

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

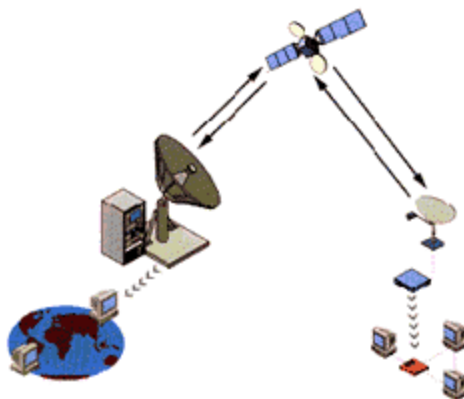
Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών

Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής και Πολυμέσων



Πτυχιακή Εργασία

Μελέτη Αρχιτεκτονικής Δικτύων Δορυφορικού Internet



Φοιτητής: Χύτας Εύαγγελος Α.Μ 1162

Επιβλέπων καθηγητής: Βλησίδης Ανδρέας

Ηράκλειο, Ιούνιος 2009

Ευχαριστήριο Σημείωμα

Ολοκληρώνοντας την εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας και τις σπουδές μου στη Σχολή Εφαρμοσμένης Πληροφορικής και Πολυμέσων θα ήθελα εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους υπήρξαν στήριγμα στην προσπάθειά μου αυτή.

Αρχικά, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας Καθηγητή κ. Α. Βλησίδη για την επίβλεψη της παρούσας εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για τη συμπαράστασή τους σε όλες μου τις προσπάθειες, αλλά και όσους από τους καθηγητές του Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ συνέβαλαν στη διαμόρφωση του γνωστικού μου υποβάθρου.

Πίνακας Περιεχομένων...

Πίνακας Περιεχομένων.....	3
Εισήγηση-Περίληψη.....	4
• Κεφάλαιο 1^ο : Δορυφορικές Επικοινωνίες.....	7
▪ 1.1 Γενικά.....	7
▪ 1.2 Τι Είναι Δορυφόρος – Είδη Τροχιών	9
▪ 1.3 Δομή Ενός Δορυφορικού Συστήματος	11
▪ 1.4 Δορυφορικό Ραδιοφάσμα.....	13
▪ 1.5 Πλεονεκτήματα και Περιορισμοί της Χρήσης Υψηλών Συχνοτήτων.....	15
▪ 1.6 Δυσμενείς Επιδράσεις Της Ατμόσφαιρας.....	17
▪ 1.7 Τεχνικές Άμβλυσης Των Διαλείψεων.....	17
➤ 1.7.1 Τεχνικές ελέγχου της ισχύος.....	19
➤ 1.7.2 Τεχνικές προσαρμοστικής μετάδοσης.....	19
➤ 1.7.3 Σχήματα διαφορικής προστασίας.....	20
• Κεφάλαιο 2^ο : Δορυφορικό Internet.....	22
▪ 2.1 Γενικά Χαρακτηριστικά.....	22
▪ 2.2 Αμφίδρομο Δορυφορικό Internet	24
➤ 2.2.1 Δορυφορικό Μόντεμ.....	26
○ 2.2.1.1 Δορυφορική Σύνδεση	27
○ 2.2.1.2 Χαρακτηριστικά.....	28
○ 2.2.1.3 Εσωτερική Διάρθρωση	30
➤ 2.2.2 Εύρος Ζώνης.....	31
➤ 2.2.3 Φορητό Δορυφορικό Internet	33
○ 2.2.3.1 Φορητό Δορυφορικό μόντεμ	33
➤ 2.2.4 Σύνδεση Internet Μέσω Δορυφορικού Τηλέφωνου.....	34
▪ 2.3 Μονόδρομο Δορυφορικό Internet	35
➤ 2.3.1 One-way receive, with terrestrial transmit.....	36
○ 2.3.1.1 General Packet Radio Service (GPRS).....	37
✓ 2.3.1.1.1 Βασικά στοιχεία.....	38
✓ 2.3.1.1.2 Hardware.....	38

✓ 2.3.1.1.3 Συστήματα πολλαπλής πρόσβασης.....	40
○ 2.3.1.2 Υλικά Στοιχεία Συστημάτων	41
○ 2.3.1.3 Συστήματα Λογισμικού	42
○ 2.3.1.4 Θεωρία Της Λειτουργίας	43
➤ 2.3.2 One-Way Multicast ,Receive Only.....	43
○ 2.3.2.1 Υλικά Συστημάτων	44
○ 2.3.2.2 Συστήματα Λογισμικού	44
▪ 2.4 Hellas-Sat2 Και Δορυφορικό Internet.....	45
▪ 2.5 Qos Internet Over Satellite.....	47
• Κεφάλαιο 3^ο : Dvb-Return Channel Via Satellite	50
▪ 3.1 Ορισμός Του Dvb-Rcs.....	50
▪ 3.2 Αρχιτεκτονική Του Δορυφορικού Διαδραστικού Δικτύου (Satellite Interactive Network).....	51
➤ 3.2.1 Δορυφορικοί Αναμεταδότες.....	54
➤ 3.2.2 Επίγειοι Σταθμοί.....	56
○ 3.2.2.1 Dvb-Rcs Hubs.....	57
○ 3.2.2.2 Κέντρο Έλεγχου Δικτύου-Network Control Centre	63
○ 3.2.2.3 Τερματικά RCSTs	64
▪ 3.3 Περιγραφή Λειτουργίας Του Συστήματος.....	65
➤ 3.3.1 Εισαγωγή	65
➤ 3.3.2 Το Σύστημα Καναλιού Επιστροφής	66
➤ 3.3.3 Το Interface Του Καναλιού	69
➤ 3.3.4 Η Δομή MF-TDMA.....	70
➤ 3.3.5 Διαδοχή Ολικών Γεγονότων.....	72
• Κεφάλαιο 4^ο : Μετρήσεις Της Hellas-Sat	73
▪ 4.1 Γενικά.....	73
▪ 4.2 Το Πρωτόκολλο SNMP.....	73
➤ 4.2.1 Βασικά Στοιχεία SNMP.....	73
➤ 4.2.2 Βασικές Εντολές Του SNMP	74

➤ 4.2.3 Η Βάση Δεδομένων Διαχείρισης Πληροφοριών Του SNMP (SNMP Management Information Base-MIB).....	75
➤ 4.2.4 SNMP Έκδοση 1(SNMPv1).....	76
➤ 4.2.5 SNMP Έκδοση 2(SNMPv2).....	76
▪ 4.3 MRTG Statistics Collector.....	76
▪ 4.4 School.....	77
▪ 4.5 Private	78
▪ 4.6 Internet Café.....	79
▪ 4.7 ATM.....	81
▪ 4.8 Scada.....	82
▪ 4.9 Company.....	83
• Κεφάλαιο 5^ο : Οικονομική Έρευνα	85
▪ 5.1 Γενικά	85
▪ 5.2 Πάροχοι Δορυφορικού Internet	85
➤ 5.2.1Marinet	85
➤ 5.2.2 Starband.....	86
➤ 5.2.3 WildBlue.....	86
➤ 5.2.4 BNL.....	87
➤ 5.2.5 MicroNet.....	87
▪ 5.3 Πάροχοι Ασύρματου Internet.....	88
➤ 5.3.1 Wind.....	88
➤ 5.3.2 Vodafone.....	89
➤ 5.3.3Cosmote.....	89
▪ 5.4 Πάροχοι Ενσύρματου Επίγειου Internet	90
➤ 5.4.1 Forthnet.....	90
➤ 5.4.2 Hellas Online.....	90
➤ 5.4.3 Vivodi Telecom.....	91
➤ 5.4.4 Tellas.....	92
• Κεφάλαιο 6^ο : Συμπεράσματα	93

ΕΙΣΗΓΗΣΗ-ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια η ανάγκη για δίκτυα υψηλών ταχυτήτων, που ακλούθησε τη ραγδαία ανάπτυξη και εξάπλωση το internet, οδήγησε στην εμφάνιση ασύρματων λύσεων. Σε αυτή την κατεύθυνση ,ανήκουν και οι δορυφορικές επικοινωνίες, οι οποίες δίνουν τη δυνατότητα επικοινωνίας σε ένα σύνολο, χρηστών που βρίσκονται γεωγραφικά διασκορπισμένοι. Τα πλεονεκτήματα των δορυφορικών δικτύων, όπως το μεγάλο διαθέσιμο εύρος ζώνης και οι μεγάλες ταχύτητες στη μετάδοση των δεδομένων, οδηγούν στην ανάπτυξη του Internet over Satellite καθώς και σε νέες παρεχόμενες υπηρεσίες που αυτό μπορεί να εξασφαλίσει. Στα πλαίσια αυτής της εργασίας θα αναφερθούμε στη μέχρι τώρα επιστημονική έρευνα στο πεδίο των δορυφορικών δικτύων και στις μελλοντικές προοπτικές που ανοίγονται. Πιο αναλυτικά, θα δούμε τις δορυφορικές επικοινωνίες τον σκοπό και τον στόχο του δορυφορικού internet, με ποια τεχνολογία αναπτύχθηκε(Dvb-Rcs) και την οικονομική έρευνα που διεξάγεται. Τέλος, γίνεται σύγκριση χωρητικότητας και ταχύτητας του δορυφορικού internet σε σχέση με τις υπόλοιπες νέες τεχνολογίες, καθώς και μία οικονομική έρευνα όσον αφορά τις εταιρίες που παρέχουν εγκατάσταση και υπηρεσίες στην χώρα μας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών ο χώρος των τηλεπικοινωνιών γνώρισε αλματώδη ανάπτυξη σε παγκόσμια κλίμακα. Κυριότερη αιτία ήταν η διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση των χρηστών για τις προσφερόμενες τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες και η απαίτηση της αγοράς για συνεχή βελτίωση των υπηρεσιών αυτών. Ταυτόχρονα, η τεχνολογική έρευνα στον τομέα των τηλεπικοινωνιών, αλλά και σε συναφείς τομείς, οδήγησε στην εισαγωγή καινοτόμων και πρωτοποριακών υπηρεσιών, για τις οποίες δεν είχε εκδηλωθεί ενδιαφέρον από το κοινό μέχρι τότε, αλλά κατάφεραν να γίνουν στοιχείο της καθημερινής ζωής. Η πρόκληση που αντιμετωπίζει ο κλάδος των τηλεπικοινωνιών τα τελευταία χρόνια είναι η εξυπηρέτηση της ζήτησης για ολοένα και μεγαλύτερο εύρος ζώνης, γεγονός που οδηγεί στην ανάγκη ανάπτυξης δικτύων μεγαλύτερης χωρητικότητας.

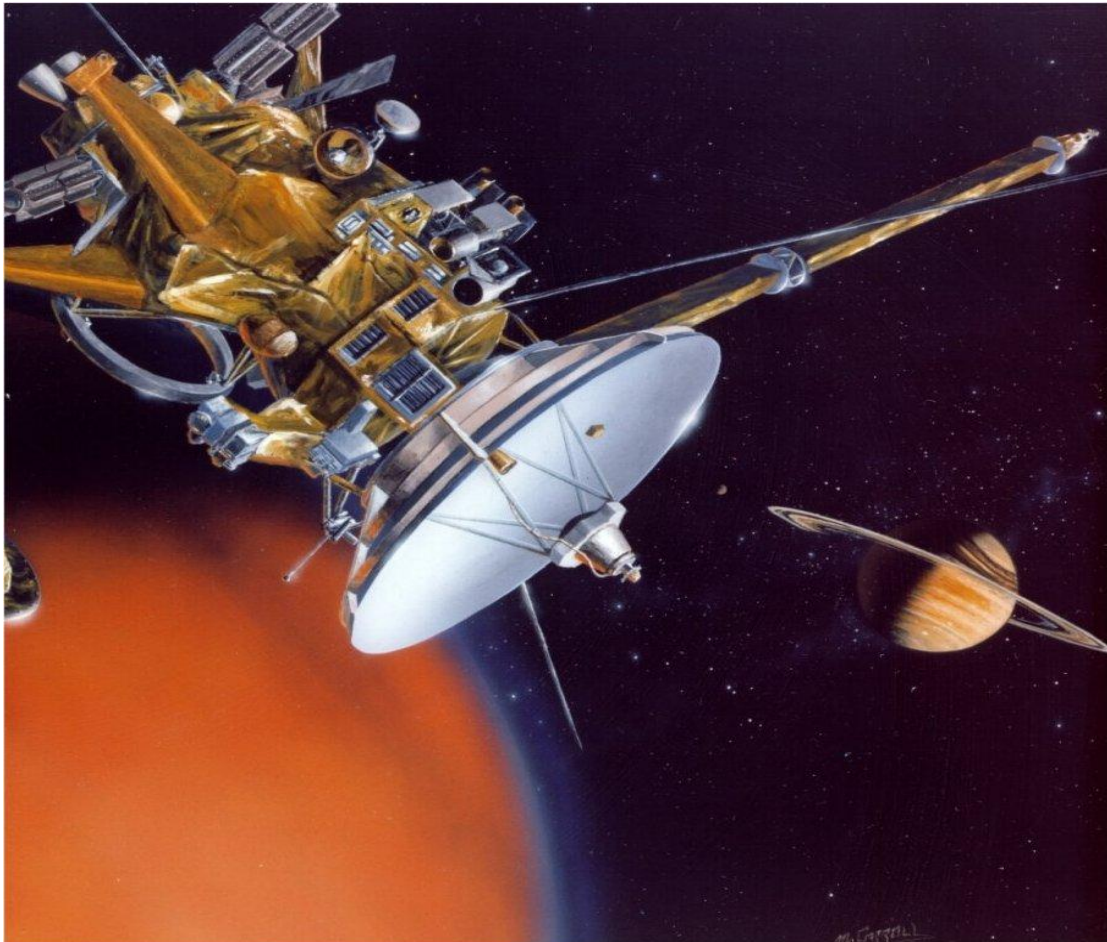
Τα δίκτυα δορυφορικών τηλεπικοινωνιών αποτελούν πλέον αναπόσπαστο κομμάτι των περισσότερων βασικών τηλεπικοινωνιακών δικτύων παροχής υπηρεσιών. Η χρήση δορυφόρων σε αυτά οφείλεται κυρίως στο ότι έχουν τη μοναδική ικανότητα να παρέχουν κάλυψη σε ευρείες γεωγραφικές περιοχές. Η προκύπτουσα, λοιπόν, διασύνδεση μεταξύ των διαφόρων τηλεπικοινωνιακών δικτύων προσφέρει τη δυνατότητα παροχής μιας σειράς από εφαρμογές, όπως οι κινητές τηλεπικοινωνίες, η εκπομπή τηλεόρασης και ραδιοφώνου απευθείας στο χρήστη, η δημιουργία συνδέσεων από άκρο σε άκρο για τους τελικούς χρήστες κ.α. Στο μικρό χρονικό διάστημα της εμπορικής εκμετάλλευσής τους, οι δορυφορικές επικοινωνίες έχουν προσδεύσει σημαντικά, αλλά οι εγγενείς αρχές τους παραμένουν ίδιες. Οι εφαρμογές τους επεκτείνονται σε διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες, τόσο επαγγελματικές όσο και ψυχαγωγικές.

Η σπουδαία ερευνητική προσπάθεια που έχει καταβληθεί τις τελευταίες δεκαετίες οδήγησε στη βελτίωση όλων των τομέων της τεχνολογίας, επομένως και εκείνων που αφορούν τα δορυφορικά συστήματα. Έτσι, οι ενεργειακές δυνατότητες των δορυφόρων έχουν αυξηθεί σημαντικά, η απόδοση των δορυφορικών και των επίγειων κεραιών έχει βελτιωθεί λόγω χρήσης υψηλότερων συχνοτήτων, ενώ η διάρκεια ζωής των διαστημικών σταθμών έφτασε τα 12-15 έτη λόγω βελτίωσης των χρησιμοποιούμενων υλικών και των συναφών τεχνολογιών. Παράλληλα, η τεχνολογία που αφορά τους επίγειους σταθμούς βελτιώθηκε σε μεγάλο βαθμό, επιτρέποντας τη μείωση του κόστους αλλά και των διαστάσεων του σταθμού και δίνοντας τη δυνατότητα για παροχή υπηρεσιών απευθείας στις εγκαταστάσεις του χρήστη (Direct-to-Home, DTH).

Τα τελευταία χρόνια, τα συστήματα δορυφορικών τηλεπικοινωνιών έχουν αρχίσει να αντιμετωπίζουν έντονο ανταγωνισμό από τα συστήματα οπτικών ινών για επικοινωνίες σημείου-προς-σημείο (point-to-point). Στις περισσότερες αναπτυγμένες χώρες προτιμάται η λύση των ενσύρματων συστημάτων για τις υπηρεσίες κορμού, κάτι που οδηγεί στη δημιουργία ενός πυκνού επίγειου δικτύου επικοινωνιών. Έτσι, για τη διατήρηση της ανταγωνιστικότητάς τους, ήταν αναγκαία η ανάπτυξη διάφορων νέων τεχνικών. Η ανάπτυξη της δορυφορικής τεχνολογίας συνεχίζεται με βασικό άξονα την παροχή μοναδικών υπηρεσιών, πολλές από τις οποίες θα αναλυθούν στη συνέχεια. Ταυτόχρονα, τα δορυφορικά συστήματα χρησιμοποιούνται συχνά για να συμπληρώσουν και να ενισχύσουν την κάλυψη που παρέχουν τα υπόλοιπα επίγεια δίκτυα, κυρίως σε απομονωμένες περιοχές. Είναι λοιπόν σχεδόν σίγουρο ότι και στο προσεχές μέλλον οι δορυφόροι θα συνεχίσουν να κατέχουν εξέχοντα ρόλο στις τηλεπικοινωνίες.

1.2 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΔΟΡΥΦΟΡΟΣ – ΕΙΔΗ ΤΡΟΧΙΩΝ

Δορυφόρος ονομάζεται κάθε ουράνιο σώμα που βρίσκεται σε τροχιά γύρω από ένα μεγαλύτερο σώμα.



Σχήμα 1.1

Γεωσύγχρονος (geosynchronous) ονομάζεται ο δορυφόρος του οποίου η ταχύτητα τροχιάς ισούται με την ταχύτητα περιστροφής της γης. Επομένως, η περίοδος περιστροφής του είναι ίση με την περίοδο περιστροφής της γης (δηλαδή ίση με $T \cong 23h,56 \text{ min}, 4.1 \text{ sec}$). Μια κυκλική γεωσύγχρονη τροχιά έχει ακτίνα περίπου ίση με 35.786 km από την επιφάνεια της γης. Στην ειδική περίπτωση που ένας γεωσύγχρονος δορυφόρος βρίσκεται ακριβώς πάνω από τον ισημερινό, ονομάζεται γεωστατικός. Ένας γεωστατικός δορυφόρος φαίνεται να βρίσκεται σε σταθερή θέση ως προς έναν ακίνητο παρατηρητή στη γη, δηλαδή διατηρεί την ίδια θέση σε σχέση με την επιφάνεια της γης.

Η γεωστατική τροχιά είναι ιδιαίτερα βολική προκειμένου για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές, καθώς η σκόπευση από τις επίγειες κεραιές προς το δορυφόρο είναι σταθερή. Επομένως, μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς την ανάγκη για ακριβό εξοπλισμό παρακολούθησης της κίνησης του δορυφόρου. Επίσης, ένας τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος σε γεωστατική τροχιά καλύπτει περίπου το ένα τρίτο της επιφάνειας της γης. Για να καταστεί λοιπόν δυνατή η παγκόσμια επικοινωνία, απαιτείται η τοποθέτηση μόλις τριών δορυφόρων σε αυτή την τροχιά. Άλλα πλεονεκτήματα των γεωστατικών δορυφόρων είναι η ελαχιστοποίηση του φαινομένου ολίσθησης συχνότητας (Doppler) και η δυνατότητα πρόβλεψης της παρεμβολής από και προς άλλα συστήματα ραδιοσυχνοτήτων, λόγω της σταθερής τους γεωμετρίας.

Εντούτοις, οι γεωστατικοί δορυφόροι παρουσιάζουν αρκετά σημαντικά εγγενή μειονεκτήματα. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι η απόσβεση που εισάγεται στο ραδιοδίαυλο και η καθυστέρηση διάδοσης που υφίσταται το σήμα εξαιτίας της τεράστιας απόστασης (περίπου 37,000Km). Το πρώτο οδηγεί σε μείωση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών. Το δεύτερο δυσχεραίνει τις εφαρμογές που εμφανίζουν ευαισθησία στην καθυστέρηση, ενώ κατά τη διεξαγωγή τηλεφωνικών κλήσεων εισάγει μια καθυστέρηση στον ήχο, η οποία είναι ενοχλητική για το χρήστη. Ένας άλλος σημαντικός περιορισμός είναι η αδυναμία των γεωστατικών δορυφόρων να παρέχουν επαρκή κάλυψη σε περιοχές της γης με γεωγραφικό πλάτος μεγαλύτερο από περίπου $\pm 76^\circ$, δηλαδή περιοχών που βρίσκονται κοντά στους πόλους. Επιπλέον, η εκτόξευση δορυφόρων σε γεωστατική τροχιά προϋποθέτει υψηλό κόστος και κίνδυνο απώλειας του δορυφόρου. Βέβαια, για την πλειοψηφία των εφαρμογών, τα πλεονεκτήματα υπερκεράζουν τα μειονεκτήματα, επομένως η γεωστατική τροχιά χρησιμοποιείται για τα περισσότερα υπάρχοντα δορυφορικά τηλεπικοινωνιακά συστήματα.

Η προσπάθεια αντιμετώπισης των μειονεκτημάτων που αναφέρθηκαν παραπάνω οδήγησε στη χρήση εναλλακτικών τροχιών. Άλλες δημοφιλείς τροχιές στις οποίες κινούνται δορυφόροι είναι:

- **Ελλειπτικές:** Οι τροχιές αυτές είναι κεκλιμένες σε σχέση με το επίπεδο του ισημερινού και δίνουν τη δυνατότητα στον αντίστοιχο δορυφόρο να καλύπτει περιοχές υψηλού γεωγραφικού πλάτους για μεγάλο ποσοστό της περιόδου περιστροφής, καθώς αυτός διέρχεται από το απόγειο της τροχιάς του. Οι δορυφόροι σε μια τέτοια τροχιά αντιμετωπίζουν εξίσου το πρόβλημα της υψηλής καθυστέρησης διάδοσης, ενώ εδώ πρέπει να ληφθεί υπόψη και η σημαντική επίδραση του φαινομένου Doppler.
- **Μεσαίες (Medium Earth Orbits, MEO):** Το ύψος των τροχιών αυτών κυμαίνεται στα 5000-12000km με κλίση περίπου 50° . Μπορούν να παρέχουν πραγματική παγκόσμια κάλυψη, αλλά για να καταστεί αυτό δυνατό απαιτείται ένα σύμπλεγμα (“αστερισμός”, constellation) 10 έως 15 δορυφόρων. Εδώ παρατηρούνται λιγότερες απώλειες διαδρομής και μικρότερη καθυστέρηση διάδοσης. Από την άλλη πλευρά, απαιτείται η σχεδίαση πολύπλοκων αρχιτεκτονικών δικτύου, ενώ η αξιοπιστία του συστήματος είναι μέχρι στιγμής σχετικά χαμηλή. Τέλος, η εκτόξευση, συντήρηση και αντικατάσταση μεγάλου αριθμού δορυφόρων οδηγούν σε δραματική αύξηση του κόστους.
- **Χαμηλές (Low Earth Orbits, LEO):** Το ύψος των τροχιών αυτών είναι μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα (500-900km) και η κλίση τους περίπου 90° . Μπορούν και αυτές να παρέχουν παγκόσμια κάλυψη και διεθνείς επικοινωνίες σε πραγματικό χρόνο, αλλά για το σκοπό αυτό απαιτείται ένας αστερισμός αρκετών δεκάδων δορυφόρων. Οι χαμηλές απώλειες διαδρομής δίνουν τη δυνατότητα χρήσης μικρότερων σε διαστάσεις επίγειων τερματικών, ενώ η καθυστέρηση διάδοσης ελαχιστοποιείται σε επίπεδα συγκρίσιμα με αυτά των συστημάτων οπτικών ινών. Εντούτοις, παρουσιάζονται και εδώ τα προβλήματα του υψηλού κόστους και της πολύπλοκης σχεδίασης. Επιπλέον, η μεγάλη ταχύτητα των δορυφόρων δυσχεραίνει την κατάσταση και επιφέρει ταχεία εξάντληση των συστημάτων τροφοδοσίας τους, μειώνοντας έτσι σημαντικά τη διάρκεια ζωής τους.

1.3 ΔΟΜΗ ΕΝΟΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Ένα τυπικό δορυφορικό σύστημα αποτελείται από δυο τμήματα: το διαστημικό και το επίγειο τμήμα. Τα χαρακτηριστικά κάθε τμήματος εξαρτώνται από το είδος των υπηρεσιών που παρέχει το σύστημα (σταθερή ή κινητή υπηρεσία, απευθείας εκπομπής κτλ). Η συνολική διαδρομή την οποία πρέπει να διανύσουν τα ραδιοκύματα από την πηγή μέχρι τον προορισμό μπορεί να χωριστεί σε δυο επιμέρους ζεύξεις: στη ζεύξη επίγειου σταθμού - δορυφόρου (ή προς τα άνω ζεύξη, uplink) και στη ζεύξη δορυφόρου - επίγειου σταθμού (ή προς τα κάτω ζεύξη, downlink). Η ποιότητα της ραδιοζεύξης καθορίζεται κυρίως από το λόγο φέροντος προς θόρυβο (carrier to noise ratio, CNR). Η επίδοση της συνολικής ζεύξης, δηλαδή από σταθμό σε σταθμό, αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα για τη σχεδίαση του συστήματος και καθορίζεται από την ποιότητα των δυο επιμέρους ζεύξεων.



Σχήμα 1.2

1.4 ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ ΡΑΔΙΟΦΑΣΜΑ

Το ραδιοφάσμα ή φάσμα των ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequencies, RF) αποτελεί έναν περιορισμένο φυσικό πόρο, ο οποίος χρησιμοποιείται σε διάφορες τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές για την επικοινωνία μεταξύ απομακρυσμένων σημείων. Εξαιτίας της ποικιλίας των ασύρματων υπηρεσιών (επίγειων και δορυφορικών) και του τεράστιου αριθμού χρηστών, ο πόρος αυτός βρίσκεται πλέον σε ανεπάρκεια και η αξία του αυξάνει διαρκώς. Επομένως, είναι κρίσιμη η σωστή διαχείριση και εκχώρησή του, έτσι ώστε να γίνεται βέλτιστη χρησιμοποίηση από όλες τις σχετιζόμενες τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες. Για το σκοπό αυτό, αλλά και για να γίνει δυνατή η συνύπαρξη των ασύρματων συστημάτων με απρόσκοπτο τρόπο χωρίς να παρεμβάλλουν μεταξύ τους, υπεύθυνη για την ανάθεση των συχνοτήτων σε παγκόσμια κλίμακα είναι η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunications Union, ITU) και ειδικότερα το τμήμα ραδιοεπικοινωνιών (radiocommunications sector) που αυτή διαθέτει, με όνομα ITU-R.

Οι εφαρμογές που βασίζονται σε δορυφορικές επικοινωνίες αφορούν, μεταξύ άλλων, το πεδίο της μετεωρολογίας, της ναυσιπλοΐας, της αστρονομίας, της διαχείρισης των φυσικών πόρων για τη γεωργία και τη δασονομία, ενώ φυσικά υπάρχουν και στρατιωτικές εφαρμογές. Η ITU έχει κατηγοριοποιήσει τις υπηρεσίες αυτές και έχει θέσει τους γενικούς κανόνες για το σχεδιασμό και τη λειτουργία κάθε δορυφορικής υπηρεσίας.

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί το γεγονός της χρήσης διαφορετικών συχνοτήτων για τη ζεύξη γης-δορυφόρου και της ζεύξης δορυφόρου-γης για όλες τις ζώνες. Μάλιστα, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων η χαμηλότερη συχνότητα αποδίδεται στη δεύτερη ζεύξη. Αυτό συμβαίνει για δυο κυρίως λόγους. Πρώτον, για να αποφευχθούν οι παρεμβολές ανάμεσα στους δύο δυνατούς τρόπους λειτουργίας του δορυφόρου (ως πομπού και ως δέκτη) και δεύτερον για να προφυλαχθεί η προς τα κάτω ζεύξη από τις μεγαλύτερες αποσβέσεις που συνεπάγεται η διάδοση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων σε υψηλότερες συχνότητες. [4]. **ELBERT B., [1997]**

1.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΥΨΗΛΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ

Στα πρώτα χρόνια ζωής των δορυφορικών υπηρεσιών υπήρχε άφθονο φάσμα, που περιοριζόταν μόνο από φυσικές ή οικονομικές αιτίες. Αργότερα, η διάθεση εύρους ζώνης αποτέλεσε σημείο έντονου ανταγωνισμού ανάμεσα στις διάφορες υπηρεσίες επικοινωνιών. Οι παρεχόμενες δορυφορικές υπηρεσίες γίνονται όλο και πιο απαιτητικές, καθώς πλέον απαιτείται μετάδοση ήχου, εικόνας, βίντεο και δεδομένων. Παραδείγματα τέτοιων υπηρεσιών είναι η τηλεδιάσκεψη, η μετάδοση κινούμενης εικόνας κατ' απαίτηση (Video on Demand, VoD) και η ευρυζωνική πρόσβαση στο διαδίκτυο (Broadband Internet access). Για την ενσωμάτωση τέτοιων εφαρμογών απαιτείται η ραγδαία αύξηση των διαθέσιμων πόρων για τα συστήματα μετάδοσης. Επιπλέον, λόγω της αύξησης του συνολικού αριθμού χρηστών, αλλά και της ανάγκης για εξυπηρέτηση πολλών χρηστών ταυτόχρονα, είναι απαραίτητη η περαιτέρω αύξηση του εύρους ζώνης λειτουργίας του συστήματος. Για να μπορέσουν οι δορυφορικές επικοινωνίες να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις αυτών των συνθηκών, ακολούθησαν μια πολιτική σταδιακής αύξησης των συχνοτήτων λειτουργίας.

Οι πρώτοι δορυφόροι έκαναν χρήση της ζώνης C, αλλά στη συνέχεια έγινε στροφή προς τις ζώνες Ku (12/14GHz) και Ka (20/30GHz) κυρίως για τα δορυφορικά συστήματα εμπορικής χρήσης. Ταυτόχρονα η χρήση ζωνών συχνοτήτων υψηλότερων από τα 10GHz, όπως αυτές των 20/30GHz, έδωσε λύση στο οξύ πρόβλημα της συμφόρησης συχνοτήτων που ανέκυψε στις ζώνες L, S και C, που είναι πλέον κορεσμένες από τον μεγάλο αριθμό δορυφόρων που τις χρησιμοποιεί. Επίσης, δόθηκε λύση στο πρόβλημα των περιορισμένων διαθέσιμων θέσεων στη γεωστατική τροχιά, επί της οποίας έχει ήδη τοποθετηθεί μεγάλος αριθμός δορυφόρων. Η εξέλιξη της τεχνολογίας και η διαρκής αύξηση της ζήτησης για εύρος ζώνης είναι πιθανό να οδηγήσει τελικά στη χρήση συχνοτήτων άνω των 40/50GHz και γενικά σε συχνότητες EHF (Extremely High Frequencies).

Τα πλεονεκτήματα που απορρέουν από τη χρήση τόσο υψηλών συχνοτήτων έχουν να κάνουν κυρίως με την αύξηση του διαθέσιμου εύρους ζώνης για κάθε

είδους εφαρμογή. Σημαντικό πλεονέκτημα της λειτουργίας σε υψηλότερες συχνότητες είναι η αποφυγή παρεμβολής με τις επίγειες μικροκυματικές ζεύξεις. Οι τελευταίες λειτουργούν εν γένει σε συχνότητες κάτω των 10GHz. Επίσης, η χρήση υψηλών συχνοτήτων καθιστά δυνατή τη χρήση κεραιών μεγαλύτερης κατευθυντικότητας και μικρότερου μεγέθους (μικρότερης διαμέτρου). Το γεγονός αυτό αυξάνει την εμπορική ανταγωνιστικότητα των δορυφορικών επικοινωνιών, καθώς οι μικρές και φθηνές κεραιές λήψης είναι ιδιαίτερα ελκυστικές για τους χρήστες.

Η μετάβαση, όμως, των δορυφορικών συστημάτων σε υψηλότερες συχνότητες λειτουργίας συνοδεύεται από την εμφάνιση νέων περιορισμών. Η λειτουργία σε υψηλότερη συχνότητα απαιτεί την κατασκευή υψηλής ποιότητας ηλεκτρονικών κυκλωμάτων με βελτιωμένα χαρακτηριστικά λειτουργίας. Έτσι, απαιτείται εξελιγμένος εξοπλισμός (π.χ. για RF ενισχυτές και ζωνοπερατά φίλτρα) για τη διαχείριση και μορφοποίηση των υψίσυχνων σημάτων. Ταυτόχρονα, η αύξηση του εύρους ζώνης έχει δυσμενή επίδραση αναφορικά με το σηματοθορυβικό λόγο του τηλεπικοινωνιακού συστήματος, αφού η ισχύς του θερμικού θορύβου είναι ευθέως ανάλογη του εύρους ζώνης. Επομένως, είναι αναγκαία η προσεκτική σχεδίαση του δορυφορικού συστήματος και τα ηλεκτρονικά αυτά συστήματα πρέπει να χαρακτηρίζονται από μικρή ισοδύναμη θερμοκρασία θορύβου.

Αναφορά πρέπει να γίνει στις απώλειες ελευθέρου χώρου, οι οποίες εισάγουν το μεγαλύτερο μέρος της εξασθένησης του σήματος κατά τη διάδοσή του. Όπως είναι γνωστό, η εξασθένηση της ισχύος του σήματος είναι ανάλογη του τετραγώνου της συχνότητας, επομένως οι υψηλές συχνότητες οδηγούν σε σημαντική υποβάθμιση του σήματος. Για συχνότητες λειτουργίας άνω των 10GHz ο καθοριστικότερος παράγοντας εξασθένησης, εκτός βέβαια των απωλειών ελευθέρου χώρου, είναι οι ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις. Έτσι, κυρίως για περιοχές λειτουργίας μεταξύ των 10GHz και των 30GHz γίνεται διάκριση της λειτουργίας της ζεύξης υπό συνθήκες “καθαρού ουρανού” (clear sky operation) ή υπό συνθήκες διαλείψεων, όπως επεξηγείται παρακάτω.

Τέλος, η ζώνη συχνοτήτων στην οποία λειτουργεί ένα δορυφορικό σύστημα διαδραματίζει βαρύνοντα ρόλο στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του καναλιού και έχει σημαντικές επιπτώσεις στο δορυφορικό σήμα κατά τη μετάδοσή του μέσω της ατμόσφαιρας. Ανάλογα, με τη χρησιμοποιούμενη ζώνη λαμβάνουν χώρα διαφορετικά φαινόμενα διάδοσης, τα οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη διαδικασία της σχεδίασης του συστήματος. Τα φαινόμενα αυτά θα αναλυθούν στην επόμενη ενότητα.

1.6 ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Το μέσο διάδοσης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων κατά τη διάδοση του δορυφορικού σήματος είναι η ατμόσφαιρα. Η ατμόσφαιρα της γης αποτελεί ένα ανομοιογενές και απορροφητικό μέσο, το οποίο δημιουργεί ένα αντίξοο περιβάλλον διάδοσης. Τα σχετικά φαινόμενα δημιουργούνται κυρίως στην τροπόσφαιρα και την ιονόσφαιρα. Τα ιονοσφαιρικά φαινόμενα επιδρούν κυρίως σε συστήματα με συχνότητα λειτουργίας κάτω από 3GHz, ενώ τα τροποσφαιρικά φαινόμενα επηρεάζουν αρνητικά συστήματα που λειτουργούν σε συχνότητες άνω των 3GHz. Εφόσον η πλειοψηφία των σύγχρονων δορυφορικών συστημάτων λειτουργεί σε συχνότητες άνω των 3GHz, και συνηθέστερα άνω των 10GHz, τα τροποσφαιρικά φαινόμενα είναι εκείνα που επικρατούν.



Σχήμα 1.3

Η τροπόσφαιρα θεωρείται ότι είναι η περιοχή της ατμόσφαιρας που είναι πλησίον της γήινης επιφάνειας (το εγγύτερο στρώμα της ατμόσφαιρας) και εκτείνεται μέχρι το ύψος των 10km περίπου. Πιο συγκεκριμένα, το ύψος της τροπόσφαιρας είναι 6km για τις περιοχές των πόλων και φθάνει μέχρι τα 18km στον ισημερινό. Στην τροπόσφαιρα λαμβάνουν χώρα μεταβολές του δείκτη διάθλασης, της πίεσης και της υγρασίας, καθώς επίσης εμφανίζονται νέφη και υδρομετεωρίτες (βροχή, χιόνι, χαλάζι), οι οποίοι επηρεάζουν σημαντικά τη διάδοση των ραδιοσυχνοτήτων [Κανελλόπουλος, 2001]. Τα σημαντικότερα τροποσφαιρικά φαινόμενα που επηρεάζουν τα συστήματα δορυφορικών επικοινωνιών για συχνότητες άνω των 10GHz συνοψίζονται ακολούθως[2]. ΑΡΑΠΟΓΛΟΥ Π.Δ., [2003]:

- **Απόσβεση (attenuation) ή διαλείψεις (fading) λόγω υδρομετεωριτών:** Κατά τη διάδοση μέσα από βροχή, χιόνι, χαλάζι ή σταγονίδια πάγου, τα ραδιοκύματα υποφέρουν από απώλεια ισχύος λόγω σκέδασης από τους υδρομετεωρίτες.
- **Απορρόφηση από αέρια (gaseous absorption):** Εκτός από την απορρόφηση από τους υδρομετεωρίτες, η απορρόφηση από αέρια, κυρίως από το οξυγόνο και τους υδρατμούς, συμβάλλει επίσης στη συνολική απόσβεση των ραδιοκυμάτων, ειδικά για την περίπτωση μικρών γωνιών ανύψωσης.
- **Αποπόλωση του σήματος (signal depolarization):** Η ανομοιόμορφη στροφή φάσης και εξασθένηση που προκαλούν οι μη σφαιρικοί σκεδαστές (π.χ. οι σταγόνες της βροχής και οι κρύσταλλοι πάγου) προκαλούν αποπόλωση του σήματος. Το φαινόμενο αυτό δεν επηρεάζει δορυφορικά συστήματα που χρησιμοποιούν απλή πόλωση. Εντούτοις, η επίδρασή του γίνεται σημαντική για συστήματα που υιοθετούν την τεχνική της αναχρησιμοποίησης συχνότητας (frequency reuse), τεχνική που συνίσταται στη μετάδοση δυο ορθογώνια πολωμένων σημάτων στην ίδια φέρουσα συχνότητα, με σκοπό τη βέλτιστη χρήση του RF φάσματος.
- **Τροποσφαιρικοί σπινθηρισμοί (tropospheric scintillations):**
Διαφοροποιήσεις στο μέγεθος και το προφίλ (τα χαρακτηριστικά) του δείκτη διάθλασης στο στρώμα της τροπόσφαιρας οδηγούν σε διακυμάνσεις του πλάτους των ραδιοκυμάτων, γνωστές ως σπινθηρισμοί.

Τέλος, κατά τη διάδοση των κυμάτων λαμβάνουν χώρα και άλλα φαινόμενα, λιγότερο σημαντικά. Σε αυτά ανήκει η απόσβεση λόγω νεφώσεων (cloud attenuation), η οποία οφείλεται στην περιεκτικότητα των νεφών σε υγρασία, και η απόσβεση του στρώματος τήξης (melting layer attenuation). Το στρώμα αυτό βρίσκεται σε συγκεκριμένο ύψος από την επιφάνεια του εδάφους και είναι το σημείο στο οποίο το χιόνι και ο πάγος μετατρέπονται σε βροχή.

Συνοψίζοντας, προκύπτει το συμπέρασμα ότι η χρήση της ατμόσφαιρας ως μέσο διάδοσης των ραδιοκυμάτων εισάγει πληθώρα φαινομένων, τα οποία υποβαθμίζουν το μεταδιδόμενο σήμα. Μάλιστα, η συχνότητα των 10GHz μπορεί να θεωρηθεί ως σημείο καμπής κάτω από το οποίο οι ατμοσφαιρικές συνθήκες για τη διάδοση κυμάτων χαρακτηρίζονται ως περισσότερο ευνοϊκές. Αντίθετα, για μεγαλύτερες συχνότητες οι συνθήκες διάδοσης γίνονται ιδιαίτερα δυσχερείς και τα σήματα παρουσιάζουν μεγάλες αποσβέσεις, βαθιές διαλείψεις και είναι ευαίσθητα σε αποπόλωση.

1.7 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΜΒΛΥΝΣΗΣ ΤΩΝ ΔΙΑΛΕΙΨΕΩΝ

Η πλειοψηφία των ατμοσφαιρικών φαινομένων που συζητήθηκαν στην προηγούμενη ενότητα παρουσιάζουν στοχαστική συμπεριφορά τόσο ως προς το χρόνο όσο και ως προς το χώρο. Επομένως, διαφέρουν από όλους τους άλλους ντετερμινιστικούς παράγοντες, όπως οι απώλειες ελευθέρου χώρου, που επηρεάζουν τη δορυφορική ζεύξη κάτω από συνθήκες καθαρού ουρανού. Εφόσον οι εξασθενήσεις λόγω διάδοσης έχουν ουσιαστική επίδραση μόνο για ποσοστό λιγότερο του 1% κατά τη διάρκεια ενός χρόνου, το κέρδος του συστήματος πρέπει να ενισχυθεί με ένα επιπρόσθετο περιθώριο διαλείψεων. Η επιλογή του περιθωρίου αυτού αποτελεί αντικείμενο προσεκτικής σχεδίασης, ώστε να ικανοποιούνται οι επιθυμητές προδιαγραφές διαθεσιμότητας (availability) του συστήματος και ποιότητας υπηρεσιών (Quality of Service, QoS). Σημειώνεται ότι η απώλεια ελευθέρου χώρου, που είναι η ελάχιστη δυνατή απόσβεση την οποία αναμένεται να έχει οποιαδήποτε ασύρματη ζεύξη, συχνά λαμβάνεται ως στάθμη αναφοράς για τη συνολική απώλεια διάδοσης.

Αρχικά εξετάζονται διάφορα βασικά μεγέθη ενός συστήματος ψηφιακών επικοινωνιών. Ο ρυθμός μετάδοσης της ψηφιακής πληροφορίας R (Bit Rate) περιγράφει την ταχύτητα μετάδοσης δυαδικών ψηφίων σε bits/sec. Εφόσον χρησιμοποιείται το δυαδικό σύστημα, οι δυνατές τιμές των ψηφίων πληροφορίας είναι 0 και 1. Σφάλμα προκύπτει στην περίπτωση που στο δέκτη αναγνωρίζεται ότι έχει σταλεί 0, ενώ στην πραγματικότητα έχει σταλεί 1, ή το αντίστροφο. Έτσι, προκύπτει το ποσοστό εσφαλμένων ψηφίων (Bit Error Ratio, BER), ένα μέγεθος πολύ κρίσιμο για την ποιότητα του συστήματος. Συναφής με το προηγούμενο μέγεθος είναι η πιθανότητα λήψης εσφαλμένου ψηφίου (Bit Error Probability, BEP). Η διαφορά των δυο μεγεθών έγκειται στο γεγονός ότι η BEP εκτιμάται κατά τη σχεδίαση του συστήματος, ενώ το BER μετράται στην έξοδο του δέκτη κατά τη λειτουργία του συστήματος [Καψάλης & Κωττής, 2003].

Για ένα δορυφορικό σύστημα, η διαθεσιμότητα ορίζεται ως το ποσοστό του χρόνου (για ένα έτος) κατά τη διάρκεια του οποίου το BER είναι μικρότερο από μια συγκεκριμένη τιμή κατωφλίου, κάτω από την οποία το σύστημα χάνει την ικανότητα να προσφέρει υπηρεσίες στους χρήστες του. Το σύστημα τίθεται στην περίπτωση αυτή εκτός λειτουργίας (outage), καθώς χάνεται ο συγχρονισμός στο δέκτη. Ως περιθώριο διαλείψεων (fade margin) ορίζεται η διαφορά σε dB μεταξύ της απόσβεσης που προκαλείται από την πτώση υδρομετεωριτών και οδηγεί σε διακοπή λειτουργίας, και της απόσβεσης κάτω από συνθήκες καθαρού ουρανού. Σημειώνεται ότι η τιμή της απόσβεσης υπό συνθήκες καθαρού ουρανού προκύπτει από το άθροισμα όλων των παραγόντων που συνεισφέρουν στην απόσβεση της δορυφορικής ζεύξης, πλην της απόσβεσης λόγω τροποσφαιρικής διάδοσης (κυρίως της βροχόπτωσης), και για δεδομένη δορυφορική ζεύξη είναι μία σχεδόν σταθερή ποσότητα. Υποθέτοντας συνθήκες καθαρού ουρανού, το ποσοστό που το σύστημα τίθεται εκτός λειτουργίας είναι συνήθως ιδιαίτερα χαμηλό. Αντίθετα, για δορυφορικά συστήματα που λειτουργούν σε συχνότητες άνω των 10GHz και σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από ισχυρές βροχοπτώσεις, η ταυτόχρονη παρουσία διαφόρων μηχανισμών απόσβεσης είναι ιδιαίτερα πιθανή και έτσι απαιτείται μεγάλο περιθώριο διαλείψεων. Επομένως, είναι επιτακτική η εισαγωγή τεχνικών

άμβλυνσης των διαλείψεων (Fade Mitigation Techniques, FMT), ώστε να είναι δυνατή η λειτουργία για μικρότερα περιθώρια διαλείψεων.

Ανάλογα με τις διαφορετικές προσεγγίσεις σχεδίασης που αφορούν τη μετρίαση των διαλείψεων που οφείλονται στη διάδοση μέσω της ατμόσφαιρας, οι τεχνικές άμβλυνσης των διαλείψεων μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κύριες κατηγορίες ακολούθως [Panagoroulos et al., 2004]:

- **Τεχνικές ελέγχου της ισχύος**
- **Τεχνικές προσαρμοστικής μετάδοσης**
- **Σχήματα διαφορικής προστασίας**

1.7.1 Τεχνικές ελέγχου της ισχύος

Σε γενικές γραμμές η τεχνική αυτή συνίσταται στην αύξηση της εκπεμπόμενης ισχύος είτε από τους επίγειους σταθμούς είτε από τους δορυφόρους, ώστε να αντισταθμισθούν οι απώλειες που εισάγουν οι κάθε είδους διαλείψεις. Η Ενεργώς Ισοτροπικά Ακτινοβολούμενη Ισχύς (Effective Isotropic Radiated Power, EIRP) αποτελεί το γινόμενο της εκπεμπόμενης ισχύος με το κέρδος της κεραίας και εκφράζεται συνήθως σε dBw. Επομένως, έλεγχος της EIRP είναι δυνατός με τη μεταβολή είτε της εκπεμπόμενης ισχύος είτε του κέρδους της κεραίας. Η ρύθμιση της ισχύος μπορεί να πραγματοποιηθεί: α) στον επίγειο σταθμό, οπότε προκύπτει η περίπτωση Ελέγχου Ισχύος της προς τα Άνω Ζεύξης (Up Link Power Control, ULPC), β) στο δορυφόρο, οπότε προκύπτει η περίπτωση Ελέγχου Ισχύος της προς τα Κάτω Ζεύξης (Down Link Power Control, DLPC). Επιπρόσθετα, είναι δυνατή και η ρύθμιση του κέρδους της κεραίας επί του δορυφόρου, μια τεχνική που ονομάζεται μορφοποίηση διαγράμματος ακτινοβολίας κεραίας (Spot Beam Shaping, SBS) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτικός τρόπος ελέγχου της EIRP. Ακολουθεί εξέταση των μεθόδων αυτών ξεχωριστά [1]. **ΚΑΨΑΛΗΣ Χ. και ΚΩΤΤΗΣ Π., [2002]:**

- Έλεγχος Ισχύος της προς τα Άνω Ζεύξης
- Έλεγχος Ισχύος της προς τα Κάτω Ζεύξης
- Spot Beam Shaping

1.7.2 Τεχνικές προσαρμοστικής μετάδοσης

Οι τεχνικές που ανήκουν στη συγκεκριμένη κατηγορία βασίζονται στην κατάλληλη επιλογή κυματομορφής από τους κόμβους του δορυφορικού δικτύου, δηλαδή το δορυφόρο και τους επίγειους σταθμούς, ανάλογα με την ποιότητα της ζεύξης. Η δυνατότητα επεξεργασίας σήματος είναι διαθέσιμη στους περισσότερους επίγειους σταθμούς του δικτύου, επομένως οι τεχνικές αυτές ονομάζονται τεχνικές “κοινών πόρων” (resource-shared). Μπορούν να ταξινομηθούν περαιτέρω στις ακόλουθες υποκατηγορίες:

- **Προσαρμοστική Κωδικοποίηση (Adaptive Coding, AC):** Η κωδικοποίηση υιοθετείται από τα δορυφορικά συστήματα για ανίχνευση και διόρθωση λανθασμένων ψηφίων και υλοποιείται με την εισαγωγή πλεοναζόντων (redundancy) ψηφίων στο σήμα πληροφορίας. Καθώς ο αριθμός των πλεοναζόντων ψηφίων αυξάνει, η πιθανότητα σφάλματος μειώνεται, αλλά την ίδια στιγμή αυξάνει και το απαιτούμενο εύρος ζώνης.
- **Προσαρμοστική Διαμόρφωση (Adaptive Modulation, AM):**
Η προσαρμοστική διαμόρφωση μειώνει το λόγο της ενέργειας ψηφίου προς τη φασματική πυκνότητα ισχύος του θορύβου (E_b / N_o) που απαιτείται για την επίτευξη μιας δεδομένης BER.
- **Μείωση Ρυθμού Δεδομένων (Data Rate Reduction, DRR):** Αυτή η τεχνική επεξεργασίας του σήματος έγκειται στη μείωση του ρυθμού δεδομένων πληροφορίας όταν το σύστημα ελέγχου που παρακολουθεί την κατάσταση του καναλιού προβλέπει κάποια πιθανή βαθιά διάλειψη. Βέβαια, η εφαρμογή της DRR εξαρτάται από το είδος της υπηρεσίας και το κατά πόσο η υπηρεσία αυτή επιδέχεται μείωση του ρυθμού μετάδοσης της πληροφορίας. Στις περιπτώσεις που η ζεύξη υφίσταται διαλείψεις, η τεχνική DRR έχει ως αποτέλεσμα μόνο τη μείωση του απαιτούμενου λόγου CNR και παρουσιάζει το πλεονέκτημα της δίκαιης κατανομής πόρων του συστήματος σε όλους τους χρήστες.

1.7.3 Σχήματα διαφορικής προστασίας

Τα σχήματα διαφορικής προστασίας είναι αντίμετρα προσανατολισμένα στην αντιμετώπιση των διαλείψεων λόγω βροχής, με απώτερο σκοπό τη λειτουργία της ζεύξης ακόμα και κάτω από τις άσχημες αυτές συνθήκες. Αποτελούν τις πιο αποδοτικές τεχνικές άμβλυνσης των διαλείψεων, εφόσον η απόσβεση λόγω βροχής είναι ο κυριότερος παράγοντας μείωσης της διαθεσιμότητας και της απόδοσης των δορυφορικών ζεύξεων που λειτουργούν πάνω από τα 10GHz.

Υπάρχουν δυο κύριες παράμετροι που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή της απόδοσης της διαφορικής προστασίας. Η πρώτη είναι το διαφορικό κέρδος G (diversity gain) και ορίζεται ως η διαφορά (σε dB) μεταξύ της απόσβεσης σε λειτουργία απλής λήψης και της απόσβεσης σε λειτουργία διαφορικής λήψης, για την ίδια πιθανότητα λάθους ή για το ίδιο ποσοστό επί τοις εκατό του συνολικού χρόνου. Η δεύτερη είναι το διαφορικό πλεονέκτημα I (diversity improvement) που ορίζεται ως ο λόγος της πιθανότητας της υπέρβασης ενός συγκεκριμένου βάθους διάλειψης με απλή λήψη του σήματος προς την αντίστοιχη πιθανότητα για λήψη από περισσότερους σταθμούς. Θεωρητικά τα μεγέθη G και I είναι ισοδύναμα. Στην πράξη όμως, η προσέγγιση της επίδοσης ενός σχήματος διαφορικής λήψης μέσω του διαφορικού πλεονεκτήματος, εμπεριέχει μεγαλύτερη ανακρίβεια λόγω πειραματικών δυσκολιών κατά τον υπολογισμό του. Τα σχήματα διαφορικής προστασίας διακρίνονται στις ακόλουθες επιμέρους κατηγορίες:

- **Διαφορική λήψη θέσης (Site Diversity, SD):** Η διαφορική λήψη θέσης (Σχήμα 1.1), γνωστή και ως διαφορική λήψη χώρου, εκμεταλλεύεται την ανομοιογένεια της βροχής και χρησιμοποιεί την αποσυσχέτιση των αποσβέσεων δυο σημάτων τα οποία ακολουθούν διαφορετικές διαδρομές.

- **Διαφορική λήψη τροχιάς (Orbit Diversity, OD):** Παρά το γεγονός ότι η διαφορική λήψη θέσης μπορεί να θεωρηθεί ως το πιο αποτελεσματικό σχήμα διαφορικής λήψης από τεχνική σκοπιά, θα πρέπει να επανεξεταστεί η αποδοτικότητά της ως προς το κόστος, καθώς απαιτεί την εγκατάσταση τουλάχιστον δυο επίγειων σταθμών μαζί με μια επίγεια σύνδεση. Το γεγονός αυτό οδήγησε στην ανάπτυξη της διαφορικής λήψης τροχιάς OD (Σχήμα 1.2) ή διαφορικής λήψης δορυφόρου (satellite diversity), η οποία επιτρέπει στους επίγειους σταθμούς να επιλέγουν μεταξύ πολλαπλών δορυφόρων.
- **Διαφορική λήψη συχνότητας (Frequency Diversity, FD):** Η διαφορική λήψη συχνότητας εκμεταλλεύεται το γεγονός ότι όταν το σήμα μεταδίδεται ταυτόχρονα σε δυο φέρουσες συχνότητες, η συσχέτιση των διαλείψεων στα σήματα που λαμβάνονται είναι μικρή. Στην πράξη, η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται στις δορυφορικές επικοινωνίες με ελαφρώς διαφορετικό τρόπο. [5]. ΚΑΝΕΛΛΟΠΟΥΛΟΣ Ι.Δ., [2001]

Όπως γίνεται φανερό από τα παραπάνω, οι τεχνικές διαφορικής λήψης θέσης και διαφορικής λήψης τροχιάς εκμεταλλεύονται τη χωρική δομή του μέσου της βροχής, ενώ η διαφορική λήψη συχνότητας βασίζεται στη φασματική εξάρτηση της βροχής. Τέλος, επισημαίνεται ότι για την επιλογή της τεχνικής που θα χρησιμοποιηθεί λαμβάνεται υπόψη και η αντίστοιχη οικονομική δαπάνη και όχι μόνο η πιθανή βελτίωση που θα επιτευχθεί στην απόδοση της ζεύξης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ INTERNET

2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το δορυφορικό Internet είναι η τεχνολογία που επιτρέπει την σύνδεση ενός Η/Υ ή ενός δικτύου Η/Υ στο Internet μέσω δορυφόρου. Η παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών (broadband) με υψηλές ταχύτητες επιτυγχάνεται σε χώρους όπου η επίγεια πρόσβαση στο Internet δεν είναι διαθέσιμη ή εφικτή και σε χώρους που η μετακίνηση είναι συχνή. Το δορυφορικό Internet μπορεί να υποστηρίξει ένα πλήθος εφαρμογών όπως είναι η τηλεκπαίδευση, τηλεϊατρική, VoIP, Web-browsing, Video Broadcasting/Multicasting over IP, Αυτόματες Ταμειακές Μηχανές (ATM), διασύνδεση λογισμικού ERP, εγκατάσταση Wi-Fi Hot Spots κ.τ.λ. σε όλη την Ελλάδα ανεξαρτήτως καιρικών συνθηκών ή περιοχής. Πρόσβαση στο Διαδίκτυο μέσω δορυφόρου είναι διαθέσιμη σε όλο τον κόσμο, συμπεριλαμβανομένων των θαλάσσιων σκαφών και των κινητών χερσαίων οχημάτων. Για να μπορεί κάποιος να συνδεθεί στο δορυφορικό Internet θα πρέπει να διαθέτει τον κατάλληλο εξοπλισμό δορυφορικής λήψης / εκπομπής και μια συνδρομή σε έναν πάροχο δορυφορικού Internet.[12]

Τα κύρια χαρακτηριστικά του δορυφορικού Internet που το κάνουν να ξεχωρίζει σε σχέση με άλλες τεχνολογίες είναι τα παρακάτω:

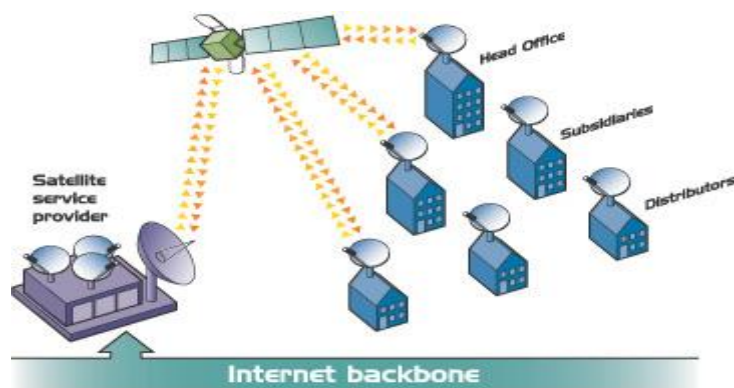
- Κάλυψη όλου του πλανήτη
- Ανεξαρτησία από παρόχους σταθερών τηλεπικοινωνιών
- Ανεξαρτησία από δίκτυα καλωδίων
- Άμεση τοποθέτηση και λειτουργία
- Εγκατάσταση σε δυσπρόσιτες περιοχές
- Μέγιστες ταχύτητες χωρίς περιορισμούς
- Δυνατότητα τηλεφωνικών συνδιαλέξεων χωρίς την ύπαρξη τηλεφώνου
- Δυνατότητα διασύνδεσης υποκαταστημάτων με ιδιαίτερα χαμηλό κόστος

Εκτός από τα παραπάνω χαρακτηριστικά, το δορυφορικό Internet προσδίδει χαρακτηριστικά προστιθέμενης αξίας όπως αυτά φαίνονται παρακάτω:

- Τηλεϊατρική
- Τηλεκπαίδευση
- Τηλεργασία
- Μεταφορά περιεχομένου
- Λήψη δεδομένων μέσω multicasting
- Λήψη e-mail μεγάλου όγκου χωρίς την χρήση τηλεφωνικής γραμμής

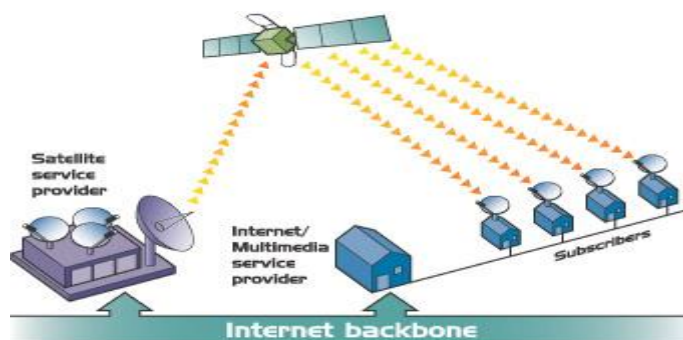
Το Internet υψηλής ταχύτητας (broadband) μέσω δορυφόρου παρέχεται με δύο τρόπους:

- Αμφίδρομο



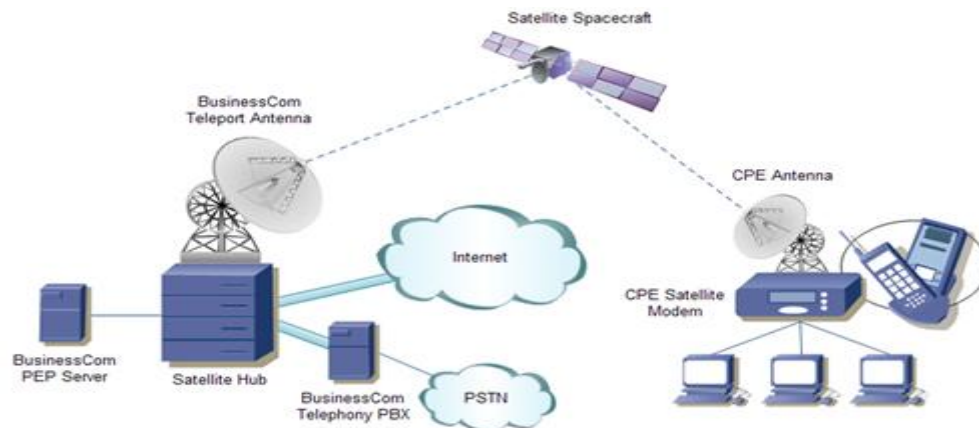
Σχήμα 2.1

- Μονόδρομο



Σχήμα 2.2

2.2 ΑΜΦΙΔΡΟΜΟ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ INTERNET



Σχήμα 2.3

Ο πρώτος τρόπος δορυφορικής σύνδεσης, ο οποίος ανεξαρτητοποιεί εντελώς το χρήστη από τα επίγεια καλώδια και τον ΟΤΕ, είναι η αμφίδρομη δορυφορική (two-way satellite Internet) με την τεχνολογία **DVB-RCS**. Αυτός ο τρόπος διασύνδεσης λύνει κυριολεκτικά τα χέρια σε εταιρίες (και σε όσους ιδιώτες "αντέχουν" το κόστος), που προκρίνουν την ανεξαρτησία τους σε ότι αφορά τις επίγειες τηλεφωνικές γραμμές ή γραμμές δεδομένων (data). Είναι δε ιδανικός για εταιρίες που διαθέτουν παραγωγικές μονάδες σε δύσβατες τοποθεσίες, όπως π.χ. ιχθυοκαλλιέργειες, κτηνοτροφικές μονάδες, αλλά και για εταιρίες με μεγάλη γεωγραφική διασπορά, που έχουν ανάγκη από ένα αξιόπιστο Intranet.

Εδώ ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι αρκετά διαφορετικός. Απαιτείται ένας υπολογιστής και ένα μόντεμ εξοπλισμένο με πομπό και δέκτη. Δεν απαιτείται proxy server, καθώς η σύνδεση σε επίπεδο δικτύου δεν διαφέρει σε τίποτα από μια οποιαδήποτε σύνδεση βασισμένη σε rpp (Point to Point Protocol, πρωτόκολλο με το οποίο μπορεί κανείς να συνδεθεί στο Internet μέσω τηλεφώνου), Ethernet (διαδεδομένος τρόπος σύνδεσης Η/Υ σε τοπικό δίκτυο) κλπ.

Ο χρήστης αποστέλλει τα δεδομένα ενθυλακωμένα σε **DVB MPEG-2 stream**. (Transport Stream (TS, TP, MPEG-TS, ή M2T) είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνιών για ήχο, βίντεο και δεδομένα. Είναι ένα είδος του ψηφιακού container format που

ενθυλακώνει packetized elementary streams και άλλα δεδομένα. Το TS ορίζεται σε MPEG-2 part 1, συστήματα (πρότυπο ISO / IEC 13818-1). Είναι επίσης γνωστό ως ITU-T Rec. H.222.0. Το σχέδιο έχει στόχο να επιτρέψει πολυπλεξία του ψηφιακού βίντεο και ήχου το οποίο συγχρονίζεται στην έξοδο. Το Transport stream προσφέρει δυνατότητες για διόρθωση σφαλμάτων για τη μεταφορά πάνω από αναξιόπιστα μέσα, και χρησιμοποιείται σε εφαρμογές όπως η εκπομπή DVB και ATSC. Αντιτίθεται με το program stream, που έχει σχεδιαστεί για πιο αξιόπιστα μέσα, όπως είναι τα DVDs.)

Η εκπομπή γίνεται συνήθως στα 14,5GHz περίπου και η λήψη στα 11,5GHz, όπως δηλαδή και στο μονόδρομο Internet, μόνο που στη μονόδρομη σύνδεση εκπέμπει μόνο ένας κεντρικός server. Η ισχύς της εκπομπής είναι συνήθως γύρω στο 1 Watt. Κάποιος άλλος χρήστης, λοιπόν, μπορεί να λάβει αυτά τα δεδομένα και χρησιμοποιώντας τις ίδιες τεχνικές όπως παραπάνω να τα επεξεργαστεί.

Η μέγιστη ταχύτητα που προσφέρεται σε αυτές τις υπηρεσίες εξαρτάται από τον παροχέα Διαδικτύου internet service providers (ISP). Θεωρητικά μπορεί να είναι της τάξεως των εκατοντάδων Mbit. Παρ' όλα αυτά, για οικονομικούς κυρίως λόγους, αλλά και εξαιτίας του προβλήματος διασύνδεσης της εταιρίας που παρέχει την υπηρεσία, οι συνδέσεις είναι συνήθως πολύ χαμηλής ταχύτητας για τα δορυφορικά δεδομένα. Ο ρυθμός διαμεταγωγής του uplink κυμαίνεται από 128Kbps έως και 1Mbps και για το downlink από 512Kbps έως 2Mbps.

Η τεχνολογία αυτή είναι ιδανική για δημιουργία Intranet. Σε αυτή την περίπτωση, τα δεδομένα θα εκπέμπονται από τον αποστολέα προς το δορυφόρο, η δε λήψη τους θα γίνεται απευθείας από τον παραλήπτη. Μια τέτοια σύνδεση δεν θα επηρεάζεται καθόλου από ώρες αιχμής και από το πρόβλημα της σύνδεσης του συστήματος προς το Internet.

Η Αμφίδρομη δορυφορική υπηρεσία Διαδικτύου εμπεριέχει τόσο την αποστολή όσο και λήψη δεδομένων από το απομακρυσμένο site VSAT μέσω δορυφόρου με hub teleport, η οποία στη συνέχεια στέλνει τα αναμεταδιδόμενα δεδομένα μέσω τού επίγειου Internet. Η δορυφορική κεραία σε κάθε τόπο πρέπει να σημειωθεί

ακριβώς για την αποφυγή παρεμβολών με άλλους δορυφόρους. Ορισμένοι πάροχοι υποχρεώνουν τον πελάτη να πληρώσει για ένα μέλος του προσωπικού του παρόχου για την εγκατάσταση του συστήματος και την σωστή ευθυγράμμιση του πιάτου - αν και η Ευρωπαϊκή ASTRA2Connect ενθαρρύνει την εγκατάσταση από τον χρήστη και παρέχει λεπτομερείς οδηγίες για αυτό. Πολλοί πελάτες στη Μέση Ανατολή και την Αφρική ενθαρρύνονται να το εγκαταστήσουν από μόνοι τους. Σε κάθε VSAT τοποθεσία η uplink συχνότητα η ροή bit και η ισχύς , πρέπει να καθορίζεται επακριβώς και να είναι υπό τον έλεγχο του παρόχου υπηρεσιών.[10]

Υπάρχουν διάφορα είδη αμφίδρομης δορυφορικής υπηρεσίας Internet, συμπεριλαμβανομένης της πολλαπλής πρόσβασης διαίρεσης χρόνου **TDMA**(TDMA είναι ένα τρόπος πρόσβασης καναλιού για κοινά μέσα δίκτυα. Επιτρέπει στους χρήστες να μοιράζονται το ίδιο κανάλι συχνότητας με τη διαίρεση του σήματος σε διαφορετικές χρονοθυρίδες. Οι χρήστες διαβιβάζουν αμέσως μετά, το ένα μετά το άλλο, κάθε φορά που χρησιμοποιούν τη δική τους χρονοθυρίδα. Αυτό επιτρέπει σε πολλούς σταθμούς, να χρησιμοποιούν το ίδιο μέσο μετάδοσης (π.χ. το κανάλι ραδιοφωνικών συχνοτήτων), χρησιμοποιώντας μόνο ένα τμήμα της χωρητικότητας του καναλιού. Το TDMA χρησιμοποιείται στα ψηφιακά 2G κυψελωτά συστήματα, όπως τα Global System for Mobile Communications (GSM), IS-136, Personal Digital Cellular (PDC) και iDEN, καθώς και στο Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT) πρότυπο για τα φορητά τηλέφωνα. Χρησιμοποιείται επίσης ευρέως στα δορυφορικά συστήματα, καθώς και στα συστήματα combat-net radio.) και αυτής με μονό δίαυλο ανά φορέα **SCPC**(Single channel per carrier αναφέρεται στη χρήση ενός μοναδικού σήματος σε συγκεκριμένη συχνότητα και εύρος ζώνης. Τις περισσότερες φορές, αυτό χρησιμοποιείται στην δορυφορική εκπομπή δείχνοντας ότι οι ραδιοφωνικοί σταθμοί δεν πολυπλέκουν σαν subcarriers σε ένα ενιαίο φορέα βίντεο, αλλά αντίθετα, έχουν ανεξάρτητο μερίδιο σε έναν αναμεταδότη. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για άλλους δορυφόρους επικοινωνιών, ή περιστασιακά σε μη-δορυφορικές μεταδόσεις. Σε ένα σύστημα SCPC, το δορυφορικό εύρος ζώνης αφιερώνεται σε μια μόνο πηγή. Αυτό είναι λογικό αν είναι να χρησιμοποιηθεί για κάτι όπως η δορυφορική ραδιοπλοήγηση,

στην οποία μεταδίδει συνεχώς. Μια άλλη πολύ συχνή εφαρμογή είναι η φωνή, όπου απαιτείται ένα μικρό σταθερό ποσό εύρους ζώνης. Ωστόσο, δεν έχει νόημα για burst transmissions όπως η δορυφορική πρόσβαση στο Internet ή η τηλεμετρία, δεδομένου ότι ο πελάτης θα πρέπει να πληρώνει για το δορυφορικό εύρος ζώνης, ακόμη και όταν δεν χρησιμοποιείται. Σε περίπτωση πολλαπλής πρόσβασης, το SCPC είναι ουσιαστικά FDMA. Ορισμένες εφαρμογές χρησιμοποιούν SCPC αντί TDMA, διότι χρειάζονται εγγυημένα, απεριόριστο εύρος ζώνης. Καθώς η TDMA δορυφορική τεχνολογία βελτιώνεται, οι εφαρμογές για SCPC είναι όλο και πιο περιορισμένες).

Αμφίδρομα συστήματα μπορεί να είναι απλά **VSAT** τερματικά με 60-100 εκατοστά πιάτο και ισχύ εξόδου μόνο λίγα Watt που προορίζονται για τους καταναλωτές και τις μικρές επιχειρήσεις ή μεγαλύτερα συστήματα τα οποία παρέχουν μεγαλύτερο εύρος ζώνης. Τα συστήματα αυτά είναι γνωστά στο εμπόριο ως "satellite broadband" και μπορούν να κοστίσουν δύο έως τρεις φορές περισσότερο ανά μήνα σε σχέση με τα χερσαία συστήματα, όπως ADSL. Τα μόντεμ που απαιτούνται για την υπηρεσία αυτή συχνά είναι ιδιόκτητα, αλλά ορισμένα είναι συμβατά με πολλούς διαφορετικούς φορείς.

2.2.1 Δορυφορικό μόντεμ

Ένα δορυφορικό μόντεμ είναι ένα μόντεμ που χρησιμοποιείται για τη εγκαθίδρυση ροής δεδομένων κατά τη χρήση δορυφορικών επικοινωνιών. Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα δορυφορικών μόντεμ από φθηνές συσκευές για πρόσβαση στο διαδίκτυο στο σπίτι έως ακριβό προλειτουργικό εξοπλισμό για χρήση σε μεγάλες επιχειρήσεις.

Ένα μόντεμ σημαίνει "διαμορφωτής-αποδιαμορφωτής". Η κύρια λειτουργία ενός δορυφορικού μόντεμ η είναι να μετατρέπει την ροή bit σε ραδιοσυχνότητες, και αντιστρόφως. Υπάρχουν ορισμένες συσκευές που περιλαμβάνουν μόνο αποδιαμορφωτή (όχι διαμορφωτή, έτσι θα επιτρέπει μόνο τη λήψη δεδομένων μέσω δορυφόρου), οι οποίες αναφέρονται και ως "δορυφορικά μόντεμ". Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται για δορυφορική πρόσβαση στο Διαδίκτυο (στην

περίπτωση αυτή τα upload δεδομένα μεταφέρονται μέσω ενός συμβατικού PSTN μόντεμ ή ένα ADSL μόντεμ). Η τιμολόγηση για τα Astra2Connect modems κυμαίνεται από 299 έως 350 €. Αυτοί οι τύποι του συστήματος είναι γενικά ακατάλληλοι για χρήση σε κινούμενα οχήματα, αν και ορισμένα πιάτα μπορείς να τα τοποθετήσεις σε έναν αυτόματο μηχανισμό Pan για τη συνεχή και εκ νέου ευθυγράμμιση των πιάτων, αλλά αυτές είναι πολύ δαπανηρές μέθοδοι. Η τεχνολογία για ASTRA2Connect παραδόθηκε από μια βελγική εταιρεία με την επωνυμία Newtec.



Σχήμα2.4 Το πίσω πάνελ ενός δορυφορικού μόντεμ, συνδέσεις με ομοαξονικό τόσο για τα εισερχόμενα και εξερχόμενα σήματα, και μια Ethernet θύρα για σύνδεση με το εσωτερικό δίκτυο.

2.2.1.1 Δορυφορική σύνδεση

Ένα δορυφορικό μόντεμ δεν είναι η μόνη συσκευή που απαιτείται για τη δημιουργία ενός καναλιού επικοινωνίας. Άλλος εξοπλισμός που είναι απαραίτητος για τη δημιουργία μιας δορυφορικής σύνδεσης περιλαμβάνει δορυφορικές κεραίες και μετατροπείς συχνότητας.

Τα στοιχεία που πρέπει να διαβιβαστούν μεταφέρονται σε ένα μόντεμ από τον τερματικό εξοπλισμό δεδομένων (π.χ. έναν υπολογιστή). Το μόντεμ έχει συνήθως ενδιάμεση συχνότητα (IF) output (δηλαδή, 50-200 MHz), ωστόσο, μερικές φορές το σήμα διαμορφώνεται άμεσα στην L-band. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η συχνότητα πρέπει να μετατρέπεται χρησιμοποιώντας έναν up converter πριν την ενίσχυση και μετάδοση. Διαμορφωμένο σήμα είναι μια ακολουθία από σύμβολα, τεμάχια δεδομένων αντιπροσωπεύονται από μια αντίστοιχη κατάσταση σήματος, π.χ. ένα bit ή λίγα bits, ανάλογα με την διαμόρφωση.

Ομοίως, ένα μήνυμα λαμβανόμενο από έναν δορυφόρο πρώτα down converted (αυτό γίνεται από έναν μπλοκ μετατροπέα χαμηλού θορύβου - LNB), μετά αναδιαμορφώνεται από ένα μόντεμ, και στο τέλος τα στοιχεία εξετάζεται από τον τερματικό εξοπλισμό. Το LNB δουλεύει συνήθως από το μόντεμ μέσω του καλωδίου σήματος με 13 ή 18 V DC. Το αμφίδρομο "iLNB" τερματικό πιάτο που χρησιμοποιείται για την ASTRA2Connect έχει 500mW πομπό και λαμβάνει ενιαία-πολικότητα LNB, όσο λειτουργεί στη ζώνη Ku.



Σχήμα 2.5 Αμφίδρομο iLNB που χρησιμοποιείται από την ASTRA2Connect

2.2.1.2 Χαρακτηριστικά

Οι βασικές λειτουργίες ενός δορυφορικού μόντεμ είναι η διαμόρφωση και η αποδιαμόρφωση. Οι δορυφορικές προδιαγραφές των δορυφορικών επικοινωνιών καθορίζουν επίσης τους κώδικες διόρθωσης σφαλμάτων και τα framing format.

Δημοφιλής τύποι διαμορφώσεων που χρησιμοποιούνται για τις δορυφορικές επικοινωνίες:

- Binary phase shift keying (BPSK);
- Quadrature phase shift keying (QPSK);
- Orthogonal quadrature phase shift keying (OQPSK);
- 8PSK;
- Quadrature amplitude modulation(QAM), especially 16QAM

Οι δημοφιλής δορυφορικοί κώδικες διόρθωσης σφαλμάτων περιλαμβάνουν:

- Συνελικτικοί κώδικες:
 - με εξαναγκασμένο μήκος μικρότερο από 10, συνήθως αποκωδικοποιημένες χρησιμοποιώντας ένα αλγόριθμο Viterbi (βλ. Viterbi αποκωδικοποιητής)?
 - με εξαναγκασμένο μήκος περισσότερο από 10, συνήθως αποκωδικοποιημένες χρησιμοποιώντας έναν αλγόριθμο Fano (βλ Sequential αποκωδικοποιητής)?
 - Νέα μόντεμ υποστηρίζουν ανώτερους κώδικες διόρθωσης σφαλμάτων (turbo κώδικες και κώδικες LDPC).

Framing format τα οποία υποστηρίζονται από ποικίλα δορυφορικά μόντεμ περιλαμβάνουν:

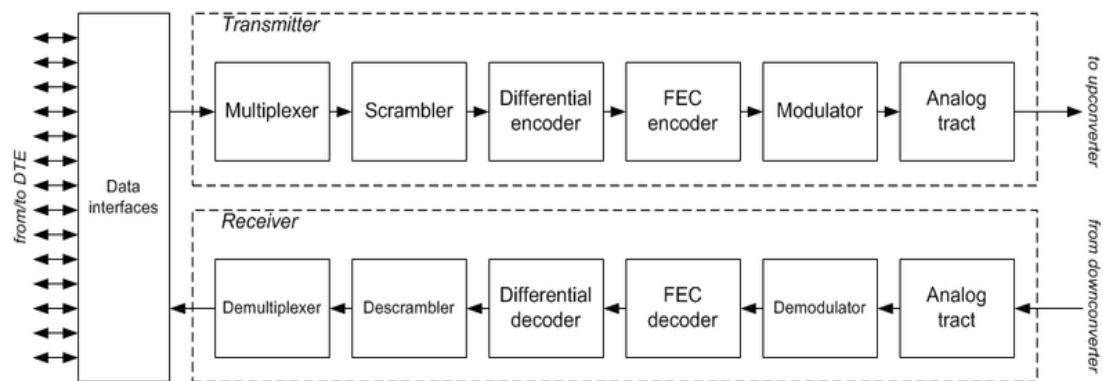
- Intelsat business service (IBS) framing
- Intermediate data rate (IDR) framing
- MPEG-2 transport framing (που χρησιμοποιούνται σε DVB)
- E1 και T1 framing

Τα High-end μόντεμ περιλαμβάνουν επίσης κάποια επιπλέον χαρακτηριστικά:

- Διεπαφές πολλαπλών δεδομένων (όπως RS-232, RS-422, V.35, G.703, LVDS, Ethernet)?
- Embedded Distant-end Monitor and Control (EDMAC), που επιτρέπει τον έλεγχο του μόντεμ από μακριά?
- Automatic Uplink-end Power Control (AUPC), δηλαδή προσαρμόζει την παραγωγή ενέργειας να διατηρεί σταθερό σήμα προς θόρυβο έως την απομακρυσμένη κατεύθυνση?

2.2.1.3 Εσωτερική διάρθρωση

Ίσως ο καλύτερος τρόπος για την κατανόηση της εργασίας ενός μόντεμ είναι να εξετάσεις την εσωτερική του διάρθρωση. Ένα μπλοκ διάγραμμα ενός δορυφορικού μόντεμ εμφανίζεται στην εικόνα. Σχεδόν όλα τα μέρη είναι προαιρετικά.



Σχήμα 2.6 Δορυφορικό μόντεμ , η εσωτερική δομή

Αναλογικές οδοί

Μετά από μια digital-to-analog μετατροπή στο πομπό το σήμα περνά μέσα από ένα φίλτρο ανασυγκρότησης. Στη συνέχεια, τη συχνότητα μετατρέπεται, εφόσον αυτό απαιτείται. Ο σκοπός του αναλογικού συστήματος στο δέκτη είναι η μετατροπή της συχνότητας του σήματος και να προσαρμόσει την ισχύ μέσω ενός κυκλώματος αυτόματου ελέγχου της ισχύς.

Το σήμα εισόδου για το αναλογικό σύστημα είναι στο ενδιάμεση συχνότητα ή στην L-band, στη δεύτερη περίπτωση πρέπει κατ'αρχάς να μετατρέπεται στην IF. Στη συνέχεια, το σήμα είναι είτε δείγμα ή επεξεργασμένο από ένα four-quadrant multiplier που παράγει το περίπλοκο φάκελο στοιχείων (I, Q) μέσω του πολλαπλασιασμού του με της υπερετερόδυνες συχνότητες. Βλέπε υπερετερόδυνος δέκτη.

Τέλος το σήμα περνά μέσα από ένα φίλτρο anti-aliasing και ψηφιοποιείται ..

2.2.2 Εύρος Ζώνης

Οι πελάτες του δορυφορικού Internet κυμαίνονται από μεμονωμένους χρήστες από το σπίτι με ένα PC σε μεγάλες επιχειρηματικές απομακρυσμένες τοποθεσίες με αρκετές εκατοντάδες υπολογιστές.

Υπάρχουν περιοριστικά μέτρα που βασίζονται συνήθως στο μέγιστο επιτρεπτό εύρος ζώνης, ώστε κάθε χρήστης να εκμεταλλεύεται ένα εύλογο μερίδιο, σύμφωνα με αυτά που πληρώνει. Όταν ο χρήστης υπερβαίνει τα επιτρεπτά Mbytes, η εταιρεία μπορεί να επιβραδύνει την πρόσβασή του και να τον επιβαρύνει για την υπέρβαση του εύρους ζώνης που χρησιμοποιείται. Για καταναλωτή δορυφορικού Internet, το επιτρεπτό όριο μπορεί να κυμαίνεται από 500MB έως 17GB το μήνα. Μια από κοινού λήψη, μπορεί να έχει λίγο πρόσθετο bandwidth από 1 έως 40 Mbit / s το οποίο μοιράζεται σε ποσοστό από 100 έως και 4000 τελικούς χρήστες. Σημειώστε το μέσο ρυθμό bit ανά τελικό χρήστη PC είναι μόνο 10 - 20kbit / s. Αυτό είναι επαρκές για τους περισσότερους ανθρώπους, αλλά σίγουρα δεν θα είναι κατάλληλο για άτομα που θέλουν να κάνουν μεγάλης κλίμακας μεταφορές αρχείων, βίντεο ή μουσική ή να μιλάνε για μεγάλο χρονικό διάστημα με τη χρήση VoIP τηλεφώνων.

Οι επιχειρηματικοί χρήστες τείνουν να επιλέξουν υπηρεσίες εύρους ζώνης όπου κάθε συμφόρηση είναι υπό τον δικό τους έλεγχο. Κάθε απομακρυσμένη τοποθεσία μπορεί επίσης να είναι εξοπλισμένη με ένα τηλέφωνο-μόντεμ. Οι

συνδέσεις για αυτό είναι σαν ένα συμβατικό dial-up ISP. Αμφίδρομα δορυφορικά συστήματα, μπορεί ενίοτε να χρησιμοποιούν το modem channel και στις δύο κατευθύνσεις για τα δεδομένα διότι το latency (**Latency** είναι η καθυστέρηση μεταξύ των αιτούμενων δεδομένων και της απάντησης, ή, στην περίπτωση της μονόδρομης επικοινωνίας, μεταξύ της πραγματικής στιγμής της εκπομπής και τη στιγμή που πράγματι τα δεδομένα φτάνουν στον προορισμό) είναι πιο σημαντικό από το εύρος ζώνης, αντιθέτως στο δορυφορικό κανάλι για λήψη δεδομένων, το εύρος ζώνης είναι πιο σημαντικό από το latency, όπως στις μεταφορές αρχείων.

Το 2006, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή χορήγησε το project Unic που αποβλέπει στην ανάπτυξη μιας end-to-end επιστημονικής δοκιμής για τη διανομή των νέων ευρυζωνικών διαδραστικών υπηρεσιών κεντρικών- τηλεοράσεων που παρέχουν χαμηλού κόστους αμφίδρομη δορυφορική τηλεόραση στους τελικούς χρήστες στο σπίτι. Η αρχιτεκτονική Unic χρησιμοποιεί το **DVB-S2** πρότυπο για downlink και **DVB-RCS** πρότυπο για uplink.

Συνηθισμένα VSAT πιάτα (1.2-2.4m dia) χρησιμοποιούνται ευρέως για υπηρεσίες VoIP τηλεφώνου. Η φωνητική κλήση αποστέλλεται μέσα σε πακέτα μέσω δορυφόρου και διαδικτύου. Χρησιμοποιώντας τεχνικές κωδικοποίησης και συμπίεσης το ποσοστό ροής bit που απαιτείται ανά κλήση είναι μόνο 10,8 kbit / s προς κάθε κατεύθυνση.

Στα δορυφορικά κανάλια, οι κύριες εμπορικές ζώνες φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Ζώνη	Συχνότητα	Ζεύξη καθόδου (GHz)	Ζεύξη ανόδου (GHz)
C	4/6	3.7-4.2	5.925-6.425
Ku	11/14	11.7-12.2	14.0-14.5
Ka	20/30	17.7-21.7	27.5-30.5

Πίνακας2.1: Εμπορικές ζώνες στις δορυφορικές επικοινωνίες

Η ζώνη C ήταν η πρώτη που αφιερώθηκε για εμπορική δορυφορική κίνηση. Σε αυτήν έχουν εκχωρηθεί 2 περιοχές συχνοτήτων, η χαμηλότερη για κατερχόμενη κίνηση (από το δορυφόρο) και η υψηλότερη για ανερχόμενη (προς τον δορυφόρο). Οι ζώνες αυτές έχουν κορεστεί επειδή χρησιμοποιούνται επίσης από τηλεπικοινωνιακούς φορείς για επίγειες μικροκυματικές ζεύξεις.

Η αμέσως επόμενη υψηλότερη ζώνη διαθέσιμη για τηλεπικοινωνιακούς φορείς είναι η ζώνη Ku. Η ζώνη αυτή δεν έχει ακόμη κορεστεί και στις συχνότητες αυτές οι δορυφόροι μπορούν να τοποθετηθούν σε απόσταση 1 μοίρας Τέλος έχει εκχωρηθεί εύρος ζώνης και στη ζώνη Ka για εμπορική δορυφορική κίνηση, αλλά ο εξοπλισμός που απαιτείται είναι ιδιαίτερα δαπανηρός. Επιπλέον αυτών των εμπορικών ζωνών υπάρχουν αρκετές κυβερνητικές και στρατιωτικές ζώνες.

Συνήθως ένας δορυφόρος διαθέτει 12-20 αναμεταδότες, ο καθένας με ένα εύρος ζώνης 46-50 MHz. Ένας αναμεταδότης των 50 Mbps μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να κωδικοποιηθεί ένας συρμός δεδομένων που θα αποτελείται από 800 δίαυλους ψηφιακής φωνής των 64 kbps ή και διάφοροι άλλοι συνδυασμοί. Επίσης 2 αναμεταδότες μπορούν να χρησιμοποιούν διαφορετικές πολώσεις του σήματος οπότε μπορούν να χρησιμοποιούν την ίδια περιοχή συχνοτήτων χωρίς παρεμβολές. Επιπρόσθετα να αναφέρουμε ότι παλαιότερα η διαίρεση των αναμεταδοτών σε διαύλους ήταν στατική, με χωρισμό του εύρους ζώνης σε καθορισμένες ζώνες συχνοτήτων (FDM) ενώ σήμερα χρησιμοποιείται επίσης η πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου (TDM) λόγω της μεγαλύτερης ευελιξίας της.

2.2.3 Φορητό δορυφορικό Internet

2.2.3.1 Φορητά δορυφορικά modem

Αυτά συνήθως έρχονται με τη μορφή ενός ανεξάρτητου ορθογώνιου κουτιού που πρέπει να τοποθετηθεί στη γενική κατεύθυνση του δορυφόρου σε αντίθεση με την ευθυγράμμιση VSAT, δεν χρειάζεται να είναι πολύ ακριβής, και το μόντεμ που

έχει κατασκευαστεί στην ισχύ του σήματος βοηθούν τον χρήστη να ευθυγραμμίσει σωστά τη συσκευή.



Σχήμα 2.7

Τα μόντεμ έχουν βύσματα διασύνδεσης που χρησιμοποιούνται συνήθως, όπως Ethernet ή Universal Serial Bus. Ορισμένα, επίσης, διαθέτουν ενσωματωμένο Bluetooth πομποδέκτη και διπλό σαν ένα δορυφορικό τηλέφωνο. Τα μόντεμ τείνουν επίσης να έχουν τις δικές τους μπαταρίες, έτσι ώστε να μπορεί να συνδεθεί με ένα laptop χωρίς αποστράγγιση της μπαταρίας. Τα πιο συχνά τέτοια συστήματα είναι τα INMARSAT του BGAN. Αυτά τα τερματικά έχουν περίπου το μέγεθος ενός χαρτοφύλακα και έχουν σχεδόν συμμετρική σύνδεση ταχύτητας της τάξης των 350-500 kbit / s. Μικρότερα μόντεμ υπάρχουν, όπως αυτά που προσφέρονται από **Thuraya** αλλά μόνο σύνδεση ταχύτητας 144 Kbit / s σε μια περιορισμένη περιοχή κάλυψης.

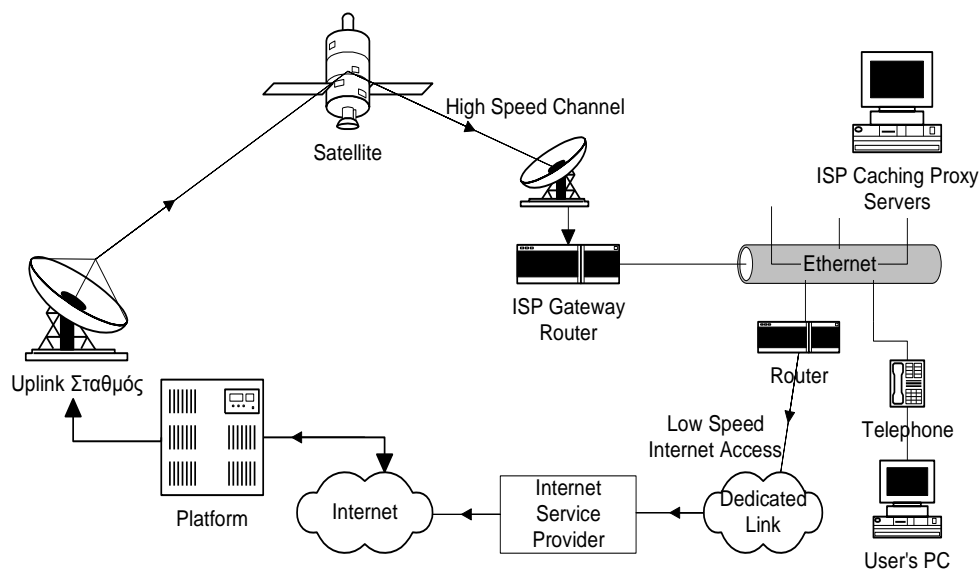
Η χρησιμοποίηση ενός τέτοιου μόντεμ είναι εξαιρετικά ακριβή με κόστος εύρους ζώνης μεταξύ \$ 5 και \$ 7 ανά megabyte. Τα μόντεμ τα ίδια είναι επίσης ακριβά, αφού κοστίζουν μεταξύ \$ 1000 και \$ 4000.

2.2.4 Σύνδεση Internet μέσω δορυφορικού τηλεφώνου

Για πολλά χρόνια τώρα τα δορυφορικά τηλέφωνα έχουν δυνατότητα σύνδεσης στο Internet. Το Bandwidth κυμαίνεται από περίπου 2400 bit / s για Iridium δίκτυο δορυφόρων και ACES τηλέφωνα που βασίζονται στα Thuraya τηλέφωνα με 15 kbit / s uplink και 60 kbit / s downlink. Η Globalstar παρέχει επίσης πρόσβαση στο Internet με 9,600 bit / s-όπως μια σύνδεση Iridium και ACES μέσω τηλεφώνου που χρεώνεται ανά λεπτό, ωστόσο τόσο η Iridium και η Globalstar σχεδιάζουν να λανσάρουν νέους δορυφόρους προσφέροντας υπηρεσίες δεδομένων σε υψηλότερες ταχύτητες. Με Thuraya τηλέφωνα μια σύνδεση dial-up 9600 bit/s είναι επίσης δυνατή, η υπηρεσία των 60 kbit/s είναι πάντα σε λειτουργία και ο χρήστης χρεώνεται για τα δεδομένα που διαβιβάζονται (περίπου 5 δολάρια ανά megabyte). Τα τηλέφωνα μπορεί να συνδεθούν με ένα laptop ή άλλον υπολογιστή χρησιμοποιώντας ένα USB ή RS-232 interface. Λόγω του χαμηλού εύρους ζώνης που χρησιμοποιείτε είναι πάρα πολύ αργή η περιήγηση στο διαδίκτυο με μια τέτοια σύνδεση, αλλά χρήσιμη για την αποστολή email, **SSH**(Secure Shell είναι ένα πρωτόκολλο δικτύου που επιτρέπει δεδομένα να ανταλλάσσονται μέσω ενός ασφαλούς καναλιού μεταξύ δύο συσκευών δικτύου. Χρησιμοποιείται κυρίως στα Linux και Unix συστήματα που βασίζονται στην πρόσβαση shell accounts, το SSH σχεδιάστηκε ως υποκατάστατο του Telnet και άλλων απομακρυσμένων ανασφαλών κελυφών, τα οποία στέλνουν πληροφορίες, και ιδίως τους κωδικούς πρόσβασης, στο plaintext, αφήνοντας το έτσι ανοικτό για υποκλοπές. Η κρυπτογράφηση που χρησιμοποιείται από το SSH προβλέπει την εμπιστευτικότητα και ακεραιότητα των δεδομένων πάνω από ένα ανασφαλή δίκτυο, όπως το Internet.) και στην χρησιμοποίηση άλλων πρωτόκολλων χαμηλού εύρους ζώνης. Από τότε που τα δορυφορικά τηλέφωνα τείνουν να έχουν πανκατευθυντική κεραία δεν απαιτείται ευθυγράμμιση, εφόσον υπάρχει οπτική επαφή μεταξύ του τηλεφώνου και του δορυφόρου.

2.3 ΜΟΝΟΔΡΟΜΟ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ INTERNET

Το Μονόδρομο δορυφορικό Internet αποτελεί την ιδανική λύση για πρόσβαση ιδιαίτερα υψηλής ταχύτητας στο Internet από περιοχές στις οποίες δεν υπάρχουν επίγεια ευρυζωνικά δίκτυα. Για να μπορέσει κάποιος να συνδεθεί χρειάζεται τον εξοπλισμό δορυφορικής λήψης που επιτρέπει επιπρόσθετα την λήψη τηλεοπτικών καναλιών και ραδιοφώνου. Για να μειωθεί το κόστος, ο χρήστης κατεβάζει τα δεδομένα μέσω του δορυφόρου αλλά ανεβάζει δεδομένα μέσα από μια απλή τηλεφωνική γραμμή. Έτσι χρησιμοποιώντας το ειδικό πρόγραμμα της υπηρεσίας, γίνεται αυτόματα κλήση μέσω του μόντεμ στον επιλεγμένο ISP και ακολούθως ξεκινά η μεταφορά δεδομένων.



Σχήμα 2.8

Το μονόδρομο δορυφορικό Internet χωρίζεται σε δύο κατηγορίες:

- One-way receive, with terrestrial transmit
- One-way multicast, receive only

2.3.1 One-way receive, with terrestrial transmit

Η πρώτη αφορά σε μονόδρομη (unicast) δορυφορική σύνδεση που επιτρέπει μόνο downloading (κατέβασμα αρχείων). Πρόκειται δηλαδή για ένα συνδυασμό επίγειας και δορυφορικής σύνδεσης. Αρκεί ένας υπολογιστής, μια επίγεια σύνδεση στο Internet και μία κάρτα για λήψη σήματος DVB (Digital Video Broadcast), με το κατάλληλο λογισμικό για να λάβει τα δεδομένα και να τα δώσει ως IP πακέτα στο λειτουργικό σύστημα. Υπάρχουν βέβαια και ειδικά δορυφορικά modem, αλλά το κόστος τους είναι πολύ μεγαλύτερο από μια κάρτα DVB. Η σύνδεση στο Διαδίκτυο επιτυγχάνεται μέσω κάποιου proxy ή socks server.

Ο χρήστης ζητά μέσω της επίγειας σύνδεσής του κάποια δεδομένα, και ο server(εξυπηρετητής) τις δορυφορικής υπηρεσίας τοποθετεί αυτά τα πακέτα στο data stream(ροή δεδομένων) που εκπέμπεται από το δορυφόρο. Η εταιρία που παρέχει την υπηρεσία ενοικιάζει συνήθως ένα κύκλωμα σε ένα δορυφόρο. Στο δορυφόρο εκπέμπεται ένα μεγάλο stream, μέσα στο οποίο υπάρχουν τα δεδομένα όλων των χρηστών. Ο δορυφόρος επανεκπέμπει αυτό το stream προς τη Γη και αυτολαμβάνεται από όλους τους χρήστες. Εναπόκειται στην ευχέρεια του υπολογιστή του χρήστη να φιλτράρει τα δεδομένα που απευθύνονται σε αυτόν και να τα χειριστεί κατάλληλα. Οι ταχύτητες που επιτυγχάνονται στο μονόδρομο δορυφορικό Internet είναι της τάξεως του 1-2 Mbps. Συνήθως η ονομαστική ταχύτητα είναι 2Mbps, αλλά δεν επιτυγχάνεται πάντοτε, λόγω φόρτου στο επίγειο δίκτυο που διασύνδεει την εταιρία παροχής με το υπόλοιπο Διαδίκτυο. Ωστόσο, οι κάρτες DVB αναφέρουν στα τεχνικά τους χαρακτηριστικά τα 192Mbps ως μέγιστο ρυθμό διαμεταγωγής δεδομένων. Ένας άλλος τύπος συστήματος μονόδρομου δορυφορικού Internet συνεπάγεται τη χρήση General Packet Radio Service (GPRS) για το κανάλι επιστροφής.

2.3.1.1 General Packet Radio Service (GPRS)

Το General Packet Radio Service (GPRS) είναι ένα πακέτο υπηρεσιών Mobile Data που διατίθεται σε χρήστες των 2G κυτταρικών συστημάτων επικοινωνίας του παγκόσμιου συστήματος κινητών επικοινωνιών(GSM), καθώς και στα συστήματα 3G. Σε συστήματα 2G, το GPRS παρέχει ταχύτητα δεδομένων από 56 μέχρι 114 kbit / s.

Η μεταφορά GPRS δεδομένων χρεώνεται συνήθως ανά megabyte μεταβίβασης, ενώ τα δεδομένα της επικοινωνίας μέσω του παραδοσιακού κυκλώματος μεταγωγής χρεώνονται ανά λεπτό χρόνου σύνδεσης, ανεξάρτητα από το αν όντως ο χρήστης εκμεταλλεύεται το δίκτυο ή είναι σε κατάσταση αδράνειας. Η GPRS είναι μια καλύτερη προσπάθεια μεταγωγής πακέτων υπηρεσιών, σε αντίθεση με τα απλά κυκλώματα μεταγωγής, όπου η ποιότητα της υπηρεσίας QoS (quality of service) είναι εξασφαλισμένη κατά τη διάρκεια της σύνδεσης για τους μη χρήστες κινητών επικοινωνιών.

Τα 2G κυτταρικά συστήματα σε συνδυασμό με GPRS συχνά περιγράφονται ως "2,5 G", δηλαδή μια τεχνολογία μεταξύ της δεύτερης (2G) και τρίτης (3G) γενιάς κινητής τηλεφωνίας. Παρέχουν μέτρια ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων, με χρήση αχρησιμοποίητων Time division multiple access (TDMA) καναλιών, όπως για παράδειγμα, το σύστημα GSM. Αρχικά υπήρξε η σκέψη να επεκταθεί το GPRS για να καλύψει και άλλα πρότυπα, αλλά, αντί τα δίκτυα αυτά μετατράπηκαν να χρησιμοποιούν το πρότυπο GSM, έτσι ώστε το GSM να είναι το μόνο είδος δικτύου που χρησιμοποιεί το GPRS. Το GPRS εντάσσεται στο GSM Release 97 και στις νεότερες εκδόσεις του. Αρχικά τυποποιήθηκε από το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων (ETSI), αλλά τώρα από το Έργο εταιρικής συνεργασίας 3ης Γενιάς (3GPP).

Η σύνδεση GPRS εγκαθιδρύθηκε κατ 'αναφορά από το όνομα του σημείου πρόσβασης (APN). Η APN καθορίζει τις υπηρεσίες όπως την πρόσβαση του Πρωτόκολλο Ασύρματων Εφαρμογών (WAP), την υπηρεσία μικρών μηνυμάτων

(SMS), τα πολυμεσικά μηνύματα (MMS), καθώς και τις υπηρεσίες επικοινωνίας του internet, όπως το e-mail και η πρόσβαση στο World Wide Web.

2.3.1.1.1 Βασικά στοιχεία

Το GPRS υποστήριξε αρχικά (θεωρητικά) το IP (Internet Protocol), το Point-to-Point Protocol (PPP) και το X.25. Η τελευταία συνήθως χρησιμοποιείται για εφαρμογές σε ασύρματα τερματικά πληρωμών, παρόλο που αυτό έχει απομακρυνθεί από το πρότυπο. Το X.25 μπορεί ακόμη να στηρίζεται πάνω στο PPP, ή ακόμη και πάνω στο IP, αλλά για να γίνει αυτό απαιτείται είτε ένας δρομολογητής για την εκτέλεση ενθυλάκωσης ή ενσωματωμένο end-device/terminal π.χ. UE (εξοπλισμός χρήστη). Στην πράξη, το κινητό built-in browser χρησιμοποιεί IPv4. Αυτή η κατάσταση PPP συχνά δεν υποστηρίζεται από τους φορείς κινητών τηλεφώνων, ενώ το IPv6 δεν είναι ακόμα δημοφιλής. Αλλά αν το κινητό χρησιμοποιείται ως μόντεμ για το συνδεδεμένο υπολογιστή, το PPP χρησιμοποιείται σαν σήραγγα IP του τηλεφώνου. Αυτό επιτρέπει σε μια διεύθυνση IP να αποδίδεται δυναμικά στο κινητό εξοπλισμό.

Όταν το πρωτόκολλο TCP / IP χρησιμοποιείται, κάθε τηλέφωνο μπορεί να έχει μία ή περισσότερες διαθέσιμες διευθύνσεις IP. Το GPRS θα αποθηκεύει και διαβιβάζει τα πακέτα IP στο τηλέφωνο κατά τη διάρκεια της κυτταρικής παράδοσης (κατά τη μετακίνηση από το ένα κύτταρο στο άλλο). Ένας θόρυβος που προκαλείται από μια μετάβαση μπορεί να ερμηνευθεί ως μια απώλεια πακέτων TCP, και να προκαλέσει προσωρινό Throttling στην ταχύτητα μετάδοσης.

2.3.1.1.2 Hardware

Κατηγορία A

Μπορεί να συνδεθεί με μια υπηρεσία GPRS και μια υπηρεσία GSM (φωνητική κλήση, SMS), χρησιμοποιώντας και τα δύο ταυτόχρονα. Αυτές οι συσκευές είναι γνωστό ότι είναι διαθέσιμες σήμερα.

Κατηγορία Β

Μπορεί να συνδεθεί με μια υπηρεσία GPRS και μια υπηρεσία GSM (φωνή, SMS), αλλά χρησιμοποιώντας μόνο το ένα ή το άλλο σε μια δεδομένη στιγμή. Κατά τη διάρκεια της υπηρεσίας GSM (φωνητικής κλήσης ή SMS), η υπηρεσία GPRS διακόπτεται προσωρινά και στη συνέχεια επαναλαμβάνεται αυτόματα μετά από την υπηρεσία GSM (φωνητικής κλήσης ή SMS) που έχει συνάψει. Τα περισσότερα κινητά τηλέφωνα είναι GPRS Class B.

Κατηγορία Γ

Είτε είναι συνδεδεμένες με GPRS υπηρεσία ή υπηρεσία GSM (φωνή, SMS). Ο χρήστης πρέπει να επιλέγει ο ίδιος την μια ή την άλλη υπηρεσία από μόνος του.

Το GPRS είναι η τεχνολογία στην οποία η ταχύτητα είναι άμεση συνάρτηση του αριθμού των διαθέσιμων χρονοθυρίδων TDMA, δηλαδή: (α) τι υποστηρίζει το συγκεκριμένο κύτταρο και (β) η μέγιστη ικανότητα της κινητής συσκευής που εκφρασμένη σε GPRS Class Πολυθυρίδες.

Coding scheme

Coding scheme	Speed (Kbit/s)
CS-1	8.0
CS-2	12.0
CS-3	14.4
CS-4	20.0

Πίνακας 2.2

Η ταχύτητα μεταφοράς εξαρτάται επίσης από την κωδικοποίηση του καναλιού που χρησιμοποιείται. Το λιγότερο ισχυρό, αλλά πιο γρήγορο, σύστημα κωδικοποίησης (CS-4) είναι διαθέσιμο κοντά σε ένα πομποδέκτη σταθμού βάσης (BTS), ενώ το πιο ισχυρό σύστημα κωδικοποίησης (CS-1) χρησιμοποιείται όταν ο κινητός σταθμός (MS) είναι πιο μακριά από μια BTS.

Χρησιμοποιώντας το CS-4 είναι δυνατόν να επιτευχθεί από ένα χρήστη ταχύτητα των 20,0 kbit / s. Ωστόσο, χρησιμοποιώντας το σύστημα αυτό έχει κάλυψη στο κύτταρο 25% της κανονικής. Με το CS-1 μπορεί να επιτύχει ένας χρήστης μόνο την ταχύτητα των 8,0 kbit / s , αλλά έχει το 98% της κανονικής κάλυψη του κυττάρου. Νεότερος εξοπλισμός δικτύου μπορεί να προσαρμόσει την ταχύτητα μεταφοράς αυτόματα ανάλογα με την θέση του χρήστη.

Technology	Download (kbit/s)	Upload (kbit/s)	Configuration
CSD	9.6	9.6	1+1
HSCSD	28.8	14.4	2+1
HSCSD	43.2	14.4	3+1
GPRS	80.0	20.0 (Class8 & 10 and CS-4)	4+1
GPRS	60.0	40.0 (Class 10 and CS-4)	3+2
EGPRS(EDGE)	236.8	59.2 (Class 8, 10 and MCS-9)	4+1
EGPRS(EDGE)	177.6	118.4 (Class 10 and MCS-9)	3+2

Πίνακας 2.3

2.3.1.1.3 Συστήματα πολλαπλής πρόσβασης

Η μέθοδος πολλαπλής πρόσβασης που χρησιμοποιείται στο GSM με το GPRS βασίζεται στην διπλής όψης διαίρεση συχνότητας (FDD) και TDMA. Κατά τη διάρκεια μιας διαδικασίας, χρησιμοποιείται ένα κανάλι συχνότητας για up-link και ένα κανάλι συχνότητας για downlink. Αυτό συνδυάζεται με τον χρόνο του τομέα στατιστικής πολυπλεξίας, δηλαδή το πακέτο του τρόπου επικοινωνίας, η οποία καθιστά δυνατή για αρκετούς χρήστες να μοιράζονται το ίδιο κανάλι συχνότητας. Τα πακέτα έχουν σταθερό μήκος, το οποίο αντιστοιχεί σε μια GSM χρονοθυρίδα. Το downlink χρησιμοποιεί το χρόνο υποβολής της αρχής του προγραμματισμού πακέτων(first-come first-served), ενώ η ανερχόμενη ζεύξη χρησιμοποιεί ένα σύστημα που μοιάζει πολύ με την κράτηση ALOHA.

2.3.1.2 Υλικά στοιχεία συστημάτων

Ο σταθμός μετάδοσης (ονομάζεται επίσης "teleport", "head end", "uplink facility", ή "hub") έχει δύο συνιστώσες:

- **Σύνδεση Internet:** Οι δρομολογητές των (ISP) internet service providers συνδέονται με διακομιστές μεσολάβησης που μπορεί να επιβάλουν την ποιότητα της υπηρεσίας (QoS) του εύρους ζώνης και των εγγυήσεων για την κίνηση του δικτύου. Αυτά τότε συνδέονται με ένα DVB ενθυλακωτή ο οποίος στη συνέχεια είναι συνδεδεμένος σε DVB-S μόντεμ. Το σήμα των ραδιοσυχνοτήτων (RF) από το DVB-S μόντεμ περνάει από ένα μετατροπέα που είναι συνδεδεμένος μέσω των γραμμών τροφοδοσίας στην εξωτερική μονάδα.
- **Δορυφορικό Uplink:** Ο block upconverter (BUC) και ο προαιρετικός low-noise block converter (LNB), ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιήσει έναν κυματοδηγό για να συνδεθεί με την προαιρετική orthomode transducer (OMT), που είναι βιδωμένη σε βύσμα τροφοδοσίας το οποίο είναι συνδεδεμένο με μεταλλικά υποστηρίγματα με τη δορυφορική κεραία.

Στον σταθμό εδάφους η εγκατάσταση αποτελείται από:

- **Εξωτερική μονάδα**
 - δορυφορική κεραία
 - βύσμα τροφοδοσίας
 - Universal LNB, για τη ζώνη **Ku**.
 - γραμμή τροφοδοσίας
- **Εσωτερική μονάδα**
 - DVB-S Peripheral Component Interconnect (PCI) κάρτα εσωτερική σε υπολογιστή
 - ή, DVB εξωτερικό modem με μια 8P8C (RJ-45) θύρα Ethernet
 - ή Universal Serial Bus (USB) που συνδέει το μόντεμ με τον υπολογιστή

2.3.1.3 Συστήματα λογισμικού

Απομακρυσμένες τοποθεσίες απαιτούν ένα ελάχιστο του προγραμματισμού για την τοποθέτηση του διακομιστή μεσολάβησης. Φιλτράρισμα παρέχεται συνήθως από την DVB κάρτα οδηγού.

Συχνά, μη τυποποιημένες **IP στοίβες** χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση των προβλημάτων Latency και ασυμμετρίας της δορυφορικής σύνδεσης. Τα δεδομένα αποστέλλονται μέσω δορυφορικής σύνδεσης που είναι συνήθως κωδικοποιημένα, γιατί διαφορετικά θα ήταν προσβάσιμα σε οποιοδήποτε που χρησιμοποιεί ένα δορυφορικό δέκτη.

Πολλές IP για δορυφορικές εφαρμογές χρησιμοποιούν ζεύγος διακομιστών μεσολάβησης σε δύο τελικά σημεία, έτσι ώστε ορισμένες επικοινωνίες μεταξύ των πελατών και των εξυπηρετητών να μην χρειάζεται να δεχθούν το Latency που είναι συνυφασμένη με μια δορυφορική σύνδεση. Για παρόμοιους λόγους, υπάρχουν ειδικές Virtual private network (VPN) υλοποιήσεις που έχουν σχεδιαστεί για χρήση πάνω από δορυφορικές συνδέσεις επειδή το VPN τυποποιημένο λογισμικό δεν μπορεί να χειριστεί το μεγάλο πακέτο πολλές φορές.

Οι Upload ταχύτητες περιορίζονται από τη χρήση dial-up modem, το Latency είναι υψηλό, όπως και για κάθε δορυφόρο που βασίζεται στο Internet (τουλάχιστον 240 ms στη μία μόνο κατεύθυνση, με αποτέλεσμα σε ένα συνολικό ταξίδι να έχει Latency περίπου 500ms). Οι download ταχύτητες μπορεί να είναι πολύ γρήγορη σε σύγκριση με dial-up.

2.3.1.4 Θεωρία της λειτουργίας

Απομακρυσμένες τοποθεσίες χρησιμοποιούν τον διακομιστή μεσολάβησης των επίγειων σταθμών (teleport), ο οποίος έχει ρυθμιστεί να δρομολογεί όλες τις εξερχόμενες κλήσεις προς τον QoS server, ο οποίος εξασφαλίζει ότι κανένας χρήστης δεν θα υπερβεί ένα ορισμένο εύρος ζώνης ή τα μηνιαία όρια κίνησης. Η κίνηση στη συνέχεια διαβιβάζεται στον encapsulator, που βάζει τα πακέτα IP στο εσωτερικό των πακέτων DVB. Το DVB πακέτα αποστέλλονται στη συνέχεια στο DVB μόντεμ και στη συνέχεια στον διαβιβαστή (BUC).

2.3.2 One-way multicast, receive only

Η δεύτερη κατηγορία της μονόδρομης είναι η multicast σύνδεση, η οποία συνήθως προσφέρεται ως επιπλέον δώρο στις συνδρομές. Η εταιρία που παρέχει τη σύνδεση στέλνει αρχεία και προγράμματα μέσω του δορυφόρου, τα οποία μπορούν να κατεβάσουν όλοι οι συνδρομητές της (ή ομάδες συνδρομητών της). Τα αρχεία αυτά μπορεί να τα επιλέγει η ίδια η εταιρία, ή μπορεί να τα ζητά ο κάθε χρήστης ξεχωριστά. Πλεονέκτημα της σύνδεσης αυτής για την εταιρία είναι ότι με ένα μόνο stream (κάτι σαν ένα τηλεοπτικό κανάλι μέσα σε ένα "μπουκέτο") εξυπηρετούνται όλοι οι χρήστες της, σε αντίθεση με την απλή μονόδρομη, όπου κάθε χρήστης καταλαμβάνει ένα μέρος της χωρητικότητας του αναμεταδότη. Για το λόγο αυτό, στις 96 multicast εκπομπές οι ταχύτητες είναι συνήθως πολύ υψηλές. Ο εξοπλισμός που απαιτείται είναι ο ίδιος με τη μονόδρομη σύνδεση. Εντούτοις, σε αρκετές περιπτώσεις δεν είναι απαραίτητη η επίγεια σύνδεση (όταν βέβαια τα αρχεία τα επιλέγει ο ίδιος ο πάροχος).

Συστήματα μονόδρομου multicast δορυφορικού internet χρησιμοποιούν το Internet Protocol (IP) και multicast βάση δεδομένων για την διανομή ήχου και βίντεο. Στις ΗΠΑ, η (Ομοσπονδιακή Επιτροπή Επικοινωνιών (FCC) απαιτεί άδεια μόνο για το σταθμό uplink και δεν απαιτεί άδεια για τους χρήστες. Σημειώστε ότι τα περισσότερα πρωτόκολλα Internet, δεν θα λειτουργήσουν σωστά πάνω από την

μονόδρομη πρόσβαση, επειδή αυτά προϋποθέτουν ένα κανάλι επιστροφής. Ωστόσο, το περιεχόμενο του Internet, όπως ιστοσελίδες μπορούν ακόμη να διανεμηθεί με ένα σύστημα "pushing" με τοπική αποθήκευση σε τοποθεσίες του τελικού χρήστη, αν και πλήρη διαδραστικότητα δεν είναι δυνατή.

2.3.2.1 Υλικά συστήματα

Παρόμοια με την one-way terrestrial return, η δορυφορική πρόσβαση στο Internet μπορεί να περιλαμβάνει και διασυνδέσεις με το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο για **squawk box** εφαρμογές. (squawk box είναι ένα μακρόχρονο επιχειρηματικό τηλεοπτικό πρόγραμμα ειδήσεων πρωινού χρόνου για το δίκτυο CNBC. Από το 1995, η εκπομπή έχει αναπτύξει μια σειρά από εκδόσεις σε όλα τα διεθνή κανάλια CNBC, πολλά από τα οποία χρησιμοποιούν μια παρόμοια μορφή. Ο τίτλος του προγράμματος προέρχεται από τον όρο για τη χρήση ενδοσυνεννόησης σε επενδυτικές τράπεζες και brokerages αποθεματικά να επικοινωνούν με deal stock ή sales priorities). Μια σύνδεση με το Διαδίκτυο δεν είναι απαιτούμενη, αλλά περιλαμβάνει πολλές εφαρμογές για server File Transfer Protocol (FTP) στην ουρά για τα δεδομένα εκπομπής.

2.3.2.2 Συστήματα λογισμικού

Οι περισσότερες μονόδρομες multicast εφαρμογές απαιτούν custom programming για απομακρυσμένες τοποθεσίες. Το λογισμικό των απομακρυσμένων τοποθεσιών πρέπει να φιλτράρεται, να αποθηκεύεται και να παρουσιάζει μια επιλογή για την διασύνδεση και την απεικόνιση των δεδομένων. Το λογισμικό στον σταθμό διαβίβασης πρέπει να παρέχει έλεγχο πρόσβασης, ουρά προτεραιότητας, αποστολή, και ενθυλάκωση των δεδομένων.

2.4 HELLAS-SAT 2 ΚΑΙ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ INTERNET

Λόγω του μεγάλου εύρους κάλυψης που έχει ο δορυφόρος Hellas-Sat 2, επιτρέπεται η σύνδεση απομακρυσμένων σημείων με υψηλές ταχύτητες ακόμα και σε σημεία που δεν υπάρχει επίγεια υποδομή μέσα σε μερικές ώρες και αυτό αποτελεί σοβαρό πλεονέκτημα αν ληφθεί υπόψη το υψηλό κόστος το οποίο απαιτείται για τη δημιουργία επίγειας υποδομής.

Ένας άλλος λόγος που καθιστά την υπηρεσία Hellas SAT net! ιδανική λύση, είναι ότι με την τεχνολογία DVB-RCS είναι πολύ εύκολο να σταλεί το ίδιο μήνυμα σε πολλαπλούς χρήστες (multicast υπηρεσίες), το video on demand, VoIP (Voice overIP), Video conference κλπ. Σε αυτού του είδους τις εφαρμογές αν και ο όγκος των δεδομένων είναι πολύ μεγάλος, μπορεί όμως να εξυπηρετηθεί από τις μεγάλες ταχύτητες του internet over satellite.



Σχήμα 2.9

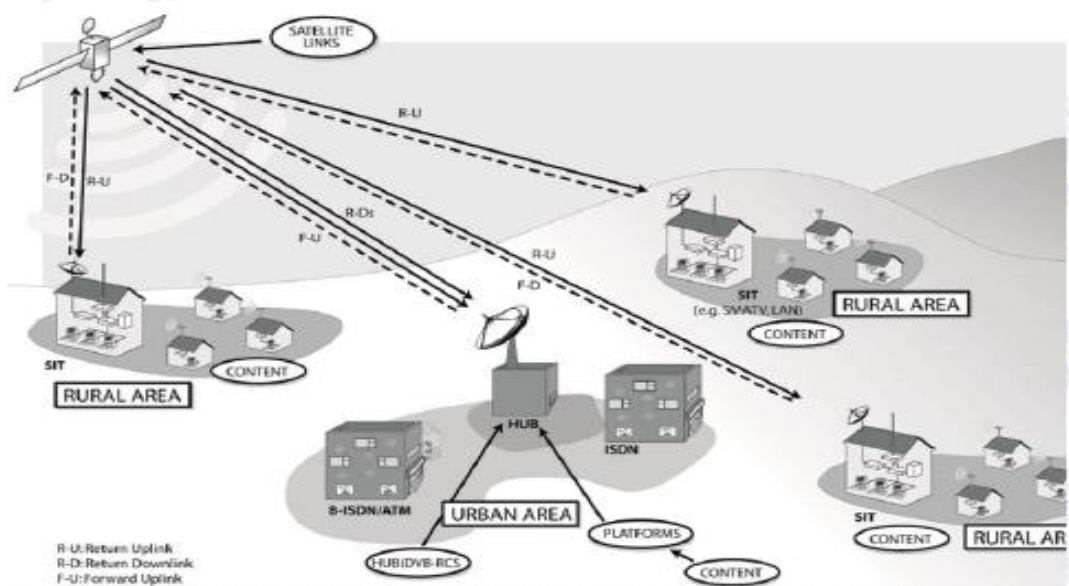
Η αμφίδρομη σύνδεση που παρέχεται από την υπηρεσία Hellas SAT net! ανεξαρτητοποιεί εντελώς τον χρήστη. Ο χρήστης επικοινωνεί αμφίδρομα μέσω ενός κεντρικού HUB με άλλους χρήστες και μπορεί να κατεβάζει δεδομένα web-browsing να έχει όλες τις υπηρεσίες Διαδικτύου (Internet, Web Browsing, e-mail, video on demand, VoIP, Teleconferencing, Telemedicine, Telecommuting, Virtual Private Network, IP cameras κλπ.).

Εδώ ο απαιτούμενος εξοπλισμός αποτελείται από το δορυφορικό modem (συγχρόνως λειτουργεί και ως IP router), έναν υπολογιστή και το δορυφορικό κάτοπτρο με διάμετρο συνήθως 90cm. Ο χρήστης αποστέλλει τα δεδομένα ενθυλακωμένα σε DVB-MPEG2 data stream. Η εκπομπή γίνεται στην ζώνη Ku(13.75-14.5GHz) με λήψη από (10.95-12.75 GHz). Η ισχύς κατά την εκπομπή είναι της τάξεως του 2-4 Watt. Η υπηρεσία έχει την δυνατότητα για ρυθμούς μετάδοσης των δεδομένων στο download από 512 Kbit/sec μέχρι και 45 Mbit/sec ενώ στο Upload από 128Kbit/sec μέχρι και 8Mbit/sec.

Επειδή ο δορυφόρος «βλέπει» όλη την Ευρώπη, και την λεκάνη της Μεσογείου, μπορεί να λύσει όλα τα προβλήματα ευρυζωνικότητας στην Ελλάδα. Σε πρώτη φάση παρέχονται στο κοινό οι εξής υπηρεσίες[6]:

- 512 kbps/256 kbps
- 1 Mbps /256 kbps
- 1 Mbps /512 kbps
- 2 Mbps /512 kbps

Το δίκτυο, το οποίο συνίσταται από το δορυφόρο Hellas Sat 2, τον Κομβικό Σταθμό Εδάφους (HUB) και τα τερματικά των χρηστών (σταθερών και κινητών), διατάσσονται σε τοπολογία αστέρα και απεικονίζονται στο ακόλουθο σχήμα:



Σχήμα 2.10

2.5 QOS ΣΤΟ INTERNET OVER SATELLITE

Αρκετοί επιστήμονες ασχολούνται με την επέκταση και βελτίωση του TCP πρωτοκόλλου ώστε να είναι δυνατή η αποδοτική χρήση του σε δορυφορικές συνδέσεις.

Το αυξημένο εύρος ζώνης που προσφέρουν τα δορυφορικά δίκτυα, θα οδηγήσει στη διέλευση μεγάλου αριθμού δεδομένων του Internet μέσω δορυφορικών κόμβων στα επόμενα χρόνια. Το μεγάλο γινόμενο *καθυστερήσης ανάδρασης x εύρος ζώνης* και η απώλεια πακέτων, που εμφανίζονται στις δορυφορικές συνδέσεις επηρεάζουν το Quality of Service (QoS) στο Internet over Satellite.

Η ανάπτυξη μηχανισμών που θα προσφέρουν QoS σε ένα πλήθος εφαρμογών αλλά και συνόλου χρηστών του Internet over Satellite αποτελεί αντικείμενο μελέτης αρκετών ερευνητών. Οι μηχανισμοί που θα αναπτυχθούν θα πρέπει να καθορίσουν περιορισμούς όσον αφορά τα ακόλουθα πέντε χαρακτηριστικά του Quality of Service:

- **Ταχύτητα μετάδοσης.** Ο ελάχιστος αποτελεσματικός ρυθμός δεδομένων που πρέπει να παρέχεται μαζί με ένα ανεκτό ανώτατο όριο.
- **Όρια στην καθυστέρηση και διακύμανσή της.** Η μέγιστη αποτελεσματική διακοπή που επιτρέπεται, ειδικά για video και άλλα σήματα που μεταφέρουν πληροφορίες πραγματικού χρόνου.
- **Ρυθμός Μετάδοσης (Throughput).** Το ποσό των δεδομένων τα οποία μεταδίδονται σε μια καθορισμένη χρονική περίοδο.
- **Προγραμματισμός (Schedule).** Οι χρόνοι έναρξης και λήξης για μία αιτούμενη υπηρεσία.
- **Ρυθμός Λαθών (Loss rate).** Ο μέγιστος αναμενόμενος ρυθμός απώλειας πακέτων σε ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα (ειδικά στις δορυφορικές συνδέσεις στις οποίες η απώλεια πακέτων μπορεί να οφείλεται είτε στη συμφόρηση είτε στη δημιουργία λαθών ή στις προβληματικές συνδέσεις).

Η απαίτηση για υψηλό QoS αυξάνει και το κόστος παροχής υπηρεσιών, το οποίο πρέπει να είναι ξεκάθαρο στους χρήστες, ώστε αυτοί να μην απαιτούν υψηλότερο επίπεδο υπηρεσιών από ότι πραγματικά χρειάζονται. Αυτό αυτόματα διαχωρίζει τους χρήστες σε ένα σύνολο διαφορετικών κλάσεων.

Κάθε κλάση χαρακτηρίζεται από ένα ανώτατο όριο στην καθυστέρηση μετάδοσης των δεδομένων, ένα ανώτατο όριο απώλειας πακέτων και ένα διαθέσιμο εύρος ζώνης για τις αιτούμενες υπηρεσίες, το οποίο μοιράζεται με έναν ιεραρχικό τρόπο ανάμεσα στους χρήστες της κλάσης.

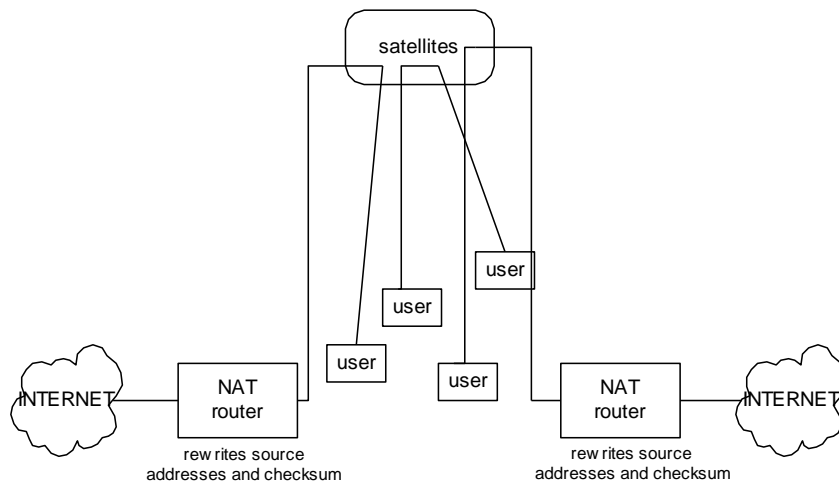
Εξαιτίας της καθυστέρησης στη λήψη επιβεβαιώσεων στις δορυφορικές συνδέσεις, η ιεραρχική σύνδεση των χρηστών που ανήκουν σε μια κλάση, επιτρέπει τη χρησιμοποίηση του εύρους ζώνης που ένας χρήστης δε χρησιμοποιεί για κάποιο χρονικό διάστημα, από τους άλλους χρήστες με αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης του TCP πρωτοκόλλου. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια αλγορίθμων που αποδίδουν «δίκαια» τους πόρους του δικτύου.

Σημαντικό θέμα έρευνας στο Internet over Satellite, αποτελεί και η δρομολόγηση των πακέτων δεδομένων. Οι δορυφόροι που δε βρίσκονται σε γεωστατική τροχιά αλλάζουν δυναμικά τις τοπολογίες των δορυφορικών δικτύων με αποτέλεσμα να χρειάζονται συχνή αλλαγή και οι πίνακες δρομολόγησης (routing tables). Η διατήρηση των πινάκων δρομολόγησης μέσα στους δορυφόρους δεν είναι συμφέρουσα καθώς δεν είναι εύκολη η ανανέωση και ενημέρωσή τους όταν οι δορυφόροι βρίσκονται σε τροχιά.

Μια καλή λύση είναι η χρησιμοποίηση ενός ιδιαίτερου τρόπου δρομολόγησης, όπως το Network Address Translation (NAT). Σε αυτή την τεχνική η αναγκαία πληροφορία για τη δρομολόγηση προέρχεται από το ίδιο το δίκτυο. Ο NAT router λαμβάνει τα δεδομένα και υπολογίζει κάθε φορά τις διευθύνσεις λήψης αλλά και προορισμού των πακέτων. Η διαδικασία είναι αμφίδρομη και παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα.

Αν και η NAT τεχνική λύνει το πρόβλημα δρομολόγησης στα δορυφορικά δίκτυα (καθώς και σε ιδιωτικά κινητά δίκτυα) το μόνο μειονέκτημα είναι η αυξημένη

πολυπλοκότητα των υπολογισμών που εμπλέκονται σε αυτή. Λύση σε αυτό το πρόβλημα μπορεί να προσφέρει η ενσωμάτωση μηχανισμών για switching & routing μέσα στους ίδιους τους δορυφόρους, που θα χειρίζεται τη μεταξύ τους επικοινωνία και μεταφορά πακέτων δεδομένων. Αυτό ήδη αποτελεί ερευνητικό στόχο των επιστημόνων για τα επόμενα χρόνια.



Σχήμα2.11 : Δρομολόγηση NAT στα δορυφορικά δίκτυα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

DVB-RETURN CHANNEL VIA SATELLITE

3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ DVB RCS

Η τεχνολογία DVB-RCS χαρακτηρίζεται από δύο κανάλια που συνδέουν τον πάροχο υπηρεσιών και τον τελικό χρήστη.

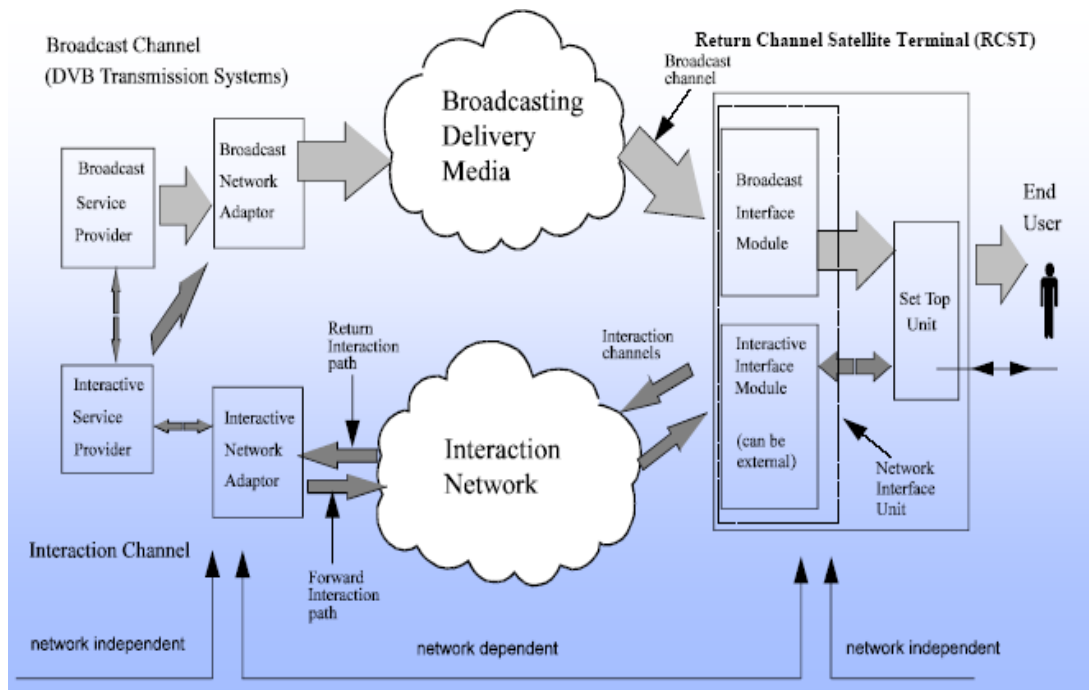
Τα δύο κανάλια είναι :

- **Κανάλι εκπομπής (Broadcast Channel):** Ένα ευρυζωνικό κανάλι εκπομπής μονής κατεύθυνσης, που περιλαμβάνει βίντεο, ήχο και εικόνα, εγκαθίσταται από τον φορέα παροχής υπηρεσιών προς τους χρήστες. Μπορεί να περιλαμβάνει και το Forward Interaction Path.
- **Διαδραστικό Κανάλι (Interaction Channel):** Ένα αμφίδρομο διαδραστικό κανάλι εγκαθίσταται μεταξύ του φορέα παροχής υπηρεσιών / χρήστη και του χρήστη για σκοπούς αλληλεπίδρασης. Αποτελείται από τα εξής:

-*Return Interaction Path* (Return Channel): Αυτή η διαδρομή καθιερώνεται από τον χρήστη προς τον φορέα παροχής υπηρεσιών. Χρησιμοποιείται για να υποβάλει αιτήματα στον παροχέα υπηρεσιών / χρήστη, να απαντά σε ερωτήσεις ή να μεταφέρει δεδομένα.

-*Forward Interaction Path* : Αυτή η διαδρομή καθιερώνεται από τον φορέα παροχής υπηρεσιών προς τον χρήστη. Χρησιμοποιείται για να παρέχει πληροφορία από τον παροχέα υπηρεσιών / χρήστη προς το χρήστη(ες) και για οποιαδήποτε άλλη απαιτούμενη επικοινωνία για την παροχή διαδραστικών υπηρεσιών. Αυτή η διαδρομή μπορεί να εμπεριέχεται στο κανάλι εκπομπής. Είναι πιθανό αυτό το κανάλι να μη χρειάζεται σε συγκεκριμένες εφαρμογές που κάνουν χρήση του Broadcast Channel ως φορέα δεδομένων προς το χρήστη.

Στο σχήμα 1 που ακολουθεί παρουσιάζεται το μοντέλο συστήματος που χρησιμοποιείται για διαδραστικές υπηρεσίες.



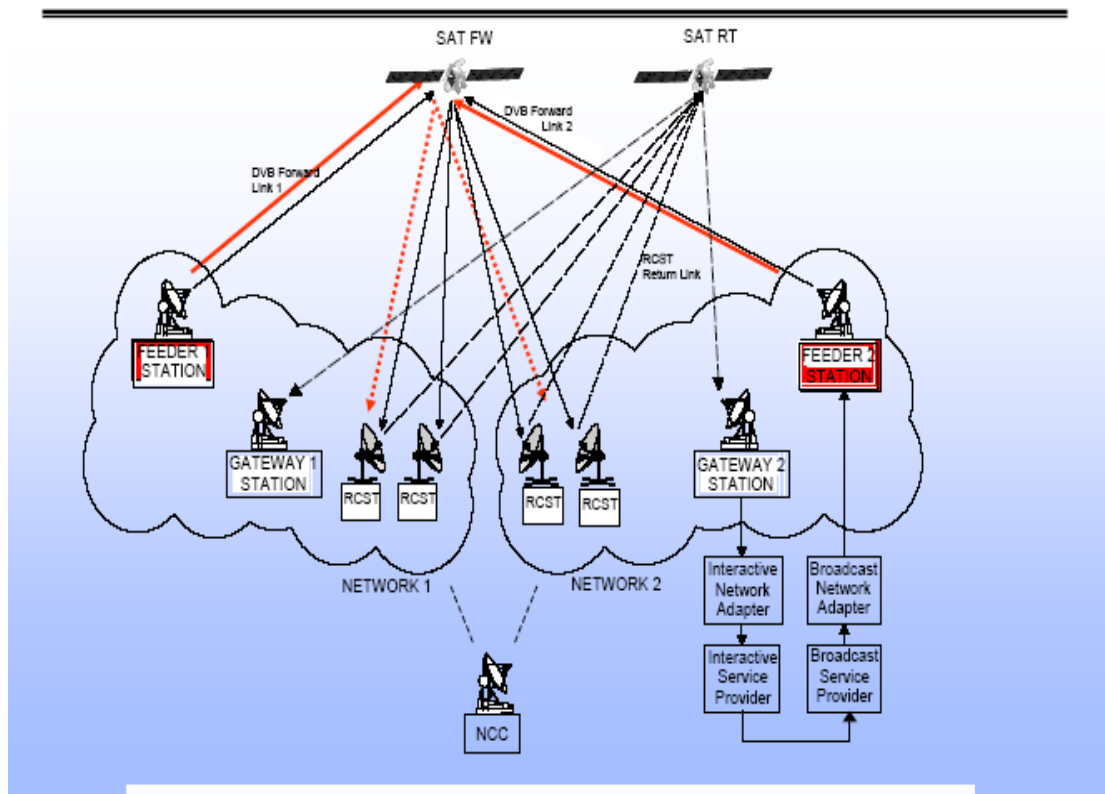
Σχήμα 3.1 Μοντέλο συστήματος για DVB-RCS

3.2 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟΥ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (SATELLITE INTERACTIVE NETWORK)

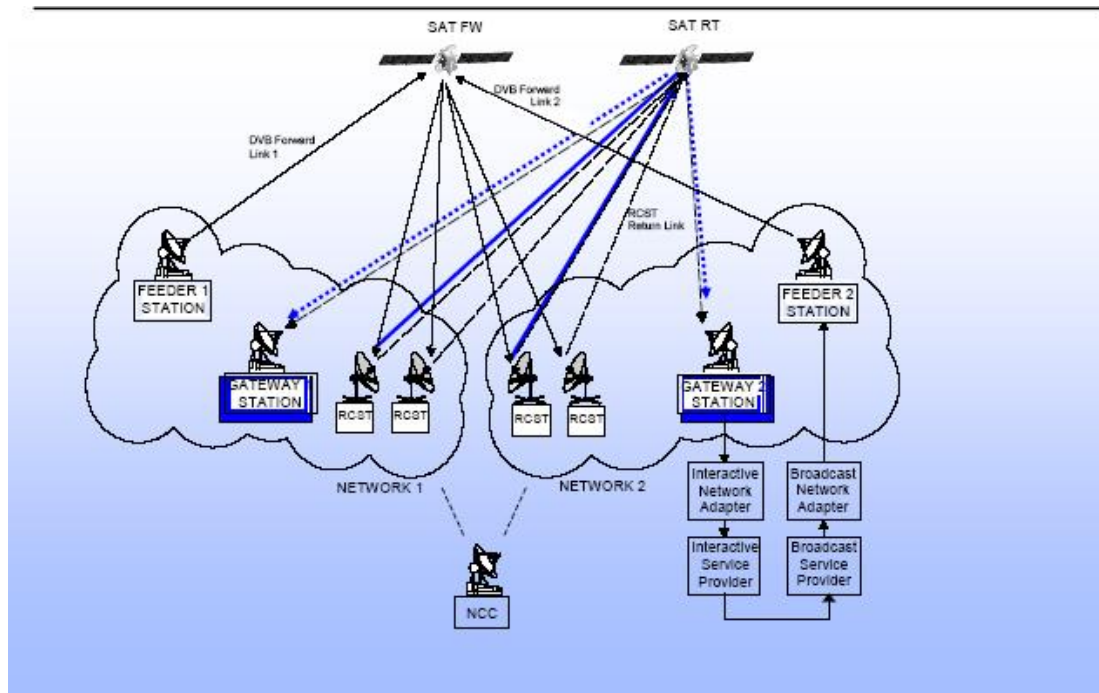
Ένα πλήρες δορυφορικό διαδραστικό δίκτυο, μέσα στο οποίο θα λειτουργήσει ένας μεγάλος αριθμός τερματικών, με κανάλι δορυφορικής επιστροφής **RCSTs** (return channel satellite terminals), περιλαμβάνει τις παρακάτω λειτουργικές ενότητες όπως φαίνεται και στα σχήματα 2 και 3:

- **Κέντρο ελέγχου δικτύων (Network Control Center):** ένα NCC παρέχει υπηρεσίες ελέγχου και επιτήρησης. Παράγει σήματα ελέγχου και συγχρονισμού, έτσι ώστε η λειτουργία του δορυφορικού διαδραστικού δικτύου να διαβιβάζεται από έναν ή περισσότερους feeder σταθμούς.

- **Πύλη κυκλοφορίας (Traffic Gateway):** ένα TG λαμβάνει τα σήματα επιστροφής του RCST, παρέχει υπολογιστικές υπηρεσίες, διαδραστικές υπηρεσίες και / ή συνδέσεις με δημόσιους, κοινούς και απόρρητους φορείς παροχής υπηρεσιών (βάσεις δεδομένων, pay-per-view TV, μεταφορά λογισμικού, tele-shopping, tele-banking, οικονομικές υπηρεσίες, πρόσβαση στο χρηματιστήριο, διαδραστικά παιχνίδια κτλ) και δίκτυα (internet, ISDN, PSTN κτλ).
- **Feeder:** ένας feeder εκπέμπει το σήμα της σύνδεσης προώθησης, *forward link signal*, το οποίο είναι μία τυποποιημένη δορυφορική άνω μετάδοση ψηφιακού βίντεο (DVB-S up link), επάνω στο οποίο πολυπλέκονται τα δεδομένα των χρηστών ή / και τα σήματα ελέγχου και συγχρονισμού που απαιτούνται για τη λειτουργία του δορυφορικού διαδραστικού δικτύου.



Σχήμα 3.2 Περιγραφή συστήματος RCS: forward link



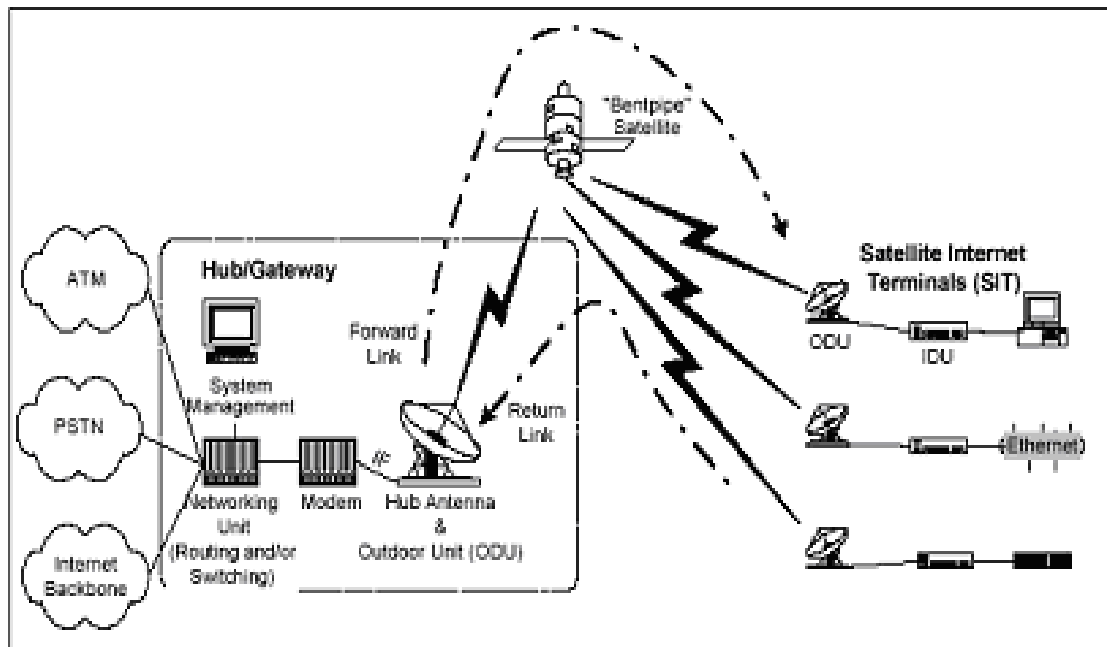
Σχήμα 3.3 Περιγραφή συστήματος RCS: return link

Όπως φαίνεται στα παραπάνω σχήματα, η ζεύξη προώθησης, *forward link*, υλοποιείται μέσω του feeder που στέλνει το σήμα στο δορυφόρο και ο δορυφόρος αναμεταδίδει στο τερματικό RCST. Ενώ στη ζεύξη επιστροφής, *return link*, το σήμα ξεκινάει από το τερματικό και στέλνεται μέσω του δορυφόρου στο gateway και από εκεί στο τελικό προορισμό του που μπορεί να είναι και κάποιο άλλο τερματικό. Οι σταθμοί gateway και feeder μπορεί να περιλαμβάνονται στο ίδιο hub.

Η ζεύξη προώθησης, *forward link*, φέρει σηματοδοσία από το NCC και τη κυκλοφορία χρηστών στα RCSTs. Η σηματοδοσία από το NCC στα RCSTs, που είναι απαραίτητη για τη λειτουργία του συστήματος στο return link ονομάζεται «σηματοδοσία ζεύξης προώθησης». Τόσο η κίνηση από τους χρήστες όσο και η σηματοδοσία της ζεύξης προώθησης είναι δυνατόν να φέρονται από διαφορετικά σήματα προώθησης. Τέλος, είναι δυνατόν να γίνουν διάφορες ρυθμίσεις των τερματικών RCSTs ανάλογα με τον αριθμό των δεκτών που υπάρχουν τη δεδομένη χρονική στιγμή στο σύστημα.

Η ζεύξη επιστροφής, return link, προσφέρει διαδραστικές υπηρεσίες και εγκαθίσταται από το χρήστη προς το φορέα παροχής υπηρεσιών ή και προς άλλο χρήστη.

Όλη η ροή δεδομένων διέρχεται από το σταθμό hub (feeder/ gateway), με την πλειοψηφία αυτής να κατευθύνεται προς τον παγκόσμιο ιστό, *internet backbone* (προαιρετικά δύναται να γίνει σύνδεση του hub με δίκτυα PSTN και ATM). Επίσης, όσον αφορά τα τερματικά RCSTs, μπορούν να συνδεθούν είτε με μεμονωμένους χρήστες είτε με επίγεια, ασύρματα ή ενσύρματα δίκτυα. Οι δυνατότητες σύνδεσης του DVB-RCS με άλλα υπάρχοντα δίκτυα φαίνεται παραστατικά στο σχήμα 4.



Σχήμα 3.4 Σύνδεση DVB-RCS με άλλα δίκτυα

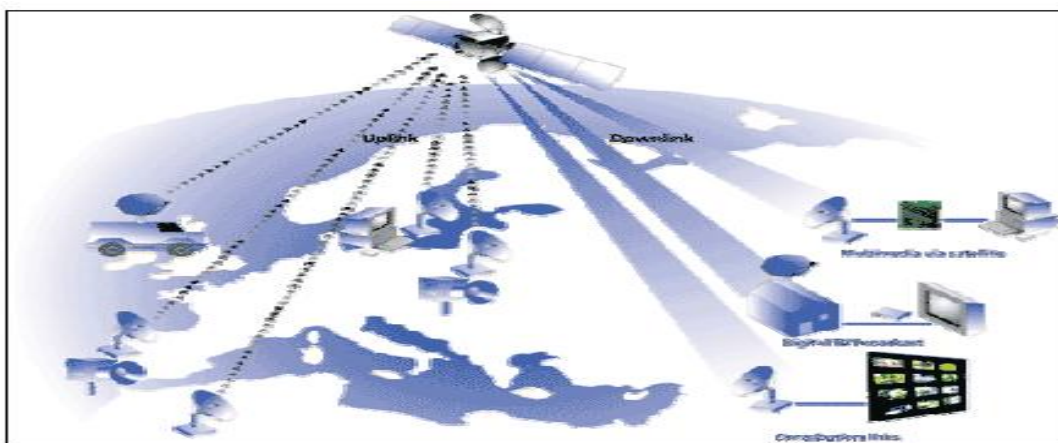
3.2.1 Δορυφορικοί αναμεταδότες

Ο δορυφόρος είναι βασικό συστατικό υλοποίησης της τεχνολογίας DVB-RCS. Οι μπάντες των συχνοτήτων που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι η Ku (12-18GHz) και /ή η Ka (18-30 GHz).

Ένας αναμεταδότης σε έναν δορυφόρο επικοινωνιών στη γεωστατική τροχιά ενεργεί όπως οι αναμεταδότες σε επίγειους μικροκυματικούς σταθμούς: λαμβάνει ένα σήμα μικροκυμάτων uplink από τη γη, αλλάζει την συχνότητά του, το ενισχύει

και το αναμεταδίδει στην κατιούσα, *downlink*, σύνδεση στη γη. Οι αναμεταδότες έχουν συνήθως στο στάδιο RF εύρη ζώνης 33, 36 ή 72 MHz και σχεδόν πάντα χρησιμοποιούν ενισχυτές μετάδοσης κύματος TWT.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι αναμεταδοτών, ο διαφανής, *transparent*, και ο αναπαραγωγικός, *regenerative*. Ο διαφανής αναμεταδότης είναι ο απλούστερος των δύο τύπων. Μετατρέπει τη συχνότητα των εισερχόμενων σημάτων και τα ενισχύει, αλλά δεν κάνει σχεδόν τίποτε άλλο. Καλείται "διαφανής" επειδή ενισχύει όλα τα σήματα της ζεύξης *uplink*, τόσο τα επιθυμητά σήματα όσο και τον ανεπιθύμητο θόρυβο. Σχεδόν όλοι οι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι σήμερα χρησιμοποιούν αυτού του είδους αναμεταδότη. Ο αναπαραγωγικός αναμεταδότης έχει όλες τις λειτουργίες του διαφανούς αναμεταδότη, αλλά επιπρόσθετα προσφέρει αποδιαμόρφωση, επεξεργασία και εκ νέου διαμόρφωση των σημάτων που φέρει. Αυτή η διαδικασία έχει δύο πλεονεκτήματα. Α) Καταρχάς, ο θόρυβος κατά την *uplink* ζεύξη αφαιρείται και δεν επαναμεταδίδεται στην κατιούσα σύνδεση, βελτιώνοντας με τον τρόπο αυτό τη γενική ποιότητα των καναλιών μέσω του δορυφόρου. Β) Δεύτερον, επιτρέπει το συνδυασμό πολλών απλών καναλιών άνω ζεύξης ανά φέρον (SCPC) ή TDMA καναλιών σε ένα μοναδικό TDM (Time Division Multiplex) κανάλι κάτω ζεύξης. Έτσι, αποφεύγεται η ανάγκη για πολυπλεξία πολλών σημάτων DVB στη γη. Αντ' αυτού, υλικό προγράμματος από διάφορες πηγές, όπως μεμονωμένοι σταθμοί TV ή πολλαπλοί μικροί φορείς παροχής υπηρεσιών, συνδυάζεται στο δορυφόρο σε μία ενιαία μετάδοση, όπως διευκρινίζεται στο σχήμα 5.



Σχήμα 3.5 Αναπαραγωγικό σύστημα αναμεταδοτών

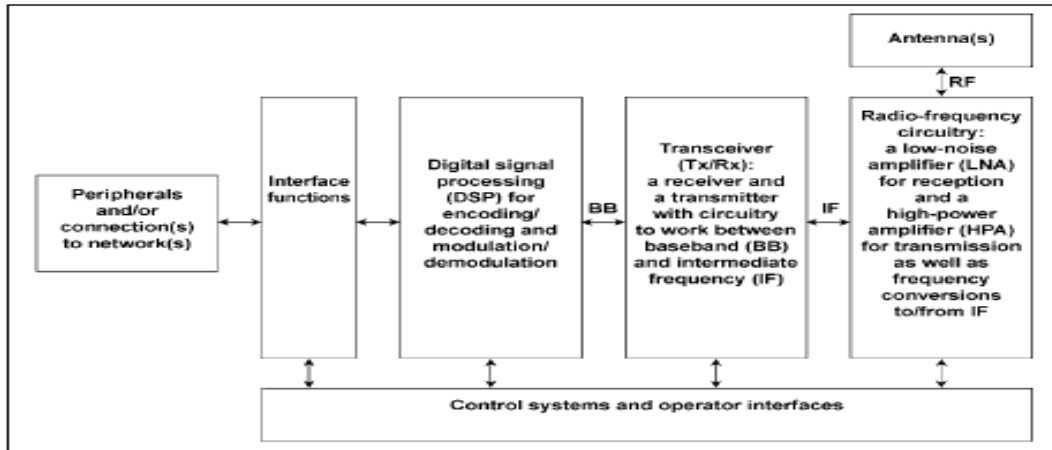
Το **μειονέκτημα** των αναπαραγωγικών αναμεταδοτών είναι ότι είναι πιο καινούριοι, λιγότερο δοκιμασμένοι σε πρακτικές εφαρμογές και πιο σύνθετοι από τους διαφανείς αναμεταδότες. Συνεπώς, οι περισσότεροι από τους αναμεταδότες των παγκόσμιων δορυφορικών επικοινωνιών είναι διαφανείς. Εν τούτοις, τα ελκυστικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα των αναπαραγωγικών συστημάτων αποτελούν εγγύηση για την μελλοντική χρήση της τεχνολογίας.

3.2.2 Επίγειοι Σταθμοί

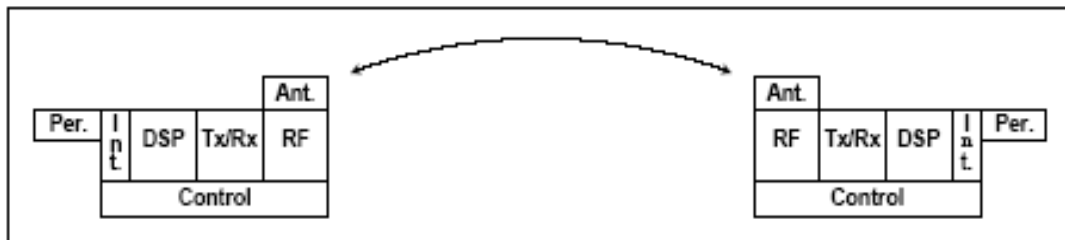
Όπως φαίνεται στο μπλοκ διάγραμμα του σχήματος 3.6, όλοι οι ψηφιακοί σταθμοί ραδιοεπικοινωνιών – είτε πρόκειται για συστήματα δορυφορικών επικοινωνιών είτε για επίγεια συστήματα ραδιοεπικοινωνιών – περιλαμβάνουν επτά βασικά συστατικά- λειτουργίες. Όσο μικρότερος είναι ο σταθμός, τόσο περισσότερο πακετοποιούνται τα συστατικά αυτά στοιχεία. Παραδείγματος χάριν, στη περίπτωση του ψηφιακού κυψελωτού τηλεφώνου και τα επτά είναι σε μία ενιαία μονάδα, με το ακουστικό του τηλεφώνου να ενσωματώνεται επιπρόσθετα στην συσκευή. Σε ένα τερματικό επίγειο σταθμού υπάρχουν τέσσερις χωρισμένες μονάδες εξαρτημάτων :

- η κεραία.
- η εσωτερική μονάδα (In Door Unit) που αποτελείται από τις διεπαφές, την επεξεργασία ψηφιακού σήματος (DSP), τον πομποδέκτη και τον έλεγχο του εξοπλισμού.
- η εξωτερική μονάδα (Out Door Unit) που περιέχει τα στοιχεία κυκλώματος RF.
- οι περιφερειακές μονάδες, όπως ένας προσωπικός υπολογιστής (PC).

Σε έναν χαρακτηριστικό σταθμό Hub, τα επτά του συστατικά στοιχεία είναι χωριστές διασυνδεδεμένες μονάδες, οι οποίες, εκτός από την κεραία, είναι συνήθως τοποθετημένες σε ένα μέρος. Ανεξάρτητα από το μέγεθος ή την έκταση συσκευασίας του, ο βασικός σκοπός κάθε σταθμού είναι, φυσικά, να επικοινωνήσει με άλλους σταθμούς, όπως διευκρινίζεται στο σχήμα 7.



Σχήμα 3.6 Όλοι οι ψηφιακοί ράδιο- επικοινωνιακοί σταθμοί αποτελούνται από επτά βασικές "δομικές μονάδες" που συνδέουν τη βασική ζώνη (BB), την ενδιάμεση συχνότητα (IF) και την ραδιοσυχνότητα (RF)



Σχήμα 3.7 Βασική επικοινωνία ανάμεσα σε δύο σταθμούς

3.2.2.1 DVB-RCS Hubs

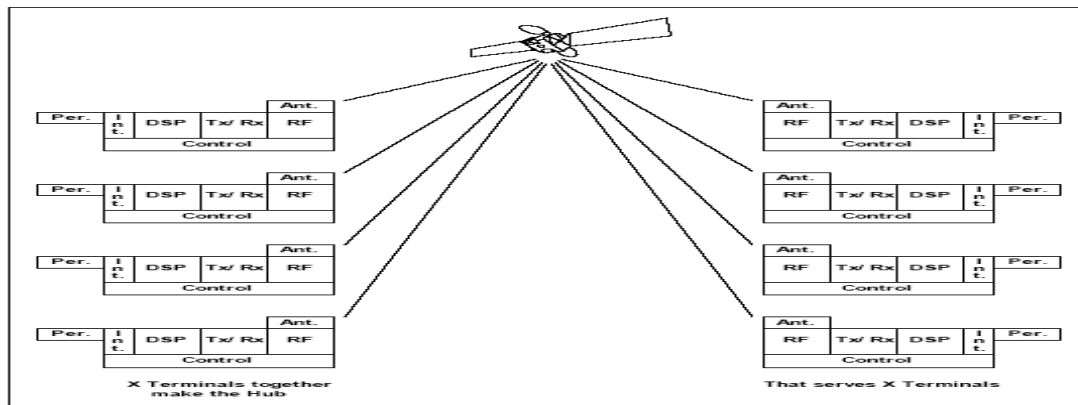
3.2.2.1.1 Ορολογία: "Hub" και "Gateway"

Οι όροι "Hub" και "Gateway" χρησιμοποιούνται και οι δύο για να υποδείξουν το σημαντικότερο σταθμό σε ένα δορυφορικό τηλεπικοινωνιακό σύστημα που φέρει τις επίγειες υπηρεσίες δικτύου από και προς τα τερματικά. Στις δορυφορικές επικοινωνίες, ιδιαίτερα στα VSAT, ο "Hub" αποτελεί τον κεντρικό σταθμό ενός δικτύου με σχηματισμό αστέρα, όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 8. Στα συστήματα τηλεπικοινωνιών γενικά, μια πύλη "Gateway" ενώνει δύο δίκτυα και, στις περισσότερες περιπτώσεις, εκτελεί τη μετατροπή πρωτοκόλλου μεταξύ τους. Ως εκ τούτου, ένας δορυφορικός σταθμός Hub που διασυνδέει τα επίγεια δίκτυα είναι ένας "δορυφορικός σταθμός Hub Gateway". Σχεδόν όλοι οι δορυφορικοί σταθμοί Hub διασυνδέουν τα επίγεια δίκτυα και είναι συνεπώς και πύλες. Εντούτοις, το

αντίστροφο δεν ισχύει, επειδή δεν λειτουργούν όλες οι πύλες και ως σταθμοί Hubs. Το σύστημα DVB-RCS διαμορφώνεται ως αστέρι. Έτσι ο κεντρικός σταθμός του καλείται "Hub". Έτσι, "Hub" στο σύστημα που μελετάμε σημαίνει "σταθμός Hub Gateway".

3.2.2.1.2 Διάταξη βασικού σταθμού Hub

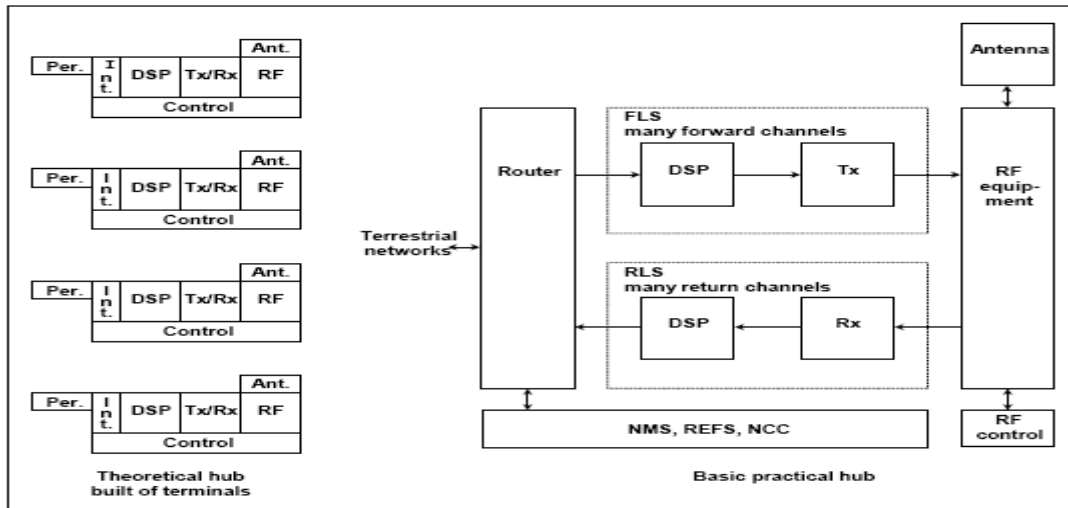
Θεωρητικά, ένας σταθμός Hub μπορεί να κατασκευαστεί με την αγορά διάφορων τερματικών και την τοποθέτησή τους σε ένα μέρος, όπως φαίνεται στο σχήμα 8.



Σχήμα 3.8 Θεωρητικά, ένας σταθμός Hub μπορεί να χτιστεί χρησιμοποιώντας πολλά τερματικά

Ο θεωρητικός σταθμός Hub του σχήματος 8 είναι δύσχρηστος στην πράξη. Ακόμα κι αν κάθε ένα από τα συστατικά του τερματικά τροποποιηθούν για να υποστηρίξουν τα ψηφιακά κυκλώματα επεξεργασίας, που τροφοδοτούν τις λειτουργίες που καλείται να κάνει ένας σταθμός Hub, ο σύνθετος αυτός σταθμός θα ήταν δαπανηρός, κυρίως επειδή πολλές λειτουργίες αναπαράγονται. Εν τούτοις, θεωρητικά θα λειτουργούσε, επειδή η δομή του είναι βασικά σωστή.

Όπως φαίνεται στο σχήμα 9, ο βασικός πρακτικός σταθμός Hub για τις εφαρμογές DVB-RCS έχει έναν πομποδέκτη ανά κανάλι που εξυπηρετείται. Οι διαφορές στη δομή εντοπίζονται στη κατανομή των διεπαφών, την επεξεργασία ψηφιακού σήματος, τον εξοπλισμό RF και την κεραία.



Σχήμα 3.9 Ο βασικός σταθμός Hub μοιάζει με το θεωρητικό σταθμό που χτίζεται με πολλά τερματικά

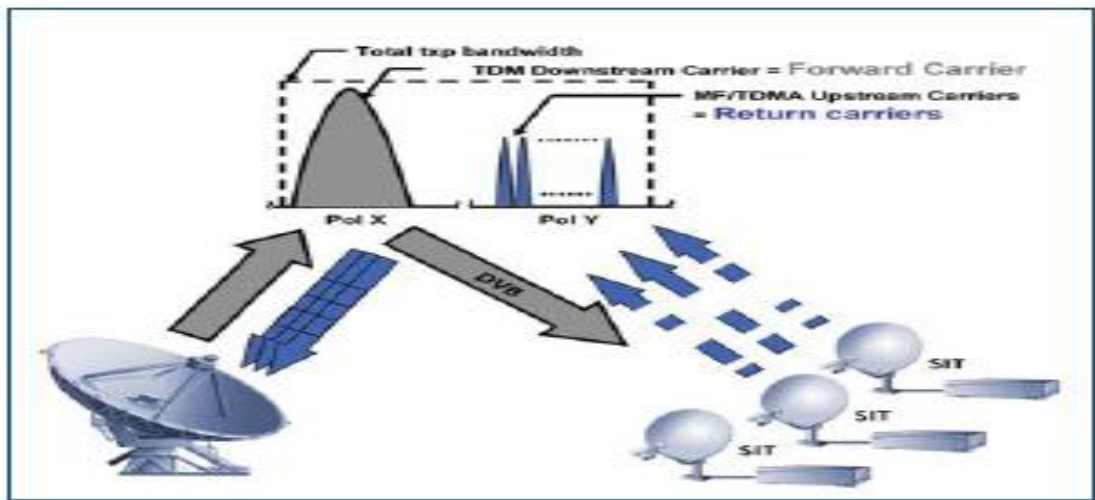
3.2.2.1.3 Λειτουργία βασικού σταθμού Hub

Τα DVB-RCS Hubs αποτελούν μία νέα πλατφόρμα για αμφίδρομες επικοινωνίες μέσω δορυφόρου. Αυτή η πλατφόρμα μπορεί να υποστηρίξει **ευρυζωνικές εφαρμογές IP**, όπως αναζήτηση στο διαδίκτυο, μεταφορά αρχείων, emails, τηλεδιάσκεψη, μεταφορά ήχου, εικόνας και δεδομένων και πολλές άλλες. Η ικανότητα του συστήματος να υποστηρίζει υπηρεσίες διαφορετικών επιπέδων, επιτρέπει το συνδυασμό του με μία μεγάλη ποικιλία εφαρμογών που διατίθενται στην αγορά, προσφέροντας έτσι πιο εξειδικευμένες υπηρεσίες, όπως τηλειατρική και ηλεκτρονική εκμάθηση (e-learning).

Στη καρδιά του αμφίδρομου δορυφορικού συστήματος DVB-RCS βρίσκεται ένας κεντρικός σταθμός Hub, ο οποίος αποτελείται από μία RF κεραία και ένα εξοπλισμό βασικής ζώνης. Ο ρόλος ενός τέτοιου σταθμού είναι να επικοινωνεί με απομακρυσμένα τερματικά που μετέχουν στο σύστημα (Satellite Interactive Terminals).

Η διαδρομή που ακολουθεί το σήμα από το Hub προς τα απομακρυσμένα τερματικά καλείται ζεύξη προώθησης, *forward link*, ενώ η επικοινωνία από τα τερματικά προς τον σταθμό Hub, ζεύξη επιστροφής, *return link*. Όταν το Hub συμμετέχει στο *forward link* λειτουργεί ως *feeder*, ενώ στο *return link* λειτουργεί ως

gateway. Σύμφωνα με την προδιαγραφή EN 301 790 του Ευρωπαϊκού Τηλεπικοινωνιακού Οργανισμού Προτυποποίησης ETSI, το forward link χρησιμοποιεί τρόπο μετάδοσης, σύμφωνο με το πρότυπο DVB, ενθυλακώνοντας IP πακέτα σε ένα MPEG stream, που λαμβάνεται από όλα τα τερματικά. Αντίστοιχα, το return link χρησιμοποιεί ειδικά σχεδιασμένη τεχνολογία RCS (Return Channel via Satellite) που βασίζεται στο MF-TDMA (Multiple Frequency-Time Division Multiple Access), όπου τα πακέτα IP ενθυλακώνονται σε συρμούς κυκλοφορίας ATM (Traffic Burst). Οι δύο διαφορετικές διαδρομές μετάδοσης φαίνονται στο σχήμα 10.



Σχήμα 3.10 Hub Station

Ο σταθμός Hub παρέχει υψηλές ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων και στις δύο ζεύξεις, οι οποίες ενδεικτικά μπορεί να είναι περίπου 8Mbps στο forward link και 2Mbps στο return link. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα να λειτουργεί ως πλατφόρμα για έναν πάροχο υπηρεσιών ή για πολλούς.



Σχήμα 3.11 Πλατφόρμα απλού παρόχου υπηρεσιών

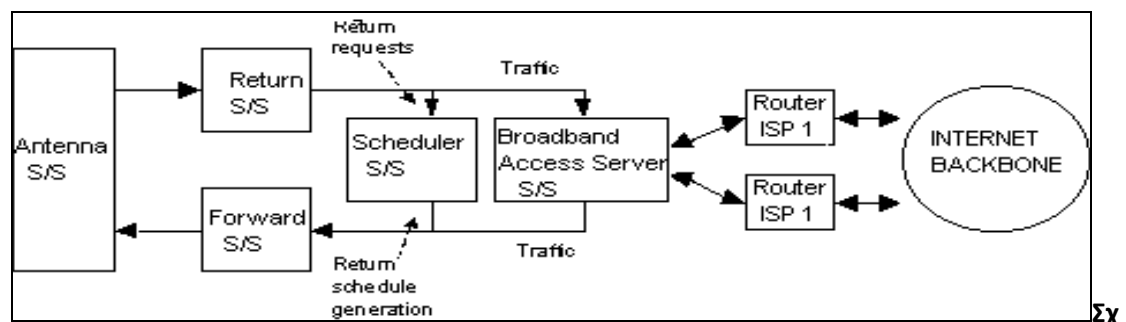
Στο σχήμα 11 παρουσιάζεται σχηματικά η λειτουργία του συστήματος με έναν πάροχο υπηρεσιών, ενώ στο σχήμα 12 η πλατφόρμα πολλών πάροχων υπηρεσιών.



Σχήμα 3.12 Πλατφόρμα πολλαπλών πάροχων υπηρεσιών

Οι πλατφόρμες πολλαπλών πάροχων ISPs, ανταποκρινόμενες στις αυξανόμενες απαιτήσεις της αγοράς, επιτρέπουν στους διαχειριστές των Hub να ενοικιάζουν μικρότερα τμήματά τους σε μεγάλους και μεσαίους παρόχους. Με τη βοήθεια απομακρυσμένων διαχειριστικών εργαλείων, οι πάροχοι μπορούν να ελέγχουν το μερίδιό τους στο σταθμό Hub και να προσθέτουν νέα τερματικά στο δίκτυο χωρίς φυσική παρέμβαση του διαχειριστή του Hub. Έτσι, το κόστος επένδυσης μειώνεται εντυπωσιακά, αφού οι πάροχοι προσφέρουν ευρυζωνικές υπηρεσίες χωρίς να είναι απαραίτητη η αγορά ολόκληρου του εξοπλισμού.

3.2.2.1.4 Μπλοκ διάγραμμα ενός σταθμού Hub



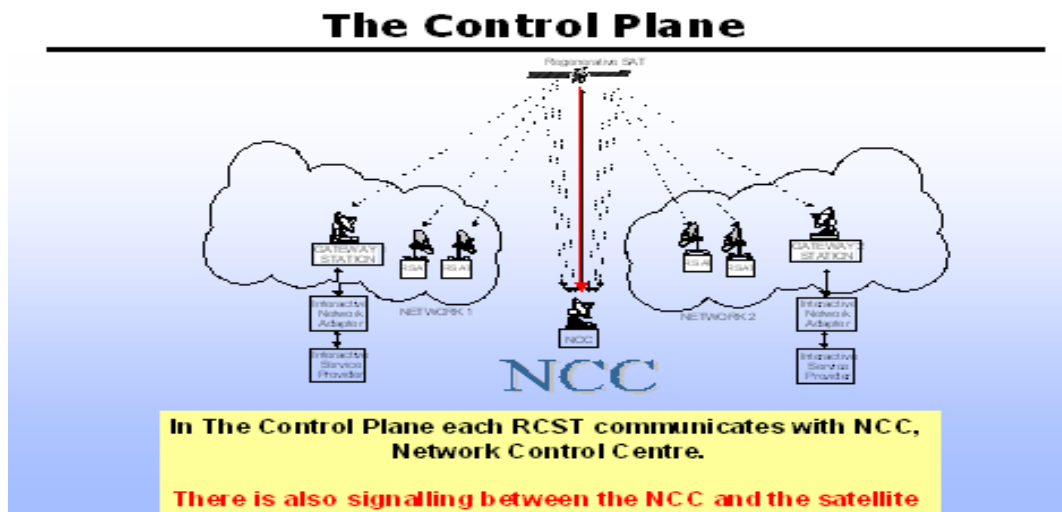
ήμα 3.13 Μπλοκ διάγραμμα ενός σταθμού Hub

Ο σταθμός Hub, του οποίου το μπλοκ διάγραμμα παρουσιάζεται στο σχήμα 3.13 περιλαμβάνει έναν εξυπηρετητή ευρυζωνικής πρόσβασης (Broadband Access Server) που λειτουργεί ως δρομολογητής (router) με πολύ μεγάλη χωρητικότητα. Ένα τυπικό άνω όριο αυτής της χωρητικότητας κυμαίνεται μεταξύ 2 και 20Gbps. Η μία πλευρά του BAS συνδέεται με τους δρομολογητές των διαφόρων πάροχων ISPs, ενώ η άλλη ενώνεται με το δορυφόρο μέσω των ζεύξεων προώθησης και επιστροφής. Στο τμήμα του forward link, η κυκλοφορία IP ενθυλακώνεται στο DVB μέσω της πύλης gateway, η οποία ακολουθείται από ένα διαμορφωτή / άνω μετατροπέα, ένα υπερυπερατό φίλτρο και την κεραία εκπομπής. Η κεραία – δέκτης συνδέεται με το μέρος του return link, το οποίο αποτελείται από ένα τμήμα αποδιαμόρφωσης των bursts, που λαμβάνει μέσω του σχεδίου MF-TDMA από τα διάφορα τερματικά.

Η σηματοδοσία, τα αιτήματα για χωρητικότητα και το μέρος παρακολούθησης γίνονται με βάση ενός προγράμματος του DVB-RCS, το οποίο είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο όλων των τερματικών RCSTs. Στην τεχνολογία DVB-RCS, το τμήμα του Hub που ασχολείται με αυτές τις λειτουργίες καλείται Κέντρο Ελέγχου Δικτύου (Network Control Centre) και αναλύεται σε επόμενη υποενότητα, καθώς μπορεί να αποτελεί ανεξάρτητη μονάδα του συστήματος. Άλλα σημαντικά υποσυστήματα ενός Hub είναι το υποσύστημα *διαχείρισης, λογαριασμού και ασφάλειας*.

3.2.2.2 Κέντρο Ελέγχου Δικτύου –Network Control Centre

Το NCC είναι υπεύθυνο για το συγχρονισμό, την αποστολή μηνυμάτων διόρθωσης προς τα τερματικά και τον έλεγχο δικτύου, το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει διάφορα τερματικά RCSTs, δορυφόρους, hubs, ακόμα και διάφορα άλλα δίκτυα. Επίσης, παρέχει το Network Clock Reference, ρολόι αναφοράς δικτύου, που συντονίζει το σύστημα. Τέλος, το NCC συμμετέχει στη σύνδεση και την αποσύνδεση των τερματικών στο δίκτυο, που αναλύεται διεξοδικά σε επόμενη ενότητα.



Σχήμα 3.14 Κέντρο Ελέγχου Δικτύου

3.2.2.3 Τερματικά RCSTs

Τα τερματικά που χρησιμοποιούνται από τους χρήστες καλούνται και δορυφορικά διαδραστικά τερματικά (Satellite Interactive Terminal).

Ο εξοπλισμός ενός τερματικού μπορεί να χωριστεί σε 3 μέρη :

- Το εξωτερικό μέρος (Outdoor Unit)
- Το εσωτερικό μέρος (Indoor Unit)
- Ο εξοπλισμός του χρήστη (PC και LAN)

Στα συστήματα DVB-RCS, τα τερματικά μπορούν να λειτουργήσουν σε ραδιοσυχνότητες στην C, την Ka και την Ku μπάντα, όπως παρουσιάζεται και στον πίνακα 1.

Band letter	Link direction	Frequency, GHz	Region(s)
C-band	Downlink (space-to-Earth)	3.400-4.200	Worldwide
		4.500-4.800	Worldwide
	Uplink (Earth-to-space)	5.725-5.850	R1
Ku-band	Downlink (space-to-Earth)	5.850-5.925	Worldwide
		10.700-11.700	Worldwide

		11.700-12.200	R2
		12.500-12.750	R1 and R3
	Uplink (Earth-to-space)	12.500-12.750	R1
		12.700-12.750	R2
		12.750-13.250	Worldwide
		13.750-14.800	Worldwide
Ka-band	Downlink (space-to-Earth)	37.5-40.5	Worldwide
	Uplink (Earth-to-space)	24.75-25.25	R2 and R3
		27.0-27.5	R2 and R3
		27.5-31.0	Worldwide

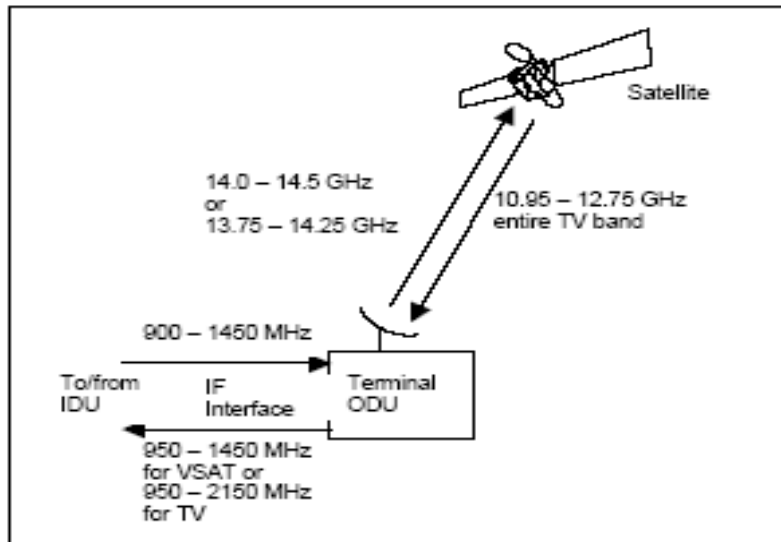
Πίνακας 3.1 Κατανομές ραδιοσυχνότητας λειτουργίας του DVB-RCS

*Τρεις περιοχές του κόσμου:

- R1: Ευρώπη, Αφρική και CIS
- R2: Η Αμερική
- R3: Ινδία, Ασία, Αυστραλία, Ειρηνικός

Η C μάντα χρησιμοποιείται τώρα σε μερικά VSAT συστήματα, ιδιαίτερα εκείνα που λειτουργούν στις περιοχές με βαριές βροχοπτώσεις προκειμένου να υποβιβάζει τον προϋπολογισμό των συνδέσεων στις υψηλότερες συχνότητες. Η Ka μάντα χρησιμοποιείται στη δορυφορική εκπομπή, συμπεριλαμβάνοντας τη τεχνολογία DVB-S, και σε πολλά συστήματα VSAT. Η Ka μάντα είναι η νεώτερη ζώνη που χρησιμοποιείται στα συστήματα DVB-S και DVB-RCS. Τα εύρη ζώνης των συχνοτήτων που χρησιμοποιούνται σε ένα τερματικό, σε ένα χαρακτηριστικό σύστημα DVB-RCS, όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 15, είναι τα εξής:

- άνω ζεύξη: 14.0 – 14,5 GHz, ή 13,75 – 14,25 GHz σε μερικά μέρη του κόσμου
- κατιούσα ζεύξη: 10.95 – 12,75 GHz, η ολόκληρη μάντα της τηλεόρασης
- IF Tx: 950 – 1450 MHz
- IF Rx: 950 – 1450 MHz για VSAT μόνο, που επεκτείνεται σε 950 – 2150 MHz για την TV



Σχήμα 3.15 Εύρη ζώνης ραδιοσυχνότητας σε ένα τερματικό σε ένα σύστημα Ka μπάντας.

3.3 Περιγραφή λειτουργίας του συστήματος

3.3.1 Εισαγωγή

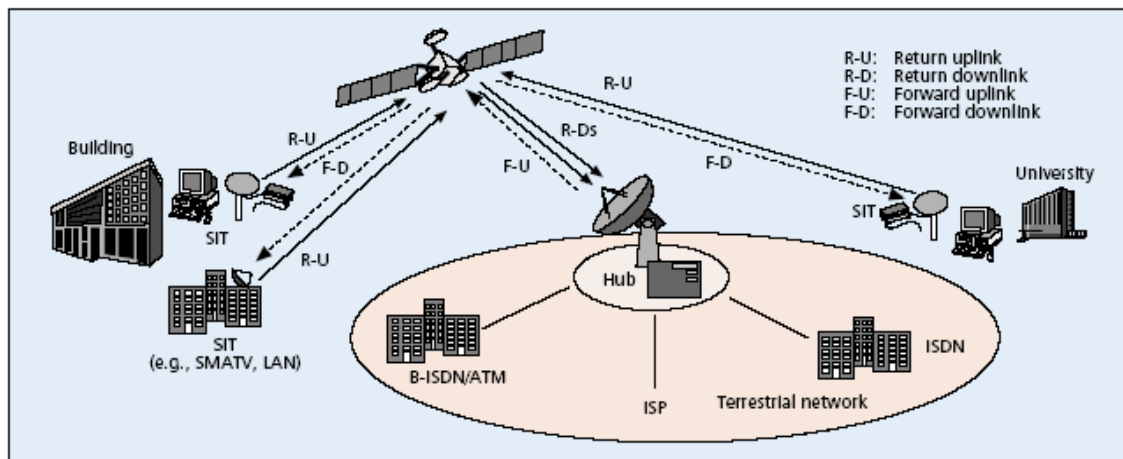
Το DVB-RCS είναι ένα τηλεπικοινωνιακό δορυφορικό σύστημα, που παρέχει τη διασύνδεση μεταξύ των χρηστών που ανταλλάσσουν εφαρμογές πραγματικού χρόνου βασισμένες σε διάφορους τύπους στοιχείων (π.χ. κείμενο, φωνή, εικόνες, βίντεο). Όπως έχει ήδη αναφερθεί, υπάρχουν δύο πορείες μετάδοσης: το κανάλι προώθησης από ένα κεντρικό σταθμό Hub σε τερματικό χρήστη και το κανάλι επιστροφής από το τερματικό χρήστη προς το κεντρικό σταθμό Hub.

Το σύστημα επιστροφής καναλιού του διαδραστικού καναλιού υποβλήθηκε σε τελική τυποποίηση αρχές του 2000 από τον οργανισμό ETSI. Αυτό το πρότυπο θεωρεί την ζεύξη προώθησης βασισμένη στη ψηφιακή εκπομπή βίντεο DVB/MPEG2 και την ζεύξη επιστροφής να χρησιμοποιεί ως σχέδιο πρόσβασης την πολλαπλή πρόσβαση διαίρεσης χρόνου πολλαπλών συχνοτήτων (MF-TDMA), που επιτρέπει αμφίδρομη κατεύθυνση.

Ένα τέτοιο δίκτυο αποτελείται από έναν επίγειο σταθμό Hub, έναν ή περισσότερους δορυφόρους στην κατεύθυνση προώθησης (forward link), ένα

δορυφορικό διαδραστικό τερματικό (Satellite Interactive Terminal) στη τοποθεσία του χρήστη και ένα δορυφόρο στην κατεύθυνση επιστροφής. Η εμφάνιση δορυφόρων που λειτουργούν στην μπάντα συχνοτήτων Ka έδωσε τη δυνατότητα χρήσης μικρών χαμηλού κόστους τερματικών χρηστών και κατά συνέπεια οδήγησε στην επέκταση των δορυφορικών διαδραστικών δικτύων.

Το κανάλι επιστροφής προσφέρει δυναμικά σχεδιασμένο μη ανταγωνιστικό εύρος ζώνης μέσω της δορυφορικής σύνδεσης με τον σταθμό Hub. Ένα τέτοιο δίκτυο θα έχει την δυνατότητα να παρέχει ρυθμούς αποστολής δυαδικών ψηφίων επάνω και πέρα από κάθε άλλο διαθέσιμο και συγκρίσιμο σύστημα.



Σχήμα 3.16 Διαδραστικό κανάλι για δορυφορικά δίκτυα : η αρχή

3.3.2 Το σύστημα καναλιού επιστροφής

Το σχήμα 16 δίνει μια επισκόπηση της αρχής ενός διαδραστικού δορυφορικού δικτύου. Η κυκλοφορία του forward link, που κατευθύνεται προς το μεμονωμένο χρήστη, πολυπλέκεται σε ένα συμβατικό DVB/MPEG-2 ρεύμα εκπομπής στο κεντρικό σταθμό (hub) και αναμεταδίδεται στο τερματικό του χρήστη. Αυτό το ρεύμα εκπομπής διαβιβάζεται στη ζώνη συχνοτήτων Ku χρησιμοποιώντας τη διαμόρφωση QPSK και κώδικες συνδεδεμένου συνελικτικού και Reed Solomon (παρέχοντας ένα μέγιστο ρυθμό μετάδοσης στο forward link περίπου 45 Mbps). Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος DVB-RCS συνοψίζονται στον πίνακα 2.

Το κανάλι επιστροφής λειτουργεί ως τμήμα ενός ψηφιακού δικτύου, με το σταθμό Hub να παρέχει μέσω της πύλης, gateway, σύνδεση προς άλλα (δορυφορικά και επίγεια) δίκτυα. Προκειμένου να υπάρχει συμβατότητα με άλλα δίκτυα, χρησιμοποιούνται το πρωτόκολλο διαδικτύου IP και ο τρόπος ασύγχρονης μεταφοράς (ATM), για τη μεταφορά των δεδομένων από τα τερματικά των χρηστών προς τον σταθμό Hub.

	Forward Channel (from HUB)	Return Channel (from SIT)
Air Interface	MPEG2/DVB-S	DVB-RCS
Multiple Access Scheme	TDM	MF-TDMA
Information Rates	Up to 45Mb/s	144Kb/s-2Mb/s
Modulation	QPSK	QPSK
Coding	Concatenated convolution and Reed-Solomon	Turbo codes 32x256kp/s or 16x512kb/s Concatenated convolution and Reed-Solomon 32x144kb/s or 16x384kb/s or 8x1024kb/s
Data Format	IP over MPEG	IP over ATM

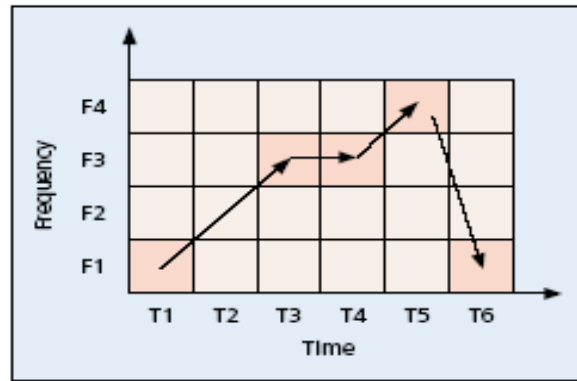
Πίνακας 3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά του DVB-RCS

Στη ζεύξη προώθησης, τα μηνύματα σηματοδοσίας μεταφέρονται σε μεμονωμένα τερματικά και αφορούν στα λάθη συγχρονισμού και συχνότητων και στην κατανομή του εύρους ζώνης (δηλ. χρονοθυρίδες χρόνου και συχνότητας). Αυτά τα μηνύματα φέρονται μέσω ενός ή περισσότερων εικονικών καναλιών, αποκαλούμενα *κανάλια ελέγχου δικτύων*, που πολυπλέκονται στο ρεύμα μετάδοσης προώθησης. Επίσης, διαβιβάζονται πίνακες που παρέχουν στα τερματικά πληροφορίες προκειμένου να βρουν τα κανάλια ελέγχου τους και

πληροφορίες για την διάταξη του δικτύου. Αυτοί οι πίνακες είναι παρόμοιοι με τους πίνακες πληροφοριών δικτύων (NIT), πίνακες περιγραφής υπηρεσιών (SDT) και πίνακες πληροφορίας γεγονότων (EIT) για εκπομπή DVB .

Η πορεία επιστροφής ξεκινά από ένα τερματικό με μια σταθερή, μικρή κεραία (0,5 έως 1,2 μ). Το δορυφορικό διαδραστικό τερματικό λειτουργεί ως δρομολογητής/ πολυπλέκτης για διάφορες πηγές κυκλοφορίας. Όπου είναι εφικτό, η πληροφορία κατευθύνεται από τον σταθμό Hub προς τον τελικό προορισμό της.

Το τερματικό υιοθετεί ένα σχήμα προγραμματισμένου MF-TDMA για να έχει πρόσβαση στο δίκτυο και να συμμετάσχει στις αμφίδρομες επικοινωνίες. Το MF-TDMA επιτρέπει σε μια ομάδα τερματικών να επικοινωνήσει με το σταθμό Hub χρησιμοποιώντας ένα σύνολο συχνοτήτων φέροντος, κάθε μία από τις οποίες διαιρείται σε χρονοθυρίδες (timeslots). Το Hub θα διαθέσει σε κάθε ενεργό τερματικό μια σειρά από burst, κάθε ένα από τα οποία καθορίζεται από συχνότητα, εύρος ζώνης, χρόνο έναρξης, και διάρκεια. Αυτή η συλλογή των συχνοτήτων φέροντος και των timeslot αναφέρονται ως *πλαίσιο, frame*. Κάθε σχισμή χρόνου/συχνότητας περιλαμβάνει ακριβώς ένα πακέτο (το πακέτο περιέχει είτε IP πακέτα είτε συνδεδεμένα ATM κελιά). Τα ευέλικτα ως προς την συχνότητα τερματικά έχουν πρόσβαση σε ένα σχέδιο όπου παρουσιάζονται τα πλαίσια που δημιουργούνται συναρτήσει συχνότητας και χρόνου. Έχοντας γνωστοποιηθεί του σχεδίου MF-TDMA μέσω πινάκων κατά τη ζεύξη προώθησης, το τερματικό προσεγγίζει το δίκτυο χρησιμοποιώντας burst slotted ALOHA. Έκτοτε, η χωρητικότητα κυκλοφορίας διατίθεται δυναμικά. Ένα τερματικό μπορεί να μεταδώσει όταν έχει λάβει αποδοχή από τη ζεύξη προώθησης. Επιπλέον, το τερματικό πρέπει να συγχρονιστεί, να συνδεθεί στο σύστημα και να έχει λάβει χωρητικότητα (μέσω των slots του MF-TDMA). Περισσότερες λεπτομέρειες της δομής των πλαισίων και των τεχνικών πρόσβασης παρέχονται κατωτέρω.



Σχήμα 3.17 Βασική αρχή του σχήματος MF-TDMA

Το MF-TDMA έχει επιλεγεί ανάμεσα από άλλα σχέδια πρόσβασης, όπως το CDMA, λόγω της υψηλής αποδοτικότητάς και της σχετικά χαμηλής σε πολυπλοκότητα εφαρμογής.

3.3.3 Το interface του καναλιού επιστροφής

Το interface του καναλιού επιστροφής διευκρινίζει πώς θα διαβιβαστούν η κυκλοφορία και τα δεδομένα σηματοδοσίας καθώς και τις διαδικασίες επικοινωνίας μεταξύ του Hub και των τερματικών, προκειμένου να λειτουργήσει αξιόπιστα το δίκτυο. Το interface βασίζεται στο DVB/MPEG-2 κανάλι προώθησης και καθορίζει ένα προσδιορισμένο κανάλι επιστροφής βασισμένο στο σχέδιο MF-TDMA.

Το interface του καναλιού επιστροφής ορίζεται ως ένα λειτουργικό block εξοπλισμού που ασχολείται με την προσαρμογή των πακέτων που πρέπει να μεταδοθούν από το τερματικό του χρήστη προς τον σταθμό Hub. Τα πακέτα μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ως συνδέσεις ATM (Το οποίο είναι ένα πρωτόκολλο προσανατολισμένης σύνδεσης (connection - oriented) και έχει αναπτυχθεί για ένα αξιόπιστο, μεγάλου εύρους επίγειο δίκτυο με τις υψηλές QoS εγγυήσεις, σε κινητά δίκτυα τα οποία χαρακτηρίζονται από συχνές ασυνέχειες, όπου προσπαθούμε να αποκαταστήσουμε συνδέσεις πάνω από ένα ευαίσθητο και περιορισμένου εύρους ασύρματο μέσο.

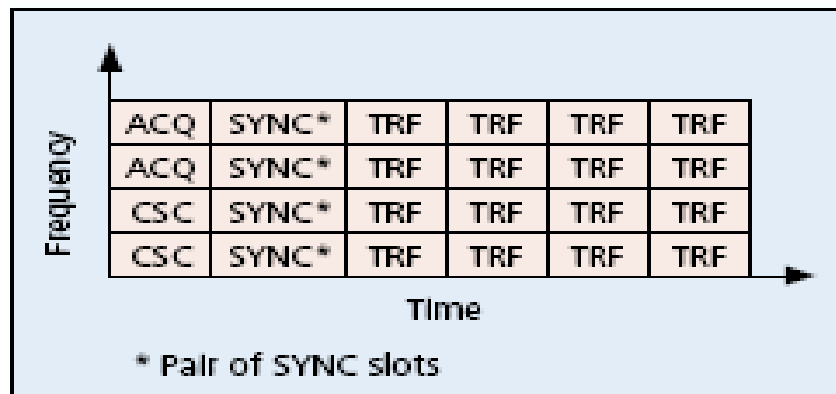
Μια επιτυχημένη υλοποίηση του ATM μέσω δορυφόρων, εξαρτάται κατά βάση από τον ρυθμό λαθών στο φυσικό επίπεδο (Bit Error Rate BER). Το ATM έχει σχεδιαστεί για δίκτυα με πολύ μικρό ρυθμό λαθών όπως η οπτική ίνα. Στην περίπτωση των δορυφορικών δικτύων ο ρυθμός λαθών είναι μερικές τάξεις μεγαλύτερος. Η τυχαία και η καταιγιστική φύση των λαθών αποτελούν ένα ακόμη σημαντικό πρόβλημα.), είτε ως κατάτμηση και επανασυναρμολόγηση (SAR) και διευθυνσιοδότηση από κοινού με την IP κυκλοφορία. Το interface του καναλιού επιστροφής χρησιμοποιεί QPSK και συνδεδεμένο συνελικτικό και Reed Solomon κώδικα. Οι ψηφιακές μεταδόσεις μέσω δορυφόρου μπορούν να επηρεαστούν από περιορισμούς ισχύος, γι αυτό το λόγο η αντίσταση ενάντια στο θόρυβο και την παρεμβολή είναι ένα από τους στόχους κατά την σχεδίαση του interface αυτού.

Εάν το λαμβανόμενο σήμα είναι επάνω από ένα κατώφλι, η τεχνική διόρθωσης λαθών (Forward Error Correction) που χρησιμοποιείται στο Interface του καναλιού επιστροφής είναι σχεδιασμένη για να παρέχει μια ποιότητα συγκρινόμενη του καλωδίου οπτικών ινών .

3.3.4 Η δομή MF-TDMA

Το σύστημα πρόσβασης MF-TDMA επιτρέπει τη τροποποίηση των παραμέτρων μετάδοσης (π.χ. συχνότητα φέροντος) εναλλάσσοντας χρονοθυρίδες από τη βάση των χρονοθυρίδων. Επιπλέον, άλλες παράμετροι μετάδοσης, όπως ποσοστό κωδικοποίησης και δυαδικών ψηφίων, μπορεί να ποικίλλουν επίσης. Το πλεονέκτημα αυτού του σχήματος είναι η αποδοτικότερη προσαρμογή σε μεταδόσεις ποικίλων απαιτήσεων, όπως είναι τα πολυμέσα, εις βάρος ενός ελαφρώς πιο σύνθετου τερματικού. Η βασική αρχή φαίνεται στο σχήμα 19. Τα τερματικά έχουν ένα συγκεκριμένο φάσμα συχνοτήτων για την αναπήδηση συχνότητας από χρονοθυρίδα σε χρονοθυρίδα. Αυτό το εύρος αναπήδησης συχνότητας γνωστοποιείται από το τερματικό του χρήστη στο Hub μέσω κοινού καναλιού σηματοδότησης κατά τη διαδικασία σύνδεσης στο σύστημα. Ο σταθμός Hub έπειτα μπορεί να αντιστοιχήσει τις ανάλογες σχισμές χρόνου/ συχνότητας στο τερματικό .

Όπως περιγράφεται παραπάνω, ένα πλαίσιο είναι μια υποδιαίρεση εύρους ζώνης και χρόνου σε σχισμές. Το σχήμα 20 δίνει ένα παράδειγμα ενός έγκυρου πλαισίου. Ένα πλαίσιο είναι ομοιογενές από τη φύση του, παραδείγματος χάριν, μπορεί να χαρακτηριστεί από ένα σταθερό μέγεθος, ένα ποσοστό κωδικοποίησης και ένα ρυθμό burst. Οι σχισμές στο πλαίσιο είναι αριθμημένες από την χαμηλότερη συχνότητα προς την υψηλότερη. Η σχισμή νούμερο 0 είναι η πρώτη σχισμή σε χρόνο και η χαμηλότερη σε συχνότητα, ενώ η τελευταία αριθμημένη σχισμή είναι η τελευταία σε χρόνο και η υψηλότερη σε συχνότητα. Ένα χαρακτηριστικό πλαίσιο έχει μια διάρκεια 26,5ms. Ο αριθμός των slots ανά πλαίσιο καθορίζεται από το φέρον και το ποσοστό κωδικοποίησης που υποστηρίζεται στο πλαίσιο. Στο σχήμα 20 παρουσιάζονται τέσσερις τύποι slots που αντιστοιχούν σε τέσσερα είδη bursts: σηματοδοσίας CSC, απόκτησης ACQ (coarse synchronization), συγχρονισμού SYNC (fine synchronization) και κυκλοφορίας TRF. Τα είδη αυτά των burst θα αναλυθούν σε επόμενη ενότητα.



Σχήμα 3.18 Παράδειγμα έγκυρου πλαισίου βάσει του MF-TDMA

3.3.5 Διαδοχή ολικών γεγονότων

Προκειμένου να είναι ικανό να προχωρήσει στη σύνδεσή του, το τερματικό RCST θα πρέπει να είναι σε κατάσταση λήψης συγχρονισμού, η οποία προσεγγίζεται ακολουθώντας την διαδικασία Αρχικού Συγχρονισμού που περιγράφεται στην υποενότητα 2.3.5.1.

Η εισαγωγή του RCST στο σύστημα επιτυγχάνεται μέσα από τις ακόλουθες τέσσερις φάσεις :

- **Διαδικασία σύνδεσης (Logon Procedure):** Το RCST απαιτεί αρχική πρόσβαση στο δίκτυο και λαμβάνει αρχικές πληροφορίες από το δίκτυο για τη σύνδεσή του (ή εναλλακτικά η αίτηση σύνδεσης μπορεί να απορριφθεί από το δίκτυο, βλ. υποενότητα 2.3.5.2).
- **Acquisition coarse synchronization procedure** (προαιρετική): Το RCST βελτιώνει το φυσικό του συγχρονισμό (συχνότητα, χρόνος και ρύθμιση ισχύος, βλ. 2.3.5.3).
- **Fine synchronization procedure** (προαιρετική): Το RCST συμπληρώνει το φυσικό του συγχρονισμό (βλ. υποενότητα 2.3.5.4).
- **Synchronization maintenance procedure:** Το RCST διατηρεί τον φυσικό του συγχρονισμό κατά την διάρκεια όλου του session, δηλαδή σε όλο το χρονικό διάστημα από τη σύνδεση μέχρι την αποσύνδεση του τερματικού (βλ.2.3.5.5).

Αναφερόμενοι στις διαδικασίες, το RCST μπορεί να είναι σε μία από τις ακόλουθες καταστάσεις :

- **Hold:** Το RCST είναι σε κατάσταση hold (κρατημένη). Το πεδίο RCST status στο Terminal Information Message (TIM) περιέχει μια σημαία που καλείται Transmit_Disable. Ένα τερματικό που λαμβάνει ένα TIM με αυτή την σημαία ρυθμισμένη στο 1 θα πρέπει να τερματίσει την αποστολή και να αποδεσμεύσει όλες τις παραμέτρους σύνδεσης και να εισαχθεί στην κατάσταση Hold. Αυτό μπορεί να συμβεί όταν το τερματικό είναι σε κατάσταση Receive Sync, Ready for coarse sync, Ready for fine sync ή Fine sync. Ένα τερματικό που είναι σε κατάσταση Hold θα πρέπει να παραμείνει έτσι ύστερα από μια πτώση της ισχύος ή μια επανέναρξη. Ένα τερματικό πηγαίνει από την κατάσταση Hold στην κατάσταση Receive sync μόνο όταν λαμβάνει ένα TIM με την σημαία Transmit_Disable ρυθμισμένη στην τιμή 0.
- **Inactive Off/Stand-by:** Το RCST δεν έχει ισχύ ή είναι σε κατάσταση stand by (εγρήγορση) ή έχει χάσει τον συγχρονισμό του
- **Receive sync:** Το RCST έχει αποκτήσει την ζεύξη προώθησης.

- **Ready for coarse sync:** Το RCST έχει ανιχνευτεί από το NCC και μπορεί να ξεκινήσει μια διαδικασία coarse synchronization.
- **Ready for fine sync:** Το RCST έχει ανιχνευτεί από το NCC και μπορεί να αρχίσει μία διαδικασία fine synchronization.
- **Fine sync:** Το RCST συγχρονίζεται και μπορεί να στείλει κίνηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ HELLAS SAT

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι παρακάτω μετρήσεις αντιπροσωπεύουν 6 κατηγορίες συνδρομητών της Hellas sat (**School, Private, Internet Cafe, ATM, Scada, Company**) και έγιναν με χρήση του πρωτοκόλλου **snmp** και απεικονίζονται με χρήση της εφαρμογής **mrtg** και μας αναπαριστούν τις ταχύτητες του downlink και του uplink σε bit per rate σε 4 διαφορετικά γραφήματα (Daily, Weekly, Monthly, Yearly) ανά κατηγορία συνδρομητή. Το ποσοστό είναι σε σχέση την ταχύτητα των 10Mbps της κάρτας Ethernet του δορυφορικού δέκτη του συνδρομητή.

4.2 ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ SNMP

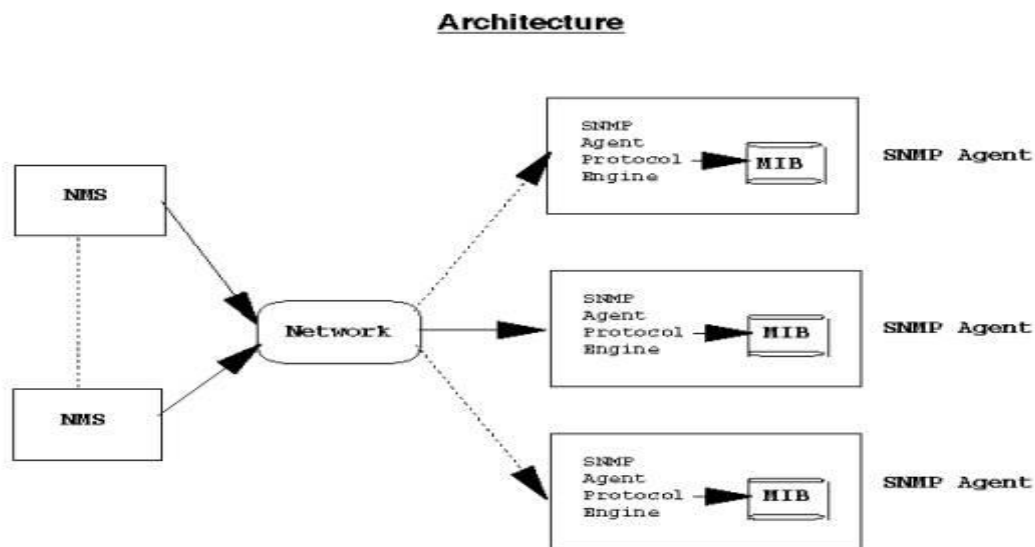
Το SNMP είναι ένα πρωτόκολλο του επιπέδου εφαρμογών του οποίο διευκολύνει την ανταλλαγή πληροφοριών διαχείρισης μεταξύ των συσκευών του δικτύου. Είναι μέρος του TCP/IP και επιτρέπει στους διαχειριστές να παρακολουθούν την απόδοσή του και να επιλύουν τα προβλήματα που εμφανίζονται.

4.2.1 Βασικά Στοιχεία του SNMP

Ένα δίκτυο το οποίο διαχειρίζεται με SNMP έχει τρία βασικά στοιχεία: διαχειριζόμενες συσκευές, πράκτορες (agents) και συστήματα διαχείρισης δικτύου (Network Management Systems- NMS).

Μια διαχειριζόμενη συσκευή είναι ένας κόμβος του δικτύου ο οποίος περιέχει ένα SNMP πράκτορα και βρίσκεται μέσα στο διαχειριζόμενο δίκτυο. Οι διαχειριζόμενες συσκευές συλλέγουν και αποθηκεύουν πληροφορίες και τις διαθέτουν στο σύστημα διαχείρισης του δικτύου με χρήση του SNMP. Τέτοιες συσκευές είναι οι δρομολογητές, οι γέφυρες, οι διακόπτες.

Ένας πράκτορας έχει γνώση των τοπικών πληροφοριών διαχείρισης και τις μετατρέπει σε μορφή που είναι συμβατή με το SNMP. Στη συνέχεια ένα σύστημα διαχείρισης δικτύου εκτελεί εφαρμογές οι οποίες παρακολουθούν και ελέγχουν τις διαχειριζόμενες συσκευές. Το σύστημα διαχείρισης του δικτύου προσφέρει τον κύριο όγκο των πόρων επεξεργασίας που απαιτούνται για τη διαχείριση.



Σχήμα 4.1 Η αρχιτεκτονική του SNMP.

4.2.2 Βασικές εντολές του SNMP

Οι διαχειριζόμενες συσκευές ελέγχονται και παρακολουθούνται με τέσσερις βασικές SNMP εντολές: read, write, trap, traversal operations (διαδικασίες εξέτασης).

- Η εντολή read χρησιμοποιείται από το NMS για την παρακολούθηση των συσκευών. Το NMS εξετάζει διάφορες μεταβλητές που διατηρούνται από τις διαχειριζόμενες συσκευές.
- Η εντολή write χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των διαχειριζόμενων συσκευών και αλλάζει τις τιμές των μεταβλητών που αποθηκεύονται σε αυτές.
- Η εντολή trap χρησιμοποιείται από τις διαχειριζόμενες συσκευές για την ασύγχρονη ενημέρωση του NMS. Όταν συμβαίνουν κάποια συγκεκριμένα γεγονότα, η συσκευή στέλνει ένα trap στο NMS.

Οι λειτουργίες εξέτασης χρησιμοποιούνται από το NMS για να καθορίσουν ποιες μεταβλητές υποστηρίζει μία συσκευή και να συλλέξουν σειριακά της πληροφορίες σε πίνακες (τέτοιος πίνακας για παράδειγμα είναι ο πίνακας δρομολόγησης).

4.2.3 Η Βάση δεδομένων διαχείρισης πληροφοριών του SNMP (SNMP management information base- MIB)

Το MIB είναι ένα σύνολο ορισμών κάποιων προτυποποιημένων μεταβλητών για τον έλεγχο και την παρακολούθηση των συσκευών του δικτύου με SNMP. Η δομή του μοιάζει με δέντρο. Ο κάθε κόμβος του δέντρου μπορεί να επεκταθεί με την προσθήκη μικρότερων δέντρων. Τα φύλλα του δέντρου αντιπροσωπεύουν τους ορισμούς των μεταβλητών και ονομάζονται αντικείμενα. Στο κάθε αντικείμενο αντιστοιχίζεται ένας μοναδικός αριθμός, που λέγεται object identifier. Το ID αυτό περιγράφει τη διαδρομή που ακολουθείται για το συγκεκριμένο αντικείμενο μέσα στο δέντρο.

Το πρότυπο SNMP καθορίζει μόνο τη μορφή των μηνυμάτων και περιγράφει πως είναι κωδικοποιημένα. Ένα επιπλέον πρότυπο καθορίζει τις MIB μεταβλητές. Για τον λόγο αυτό, οι νέες MIB μεταβλητές μπορούν να καθοριστούν όποτε χρειάζεται χωρίς αλλαγή του βασικού πρωτοκόλλου. Επίσης ο διαχωρισμός αυτός του επικοινωνιακού πρωτοκόλλου από τον καθορισμό των αντικειμένων επιτρέπει σε ομάδες ατόμων να καθορίζουν MIB μεταβλητές ανάλογα με τις ανάγκες τους.

Υπάρχουν πολλές ομάδες MIB μεταβλητών. Έτσι υπάρχουν μεταβλητές οι οποίες αντιστοιχούν σε πρωτόκολλα όπως το UDP, TCP, IP και ARP, όπως και μεταβλητές οι οποίες αναφέρονται στο μηχανικό μέρος του δικτύου, δηλαδή στο Ethernet, Token Ring και FDDI. Επίσης υπάρχουν MIBs για συσκευές όπως οι γέφυρες, οι διακόπτες και οι εκτυπωτές. Υπάρχουν δύο είδη μεταβλητών MIB: οι μονόμετρες και οι μεταβλητές σε μορφή πίνακα. Οι βαθμωτές μεταβλητές ορίζουν μόνο μία κατάσταση ενός αντικειμένου ενώ οι μεταβλητές σε μορφή πίνακα ορίζουν πολλαπλές καταστάσεις του ίδιου αντικειμένου οι οποίες ομαδοποιούνται σε MIB πίνακες.

4.2.4 SNMP Έκδοση 1 (SNMPv1)

Πρόκειται για την αρχική εφαρμογή του πρωτοκόλλου SNMP. Περιγράφεται στο RFC [\[1\]](#)_ 1157 και λειτουργεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές του SMI. Λειτουργεί σε πρωτόκολλα όπως το UDP, IP. Χρησιμοποιείται ευρύτατα στο Internet για τη διαχείριση του δικτύου.

4.2.5 SNMP Έκδοση 2 (SNMPv2)

Αποτελεί μια εξέλιξη του SNMPv1. Λειτουργεί επίσης με τις προδιαγραφές του SMI και προσφέρει κάποιες βελτιώσεις σε σχέση με το SNMP.

4.3 MRTG Statistics Collector

Πρόκειται για ένα εργαλείο με το οποίο μπορούμε να παρακολουθούμε διάφορες παραμέτρους ενός συστήματος. Εκείνο που κάνει είναι ότι ανά τακτά χρονικά διαστήματα (κατ' ελάχιστο ανά 5 λεπτά) ερωτά (rolling) την τιμή διάφορων αντικειμένων ενός ή περισσότερων SNMP agents. Στη συνέχεια φτιάχνει ιστοσελίδες όπου αναπαριστώνται γραφικά οι παραπάνω τιμές. Μπορούμε έτσι απλά να παρακολουθήσουμε **τιμές ή μεταβολές των τιμών** (όπως διαπερατότητα σε ένα interface). Το πρώτο βήμα είναι να ρυθμίσουμε έναν **SNMP agent** σε κάθε συσκευή που θέλουμε να διαχειριστούμε. Η ρύθμιση του agent αφορά καταρχήν την ενεργοποίηση του και τη ρύθμιση της μόνης βασικής παράμετρος που πρέπει να δώσουμε που είναι το **community string/name**. Αυτό λειτουργεί σαν στοιχειώδες password. Ο manager προκειμένου να ρωτήσει έναν agent πρέπει να του απευθυνθεί με το community name που έχουμε βάλει. Υπάρχουν δύο community names, ένα για read access και ένα για read/write. Οι default τιμές είναι public και private αντίστοιχα. Συνιστάται να χρησιμοποιούμε το read και να το αλλάζουμε σε κάτι δικό μας, αλλιώς με το default με ένα απλό scan θα μπορεί να δει κάποιος που τρέχει snmp agent.

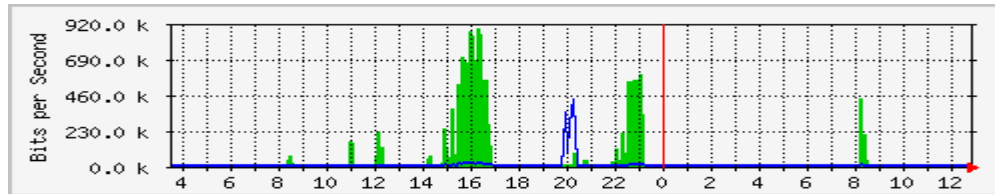
GREEN ### Incoming Traffic in Bits per Second

BLUE ### Outgoing Traffic in Bits per Second

Μετρήσεις που μας παρείχε ο IT & Broadband Services Manager της Hellas-Sat

4.4 School

'Daily' Graph (5 Minute Average)

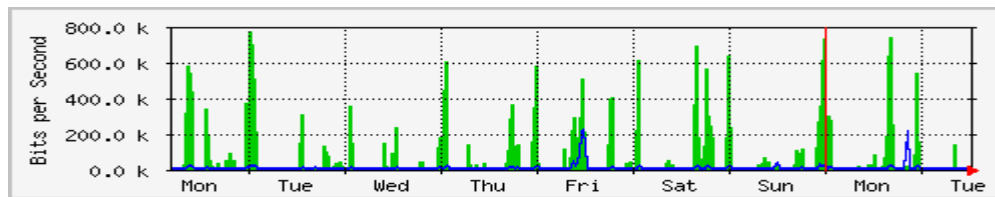


Max Average Current

In 885.6 kb/s (8.9%) 45.8 kb/s (0.5%) 1200.0 b/s (0.0%)

Out 423.2 kb/s (4.2%) 6272.0 b/s (0.1%) 1136.0 b/s (0.0%)

Weekly' Graph (30 Minute Average)

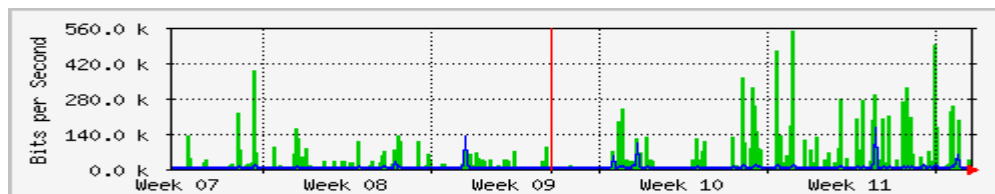


Max Average Current

In 768.6 kb/s (7.7%) 65.4 kb/s (0.7%) 32.0 b/s (0.0%)

Out 222.3 kb/s (2.2%) 5352.0 b/s (0.1%) 8.0 b/s (0.0%)

Monthly' Graph (2 Hour Average)

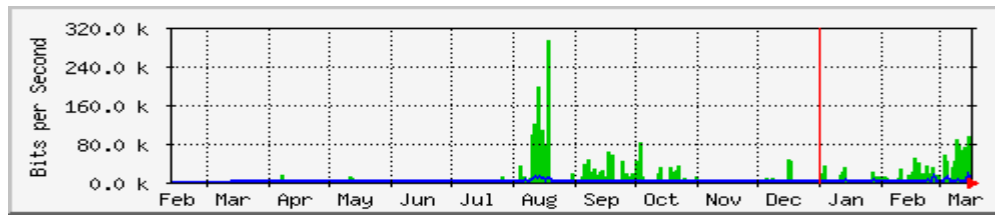


Max Average Current

In 545.3 kb/s (5.5%) 33.7 kb/s (0.3%) 976.0 b/s (0.0%)

Out 160.2 kb/s (1.6%) 3104.0 b/s (0.0%) 296.0 b/s (0.0%)

`Yearly' Graph (1 Day Average)



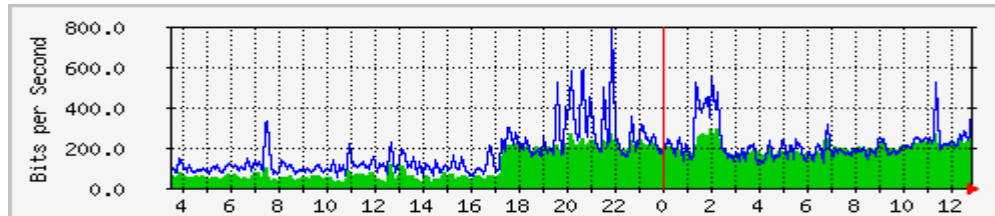
Max Average Current

In 293.9 kb/s (2.9%) 9784.0 b/s (0.1%) 62.8 kb/s (0.6%)

Out 17.0 kb/s (0.2%) 760.0 b/s (0.0%) 4576.0 b/s (0.0%)

4.5 Private

`Daily' Graph (5 Minute Average)

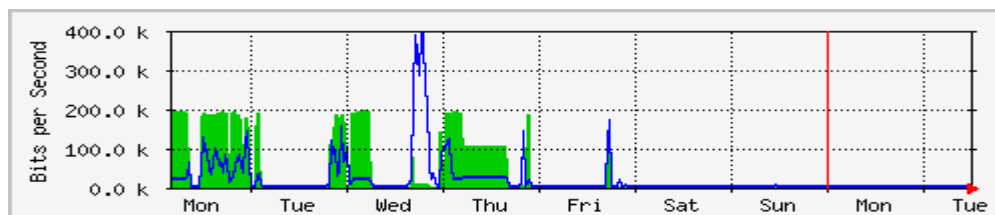


Max Average Current

In 296.0 b/s (0.0%) 144.0 b/s (0.0%) 240.0 b/s (0.0%)

Out 792.0 b/s (0.0%) 184.0 b/s (0.0%) 408.0 b/s (0.0%)

`Weekly' Graph (30 Minute Average)

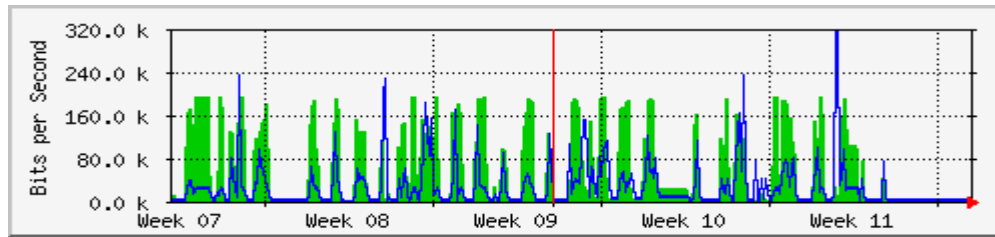


Max Average Current

In 196.7 kb/s (2.0%) 34.8 kb/s (0.3%) 216.0 b/s (0.0%)

Out 394.0 kb/s (3.9%) 18.6 kb/s (0.2%) 216.0 b/s (0.0%)

`Monthly' Graph (2 Hour Average)

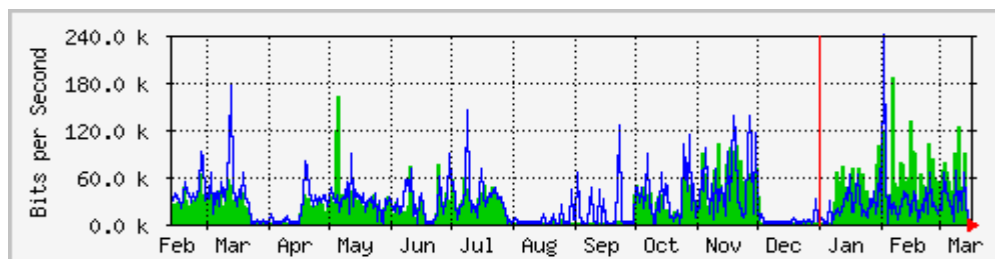


Max Average Current

In 195.0 kb/s (1.9%) 53.0 kb/s (0.5%) 200.0 b/s (0.0%)

Out 313.5 kb/s (3.1%) 24.3 kb/s (0.2%) 192.0 b/s (0.0%)

`Yearly' Graph (1 Day Average)



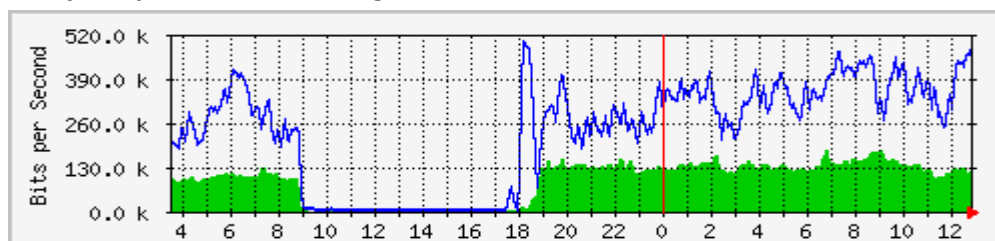
Max Average Current

In 187.1 kb/s (1.9%) 25.7 kb/s (0.3%) 192.0 b/s (0.0%)

Out 238.9 kb/s (2.4%) 25.4 kb/s (0.3%) 360.0 b/s (0.0%)

4.6 Internet Cafe

`Daily' Graph (5 Minute Average)

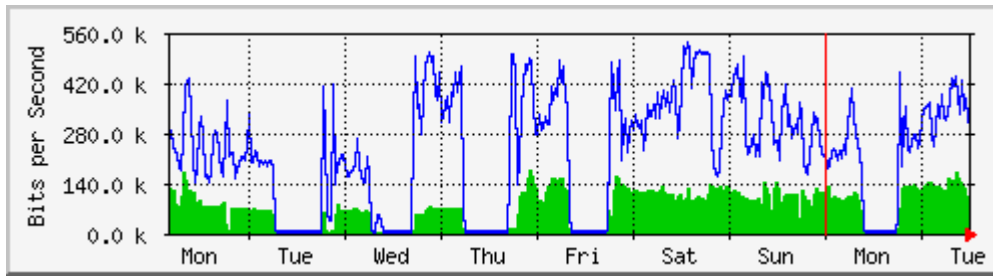


Max Average Current

In 177.5 kb/s (1.8%) 87.6 kb/s (0.9%) 115.2 kb/s (1.2%)

Out 494.3 kb/s (4.9%) 231.5 kb/s (2.3%) 481.8 kb/s (4.8%)

`Weekly' Graph (30 Minute Average)

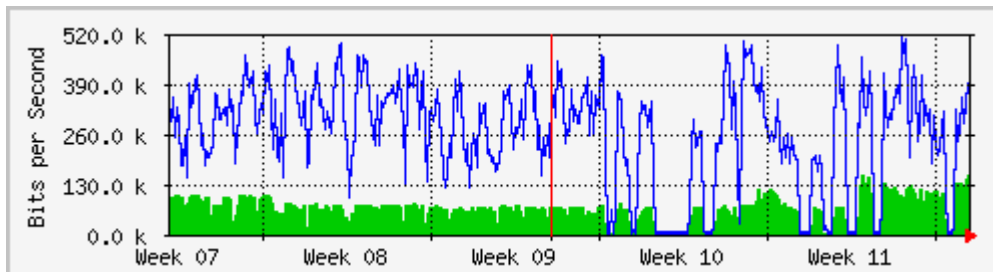


Max Average Current

In 176.3 kb/s (1.8%) 69.3 kb/s (0.7%) 105.4 kb/s (1.1%)

Out 526.9 kb/s (5.3%) 226.8 kb/s (2.3%) 286.3 kb/s (2.9%)

`Monthly' Graph (2 Hour Average)

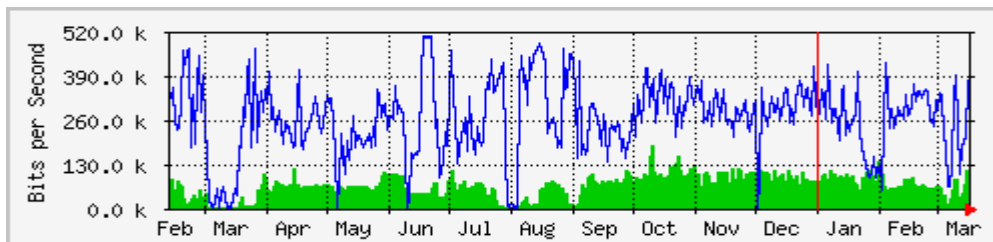


Max Average Current

In 154.5 kb/s (1.5%) 61.7 kb/s (0.6%) 154.5 kb/s (1.5%)

Out 513.8 kb/s (5.1%) 265.0 kb/s (2.6%) 392.4 kb/s (3.9%)

`Yearly' Graph (1 Day Average)



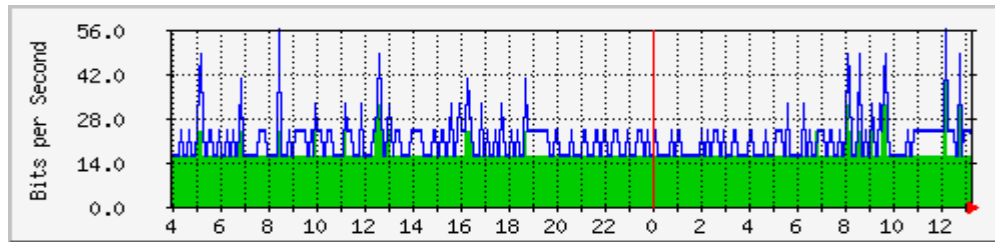
Max Average Current

In 186.0 kb/s (1.9%) 64.5 kb/s (0.6%) 97.4 kb/s (1.0%)

Out 501.3 kb/s (5.0%) 261.9 kb/s (2.6%) 305.8 kb/s (3.1%)

4.7 ATM

`Daily' Graph (5 Minute Average)

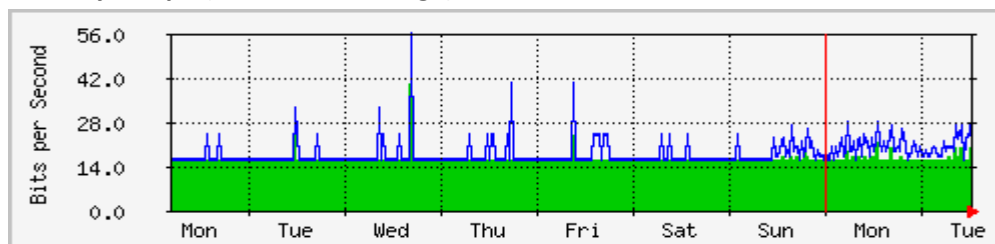


Max **Average** **Current**

In 40.0 b/s (0.0%) 16.0 b/s (0.0%) 16.0 b/s (0.0%)

Out 56.0 b/s (0.0%) 24.0 b/s (0.0%) 24.0 b/s (0.0%)

`Weekly' Graph (30 Minute Average)

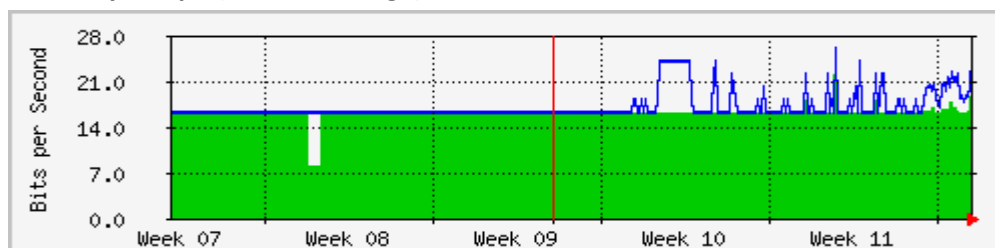


Max **Average** **Current**

In 40.0 b/s (0.0%) 16.0 b/s (0.0%) 24.0 b/s (0.0%)

Out 56.0 b/s (0.0%) 16.0 b/s (0.0%) 32.0 b/s (0.0%)

`Monthly' Graph (2 Hour Average)

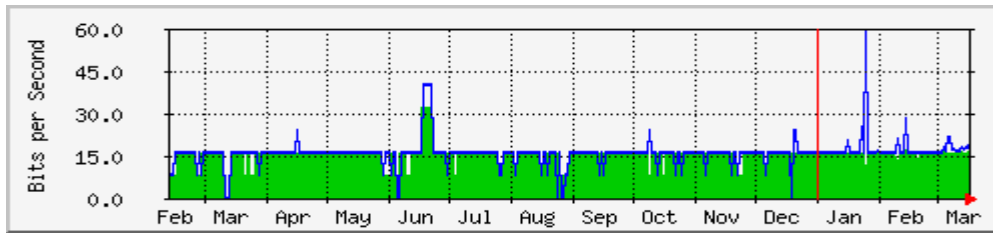


Max **Average** **Current**

In 16.0 b/s (0.0%) 16.0 b/s (0.0%) 16.0 b/s (0.0%)

Out 24.0 b/s (0.0%) 16.0 b/s (0.0%) 24.0 b/s (0.0%)

`Yearly' Graph (1 Day Average)



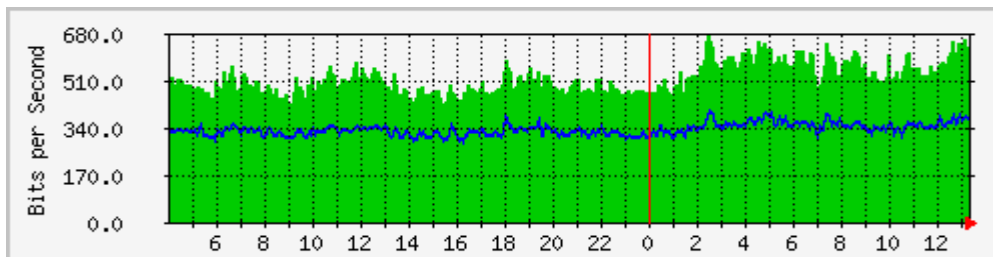
Max Average Current

In 32.0 b/s (0.0%) 16.0 b/s (0.0%) 16.0 b/s (0.0%)

Out 56.0 b/s (0.0%) 16.0 b/s (0.0%) 16.0 b/s (0.0%)

4.8 SCADA (SCADA ΕΙΝΑΙ ΕΝΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ, ΤΟΝ ΕΠΟΠΤΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΣΥΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΜΙΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ 24 ΩΡΕΣ ΤΗΝ ΗΜΕΡΑ)

`Daily' Graph (5 Minute Average)

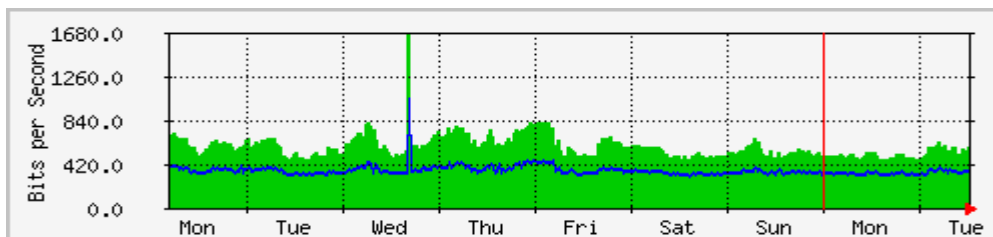


Max Average Current

In 680.0 b/s (0.0%) 512.0 b/s (0.0%) 608.0 b/s (0.0%)

Out 400.0 b/s (0.0%) 328.0 b/s (0.0%) 360.0 b/s (0.0%)

`Weekly' Graph (30 Minute Average)

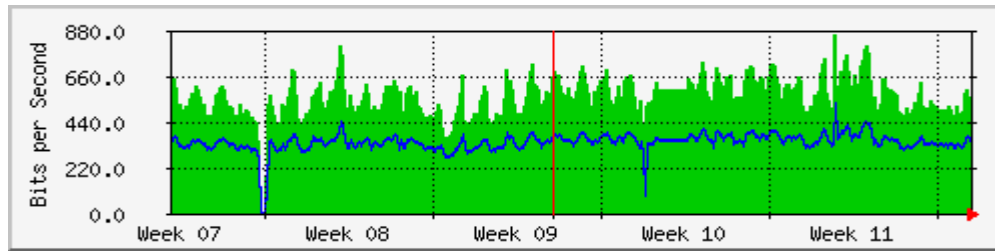


Max Average Current

In 1680.0 b/s (0.0%) 576.0 b/s (0.0%) 576.0 b/s (0.0%)

Out 1032.0 b/s (0.0%) 352.0 b/s (0.0%) 360.0 b/s (0.0%)

`Monthly' Graph (2 Hour Average)

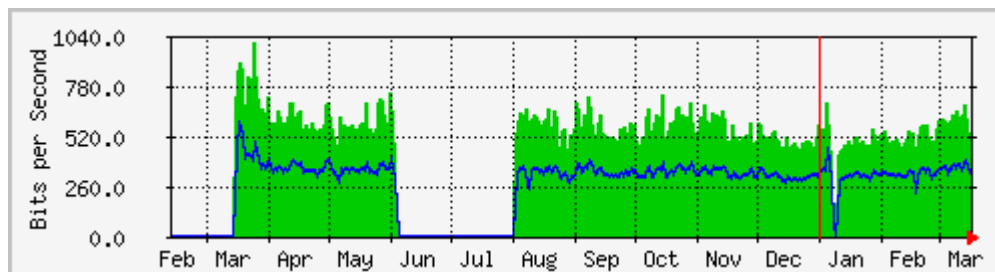


Max Average Current

In 856.0 b/s (0.0%) 552.0 b/s (0.0%) 544.0 b/s (0.0%)

Out 520.0 b/s (0.0%) 336.0 b/s (0.0%) 336.0 b/s (0.0%)

`Yearly' Graph (1 Day Average)



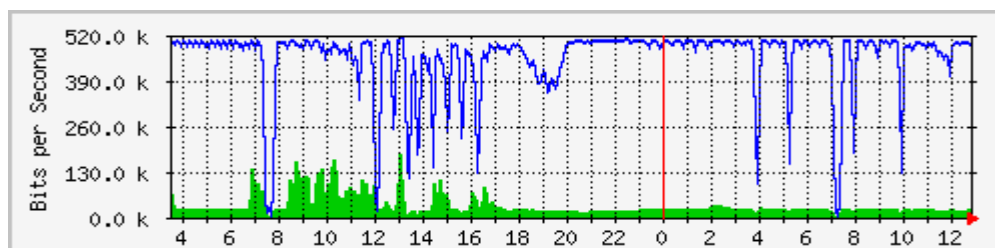
Max Average Current

In 1008.0 b/s (0.0%) 472.0 b/s (0.0%) 536.0 b/s (0.0%)

Out 592.0 b/s (0.0%) 280.0 b/s (0.0%) 336.0 b/s (0.0%)

4.9 Company

`Daily' Graph (5 Minute Average)

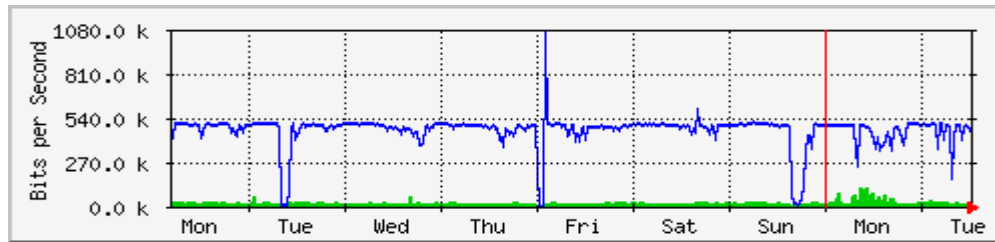


Max Average Current

In 180.5 kb/s (1.8%) 32.1 kb/s (0.3%) 20.3 kb/s (0.2%)

Out 511.4 kb/s (5.1%) 453.2 kb/s (4.5%) 483.7 kb/s (4.8%)

`Weekly' Graph (30 Minute Average)

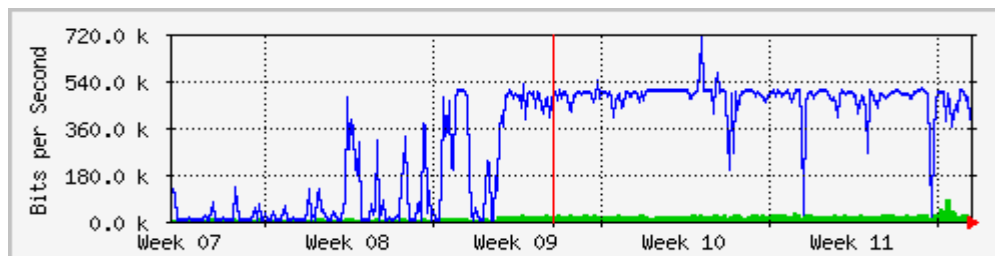


Max Average Current

In 115.9 kb/s (1.2%) 22.2 kb/s (0.2%) 18.2 kb/s (0.2%)

Out 1048.0 kb/s (10.5%) 460.6 kb/s (4.6%) 494.3 kb/s (4.9%)

`Monthly' Graph (2 Hour Average)

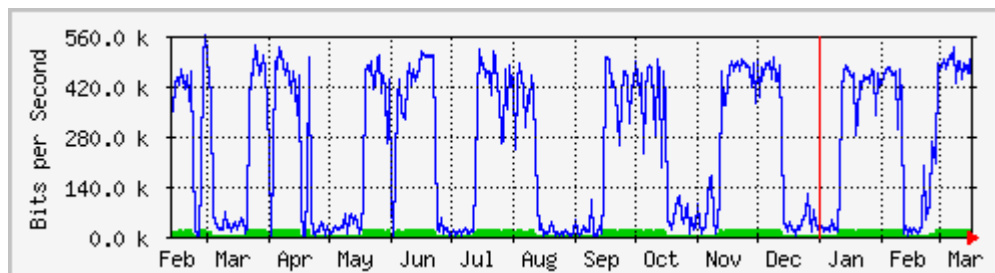


Max Average Current

In 83.2 kb/s (0.8%) 13.3 kb/s (0.1%) 20.6 kb/s (0.2%)

Out 709.0 kb/s (7.1%) 311.0 kb/s (3.1%) 472.6 kb/s (4.7%)

`Yearly' Graph (1 Day Average)



Max Average Current

In 22.2 kb/s (0.2%) 10.5 kb/s (0.1%) 19.0 kb/s (0.2%)

Out 555.4 kb/s (5.6%) 249.9 kb/s (2.5%) 418.5 kb/s (4.2%)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Οικονομική έρευνα

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η παρακάτω οικονομική έρευνα αντιπροσωπεύει παρόχους δορυφορικού internet σε Ελλάδα και Ευρώπη αλλά και παρόχους άλλου είδους internet όπως ασύρματου internet(Εταιριών κινητής τηλεφωνίας)ή ενσύρματου. Θα αναπαραστήσουμε χρεώσεις του εξοπλισμού αλλά και ογκοχρεώσεις ή χρονοχρεώσεις ανάλογα με το είδος της σύνδεσης που παρέχει ο αντίστοιχος πάροχος.

5.2 ΠΑΡΟΧΟΙ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟΥ ΙΝΤΕΡΝΕΤ

5.2.1 Marinet

Προσφέρει μόνιμη αμφίδρομη δορυφορική σύνδεση Internet, με ταχύτητες 64 Kbps στο uploading και browsing έως 512 Kbps με μηνιαία συνδρομή μόνο 145 euro συν τον εξοπλισμό*. Η συνδρομή εξασφαλίζει δωρεάν 500 MB το μήνα και, ογκοχρέωση € 1.05 /MB.

* Μηνιαίο ενοίκιο εξοπλισμού: €147 για 36 μήνες.

Εφάπαξ αγορά εξοπλισμού: € 4.330.

Για μεγαλύτερες ανάγκες προσφέρει το SATIN με ταχύτητες 128 Kbps και μηνιαία χρέωση 235 euro/μήνα.

5.2.2 Starband

Πρόγραμμα 1		Πρόγραμμα 2	
Επιλογή 1	Επιλογή 2	Επιλογή 1	Επιλογή 2
12 Μήνες	24 Μήνες	12 Μήνες	24 Μήνες
Εξοπλισμός:299\$	Εξοπλισμός:299\$	Εξοπλισμός:299\$	Εξοπλισμός:299\$
Μηνιαία	Μηνιαία	Μηνιαία	Μηνιαία
συνδρομή:79\$	συνδρομή:69\$	συνδρομή:109\$	συνδρομή:99\$
DL SPEED 1Mbps	DL SPEED 1Mbps	DL SPEED 1.5Mbps	DL SPEED 1.5Mbps
UP SPEED 128Kbps	UP SPEED 128Kbps	UP SPEED 256Kbps	UP SPEED 256Kbps

Πίνακας 5.1 Υπηρεσίες της Starband

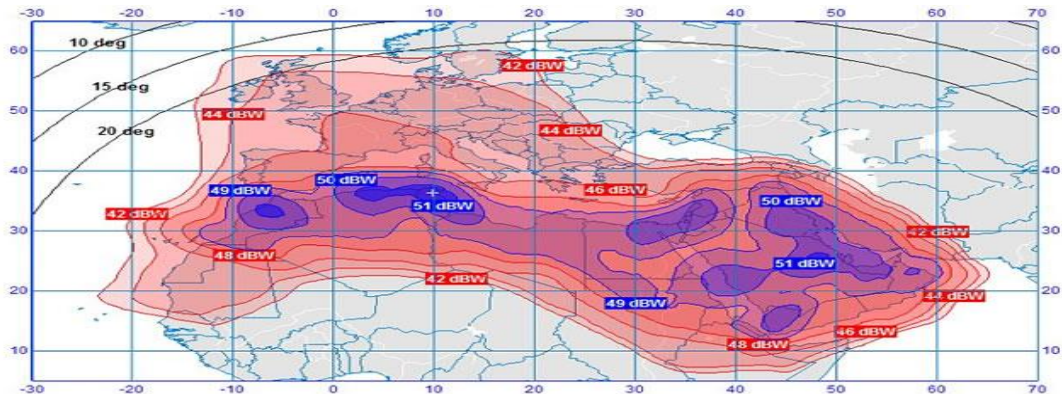
5.2.3 WildBlue

	WildBlue Value	WildBlue Select	WildBlue PRO
Βασικά Χαρακτηριστικά	Η χαμηλότερη τιμή! (δεν διατίθεται για εμπορική χρήση)	Μεγάλη ταχύτητα, μεγάλη τιμή!	Καλύτερη τιμή για το γραφείο σας!
Μηνιαία Τιμή	\$49.95 to \$54.95	\$69.95	\$79.95 to \$89.95
Ταχύτητα Download	512Kbps	1.0Mbps	1.5Mbps
Ταχύτητα Upload	128Kbps	200kbps	256kbps
Διευθύνσεις Email	5 email διευθύνσεις 100MB χωρητικότητα ανά διεύθυνση	5 email διευθύνσεις 100MB χωρητικότητα ανά διεύθυνση	10 email διευθύνσεις 100MB χωρητικότητα ανά διεύθυνση
Δίδακτρα Ενοικίασης	\$5.99	\$5.99	\$5.99
Δίδακτρα Ενεργοποίησης	\$99 (περιορισμένο χρονικό διάστημα) στις επιλεγόμενες περιοχές	\$99 (περιορισμένο χρονικό διάστημα) στις επιλεγόμενες περιοχές	\$99 (περιορισμένο χρονικό διάστημα) στις επιλεγόμενες περιοχές
Τιμή Τυπικής Εγκατάστασης	ΔΩΡΕΑΝ	ΔΩΡΕΑΝ	ΔΩΡΕΑΝ
Εγγύηση Εξοπλισμού	Περιλαμβάνεται	Περιλαμβάνεται	Περιλαμβάνεται

Πίνακας 5.2 Υπηρεσίες της WildBlue

5.2.4

BNL



Service Package Name	Downlink (Rx), kbit/s	Uplink (Tx), kbit/s	Rx+Tx CIR Bandwidth Allocation	Recommended Amount of PCs in LAN	G.723.1 VoIP Lines (via CIR)	Contention Ratio	Cost per month, US Dollars
Enterprise	512	128	None	10	Best Effort	1:10	579
Enterprise	512	256	None	15	Best Effort	1:10	852
Enterprise	1024	128	None	15	Best Effort	1:10	1008
Enterprise	1024	256	None	20	Best Effort	1:10	1268
Enterprise	1024	512	None	20	Best Effort	1:10	1463
Enterprise	2048	128	None	20	Best Effort	1:10	1658
Enterprise	2048	256	None	25	Best Effort	1:10	1918
Enterprise	2048	512	None	40	Best Effort	1:10	2308
Enterprise	3072	128	None	20	Best Effort	1:10	2685
Enterprise	3072	256	None	30	Best Effort	1:10	2828
Enterprise	3072	512	None	40	Best Effort	1:10	3036
Enterprise	3072	768	None	50	Best Effort	1:10	3257
Enterprise	4096	128	None	20	Best Effort	1:10	3517
Enterprise	4096	256	None	30	Best Effort	1:10	3608
Enterprise	4096	512	None	40	Best Effort	1:10	3855
Enterprise	4096	768	None	50	Best Effort	1:10	4089

Πίνακας 5.3 Υπηρεσίες της BNL

5.2.5 MicroNet

Υπηρεσίες 12 Μηνών μόντεμ 9000 ή 3020, τελειοποιημένος εξοπλισμός εγκατάστασης συμπεριλαμβανομένου του μόντεμ, Dish & BUC από 899,00 €

Package	Download Speed	Upload Speed	Monthly Fee
500	512 Kbps	128 Kbps	€ 34.90
500+	512 Kbps	256 Kbps	€ 34.90
1000	1024 Kbps	256 Kbps	€ 34.90
1000+	1024 Kbps	512 Kbps	€ 59.90
2000	2048 Kbps	512 Kbps	€ 79.90
2000+	2048 Kbps	1024 Kbps	€ 139.00

Πίνακας 5.4 Υπηρεσίες της MicroNet

5.3 ΠΑΡΟΧΟΙ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ INTERNET ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

5.3.1 Wind

Ιδρύθηκε το 1992 και ξεκίνησε τη δραστηριότητά της στην ελληνική αγορά με την εμπορική επωνυμία TELESTET στις 29 Ιουνίου 1993, οπότε και πραγματοποιήθηκε η πρώτη κλήση από κινητό στη χώρα μας.

Η WIND έχει καθιερωθεί στην ελληνική αγορά τηλεπικοινωνιών ως ηγέτης της τεχνολογικής καινοτομίας. Ήδη από τον Σεπτέμβριο του 2002 ξεκίνησε τις τεχνικές δοκιμές του δικτύου κινητής τηλεφωνίας 3ης γενιάς (UMTS) και στις αρχές Ιανουαρίου 2004 ξεκίνησε πρώτη στην ελληνική αγορά την εμπορική διάθεση των υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας 3ης γενιάς. Έχοντας ως στόχο τη συνεχή προώθηση της ευρυζωνικότητας στην Ελλάδα η WIND επενδύει στη συνεχή ανάπτυξη του δικτύου 3ης γενιάς και χάρη στην τεχνολογία **3G Broadband (HSDPA)**, προσφέρει πλέον στους χρήστες του ασύρματου δικτύου της ταχύτητες **μέχρι 1.8 Mbps**. Μέσω του δικτύου 3G Broadband οι πελάτες της WIND μπορούν να πραγματοποιήσουν βίντεο-κλήσεις, να πλοηγηθούν ταχύτατα στο Internet και στο WAP, να κάνουν χρήση υπηρεσιών mulWINDedia (MMS, VIDEO) με εντυπωσιακή ποιότητα ήχου και εικόνας, και πλούσιο περιεχόμενο. Σήμερα λειτουργεί δίκτυο κινητής τηλεφωνίας 3ης γενιάς της WIND σε όλες τις πρωτεύουσες νομών της Ελλάδας. Η Εταιρία παρέχει Downlink 7,2Mbps και Uplink 384Kbps[13].

Ογκοχρέωση

Πρόγραμμα	Adsm Basic	Adsm 300	Adsm 5GB	Adsm Non-Stop
Δωρεάν MB	1MB	300MB	5120MB	Απεριόριστα
Μηνιαίο πάγιο	3,5 euro	17 euro	29,5 euro	49 euro
Κόστος ανά επιπλέον MB	0,7 euro	0,7 euro	0,02 euro	N/A

Πίνακας 5.5 Υπηρεσίες της Wind

Χρονοχρέωση

Πρόγραμμα	Δωρεάν μηνιαία χρήση	Μηνιαίο πάγιο	Χρέωση πέραν της δωρεάν ώρας
Adsm clock 100	100 hrs	30 euro	2 euro
Adsm	30 hrs	20 euro	2 euro

Πίνακας 5.6 Υπηρεσίες της Wind

Νέες συνδέσεις(Με τις νέες συνδέσεις ,ο εξοπλισμός δωρεάν)

Πρόγραμμα	Δωρεάν μηνιαία Χρήση/MB	Μηνιαίο πάγιο	Χρέωση πέραν της δωρεάν ώρας/ ανά επιπλέον MB
Adsm clock 200	200 hrs	39 euro	2 euro
Adsm 30GB	10GB	39 euro	2 euro

Πίνακας 5.7 Υπηρεσίες της Wind

5.3.2 Vodafone

Η Εταιρία παρέχει Downlink 7,2Mbps και Uplink 1,4Mbps

Ογκοχρέωση

Πρόγραμμα	VMB 1MB	VMB 250MB	VMB 5GB	5GB φοιτητικό
Πάγιο	3,5 euro	14,99 euro	29,50 euro	24,99 euro
Δωρεάν MB	1MB	250MB	5120MB	5120MB
Κόστος ανά επιπλέον MB	1.02 euro	0.10 euro	0.02 euro	0.02 euro

Πίνακας 5.8 Υπηρεσίες της Vodafone

Χρονοχρέωση

Πρόγραμμα	VMB Time 30	VMB Time100	VMB Unlimited
Πάγιο	20 euro	30 euro	49 euro
Δωρεάν σύνδεση στο δίκτυο	30 hrs	100 hrs	Χωρίς περιορισμό
Κόστος ανά ώρα μετά το δωρεάν χρόνο	2 euro	2 euro	0 euro

Πίνακας 5.9 Υπηρεσίες της Vodafone[14]

5.3.3 Cosmote

Η Εταιρία παρέχει Downlink 7,2Mbps και Uplink 1,5Mbps

Πρόγραμμα	Πάγιο	Δωρεάν MB	Χρέωση πέραν των δωρεάν MB(Ε/MB)
Basic	3,5 euro	1MB	(1-20)MB:1euro (20-250)MB:0.5euro Πάνω από 250MB:0.1euro
250MB	15 euro	250MB	0.1euro
5GB	29,5 euro	5120MB	0.02euro
Unlimited	49 euro	Απεριόριστα	-

Πίνακας 5.10 Υπηρεσίες της Cosmote[15]

5.4 ΠΑΡΟΧΟΙ ΕΝΣΥΡΜΑΤΟΥ ΕΠΙΓΕΙΟΥ INTERNET

5.4.1 FORTHNET

Η "Ελληνική Εταιρία Τηλεπικοινωνιών και Τηλεματικών Εφαρμογών Forthnet Α.Ε." ιδρύθηκε τον Οκτώβριο του 1995 από το Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας και τις Μινωικές Γραμμές ΑΝΕ. Το Δεκέμβριο του 2003 η Forthnet εξαγόρασε την Internet Hellas, η οποία αποτελεί πλέον την επιχειρησιακή μονάδα της Forthnet που ειδικεύεται στην παροχή υπηρεσιών Data Center σε επιχειρήσεις[19].

ΟΝΟΜΑ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΤΙΜΗ (€)
broadband ADSL	24Mbps	19,50/1M
Forthnet ADSL Economy	24Mbps+τηλέφωνο	24,90/1M
ADSL in a Box	24Mbps	69/6M
ADSL in a Box Plus	24Mbps	129/6M
Forthnet 2play	24Mbps+απεριόριστες αστικές κ υπεραστικές κλήσεις	39,90/1M

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.11 Υπηρεσίες της Forthnet

5.4.2 HELLAS ONLINE

Η hellas online-μέλος του ομίλου Intracom Holdings από το 2006-ιδρύθηκε το 1993 με δυναμική πορεία στην παροχή τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών, κατέχει σήμερα ιδιαίτερα σημαντική θέση στην ελληνική αγορά. Η hellas online αναπτύσσει πανελλαδικό ιδιόκτητο δίκτυο οπτικών ινών και παρέχει ολοκληρωμένες τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες ευρυζωνικής πρόσβασης και σταθερής τηλεφωνίας στο πελατολόγιό της, που πέραν των οικιακών συνδρομητών περιλαμβάνει επαγγελματίες, επιχειρήσεις μικρού και μεσαίου μεγέθους καθώς και μεγάλους οργανισμούς. Τον Ιούνιο του 2007 η hellas online προχώρησε στη σύναψη στρατηγικής εμπορικής συνεργασίας με την Vodafone που ενισχύει τους στόχους της εταιρείας να αυξήσει το πελατολόγιό της, να εμπλουτίσει ανταγωνιστικά τις υπηρεσίες της, και να ενισχύσει σημαντικά τα έσοδά της. Με την εξαγορά των Αττικών Τηλεπικοινωνιών και την περαιτέρω ανάπτυξη Πανελλαδικού ιδιόκτητου δικτύου, η hellas online διαθέτει το μεγαλύτερο ιδιόκτητο δίκτυο οπτικών ινών στην Ελλάδα, με μήκος που ξεπερνάει τα 2,100 χλμ. Πανελλαδικά και 80% πληθυσμιακή κάλυψη στο Λεκανοπέδιο της Αττικής[18].

ΟΝΟΜΑ	ΔΙΚΤΥΟ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΤΙΜΗ (€)
HOL Hibox	εντός δικτύου HOL	6/ 1 Mbps	17,97/1M
		24/ 1 Mbps	21,34/1M
	εκτός δικτύου HOL	1024/ 256 Kbps	17,97/1M
		2048/ 256 Kbps	21,34/1M
HOL HIBOX STUDENT		24Mbps	17,97/1M
HOL BUSINESS ADSL		6/ 1 Mbps	70/1M
		12/ 1 Mbps	85/1M
HOL OFFICE ADSL		6/ 1 Mbps	45/1M
		12/ 1 Mbps	60/1M
HOL DOUBLE PLAY	εντός HOL	6/ 1 Mbps +απεριόριστες αστικές κ υπεραστικές κλήσεις	34/1M
		24/ 1 Mbps+ απεριόριστες αστικές κ υπεραστικές κλήσεις	37/1M
	εκτός HOL	1024/ 256 Kbps+ απεριόριστες αστικές κ υπεραστικές κλήσεις	34/1M
		2048/ 256 Kbps+ απεριόριστες αστικές κ υπεραστικές κλήσεις	37/1M

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.12 Υπηρεσίες της Hellas on line

5.4.3 VIVODI TELECOM

Η Vivodi Telecom ιδρύθηκε τον Μάρτιο του 2001. Παρακολουθώντας τις εξελίξεις στην Ευρωπαϊκή τηλεπικοινωνιακή αγορά και διαθέτοντας τεχνογνωσία στα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα νέας γενιάς, είναι η πρώτη εταιρεία τηλεπικοινωνιών στην Ελλάδα που ανέπτυξε ιδιόκτητο δίκτυο κόμβων DSL στην Αττική, τη Θεσσαλονίκη και σε άλλες μεγάλες πόλεις εισάγοντας πρωτοποριακές υπηρεσίες σταθερής τηλεφωνίας και DSL (Internet & Τηλεφωνία)[20].

ΟΝΟΜΑ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΔΩΡΕΑΝ ΧΡΟΝΟΣ ΓΙΑ ΑΣΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΕΣ ΚΛΗΣΕΙΣ	ΔΙΚΤΥΟ	ΤΙΜΗ (€)
DSLcube	24Mbps		shared LLU/ΑΡΥΣ	25/1Μ
MaXx10	10240/512Kbps		shared LLU/full LLU	25/1Μ
MaXx4	4096/256Kbps		ΑΡΥΣ	34,90/1Μ
MaXx8	8192/384Kbps		ΑΡΥΣ	43,90/1Μ
TELEFONET	1024/256Kbps	180'	full LLU	17,85/1Μ
TELEFONET+	10240/512Kbps	απεριόριστα	full LLU	35/1Μ
cableTV	20480/512Kbps + cable tv	απεριόριστα	full LLU	45/1Μ
ΔΙΟΔΟΣ	24Mbps		full LLU	150/12Μ
Telefonet SOHO	10240/1024 Kbps	1440'	full LLU	70,21/1Μ
Telefonet Business 2 (BRI)	10240/1024 Kbps	1440'	full LLU	85,68/1Μ
Telefonet Business 4 (BRI)	10240/1024 Kbps	2880'	full LLU	130,9/1Μ
Telefonet Business 6 (BRI)	[10240/1024 Kbps] x 2	2880'	full LLU	178,5/1Μ
Telefonet Business 8 (BRI)	[10240/1024 Kbps] x 2	4320'	full LLU	232,05/1Μ
Business Internet (ADSL2+)	10240/1024 Kbps		full LLU	45/1Μ
	1024/256 Kbps		ΑΡΥΣ	25/1Μ
	2048/256 Kbps		ΑΡΥΣ	30/1Μ
	4096/256 Kbps		ΑΡΥΣ	34/1Μ
	8192/384 Kbps		ΑΡΥΣ	45/1Μ

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.13 Υπηρεσίες της Vivodi

5.4.4 TELLAS

Η Tellas AE, ξεκίνησε την εμπορική της δραστηριότητα το Φεβρουάριο του 2003 κι έκτοτε είναι μέσα στις εξελίξεις της ελληνικής αγοράς τηλεπικοινωνιών. Η Tellas ήταν η πρώτη εταιρία, που παρείχε στο ελληνικό κοινό πρωτοποριακές υπηρεσίες σταθερής τηλεφωνίας, υπηρεσίες πρόσβασης στο Internet, συνδυασμένες υπηρεσίες σταθερής τηλεφωνίας και Internet, καθώς και ευρυζωνικές υπηρεσίες, σε ανταγωνιστικές τιμές για όλα τα τμήματα αγορών, οικιακούς χρήστες, επαγγελματίες, μικρές και μεγάλες επιχειρήσεις[21].

ΟΝΟΜΑ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΤΙΜΗ
Tellas DSL	12/ 1 Mbps	18,95/1M
	768/192kbps	15/1M
Tellas ADSL@University	1024/256kbps	21/1M
Tellas Zisto DSL	12Mbps + τηλέφωνο	22,90/1M
Tellas No Limit με Tellas DSL	12Mbps + απεριόριστες αστικές και υπεραστικές κλήσεις	36,90/1M
	768 Kbps/192 Kbps	30,94/1M
	1 Mbps/256 Kbps	36,89/1M
Tellas DSL Office	2 Mbps/256 Kbps	45,22/1M
	4Mbps/1Mbps	29,75/1M
	8Mbps/1Mbps	38,08/1M
	12Mbps/1Mbps	46,41/1M

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.14 Υπηρεσίες της Tellas

Οι ταχύτητες 4Mbps/1Mbps, 8Mbps/1Mbps και 12Mbps/1Mbps παρέχονται στις περιοχές που καλύπτονται από το ιδιόκτητο δίκτυο της Tellas. Στις περιοχές που δεν καλύπτονται ακόμα, η υπηρεσία προσφέρεται στην ταχύτητα 1 Mbps/256 Kbps και με αυτόματη αναβάθμιση χωρίς καμία επιπλέον ενέργεια ή οικονομική επιβάρυνση μόλις υπάρξει κάλυψη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συγκρίνοντας τα δορυφορικά δίκτυα με τα επίγεια ανακαλύπτουμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του καθενός. Τα δορυφορικά δίκτυα υστερούν σημαντικά έναντι των επίγειων σε ορισμένους βασικούς παράγοντες όπως η εύκολη συντήρηση και επισκευή που παρέχουν τα επίγεια σε αντίθεση με τη χρονοβόρα, δύσκολη και πολυδάπανη επισκευή των δορυφορικών. Επίσης τα επίγεια επηρεάζονται λιγότερο από κάποιες καιρικές συνθήκες ενώ έχουν και πιο εύκολη διαχείριση. Η βροχή αποτελεί παράγοντα προβληματισμού στα δορυφορικά δίκτυα αφού προκαλεί σημαντικές παρεμβολές. Τέλος η διαχείριση και η αποτελεσματική εκμετάλλευση ενός δορυφορικού δικτύου είναι ιδιαίτερα δύσκολη διαδικασία που απαιτεί σκληρή δουλειά και σε ορισμένες περιοχές τα θέματα είναι ακόμη ανοικτά προς έρευνα.

Εστιάζοντας τώρα στα πλεονεκτήματα των δορυφορικών δικτύων καταλήγουμε ότι υπερτερούν έναντι των επίγειων στο γεγονός ότι προσφέρουν περισσότερο εύρος ζώνης στον τελικό χρήστη. Θεωρητικά το εύρος ζώνης μιας οπτικής ίνας είναι μεγαλύτερο από αυτό ενός δορυφορικού καναλιού, όμως οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται σήμερα μόνο σε δίκτυα κορμού και στη συνέχεια, στον τελικό χρήστη, καταλήγει η παλαιά τεχνολογία (χαλκός) με αποτέλεσμα ο χρήστης να μην εκμεταλλεύεται τα πλεονεκτήματα των οπτικών ινών άμεσα.

Επίσης ένα δεύτερο πλεονέκτημα των δορυφορικών δικτύων είναι ότι έχουν μια φυσική ικανότητα μετάδοσης. Ένα μήνυμα μπορεί να σταλεί από ένα δορυφόρο σε παρά πολλούς χρήστες ταυτόχρονα και με σχετικά μικρό κόστος αφού δεν παίζει ρόλο πόσοι θα παραλάβουν το μήνυμα (έχει το ίδιο κόστος με το να είχε σταλεί σε ένα παραλήπτη) και κατά συνέπεια αποκτούν προβάδισμα για εφαρμογές που απαιτείται πολυδιανομή (multicast).

Επιπρόσθετα τα δορυφορικά δίκτυα χρησιμοποιούνται για στρατιωτικούς σκοπούς σε περιπτώσεις πολέμων ή άλλες όπου απαιτείται η γρήγορη ανάπτυξη

τηλεπικοινωνιών. Στις στρατιωτικές βέβαια εφαρμογές εφαρμόζονται διάφορες εξειδικευμένες τεχνικές για κρυπτογράφηση σήματος και απόκρυψη της μετάδοσης. Τέλος τα δορυφορικά δίκτυα έχουν εφαρμογή σε περιπτώσεις που η υποδομή είναι ανύπαρκτη και η ανάπτυξή της πολυδάπανη, δηλαδή σε περιπτώσεις που η απόσταση είναι μεγάλη από τα δίκτυα κορμού, όπως σε παραγωγικές μονάδες της περιφέρειας τότε αυτές οι επιχειρήσεις μπορούν να εκμεταλλευτούν το δορυφορικό internet, καθώς για τέτοιες επιχειρήσεις το κόστος του δεν είναι ιδιαίτερο πρόβλημα, αλλά για απλούς χρήστες το δεν προτείνεται σε αυτούς λόγω της τιμής του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1]. **ΚΑΨΑΛΗΣ Χ. και ΚΩΤΤΗΣ Π., [2002]**, Δορυφορικές Επικοινωνίες, Εκδόσεις Τζιόλα ISBN 960-8050-93-2
- [2]. **ΑΡΑΠΟΓΛΟΥ Π.Δ., [2003]**, Σύγκριση Τεχνικών Διαφορικής Λήψης για την Άμβλυση των Διαλείψεων λόγω Βροχής στις Δορυφορικές Επικοινωνίες
- [3]. **Gerard Maral και Michael Bousquet, [1998]**, Satellite Communications Systems, Systems techniques and technology
- [4]. **ELBERT B., [1997]**, The Satellite Communication Applications Handbook, Artech House
- [5]. **ΚΑΝΕΛΛΟΠΟΥΛΟΣ Ι.Δ., [2001]**, Διάδοση Ηλεκτρομαγνητικών Κυμάτων σε Γήινο Περιβάλλον, Εκδόσεις ΕΜΠ
- [6]. Από τον μαυροπίνακα στις ευρυζωνικές δορυφορικές επικοινωνίες 14-16 Οκτωβρίου 2005 Αργυρούπολη DIAS_2nd_Proceedings
- [7]. **BHARADWAJ V.G, BARAS J.S., BUTTS N.P., [2001]**, An architecture for Internet service via broadband satellite networks, John Wiley & Sons
- [8]. **HENDERSON T., KATZ R., [1999]**, Transport Protocols for Internet-Compatible Satellite Networks, IEEE Journal on Selected Areas of Communications
- [9]. Ανδρέας Βλησίδης ,Σημειώσεις Δορυφορικές Επικοινωνίες
<http://eclass.epp.teiher.gr/eclass/>
- [10]. <http://en.wikipedia.org>
- [11]. <http://www.hellasat.com>
- [12]. <http://www.go-online.gr/>
- [13]. <http://www.wind.com.gr/>
- [14]. <http://www.vodafone.gr/>
- [15]. <http://www.cosmote.gr/cosmote/cosmote.portal>
- [16]. http://www.lib.teicrete.gr/gr/libraries_gr.html
- [17]. <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/epp/>
- [18]. <http://www.hol.gr/default.asp>
- [19]. <http://www.forthnet.gr/>
- [20]. <http://www.vivodi.gr/>
- [21]. <http://www.tellas.gr/>