

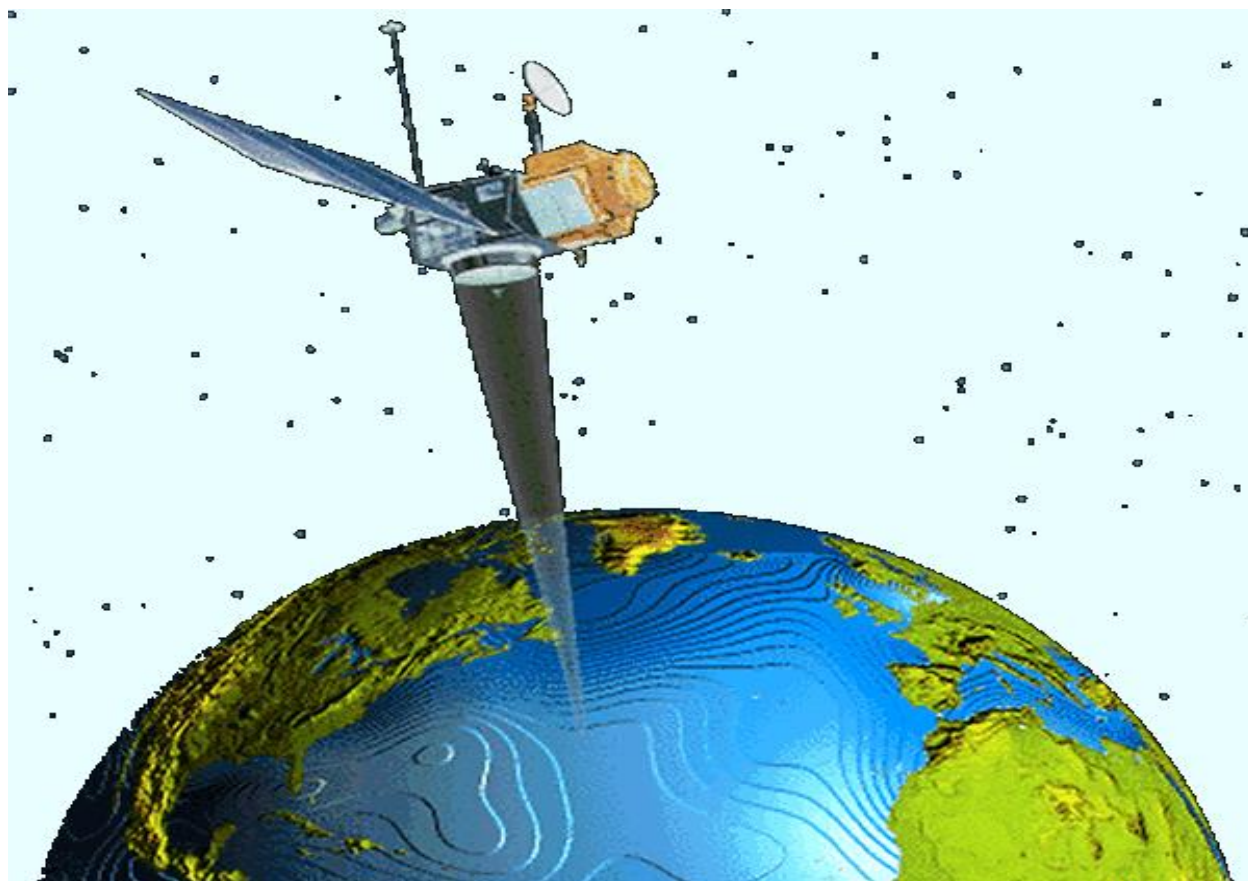


*ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ*

*SCHOOL OF MANAGEMENT & ECONOMICS
DEPARTMENT OF COMMUNICATIONS, INFORMATICS & MANAGEMENT*

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ INTERNET



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΣΚΟΝΔΡΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΤΣΙΑΝΤΗΣ ΛΕΩΝΙΔΑΣ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ, 2005

ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ

Όλες οι προτάσεις, οι οποίες παρουσιάζονται σε αυτό το κείμενο και οι οποίες ανήκουν σε άλλους αναγνωρίζονται από τα εισαγωγικά και υπάρχει η σαφής δήλωση του συγγραφέα. Τα υπόλοιπα γραφόμενα είναι επινόηση του γράφοντος, ο οποίος φέρει και την καθολική ευθύνη για αυτό το κείμενο και δηλώνω υπεύθυνα ότι δεν υπάρχει λογοκλοπή για το κείμενο αυτό.

Όνοματεπώνυμο : ΣΚΟΝΔΡΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Υπογραφή :

Ημερομηνία : ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2005

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμότατα τον υπεύθυνο καθηγητή της πτυχιακής μου εργασίας **κ. ΤΣΙΑΝΤΗ ΛΕΩΝΙΔΑ** για τις ιδιαίτερες χρήσιμες παρατηρήσεις, υποδείξεις και προτάσεις του για την υλοποίησή αυτής, όπως και όλους τους καθηγητές μου που σε όλα αυτά τα χρόνια της φοίτησής μου η προσφορά τους στην εκπαίδευσή μου ήταν σημαντική.

Ευχαριστίες οφείλονται στον αδερφό μου **Γιώργο** και στις φίλες μου **Ρούλα** και **Νικολέττα** για την πολύτιμη βοήθεια τους.

Τέλος, θα ήθελα να πω ένα μεγάλο **ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ** στους γονείς μου που μου έδωσαν την ευκαιρία να κατακτήσω τους στόχους μου και να τους κάνω περήφανους αποδεικνύοντας ότι οι κόποι τους για τις σπουδές μου ανταμείφθηκαν.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|----|
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 7 |
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</u> | |
| <i>ΔΟΥΦΟΡΟΙ</i> | 9 |
| 1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ | 10 |
| 1.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΕΝΟΣ ΔΟΥΦΟΡΟΥ | 12 |
| 1.2.1 ΤΜΗΜΑΤΑ ΔΟΥΦΟΡΟΥ | 14 |
| 1.2.2 ΤΡΟΧΙΕΣ ΔΟΥΦΟΡΟΥ | 17 |
| 1.2.3 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ | 24 |
| 1.3 ΕΘΝΙΚΟΙ ΔΟΥΦΟΡΟΙ | 27 |
| 1.4 ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΔΟΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ | 27 |
| 1.5 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΔΟΥΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΓΕΙΑΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΤΟ INTERNET | 28 |
| 1.6 ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ | 29 |
| <input type="checkbox"/> <i>Η ΣΥΝΔΕΣΗ UNICAST</i> | 29 |
| <input type="checkbox"/> <i>Η ΣΥΝΔΕΣΗ MULTICAST</i> | 30 |
| <input type="checkbox"/> <i>Η ΣΥΝΔΕΣΗ TWO WAY SATELLITE INTERNET</i> | 30 |
| 1.6.1 UNICAST | 30 |
| 1.6.2 MULTICAST | 31 |
| 1.6.3 UNICAST DOWNLOAD | 31 |
| 1.6.4 TWO WAY SATELLITE INTERNET | 32 |
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</u> | |
| <i>IOS</i> | 33 |
| 2.1 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ IOS | 34 |
| 2.2 ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ | 36 |
| 2.3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ IOS | 37 |
| 2.3.1 Πλεονεκτήματα | 37 |
| 2.3.2 Μειονεκτήματα | 38 |
| 2.4 ΤΡΟΠΟΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ | 40 |
| 2.5 QOS ΣΤΟ INTERNET OVER SATELLITE | 41 |
| 2.6 ΠΡΟΣΦΕΡΟΜΕΝΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΣΤΟ INERNET OVER SATELLITE ... | 44 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

| | |
|--|----|
| ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΥΡΕΙΑΣ ΖΩΝΗΣ | 46 |
| 3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ..... | 47 |
| 3.1.1 ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΚΟ TCP/ IP ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ INTERNET ΜΕΣΩ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ..... | 47 |
| 3.1.2 ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΕΚΠΟΜΠΗ ΜΕΣΩ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ | 49 |
| 3.1.3 WEB PAGE CACHING | 50 |
| 3.2 ΣΗΜΕΡΙΝΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΔΡΩΜΕΝΑ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ | 50 |
| 3.2.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ: ARCHIMEDES | 51 |
| 3.2.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ: GEOSTAR..... | 52 |
| 3.2.4 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ: GLOBALSTAR | 52 |
| 3.2.5 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ: INMARSAT | 53 |
| 3.2.6 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ: INTELSAT 5 | 54 |
| 3.2.7 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ: INTELSAT 6,7 | 54 |
| 3.2.8 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ: IRIDIUM | 55 |
| 3.2.9 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ: MSAT | 56 |
| 3.3 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΕΥΡΕΙΑΣ ΖΩΝΗΣ..... | 57 |
| 3.3.1 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΟΥ TCP ΜΕΣΩ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ..... | 58 |
| 3.3.1.1 ΥΨΗΛΟ ΓΙΝΟΜΕΝΟ BANDWIDTH*DELAY | 58 |
| 3.3.1.2 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΡΟΗΣ ΚΑΙ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ..... | 59 |
| 3.3.1.3 ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ “SLOW START” ΚΑΙ “CONGESTION AVOIDANCE” .. | 59 |
| 3.3.1.4 ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΠΑΚΕΤΩΝ ΚΑΙ “ΑΝΑΡΡΩΣΗ” | 60 |
| 3.3.1.5 BIT ERRORS | 61 |
| 3.4 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ | 62 |
| 3.4.1 LINK LEVEL SOLUTIONS | 62 |
| 3.4.2 END-TO-END SOLUTIONS..... | 63 |
| 3.4.3 PROXY-BASED SOLUTIONS | 64 |
| 3.4.4 ΜΕΙΩΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ | 65 |
| 3.4.5 ΧΡΗΣΗ ΜΗ-TCP ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ ΣΕ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ ΣΥΝΔΕΣΜΟ... | 65 |
| 3.4.5.1 TCP SPOOFING | 66 |
| 3.4.5.2 FULL PROTOCOL CONVERSION | 66 |
| 3.5 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ GATEWAY | 66 |
| 3.5.1 CONNECTION SPLITTING | 67 |

| | |
|---|-----|
| 3.5.2 ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΓΙΑ ΤΟ CONNECTION SPLITTING | 70 |
| 3.5.3 ΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ | 71 |
| 3.6 HTTP OVER SATELLITE..... | 77 |
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</u> | |
| <i>ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ</i> | 79 |
| 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ..... | 80 |
| 4.2.1 Τι να προσέξετε..... | 82 |
| 4.2.2 Εγκατάσταση της κάρτας DVB | 82 |
| 4.2.3 Εγκατάσταση των drivers - Ρυθμίσεις | 83 |
| 4.3 ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟΥ INTERNET | 86 |
| 4.3.1 Πώς θα έχω πρόσβαση στο Internet;..... | 86 |
| 4.3.2 Πώς θα ρυθμίσω το σύστημα για να λαμβάνω data;..... | 87 |
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</u> | |
| <i>ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ</i> | 88 |
| 5.1 Η ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗ ΨΗΦΙΑΚΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΤΟΥ ΟΤΕ | 89 |
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6</u> | |
| ΕΡΕΥΝΑ ΑΓΟΡΑΣ ΓΙΑ ΤΟ INTERNET OVER SATELLITE | 91 |
| 6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ..... | 91 |
| 6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ..... | 92 |
| 6.2. ΤΟ ΙΟΣ ΤΗΣ INTRACOM..... | 92 |
| 6.3 ΑΛΛΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΙΟΝΤΑ..... | 100 |
| 6.3.1 ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΠΟΥ ΥΛΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ | 101 |
| 6.3.2 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΕΤΑΙΡΙΕΣ ΠΑΡΟΧΗΣ | 103 |
| ΕΠΙΛΟΓΟΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ INTERNET: ΉΡΘΕ ΓΙΑ ΝΑ ΜΕΙΝΕΙ | 104 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 108 |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι επικοινωνιακοί δορυφόροι βρίσκονται σε εμπορική χρήση για περισσότερο από τρεις δεκαετίες. Η αρχική τους ανάπτυξη ήταν για στρατιωτικές επικοινωνίες, διεθνή τηλεφωνία και εκπομπή τηλεοπτικού σήματος. Σήμερα, οι ίδιοι δορυφόροι χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν TCP/IP κυκλοφορία μεταξύ απομακρυσμένων τοποθεσιών και να προσφέρουν πρόσβαση στο Internet. Έτσι, οι δορυφόροι έχουν γίνει ο ουράνιος σύνδεσμος για το παγκόσμιο Internet, μια “άμεση” υποδομή στον ουρανό. Οι επικοινωνίες δεδομένων μέσω δορυφόρου είναι εξαιρετικά ελκυστικές σε περιοχές όπου οι επίγειες επικοινωνιακές υποδομές είναι είτε μη εφικτές είτε εντελώς απύσες. Οι δορυφόροι, επίσης, έχουν μια φυσική δυνατότητα εκπομπής που επιτρέπει σε έναν απλό πομπό να κατευθύνει μια επικοινωνιακή ροή προς τον δορυφόρο, ο οποίος την αντανακλά προς ένα μεγάλο downstream πληθυσμό.

Αρκετοί εμπορικοί Internet Service Providers(ISPs) χρησιμοποιούν στις μέρες μας δορυφορικούς συνδέσμους στα δίκτυα τους σαν μια χαμηλού κόστους backbone σύνδεση σε αντικατάσταση των επίγειων μέσων, ειδικότερα όταν μεγάλες αποστάσεις ή και ωκεανοί παρεμβάλλονται. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιούνται σαν ένας τρόπος παράκαμψης του backbone ενός δικτύου ή του δικτύου κάποιου ISP για παράδοση προηγμένης υπηρεσίας στα άκρα ενός δικτύου. Διαθέσιμη είναι σήμερα και η πρόσβαση στο Internet μέσω δορυφόρου και από το σπίτι μας, μια δορυφορική downlink σύνδεση είναι σε θέση να προσφέρει Internet κυκλοφορία έως και 400kbps στο προσωπικό μας υπολογιστή, στο σπίτι.

Η γρήγορη επέκταση των δορυφορικών επικοινωνιών επηρεάζει την οικογένεια πρωτοκόλλων TCP/IP θετικά. Ειδικότερα επεκτάσεις του Transmission Control Protocol(TCP), που έχουν σαν σκοπό την ικανοποίηση των προκλήσεων των δορυφορικών μεταδόσεων, θα ωφελήσουν όλες τις εφαρμογές ευρείας ζώνης TCP/IP. Το TCP αποτελεί το επικρατέστερο πρωτόκολλο μεταφοράς που χρησιμοποιείται από διάφορες εφαρμογές του Internet, όπως Telnet, FTP(File Transfer Protocol) και HTTP(Hyper Text

Transfer Protocol). Ένας TCP πομπός χρησιμοποιεί επιβεβαιώσεις λήψης που επιστρέφονται από το δέκτη, προκειμένου να καθορίσει το ρυθμό αποστολής και να διασφαλίσει την παράδοση των δεδομένων. Η ικανότητα του TCP να μεγιστοποιήσει τη χρήση του συνδέσμου σε ένα δορυφορικό κανάλι είναι η πρόκληση λόγω των έμφυτων καθυστερήσεων, σχετικών με τις δορυφορικές επικοινωνίες, αλλά και μερικών ειδικών χαρακτηριστικών του TCP.

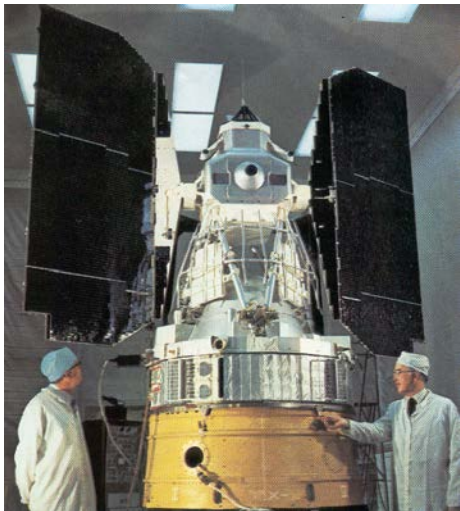
Η συγκεκριμένη αναφορά ξεκινά με μια ιστορική αναδρομή στην πορεία εξέλιξης των δορυφορικών συστημάτων και μια περιγραφή των βασικών αρχών λειτουργίας τους. Στη συνέχεια προσπαθούμε να απαριθμήσουμε τις εφαρμογές αυτών των συστημάτων, ενώ το κύριο μέρος της αναφοράς αποτελούν οι εφαρμογές ευρείας ζώνης, τα προβλήματα που δημιουργούνται με τη χρήση της οικογένειας των πρωτοκόλλων TCP στα δορυφορικά συστήματα και οι προκλήσεις για τις μελλοντικές λύσεις-εξελίξεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

ΔΟΥΦΟΡΟΙ

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Ένας δορυφόρος είναι ένας εξειδικευμένος, ασύρματος δέκτης/ μεταδότης – ουσιαστικά ένας επαναλήπτης ραδιοσυχνοτήτων – ο οποίος εκτοξεύεται από έναν πύραυλο και τοποθετείται σε τροχιά γύρω από τη Γη. Σήμερα, υπάρχουν κυριολεκτικά εκατοντάδες εμπορικοί δορυφόροι σε λειτουργία γύρω από τον κόσμο. Οι δορυφόροι αυτοί για μια μεγάλη ποικιλία σκοπών όπως δίκτυα επικοινωνίας παγκόσμιας εμβέλειας, πρόβλεψη καιρού, εκπομπή τηλεοπτικού σήματος, επικοινωνίες ραδιοερασιτεχνών, πρόσβαση στο διαδίκτυο και χρήση από το σύστημα GPS(Global Positioning System).



Ο πρώτος δορυφόρος που φτιάχτηκε από τον άνθρωπο, ο οποίος είχε μέγεθος μιας απλής μπάλας ποδοσφαίρου, εκτοξεύτηκε από τη Σοβιετική Ένωση στα τέλη της δεκαετίας του '50. Δεν έκανε τίποτα άλλο από το μεταδίδει επαναληπτικά ένα απλό σήμα Μορς προς τη Γη. Από τότε οι δορυφόροι έχουν γίνει πολύ πιο ισχυροί. Μπορούμε να χωρίσουμε την εξέλιξη των δορυφορικών συστημάτων σε 5 διακριτές περιόδους:

1. SUB-SYNCHRONOUS ERA: Την περίοδο 1957-63 πραγματοποιήθηκε η εκτόξευση ενός αριθμού πειραματικών δορυφόρων, οι οποίοι ακολούθησαν τον Sputnik και οι οποίοι βρισκόνταν, κυρίως, σε χαμηλή, μη γεωστατική τροχιά. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου δεν ήταν

διαθέσιμες εμπορικές εφαρμογές, αλλά η διαδικασία σχεδιασμού, εκτόξευσης και επιτυχούς επικοινωνίας με κάποιο διαστημόπλοιο σε τροχιά γύρω από τη Γη είχε πραγματοποιηθεί επιτυχώς.

2. GLOBAL SYNCHRONOUS ERA: Η χρονιά 1965 σηματοδοτεί την έναρξη της εμπορικής δραστηριότητας με τον σχηματισμό της INTELSAT και την εκτόξευση του δορυφόρου Early Bird (INTELSAT I), του πρώτου γεωστατικού δορυφόρου που πρόσφερε διηπειρωτικές επικοινωνίες. Οι δορυφόροι τότε χρησιμοποιήθηκαν κυρίως σαν κύριες αρτηρίες επικοινωνίας μεταφέροντας τηλεφωνικά και τηλεοπτικά σήματα, απλώς συμπληρώνοντας τα υποθαλάσσια καλώδια και διασυνδέοντας κεντρικούς εθνικούς κόμβους.

3. DOMESTIC & REGIONAL ERA: Από το 1973 μέχρι το 1982 περίπου, ένας αριθμός τοπικών (EUTELSAT, AUSSAT) και εγχώριων (TELSTAR στις ΗΠΑ) δορυφορικών συστημάτων πρόσφεραν διάφορες υπηρεσίες, οι οποίες είναι πάλι κυρίως τηλεφωνικές και τηλεοπτικές, αλλά και κάποιες βασικές υπηρεσίες δεδομένων. Ωστόσο, οι υπηρεσίες αυτές τώρα είναι διαθέσιμες σε ένα μεγάλο αριθμό χρηστών και γίνεται εφικτή και η αποκλειστική σύνδεση σε κάποιο χρήστη. Η INMARSAT δημιουργείται αυτή την περίοδο με κύριο σκοπό την υποστήριξη των θαλάσσιων επικοινωνιών (η INMARSAT από τότε έχει επεκτείνει τις δραστηριότητες της και αυτή τη στιγμή είναι το μόνο σύστημα που προσφέρει παγκόσμιες υπηρεσίες επικοινωνίας σε κάθε τύπο κινούμενου χρήστη, στη θάλασσα ή στον αέρα).

4. SMALL STATION ERA: Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '80 (1982-1990) η απελευθέρωση της τηλεπικοινωνιακής αγοράς σε διάφορες χώρες και ένας αριθμός τεχνολογικών εξελίξεων ενδυνάμωσε τη χρήση των δορυφόρων για εξειδικευμένα εταιρικά δίκτυα, προσφέροντας αρχικά υπηρεσίες δεδομένων, αλλά βαθμιαία επεκτείνοντας τις υπηρεσίες αυτές σε μετάδοση συμπιεσμένης φωνής, ακόμα και video. Αυτά τα VSAT (Very Small Aperture Terminal) δίκτυα επέτρεψαν σε ένα μεγάλο αριθμό χρηστών να επικοινωνούν, συνήθως σε χαμηλούς ρυθμούς (≤ 64 Kbps). Μια άλλη περιοχή στην οποία παρατηρήθηκε εκρηκτική ανάπτυξη ήταν η χρήση των δορυφορικών συστημάτων για την εκπομπή ενός μεγάλου αριθμού τηλεοπτικών προγραμμάτων σε συνδρομητές, οι οποίοι είχαν στην κατοχή τους μικρά, φθηνά δορυφορικά πιάτα, μόνο για λήψη.

5. INTELLIGENT SATELLITE ERA: Από το 1990 το πεδίο των δορυφορικών επικοινωνιών έχει εισαχθεί μια νέα περίοδο εξέλιξης με ένα μεγάλο αριθμό παγκόσμιων και εγχώριων συστημάτων σε λειτουργία. Στο συγκεκριμένο πεδίο επικοινωνιών παρατηρήθηκε μια αρκετά μεγάλη δραστηριότητα και ένα αυξημένο επιχειρηματικό ενδιαφέρον, που υποστήριξε την παραπέρα εξέλιξη. Υπήρξαν αυξημένες απαιτήσεις για μια ποικιλία υπηρεσιών σε σταθερούς χρήστες, αλλά και για τη δυνατότητα εξυπηρέτησης χρηστών που κινούνταν. Τα πλεονεκτήματα των δορυφορικών συστημάτων επέτρεψαν την προσφορά επικοινωνιακών υπηρεσιών σε περιοχές όπου δεν υπήρχε τηλεπικοινωνιακή υποδομή. Τώρα υπάρχει, πλέον η δυνατότητα προσφοράς παγκόσμιας σύνδεσης σε ανθρώπους που μετακινούνται, καθώς και αποτελεσματική διασπορά πληροφορίας σε έναν μεγάλο αριθμό χρηστών. Οι δορυφόροι δεν χρησιμοποιούνται μόνο για εξειδικευμένες εφαρμογές, αλλά σαν ένα αναπόσπαστο κομμάτι του παγκόσμιου τηλεπικοινωνιακού δικτύου. Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία συστημάτων με την εισαγωγή των “έξυπνων” δορυφόρων, που διαθέτουν δυνατότητες επεξεργασίας και με τους μεγάλους σχηματισμούς-αστερισμούς φθηνών δορυφόρων σε χαμηλή τροχιά (LEO και MEO), που συνδέονται μεταξύ τους και λειτουργούν σαν κομβίο ενός δικτύου που βρίσκεται στον ουρανό. Τέτοια συστήματα παρουσιάζουν αξιοπρόσεκτες αλλαγές συγκρινόμενα με αυτά ακόμα και του πρόσφατου παρελθόντος, που αποτελούνταν από ακριβούς δορυφόρους σε γεωστατική τροχιά και οι οποίοι λειτουργούσαν σαν επαναλήπτες σε μεγάλο ύψος. Τέλος, η σταθερή απαίτηση για μεγαλύτερες χωρητικότητες οδήγησε τα καινούργια συστήματα σε υψηλότερες συχνότητες εκπομπής σημάτων.

1.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΕΝΟΣ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ

Όταν ένας δορυφόρος εκτοξεύεται τίθεται σε τροχιά γύρω από τη γη. Πώς όμως ένας δορυφόρος τίθεται σε τροχιά; Ο δορυφόρος εκτοξεύεται πάνω σε ένα μηχάνημα το οποίο λειτουργεί ως μεταφορέας του δορυφόρου σαν ένα «ταξί» που το μεταφέρει στο διάστημα. Ο δορυφόρος τοποθετείται προσεκτικά πάνω στο μεταφορέα και μεταφέρεται στο διάστημα μέσω ενός πυραύλου. Οι δορυφόροι εκτοξεύονται από συγκεκριμένα και λίγα σημεία της γης όπως το ακρωτήριο Canaveral, Florida, το Baikonur, Kazakstan κ.α.

Συνήθως εκτοξεύονται κοντά σε θάλασσα έτσι ώστε αν πέσει να μη τραυματιστούν άνθρωποι.

Οι λειτουργίες που μπορεί ένας δορυφόρος να επιτελέσει είναι πολλές, μερικές από τις οποίες είναι:

-ένας δορυφόρος μπορεί να μεταφέρει μια κάμερα και να παίρνει εικόνες της γης που θα χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία ακριβείς χαρτών. Οι εικόνες που παίρνουμε μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη του καιρού.

-μπορεί να μεταφέρουν μηνύματα σε πλοία, ανθρώπους σε ερημικές περιοχές κ.α.

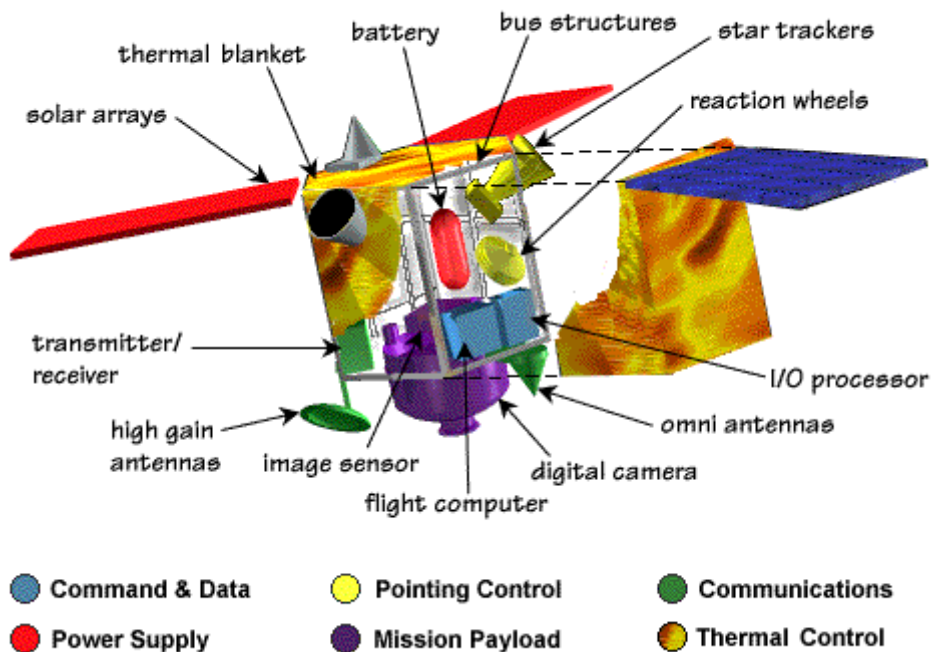
-μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά ηλεκτρονικών μηνυμάτων, Fax, Internet, Τηλέοραση, Τηλέφωνο και γενικά στις τηλεπικοινωνίες.

Οι εικόνες, τα δεδομένα, ή η φωνή, μεταφέρονται στο δορυφόρο υπό τη μορφή σημάτων. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται μετατροπή των δεδομένων, σε ραδιοσήματα και αυτά στέλνονται μέσω κεραιών στους δορυφόρους. Οι δορυφόροι διαθέτουν δέκτες που λαμβάνουν τα σήματα ,αλλά και ένα ηλεκτρονικά συστήματα (π.χ. επεξεργαστή) που αναλαμβάνουν να αποκωδικοποιήσουν το σήμα(να μετατραπεί δηλαδή σε εικόνες, δεδομένα, φωνή), να διαβάσει το σκοπό της αποστολής τους, και να εκτελέσει την ανάλογη ενέργεια, όπως το να τραβήξει μία φωτογραφία ή να στείλει δεδομένα σε συγκεκριμένο σημείο της γης κ.α. Οι εντολές που λαμβάνει ο δορυφόρος δε έχουν να κάνουν μόνο με τη μεταφορά δεδομένων, αλλά και με τη πορεία που πρέπει να ακολουθήσει ή την στροφή της κεραίας σε συγκεκριμένο σημείο και γενικά εντολές που αφορούν άμεσα το δορυφόρο.

1.2.1 Τμήματα δορυφόρου

Μπορεί να υπάρχουν πολλά είδη δορυφόρων με διαφορετικό ρόλο ο καθένας ωστόσο σε γενικές γραμμές μπορούμε να πούμε ότι υπάρχει μια σπάντα περιγραφή των δομικών στοιχείων από τα οποία αποτελείται. Αυτό θα προσπαθήσουμε να αναλύσουμε σε αυτή την παράγραφο.

Ένα διάγραμμα της ανατομίας ενός δορυφόρου είναι αυτό που ακολουθεί:



Αναλυτικότερα έχουμε ορισμένες κατηγορίες στις οποίες κατατάσσουμε τα συστατικά του δορυφόρου:



Command and Data (Εντολές και δεδομένα):

Είναι υπεύθυνο για όλες τις λειτουργίες του δορυφόρου. Είναι ο «εγκέφαλος» του δορυφόρου. Υπάρχει επίσης ένας επεξεργαστής εισόδου/εξόδου ο οποίος κατευθύνει όλα τα δεδομένα ελέγχου τα οποία μεταφέρονται προς και από το υπολογιστή πτήσης(flight computer).

● Power Systems (Συστήματα Ενέργειας)

Όλοι οι δορυφόροι χρειάζονται ενέργεια για να λειτουργήσουν. Ο ήλιος είναι αυτός που παρέχει την ενέργεια στους περισσότερους δορυφόρους οι οποίοι περιστρέφονται γύρω από τη γη. Το σύστημα ενέργειας χρησιμοποιεί ηλιακούς συλλέκτες ενέργειας, για να μετατρέψει την ενέργεια του ήλιου σε ηλεκτρισμό, μπαταρίες που αποθηκεύουν την ηλεκτρική ενέργεια, και μια μονάδα διανομής που στέλνει την ενέργεια σε όλα τα όργανα του δορυφόρου.

● Pointing Control (Σύστημα ελέγχου θέσης)

Το σύστημα αυτό είναι αυτό που κρατάει σταθερό το δορυφόρο και κάνοντάς τον να σημαδεύει στη σωστή κατεύθυνση. Το σύστημα χρησιμοποιεί αισθητήρες, σαν «μάτια», ώστε ο δορυφόρος να γνωρίζει που «κοιτάει».Ο δορυφόρος επίσης χρειάζεται ένα τρόπο για να κινείται στη σωστή θέση, έτσι το σύστημα έχει ένα προωθητικό μηχανισμό. Το τι σύστημα ελέγχου θέσης χρειάζεται κάθε δορυφόρος εξαρτάται από την αποστολή του. Έτσι ένας δορυφόρος που κάνει επιστημονικές παρατηρήσεις χρειάζεται ένα πολύ ακριβή σύστημα ελέγχου θέσης σε αντίθεση με ένα τηλεπικοινωνιακό δορυφόρο.

● Mission Payload (Ωφέλιμο φορτίο).

Αποτελείται από όλα όσα ένας δορυφόρος χρειάζεται προκειμένου να εκπληρώσει την συγκεκριμένη αποστολή για την οποία προορίζεται. Έτσι ένας τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος, χρειάζεται μια κατοπτρική κεραία που θα στέλνει τηλεφωνικά σήματα ,ή σήματα τηλεόρασης ή ραδιοκύματα.

- Communications (Σύστημα επικοινωνιών).

Το σύστημα επικοινωνιών αποτελείται από ένα πομπό, ένα δέκτη και διάφορες κεραιές για την αναμετάδοση μηνυμάτων μεταξύ δορυφόρου και γης. Χρησιμοποιείται δηλαδή για να δοθούν οδηγίες στον υπολογιστή του δορυφόρου για την λειτουργία του, από τη γη. Το σύστημα στέλνει και αυτό, δεδομένα που λαμβάνει πίσω στη γη. Οι περιοχές συχνοτήτων που οι δορυφόροι εκπέμπουν, είναι οι C,L,Ku,Ka. Η Ka για παράδειγμα, είναι μια καινούρια περιοχή συχνοτήτων για μετάδοση μεγάλης ταχύτητας, χρησιμοποιεί ως κεντρική συχνότητα περίπου τα 20Ghz για Downlink και τα 30 Ghz για Uplink. Η διαμόρφωση σημάτων γίνεται πιο συχνά με QPSK, που κάνει δύο κάθετες μεταξύ τους διαμορφώσεις.



Thermal Control (Σύστημα ελέγχου θέρμανσης)

Το σύστημα αυτό προστατεύει όλα τα όργανα του δορυφόρου από ζημιές στο σκληρό διαστημικό περιβάλλον. Καθώς ο δορυφόρος βρίσκεται σε τροχιά, εκτίθεται σε ακραίες αλλαγές της θερμοκρασίας, από -120° βαθμού Κελσίου όταν βρίσκεται στη σκιά, έως 180° βαθμούς Κελσίου όταν βρίσκεται προς τον Ήλιο. Το σύστημα ελέγχου της θερμοκρασίας χρησιμοποιεί μονάδες διανομής της θερμότητας, καθώς και θερμικά καλύμματα, για την προστασία των ευαίσθητων ηλεκτρονικών μηχανισμών του δορυφόρου, από ζημιές λόγω των μεγάλων αλλαγών της θερμοκρασίας, όπως και διαφόρων σωματιδίων που ίσως συναντήσει. Έτσι, το εξωτερικό μέρος του δορυφόρου πρέπει να είναι ελαφρύ και ανθεκτικό. Αρκετοί δορυφόροι έχουν το περίβλημά τους φτιαγμένο από αλουμίνιο. Για την κάλυψη από την ακτινοβολία και τη θερμότητα του ηλίου χρησιμοποιείται κυρίως μόλυβδος, που είναι φθηνός και αρκετά ανθεκτικός σε ακτινοβολίες.

1.2.2 Τροχιές Δορυφόρου

Όπως ήδη προαναφέραμε, ο δορυφόρος από τη στιγμή που μπει σε τροχιά ξοδεύει ελάχιστη ενέργεια προκειμένου να διατηρηθεί να κινείται σε αυτή. Ως τροχιά θα μπορούσαμε να πούμε, ότι είναι ένα συγκεκριμένο μονοπάτι που ακολουθεί ο δορυφόρος γύρω από τη γη. Η τροχιά είναι αποτέλεσμα δυο παραγόντων: πρώτον της ελκτικής δύναμης που ασκεί η γη στο δορυφόρο (γνωστή και ως κεντρομόλο δύναμη από τη Φυσική), και δεύτερον της γραμμικής ταχύτητας που έχει ο δορυφόρος. Οι δύο αυτές δυνάμεις αλληλοεξουδετερώνονται, με αποτέλεσμα ούτε ο δορυφόρος να φύγει στο διάστημα λόγω της κεντρομόλου δύναμης, αλλά ούτε να πέσει στη γη λόγω της ταχύτητας που έχει.

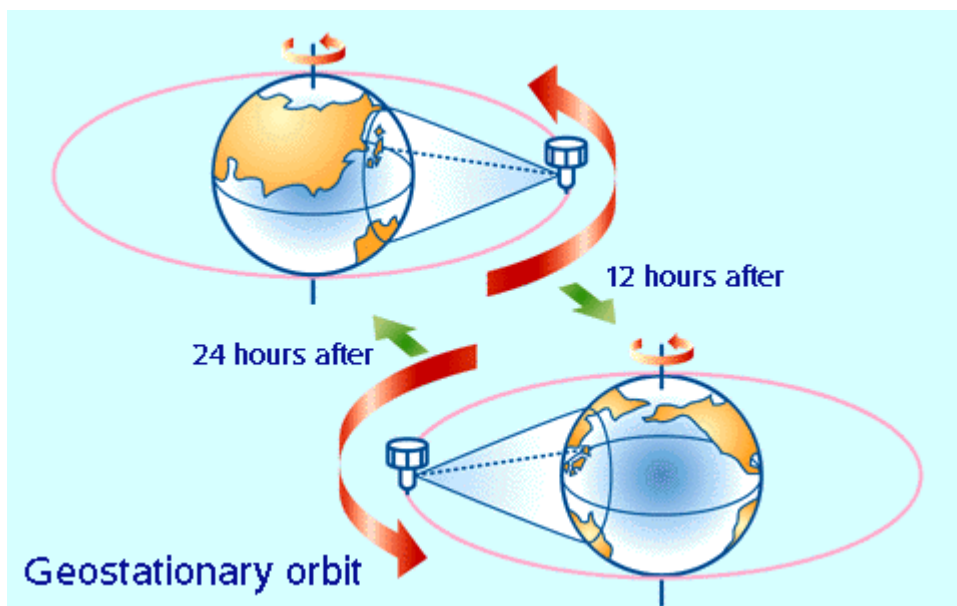
Ανάλογα με την τροχιά που έχει κάθε δορυφόρος, διαφέρει και ο λόγος για τον οποίο χρησιμοποιείται. Ένας δορυφόρος που πετάει σε χαμηλή τροχιά παρέχει ακριβείς μετρήσεις και πρέπει να έχει μεγαλύτερη ταχύτητα, σε αντίθεση με ένα δορυφόρο ο οποίος βρίσκεται σε υψηλότερη τροχιά που είναι λιγότερο ακριβής και έχει μικρότερη ταχύτητα.

Σημαντικοί παράγοντες για την τροχιά ενός δορυφόρου είναι το σημείο εκτόξευσης του, η ταχύτητά του, η γωνία ανύψωσής του και η συχνότητα περιστροφής του. Ως γωνία ανύψωσης ορίζεται, η γωνία που σχηματίζει η τροχιά του δορυφόρου με τον ισημερινό της γης. Το κατά πόσο μια τροχιά εξυπηρετεί τις ανάγκες μας, εξαρτάται από τη γωνία ανύψωσης του δορυφόρου. Το πόσο συχνά περιστρέφεται ο δορυφόρος επηρεάζει το τρόπο με τον οποίο τον παρατηρούμε από τη γη. Αν ο δορυφόρος κινείται πιο γρήγορα από την ταχύτητα της γης τον βλέπουμε να κινείται, αν είναι πιο αργός τον βλέπουμε να μένει πίσω, ενώ αν είναι ίση η ταχύτητα του με τη ταχύτητα της γης τον βλέπουμε να μένει συνεχώς στο ίδιο σημείο του ουρανού.

Οι τροχιές διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες τις κυκλικές και τις ελλειπτικές. Αναλυτικότερα έχουμε τις εξής:

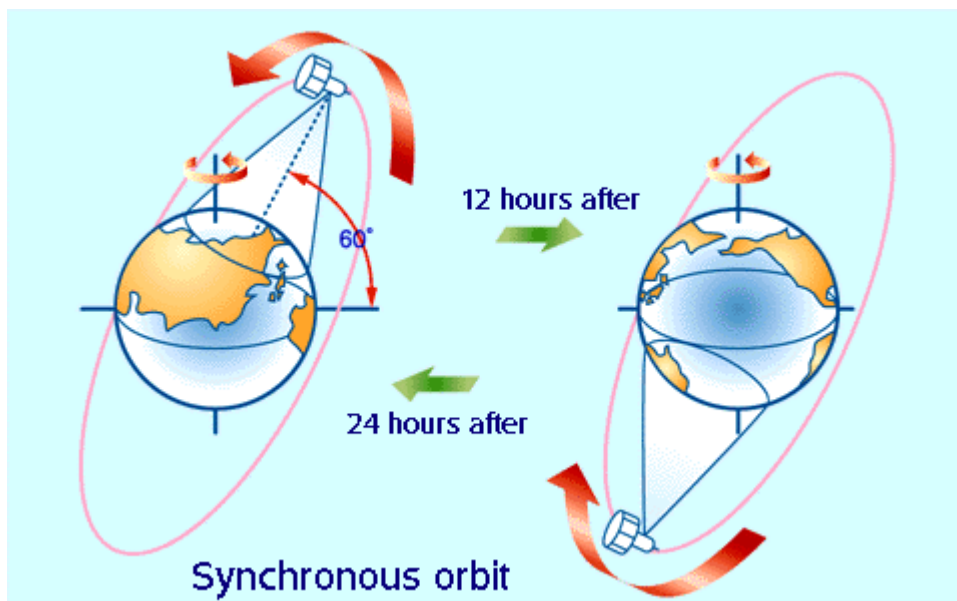
α) Γεωστατική τροχιά:(GEO)

Σε αυτού του είδους την τροχιά ο δορυφόρος φαίνεται να βρίσκεται στο ίδιο σημείο πάνω από τη γη και για ένα απλό παρατηρητή να μην κινείται. Η τροχιά αυτή είναι κυκλική και η γωνία ανύψωσης είναι μηδέν, δηλαδή βρίσκεται πάνω από τον ισημερινό της γης. Το ύψος που βρίσκεται ο δορυφόρος είναι 36000km και η ταχύτητά του περίπου 3km το δευτερόλεπτο. Η περίοδος της τροχιάς του δορυφόρου είναι περίπου ίση με την περίοδο περιστροφής της γης, δηλαδή 24 ώρες. Πολλοί μετεωρολογικοί δορυφόροι, όπως και δορυφόροι τηλεοπτικών και ραδιοφωνικών σταθμών χρησιμοποιούν αυτή τη τροχιά.



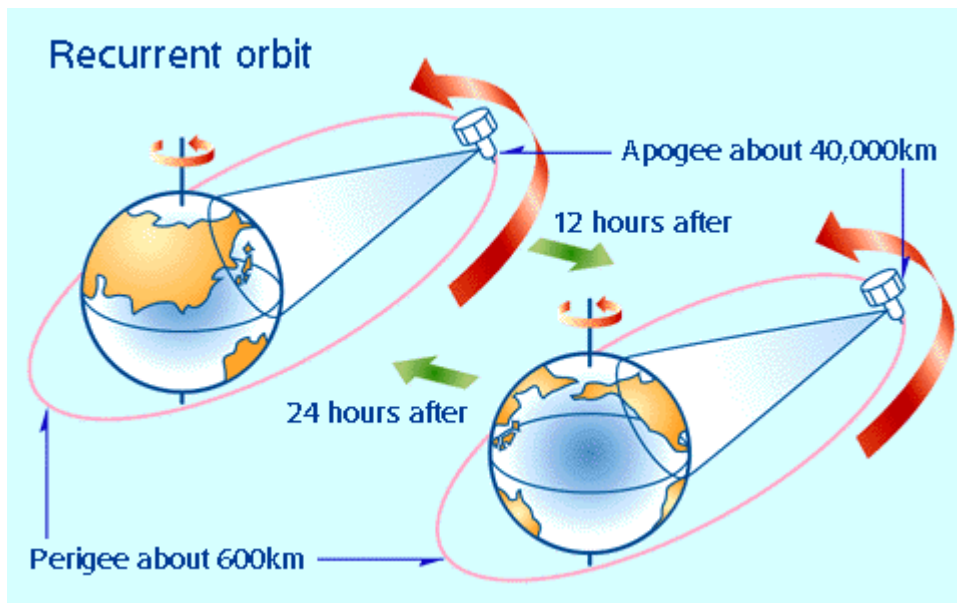
β) Συγχρονισμένη τροχιά:

Ο δορυφόρος στη συγχρονισμένη τροχιά πηγαίνει γύρω από τη γη μία φορά την ημέρα και επιστρέφει στην αρχική του θέση. Ο δορυφόρος φαίνεται να βρίσκεται στο ίδιο σημείο πάνω από τη γη. Η περίοδος της τροχιάς είναι ίση με την περίοδο της γης. Σε τι όμως διαφέρει από τη γεωστατική; Ενώ στη γεωστατική τροχιά η γωνία ανύψωσης είναι μηδέν(ισημερινός),στη συγχρονισμένη η γωνία αυτή μπορεί να έχει κάποια τιμή και η τροχιά να είναι λίγο ελλειπτική. Άρα η γεωστατική είναι μια μορφή της συγχρονισμένης τροχιάς. Κύρια εφαρμογή τους είναι η παροχή επικοινωνιών σε μέρη της γης με μεγάλο γεωγραφικό πλάτος, πράγμα που δεν μπορεί να καλύψει η γεωστατική.

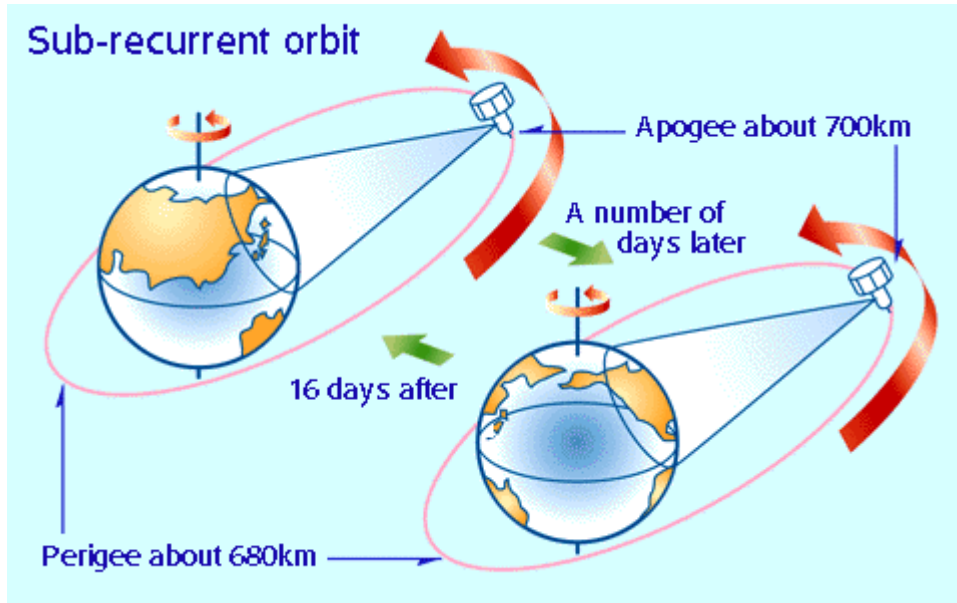


γ) Περιοδική και Υποπεριοδική τροχιά:

Πρόκειται για ελλειπτικές τροχιές. Στη μεν περιοδική τροχιά ο δορυφόρος βρίσκεται πάνω από το ίδιο σημείο της γης μέσα σε 24 ώρες ανεξάρτητα από το πόσες περιστροφές έχει κάνει μέχρι τότε. Η περίοδος της τροχιάς είναι ακέραιο πολλαπλάσιο της περιόδου της γης. Αν π.χ. το περίγειο είναι 600km και το απόγειο περίπου 40000km, τότε ο δορυφόρος θα κάνει μια ελλειπτική τροχιά που σε 12 ώρες θα έχει κάνει μια περιστροφή της γής, δηλαδή 2 σε μία μέρα. Έχει εφαρμογές στις τηλεπικοινωνίες και σε ερευνητικά πειράματα.

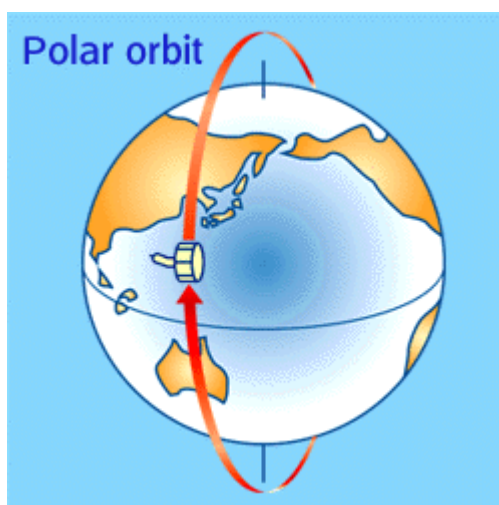


Στην υποπεριοδική τροχιά ο δορυφόρος επιστρέφει πάνω από το ίδιο σημείο της γης μόνο για ένα αριθμό ημερών. Είναι δηλαδή περιοδική τροχιά μόνο για κάποιο διάστημα. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται ένα παράδειγμα.



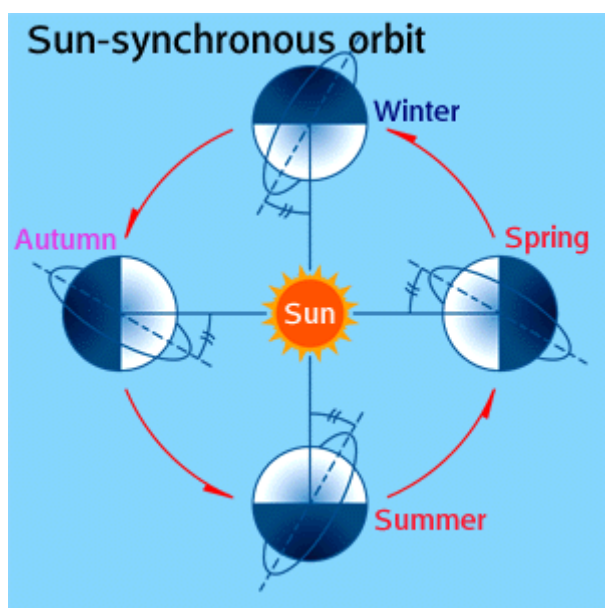
δ) Πολική τροχιά:

Η τροχιά αυτή χαρακτηρίζεται από τα εξής: είναι χαμηλή τροχιά και κινείται πάνω από τους πόλους Βόρειο και Νότιο. Έχει γωνία ανύψωσης 90° ή περίπου τόσο. Επειδή η γη περιστρέφεται καθώς ο δορυφόρος ακολουθεί πολική τροχιά, ο δορυφόρος μπορεί να χαρτογράψει όλη τη γη μαζί με τους πόλους σε μερικές μέρες. Πολλές παρατηρήσεις δορυφόρων που χρειάζεται να καλύψουν όλη τη γη, εκτελούν πολική τροχιά.



ε) Τροχιά συγχρονισμένη με τον ήλιο:

Η τροχιά αυτή έχει το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό ότι ο δορυφόρος βρίσκεται συνεχώς πάνω από το φωτισμένο τμήμα της γης. Η τροχιά αυτή είναι μεν πολική, αλλά ωστόσο δεν έχει γωνία ανύψωσης ίση με 90° διότι έτσι δεν θα ήταν εφικτή η πλήρης περιστροφή της τροχιάς του δορυφόρου. Η γωνία ανύψωσης είναι μεγαλύτερη από 90° και περιστρέφεται όπως και η γη. Τέλος το ύψος της τροχιάς ποικίλει. Το πλεονέκτημα αυτής της τροχιάς είναι ότι ο δορυφόρος συνεχώς μπορεί να διοχετεύεται ηλιακή ενέργεια για τις ανάγκες του.



ζ) Χαμηλή τροχιά:(LEO)

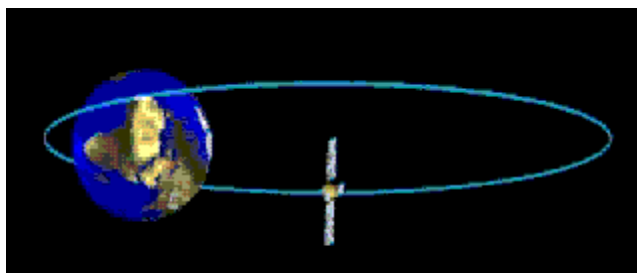
Όταν ένας δορυφόρος κινείται κοντά στην επιφάνεια της γης τότε λέμε ότι εκτελεί χαμηλή τροχιά. Ο δορυφόρος βρίσκεται σε ύψος 320-800km και επειδή είναι τόσο κοντά στη γη, πρέπει να έχουν πολύ μεγάλες ταχύτητες έτσι

ώστε η βαρύτητα να μην τους τραβήξει μέσα στην ατμόσφαιρα. Η ταχύτητα των δορυφόρων που έχουν τροχιά LEO είναι περίπου 27400km την ώρα, και κάνουν την περιστροφή της γης σε 90 λεπτά. Χρησιμοποιείται κυρίως για ερευνητικές εφαρμογές δορυφόρων.



η) Ελλειπτική τροχιά:

Έχουμε μιλήσει για τις ελλειπτικές τροχιές αλλά θα ξαναδούμε τα βασικά χαρακτηριστικά τους. Καταρχήν, έχουν μια οβάλ μορφή, περαιτέρω ένα σημείο της τροχιάς βρίσκεται πιο κοντά στο κέντρο της γης και λέγεται περίγειο και ένα άλλο πιο μακριά από αυτό και λέγεται απόγειο. Ο χρόνος μιας περιόδου τους είναι περίπου 12 ώρες και έχουν συνήθως μη μηδενική γωνία ανύψωσης. Ελλειπτική τροχιά σε δορυφόρο βρίσκει εφαρμογή κυρίως όταν δεν μας καλύπτει η γεωστατική τροχιά το γεωγραφικό πλάτος που θέλουμε να μελετήσουμε.



1.2.3 Κατανομή συχνοτήτων

Ύστερα από διεθνή συμφωνία εκχωρήθηκαν τέσσερις κύριες ζώνες συχνοτήτων για μη στρατιωτικές δορυφορικές επικοινωνίες. Κάθε ζώνη αποτελείται από μια περιοχή συχνοτήτων για τις εκπομπές των επίγειων σταθμών και με μια περιοχή σε κάπως χαμηλότερες συχνότητες για τις εκπομπές από τους δορυφόρους προς τη Γη. Οι χαμηλότερες συχνότητες επιλέχθηκαν για την κατεύθυνση από δορυφόρο προς Γη, που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη δυσκολία, ώστε να ελαχιστοποιείται η ατμοσφαιρική και η λόγω βροχής εξασθένηση. Επίσης, η Γη έχει χωριστεί σε τρεις περιοχές, ώστε κάθε ζώνη συχνοτήτων να είναι διαθέσιμη σε συμβατές εφαρμογές. Συγκεκριμένα, οι περιοχές αυτές είναι:

Περιοχή 1: Ευρώπη, Αφρική, Μέση Ανατολή και οι χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης

Περιοχή 2: Αμερική

Περιοχή 3: Ασία εκτός από τη Μέση Ανατολή και τις χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης, Ωκεανία

Η κατανομή συχνοτήτων σε μια εφαρμογή εξαρτάται από τη περιοχή. Ανάλογα με την περιοχή, οι συχνότητες μπορεί να είναι αποκλειστικές (κάποια ζώνη κατανέμεται μοναδικά σε μια εφαρμογή) ή διαμοιραζόμενες (κάποια ζώνη διαμοιράζεται ανάμεσα σε διάφορες εφαρμογές). Πιο συγκεκριμένα:

- Οι σταθεροί δορυφορικοί σύνδεσμοι χρησιμοποιούν τις παρακάτω συχνότητες:

- ❖ Περίπου στα 6GHz για uplink και περίπου στα 4GHz για downlink (συστήματα που περιγράφονται σαν 6/4 GHz ή C ζώνη συχνοτήτων). Η ζώνη

αυτή συχνότητων κατέχεται από τα παλιότερα συστήματα (όπως η INTELSAT) και τείνει να κορεσθεί.

❖ Περίπου στα 8GHz για uplink και περίπου στα 7GHz για downlink (συστήματα που περιγράφονται σαν 8/7 GHz ή X ζώνη συχνοτήτων). Η ζώνη αυτή έχει συμφωνηθεί να κατανεμηθεί για κυβερνητική χρήση.

❖ Περίπου στα 14GHz για uplink και περίπου στα 12GHz για downlink (συστήματα που περιγράφονται σαν 14/12 GHz ή Ku ζώνη συχνοτήτων). Αυτή η ζώνη αντιστοιχεί στην τρέχουσα εμπορική χρήση.

❖ Περίπου στα 30GHz για uplink και περίπου στα 20GHz για downlink (συστήματα που περιγράφονται σαν 30/20 GHz ή ka ζώνη συχνοτήτων). Η συγκεκριμένη ζώνη συχνοτήτων ελκύει μεγάλο ενδιαφέρον εμπορικής χρήσης, λόγω του τεράστιου εύρους ζώνης και του γεγονότος ότι χρησιμοποιείται ελάχιστα αυτή τη στιγμή.

Οι συχνότητες πάνω από 30GHz θα χρησιμοποιηθούν τελικά, ανάλογα με τις απαιτήσεις της εξέλιξης και την τεχνολογία.

- Οι περισσότεροι κινητοί δορυφορικοί σύνδεσμοι χρησιμοποιούν τις συχνότητες 1,6GHz για uplink και τις συχνότητες περίπου στα 1.5GHz για downlink (συστήματα που περιγράφονται σαν 1,6/1,5GHz ή L ζώνη συχνοτήτων).

- Οι δορυφορικοί σύνδεσμοι που χρησιμοποιούνται για εκπομπή κατέχουν συχνότητες, συνήθως μόνο για downlink περίπου στα 12GHz.

Παρακάτω δίνεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας για την κατανομή συχνοτήτων

| Τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές | Τυπικές συχνότητες uplink/downlink | για | Καθιερωμένη ονομασία |
|--------------------------------------|--|-----|--|
| Fixed Satellite Service (FSS) | 6/4 GHz 8/7 GHz 14/12 GHz 30/20 GHz | | C band X band Ku band Ka band |
| Mobile Satellite Service (MSS) | 2 GHz 1.6/1.5 GHz 30/20 GHz | | S band L band Ka band |
| Broadcasting Satellite Service (BSS) | 12 GHz | | Ku band |

1.3 ΕΘΝΙΚΟΙ ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ

Σε μεγάλες σε έκταση χώρες, όπως είναι ο Καναδάς και οι ΗΠΑ ή σε μεγάλα αρχιπελάγη, όπως της Ινδονησίας, αναπτύχθηκαν εθνικά δορυφορικά συστήματα για την εξυπηρέτηση εσωτερικών τους αναγκών.

Το σύστημα Telesat του Καναδά παρέχει επικοινωνία τόσο στις αραιοκατοικημένες βόρειες περιοχές της χώρας όσο και στα αστικά κέντρα.

Το σύστημα Palapa της Ινδονησίας εξυπηρετεί το μεγάλο πλήθος των νησιών της χώρας, που θα ήταν πολύ δύσκολο να εξυπηρετηθούν διαφορετικά.

Τα εθνικά δορυφορικά συστήματα των ΗΠΑ προσθέτουν επιπλέον χωρητικότητα στα άλλα επίγεια τηλεπικοινωνιακά δίκτυα της χώρας. Αυτή η δορυφορική εξυπηρέτηση παρέχει διάφορα πλεονεκτήματα. Έτσι, μεταδίδονται ταυτόχρονα σε πολλές περιοχές της χώρας τα ίδια προγράμματα καλωδιακής τηλεόρασης, οι μήτρες των εφημερίδων και περιοδικών μεταδίδονται προς τις διάφορες πόλεις και γίνεται ταυτόχρονη εκτύπωση χωρίς ανάγκη φυσικής μεταφοράς. Τέλος, μεγάλες εταιρείες μισθώνουν κυκλώματα για επικοινωνία με τα υποκαταστήματα τους στα διάφορα σημεία της χώρας.

1.4 ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

Η Ελλάδα σχετικά νωρίς συμμετέσχε στα εμπορικά δορυφορικά συστήματα για την εξυπηρέτηση των διεθνών επικοινωνιών. Οι δορυφορικές επικοινωνίες της Ελλάδας εξυπηρετούνται σήμερα από συστήματα δορυφορικών κεραιών που έχουν τοποθετηθεί στο σταθμό των Θερμοπυλών. Οι Θερμοπύλες εκλέχτηκαν ως χώρος εγκατάστασης των δορυφορικών σταθμών της Ελλάδας γιατί περιβάλλονται από οροσειρές και παρουσιάζουν μικρές παρεμβολές από άλλα επίγεια ασύρματα δίκτυα, ενώ ταυτόχρονα έχουν εύκολη συγκοινωνιακή προσπέλαση. Για τις μελλοντικές επεκτάσεις των δορυφορικών επικοινωνιών έχει δεσμευθεί αντίστοιχος χώρος στη Νεμέα, όπου θα δημιουργηθεί δεύτερος επίγειος δορυφορικός σταθμός.

Στον σταθμό των Θερμοπυλών είναι σήμερα εγκατεστημένες τρεις κεραιές μεγάλης διαμέτρου (30 μέτρα) για επικοινωνίες μέσω του

συστήματος Intelsat και μια κεραία για το σύστημα Inmarsat. Από τις τρεις κεραίες του συστήματος Intelsat οι δυο είναι προσανατολισμένες προς τον Ατλαντικό και η τρίτη βλέπει τον δορυφόρο του Ινδικού. Πέρα από τις εθνικές μας ανάγκες, μια πληθώρα κυκλωμάτων τρίτων χωρών εξυπηρετούνται κατά διαβατικό τρόπο μέσω του σταθμού των Θερμοπυλών. Τον Σεπτέμβριο του 1985 τέθηκε σε λειτουργία ο πρώτος ελληνικός παράκτιος σταθμός Inmarsat για την εξυπηρέτηση των ναυτιλιακών μας επικοινωνιών. Ο ελληνικός σταθμός Inmarsat είναι προσανατολισμένος προς τον δορυφόρο του Ινδικού Ωκεανού και εξυπηρετεί άμεσα τα ποντοπόρα πλοία που κινούνται σε ωκεανούς ή θάλασσες από όπου φαίνεται ο δορυφόρος του Ινδικού. Η επικοινωνία όμως της Ελλάδας γίνεται με όλα τα πλοία σε παγκόσμια κάλυψη. Η κάλυψη των πλοίων που κινούνται στον Ατλαντικό γίνεται μέσω του δορυφορικού σταθμού της Ιταλίας, με αμοιβαία συμφωνία για αντίστοιχη κάλυψη της Ιταλίας στον Ινδικό Ωκεανό, ενώ τα πλοία που κινούνται στον Ειρηνικό εξυπηρετούνται μέσω παράκτιων σταθμών της Comsat.

1.5 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΓΕΙΑΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΤΟ INTERNET

Τα τελευταία χρόνια η μεγάλη ανάπτυξη των δορυφορικών επικοινωνιών, έκανε αρκετές επιχειρήσεις παροχής Internet να επενδύσουν στο δορυφορικό Internet (Internet over Satellite), στοχεύοντας στην παροχή υψηλών ταχυτήτων μετάδοσης και Quality of Service με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Ο συνδυασμός δορυφορικών και επίγειων δικτύων παρουσιάζεται αρκετά υποσχόμενος αφού συγκεντρώνει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Είδος τοπολογίας: οι τοπολογίες των δορυφορικών δικτύων ταιριάζουν με την τοπολογία αστεριού με αποτέλεσμα την υποστήριξη multicast & broadcast μετάδοσης δεδομένων.

- Μεγάλο διαθέσιμο εύρος ζώνης: μεγάλοι ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων, που φθάνουν τα αρκετά Mbps παρέχονται απευθείας στους τελικούς χρήστες.
- Πολλαπλή κάλυψη χρηστών: η δυνατότητα κάλυψης απομακρυσμένων χρηστών που δεν έχουν πρόσβαση σε κάποιο δίκτυο υπολογιστών.

1.6 ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ



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

- **Μονόδρομη Σύνδεση**
- **Αμφίδρομη Σύνδεση**

Το μονόδρομο είναι αρκετά προσιτό οικονομικά, ενώ το αμφίδρομο είναι αρκετά ακριβότερο, μιας και απαιτείται εξοπλισμός για εκπομπή από τον χρήστη στον δορυφόρο.

Μέχρι στιγμής, οι υπηρεσίες που αναπτύχθηκαν και έγιναν διαθέσιμες στο ευρύ κοινό, ήταν βασισμένες σε γεωστατικούς δορυφόρους (GEO). Στην πλειοψηφία τους είναι μονόδρομες δορυφορικές συνδέσεις, που απαιτούν και κάποια επίγεια σύνδεση.

Τρεις είναι οι βασικές επιλογές για την απόκτηση σύνδεσης στο διαδίκτυο μέσω των ουρανών:

➤ **η σύνδεση unicast**

πλοήγηση στο ίντερνετ με λήψη δεδομένων από δορυφόρο και αποστολή δεδομένων μέσω συμβατικής dialup ή Isdn σύνδεσης

➤ **η σύνδεση *multicast***

όπου ο εκάστοτε provider αποστέλλει για λήψη από ομάδα ή όλους τους συνδρομητές του συγκεκριμένων προγραμμάτων ή αρχείων χωρίς δυνατότητα real time surfing (εδώ δεν απαιτείται πάντα επίγεια αμφίδρομη-σύνδεση)

➤ **η σύνδεση *two way satellite internet***

όπου αποστολή και λήψη δεδομένων γίνεται αποκλειστικά μέσω δορυφόρου. Στις δύο πρώτες περιπτώσεις ο εξοπλισμός είναι σχετικά φθηνός και η εγκατάσταση μάλλον απλή, ενώ στη δεύτερη περίπτωση ο εξοπλισμός είναι πολύ ακριβός και η εγκατάσταση απαιτεί ειδικά μηχανήματα ρύθμισης.

1.6.1 Unicast

Η πιο συνηθισμένη μορφή δορυφορικού ίντερνετ. Από το δορυφόρο λαμβάνεις μόνο δεδομένα, ενώ χρειάζεται να έχεις υποχρεωτικά και συμβατική σύνδεση με το δίκτυο, προκειμένου να αποστέλλεις δεδομένα (συμπεριλαμβανομένων των «πακέτων» αιτήσεων λήψης δορυφορικών δεδομένων). Η ταχύτητα λήψης δεδομένων μπορεί να φτάσει ή και να ξεπεράσει ακόμα και τα 2MBps αλλά συνήθως κυμαίνεται στους περισσότερους provider από 256KBps έως 512KBps, με κανονικές τιμές. Με τη σύνδεση αυτή γίνεται real time surfing στο ίντερνετ και οι σελίδες κατεβαίνουν συνήθως εν ριπή οφθαλμού, αν και με μικρή καθυστέρηση στην πρώτη ανταπόκριση (λόγω του ότι η αίτηση στέλνεται μέσω επίγειου provider και την επεξεργάζονται μετά οι server της δορυφορικής εταιρίας, το ring είναι κάπως μεγαλύτερο από τις συνήθεις επίγειες συνδέσεις). Ο εξοπλισμός που απαιτείται είναι ένα δορυφορικό πιάτο στραμμένο στο δορυφόρο τον οποίο χρησιμοποιεί η εταιρία που θα επιλέξετε και ένας δορυφορικός δέκτης για ηλεκτρονικό υπολογιστή (κάρτα PCI, συνεργάζονται σχεδόν όλες οι κάρτες της αγοράς με όλους τους παροχείς υπηρεσίας αν και οι περισσότεροι παροχείς πωλούν και δική τους κάρτα) ο οποίος θα λαμβάνει τα δεδομένα. Επιτραπέζιοι δορυφορικοί δέκτες δεν κάνουν γι' αυτή τη δουλειά, ωστόσο,

χωρίς να έχω προσωπική αντίληψη και με κάθε επιφύλαξη, σύμφωνα με συζητήσεις σε forums έχουν δημιουργήσει software που δίνουν τη δυνατότητα τέτοιας λειτουργίας στο Dreambox. Στις συνδέσεις Unicast, λειτουργούν οι περισσότερες υπηρεσίες (http/web, ftp, pop3, https) αλλά όχι προγράμματα peer-to-peer (τύπου Napster ή Kazaa/Morpheus/WinMX κλπ.). Το κόστος του (χωρίς να συμπεριλαμβάνεται αυτό του επίγειου provider, ο οποίος μπορεί να είναι οποιοσδήποτε, π.χ. αυτός που ήδη χρησιμοποιείτε) ανέρχεται περίπου στα 30-45 ευρώ το μήνα με ταχύτητα 256 - 512 MBps και ανώτατο όγκο συνήθως γύρω στο 1GB το μήνα.

1.6.2 Multicast

Η σύνδεση αυτή είναι μια παραλλαγή της unicast και συνήθως προσφέρεται ως επιπλέον δώρο στις συνδρομές. Ο provider στέλνει αρχεία και προγράμματα μέσω του δορυφόρου, τα οποία μπορούν να τα κατεβάσουν όλοι οι συνδρομητές του (ή ομάδες συνδρομητών του). Τα αρχεία αυτά μπορεί να τα επιλέγει η ίδια η εταιρία, ή μπορεί να τα ζητά ο κάθε χρήστης ξεχωριστά. Πλεονέκτημα της σύνδεσης αυτής για την εταιρία είναι το ότι με ένα μόνο stream (φανταστείτε το σαν ένα τηλεοπτικό κανάλι μέσα σε ένα μπουκέτο) εξυπηρετούνται όλοι οι χρήστες της, σε αντίθεση με το unicast όπου κάθε χρήστης καταλαμβάνει και από ένα μέρος της χωρητικότητας του αναμεταδότη. Για το λόγο αυτό, στις multicast εκπομπές οι ταχύτητες είναι συνήθως πολύ υψηλές και φτάνουν ή ξεπερνούν τα 1 - 2 MBps. Ο εξοπλισμός που απαιτείται είναι ο ίδιος με τη unicast σύνδεση, ωστόσο, σε αρκετές περιπτώσεις δεν είναι απαραίτητη η επίγεια σύνδεση (όταν βέβαια τα αρχεία τα επιλέγει ο ίδιος ο provider).

1.6.3 Unicast Download

Ένας συνδυασμός unicast και multicast τον οποίο παρέχει κυρίως η εταιρία EuropeOnline αναφέρεται στη δυνατότητα παραγγελίας αρχείων και «κατεβάσματος» αυτών στον υπολογιστή σου. 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 (π.χ. ταινίες ή μουσικά κομμάτια). Για τη σύνδεση αυτή χρειάζεται ο εξοπλισμός των προηγούμενων παραδειγμάτων με υποχρεωτική την επίγεια dialup σύνδεση, μόνο για το κομμάτι της παραγγελίας των αρχείων.

1.6.4 Two way satellite internet

Ο πιο πρόσφατος τρόπος χρήσης ίντερνετ μέσω δορυφόρου για το ευρύ κοινό, αποτελεί και τον ακριβότερο και πιο δύσχρηστο. Απαιτείται ειδικό πιάτο/LNB (VSAT satellite dish) και ειδική κάρτα PCI εκπομπής λήψης, τα οποία κοστίζουν από 1200 ευρώ έως και 3000 ευρώ! Στις υπηρεσίες αυτές σπανίως συναντά κανείς flat rate ενώ η τιμή συνδρομής είναι αρκετά ακριβότερη από αυτήν του oneway satellite internet. Η εγκατάσταση της δορυφορικής εγκατάστασης επίσης, πρέπει να γίνει από εξειδικευμένο προσωπικό με ειδικά όργανα προκειμένου να επιτυγχάνεται η τέλεια επαφή με το δορυφόρο. Αν για κάποιο λόγο το πιάτο δεν είναι σωστά κεντραρισμένο ή υπάρχουν προβλήματα εκπομπής, τότε ο δορυφόρος λαμβάνει παράσιτα ή θόρυβο, πράγμα που είναι δυνατόν να μπλοκάρει όλους τους χρήστες που χρησιμοποιούν τον ίδιο receiver - transponder. Οι ταχύτητες σύνδεσης κυμαίνονται από 128/64 Kbps download/upload έως 512/2MBps για τους πολύ πολύ τυχερούς ενώ συνήθως η υπηρεσία προσφέρεται στις βασικές χρεώσεις με 256/128 ταχύτητα και δωρεάν όγκο δεδομένων ανά μήνα το 1 GB (από εκεί και πέρα, ογκοχρέωση). Το θετικό είναι ότι στο αμφίδρομο δορυφορικό internet δουλεύουν όλες οι υπηρεσίες, ακόμα και το peer to peer.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

ΙΟΣ

2.1 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΙΟΣ

Αφού η αμφίδρομη σύνδεση αποτελεί προνόμιο για λίγους, εξαιτίας του υψηλού κόστους, θα περιοριστούμε στην υλοποίηση της μονόδρομης σύνδεσης με τον δορυφόρο. Αυτή υλοποιείται με 3 τρόπους οι οποίοι είναι οι ακόλουθοι:

➤ Στη πρώτη περίπτωση, ο χρήστης μέσω του modem στέλνει στον ISP τις αιτήσεις και τις πληροφορίες που απαιτείται για άνοιγμα ή κατέβαση δεδομένων. Ο ISP όμως δεν διαθέτει ο ίδιος απευθείας σύνδεση με τον δορυφόρο, με αποτέλεσμα να συνδέεται και αυτός επίγεια με μια εταιρία που παρέχει την δορυφορική σύνδεση. Συγκεκριμένα η διαδρομή που ακολουθείται για να λάβουμε τις πληροφορίες που θέλουμε είναι η παρακάτω.

- Η αίτησή μας στέλνεται στον ISP μέσω του modem και της τηλεφωνικής δικτυακής υποδομής.

- Ο ISP στέλνει την αίτηση στην εταιρία που διαθέτει το δορυφόρο.

- Η δορυφορική εταιρία αναλαμβάνει να βρει τα δεδομένα που ζητούμε(είτε αν βρίσκονται στο διακομιστή της είτε όχι).

- Στη συνέχεια αυτά τμηματοποιούνται σε πακέτα, καθένα από τα οποία έχει στην επικεφαλίδα την IP διεύθυνσή μας.

- Τα πακέτα στέλνονται στο δορυφόρο και αυτός τα αναμεταδίδει.

- Ο δορυφορικός δέκτης μας λαμβάνει τα πακέτα και απομονώνει αυτά που απευθύνονται σε μας.

Ας δούμε αν κρίνεται ικανοποιητική η σύνδεση αυτή από άποψη ταχύτητας. Αρχικά οι ταχύτητες που μπορεί να πιάσει το modem για να φτάσουν τα δεδομένα στον ISP δεν ξεπερνούν τα 48Kbps. Στη συνέχεια παρεμβάλλεται η σύνδεση μεταξύ του ISP και της δορυφορικής εταιρίας όπου οι ταχύτητες εξαρτώνται από το είδος της σύνδεσης και το φόρτο του δικτύου. Στη συνέχεια η ταχύτητα επηρεάζεται από το αν η εταιρία έχει τα δεδομένα

που ζητούμε στον διακομιστή της ή τα προσκομίζει μέσω του δικτύου όπου συνεπώς προστίθεται μια επιπλέον καθυστέρηση. Ανάλογα με την υποδομή της εταιρίας εξαρτώνται οι ταχύτητες με τις οποίες διακινούνται τα δεδομένα. Κατά κύριο λόγο, η ταχύτητα με την οποία η εταιρία στέλνει δεδομένα στο δορυφόρο είναι μικρότερη από την ταχύτητα που ο δορυφόρος στέλνει σε εμάς. Ενδεικτικές τιμές αυτών είναι 5Mbps και 45Mbps αντίστοιχα. Η ανάλυση που έγινε καλύπτει την ιδανική περίπτωση που όμως συνήθως διαφέρει από την πραγματικότητα όπου ο φόρτος του δικτύου είναι μεγάλος.

➤ Στη δεύτερη περίπτωση, έχουμε μια σημαντική διαφορά σε σχέση με την αποπάνω, όπου ο ISP που έχουμε σύνδεση έχει τη δυνατότητα απευθείας επικοινωνίας με το δορυφόρο διαθέτοντας δορυφορικό πιάτο. Έτσι λοιπόν όταν φτάσουν οι αιτήσεις μας στον ISP (με τον κλασικό τρόπο) και τα δεδομένα βρίσκονται στο διακομιστή του, τότε αυτός απευθείας τα στέλνει στο δορυφόρο. Στη συνέχεια αυτά αναμεταδίδονται από το δορυφόρο και εμείς τα λαμβάνουμε.

➤ Σε αντίθετη περίπτωση, δηλαδή τα δεδομένα που ζητούμε δεν υπάρχουν στο διακομιστή του ISP, τότε μέσω του δορυφορικού πιάτου οι αιτήσεις μας στέλνονται στη δορυφορική εταιρία που αναλαμβάνει να τα συλλέξει και να τα στείλει στο δορυφόρο. Έτσι στη συνέχεια τα λαμβάνουμε και εμείς στο δέκτη μας.

Οι 2 τελευταίες περιπτώσεις έχουν σαφώς καλύτερη απόδοση ταχύτητας αφού στη δεύτερη περίπτωση παρακάμπτουμε ένα στάδιο (δορυφορική εταιρία) και στη Τρίτη χρησιμοποιούμε περισσότερο δορυφορικούς συνδέσμους που επιτυγχάνουν μεγαλύτερη ταχύτητα μετάδοσης. Συμπερασματικά η ταχύτητα με την οποία διεκπεραιώνεται όλη η εργασία (από τη στιγμή της αποστολής της αίτησης έως τη λήψη των δεδομένων) είναι ο μέσος όρος όλων των σταδίων που μεσολαβούν.

2.2 ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Στο εξοπλισμό που απαιτείται θα κάνουμε ένα διαχωρισμό μεταξύ της μονόδρομης και αμφίδρομης σύνδεσης.

Στη μονόδρομη σύνδεση απαιτείται επίγιο επιστρεφόμενο μονοπάτι και συνεπώς ο συνολικός εξοπλισμός που χρειαζόμαστε είναι ο ακόλουθος:

- Μια PCI δορυφορική κάρτα δικτύου που διαθέτει το κατάλληλο λογισμικό για την επιλογή και σωστή αποκωδικοποίηση των πακέτων που λαμβάνουμε.
- Ένα λογαριασμό σύνδεσης στο internet μέσω δορυφόρου
- Δορυφορική κεραία για τη λήψη δεδομένων. Τα χαρακτηριστικά της διαφοροποιούνται ανάλογα με το απαιτήσεις μας και το πακέτο δορυφορικού internet που χρησιμοποιούμε.
- Ένα modem και τηλεφωνική γραμμή που εξασφαλίζουν την επίγεια σύνδεση.
- Τέλος είναι αναγκαίος ένας λογαριασμός σε έναν από τους γνωστούς ISPs της χώρας μας.

Η μονόδρομη σύνδεση είναι αυτή που χρησιμοποιείται περισσότερο σήμερα και το κόστος της είναι πιο προσιτό στο χρήστη. Αντίθετα στην αμφίδρομη δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη modem και τηλεφωνικής σύνδεσης διότι εκτός από το να κατεβάζεις πληροφορίες από το δορυφόρο, μπορείς και να στέλνεις. Ο απαραίτητος εξοπλισμός για την υλοποίησή της είναι παρουσιάζεται ακολούθως:

- Μια ειδική κάρτα δικτύου της οποίας το λογισμικό έχει τη δυνατότητα να δημιουργεί πακέτα και να τα στέλνει στο δορυφόρο μέσω της κεραίας.

- Ένα λογαριασμό σύνδεσης στην εταιρία- παροχέα του internet μέσω δορυφόρου.
- Δορυφορική κεραία για λήψη αλλά και μετάδοση δεδομένων στο δορυφόρο.

Στη περίπτωση αυτή η ταχύτητα με την οποία διεκπεραιώνεται μια αίτησή μας αυξάνει εντυπωσιακά αλλά εξίσου εντυπωσιακά αυξάνει και το κόστος. Έτσι προσανατολίζεται σε απαιτητικούς και «εύπορους» ανθρώπους.

2.3 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ IOS

Στο εδάφιο αυτό θα γίνει μια γενική προσέγγιση για τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που έχει η τεχνολογία. Στο τέλος θα προσπαθήσουμε να δώσουμε ορισμένες κατευθύνσεις λύσεων. Πιο συγκεκριμένα έχουμε:

2.3.1 Πλεονεκτήματα

- Η τεχνολογία αυτή δεν είναι ακόμα ευρέως διαδεδομένη στην Ελλάδα, πράγμα που την καθιστά συμφέρουσα από άποψη bandwidth. Οι τιμές bandwidth και οι ταχύτητες που εγγυώνται οι εταιρίες –παροχής δορυφορικού internet είναι σημαντικά μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες επίγειες. Παρά το γεγονός ότι το bandwidth δεν είναι εγγυημένο για κάθε χρήστη, οι εταιρίες εγγυώνται ένα ελάχιστο διαθέσιμο bandwidth. Έτσι αναλογιζόμενοι ότι οι χρήστες είναι περιορισμένοι και συνεπώς δεν υπάρχει ιδιαίτερη συμφόρηση στο δίκτυο οι ταχύτητες που τελικά επιτυγχάνονται είναι απόλυτα ικανοποιητικές.

- Αξίζει επίσης να αναφέρουμε τις μεγάλες δυνατότητες και υπηρεσίες που παρέχει η δορυφορική σύνδεση. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα που προσφέρει είναι η δυνατότητα αποστολής δεδομένων σε πολλούς άλλους χρήστες ταυτόχρονα και σε πολύ λίγο χρόνο (υπηρεσία multicast) .Πιο

συγκεκριμένα αν θέλουμε να στείλουμε ένα πακέτο δεδομένων σε πολλά άτομα, αρκεί να τα στείλουμε στον ISP μας και αυτός θα αναλάβει, (είτε απευθείας είτε μέσω της δορυφορικής εταιρίας) να τα στείλει σε όλους ταυτόχρονα εκμεταλλευόμενος τη δυνατότητα του δορυφόρου. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα Offline email και μεταχρονολογημένου download. Παράλληλα ευνοούνται διάφορες υπηρεσίες όπως η τηλεδιάσκεψη με την προϋπόθεση όμως ότι έχουμε αμφίδρομη σύνδεση ή διαθέτουμε επίγειο επιστρεφόμενο μονοπάτι μεγάλης ταχύτητας.

- Τέλος, το γεγονός ότι οι δορυφόροι έχουν μεγάλες περιοχές εμβέλειας κάνει την επικοινωνία μεταξύ απομακρυσμένων περιοχών να είναι εύκολη υπόθεση. Συγκεκριμένα αν θέλαμε να επικοινωνήσουμε μέσω επίγειας σύνδεσης θα ήταν απαραίτητη η μεσολάβηση πολλών κόμβων και συνεπώς μια σημαντικής καθυστέρησης που αντίθετα στη δορυφορική σύνδεση δεν υπάρχει.

2.3.2 Μειονεκτήματα

- Ένα από τα βασικά θέματα που πρέπει να αναρωτηθούμε είναι το θέμα της ασφάλειας. Αποτελεί μεγάλο ερωτηματικό το πόσο ασφαλής είναι η μετάδοση δεδομένων από δορυφόρο. Επειδή μεταφέρονται υπό τη μορφή ραδιοσημάτων είναι εύκολο να υποκλαπούν από κάποιον που διαθέτει την κατάλληλη υποδομή. Σε πολλές περιπτώσεις τα δεδομένα που διακινούνται δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικά ώστε να μας απασχολεί η προφύλαξή τους. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις που αυτό δεν ισχύει, όπως για παράδειγμα το ηλεκτρονικό εμπόριο, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο ή το e-banking. Για αυτές τις εφαρμογές υπάρχει προβληματισμός αν η τεχνολογία αυτή με την παρούσα μορφή της ενδείκνυται για την υλοποίησή τους.

- Όπως έχουμε ήδη αναφέρει το πρωτόκολλο μεταφοράς δεδομένων και στο internet over satellite είναι το TCP/IP που χρησιμοποιείται και στις επίγειες συνδέσεις. Το πρωτόκολλο αυτό δεν μπορεί να ανταποκριθεί στις ανάγκες που δημιουργεί η τεχνολογία του IOS. Πολλά προβλήματα

δημιουργούνται όπως η επαναμετάδοση δεδομένων επειδή δεν υπήρξε έγκαιρα επιβεβαίωση της λήψης. Για αυτό το λόγο απαιτείται ένας καλύτερος σχεδιασμός και το θέμα αυτό αποτελεί μια ανοικτή περιοχή προς έρευνα. Περισσότερες πληροφορίες για το θέμα αυτό θα αναφέρουμε στο κεφάλαιο που ακολουθεί.

- Επίσης ένα άλλο μειονέκτημα αποτελεί ο υψηλός ρυθμός λαθών στη μετάδοση δεδομένων. Επειδή η μεταφορά γίνεται σε μεγάλες αποστάσεις και ορισμένες φορές σε δύσκολες συνθήκες (π.χ βροχή) τα σήματα φτάνουν εξασθενημένα στον προορισμό τους με αποτέλεσμα πολλές φορές να παρατηρείται εμφάνιση λαθών. Σε αντίθεση με την επίγεια σύνδεση, στην οποία ο ρυθμός εμφάνισης λαθών έχει ελαχιστοποιηθεί, η δορυφορική σύνδεση φαντάζει αναξιόπιστη. Και στο θέμα αυτό τα τελευταία χρόνια γίνονται ερευνητικές προσπάθειες και έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές.

- Ένα από τα μειονεκτήματα που απασχολεί το μεγαλύτερο μέρος των χρηστών του internet είναι το υψηλό κόστος για την πρόσβαση στο Internet μέσω δορυφόρου. Αν αναλογιστούμε το γεγονός ότι η επίγεια σύνδεση είναι πολύ φτηνή και προσιτή σε κάθε άνθρωπο και αντίθετα η δορυφορική είναι δαπανηρή, δημιουργεί ερωτηματικά αν αξίζει να χρησιμοποιηθεί. Εξάλλου η υλοποίησή της απαιτεί ένα πρόσθετο εξοπλισμό (κεραία, κάρτα δικτύου κ.α.) αυξάνοντας έτσι περισσότερο το κόστος της. Συνεπώς κάθε υποψήφιος χρήστης κρίνει με βάση τις ανάγκες του και την οικονομική του δυνατότητα ποια σύνδεση και τεχνολογία θα προτιμήσει.

- Ένα μειονέκτημα το οποίο όμως δεν αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα για την υλοποίηση της τεχνολογίας αποτελεί η καθυστέρηση που προκύπτει στους δορυφορικούς συνδέσμους. Η καθυστέρηση είναι περίπου σταθερή και επηρεάζει σε μικρό βαθμό τη ταχύτητα μεταφοράς των δεδομένων μας. Παράλληλα πρέπει να αναφέρουμε ότι μελλοντικά ίσως, με τη αύξηση των χρηστών και των εφαρμογών που θα υποστηρίζονται, το bandwidth που θα παρέχεται σε κάθε χρήστη να μην είναι αρκετό για να ικανοποιήσει πλήρως τις ανάγκες του.

2.4 ΤΡΟΠΟΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Σήμερα γίνονται προσπάθειες για την βελτίωση και διόρθωση ορισμένων μειονεκτημάτων που έχει παρουσιάσει ως τώρα η τεχνολογία internet over satellite. Η προσπάθεια αυτή έγκειται κυρίως στην ελαχιστοποίηση της καθυστέρησης και στη βελτίωση της ασφάλειας των δεδομένων.

Μια τεχνική που χρησιμοποιείται για τη μείωση της καθυστέρησης είναι η χρησιμοποίησης proxy server από τον ISP. Ο proxy server είναι μια συσκευή που διατηρεί αντίγραφα συγκεκριμένων ιστοσελίδων που επιλέγει ο ISP. Η επιλογή αυτών των σελίδων στηρίζεται κυρίως την επισκεψιμότητά τους. Έτσι όταν ο χρήστης επιθυμεί να επισκεφθεί μια από αυτές τις σελίδες, αυτή προσκομίζεται από τον proxy server και δεν γίνεται ψάξιμο της σελίδας στο διαδίκτυο. Ένα θέμα στο οποίο πρέπει να δώσει βάση ένας proxy server είναι τα αντίγραφα σε σελίδες που ανανεώνονται συχνά να είναι συνεπή.

Μια άλλη μέθοδος βελτίωσης της απόδοσης αποτελεί η τεχνική του caching. Σε αυτήν όταν ένας χρήστης ζητήσει μια σελίδα αυτή αντιγράφεται στην cache του διακομιστή. Έτσι αν στο άμεσο μέλλον κάποιος άλλος την ζητήσει αυτή θα ανακτηθεί από την cache και θα προσκομιστεί πολύ γρήγορα. Επειδή η cache του διακομιστή είναι μια μνήμη περιορισμένης χωρητικότητας πρέπει να ακολουθήσουμε μια συγκεκριμένη πολιτική διατήρησης των σελίδων. Κατά κύριο λόγο αυτό που ακολουθείται περισσότερο είναι να κρατούν στη μνήμη τις πιο πρόσφατα χρησιμοποιημένες σελίδες.

Μια τελευταία τεχνική για την μείωση της καθυστέρησης είναι το λεγόμενο spoofing. Κανονικά προκειμένου να έχεις τη δυνατότητα να στείλεις ένα δεύτερο πακέτο πληροφορίας στον ίδιο παραλήπτη θα πρέπει να λάβεις επιβεβαίωση λήψης του πρώτου. Συνεπώς οι επιβεβαιώσεις αυτές εισάγουν σημαντικές καθυστερήσεις που προσπαθεί να τις μειώσει η τεχνική spoofing. Σε αυτή όταν θέλουμε να στείλουμε ένα δεύτερο πακέτο δεν περιμένουμε τη

λήψη της επιβεβαίωσης αποστολής του πρώτου, αλλά ξεγελιέται το πρωτόκολλο και πραγματοποιεί την αποστολή του.

Όσον αφορά το θέμα της ασφάλειας και του bit error rate μια μέθοδος που αποσκοπεί στη βελτίωσή τους είναι η κωδικοποίηση της πληροφορίας. Μέχρι σήμερα έχουν αναπτυχθεί διάφορες κωδικοποιήσεις σημάτων όπου η κάθε μια έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της. Η τεχνική κωδικοποίησης που χρησιμοποιεί η κάθε εταιρία αποτελεί προσωπικό θέμα επιλογής τους. Τέλος, στο θέμα της ασφάλειας υπάρχει ένας επιπλέον τρόπος διαφύλαξης των διακινούμενων δεδομένων που είναι η κρυπτογράφηση. Οι αλγόριθμοι που έχουν αναπτυχθεί για τη μέθοδο αυτή είναι πολλοί και με διαφορετική απόδοση. Στις στρατιωτικές εφαρμογές για παράδειγμα χρησιμοποιούνται εξελιγμένες μέθοδοι κωδικοποίησης με θετικά αποτελέσματα. Παρ' όλα αυτά δεν μπορούμε να πούμε ότι οι δορυφορικές συνδέσεις των απλών χρηστών είναι απόλυτα ασφαλείς.

2.5 QOS ΣΤΟ INTERNET OVER SATELLITE

Η δυνατότητα των δορυφορικών δικτύων να καλύπτουν μεγάλες περιοχές, καθώς και χρήστες οι οποίοι βρίσκονται σε γεωγραφικά απομακρυσμένα σημεία, οδηγεί στην ανάπτυξη του Internet over Satellite. Όπως είδαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο, αρκετοί επιστήμονες ασχολούνται με την επέκταση και βελτίωση του TCP πρωτοκόλλου ώστε να είναι δυνατή η αποδοτική χρήση του σε δορυφορικές συνδέσεις.

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

Η ανάπτυξη μηχανισμών που θα προσφέρουν QoS σε ένα πλήθος εφαρμογών αλλά και συνόλου χρηστών του Internet over Satellite αποτελεί

αντικείμενο μελέτης αρκετών ερευνητών. Οι μηχανισμοί που θα αναπτυχθούν θα πρέπει να ικανοποιούν τα ακόλουθα πέντε χαρακτηριστικά του Quality of Service:

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

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

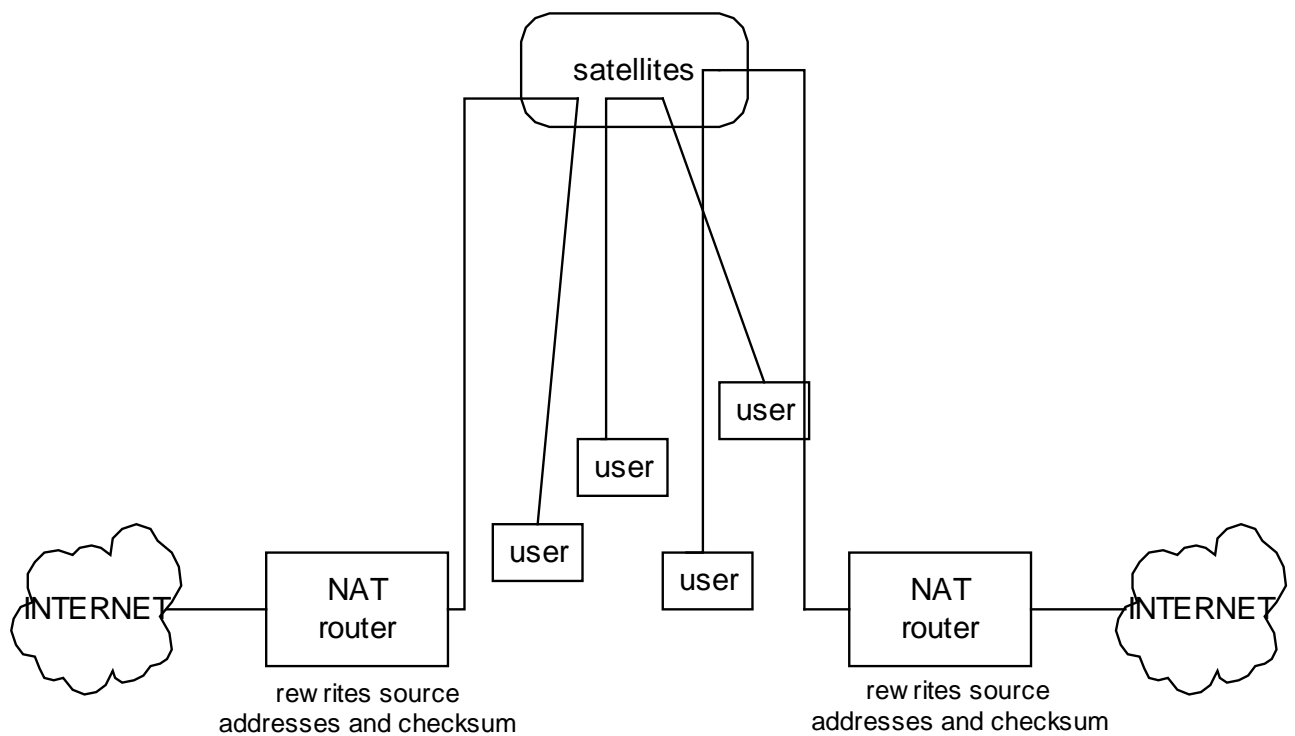
Κάθε κλάση χαρακτηρίζεται από ένα ανώτατο όριο στην καθυστέρηση μετάδοσης των δεδομένων, έναν ανώτατο όριο απώλειας πακέτων και ένα διαθέσιμο εύρος ζώνης για τις αιτούμενες υπηρεσίες, το οποίο μοιράζεται με έναν ιεραρχικό τρόπο ανάμεσα στους χρήστες της κλάσης.

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

επιτυγχάνεται με τη βοήθεια αλγορίθμων που αποδίδουν «δίκαια» τους πόρους του δικτύου.

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

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



Σχηματικό διάγραμμα της NAT τεχνικής.

Αν και η NAT τεχνική λύνει το πρόβλημα δρομολόγησης στα δορυφορικά δίκτυα (καθώς και σε ιδιωτικά κινητά δίκτυα) το μόνο μειονέκτημα είναι η αυξημένη πολυπλοκότητα των υπολογισμών που εμπλέκονται σε αυτή. Λύση σε αυτό το πρόβλημα μπορεί να προσφέρει η ενσωμάτωση μηχανισμών για switching & routing μέσα στους ίδιους τους δορυφόρους, που θα χειρίζεται τη μεταξύ τους επικοινωνία και μεταφορά πακέτων δεδομένων. Αυτό ήδη αποτελεί ερευνητικό στόχο των επιστημόνων για τα επόμενα χρόνια.

2.6 ΠΡΟΣΦΕΡΟΜΕΝΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΣΤΟ INTERNET OVER SATELLITE

Το μεγάλο εύρος ζώνης που εξασφαλίζει το Internet over Satellite, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα σύνολο υπηρεσιών προσφερόμενες είτε προς μεμονωμένους τελικούς χρήστες (ιδιώτες) είτε προς επιχειρήσεις. Τις δυνατότητες του Internet over Satellite, δεν εκμεταλλεύονται όμως το ίδιο καλά

όλες οι εφαρμογές, αλλά περισσότερο όσες έχουν το χαρακτηριστικό της multicast και broadcast μετάδοσης. Αυτές οι εφαρμογές μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: α) τις μονόδρομες, όπως η δορυφορική τηλεόραση και β) τις αμφίδρομες ή αλλιώς διαδραστικές (interactive), όπως η εξ' αποστάσεως εκπαίδευση, η τηλε-ιατρική και η τηλε-εργασία. Οι μονόδρομες εφαρμογές χρησιμοποιούν τις δορυφορικές συνδέσεις μόνο ως προς τη μια κατεύθυνση (downlink), ενώ οι αμφίδρομες χρησιμοποιούν και τις δυο κατευθύνσεις (uplink & downlink), με αποτέλεσμα να απαιτούν πιο ακριβές συνδέσεις σε σχέση με τις αντίστοιχες επίγειες. Τόσο οι αμφίδρομες όσο και οι μονόδρομες εφαρμογές είναι γνωστές και ως ασυμμετρικές. Ορισμένες από τις προσφερόμενες εφαρμογές είναι οι ακόλουθες:

- Δίκτυο κορμού για εκπομπή Internet με μεγάλη ταχύτητα για ISP's (ISP Backbone Service).
- Εκπομπή σε εταιρικά δίκτυα (Intranets).
- Εκπομπή μέσω Διαδικτύου (Web casting).
- Δορυφορικά πολυμέσα
- Τηλε-εκπαίδευση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΥΡΕΙΑΣ ΖΩΝΗΣ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

Ένας μεγάλος και ποικίλος αριθμός εφαρμογών μπορεί να εξυπηρετηθεί καλύτερα μέσω δορυφόρων εκπομπής. Τηλεκπαίδευση και τηλεϊατρική είναι δυο σημαντικές και κρίσιμες υπηρεσίες για τις αναπτυσσόμενες περιοχές του κόσμου. Επίσης, η απευθείας εκπομπή ψηφιακού ηχητικού σήματος είναι άλλη μια υπηρεσία που θα είναι σύντομα διαθέσιμη και εταιρείες όπως η World Space, η CD Radio και η American Mobile Radio Corporation σχεδιάζουν να λανσάρουν δορυφορικά συστήματα για αυτό τον σκοπό. Μετάδοση οικονομικών συναλλαγών, τηλεδιάσκεψη αλλά και σύνδεση ιδιωτικών εμπορικών intranet θα είναι κάποιες από τις υπηρεσίες που θα υποστηρίζονται από τους δορυφόρους νέας γενιάς. Ακολούθως, υπογραμμίζουμε τρία συγκεκριμένα παραδείγματα υπηρεσιών κατάλληλων για broadband δορυφορικά συστήματα:

3.1.1 Ασυμμετρικό TCP/ IP για εφαρμογές Internet μέσω δορυφόρου

Όσο η επέκταση του Internet συνεχίζεται, η απαίτηση για καινούργια και γρηγορότερη πρόσβαση σε αυτό μεγαλώνει. Παρόλα αυτά, η πρόσβαση στο Internet είναι είτε πολύ αργή (dial up modem / PPP σύνδεση), είτε πολύ ακριβή (switched 56Kbps, frame relay) για οικιακούς χρήστες ή για μικρές επιχειρήσεις. Είναι ωστόσο πιθανό να εκμεταλλευτούμε τις παρακάτω τρεις παρατηρήσεις για να βελτιωθεί η κατάσταση:

1) οι δορυφόροι προσφέρουν υψηλού εύρους ζώνης συνδέσεις για μεγάλες γεωγραφικά περιοχές

2) ένα VSAT, που λειτουργεί μόνο ως δέκτης, είναι πιο φθηνό να κατασκευαστεί και πιο εύκολο να εγκατασταθεί από ένα που να μπορεί και να μεταδίδει

3) χρήστες υπολογιστών, ειδικά σε σπίτια, τυπικά θέλουν να

καταναλώνουν περισσότερα δεδομένα από εξωτερικά δίκτυα παρά να δημιουργούν.

Οι τρεις αυτές παρατηρήσεις καθιστούν ενδεδειγμένη και βιώσιμη μια λύση η οποία διαχωρίζει την TCP/IP σύνδεση του χρήστη σε δυο φυσικά κανάλια, μια κλασσική επίγεια dial-up σύνδεση για να μεταφέρει δεδομένα από τον χρήστη στο Internet και μια υψηλότερης ταχύτητας, μονόδρομη δορυφορική σύνδεση για παράδοση δεδομένων από το Internet στο χρήστη. Μια υβριδική σύνδεση δικτύου σαν αυτή που μόλις περιγράφηκε χρησιμοποιείται στο Hughes DirectPC σύστημα για να προσφέρει ασυμμετρική πρόσβαση στο Internet. Με στόχο την υποστήριξη bandwidth-intensive ιντερνετικών εφαρμογών όπως WWW browsing, το σύστημα σχεδιάστηκε για να υποστηρίζει κάθε προσωπικό υπολογιστή, κάθε εμπορικό TCP/IP πακέτο, κάθε σταθερό σταθμό εργασίας στο Internet, κάθε router, κλπ εντός του Internet. Το DirectPC προκειμένου να επιτύχει την απαιτούμενη δρομολόγηση της εσωτερικής πληροφορίας ενός χρήστη από απομακρυσμένους χρήστες του Internet στον DirectPC satellite gateway σταθμό, χρησιμοποιεί IP encapsulation ή tunneling. Με το tunneling, ένα εξωτερικό IP πακέτο του χρήστη ενθυλακώνεται στην μηχανή του, εντός ενός άλλου IP πακέτο. Το πακέτο αυτό δρομολογείτε στο DirectPC σύστημα όπου και αφαιρείται η ενθυλάκωση. Η διεύθυνση πηγής του γνήσιου IP πακέτου, αντικαθίσταται με αυτήν του DirectPC satellite gateway, έτσι ώστε η πληροφορία από τον απομακρυσμένο χρήστη να επιστραφεί στο gateway και όχι στον χρηστή μέσω του ISP του. Όταν η επιθυμητή πληροφορία από τον απομακρυσμένο χρήστη φθάσει στο gateway, στέλνεται μέσω δορυφόρου και φθάνει τελικά στον χρήστη μέσω ενός δορυφορικού πιάτου. Με το σύστημα αυτό, παρέχεται στον χρήστη ένας downlink ρυθμός της τάξης των 400 Kbps.

Ο ρυθμός που μόλις αναφέρθηκε δεν συνυπολογίζει περιορισμούς που επιβάλλονται από το TCP και οι οποίοι θα περιγραφούν στη συνέχεια. Το TCP spoofing (εξαπάτηση), το οποίο επίσης θα συζητηθεί πιο κάτω, έχει προταθεί για βελτίωση της λειτουργίας του DirectPC.

3.1.2 Πολλαπλή εκπομπή μέσω δορυφόρου

Μια από τις σημαντικότερες εφαρμογές ευρυζωνικών δορυφορικών συστημάτων είναι η πολλαπλή εκπομπή πληροφορίας σε ένα μεγάλο αριθμό διασκορπισμένων χρηστών. Αν και τα IP πρωτόκολλα πολλαπλής εκπομπής δεν είναι ακόμη ώριμα, υπάρχουν σημαντικές επενδύσεις και έρευνα στην περιοχή αυτή και με δεδομένο το ζωηρό επιχειρησιακό ενδιαφέρον για εφαρμογές πολλαπλής εκπομπής αλλά και τα ξεκάθαρα πλεονεκτήματα που τα δορυφορικά συστήματα μπορούν να προσφέρουν, μπορούμε να περιμένουμε μια μεγάλη απαίτηση για υπηρεσίες αυτού του τύπου. Τηλεδιάσκεψη βασισμένη σε δορυφόρο μπορεί να επιτευχθεί με “tunneling” IP μηνυμάτων πολλαπλής εκπομπής μέσω δορυφορικών πυλών, κάτι που όμως μπορεί να απαιτήσει την εγκατάσταση πολλαπλών “tunneled” εικονικών κυκλωμάτων μεταξύ γεωγραφικά ξεχωριστών χρηστών. Κάτι τέτοιο θα κάνει την διαχείριση της σύνδεσης δύσκολη αλλά και τη χρήση δορυφορικής χωρητικότητας περισσότερη από αυτή που θα ήταν αναγκαία εάν υπήρχαν δορυφόροι με ενσωματωμένα κυκλώματα για να υποστηρίξουν απευθείας IP πολλαπλή εκπομπή. Η αποτελεσματική χρήση δορυφορικών αστερισμών για εφαρμογές τηλεδιάσκεψης απαιτεί δορυφόρους με ενσωματωμένα κυκλώματα που να υποστηρίζουν πολλαπλή εκπομπή. Παρόλα αυτά και με την προϋπόθεση ότι τουλάχιστον η πρώτη γενιά συστημάτων ευρείας ζώνης (Ka band) θα επιλέξει προφανώς τεχνολογίες που δεν θα βασίζονται σε επιτεδευμένη και επικίνδυνη onboard επεξεργασία, δείχνει απίθανο η IP υποστήριξη πολλαπλής εκπομπής να είναι εμπορικά διαθέσιμη στο κοντινό μέλλον. Αφήνοντας την εφαρμογή πολλαπλής εκπομπής αποκλειστικά σε επίγεια IP δίκτυα δρομολόγησης, αντί να την επιβάλουμε τόσο σε επίγεια όσο και σε δορυφορικά δίκτυα, κάνουμε το πρόβλημα της εφαρμογής αποτελεσματικής δια-δικτυακής πολλαπλής εκπομπής με δορυφορικά συστατικά περισσότερο βολικό.

Είναι, τέλος, πιθανό να προσφέρουμε σε χρήστες τοπικών δικτύων χωρίς πρόσβαση στο Internet, πολλαπλές δέσμες, χρησιμοποιώντας μια DirectPC μηχανή σαν τον “multicast server” του τοπικού δικτύου. Η γενική ιδέα είναι να έχουμε μια μηχανή εντός του Internet, η οποία θα δέχεται μια

πολλαπλή δέσμη και θα προωθεί IP πακέτα στην DirectPC μηχανή, η οποία και θα είναι υπεύθυνη για την αποδοχή των “tunneled” πακέτων και την κατανομή τους στο τοπικό δίκτυο σαν πακέτα πολλαπλής εκπομπής.

3.1.3 Web page caching

Υπάρχουν σχέδια αύξησης της αποτελεσματικότητας **www** συνδέσεων, μεταφέροντας τα πιο κοινά χρησιμοποιούμενα δεδομένα των χρηστών στους ISPs μέσω δορυφόρου. Είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ευρυζωνικοί δορυφόροι για την κατανομή ευρέως απαιτούμενων πληροφοριών σε τοπικούς ISPs, όπου και θα αποκρύπτονται για κατανομή σε τοπικούς πελάτες. Μια τέτοια τροποποίηση θα ελαττώσει την συμφόρηση σε Internet backbones και θα ελαχιστοποιήσει τα κόστη για τους ISPs. Αποθηκεύοντας τέτοια δεδομένα σε “κρύπτες” στην “άκρη του Internet”, αυξάνουμε την ταχύτητα παράδοσης σελίδων στους χρήστες, ανακουφίζοντας παράλληλα τα network backbones από την συμφόρηση που προκαλούν πλεονάζοντα δεδομένα. Προκείμενου να τοποθετήσουμε τα πιο δημοφιλή δεδομένα του web σε μια τοπική “κρύπτη” στον ISP, ένα δορυφορικό πιάτο με διάμετρο ένα μέτρο θα τροφοδοτεί με δεδομένα έναν δέκτη με ρυθμό 4Mbps.

3.2 ΣΗΜΕΡΙΝΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΔΡΩΜΕΝΑ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ

Πλέον σήμερα υπάρχει μεγάλος αριθμός διαθέσιμων δορυφορικών τεχνολογιών, για πλήθος εφαρμογών. Ακολουθεί ένας κατάλογος με τις κυριότερες.

3.2.1 Τεχνολογία: ARCHIMEDES

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Διαστημική Υπηρεσία

Κόστος: Εκτιμάται σε 1 δις δολάρια περίπου

Συντήρηση: 2500 watts ο καθένας

Κάλυψη: Ευρώπη, Άπω Ανατολή, Καναδάς; σχεδόν παγκόσμια

Περιγραφή: MEO σχηματισμός από 4 δορυφόρους σε τροχιές 12 ωρών με αποστάσεις 90 μοιρών ανάμεσα στους κόμβους. Οι γωνίες κλίσης σε σχέση με τον ισημερινό είναι 63,4. Οι εφαρμογές περιλαμβάνουν κινητή τηλεφωνία, δεδομένα, φαξ και υπολογιστικές υπηρεσίες για την Ευρώπη. 12.000 ταυτόχρονα κανάλια φωνής. Σύστημα λειτουργίας στα 1,5GHz για τα uplinks και τα downlinks.

3.2.2 Τεχνολογία: ARIES

Αναπτύσσεται από την Constellation Communications, Inc.

Κύκλος ζωής: Κάθε δορυφόρος έχει 5 χρόνια κύκλο ζωής

Κόστος: Ο πλήρης σχηματισμός εκτιμάται στα 400 με 500 εκατομμύρια δολάρια, με την κατασκευή και την εκτόξευση των δορυφόρων να ανέρχεται στο μισό του κόστους αυτού – τα υπόλοιπα είναι για συντήρηση και επιπλέον τροχιακούς δορυφόρους.

Συντήρηση: Κάθε δορυφόρος απαιτεί 107 watts κατά μέσο όρο για μια τροχιά με κύκλο ζωής τα ετών.

Περιγραφή: Εφαρμογή είναι η αποστολή φωνής. Καθένας από τους 48 δορυφόρους στο σχηματισμό LEO ζυγίζει περίπου 275 lbs και θα τοποθετηθεί σε 550 Nmι πολικές τροχιές σε τέσσερα ξεχωριστά τροχιακά επίπεδα. Τα Uplinks είναι στο φάσμα των 1.6GHz, και οι συχνότητες downlink είναι στο φάσμα των 2.5GHz. Γωνίες κλίσης 90 μοιρών. Το αναμενόμενο κόστος είναι 30\$ για κάθε λεπτό που χρησιμοποιείται κάθε κύκλωμα.

3.2.3 Τεχνολογία: GEOSTAR

Αναπτύσσεται από την GeoStar Corporation, που ανήκει τώρα στη Mobile DataComm.

Κύκλος ζωής: Περίπου 10 με 15 χρόνια για κάθε δορυφόρο

Κόστος: δισεκατομμύρια δολάρια

Κάλυψη: Παγκόσμια

Περιγραφή: Η εφαρμογή είναι η αποστολή μηνυμάτων και πλοήγηση με ψηφιακή επικοινωνία. Οι συχνότητες του GeoStar είναι στα 1.620 MHz για τους uplink αναμεταδότες, 2.500MHz για τους downlink αναμεταδότες, και για uplink/downlink υπολογιστή στα 5.150 MHz. Συνολικά 40 ακολουθιακά εναλλασσόμενες δέσμες ραδιοσήματος ανά δορυφόρο. Ο σχηματισμός αποτελείται από 3 γεωστατικούς δορυφόρους. Η εγκατάσταση της τροχιάς κοστίζει κάτω από 277 εκατομμύρια δολάρια. Η αρχιτεκτονική του Geostar, αντίθετα με το Navstar, απαιτεί ένα μεγάλο επίγειο σύστημα να προσδιορίσει τις τοποθεσίες των χρηστών. Η τελευταία έκδοση GeoStar είναι 3 δορυφόροι. Η αγορά που στοχεύει σήμερα είναι οι ομοσπονδιακές κυβερνητικές υπηρεσίες, χρήστες που βρίσκονται στον αέρα, εμπορικά φορτηγά, και μεγάλα και μικρά θαλάσσια σκάφη. Μερικές υπηρεσίες αναζήτησης χρησιμοποιούν τους 3 δορυφόρους του GeoStar.

3.2.4 Τεχνολογία: GLOBALSTAR

Αναπτύχθηκε από την Loral Cellular Systems and Qualcomm

Κύκλος ζωής: κατά μέσο όρο 7,5 χρόνια σε τροχιά

Κόστος: περίπου 1.700.000.000 δολάρια. Ο επίγειος εξοπλισμός και τα τερματικά των συνδρομητών εκτιμάται ότι θα κοστίσουν περίπου 500.000.000 δολάρια

Συντήρηση: 150 watt κατά μέσο σε 7,5 χρόνια, που παρέχονται από 2 επίπεδες σειρές ηλιακών συλλεκτών.

Κάλυψη: Παγκόσμια

Περιγραφή: Εφαρμογή είναι η αποστολή φωνητικών μηνυμάτων.

Συναγωνιστής του Iridium, το GlobalStar αποτελείται από 48 δορυφόρους, συμπεριλαμβάνοντας 8 εφεδρικούς, σε 8 τροχιακά επίπεδα, με γωνία ανύψωσης 52°. Το ύψος των δορυφόρων είναι στα 750 ν. μίλια. Κάθε δορυφόρος έχει βάρος 490 λίβρες και χρησιμοποιεί 6 δέσμες ραδιοσήματος. Όταν το σύστημα λειτουργήσει πλήρως, θα παρέχει 28.000 ταυτόχρονα κανάλια φωνής και δεδομένων, καθένα στα 4.800 bps. Τα uplinks θα είναι από 1610 έως 1626,5 MHz και τα downlinks από 1610 ως 1626,5MHz και 2483,5 ως 2500 MHz. Οι υπηρεσίες του GlobalStar εκτιμάται ότι θα χρεώνονται περίπου \$0,65 ανά λεπτό.

3.2.5 Τεχνολογία: INMARSAT

Κάλυψη: Παγκόσμια

Περιγραφή: Η εφαρμογή του είναι κυρίως οι θαλάσσιες επικοινωνίες, αν και οι στόχοι είναι το σύστημα να επεκταθεί περισσότερο σε προσωπικές επικοινωνίες με νεώτερη τεχνολογία Inmarsat 3. Αποτελείται από 4 γεωστατικούς επικοινωνιακούς δορυφόρους, για αμφίδρομη επικοινωνία

Τάξεις: Η φάση IMMARSAT A δίνει τη θέση της στην IMMARSAT B, αλλά θα συνεχίσει να υπάρχει ακόμα για 10 χρόνια περίπου μια σύνδεση δεδομένων των 56 kbps κοστίζει περίπου \$300.000. Το IMMARSAT B παρέχει υπηρεσίες ψηφιακής τηλεφωνίας (διαμορφώσεις φωνής) για περίπου \$7 ανά λεπτό. Τα τερματικά κοστίζουν \$15.000 το καθένα. Το IMMARSAT C είναι απλά μια υπηρεσία αποθήκευσης και μεταγωγής δεδομένων. Ο εξοπλισμός του κοστίζει \$4.500 και η υπηρεσία \$1,12 ανά 1000 bits δεδομένων. Σήμερα, οι περισσότεροι τηλεπικοινωνιακοί σύνδεσμοι για πλοία παρέχονται από το Inmarsat, αλλά οι πληροφορίες γεωγραφικού εντοπισμού παρέχονται από το σχηματισμό Navstar GPS. Υπάρχουν 2 δορυφόροι

Inmarsat 2 σε τροχιά πάνω από τον ισημερινό και 4 δορυφόροι Inmarsat 3 αναπτύσσονται υπό ένα συμβόλαιο 400.000.000 δολαρίων. Μεγάλο ποσό έχει επενδυθεί για παροχή αεροπορικών υπηρεσιών. Εκτιμάται ότι η βάση των πελατών θα φτάσει τους 70.000 το 1997. Project 21 είναι το κωδικό όνομα για έναν καινούργιο σχηματισμό μεσαίου ύψους (MEO), που αναπτύσσεται για φωνητική επικοινωνία για την αγορά της κινητής τηλεφωνίας. Οι υπηρεσίες που θα παρέχει θα κοστίζουν περίπου \$1 το λεπτό

3.2.6 Τεχνολογία: INTELSAT 5

Κύκλος ζωής: 7 χρόνια κύκλο ζωής κατά μέσο όρο

Κόστος: 40 εκατομμύρια δολάρια, ή περίπου \$20,000/lb

Κάλυψη: Παγκόσμια

Περιγραφή: GEO-synchronous δορυφόροι, 12.000 ταυτόχρονες τηλεφωνικές συνδιαλέξεις συν δύο κανάλια έγχρωμης τηλεόρασης υψηλής ποιότητας, κάθε ένας από τους 24 αναμεταδότες προγραμματίζεται για κύκλο εφτά χρόνων.

Εφαρμογή: Επικοινωνίες

Κόστος: \$20 ανά κύκλωμα φωνής.

3.2.7 Τεχνολογία: INTELSAT 6,7

Κύκλος ζωής: 5 χρόνια κύκλο ζωής κατά μέσο όρο

Κάλυψη: Παγκόσμια

Περιγραφή: GEO-σύγχρονοι δορυφόροι, 35 αναμεταδότες σε σύγκριση με τους 24 με την τεχνολογία INTELSAT 5. Αποτελείται από αγωγούς σημάτων που ταξιδεύουν

Σημείωση για τη σειρά δορυφόρων της INTELSAT: μπορούμε να εφαρμόσουμε την μέθοδο manuevering της COMSAT για να κατατοπίσουμε τους δορυφόρους μας που μπορεί να διπλασιάσει το χρόνο αποστολής μερικών δορυφόρων. Μπορεί να σηκώσει 40.000 ταυτόχρονες συνδιαλέξεις.

Κόστος: Λιγότερο από \$20 ανά κύκλωμα φωνής.

3.2.8 Τεχνολογία: IRIDIUM

Αναπτύσσεται από Motorola, Inc. συστήματα φωνητικών μηνυμάτων Χαμηλού Ύψους.

Κύκλος: 5 με 8 χρόνια κατά μέσο όρο κύκλο ζωής για κάθε δορυφόρο.

Κόστος: 3,4 δις δολάρια για το συνολικό σχηματισμό, αλλά οι δαπάνες τελικά ξεπερνούν τα 4 δις.

Συντήρηση: 2 σειρές ηλιακών συλλεκτών σε σχήμα φτερών

Κάλυψη: Παγκόσμια

Περιγραφή: Σχηματισμός 66 LEO δορυφόρων για την παροχή υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας περιλαμβάνοντας άμεση broadcast αναζήτηση. Ταξιδεύει γύρω από τη Γη με 413 Nmι σε πολικές τροχιές σε έξι επίπεδα, 11 δορυφόροι ανά επίπεδο. Κάθε δορυφόρος ζυγίζει περίπου 1600 lbs. Οι συχνότητες εκπομπής είναι 20GHZ για uplink, 20 GHZ για downlink. Κάθε δορυφόρος αποστέλλει 48 δέσμες ραδιοσήματος (spot beams), κάθε μια από τις οποίες μπορεί να χειριστεί 230 ταυτόχρονες αμφίδρομες συνομιλίες. Ψηφιακή φωνή, υπηρεσίες δεδομένων and γεωγραφικός εντοπισμός σε παγκόσμια βάση. Ακρίβεια γεωγραφικού εντοπισμού = 1 ναυτικό μίλι. Uplinks, downlinks και crosslinks γίνονται στα 1610 με 1626.5 MHZ. Οι δορυφόροι του Iridium διαθέτουν ενσωματωμένο αναμεταδότη μηνυμάτων μεταγωγής και crosslink από δορυφόρο σε δορυφόρο. Το Iridium είναι ακριβό στις υπηρεσίες που παρέχει. Εκτιμάται ότι οι υπηρεσίες θα κοστίζουν περίπου \$3 ανά λεπτό χρήσης συγκρινόμενο με τα \$.65 ανά λεπτό για το GlobalStar και κοντά στο \$1 ανά λεπτό για το Odyssey.

3.2.9 Τεχνολογία: MSAT

Χρηματοδοτείται από την American Mobile Satellite Corp (AMSC), ένα διεθνές consortium, στο Reston, Virginia

Κύκλος: Περίπου 10 χρόνια.

Κόστος: Το συνολικό κόστος εκτιμάται σε \$605 εκατομμύρια για το απλό σύστημα δορυφόρου.

Συντήρηση: Ηλιακές κυψέλες από πυρίτιο παράγουν 3.000 watts ηλεκτρικής ενέργειας, 10 υψηλής ισχύος ενισχυτές, και δύο ελλειπτικές L-band κεραίες.

Κάλυψη: Βόρεια Αμερική, Καραϊβική

Περιγραφή: Εφαρμογές είναι κινητή τηλεφωνία, fax, διανομή δεδομένων και άλλες σχετικές υπηρεσίες. Δορυφόροι σε κυκλικές, γύρω από τον ισημερινό, γεωσύγχρονες τροχιές με γωνία κλίσης 101 μοίρες. Η κάλυψη στη Βόρεια Αμερική για τηλέφωνα αυτοκινήτων, και σταθερά τηλέφωνα σε τοπικές υπηρεσίες που δεν έχουν επίγεια δικτυακή υποδομή. Εξουσιοδοτημένο επί του παρόντος για 2.000 full duplex κυκλώματα. Ο δορυφόρος ζυγίζει 6300 lbs, καταναλώνοντας 2500 watts. 3 αξόνων. 6 δέσμες ραδιοσήματος (spot beams) στην L-band. Τα Uplinks γίνονται στα 1631,5 με 1660,05 MHz και τα downlinks στα 1530 με 1559 MHz. Έχει δύο δικτυωτές L-band κεραίες. Κάθε τηλέφωνο του MSAT είναι μια μονάδα διπλής δυνατότητας που λειτουργεί τόσο με δορυφορικούς αναμεταδότες όσο και με επίγειους κυψελωτούς μεταγωγείς. Η διπλού σκοπού επικοινωνία αναμένεται να κοστίζει αρκετές χιλιάδες δολάρια το κομμάτι. Οι αρχικές χρεώσεις αναμένεται να είναι περίπου \$1 ανά λεπτό; εγκαταστάσεις σταθερής τοποθεσίας, περιλαμβάνοντας χρήστες τοπικής τηλεφωνίας, πρόκειται να χρεώνονται \$.60 ανά λεπτό.

3.3 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΕΥΡΕΙΑΣ ΖΩΝΗΣ

Με την ταχύτατη πρόοδο της επιστήμης των υπολογιστών, portable και handheld υπολογιστικές συσκευές έχουν πλέον γίνει εξαιρετικά κοινές. Μαζί με την τάση αυτή, έρχεται και η ανάγκη οι συσκευές αυτές να συνδεθούν στο Internet. Την ίδια στιγμή, υπάρχει μια αυξανόμενη απαίτηση για σύνδεση στο Internet σε περιοχές χωρίς καλή επικοινωνιακή υποδομή. Οι δορυφόροι προσφέρουν μια ελκυστική επιλογή και στα δύο αυτά προβλήματα. Η κινητικότητα μπορεί να υποστηριχθεί εύκολα και η κάλυψη μπορεί να επεκταθεί σχετικά γρήγορα, ακόμη και σε απομακρυσμένες περιοχές.

Μια τέτοια παγκόσμια συνδεσιμότητα απαιτεί την ευρεία ανάπτυξη μιας απλής οικογένειας πρωτοκόλλων η οποία θα διαβεβαιώνει τη διαλειτουργικότητα μεταξύ ποικίλων συστημάτων. Η οικογένεια IP πρωτοκόλλων είναι η φυσική επιλογή η οποία έχει ευρέως αποδεχθεί και δείχνει να δουλεύει καλά πάνω από μια ποικιλία συνθηκών και συνδέσεων. Ένα σημαντικό μέλος αυτής της οικογένειας πρωτοκόλλων είναι και το TCP, ένα από-άκρο-σε-άκρο πρωτόκολλο μεταφοράς για αξιόπιστη παράδοση αλληλουχίας δεδομένων. Η περισσότερη κυκλοφορία στο Internet χρησιμοποιεί το TCP, παραδείγματα είναι web κυκλοφορία, email και μεταφορά αρχείων. Ωστόσο, υπάρχουν αρκετά προβλήματα στην χρήση του TCP πάνω από δορυφορικούς συνδέσμους, πολλά από τα οποία γεννιούνται από τις υψηλές καθυστερήσεις διάδοσης, σχετικών με δορυφορικούς συνδέσμους.

Στην ανάλυση που ακολουθεί, εξετάζουμε λύσεις που έχουν προταθεί για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών και περιγράφουμε την εφαρμογή μιας από αυτές.

3.3.1 Περιορισμοί του TCP μέσω δορυφόρου

Το TCP σχεδιάστηκε σαν ένα από-άκρο-σε-άκρο πρωτόκολλο μεταφοράς που θα τρέχει πάνω σε πολλά και διαφορετικά είδη δικτύων, χωρίς να έχει γνώση των χαρακτηριστικών τους. Έτσι, ο σχεδιασμός του, ειδικά στους μηχανισμούς ελέγχου ροής, είναι πολύ συντηρητικός. Στα χρόνια που ακολούθησαν την εμφάνιση του TCP, πολλές καινούργιες τεχνολογίες σύνδεσης εμφανίστηκαν και προστέθηκαν στο Internet. Πολλές από αυτές τις συνδέσεις έχουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και έτσι τα δίκτυα έχουν εξελιχθεί όλο και περισσότερο ετερογενή. Στην πορεία, πολλά παραδείγματα φάνηκαν όπου η συντηρητική προσέγγιση του TCP οδηγούσε σε φτωχή απόδοση πάνω από συγκεκριμένους τύπους συνδέσεων. Την ίδια στιγμή, το TCP χρειάστηκε να μείνει συντηρητικό ώστε να ελέγξει τις μεγάλες μεταβολές των δικτύων και έτσι το χάσμα μεταξύ της βέλτιστης απόδοσης και αυτής που επιτυγχάνοταν με το TCP, ήταν πολύ μεγάλο σε αρκετές περιπτώσεις.

3.3.1.1 Υψηλό γινόμενο $\text{bandwidth} \cdot \text{delay}$

Το TCP χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο για να προσφέρει αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων. Η επικεφαλίδα κάθε κομματιού περιέχει ένα παράθυρο το οποίο αναπαριστά το μεγαλύτερο πόσο δεδομένων που ο host επιτρέπει στον απομακρυσμένο σταθμό να στείλει, δίχως να δεχθεί παραπέρα άδεια. Το παράθυρο αυτό αναπαρίσταται στην επικεφαλίδα από ένα 16-bit πεδίο το οποίο περιορίζει την τιμή του στα 64 kilobytes. Μερικές εφαρμογές περιορίζουν το μέγιστο μέγεθος παραθύρου στα 32 kilobytes, ενώ κάποιες άλλες στα 8 kilobytes. Από την στιγμή που το TCP δεν μπορεί να στείλει πάνω από ένα παράθυρο δεδομένων ανά round trip time, το μέγιστο εφικτό throughput σε μια σύνδεση πάνω σε ένα GEO δορυφορικό σύνδεσμο, ο οποίος έχει καθυστέρηση 250 ms προς κάθε κατεύθυνση, μπορεί να περιοριστεί στα 128 Kbps (με την υπόθεση 8kb μέγεθος παραθύρου και round trip delay 500ms στον δορυφορικό σύνδεσμο). Παρόλα αυτά, απλές λύσεις υπάρχουν για το πρόβλημα αυτό και συζητώνται παρακάτω.

3.3.1.2 Μηχανισμοί ελέγχου ροής και συμφόρησης

Το TCP είναι ένα αυτο-ελεγχόμενο χρονικά πρωτόκολλο – ο πομπός χρησιμοποιεί ένα συρμό ACKs από τον δέκτη για να προσαρμόσει τον ‘βηματισμό’ του (τις μεταδόσεις του). Αυτό οδηγεί σε αδικία μεταξύ συνδέσεων που διασχίζουν εντελώς διαφορετικά μονοπάτια στο δίκτυο. Συνδέσεις με μικρότερους round trip χρόνους μπορεί να αυξήσουν τους ρυθμούς που στέλνουν και να καταλήξουν να ‘αιχμαλωτίσουν’ το περισσότερο από το διαθέσιμο εύρος ζώνης του δικτύου, σε βάρος συνδέσεων με μεγάλη καθυστέρηση.

3.3.1.3 Αλγόριθμοι “slow start” και “congestion avoidance”

Όταν μια TCP σύνδεση δημιουργείται, ένας ενσωματωμένος μηχανισμός που καλείται ‘slow start’ χρησιμοποιείται για να διαπιστώσει την διαθέσιμη χωρητικότητα του συνδέσμου. Ο αλγόριθμος αυτός έχει σχεδιαστεί ώστε να προκαλεί μια εκκίνηση στο χαμηλότερο δυνατό ρυθμό, τον οποίο και διπλασιάζει σταδιακά όσο φθάνουν τα ACKs για τα δεδομένα που έχουν σταλεί. Εάν η διαδικασία αυτή συνεχιστεί για πολύ, κάποτε η χωρητικότητα του συνδέσμου ξεπερνιέται και τουλάχιστον ένα πακέτο χάνεται. Στο σημείο αυτό, το TCP μειώνει τον ρυθμό μετάδοσης στον αμέσως προηγούμενο αποδεκτό, δηλαδή στο 50% του τελευταίου που επιχειρήθηκε. Τότε, γυρνά σε ένα τρόπο λειτουργίας που λέγεται ‘congestion avoidance’, όπου ο ρυθμός μετάδοσης αυξάνεται γραμμικά αντί να διπλασιάζεται.

Λόγω του μικρού αρχικού παραθύρου στο slow start, ένας συγκεκριμένος αριθμός round trips μπορεί να απαιτείται ώστε το παράθυρο συμφόρησης να μεγαλώσει αρκετά για να χρησιμοποιήσει αποτελεσματικά το εύρος ζώνης. Αυτό είναι ένα πρόβλημα σε δορυφορικά περιβάλλοντα όπου το round trip είναι μεγάλο. Μια μικρή web συναλλαγή αποτελούμενη από 4 ή 5 πακέτα χρειάζεται 3 round trips για να ολοκληρωθεί, αδιαφορώντας για το

διαθέσιμο εύρος ζώνης του συνδέσμου. Οι περισσότερες μεταφορές δεδομένων πάνω από ένα δορυφορικό σύνδεσμο μπορεί να ολοκληρωθούν, χωρίς ποτέ να επιτύχουν ένα παράθυρο αρκετά μεγάλο για βέλτιστη χρήση του συνδέσμου.

Ένα διαφορετικό πρόβλημα παρατηρείται κατά την φάση 'congestion avoidance'. Στην φάση αυτή το παράθυρο μεγαλώνει κατά ένα τμήμα κάθε round trip time και ο ρυθμός αύξησής του είναι πολύ μικρότερος απ' ότι στο slow start. Παρόλα αυτά, ακόμη και μια απώλεια έχει σαν αποτέλεσμα τον υποδιπλασιασμό του παραθύρου. Κάτι τέτοιο επιδρά κυρίως σε μεταφορές μεγάλου όγκου. Για τέτοιες εφαρμογές, όταν ο σύνδεσμος είναι ανενεργός, ένα μεγάλο παράθυρο είναι επιθυμητό, μιας και επιταχύνει την μεταφορά δίχως να επηρεάζει άλλους χρηστές του συνδέσμου. Όταν όμως συμβεί μια απώλεια, ενώ το παράθυρο έχει μεγαλώσει αρκετά, το παράθυρο υποδιπλασιάζεται και ο σύνδεσμος υποχρησιμοποιείται για ένα παρατεταμένο διάστημα, όσο το TCP 'αναρρώνει' και μεγαλώνει το παράθυρό του ξανά στο προηγούμενο μέγεθος.

3.3.1.4 Αναγνώριση απώλειας πακέτων και “ανάρρωση”

Πακέτα μπορεί να χαθούν λόγω υπέρβασης της χωρητικότητας του συνδέσμου, υπέρβασης της προσωρινής μνήμης του δικτύου, bit errors στους συνδέσμους μετάδοσης. Το TCP παρέχει μια αξιόπιστη υπηρεσία μεταφοράς αλλά εάν εξετασθούν οι λεπτομέρειες διαπιστώνουμε ότι σε δορυφορικούς συνδέσμους συνεπάγεται συγκεκριμένες κυρώσεις ταχύτητας.

Το TCP αναγνωρίζει απώλεια πακέτων με δυο τρόπους: 'time out' και 'Fast Recovery/Fast Retransmit'. Ο 'time out' μηχανισμός είναι απλός, όταν στέλνονται δεδομένα ένα ACK αναμένεται από τον δεκτή εντός κάποιου χρόνου. Όταν ο χρόνος αυτός ξεπεραστεί, το πακέτο υποτίθεται ότι έχει χαθεί. Από τη στιγμή που ο μηχανισμός 'time out' μπορεί να σημαίνει μεγάλες περιόδους χωρίς δραστηριότητα, ένας προσθετός χρησιμοποιείται, ο FR/FR.

Εάν ένα ή περισσότερα πακέτα χαθούν αλλά επόμενα πακέτα φθάσουν , ο δέκτης δημιουργεί ένα ACK για κάθε τμήμα. Από τη στιγμή που τα ACKs καθορίζουν το τελευταίο σωστό τμήμα που ελήφθη, όλα αυτά τα ACKs θα είναι διπλά. Όταν ο πομπός δεχθεί τουλάχιστον τρία δίπλα ACKs, το TCP υποθέτει ότι κάποιο πακέτο χάθηκε. Σημειώνεται ότι αυτός ο μηχανισμός προσφέρει γρηγορότερη απόκριση στην απώλεια από το να περιμένεις για 'time out' , αλλά περιορίζεται στην αντιμετώπιση μιας απώλειας ανά παράθυρο μετάδοσης. Λόγω του ACK μηχανισμού του TCP, απώλειες ανακαλύπτονται σε μια μονάδα χρόνου. Έτσι, αν πολλά πακέτα χαθούν ταυτόχρονα, οι μηχανισμοί αυτοί θα αναγνωρίσουν σωστά την πρώτη απώλεια, αλλά πρόσθετες απώλειες θα αναγνωριστούν όταν η πρώτη διορθωθεί.

Όταν μια απώλεια αναγνωρισθεί, το TCP θα αναμεταδώσει το χαμένο τμήμα. Επιπρόσθετα αφού όλες οι απώλειες υποτίθεται ότι είναι αποτέλεσμα συμφόρησης, το TCP θα μειώσει το υποτιθέμενο επίπεδο συμφόρησης, μειώνοντας το ρυθμό μετάδοσης. Η ακριβής ενέργεια εξαρτάται από τον τρόπο που θα αναγνωρισθεί η απώλεια. Αν η απώλεια αναγνωρίσθηκε μέσω 'time out', το TCP θα περάσει σε slow start τρόπο λειτουργίας. Αν αναγνωρίσθηκε με διπλό ACK, θα μειώσει τον ρυθμό του σε λίγο περισσότερο από το 50% του τρέχοντος και περνώντας σε 'congestion avoidance' τρόπο λειτουργίας. Η πλειοψηφία των πακέτων αναγνωρίζεται από τον 'time out' μηχανισμό.

3.3.1.5 Bit Errors

Οι δορυφορικοί σύνδεσμοι είναι περισσότερο θορυβώδεις από τα καλώδια και τις οπτικές ίνες. Ρυθμοί bit errors της τάξης του 10^6 παρατηρούνται πολύ συχνά, ακόμη και υπό καλές συνθήκες. Τα περισσότερα δορυφορικά συστήματα χρησιμοποιούν τεχνικές προς-τα-εμπρος διόρθωσης λάθους για να περιορίσουν τους ρυθμούς bit errors κάτω του 10^{10} . Παρόλα αυτά, σε μερικά περιβάλλοντα, όπως δορυφορικά συστήματα, υψηλότεροι ρυθμοί είναι δυνατό να παρουσιαστούν. Το TCP υποθέτει ότι όλες οι απώλειες

πακέτων οφείλονται στην συμφόρηση. Όταν μια απώλεια συναντηθεί, το χαμένο πακέτο αναμεταδίδεται με ρυθμό μικρότερο (συνήθως το μισό). Κάτι τέτοιο οδηγεί σε πολλά προβλήματα σε συνδέσμους με μετρήσιμους ρυθμούς bit errors. Όταν πακέτο χαθεί λόγω bit errors, το παράθυρο συμφόρησης του πομπού υποδιπλασιάζεται, ακόμη και αν δεν παρουσιάζεται συμφόρηση και έτσι ο σύνδεσμος υπό-χρησιμοποιείται. Επιπλέον, το TCP χρησιμοποιεί ένα αθροιστικό/ συσσωρευτικό ACK σχήμα και μπορεί να ανακαλύψει ένα χαμένο τμήμα σε κάθε round trip. Έτσι, αν πολλαπλά τμήματα χαθούν σε ένα παράθυρο δεδομένων, η απόδοση μειώνεται απότομα. Το δεύτερο αυτό πρόβλημα μπορεί να επιλυθεί με χρήση επιλεκτικών ACK.

3.4 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

Υπό το φως των προηγούμενων προβλημάτων, ένας αριθμός λύσεων έχει προταθεί. Οι λύσεις αυτές μπορούν να χωριστούν βασικά σε τρεις κατηγορίες : λύσεις επιπέδου σύνδεσης, λύσεις από-άκρο-σε-άκρο και proxy-based λύσεις. Οι λύσεις αυτές δεν είναι αμοιβαία αποκλειόμενες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαζί σε ένα δίκτυο.

3.4.1 Link level solutions

Περιλαμβάνουν τη χρήση τεχνικών επιπέδου σύνδεσης όπως strong Forward Error Correction (FEC) και Automatic Repeat Request (ARQ) μηχανισμούς για να μετριάσουν το πρόβλημα αλλοίωσης των απωλειών. Σε πολλές περιπτώσεις, εφαρμογή τέτοιων μηχανισμών διαβεβαιώνει ότι οι περισσότερες απώλειες που συναντώνται στο TCP, οφείλονται σε συμφόρηση. Παρόλα αυτά, αυτές οι λύσεις δεν διευθυνσιοδοτούν προβλήματα που έχουν να κάνουν με το μέγεθος παραθύρου του TCP και με τους μηχανισμούς ελέγχου συμφόρησης. Ένα πρωτόκολλο που έχει προταθεί (snoop protocol) ανήκει στην κατηγορία αυτή και προσπαθεί βασικά να εφαρμόσει ARQ επιπέδου σύνδεσης, με χρήση των ACKs του TCP σαν τον triggering μηχανισμό. Το πρωτόκολλο αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ανεπιθύμητες επιδράσεις εάν χρησιμοποιηθεί στο κέντρο του δικτύου, αφού καταστρέφει πληροφορίες που το TCP

χρησιμοποιεί για έλεγχο συμφόρησης. Άλλες λύσεις επιπέδου σύνδεσης δεν εμφανίζουν το πρόβλημα αυτό.

3.4.2 End-to-end solutions

Έχουν προταθεί πολλές, κατά κύριο λόγο σαν επεκτάσεις του TCP και ορισμένες έχουν υιοθετηθεί από την IETF σαν TCP επιλογές ή επαυξήσεις. Οι επιλογές window scaling και timestamp επιτρέπουν στο TCP τη χρήση μεγέθους παραθύρου έως 30 bits. Η χρήση μεγαλύτερου αρχικού παραθύρου συμφόρησης, μπορεί να μετριάσει προβλήματα λόγω slow start. Το SACK επιτρέπει στον δέκτη να επιστρέψει περισσότερες πληροφορίες στα ACKs, κάτι που αναφέρεται στο πρόβλημα πολλαπλών απωλειών σε ένα παράθυρο. Χρήση τέτοιων επιλογών είναι καλή και πρέπει να ενθαρρύνεται. Ωστόσο, ορισμένες από αυτές απαιτούν πρόσθετη πολυπλοκότητα και πληροφορίες κατάστασης στο TCP επίπεδο, κάτι που τις κάνει δύσκολες να εφαρμοστούν σε μικρά συστήματα. Επιπλέον, οι επιλογές αυτές δεν διευθυνσιοδοτούν κάποια από τα προβλήματα που αναφέρθηκαν προηγούμενα.

Ακόμη και τέτοια προβλήματα, μπορούν αναμφίβολα να επιλυθούν, εφαρμόζοντας επεκτάσεις του TCP. Υπάρχει όμως μια άλλη, πιο φιλοσοφημένη, ένσταση στην υιοθέτηση μιας τέτοιας προσέγγισης. Ένα από τα κύρια κίνητρα πίσω από τον σχεδιασμό του TCP, ήταν ότι χρησιμοποιώντας μια από-άκρο-σε-άκρο προσέγγιση που θα αδιαφορούσε για τα χαρακτηριστικά του συνδέσμου, θα μπορούσε να επιτευχθεί σχεδιασμός ενός πολύ πιο απλού πρωτοκόλλου. Το γεγονός ότι μια τέτοια προσέγγιση δεν ήταν βέλτιστη, θεωρήθηκε ένα αποδεκτό μειονέκτημα, ειδικότερα όσο οι 'ποινές' απόδοσης ήταν σχετικά μικρές για ομογενή δίκτυα. Σήμερα, όσο το TCP γίνεται ολοένα και περισσότερο πολύπλοκο ώστε να προσαρμοστεί στην δικτυακή ετερογένεια, την ίδια στιγμή που μένει ανεξάρτητο από χαρακτηριστικά συνδέσμων, είναι πολύ σημαντικό να αναλογιστούμε εάν μια προσέγγιση που χρησιμοποιούσε γνώσεις χαρακτηριστικών συνδέσμων, μπορεί να μην προσδίδει πιο απλή και βέλτιστη λύση.

3.4.3 Proxy-based solutions

Proxy-based αρχιτεκτονικές δείχνουν να δίνουν μια τέτοια λύση. Στην προσέγγιση αυτή, proxies αναπτύσσονται στο δίκτυο για να ξεχωρίσουν συνδέσμους ή ομάδες συνδέσμων με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Τέτοιοι proxies μπορεί να εκμεταλλευτούν τις γνώσεις τους σε χαρακτηριστικά συνδέσμων, ενώ απομονώνουν τους τελικούς χρηστές από τέτοιες λεπτομέρειες. Αυτό επιτρέπει απλοποίηση των χρησιμοποιούμενων πρωτοκόλλων στα τερματικά των χρηστών, εις βάρος επιπρόσθετης πολυπλοκότητας στο δίκτυο. Μιας και οι proxies είναι σχεδιασμένοι να εκμεταλλεύονται χαρακτηριστικά τοπικής δικτύωσης, μπορεί να επιτευχθεί κοντινότερη – στη – βέλτιστη απόδοση απ' όση στην end-to-end προσέγγιση.

Η προσέγγιση αυτή απλουστεύει την αρχιτεκτονική ετερογενών δικτύων. Η πολυπλοκότητα περιορίζεται στα τμήματα του δικτύου στα οποία είναι απαραίτητη και χωρίς να επιδρά στο υπόλοιπο δίκτυο ή στον τελικό χρήστη. Δεν είναι πια αναγκαίος ο σχεδιασμός πρωτοκόλλων τόσο συντηρητικών όσο το TCP. Νέοι τύποι συνδέσμων μπορεί να προστεθούν, απλά εφαρμόζοντας τους κατάλληλους proxies γύρω τους και χωρίς καμία αλλαγή στο υπόλοιπο δίκτυο. Έτσι, η αρχιτεκτονική αυτή επιτρέπει σε δίκτυα να επεκτείνονται, χωρίς επίδραση στην διαλειτουργικότητα.

Οι connection splitting proxies ανήκουν σε αυτή την κατηγορία λύσεων. Στην περίπτωση ενός δορυφορικού συνδέσμου ένας connection splitting proxy θα προσφέρει έναν TCP proxy για τον απομακρυσμένο χρήστη και χρήση ενός πλήρως διαφορετικού πρωτοκόλλου για αξιόπιστη αποστολή δεδομένων πάνω στον δορυφορικό σύνδεσμο. Από την στιγμή που το πρωτόκολλο αυτό μπορεί να βελτιστοποιηθεί για τον δορυφορικό σύνδεσμο, όλα τα προβλήματα που συζητήθηκαν προηγούμενα μπορούν να επιλυθούν. Παρακάτω, περιγράφουμε τον σχεδιασμό ενός τέτοιου συστήματος μαζί με τα αποτελέσματα που παρατηρήθηκαν.

3.4.4 Μείωση κυκλοφορίας

Μια βασική βελτίωση κερδίζεται βεβαιώνοντας απλά ότι το TCP έχει ένα μικρότερο ποσό δεδομένων το οποίο πρέπει να μεταφερθεί πάνω από τον δορυφορικό σύνδεσμο. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με δύο τρόπους:

α) συμπίεση: ένα σύστημα συμπίεσης μειώνει αμέσως την κυκλοφορία που χρειάζεται να μεταφερθεί, εξοικονομώντας εύρος ζώνης, μεγαλώνοντας τον χρόνο απόκρισης και μειώνοντας το χρόνο μεταφοράς.

β) caching: ας θεωρήσουμε ένα εταιρικό intranet πάνω από ένα δορυφορικό σύνδεσμο. Δείχνει πολύ πιθανό ένα query που μεταφέρεται, να είναι επανάληψη ενός προηγούμενου. Με ένα caching σύστημα τα αποτελέσματα του προηγούμενου query σώζονται, και αν είναι ενημερωμένα, ο τοπικά εγκατεστημένος cache server θα απαντήσει. Αυτό αποτρέπει την ανάγκη να 'κουβαλήσεις' ξανά τα ίδια δεδομένα πάνω από τον δορυφορικό σύνδεσμο.

3.4.5 Χρήση μη-TCP πρωτοκόλλων σε δορυφορικό σύνδεσμο

Όταν μια επέκταση του TCP προταθεί, πρέπει να περάσει το τεστ "τι κι αν όλοι στο διαμοιραζόμενο δημόσιο δίκτυο υιοθετήσουν αυτή την επέκταση. Αυτή η θεώρηση αναγκάζει όλες τις επεκτάσεις του TCP να διατηρήσουν τους slow start και congestion avoidance μηχανισμούς, ώστε να αποτραπεί κατάρρευση του δικτύου. Εάν περιορίσουμε το ενδιαφέρον μας σε ένα κλειστό ιδιωτικό δίκτυο, πολλά θέματα μπορούν να επιλυθούν αντικαθιστώντας το TCP με διαφορετικό πρωτόκολλο.

3.4.5.1 TCP spoofing

Το TCP spoofing είναι ένας απλός τύπος αντικατάστασης του πρωτοκόλλου. Ένα spoofing σύστημα περιέχει μια συσκευή στο τέλος του δορυφορικού συνδέσμου η οποία υποτίθεται ότι είναι ο προορισμός της TCP σύνδεσης, των επιστρεφόμενων ACKs κλπ. Δεδομένα που στέλνονται στην συσκευή αυτή, μεταφέρονται μέσω του δορυφορικού συνδέσμου στο 'far end' όπου μια συσκευή που παίζει το ρόλο της γνήσιας πηγής, χτίζει μια διαφορετική TCP σύνδεση προς τον προορισμό. Τα δεδομένα στέλνονται πάνω από τα space τμήματα με χρήση ιδιωτικού πρωτοκόλλου. Spoofing συστήματα είναι τυπικά διαθέσιμα σαν αναπόσπαστα κομμάτια του δορυφορικού εξοπλισμού.

3.4.5.2 Full protocol conversion

Protocol conversion συστήματα είναι του τύπου 'super spoofing' που προσφέρουν όλα τα πλεονεκτήματα του spoofing, συμπεριλαμβανομένου κέρδους σε throughput, αλλά με επιπρόσθετα πλεονεκτήματα. Για παράδειγμα, το SatBooster, ένα protocol conversion σύστημα των Flash Networks, προσφέρει σημαντικά κέρδη σε throughput ενώ χρησιμοποιεί λιγότερα ACKs. Επιπλέον, το SatBooster προσφέρει συμπίεση, έλεγχο ρυθμού και απόκτηση εύρους ζώνης.

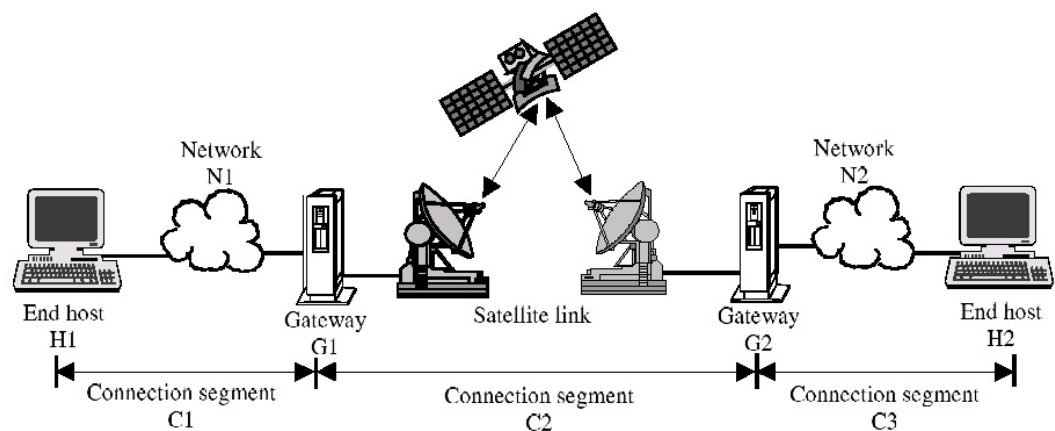
3.5 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ GATEWAY

Περιγράφουμε τώρα μια αρχιτεκτονική, η οποία επιχειρεί να λύσει τα προβλήματα που απαριθμήθηκαν πιο πριν με έναν διάφανο προς τον χρηστή του δικτύου τρόπο. Δεν απαιτεί αλλαγές, συμπεριλαμβανόμενων αλλαγών διαμόρφωσης, σε τερματικά τελικών χρηστών ή TCP/IP στοίβες. Οι μοναδικές αλλαγές γίνονται στα gateways στο κάθε άκρο του δορυφορικού συνδέσμου.

Στόχος είναι η διατήρηση της απο-ακρο-σε-ακρο σημασιολογίας του TCP, ενώ θα εξασφαλίζει παράλληλα δικαιοσύνη και βέλτιστη χρήση του συνδέσμου.

3.5.1 Connection splitting

Η προσέγγισή μας χρησιμοποιεί 'σπάσιμο' σύνδεσης όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Η απο-ακρο-σε-ακρο TCP σύνδεση μεταξύ H1 και H2 'σπάει' σε τρεις TCP συνδέσεις, τις C1, C2, C3 μέσω των gateways G1 και G2. Σε κάθε ένα από τα τμήματα της σύνδεσης το TCP χρησιμοποιείται για αξιόπιστη παράδοση. Παρόλα αυτά, το TCP χρησιμοποιείται στην C2 επεκτείνεται με τις επιλογές window scaling και timestamp καθώς και με την SACK επιλογή. Χρησιμοποιεί τον FACK αλγόριθμο έλεγχου συμφόρησης και μια αυξημένη τιμή για το αρχικό παράθυρο συμφόρησης κατά την εκκίνηση στη σύνδεσης. Πολιτικές διαχείρισης ουράς και έλεγχου ροής στα gateways προσφέρουν ανατροφοδότηση μεταξύ των τμημάτων της σύνδεσης.

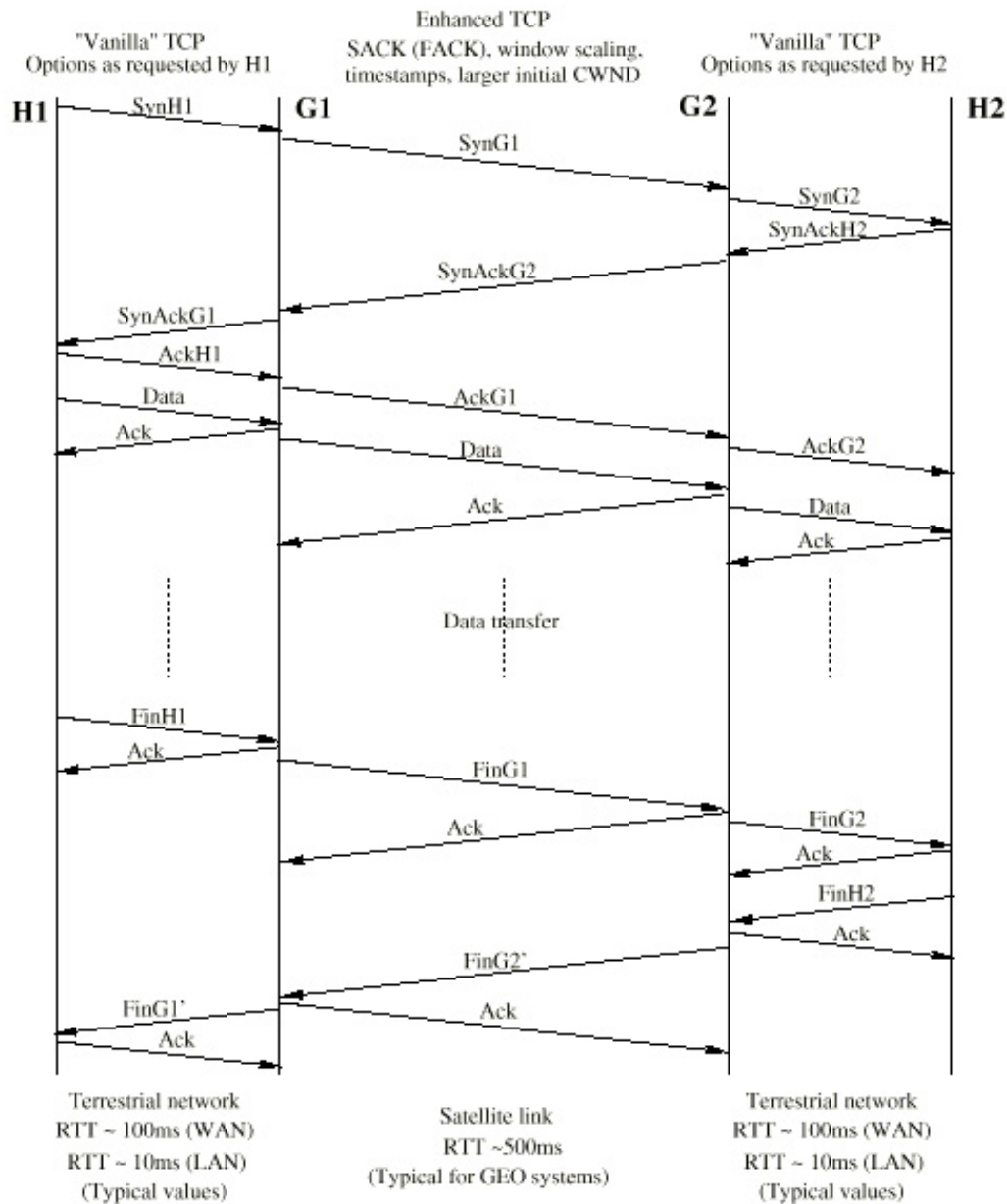
Όλες μας οι τροποποιήσεις 'απευθύνονται' σε TCP και IP επίπεδα και η εφαρμογή τους είναι ανεξάρτητη από το επίπεδο σύνδεσης. Συγκεκριμένα, καμία προσπάθεια δεν γίνεται για να κάνουμε το επίπεδο σύνδεσης TCP-

aware. Κάτι τέτοιο αποτρέπει την πιθανότητα αλληλεπίδρασης μεταξύ των επιπέδων σύνδεσης και των TCP μηχανισμών ελέγχου συμφόρησης. Η διαδικασία 'σπασίματος' της σύνδεσης έχει ως ακολούθως : κάθε φορά που το gateway 'βλέπει' μια αίτηση σύνδεσης, την 'αναχαιτίζει' και δημιουργεί μια άλλη παρόμοια με ένα επεκτεταμένο σετ επιλογών. Όταν όλες οι downstream συνδέσεις υλοποιηθούν, ένα ACK επιστρέφεται στον host που έστειλε τη γνήσια αίτηση σύνδεσης. Και τα δυο gateways διαπραγματεύονται και αποδέχονται πάντα τις TCP επιλογές που αναφέρθηκαν πριν κατά την εγκατάσταση της σύνδεσης, έτσι ώστε η σύνδεση μεταξύ G1 και G2 να χρησιμοποιεί πάντα τις επιλογές αυτές.

Όταν η σύνδεση εγκατασταθεί, το gateway εμποδίζει όλα τα δεδομένα σε αυτήν, επιστρέφει ACK στον πομπό το οποίο φέρει την διεύθυνση προορισμού και αποθηκεύει προσωρινά τα δεδομένα για downstream μετάδοση. Ένας αλγόριθμος διαχείρισης ουράς παρόμοιος του RED χρησιμοποιείται σαν input για να κρατά τις ουρές στο gateway μικρές. Επιπλέον, ένας αλγόριθμος έλεγχου ροής χρησιμοποιείται για να δίνει πληροφορίες σχετικές με downstream συμφόρηση στη λειτουργία διαχείρισης ουράς και από εκεί στην upstream σύνδεση. Έτσι, όταν στο downstream μονοπάτι παρατηρείται συμφόρηση, το προσφερόμενο παράθυρο στην upstream σύνδεση μειώνεται αντιστοίχως και η πληροφορία συμφόρησης μεταδίδεται πίσω στον πομπό.

Όταν το gateway δέχεται ένα FIN τμήμα, κλείνει αμέσως τις αντίστοιχες μονόδρομες συνδέσεις. Όταν ένα FIN ληφθεί και στις δυο κατευθύνσεις μιας TCP σύνδεσης, όλες οι πηγές για τα αντίστοιχα τμήματα της split σύνδεσης απελευθερώνονται για να μειώσουν τη χρήση της πηγής.

Ένα timing diagram μιας απλής μεταφοράς δεδομένων φαίνεται στο



παρακάτω σχήμα.

Hosts και gateways είναι ονομασμένοι όπως και στο πρώτο σχήμα. Σημειώνουμε ότι υπάρχει σημαντική καθυστέρηση λόγω προσωρινής αποθήκευσης στο G1 και στο G2, κάτι που δεν φαίνεται στο σχήμα. Επίσης, ένας host μπορεί να βάλει ACKs σε αλλού είδους πακέτα. Στο σχήμα, το ACK H1 μπορεί να μπει στα δεδομένα που το ακολουθούν και το FIN H2 μπορεί να συνδυαστεί με το ACK από το οποίο αμέσως προηγείται. Τα ακόλουθα

βήματα ακολουθούνται ώστε να διατηρηθεί διαφάνεια και απο-ακρο-σε-ακρο σημασιολογία :

- Όταν ένα gateway δέχεται ένα SYN για σύνδεση, δεν επιστρέφει SYN ACK έως ότου δεχθεί ένα SYN ACK από τον downstream κόμβο
- Όλες οι IP διευθύνσεις, port numbers και sequence numbers διατηρούνται
- Καμία πληροφορία επικεφαλίδας δεν αλλάζει και δεν προστίθεται σε κανένα στάδιο, εκτός από TCP options, οι οποίες μπορεί να είναι διαφορετικές για κάθε τμήμα της σύνδεσης. Επίσης δεν λαμβάνει χώρα encapsulation ή tunneling
- Ένα fallback τρόπος λειτουργίας χρησιμοποιείται όταν πηγές δεν είναι σε θέση να εγκαταστήσουν μια σύνδεση ή όταν ένα πακέτο φθάνει σε μια άγνωστη TCP σύνδεση. Σε αυτές τις περιπτώσεις, το πακέτο προωθείται στο IP επίπεδο.
- Όλα τα μη-TCP πακέτα, όπως επίσης και TCP πακέτα που χρησιμοποιούν IPSec ή και άλλους μηχανισμούς για να κρύψουν την επικεφαλίδα, προωθούνται στο IP επίπεδο. Έτσι, TCP συνδέσεις που χρησιμοποιούν IPSec δεν επωφελούνται από τις επεκτάσεις του gateway.

3.5.2 Συζήτηση για το connection splitting

Η ιδέα του connection splitting μπορεί να επεκταθεί και σε πιο περίπλοκα δίκτυα. Αντί να τρέχουμε TCP σε όλα τα τμήματα της σύνδεσής μας, θα μπορούσαμε, με μικρές αλλαγές στους μηχανισμούς ανατροφοδότησης μεταξύ των κομματιών, να υιοθετήσουμε gateways που να μεταφράζουν μεταξύ αυθαίρετων πρωτοκόλλων. Επίσης, λόγω της διαφανής φύσης των gateways, δεν υπάρχουν περιορισμοί στον αριθμό τους σε ένα μονοπάτι. Έτσι, εάν ένας επίγειος ασύρματος σύνδεσμος υπάρχει στο δίκτυο, διάφανα gateways θα μπορούσαν να τοποθετηθούν στο κάθε άκρο του. Τέτοια gateways θα μπορούσαν να χρησιμοποιούν πρωτόκολλα βέλτιστα για

επίγειους ασύρματους συνδέσμους στο μεταξύ τους τμήμα, ενώ θα διατηρούν διαλειτουργικότητα με το υπόλοιπο δίκτυο.

Η χρήση connection splitting ανακουφίζει το πρόβλημα αδικίας του TCP σε συνδέσεις με μεγάλους round trip χρόνους. Τα τμήματα της σύνδεσης C1 και C3 αντιμετωπίζουν round trip delays της ίδιας τάξης με εκείνους άλλων χρηστών των δικτύων N1 και N2 αντίστοιχα και έτσι δεν χρειάζεται να τιμωρηθούν για τη χρήση του δορυφορικού συνδέσμου. Βρίσκουν έτσι τους εαυτούς τους ικανούς να ανταγωνιστούν δίκαια με άλλους χρηστές των N1 και N2 αντίστοιχα. Στον δορυφορικό σύνδεσμο (C2)

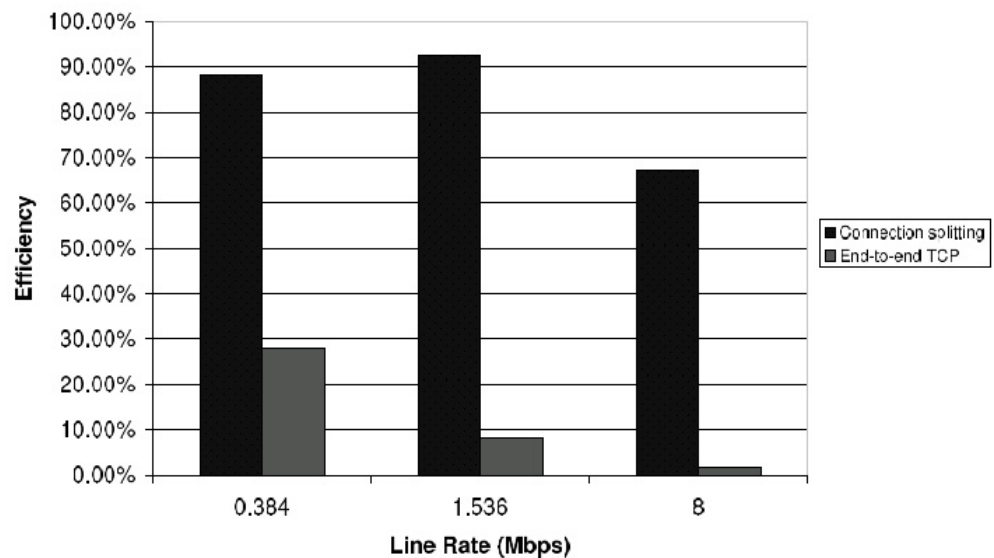
όλες οι συνδέσεις ανταγωνίζονται πάνω στους ίδιους round trip χρόνους και έτσι καμία σύνδεση δεν μπορεί να 'αιχμαλωτίσει' περισσότερο από το δίκαια μοιρασμένο εύρος ζώνης. Έτσι, με χρήση gateways που χωρίζουν το δίκτυο σε σχεδόν ομογενή υπο-δίκτυα, μπορεί να επιτευχθεί καλή απόδοση χωρίς την ανάγκη να καταφύγουμε σε περισσότερο πολύπλοκα από-άκρο-σε-άκρο πρωτόκολλα.

3.5.3 Μετρικές απόδοσης και ανάλυση

Η εφαρμογή της διάφανης gateway λειτουργίας σχεδιάστηκε να τρέχει σε Linux λειτουργικό σύστημα. Αν και το gateway μοντέλο είναι processor-independent, όλα τα τεστ έγιναν σε ένα ζεύγος Pentium PCs στα 166MHz. Ο server έτρεχε Microsoft Windows NT Workstation 4.0 με τις default TCP/IP παραμέτρους, την στιγμή που ο client έτρεχε Microsoft 95, επίσης με τις default παραμέτρους. Ο server που χρησιμοποιήθηκε έτρεχε λογισμικό NT Peer Web Services, συνδυάζοντας έναν FTP και έναν HTTP server. Ο client για το FTP testing ήταν ο στάνταρ FTP client μαζί με Windows 95. Ένας εξομοιωτής του καναλιού δεδομένων χρησιμοποιήθηκε για εξομοίωση του δορυφορικού καναλιού. Μετρήθηκε η απόδοση για απλές FTP συνδέσεις με χρήση διαφορετικού μεγέθους αρχείων, με διαφορετικούς ρυθμούς δεδομένων, καθυστερήσεις και ρυθμούς λαθών στον εξομοιωμένο δορυφορικό σύνδεσμο. Δεν υπήρχε άλλη κυκλοφορία στο σύνδεσμο. Αρχεία μεγέθους 10, 100, 1000, 10.000 και 100.000 KB δοκιμάστηκαν. Οι ρυθμοί που

χρησιμοποιήθηκαν ήταν 385 Kbps, 1,536Mbps και 8Mbps. Τα τεστ έγιναν για μηδενική καθυστέρηση και για καθυστέρηση 250ms σε κάθε κατεύθυνση του συνδέσμου. Οι καθυστερήσεις αυτές επιλέχθηκαν για να προσεγγίσουν μια επίγεια γραμμή και ένα τυπικό GEO δορυφορικό σύνδεσμο αντίστοιχα. Σε κάθε από τι παραπάνω περιπτώσεις μετρήθηκε η απόδοση για ρυθμούς bit error 0, 10^9 , 10^8 , 10^7 , 10^6 . Προκείμενου να έχουμε μια βάση για σύγκριση, ίδια τεστ έγιναν με τα gateways να λειτουργούν σαν IP routers χωρίς connection splitting. Η παρατηρούμενη απόδοση ομαλοποιήθηκε από τη μέγιστη πιθανή, που εξασφάλιζε αποτελεσματικότητα. Η μέγιστη δυνατή απόδοση επιλέχθηκε να είναι το κλάσμα του εύρους ζώνης του συνδέσμου χρησιμοποιούμενο για δεδομένα μετά από προσαρμογή για TCP, IP και επιπέδου σύνδεσης επικεφαλίδες.

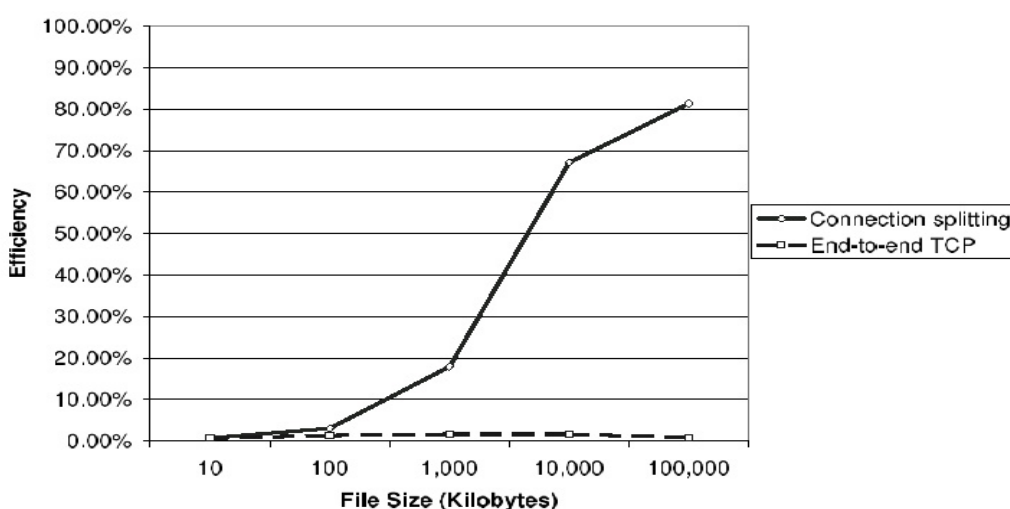
Το παρακάτω σχήμα δείχνει την αποτελεσματικότητα για μια μεταφορά αρχείου 10Megabyte πάνω από έναν error σύνδεσμο με καθυστέρηση 250ms σε κάθε κατεύθυνση.



Όπως αναμενόταν, η απο-ακρο-σε-ακρο TCP μεταφορά περιορίζεται σε ένα σταθερά μέγιστο ρυθμό, ανεξάρτητο από το εύρος ζώνης του συνδέσμου, από το μέγεθος παραθύρου και την καθυστέρηση του συνδέσμου. έτσι, η αποτελεσματικότητα μειώνεται καθώς αυξάνεται το εύρος

ζώνης του συνδέσμου Από την άλλη πλευρά, η προσέγγιση connection splitting αποφέρει πολύ καλύτερη αποτελεσματικότητα, σχετικά ανεξάρτητη από το εύρος ζώνης του συνδέσμου.

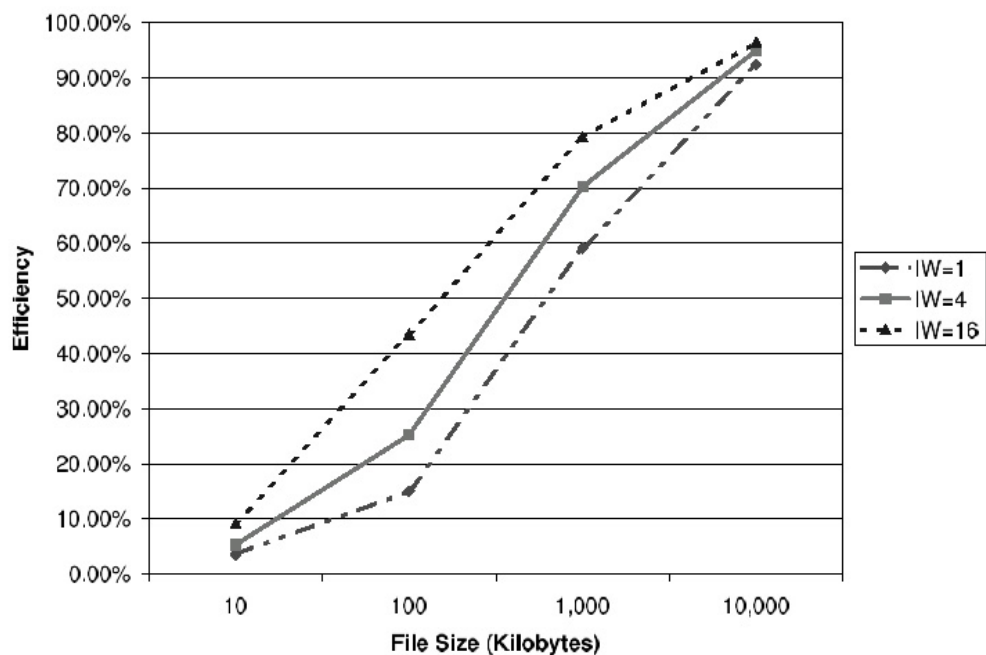
Η χαμηλή αποτελεσματικότητα στην περίπτωση split-connection σε υψηλότερους ρυθμούς δεδομένων, οφείλεται κύρια στο slow start. Με μικρότερα αρχεία, το TCP στο δορυφορικό σύνδεσμο δεν επιτυγχάνει ένα αρκετά μεγάλο παράθυρο συμφόρησης ώστε ο ρυθμός μετάδοσης να είναι κοντά στον ρυθμό του συνδέσμου. Το παρακάτω σχήμα δείχνει την επίδραση για ρυθμό 8 Mbps και 250ms καθυστέρηση προς κάθε πλευρά του συνδέσμου.



Όπως ήταν αναμενόμενο, η αποδοτικότητα με το connection splitting βελτιώνεται όταν το μέγεθος αρχείου είναι μιας τάξης μεγέθους μεγαλύτερο από το γινόμενο bandwidth*delay του συνδέσμου. Διατηρώντας δηλαδή τους μηχανισμούς έλεγχου συμφόρησης του TCP, δημιουργούμε προβλήματα στις μικρές μεταφορές. Ερευνώνται μέθοδοι που να κάνουν τους μηχανισμούς έλεγχου συμφόρησης του TCP πιο 'επιθετικούς' χωρίς να θυσιάζεται η δικαιοσύνη του και η ικανότητα να υιοθετείται σε αλλαγές συνθηκών στο δίκτυο.

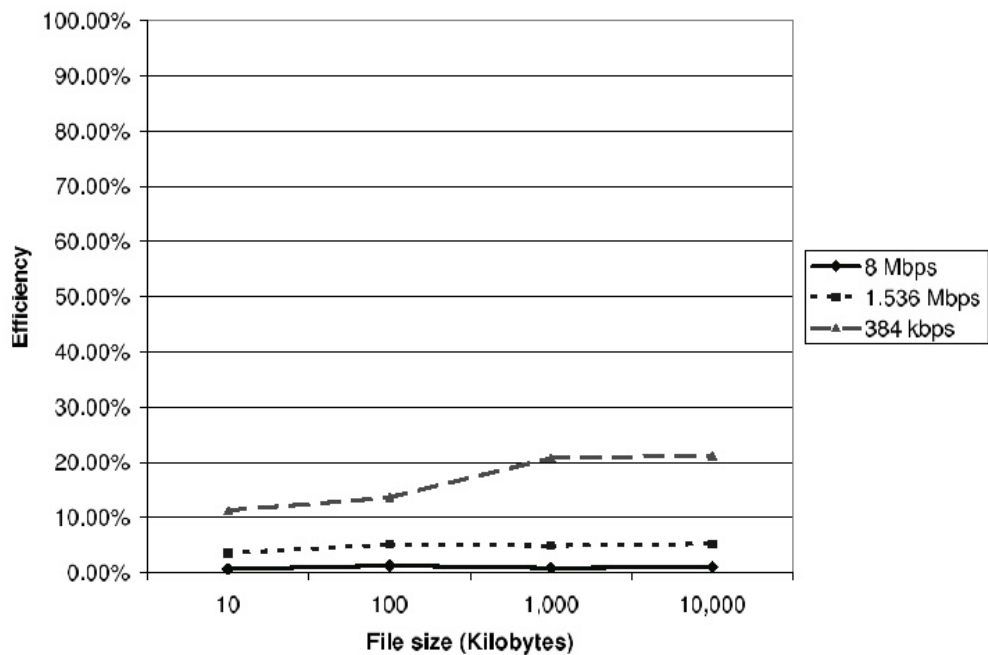
Μια μέθοδος να μειώσουμε την επίδραση του slow start για μεταφορά μικρών αρχείων, είναι να αυξήσουμε το μέγεθος του αρχικού παραθύρου

συμφόρησης που χρησιμοποιείται στο στήσιμο της σύνδεσης. Επανάληψη των τεστ μεταφοράς αρχείων για την περίπτωση connection splitting με τα gateways να χρησιμοποιούν διαφορετικές τιμές του αρχικού παραθύρου, οδηγεί σε αύξηση της απόδοσης για μικρά αρχεία κατά ένα παράγοντα του 2 ή του 3.



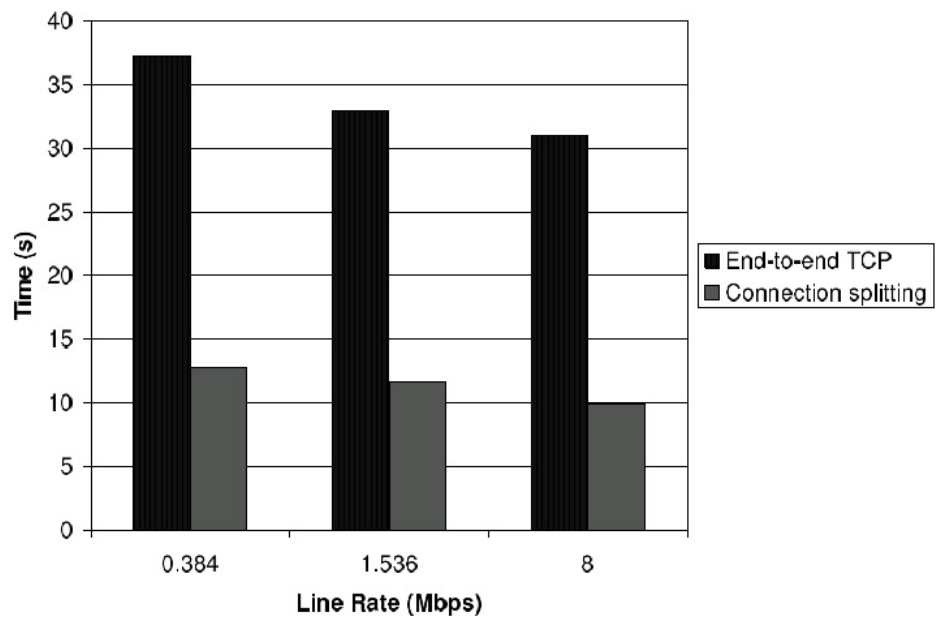
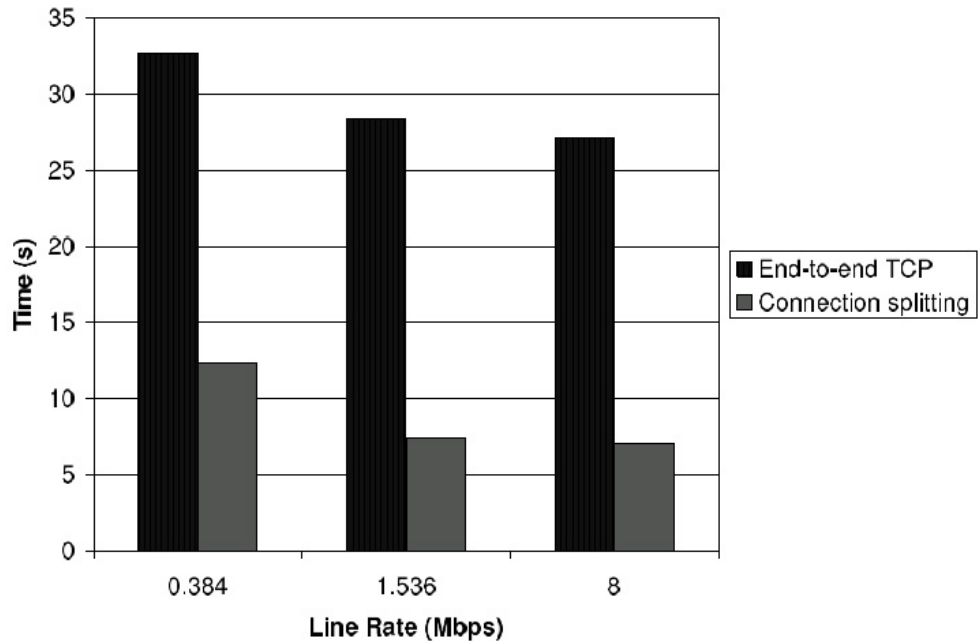
Για πολύ μικρά αρχεία, η απόδοση που επιτυγχάνεται είναι ακόμη χαμηλό λόγω του overhead που οφείλεται στη three-way handshake για την εγκατάσταση σύνδεσης. Για μεγάλα αρχεία, η αύξηση στο αρχικό παράθυρο δεν έχει μεγάλη επίδραση μιας και η μεταφορά γίνεται κυρίως αφού το παράθυρο μεγαλώσει για να χρησιμοποιήσει περισσότερη χωρητικότητα του συνδέσμου.

Επιστρέφουμε τώρα στην επίδραση των bit errors στην gateway εφαρμογή. Το παρακάτω σχήμα δείχνει την επίδραση των bit errors σε μεταφορά αρχείων πάνω από μια απο-ακρο-σε-ακρο TCP σύνδεση.



Τα gateways χρησιμοποιούν τον FACK αλγόριθμο ο οποίος χρησιμοποιεί πληροφορίες που δέχεται σε SACK blocks για να αναμετάδοση χαμένα πακέτα. Έτσι, μειώνεται η επίδραση bit errors στην απόδοση ακόμη και σε ρυθμούς λάθους 10^6 . Παρόλα αυτά, αφού η ευαισθησία του TCP σε λάθη εξαρτάται από τον αριθμό λαθών ανά round trip time, η απόδοση επηρεάζεται περισσότερο σε υψηλότερους ρυθμούς σύνδεσης ενώ παραμένει σχετικά ανεπηρέαστο για μικρά αρχεία.

Πέρα από τα παραπάνω τεστ με FTP, έγιναν παρόμοια με HTTP μεταφορές. Ο server ήταν ο HTTP server μαζί με Microsoft Windows NT Workstation 4.0 και ο client Netscape Communicator. Ο HTTP client χρησιμοποιεί μια απλή επίμονη TCP σύνδεση με τον server για να μεταφέρει όλα τα αντικείμενα. Αποφεύγεται έτσι overhead μιας three-way handshake για κάθε αντικείμενο στην web page. Τεστ έγιναν με τα gateways να δρουν σαν IP routers αλλά και με connection splitting. Τα αποτελέσματα φαίνονται στα σχήματα που ακολουθούν.



Το HTTP χρησιμοποιεί έναν request-response μηχανισμό όπου ο client ζητά ένα αντικείμενο σε κάθε χρόνο από τον server. Υπάρχει έτσι ένα διάστημα ενός round trip μεταξύ του χρόνου που ο client δέχεται ένα αντικείμενο και του χρόνου που ξεκινά να δέχεται το επόμενο. Κατά την διάρκεια του χρόνου αυτού, δεν υπάρχει κυκλοφορία στο σύνδεσμο εκτός από την αίτηση του πελάτη. Δεν έχει συνεπώς αξία να υπολογισθεί η αποτελεσματικότητα για τέτοιες μεταφορές, μιας και η κυκλοφορία που

δημιουργείται είναι περιοδική με μεγάλες παύσεις. Λόγω των παύσεων κατά την διάρκεια των HTTP αιτήσεων, η βελτίωση δεν είναι η ίδια με αυτή που είδαμε στο FTP.

3.6 HTTP OVER SATELLITE

Ένα από τα βασικά πρωτόκολλα που πρέπει να εξεταστούν στο σχεδιασμό Internet/ intranet μέσω δορυφόρου είναι το HTTP, το οποίο είναι η βάση για browser εφαρμογές.

Το HTTP 1.0 χρησιμοποιεί μια ξεχωριστή TCP σύνδεση για κάθε αντικείμενο που πρέπει να ανακτηθεί. Αυτό προκαλεί υποβιβασμό της απόδοσης, βασικά λόγω της εφαρμογής 'slow start' σε συχνά διαστήματα και τυπικά τερματίζοντας την σύνδεση πολύ πριν η μεγαλύτερη ταχύτητα επιτευχθεί. Σε DAMA δορυφορικά συστήματα χρειάζεται προσεκτικός σχεδιασμός για να αποφευχθεί η δημιουργία ενός κυκλώματος και το κλείσιμο του επαναλαμβανόμενα.

Το επίμονο HTTP (P-HTTP) και το HTTP 1.1 επιτρέπουν TCP συνδέσεις να διαρκέσουν για μεγαλύτερο διάστημα και να χρησιμοποιηθούν για ανάκτηση πολλαπλών αντικειμένων. Σε DAMA δορυφορικά δίκτυα αυτό μπορεί να σημαίνει ανενεργά κυκλώματα για συγκεκριμένο χρόνο.

Τέλος, το HTTP μπορεί να επιβάλλει στο TCP να στέλνει τμήματα μικρότερα από το μέγιστο επιτρεπόμενο μέγεθος, κάτι που προκαλεί αναποτελεσματικότητα.

Πρόσφατη μελέτη πρότεινε μοντέλο εκτίμησης της απόδοσης του HTTP πάνω από το TCP. Μια απλή προσέγγιση είναι :

$$\text{Throughput} = (\text{Reply Size}) / (\text{Bandwidth} * \text{Delay})$$

Σε δορυφορικά δίκτυα όπου το γινόμενο $\text{Bandwidth} * \text{Delay}$ είναι αρκετά μεγάλο, η απόδοση φαίνεται να είναι μικρή.

Ενώ η επιλογή της HTTP έκδοσης που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να είναι αμοιβαία επιλογή μεταξύ server και client, είναι ξεκάθαρο ότι η χρήση HTTP 1.1 ή τουλάχιστον P-HTTP θα προσφέρει καλύτερη απόδοση σε δορυφορικούς συνδέσμους. Είναι, επίσης πλεονέκτημα η χρήση έκδοσης του HTTP που να υποστηρίζει 'pipelining'.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

ΔΟΥΦΟΡΙΚΗΣ

ΣΥΝΔΕΣΗΣ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

Όπως προαναφέραμε, η απλούστερη περίπτωση είναι αυτή της μονοκατευθυντήριας (μονόδρομης) επικοινωνίας, κατά την οποία ο χρήστης μπορεί να κατεβάζει δεδομένα από το δορυφόρο, αλλά δεν μπορεί να στείλει δεδομένα κατευθείαν σε αυτόν. Έτσι, η αίτησή του για το άνοιγμα μιας σελίδας στο Internet, για την αποστολή και λήψη e-mail ή για τη λήψη κάποιου αρχείου πραγματοποιείται με την παραδοσιακή και απλή σύνδεση dial up, που διατηρεί σε κάποια εταιρεία παροχής υπηρεσιών Internet (ISP).

Ο χρήστης πραγματοποιώντας, λοιπόν, τη δορυφορική σύνδεσή του δεν θα αποχωριστεί για την ώρα τον ήχο του παραδοσιακού modem του. Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται και στην περίπτωση της σύνδεσης μέσω δορυφόρου είναι το TCP/IP. Αυτό σημαίνει ότι οι αιτήσεις του χρήστη για το κατέβασμα ενός αρχείου ή το άνοιγμα κάποιας ιστοσελίδας χωρίζονται σε πακέτα, καθένα από τα οποία περιέχει πληροφορίες για τη διεύθυνση IP του υπολογιστή του. Ουσιαστικά, για τον απλό σημερινό χρήστη, το “δορυφορικό Internet” είναι ένας συνδυασμός επίγειας και δορυφορικής σύνδεσης.

Ο ISP με τον οποίο επικοινωνεί μέσω modem ο χρήστης, μπορεί να διαθέτει το δικό του δορυφορικό “πιάτο” που επιτρέπει την απευθείας σύνδεση με το δορυφόρο, χωρίς αυτό να είναι απαραίτητο. Αν ο ISP δεν διαθέτει δορυφορική κεραία, στέλνει την κλήση του χρήστη μέσω των γραμμών μεταφοράς δεδομένων στο server της εταιρείας που έχει μισθώσει κάποιο φάσμα (κομμάτι) από το εύρος συχνοτήτων ενός δορυφόρου. Τα δεδομένα χωρίζονται σε πακέτα, τα οποία διαθέτουν τη διεύθυνση IP του χρήστη που πραγματοποίησε την κλήση. Αν τα δεδομένα βρίσκονται ήδη στον server της εταιρείας που έχει πρόσβαση στο δορυφόρο, αποστέλλονται άμεσα στο χρήστη, ενώ στην αντίθετη περίπτωση αναζητούνται προηγουμένως στον ευρύτερο χώρο του Internet. Τα πακέτα δεδομένων που αναφέραμε προηγουμένως αποστέλλονται στο δορυφόρο και εκπέμπονται στην

επιφάνεια της Γης που αυτός καλύπτει. Ο εξοπλισμός που έχει στην κατοχή του ο χρήστης ξεχωρίζει ποια πακέτα περιέχουν την προσωπική διεύθυνση IP του και ολοκληρώνει τη διαδικασία της προώθησής τους στον υπολογιστή. Στην περίπτωση που ο ISP διαθέτει τη δική του δορυφορική κεραία αλλά τα δεδομένα που ζήτησε ο χρήστης δεν βρίσκονται στον server του, προωθεί την κλήση του χρήστη στην εταιρεία που έχει μισθώσει κάποιο κομμάτι από το εύρος συχνοτήτων του δορυφόρου και εκείνη στη συνέχεια, αφού τα εντοπίσει (ή στον server της ή στον ευρύτερο χώρο του Internet), τα αποστέλλει μέσω δορυφόρου στον υπολογιστή του χρήστη. Αν τα δεδομένα από την άλλη βρίσκονται στον server του ISP, εκείνος με τη σειρά του τα προωθεί απευθείας στον υπολογιστή του χρήστη μέσω της δικής του κεραίας, παρακάμπτοντας την εταιρεία που έχει “ναυλώσει” το δορυφόρο.

4.2 ‘ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ ’



Αν διαβάσατε τα παραπάνω και σκέφτεστε να επενδύσετε στο δορυφορικό Internet, ασφαλώς θα σας ενδιαφέρει η διαδικασία εγκατάστασης της λύσης που θα προμηθευθείτε. Η διαδικασία είναι απλή και παρουσιάζεται στη

συνέχεια.

Σκοπός του άρθρου δεν είναι να περιγράψει πώς γίνεται η εγκατάσταση του δορυφορικού κατόππου, του LNB της καλωδίωσης και γενικά του επικοινωνιακού εξοπλισμού. Ετσι και αλλιώς η εγκατάστασή του πραγματοποιείται από την εταιρεία που παρέχει τη λύση δορυφορικού Internet ή από κάποια άλλη εταιρεία που συνεργάζεται με αυτήν.

Εμείς θα εξηγήσουμε τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται η εγκατάσταση της κάρτας DVB στον υπολογιστή τόσο σε hardware όσο και σε

software επίπεδο και τις αναγκαίες ρυθμίσεις για την πλήρη αξιοποίηση του δορυφορικού Internet. Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι μερικές εταιρείες δεν προσφέρουν κάρτα DVB αλλά εξωτερική συσκευή, η οποία συνδέεται με τον υπολογιστή μέσω του διαύλου USB. Στην προκειμένη περίπτωση το μόνο που αλλάζει είναι ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται η εγκατάσταση της συσκευής και οι υπόλοιπες ρυθμίσεις στα Windows παραμένουν ίδιες.

4.2.1 Τι να προσέξετε

Όπως έχουμε αναφέρει επανειλημμένα στο παρελθόν, οποιαδήποτε επέμβαση στο εσωτερικό του υπολογιστή θα πρέπει να πραγματοποιείται με ιδιαίτερη προσοχή. Ο στατικός ηλεκτρισμός είναι ο μεγάλος κίνδυνος των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων και μπορεί να οδηγήσει στην καταστροφή τους. Ο υπολογιστής θα πρέπει να βρίσκεται εκτός λειτουργίας και καλό είναι ο χρήστης να έχει αποσυνδέσει την τροφοδοσία με ηλεκτρικό ρεύμα για την αποφυγή ατυχημάτων.

4.2.2 Εγκατάσταση της κάρτας DVB

Το πρώτο μέλημα του χρήστη είναι να ανοίξει το κουτί του υπολογιστή του ξεβιδώνοντας τις κατάλληλες βίδες. Στη συνέχεια θα πρέπει να αναζητήσει κάποιο ελεύθερο PCI slot για την τοποθέτηση της κάρτας DVB. Καλό θα είναι η κάρτα να τοποθετηθεί σε όσο είναι δυνατόν μεγαλύτερη απόσταση σε σχέση με τις υπόλοιπες κάρτες του υπολογιστή για την αποφυγή παρεμβολών.

Ο χρήστης θα πρέπει να τοποθετήσει ομοιόμορφα την κάρτα DVB στη θύρα PCI χωρίς πίεση. Στη συνέχεια θα πρέπει να βιδώσει τη βίδα στην κορυφή του slot για τη στήριξη της κάρτας. Η τοποθέτηση της κάρτας έχει ολοκληρωθεί και ο χρήστης μπορεί να κλείσει το κουτί του βιδώνοντας τις βίδες στο σασί. Στο πίσω τμήμα του υπολογιστή διακρίνουμε την υποδοχή στην οποία συνδέεται το καλώδιο που "έρχεται" από το δορυφορικό

κάτοπτρο. Προσεκτικά τοποθετούμε τον connector του καλωδίου στην υποδοχή της κάρτας, πιέζοντας ελαφρά και βιδώνοντας περιστροφικά.

4.2.3 Εγκατάσταση των drivers - Ρυθμίσεις

Θέτουμε τον υπολογιστή σε λειτουργία και αναμένουμε να εισέλθει στο περιβάλλον των Windows. Στην περίπτωση μας εγκαταστήσαμε την κάρτα DVB σε περιβάλλον Windows 2000 Professional, αλλά η διαδικασία εγκατάστασης είναι πανομοιότυπη και στις υπόλοιπες εκδόσεις των Windows. Με την είσοδο στο λειτουργικό σύστημα, τα 2000 αντιλαμβάνονται τη νέα συσκευή και εμφανίζεται ο εύχρηστος hardware Wizard στον οποίο καλείται ο χρήστης να δώσει τη θέση του driver για την εγκατάσταση της κάρτας.

Δηλώνουμε τη θέση των drivers του κατασκευαστή, τα 2000 αναγνωρίζουν την κάρτα (Terayon DVB adapter) και προχωρούν στην εγκατάστασή της. Μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης των drivers ο χρήστης θα πρέπει να εγκαταστήσει την απαραίτητη εφαρμογή για να χρησιμοποιηθεί η κάρτα DVB ως modem client. Η εγκατάσταση της προαναφερόμενης εφαρμογής θα πρέπει να γίνει από το συνοδευτικό software του κατασκευαστή και ακολουθώντας πιστά της οδηγίες, ολοκληρώνεται με επιτυχία.

Στη συνέχεια ο χρήστης θα πρέπει να εκκινήσει την εφαρμογή για χρήση της κάρτας ως modem client και να εισάγει τις αναγκαίες ρυθμίσεις σύμφωνα πάντα με τις οδηγίες της εταιρείας. Οι τιμές τις οποίες θα πρέπει να εισάγει ο χρήστης έχουν να κάνουν με το RF σήμα εισόδου, τη συχνότητα του LNB, την polarity και το φάσμα συχνοτήτων. Οι προαναφερόμενες τιμές περιέχονται στις οδηγίες της εταιρείας και για οποιαδήποτε απορία ο χρήστης θα πρέπει να απευθυνθεί στο τεχνικό τμήμα της.

Το επόμενο βήμα είναι η εγκατάσταση της εφαρμογής με την οποία πραγματοποιείται βελτιστοποιημένη διαχείριση του παρεχόμενου bandwidth, συμπίεση και γενικότερα καλύτερη χρήση του δορυφορικού δικτύου. Η

προαναφερόμενη εφαρμογή διατίθεται επίσης από την εταιρεία και η εγκατάστασή της πραγματοποιείται απρόσκοπτα, αφού χρησιμοποιεί το εύχρηστο περιβάλλον των Windows.

Στη συνέχεια ακολουθεί η δημιουργία εικονικής σύνδεσης (Virtual Private Network Connection) με την εταιρεία που παρέχει το δορυφορικό Internet. Θα πρέπει να υπενθυμίσουμε ότι αναφερόμαστε σε μονόδρομο δορυφορικό Internet, γεγονός το οποίο σημαίνει ότι η ύπαρξη ενός modem και μίας dial-up ή ISDN σύνδεσης είναι αναγκαία. Για την πραγματοποίηση της σύνδεσης VPN χρησιμοποιούμε τον εύχρηστο Network Wizard που ενσωματώνουν τα 2000.

Επιλέγοντας "Next" εισερχόμαστε στην επόμενη φόρμα, στην οποία καλούμαστε να δηλώσουμε στον υπολογιστή αν θα συνδέεται με το Internet χρησιμοποιώντας τη σύνδεση VPN. Επιλέγουμε να μην καλείται αυτόματα η σύνδεση VPN και επιλέγοντας "Next" εισερχόμαστε στην επόμενη φόρμα. Εδώ καλούμαστε να ορίσουμε τον προορισμό της σύνδεσης VPN, δηλαδή το όνομα (host name) ή την IP διεύθυνση του υπολογιστή ή του δικτύου με το οποίο συνδεόμαστε. Επιλέγουμε "Next" και στην επόμενη φόρμα ονομάζουμε τη σύνδεση VPN που μόλις δημιουργήσαμε. Επιλέγοντας "Finish" η δημιουργία της σύνδεσης VPN έχει ολοκληρωθεί.

Επόμενο βήμα είναι η ρύθμιση των παραμέτρων που αφορούν στη σύνδεση VPN που δημιουργήσαμε. Ακολουθούμε τη διαδρομή Start – Settings – Network and Dial-up Connections και επιλέγουμε τη σύνδεση VPN. Εμφανίζεται το παράθυρο σύνδεσης και επιλέγουμε ο τύπος του VPN server που καλείται να είναι αυτόματος. Επίσης επιλέγουμε "Properties" για τη ρύθμιση των παραμέτρων. Οι ρυθμίσεις αφορούν στο πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται, που δεν είναι άλλο από το δημοφιλές TCP/IP. Έτσι, επιλέγουμε "Networking", "μαρκάρουμε" την επιλογή Internet Protocol (TCP/IP) και επιλέγουμε Properties.

Στη φόρμα General που εμφανίζεται φροντίζουμε ο υπολογιστής μας να λαμβάνει τη διεύθυνση IP και τον DNS server αυτόματα. Επιλέγοντας Advanced και General φροντίζουμε η ρύθμιση "Use default gateway on remote network" να μην είναι επιλεγμένη. Επιλέγουμε "OK" και οι ρυθμίσεις

που αφορούν στη σύνδεση VPN ολοκληρώνονται με επιτυχία. Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι στην περίπτωση που το λειτουργικό σύστημα του υπολογιστή είναι τα Windows 98 ή Windows Me θα χρειαστεί επανεκκίνηση του υπολογιστή για να δεχθεί τις νέες ρυθμίσεις.

Στο επόμενο στάδιο θα πρέπει να πραγματοποιήσουμε ρυθμίσεις στον browser που χρησιμοποιούμε, ο οποίος στην περίπτωση μας είναι ο Internet Explorer 5.0. Τον εκκινούμε και ακολουθούμε τη διαδρομή Tools – Internet options – Connections. Στην οθόνη μας εμφανίζονται οι συνδέσεις οι οποίες είναι εγκατεστημένες στον υπολογιστή μας, μεταξύ των οποίων οι dial-up και VPN.

Μαρκάρουμε τη σύνδεση VPN και επιλέγουμε τη ρύθμιση Settings. Στη φόρμα που εμφανίζεται εισάγουμε τα προσωπικά στοιχεία μας (username και password), τα οποία μας έχει δώσει ο παροχέας δορυφορικού Internet. Στη συνέχεια καθορίζουμε τον proxy server που χρησιμοποιείται. Επιλέγουμε τη ρύθμιση "Use a proxy server" και "Advanced" για να καθορίσουμε τις επιμέρους παραμέτρους.

Εισάγουμε για κάθε τύπο server (HTTP, Secure, FTP και Socks) την κατάλληλη proxy διεύθυνση και το κατάλληλο port. Οι προαναφερόμενες ρυθμίσεις αναγράφονται στο manual του παροχέα δορυφορικού Internet. Επιλέγοντας "OK" οι ρυθμίσεις μας για δορυφορικό surfing έχουν ολοκληρωθεί και σειρά έχει η τροποποίηση του λογαριασμού του e-mail μας για να το δεχόμαστε δορυφορικά. Στην περίπτωση μας χρησιμοποιούμε το ενσωματωμένο στα Windows 2000 Outlook Express 5.

Εκκινούμε την εφαρμογή και ακολουθούμε τη διαδρομή Tools – Accounts – Properties – Servers. Αφήνουμε τον Outgoing server ως έχει και ρυθμίζουμε τον Incoming server για να δεχόμαστε δορυφορικά τα e-mails μας. Στη συνέχεια επιλέγουμε "Advanced" και ορίζουμε το port για τα εισερχόμενα e-mails (incoming mail POP3). Επιλέγουμε "OK" και οι ρυθμίσεις για να δεχόμαστε δορυφορικά τα e-mails μας έχουν ολοκληρωθεί.

4.3 ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟΥ INTERNET

Μετά τις προαναφερόμενες ρυθμίσεις είμαστε έτοιμοι να χρησιμοποιήσουμε τη δορυφορική σύνδεσή μας, χωρίς όμως να αποχωριστούμε την επίγεια. Το πρώτο που πρέπει να κάνει ο χρήστης είναι να εκκινήσει την εφαρμογή, η οποία χρησιμοποιεί την κάρτα ως συσκευή modem client. Η εφαρμογή ξεκινά η κάρτα DVB, επικοινωνεί με το κάτοπτρο και ξεκινά η διαπραγμάτευση του κατόπτρου με το δορυφόρο.

Όταν βρεθεί το σήμα, τότε "κλειδώνει", έχοντας επιτευχθεί ένα σημαντικό τμήμα της δορυφορικής επικοινωνίας. Στη συνέχεια ο χρήστης θα πρέπει να συνδεθεί επίγεια με το Internet χρησιμοποιώντας την dial-up ή ISDN σύνδεση που διαθέτει.

Επόμενο βήμα είναι η επικοινωνία με τον παροχέα χρησιμοποιώντας τη σύνδεση VPN. Το τελευταίο βήμα είναι η εκκίνηση της εφαρμογής για τη βελτιστοποίηση της σύνδεσης. Είμαστε πλέον έτοιμοι να απολαύσουμε το ταχύτατο downloading που προσφέρει το μονόδρομο δορυφορικό Internet.

4.3.1 Πώς θα έχω πρόσβαση στο Internet;

Η απάντηση σ' αυτή την ερώτηση χρειάζεται κάποιες διευκρινίσεις. Κάθε παροχέας Internet έχει στη διάθεσή του κάποιο εύρος μοναδικών διευθύνσεων (IP Addresses). Όλα τα πακέτα δεδομένων του παροχέα δρομολογούνται μέσω εξωτερικών πρωτοκόλλων σε συγκεκριμένα κομβικά σημεία του Internet. Κάθε πακέτο έχει και αυτό ένα δικό του εύρος διευθύνσεων. Όλα τα πακέτα δεδομένων που περιλαμβάνουν μία τέτοια διεύθυνση (IP) δρομολογούνται στην πύλη εισόδου του δορυφόρου που είναι ένας διακομιστής μεσολάβησης (proxy server). Αυτός αναλαμβάνει να συλλέξει τα δεδομένα που ζητάτε κάθε φορά και να τα στείλει στο δορυφόρο με τελικό παραλήπτη ΕΣΑΣ.

4.3.2 Πώς θα ρυθμίσω το σύστημα για να λαμβάνω data;

Το “Internet μέσω δορυφόρου” στέλνει μοναδικές πληροφορίες μέσω ενός συγκεκριμένου προγράμματος αναγνώρισης σε όλους τους ψηφιακούς δορυφορικούς πομπούς. Οι τιμές των PIDs και συγκεκριμένα αυτή των 0x200 (hex) χρησιμοποιείται για να στείλει δεδομένα διαμέσου του πακέτου MPEG II. Ο μηχανισμός μετάδοσης είναι συμβατός με το πρότυπο EN 301 192, multiprotocol encapsulation (MPE). Συμβουλευτείτε τις οδηγίες του κατασκευαστή της κάρτας-δέκτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο

ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

5.1 Η ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗ ΨΗΦΙΑΚΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ 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 INTRACOM, το οποίο υποστηρίζει υπηρεσίες unicast (τεχνικές



Hellas Sat launched from Cape Canaveral

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 υπηρεσίες τις οποίες παρέχει είναι οι εξής:



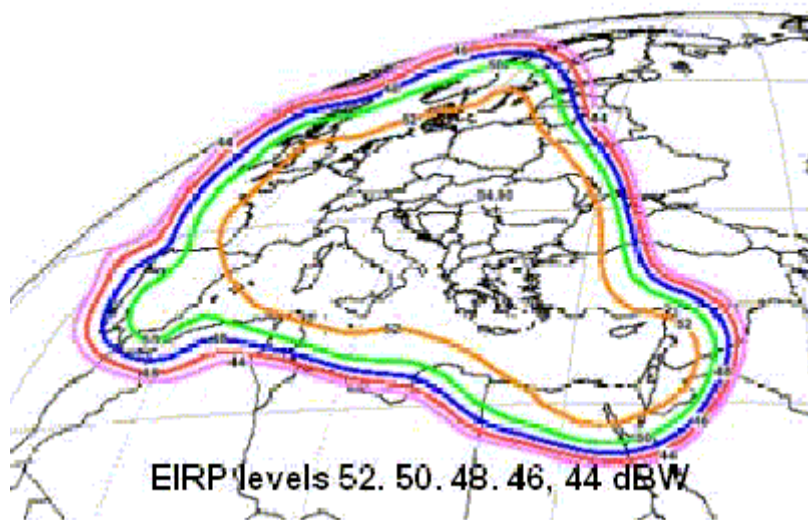
- **δορυφορική μη κωδικοποιημένη** μετάδοση προγράμματος ραδιοτηλεοπτικών σταθμών (Για την ανωτέρω υπηρεσία έχουν ήδη εκδοθεί τιμολόγια και έχουν υλοποιηθεί τα σχέδια σύμβασης).



- **δορυφορικές IP υπηρεσίες** Η ΔΨΠ έχει προμηθευτεί το σύστημα Internet Over Satellite (IOS) της INTRACOM το οποίο υποστηρίζει υπηρεσίες unicast (τεχνικές μονοσημειακής μετάδοσης) και

multicast (τεχνικές πολυσημειακής μετάδοσης). Η υποδομή unicast επιτρέπει την παροχή υπηρεσιών Δορυφορικού INTERNET από ISP'S, ενώ υποστηρίζονται multicast εφαρμογές όπως: **Τηλεκπαίδευσης (Mentor), Διανομής και Διαχείρισης Ηλεκτρονικών Αρχείων (Document Distribution) & Δίκτυο Παρουσιάσεων - Διαφημίσεων/Υποστήριξη Info - kiosks (I-star).**

Ειδικά για τις τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες έχει μισθωθεί αναμεταδότης και στον δορυφόρο W2 (16 ο E) του Eutelsat.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο

ΕΡΕΥΝΑ ΑΓΟΡΑΣ ΓΙΑ ΤΟ INTERNET OVER SATELLITE

6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

Σήμερα στην αγορά υπάρχουν ορισμένα προϊόντα που παρέχουν πρόσβαση στο internet με χρήση δορυφόρου και είναι προσιτά σε κάθε χρήστη. Τα προϊόντα αυτά δίνουν λύση στους χρήστες που ζητούν περισσότερο bandwidth από ότι τους παρέχει η επίγεια υποδομή. Στη συνέχεια του κεφαλαίου παρουσιάζονται συνοπτικά ορισμένα από αυτά.

6.2. TO IOS ΤΗΣ INTRACOM



Στη σημερινή εποχή οι χρήστες του internet παρουσιάζουν διάφορες ανάγκες και απαιτήσεις. Όπως γνωρίζουμε οι περισσότεροι κατεβάζουν πληροφορίες από το δίκτυο παρά στέλνουν, οδηγώντας έτσι προς την ασυμμετρική χρήση του ενώ συνήθως προσπελαίνουν και πληροφορία που ενδιαφέρει πολύ κόσμο, με συνέπεια διάφορες τεχνικές caching να θεωρούνται απαραίτητες. Ταυτόχρονα, πολλά προϊόντα software απευθύνονται σήμερα σε ευρύ κοινό και κατά συνέπεια θα μπορούσαν να γίνουν broadcast σε πολλούς. Παράλληλα πολλοί χρειάζονται την κλασική σύνδεση σημείο προς σημείο για διάφορες εφαρμογές όπως η αποστολή κάποιας συγκεκριμένης φόρμας , για ηλεκτρονικό εμπόριο κλπ. Συνεπώς οποιοδήποτε νέο πρόγραμμα πρόσβασης στο internet όπως το IOS της INTRACOM καλούνται να ικανοποιούν πλήρως τις παραπάνω απαιτήσεις των χρηστών.

Το συγκεκριμένο προϊόν της INTRACOM αποτελεί μια ολοκληρωμένη λύση πρόσβασης στο δίκτυο παρέχοντας και πολλές δυνατότητες στους χρήστες. Το IOS είναι ένα προϊόν λογισμικού για γρήγορη και αξιόπιστη μετάδοση πολυμεσικών δεδομένων (unicast ή multicast) πάνω από υψηλής ταχύτητας ασυμμετρικά IP δίκτυα ή δορυφόρους. Παράλληλα παρέχει στο χρήστη εργαλεία για δημιουργία προγραμματισμό και διαχείριση συνδρομητικών υπηρεσιών δεδομένων πάνω από multicast κανάλια.

Το σύστημα IOS παρέχει αξιόπιστα υπηρεσίες IP unicasting και multicasting χρησιμοποιώντας μια οικογένεια πρωτοκόλλων βασισμένα στο UDP/IP και στις αρνητικές επιβεβαιώσεις , και μπορούν να χρειάζονται ή όχι ένα επιστρεφόμενο μονοπάτι ανάλογα με το είδος της μετάδοσης. Οι απαιτήσεις για bandwidth έχουν μειωθεί χρησιμοποιώντας IP multicasting και caching proxies και στα 2 άκρα, της μετάδοσης και της λήψης. Παράλληλα εφοδιάζει με εργαλεία τους παροχείς πληροφορίας ώστε να μπορούν να δημιουργούν και να διαχειρίζονται Multimedia υπηρεσίες καθώς και τους τελικούς χρήστες ώστε να μπορούν να τις ανακαλύπτουν και να γίνονται συνδρομητές σε αυτές. Επίσης το IOS σύστημα της Intracom είναι πλήρως συμβατό με τα υπάρχοντα προϊόντα λογισμικού που χρησιμοποιούνται στο internet όπως τα: HTTP servers and clients, FTP, mail, news, “push” channels κλπ.

Τα χαρακτηριστικά που διαθέτει παρουσιάζονται παρακάτω:

- Διαθέτει 5 καταστάσεις λειτουργίας
 - Unicast. Ο client κάνει μια αίτηση στο σύστημα για τα δεδομένα που θέλει. Αυτό τότε ελέγχει την cache του downlink server αν τα έχει διαθέσιμα, αν ναι τότε στέλνονται κατευθείαν στον πελάτη. Σε αντίθετη περίπτωση κατεβαίνουν στο downlink server και ύστερα στέλνονται.
 - Αξιόπιστο file multicast. Είναι μια αξιόπιστη multicast κατάσταση λειτουργίας όπου τα δεδομένα βρίσκονται στον uplink server και στέλνονται με multicast. Οι περιπτώσεις των αναμεταδόσεων χειρίζονται όπως στο unicast.

- Αξιόπιστο pipe multicast. Όμοια με το αξιόπιστο file multicast μόνο που τα δεδομένα μεταδίδονται πάνω από ένα καθορισμένο σωλήνα bandwidth.

- Carousel. Στην κατάσταση αυτή τα δεδομένα εκπέμπονται επανειλημμένα σε τακτά χρονικά διαστήματα. Επιστρεφόμενο μονοπάτι δεν απαιτείται αφού σε περίπτωση λάθους τα δεδομένα λαμβάνονται στην επόμενη μετάδοση. Η κατάσταση αυτή είναι πολύ χρήσιμη για download δημοφιλών δεδομένων σε ώρες μη-αιχμής.

- Stream multicast. Είναι μια μη αξιόπιστη κατάσταση μετάδοσης δεδομένων και χρησιμοποιείται για την μετάδοση πραγματικού χρόνου (real time δεδομένα).

- Πραγματοποιεί πλήρη εκμετάλλευση του διαθέσιμου bandwidth.

- Επιτρέπει διάφορα είδη επιστρεφόμενου μονοπατιού (χαμηλής ταχύτητας)

- Dial-up ή internet σύνδεση.

- Δορυφορικό κανάλι (duplex ή simplex)

- Καλωδιακό κανάλι RF.

- Είναι πλήρως συμβατό με το υπάρχον internet client και server λογισμικό.

- Υποστηρίζει τη δημιουργία LANs.

- Έχει κατανομημένη αρχιτεκτονική που είναι ανεκτική σε σφάλματα.

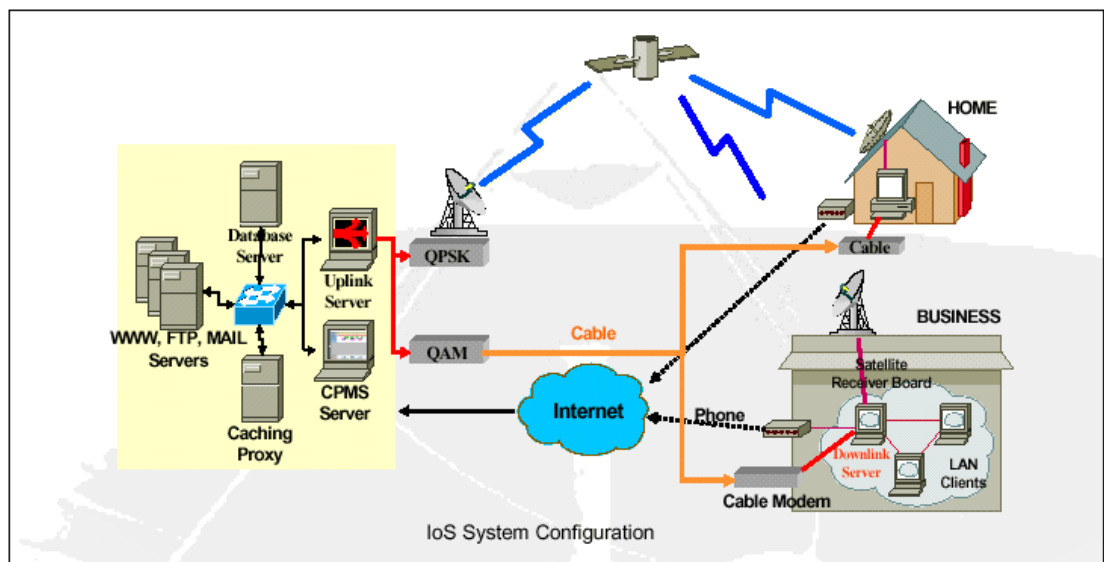
- Διαθέτει multi-user κατάσταση για δημιουργία ομάδων συζήτησης και παιχνίδια. Σε αυτή την κατάσταση διαθέτει unicast και multicast modes.

- Προσφέρει ανεξαρτησία από το hardware (γραμμένο σε Java).

Εκτός των παραπάνω τεχνικών χαρακτηριστικών το IOS σύστημα της INTRACOM προσφέρει:

- Υψηλή ταχύτητα λειτουργίας (πάνω από 10Mbps για κάθε σύνδεση)
- Caching proxies για να μειώσει την κίνηση στο δίκτυο
- Διάφορα εργαλεία διαχείρισης και παρουσίασης
- Συνέπεια
- Και τέλος προσφέρει ασφάλεια(CA based. SSI based).

Στη συνέχεια παρουσιάζεται μια σχηματική περιγραφή της λειτουργίας του συστήματος:



Παράλληλα το σύστημα αυτό θεωρείται ιδιαίτερα αποδοτικό για εταιρίες αφού τους προσφέρει διάφορα σημαντικά χαρακτηριστικά που αυτές επιθυμούν. Αυτά είναι:

- Χαμηλό λειτουργικό κόστος
- Χρησιμοποίηση μεγάλου εύρους ζώνης
- Αποδοτική διαχείριση του bandwidth.

- Δυνατότητα λειτουργίας με ή χωρίς επιστρεφόμενο μονοπάτι.
- Δυνατότητα να στέλνουν ταυτόχρονα δεδομένα σε πολλούς πελάτες.

Συμπερασματικά το IOS είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα για υψηλής ταχύτητας μετάδοση και λήψη IP δεδομένων πάνω από broadband ασυμμετρικά δίκτυα. Το σύστημα αυτό απευθύνεται σε διαχειριστές δικτύων (δορυφορικών ή καλωδιακών) και σε ISPs που θέλουν να επιτύχουν:

- Multimedia υπηρεσίες υψηλής ταχύτητας μέσω IP multicast (αξιόπιστες ή μη).
- Υπηρεσίες μετάδοσης αρχείων με μεγάλη ταχύτητα
- Πολύ γρήγορο internet browsing.

Επίσης με τις δυνατότητες που έχει υποστηρίζει εφαρμογές όπως:

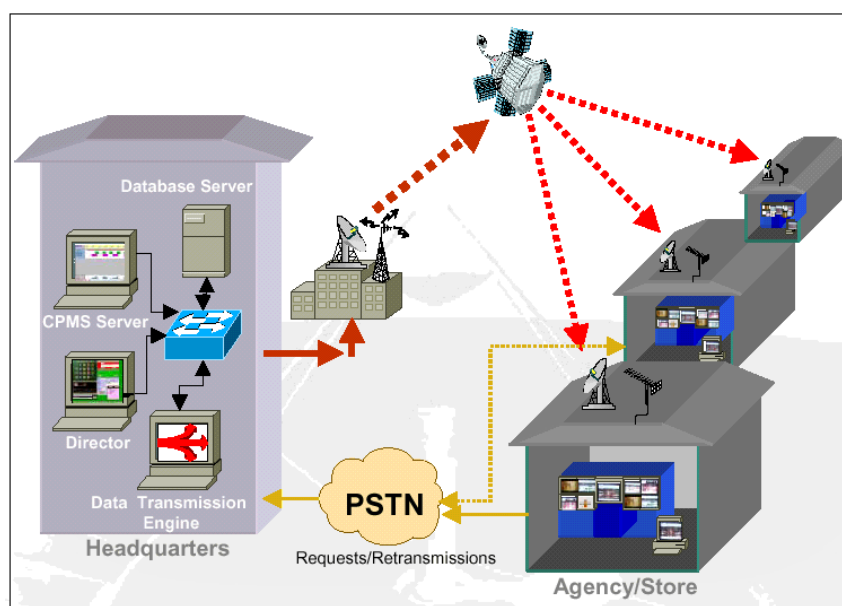
- Γρήγορη πρόσβαση στο internet
- Web casting
- Υπηρεσία News.
- Τηλε-εκπαίδευση
- Ψυχαγωγία , παιχνίδια
- Δημιουργία LANs.

Τέλος να τονίσουμε ότι το IOS σύστημα χρησιμοποιείται από την NDS Limited στο δικό της broadcast δίκτυο δεδομένων. Αυτό λειτουργεί πάνω από τα υπάρχοντα ψηφιακά τηλεοπτικά, βασισμένα σε DVB, δορυφορικά κανάλια και MediaStorm, μια εκλεπτυσμένη δόση του DBN. Πελάτες του DBN είναι διάφορες εταιρίες ανά τον κόσμο όπως το Reuters, η Cyberstar/Loral στις

Ηνωμένες πολιτείες και η Globecast στη Βρετανία. Επίσης το IOS σύστημα χρησιμοποιείται με άδεια και από την ViaSat Corp.

Η INTRACOM παράλληλα με το σύστημα IOS έχει υλοποιήσει και ορισμένα άλλα παρεμφερή συστήματα που χρησιμοποιούν τη λογική του IOS και απευθύνονται σε επιχειρήσεις για συγκεκριμένες εφαρμογές. Αυτά είναι τα ακόλουθα:

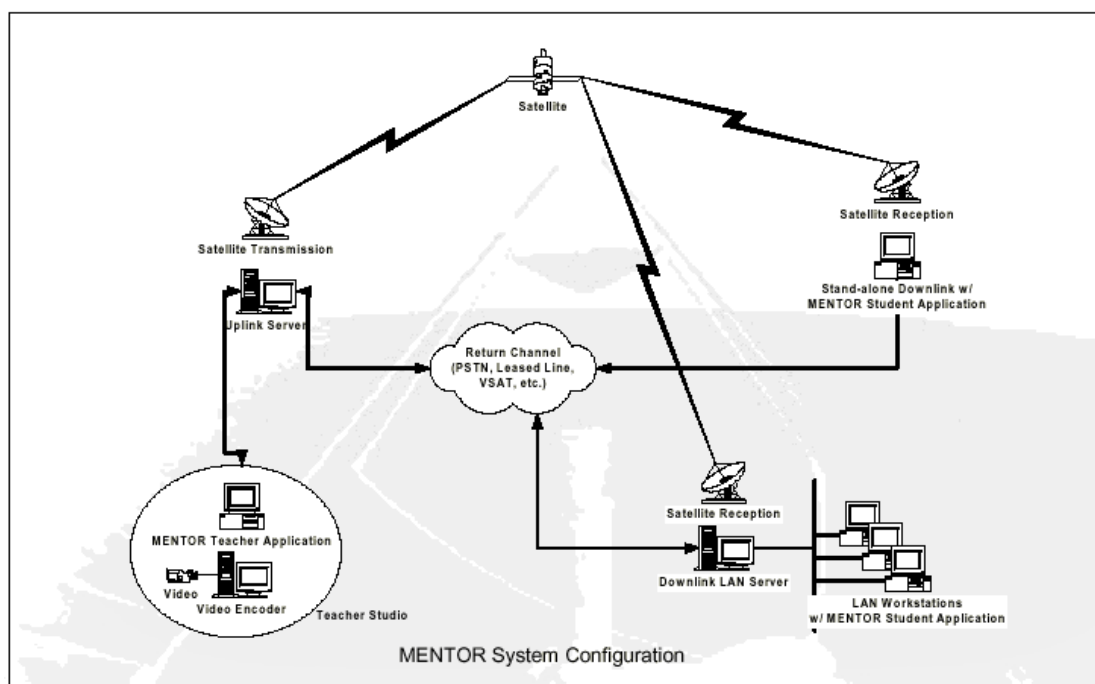
➤ Το σύστημα I-Star αποτελεί μια πλήρη λύση για δημιουργία και μετάδοση δεδομένων και πληροφοριών μιας μεγάλης επιχείρησης σε διάφορα απομακρυσμένα σημεία μεταξύ τους με χρήση δορυφόρου. Μια σχηματική αναπαράσταση φαίνεται ακολούθως:



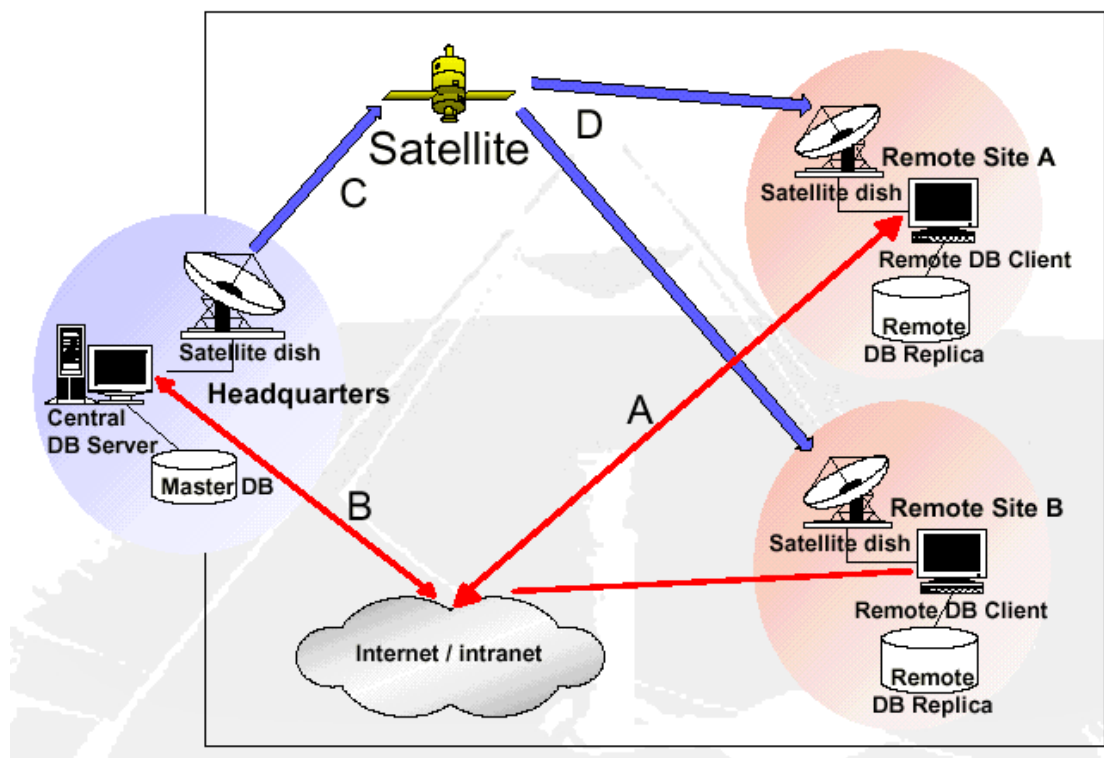
➤ Το σύστημα αυτό ακολουθεί τις αρχές και τα πρότυπα του IOS και προσφέρει και πολλά από τα χαρακτηριστικά του όπως χαμηλό λειτουργικό κόστος, υψηλή εκμετάλλευση του bandwidth, δυνατότητα real time μετάδοσης κ.α. Το στοιχείο όμως που το κάνει να ξεχωρίζει επιπλέον είναι η δυνατότητα που έχει να υποστηρίζει το ηλεκτρονικό εμπόριο. Όπως βλέπουμε και στο σχήμα κάθε υπολογιστής (ή τοποθεσία) είναι εφοδιασμένος με δορυφορικό δέκτη και κατάλληλη κάρτα, ενώ χρησιμοποιεί ως επιστρεφόμενο μονοπάτι μια χαμηλής ταχύτητας IP σύνδεση. Η σύνδεση θεωρείται ασφαλής

και σε συνδυασμό με το ότι από το δορυφόρο στέλνεται πληροφορία σε όλους το κάνει ιδανικό για εφαρμογές ηλεκτρονικού εμπορίου.

➤ Το σύστημα Mentor. Αυτό είναι ένα εκπαιδευτικό σύστημα που βασίζεται στη λογική του IOS και ακολουθεί τις ίδιες αρχές. Ο στόχος του είναι να εκπαιδεύει άτομα που βρίσκονται σε διαφορετικές περιοχές ταυτόχρονα. Αυτό απευθύνεται σε μεγάλες επιχειρήσεις που χρειάζονται συχνή εκπαίδευση του προσωπικού τους το οποίο βρίσκεται διασκορπισμένο σε μεγάλες γεωγραφικές αποστάσεις. Το σύστημα παρέχει εργαλεία και δυνατότητες αλληλεπίδρασης των χρηστών μεταξύ τους και ανταλλαγής σχολίων και ιδεών. Αυτό πραγματοποιείται με την ανταλλαγή κειμένων, φωνής και video και κάθε στιγμή κάθε συνομιλητή-μαθητής ή ο καθηγητής μπορεί να ζητήσει τον έλεγχο της εφαρμογής από τον διαχειριστή και να εκφράσει τις ιδέες του. Συμπερασματικά το Mentor αποτελεί ένα πρωτοποριακό εκπαιδευτικό εργαλείο με πολλαπλές δυνατότητες που θα βρει σίγουρα εφαρμογή σε ευρύτερη κλίμακα στο μέλλον. Σχηματικά αυτό παρουσιάζεται στο επόμενο σχήμα:



➤ Τέλος υπάρχει και το σύστημα Darts που είναι μια πιο προχωρημένη λύση και στοχεύει σε εφαρμογές online τραπεζών, ηλεκτρονικού εμπορίου και υποστήριξης πελατών. Το σύστημα αυτό παρέχει συνδετικότητα βάσεων δεδομένων χρησιμοποιώντας αντίγραφα και τεχνικές συγχρονισμού. Αυτό επιτρέπει σε πολλαπλά remote sites να δουλεύουν με αντίγραφα και να παραμένουν ενημερωμένοι σε όλη τη διάρκεια που αυτά είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο. Επίσης υποστηρίζουν offline λειτουργίες και περιοδικό συγχρονισμό. Γενικά το σύστημα αυτό παρέχει άμεση, αποδοτική και ασφαλή πρόσβαση σε συστήματα βάσεων δεδομένων πολλαπλών remote sites εκμεταλλευόμενο τα χαρακτηριστικά των κατανεμημένων βάσεων δεδομένων και του multicasting. Ο χρήστης δεν χρειάζεται να γνωρίζει τον τρόπο που γίνεται η επικοινωνία (για παράδειγμα τα πρωτόκολλα κλπ) αλλά αυτά τα αναλαμβάνει το σύστημα. Καταλήγοντας είναι ένα πρωτοποριακό σύστημα για δύσκολες και απαιτητικές λειτουργίες- εφαρμογές που απαιτούν μέγιστη ασφάλεια, όπως ηλεκτρονικές τράπεζες και εμπόριο, το οποίο στο μέλλον θα βρει ευρύτατη εφαρμογή. Σχηματικά η αρχιτεκτονική του περιγράφεται ακολούθως:



6.3 ΑΛΛΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΙΟΝΤΑ

Λίγες είναι οι εταιρίες που παρέχουν υπηρεσίες δορυφορικής σύνδεσης με το Διαδίκτυο. Αναφέρουμε ενδεικτικά ορισμένες, οι οποίες δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα και το εξωτερικό:

- Η **SMDATA** (<http://www.smdata.gr/>) παρέχει αμφίδρομο (και όχι μόνο) δορυφορικό Internet με την υπηρεσία SAT_SPEEDpro. Το SAT_SPEEDpro λειτουργεί χωρίς τη χρήση τηλεφωνικής γραμμής και modem. Οι ταχύτητες σύνδεσης αρχίζουν από 512 kbps και φθάνουν τα 2 Mbps. Το καθημερινό download στη μέγιστη ταχύτητα σύνδεσης μπορεί να ανέρχεται σε 512 MB ή και περισσότερο, ανάλογα με το πακέτο σύνδεσης. Άλλα πακέτα της SMDATA είναι τα SAT_SPEEDeasy, SAT_SPEED+ και SAT_SPEEDscale.

- Η **Marinet** (<http://www.marinet.gr/satellite/>) 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 προσαρμοσμένη στις ανάγκες του ελεύθερου επαγγελματία, ιδανική για γραφείο, Internet Cafι, αρχιτέκτονες, μηχανικούς, δικηγόρους, γιατρούς, διαφημιστές, κ.λπ. που δουλεύουν ακόμα και από το σπίτι τους. Προσφέρει μόνιμη αμφίδρομη δορυφορική σύνδεση Internet, με ταχύτητες από 64 Kbps έως 512 Kbps.

- Δορυφορικό Internet παρέχει και η pl@net1 (<http://www.planet1.gr/index1.asp>). Βασίζεται στη συμβατική σύνδεση με το Διαδίκτυο μέσω παρόχου (ISP) και τη λήψη δεδομένων μέσω δορυφόρου. Το κυριότερο πλεονέκτημα της δορυφορικής σύνδεσης της pl@net1 είναι η δυνατότητα επίτευξης ταχυτήτων από 512 Mbps έως 8 Mbps σε 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 στην Ελλάδα.

- **SATSPEED** (<http://www.sat-speed.net/>). Λειτουργεί μέσω του δορυφόρου EUROBIRD 28.5ο της EUTELSAT. Η σύνδεση πραγματοποιείται μέσω δορυφορικού κατόπτρου 100 cm και DVB κάρτας στον Η/Υ. Για τη σύνδεση απαιτείται συνδρομή dial-up σε τοπικό ISP. Η εταιρία υπόσχεται ταχύτητες download έως και 2 MBit. Η υπηρεσία λειτουργεί χωρίς χρήση proxy και VPN (Ιδεατά Ιδιωτικά Δίκτυα), μέσω του λογισμικού sat4u, το οποίο λειτουργεί σε περιβάλλον WIN9x, 2000 και Linux. Επιτρέπονται όλα τα πρωτόκολλα επικοινωνίας (FTP, TELNET, MAIL κλπ).

- Η **StarBand Communications** (<http://www.starband.com/>) παρέχει αμφίδρομο δορυφορικό Internet. Η εταιρία γεννήθηκε από τη συνεργασία της Microsoft με την Echostar. Η StarBand υπόσχεται ταχύτητες για download 500 kbps (150kbps σε περίπτωση υψηλού φόρτου), ενώ το upload θα κυμαίνεται στα 50 kbps. Για την ώρα η υπηρεσία χρησιμοποιεί μόνο δύο δορυφόρους: τον GE-4 και τον Telstar 7.

- Η **EuropeOnLine** (<http://www.europeonline.com/>) προσφέρει ένα συνδυασμό unicast και multicast συνδέσεων, παρέχοντας τη δυνατότητα παραγγελίας αρχείων και "κατεβάσματος" στον υπολογιστή. Η εκπομπή των αρχείων δεν γίνεται αμέσως αλλά μέσα σε κάποιο χρονικό διάστημα. Με ορισμένα προγράμματα, οι εκπομπές αυτές, αν και προστατεύονται συνήθως, μπορούν να γίνουν ορατές και από τους υπόλοιπους χρήστες, με δυνατότητα λήψης των αρχείων.

6.3.1 Υπηρεσίες που υλοποιούνται

Οι βασικότερες υπηρεσίες που υλοποιούν σήμερα οι εταιρίες παροχής δορυφορικού internet είναι οι παρακάτω.

Push services

Αυτή η υπηρεσία είναι κυρίως για το μονόδρομο internet. Ο χρήστης όταν είναι συνδεδεμένος με την επίγεια σύνδεση του, επιλέγει κάποια μεγάλα αρχεία που θέλει και στην συνέχεια κλείνει την επίγεια σύνδεσή του. Το αρχείο

κατεβαίνει στον υπολογιστή του μέσω ιδικών πρωτοκόλλων(σε πολύ υψηλά στρώματα) μέσω μίας μονόδρομης σύνδεσης. Τα πρωτόκολλα αυτά είναι ειδικά, και έχουν πολύ εξελιγμένο σύστημα διόρθωσης λαθών, γιατί δεν μπορούν να έχουν επιβεβαίωση αποστολής, λόγω της μονόδρομης σύνδεσης.

Μια ακόμα δυνατότητα που μπορεί να υλοποιηθεί είναι η ειδοποίηση για e-mail, ακόμα και όταν ο χρήστης δεν είναι συνδεδεμένος με την επίγεια σύνδεσή του στο internet. Ένας server ελέγχει την θυρίδα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του χρήστη σε τακτά χρονικά διαστήματα και αν υπάρχει κάποιο μήνυμα, του το στέλνει 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.

6.3.2 Ενδεικτικές εταιρίες παροχής

Αναφέρονται ενδεικτικά οι ηλεκτρονικές διευθύνσεις από ορισμένες εταιρίες παροχής δορυφορικού ίντερνετ:

<http://www.europeonline.com//>

<http://www.starband.com//>

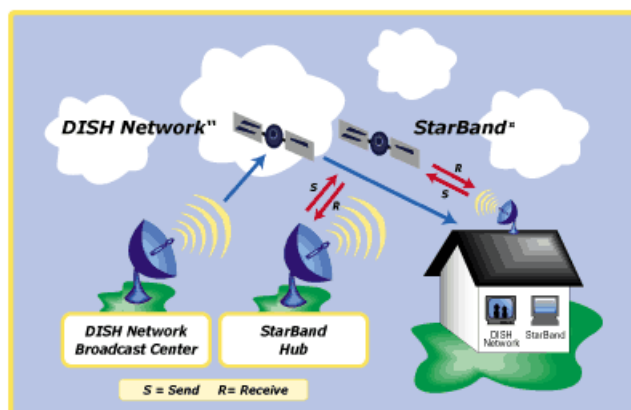
<http://www.ispreview.co.uk/broadband/sat.shtml>

<http://www.smdata.gr//>

<http://www.marinet.gr/satellite/>

<http://www.planet1.gr/index1.asp>

<http://www.sat-speed.net//>



ΕΠΙΛΟΓΟΣ

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ INTERNET: Ήρθε για να μείνει



Έγκυρες έρευνες προβλέπουν τη θεαματική αύξηση του αριθμού χρηστών δορυφορικού Internet σε χώρες στις οποίες παρέχονται και άλλες σύγχρονες, καινοτόμες μέθοδοι σύνδεσης με μεγάλες ταχύτητες. Στην Ελλάδα, όπου αυτή τη στιγμή το δορυφορικό Internet αποτελεί τη μόνη λύση προς αυτή την κατεύθυνση, δεν μπορεί παρά το μέλλον του να είναι λαμπρό.

Το δορυφορικό Internet σήμερα αποτελεί τη μοναδική επιλογή για σύνδεση μεγάλου bandwidth στη χώρα μας. Θα εξακολουθήσει, όμως, να είναι μοναδική και στο μέλλον για όσους χρήστες δεν κατοικούν σε αστικά κέντρα, καθώς δεν υπάρχει ο περιορισμός της μικρής απόστασης από τον provider, όπως συμβαίνει στην περίπτωση των τεχνολογιών xDSL. Οι ταχύτητες που προσφέρει στον τελικό χρήστη, όπως διαπιστώσαμε κατά τη διάρκεια των δοκιμών μας, είναι εντυπωσιακές. Η απλή σύνδεση dial-up μπορεί να προσφέρει στο χρήστη ταχύτητες ύψους 5Kbytes το δευτερόλεπτο υπό ιδανικές συνθήκες, ενώ η γραμμή ISDN 128Kbps προσφέρει ταχύτητες που μπορεί να φτάσουν τα 16Kbytes το δευτερόλεπτο. Σε αντιδιαστολή η σύνδεση μέσω δορυφόρου μπορεί να προσφέρει ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων (για την ακρίβεια downloading) που ξεκινούν από τα 20Kbytes ανά δευτερόλεπτο και μπορεί να αγγίξουν τα 400Kbytes ανά δευτερόλεπτο, ανάλογα με τον εξοπλισμό και την εταιρεία που προσφέρει την πρόσβαση. Φυσικά, πρέπει να λάβουμε υπόψη μας ότι, προς το παρόν, οι χρήστες του δορυφορικού Internet είναι ολιγάριθμοι και γι' αυτό καθένας τους έχει στη διάθεσή του άπλετο bandwidth. Όταν στο μέλλον ο αριθμός τους αυξηθεί σημαντικά, ενδεχομένως οι ταχύτητες να ελαττωθούν αισθητά. Για το λόγο

αυτόν έχουν ιδιαίτερη αξία οι δεσμεύσεις των εταιρειών παροχής δορυφορικού Internet για την ύπαρξη μιας εγγυημένης ελάχιστης ταχύτητας downloading.

Άξιο αναφοράς είναι επίσης ότι οι συγκεκριμένες εταιρείες μπορούν να φροντίσουν σχεδόν τα πάντα για εσάς. Έτσι, θα αναλάβουν να σας εγκαταστήσουν την ειδική κάρτα δορυφορικής λήψης, η οποία μπορεί να έχει και κύκλωμα παρακολούθησης δορυφορικών καναλιών και τη δορυφορική κεραία, την οποία μπορείτε να παραγγείλετε στο μέγεθος που κρίνετε ότι ταιριάζει περισσότερο στις ανάγκες σας. Ακόμη, θα πραγματοποιήσουν τις κατάλληλες συνδέσεις αλλά και την εγκατάσταση του απαραίτητου λογισμικού στον υπολογιστή σας. Το κόστος κτήσης του εξοπλισμού αλλά και η μηνιαία συνδρομή, αν και είναι υψηλότερα από τα αντίστοιχα μιας σύνδεσης ISDN, δεν είναι έξω από τις δυνατότητες του τελικού χρήστη. Αντίθετα το δορυφορικό "πακέτο" καθίσταται ελκυστικό αν συνυπολογιστούν αυτά που προσφέρει. Με τη δορυφορική σύνδεση μπορεί να κατεβάζει κανείς εκατοντάδες Mbytes αρχείων σε λίγα λεπτά, να παίζει απαιτητικά on-line games ή και να βλέπει με αποδεκτή ποιότητα ολόκληρες κινηματογραφικές ταινίες από sites που τις προσφέρουν στο Internet ελεύθερα ή επί πληρωμή. Οσοι όμως πραγματοποιούν σημαντικό σε όγκο uploading, θα διευκολυνθούν από τη χρήση εκ παραλλήλου μιας ISDN γραμμής. Παράλληλα με τις λύσεις μονόδρομου δορυφορικού Internet που αφορούν κυρίως στους τελικούς χρήστες, αναφερθήκαμε και σε λύσεις δικατευθυντήριου δορυφορικού Internet, που απευθύνονται σε εταιρείες. Στην περίπτωση αυτή, η δορυφορική σύνδεση είναι αμφίδρομη, αν και η ταχύτητα αποστολής δεδομένων είναι αρκετά υποδεέστερη της ταχύτητας λήψης. Οι λύσεις αυτές έχουν πολύ μεγαλύτερο κόστος εξοπλισμού και ακριβότερη μηνιαία συνδρομή. Εντούτοις, δεν πρέπει να μας διαφεύγει ότι υπάρχει δυνατότητα χρήσης της δορυφορικής σύνδεσης από περισσότερους του ενός PCs που είναι συνδεδεμένοι σε δίκτυο, χωρίς τη χρήση ειδικευμένων routers που θα ανέβαζαν σημαντικά το κόστος. Φυσικά, όταν ο αριθμός των PCs του δικτύου είναι μεγάλος, είναι απαραίτητη η συνεννόηση της ενδιαφερόμενης επιχείρησης με τον παροχέα δορυφορικού Internet, μια και απαιτείται μελέτη των αναγκών της και άλλης κατηγορίας λύσεις. Θα πρέπει να σημειώσουμε επίσης ότι δυνατότητα χρήσης της δορυφορικής σύνδεσης από περισσότερα

του ενός PCs παρέχεται και σε λύσεις μονόδρομου Internet που απευθύνονται σε μικρές επιχειρήσεις.

Εν κατακλείδι, το δορυφορικό Internet αποτελεί την καλύτερη δυνατή λύση για τους Έλληνες χρήστες και τις επιχειρήσεις της χώρας μας, που δεν θέλουν να περιμένουν το μέλλον αφού ήδη το έχουν στα χέρια τους.



BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ♦ **Andrew S. Tanenbaum:** Δίκτυα υπολογιστών, Τρίτη έκδοση
- ♦ **M.H. Hadjitheodosiou, A. Ephremides, D. Fridman:** Broadband Access via Satellite
- ♦ **Michael Orr:** Internet Access via Satellite: Problems and Solutions
- ♦ **Vijay G. Baradwaj, John S. Baras, Norman P. Butts:** Internet Service via Broadband Satellite Networks
- ♦ **Vijay G. Baradwaj, John S. Baras, Norman P. Butts:** An Architecture for Internet Service via Broadband Satellite Networks
- ♦ **Michael Orr:** Enhanced Throughput for Satellite Multicasting
- ♦ **V. Arora, N. Suphasindhu, J. S. Baras, D. Dillon:** Effective Extensions of Internet in Hybrid Satellite – Terrestrial Networks
- ♦ **Mark Allman, Spencer Dawkins, Dan Glover, Jim Griner, Diepchi Tran, Tom Henderson, John Heidemann, Joe Touch, Hans Kruse, Shawn Ostermann, Keith Scott, Jeff Semke:** Ongoing TCP Research Related to Satellites
- ♦ **Mark Allman, Dan Glover, Luis Sanchez:** Enhancing TCP Over Satellite Channels using Standard Mechanisms
- ♦ **S. Ramseier:** LAN Interconnection by Satellite – A Literature Review
- ♦ **Stephen M. Payne, John Baras:** Reliable Multicasting via Satellite: Delay Considerations
- ♦ **M. M. R. Bryson:** Performance Analysis of a Hybrid Cellular Satellite System: Hybrid Cellular Satellite Handoffs
- ♦ **Ozgur Ereetin, Leandros Tassioulas:** Satellite – Terrestrial Wireless Broadcast Networks

- ♦ **John S. Baras, Isatou Secka:** High Performance IP Multicasting Over Wireless Satellite _ Terrestrial Networks
- ♦ **V. Arora, N. Suphasindhu, D. Dillon:** Asymmetric Internet Access Over Satellite – Terrestrial Networks