

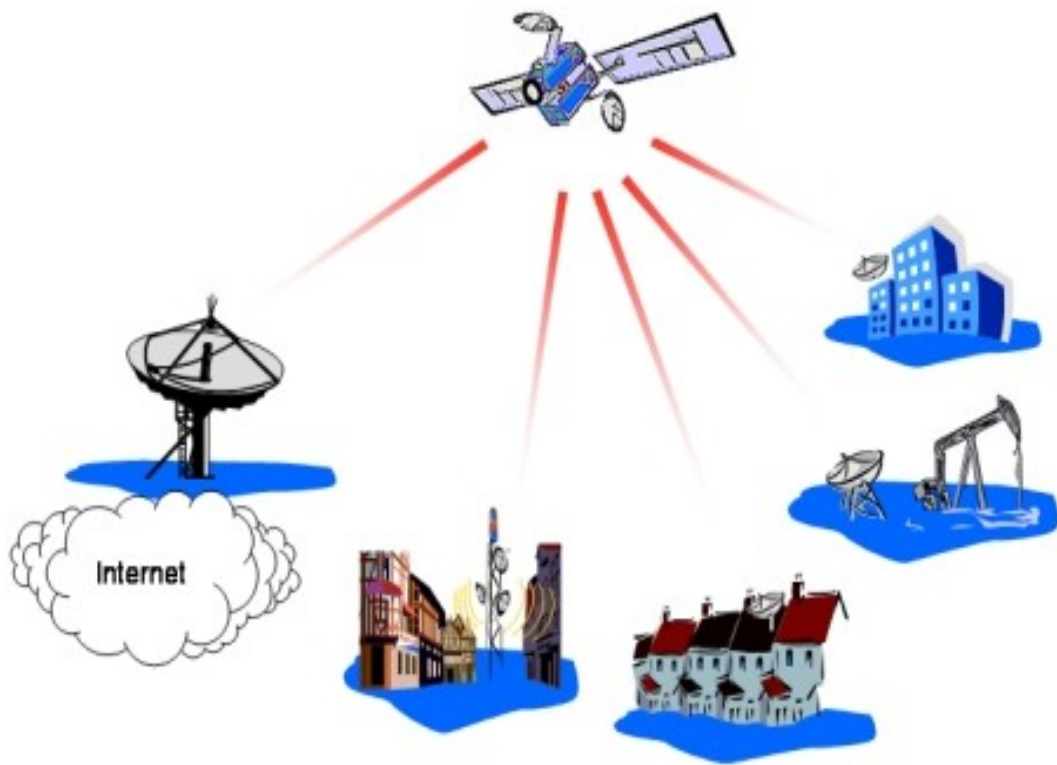
Εργασία στα πλαίσια του μαθήματος:  
**«Δίκτυα Δημόσιας Χρήσης και Διασύνδεση  
Δικτύων»**

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής Πολυτεχνική Σχολή  
Πανεπιστήμιο Πάτρας

**ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ ΙΝΤΕΡΝΕΤ**

Μέλλος Σεραφείμ -- AM 3155  
Πυργελής Απόστολος -- AM 3204

## Internet Over Satellite



## Index

1. Εισαγωγή.....	5
2. Σχετικά με το Internet Over Satellite.....	7
2.1 Τι είναι το Internet Over Satellite.....	7
2.1.1 Ποιά τα πλεονεκτήματα του Internet Over Satellite.....	7
2.1.2 Τρόπος λειτουργίας του Internet over Satellite.....	7
2.1.3 Πιθανά μειονεκτήματα του Internet Over Satellite.....	8
2.2 Πως και πότε ξεκίνησε το Internet Over Satellite.....	9
2.3 Εξέλιξη της τεχνολογίας Internet Over Satellite.....	11
3. Δορυφόροι και δορυφορικά δίκτυα.....	12
3.1 Δορυφόροι.....	12
3.1.1 Τι είναι ένας δορυφόρος.....	12
3.1.2 Τροχιά του δορυφόρου.....	13
3.1.3 Πως εκτοξεύεται ένας δορυφόρος .....	14
3.1.4 Τι βρίσκεται μέσα σε ένα δορυφόρο.....	15
3.1.5 Δυνατότητες των δορυφόρων.....	17
3.2 Δορυφορικά Σήματα.....	17
3.2.1 Ku band.....	17
3.2.2 Ka band.....	18
3.2.3 C band.....	18
3.2.4 X band.....	19
3.2.5 S band.....	19
3.2.6 L band.....	19
3.3 Δορυφορικά δίκτυα και χαρακτηριστικά τους.....	20
3.3.1 VSAT δίκτυα .....	20
3.3.1.1 Λειτουργία των VSAT δικτύων.....	20
3.3.1.2 DirecPC Services.....	21
3.3.2 Τοπολογίες Δορυφορικών δικτύων.....	23
3.3.2.1 Σημείο προς σημείο (point to point) δορυφορικά δίκτυα.....	23
3.3.2.2 Switched.....	24
3.3.2.3 TDMA.....	25
3.3.2.4 Υβριδικά Δορυφορικά Δίκτυα (Hybrid).....	26

3.3.3 Χαρακτηριστικά Δορυφορικών δικτύων.....	27
3.3.3.1 Μεγάλο γινόμενο Delay*Bandwidth.....	27
3.3.3.2 Μεγάλο RTT(Round Trip Time).....	27
3.3.3.3 Λάθη Μετάδοσης.....	27
3.3.3.4 Θόρυβος στο κανάλι μετάδοσης .....	28
3.3.3.5 Μεγάλη καθυστέρηση ανάδρασης .....	28
3.4 Satellite Internet Service.....	28
3.4.1 One-way multicast.....	28
3.4.2 One-way με χερσαία επιστροφή(with terrestrial return) .....	29
3.4.3 Two-way satellite access.....	31
4. Πρωτόκολλα Επικοινωνίας.....	32
4.1 Network Layer: IP Protocol.....	32
4.2 Transport Layer : TCP & UDP Protocol.....	33
4.3 Transport Layer : RTP & RTCP Protocol. ....	36
4.4 Data Link Layer: MAC protocols.....	37
5.Εφαρμογές Δορυφορικών Δικτύων.....	42
5.1 Internet over Satellite.....	42
5.2 IPTV.....	43
5.3 VoIP.....	46
5.4 Εφαρμογές και Internet over Satellite επόμενης γενιάς.....	47
6. Δορυφορικό Internet στην Ελλάδα.....	49
6.1 Κατάσταση δορυφορικής τεχνολογίας στην Ελλάδα.....	49
6.2 Hellas Sat.....	51
7. Βιβλιογραφία.....	56

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

# 1

Στη σημερινή εποχή η χρήση των δορυφόρων είναι πλέον πολύ διαδεδομένη. Είναι γεγονός ότι οι δορυφόροι έχουν μπει για τα καλά στη ζωή μας και μας προσφέρουν διάφορες υπηρεσίες. Βρίσκουν μεγάλες εφαρμογές στις επιστήμες καθώς κατάλληλα προγραμματισμένοι δορυφόροι μας παρέχουν καθημερινά πληροφορίες για φαινόμενα που συμβαίνουν πάνω στη γη. Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών είναι οι δορυφόροι που χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη του καιρού, δορυφόροι που με ειδικές κάμερες φωτογραφίζουν με μεγάλη λεπτομέρεια τη γη που είναι πολύ χρήσιμο για τη χαρτογραφική της και μας δίνουν πληροφορίες που βοηθάνε στον εντοπισμό ανωμαλιών όπως μείωση των υδάτινων πόρων. Πέρα από τις πολλές εφαρμογές στην επιστήμη οι δορυφόροι παίζουν πολύ σημαντικό στην επικοινωνία καθώς μέχρι και το internet πλέον διαδίδεται μέσω αυτών .

Χρησιμοποιώντας έναν γεωστατικό δορυφόρο σε συνδυασμό με έναν επίγειο σταθμό δημιουργείται ένα άκρο επικοινωνίας καθώς και μετάδοσης δεδομένων. Ένας τέτοιος δορυφόρος ο οποίος έχει τη δυνατότητα λήψης και εκπομπής δεδομένων καλύπτει μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή. Ο χρήστης που θέλει να συνδεθεί με ένα δορυφόρο πρέπει να διαθέτει τον κατάλληλο εξοπλισμό. Αυτός αποτελείται από μια δορυφορική κεραία (πιάτο) το οποίο πρέπει να είναι στραμμένο προς το δορυφόρο και ειδικό τερματικό εξοπλισμό(modem). Ο επίγειος σταθμός μεταδίδει αλλά και λαμβάνει δεδομένα από τον δορυφόρο με μεγάλο ρυθμό έτσι ώστε ο συνδρομητής να έχει πρόσβαση τόσο στο internet όσο και στην ανταλλαγή δεδομένων όπως εικόνα και βίντεο με άλλους συνδρομητές. Σήμερα υπάρχουν πολλές εταιρείες που πουλάνε το δορυφορικό internet ταχύτητες από 512Kbps μέχρι 40Mbps.

Σε ένα δορυφορικό δίκτυο υπάρχει το downlink που είναι το μονοπάτι επικοινωνίας από το δορυφόρο στον επίγειο σταθμό και το uplink που είναι το μονοπάτι επικοινωνίας από τον επίγειο σταθμό στον δορυφόρο. Η σημερινή τεχνολογία προσφέρει αρκετά καλό downlink αλλά όχι τόσο καλό uplink(της τάξης των 5Mbps στις καλύτερες περιπτώσεις).

Το πιο βασικό πλεονέκτημα της δορυφορικής επικοινωνίας είναι η δυνατότητα της παροχής ευροζωνικής πρόσβαση ακόμα και στις πιο απομακρυσμένες περιοχές ή σε μονάδες που συνεχώς μετακινούνται όπως πλοία που ταξιδεύουν στους ωκεανούς. Ένα από τα μειονεκτήματα είναι το αυξημένο κόστος του απαραίτητου εξοπλισμού καθώς και της συνδρομής . Ακόμα εκτός του γεγονότος ότι το uplink δεν

## Internet Over Satellite

προσφέρεται σε καλές ταχύτητες δεν είναι ακόμα δυνατή η υποστήριξη εφαρμογών όπως real-time video και online-gaming. Σίγουρα όμως καθώς εξελίσσεται το internet over satellite συμπεριλαμβάνοντας το γεγονός ότι καλύπτει και τις πιο απομακρυσμένες περιοχές στο μέλλον θα είναι μια πολύ καλή λύση για όλους.



Ένας σύγχρονος δορυφόρος

## ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟ INTERNET OVER SATELLITE

# 2

### **2.1 Τι είναι το Internet Over Satellite**

Η παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών (broadband) με υψηλές ταχύτητες επιτυγχάνεται μέσω του Δορυφορικού Internet (Internet over Satellite). Το Δορυφορικό Internet απευθύνεται κυρίως σε επαγγελματίες, μικρομεσαίες επιχειρήσεις ή άλλους χρήστες οι οποίοι χρησιμοποιούν το διαδίκτυο ως μέσο λήψης και εκπομπής μεγάλου όγκου δεδομένων μέσω web. Το δορυφορικό Internet μπορεί να υποστηρίξει ένα πλήθος εφαρμογών όπως είναι η Τηλεκπαίδευση, Τηλειατρική, VoIP, Web-browsing, Video Broadcasting/Multicasting over IP, Αυτόματες Ταμειακές Μηχανές (ATM), διασύνδεση λογισμικού ERP, εγκατάσταση WiFi Hot Spots κ.τ.λ σε όλο τον κόσμο ανεξαρτήτως καιρικών συνθηκών ή περιοχής.

Ειδικά για επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται σε απομακρυσμένες περιοχές ή νησιωτικά συμπλέγματα ή Βαλκανικές και Ευρωπαϊκές χώρες, ενδέχεται να αποτελέσει ιδιαίτερα συμφέρουσα λύση καθώς στις περιοχές αυτές είτε υπάρχει έλλειψη αντίστοιχων επίγειων υποδομών όπως για παράδειγμα το ADSL που αποτελεί τον κύριο τρόπο ευρυζωνικής σύνδεσης είτε δεν υπάρχει διεθνής διασύνδεση που να δίνει ικανοποιητική ταχύτητα σε προσιτές τιμές.

#### **2.1.1 Ποιά τα πλεονεκτήματα του Internet Over Satellite**

Λόγω του μεγάλου εύρους κάλυψης που έχει ένας δορυφόρος, 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 Internet over Satellite 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 over IP), Video conference κ.λ.π. 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.

Τέλος ένα σημαντικό πλεονέκτημα του satellite internet είναι ότι δεν απαιτείται τηλεφωνική γραμμή.

### 2.1.2 Τρόπος λειτουργίας του Internet over Satellite

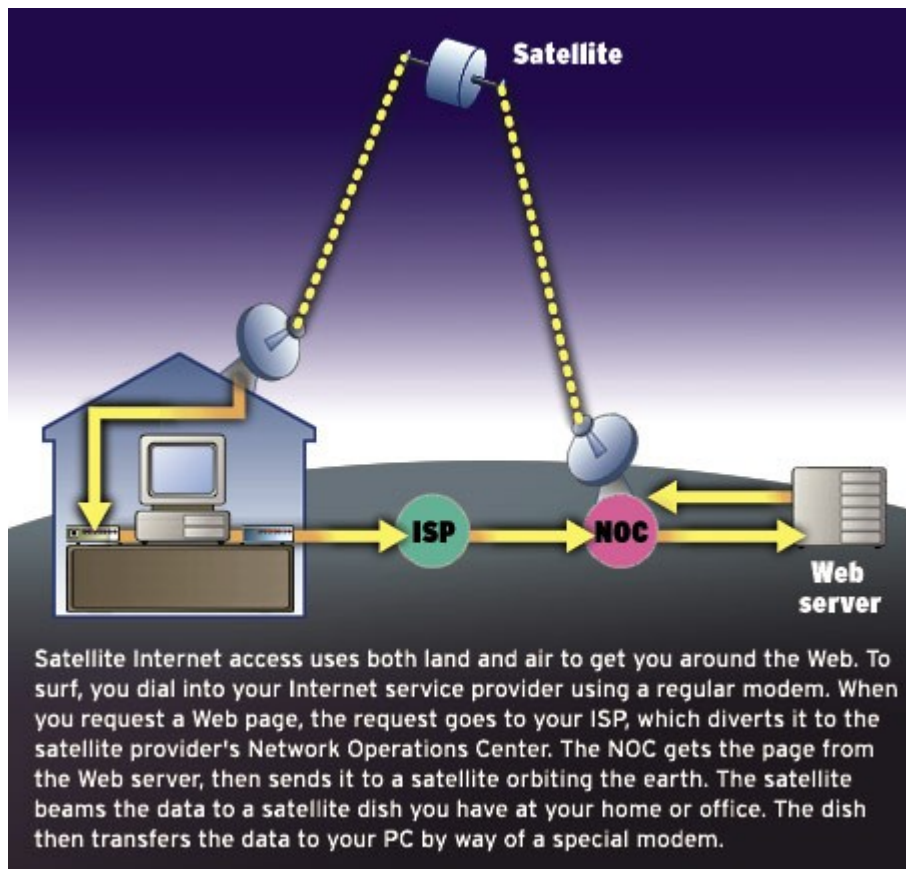
Το satellite internet μοιάζει αρκετά με το satellite tv. Ένας δορυφόρος ο οποίος είναι σε τροχιά γύρω από την γη στέλνει δεδομένα σε ένα δορυφορικό πιάτο που βρίσκεται στο σπίτι του χρήστη. Το δορυφορικό πιάτο στέλνει τα δεδομένα αυτά με αρκετή μεγάλη ταχύτητα στο ειδικό satellite modem που είναι συνδεδεμένο στον υπολογιστή του χρήστη. Απο τα παραπάνω καταλαβαίνουμε ότι ο απαραίτητος εξοπλισμός είναι ο εξής:

Το δορυφορικό modem (συγχρόνως λειτουργεί και ως IP router), ένας υπολογιστής και το δορυφορικό κάτοπτρο με διάμετρο συνήθως 90cm. Ο χρήστης αποστέλλει τα δεδομένα ενθυλακωμένα σε DVB-MPEG2 data stream. Η εκπομπή συνήθως 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.

Όταν όλα αυτά είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους η λειτουργία έχει ως εξής :

Ο χρήστης καλεί τον ISP(Internet Service Provider) μέσω του modem του. Καθώς περιγιείται στο internet κάνει click σε μια διαφορετική σελίδα. Τότε κατάλληλο λογισμικό του υπολογιστή συνάπτει έναν κωδικό (tunneling code) στην αίτηση του χρήστη. Αντί να γίνεται αίτηση κατευθείαν από τον server, η αίτηση πηγαίνει στο NOC(Network Operation Center) της υπηρεσίας ο οποίος είναι τοποθετημένος μακριά στο έδαφος. Στη συνέχεια το NOC είναι αυτό που θα κάνει την αίτηση στον server ο οποίος απαντάει πάλι στο NOC. Για να ολοκληρωθεί η αίτηση το NOC στέλνει την σελίδα σε ένα δορυφόρο ο οποίος στέλνει τα δεδομένα στο δορυφορικό πιάτο του χρήστη και απο εκεί μέσω του modem φτάνουν στον υπολογιστή. Συνήθως η διαδικασία αυτή χρειάζεται κάτω από μισό δευτερόλεπτο για να ολοκληρωθεί. Η λειτουργία αυτή φαίνεται αναλυτικά και στο παρακάτω σχήμα.





### 2.1.3 Πιθανά μειονεκτήματα του Internet Over Satellite

Το βασικό μειονέκτημα του Internet Over Satellite είναι ότι όλα αυτά τα απαραίτητα βήματα που αναφέραμε παραπάνω οδηγούν σε καθυστέρηση (latency) δηλαδή σε ένα αξιοπαρατηρήσιμο χρόνο καθυστέρησης από τη στιγμή που θα κάνει ο χρήστης ένα request μέχρι να εμφανιστούν τα δεδομένα στον υπολογιστή του. Η καθυστέρηση αυτή φαίνεται λογική αν σκεφτεί κανείς τη διάδοση της πληροφορίας που αναφέραμε παραπάνω δηλαδή από το PC στο NOC ,από το NOC σε ένα web server,από τον server στο NOC ,από το NOC στο δορυφόρο ο οποίος βρίσκεται και σε μια τεράστια απόσταση (22.000 μίλια) και από το δορυφόρο στο δορυφορικό πιάτο.

Πρόβλημα επίσης μπορεί να εμφανιστεί όταν πολλοί χρήστες χρησιμοποιούν την υπηρεσία καθώς το bandwidth θα μοιράζεται μεταξύ αυτών και ο δορυφόρος έχει ένα συγκεκριμένο μέγεθος bandwidth που μπορεί να αντέξει. Παρά όλα αυτά τα συστήματα two-way satellite που είναι στο προσκήνιο των εξελίξεων και θα εξαλείψουν την ανάγκη χρήσης μιας αναλογικής μέσω modem σύνδεσης για upload, θα έχουν πολύ μεγαλύτερο bandwidth διαθέσιμο.

### 2.2 Πως και πότε ξεκίνησε το Internet Over Satellite

Η δορυφορική τεχνολογία είναι το αποτέλεσμα της έρευνας στον τομέα των επικοινωνιών με σκοπό την επίτευξη μεγαλύτερης εμβέλειας και ακρίβειας με όσο το δυνατόν λιγότερο κόστος.

Το ταξίδι στο διάστημα ουσιαστικά ξεκίνησε στις 4 Οκτωβρίου 1957 όταν η Σοβιετική Ένωση εκτόξευσε τον Sputnik 1, τον πρώτο τεχνητό δορυφόρο της γης γύρω από την οποία ήταν σε τροχιά για 3 μήνες. Ένα μήνα αργότερα οι Σοβιετικοί εκτόξευσαν τον Sputnik 2 του οποίου ο επιβάτης, ένα σκυλί η “Λάικα” ήταν το πρώτο ζωντανό πλάσμα που βγήκε από τη γη και εισήλθε στο διάστημα. Η κούρσα για το διάστημα είχε ξεκινήσει και τον Φεβρουάριο του 1958 οι Αμερικάνοι εκτόξευσαν τον Explorer 1.

Ο πρώτος επικοινωνιακός δορυφόρος εκτοξεύθηκε στις 18 Δεκέμβρη του 1958. Ο SCORE(Signal Communication Orbital Relay) ο οποίος εξέπεμψε το μήνυμα του προέδρου Eisenhower “Peace On Earth, Good Will Toward Men” βρισκόταν σε τροχιά γύρω από τη γη για 12 μέρες όπου και του τελείωσαν οι μπαταρίες.

Στην περίοδο 1958 -1962 οι ΗΠΑ και η Σοβιετική Ένωση εκτοξεύσαν γύρω στους 70 πυραύλους ενώ Αγγλία και Καναδάς εκτοξεύσαν τους πρώτους τους.

Στις 12 Αυγούστου 1960 οι ΗΠΑ εκτόξευσαν τον Echo 1 έναν δορυφόρο χωρίς ενισχυτικές ικανότητες. Το μόνο που μπορούσε να κάνει ήταν να αντανακλάσει την ακτινοβολία πίσω στην γη. Αρχικά πιστευόταν ότι τέτοιοι δορυφόροι θα ήταν κατάλληλοι για τις επικοινωνίες η θεωρία αυτή όμως γρήγορα εγκαταλήφθηκε.

Τα Bell Telephone Laboratories βοήθησαν στο project του Echo 1. Η γνώση που κερδήθηκε χρησιμοποιήθηκε για να κατασκευαστεί ο Telstar ένας πειραματικός δορυφόρος που μετάδιδε τηλεοπτικά σήματα. Ο Telstar εκτοξεύθηκε το 1962 και σε 6 μήνες μετά σταθμοί στην Αμερική, Αγγλία και Γαλλία καταφέρνανε γύρω στις 400 μεταδόσεις τηλεφώνου, τηλεγράφου και τηλεόρασης και κάνανε πολλές μετρήσεις σε αυτές.

Σχεδόν ολόκληρη η γη (εκτός από τους πόλους) καλύφθηκε με δορυφόρους με την ανάπτυξη του Intelsat και την εκτόξευση δορυφόρων σε γεωσύγχρονη τροχιά πάνω από τον Ατλαντικό (1965) τον Ειρηνικό (1967) και τον Ινδικό ωκεανό(1969). Ένας συνδυασμός από περίπου 130 κυβερνήσεις και διεθνείς οργανισμούς ελέγχαν το Intelsat. Στο σωματείο του Intelsat ανήκαν οι δορυφόροι αλλά κάθε χώρα είχε τους δικούς της επίγειους σταθμούς. Το 1997 το Intelsat είχε 19 δορυφόρους σε τροχιά γύρω από την γη.

Η ΝΑΣΑ οδήγησε το νέο κύμα της δορυφορικής επικοινωνίας με την εκτόξευση του ACTS( Advanced Communications Technology Satellites) το 1993. Το ACTS χρησιμοποίησε για πρώτη φορά την on-board επεξεργασία και την ψηφιακή μετάδοση ο συνδυασμός των οποίων έκανε τη δημιουργία ενός επικοινωνιακού δορυφόρου να φαίνεται πιο εφικτή. Κάθε μία από αυτές τις καινοτομίες έκανε το satellite internet να φαίνεται εφικτό για τους παρακάτω λόγους.

1. Η on-board αποθήκευση και επεξεργασία επιτρέπει την δορυφορική επικοινωνία και την αποθήκευση πληροφορίας μέχρι ένα σήμα να βρεί τον στόχο του.

2. Η ψηφιακή μετάδοση βοηθάει ένα δορυφόρο στο να ενσωματώσει κωδικούς για τα λάθη μέσα στα σήματα έτσι ώστε να αποφεύγεται το rain fade (ενόχληση της επικοινωνίας λόγω βροχής η χιονιού.)

Μετά από όλα αυτά πολλές επιχειρήσεις αποφάσισαν αν επενδύσουν στις δορυφορικές εκπομπές. Το 1977 ο FCC(Federal Communications Commission) επέτρεψε σε 13 εταιρείες να χρησιμοποιήσουν ένα τμήμα του ουρανού και ένα τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος για τα δορυφορικά συστημάτα και σήματά τους.

Κάποιες από τις εταιρείες αυτές είναι οι Hughes, Motorola, Loral, EchoStar και Teledesic.



Sputnik 1.



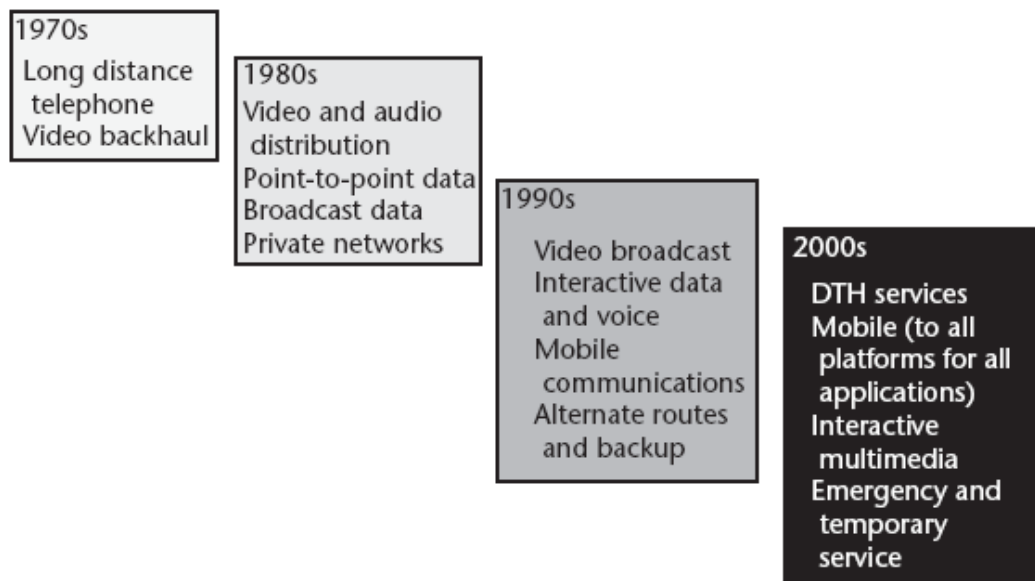
Explorers 1

### **2.3 Εξέλιξη της τεχνολογίας Internet Over Satellite**

Στις αρχές της δορυφορικής επικοινωνίας βασικός στόχος των επιστημόνων ήταν η επίτευξη δορυφόρων οι οποίοι θα είχαν καλύτερη διάρκεια ζωής και μικρότερο κόστος (κατασκευής και συντήρησης). Πλέον οι πύραυλοι κατασκευάζονται με μεγάλη αξιοπιστία οι οποίοι σε συνδυασμό με την κατασκευή κεραιών πολλαπλής δέσμης προσφέρουν μια πιο άνετη επικοινωνία.

Τα ζητήματα που απασχολούν πλέον τους τεχνολόγους και επιστήμονες αφορούν στο να βελτιωθούν τα μειονεκτήματα που έχει το Internet Over Satellite πάντα με το μικρότερο δυνατό κόστος. Για παράδειγμα μόλις πριν από λίγα χρόνια τα VSATs έκαναν παράδοση μόλις μερικά Kbits τώρα κάνουν παράδοση κάποιων Mbits το δευτερόλεπτο. Η ολοκλήρωση των δεδομένων με το IP και το MPEG κάνει τα δορυφορικά δίκτυα πολύ πιο αποτελεσματικά από τα τωρινά χερσαία. Βέβαια η

πραγματική πρόκληση είναι να συμβούν αυτά με μικρό κόστος πράγμα στο οποίο το DTH (Direct to Home) TV έχει δείξει να τα καταφέρνει σε αντίθεση με τα VSATs τα οποία θέλουν ακόμα βελτίωση. Μία ελπίδα ήταν οι Ka-band δορυφόροι με on-board επεξεργασία να μειώναν το κόστος του bandwidth έτσι ώστε η υπηρεσία να ανταγωνίζεται επαρκώς την DSL. Βέβαια για τη μείωση του κόστους του bandwidth και για ακόμα μεγαλύτερες ταχύτητες τόσο σε downlink όσο και uplink παλεύουν ακόμα οι 2 βασικές εταιρείες που έχουν τέτοια δίκτυα στις ΗΠΑ, οι Wild Blue και Hughes SpaceWay. Εν τω μεταξύ VSATs με C και Ku band χρησιμοποιούνται ευρέως με πολύ μεγάλες ταχύτητες πρόσβασης προσφέροντας πολύ καλές υπηρεσίες. Το παρακάτω σχήμα δείχνει την εξέλιξη στην δορυφορική επικοινωνία.



**Figure 13.4** Evolutionary trends in the commercial satellite communications market.

**ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ  
ΚΑΙ  
ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ  
ΔΙΚΤΥΑ**

**3**

### 3.1 Δορυφόροι

#### 3.1.1 Τι είναι ένας δορυφόρος



Ενας δορυφόρος είναι κάτι που περιστρέφεται γύρω από κάτι άλλο όπως τη γη ή έναν άλλο πλανήτη. Κάποιοι δορυφόροι είναι φυσικοί , όπως το φεγγάρι που είναι φυσικός δορυφόρος της γης. Άλλοι δορυφόροι κατασκευάζονται από επιστήμονες και τεχνολόγους ώστε να γυρνάνε γύρω από τη γή και να κάνουν συγκεκριμένες δουλειές.

Κάποιοι δορυφόροι στέλνουν και λαμβάνουν τηλεοπτικά σήματα. Το σήμα στέλνεται από ένα σταθμό που βρίσκεται στην επιφάνεια της γης. Ο δορυφόρος λαμβάνει το σήμα και το μεταδίδει σε άλλα μέρη της γης. Με τον σωστό αριθμό δορυφόρων στο διάστημα ένα τηλεοπτικό πρόγραμμα μπορεί να μεταδοθεί σε όλο τον κόσμο.

Κάποιοι δορυφόροι χρησιμοποιούνται στις επικοινωνίες μέσω τηλεφώνου, fax και υπολογιστή. Με τέτοιους δορυφόρους ο άνθρωπος μπορεί να επικοινωνήσει μέσω τηλεφώνου και internet οποιονδήποτε πάνω στη γη.

Άλλοι δορυφόροι χρησιμοποιούνται για την παρατήρηση των καιρικών φαινομένων. Στέλνουν τις παρατηρήσεις και μετρήσεις τους σε τεράστιους υπολογιστές που επεξεργάζονται την πληροφορία και έτσι οι επιστήμονες προβλέπουν τις πιθανές καρικές αλλαγές.

Τέλος υπάρχουν δορυφόροι που χρησιμοποιούνται για να τραβάνε φωτογραφίες της γης με μεγάλη ακρίβεια έτσι ώστε οι επιστήμονες να ενημερώνονται για πιθανές αλλαγές στην επιφάνεια της γης όπως μείωση του νερού στις υδάτινες περιοχές και θάλασσες και καταστροφή χερσαίων καλλιεργήσιμων περιοχών.



Ενας δορυφόρος που χρησιμοποιείται για τηλεοπτικές μεταδόσεις.

### 3.1.2 Τροχιά του δορυφόρου

Όταν ένας δορυφόρος εκτοξεύεται τίθεται σε τροχιά γύρω από την γη. Η βαρύτητα της γης κρατάει τον δορυφόρο στο σωστό μονοπάτι καθώς γυρνάει γύρω από αυτήν, το οποίο λέγεται τροχιά. 3 είδη τροχιάς αναλύονται παρακάτω :

#### LEO, Χαμηλή Τροχιά (Low Earth Orbit)

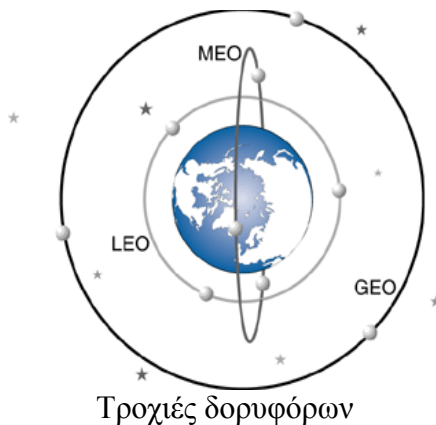
Ενας δορυφόρος στην χαμηλή τροχιά στρέφεται γύρω από την γη 100 με 300 μίλια πάνω από την επιφανεία της. Επειδή είναι πολύ κοντά στην γη ο δορυφόρος πρέπει να στρέφεται με πολύ μεγάλη ταχύτητα έτσι ώστε να μην τον τραβήξει η βαρύτητα προς την γη. Τέτοιοι δορυφόροι ταξιδεύουν με 17.500 μίλια την ώρα και μπορούν να κάνουν ένα κύκλο της γης σε περίπου μιαμιση ώρα.

#### MEO, Μεσαία Τροχιά (Medium Earth Orbit)

Οι δορυφόροι που χρησιμοποιούνται για τις επικοινωνίες που καλύπτουν τις περιοχές του Νότιου και Βόρειου πόλου τοποθετούνται σε μεσαίο υψόμετρο και ακολουθούν οβαλ τροχιά δηλαδή αντί να κάνουν κύκλους γύρω από την γη κάνουν οβαλ κινήσεις. Επειδή οι τροχιές τους είναι μεγαλύτερες από των LEO οι επίγειοι σταθμοί βλέπουν αυτούς τους δορυφόρους για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Δορυφόροι με τέτοια τροχιά ταξιδεύουν 6000 έως 12000 μίλια πάνω από την γη.

#### GEO, Γεωσταθμική Τροχιά (Geostationary Earth Orbit)

Ένας δορυφόρος με γεωσύγχρονη τροχιά κάνει ένα κύκλο της γης σε 24 ώρες δηλαδή ακριβώς το χρόνο που χρειάζεται η γη να κάνει μια περιστροφή. Αν τέτοιοι δορυφόροι τοποθετηθούν πάνω από τον ισημερινό και ταξιδεύουν με τη φορά που η γη γυρνάει τότε παρακολουθούν συνέχεια το ίδιο σημείο πάνω στη γη. Τέτοιοι δορυφόροι ταξιδεύουν 22.282 μίλια πάνω από την γη. Καλύπτουν μεγάλο μέρος του πλανήτη αλλά δεν καλύπτουν το Νότιο και Βόρειο πόλο.



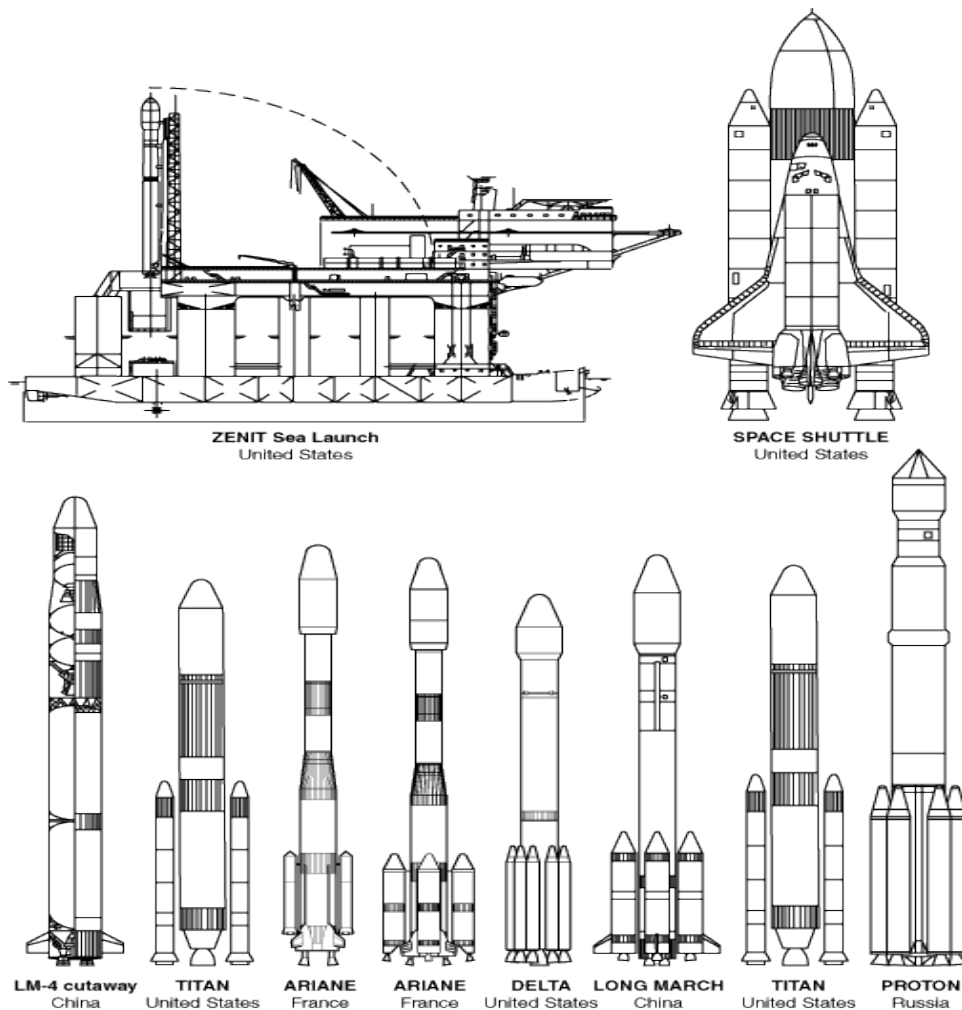
### 3.1.3 Πως εκτοξεύεται ένας δορυφόρος

Ένας δορυφόρος εκτοξεύεται πάνω σε ένα όχημα εκτόξευσης το οποίο αποτελεί ένα τρόπο μεταφοράς του δορυφόρου. Ο δορυφόρος πολύ προσεκτικά τοποθετείται πάνω σε αυτό το όχημα και εκτοξεύεται στο διάστημα απο μία πυραυλομηχανή. Λίγα είναι τα μέρη που γίνονται εκτοξεύσεις πυραύλων πάνω στη γη όπως Cape Canaveral στη Φλόριδα, Xichang στην Κίνα και Baikonur στο Καζακιστάν. Τα πιο σώστα μέρη για να εκτοξευθεί ένας δορυφόρος είναι αυτά που βρίσκονται πολυ κοντά στον ωκεανό έτσι ώστε όταν το όχημα εκτόξευσης αποκοπεί από τον δορυφόρο να πέσει στο νερό και όχι σε καποια κατοικήσιμη περιοχή.

Καταλαβαίνουμε λοιπόν οτι μια εκτόξευση είναι μια πάρα πολυ δύσκολη και περιπλοκή διαδικασία που απαιτεί την συνεργασία πολλών εταιρειών και χωρών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οτι η αντίστροφη μέτρηση για την εκτόξευση ενός πυραύλου ξεκινάει μέρες πριν και όλα είναι προγραμματισμένα έτσι ο καθένας να γνωρίζει τι πρέπει να κάνει 144 ώρες πριν ,10 ώρες πριν ακόμα και 20 λεπτά πριν την εκτόξευση.

Κατά την εκτόξευση οι πύραυλοι του οχήματος εκτόξευσης σηκώνουν τον δορυφόρο ο οποίος τίθεται σε μια προσωρινή τροχιά γύρω από την γη. Στη συνέχεια το όχημα εκτόξευσης αποκόβεται και μια η περισσότερες μηχανές του δορυφόρου ξεκινούν να λειτουργούν και τον θέτουν στη σωστή τροχιά.

Όταν ο δορυφόρος είναι πλέον στη προγραμματισμένη τροχιά του οι κεραιές του ξεδιπλώνονται και ο δορυφόρος αρχίζει την αποστολή και παραλαβή σημάτων.



Πυραυλομηχανές διαφόρων χωρών.

### 3.1.4 Τι βρίσκεται μέσα σε ένα δορυφόρο

Οι δορυφόροι διαθέτουν τεράστιο εξοπλισμό στο εσωτερικό τους. Κάθε δορυφόρος έχει 7 υποσυστήματα καθένα από τα οποία έχει συγκεκριμένη λειτουργία.

1. Υποσύστημα προώθησης (propulsion subsystem) περιέχει τις ηλεκτρικές ή χημικές μηχανές που είναι υπεύθυνες για να φέρουν το δορυφόρο στη σωστή του θέση καθώς και μηχανές που τον κρατάνε σε συγκεκριμένη τροχιά.

2. Υποσύστημα ηλεκτρικού (power subsystem) το οποίο γεννάει ηλεκτρικό ρεύμα από τα ηλιακά κάτοπτρα που βρίσκονται στο εξωτερικό του δορυφόρου. Τα κάτοπτρα αυτά αποθηκεύουν ενέργεια και σε ειδικές μπαταρίες οι οποίες χρησιμοποιούνται όταν ο ήλιος δεν φέγγει πάνω τους. Η ενέργεια που παράγεται χρησιμοποιείται για να λειτουργήσει και το υποσύστημα επικοινωνίας.

3. Υποσύστημα επικοινωνίας (communication subsystem) το οποίο είναι υπεύθυνο για τις λειτουργίες παραλαβής και μετάδοσης. Λαμβάνει σήματα από την γη τα ενισχύει και τα στέλνει σε άλλο επίγειο σταθμό ή άλλο δορυφόρο.

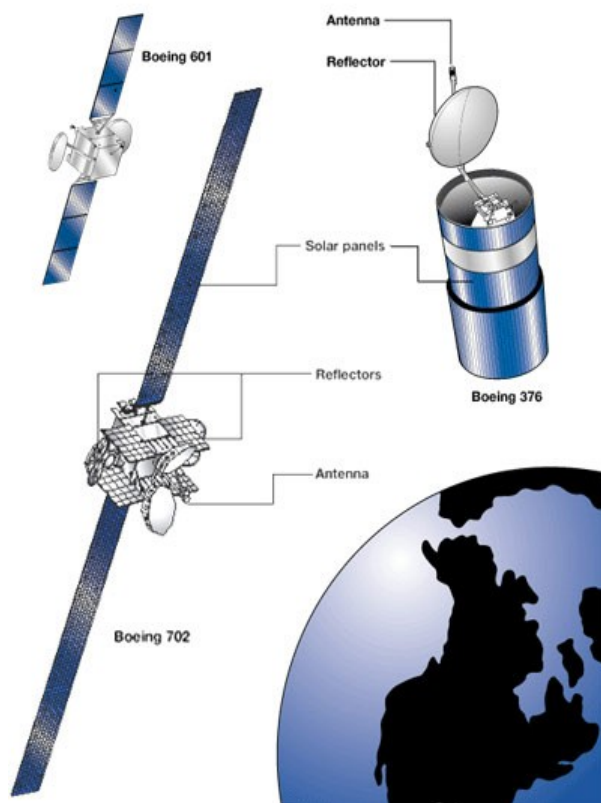


4. Δομικό υποσύστημα (structures subsystem) το οποίο είναι ένα σταθερό δυνατό πλαίσιο που συντονίζει τη λειτουργία των άλλων υποσυστημάτων.

5. Υποσύστημα ελέγχου θερμότητας (thermal control subsystem) το οποίο είναι υπεύθυνο για να κρατάει τα μέρη του δορυφόρου που λειτουργούν σε κατάλληλη θερμοκρασία. Κατευθύνει τη ζέστη που δημιουργείται στο διάστημα όπου και δεν επηρεάζει το δορυφόρο.

6. Υποσύστημα ελέγχου συμπεριφοράς (attitude control subsystem) το οποίο είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο της θέσης του δορυφόρου. Αν ο δορυφόρος δεν είναι ακριβώς στη θέση που υποτίθεται ότι είναι η επικοινωνία δεν γίνεται σωστά. Όταν ο δορυφόρος είναι εκτός θέσης το υποσύστημα αυτό αναλαμβάνει να ξεκινήσει μια μηχανή που θα τον πάει στη σωστή θέση.

7. Υποσύστημα εντολών (telemetry and command subsystem) το οποίο παρέχει σε κάποιον επίγειο σταθμό τον τρόπο για να επικοινωνήσει με το δορυφόρο.



Υποσυστήματα ενός δορυφόρου.

### 3.1.5 Δυνατότητες των δορυφόρων

Βασική δυνατότητα των δορυφόρων είναι η επικοινωνία των ανθρώπων που βρίσκονται σε διαφορετικά άκρα της γης.

1. Ένας δορυφόρος μπορεί να έχει ενσωματωμένη μια κάμερα με την οποία να τραβάει αναλυτικές φωτογραφίες της γης. Αυτό είναι πολύ χρήσιμο για τη χαρτογράφηση της γης καθώς και για την πρόβλεψη του καιρού.
2. Ένας δορυφόρος μπορεί να ενημερώσει ένα πλοίο που βρίσκεται στη μέση του ωκεανού ή ένα φορτηγό στη μέση της ερήμου με το ποια είναι η ακριβής τους θέση.
3. Οι δορυφόροι έχουν κάνει την τηλεφωνία παγκόσμια. Πλέον μπορείς μέσω τηλεφώνου να επικοινωνήσεις με κάποιον που βρίσκεται πολύ μακριά σου.
4. Με το Internet over satellite καθένας έχει την δυνατότητα να στείλει ή να λάβει δεδομένα στον υπολογιστή του όπως e-mail, fax και πληροφορία.
5. Ένας δορυφόρος μπορεί να μεταδώσει σε όλο τον κόσμο τηλεοπτικές εκπομπές που παίζονται σε κάποια χώρα. Το studio στο οποίο γυρίζεται η εκπομπή την μεταδίδει σε ένα δορυφόρο. Αυτό λέγεται uplink. Στη συνέχεια ο δορυφόρος την αναμεταδίδει σε ένα άλλο άκρο της γης. Αυτό λέγεται downlink.

Όταν δεδομένα όπως φωτογραφίες και βίντεο αποστέλονται σε ένα δορυφόρο πρώτα μετατρέπονται σε ένα αόρατο ρεύμα ενέργειας που λέγεται σήμα. Το σήμα ταξιδεύει στο διάστημα και φτάνει στο δορυφόρο και μετά ταξιδεύει από τον δορυφόρο στον προορισμό του όπου και μετατρέπεται πάλι στην αρχική μορφή του ώστε να μπορέσει ο χρήστης να το λάβει.

### 3.2 Δορυφορικά Σήματα

Είναι γνωστό ότι οι δορυφόροι χρησιμοποιούν ηλεκτρομαγνητικά κύματα για να μεταδώσουν την πληροφορία από και προς την γη. Το εύρος των συχνοτήτων που μετράνε ηλεκτρομαγνητική ενέργεια από το μηδέν μέχρι το άπειρο ονομάζεται spectrum. Το Radio spectrum χωρίζεται σε υποσύνολα τα οποία ξεχωρίζουν με βάση τις περιοχές συχνοτήτων τους. Οι συχνότητες των σημάτων που χρησιμοποιούν οι δορυφόροι είναι άνω των 100 MHz. Στις περιοχές αυτές βρίσκουμε τις UHF (Ultra High Frequencies) που έχουν εύρος από 300MHz – 3GHz και είναι οι συχνότητες τις οποίες χρησιμοποιούνται κυρίως για την εκπομπή σημάτων τηλεόρασης και κινητών τηλεφώνων. Εξω από αυτό το εύρος συναντάμε τις SHF (Super High Frequencies) που έχουν εύρος 3GHz-30 GHz και τις EHF (Extremely High Frequencies) που έχουν εύρος 30GHz -300GHz. Μέρος αυτών των περιοχών συχνοτήτων είναι και τα μικροκύματα των οποίων το spectrum χωρίζεται στις περιοχές W band, V band, Ka band, Ku band, X band, C band, S band και L band. Παρακάτω θα μελετήσουμε τις σημαντικότερες περιοχές από αυτές.

#### 3.2.1 Ku band

Είναι μια περιοχή από αυτές στις οποίες χωρίζεται το spectrum των μικροκυμάτων. Έχει εύρος συχνοτήτων 10GHz-18GHz. Χρησιμοποιείται αρκετά στην δορυφορική επικοινωνία. Χρησιμοποιείται κυρίως ως σημείο αναφοράς από

απομακρυσμένες περιοχές έως το δίκτυο π.χ. ενός τηλεοπτικού σταθμού. Τα τμήματα της Ku band δε μοιράζονται με χερσαία radio με αποτέλεσμα να εξυπηρετούνται γήινοι σταθμοί που έχουν καραίες μικρής διαμέτρου. Η Ku band έχει χωριστεί σε διάφορα μέρη έτσι ώστε να προσφέρονται διάφορες υπηρεσίες. Ένα μέρος από αυτά είναι το FSS (Fixed Service Satellite) που χρησιμοποιείται για επικοινωνία μεταξύ συγκεκριμένων σημείων πάνω στο έδαφος τόσο για τηλεφωνικά δίκτυα όσο και για τηλεοπτικά. Το Uplink του είναι 14GHz-14.5GHz. Ένα άλλο μέρος είναι το BSS (Broadcasting Satellite Service) χρησιμοποιείται κυρίως για να μεταδώσει σε ένα σπίτι τηλεοπτικά σήματα αλλά και άλλα δεδομένα που έρχονται απευθείας από τον δορυφόρο. Για αυτό είναι γνωστό και ως direct-to-home signal. Ένα μειονέκτημα της είναι ότι επηρεάζεται από τις έντονες βροχοπτώσεις με αποτέλεσμα ο θόρυβος να μεγαλώνει.

### 3.2.2 Ka band

Είναι μια περιοχή από αυτές στις οποίες χωρίζεται το spectrum των μικροκυμάτων. Έχει εύρος συχνοτήτων 18GHz-40GHz. Για δορυφορική επικοινωνία χρησιμοποιούνται οι συχνότητες 20/30GHz οι οποίες είναι πολύ κοντά σε αυτές που εκπέμπουν τα ρανταρ κάποιων στρατιωτικών αεροπλάνων.

### 3.2.3 C band

Άλλη μια περιοχή από αυτές στις οποίες χωρίζεται το spectrum των μικροκυμάτων. Χωρίζεται σε 3 μέρη τα οποία αναλύουμε παρακάτω.

1. Nato C band: Έχει συχνότητες 0.5-1GHz και χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες για τα ρανταρ που είναι υπεύθυνα για την ανάλυση του καιρού.

2. IEEE C band: Έχει συχνότητες 4-8GHz . Χρησιμοποιείται αρκετά στις δορυφορικές τεχνολογίες καθώς έχει downlink 3.7– 4.2GHz και παράγει καλή ποιότητα επικοινωνίας. Έχασε αρκετή από την ισχύ του όταν κυκλοφόρησαν small-dish systems. Χρησιμοποιείται για την επικοινωνία σε περιοχές με έντονες βροχοπτώσεις και απομακρυσμένες περιοχές καθώς δεν επηρεάζεται από αυτές όπως η Ku band.



C-band satellite dish.

3. Optical communications C band: Χρησιμοποιείται για επικοινωνία μέσω οπτικών δικτύων διότι τα μήκη κύματος που χρησιμοποιούνται είναι κοντά σε αυτά των υπέρυθρων ακτινών ( 1525nm to 1565nm.).

### 3.2.4 X band

Είναι μια περιοχή απο αυτές στις οποίες χωρίζεται το spectrum των μικροκυμάτων. Έχει εύρος συχνοτήτων 7GHz-12.5GHz με standard downlink 7.25 to 7.75 GHz. Χρησιμοποιείται κυρίως για στρατιωτικούς σκοπούς καθώς βρίσκει εφαρμογή σε στρατιωτικές επικοινωνιακές συνδέσεις και συνήθως χρησιμοποιείται για fire control δηλαδή χρήση υπολογιστή για πιο γρήγορη και πιο ακριβή επίτευξη ενός στόχου.

### 3.2.5 S band

Άλλη μια περιοχή απο αυτές στις οποίες χωρίζεται το spectrum των μικροκυμάτων. Έχει εύρος 2-4GHz . Χρησιμοποιείται κυρίως για ρανταρ που παρακολουθούν τα καιρικά φαινόμενα . Σε κάποιες χώρες χρησιμοποιείται επίσης για δορυφορικές μεταδόσεις τόσο ραδιοφώνου όσο και τηλεόρασης να και οι περισσότερες χρησιμοποιούν την Ku band. Οι επιστήμονες στη NASA την χρησιμοποίησαν για ένα πείραμα με συγχρονο δορυφόρο και την προτιμούν από την C band καθώς είναι πιο κοντά στην ιδανική συχνότητα για διαστημική επικοινωνία.

### 3.2.6 L band

Τελευταία περιοχή απο αυτές στις οποίες χωρίζεται το spectrum των μικροκυμάτων. Έχει εύρος 0.39-1.55 GHz. Χρησιμοποιείται κυρίως για ραδιοφωνική μετάδοση καθώς προσφέρει γρήγορη επικοινωνία μεταξύ μεταφερόμενων γήινων σταθμών. Εχει χαμηλή συχνότητα λειτουργίας άρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν μικρές κайέρες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για οπτικά δίκτυα.

### **3.3 Δορυφορικά δίκτυα και χαρακτηριστικά τους**

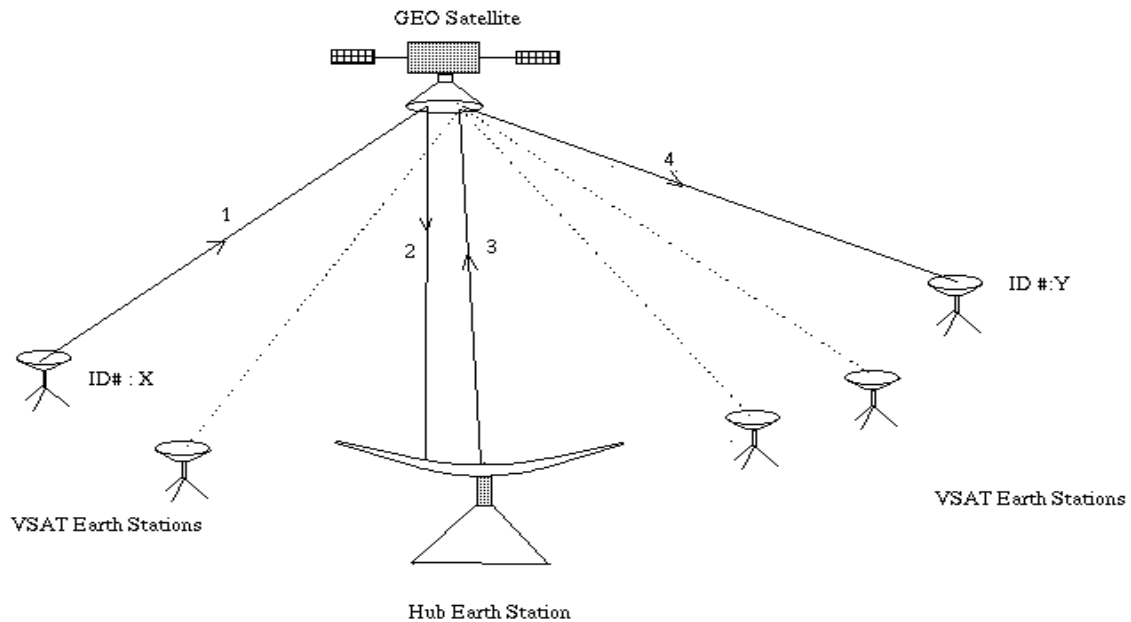
#### **3.3.1 VSAT δίκτυα**

Όπως γνωρίζουμε ο σχεδιασμός ενός επίγειου σταθμού είναι αρκετά πολύπλοκος εξαιτίας της απαιτούμενης υψηλής απόδοσης. Είναι μεγάλο το κόστος κατασκευής καθώς και το κόστος συντήρησης. Το VSAT( Very Small Aperture Terminals) είναι μια λύση για αυτό το πρόβλημα. Το κλειδί στα VSAT δίκτυα είναι ότι είτε η κεραία του εκπομπού είτε η κεραία του δέκτη σε ένα δορυφορικό δίκτυο πρέπει να είναι μεγαλύτερη. Για να απλουστευθεί ο σχεδιασμός των VSAT, χρησιμοποιούνται ένας μικρότερης απόδοσης μικροκύματικός εκπομπός και μια κεραία με μικρότερο μέγεθος. Λειτουργούν σαν δικατευθυνόμενοι επίγειοι σταθμοί οι οποίοι είναι μικροί,φτηνοί και εύκολα εγκαταστήσιμοι.

##### **3.3.1.1 Λειτουργία των VSAT δικτύων**

Τα VSAT δίκτυα τυπικά οργανώνονται σε τοπολογία αστέρα , όπου κάθε απομακρυσμένος χρήστης υποστηρίζεται από ένα VSAT. Ο επίγειος Hub σταθμός λειτουργεί ως κεντρικός κόμβος χρησιμοποιώντας μια πολύ μεγάλη κεραία και έναν εκπομπό υψηλής ποιότητας. Ο δορυφόρος παρέχει μια κοινή σύνδεση για όλους τους απομακρυσμένους επίγειους σταθμούς. Τα VSAT δίκτυα είναι ιδανικά για “κεντραρισμένα” (centralized) δίκτυα με έναν κεντρικό εξυπηρετητή και πολλά γεωγραφικά διασκορπισμένα τερματικά. Κλασικά παραδείγματα τέτοιων δικτύων είναι τα τραπεζικά καταστήματα που βρίσκονται σε πολλές πόλεις μιας χώρας.

Το πιο αδύναμο σήμα από τον απομακρυσμένο επίγειο σταθμό ενισχύεται από τον δορυφόρο ο οποίος και το στέλνει στο επίγειο hub. Με τον τρόπο αυτό η χαμηλή παραμόρφωση στο uplink αντισταθμίζεται στο downlink με την υψηλή απόδοση του επίγειου hub σταθμού. Στην περίπτωση που 2 VSATs θέλουν να επικοινωνήσουν απαιτούνται 2 δορυφορικά hops καθώς όλες οι συνδέσεις πρέπει να περάσουν από τον επίγειο Hub σταθμό. Η ταχύτητα για το uplink δηλαδή από το επίγειο hub στο δορυφόρο είναι συνήθως 19.2 kb/s αρκετά μικρότερη από αυτήν στην αντίθετη κατεύθυνση (downlink) που είναι συνήθως 512kb/s. Η παρακάτω φωτογραφία δείχνει τον τρόπο επικοινωνίας 2 VSATs σε ένα απλό VSAT δίκτυο.



Σχηματική λειτουργία ενός VSAT δικτύου.

Το πιο συχνά MAC (Media Access Control) σχήματα που χρησιμοποιούνται στα VSAT είναι το S-ALOHA και το TDMA. Στο LLC (Logical Link Control) υποεπίπεδο χρησιμοποιείται ένα “look-back N” πρωτόκολλο με ARQ (Automatic Repeat Request). Η πιο συνηθισμένη υλοποίηση χρησιμοποιεί ένα παράθυρο εκπομπής με  $N=128$  πακέτα και ο παραλήπτης απαντάει με επαναμετάδοση των πακέτων στα οποία έγιναν λάθη ή χάθηκαν. Αυτό το πρωτόκολλο σε συνδυασμό με το FEC (Forward Error Correction) παράγει αρκετά αξιόπιστες μεταφορές δεδομένων παρέχοντας μικρή καθυστέρηση στα δορυφορικά δίκτυα. Το TCP/IP δεν ταιριάζει σωστά στο VSAT σενάριο αν και θα μπορούσε να υποστηρικτεί. Το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο πρωτόκολλο σε ένα VSAT δίκτυο είναι το X.25.

Σύγχρονες έρευνες στη δορυφορική τεχνολογία έχουν βελτιώσει τη λειτουργία των δορυφόρων πέρα από τη λειτουργία του κυρτού σωλήνα. Οι μοντέρνοι δορυφόροι πλέον χρησιμοποιούν on-board επεξεργασία με κατάλληλες λειτουργίες. Αυτό σημαίνει ότι ο δορυφόρος είναι ικανός για αποδιαμόρφωση, ενισχύοντας τα σήματα και εκπέμποντας με γεμάτη ενέργεια. Με τον τρόπο αυτό η βασική λειτουργία του επίγειου hub σταθμού μπορεί να παραληφθεί και ο δορυφόρος μπορεί να προσφέρει point-point επικοινωνία μεταξύ VSAT επίγειων σταθμών με μεγαλύτερο Bandwidth προς τις 2 κατευθύνσεις. Αυτό συν το γεγονός ότι το κόστος των VSAT όλο και μειώνεται θα καταλήξει στο να υπάρχουν δίκτυα κάποιων Mbps για τον χρήστη.

### 3.3.1.2 DirecPC Services

Το DirecPC Services είναι ίσως η πιο χρήσιμη εφαρμογή των VSAT δικτύων. Η υπηρεσία αυτή παραδίδεται με μια ISA κάρτα δικτύου, μια RF κεραία (2 ft διάμετρος) με LNA (Low Noise Amplifier) και λογισμικό υποστήριξης. Οι απαιτήσεις είναι ένα IBM υποόγιστής με 486 επεξεργαστή και λογισμικό Windows. Το VSAT τερματικό τοποθετείται σε μια ανοικτή περιοχή. Ένα καλώδιο συνδέει την κεραία με την ISA κάρτα του υπολογιστή. Το δορυφορικό πιάτο μπορεί με

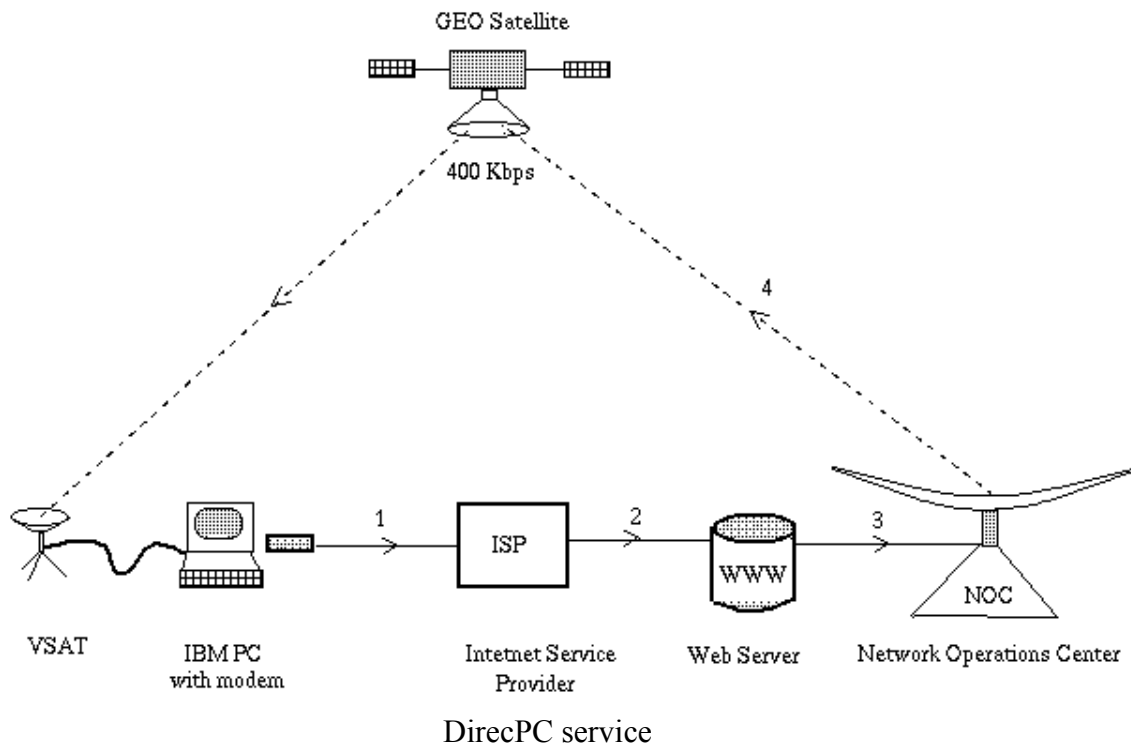
κατάλληλο λογισμικό να τοποθετηθεί με κατάλληλη γωνία. Το DirecPC Services προσφέρει 2 βασικές υπηρεσίες οι οποίες αναφέρονται παρακάτω.

A) Ψηφιακή παράδοση πακέτων :Αυτή η υπηρεσία επιτρέπει στον χρήστη να κατεβάσει αρχεία σε ταχύτητες 100 φορές μεγαλύτερες από αυτές του κοινού τηλεφωνικού δικτύου. Μεγάλα αρχεία μπορούν να εκτεθούν και να παραληφθούν απο πολλαπλά DirecPC σημεία. Η αίτηση για download γίνεται χρησιμοποιώντας το κλασικό αναλογικό modem των τηλεφωνικών γραμμών. Η κλασική ταχύτητα του δορυφόρου είναι 12 Mbps.

B) Turbo Internet : Με την πληθυσμιακή αύξηση του World Wide Web αυξήθηκε και η ζήτηση για καλύτερες ταχύτητες download. Το πρόβλημα όμως είναι ότι οι τηλεφωνικές γραμμές δε μπορούν να υποστηρίξουν μεγαλύτερες ταχύτητες. Ένας χρήστης χρησιμοποιώντας το DirecPC ξεπερνάει τις τηλεφωνικές γραμμές και έχει τη δυνατότητα να λαμβάνει δεδομένα σε 400Kbps ταχύτητα η οποία είναι πολύ γρηγορότερη από αυτή των τηλεφωνικών γραμμών. Έαν τέτοιο δίκτυο δουλεύει ως εξής :

1. Μια σύνδεση εγκαθίσταται με έναν τοπικό ISP χρησιμοποιώντας το modem τηλεφώνου.
2. Όλες οι πράξεις που γίνονται πάνω στον web-browser επικοινωνούν με τον web-server στο άλλο άκρο της σύνδεσης.
3. Αντί να προωθούνται τα δεδομένα στον κόμβο που τα ζητάει πηγαίνουν στο DirecPC Network Operation Center(NOC).
4. Τα δεδομένα μεταφέρονται απο το NOC στο χρήστη που τα ζήτησε με ταχύτητα 400Kbps.

Το παρακάτω σχήμα δείχνει τη λειτουργία του DirecPC .



### 3.3.2 Τοπολογίες Δορυφορικών δικτύων

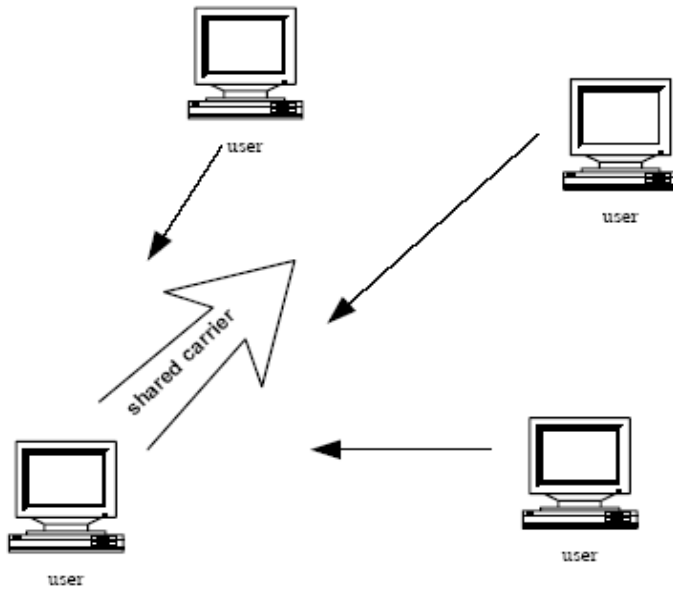
Μια τοπολογία στα δίκτυα εκφράζει τη φυσική και λογική σχέση μεταξύ των κόμβων του δικτύου.

Τα τυπικά δορυφορικά δίκτυα χρησιμοποιούν μια από τις 4 παρακάτω τοπολογίες.

#### 3.3.2.1 Σημείο προς σημείο (point to point) δορυφορικά δίκτυα

Πρόκειται για ένα κλασικό δορυφορικό δίκτυο καθώς υπάρχουν μόνιμες συνδέσεις. Μοιάζει αρκετά με την τοπολογία αστέρα. Ένα μειονεκτημά του είναι ότι δεν υπάρχει απευθείας σύνδεση μεταξύ 2 χρηστών. Έχει μικρό κόστος και η λειτουργία του είναι αρκετά απλή όμως κατάρρευση του κεντρικού κόμβου οδηγεί σε κατάρρευση του δικτύου. Παρακάτω φαίνεται μια τέτοια τοπολογία.

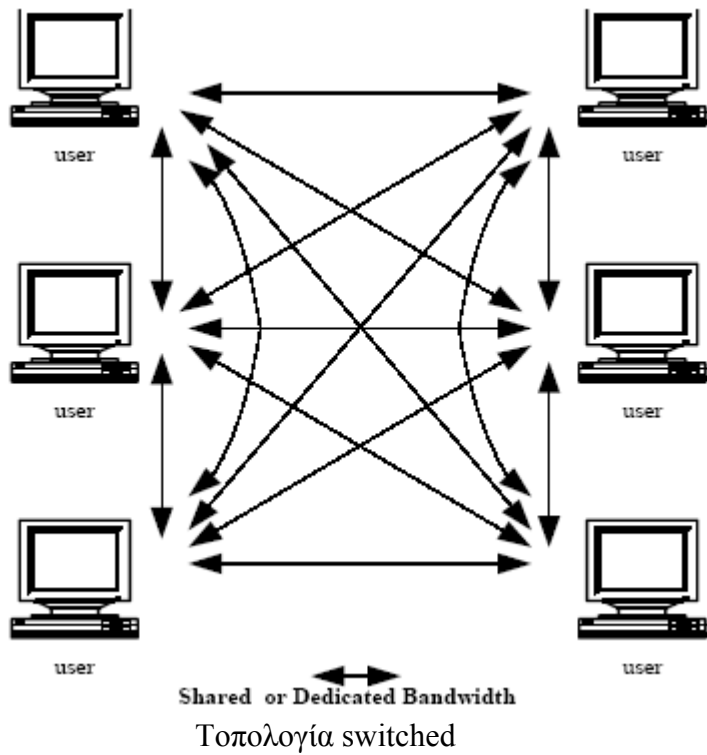




Τοπολογία point to point

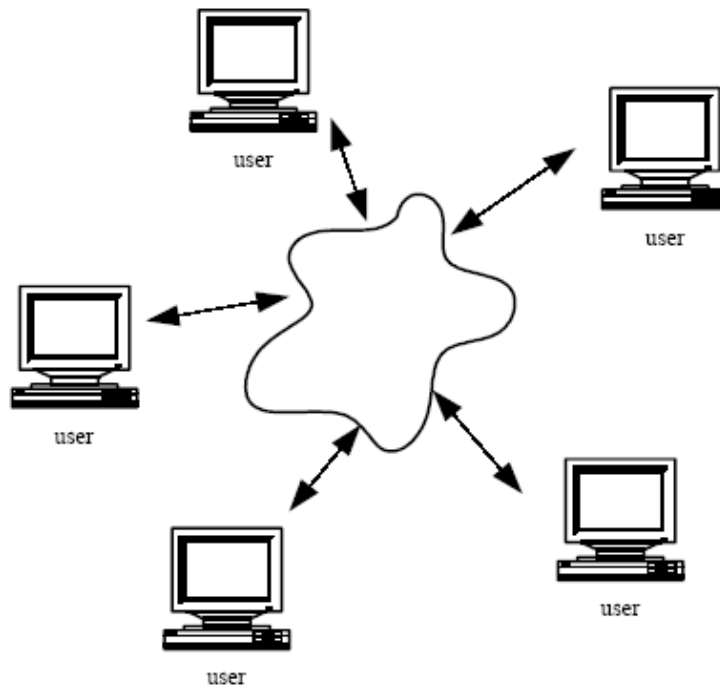
### 3.3.2.2 Switched

Είναι μια τοπολογία η οποία μοιάζει αρκετά με την τοπολογία πλέγματος. Έχει το πλεονέκτημα ότι δεν υπάρχουν προβλήματα και η ασφάλεια είναι σε υψηλό επίπεδο. Επίσης κατάρρευση μιας γραμμής δεν οδηγεί σε κατάρρευση του συστήματος και υπάρχει εύκολη ανίχνευση λαθών. Τα μειονεκτήματα αυτής της τοπολογίας είναι το κόστος δημιουργίας ενός τέτοιου δικτύου είναι απαγορευτικό και το γεγονός ότι οι χρήστες μοιράζονται τη σύνδεση. Παρακάτω φαίνεται μια τέτοια τοπολογία.



### 3.3.2.3 TDMA

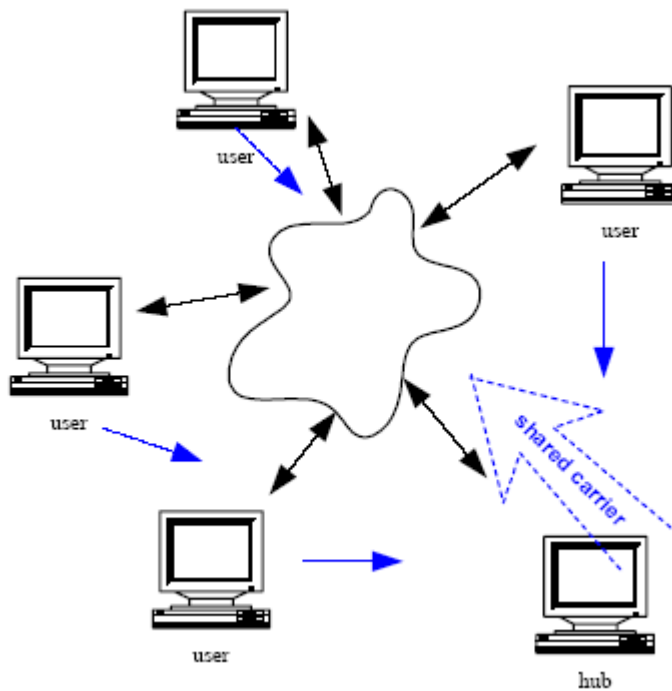
Στην τοπολογία αυτή οι συνδέσεις γίνονται όπως και να ζητηθούν. Είναι μια τοπολογία που συνδυάζει τις τοπολογίες αστέρα και πλέγματος συνδυάζοντας τα πλεονεκτηματά τους τα οποία αναφέραμε παραπάνω. Είναι η κατάλληλη τοπολογία για εφαρμογές που έχουν πολύ κίνηση στο δίκτυο. Οι χρήστες πάλι μοιράζονται την σύνδεση όμως με χρήση των Ιp διευθύνσεων του καθενός οι συνδέσεις γίνονται πολύ πιο γρήγορα. Μια τέτοια τοπολογία φαίνεται παρακάτω.



Τοπολογία TDMA

#### 3.3.2.4 Υβριδικά Δορυφορικά Δίκτυα (Hybrid)

Τα υβριδικά δορυφορικά δίκτυα είναι συνδυασμός των δικτύων που αναφέραμε παραπάνω. Ο δορυφορικός σύνδεσμος μπορεί να είναι οπουδήποτε μέσα στο δίκτυο. Χρησιμοποιείται η τοπολογία αστέρα για καλύτερο έλεγχο της κίνησης του δικτύου. Ο κόμβος Hub χρησιμοποιείται για να υπάρχει σύνδεση με πολλαπλές κοινότητες εκτός του δικτύου. Πάλι αν γίνει σωστή εκμετάλευση των IP διευθύνσεων των χρηστών το δίκτυο θα λειτουργεί πολύ καλύτερα. Ένα τέτοιο δίκτυο φαίνεται παρακάτω.



Ένα υβριδικό δίκτυο.

### 3.3.3 Χαρακτηριστικά Δορυφορικών δικτύων

Είναι λογικό όταν σε ένα δίκτυο υπάρχουν πάρα πολλοί σύνδεσμοι και η κίνηση σε αυτό να είναι αυξημένη να υπάρχουν μεγάλες καθυστερήσεις. Οι καθυστερήσεις αυτές οφείλονται σε κάποια χαρακτηριστικά των δορυφορικών καναλιών που θα δούμε παρακάτω.

#### 3.3.3.1 Μεγάλο γινόμενο Delay\*Bandwidth

Όταν ένα κανάλι χρησιμοποιείται πλήρως το γινόμενο αυτό μας δείχνει το πλήθος των δεδομένων που έχουν σταλεί από τον πομπό και για τα οποία δεν έχει λάβει επιβεβαίωση. Όταν λέμε delay αναφερόμαστε στον χρόνο RTT(Round Trip Time) που είναι ο χρόνος διάδοσης του σήματος και με τον όρο bandwidth εννοούμε το εύρος ζώνης που ακολουθεί ο πιο αργός σύνδεσμος στο δίκτυο.

#### 3.3.3.2 Μεγάλο RTT(Round Trip Time)

Το χαρακτηριστικό αυτό αναφέρεται στο χρόνο διάδοσης του σήματος ο οποίος είναι μεγάλος λογικό αν σκεφτεί κανείς το μέγεθος των αποστάσεων που καλύπτονται. Ο χρόνος αυτός περιλαμβάνει και τις τυχόν καθυστερήσεις που μπορεί να υπάρχουν σε κάποιους κόμβους του δικτύου λόγω κίνησης και υπάρχει περίπτωση σε δορυφορικά δίκτυα να φτάνει μέχρι και κάποια sec.

#### 3.3.3.3 Λάθη Μετάδοσης

Είναι γεγονός ότι στα δορυφορικά δίκτυα συμβαίνουν πολλά λάθη κατά τη μετάδοση πράγμα που δεν συμβαίνει σε τέτοιο βαθμό στα επίγεια. Τα λάθη αυτά

οφείλονται λόγω του TCP πρωτοκόλλου το οποίο μειώνει την ταχύτητα μετάδοσης όταν παρατηρούνται απώλειες πακέτων στο δίκτυο. Παρά το γεγονός ότι χρησιμοποιούνται κώδικες ειδικοί για την ανίχνευση λαθών όπως ο ARQ που αναφέραμε παραπάνω το μέγεθος των λαθών είναι ακόμα αρκετά μεγάλο.

### **3.3.3.4 Θόρυβος στο κανάλι μετάδοσης**

Γνωρίζουμε ότι η ισχύς ενός σήματος μειώνεται αντιστρόφως ανάλογα με το τετράγωνο της απόστασης που διανύει. Στις δορυφορικές επικοινωνίες οι αποστάσεις που διανύονται είναι τεράστιες και έτσι ένα σήμα εξασθενεί πριν φτάσει στον προορισμό του με αποτέλεσμα ο λόγος σήματος- θορύβου να είναι πολύ χαμηλός.

### **3.3.3.5 Μεγάλη καθυστέρηση ανάδρασης**

Λόγω της μεγάλης καθυστέρησης διάδοσης (περίπου 250 ms για ένα γεωστατικό δορυφόρο) απαιτείται πολύς χρόνος για να καθορίσει ο TCP αποστολέας αν το πακέτο λήφθηκε με επιτυχία από τον τελικό παραλήπτη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργείται καθυστέρηση που ζημιώνει τις αλληλεπιδραστικές εφαρμογές.

## **3.4 Satellite Internet Service**

Το satellite internet χρησιμοποιείται κυρίως σε περιοχές που το χερσαίο internet δεν έχει εύκολη πρόσβαση και σε μονάδες που συνεχώς μετακινούνται. Η πρόσβαση στο internet είναι πλέον παγκοσμίως διαθέσιμη ,συμπεριλαμβανομένων και των καραβιών που ταξιδεύουν στους ωκεανούς. Υπάρχουν 3 τρόποι με τους οποίους υλοποιείται το satellite internet service και αναφέρονται παρακάτω.

### **3.4.1 One-way multicast**

Τα συστήματα one-way multicast satellite internet χρησιμοποιούνται για παροχή δεδομένων με IP-multicast καθώς και διανομή αρχείων ήχου και εικόνας. Στις περισσότερες χώρες ένας χρήστης χρειάζεται άδεια για να χρησιμοποιήσει το uplink αλλά δεν χρειάζεται άδεια για το downlink. Είναι πολύ σημαντικό να αναφέρουμε ότι τα περισσότερα πρωτόκολλα Internet δε λειτουργούν σωστά με το one-way access καθώς απαιτούν ένα κανάλι επιστροφής. Παρά όλα αυτά το περιεχόμενο του Internet όπως web pages μπορούν κανονικά να διανεμηθούν σε ένα one-way σύστημα, τοποθετώντας τες σε κάποια τοπική αποθήκη αν και πλήρης αλληλεπίδραση δεν είναι δυνατή. Στην περίπτωση του one-way multicast δεν απαιτείται σύνδεση στο Internet αλλά αρκετές εφαρμογές καθώς και ένας FTP server στον οποίο θα αποθηκεύονται τα δεδομένα που μεταδίδονται.



A satellite access dish.

### 3.4.2 One-way με χερσαία επιστροφή(with terrestrial return)

Τα συστήματα one-way with terrestrial return χρησιμοποιούνται με την παραδοσιακή dial-up πρόσβαση στο internet. Τα δεδομένα ταξιδεύουν μέσω ενός τηλεφωνικού modem αλλά τα downloads στέλνονται μέσω δορυφόρου με ταχύτητα κόντα με αυτήν της DSL. Στις περισσότερες χώρες χρειάζεται άδεια μόνο για χρήση του uplink.

Ο σταθμός που μεταδίδει ονομάζεται teleport και αποτελείται απο 2 στοιχεία :

a)Internet connection :Οι ISPs routers συνδέονται με proxy servers οι οποίοι εξασφαλίζουν την ποιότητα της υπηρεσίας, τα όρια του bandwidth και την κίνηση των χρηστών.Αυτοί μετά συνδέονται σε έναν DVB encapsulator ο οποίος είναι συνδεδεμένος με ένα DVB-S modem. Το RF σήμα του modem συνδέεται με έναν μετατροπέα (converter) ο οποίος είναι συνδεδεμένος με την εξωτερική μονάδα.

b)Satellite uplink: Υπάρχουν 2 μετατροπείς, ο BUC(Block Up Converter) και ο LNB(Low Noise Block converter) οι οποίοι συνδέονται με την κεραία η οποία συνδέεται με το δορυφορικό πιάτο με μεταλλικά στηρίγματα και βοηθάνε στην αποφυγή δημιουργίας θορύβου.

Ο σταθμός της απομακρυσμένης περιοχής (earth station) αποτελείται από :

- a) Εξωτερικές μονάδες που είναι το δορυφορικό πιάτο, η κεραία, ο μετατροπέας LNB και τις καλωδιώσεις.
- b) Εσωτερικές μονάδες που είναι μια DVB-S PCI κάρτα συνδεδεμένη στον υπολογιστή και ένα DVB εξωτερικό modem το οποίο είναι συνδεδεμένο με τον υπολογιστή μέσω μιας USB θύρας η μέσω του Ethernet port.

Κάθε απομακρυσμένη περιοχή είναι επίσης εξοπλισμένη με ένα τηλεφωνικό modem καθώς οι συνδέσεις είναι συμβατές με dial-up ISP. Δορυφορικά συστήματα two-way πολλές φορές χρησιμοποιούν το κανάλι του modem προς τις 2 κατευθύνσεις κρατώντας το κανάλι του δορυφόρου για download σε περιπτώσεις που το bandwidth είναι χρησιμότερο όπως σε περιπτώσεις μεταφοράς αρχείων.

## Internet Over Satellite

Ο πιο αποτελεσματικός (φτηνός) τρόπος για να αξιοποιήσεις ένα one-way internet είναι να χρησιμοποιήσεις GPRS. Χρησιμοποιώντας μόλις μια σύνδεση 0,9 kb/s που είναι η σύνδεση που προσφέρεται στο standard GPRS το upload είναι πολύ μικρό αλλά μιας και η σύνδεση δε χρεώνεται με το χρόνο ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να έχει download της ευρείας ζώνης. Υπάρχουν εταιρείες που προσφέρουν ταχύτητες της τάξης των 24Mbits.



A satellite modem.



Το πίσω μέρος ενός satellite modem.

Ο τρόπος λειτουργίας είναι ο εξής. Τα απομακρυσμένα site χρησιμοποιούν τους proxy servers στον teleport (σταθμός που εκπέμπει). Αυτός έχει αναλάβει να οδηγήσει όλη την κίνηση στον Quality operation Server ο οποίος εξασφαλίζει ότι κανένας χρήστης δεν ξεπερνά το προκαθορισμένο του bandwidth. Στη συνέχεια η

κίνηση στέλνεται σε έναν encapsulator ο οποίος βάζει τα IP πακέτα μέσα σε DVB πακέτα. Τέλος τα DVB πακέτα στέλνονται στο DVB modem και στον εκπομπό BUC.

### 3.4.3 Two-way satellite access

Το two-way satellite internet στέλνει δεδομένα μέσω δορυφόρου σε ένα hub, το οποίο στη συνέχεια στέλνει τα δεδομένα στο Internet. Το δορυφορικό πιάτο σε κάθε περιοχή πρέπει να είναι κατάλληλα τοποθετημένο ώστε να αποφεύγει την παρεμβολή με άλλους δορυφόρους. Επίσης κάθε περιοχή πρέπει να κάνει σωστή διαχείριση ενέργειας ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία θορύβου από εξωτερικούς παράγοντες όπως η βροχή. Υπάρχουν 2 είδη two-way satellite internet, το TDMA και το SCPC. Το TDMA (Time Division Multiple Access) είναι επιτρέπει πολλούς χρήστες να χρησιμοποιήσουν το ίδιο κανάλι συχνότητας χωρίζοντας το σήμα σε διαφορετικές θέσεις χρόνου (timeslots). Έτσι οι χρήστες μεταδίδουν με καλή ταχύτητα ο ένας μετά τον άλλο χρησιμοποιώντας ο καθένας το timeslot του. Χρησιμοποιείται κυρίως για δίκτυα ραδιοφώνου. Το SCPC (Single Channel Per Carrier) σημαίνει να χρησιμοποιείται ένα απλό σήμα σε συγκεκριμένη συχνότητα και bandwidth. Έχει πολύ απλή και αξιόπιστη τεχνολογία, χαμηλό κόστος εξοπλισμού και είναι πολύ εύκολο να προσθέσεις καινούριους επίγειους σταθμούς. Τα μειονεκτήματα του είναι ότι απαιτεί on-site έλεγχο και σε απομακρυσμένες περιοχές το πιάτο που εκπέμπει πρέπει να προστατεύεται καλά. Το uplink σπάνια ξεπερνάει το 1mb/s και η καθυστέρηση μπορεί να είναι μέχρι και 1 sec. Ο μόνος εναλλακτικός τρόπος για τη μείωση της καθυστέρησης είναι να χρησιμοποιήσουμε δορυφόρους σε χαμηλή τροχιά πολύ κοντά στη γη. Τέτοια μονοπάτια όμως δε θεωρούνται γεωσταθμικά και θα απαιτούνταν πολύ μεγάλος αριθμός δορυφόρων σε τροχιά έτσι ώστε σε κάθε χρονική στιγμή ένας τουλάχιστον να είναι ορατός στον ουρανό. Επίσης τα δορυφορικά πιάτα θα έπρεπε με κάποιο τρόπο να κινούνται έτσι ώστε να εντοπίζουν τους δορυφόρους καθώς αυτοί κινούνται στον ουρανό.



## Πρωτόκολλα Επικοινωνίας.

# 4

Τα δορυφορικά δίκτυα βασίζονται στα ίδια πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται και στα υπόλοιπα δίκτυα (WAN, LAN) και το μόνο που αλλάζει είναι ο τρόπος ανταλλαγής των πακέτων μεταξύ πομπού και δέκτη. Στο κεφάλαιο αυτό θα δούμε τα βασικά χαρακτηριστικά των κυριότερων πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται (IP, TCP, UDP, RTP και RTCP) στα δορυφορικά δίκτυα αλλά θα εξετάσουμε και τον τρόπο ανταλλαγής πακέτων (MAC protocols). Όλα τα παραπάνω πρωτόκολλα ανήκουν στην OSI (Open Systems Interconnection) network suite, η οποία αποτελείται αφενός από ένα αφηρημένο μοντέλο σχετικά με τα δίκτυα, το γνωστό OSI seven layer model και αφετέρου από ένα σύνολο πρωτοκόλλων που το πλαισιώνουν. Σχηματική αναπαράσταση του OSI model ακολουθεί:

Layer	Function
7	Application
6	Presentation
5	Session
4	Transport
3	Network
2	Data Link
1	Physical

### **4.1 Network Layer: IP Protocol**

Στα μοντέλα των δικτύων που χρησιμοποιούνται σήμερα υπάρχει μόνο ένα πρωτόκολλο σε επίπεδο δικτύου (network layer), το Internet Protocol (IP). Το Internet Protocol είναι ένα data-oriented πρωτόκολλο που ανήκει στην Internet Protocol suite και ενθλακώνεται μέσα στο data link layer πρωτόκολλο (πχ Ethernet). Το Internet Protocol προσφέρει τη δυνατότητα επικοινωνίας δύο ή περισσότερων

υπολογιστών που βρίσκονται σε απομακρυσμένα δίκτυα χρησιμοποιώντας μοναδική διεύθυνση για την περιγραφή κάθε υπολογιστή μεγέθους 4Byte, η οποία ονομάζεται IP address. Έτσι έρχονται σε επαφή 2 συστήματα χωρίς να πρέπει να έχουν προηγούμενη επαφή και χωρίς να χρειάζεται να υλοποιηθεί ένα κύκλωμα που να τα ενώνει απευθείας. Για το λόγο αυτό, το πρωτόκολλο IP χαρακτηρίζεται ως connectionless.

Vers	Length	Service Type	Packet Length		
Identification			DF	MF	Frag Offset
TTL	Transport	Header Checksum			
Sending Address					
Destination Address					
Options					Padding

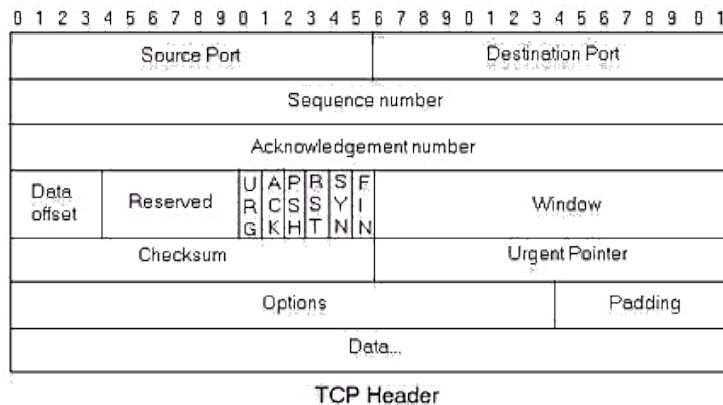
### *IP packet header*

Το βασικό πρόβλημα του IP πρωτοκόλλου είναι αφενός ο περιορισμένος αριθμός διευθύνσεων που μπορεί να εξυπηρετήσει (32bit διεύθυνση  $\approx$  4 δισεκατομύρια διευθύνσεων) και αφετέρου το γεγονός ότι δεν παρέχει καμία ασφάλεια ή βεβαίωση σχετικά με την παράδοση των ανταλλασόμενων πακέτων (κοιτάει μόνο τα header των πακέτων με τη χρήση ενός checksum). Το δεύτερο πρόβλημα ακόμα και τώρα παραμένει άλυτο, με αποτέλεσμα τα πρωτόκολλα πάνω από το Network layer να πρέπει να εξασφαλίζουν την σωστή ανταλλαγή πακέτων μεταξύ συστημάτων. Σχετικά με το πρώτο πρόβλημα, αυτό του περιορισμένου χώρου, έχει προταθεί ως λύση η αλλαγή του Network Layer πρωτοκόλλου από το IPv4 στο IPv6. Το καινούριο αυτό πρωτόκολλο, ως κύρια χαρακτηριστικά έχει ότι οι διευθύνσεις είναι πλέον 128bit ( $\approx 3.4 \times 10^{38}$  διευθύνσεων), υποστηρίζει αυτόματη ρύθμιση για ένα σύστημα σε δεδομένο δίκτυο, το routing γίνεται πιο γρήγορα και είναι και πιο κατάλληλο για κινητά δίκτυα. Αν και δεν είναι ακόμα σίγουρο, κατα πάσα πιθανότητα, μέχρι το 2010 η μετάβαση από το IPv4 στο IPv6 θα έχει ολοκληρωθεί.

## **4.2 Transport Layer : TCP & UDP Protocol.**

Το TCP (Transport Control Protocol) είναι το βασικό πρωτόκολλο στο Transport Layer και ένα από τα βασικότερα που περιλαμβάνονται στην Internet

Protocol suite. Με τη χρήση του TCP, διεργασίες μπορούν να δημιουργήσουν συνδέσεις μεταξύ τους ανταλλάσσοντας streams δεδομένων. Το πρωτόκολλο παρέχει αξιόπιστη και με σωστή σειρά, μεταφορά πακέτων από τον πομπό στον δέκτη. Επίσης έχει τη δυνατότητα να ξεχωρίζει τις συνδέσεις από διαφορετικές διεργασίες που τρέχουν στον ίδιο υπολογιστή και χρησιμοποιούν το internet. Οι περισσότερες εφαρμογές σήμερα υποστηρίζουν και χρησιμοποιούν το TCP καθώς λόγω της αξιοπιστίας του, όταν χάνεται ή αλλοιώνεται ένα πακέτο, το TCP φροντίζει ώστε να σταλθεί εκ νέου στον παραλήπτη.



Στη συνέχεια, θα εμβαθύνουμε λίγο στον τρόπο λειτουργίας του TCP πρωτοκόλλου. Για να ανοίξει μια σύνδεση, το TCP χρησιμοποιεί αυτό που ονομάζουμε 3-way handshake. Ο πελάτης στέλνει ένα πακέτο SYN στον server, ο οποίος του απαντάει με ένα SYN-ACK. Τέλος, ο πελάτης στέλνει ένα πακέτο ACK στον server, σημείο από το οποίο και μετά ο πελάτης έχει ανοίξει σύνδεση με τον server και το γνωρίζουν και οι 2 (statefull connection). Με τη διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται ο συγχρονισμός των sequence number και των 2 εφαρμογών. Για τον τερματισμό μιας σύνδεσης αποστέλλονται και πάλι πληροφορίες, οι οποίες έχουν ενεργοποιημένο το finish (FIN) control flag.

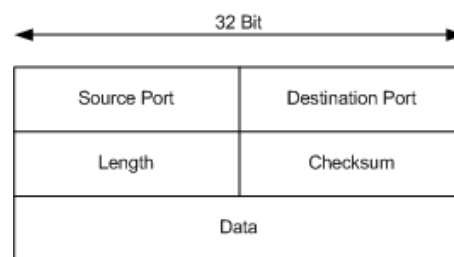
Για τη αξιόπιστη μεταφορά των δεδομένων μέσω δικτύου, το TCP χρησιμοποιεί αφενός sequence numbers. Τα sequence numbers μαρκάρουν κάθε εξερχόμενο πακέτο με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η επαναδιάταξη τους, αφού φτάσουν στον προορισμό τους, με την σειρά κατά την οποία στάλθηκαν αλλά και η αναγνώριση χαμένων πακέτων ώστε να ζητηθεί η αποστολή τους εκ νέου. Αφετέρου, κάθε σύστημα που λαμβάνει κάποια πακέτα απαντά με ένα ACK ώστε να έχουν και οι δύο συμμετέχοντες γνώση του αν έφτασε ένα πακέτο στον προορισμό του ή όχι. Η παραπάνω υλοποίηση, εξασφαλίζει full-duplex επικοινωνία που έχει ως συνέπεια την αξιοπιστία της επικοινωνίας.

Επίσης, ένα από τα πολύ βασικά χαρακτηριστικά του TCP είναι ο έλεγχος συμφόρησης του δικτύου που παρέχει. Θεωρεί ότι το δίκτυο αποτελείται από πολλούς ενδιάμεσους κόμβους κάθε ένας από τους οποίους έχει μια ουρά με τα μηνύματα που πρέπει να προωθήσει. Όταν όμως η ουρά αυτή γεμίζει, τα επιπλέον μηνύματα χάνονται (τα χαμένα μηνύματα αποτελούν ένδειξη συμφόρησης του δικτύου). Για την αποφυγή τέτοιων καταστάσεων, το TCP πρωτόκολλο, με τη χρήση διάφορων αλγορίθμων υπολογίζει πόση είναι η μέγιστη δυνατή ροή πληροφορίας χωρίς να καταρρεύσει το δίκτυο και ανάλογα περιορίζει τα πακέτα που στέλνονται. Η παραπάνω μέθοδος έχει αναπτυχθεί για χρήση κυρίως σε ενσύρματα δίκτυα όπου αποτυχία αποστολής ενός πακέτου σημαίνει συνήθως συμφόρηση του δικτύου, κάτι

που δεν συμβαίνει σε δορυφορικά δίκτυα, όπου οι περισσότερες αποτυχίες στην αποστολή πακέτων οφείλονται σε λάθη κατά την μεταφορά.

Το TCP, έχοντας αναπτυχθεί ώστε να θεωρεί ότι είναι δυνατόν κάποια εφαρμογή που χρησιμοποιεί κάποιο από τα χαμηλότερα πρωτόκολλα (πχ IP) να στείλει κάποιο datagram χωρίς αξιοπιστία μεταφοράς, είναι κάπως αυτόνομο και να βασίζεται κυρίως σε λειτουργίες που παρέχει το ίδιο το πρωτόκολλο με αποτέλεσμα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί – με μικρές τροποποιήσεις – πάνω σε ένα ευρύ φάσμα συστημάτων επικοινωνίας που περιλαμβάνουν LAN, WAN, wireless networks ή ακόμα και satellite networks.

Εναλλακτικό πρωτόκολλο του TCP είναι το UDP. Το UDP είναι ένα απλό best-effort πρωτόκολλο, το οποίο δεν παρέχει καμία αξιοπιστία στην μετάδοση των δεδομένων (π.χ. πακέτα χάνονται ή φθάνουν με άλλη σειρά) αλλά λόγω της απουσίας των ελέγχων είναι αρκετά πιο γρήγορο. Χρησιμοποιείται σε εφαρμογές που η απώλεια πακέτων δεν είναι μεγάλο πρόβλημα και έχουν ως κύριο γνώμονα απόδοσης την ταχύτητα, όπως DNS, trivial ftp καθώς και εφαρμογές πραγματικού χρόνου όπως VoIP, video streaming και άλλες παρόμοιες εφαρμογές που δεν θέλουμε να αποστέλλονται εκ νέου τα χαμένα πακέτα.



*UDP header*

### TCP για δορυφορικά δίκτυα.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το TCP σχεδιάστηκε για χρήση σε ενσύρματα δίκτυα και μερικά χαρακτηριστικά του μειώνουν την απόδοση του όταν εφαρμόζεται σε δορυφορικά δίκτυα. Πιο συγκεκριμένα, τα προβλήματα που εμφανίζονται είναι τα ακόλουθα:

**I)Μεγάλο RTT(Round Trip Time):** Λόγω της καθυστέρησης που εμφανίζεται σε πολλά δορυφορικά δίκτυα, πολλές φορές ο αποστολέας αργεί πολύ να καταλάβει αν ένα πακέτο έχει παραδοθεί. Αυτό επηρεάζει κυρίως interactive διεργασίες (πχ telnet) και τον έλεγχο συμφόρησης του δικτύου.

**II)Μεγάλο γινόμενο delay\*bandwidth:** Το γινόμενο αυτό καθορίζει το μέγεθος των δεδομένων που μπορεί να είναι “στον αέρα”, δηλαδή που έχουν αποσταλεί αλλά δεν έχει επιβεβαιωθεί η αποστολή τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην χρησιμοποιείται όλο το κανάλι αποστολής σε κάθε επικοινωνία.

**III)Λάθη μεταφοράς:** Ο ρυθμός λαθών (BER) είναι πολύ μεγαλύτερος σε δορυφορικά δίκτυα παρά σε ενσύρματα επίγεια δίκτυα, “εξαπατώντας” έτσι τον έλεγχο συμφόρησης του δικτύου που υλοποιεί το TCP καθώς, ελλείψει άλλων στοιχείων, όταν ένα πακέτο απορρίπτεται το TCP υποθέτει ότι έγινε λόγω συμφόρησης του δικτύου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μικραίνει ο αριθμός των εξερχόμενων πακέτων χωρίς στην πραγματικότητα να υπάρχει συμφόρηση.

**IV) Ασύμμετρη χρήση:** Συχνά, λόγω ακρίβειας του εξοπλισμού των δορυφόρων, κατασκευάζονται ασύμμετρα δορυφορικά δίκτυα, στα οποία πχ μπορεί το uplink να έχει μεγαλύτερο bandwidth από το downlink με αποτέλεσμα να πεφτει η απόδοση του TCP.

**V) Διακοπτόμενη σύνδεση:** Συχνά στα δορυφορικά δίκτυα λόγω μετακίνησης των δορυφόρων αλλά και τον πομπών (laptop, κινητά τηλέφωνα) πολλές φορές είναι απαραίτητη η μεταφορά της σύνδεσης από ένα δορυφόρο σε ένα άλλο ή από ένα επίγειο σταθμό σε ένα άλλο, κάτι που μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα

**VI) Περιορισμένο μέγεθος πακέτων:** Κάθε πακέτο που στέλνεται μέσω TCP πρέπει να είναι μικρότερο από 65535byte(περιορισμός του IPv4) καθώς και μικρότερο από το MTU(Maximum Transfer Unit) του δικτύου.

Για την υπερπήδηση αυτών των προβλημάτων υπάρχουν μερικές αλλαγές που μπορούν να γίνουν στο TCP πρωτόκολλο ώστε να είναι πιο αποδοτικό σε δορυφορικά δίκτυα αλλά οι περισσότερες είναι σε πειραματικό στάδιο και δεν εφαρμόζονται σε ευρεία κλίμακα. Μερικές χαρακτηριστικές αλλαγές είναι οι εξής:

- Περιορισμός του 3 way handshake μόνο σε μεγάλα πακέτα.
- Απενεργοποίηση του slow-start αλγόριθμου για τον έλεγχο συμφόρησης του δικτύου.
- Ενεργοποίηση delayed acknowledgement μοντέλων βάσει των οποίων ο παραλήπτης δεν στέλνει ACK για κάθε εισερχόμενο πακέτο.
- Μεγαλύτερο όριο συμφόρησης δικτύου(initial window).
- Βελτίωση των αλγορίθμων ελέγχου συμφόρησης δικτύων και προσαρμογή τους σε δορυφορικά δίκτυα.
- Υλοποίηση αλγορίθμων γρήγορης επαναποστολής πακέτων(fast retransmission) και γρήγορης ανάνηψης από καταστάσεις συμφόρησης(fast recovery).

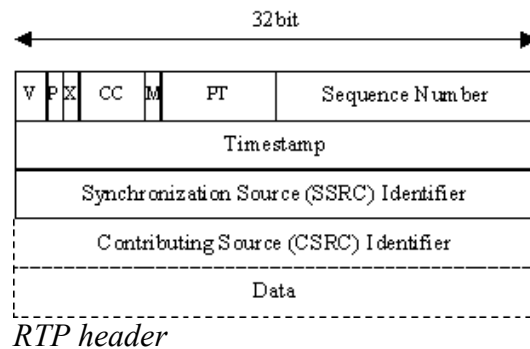
καθώς και άλλες πολλές, οι οποίες βελτιώνουν την απόδοση του TCP στα δορυφορικά δίκτυα.

### **4.3 Transport Layer : RTP & RTCP Protocol.**

Η ανάπτυξη και εξέλιξη των δορυφορικών δικτύων δημιούργησε την ανάγκη ύπαρξης ενός πρωτοκόλλου που να εξυπηρετεί τις εφαρμογές που λειτουργούν πάνω σε αυτά. Τα δορυφορικά δίκτυα ξεκίνησαν κυρίως για την υποστήριξη και επέκταση των τηλεφωνικών και τηλεοπτικών δικτύων. Κινητά και δορυφορικά τηλέφωνα, τηλεόραση και δορυφορικοί σταθμοί είναι μερικές από τις πολλές χρήσεις τους. Η συνεχής ανάπτυξη της τεχνολογίας και η ευρεία χρήση των real-time εφαρμογών έκαναν φανερό ότι έπρεπε να αναπτυχθεί ένα πρωτόκολλο λειτουργίας για τις εφαρμογές αυτές. Έτσι, αναπτύχθηκε το RTP(Real-time Transport Protocol) πρωτόκολλο με σκοπό την χρήση του σε real-time εφαρμογές ή near real-time εφαρμογές.

Το RTP είναι ένα end-to-end πρωτόκολλο μεταφοράς για εφαρμογές που ανταλλάσσουν ήχο, εικόνα ή δεδομένα εξομοίωσης σε multicast -κατά κύριο λόγο- δίκτυα. Το RTP δεν λύνει το πρόβλημα απώλειας πακέτων ούτε παρέχει QoS(quality of service) για real-time εφαρμογές αλλά συνοδεύεται από ένα πρωτόκολλο ελέγχου, το RTCP, που επιτρέπει ελέγχους για την αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων. Το RTP,

συνήθως, υλοποιείται πάνω από το UDP ώστε να επωφελείται από τις υπηρεσίες που αυτό προσφέρει. Γενικά, τα RTP/RTCP πρωτόκολλα έχουν σχεδιαστεί ώστε να είναι ανεξάρτητα από τα transport και network layer πάνω στα οποία λειτουργούν.



#### **4.4 Data Link Layer: MAC protocols.**

Τα δορυφορικά δίκτυα έχουν κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που απαιτούν ειδικό χειρισμό στο data link layer. Λόγω της ιδιαιτερότητας των δορυφορικών συνδέσεων τα συνηθισμένα πρωτόκολλα που εφαρμόζονται σε LAN δίκτυα για packet switching στο data link layer δεν είναι δυνατόν να εφαρμοστούν σε δορυφορικά δίκτυα καθώς οι επίγειοι σταθμοί δεν είναι σε θέση να ελέγχουν το μέσο διάδοσης και κατά πόσο χρησιμοποιείται ώστε να αποφεύγουν συγκρούσεις δεδομένων (data collision). Με δεδομένα τα παραπάνω, αναπτύχθηκαν πρωτόκολλα για χρήση σε δορυφορικά δίκτυα που δίνουν σε κάθε χρήστη αφοσιωμένα(dedicated) κανάλια επικοινωνίας καθώς η αναγνώριση και αποφυγή συγκρούσεων προκαλεί μεγάλη καθυστέρηση, πράγμα μη αποδεκτό σε ένα δορυφορικό δίκτυο. Τα κυριότερα MAC protocols ακολουθούν:

##### CDMA(Code Division Multiple Access)

Είναι μια διασταύρωση πολυπλεξίας χρόνου/συχνότητας και είναι μια μορφή εκτεταμένου φάσματος επικοινωνίας. Προσφέρει αποκεντρωμένη παροχή καναλιών για επικοινωνία στην υπάρχουσα γι' αυτή ζήτηση χωρίς χρονικό συγχρονισμό. Είναι μια μέθοδος η οποία τελευταία αρχίζει να χρησιμοποιείται. Κάθε χρήστης έχει μοναδιαίο κωδικό μετάδοσης μηνυμάτων, ο οποίος είναι ορθογώνιος στους κωδικούς των άλλων χρηστών (σταθμοί μετάδοσης/λήψης σημάτων). Το σήμα που τελικά θα σταλεί από τον πομπό είναι αποτέλεσμα του εισερχόμενου σήματος (δεδομένα) και του κωδικού διάδοσης. Στον παραλήπτη το εισερχόμενο σήμα συσχετίζεται με το κωδικό μετάδοσης του δέκτη και αν τα δεδομένα είναι γι' αυτόν ανακτώνται ειδάλλως μετατρέπονται σε θόρυβο.

Τα πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης μεθόδου εξυπηρέτησης της ζήτησης για επικοινωνία είναι τα εξής:

- κάθε χρήστης μεταδίδει δεδομένα οποιαδήποτε στιγμή θέλει χωρίς παρεμβολές από άλλους χρήστες.
- ο κωδικός μετάδοσης ορίζει και πιστοποιεί τον πομπό χωρίς να είναι απαραίτητη περαιτέρω πληροφορία.
- ύπαρξη ασφάλειας στη μετάδοση.
- επαναχρησιμοποίηση των ίδιων συχνοτήτων σε προκαθορισμένες δέσμες από αυτές του δορυφόρου αναθέτοντας διαφορετικούς κωδικούς μετάδοσης στους χρήστες.

Τα μειονεκτήματα της συγκεκριμένης είναι τα εξής:

- μειωμένη χωρητικότητα μικρότερη από το TDMA λόγω του θορύβου και της έλλειψης του συντονισμού στους σταθμούς μετάδοσης.
- είναι δυσκολονόητη η λειτουργία του.
- γίνεται πιο αποδοτικό όταν ο αριθμός των χρηστών μεγαλώνει αφού ταυτόχρονα το BER (bit error ratio) μειώνεται.

### FDMA(Frequency Division Multiple Access)

Η παλαιότερη και πιο απλή μέθοδος πολλαπλής προσπέλασης (multiple access) που εφαρμόζεται στις δορυφορικές επικοινωνίες είναι η FDMA. Βάσει του πρωτοκόλλου αυτού, κάθε επίγειος σταθμός χωρίζει το φάσμα συχνοτήτων σε μη επικαλυπτόμενες περιοχές με μικρά κενά μεταξύ τους. Κάθε μια από αυτές τις περιοχές δίδεται σε ένα μόνο -ανά χρονική στιγμή- αποστολέα που τη χρησιμοποιεί για να αποστείλει δεδομένα τα οποία ο δορυφόρος, αφού τα λάβει, τα ενισχύει και τα αποστέλλει στον προορισμό τους. Οι βασικές παραλλαγές του πρωτοκόλλου αυτού είναι δύο:

I)**Single-channel-per-carrier**: Σε αυτή την εκδοχή του πρωτοκόλλου, κάθε σήμα που εκπέμπεται έχει δικό του εύρος συχνοτήτων και bandwidth(dedicated line) . Γενικά, η μέθοδος αυτή εξυπηρετεί εφαρμογές που εκπέμπουν συνεχώς (πχ ράδιο-σταθμοί) και όχι σποραδικά καθώς έτσι θα υπολειπυργεί η σύνδεση.

II)**Multiple-channel-per-carrier**: Στη multiple channel per carrier FDMA, πολλά σήματα περνάνε μέσα από πολυπλέκτες και το αποτέλεσμα της πολύπλεξης αποστέλλεται μέσω της δορυφορικής σύνδεσης σε ένα ή περισσότερους προορισμούς. Το βασικό πρόβλημα αυτής της μεθόδου είναι ότι όλα τα σήματα πρέπει να σταλούν στον ίδιο προορισμό πριν αποσταλούν ώστε να γίνει η πολύπλεξη, κάτι που αποτελεί τον κύριο λόγο χρήσης του SCPC έναντι του MCPC.

### TDMA(Time Division Multiple Access)

Ο χρονικός διαχωρισμός πολλαπλής προσπέλασης(TDMA) είναι μια μέθοδος διαμοιρασμού μιας δορυφορικής γραμμής μεταξύ πολλών χρηστών. Συγκεκριμένα, η μέθοδος TDMA επιτρέπει τη χρήση ενός εύρους συχνοτήτων από πολλούς χρήστες χωρίζοντας τα σήματα σε timeslots. Έτσι, κάθε ένας μπορεί να χρησιμοποιεί όλο το bandwidth της γραμμής για να στέλνει δεδομένα στο δικό του μόνο timeslot. Τα timeslot συνήθως είναι ίδια για όλους τους χρήστες αλλά μπορούμε κάνοντας χρήση

του Dynamic TDMA, το οποίο είναι ουσιαστικά ίδιο με το απλό TDMA με μόνη διαφορά την ύπαρξη ενός αλγορίθμου με τον οποίο γίνεται δυνατό το δυναμικό allocation των timeslot, να μεταβάλλουμε τον αριθμό των timeslot ανάλογα με τις ανάγκες κάθε εφαρμογής. Το TDMA χωρίζεται σε 3 διατάξεις ανάλογα με τον αριθμό των σταθμών και τον αριθμό των διατομών (slots):

I) Στην πρώτη διάταξη (Binder) υπάρχουν περισσότερες διατομές από σταθμούς. Κάθε σταθμός κατέχει μια. Αν ο ιδιοκτήτης μιας διατομής κατά ένα πλαίσιο μετάδοσης δε θέλει να στείλει σήμα η διατομή του φεύγει κενή και ταυτόχρονα μ' αυτό το γεγονός ενημερώνονται οι υπόλοιποι σταθμοί ότι υπάρχει διαθέσιμη η προηγούμενη διατομή προς χρησιμοποίηση. Οπότε στο επόμενο πλαίσιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτή από κάποιον άλλο σταθμό. Όταν ο ιδιοκτήτης θέλει να επικοινωνήσει προκαλεί σύγκρουση οπότε στο επόμενο πλαίσιο μπορεί να χρησιμοποιήσει τη διατομή του για μετάδοση αφού ο σταθμός που χρησιμοποιούσε αυτή περιμένει ένα πλαίσιο μετάδοσης για να δει αν την χρειάζεται ο ιδιοκτήτης.

II) Στη δεύτερη διάταξη (Crowther) οι σταθμοί ανταγωνίζονται τυχαία για τις διατομές αφού δεν υπάρχουν ιδιοκτήτες γι' αυτές. Όταν ένας σταθμός μεταδώσει τότε στο επόμενο πλαίσιο, αφού έχει δεδομένα προς μετάδοση μπορεί να χρησιμοποιήσει τη διατομή που από τον ανταγωνισμό "κέρδισε" και με την οποία άρχισε να υλοποιεί τη μετάδοσή του. Μόλις τελειώσει τη μετάδοση μετά από ένα πλαίσιο μπορεί κάποιος άλλος να χρησιμοποιήσει την ίδια διατομή. Η συγκεκριμένη διάταξη είναι ένας συνδυασμός S-ALOHA και TDMA.

III) Στη τρίτη διάταξη (Roberts) υπάρχει μια διατομή η οποία υποδιαιρείται σε μικρότερες και μέσω αυτών γίνεται από κάθε σταθμό κράτηση για μια διατομή ώστε να εκπέμψει. Στην περίπτωση που πετύχει η κράτηση στο επόμενο πλαίσιο μετάδοσης ο σταθμός μπορεί να εκπέμψει. Ανάλογα με τον αριθμό των υποδιατομών για κράτηση ο κάθε σταθμός γνωρίζει πόσο πρέπει να περιμένει για την εκπομπή του σήματός του.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του TDMA είναι τα ακόλουθα:

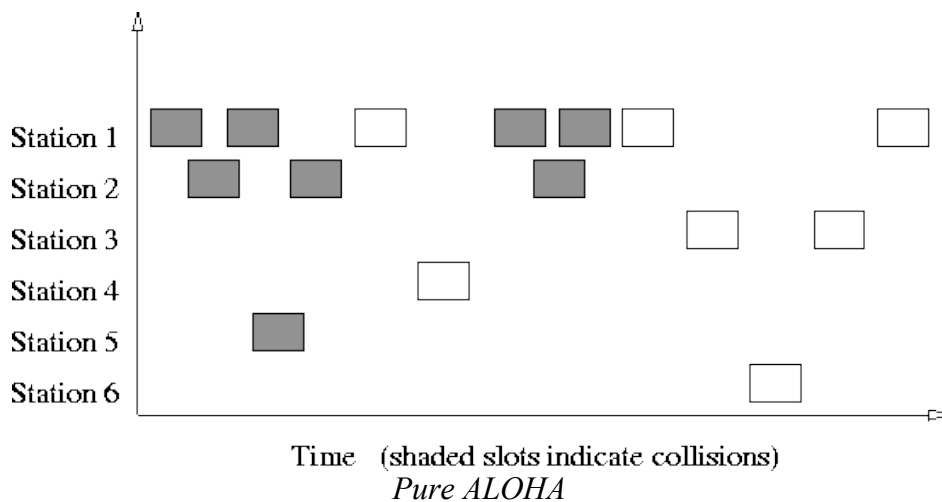
- Όλοι οι χρήστες χρησιμοποιούν όλο το εύρος συχνοτήτων.
- Είναι δυνατή η δυναμική ανάθεση timeslot με τη χρήση του Dynamic TDMA
- Έχει μεγάλα overhead σε σχέση με άλλα πρωτόκολλα.
- Για μεγάλες ροές δεδομένων είναι απαραίτητα αλλά και δύσκολη η ισομέριση των δεδομένων(data equalization).
- Έχει μεγάλη πολυπλοκότητα η εφαρμογή του.

### ALOHA(pure or unslotted)

Το πρωτόκολλο aloha είναι ένα πρωτόκολλο τυχαίας προσπέλασης (random access protocol) που αναπτύχθηκε στο πανεπιστήμιο της Χαβάης για χρήση σε δίκτυα μέσω ράδιο ή δορυφόρων. Είναι αρκετά απλό και παλιό πρωτόκολλο αλλά χρησιμοποιείται ακόμα αρκετά, κυρίως σε VSAT δίκτυα παρόλο που δεν έχει κάποιο μηχανισμό συγχρονισμού αλλά ούτε και πολυπλεξία. Βάσει του ALOHA, κάθε



χρήστης στέλνει όταν έχει κάποια δεδομένα για αποστολή. Αυτό όμως κάνει πολύ πιθανές τις συγκρούσεις δεδομένων (data collision). Για την υπερπήδηση αυτού του εμποδίου, κάθε σταθμός εξετάζει τα δεδομένα που στέλνονται και περιμένει ένα μήνυμα ACK από τον παραλήπτη, το οποίο περιέχει και ένα checksum των δεδομένων που παρέλαβε. Αφενός από το checksum και αφετέρου από την έλλειψη ACK μηνύματος ή όχι, ο αποστολέας μπορεί να διαπιστώσει αν τα δεδομένα έφτασαν στον παραλήπτη. Σε περίπτωση αποτυχίας της αποστολής, τα δεδομένα ξαναστέλνονται μετά από ένα τυχαίο χρονικό διάστημα ώστε να αποφευχθεί τυχόν σύγκρουση δεδομένων. Παράδειγμα της λειτουργίας του πρωτοκόλλου ακολουθεί :



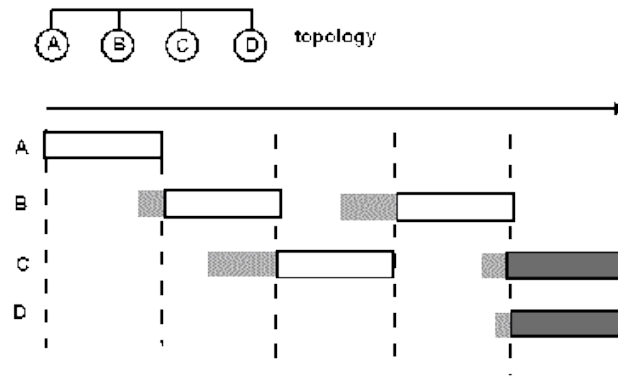
Είναι προφανές ότι το πρωτόκολλο ALOHA θα έχει σχετικά μικρό throughput, δεδομένου ότι κάθε χρήστης στέλνει όποτε θέλει με αποτέλεσμα το φαινόμενο της σύγκρουσης δεδομένων να είναι αρκετά συχνό. Πράγματι ο μέγιστος αριθμός ρυθμισαπόδοσης (throughput) είναι περίπου ίσος με 0.184. Παρόλα αυτά το πρωτόκολλο ALOHA είναι κατάλληλο για τη μεγάλη πλειοψηφία των επίγειων σταθμών, η κίνηση των οποίων είναι σποραδική, αλλά και λόγω της περιορισμένης χωρητικότητας των δορυφόρων. Σε τέτοιες περιπτώσεις, το πρωτόκολλο ALOHA είναι πιο αποδοτικό από τα TDMA και FDMA

#### ALOHA(slotted)

Το σύστημα ALOHA έχει όπως είδαμε χαμηλό δείκτη απόδοσης. Ένας εύκολος τρόπος αύξησης της απόδοσης του είναι η εισαγωγή συγχρονισμού. Κάποιος σταθμός δηλαδή εκπέμπει ένα απλό σήμα το οποίο ορίζει περιόδους εκπομπής (slots) χρονικού μήκους  $T$ , με βάση βέβαια το ρυθμό εκπομπής και το μήκος του πακέτου. Αυτή η αλλαγή είναι αρκετά απλή και δεν επιφέρει το σύστημα σε κατάσταση κεντρικού ελέγχου, ουσιαστικά κάθε σταθμός έχει την δυνατότητα να επιτελέσει αυτόν το ρόλο και έτσι το δίκτυο παραμένει σε κατανομημένη λογική. Οι σταθμοί δηλαδή δεν εκπέμπουν τα πακέτα τη στιγμή που αυτά εμφανίζονται αλλά τα κρατούν σε ένα buffer και τα εκπέμπουν στο επόμενο ακριβώς slot. Και εδώ φυσικά δημιουργούνται συγκρούσεις, αλλά μόνο λόγω πλήρους επικάλυψης των πακέτων (άρα είναι λιγότερες), οι οποίες διευθετούνται με την ίδια διαδικασία όπως και στο απλό (pure)ALOHA. Το τροποποιημένο αυτό σύστημα ALOHA ονομάζεται slotted ALOHA. Με την εισαγωγή του συγχρονισμού στο πρωτόκολλο αυτό επιτυγχάνεται η εντυπωσιακή αύξηση της απόδοσης του συστήματος ALOHA κατά

## Internet Over Satellite

100% αν και βέβαια ένα ποσοστό αξιοποίησης της τάξης του 37% δεν μπορεί να θεωρηθεί υψηλό.



*Slotted Aloha*

**Εφαρμογές  
Δορυφορικών  
Δικτύων.**

**5**

Οι δορυφόροι έχουν τη μοναδική δυνατότητα να παρέχουν κάλυψη μεγάλων γεωγραφικών περιοχών και να διασυνδέουν μακρινούς και δυσπρόσιτους τηλεπικοινωνιακούς κόμβους και γι'αυτό τα δορυφορικά δίκτυα αποτελούν σήμερα αναπόσπαστο τμήμα των περισσότερων τηλεπικοινωνιακών συστημάτων. Τις τελευταίες δεκαετίες η τεχνολογία των δορυφορικών συστημάτων συνεχώς προοδεύει και η χρήση γεωσύγχρονων δορυφόρων για επικοινωνίες μεγάλων αποστάσεων αναπτύσσεται ταχύτατα.

Σήμερα η εξοικείωση των ηλεκτρονικών μηχανικών με τη δορυφορική τεχνολογία, τις δορυφορικές επικοινωνίες και τις δορυφορικές ζεύξεις καθίσταται αναγκαία, καθώς οι δορυφορικές τηλεπικοινωνίες αναμένεται να παίζουν συνεχώς μεγαλύτερο ρόλο στα σύγχρονα τηλεπικοινωνιακά συστήματα. Μερικές από τις πιο χρήσιμες και μαζικά αποδεκτές, πλέον, εφαρμογές των δορυφορικών δικτύων είναι οι ακόλουθες.

### **5.1 Internet over Satellite**

#### **Τι είναι το Δορυφορικό Internet ;**

Η παροχή ευρυζωνικών υπηρεσιών (broadband) με υψηλές ταχύτητες επιτυγχάνεται μέσω του Δορυφορικού Internet (Internet over Satellite). Το Δορυφορικό Internet απευθύνεται κυρίως σε επαγγελματίες, μικρομεσαίες επιχειρήσεις ή άλλους χρήστες οι οποίοι χρησιμοποιούν το διαδίκτυο ως μέσο λήψης και εκπομπής μεγάλου όγκου δεδομένων μέσω web. Το δορυφορικό Internet μπορεί να υποστηρίξει ένα πλήθος εφαρμογών όπως είναι η Τηλεκπαίδευση, Τηλειατρική, VoIP, Web-browsing, Video Broadcasting/Multicasting over IP, Αυτόματες Ταμειακές Μηχανές (ATM), διασύνδεση λογισμικού ERP, εγκατάσταση WiFi Hot Spots κ.τ.λ σε όλη την Ελλάδα ανεξαρτήτως καιρικών συνθηκών ή περιοχής.

Ειδικά για επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται σε απομακρυσμένες περιοχές ή νησιωτικά συμπλέγματα ή Βαλκανικές και Ευρωπαϊκές χώρες, ενδέχεται να αποτελέσει ιδιαίτερα συμφέρουσα λύση καθώς στις περιοχές αυτές είτε υπάρχει έλλειψη αντίστοιχων επίγειων υποδομών όπως για παράδειγμα το ADSL που αποτελεί τον κύριο τρόπο ευρυζωνικής σύνδεσης είτε δεν υπάρχει διεθνής διασύνδεση που να δίνει ικανοποιητική ταχύτητα σε προσιτές τιμές.

### **Τα πλεονεκτήματα**

Λόγω του μεγάλου εύρους κάλυψης που έχουν οι δορυφόροι, 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 επίγεια υποδομής.

Ένας άλλος λόγος που καθιστά την υπηρεσία δορυφορικού internet 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 over IP), Video conference κ.λ.π. 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.

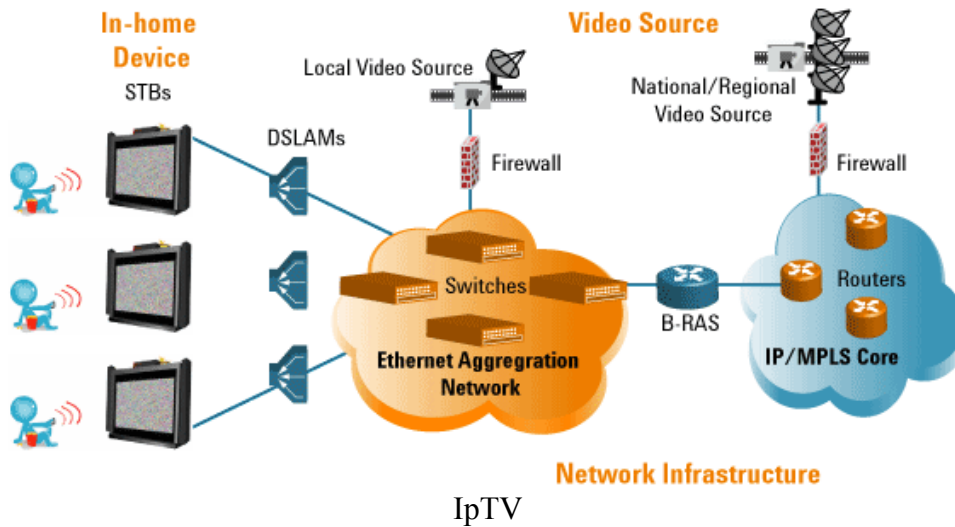
### **Τεχνική περιγραφή λειτουργίας Δορυφορικού Internet**

Η αμφίδρομη σύνδεση που παρέχεται από τις υπηρεσίες δορυφορικού internet 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 κ.λ.π.). Αυτός ο τρόπος σύνδεσης εξυπηρετεί εταιρείες και ιδιώτες σε ότι αφορά τις επίγειες τηλεφωνικές γραμμές ή γραμμές δεδομένων data.

Εδώ ο απαιτούμενος εξοπλισμός αποτελείται από το δορυφορικό modem (συγχρόνως λειτουργεί και ως IP router), ένα 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.

### **5.2 IPTV**

Η δικτυακή τηλεόραση είναι ένα σύστημα κατά το οποίο ψηφιακό τηλεοπτικό σήμα εκπέμπεται σε συνδρομητές-χρήστες του Internet, με τη βοήθεια του IP (Internet protocol) και μιας ευρυζωνικής (broadband) σύνδεσης.



### Δικτυακή τηλεόραση.

Τις προηγούμενες δεκαετίες το τηλεοπτικό σήμα μεταδιδόταν μέσω επίγειων συστημάτων («ερτζιανά» κύματα), τηλεπικοινωνιακών δορυφόρων ή καλωδίου (cable tv) – στην Ελλάδα δεν γνωρίσαμε την τελευταία δυνατότητα. Επιχειρήσεις κάθε είδους, ανεξαρτήτως κλάδου δραστηριοποίησης, χρησιμοποίησαν (συνά... εξάντλησαν) τις δυνατότητες του νέου μέσου, για να προβάλλουν τις υπηρεσίες και τα προϊόντα τους – παρά το αυξημένο, σε σχέση με άλλα μέσα (π.χ. ραδιόφωνο, Τύπος) κόστος των διαφημίσεων ή των χορηγιών. Τα τελευταία χρόνια, με την τρομακτική εξάπλωση του Internet και κυρίως με την επίτευξη πολύ υψηλών ταχυτήτων διαμεταγωγής δεδομένων, αλλά και τη γενικότερη εξέλιξη της τεχνολογίας, την αύξηση των ατόμων που συνδέονται στο Διαδίκτυο και τη συνεχή μείωση του σχετικού κόστους, έκανε την εμφάνισή της και η τηλεόραση μέσω Internet – διστακτικά στην αρχή, με τη μορφή αποσπασμάτων από «παραδοσιακές» τηλεοπτικές εκπομπές, που μεταδίδονταν online.

Η δικτυακή τηλεόραση (Internet television) αναφέρεται συχνά στη διεθνή βιβλιογραφία ως IPTV (Internet Protocol TeleVision), αν και έχουν εκφραστεί ορισμένες διαφωνίες γι' αυτό, τόσο επειδή ο όρος IPTV σε ορισμένες χώρες έχει ήδη καταχωριστεί ως εμπορικό σήμα (trademark), όσο και γιατί ουσιαστικά η IPTV αποτελεί μόνο ένα κομμάτι της δικτυακής τηλεόρασης.

Με πιο τεχνικούς όρους, η «δικτυακή τηλεόραση» μπορεί να περιγραφεί ως ένα σύστημα κατά το οποίο ψηφιακό τηλεοπτικό σήμα εκπέμπεται σε συνδρομητές-χρήστες του Internet, με τη βοήθεια του internet protocol και μιας ευρυζωνικής (broadband) σύνδεσης. Η υπηρεσία αυτή συχνά παρέχεται σε συνδυασμό με το βίντεο κατ' απαίτηση (video-on-demand) και μπορεί να περιλαμβάνει ταυτόχρονα και άλλες δικτυακές υπηρεσίες (π.χ. τηλεφωνία μέσω Internet-VoIP), οπότε έχουμε το λεγόμενο triple play (Internet, τηλεφωνία και βίντεο). Το τηλεοπτικό σήμα, που «φέρει» το περιεχόμενο, είναι συνήθως κωδικοποιημένο σε μορφή MPEG2 και διανέμεται μέσω

IP Multicast(μέθοδος με την οποία η πληροφορία μπορεί να αποσταλεί ταυτόχρονα σε πολλούς αποδέκτες/υπολογιστές με το πρότυπο H.264).

Καθώς χρησιμοποιεί και εκμεταλλεύεται όλες τις δυνατότητες και τα πλεονεκτήματα του Internet(σωστότερα, του πρωτοκόλλου του Διαδικτύου – Internet protocol), η IPTV στέλνει λιγότερη (σε όγκο δεδομένων) πληροφορία από την «παραδοσιακή» τηλεόραση - αναλογική ή ψηφιακή, συνεπώς υπόσχεται μικρότερο κόστος για τους παρόχους (operators), αλλά και καλύτερες τιμές για τους τελικούς χρήστες/καταναλωτές. Με τη βοήθεια ειδικών συσκευών (set-top box) και τη χρήση ευρυζωνικών συνδέσεων το τηλεοπτικό σήμα μπορεί να διανεμηθεί στα σπίτια πολύ πιο εύκολα και αξιόπιστα απ' ότι με άλλους τρόπους, π.χ. μέσω καλωδίου. Επιπλέον, με τη χρήση των νέων συσκευών μαγνητοσκόπησης, όπως των ψηφιακών εγγραφών βίντεο (Digital Video Recorders – DVR) είναι δυνατή η ταυτόχρονη εγγραφή πολλών προγραμμάτων, γεγονός που θα ικανοποιήσει και τον πλέον απαιτητικό χρήστη.

Καθώς δε το κόστος έχει μειωθεί κατά πολύ (και διαρκώς μειώνεται) σε σχέση με το παρελθόν, η δικτυακή τηλεόραση μπορεί να αποδειχθεί ένα καλό όχημα και για εμπορική εκμετάλλευση. Σήμερα, με τη χρήση αξιόπιστων αλλά πολύ οικονομικών συσκευών εγγραφής εικόνας και ήχου, ακόμη και μια μικρή ή μεσαία επιχείρηση είναι σε θέση να δημιουργήσει με δικά της μέσα τηλεοπτικό σήμα – από βίντεο λίγων δευτερολέπτων με απλή επίδειξη προϊόντων μέχρι ταινίες μεγάλης διάρκειας ή πολύωρο «ζωντανό» πρόγραμμα.

### **Είδη δικτυακής τηλεόρασης**

Σήμερα, η λεγόμενη δικτυακή τηλεόραση διακρίνεται σε τέσσερα βασικά είδη:

- Τηλεοπτικά κανάλια ή μεμονωμένες εκπομπές που υπάρχουν μόνο στον κυβερνοχώρο
- Παραδοσιακά τηλεοπτικά κανάλια που εκπέμπουν ταυτόχρονα και στο Διαδίκτυο (βλ. το παράδειγμα στους Σχετικούς Συνδέσμους)
- Παραδοσιακά τηλεοπτικά κανάλια που διαθέτουν online επιλεγμένες εκπομπές τους κατ' απαίτηση (on-demand)
- Παραδοσιακά τηλεοπτικά κανάλια που παράγουν επιπλέον τηλεοπτικό περιεχόμενο, το οποίο διαθέτουν αποκλειστικά και μόνο στο δικτυακό τους τόπο

Υπολογίζεται ότι στις αρχές του 2006 περισσότερα από 1.300 τηλεοπτικά κανάλια απ' όλο τον κόσμο διέθεταν το σήμα τους αποκλειστικά και μόνο στον κυβερνοχώρο. Ο τομέας αυτός αναπτύσσεται ραγδαία και συνεχώς νέα και υπάρχοντα κανάλια εισέρχονται στη δικτυακή εποχή, εκπέμποντας αποσπάσματα ή ολόκληρο το περιεχόμενό τους online. Και όπως προαναφέρθηκε, το μόνο που απαιτείται για τη λήψη του σήματός τους από το χρήστη/πελάτη είναι η σύνδεση στο Διαδίκτυο και μια συσκευή που να είναι σε θέση να την αξιοποιήσει (υπολογιστής -επιτραπέζιος ή φορητός-, iPod ή άλλη παρόμοια ψηφιακή μικροσυσκευή ψυχαγωγίας, τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας -HDTV- συνδεδεμένη στο Internet ή ακόμη και συσκευές κινητής τηλεφωνίας τρίτης γενιάς (3G), οι οποίες κυκλοφορούν πλέον και στην ελληνική αγορά).

Πέρα από το τεχνολογικό κομμάτι, η δικτυακή τηλεόραση μπορεί να χωριστεί σε δύο είδη:

- Ελεύθερη (δωρεάν)
- Επί πληρωμή (σε συνδρομητική βάση ή κατ' αποκοπή/pay-per-view)

Ήδη σήμερα αρκετές εταιρίες πειραματίζονται με την IPTV, και τα αποτελέσματα είναι πολύ ικανοποιητικά. Ενδεικτικά αναφέρουμε τη λύση της Microsoft (TV IPTV Edition), η οποία παρέχει τη δυνατότητα διανομής των μεταδιδόμενων δεδομένων ανάλογα με το είδος τους (ταινίες, παιχνίδια, μηνύματα κ.ά.), και δίνει την ευκαιρία στο χρήστη να επιλέξει το τηλεοπτικό πρόγραμμα της αρεσκείας του μέσα από μεγάλη ποικιλία, ακόμη και να επιλέξει κάποια προγράμματα που θα γραφτούν αυτόματα στο σκληρό δίσκο του υπολογιστή για μετέπειτα παρακολούθηση. Μάλιστα, στο πλαίσιο του παγκόσμιου φόρουμ CXN (Content eXchange Network), που έχει δημιουργήσει η αμερικανική εταιρία για την προώθηση της IPTV, αναμένεται σύντομα και οι ελληνικοί τηλεοπτικοί σταθμοί να ενημερωθούν αναλυτικά για τα πλεονεκτήματα της δικτυακής τηλεόρασης, ώστε να αποφασίσουν αν θα ήθελαν να δραστηριοποιηθούν και στον τομέα αυτό, προωθώντας το περιεχόμενό τους τόσο στη χώρα μας όσο και εκτός συνόρων.

Επίσης, λύση δικτυακής τηλεόρασης παρέχει και η канаδική εταιρία Metamedia Capital, σε συνεργασία με την CSC Global Technologies. Το πλεονέκτημα της δικής της εφαρμογής είναι το χαμηλό κόστος, κάτι που επιτυγχάνει χάρη στην πολύ υψηλή συμπίεση των μεταδιδόμενων πληροφοριών. Η εταιρία προβάλλει ιδιαίτερα το σύστημά της ως μια πολύ καλή λύση για εκπομπή τηλεοπτικών προγραμμάτων στο εξωτερικό -μέσω Internet πάντοτε-, δημιουργώντας ουσιαστικά «παγκόσμια» τηλεοπτικά κανάλια.

### 5.3 VoIP

Το **Voice over IP** ή **VoIP** ή ιντερνετική τηλεφωνία χαρακτηρίζει μια ομάδα πρωτοκόλλων-τεχνολογιών (H.323, SIP), η οποία προσφέρει φωνητική συνομιλία σε πραγματικό χρόνο με σχετικά καλή ποιότητα πλέον και στην ουσία χωρίς κόστος. Οι συνομιλίες αυτές παραδοσιακά γίνονταν αποκλειστικά μέσω PC που ήταν συνδεδεμένο με το Internet και διέθετε μικρόφωνο, ακουστικά και το κατάλληλο λογισμικό. Η κλήση κατέληγε σε ένα άλλο, ανάλογα εξοπλισμένο, υπολογιστή χωρίς να υπάρχει κάποια επιπλέον χρέωση, εκτός από αυτή της πρόσβασης στο internet, αφού στη συγκεκριμένη επικοινωνία δεν μεσολαβεί κάποιος παραδοσιακός φορέας τηλεπικοινωνιών (π.χ. ΟΤΕ) παρά μόνο το Διαδίκτυο.

Τον τελευταίο καιρό έχουν εμφανιστεί οι λεγόμενοι ιντερνετικοί τηλεπικοινωνιακοί φορείς, οι οποίοι προσφέρουν προώθηση των κλήσεων VoIP σε σταθερά δίκτυα τηλεπικοινωνιών σε εξαιρετικά χαμηλό κόστος, αλλά όχι το αντίστροφο. Μερικοί εξ αυτών έχουν παρουσιάσει και ειδικές τηλεφωνικές συσκευές USB VoIP, οι οποίες συνεργάζονται με το αντίστοιχο λογισμικό στον υπολογιστή και καθιστούν τις κλήσεις μέσω Διαδικτύου σαφώς πιο λειτουργικές. Υπάρχουν για παράδειγμα, το τηλέφωνο internet Taichi, το Cyberphonek, η υπηρεσία FWD, το e-Voice της HOL ή το Voice@net του OTEnet. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο χρήστης αγοράζει χρόνο ομιλίας, μέσω πιστωτικής κάρτας, για παράδειγμα, και τον χρησιμοποιεί κατά βούληση.



### Εφαρμογές VoIP.

Σήμερα υπάρχει πληθώρα εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένων των Voipbuster, ICQ, MSN Messenger, Skype, Jajah, κ.ά., οι οποίες προσφέρουν ιντερνετική τηλεφωνία. Το πιο ευρέως διαδεδομένο από τα παραπάνω είναι το Skype.

Το Skype είναι με εξαιρετικά δημοφιλής εφαρμογή-υπηρεσία ιντερνετικής τηλεφωνίας με εκατομμύρια χρήστες ανά τον κόσμο. Αρχικά ακολούθησε το μοντέλο φωνητικής επικοινωνίας VoIP από H/Y σε H/Y. Πλέον προσφέρει κλήσεις σε οποιοδήποτε μέρος του κόσμου, σε οποιοδήποτε δίκτυο τηλεφωνίας, σταθερής και κινητής, με χαμηλές χρεώσεις. Να σημειωθεί επίσης ότι κλήσεις στο εσωτερικό δίκτυο των εφαρμογών είναι δωρεάν. Οι κλήσεις που χρεώνονται είναι αυτές που γίνονται προς δίκτυα άλλων φορέων.

### Χρήση συσκευών DECT.

Τον τελευταίο καιρό η υπηρεσία αυτή, έχει ξεφύγει από τους περιορισμούς των H/Y και έχει κάνει κάποια περαιτέρω βήματα. Το VoIP δεν περιορίζει τους χρήστες σε χρήση ακουστικών και μικροφώνου μέσω H/Y, αλλά μπορεί να λειτουργήσει και με DECT συσκευές (Siemens Gigaset C340, S440 Colour, SL440 Colour κ.ά.). Αυτές οι συσκευές συνδέονται ασύρματα με το H/Y μέσω ενός M34 USB adaptor. Με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού γίνεται και οι ρυθμίσεις του στον υπολογιστή. Με αυτή την υλοποίηση η υπηρεσία έγινε πιο εύχρηστη και κατά συνέπεια περισσότερο δημοφιλής (ακόμη και σε εταιρικό επίπεδο).

### Άλλες εφαρμογές VoIP.

Ένα άλλο κομμάτι εφαρμογών VoIP αναφέρεται αποκλειστικά σε χρήση στο διαδίκτυο. Δηλαδή οι κλήσεις γίνονται μόνον από PC σε PC, όπου κάποιο από αυτά



αναλαμβάνει το ρόλο του εξυπηρετητή (server), ενώ τα υπόλοιπα είναι σε κατάσταση πελάτη (client). Τέτοιες εφαρμογές είναι το TeamSpeak, το RogerWilco και αρκετές άλλες. Σε αυτές, οι κλήσεις δεν περνάνε μέσα από τον server κάποιου επίσημου φορέα, αλλά μέσα από τον εκάστοτε τοπικό server του δικτύου (PC). Φυσικά αυτές οι κλήσεις είναι χωρίς χρέωση και περιορίζονται στο τοπικό δίκτυο (στους H/Y που συνδέονται στον server).

### **5.4 Εφαρμογές και Internet over Satellite επόμενης γενιάς.**

Σιγά σιγά, με την πάροδο του χρόνου και την συνεχή αύξηση των επικοινωνιακών μας αναγκών καθώς και των δυνατοτήτων της σύγχρονης τεχνολογίας, τα δορυφορικά δίκτυα προβλέπεται ότι θα αποτελέσουν τον βασικό λίθο, πάνω στον οποίο θα στηριχθεί η ανάπτυξη τόσο των επικοινωνιακών δικτύων επόμενης γενιάς αλλά και πολλών μελλοντικών εφαρμογών. Η δυνατότητα επικοινωνίας που προσφέρουν τα δορυφορικά δίκτυα ανεξαρτήτως τοποθεσίας, μέσω καναλιών μεγάλου εύρους (high bandwidth) αποτελεί δέλεαρ για κάθε εταιρεία, είτε αυτή ασχολείται με καθαρά επαγγελματικές δραστηριότητες είτε με ψυχαγωγικά προγράμματα.

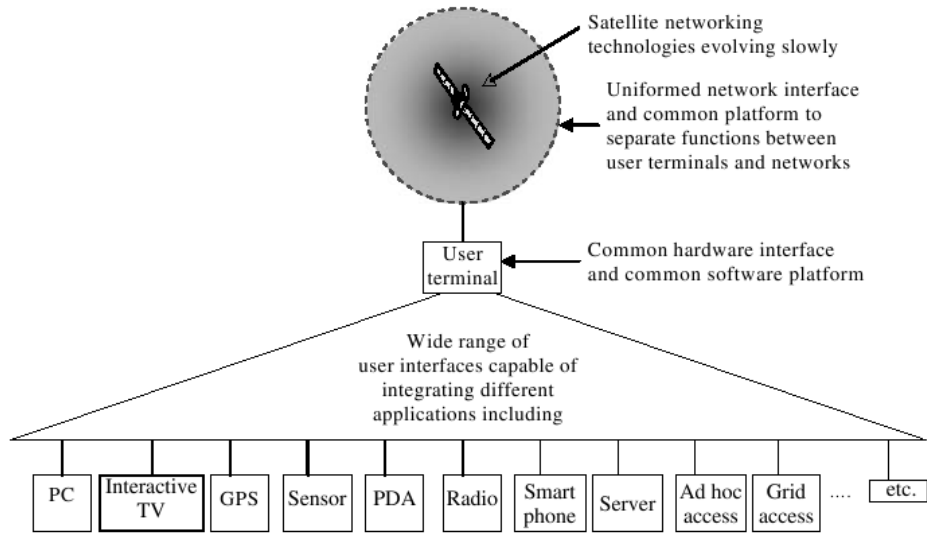
Πολλές εφαρμογές οι οποίες έχουν αρχίσει να εμφανίζονται ή ήδη έχουν καθιερωθεί στην σημερινή καθημερινότητα όπως πχ κινητά τηλέφωνα, δορυφορικό internet, IpTV(δορυφορική τηλεόραση), τηλεσυνδιάσκεψη αλλά και πιο εξεζητημένες όπως τηλεϊατρική και μετεωρολογία, βασίζονται στα δορυφορικά δίκτυα και η ανάπτυξη τους είναι συνυφασμένη με την διεύρυνση και βελτιστοποίηση των δικτύων αυτών. Ήδη παρατηρείται μεγάλη αύξηση στον αριθμό των επενδύσεων πολλών χωρών για την δημιουργία κατάλληλης υποδομής για δορυφορικά δίκτυα επόμενης γενιάς· στην Αμερική μόνο για το 2002 έφτασαν τα 147 εκατομμύρια δολάρια.

Αλλαγές, εκτός από τον εξοπλισμό και την υλική υποδομή των δικτύων, αναμένεται να επέλθουν και σε πολλά από τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται στα δορυφορικά δίκτυα, αφενός για να διορθωθούν τα υπάρχοντα προβλήματα και αφετέρου για να αξιοποιηθούν πλήρως οι δυνατότητες που θα προσφέρουν τα δορυφορικά δίκτυα επόμενης γενιάς. Στο data link layer, τα πρωτόκολλα που εφαρμόζονται μέχρι σήμερα(Aloha,TDMA,CDMA κ.α.) θεωρούνται αποδοτικά παρά τα όποια προβλήματά τους.

Η μεγάλη αλλαγή που πρόκειται να ολοκληρωθεί στο άμεσο μέλλον είναι η μετάβαση από το IPv4 στο IPv6 η οποία αναμένεται να επιφέρει πολλές αλλαγές και στα πρωτόκολλα μεγαλύτερου βαθμού(πχ TCP/UDP βάσει του OSI μοντέλου) τα οποία είναι υλοποιημένα πάνω στο IP και εξαρτώνται από αυτό. Μερικά από τα χαρακτηριστικά της νέας έκδοσης του IP είναι τα ακόλουθα:

- Υποστηρίζει περισσότερες διευθύνσεις
- Μειώνει το μέγεθος του routing table.
- Αυξάνει την ταχύτητα επεξεργασίας των πακέτων από τα router.
- Παρέχει καλύτερη ασφάλεια.
- Παρέχει QoS για real-time εφαρμογές.
- Υποστηρίζει multicasting.
- Παρέχει ελαστικότητα, ευκολία εξέλιξης και δυνατότητα συνύπαρξης με παλαιότερα πρωτόκολλα.

## Internet Over Satellite



*Μελλοντική ανάπτυξη των δορυφορικών δικτύων.*

**Δορυφορικό  
Internet στην  
Ελλάδα.**

**6**

**6.1 Κατάσταση δορυφορικής τεχνολογίας στην Ελλάδα.**

**Ποιοι παρέχουν δορυφορικό internet και τι προσφέρουν.**

Λίγες είναι οι εταιρείες που παρέχουν δορυφορικό διαδίκτυο. Αναφέρουμε ενδεικτικά ορισμένες, οι οποίες δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα και στο εξωτερικό:

Η ελληνική **SMDATA** παρέχει αμφίδρομο (και όχι μόνο) δορυφορικό Internet με την υπηρεσία SAT\_SPEEDpro. Το SAT\_SPEEDpro λειτουργεί χωρίς την χρήση της τηλεφωνικής γραμμής και modem. Οι ταχύτητες σύνδεσης ξεκινάνε από 512 kbit/s και φτάνουν τα 2 Mbit/s. Η σύνδεση είναι βασικά FLATRATE αφού το καθημερινό download στην μέγιστη ταχύτητα σύνδεσης μπορεί να ανέρχεται σε 512 MB και παραπάνω αναλόγως με το πακέτο σύνδεσης. Άλλα πακέτα της SMDATA είναι τα SAT\_SPEEDeasy, SAT\_SPEED+ και SAT\_SPEEDscale.

Η επίσης ελληνική **Marinet** προσφέρει αμφίδρομο δορυφορικό Internet 64 Kbps για ελεύθερους επαγγελματίες με την υπηρεσία Satin SoHo, η οποία σχεδιάστηκε ειδικά για τις ανάγκες των μικρών επιχειρήσεων SoHo (Small office Home office). Είναι μια υπηρεσία παροχής Internet προσαρμοσμένη στις ανάγκες του ελεύθερου επαγγελματία ιδανική για γραφείο, Internet Cafe, αρχιτέκτονες, μηχανικούς, δικηγόρους, γιατρούς, διαφημιστές, κ.λ.π. που δουλεύουν ακόμα και μέσα από το σπίτι τους. Προσφέρει μόνιμη αμφίδρομη δορυφορική σύνδεση Internet, με ταχύτητες 64 Kbps στο downloading και browsing έως 512 Kbps με μηνιαία συνδρομή μόνο 145 euro συν τον εξοπλισμό.

Δορυφορικό Internet παρέχει και η **pl@net1**. Το δορυφορικό internet της βασίζεται στη σύνδεση με το διαδίκτυο μέσω συμβατικής σύνδεσης με κάποιον isp και τη λήψη δεδομένων μέσω της δορυφορικής σύνδεσης. Το κυριότερο πλεονέκτημα της δορυφορικής σύνδεσης της pl@net 1 είναι η δυνατότητα επίτευξης ταχυτήτων από 512 mbps έως 8 mbps σε πολύ προσιτές τιμές και υψηλή ποιότητα. Οι μονόδρομες δορυφορικές υπηρεσίες της pl@net παρέχονται μέσω της στρατηγικής συνεργασίας της με την εταιρία planetsky, την οποία αντιπροσωπεύει και προωθεί σε

πανελλαδικό

επίπεδο.

Η **SATSPEED** λειτουργεί μέσω του δορυφόρου EUROBIRD 28.5ο της EUTELSAT. Η σύνδεση γίνεται μέσω δορυφορικού κατόπτρου 100 cm και μίας DVB κάρτας στον Η/Υ. Για την σύνδεση απαιτείται dial up συνδρομή σε τοπικό provider. Με την χρήση νέας τεχνολογίας στους Transponder επιτυγχάνονται ταχύτητες download έως και 2 MBit. Η υπηρεσία λειτουργεί χωρίς χρήση PROXY και VPN, μέσω software (sat4u) το οποίο λειτουργεί σε περιβάλλον WIN9x, 2000, Linux. Επιτρέπονται όλα τα πρωτόκολλα επικοινωνίας (FTP, TELNET, MAIL κλπ).

Η **StarBand Communications** παρέχει αμφίδρομο δορυφορικό Internet. Η εν λόγω εταιρία γεννήθηκε από την συνεργασία της Microsoft με την Echostar. Η StarBand υπόσχεται ταχύτητες για Download 500 kbps (150kbps σε περίπτωση υψηλού φόρτου) και το Upload θα κυμαίνεται στα 50 kbps. Για την ώρα η υπηρεσία χρησιμοποιεί μόνο 2 δορυφόρους: τον GE-4 (101 δυτικά), και τον Telstar 7 (129 δυτικά).

Η πολύ γνωστή στο χώρο **EuropeOnLine** παρέχει ένα συνδυασμό unicast και multicast συνδέσεων, παρέχοντας τη δυνατότητα παραγγελίας αρχείων και «κατεβάσματος» αυτών στον υπολογιστή. Η εκπομπή των αρχείων δεν γίνεται αμέσως αλλά σε κάποιο χρονικό διάστημα αργότερα. Με ορισμένα προγράμματα, οι εκπομπές αυτές, αν και προστατεύονται συνήθως, μπορούν να γίνουν ορατές και από τους υπόλοιπους χρήστες και να λαμβάνουν και άλλοι τα αρχεία που ένας χρήστης έχει παραγγείλει.

Επίσης η **hellasdigital**, η αντιπρόσωπος για την Ελλάδα της skydsl , από τον EURASIASAT, με πανίσχυρο σήμα σε όλη την Ελλάδα - (μονόδρομη σύνδεση).

### **Η δορυφορική ψηφιακή πλατφόρμα του ΟΤΕ**

Από τις αρχές του 2000, η δορυφορική ψηφιακή πλατφόρμα (ΔΨΠ) του ΟΤΕ εκπέμπει πιλοτικά μέσω του Δορυφορικού Οργανισμού EUTELSAT στο δορυφόρο HOTBIRD 3, στις 13ο E στον αναμεταδότη 74, στη συχνότητα λήψης 12.188 MHz.

Η ΔΨΠ έχει προμηθευτεί το σύστημα Internet Over Satellite (IOS) της INTRAKOM, το οποίο υποστηρίζει υπηρεσίες unicast (τεχνικές μονοσημειακής μετάδοσης) και multicast (τεχνικές πολυσημειακής μετάδοσης). Η υποδομή unicast επιτρέπει την παροχή υπηρεσιών δορυφορικού Internet από παρόχους (ISP), ενώ υποστηρίζονται multicast εφαρμογές, όπως Τηλεεκπαίδευση (Mentor), Διανομή και Διαχείριση Ηλεκτρονικών Αρχείων (Document Distribution) και Δίκτυο Παρουσιάσεων-Διαφημίσεων με υποστήριξη Info-kiosks (I-star).

Οι βασικότερες υπηρεσίες που υλοποιούν οι εταιρίες παροχής δορυφορικού Internet είναι οι εξής:

**Push services:** Αυτή αφορά κυρίως στο μονόδρομο Διαδίκτυο. Ο χρήστης, ενώ είναι συνδεδεμένος με τον τοπικό ISP, επιλέγει κάποια μεγάλα σε όγκο αρχεία, και στη συνέχεια κλείνει την επίγεια σύνδεσή του. Το αρχείο κατεβαίνει στον υπολογιστή του μέσω ειδικών πρωτοκόλλων μονόδρομης σύνδεσης. Τα πρωτόκολλα

αυτά διαθέτουν εξελιγμένο σύστημα διόρθωσης σφαλμάτων, καθώς δεν μπορούν να παράσχουν επιβεβαίωση αποστολής, λόγω της μονόδρομης σύνδεσης.

Μια ακόμη δυνατότητα που μπορεί να υλοποιηθεί είναι η ειδοποίηση για εισερχόμενα e-mail, ακόμα και όταν ο χρήστης δεν είναι συνδεδεμένος με την επίγεια υπηρεσία. Ένας εξυπηρετητής (server) ελέγχει τη θυρίδα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του χρήστη σε τακτά χρονικά διαστήματα και στέλνει τα μηνύματα με τον ίδιο τρόπο στον υπολογιστή του, χωρίς να ανοίξει η επίγεια σύνδεση.

**Video on Demand:** Συνήθως για αυτή την υπηρεσία υπάρχει κάποια ιστοσελίδα, μέσω της οποίας ο χρήστης επιλέγει να δει κάποιο αρχείο βίντεο (μια ταινία, για παράδειγμα). Το βίντεο στέλνεται σε μορφή δεδομένων μέσω δορυφόρου και γίνεται η αναπαραγωγή του στον υπολογιστή του χρήστη.

**Πλοήγηση:** Το γνωστό "σερφάρισμα" είναι ο κλασικός τρόπος χρήσης του Internet από το πλατύ κοινό. Στις δορυφορικές συνδέσεις παρατηρείται μια μικρή καθυστέρηση στην αρχή, καθώς στέλνονται πακέτα δεδομένων προτού ξεκινήσει η εισροή των δεδομένων της επιλεγμένης ιστοσελίδας. Μετά το πέρας αυτής της διαδικασίας, η σελίδα μεταφέρεται με πολύ υψηλές ταχύτητες στον υπολογιστή του χρήστη.

## **6.2 Hellas Sat.**

Η Hellas Sat είναι ιδιοκτήτρια εταιρεία και κύριος μέτοχος στον πρώτο ελληνικό δορυφόρο που στάλθηκε στο διάστημα στις 13 Μαΐου του 2003, τον Hellas Sat-2. Ο δορυφόρος αυτός, ο οποίος κατασκευάστηκε από την Astrium, αναμένεται να παραμείνει σε λειτουργία τουλάχιστον 17 χρόνια, δύο χρόνια περισσότερο από την αρχική εκτίμηση: η άριστη εκτόξευσή του το Μάιο από τη Φλόριντα, με πυραυλοφορέα Lockheed Martin, έφερε το δορυφόρο ακριβώς στη σωστή θέση του -39 μοίρες ανατολικά - και δεν χρειάστηκε να δαπανηθεί προωθητικό αέριο για διόρθωση της τροχιάς.

Ο Hellas Sat-2 είναι ο ισχυρότερος τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος στην Ευρώπη, από άποψη ισχύος και ποιότητας σήματος. Με τις δύο σταθερές του δέσμες καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της Ευρώπης και τμήμα της βόρειας Αφρικής και της Μέσης Ανατολής, ενώ οι δύο κινητές δέσμες μπορούν να καλύψουν τη νότια Αφρική, την Αυστραλία και μέρος της Ασίας. Συνολικά, ο δορυφόρος απευθύνεται σε κοινό 500 εκατ. ανθρώπων.



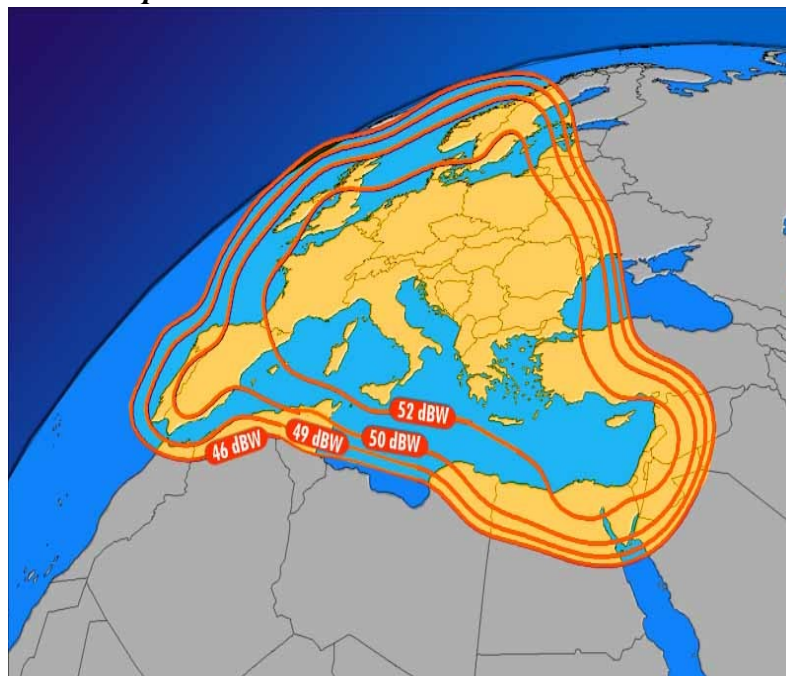
*Hellas Sat-2: Ο πρώτος ελληνικός δορυφόρος*

Πίνακας με τα βασικά χαρακτηριστικά του δορυφόρου ακολουθεί:

<b>Description</b>	ASTRIUM Eurostar 2000+ Platform
<b>Payload</b>	30 x 36 MHz transponders, onboard plus 8 x 36 MHz redundant, 12 on fixed beam F1, 6 on fixed beam F2, up to 12 on beam S1 and 6 on beam S2.
<b>Footprints</b>	Fixed over Europe, Steerable over Southern Africa, Middle East, Indian subcontinent, South East Asia.
<b>Downlink EIRP</b>	55 dBW at beam center for fixed beams 53 dBW at beam center for steerable beams
<b>Uplink G/T</b>	+11 dB/K at beam center for fixed beam F2 +8 dB/K at beam center for fixed beam F1 +5 dB/K at beam center for steerable beams
<b>Frequencies</b>	<b>Downlink Ku-Band</b> 10.95-11.20 GHz 11.45-11.70 GHz 12.50-12.75 GHz <b>Uplink Ku-Band</b> 13.75-14.50 GHz

### Κάλυψη Hellas Sat-2

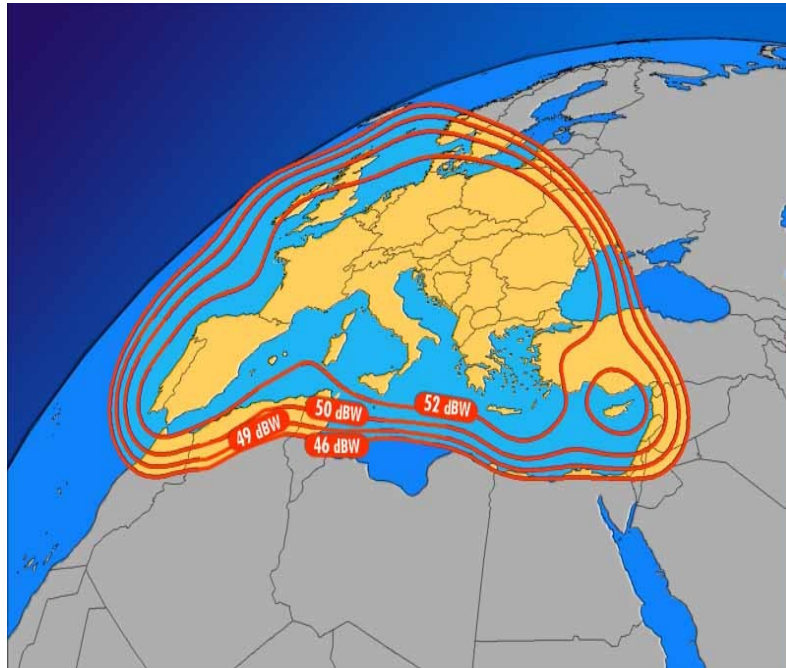
#### *F1 – European*



*Transponders Uplink: 13.75 - 14.00 Ghz*

*Downlink: 12.50 - 12.75 GHz*

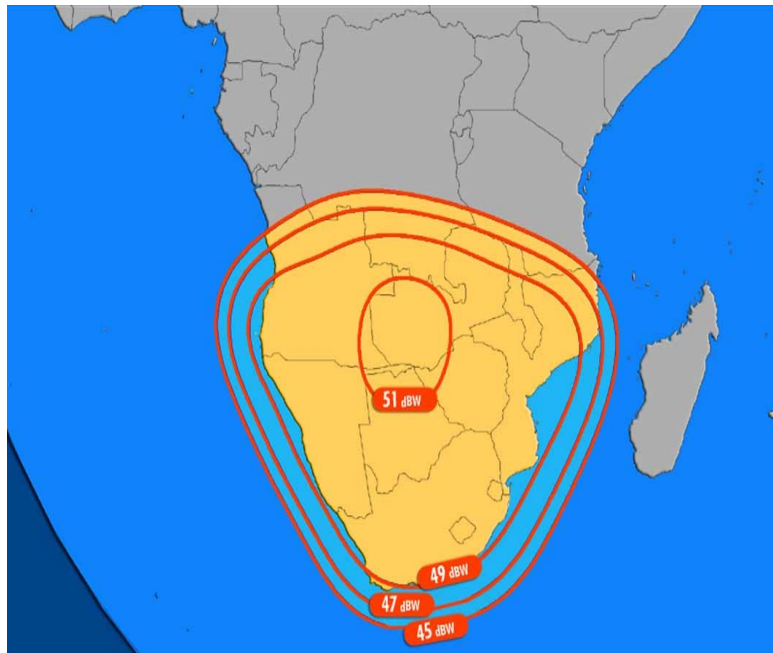
***F2 – European***



*Transponders Uplink: 14.00 – 14.25 Ghz*

*Downlink: 10.95 - 11.20 GHz*

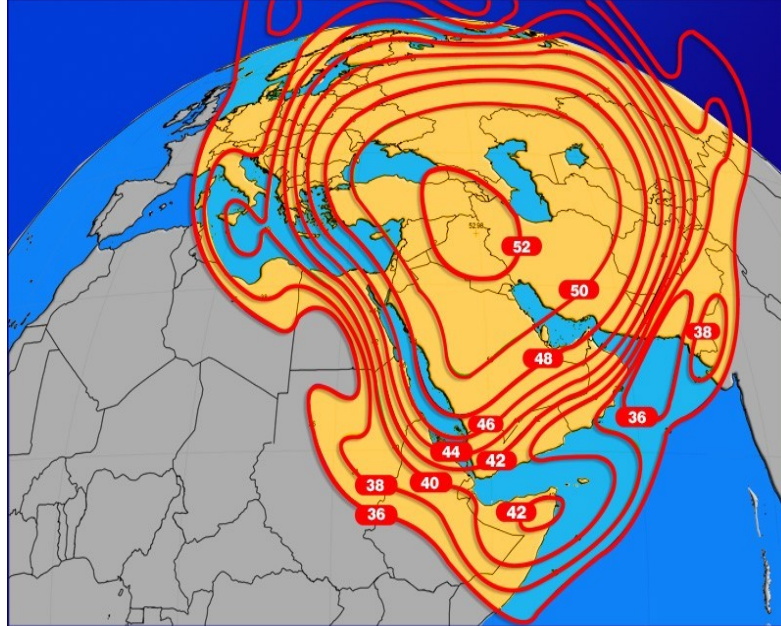
***S1 - Southern Africa***



*12 Transponders*

*Uplink: 13.75 - 14.00 Ghz*

*Downlink: 12.50 - 12.75 GHz*

**S2 - Middle East**

6 Transponders

Uplink: 14.25 - 14.50 Ghz

Downlink: 11.45 - 11.70 GHz

**Υπηρεσίες Hellas Sat net.**

Ο Hellas SAT-2 παρέχει υπηρεσίες τηλεφωνίας, τηλεόρασης, Διαδικτύου σε δημόσιους και ιδιωτικούς οργανισμούς, αλλά και στους ίδιους τους καταναλωτές. Σε εθνικό επίπεδο, παρέχει κανάλια δεδομένων στα ελληνικά υπουργεία -ιδιαίτερα στα Εθνικής Άμυνας, Εσωτερικών και Υγείας-, σε πανεπιστήμια και άλλα ερευνητικά ιδρύματα, καθώς και συνδέσεις τηλεϊατρικής για τους ακρίτες και το στρατό. Όσον αφορά την εμπορική του εκμετάλλευση, απευθύνεται σε τηλεπικοινωνιακούς και ραδιοτηλεοπτικούς οργανισμούς, αλλά και σε μεγάλες εταιρείες με κλειστά δίκτυα δεδομένων. Μπορεί επίσης παρέχει στους ίδιους τους καταναλωτές τηλεοπτικές μεταδόσεις και υπηρεσίες Διαδικτύου. Στην διάρκεια της ζωής του ο, Hellas SAT υπολογίζεται ότι θα προσφέρει στο ελληνικό δημόσιο κέρδη τουλάχιστον 100 εκατ. ευρώ.

Σε εξέλιξη βρίσκονται επίσης οι διαδικασίες για την υλοποίηση προγραμμάτων πληροφορικής που αφορούν τη διασύνδεση των στρατολογικών γραφείων, τη μετεωρολογική πληροφορία και το επίγειο δορυφορικό σύστημα έρευνας και διάσωσης, συνολικού ύψους μεγαλύτερου των 50 εκατομμυρίων ευρώ.

Ακολουθεί λίστα των υπηρεσιών που προσφέρει ο Hellas Sat-2, βάσει του κατασκευαστή του :



### **Video & Audio:**

Video and Audio Broadcast  
Cable TV Feeds  
Direct to Home (DTH) TV

### **Data:**

VSAT Networks  
IP Backbone connectivity  
Direct Internet Access (SOHO)

### **Added-Value Services:**

Content Distribution Networks  
Business Television (BTV) and Video Distribution  
Subscription-Based News Distribution  
PPV / VoD  
Distance Learning / Telemedicine

### **Telephony:**

International / Domestic telephone relay

Επειδή ο δορυφόρος «βλέπει» όλη την Ευρώπη, και την λεκάνη της Μεσογείου, οι υπηρεσίες που παρέχει μπορεί να λύσουν αρκετά από τα προβλήματα ευρυζωνικότητας στην Ελλάδα. Ήδη έχουν ξεκινήσει οι εγκαταστάσεις στην πιλοτική φάση λειτουργίας της υπηρεσίας και έχουν σήμερα Internet μεγάλων ταχυτήτων από τον ουρανό ιχθυοκαλλιέργειες, εργοτάξια, απομακρυσμένα εργοστάσια, επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα και στην Ευρώπη.

Σε πρώτη φάση παρέχονται στο κοινό οι εξής υπηρεσίες:

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

**Βιβλιογραφία**

**7**

**Συγγράματα**

The Satellite Communication Application Handbook 2<sup>nd</sup> Edition  
by Elbert Bruce

Digital Satellite Communications 2<sup>nd</sup> Edition  
by McGraw Hill

Satellite Networking Principles and Protocols  
by Zhili Sun

**Συνδέσμοι**

<http://www.boeing.com/defense-space/space/bss/sat101.html>

[http://compnetworking.about.com/od/internetaccessbestuses/g/bldef\\_satellite.htm](http://compnetworking.about.com/od/internetaccessbestuses/g/bldef_satellite.htm)

<http://www.satsig.net/>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Satellite\\_television](http://en.wikipedia.org/wiki/Satellite_television)

<http://www.skyviewsatellite.com/SatelliteServices/>

[http://www.cse.wustl.edu/~jain/cis788-97/ftp/satellite\\_data/index.htm](http://www.cse.wustl.edu/~jain/cis788-97/ftp/satellite_data/index.htm)

<http://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/satcomhistory.html>

<http://iml.jou.ufl.edu/projects/Fall99/Coffey/HISTORY.HTM>

<http://inventors.about.com/library/inventors/blsatellite.htm>

<http://www.pcworld.com/article/id,17617-page,1/article.html>

<http://www.hellas-sat.net/index.php?cat=142>