικεφαλής εφαρμογή τελών στον τηλεοπτικό σταθμό βάσης του κεντρικού υπολογιστή. Ο τηλεοπτικός κεντρικός υπολογιστής	Τα αιτήματα σύνδεσης IP περνούν μέσω των μονάδων της MAC στην επικεφαλής εφαρμογή τελών, και της απάντησης πίσω στην εφαρμογή καταναλωτικών μονάδων. Όταν η σύνδεση γίνεται αποδεκτή, η

<p>έχει μια σύνδεση IP με τον κεντρικό υπολογιστή δικτύου, και επομένως το UT έχει τώρα τη σύνδεση με το Διαδίκτυο.</p>	<p>επικεφαλής MAC τελών λαμβάνει έναν αριθμό προγράμματος IP και έναν αριθμό καναλιών.</p>
<p>Απελευθέρωση των υπηρεσιών IP: η UT απελευθερώνει IP υπηρεσίες.</p>	<p>Η σημείωση έκδοσης IP καθοδηγείται στην επικεφαλής εφαρμογή τελών. Η απάντηση καθοδηγείται και οι μονάδες της MAC διαμορφώνονται.</p>
<p>Ανοιχτές υπηρεσίες VoD: η UT ζητά (και λαμβάνει) τις υπηρεσίες VoD.</p>	<p>Το αίτημα VoD περνά μέσω των μονάδων της MAC στην επικεφαλής εφαρμογή τελών, και της απάντησης πίσω στην εφαρμογή καταναλωτικών μονάδων. Όταν το αίτημα γίνεται αποδεκτό, η επικεφαλής MAC τελών λαμβάνει τον αριθμό προγράμματος IP και τον αριθμό καναλιών.</p>
<p>VoD διοικητικά αιτήματα: το UT ζητά (και λαμβάνει) τον επανασχηματισμό στην υπηρεσία VoD του.</p>	<p>Το αίτημα περνούν μέσω των μονάδων της MAC στην επικεφαλής εφαρμογή και την απάντηση τελών στην εφαρμογή καταναλωτικών μονάδων.</p>
<p>Υπηρεσίες απελευθέρωσης VoD: η UT ζητά (και λαμβάνει) την απελευθέρωση των υπηρεσιών VoD.</p>	<p>Η σημείωση έκδοσης VoD καθοδηγείται στην επικεφαλής εφαρμογή τελών. Η απάντηση έρχεται πίσω, και οι μονάδες της MAC διαμορφώνονται.</p>

Πίνακας 6. Διαδικασίες επικοινωνίας υποδοχών

5 RF/IF ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

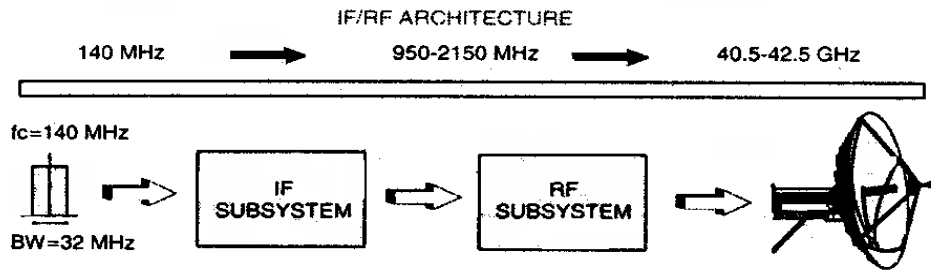
5.1 ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ RF

Ο καθορισμός των IF και RF υποσυστημάτων έγινε προσπαθώντας να εκπληρώσουν ολοκληρωτικά τα DVB-MS και DVB-T πρότυπα .

Το σχήμα 22 παρουσιάζει τις συχνότητες που επιλέχθηκαν:

- Η εισαγωγή και η παραγωγή των διαμορφωτών QPSK, OFDM και DS-SS είναι σε 140 MHz.
- Η δεύτερη ενδιάμεση συχνότητα είναι η συχνότητα που χρησιμοποιείται στο DVB-S από 950 έως 2150 MHz, το οποίο καθιστά πιθανή τη χρησιμοποίηση των χαμηλού κόστους δορυφορικών δεκτών τμημάτων και τις εφαρμογές.
- Στο τελικό στάδιο, τα σχεδόν 2 GHz είναι χωρισμένα σε δύο υποζώνες. Αυτός ο διαχωρισμός έχει στόχο την αποφυγή της επιφάνειας μεταξύ των εκπομπών στα

παρακείμενα κύτταρα. Συγχρόνως, καθένα από αυτά τα δύο διαστήματα συχνοτήτων υποδιαιρείται σε άλλες δύο ζώνες χρησιμοποιώντας την ορθογώνια πόλωση.



Σχήμα 22: Αρχιτεκτονική του συστήματος RF/IF με τις επιλεγμένες συχνότητες

Έχουμε διατηρήσει για uplink του δοκιμαστικού συστήματος δύο ζώνες των 50 MHz στις αντίθετες άκρες κάθε ζώνης εκπομπής. Με σκοπό την κατοχή φρουράς ζώνης, ο ακόλουθος συνδυασμός γίνεται ως εξής: οι χρήστες της ομάδας καναλιού 1 και 3 θα έχουν το κανάλι επιστροφή κανάλι στην ανώτερη ζώνη, ενώ τα κύτταρα που ανήκουν στις ομάδες καναλιών 2 και 4 χρησιμοποιούν το κανάλι επιστροφής στη χαμηλότερη ζώνη. Με αυτό τον τρόπο, υπάρχει μια ζώνη φρουράς 950 MHz και στις δύο περιπτώσεις. Το πραγματικό σύστημα παραγωγής πρέπει πιθανώς να διατηρήσει περισσότερο εύρος ζώνης για uplink.

5.2 ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ IF

Ο ίδιος σταθμός βάσεων είναι εξοπλισμένος με δύο διαφορετικούς IF μετατροπείς, προκειμένου να διαβιβαστούν τα κανάλια QPSK στα σταθερά τερματικά ή για να διαβιβαστεί τα κανάλια OFDM στον τοπικό επαναλήπτη, αν είναι απαραίτητο. Το σχήμα 23 παρουσιάζει διάγραμμα φραγμών IF μετατροπέων για τα κανάλια OFDM. Η κύρια διαφορά μεταξύ των δύο μετατροπέων είναι ο πειραματικός τόνος του IF μετατροπέα για τη μετάδοση των καναλιών OFDM. Αυτός ο πλότης θα μετατραπεί στη ζώνη των 40 GHz και θα διαβιβαστεί με τα τηλεοπτικά κανάλια μέχρι τη UHF ζώνη του τοπικού επαναλήπτη, όπου θα συγχρονιστεί χρησιμοποιώντας έναν βρόχο φάσης για να ελαχιστοποιήσει τις διαστρεβλώσεις που υποφέρονται από τα κανάλια πληροφοριών. Λόγω

της πειραματικής αποκατάστασης τόνου στη LR, το σήμα ανακτεί τη σταθερότητα θορύβου και συχνότητας φάσης του πειραματικού τόνου στο σταθμό βάσεων.

Το κανάλι θα διαμορφωθεί στην εισαγωγή του μετατροπέα χρησιμοποιώντας ένα φίλτρο SAW. Κατ' αυτό τον τρόπο, η αποστολή του φίλτρου υψηλότερης συχνότητας είναι να απορριφθεί η παρέμβαση του τοπικού ταλαντωτή που εμφανίζεται μέσα στο εύρος ζώνης των τηλεοπτικών καναλιών και κατά συνέπεια πρέπει να είναι ένα ακολουθώντας φίλτρο προκειμένου να ακολουθηθεί το κανάλι του τοπικού ταλαντωτή.

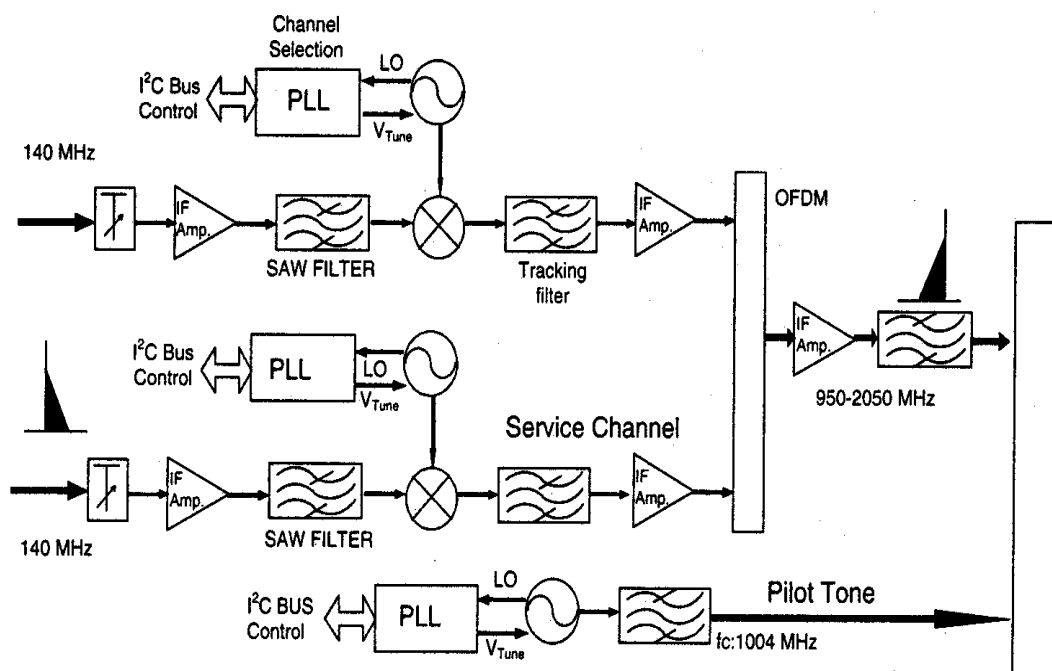


Fig. 7. Up-converter for the OFDM channels.

Σχήμα 23. Μεταλλακτήρας για τα OFDM κανάλια

Με σκοπό την επιλογή του καναλιού IF σε ζώνη συχνότητας και για να επιτρέψει έναν σταθερό ταλαντωτή RF, το σχέδιο ενός συνθέτη βρόχων σε αυτό, η IF ζώνη συχνότητας απαιτείται.

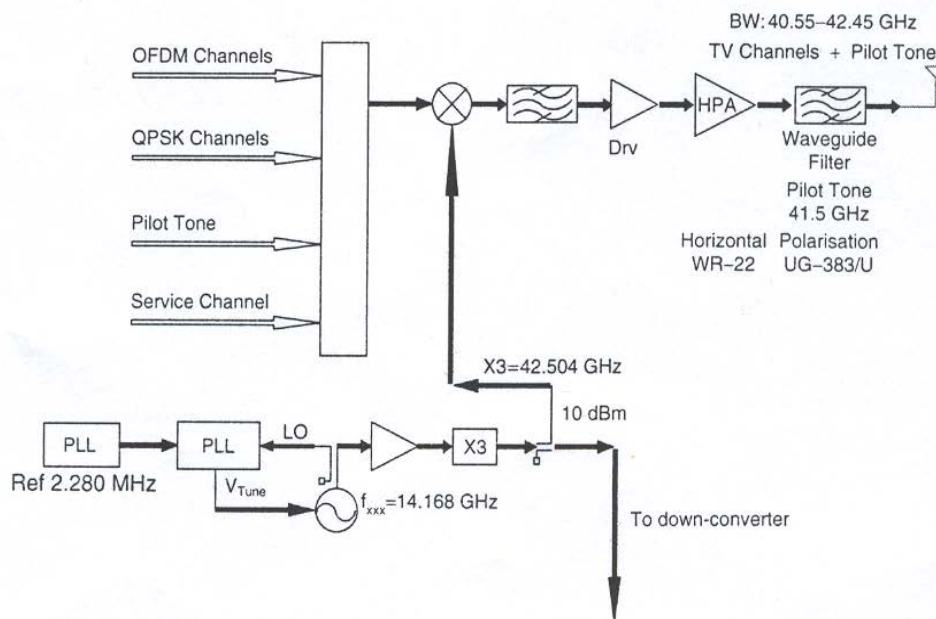
Ο θόρυβος φάσης των διαφορετικών συνθετών είναι ο ακόλουθος:

- **Σταθμός βάσεων:** πειραματικός τόνος, συχνότητα: 41.5 GHz, θόρυβος φάσης: 76 dBc σε 1 KHz
- **Τοπικός επαναλήπτης:** κατιούσα σύνδεση (up converter), συχνότητα: 5860 MHz, θόρυβος φάσης: 65 dBc σε 1 KHz

- **Νομαδικό τερματικό:** κατιούσα σύνδεση (down converter), συχνότητα: 5785 MHz, θόρυβος φάσης: 65 dBc ένα 1 KHz

5.3 ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ RF

Το διάγραμμα φραγμών του υποσυστήματος RF παρουσιάζεται στο σχήμα 24. Με σκοπό να εκμεταλλευθούμε άλλα σχέδια έχουμε έναν $\times 3$ πολλαπλασιαστή προκειμένου να χρησιμοποιηθούν οι ταλαντωτές στη ζώνη συχνότητας 13-14 GHz. Όπου μπορεί να προσαρμοστεί από τα σχέδια που ήδη αναπτύχθηκαν για τις δορυφορικές επικοινωνίες χρησιμοποιώντας τη ζώνη Ku. Το μειονέκτημα αυτής της λύσης είναι η υποβάθμιση θορύβου φάσης λόγω της λειτουργίας πολλαπλασιασμού: μια υψηλότερη αξία θορύβου φάσης 10 dB απαιτείται για να λάβει παρόμοια την απόδοση με την άμεση προσέγγιση. Αυτή η αύξηση στην ποιότητα θορύβου φάσης μπορεί να συνδεθεί άμεσα με μια αύξηση του κόστους. Σε αυτήν την προσέγγιση μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε έναν διαιρέτη συχνότητας που έχει είσοδο μια συχνότητα ζώνης στα 13 GHz και είναι πολύ φτηνότερος από μια παρόμοια συσκευή που λειτουργεί στα 40 GHz για την άμεση προσέγγιση. Επιπλέον, προκειμένου να γίνει λογικό το κόστος του PLO, χρησιμοποιήθηκε ένας αρμονικός αναμίκτης με μια εξωτερική αναφορά περίπου 2 GHz. Ως εκ τούτου το σχέδιο του βρόχου είναι σχετικά απλό και φτηνό.



Σχήμα 24. Μεταλλακτήρας RF για το σταθμό βάσης

Μετάδοση σε 5 - 8 GHz

Σε ζώνη 40.5 - 42.5 GHz, ένα 39 MHz εύρος ζώνης έχει διατηρηθεί για να μεταδώσει ραδιοφωνικά τέσσερα τηλεοπτικά κανάλια COFDM άμεσα προς τους τοπικούς επαναλήπτες. Εξαιτίας του γεγονότος ότι κάτω από την κάλυψη του ίδιου σταθμού βάσεων αρκετοί από αυτούς τους τοπικούς επαναλήπτες θα διατεθούν και το κόστος τους θα είναι ένα βασικό σημείο για την εμπορική επιτυχία του συστήματος. Έχουμε προσπαθήσει να αυξήσουμε την πολυπλοκότητα του σταθμού βάσεων προκειμένου να κατασταθούν οι τοπικοί επαναλήπτες φτηνότεροι. Κατ' αυτό τον τρόπο η LR πρέπει να έχει μόνο τον εξοπλισμό ραδιοσυχνότητας για να μετατρέψει την είσοδο ζώνης συχνότητας 40 GHz στη ζώνη 5.8 GHz χωρίς οποιαδήποτε ενδιάμεση διαμόρφωση/αποδιαμόρφωση στη ζώνη βάσης.

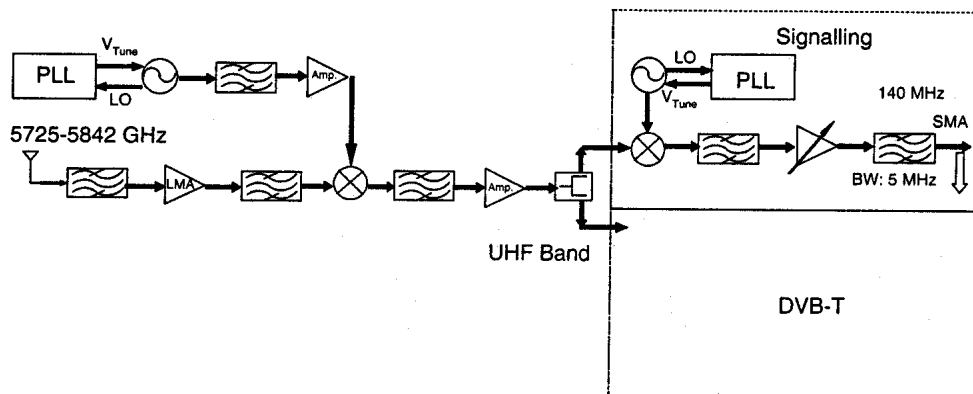
Κάποιος πρέπει να καταλάβει ότι υπάρχουν δύο διαφορετικές δυνατότητες για να εφαρμοστούν οι τοπικοί επαναλήπτες στην αρχιτεκτονική, και αυτές οι εφαρμογές μπορούν να συνυπάρξουν συγχρόνως στο ίδιο δίκτυο. Η πρώτη δυνατότητα είναι α) η προαναφερθείσα *μετάφραση συχνότητας LR*. Σ' αυτήν την περίπτωση το διαμορφωμένο σήμα OFDM διαβιβάζεται και προετοιμάζεται ήδη στο σταθμό βάσεων. Η LR είναι απλά down converting από 40 GHz σε 5.8 GHz. Το πλεονέκτημα της προσέγγισης αυτής είναι ότι η LR είναι μια εξαιρετικά μικρή και φτηνή μονάδα. Η δεύτερη και περισσότερη γενική λύση είναι β) το *πληρεξούσιο πρωτόκολλο LR* (protocol proxy LR). Σε αυτήν την περίπτωση η LR μπορεί να συντονιστεί μέσα σε οποιοδήποτε διαμορφωμένο κανάλι QPSK των 40 GHz. Κάνει πλήρη υποδοχή, εκτελεί το αναδιαμόρφωση (με COFDM), και θα μπορούσε ακόμη και να εργαστεί ως πληρεξούσιο αυξήσεων πρωτόκολλο (enhancement proxy protocol). Αυτό οδηγεί σε μια κατάσταση όπου η LR είναι ευπροσάρμοστη και εργάζεται όπως ένας σταθμός μικρών βάσεων ή ένα σημείο πρόσβασης. Τα μειονεκτήματα είναι η αυξανόμενη πολυπλοκότητα και το κόστος.

Όπως φαίνεται στο σχήμα 25, στα 5.8 GHz το διαθέσιμο εύρος ζώνης είναι μόνο 150 MHz, το οποίο είναι πολύ στενό εάν γίνεται η σύγκριση ότι στα 2 GHz είναι διαθέσιμα 40 GHz. Το CABSINET έχει προγραμματίσει να διαβιβάσει τρεις ομάδες καναλιών COFDM στα 39 MHz και ένα κανάλι επιστροφής περίπου στα 14 MHz μέσα σε κάθε μικροκυψέλη. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει ζώνη φρουράς περίπου στα 13 MHz σε 5.8 GHz μεταξύ της συσκευής αποστολής σημάτων και του δέκτη. Απαιτείται ένα πολύ στενό φίλτρο εισόδου για να αποφευχθεί ο κορεσμός του LNA.

Σχήμα 25

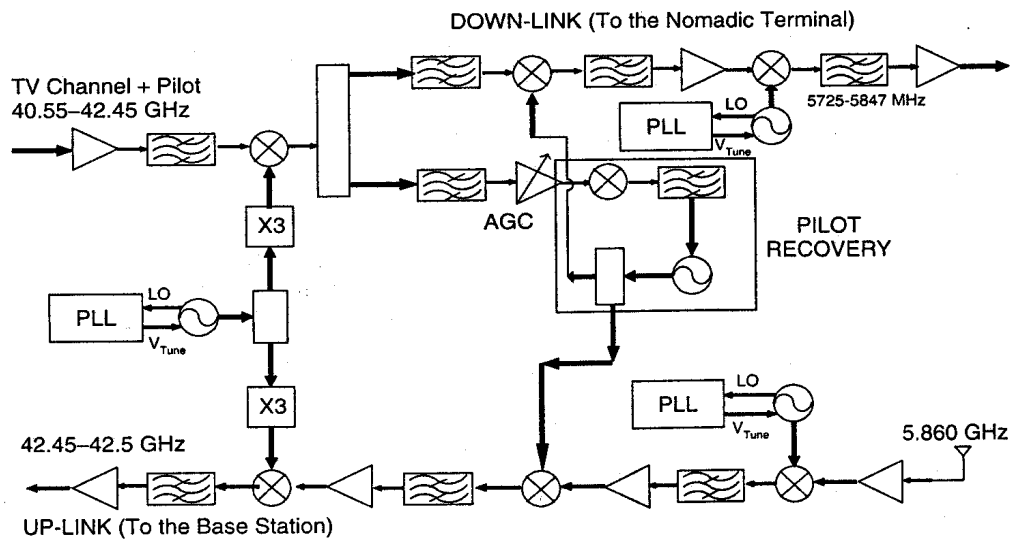
Διάφορες δυνατότητες έχουν μελετηθεί για να λύσουν το πρόβλημα. Με τον προβαλλόμενο προϋπολογισμό συνδέσεων περίπου 60 dB της απομόνωσης πρέπει να επιτευχθούν μεταξύ της συσκευής αποστολής σημάτων και του δέκτη και σε LR και σε NT. Εάν χρησιμοποιείται ένας στενός κυκλοφορητής ζωνών, η μέγιστη απομόνωση που μπορεί να επιτευχθεί είναι περίπου 40 dB, τα οποία δεν είναι αρκετά. Μια άλλη εναλλακτική λύση θα ήταν η χρήση δύο κεραίων με την ορθογώνια πόλωση, αλλά η επιτεύξιμη απομόνωση είναι περίπου 30 dB στη LR και περίπου 10 dB στην πλευρά NT, επειδή θα πρέπει να χρησιμοποιούνται οι πανκατευθυντικές κεραίες. Επιπλέον, το νομαδικό τερματικό βρίσκεται μέσα στα κτίρια όπου δεν μπορείς να εκμεταλλευθείς αυτήν την επίδραση λόγω των αλλαγών στην πόλωση.

Η τελευταία επιλογή ήταν η χρησιμοποίηση ενός φίλτρου που χτίστηκε με τα αντηχεία (resonators) πριν από το χαμηλό ενισχυτή θορύβου. Αυτή η λύση παρείχε αρκετή απομόνωση και, επιπλέον, οι απώλειες στη διαπερατή ζώνη (band pass) στα πρωτότυπα ήταν περίπου 1 dB, το οποίο είναι μια αποδεκτή αξία για τον αριθμό θορύβου. Μια λύση ανάμικτων έχει επιλεγεί χρησιμοποιώντας την ορθογώνια πόλωση μαζί με φίλτρο στη LR και δύο κεραίες μαζί σε ένα φίλτρο NT.



Σχήμα 26.

Το σχήμα 26 παρουσιάζει το διάγραμμα φραγμών που χρησιμοποιείται στον κάτω μετατροπέα του νομαδικού τερματικού. Το σχέδιο πρέπει να είναι όσο το δυνατόν φτηνότερο και σε αυτήν την περίπτωση χρησιμοποιούμε μια ενδιάμεση ζώνη UHF προκειμένου να απλοποιήσουμε το σχέδιο. Ο σημαντικότερος στόχος ήταν να ληφθεί ένας φτηνός ταλαντωτής 5.8 GHz που να ικανοποιεί τις απαιτήσεις θορύβου φάσης OFDM.



Σχήμα 27.

Στο σχήμα 27 παρουσιάζουμε το διάγραμμα φραγμών του τοπικού επαναλήπτη. Παραδείγματος χάριν, ο μετατροπέας για το κανάλι επιστροφής από 5.8 GHz σε 140 MHz είναι ισοδύναμος με τον επάνω μετατροπέα του νομαδικού τερματικού. Το σημαντικότερο σχέδιο είναι ο ταλαντωτής των 2 GHz που πρέπει να συγχρονιστεί χρησιμοποιώντας έναν βρόχο κλειδωμένης φάσης, με την πειραματική συχνότητα που φθάνει από το σταθμό βάσεων. Αυτός ο βρόχος κάνει μια βελτίωση στη σταθερότητα και κυρίως χρησιμοποιείται για να μειώσει τις απαιτήσεις του θορύβου φάσης των ταλαντωτών RF σχεδόν στα 20 dBc.

6. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ MAC

Πριν από την έναρξη οποιουδήποτε σχεδίου συστημάτων, είναι ουσιαστικό να συνοψιστεί ποια λειτουργία το σύστημα έχει πραγματοποιήσει. Παρακάτω, συντάσσουμε τον κατάλογο των κύριων απαιτήσεων που πρέπει να ικανοποιηθούν από το MAC layer ενός LMDS συστήματος.

Ο αρχικός ρόλος του MAC είναι να εξασφαλίσει τη σωστή μετάδοση των πληροφοριών σ' ένα μέσο επικοινωνίας. Σε ένα κυψελοειδές περιβάλλον, η MAC πρέπει να χειριστεί τον προσδιορισμό και την έγκριση, στο boot-up τερματικό και να αρχίσει έπειτα μια σύνδεση. Μόλις καθιερωθεί η σύνδεση, η MAC ελέγχει την αξιοπιστία των συνδέσεων και ανταποκρίνεται αναλόγως στις αλλαγές του περιβάλλοντος ή στις απαιτήσεις των χρηστών (οργάνωση της νέας υπηρεσίας, της απόδοσης περισσότερου εύρους ζώνης κ.λπ.) Σε μια κυψελοειδή αρχιτεκτονική, οι στόχοι της MAC περιλαμβάνουν και τη διαχειριζόμενη πολλαπλάσια πρόσβαση.

Δεδομένου ότι η εφαρμογή παράγει την bursty κυκλοφορία, το σύστημα ωφελείται από τη δυναμική κατανομή του εύρους ζώνης. Εντούτοις, λόγω της ασυμμετρίας του συστήματος και της φύσης της ραδιοφωνικής μετάδοσης στην downlink σύνδεση, μόνο η uplink σύνδεση παρέχει τη δυναμική κατανομή του εύρους ζώνης. Επίσης η δυναμική κατανομή με τις TDMA αυλακώσεις ισχυρισμού μπορεί να παρασχεθεί και στις δύο κατευθύνσεις αν είναι απαραίτητο. Το αίτημα του εύρους ζώνης, η διαπραγμάτευση και οι λειτουργίες πρέπει να εφαρμοστούν μέσα στη MAC. Για αυτό, κάποιος μηχανισμός ελέγχου της κυκλοφορίας πρέπει να συνδυαστεί με έναν κατάλληλα επιλεγμένο αλγόριθμο κατανομής των πόρων.

6.1 ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Για την μέτρηση της απόδοσης της MAC, θα δούμε διάφορες βασικές παραμέτρους που εμφανίζονται να είναι οι σημαντικότερες για τους στόχους των υπηρεσιών. Πρωταρχικά θα αναφέρουμε την *ρυθμοαπόδοση*: αυτή η παράμετρος καθορίζει την πραγματική ικανότητα που ένας χρήστης μπορεί να αναμένει από το σύστημα. Απεικονίζει την απόδοση του πλήρους στρώματος συνδέσεων του συστήματος και επομένως είναι ένας αξιόπιστος δείκτης της ποιότητας.

Μια άλλη σημαντική παράμετρος, ειδικά για τις σε πραγματικό χρόνο υπηρεσίες, είναι η *δίπλα δίπλα καθυστέρηση* (end-to-end delay). Αυτή η παράμετρος έχει μια ισχυρή επιρροή στη γενική απόδοση του συστήματος, συμπεριλαμβανομένης της ρυθμοαπόδοσης. Εκτός αυτού, είναι άμεσα αντιληπτό από το χρήστη ως χρόνο απόκρισης συστημάτων. Μια εναλλακτική παράμετρος που θα μπορούσε να έχει χρησιμοποιηθεί είναι η μετ'επιστροφής καθυστέρηση, αλλά αυτό θα είχε τη λιγότερη κοινοποίηση (signification) λόγω της συνολικής ασυμμετρίας συστημάτων.

Μια ασύρματη σύνδεση είναι εγγενώς τρωτή στην αναρμόδια πρόσβαση. Η ασφάλεια είναι ένα σημαντικό ζήτημα για ένα δίκτυο LMDS. Πολλές υπάρχουσες off-the-shelf μέθοδοι θα μπορούσαν απλά να περιληφθούν μέσα στο στρώμα της MAC. Εντούτοις, αξίζει ότι τα πρότυπα DVB, λόγω της φύσης της ραδιοφωνικής μετάδοσης της κατιούσας σύνδεσης, έχουν αντιμετωπίσει ήδη αυτό το ζήτημα.

6.2. LLC

Ένας λογικός έλεγχος συνδέσεων (LLC) πρέπει να εξασφαλίζει την αξιόπιστη μεταφορά των πακέτων δεδομένων πέρα από μια σύνδεση. Πρέπει να αντιμετωπίζει τα χαμένα πακέτα και εκείνα που δεν έχουν διορθωθεί από το φραγμό FEC. Και οι δύο περιπτώσεις αντιμετωπίζονται όμοια: τα πακέτα που δεν διορθώνονται πέφτουν χωρίς προσπάθεια να ανακτηθούν οποιεσδήποτε χρήσιμες πληροφορίες. Δεδομένου ότι δεν υπάρχει η επιγραφή της FEC στα πακέτα, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναγνωρίσει το πακέτο που χάθηκε προκειμένου να το ζητήσει πάλι.

Φυσικά υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί αλγόριθμοι για LLC. Η μέθοδος που επιλέγουμε να εφαρμόσουμε συνήθως καλείται Go-back-N: μέχρι το N τα πακέτα μπορούν να διαβιβαστούν προτού να παραληφθεί η αναγνώριση υποδοχής τουλάχιστον για την πρώτη. Τα νέα πακέτα μπορούν να διαβιβαστούν εφ' όσον υπάρχουν λιγότερα από τα N πακέτα τα οποία δεν είναι ακόμα αναγνωρισμένα. Το σύστημα μπορεί προαιρετικά να εκθέσει ένα λάθος σε ένα υψηλότερο στρώμα όταν περισσότερο από K διαδοχικό timeout εμφανίζεται. Ο αλγόριθμος αυτός είναι εύκολο να εφαρμοστεί και δεν απαιτεί πολλή μνήμη. Εκτός αυτού, είναι συνολικά αξιόπιστο και μπορεί να διαμορφωθεί (με το να επιλέξει προσεκτικά την περίοδο n , K και περίοδο timeout T) για να ταιριαστεί το κανάλι μετάδοσης LMDS. Η απόδοση του γενικού συστήματος που χρησιμοποιεί αυτόν τον αλγόριθμο δίνεται παρακάτω.

Ο δεύτερος στόχος του LLC είναι να αντιμετωπίσει κατάλληλα την πολυπλεξία των υπηρεσιών. Για την downlink σύνδεση, αυτό είναι αρκετά απλό λόγω MPEG-TS. Ένα PID μπορεί να συνδεθεί σε κάθε υπηρεσία (MAC, IP, τηλεφωνία...). Στο τερματικό των χρηστών, η αποδιαύλωση μπορεί να διαχειριστεί πολύ γρήγορα χρησιμοποιώντας το αφιερωμένο ASIC.

7. ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

7.1 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Όπως έχουμε δηλώσει το σύστημα είναι συμβατό στα DVB και DAVIC πρότυπα, ως εκ τούτου όλες οι οπτικοακουστικές υπηρεσίες που διευκρινίζονται μέσω αυτών των προτύπων μπορούν να υποστηριχθούν μέσω του set-top-box στην τηλεόραση. Η αρχική DAVIC έκδοση 1.2 πρόβλεψε ότι οι υπηρεσίες του ATM θα ήταν το ελλοχεύον δίκτυο δεδομένων. Λόγω αυτού το μέγεθος των κυττάρων του ATM χρησιμοποιείται στην uplink, αλλά στην downlink σύνδεση χρησιμοποιεί μόνο τα πλαίσια MPEG2-TS για τη μετάδοση. Εντούτοις, τα κύτταρα του ATM μπορούν να ενσωματωθούν στο ρεύμα του MPEG2 όπως περιγράφονται στα έγγραφα DAVIC. Το πλήρες ATM σήμα υποστηρίζεται μόνο στην βάση των σταθμών, αλλά οι υπηρεσίες του ATM μπορούν να σταλούν στα τερματικά. Αυτό καταδείχθηκε επιτυχώς σε μια χωριστή δοκιμή του CABSINET στη Γαλλία.

Το κύριο πρωτόκολλο μετάδοσης δεδομένων είναι βασισμένο στη λίστα πρωτοκόλλου UDP/TCP/IP. Όπως έχουμε περιγράψει νωρίτερα με τη χρησιμοποίηση του πρωτοκόλλου μπορούμε να παρέχουμε στα πακέτα IP την πλήρη end-to-end συνδετικότητα για οποιοδήποτε τερματικό. Στις δοκιμές μας ένας προγραμματισμός set-top-box χρησιμοποιήθηκε ως σημείο πρόσβασης. Σε CABSINET η downlink σύνδεση στον πελάτη είναι DVB υποχωρητικό, δηλ. πολλαπλασιάζουμε τα 188-byte-long στα πλαίσια ρεύματα μετάδοσης στο σταθμό βάσεων. Εάν θέλουμε να παραδώσουμε το βίντεο MPEG2, η αντίστοιχη ταυτότητα κυκλοφορίας θα γραφτεί στην επιγραφή. Διαφορετικά τα IDs είναι διατηρημένα για την IP κυκλοφορία, τη φωνή και το ATM. Στο τερματικό πελατών το MPEG2-TS ρεύμα αντιμετωπίζεται από τη διεπαφή των δικτύων, που συνήθως χτίζεται στο set-top-box. Η επιγραφή των ταυτοτήτων διαβάζεται, κομματιάζεται και έπειτα λαμβάνεται η απόφαση για την εναλλακτική μετάδοση πακέτου πληροφοριών αμέσως.

- Εάν η ταυτότητα δείχνει την κυκλοφορία IP, διαβιβάζουμε το πακέτο στον IP-stack. Χαρακτηριστικά το πακέτο διαβιβάζεται από το set-top-box σ' έναν λιμένα παραγωγής (π.χ. Ethernet, IEEE-1039) που συνδέεται με ένα εγχώριο δίκτυο ή έναν υπολογιστή.
- Εάν η ταυτότητα δείχνει την υπηρεσία ψηφιακής TV (π.χ. βίντεο MPEG2), το πακέτο διαβιβάζεται μέσα στο σχετικό κωδικοποιητή αποκωδικοποιητή στο set-top-box και στη συνέχεια στα κυκλώματα TV.

Επειδή μπορούμε να πολλαπλασιάσουμε διάφορες συνδέσεις σ' ένα ενιαίο MPEG2-TS ρεύμα, σημαίνει ότι ένας ενιαίος χρήστης μπορεί να λάβει ταυτόχρονα και το βίντεο και τη συνδετικότητα διαδικτύου. Υποστηρίζουμε ότι αυτό είναι ενδεχομένως ένα πολύ πολύτιμο χαρακτηριστικό γνώρισμα, επειδή έπειτα το set-top-box και το LMDS μπορούν να λειτουργήσουν ένα καθολικό σύστημα πρόσβασης και για οπτικοακουστικά μέσα και για PC εφαρμογές.

TCP/IP ΓΙΑ LMDS

Έχει υπάρξει ένα μεγάλο ποσό εργασίας που γίνεται προς την ανάπτυξη και την κατανόηση του TCP πέρα από τα αναξιόπιστα ασύρματα κανάλια. Ένα μεγάλο μέρος της πρόσφατης εργασίας με το ασύρματο TCP κατευθύνεται προς τα κινητά κυψελοειδή συστήματα. Υπάρχουν μερικές διαφορές στην περίπτωση του LMDS. Αντίθετα από άλλα κυψελοειδή ασύρματα συστήματα, δεν υπάρχει κανένα handoff σε LMDS. Αυτό αποβάλλει το πρόβλημα των καθυστερήσεων του handoff που υφίστανται στο TCP. Το MobileIP και το DHCP είναι αρκετά καλές λύσεις για το LMDS και οι λύσεις micro-mobility δεν απαιτούνται.

Το γνωστό πρόβλημα είναι ότι τα ασύρματα συστήματα είναι ευαίσθητα στα υψηλά bit ποσοστών λαθών και στις μεγάλες καθυστερήσεις όταν συγκρίνονται με τα σταθερά συστήματα. Αυτό έχει το προβάδισμα στην suboptimal συμπεριφορά του TCP πέρα από το ραδιόφωνο. Εντούτοις, στην περίπτωση του συστήματος LMDS μπορούμε να αντέξουμε οικονομικά την πραγματοποίηση της επιθετικής κωδικοποίησης των καναλιών. Η συνελκτική (interleaving) κωδικοποίηση και ο κώδικας Reed- Solomon χρησιμοποιούνται (RS(204,188)), στην πράξη για τη ρίψη των BER συνδέσεων κάτω από την 10^{-7} . Με αυτήν την μέθοδο το επιλεγόμενο ARQ στο LLC και τελικά το TCP θα παράσχουν την πολύ αξιόπιστη συμπεριφορά των συνδέσεων. Γενικά τα δίκτυα LMDS είναι κατάλληλα

συστήματα για να επεκτείνουν ενισχυμένα πληρεξούσια τη απόδοση επειδή ξέρουμε σαν προϋπόθεση ότι ο τελευταίος κρίκος του hop είναι ασύρματος.

8. ΓΕΝΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ - ΣΧΟΛΙΑ

Το LMDS υπόσχεται μια ασύρματη εναλλακτική λύση στην ίνα και τα ομοαξονικά καλώδια, αυτό έχουν τη δυνατότητα να αντικαταστήσουν τα υπάρχοντα συνδεδεμένα με καλώδιο δίκτυα. Μπορεί να αποδειχθεί ο ευκολότερος τρόπος να παραδοθούν τα δεδομένα υψηλής ταχύτητας και η τηλεοπτική υπηρεσία δύο τρόπων. Η ικανότητά του χειρισμού χιλιάδων καναλιών φωνής με το υπάρχον εύρος ζώνης το κάνει ένα καλό ανταγωνιστικό σύστημα στη βιομηχανία φωνής. Με τις σύγχρονες τάσεις βιομηχανίας, που τείνουν να συγχωνεύσουν τις τηλεπικοινωνίες και τις βιομηχανίες δικτύωσης, το LMDS φαίνεται να είναι μια λύση που ανταποκρίνεται σε όλες τις ανάγκες τους. Για τον πρόσφατο κόσμο ψηφιακής τηλεόρασης, το LMDS είναι μια πολύ καλή επιλογή εξετάζοντας το γεγονός ότι το LMDS σχεδιάστηκε με προϋπόθεση την ψηφιακή ραδιοφωνική μετάδοση τηλεόρασης. Επιπρόσθετα το LMDS είναι ένα πιθανό σύστημα παράδοσης για την ασύρματη πρόσβαση διαδικτύου. Τα κύρια πλεονεκτήματα που το περιλαμβάνουν είναι το χαμηλότερο κόστος έναντι των συνδεδεμένων με καλώδιο ευρυζωνικών λύσεων, της ευελιξίας και της γρήγορης επέκτασης.

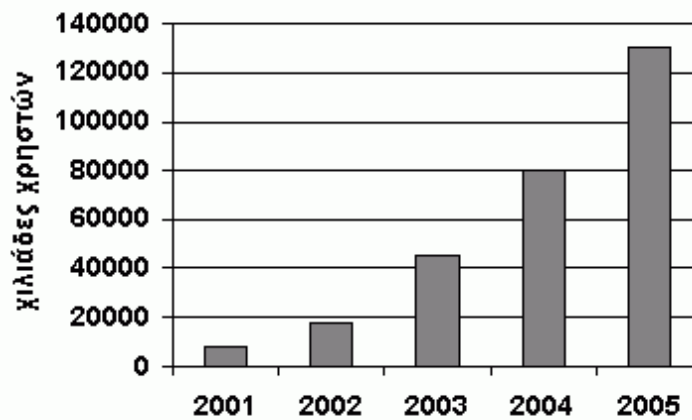
9. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Καθώς οι τεχνολογίες για υπηρεσίες ευρείας ζώνης για LAN και WAN συνεχίζουν να εξελίσσονται με ταχύτατους ρυθμούς, ο αριθμός των εναλλακτικών προτάσεων και λύσεων συνεχίζει να αυξάνεται. Η υπηρεσία LMDS θα εξελιχθεί σύμφωνα με το γενικότερο μοντέλο ανάλογων προηγμένων υπηρεσιών που εισάγονται στην ελληνική τηλεπικοινωνιακή αγορά, γνωρίζοντας ενθαρρυντικούς βαθμούς διείσδυσης στους επιχειρηματικούς συνδρομητές στα μεγάλα αστικά κέντρα, ενώ για τον βραχυχρόνιο ορίζοντα το ποσοστό διείσδυσης στο σύνολο των οικιακών χρηστών-συνδρομητών αναμένεται σημαντικά μικρότερο και εμφανίζεται στο τέλος του ορίζοντα. Οι υπηρεσίες σταθερής τηλεφωνίας και internet είναι δυνατό να παρασχεθούν από τις εταιρίες κινητής τηλεφωνίας μέσω των ασύρματων σταθερών τηλεπικοινωνιακών δικτύων LMDS στην Ελλάδα. Τα πρώτα βήματα που έγιναν μέσα στο 2002 ήταν εξαιρετικά «δειλά», καθώς δεν έχουν επιλυθεί τεχνολογικά προβλήματα που έχουν προκύψει. Δεν είναι τυχαίο το ότι από τις έξι εταιρίες που απέκτησαν άδεια για την ανάπτυξη δικτύων LMDS το Δεκέμβριο του 2000 μόνο δύο (η Panafon-Vodafone και η FORTHnet) έχουν αρχίσει να τις αξιοποιούν.

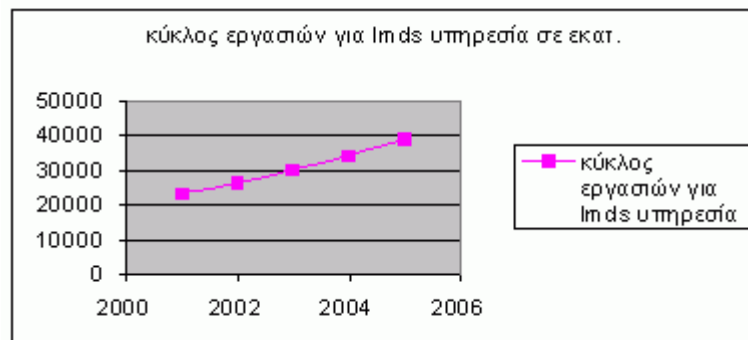
Από τις εταιρίες κινητής τηλεφωνίας πακέτα τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών σε εταιρικούς πελάτες προσέφερε μέχρι τον Σεπτέμβριο μόνο η Panafon-Vodafone. Σκοπός της εταιρίας είναι να προσφέρει από εδώ και στο εξής ολοκληρωμένες λύσεις στους εταιρικούς πελάτες της εστιάζοντας το ενδιαφέρον της στην κινητή τηλεφωνία. Η FORTHnet έχει προγραμματίσει επενδύσεις 20 εκατομμυρίων ευρώ για την επόμενη τριετία. Ωστόσο, δεν είναι σε θέση να προσφέρει υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας, γεγονός που την αναγκάζει να επιζητήσει τη συνεργασία με εταιρία του κλάδου. Η Q-Telecom, ο βραχίονας της Infoquest στις τηλεπικοινωνίες, ξεκίνησε να αξιοποιεί εμπορικά την άδεια LMDS από τον Οκτώβριο του 2002. Σημειώνεται ότι όλες οι εταιρίες που απέκτησαν άδεια LMDS είχαν υποχρεωθεί από την ΕΕΤΤ να ξεκινήσουν την εμπορική αξιοποίησή της μέχρι το τέλος του 2002. Ο ΟΤΕ από την πλευρά του, για να αποφύγει την εκροή μεγάλων πελατών, αναδιαρθρώνει τη στρατηγική προσέγγισης των επιχειρήσεων. Η άδεια LMDS είχε μεταβιβαστεί το

Φεβρουάριο στην Cosmote, η οποία παρείχε και αυτή από το φθινόπωρο υπηρεσίες σταθερής τηλεφωνίας σε συγκεκριμένους πελάτες της.

Οι υποθέσεις που κάνουμε σε αυτή την εκτίμηση αφορούν την πραγματοποίηση της εισαγωγής της υπηρεσίας από τους εγχώριους τηλεπικοινωνιακούς φορείς και για πενταετή ορίζοντα από το έτος εισαγωγής τους. Έτσι η εκτίμηση για την εξέλιξη της υπηρεσίας LMDS όσον αφορά τον αριθμό των συνδρομητών και τα έσοδα στην ελληνική αγορά, φαίνεται στα Σχήματα 28 και 29. Στο Σχήμα 29 υποθέτουμε ότι το έτος εισαγωγής (1ο έτος) είναι το 2001.



Σχήμα 28. Συνδρομητές υπηρεσίας LMDS ανά έτος λειτουργίας μετά την εισαγωγή τους.



Σχήμα 29. Εξέλιξη των εσόδων της υπηρεσίας LMDS στην Ελλάδα

Συνοπτικά θα μπορούσαμε να αναφέρουμε ότι, από την στιγμή εισαγωγής της υπηρεσίας LMDS ο ρυθμός αύξησης των χρηστών θα είναι αρκετά ικανοποιητικός, καθώς είναι δυνατό να προσφερθεί από αρκετούς φορείς, ενώ ο αντίστοιχος ρυθμός αύξησης του τζίρου μπορεί να φτάσει μέχρι και το 63%. Το ποσοστό διείσδυσης της υπηρεσίας στους χρήστες υπηρεσιών ευρείας ζώνης ενδεχομένως να ξεπεράσει το 8% περίπου το 2007

(ποσοστό που αναμένεται για την Αμερικανική αγορά), δεδομένου ότι στην Ελλάδα δεν έχει αναπτυχθεί η υπηρεσία των καλωδιακών modem, με αποτέλεσμα το μερίδιο της να διαμοιράζεται μεταξύ των υπολοίπων υπηρεσιών (LMDS, δορυφορικές επικοινωνίες, xDSL). Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι η επιτυχία καθιέρωσης και εξέλιξης της υπηρεσίας LMDS εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από άλλους παράγοντες όπως από την προϋπόθεση ύπαρξης οπτικής επαφής, αλλά ακόμα και από την εξέλιξη και επιτυχία των ανταγωνιστικών της υπηρεσιών. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει όμως (υψηλή ταχύτητα και σχετικά μικρό κόστος) την καθιστούν ικανή να καταλάβει ένα σημαντικό μερίδιο από την αγορά, ιδίως σε επίπεδο επιχειρήσεων, αλλά και ως τεχνολογία για εσωτερική χρήση από τηλεπικοινωνιακούς φορείς.

ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ

ACK	Acknowledge είναι το όνομα του σήματος όταν τα δεδομένα έχουν παραληφθεί επιτυχώς
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line (Ασυμμετρική ψηφιακή γραμμή συνδρομητών) είναι μια τεχνολογία για τη διαβίβαση των ψηφιακών πληροφοριών σε ένα υψηλό εύρος ζώνης συχνοτήτων για τις υπάρχουσες τηλεφωνικές γραμμές στα σπίτια και τις επιχειρήσεις.
AM	Amplitude Modulation (Διαμόρφωση εύρους) είναι η μέθοδος όπου τα δεδομένα στην εναλλαγή του ρεύματος (AC) έχουν κυματοειδή μεταφορά
ARQ	Automatic Repeat request (Αυτόματο αίτημα επανάληψης) είναι το πρωτόκολλο για τον έλεγχο σφάλματος στην μεταφορά στοιχείων
ATM	Asynchronous Transfer Mode (Ασύγχρονος Τρόπος Μεταφοράς) είναι η τεχνολογία μετατροπής της σύνδεσης που οργανώνει τα ψηφιακά δεδομένα στις κυψέλες των 53 byte και τα διαβιβάζει πέρα από ένα φυσικό μέσο χρησιμοποιώντας την ψηφιακή τεχνολογία σημάτων
BFWA	Broadband Fixed Wireless Access (Σταθερή Ασύρματη Πρόσβαση Ευρυζωνικών Υπηρεσιών)
BRI	Basic Rate Interface (Διεπαφή βασικού ποσοστού)
BS	Base Station (Σταθμός Βάσης)
CABSINET	Cellular Access Broadband Services and INteractivE Television (Κυψελοειδές Ευρυζωνικές Υπηρεσίες Πρόσβασης και Διαλογικής Τηλεόρασης)
CAT/TS	Customer Access Termination / Terminal Station (Τερματικό Πρόσβασης Πελάτη / Τερματικό Σταθμού)

CATV	Community Antenna TV είναι ο τρόπος αλληλεπίδρασης με το Παγκόσμιο Ιστό και άλλες νέες μορφές των υπηρεσιών πληροφοριών και ψυχαγωγίας πολυμέσων
CBR	Constant Bit Rate (Σταθερό ποσοστό δυαδικών ψηφίων)
CCIR	Comite Consultatif International Radiocommunications
CDMA	Code Division Multiple Access (Πολλαπλάσιες Μεθολογίες Πρόσβασης Κατανομής Κωδικών) είναι μια μορφή πολλαπλασιασμού, η οποία επιτρέπει στα πολυάριθμα σήματα να καταλάβει ένα ενιαίο κανάλι μεταφορών, που βελτιστοποιεί τη χρήση του εύρους ζώνης συχνοτήτων
COFDM	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing (Ορθογώνιος κώδικας πολλαπλής διαίρεσης συχνότητας) είναι ένα σχέδιο διαμόρφωσης που διαιρεί ένα ψηφιακό σήμα σε 1000 ή περισσότερους μεταφορείς σημάτων ταυτόχρονα
CPE	Customer Premise Equipment (Εξοπλισμός Εγκατάστασης Πελάτη)
DAVIC	Digital Audio Video Council (Ψηφιακό Ακουστικό Τηλεοπτικό Συμβούλιο)
DBA	Dynamic Bandwidth Allocation (Δυναμική κατανομή εύρους ζώνης συχνοτήτων)
DBS	Direct Broadcast Satellite (Άμεσος δορυφόρος ραδιοφωνικής μετάδοσης) αναφέρεται στα δορυφορικά τηλεοπτικά (TV) συστήματα τα οποία οι συνδρομητές ή οι χρήστες λαμβάνουν τα σήματα άμεσα από τους γεωστατικούς δορυφόρους
DLC	Data Link Control (Ελεγχος συνδέσεων στοιχείων) είναι η υπηρεσία που παρέχεται από το στρώμα συνδέσεων δεδομένων που καθορίζεται από το ανοικτό μοντέλο αλληλοσύνδεσης (OSI) για την επικοινωνία δικτύων
DPM	Data Processor Module (Ενότητα Επεξεργαστών Στοιχείων)
DRR	Deficit Round Robin
DSL	Digital Subscriber Line (Ψηφιακές Συνδέσεις γραμμών) είναι μια τεχνολογία για να φέρει τις πληροφορίες υψηλού εύρους ζώνης συχνοτήτων στα σπίτια και τις μικρές επιχειρήσεις πέρα από τις συνηθισμένες τηλεφωνικές γραμμές χαλκού
DSO	είναι η βάση για το ψηφιακό σήμα x σε σειρά διάταξης

DS-SS	Direct Sequence Spread Spectrum (Φάσμα άμεσης ακολουθίας)
DVB	Digital Video Broadcasting (Ψηφιακή τηλεοπτική ραδιοφωνική αναμετάδοση) είναι ένα σύνολο προτύπων που καθορίζουν τον ψηφιακό χρησιμοποιώντας υπάρχοντα δορυφόρο ραδιοφωνικής αναμετάδοσης, το καλώδιο, και τις επίγειες υποδομές
DVB-T	Digital Video Broadcasting Terrestrial (Επίγεια ψηφιακή τηλεοπτική ραδιοφωνική αναμετάδοση)
ETSI	European Telecommunications Standar Institute (Ευρωπαϊκό Ίδρυμα Προτύπων Τηλεπικοινωνιών)
FBWA	Broadband Fixed Wireless Access (Σταθερή Ασύρματη Πρόσβαση Ευρυζωνικών Υπηρεσιών)
FDD	Frequency Division Duplex (Διαίρεση διπλής συχνότητας)
FDMA	Frequency Division Multiple Access (Πολλαπλή Πρόσβαση Διαίρεσης Συχνότητας) είναι το τμήμα της περιοχής που δεσμεύεται για την ασύρματη κυψελοειδή τηλεφωνική επικοινωνία σε 30 κανάλια, κάθε ένα από τα οποία μπορεί να μεταφέρει μια συνομιλία φωνής ή με την ψηφιακή υπηρεσία να μεταφέρει τα ψηφιακά δεδομένα
FEC	Forward Error Correction (πρόσθια διόρθωση σφαλμάτων) είναι η τεχνική διόρθωση σφαλμάτων που προκαλούνται κατά τη μετάδοση δεδομένων
FWA	Fixed Wireless Access (Σταθερή Ασύρματη Πρόσβαση)
HDSL	High bit-rate Digital Subscriber Line είναι μια από τις πιο πρόωρες μορφές DSL, χρησιμοποιείται για την μεταφορά της ευρείας ψηφιακής ζώνης μέσα σε μια εταιρική περιοχή μεταξύ της τηλεφωνικής επιχείρησης και ενός πελάτη
H-FDD	Half-duplex Frequency Division Duplex
HIPERACCESS	High Performance Radio Access (Ραδιοπρόσβαση Υψηλής απόδοσης)
HIPERMAN	High Performance Radio Metropolitan Area Network (Ραδιοδίκτυο Μητροπολιτικής Περιοχής Υψηλής Απόδοσης)
IB	In Band (Στην Περιοχή)
IDU	In Door Unit (Εσωτερική Μονάδα Στοιχείων)
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers (Ίδρυμα ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών μηχανικών)

IF	Intermediate Frequency (Ενδιάμεση συχνότητα)
IP	Internet Protocol (Πρωτόκολλο Διαδικτύου) είναι η μέθοδος ή το πρωτόκολλο από το οποίο στέλνονται τα δεδομένα από τον ένα υπολογιστή σε άλλο στο Διαδίκτυο
ISDN	Integrated Services Digital Network (ψηφιακό δίκτυο ολοκληρωμένων υπηρεσιών) είναι το διεθνές δίκτυο ψηφιακών επικοινωνιών που δίνει τη δυνατότητα μετάδοσης φωνής, εικόνας, σημάτων τηλεομοιοτυπίας, δεδομένων υπολογιστών κλπ
ISP	Internet Service Provider (Προμηθευτής υπηρεσίας Διαδικτύου) είναι η επιχείρηση που παρέχει την πρόσβαση των επιχειρήσεων στο Διαδίκτυο και άλλες σχετικές υπηρεσίες όπως το κτίριο περιοχών Ιστού και η εικονική φιλοξενία
ITU	International Telecommunications Union (Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών)
LAN	Local Area Networks (Τοπικά δίκτυα περιοχής)
LCC	Local Cluster Controller (Τοπικός ελεγκτής τομέων)
LMDS	Local Multipoint Distribution Service (Τοπική Πολυσημειακή Υπηρεσία Διανομής)
LAN	Local Area Networks (Τοπικά Δίκτυα Περιοχής) είναι ομάδα υπολογιστών και συνδεδεμένων συσκευών που μοιράζονται μια κοινή γραμμή επικοινωνιών ή μια ασύρματη σύνδεση και μοιράζονται χαρακτηριστικά τα δεδομένα συμπεριφοράς ενός ενιαίου επεξεργαστή ή ενός κεντρικού υπολογιστή μέσα σε μια μικρή γεωγραφική περιοχή
LNA	Low Noise Amplifier (Χαμηλός ενισχυτής θορύβου)
LoS	Line of Sight (γραμμή θέας)
LR	Local Repeater (Τοπικός επαναλήπτης)
MAC	Medium Access Control (Μέσος Έλεγχος Πρόσβασης)
MMDS	Multichannel Multipoint Distribution Services (Πολυδιαυλικό Πολυσημειακό Σύστημα Διανομής)
MPEG	Motion Pictures Expert Group
MVDS	Microwave Video Distribution System (Πολυσημειακά Τηλεοπτικά Συστήματα Διανομής)
NACK	Negative Acknowledgment (Αρνητική αναγνώριση)
NIU	Network Interface Unit (Μονάδα Διεπαφών Δικτύου)

NMS	Network Management Solutions (Διοικητικές λύσεις δικτύων)
NNE	Network Node Equipment (Εξοπλισμός κόμβου Δικτύου)
NOC	Network Operations Center (Κέντρο Διαδικασιών Δικτύων) είναι μια θέση από την οποία ένα δίκτυο τηλεπικοινωνιών εποπτεύεται, ελέγχεται, και διατηρείται
NRC	Network Related Control (Έλεγχος σχετικός με το Δίκτυο)
NT	Nomadic Terminal (Νομαδικό τερματικό)
OC	Optical Carrier (Οπτικός μεταφορέας)
ODU	Out Door Unit (Υπαίθρια Μονάδα Στοιχείων)
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing (Ορθογώνια πολλαπλή πρόσβαση συχνότητας) είναι μια μέθοδος ψηφιακής διαμόρφωσης στην οποία ένα σήμα είναι χωρισμένο σε διάφορα περιορισμένης ζώνης κανάλια σε διαφορετικές συχνότητες
OOB	Out Of Band (εκτός περιοχής)
PCS	Performance Control Subsystem (Υποσύστημα ελέγχου απόδοσης)
PHY	PHYsical Layer (Φυσικό Επίπεδο) υποστηρίζει την ηλεκτρική ή μηχανική διαπροσωπεία στο φυσικό μέσο
PLL	Phase Locked Loop (Βρόγχος Κλειδωμένης φάσης) είναι ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα με μια ηλεκτρική τάση ή με ένα ταλαντωτή ρευμάτων που ρυθμίζεται συνεχώς για να αντιστοιχίζεται η φάση με την συχνότητα ενός σήματος εισόδου
PMP	Point to MultiPoint (Σημείο σε πολυσημείο)
POTs	Plain Old Telephone service (Σαφής παλαιά τηλεφωνική υπηρεσία) είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται μερικές φορές στη συζήτηση των νέων τηλεφωνικών τεχνολογιών στις οποίες υπάρχει η ερώτηση εάν και πώς η υπάρχουσα μεταφορά φωνής για τη συνηθισμένη τηλεφωνική επικοινωνία μπορεί να εφαρμοστεί
PRI	Primary Rate Interface (Διεπαφή αρχικού ποσοστού)
PSK	Phase Shift keying (Διαμόρφωση Μετατόπισης Φάσης) είναι μια μέθοδος αποστολής και λήψης ψηφιακών σημάτων στα οποία η φάση ενός διαβιβασθέντος σήματος ποικίλη για να μεταβιβάσει τις πληροφορίες

PSTN	Public Switched Telephone Network (Δημόσιο Δίκτυο Τηλεφωνικής Μεταγωγής) είναι η παγκόσμια συλλογή της συνδεδεμένης φωνής στα δημόσια τηλεφωνικά δίκτυα
QAM	Quadrature Amplitude Modulation (Διαμόρφωση εύρους φάσης 90 μοιρών)
QoS	Quality of Service (Ποιότητα Παρεχόμενης Υπηρεσίας) είναι η ιδέα ότι τα ποσοστά μεταφορών, τα ποσοστά σφάλματος, και άλλα χαρακτηριστικά μπορούν να μετρηθούν, να βελτιωθούν ως ένα ορισμένο βαθμό
QPSK	Quarternary Phase Shift Keying
RF	Radio Frequency (Ραδιοσυχνότητα) συχνότητα ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος στην περιοχή 10 KHZ έως 100.000 MHZ
RHS	Radio Hubs Site
RN	Radio Nodes (Ραδιοκόμβος)
ROI	Return On Investment (Επιστροφή στην επένδυση) είναι πόση αποταμίευση κέρδους ή κόστους πραγματοποιείται
RS	Reed Solomon codes (Κώδικες Reed Solomon) είναι από τους πιο ισχυρούς κώδικες διόρθωσης σφαλμάτων και ειδικότερα σε συνθήκες καταγισμού σφαλμάτων.
SAW	Surface Acoustic Wave
SDH	Synchronous Digital Hierarchy (Σύγχρονη Ψηφιακή Ιεραρχία)
SNMP	Simple Network Management Protocol (Απλό διοικητικό πρωτόκολλο δικτύων) είναι το πρωτόκολλο που διοικεί τη διαχείριση δικτύων, τον έλεγχο των συσκευών δικτύων και των λειτουργιών τους
SOHO	Small Office / Home Office είναι ένας όρος για το μικρό περιβάλλον γραφείων ή βασικών γραφείων και τον επιχειρησιακό πολιτισμό
SONET	Synchronous Optical NETwork (Σύγχρονο οπτικό δίκτυο) είναι τα αμερικανικά εθνικά πρότυπα ιδρύματος για τη σύγχρονη μεταφορά στοιχείων στα οπτικά μέσα Το διεθνές αντίτιμο SONET είναι η σύγχρονη ψηφιακή ιεραρχία (SDH)
STB	Set Top Box

TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol (Πρωτόκολλο ελέγχου μεταφορών/πρωτόκολλο Διαδικτύου) είναι η βασική γλώσσα επικοινωνίας ή το πρωτόκολλο του Διαδικτύου
TDD	Time Division Duplex
TDM	Time Division Multiplexing (Πολυπλεξία Διάρθρωσης Χρόνου) είναι η τεχνική για τον καταμερισμό ενός διαύλου επικοινωνίας ανάμεσα σε διάφορες συσκευές, η κάθε συσκευή χρησιμοποιεί το διαύλο για μια προκαθορισμένη χρονοθυρίδα.
TDMA	Time Division Multiple Access (Πολλαπλή Πρόσβαση Διάρθρωσης Χρόνου) είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιείται στην ψηφιακή κυψελοειδή τηλεφωνική επικοινωνία που διαιρεί κάθε κυψελοειδές κανάλι σε αυλακώσεις τριών χρόνων προκειμένου να αυξηθεί το ποσό των δεδομένων που μπορεί να μεταφερθεί
UHF	Ultra High Frequency (Εξαιρετικά υψηλή συχνότητα) είναι η συχνότητα στην περιοχή μεταξύ 300MHz και 3GHz.
UPS	Uninterruptible Power Supply (μονάδα τροφοδοσίας αδιάλειπτης λειτουργίας) είναι η συσκευή τροφοδοσίας εφοδιασμένη με μπαταρίες και ειδικά κυκλώματα ανορθωτών και μεταλλακτών συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο, που παρεμβάλεται μεταξύ του υπολογιστή και του ηλεκτρικού πόλεως. Προσφέρει πλήρη απομόνωση από το κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο παροχής και αυτονομία στην τροφοδοσία του υπολογιστή, σε περίπτωση πτώσης του δικτύου, για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα
UT	User Terminal (Τερματικό χρηστών)
VHF	Very High Frequency (Πολύ υψηλή συχνότητα) είναι η συχνότητα στην περιοχή συχνοτήτων μεταξύ 30 MHz και 300 MHz.
VoIP	Voice over Internet Protocol είναι ο όρος που χρησιμοποιείται στην τηλεφωνία IP για ένα σύνολο δυνατοτήτων για τη διαχείριση της παράδοσης των πληροφοριών φωνής που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο διαδικτύου (IP), αυτό σημαίνει τις πληροφορίες φωνής στην ψηφιακή μορφή στα ιδιαίτερα πακέτα από το δημόσιο μεταστρεφόμενο τηλεφωνικό δίκτυο (PSTN)
VPN	Virtual Private Network (Ιδεατό Ιδιωτικό Δίκτυο) είναι ένας τρόπος να χρησιμοποιηθεί μια δημόσια υποδομή τηλεπικοινωνιών, όπως το Διαδίκτυο, να παρασχεθούν τα απομακρυσμένα γραφεία ή οι

	μεμονωμένοι χρήστες σε ασφαλή πρόσβαση στο δίκτυο της οργάνωσής τους
VT	Virtual Time (Εικονικός χρόνος)
WFQ	Weighted Fair Quening
WLL	Wireless Local Loop (Ασύρματος τοπικός βρόχος)
WRR	Weighted Round Robin

REFERENCES

1. Wireless Communications And Mobile Computing, Two-layer LMDS system architecture: DAVIC-based approach and analysis
2. Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology, Coding and Modulation for LMDS and analysis of the LMDS channel
3. Communication Solutions, Τεχνολογίες και Συστήματα Σταθερής Ασύρματης Πρόσβασης
4. Communication Solutions, Τεχνική περιγραφή δικτύου Σταθερής Ασύρματης Πρόσβασης Case Study 2 (LMDS)
5. Communication Solutions, Τεχνική περιγραφή δικτύου Σταθερής Ασύρματης Πρόσβασης Case Study 3 (LMDS)
6. IEC: Local Multipoint Distribution System (LMDS),
www.iec.org/online/tutorials/lmds/
7. www.xilinx-china.com/esp/wireless_networks/bfwa/index.htm
8. LMDS Overview, <https://secure.wcai.com/lmds.htm>
9. <http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-99/lmds/>
10. <http://www.altera.com/solutions/comm/wireless/lmds/wir-lmds.html>
11. www.wave-report.com/tutorials/lmds.htm
12. http://www.lightpointe.com/pdf/wp_lmds_vs_fso_networks.pdf
13. <http://www.comsoc.org/pubs/sample/ci1/Private/2001/Sep/kuri.html>
14. The MAC-layer realisation for 40 GHz LMDS- system return channel
www.vtt.fi/ele/tuloksia/pdf_files/opinnaytteet/pdf_dityo_tsu.pdf
15. Tommi Saarinen, Antony Jamin, Petri Mahonen, Zach Shelby
MODELLING INTERNET ACCESS THROUGH LMDS NETWORK
www.cwc.oulu.fi/~zdshelby/home/work/opnetwork99.pdf

LMDS

Local Multipoint Distribution Service

**ΚΑΓΙΑ ΓΕΩΡΓΙΑ
ΜΙΧΑΗΛΑ ΚΥΡΙΑΚΗ**

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- *ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΣΥΡΜΑΤΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ*
- *ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ LMDS ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ*
- *ΤΟ MAC ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΟΥ LMDS ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ*
- *ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ RF / IF*
- *ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ MAC*
- *ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ*
- *ΣΧΟΛΙΑ*

FIXED WIRELESS ACCESS

ΛΟΓΟΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ:

- Αξιόπιστη τηλεπικοινωνιακή λύση
- Κάλυψη απαιτήσεων χρηστών
- Απελευθέρωση του δικτύου πρόσβασης

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

- Ταχύτερη εγκατάσταση
- Οικονομικότερη λύση από τις υπηρεσίες ενσύρματης πρόσβασης
- Διευκολύνει τη διαμόρφωση για την παροχή υπηρεσιών και εφαρμογών στον τελικό χρήστη
- Διαθέτει μεγάλο εύρο ζώνης για την μετάδοση ευρυζωνικών υπηρεσιών

ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ FWA

- Τερματικό πρόσβασης πελάτη ή το τερματικό σταθμό (Customer Access Termination/Terminal Station, **CAT/TS**)
- Ραδιόκομβο Radio Hubs Site (**RHS**)
- **SDH** δίκτυο μεταφοράς (Transport Network)
- Δίκτυο **ATM/IP** (backbone network)

ΠΡΟΣΦΕΡΟΜΕΝΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

A) Επιχειρήσεις

B) SOHO

Γ) Οικιακοί πελάτες

ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ

- *Multichannel Multipoint Distribution Services (MMDS)*
- *Local Multipoint Distribution Service (LMDS)*
- *Microwave Video Distribution System (MVDS)*
- *Συστήματα Επόμενης Γενιάς*

Multichannel Multipoint Distribution Services (MMDS)

- Λειτουργεί στην μπάντα των 2GHz-4.2GHz
- Χρησιμοποιείται για την διανομή τηλεοπτικών σημάτων και για υπηρεσίες όπως VoIP, VPN και Internet Access
- Μπορεί να καλύψει μια ακτίνα από 30-60 χμλ
- Χρησιμοποιείται για τρεις γενικές υπηρεσίες:
 - τηλεοπτικές υπηρεσίες
 - πρόσβαση διαδικτύου
 - υψηλή ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων

Local Multipoint Distribution Service (LMDS)

- Λειτουργεί σε συχνότητες 24 GHz, 28 GHz, και 39 GHz
- Μπορεί να καλύψει μια ακτίνα από 1 μέχρι 3 χμλ.
- Περιλαμβάνει συνδέσεις μεταξύ των τηλεφωνικών πύργων και των κεντρικών γραφείων

Microwave Video Distribution System (MVDS)

- Λειτουργεί στη μπάντα των 40.5-43.5GHz
- Παραδίδει υπηρεσίες ραδιοφωνικής μετάδοσης από το σταθμό βάσεων στο σταθμό πελατών

Πλεονεκτήματα

- γρήγορη επέκταση υποδομής
- φτηνότερη εγκατάσταση
- υψηλή ταχύτητα πρόσβασης στο διαδίκτυο

Συστήματα Επόμενης Γενιάς

IEEE 802.16

- Το 802.16.1 λειτουργεί στην μπάντα των 10GHz-66GHz και το 802.16.3 στη μπάντα των 2GHz-11GHz
- Προσφέρει μια εναλλακτική λύση στα τηλεγραφημένα Δίκτυα πρόσβασης
- Υποστηρίζουν την προσαρμοστική διαμόρφωση
- Υποστηρίζουν το FDD και TDD

HIPERACCESS

- Λειτουργεί στην μπάντα των 40.5GHz - 43.5GHz
- Δίνει την ευρυζωνική πρόσβαση στο σπίτι και σε μικρές - μέσου μεγέθους επιχειρήσεις

ΣΤΟΧΟΣ ΤΟΥΣ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ IP

Local

Multipoint

Distribution

Service

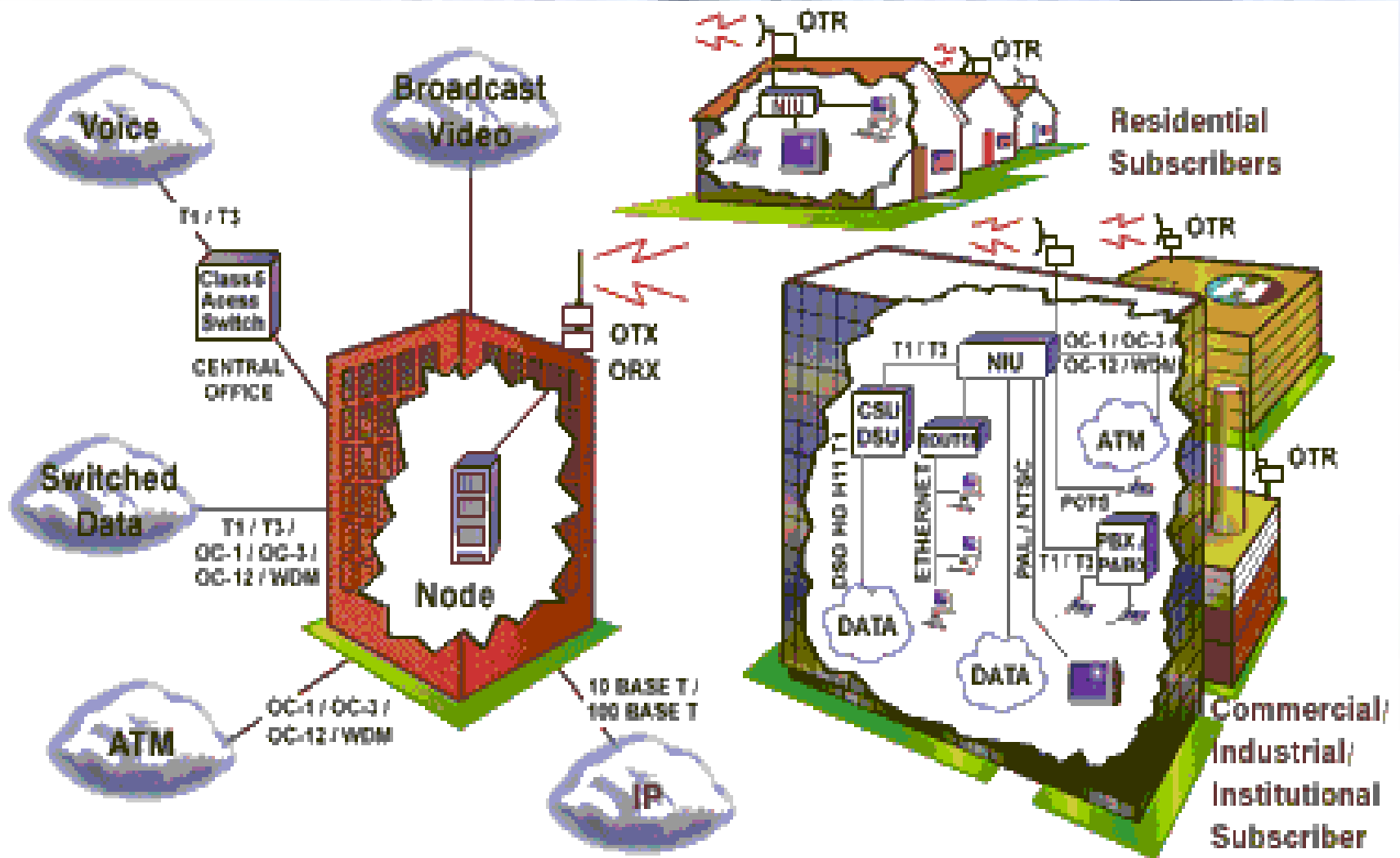
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ LMDS ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

1. Μετάδοση Σημείου προς Πολλαπλά Σημεία (point-to-multipoint)
2. Ευρυζωνική πρόσβαση
3. Παροχή ολοκληρωμένων υπηρεσιών Voice, data και IP σε πολύ υψηλές ταχύτητες
4. Υλοποίηση ATM Quality of Service
5. Αποδοτική μετάδοση δεδομένων και φωνής με πολύ μικρή καθυστέρηση
6. Χρήση ημι-κατευθυντικών κεραιών για απόλεια παρεμβολών
7. Λειτουργία στη καθορισμένη φασματική περιοχή των 26GHz

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΟΜΗ LMDS ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

1. Κέντρο διαδικασιών δικτύων (NOC)
2. Υποδομή βασισμένη στην ίνα
3. Σταθμός βάσεων
4. Εξοπλισμός προϋποθέσεων πελατών

APXITEKTONIKH TOY LMDS



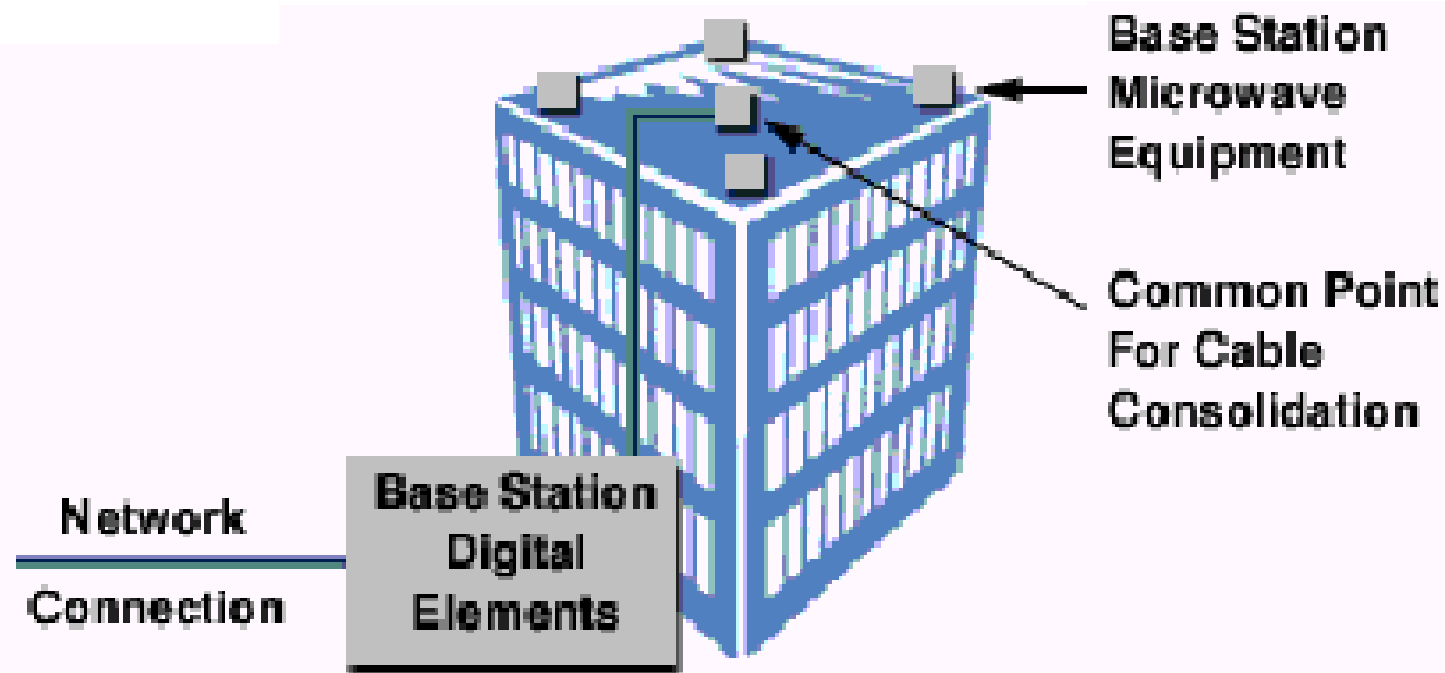
ΠΡΟΤΥΠΑ

- **DAVIC** (Ψηφιακό Ακουστικό Τηλεοπτικό Συμβούλιο)
Digital Audio Video Council
- **ETSI** (Ευρωπαϊκό Ίδρυμα Προτύπων Τηλεπικοινωνιών)
European Telecommunications Standar Institute
- **ITU** και τη Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU)
International Telecommunications Union

**ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝ ΑΤΜ CELLS
ΓΙΑ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ**

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ

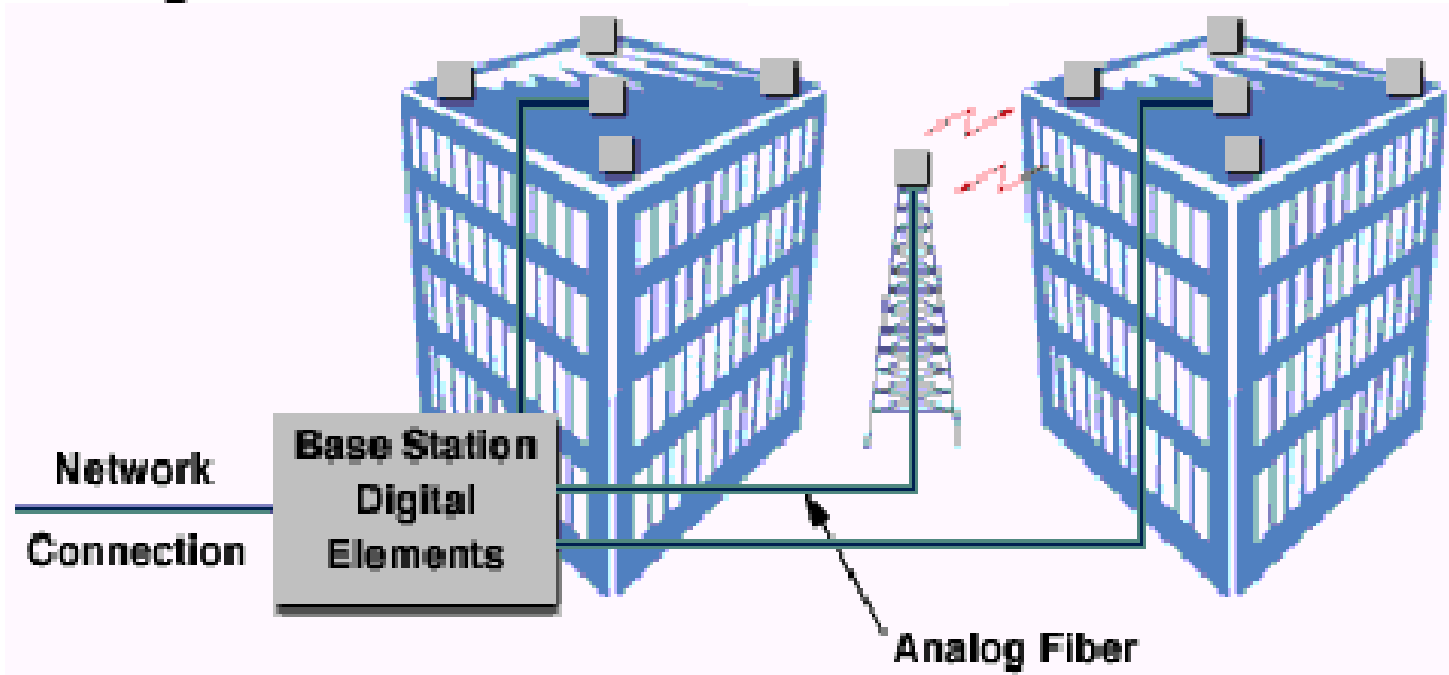
Co-Sited Base Station



Ομοεγκατεστημένος Σταθμός Βάσης

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ

Analog Fiber Architecture



Αρχιτεκτονική αναλογικών ινών

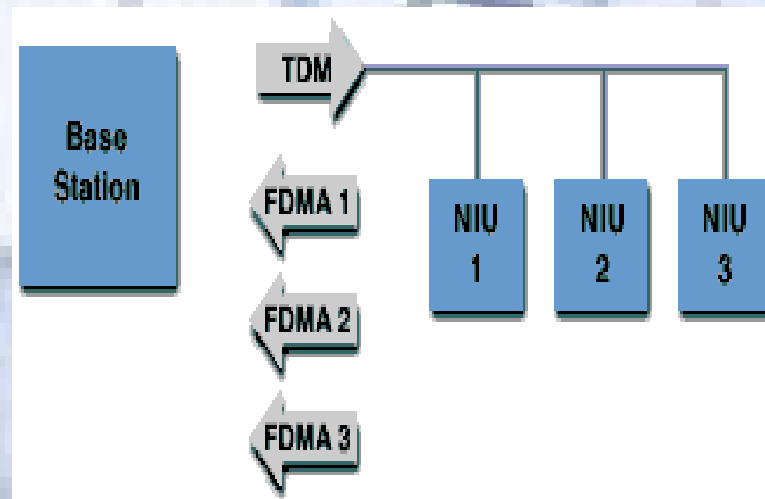
ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

Μεθολογίες Πρόσβασης

- *TDMA :Time Division Multiple Access*
- *FDMA :Frequency Division Multiple Access*
- *CDMA :Code Division Multiple Access*

ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ

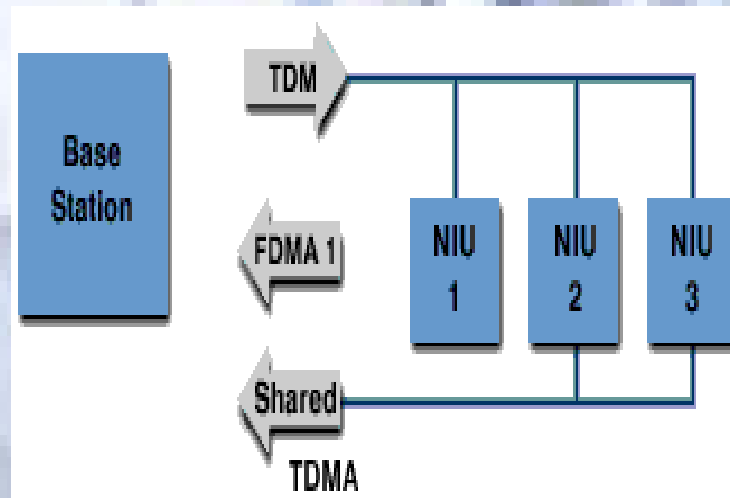
FDMA



Οι χωριστές κατανομές συχνότητας χρησιμοποιούνται από κάθε περιοχή πελατών στο σταθμό βάσης

ΑΣΥΡΜΑΤΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ

TDMA



Οι πολλαπλές περιοχές πελατών μοιράζονται και το προς τα κάτω και το προς τα πάνω κανάλι

ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Ποσοστό ικανότητας δεδομένων για FDMA πρόσβαση

Modulation	Spectral Efficiency
4-QAM	1.5 b/s/Hz
16-QAM	3.5 b/s/Hz
64-QAM	5 b/s/Hz

Έχουμε 250MHz σε κάθε κατεύθυνση (uplink και downlink)

Παράδειγμα

5MHz FDMA στη διαμόρφωση QAM 4

$$5 * 1.5 = 7.5\text{Mbps} / \text{περιοχή πελατών}$$

$$250 / 5 = 50$$

$$50 * 7.5 = 375\text{Mbps uplink και } 375\text{Mbps downlink}$$

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΩΝ

Α. Σχεδιασμός κυψελών

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ :

Η διείσδυση των συνδρομητών

Η ποιότητα της υπηρεσίας (QoS)

Ο προϋπολογισμός των συνδέσεων (Link budget)

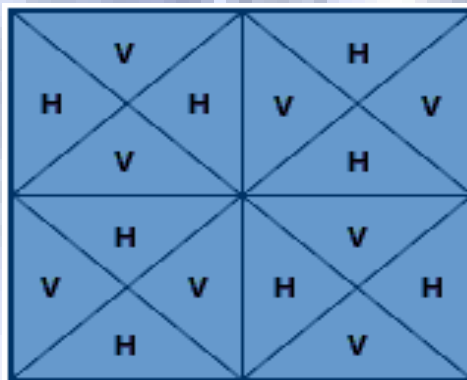
Η επιλογή του μεγέθους των κυψελών

Πρότυπο κεφαλαιουχικού κόστους

B. Βελτιστοποίηση συχνότητας επαναχρησιμοποίησης

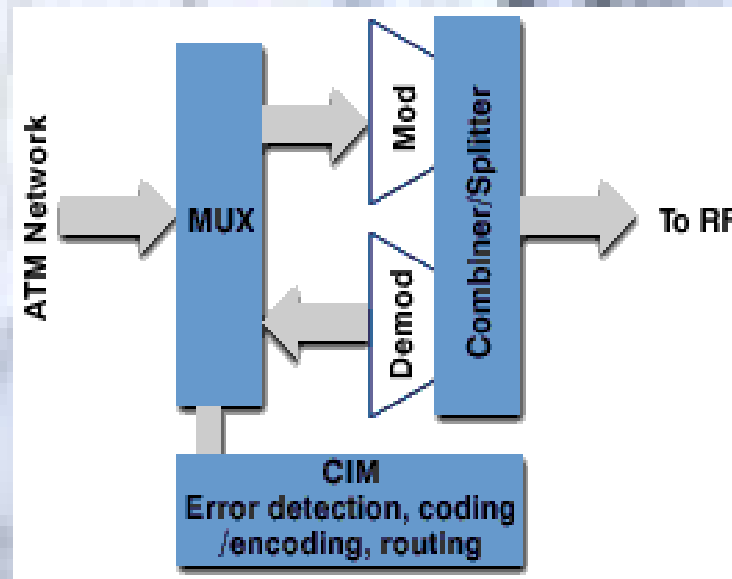
ΤΕΧΝΙΚΕΣ:

- Ελαχιστοποίηση πολλαπλού μονοπατιού και σταυροπόλωσης
- Μεγιστοποίηση της κατευθυντικότητας των κεραιών από τον τεμαχισμό του συστήματος διανομής
- Μεγιστοποίηση της απομόνωσης μεταξύ των παρακείμενων τομέων μέσω της οριζόντιας πόλωσης (H) και της κάθετης (V)



ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΟΜΒΟΥ ΔΙΚΤΥΩΝ

Ο εξοπλισμός κόμβου δικτύων (NNE) παρέχει τη βασική πύλη δικτύων για τη σύνδεση των καλωδιώσεων της κυκλοφορίας δικτύων με το εύρος ζώνης LMDS.



ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ:

- Συμπίεση ψηφιακών σημάτων
- Καλωδίωση/Ασύρματες διεπαφές πρωτοκόλλου
- Διαμόρφωση
- Αποδιαμόρφωση

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΡΑΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ

Κόμβος δικτύων

Συσκευές αποστολής σημάτων

Δέκτες

Πομποδέκτες

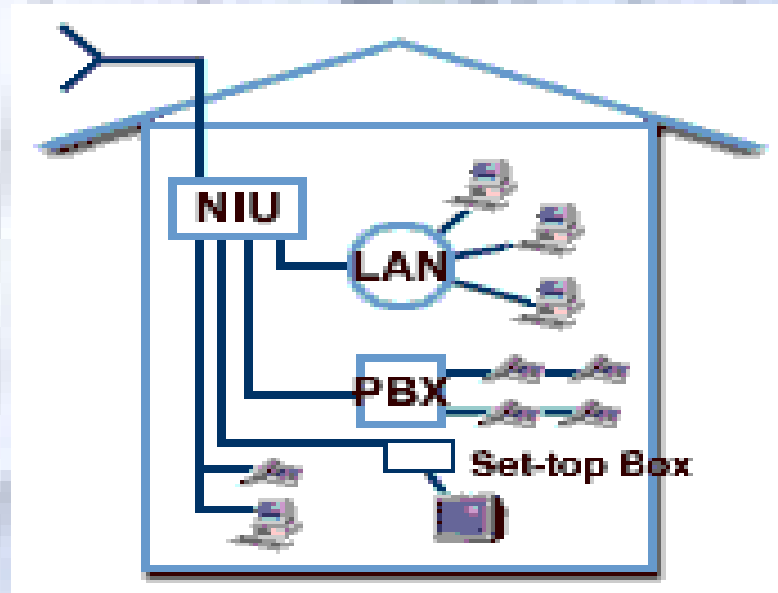
Συστήματα κεραιών

Περιοχή εγκαταστάσεων πελάτη

Πομποδέκτης

Συστήματα κεραιών πελατών

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΕΠΑΦΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ (ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΕΛΑΤΩΝ)



- Πλήρως εξελικτικό/διαμορφώσιμο NIU
- Μη εξελικτικό NIU (NonScalable)

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ

- Διαχείριση ελαττωμάτων
- Διαχείριση διαμόρφωσης
- Διαχείριση λογιστικής
- Διαχείριση απόδοσης
- Διαχείριση ασφάλειας

ΑΠΟΔΟΣΗ ΜΑC ΥΠΟ-ΕΠΙΠΕΔΟΥ

ΜΑC Πρωτόκολλο

- Προσφέρει υπηρεσίες στα διαφορετικά υποστρώματα σύγκλισης
- Καθορίζει πότε και πως ένα σημείο πρόσβασης ή μια μονάδα συνδρομητών μπορεί να αρχίσει την μετάδοση στο κανάλι
- Περιλαμβάνει τις διαδικασίες της διεπαφής
- Περιλαμβάνει των έλεγχων των λαθών (FEC)

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΤΗΣ MAC

- Time Division Duplex (TDD)
- Frequency Division Duplex (FDD)
- Half-duplex Frequency Division Duplex (H-FDD)

Downlink

- Continuous transmission channel
- Time Division Multiplexing (TDM) stream channel
- TDMA burst channel

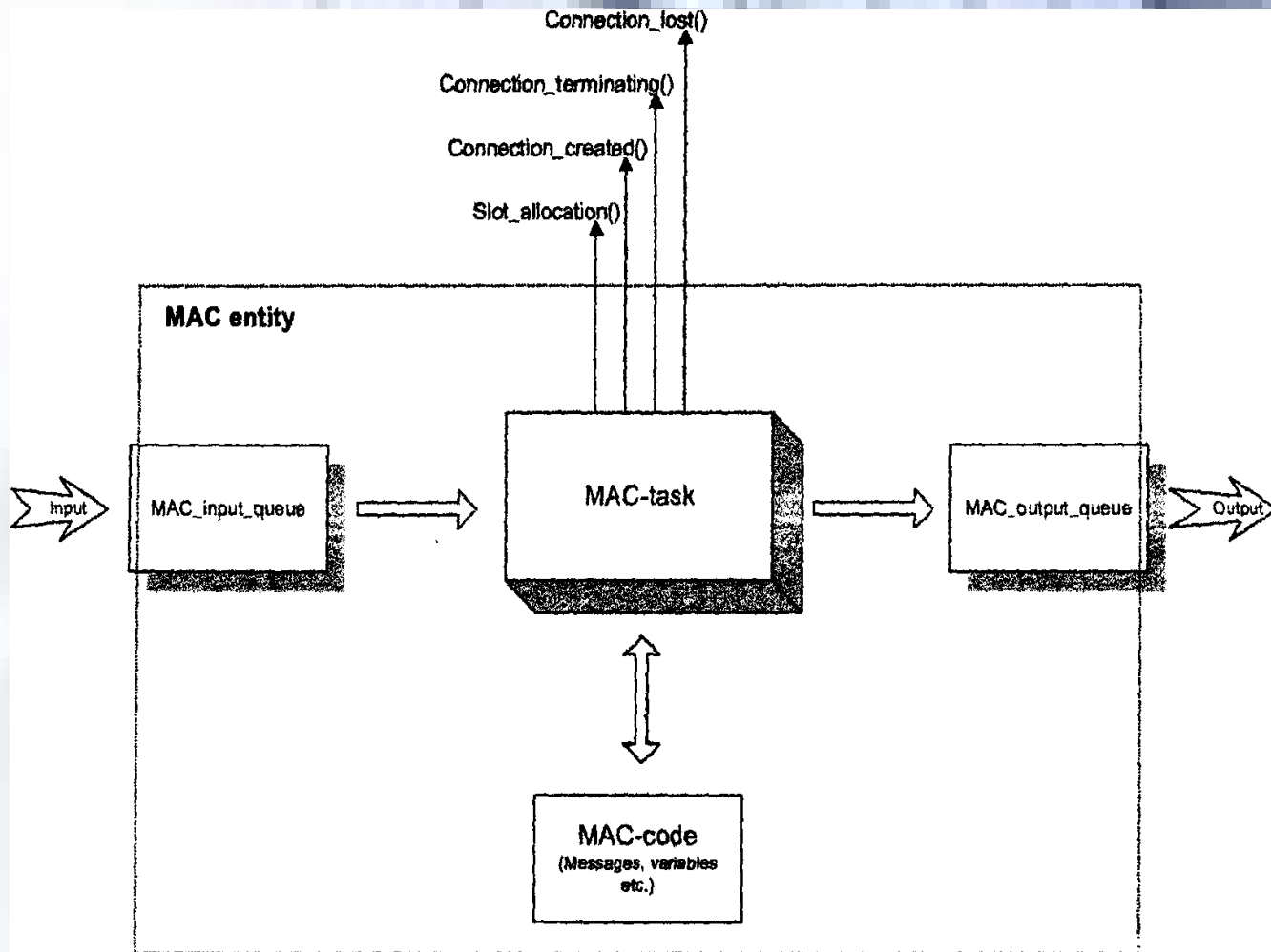
Uplink

- TDMA burst channel
 - Μειωμένος χρόνος φρουράς
 - Μειωμένη σηματοδότηση

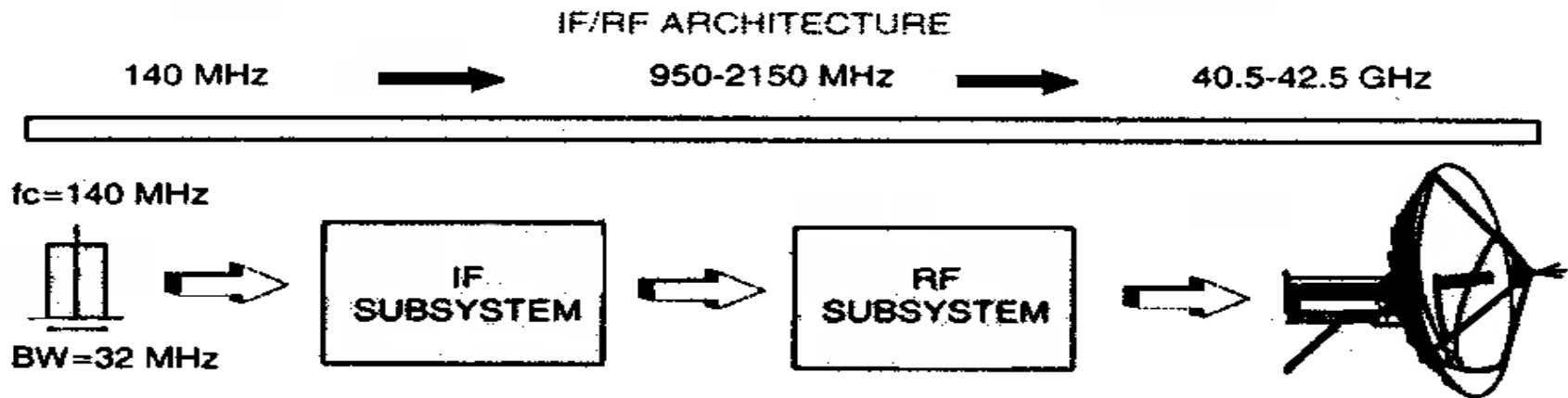
Μέθοδοι διανομής ΜΑC πρωτοκόλλου

- Αφιερωμένη ανάθεση
- Τυχαία πρόσβαση
- Απαίτηση βασισμένη στην ανάθεση
- Ελεύθερη ανάθεση

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΟΥ ΜΑC



ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ RF/IF



Αρχιτεκτονική του συστήματος RF/IF με επιλεγμένες συχνότητες

ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΛΕΓΗΚΑΝ

- Διαμορφωτές QPSK, OFDM και DS-SS σε 140 MHz
- DVB-S από 950 έως 2150 MHz
- 2 GHz είναι χωρισμένα σε δύο υποζώνες

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΜΑC

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

- Σωστή μετάδοση πληροφοριών στο μέσο επικοινωνίας
- Προσδιορισμό και έγκριση boot-up τερματικού
- Αξιοπιστία συνδέσεων

ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

- Ρυθμοαπόδοση
- End-to-end delay (δίπλα-δίπλα καθυστέρηση)

ΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ

- Εξασφαλίζει την αξιόπιστη μεταφορά των πακέτων δεδομένων
- Αντιμετωπίζει κατάλληλα την πολυπλεξία των υπηρεσιών

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

- Στην uplink σύνδεση χρησιμοποιείται το ATM
- Στην downlink σύνδεση χρησιμοποιείται το MPEG2-TS

TCP/IP ΓΙΑ LMDS

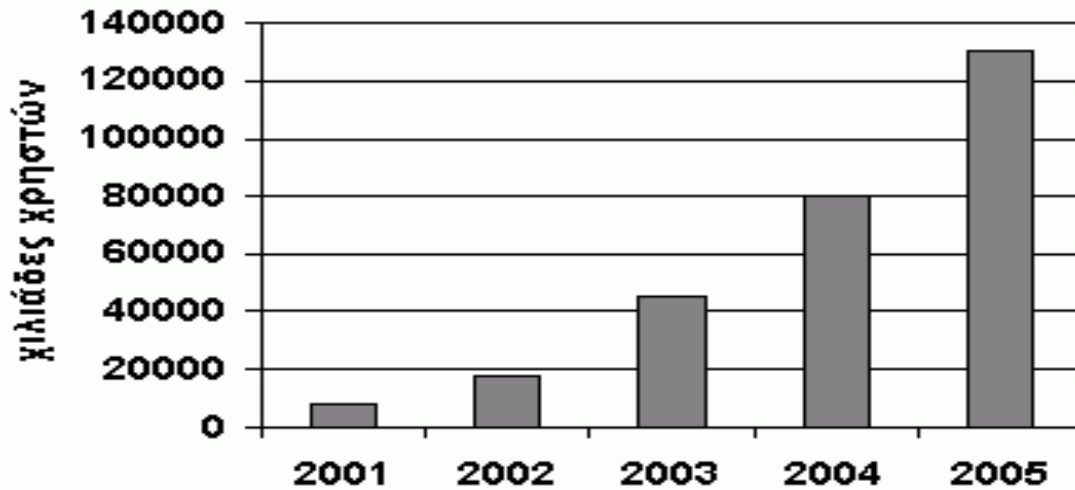
- ❖ Δεν υπάρχει κανένα handoff σε LMDS
- ❖ Τα ασύρματα συστήματα είναι ευαίσθητα στα υψηλά bit ποσοστών λαθών και στις μεγάλες καθυστερήσεις
- ❖ Αντέχουν οικονομικά την ικανοποίηση της επιθετικής κωδικοποίησης των καναλιών

Πλεονεκτήματα LMDS

- Οικονομικώς πολύ αποδοτικό σύστημα
- Σημαντικό ποσοστό της επένδυσης μετατοπίζεται στον εξοπλισμό των πελατών
- Χρησιμοποιεί τα ανοικτά βιομηχανικά πρότυπα που εξασφαλίζουν τις υπηρεσίες και τη χρησιμότητα του
- Η διαχείριση δικτύων και η συντήρηση είναι οικονομικώς πολύ αποδοτικό.

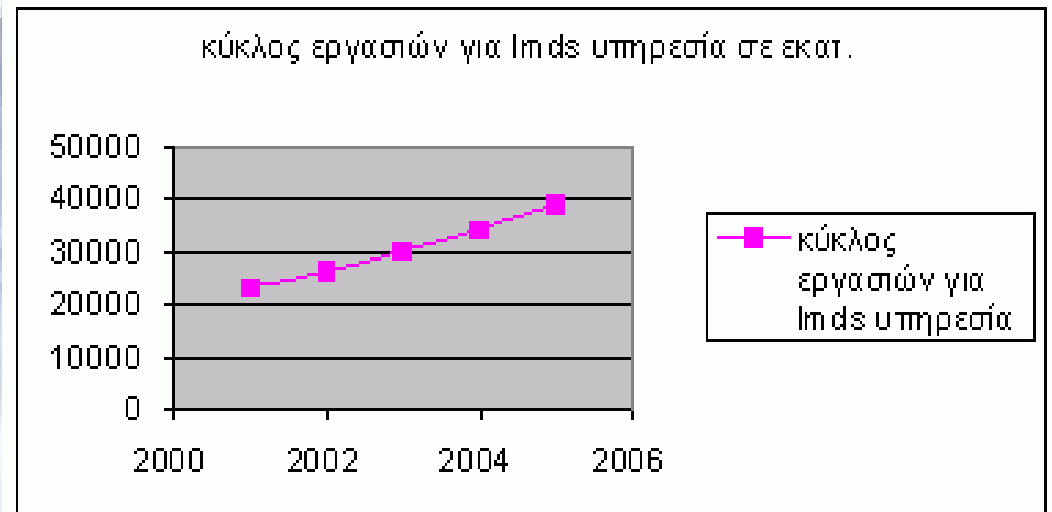
Ελληνικές εταιρίες που απέκτησαν άδεια για την ανάπτυξη δικτύων LMDS

- Panafon – Vodafone
- FORTHnet
- Q-Telecom
- Cosmote



Συνδρομητές υπηρεσίας LMDS ανά έτος λειτουργίας μετά την εισαγωγή τους

Εξέλιξη των εσόδων της υπηρεσίας LMDS στην Ελλάδα





ΤΕΛΟΣ