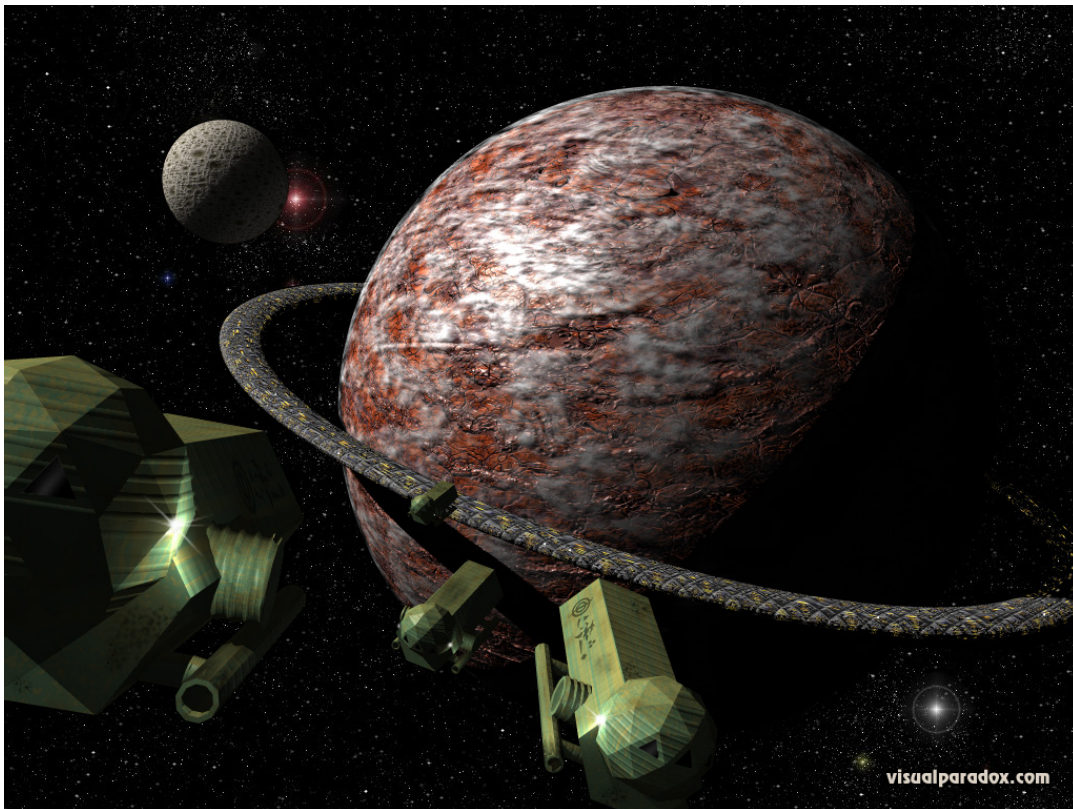


**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
(Τ.Ε.Ι.) ΗΠΕΙΡΟΥ(ΑΡΤΑΣ).**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:
ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ**

**ΤΩΝ ΦΟΙΤΗΤΩΝ:
ΚΟΝΤΟΓΙΑΝΝΗ ΜΑΡΙΑ 899
ΚΟΛΙΟΣΠΥΡΟΣ ΣΤΕΛΙΟΣ 793**



**Ο ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:
ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΛΑΜΠΡΟΥ
{ΕΤΟΣ 2003-2004}**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΥΦΟΡΩΝ

- 2.1 : ΔΟΥΦΟΡΟΙ
- 2.2 : ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΕΝΟΣ ΔΟΥΦΟΡΟΥ
- 2.3 : ΤΜΗΜΑΤΑ ΔΟΥΦΟΡΟΥ
- 2.4 : ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΣΗΣ ΣΤΗΝ ΤΡΟΧΙΑ
- 2.5 : ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
- 2.6 : ΤΡΟΧΙΕΣ ΔΟΥΦΟΡΟΥ
 - 2.6.1 : ΓΕΩΣΤΑΤΙΚΗ ΤΡΟΧΙΑ
 - 2.6.2 : ΙΣΗΜΕΡΙΝΗ ΤΡΟΧΙΑ
 - 2.6.3 : ΠΟΛΙΚΗ ΤΡΟΧΙΑ
 - 2.6.4 : ΤΡΟΧΙΑ ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΕΝΗ ΜΕ ΤΟΝ ΗΛΙΟ
 - 2.6.5 : ΕΛΛΕΙΠΤΙΚΕΣ ΤΡΟΧΙΕΣ
 - 2.6.6 : ΧΑΜΗΛΕΣ ΤΡΟΧΙΕΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΟΥΦΟΡΙΚΩΝ ΚΑΝΑΛΙΩΝ

- 3.1 : ΘΟΥΒΟΣ
- 3.2 : ΕΥΡΟΣ ΖΩΝΗΣ
- 3.3 : ΜΕΓΑΛΗ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΑΝΑΔΡΑΣΗΣ
- 3.4 : ΜΕΓΑΛΟ ΓΙΝΟΜΕΝΟ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ – ΕΥΡΟΣ ΖΩΝΗΣ
- 3.5 : ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΔΟΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

- 4.1 : ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΚΑ ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ
- 4.2 : Ο ΔΟΥΦΟΡΟΣ ΩΣ ΤΕΛΕΥΤΑΙΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ
- 4.3 : ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ
- 4.4 : ΣΗΜΕΙΟ ΠΡΟΣ ΣΗΜΕΙΟ ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ
- 4.5 : ΔΙΚΤΥΑ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΔΟΥΦΟΡΙΚΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ
- 4.6 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : INTERNET OVER SATELLITE

- 5.1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- 5.2 : ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΣ ΔΟΥΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΓΕΙΑΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΤΟ INTERNET
- 5.3 : ΕΙΔΗ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ
- 5.4 : ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
- 5.5 : ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ
- 5.6 : ΘΕΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
- 5.7 : ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ
- 5.8 : ΠΡΟΣΦΕΡΟΜΕΝΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ

- 6.1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- 6.2: ΜΕΘΟΔΟΣ T/TCP ΚΑΙ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΕΠΙΛΥΣΗΣ TCP ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ
- 6.3: ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΑΡΓΗΣ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ
- 6.4: ΑΝΑΚΑΜΨΗ ΑΠΟ ΑΠΩΛΕΙΕΣ
- 6.5: ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΠΩΛΕΙΩΝ
- 6.6: ΑΠΟΦΥΓΗ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ
- 6.7: ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
- 6.8: ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΩΝ TCP ΠΑΚΕΤΩΝ
- 6.9: ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ TCP ΕΠΙΚΕΦΑΛΙΔΩΝ
- 6.10: ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗΣ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ
- 6.11: ΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΑ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : IoS TIS INTRACOM

- 7.1: ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ IoS
- 7.2: ΤΟ ΣΚΕΠΤΙΚΟ ΤΟΥ IoS
- 7.3: Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
- 7.4: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΙΚΤΥΟΥ
- 7.5: ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ (modes) ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
- 7.6: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
- 7.7: ΥΠΟΜΟΝΑΔΕΣ (modules) ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ
- 7.8: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ multicast ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ
- 7.9: ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ
- 7.10: ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
- 7.11: ΑΝΑΦΟΡΕΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : Η ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΤΗΣ ΤΗΛΕ-ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΜΕΣΩ ΔΟΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

- 8.1: ΤΟ ΑΦΡΙΚΑΝΙΚΟ ΙΔΕΑΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ (AFRICAN VIRTUAL UNIVERSITY-AVU)
 - 8.1.1: ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ AVU
 - 8.1.2: ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ
- 8.2: ΤΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΟΥ ΙΣΡΑΗΛ
 - 8.2.1: ΝΕΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ
 - 8.2.2: INTERACTIVE TEACHING VIA COMPUTER COURSEWARE-MULTIMEDIA
 - 8.2.3: TV-ASSISTED TEACHING TELECOURSES
- 8.3: SERC (SATELLITE EDUCATIONAL RESOURCES CONSORTIUM)-WESTERN ILLINOIS UNIVERSITY
- 8.4: SKYPLEXNET

ΔΟΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

8.4.1: SKYPLEXNET ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

8.4.2: DISTANCE LEARNING SERVICE

8.4.3: DISTANCE LEARNING CLIENT PLATFORM

8.4.4: CLIENT SOFTWARE

8.4.4.1: COURSE BROWSER

8.4.4.2: INTERACTION MANAGEMENT

8.4.4.3: COMMUNICATION

8.4.4.4: COLLECTIVE USER DVB RECEIVER

8.4.5: TELEMATIC UNIVERSITY APPLICATION

ARCHITECTURE

8.5: EDUCATION DIRECT

8.6: EDUNET

8.6.1: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΙΚΤΥΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ : 1

Τα τελευταία χρόνια η ανάγκη για δίκτυα υψηλών ταχυτήτων, που ακολούθησε τη ραγδαία ανάπτυξη και εξάπλωση του Διαδικτύου, οδήγησε στην εμφάνιση ασύρματων λύσεων. Σε αυτή την κατεύθυνση, ανήκουν και οι δορυφορικές επικοινωνίες, οι οποίες δίνουν τη δυνατότητα επικοινωνίας σε ένα σύνολο χρηστών, που βρίσκονται γεωγραφικά διασκορπισμένοι. Το γεγονός ότι οι δορυφόροι μπορούν και καλύπτουν μεγάλες περιοχές της επιφάνειας της γης, δίνει την ικανότητα επικοινωνίας σε περιοχές όπου η τεχνολογική υποδομή είναι ανεπαρκής ή οικονομικά ασύμφορη, όπως και το πλεονέκτημα σύνδεσης με κινούμενους χρήστες.

Οι δορυφόροι, ως σύνδεσμοι επικοινωνίας, μπορούν να τοποθετηθούν, σε οποιοδήποτε σημείο ενός δικτύου και σε διαφορετικές τροχιές γύρω από τη γη, διαμορφώνοντας ένα σύνολο από δικτυακές τοπολογίες.

Τα χαρακτηριστικά των δορυφορικών καναλιών, διαμορφώνουν ένα σύνολο ιδιαιτεροτήτων για τα δορυφορικά συστήματα επικοινωνίας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ότι τα χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα επικοινωνίας, όπως το TCP, αντιμετωπίζουν αδυναμίες στην εφαρμογή τους. Η σύγχρονη επιστημονική έρευνα στρέφεται στην προσπάθεια βελτίωσης του TCP πρωτοκόλλου και στη δημιουργία ενός νέου συνόλου πρότυπων πρωτοκόλλων για τις δορυφορικές επικοινωνίες.

Ταυτόχρονα τα πλεονεκτήματα των δορυφορικών δικτύων, όπως το μεγάλο διαθέσιμο εύρος ζώνης και οι μεγάλες ταχύτητες στη μετάδοση των δεδομένων, οδηγούν στην ανάπτυξη του Internet over Satellite καθώς και σε νέες παρεχόμενες υπηρεσίες που αυτό μπορεί να εξασφαλίσει. Στα πλαίσια αυτής της άσκησης θα αναφερθούμε στη μέχρι τώρα επιστημονική έρευνα στο πεδίο των δορυφορικών δικτύων και στις μελλοντικές προοπτικές που ανοίγονται.

Πιο αναλυτικά, στο κεφάλαιο 2 θα δούμε τις βασικές αρχιτεκτονικές των δορυφορικών δικτύων, ενώ στο κεφάλαιο 3 θα παρουσιάσουμε ορισμένα από τα χαρακτηριστικά των δορυφορικών δικτύων και τα προβλήματα εφαρμογής του TCP πρωτοκόλλου εξαιτίας αυτών. Στο κεφάλαιο 4 θα επικεντρωθούμε σε μηχανισμούς βελτίωσης και επέκτασης του TCP πρωτοκόλλου για δορυφορικά δίκτυα. Αν και οι προτεινόμενες λύσεις και επεκτάσεις είναι πολλές, οι περισσότερες βρίσκονται σε πειραματική μελέτη και δεν

ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

έχουν ακόμα γίνει αποδεκτές ως πρότυπα. Στο κεφάλαιο 5 θα αναφερθούμε στην ανάπτυξη του δορυφορικού Internet και στις δυνατότητες που αυτό εισάγει σε προσφερόμενες υπηρεσίες. Σημαντική υπηρεσία αποτελεί η εξ' αποστάσεως εκπαίδευση (τηλε- εκπαίδευση) μέσω δορυφόρων την οποία θα παρουσιάσουμε στο κεφάλαιο 6. Τέλος στο κεφάλαιο 7 θα αναφερθούμε στην προσπάθεια δημιουργίας ενός συνόλου πρότυπων πρωτοκόλλων για τις δορυφορικές επικοινωνίες και στις διαθέσιμες σήμερα τεχνολογίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΥΡΥΦΟΡΩΝ

Δορυφόρος είναι όποιο μικρότερο αντικείμενο περιστρέφεται γύρω από ένα μεγαλύτερο. Έτσι η σελήνη είναι δορυφόρος της γης, που είναι δορυφόρος του ήλιου. Εδώ θα περιοριστούμε σε τεχνητούς δορυφόρους, οι οποίοι μπορούν είτε να έχουν, είτε να μην έχουν πλήρωμα. Οι δορυφόροι μπορούν να έχουν ενεργητικό ή παθητικό ρόλο.

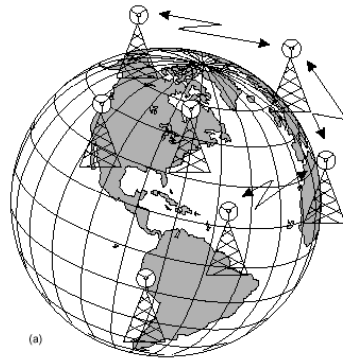
Δορυφόρος με ενεργητικό ρόλο συλλέγει δεδομένα ή σήματα, τα επεξεργάζεται και τα επανεκπέμπει στη γη. Αντίθετα, ένας παθητικός δορυφόρος απλά τα ανακλά.

Οι δορυφόροι εξυπηρετούν κυρίως τρεις σκοπούς: μελέτη του διαστήματος, εφαρμογές και τηλεπικοινωνίες. Για τη μελέτη του διαστήματος γίνονται μετρήσεις όπως του μαγνητικού πεδίου του ήλιου ή για τις διάφορες συχνότητες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος στο σύμπαν. Οι εφαρμογές μπορεί να είναι μετεωρολογικές ή μετρήσεις των φυσικών πόρων της γης. Τέλος οι επικοινωνιακοί δορυφόροι μεταφέρουν τηλεφωνικές συνδιαλέξεις, τηλεοπτικά κανάλια και πληροφορίες ελέγχου για τους δορυφόρους.

Αυτή τη στιγμή περιστρέφονται περίπου 3500 δορυφόροι. Τα δεδομένα τους υποστηρίζουν διάφορες εφαρμογές και οι τεχνολογίες που αναπτύχθηκαν πρώτα για τους δορυφόρους, βρήκαν νέες εφαρμογές και στη γη. Για παράδειγμα τεχνολογίες βελτίωσης της ψηφιοποιημένης εικόνας για “ανάγνωση” φωτογραφιών από δορυφόρους μεταφέρθηκε στην ιατρική στις ακτινογραφίες και τομογραφίες και επιτρέπουν την απεικόνιση του ανθρώπινου σώματος.

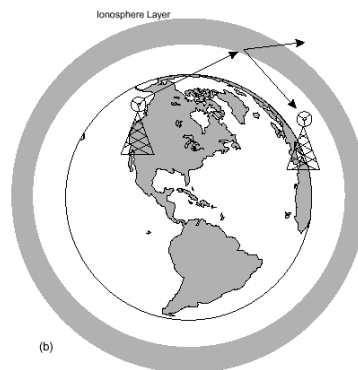
Η ανακάλυψη ότι το σχήμα της γής είναι σφαιρικό οδήγησε στο συμπέρασμα ότι είναι αδύνατη η αποστολή ραδιοκυμάτων από ένα σημείο του πλανήτη σε ένα άλλο όταν δεν υπάρχει οπτική επαφή μεταξύ τους. Για τον λόγο αυτό, για να είναι δυνατή η επικοινωνία μεταξύ δύο οποιονδήποτε σημείων, θα πρέπει να υπάρχουν ενδιάμεσα αναμεταδότες έτσι ώστε ανά δύο να έχουν οπτική επαφή (σχήμα 1). Λόγω του ιδιαίτερου ανάγλυφου της γης, η χρήση αναμεταδοτών είναι είτε αδύνατη, είτε πολύ ακριβή.

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ



σχήμα 1

Μία άλλη εναλλακτική λύση για την αποκατάσταση επικοινωνίας μεταξύ δύο απομακρυσμένων σημείων είναι η χρήση της ατμόσφαιρας και της ιονόσφαιρας της γης. Εάν αποστείλουμε ραδιοσήματα προς την ατμόσφαιρα / ιονόσφαιρα, τότε μέρος του σήματος ανακλάται και επιστρέφει, με κάποια εξασθένιση προς την γη με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η λήψη του σήματος από σημεία που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση (σχήμα 2). Το πρόβλημα με τέτοιου είδους μεταδόσεις είναι το περιορισμένο εύρος ζώνης και το γεγονός ότι εξαρτώνται από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες που μεταβάλλονται συνεχώς με αποτέλεσμα η ποιότητα της επικοινωνίας να είναι απρόβλεπτη.

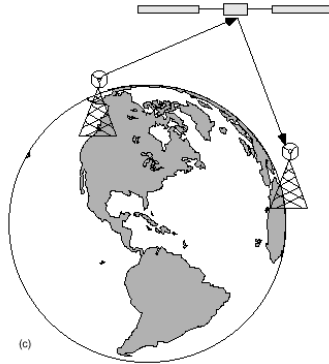


σχήμα 2

Υποθέτοντας ότι η ατμόσφαιρα απλά ανακλά τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, τότε και άλλα σώματα, όπως οι πλανήτες και τα αστέρια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάκλαση των σημάτων. Μια διαφορετική προσέγγιση είναι η εγκατάσταση τεχνητών

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

σταθμών στο διάστημα οι οποίοι δέχονται τα ραδιοσήματα και τα αναμεταδίδουν προς κάποιο άλλο σημείο της γης. Αυτή είναι η βασική ιδέα με την οποία κατασκευάστηκαν οι δορυφόροι. Μπορούμε να φανταστούμε τους δορυφόρους ως τις συσκευές που παρεμβάλλονται ανάμεσα σε δύο σημεία που επιθυμούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους (σχήμα 3).



σχήμα 3

Οι δορυφόροι χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο για τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές μεταφέροντας μεγάλες ποσότητες φωνής και δεδομένων, και παρέχοντας υπηρεσίες εύρεσης θέσης και πλοήγησης. Στους δορυφόρους μπορούμε να βρούμε χαρακτηριστικά που δεν υπάρχουν σε άλλα συστήματα επικοινωνιών. Το γεγονός ότι μπορούν και καλύπτουν μεγάλες περιοχές της γήινης επιφάνειας, δίνει την δυνατότητα επικοινωνίας σε απομακρυσμένα σημεία ή σε ομάδες χρηστών που βρίσκονται διασκορπισμένοι γεωγραφικά.

2.1. ΔΟΥΡΥΦΟΡΟΙ

2.2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΕΝΟΣ ΔΟΥΡΥΦΟΡΟΥ

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, Τηλεόραση, Τηλέφωνο και γενικά στις τηλεπικοινωνίες.

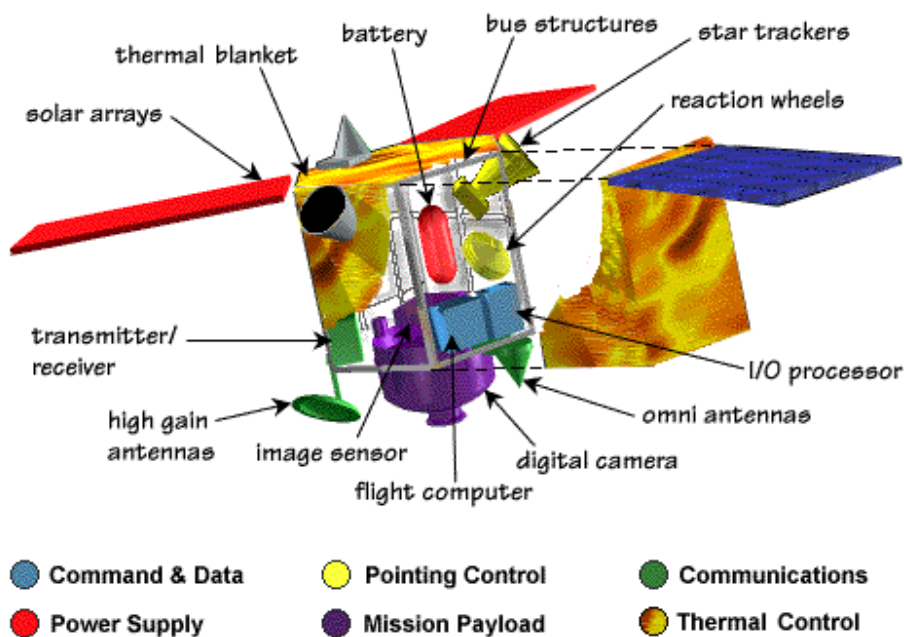
Οι εικόνες, τα δεδομένα, ή η φωνή, μεταφέρονται στο δορυφόρο υπό τη μορφή σημάτων. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται μετατροπή των δεδομένων, σε ραδιοσήματα και αυτά στέλνονται μέσω κεραιών στους δορυφόρους. Οι δορυφόροι διαθέτουν δέκτες που λαμβάνουν τα σήματα ,αλλά και ένα ηλεκτρονικά συστήματα (π.χ. επεξεργαστή) 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.

2.3. ΤΜΗΜΑΤΑ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ

Μπορεί να υπάρχουν πολλά είδη δορυφόρων με διαφορετικό ρόλο ο καθένας ωστόσο σε γενικές γραμμές μπορούμε να πούμε ότι υπάρχει μια στάνταρ 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:



ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

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 κάνουντάς 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.

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

● 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.H 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.

2.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΣΗΣ ΣΤΗΝ ΤΡΟΧΙΑ

Ένα άλλο ζήτημα που εγείρεται κατά τον σχεδιασμό ενός δορυφόρου είναι ο τρόπος με τον οποίο θα μπορεί να αντιλαμβάνεται που βρίσκεται στην τροχιά. Συχνά οι τροχιές αλλοιώνονται λόγω τριβών, και τότε χρειάζονται κάποιες ενέργειες για τη σταθεροποίηση του δορυφόρου, αλλιώς υπάρχει κίνδυνος να ξεφύγει από την προκαθορισμένη τροχιά.

Υπάρχουν τρεις συνηθισμένες τεχνικές για τη σταθεροποίηση ενός δορυφόρου. Ένας δορυφόρος μπορεί να κρατήσει τη σταθερότητά του με περιστροφή και προς τις τρεις κατευθύνσεις. Η περιστροφή επιτυγχάνεται με χρήση πηνίων από τα οποία περνάει ηλεκτρικό ρεύμα. Το κύριο πλεονέκτημα αυτής της τεχνικής είναι το πολύ μικρό ποσό ενέργειας που απαιτείται (πολύ λιγότερο από τη χρήση προωθητήρων). Τα μειονεκτήματα είναι ότι οι ηλιακοί συλλέκτες ενέργειας “βλέπουν” τον ήλιο περιοδικά και επίσης τα όργανα μετρήσεων παίρνουν περιοδικές μετρήσεις κι όχι συνεχόμενες. Για να παρακαμφθούν αυτά τα μειονεκτήματα, χρησιμοποιείται εναλλακτικά μια πλατφόρμα πάνω στην οποία βρίσκονται τα όργανα που πρέπει να βρίσκονται σε σταθερό προσανατολισμό, ενώ το υπόλοιπο περιστρέφεται ώστε να εξασφαλίζει σταθερότητα. Ο τελευταίος τρόπος σταθεροποίησης είναι η χρήση προωθητήρων στις τρεις διευθύνσεις, που όμως χρειάζεται μεγάλο ποσό ενέργειας.

2.5 ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Όλοι οι δορυφόροι χρειάζονται μεγάλα ποσά ενέργειας για τη λειτουργία των ηλεκτρονικών συσκευών που φέρει. Την ενέργεια που χρειάζεται πρέπει να την συλλέγει ή να την παράγει από τη θέση που βρίσκεται.

Οι ηλιακοί συλλέκτες είναι ένας τρόπος που χρησιμοποιεί την πηγή ενέργειας του ήλιου. Τα κύτταρα που έχει ένας τέτοιος συλλέκτης παράγουν ηλεκτρική ενέργεια καθώς το ηλιακό φως προσπίπτει πάνω τους. Επειδή κάθε κύτταρο ξεχωριστά δεν έχει μεγάλες δυνατότητες, απαιτούνται μεγάλες επιφάνειες, πράγμα που έρχεται σε αντίθεση με την απαίτηση για μικρό μέγεθος του δορυφόρου. Παρόλα αυτά οι ηλιακοί συλλέκτες είναι ανεξάντλητοι. Συχνά χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με μπαταρίες για την περίπτωση που οι ηλιακοί συλλέκτες δεν έχουν οπτική επαφή με τον ήλιο.

Άλλος τρόπος παροχής ενέργειας σε έναν δορυφόρο είναι η χρήση μπαταριών (συσσωρευτών). Αυτές μπορούν να ανανεώνονται, να ξαναγεμίζουν, σε συνδυασμό με κάποιον άλλο τρόπο παραγωγής ενέργειας. Μια μπαταρία δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν κύρια πηγή ενέργειας. Έχουν χαμηλό σχετικά κόστος.

Η πυρηνική ενέργεια είναι μια λύση που προσφέρει απεριόριστα ποσά ενέργειας. Στους δορυφόρους η πυρηνική ενέργεια παράγεται στις θερμοηλεκτρικές γεννήτριες ραδιοϊσοτόπων. Αυτή η πηγή ενέργειας δεν προσφέρεται για χρήση σε δορυφόρους με τροχιά γύρω από τη γη επειδή σε περίπτωση καταστροφής τους ραδιενεργά στοιχεία θα εξαπλωθούν στην ατμόσφαιρα.

Μια τελευταία μέθοδος εκμεταλλεύεται τη θερμότητα που εκπέμπει ο ήλιος για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Υπάρχει ένα παραβολικό πιάτο που αντανάκλα τη θερμότητα του ήλιου σε ένα boiler που κάνει τη μετατροπή. Η τεχνική αυτή βρίσκεται σε πειραματική φάση.

2.6 ΤΡΟΧΙΕΣ ΔΟΥΡΥΦΟΡΟΥ

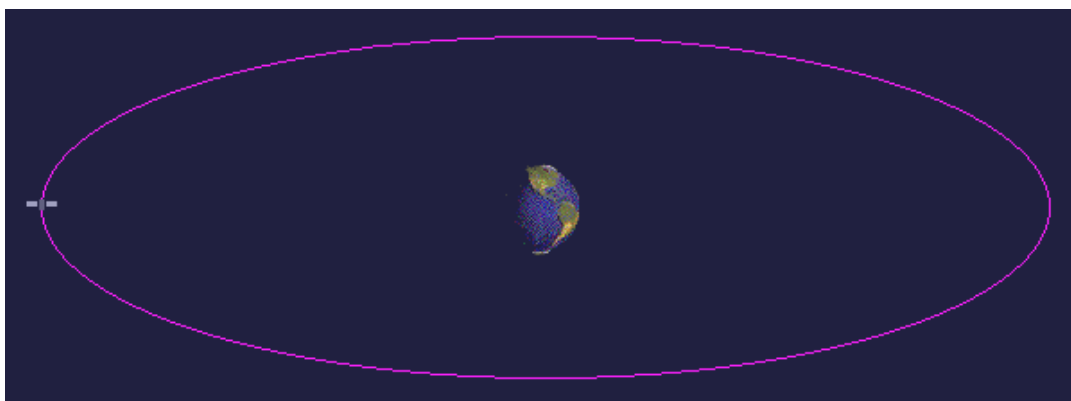
Όσο κι αν φαίνεται παράξενο, αφού ένας δορυφόρος εκτοξευθεί στο διάστημα, χρειάζεται ελάχιστη ως καθόλου ενέργεια για να συνεχίσει να κινείται. Οι δορυφόροι κινούνται σε ένα μονοπάτι γύρω από τη γη, που λέγεται τροχιά. Ένας δορυφόρος διατηρείται σε τροχιά, εξ αιτίας της ισορροπίας δύο δυνάμεων. Η τροχιά είναι ένας συνδυασμός της γραμμικής ταχύτητας του δορυφόρου και της ελκτικής δύναμης της γης πάνω στον δορυφόρο. Η βαρύτητα συγκρατεί τον δορυφόρο από το να χαθεί στο διάστημα και η ταχύτητά του επιτρέπει να κινείται γύρω από τη γη και να μην πέφτει σε αυτή.

Από τη γη ένας δορυφόρος μπορεί είτε να φαίνεται ότι κινείται πολύ αργά, είτε πολύ γρήγορα, είτε ακόμα και να μένει ακίνητος (γεωστατική τροχιά). Τα πλεονεκτήματα της τοποθέτησης ενός δορυφόρου σε μια τροχιά σε σχέση με μια άλλη, εξαρτώνται από τη γωνία ανύψωσης του δορυφόρου. Γωνία ανύψωσης είναι η γωνία που σχηματίζει η τροχιά του δορυφόρου με τον ισημερινό. Όταν λοιπόν σχεδιάζεται ο δορυφόρος και οι λειτουργίες του, η τροχιά που επιλέγεται πρέπει να εξυπηρετεί τις λειτουργίες αυτές. Αν, για παράδειγμα, ένας δορυφόρος κινείται σε πολύ υψηλή τροχιά, τότε οι παρατηρήσεις

του στη γη δε θα έχουν πολύ μεγάλη ακρίβεια, σε σχέση με μια χαμηλότερη τροχιά. Παρόμοια, η ταχύτητα, η γωνία ανύψωσης, η συχνότητα περιστροφής και οι περιοχές που παρατηρεί ο δορυφόρος είναι θέματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη στο σχεδιασμό. Τέλος, το σημείο εκτόξευσης παίζει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της τροχιάς. Οι τροχιές χωρίζονται σε κυκλικές και ελλειπτικές. Οι κυκλικές μπορεί να είναι γεωστατικές (υψηλή τροχιά), χαμηλές/μέσες (LEO/MEO), πολικές, συγχρονισμένες με τον ήλιο (sun synchronous), ισημερινές (equatorial) κλπ. Οι ελλειπτικές μπορεί να έχουν οποιοδήποτε σχήμα και μέγεθος.

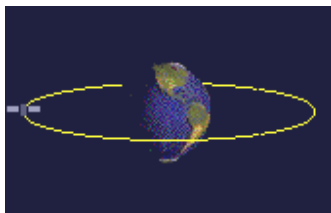
2.6.1. ΓΕΩΣΤΑΤΙΚΗ ΤΡΟΧΙΑ

Ο δορυφόρος φαίνεται να μην κινείται στον ουρανό. Στην πραγματικότητα κινείται με την ίδια γωνιακή ταχύτητα που κινείται και η γη. Μια τέτοια τροχιά βρίσκεται πάνω από τον ισημερινό σε ύψος 35850 km και είναι γνωστή σαν υψηλή τροχιά. Ο δορυφόρος κοιτάζει συνεχώς την ίδια περιοχή που ονομάζεται και ίχνος (footprint).



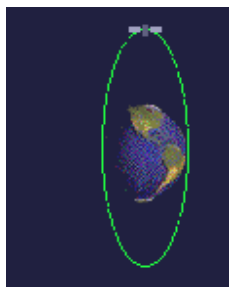
2.6.2. ΙΣΗΜΕΡΙΝΗ ΤΡΟΧΙΑ

Ο δορυφόρος κινείται σε τροχιά πάνω από τον ισημερινό. Συνήθως είναι χαμηλής/μέσης τροχιάς και χρησιμοποιούνται για την παρατήρηση τροπικών καιρικών συνθηκών.



2.6.3. ΠΟΛΙΚΗ ΤΡΟΧΙΑ

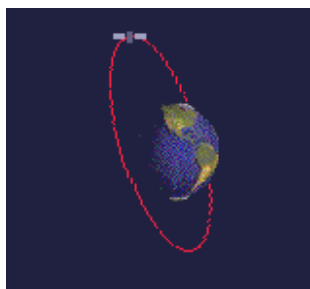
Έχει γωνία ανύψωσης 90° και η τροχιά διέρχεται από τους πόλους. Εκμεταλλευόμενος την κίνηση της γης προς τα ανατολικά, ο δορυφόρος μπορεί να καλύψει όλη τη γη σε 14 μέρες.



2.6.4. ΤΡΟΧΙΑ ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΕΝΗ ΜΕ ΤΟΝ ΗΛΙΟ

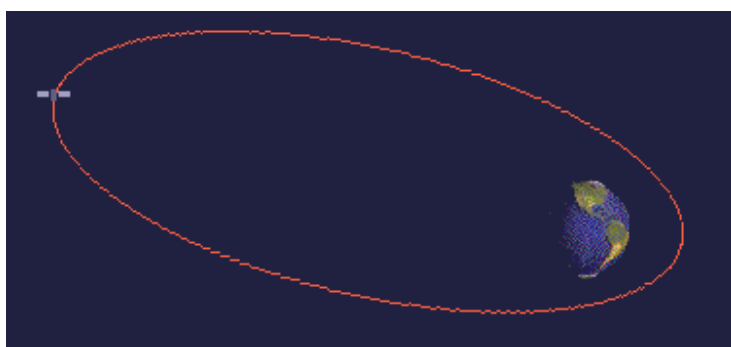
Είναι μια ειδική περίπτωση πολικής τροχιάς που ο δορυφόρος βρίσκεται συνεχώς στο φωτισμένο τμήμα της γης. Ο δορυφόρος σε αυτή την τροχιά περνάει κάθε μέρα την ίδια τοπική ώρα από τον ίδιο σημείο της γης. Αυτή η τροχιά επιτρέπει στο δορυφόρο να χρησιμοποιεί συνεχώς ηλιακούς συλλέκτες.

Παράδειγμα είναι ο Radarsat που έχει γωνία ανύψωσης 98.6° και βρίσκεται σε ύψος 798 km.



2.6.5. ΕΛΛΕΙΠΤΙΚΕΣ ΤΡΟΧΙΕΣ

Τροχιά σε σχήμα έλλειψης. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της τροχιάς είναι ότι η ταχύτητα αλλάζει ανάλογα με τη θέση του δορυφόρου. Όταν βρίσκεται κοντά στη γη έχει μεγαλύτερη ταχύτητα λόγω της δυνατότερης έλξης που δέχεται και αντίστροφα. Αυτές οι τροχίες είναι χρήσιμες στις τηλεπικοινωνίες, γιατί ένας δορυφόρος παρατηρεί μια συγκεκριμένη περιοχή για μεγάλο διάστημα της τροχιάς και από την άλλη μεριά της γης περνάει ταχύτερα.



2.6.6. ΧΑΜΗΛΕΣ ΤΡΟΧΙΕΣ

Επιτρέπουν στους δορυφόρους να κάνουν ακριβείς παρατηρήσεις από αρκετά χαμηλά. Χρησιμοποιούνται συχνά για μετεωρολογικές ανάγκες. Οι δορυφόροι σε χαμηλές τροχίες κινούνται μέσα στην ατμόσφαιρα της γης, που όμως είναι αρκετά αραιή ώστε να είναι οι τριβές πολύ μικρές. Επίσης έχουν το πλεονέκτημα ότι χρειάζονται πολύ λιγότερη ενέργεια για να τεθούν σε τροχιά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΚΑΝΑΛΙΩΝ

Υπάρχει μια έμφυτη καθυστέρηση στη μετάδοση ενός μηνύματος μέσω μιας δορυφορικής σύνδεσης λόγω της πεπερασμένης ταχύτητας του φωτός και του ύψους στο οποίο βρίσκονται οι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι.

Πολλοί τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι βρίσκονται σε γεωστατική τροχιά σε ύψος 36.000 χλμ. περίπου. Στο ύψος αυτό η περίοδος της τροχιάς είναι ίση με την περίοδο περιστροφής της γης. Συνεπώς, κάθε επίγειος σταθμός μπορεί να «βλέπει» τον περιστρεφόμενο στην τροχιά του δορυφόρο στην ίδια θέση στον ουρανό. Ο χρόνος διάδοσης για ένα ηλεκτρομαγνητικό σήμα να διανύσει δύο φορές αυτήν την απόσταση είναι 239,6 milliseconds (ms). Για τους επίγειους σταθμούς που βρίσκονται στην άκρη της ορατής περιοχής του δορυφόρου, η απόσταση που διανύεται είναι $2 \times 41,765$ με συνολικό χρόνο διάδοσης 279 ms. Αυτές οι καθυστερήσεις υφίστανται για τη διαδρομή επίγειου σταθμού-δορυφόρου-επίγειου σταθμού (ή “hop”). Έτσι, η καθυστέρηση διάδοσης για ένα μήνυμα και την αντίστοιχη απόκριση (round-trip time ή RTT) μπορεί να είναι τουλάχιστον 558 ms. Το RTT δεν εξαρτάται μόνο από το χρόνο διάδοσης στο δορυφόρο. Το RTT μεγαλώνει και από άλλους παράγοντες μες στο δίκτυο, όπως ο χρόνος εκπομπής και διάδοσης από άλλες συνδέσεις στο μονοπάτι του δικτύου και η καθυστέρηση αναμονής στις πύλες (gateways). Επιπλέον, η καθυστέρηση δορυφορικής διάδοσης θα είναι μεγαλύτερη αν η σύνδεση περιλαμβάνει πολλαπλά hops ή αν χρησιμοποιούνται σύνδεσμοι μεταξύ δορυφόρων. Καθώς οι δορυφόροι γίνονται πιο πολύπλοκοι και ενσωματώνουν λειτουργίες επεξεργασίας σημάτων, επιπλέον καθυστέρηση μπορεί να σημειωθεί.

Υπάρχουν και άλλες τροχιές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για δορυφορικές επικοινωνίες, όπως η χαμηλή τροχιά (Low Earth Orbit – LEO) και η μεσαία τροχιά (Medium Earth Orbit – MEO). Οι χαμηλές τροχιές απαιτούν τη χρήση σχηματισμών δορυφόρων για συνεχή κάλυψη. Με άλλα λόγια, καθώς ένας δορυφόρος χάνεται από το πεδίο λήψης ενός επίγειου σταθμού, ένας άλλος σταθμός εμφανίζεται στον ορίζοντα και το κανάλι μετακινείται σε αυτόν. Η καθυστέρηση διάδοσης σε μια χαμηλή τροχιά κυμαίνεται από μερικά milliseconds, όταν έχουμε απευθείας επικοινωνία με δορυφόρο, μέχρι και 80 ms όταν ο δορυφόρος είναι στον ορίζοντα. Τα συστήματα αυτά πιθανότερα

χρησιμοποιούν συνδέσεις μεταξύ δορυφόρων και έχουν μεταβλητό μονοπάτι καθυστέρησης, ανάλογα με τη δρομολόγηση μες στο δίκτυο.

Τα δορυφορικά κανάλια εξαρτώνται πλήρως από δύο βασικά χαρακτηριστικά που περιγράφονται παρακάτω:

3.1. ΘΟΡΥΒΟΣ

Η ισχύς ενός ραδιοσήματος μειώνεται αντιστρόφως ανάλογα με το τετράγωνο της απόστασης που διανύει. Η απόσταση για μια δορυφορική σύνδεση είναι μεγάλη και έτσι το σήμα εξασθενεί πριν φτάσει στον προορισμό του. Αυτό έχει ως συνέπεια χαμηλό λόγο σήματος-θορύβου. Μερικές συχνότητες είναι ιδιαίτερες ευαίσθητες σε ατμοσφαιρικά φαινόμενα, όπως η βροχή. Για κινητές εφαρμογές, τα δορυφορικά κανάλια είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα σε παρεμβολές λόγω πολλαπλών μονοπατιών και στη σκίαση (π.χ. παρεμπόδιση από κτίρια). Οι τυπικοί ρυθμοί λαθών bits (bit error rate – BER) για μια δορυφορική σύνδεση σήμερα είναι της τάξης του 1 λάθους ανά 10 εκατομμύρια bits ή λιγότερο. Προχωρημένες κωδικοποιήσεις ελέγχου λαθών (π.χ. Reed Solomon) μπορούν να προστεθούν στις υπάρχουσες δορυφορικές υπηρεσίες και χρησιμοποιούνται ήδη από αρκετές από αυτές. Το φαινόμενο της απόδοσης σε σφάλματα των δορυφόρων να προσεγγίζει αυτήν των οπτικών ινών θα εμφανίζεται όλο και πιο συχνά, καθώς προχωρημένες κωδικοποιήσεις ελέγχου λαθών χρησιμοποιούνται στα νέα συστήματα. Παρ' όλα αυτά, πολλά παλιότερα δορυφορικά συστήματα θα συνεχίσουν να παρουσιάζουν υψηλότερους ρυθμούς λαθών από τα νεότερα δορυφορικά συστήματα και τα επίγεια κανάλια.

3.2. ΕΥΡΟΣ ΖΩΝΗΣ

Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα είναι ένας πεπερασμένος φυσικός πόρος, οπότε υπάρχει ένα περιορισμένο ποσό εύρους ζώνης διαθέσιμο για δορυφορικά συστήματα που ελέγχεται τυπικά με άδειες. Αυτοί οι περιορισμοί δυσχεραίνουν τη χρησιμοποίηση bandwidth για την επίλυση άλλων σχεδιαστικών προβλημάτων. Τυπικές φέρουσες (carrier) συχνότητες για τις υπάρχουσες, από σημείο σε σημείο, εμπορικές δορυφορικές υπηρεσίες είναι 6 GHz (uplink) και 4 GHz (downlink), επίσης γνωστό ως ζώνη (band) C, και 14/12 GHz (Ku band). Μια νέα υπηρεσία στα 30/20 GHz (Ka band) θα εμφανιστεί

στα επόμενα χρόνια. Οι ασύρματοι αναμεταδότες για δορυφόρους ονομάζονται αλλιώς και πομποί. Το παραδοσιακό bandwidth ενός C band πομπού είναι τυπικά 36 MHz για να εξυπηρετήσει ένα έγχρωμο τηλεοπτικό κανάλι (ή 1200 κανάλια φωνής). Οι πομποί Ku band βρίσκονται τυπικά στα 50 MHz. Επιπλέον, κάθε δορυφόρος μπορεί να διαθέτει μερικές δεκάδες πομπών.

Το bandwidth δεν είναι περιορισμένο μόνο από τη φύση, αλλά η κατανομή του στις εμπορικές τηλεπικοινωνίες περιορίζονται από διεθνείς συμφωνίες, ώστε αυτός ο σπάνιος πόρος να μπορεί να χρησιμοποιηθεί δίκαια από πολλές διαφορετικές εφαρμογές.

Μολονότι οι δορυφόροι έχουν κάποια μειονεκτήματα συγκρινόμενοι με τα κανάλια οπτικών ινών (π.χ. δεν μπορούν να επισκευαστούν εύκολα, βροχοπτώσεις, κλπ.), έχουν και κάποια πλεονεκτήματα σε σχέση με τις επίγειες συνδέσεις. Πρώτον, οι δορυφόροι έχουν μια φυσική ικανότητα εκπομπής. Αυτό τους δίνει το πλεονέκτημα της χρήσης τους για εφαρμογές πολλαπλής μετάδοσης (multicast). Ύστερα, οι δορυφόροι μπορούν να προσεγγίσουν γεωγραφικά απομακρυσμένες περιοχές ή χώρες με μικρή επίγεια υποδομή. Ένα σχετικό με αυτό πλεονέκτημα είναι η ικανότητα των δορυφορικών συνδέσεων να φτάνουν στους κινούμενους χρήστες.

Τα δορυφορικά κανάλια έχουν αρκετά χαρακτηριστικά που διαφέρουν από τα περισσότερα επίγεια κανάλια. Αυτά τα χαρακτηριστικά μπορεί να υποβαθμίζουν την απόδοση του TCP. Τα χαρακτηριστικά αυτά περιλαμβάνουν:

3.3. ΜΕΓΑΛΗ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΑΝΑΔΡΑΣΗΣ

Λόγω της μεγάλης καθυστέρησης διάδοσης μερικών δορυφορικών καναλιών (π.χ. περίπου 250 ms για ένα γεωστατικό δορυφόρο) απαιτείται πολύς χρόνος από τον TCP αποστολέα για να καθορίσει αν ένα πακέτο λήφθηκε επιτυχώς από τον τελικό προορισμό. Αυτή η καθυστέρηση ζημιώνει τις αλληλεπιδραστικές εφαρμογές, όπως το telnet, καθώς και μερικούς από τους αλγορίθμους ελέγχου συμφόρησης του TCP.

3.4. ΜΕΓΑΛΟ ΓΙΝΟΜΕΝΟ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ-ΕΥΡΟΣ ΖΩΝΗΣ

Το γινόμενο αυτό (delay*bandwidth product - DBP) ορίζει το μέγεθος των δεδομένων που ένα πρωτόκολλο πρέπει να έχει «στον αέρα» (δεδομένα που έχουν υποστεί εκπομπή, αλλά δεν έχει σταλεί ακόμα επιβεβαίωση γι' αυτά) σε κάθε στιγμή, ώστε να χρησιμοποιεί πλήρως τη διαθέσιμη χωρητικότητα του καναλιού. Η καθυστέρηση που χρησιμοποιείται στη σχέση αυτή είναι το RTT και το bandwidth είναι η χωρητικότητα της σύνδεσης με το μεγαλύτερο φόρτο (bottleneck) στο μονοπάτι του δικτύου. Επειδή η καθυστέρηση σε μερικά δορυφορικά περιβάλλοντα είναι μεγάλη, το TCP αναγκάζεται να κρατήσει ένα μεγάλο αριθμό πακέτων «στον αέρα» (σταλμένα, αλλά όχι επιβεβαιωμένα).

3.5. ΑΣΣΥΜΕΤΡΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Λόγω του κόστους του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται για να στείλει δεδομένα στους δορυφόρους, συχνά κατασκευάζονται ασυμμετρικά δορυφορικά δίκτυα. Για παράδειγμα, ένα μηχάνημα θα στείλει όλη την εξερχόμενη κυκλοφορία μέσω μιας αργής επίγειας σύνδεσης (όπως ένα κανάλι μιας γραμμής με modem) και θα λάβει την εισερχόμενη κυκλοφορία μέσω του δορυφορικού καναλιού. Μια άλλη περίπτωση προκύπτει όταν τόσο η εισερχόμενη όσο και η εξερχόμενη κυκλοφορία γίνεται μέσω μιας δορυφορικής σύνδεσης, αλλά το uplink έχει λιγότερη διαθέσιμη χωρητικότητα από το downlink λόγω του κόστους του εκπομπού που απαιτείται για να παρέχει ένα κανάλι υψηλής χωρητικότητας. Αυτή η ασυμμετρία μπορεί να έχει αντίκτυπο στην απόδοση του TCP.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Οι δορυφόροι ως χρησιμοποιούμενοι επικοινωνιακοί σύνδεσμοι, μπορούν να τοποθετηθούν σε οποιοδήποτε σημείο ενός δικτύου, διαμορφώνοντας ένα σύνολο από διαφορετικές δικτυακές αρχιτεκτονικές. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε αρχιτεκτονικής επηρεάζουν τη συμπεριφορά και την απόδοση ενός δορυφορικού καναλιού, επιτρέποντας και την ανάπτυξη κατάλληλων πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Ταυτόχρονα οι διαφορετικές τροχιές τοποθέτησης ενός δορυφόρου ορίζουν έναν αριθμό διαφορετικών δορυφορικών συνδέσεων. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες τροχιές είναι:

α) οι Γεωστατικές Τροχιές- Geostationary Orbits (GSO), β) οι Τροχιές Χαμηλής Ακτίνας- Low Earth Orbits (LEO), γ) οι Τροχιές Μεσαίας Ακτίνας- Medium Earth Orbit (MEO).

Οι δορυφόροι που βρίσκονται σε γεωστατική τροχιά (GSO), βρίσκονται σε απόσταση 36.000 Km από την επιφάνεια της γης, και η περίοδος περιστροφής τους είναι ίδια με την περίοδο περιστροφής της γης, με αποτέλεσμα οι επίγειοι σταθμοί να έχουν συνεχώς στο ορατό τους πεδίο το δορυφόρο.

Οι δορυφόροι που βρίσκονται σε άλλες τροχιές απαιτούν την ύπαρξη επιπλέον επίγειων σταθμών ώστε να εξασφαλίζεται συνεχώς η επικοινωνία. Δηλαδή καθώς ο δορυφόρος εξαιτίας της περιφοράς του με διαφορετική περίοδο από αυτής της γης χάνεται από το οπτικό πεδίο ενός επίγειου σταθμού περνά στο οπτικό πεδίο ενός άλλου. Για τη μετάβαση απαιτείται πάντα ένας χρόνος επαναφοράς της σύνδεσης που έχει ως αποτέλεσμα μια καθυστέρηση στο χρόνο μετάδοσης των δεδομένων. Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε ορισμένες από τις σημαντικότερες αρχιτεκτονικές δορυφορικών δικτύων.

4.1 ΑΣΣΥΜΕΤΡΙΚΑ ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Ορισμένα δορυφορικά δίκτυα, παρουσιάζουν ασυμμετρία στο χρησιμοποιούμενο εύρος ζώνης, που μπορεί να οφείλεται: στο μεγαλύτερο ποσοστό μεταφοράς δεδομένων στη μια κατεύθυνση από ότι στην άλλη, στην περιορισμένη ισχύ του μεταδιδόμενου σήματος, στο μέγεθος της κεραίας εκπομπής. Αν και το TCP πρωτόκολλο παρουσιάζει ασυμμετρία καθώς τα δεδομένα ρέουν στη μια κατεύθυνση ενώ στην αντίθετη ρέουν οι επιβεβαιώσεις, η ασυμμετρία που οφείλεται στους δορυφόρους αναφέρεται στις διαφορετικές χωρητικότητες των καναλιών εκπομπής και λήψης. Όπως θα δούμε και στο επόμενο κεφάλαιο η ασυμμετρία είναι ένα από τα κυριότερα προβλήματα για το TCP.

4.2. Ο ΔΟΥΡΥΦΟΡΟΣ ΩΣ ΤΕΛΕΥΤΑΙΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ

Ο δορυφόρος ως τελευταίος σύνδεσμος αποτελεί την αρχιτεκτονική ενός δικτύου στο οποίο η δορυφορική σύνδεση παρέχεται απευθείας στους τελικούς χρήστες και δε χρησιμοποιείται ως ενδιάμεσος σύνδεσμος ενός δικτύου. Η αρχιτεκτονική αυτή βρίσκεται εφαρμογή στις περιπτώσεις απομακρυσμένων χρηστών όπου είναι αδύνατη η εγκατάσταση του κατάλληλου εξοπλισμού.

4.3. ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Στην πιο συνηθισμένη περίπτωση οι δορυφόροι μπορούν να τοποθετηθούν σε οποιοδήποτε σημείο ενός δικτύου, οπότε και αποτελούν έναν παραπάνω σύνδεσμο στην τοπολογία του δικτύου. Σε αυτή την αρχιτεκτονική τα δεδομένα μπορούν να ταξιδεύουν είτε μέσω των επίγειων είτε μέσω των δορυφορικών συνδέσεων.

4.4. ΣΗΜΕΙΟ ΠΡΟΣ ΣΗΜΕΙΟ ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Η αρχιτεκτονική του σημείου προς σημείο δορυφορικού δικτύου επιτρέπει την επικοινωνία μέσω μόνο ενός δορυφορικού συνδέσμου. Σε αυτό το καθαρά δορυφορικό δίκτυο εισάγονται αρκετοί περιορισμοί που χαρακτηρίζουν και τα ιδιωτικά δίκτυα.

4.5. ΔΙΚΤΥΑ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ

Στα δίκτυα πολλαπλών δορυφορικών συνδέσεων, η επικοινωνία μεταξύ πομπού και δέκτη γίνεται μέσω πολλαπλών δορυφορικών συνδέσεων, οι οποίοι λειτουργούν ως

σταθμοί επανεκπομπής (αναμεταδότες). Τα μόνα προβλήματα που εμφανίζονται, οφείλονται στις δορυφορικές συνδέσεις.

4.6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

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

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

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

Επιπρόσθετα τα δορυφορικά δίκτυα χρησιμοποιούνται για στρατιωτικούς σκοπούς σε περιπτώσεις πολέμων ή άλλες όπου απαιτείται η γρήγορη ανάπτυξη τηλεπικοινωνιών. Στις στρατιωτικές βέβαια εφαρμογές εφαρμόζονται διάφορες εξειδικευμένες τεχνικές για κρυπτογράφηση σήματος και απόκρυψη της μετάδοσης. Τέλος τα δορυφορικά δίκτυα έχουν εφαρμογή σε περιπτώσεις που η υποδομή είναι ανύπαρκτη και η ανάπτυξη της

ΔΟΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

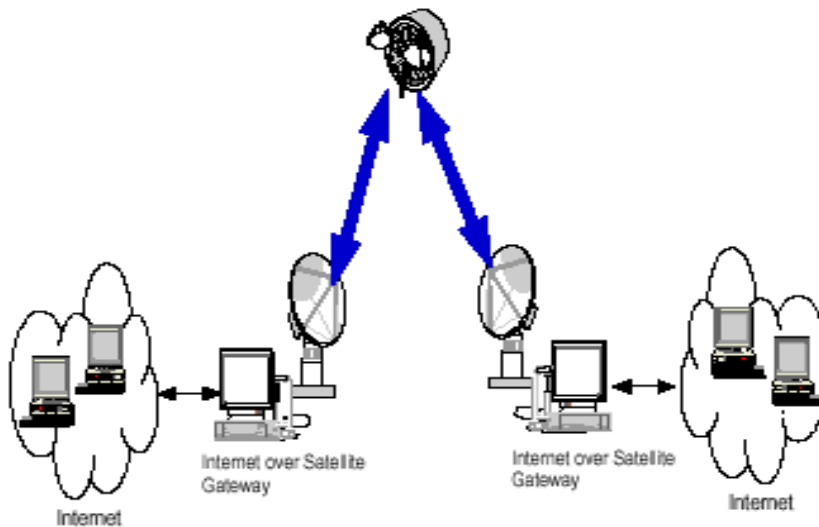
πολυδάπανη. Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η Ινδονησία που η μορφολογία της (πολλά μικρά νησιά) καθιστούσε ασύμφορη την δημιουργία επίγειας υποδομής και κατέληξε στην απόφαση να χρησιμοποιήσει έναν δορυφόρο. Έτσι σήμερα διαθέτει τον δικό της δορυφόρο για την εγχώρια τηλεφωνική κίνηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : INTERNET OVER SATELLITE

5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια, η τεχνολογία της δορυφορικής σύνδεσης δεν είναι ευρέως διαδεδομένη και απαντάται κυρίως σε διασύνδεση ήδη υπαρχόντων επίγειων δικτύων. Τα δίκτυα αυτά καλούνται υβριδικά και βασικό γνώρισμά τους είναι ότι ο δορυφόρος αποτελεί ένα σύνδεσμο μεταξύ 2 δικτύων. Μια σχηματική περιγραφή τους είναι η ακόλουθη:



Ωστόσο σήμερα έχουν αναπτυχθεί προϊόντα, λογισμικού και υλικού, που έχουν καταστήσει την τεχνολογία αυτή πιο προσιτή στο ευρύ κοινό. Έτσι οι δορυφορικές επικοινωνίες χρησιμοποιούνται από εταιρίες που δημιουργούν το δικό τους δίκτυο, αλλά και από μεμονωμένους χρήστες με ιδιαίτερες απαιτήσεις. Οι ταχύτητες επικοινωνίες είναι δελεαστικές με το ανάλογο κόστος.

Στις μέρες μας η δορυφορική σύνδεση μπορεί να είναι είτε αμφίδρομη είτε μονόδρομη. Στη μεν αμφίδρομη, υπάρχει η δυνατότητα εκτός από το να κατεβάζουμε και να στέλνουμε πληροφορία στο δορυφόρο. Η χρήση ωστόσο αυτής βρίσκει εφαρμογή

ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

συνήθως σε εταιρίες ή μεγάλους οργανισμούς που έχουν την οικονομική δυνατότητα να πληρώσουν τη σύγχρονη αυτή τεχνολογία. Από την άλλη πλευρά η μονόδρομη επικοινωνία αφορά τους περισσότερους χρήστες αλλά και μικρές εταιρίες. Σε αυτή μπορούμε να κατεβάζουμε πληροφορία απευθείας από το δορυφόρο αλλά δεν μπορούμε να στείλουμε άμεσα σε αυτόν. Ο τρόπος με τον οποίο μεταβιβάζονται οι αιτήσεις μας θα αναλυθεί στο επόμενο εδάφιο, ωστόσο πρέπει να τονίσουμε ότι αυτό επιτυγχάνεται μέσω κλασικής dialup σύνδεσης που έχουμε με κάποιον ISP. Έτσι λοιπόν χρειαζόμαστε εκτός από τον εξοπλισμό της δορυφορικής επικοινωνίας και ένα modem.

Για τους απλούς χρήστες, οι οποίοι βασίζονται περισσότερο στο κατέβασμα πληροφορίας από το web και δεν απαιτούν μετάδοση πολλών δεδομένων, η μονόδρομη σύνδεση με το δορυφόρο θεωρείται αποδοτική. Αντίθετα για ορισμένες απαιτητικές εφαρμογές, όπως για παράδειγμα τηλεδιασκέψεις, κρίνεται απαραίτητη η ύπαρξη αμφίδρομης σύνδεσης, ώστε η απόδοση να είναι ικανοποιητική.

5.2 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΓΕΙΑΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

ΣΤΟ INTERNET

Η πρώτη περίπτωση είναι ο ISP μας να μην συνδέεται δορυφορικά με την εταιρεία που έχει το δορυφόρο και προσφέρει τη δορυφορική σύνδεση. Η κλήση μας φεύγει μέσω του μόντεμ που έχουμε στον υπολογιστή μας ,ταξιδεύει στις τηλεφωνικές γραμμές και φτάνει στο διακομιστή του ISP ,στον οποίο έχουμε λογαριασμό. Ο ISP στέλνει την κλήση μας μέσω των γραμμών μεταφοράς δεδομένων που διαθέτει στο διακομιστή της εταιρείας που έχει το δορυφόρο. Αν τα δεδομένα που ζητούμε βρίσκονται ήδη στο διακομιστή της δορυφορικής εταιρείας, χωρίζονται σε πακέτα τα οποία έχουν κολλημένη την διεύθυνση IP μας. Τα πακέτα αυτά στέλνονται στο δορυφόρο και από κει εκπέμπονται στην περιοχή που αυτός καλύπτει. Η δορυφορική μας κεραία λαμβάνει τα σήματα που στέλνει ο δορυφόρος και ξεχωρίζει αυτά που έχουν τη δική μας διεύθυνση IP. Η λήψη των δεδομένων που ζητήσαμε έχει ολοκληρωθεί.

Οι ταχύτητες που πετυχαίνουμε καθ' όλη την διάρκεια της σύνδεσης μας περνούν από διάφορες φάσεις. Στην πρώτη φάση , στην οποία εμείς στέλνουμε δεδομένα με τη μορφή αίτησης , οι ταχύτητες που πετυχαίνουμε είναι στην καλύτερη περίπτωση περίπου 40Kbps (το πολύ 5Kbytes/δευτερόλεπτο). Στη δεύτερη φάση ,δηλαδή από τον ISP στη δορυφορική εταιρεία ,εξαρτώνται από το εύρος των γραμμών που διαθέτει ο ISP και από την γενικότερη κίνηση στο Διαδίκτυο τη συγκεκριμένη στιγμή. Το ίδιο ισχύει και για τις ταχύτητες που μπορεί να πετύχει η δορυφορική εταιρεία στο υπόλοιπο Διαδίκτυο. Στην τρίτη φάση , η ταχύτητα με την οποία φεύγουν τα δεδομένα μας από το "πίατο" της δορυφορικής εταιρείας προς το δορυφόρο (uplink) εξαρτάται από το τι υποστηρίζει ή ίδια η εταιρεία .Πάντως , η ταχύτητα αυτή δεν είναι απαραίτητα ίδια με την ταχύτητα με την οποία τα δεδομένα μας φεύγουν από το δορυφόρο για να φτάσουν στην κεραία μας και από κει στο PC μας (downlink) -συνήθως είναι χαμηλότερη. Ενδεικτικά αναφέρουμε ταχύτητες uplink της τάξεως των 5Mbps και downlink μέχρι και 45Mbps.Οι τιμές αυτές είναι φυσικά διαφορετικές από εταιρεία σε εταιρεία και αναφέρονται σε ιδανικές συνθήκες, και στο συνολικό εύρος ζώνης (bandwidth) που διατίθεται, δηλαδή στο διαθέσιμο bandwidth αν υπήρχε μόνο ένας χρήστης. Ο κανόνας είναι βέβαια ότι οι

περισσότεροι χρήστες θα μοιράζονται ταυτόχρονα αυτό το bandwidth , οπότε οι ταχύτητες δεν θα είναι τόσο υψηλές.

Η δεύτερη περίπτωση διαφοροποιείται σε σχέση με την πρώτη σε μια επιπλέον δυνατότητα που έχει ο ISP. Αντί να επικοινωνεί με τη δορυφορική εταιρεία με επίγεια μέσα, διαθέτει το δικό του "πίατο", που έχει τη δυνατότητα αποστολής προς δορυφόρο. Έτσι, όταν η κλήση μας φτάσει στο ISP, υπάρχουν δύο υποπεριπτώσεις : a. Τα δεδομένα που ζητούμε βρίσκονται στο διακομιστή του ISP, ο οποίος μπορεί να μας τα στείλει απευθείας μέσω του δορυφόρου, παρακάμπτοντας τη δορυφορική εταιρεία και b. Τα δεδομένα που ζητούμε δεν υπάρχουν στο διακομιστή του ISP, οπότε αυτός χρησιμοποιεί τη δορυφορική του κεραία για να στείλει την αίτησή μας στη δορυφορική εταιρεία. Αφού συλλεχθούν τα δεδομένα μας από το διακομιστή της τελευταίας, αποστέλλονται στο δορυφόρο και από κει στο δορυφορικό δέκτη που είναι συνδεδεμένος με τον υπολογιστή μας.

Σίγουρα η καλύτερη περίπτωση είναι η δεύτερη και μάλιστα στην πρώτη της ιδανική υποπερίπτωση. Πάντως, είναι ξεκάθαρο ότι δεν μπορούμε να έχουμε καθαρά δορυφορική σύνδεση, τουλάχιστον μέχρι τώρα. Το σύστημα της ιντερνετικής μας σύνδεσης περιλαμβάνει τόσο δορυφορικά όσο και επίγεια μέσα και οι ταχύτητες που επιτυγχάνουμε είναι πάντα ο μέσος όρος όλων των φάσεων από τις οποίες περνούμε μέχρι να φτάσουν τα δεδομένα στον υπολογιστή μας.

5.3 ΕΙΔΗ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ

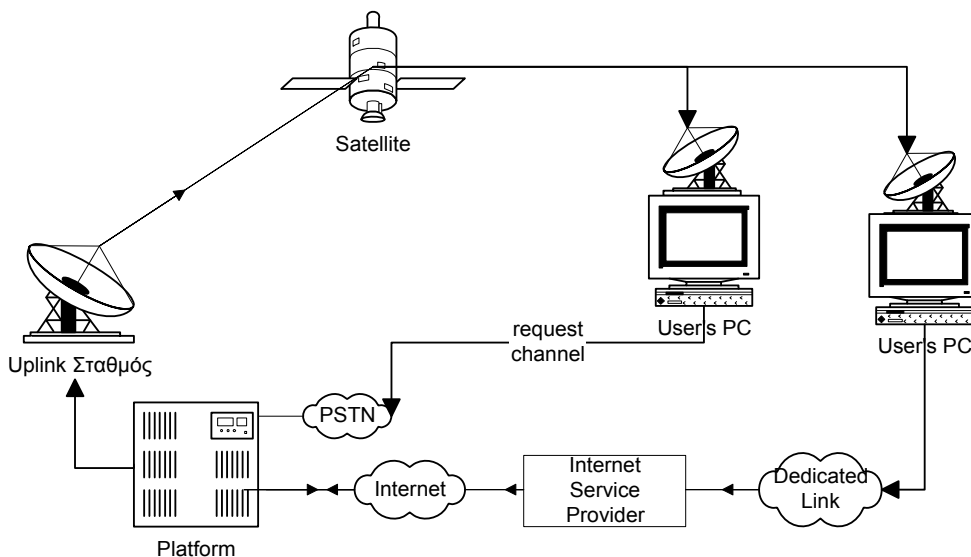
Μπορούμε να διακρίνουμε 3 διαφορετικές μορφές σύνδεσης στο Internet over Satellite. Στη πρώτη περίπτωση ο τελικός χρήστης (ιδιώτης ή επιχείρηση), συνδέεται απευθείας μέσω ενός ιδιωτικού συστήματος αποστολής και λήψης δεδομένων με το δορυφόρο. Στη δεύτερη περίπτωση η δορυφορική σύνδεση προσφέρεται στον τελικό χρήστη μέσω ενός Internet Service Provider (ISP) ο οποίος έχει τη δική του δορυφορική σύνδεση, ενώ στην

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

τρίτη περίπτωση ο Internet Service Provider (ISP), δε διαθέτει απευθείας δορυφορική σύνδεση αλλά συνδέεται με κάποια εταιρεία η οποία διαθέτει δορυφορική σύνδεση με κάποιο δορυφόρο (είτε ιδιωτικό είτε μισθωμένο). Και στις τρεις μορφές σύνδεσης η απαιτούμενη κοινή υποδομή περιλαμβάνει: 1) έναν uplink σταθμό μετάδοσης δεδομένων προς το δορυφόρο, 2) μια πλατφόρμα προγραμμάτων δορυφορικής λήψης πολυμεσικών δεδομένων, 3) μια ή περισσότερες δορυφορικές συνδέσεις. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε μιας από αυτές τις συνδέσεις θα περιγραφούν στη συνέχεια.

1) Δορυφορική Σύνδεση απευθείας στον Τελικό Χρήστη.

Σε αυτή την περίπτωση (Σχήμα 5.1), ο τελικός χρήστης (ιδιώτης ή επιχείρηση), συνδέεται απευθείας σε μια δορυφορική σύνδεση διαθέτοντας μια κάρτα δορυφορικής λήψης και ένα δορυφορικό δέκτη. Το κόστος ενός τέτοιου δικτύου, σε απαιτούμενο υλικό και λογισμικό, είναι αρκετά υψηλό κάνοντας τέτοιες συνδέσεις απαγορευτικές προς το παρόν.



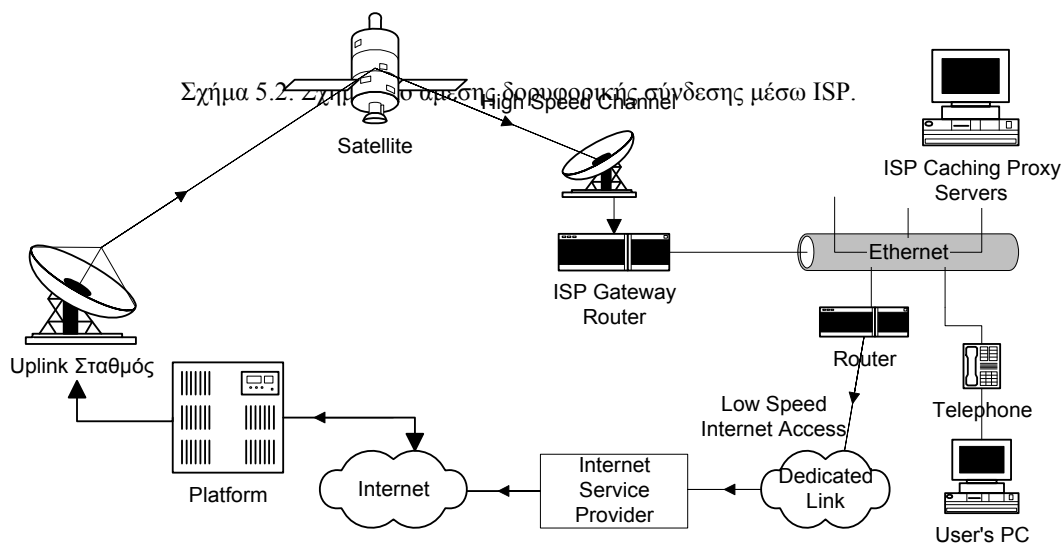
Σχήμα 5.1: Σχηματικό δορυφορικής σύνδεσης απευθείας σε Τελικό Χρήστη (ιδιώτη).

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

Σύγχρονα προϊόντα που απευθύνονται σε τελικούς χρήστες ενσωματώνουν το απαιτούμενο υλικό και λογισμικό, προσφέροντας οικονομικότερες ολοκληρωμένες λύσεις τόσο για τη λήψη πολυμεσικών δεδομένων αλλά και υπηρεσιών όπως Video on Demand. Η λήψη των δεδομένων γίνεται μέσω της δορυφορικής σύνδεσης, ενώ η αποστολή των δεδομένων συνεχίζει να γίνεται μέσω μιας παραδοσιακής σύνδεσης στο Internet. Γι' αυτό το λόγο αν και αυξάνεται ο ρυθμός λήψης δεδομένων αγγίζοντας τα 45Mbps, η ταχύτητα αποστολής των δεδομένων παραμένει χαμηλή.

2) Άμεση Δορυφορική Σύνδεση μέσω ISP.

Σε αυτή την περίπτωση (Σχήμα 5.2) ο ISP διαθέτει ένα δορυφορικό πιάτο επικοινωνίας με το δορυφόρο. Η κλήση κάθε χρήστη που συνδέεται με τον Internet Provider φθάνει μέσω των τηλεφωνικών γραμμών από το modem του χρήστη στο διακομιστή του ISP. Αν τα δεδομένα που ο χρήστης ζητά βρίσκονται ήδη αποθηκευμένα στο διακομιστή τότε επιστρέφονται στο χρήστη. Διαφορετικά η αίτηση του χρήστη μεταφέρεται στο δορυφόρο. Μόλις τα δεδομένα που ο χρήστης αναζητά συγκεντρωθούν αποστέλλονται στον υπολογιστή του χρήστη.



Παρατηρούμε λοιπόν ότι σε αυτή την περίπτωση δεν έχουμε μια καθαρά δορυφορική σύνδεση αλλά ένα συνδυασμό επίγειων και δορυφορικών συνδέσεων με αποτέλεσμα η απόδοση της σύνδεσης να επηρεάζεται από τους περιορισμούς των dial-up επίγειων συνδέσεων (όπως για παράδειγμα ταχύτητες που ο επιλεγμένος ISP προσφέρει και κίνηση στο Διαδίκτυο τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή). Φυσικά η απόδοση της σύνδεσης εξαρτάται και από τις ταχύτητες uplink & downlink που ο κάθε ISP μπορεί να προσφέρει. Οι ταχύτητες αυτές μπορούν να φθάνουν έως και τα 5Mbps για uplink, ενώ αγγίζουν τα 45Mbps για downlink. Η συνολική ταχύτητα μπορεί να προσδιοριστεί ως ένας μέσος όρος των ενδιάμεσων ταχυτήτων που παρατηρούνται και φυσικά αναφέρονται σε ιδανικές συνθήκες. Η ζήτηση σε δορυφορικό Internet τα προσεχή χρόνια θα παίζει μεγάλο ρόλο στη δημιουργία ανταγωνισμού ανάμεσα στους ISPs ανάλογα βέβαια με τις απαιτήσεις των χρηστών και τη δυνατότητά τους να πληρώνουν τις προσφερόμενες υπηρεσίες.

3) Έμμεση Δορυφορική Σύνδεση μέσω ISP.

Σε αυτή την περίπτωση ο ISP δε διαθέτει δορυφορικό πιάτο επικοινωνίας με το δορυφόρο αλλά συνδέεται είτε δορυφορικά είτε επίγεια με κάποια εταιρεία που διαθέτει απευθείας σύνδεση με κάποιο δορυφόρο. Η κλήση κάθε χρήστη που συνδέεται με τον Internet Provider φθάνει μέσω των τηλεφωνικών γραμμών από το modem του χρήστη στο διακομιστή του ISP. Αν τα δεδομένα που ο χρήστης ζητά βρίσκονται ήδη αποθηκευμένα στο διακομιστή τότε επιστρέφονται στο χρήστη. Διαφορετικά η αίτηση του χρήστη μεταφέρεται στο διακομιστή της εταιρείας που παρέχει το δορυφόρο. Εκεί γίνεται εκ νέου ένας έλεγχος για το αν τα ζητούμενα δεδομένα βρίσκονται αποθηκευμένα στον εκεί διακομιστή. Αν ναι τότε συλλέγονται και μεταδίδονται στον υπολογιστή του χρήστη. Διαφορετικά η αίτηση του χρήστη προωθείται για εξυπηρέτηση στο δορυφόρο. Η επιστροφή των δεδομένων μπορεί να γίνει και απευθείας μέσω του δορυφόρου στο χρήστη αν αυτός διαθέτει δορυφορική κεραία, διαφορετικά επιστρέφονται μέσα από επίγειες συνδέσεις. Παρατηρούμε λοιπόν ότι και σε αυτή την περίπτωση έχουμε μια υβριδική σύνδεση επίγειων και δορυφορικών συνδέσεων με αποτέλεσμα η απόδοση της σύνδεσης να επηρεάζεται

τόσο από τους περιορισμούς των dial-up επίγειων συνδέσεων όσο και από τα χαρακτηριστικά της δορυφορικής σύνδεσης της εταιρείας.

Από τις δύο παραπάνω συνδέσεις σίγουρα καλύτερη και ταχύτερη εμφανίζεται η πρώτη αφού μειώνει τον αριθμό και την πολυπλοκότητα των χρησιμοποιούμενων συνδέσεων.

5.4 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Οι περισσότεροι χρησιμοποιούμενοι δορυφόροι στο Internet over Satellite είναι γεωστατικής τροχιάς (GEO). Αν και το κόστος τοποθέτησης τέτοιων δορυφόρων σε τροχιά γύρω από τη γη είναι μεγάλο ο συνδυασμός με χαμηλού κόστους σταθμούς λήψης αποτελεί μια ανταγωνιστική πρόταση σε σχέση με τις προσφερόμενες επίγειες λύσεις των Ασυμμετρικών Ψηφιακών Συνδρομητικών Γραμμών (ADSL- Asymmetric Digital Subscriber Line), δεδομένου ότι αυτές δεν παρέχουν multicast & broadcast μετάδοση δεδομένων. Η τοποθέτηση αυτών των γραμμών προϋποθέτει φυσικά τη δυνατότητα των τελικών χρηστών να μπορούν να πληρώσουν την εγκατάστασή τους.

Όπως προηγουμένως περιγράψαμε στα είδη συνδέσεων, δεν έχουμε καθαρά δορυφορικές συνδέσεις αλλά ένα συνδυασμό επίγειων και δορυφορικών δικτύων. Αυτό σημαίνει ότι ο τελικός χρήστης διατηρεί τον εξοπλισμό που ήδη έχει, μόντεμ και σύνδεση στο δίκτυο (μέσω ISP ή μισθωμένων γραμμών), προκειμένου να μπορεί να στέλνει δεδομένα προς το δορυφόρο, αφού οι σημερινές συνδέσεις είναι μονόδρομες. Αυτό αποτελεί πλεονέκτημα αφού δεν απαιτείται πλήρης αλλαγή των σημερινών χρησιμοποιούμενων συνδέσεων.

Το κόστος ανάπτυξης επομένως μπορεί να χωριστεί στο κόστος εξοπλισμού και προσφοράς υπηρεσιών επίγειων συνδέσεων (για παράδειγμα, περιλαμβάνει σύνδεση με κάποιον ISP και modem), και σε κόστος εξοπλισμού και προσφοράς δορυφορικών υπηρεσιών (για παράδειγμα, περιλαμβάνει σύνδεση με κάποια εταιρεία και δορυφορικό δέκτη).

Στα προηγούμενα σχήματα είδαμε την ύπαρξη μιας πλατφόρμας διαχείρισης πολυμεσικών δεδομένων για μετάδοση σε δορυφορικά κανάλια. Η πλατφόρμα αυτή είναι

η Digital Video Broadcast (DVB), η οποία διαχειρίζεται αμφίδρομες υπηρεσίες Internet και άλλες υπηρεσίες, όπως εκπομπή MPEG2 DVB ροών πληροφορίας. Η πλατφόρμα είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για εφαρμογές τηλε-εκπαίδευσης, τηλε-ενημέρωσης και γενικά υπηρεσιών που απαιτούν προσφορά εικόνας και ήχου υψηλής ποιότητας στους τελικούς χρήστες.

5.5 ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ

Οι ταχύτητες που το Internet over Satellite υπόσχεται είναι αρκετά δελεαστικές, με αποτέλεσμα αρκετοί ISPs να επενδύουν σε αναπτυσσόμενες δορυφορικές λύσεις. Όμως δε θα πρέπει να ξεχνάμε ότι οι ταχύτητες αυτές χαρακτηρίζουν ιδανικές συνθήκες μεταφοράς δεδομένων, όπου δεν παρατηρείται συμφόρηση ή απώλεια πακέτων. Φυσικά είναι πολύ νωρίς να μιλάμε για συμφόρηση στα δορυφορικά δίκτυα με τη δεδομένη ζήτηση και χρήση αλλά δεν ξέρουμε τι θα γίνει τα επόμενα χρόνια. Οι απαιτήσεις των τελικών χρηστών για τις προσφερόμενες υπηρεσίες είναι αυτές που θα διαμορφώσουν τις συνθήκες. Στις μέρες μας οι ταχύτητες λήψης δεδομένων από ένα δορυφόρο στον υπολογιστή του τελικού χρήστη φθάνουν τα 45Mbps, ενώ οι ταχύτητες αποστολής δεδομένων από έναν σταθμό στο δορυφόρο περιορίζονται στα 5Mbps. Φυσικά η συνολική ταχύτητα επηρεάζεται από τη μορφή της σύνδεσης και μπορεί να εκφραστεί ως ο μέσος όρος των ταχυτήτων μεταφοράς δεδομένων σε όλες τις ενδιάμεσες συνδέσεις. Δυο τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τη μείωση της καθυστέρησης μεταφοράς δεδομένων στα δορυφορικά δίκτυα είναι: α) η τεχνική της αποθήκευσης συχνά χρησιμοποιούμενων πακέτων δεδομένων στους διακομιστές (Intelligent Caching) και β) η αποστολή πακέτων χωρίς να είναι πάντα απαραίτητα η λήψη επιβεβαιώσεων, μειώνοντας το χρόνο που μεσολαβεί ανάμεσα στην αποστολή διαδοχικών πακέτων. Μια επίσης παράμετρος που πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπ' όψιν είναι ότι αν και μιλάμε για άπειρο εύρος ζώνης στην πραγματικότητα αυτό υπόκειται σε μια πολιτική χορήγησης αδειών για συγκεκριμένες συχνότητες καθώς ορισμένες είναι ήδη δεσμευμένες για ερευνητικούς και στρατιωτικούς σκοπούς.

5.6 ΘΕΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Σημαντικό θέμα προβληματισμού αποτελεί η εξασφάλιση της ασφάλειας των μεταδιδόμενων δεδομένων πάνω από δορυφορικά δίκτυα. Η ασύρματη φύση μετάδοσης των δεδομένων επιτρέπει την παρακολούθηση ενός καναλιού επικοινωνίας χωρίς να είναι δυνατή η ανίχνευση.

Μια προτεινόμενη λύση είναι η κρυπτογράφηση των δεδομένων από τον πομπό και η αποκρυπτογράφηση από το δέκτη, είτε με δημόσια είτε με ιδιωτικά κλειδιά, η οποία εξασφαλίζει ασφαλή μετάδοση των δεδομένων και αποφυγή υποκλοπών.

Μέσα στην προσπάθεια πρωτοτυποποίησης των πρωτοκόλλων για δορυφορικά δίκτυα εντάσσεται και η ανάπτυξη ενός πρωτοκόλλου ασφάλειας .

5.7 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Δυστυχώς, όταν μιλάμε για ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων , δεν μπορούμε να είμαστε απόλυτοι ως προς τα νούμερα που τις εκφράζουν. Ενώ μιλάμε για τεράστια διαθέσιμα μεγέθη bandwidth, η κατάσταση μπορεί να αλλάξει από μια περίοδο στην άλλη. Το bandwidth δεν είναι αποκλειστικό προνόμιο κανενός. Μοιράζεται ανάλογα με τον αριθμό των χρηστών που συνδέονται με το internet την κάθε χρονική στιγμή. Βέβαια , η εγγύηση ότι ο χρήστης θα έχει κάποιο ελάχιστο bandwidth διαθέσιμο, εξαρτάται από την εκάστοτε εταιρεία που έχει την πίτα και το μαχαίρι καιμοιράζει.

Ο δεύτερος προβληματισμός που μπορεί να υπάρξει είναι η καθυστέρηση (latency).

Μιλάμε για τον χρόνο που είναι απαραίτητος για να ολοκληρωθεί το ταξίδι των δεδομένων από τον 'α επίγειο σταθμό στο δορυφόρο και από κει στο 'β επίγειο σταθμό.

Επειδή οι περισσότεροι δορυφόροι που υπάρχουν βρίσκονται σε γεωστατική τροχιά, η απόστασή τους είναι σταθερή και, όπως έχουμε ήδη υπολογίσει, η καθυστέρηση για κάθε μεταφορά είναι 0,24 δευτερόλεπτα . Η καθυστέρηση αυτή υπάρχει είτε το θέλουμε

είτε όχι. Το θέμα είναι αν επηρεάζει σε τέτοιο βαθμό την ταχύτητα μεταφοράς των δεδομένων μας, ώστε να καταλήξουμε ότι αυτός ο τρόπος μεταφοράς είναι ασύμφορος. Στην πράξη αποδεικνύεται ότι η συγκεκριμένη καθυστέρηση δεν είναι και τόσο τρομερή, συγκρινόμενη με τις καθυστερήσεις που έτσο ή αλλιώς υπάρχουν στις καθαρά επίγειες συνδέσεις λόγω μειωμένου bandwidth. Επιπλέον, οι εταιρείες που εφαρμόζουν τη δορυφορική τεχνολογία έχουν εφεύρει διάφορα τεχνάσματα, ώστε να ελαχιστοποιήσουν τις καθυστερήσεις. Ας δούμε μερικά από αυτά.

Τα πρώτο είναι η προσωρινή αποθήκευση δεδομένων στους διακομιστές τους (caching). Όταν ένας χρήστης ζητήσει κάποια δεδομένα, ο διακομιστής ελέγχει μήπως τα έχει ήδη. Αν όντως τα έχει, η ανταπόκριση είναι άμεση, αλλιώς θα πρέπει να ψάξει στο internet να τα βρει. Τα δεδομένα αυτά αποθηκεύονται προσωρινά από το διακομιστή, έτσι ώστε ο επόμενος χρήστης που θα ζητήσει τα ίδια δεδομένα να τα πάρει άμεσα και γρήγορα. Το δεύτερο τέχνασμα είναι το λεγόμενο spoofing (ξεγέλασμα). Κάθε πακέτο IP στέλνεται μόνο αν το σύστημα λάβει ειδοποίηση ότι το προηγούμενο πακέτο έχει φτάσει επιτυχώς. Αυτό σημαίνει ότι ανάμεσα στην αποστολή δύο διαδοχικών πακέτων μεσολαβεί αναγκαστικά κάποιος χρόνος. Με την τεχνική spoofing το σύστημα ξεγελιέται, διότι λαμβάνει ένα ψεύτικο σήμα ότι το πακέτο που προηγήθηκε έχει φτάσει στο προορισμό του, άσχετα αν στην πραγματικότητα δεν έχει φτάσει. Έτσι αντί να περιμένει την αληθινή ειδοποίηση, στέλνει το επόμενο πακέτο, ελαχιστοποιώντας το χρόνο που μεσολαβεί ανάμεσα στην αποστολή δύο διαδοχικών πακέτων.

Για τη βελτίωση της ταχύτητας κάποιες εταιρείες χρησιμοποιούν ειδικό λογισμικό στους διακομιστές τους, το οποίο καταλαβαίνει τη γλώσσα HTML. Με το που δέχονται κάποια αίτηση για μια σελίδα, τη σκανάρουν αυτόματα, ώστε, αν υπάρχουν φωτογραφίες, η αποστολή τους ξεκινά με την αποστολή της υπόλοιπης σελίδας. Στους συμβατικούς διακομιστές ο browser είναι αυτός που ζητεί, εκ των υστέρων, την αποστολή των τυχόν ενσωματωμένων αντικειμένων. Το θέμα της διόρθωσης λαθών είναι και αυτό μέσα στους προβληματισμούς μας. Οι φορείς υπηρεσιών δορυφορικής πρόσβασης το λαμβάνουν σοβαρά υπόψη και μάλιστα υποστηρίζουν ότι με τη μέθοδο spoofing που χρησιμοποιούν ελαχιστοποιούν τον αριθμό των μεταφορών από και προς το δορυφόρο, οπότε περιορίζουν ουσιαστικά την δημιουργία επιπρόσθετων λαθών.

Τέλος, αρκετά σημαντικό θέμα είναι και αυτό της ασφάλειας των δεδομένων μας. Το ταξίδι τους στο Διάστημα δεν εμπνέει το αίσθημα της σιγουριάς που θα έπρεπε, αφού ο καθένας που θέλει να κάνει τη ζημιά του πιθανότατα μπορεί. Βέβαια, οι εταιρείες υπηρεσιών δορυφορικού Internet μιλούν για μεθόδους κρυπτογράφησης (encryption), αλλά δεν είναι συγκεκριμένες. Κάτι αντίστοιχο ισχύει βέβαια και στις επίγειες συνδέσεις, οπότε τι είχαμε τι χάσαμε. Η χρήση δορυφόρων για την πρόσβαση στο Internet δεν μπορούμε να πούμε ότι θα λύσει μια και καλή τα προβλήματα ταχύτητας που αντιμετωπίζουμε κατά τη σύνδεση μας. Υπάρχουν σημεία που μπορούν να βελτιωθούν ακόμα περισσότερο, αλλά σε καμία περίπτωση δεν μπορούμε να ισχυριστούμε ότι το δορυφορικό Internet είναι αυτό που θα επικρατήσει τελικά. Από ότι θα φανεί και στη συνέχεια, καμιά τεχνολογία από αυτές που υπάρχουν δεν επιχειρεί να ανταγωνιστεί την άλλη. Λειτουργούν μάλλον συμπληρωματικά, αφού καθεμιά προσπαθεί με το δικό της τρόπο να δώσει λύση στο τεράστιο θέμα της ταχύτητας πρόσβασης .

5.8 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

ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

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 6

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ

6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το πρωτόκολλο που κυριαρχεί στις επικοινωνίες σήμερα είναι το TCP. Αυτό είναι ένα πρωτόκολλο μετάδοσης που χρησιμοποιείται για αξιόπιστη μετάδοση δεδομένων στο Internet. Είναι προσανατολισμένο στη σύνδεση, αξιόπιστο και βασίζεται στο byte stream. Οι TCP συνδέσεις είναι full duplex και κάθε φορά που ένας αποστολέας στέλνει ένα byte πληροφορίας σε μια συγκεκριμένη κατεύθυνση τότε αυτόματα ανατίθεται ένας μοναδικός αριθμός που χρησιμοποιείται για την αποστολή από τον παραλήπτη απάντησης ή acknowledgments.

Όταν κάποιος επιθυμεί να εγκαταστήσει μια TCP σύνδεση με κάποιον άλλο τότε στέλνει αρχικά ένα σήμα ένα αρχικό αύξοντα αριθμό και ορισμένες TCP επιλογές τις οποίες χρειάζεται ο παραλήπτης. Ύστερα ο παραλήπτης απαντά με ένα ανάλογο σήμα που περιέχει το δικό του αύξοντα αριθμό και τις TCP επιλογές που ετοιμάζεται να δεχτεί. Μόλις ο πρώτος λάβει το σήμα αυτό μπορεί να αρχίσει να μεταδίδει δεδομένα. Η διαδικασία αυτή λέγεται three-way handshake (χειραψία) και στόχο έχει να ανταλλάξουν ορισμένες ρυθμίσεις της συνδέσεις και να επιτύχουν συγχρονισμό.

Κατά τη διάρκεια της φάσης μετάδοσης, δεδομένα μπορούν να μεταδοθούν και προς τις 2 κατευθύνσεις. Η στρατηγική επαναμετάδοσης χρησιμοποιείται από το πρωτόκολλο προκειμένου να έχουμε αξιόπιστη μετάδοση δεδομένων. Κάθε φορά που ένας παραλήπτης λαμβάνει σωστά την πληροφορία στέλνει στον αποστολέα ένα acknowledgment. Τα πακέτα πληροφορίας για τα οποία δεν έχει φτάσει acknowledgment θεωρούνται χαμένα και επαναμεταδίδονται

Επίσης χρησιμοποιείται ένα παράθυρο ελέγχου ροής που αναπαριστά το μέγιστο μέγεθος των πληροφοριών που μπορεί να έχουν σταλεί χωρίς να έχει φτάσει ακόμα επιβεβαίωση. Επειδή ο χρόνος που απαιτείται για τη λήψη μιας επιβεβαίωσης μετά τη αποστολή των δεδομένων είναι ένα RTT, το δικτυακό μονοπάτι χρησιμοποιείται πλήρως

ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

όταν το παράθυρο είναι το λιγότερο μεγάλο όσο το bandwidth και η round trip καθυστέρηση στο μονοπάτι.

Το πρωτόκολλο αυτό έχει καθιερωθεί και χρησιμοποιείται σήμερα στο internet. Μόλις εμφανίστηκε η τεχνολογία του internet over satellite χρησιμοποιήθηκε ξανά ως το πρωτόκολλο μετάδοσης. Λόγω όμως των ιδιαιτεροτήτων που υπάρχουν στην εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής παρουσιάστηκαν ορισμένα προβλήματα. Αυτά παρουσιάζονται συνοπτικά ακολούθως:

- Το TCP πρωτόκολλο υποστηρίζει συνδέσεις από άκρο σε άκρο και χρησιμοποιεί μηχανισμούς ελέγχου ροής και λαθών. Ο έλεγχος ροής εξαρτάται κυρίως από το παράθυρο που χρησιμοποιείται και από το round trip χρόνο. Στην τεχνολογία όμως αυτή χρησιμοποιούνται δορυφορικά κανάλια με αποτέλεσμα οι χρόνοι αυτοί να είναι ιδιαίτερα μεγάλοι. Συνεπώς αυτό σημαίνει πως ο χρήστης στο ένα άκρο της σύνδεσης πρέπει να περιμένει πολύ χρόνο για τη λήψη μιας επιβεβαίωσης από το άλλο άκρο.
- Ένας άλλος παράγοντας που μειώνει το συνολικό throughput είναι ο μεγάλος αριθμός των επιβεβαιώσεων που παράγονται και κυκλοφορούν στο δίκτυο. Επειδή τα περισσότερα δίκτυα χρησιμοποιούν μονόδρομη δορυφορική σύνδεση και το επιστρεφόμενο μονοπάτι είναι συνήθως μια σύνδεση με modem χαμηλού bandwidth, τα πακέτα αυτά προκαλούν συμφόρηση στο επίγειο μονοπάτι. Η συμφόρηση αυτή διαρκεί περισσότερο χρόνο από όσο χρειάζεται μια επιβεβαίωση να φτάσει στο server με αποτέλεσμα να έχουμε συνολική μείωση του throughput.
- Παράλληλα ένα άλλο αρνητικό χαρακτηριστικό του πρωτοκόλλου TCP είναι το γεγονός ότι θεωρεί ότι οι μεταδόσεις στο δίκτυο γίνονται χωρίς λάθη. Αυτό σημαίνει ότι μόλις κάποιος λάβει ένα πακέτο με λάθη, όπως οφείλει δεν στέλνει επιβεβαίωση, και το πρωτόκολλο δεν αναγνωρίζει ότι το πακέτο έχει λάθη στη μετάδοση αλλά θεωρεί ότι χάθηκε και δεν έφτασε ποτέ. Έτσι θεωρεί ότι υπάρχει συμφόρηση στο δίκτυο και μειώνει το παράθυρο μετάδοσης, ενώ παράλληλα στέλνει ξανά και το πακέτο αυτό. Το χαρακτηριστικό αυτό μειώνει την απόδοση του δικτύου αφού κάθε φορά που ένα πακέτο στέλνεται με λάθη μειώνεται το παράθυρο θεωρώντας το πρωτόκολλο ότι χάθηκε λόγω συμφόρησης.

- Τέλος σαν αρνητικό στοιχείο σε ορισμένες περιπτώσεις παρουσιάζεται η μεγάλη πολυπλοκότητα του πρωτοκόλλου. Αυτό απαιτεί να λειτουργούν πολλαπλοί μετρητές για κάθε TCP κίνηση και συγχρόνως χρειάζεται να χρησιμοποιήσει μεγάλο μέρος των πηγών του συστήματος όπως μνήμη και υπολογιστή ισχύ. Το γεγονός αυτό δεν είναι πάντοτε μειονέκτημα για τους desktop υπολογιστές που συνήθως διαθέτουν μεγάλη ισχύ αλλά αντίθετα αποτελεί μειονέκτημα για τις κινητές συσκευές που έχουν μειωμένες δυνατότητες (μικρή μνήμη και όχι πολύ γρήγορους επεξεργαστές).

6.2 ΜΕΘΟΔΟΣ T/TCP ΚΑΙ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΕΠΙΛΥΣΗΣ TCP ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

Οι κυριότεροι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται σήμερα προκειμένου να αντιμετωπίσουμε ή να μετριάσουμε τα προβλήματα που προκύπτουν από το πρωτόκολλο TCP παρουσιάζονται παρακάτω.

Μέθοδος T/TCP

Μια λύση που έχει υιοθετηθεί από την IETF είναι η μέθοδος T/TCP. Όπως είπαμε το πρωτόκολλο TCP χρησιμοποιεί μια three-way χειραψία για να εγκαταστήσει επικοινωνία μεταξύ 2 σημείων. Αυτή η σύνδεση χρειάζεται χρόνο 1-1.5 RTT και εξαρτάται από το αν ο αποστολέας ξεκίνησε την σύνδεση ενεργητικά ή παθητικά. Ο αρχικός αυτός χρόνος μπορεί να ελαχιστοποιηθεί χρησιμοποιώντας TCP επεκτάσεις για δοσοληψίες. Μετά την αρχική εγκατάσταση της σύνδεσης μεταξύ 2 σημείων η μέθοδος αυτή μπορεί να

παρακάμψει τη χειραψία επιτρέποντας στον αποστολέα να ξεκινά τη μετάδοση δεδομένων στο πρώτο πακέτο που στάλθηκε. Αυτό είναι πολύ χρήσιμο όταν έχουμε κίνηση πολλών μικρών πακέτων ερώτησης και απάντησης καθώς αποφεύγουμε μια μεγάλη περίοδο εγκατάστασης που δεν μεταφέρονται χρήσιμα δεδομένα. Η μέθοδος αυτή απαιτεί να γίνουν ορισμένες αλλαγές στη δομή του TCP τόσο στον αποστολέα όσο και στον παραλήπτη. Παράλληλα έχει μελετηθεί ότι είναι ιδιαίτερα ασφαλής από την

άποψη του ελέγχου συμφόρησης σε διαμοιραζόμενα δίκτυα ενώ αντίθετα έχουν παρατηρηθεί ορισμένα μειονεκτήματα ασφάλεια στη μετάδοση δεδομένων όταν αυτά μεταδίδονται στο πρώτο πακέτο.

Συνεπώς η μέθοδος T/TCP επιτρέπει να ξεκινά η μετάδοση δεδομένων πιο γρήγορα, όπως αυτό συμβαίνει χρησιμοποιώντας μεγαλύτερο αρχικό παράθυρο συμφόρησης καθυστερημένες επιβεβαιώσεις μετά από αργή εκκίνηση ή μέτρηση byte.

6.3 ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΑΡΓΗΣ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ

Ο αλγόριθμος αργής εκκίνησης χρησιμοποιείται για τη βαθμιαία αύξηση του μεγέθους του TCP παραθύρου συμφόρησης. Ο αλγόριθμος αυτός αποτελεί ένα μέτρο ασφάλειας από μετάδοση μη κατάλληλης ποσότητας δεδομένων σε ένα δίκτυο, όταν αρχίζει μια σύνδεση. Η αργή εκκίνηση μπορεί επίσης να καταστρέψει διαθέσιμη χωρητικότητα δικτύου, ειδικά σε δίκτυα μεγάλης καθυστέρησης. Για μεταφορές οι οποίες συγκρίνονται με το γινόμενο καθυστέρησης, εύρους ζώνης του δικτύου, η αργή εκκίνηση κρίνεται ανεπαρκής.

Μια άλλη πηγή κατεστραμμένης χωρητικότητας αποτελούν οι καθυστερημένες επιβεβαιώσεις κατά τη διάρκεια της φάσης της αργής εκκίνησης. Έρευνες έχουν δείξει ότι είναι προτιμότερο ο δέκτης δεδομένων να αποφεύγει να επιβεβαιώνει κάθε πακέτο δεδομένων που του φτάνει. Ωστόσο, κάθε δεύτερο τμήμα πλήρους μεγέθους πρέπει να επιβεβαιώνεται. Αν ένα δεύτερο πλήρους μεγέθους τμήμα δε φτάσει μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό όριο, μία επιβεβαίωση πρέπει να παραχθεί (το όριο αυτό δε ξεπερνά τα 500ms). Αφού λοιπόν ο αποστολέας δεδομένων αυξάνει το μέγεθος του παραθύρου συμφόρησης με βάση τον αριθμό των σημάτων επιβεβαίωσης που φτάνουν σε αυτόν, μειώνοντας τον αριθμό των σημάτων επιβεβαίωσης, μειώνεται και η τιμή αύξησης του παραθύρου συμφόρησης.

6.4 ΑΝΑΚΑΜΨΗ ΑΠΟ ΑΠΩΛΕΙΕΣ

6.4.1 ΜΗ ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗΣ

Πολλοί διαφορετικοί αλγόριθμοι έχουν αναπτυχθεί και μελετηθεί, οι οποίοι βελτιώνουν την ικανότητα του TCP να ανακτά από πολλαπλά χαμένα τμήματα ενός παραθύρου δεδομένων χωρίς να βασίζονται στο χρόνο αναμετάδοσης. Αυτοί οι αλγόριθμοι από την πλευρά του αποστολέα, γνωστοί ως NewReno TCP, δεν βασίζονται στη διαθεσιμότητα των επιλεκτικών επιβεβαιώσεων.

Αυτοί οι αλγόριθμοι γενικά δουλεύουν με το να ενημερώνουν τον γρήγορο αλγόριθμο της ανάκτησης για να χρησιμοποιούν πληροφορίες που δίνονται από “μερικές επιβεβαιώσεις” για να προκαλέσουν αναμεταδόσεις. Μια μερική επιβεβαίωση ασφαρίζει μερικά καινούργια δεδομένα, αλλά όχι όλα τα διακεκριμένα δεδομένα όταν μια ειδική απώλεια αρχίζει. Για παράδειγμα, θεωρείστε την περίπτωση όπου ένα τμήμα N αναμεταδίδεται χρησιμοποιώντας τη γρήγορη αναμετάδοση και ένα τμήμα M που είναι το τελευταίο τμήμα που στέλνεται όταν το τμήμα N έχει απορριφθεί. Αν το τμήμα N είναι το μόνο χαμένο τμήμα, η επιβεβαίωση που θα εξαχθεί από την αναμετάδοση του τμήματος N, θα είναι για το τμήμα M. Αν, όμως το τμήμα N+1 χαθεί επίσης, η επιβεβαίωση που θα εξαχθεί από την αναμετάδοση θα είναι για το τμήμα N+1. Αυτό μπορεί να θεωρηθεί ενδεικτικό του ότι το τμήμα N+1 ήταν άγνωστο και χρησιμοποιήθηκε για να προκαλέσει αναμετάδοση.

ΕΡΕΥΝΑ

Ο HOE εισήγαγε την ιδέα της χρήσης μερικών επιβεβαιώσεων για να προκληθούν αναμεταδόσεις και έδειξε ότι έτσι μπορούσε να βελτιώσει την απόδοση. Σε μερικές περιπτώσεις η χρήση των μερικών επιβεβαιώσεων για πρόκληση αναμεταδόσεων μειώνει

το χρόνο που απαιτείται για την ανάκτηση από πολλαπλά χαμένα τμήματα. Επίσης σε μερικές περιπτώσεις η χρήση μερικών επιβεβαιώσεων προκαλεί όλες τις αναμεταδόσεις. Η ιδέα το HOE εφαρμόζεται και σε δορυφορικά περιβάλλοντα.

6.4.2. ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗΣ

Έχει διατυπωθεί ένας αλγόριθμος από τους Fall και Floyd που περιγράφει μια συντηρητική επέκταση του αλγορίθμου της γρήγορης ανάκτησης που λαμβάνει υπόψη πληροφορία που παρέχεται από επιλεκτικές επιβεβαιώσεις που στέλνονται από το δέκτη. Ο αλγόριθμος ξεκινά μετά από γρήγορη αναμετάδοση προκαλώντας το τμήμα να ξανασταλεί πίσω. Όπως και με τη γρήγορη αναμετάδοση, ο αλγόριθμος κόβει το παράθυρο συμφόρησης στα δύο όταν μια απώλεια ανιχνεύεται. Ο αλγόριθμος κρατεί μια μεταβλητή που λέγεται σωλήνας (pipe), που υπολογίζει τον αριθμό των διακεκριμένων τμημάτων στο δίκτυο. Η μεταβλητή σωλήνα μειώνεται κατά 1 τμήμα για κάθε διπλή επιβεβαίωση που φτάνει με καινούργια πληροφορία επιλεκτικής επιβεβαίωσης. Αυξάνεται δε κατά 1 για κάθε καινούργιο ή αναμεταδιδόμενο τμήμα που στέλνεται. Ένα τμήμα μπορεί να σταλεί όταν η τιμή του σωλήνα είναι μικρότερη από αυτή του παραθύρου συμφόρησης. Αυτός ο αλγόριθμος γενικά επιτρέπει στο TCP να ανακάμπτει ύστερα από πολλαπλές απώλειες τμημάτων σε ένα παράθυρο δεδομένων μέσα σε διάστημα ενός RTT ανίχνευσης της απώλειας. Όπως στον αλγόριθμο της προς τα εμπρός επιβεβαίωσης που περιγράφεται παρακάτω, η πληροφορία επιλεκτικής επιβεβαίωσης επιτρέπει στον αλγόριθμο του σωλήνα να ταιριάσει την επιλογή του τότε να στείλει ένα τμήμα με την επιλογή του ποιου τμήματος να στείλει.

ΕΡΕΥΝΑ

Ο αλγόριθμος που περιγράφηκε πιο πάνω αποδίδει καλύτερα από πολλούς αλγορίθμους ανάκτησης που βασίζονται σε μη επιλεκτικές επιβεβαιώσεις, όταν 1-4 τμήματα χάνονται από το παράθυρο των δεδομένων. Η απόδοση του αλγορίθμου βελτιώνεται πάνω από δορυφορικές συνδέσεις. Ο Hayes δείχνει ότι σε ιδιαίτερες περιστάσεις, ο αλγόριθμος επιλεκτικών επιβεβαιώσεων μπορεί να βλάψει την απόδοση παράγοντας ένα μεγάλο καταιγισμό δεδομένων γραμμικού ρυθμού στο τέλος της ανάκτησης απωλειών, που προκαλεί επιπλέον απώλειες.

6.5 ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Η διάκριση μεταξύ της συμφόρησης (χάσιμο πακέτων εξαιτίας της υπερχειλίσης του router buffer ή λόγω υπερχειλίσης του άμεσου buffer) και της αλλοίωσης (χάσιμο πακέτων λόγω κατεστραμμένων bits) είναι ένα δύσκολο πρόβλημα για το TCP. Αυτή η διάκριση είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι οι ενέργειες που πρέπει να κάνει το TCP στις δύο περιπτώσεις είναι τελείως διαφορετικές. Στην περίπτωση της αλλοίωσης, το TCP πρέπει να κάνει μερική αναμετάδοση του κατεστραμμένου πακέτου, αμέσως μόλις εντοπιστεί η απώλεια. Δεν είναι ανάγκη το TCP να προσαρμόσει το παράθυρο συμφόρησης. Από την άλλη όμως, όπως έχει εκτενώς αναφερθεί πιο πάνω, όταν ο αποστολέας TCP εντοπίσει συμφόρηση, πρέπει αμέσως να μειώσει το παράθυρο συμφόρησης, για να αποφευχθεί να γίνει χειρότερη η συμφόρηση.

Ο ορισμός της συμπεριφοράς του TCP, υποθέτει ότι όλες οι απώλειες οφείλονται στη συμφόρηση και πρέπει να προκαλεί τη δράση αλγορίθμων ελέγχου της συμφόρησης. Οι απώλειες μπορούν να εντοπιστούν χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο γρήγορης

αναμετάδοσης, ή στη χειρότερη περίπτωση εντοπίζονται από τη λήξη του μετρητή χρόνου αναμετάδοσης του TCP.

Η υπόθεση του TCP ότι όλες οι απώλειες οφείλονται στη συμφόρηση και όχι στη αλλοίωση, είναι ένας συντηρητικός μηχανισμός που προλαβαίνει την κατάρρευση λόγω συμφόρησης. Πάνω όμως από δορυφορικά δίκτυα, όπως και στα περισσότερα ασύρματα περιβάλλοντα, η απώλεια λόγω αλλοίωσης είναι πιο συχνή, από ότι σε επίγεια δίκτυα. Μια μερική λύση σ' αυτό το πρόβλημα είναι να προσθέσουμε διόρθωση λαθών προς τα εμπρός(Forward Error Correction) στα δεδομένα που στέλνονται πάνω σε δορυφορικό ή ασύρματο σύνδεσμο. Ωστόσο, δεδομένου ότι το Forward Error Correction δε λειτουργεί πάντοτε ή δεν μπορεί να εφαρμοστεί παγκοσμίως, άλλοι μηχανισμοί έχουν μελετηθεί στην προσπάθεια να κάνουν το TCP να είναι ικανό να εντοπίζει τη διαφορά μεταξύ απωλειών βασισμένες σε συμφόρηση, και απωλειών βασισμένες σε αλλοίωση.

Τα πακέτα που έχουν καταστραφεί συνήθως αποβάλλονται με μεσολάβηση routers, όταν μηχανισμοί ελέγχου αθροίσματος εντοπίσουν ότι ένα πλαίσιο έχει λάθη. Μερικές φορές ένα πακέτο TCP που περιέχει ένα λάθος μπορεί να επιβιώσει χωρίς να εντοπιστεί, μέχρι να φτάσει στο TCP εξυπηρετητή λήψης. Στο σημείο αυτό σχεδόν πάντα θα αποτύχει στον έλεγχο αθροίσματος της επικεφαλίδας ή στον TCP έλεγχο αθροίσματος και θα απορριφθεί όπως είπαμε προηγουμένως. Δυστυχώς και στις δύο περιπτώσεις, δεν είναι γενικά ασφαλές για τον κόμβο αφού εντοπίσει την αλλοίωση να επιστρέψει πληροφορίες για το αλλοιωμένο πακέτο στον TCP αποστολέα, διότι η ίδια η εστάλουσα διεύθυνση μπορεί να έχει αλλοιωθεί.

Επειδή η πιθανότητα λάθους συνδέσμου σε ένα δορυφορικό σύνδεσμο είναι σχετικά μεγαλύτερη από ότι σε ένα ενσύρματο σύνδεσμο, είναι αρκετά σημαντικό ο TCP αποστολέας να αναμεταδώσει αυτά τα χαμένα πακέτα χωρίς να μειώσει το μέγεθος του παραθύρου συμφόρησης. Επειδή επίσης, κατεστραμμένα πακέτα δε δηλώνουν συμφόρηση, δεν είναι ανάγκη για τον TCP αποστολέα να εισέλθει σε φάση αποφυγής συμφόρησης, πράγμα που ίσως καταστρέψει διαθέσιμο εύρος ζώνης.

Πειράματα έχουν φανερώσουν βελτίωση της απόδοσης όταν το TCP μπορεί κανονικά να διακρίνει τη διαφορά μεταξύ συμφόρησης και αλλοίωσης ασύρματων συνδέσμων. Ίσως η μεγαλύτερη ερευνητική πρόκληση στον εντοπισμό της αλλοίωσης είναι να κάνεις το TCP (ένα πρωτόκολλο επιπέδων) να λαμβάνει κατάλληλες

ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

πληροφορίες είτε από το επίπεδο Δικτύου είτε το επίπεδο Συνδέσμου. Η περισσότερη δουλειά μέχρι σήμερα που έχει γίνει, αφορά μηχανισμούς στο επίπεδο Συνδέσμου οι οποίοι αναμεταδίδουν τα κατεστραμμένα πακέτα. Η πρόκληση είναι να κάνουμε αυτούς τους μηχανισμούς να κάνουν διορθώσεις με τέτοιο τρόπο ώστε το TCP να καταλαβαίνει τι έγινε και να ανταποκρίνεται ανάλογα.

Η έρευνα εντοπισμού απωλειών σήμερα, εντοπίζεται στο να μπορέσουμε να κάνουμε το επίπεδο συνδέσμου να εντοπίζει λάθη και να εκτελεί αναμεταδόσεις επιπέδου συνδέσμου. Ένα από τα προβλήματα που εμφανίζει αυτή η τεχνική είναι ότι προκαλεί μια ουσιαστική αναδιάταξη των πακέτων από τη πλευρά του δέκτη TCP. Για παράδειγμα, αν τα πακέτα 1,2,3,4, στάλθηκαν διαμέσου ενός θορυβώδους συνδέσμου και το πακέτο 3 ήταν αλλοιωμένο, τότε το πακέτο 4 ίσως έχει ήδη περάσει το σύνδεσμο πριν το πακέτο 3 μπορέσει να αναμεταδοθεί, στο επίπεδο συνδέσμου. Αυτό θα προκαλέσει την άφιξη των πακέτων στο δέκτη TCP με τη σειρά 1,2,4,3. Αυτή η αναδιάταξη των πακέτων θα προκαλούσε το δέκτη TCP να παράγει διπλή επιβεβαίωση κατά την άφιξη του πακέτου 4. Αν η αναδιάταξη ήταν αρκετά κακή, ο αποστολέας θα προκαλούσε τη δράση του αλγορίθμου γρήγορης αναμετάδοσης στον TCP αποστολέα, σαν απάντηση στην διπλή επιβεβαίωση. Έρευνες απέδειξαν ότι η ιδέα της εμπόδισης ή της καθυστέρησης της διπλής επιβεβαίωσης στην αντίθετη κατεύθυνση, για την καταπολέμηση αυτής της συμπεριφοράς. Μια πιο υψηλού επιπέδου προσέγγιση χρησιμοποιεί ένα ICMP μήνυμα λάθους που είναι ωστόσο αρκετά πολύπλοκη και δε θα επιμείνουμε.

6.6 ΑΠΟΦΥΓΗ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ

6.6.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Κατά τη διάρκεια της αποφυγής συμφόρησης, για την έλλειψη απωλειών, ο TCP αποστολέας προσθέτει περίπου ένα τμήμα σε κάθε παράθυρο συμφόρησης κατά τη διάρκεια κάθε RTT (round trip time). Πολλοί ερευνητές έχουν παρατηρήσει ότι αυτή η πολιτική οδηγεί σε άδικο διαμοιρασμό του εύρους ζώνης όταν πολλαπλές συνδέσεις με διαφορετικά RTTs διασχίζουν το ίδιο μοτιλιαρισμένο σύνδεσμο, με τις συνδέσεις μεγάλης RTT διάρκειας να αποκτούν μόνο ένα μικρό κλάσμα του καθαρού ποσού του εύρους ζώνης.

Μια αποτελεσματική λύση στο πρόβλημα αυτό είναι αναπτύξουμε μια δίκαιη ουρά αναμονής και μια φιλική στο TCP ενδιάμεση διαχείριση μνήμης στους routers του δικτύου. Πάντως, για την ανυπαρξία βοήθειας από το δίκτυο, άλλοι ερευνητές έχουν ανακαλύψει αλλαγές στη πολιτική αποφυγής συμφόρησης του TCP αποστολέα.

6.6.2 ΈΡΕΥΝΑ

Έχουν αναπτυχθεί δύο πολιτικές για το θέμα αυτό: “Η πολιτική σταθερού ρυθμού” και η “πολιτική αύξησης κατά K”.

Η πολιτική “σταθερού ρυθμού”, προσπαθεί να ισοσταθμίσει το ρυθμό με τον οποίο οι TCP αποστολείς αυξάνουν το ρυθμό μετάδοσης τους κατά την αποφυγή συμφόρησης. Μια τέτοια πολιτική ίσως να είναι δύσκολη να αναπτυχθεί σε ένα λειτουργικό δίκτυο.

Η πολιτική “αύξησης κατά K”, μπορεί κατ’ επιλογήν να χρησιμοποιηθεί από συνδέσεις με μεγάλο RTT σε ένα ετερογενή περιβάλλον. Αυτή η πολιτική απλά αλλάζει

τη κλίση της ευθείας αύξησης, με συνδέσεις πάνω ενός RTT κατώφλιου προσθέτει K τμήματα στο παράθυρο συμφόρησης κάθε RTT, αντί ένα τμήμα. Αυτή η πολιτική όταν χρησιμοποιείτε για μικρές τιμές του K , ίσως να είναι επιτυχής στη μείωση της αδικίας ενώ κρατούμε την εκμετάλλευση του συνδέσμου υψηλή, όταν ένας μικρός αριθμός συνδέσμων μοιράζονται το μποτιλιαρισμένο σύνδεσμο. Η επιλογή της σταθεράς K , το RTT κατώφλι για να υλοποιήσουμε τη πολιτική αυτή και η απόδοση κάτω από ένα μεγάλο αριθμό ροών είναι ανοιχτά θέματα.

Και οι δύο πολιτικές, του σταθερού ρυθμού και της αύξησης κατά K , απαιτούν αλλαγή στο μηχανισμό αποφυγής συμφόρησης του TCP αποστολέα. Στη πρώτη πολιτική, μια τέτοια αλλαγή πρέπει να πρέπει υλοποιηθεί γενικά. Επί πρόσθετα, ο TCP αποστολέας πρέπει να έχει μια μετριοπαθώς ακριβή εκτίμηση του RTT της σύνδεσης.

Οι λύσεις εφαρμόζονται σε όλα τα δορυφορικά δίκτυα που ενοποιούνται με ένα επίγειο δίκτυο.

6.6.3 ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

Έχει δειχθεί ότι αυξάνοντας το παράθυρο συμφόρησης με πολλαπλά τμήματα ανά RTT μπορεί να έχουμε ως αποτέλεσμα το TCP να διώχνει πολλαπλά τμήματα και να εξαναγκάζει λήξη της επαναμετάδοσης σε μερικές εκδόσεις του TCP. Συνεπώς οι αλλαγές στον αλγόριθμο αποφυγής συμφόρησης ίσως να χρειαστεί να συνοδευτούν με επιλεκτικές επιβεβαιώσεις βασιζόμενες στον αλγόριθμο ανάκτησης απωλειών που μπορεί γρήγορα να διορθώσει πολλαπλά παραλειπόμενα τμήματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: IOS ΤΙΣ INTRACOM

7.1. ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ IOS

Η σουίτα προϊόντων του IoS έχει σχεδιαστεί για να προσφέρει στον παροχέα υπηρεσιών Internet μια πλήρη λύση στο πρόβλημα bandwidth της πρόσβασης στο Internet.

Το IoS έχει σχεδιαστεί από την Intracom, ώστε να εκμεταλλεύεται τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιείται το Internet και την υπάρχουσα υποδομή, για την οποία ήδη έχουν δαπανηθεί κεφάλαια.

Είναι φανερό ότι οι περισσότεροι άνθρωποι κατεβάζουν (download) πληροφορίες από το Internet παρά ανεβάζουν (upload), συντελώντας σ' αυτό που λέγεται ασυμμετρική χρήση. Οι περισσότεροι άνθρωποι θα ζητήσουν πληροφορίες (π.χ. ιστοσελίδες) που προσπελάζονται συχνά από άλλους (γι' αυτό και η ανάγκη για τεχνικές caching). Επιπλέον, δημοφιλή λογισμικά όπως τα Windows 95, παιχνίδια, κλπ. δεν είναι προσαρμοσμένα σε κάθε χρήστη, αλλά στοχεύουν σε ένα ευρύ κοινό ταυτόχρονα (π.χ. μπορεί να γίνει broadcast). Αυτός ο τύπος ασυμμετρικής, broadcast χρήσης του Internet υποδεικνύει ότι τα broadcast δίκτυα είναι ιδανικά. Τέτοια δίκτυα ήδη υπάρχουν και μπορούν να συναντηθούν με τη μορφή γεωστατικών δορυφόρων, ή εθνικών τηλεοπτικών δικτύων. Όμως, οι άνθρωποι θα επιθυμούν ακόμη να χρησιμοποιούν το Internet με τρόπο σημείο προς σημείο (π.χ. αποστέλλοντας μια φόρμα Web, κοιτώντας τον τραπεζικό λογαριασμό κάποιου) και έτσι η συμβατότητα με όλες τις σημερινές και μελλοντικές εφαρμογές Internet είναι απολύτως απαραίτητη.

Τα προϊόντα IoS της Intracom προσφέρουν μια τέτοια πλήρη λύση παρέχοντας υψηλής ταχύτητας (π.χ. τυπικά 31.6 Mb/s ανά δορυφορικό αναμεταδότη) σημείο προς σημείο και broadcast υπηρεσίες Internet σε απλούς χρήστες και χρήστες στο δίκτυο LAN μιας εταιρίας. Η ύπαρξη ενός μονοπατιού επιστροφής (π.χ. ένα modem τηλεφωνικής γραμμής) είναι απαραίτητη στην περίπτωση σημείου προς σημείου, ενώ δεν απαιτείται για την παρακολούθηση π.χ. συνδρομητικών ιστοσελίδων που έχουν κατεβεί σε ένα PC τη νύχτα.

Το ΙοS υλοποιεί ένα πλήθος χαρακτηριστικών που είναι απαραίτητα στον παροχέα υπηρεσιών Internet, όπως υπό όρους πρόσβαση, ασφάλεια, χρονοπρογραμματισμός, διαχείριση δικτύου, λογαριασμών, έξυπνο caching, παρακολούθηση καναλιού, κλπ.

Το ΙοS εξυπηρετεί τις ανάγκες των :

- **Παροχέων Περιεχομένου**, προμηθεύοντάς τους με μηχανισμούς για την οργάνωση και την αξιόπιστη και έγκαιρη μετάδοση multicast multimedia υπηρεσιών.
- **Διαχειριστών Δημοσίων Δικτύων και Παροχέων Υπηρεσιών Internet**, μειώνοντας το κόστος σε bandwidth με τη χρήση του IP multicast, εκμεταλλεύοντας πλήρως το διαθέσιμο bandwidth και αποφεύγοντας το πρόβλημα του γινομένου bandwidth-καθυστέρησης.
- **Διαχειριστών Εταιρικών Δικτύων**, δίνοντάς τους έναν αξιόπιστο μηχανισμό για την διανομή multimedia δεδομένων, software και εγγράφων σε μεγάλες γεωγραφικές περιοχές με ελάχιστο κόστος.
- **Καταναλωτών**, προσφέροντας στους πελάτες γρήγορη και αξιόπιστη πρόσβαση στο Internet σε ένα κλάσμα του κόστους άλλων δικτυακών τεχνολογιών.

7.2. ΤΟ ΣΚΕΠΤΙΚΟ ΤΟΥ ΙοS της Intracom

Αν και η πρόσβαση στο Internet δε χρειάζεται να είναι σημείο προς σημείο, αφού οι περισσότερες προσπελάσεις δεν απευθύνονται σε εξατομικευμένα δεδομένα (όπως η απομακρυσμένη διαχείριση λογαριασμού, προσωπικές εφημερίδες, κλπ.), τα δίκτυα που υποστηρίζουν το Internet είναι σχεδιασμένα για πρόσβαση σημείο προς σημείο. Μελέτες έχουν αποκαλύψει ότι το 80% των χρηστών προσπελαίνουν το 20% των διαθέσιμων web sites. Συνεπώς, αν τα δημοφιλή Web sites (ή άλλα κοινά δεδομένα, όπως ροές ήχου και video, λογισμικό και κυλιόμενες ταινίες) μπορούν να κατέβουν ταυτόχρονα σε χιλιάδες χρηστών, το κόστος μετάδοσης θα πέσει δραματικά, ενώ οι χρήστες θα επωφεληθούν από το χαμηλό κόστος και την άμεση πρόσβαση στο Internet.

Η εκπομπή δεδομένων είναι ακόμα πιο λογική από άποψη οικονομικών, αφού η τρέχουσα τάση είναι τα κόστη αποθήκευσης να μειώνονται πιο γρήγορα από τα επικοινωνιακά κόστη, επιτρέποντας στους χρήστες να αποθηκεύουν δεδομένα στους δίσκους τους για άμεση πρόσβαση αργότερα όταν χρειαστούν.

Ενδεικτικά, μια ταινία MPEG-2 μπορεί να κατέβει σε 5 περίπου λεπτά μέσω δορυφόρου, ενώ τα Windows 95 μπορούν να κατέβουν σε χιλιάδες χρήστες σε 16 δευτερόλεπτα.

7.3.Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Το IoS (Internet Over Satellite) είναι ένα σύστημα λογισμικού για την γρήγορη και αξιόπιστη μεταφορά multimedia δεδομένων μέσω unicast και multicast πάνω από ασυμμετρικά IP δίκτυα υψηλής ταχύτητας, δορυφορικά ή επίγεια. Το IoS παρέχει επίσης εργαλεία για τη δημιουργία, χρονοπρογραμματισμό και διαχείριση συνδρομητικών υπηρεσιών δεδομένων πάνω από multicast κανάλια.

Το σύστημα IoS παρέχει αξιόπιστη υπηρεσία IP unicast και multicast μέσω ενός συνόλου από πρωτόκολλα βασισμένα στο UDP/IP και τις αρνητικές επιβεβαιώσεις και μπορεί όχι απαραίτητα να χρειάζεται ένα μονοπάτι επιστροφής ανάλογα με τον τρόπο μετάδοσης.

Το IoS μειώνει τις απαιτήσεις για bandwidth χρησιμοποιώντας IP multicast και proxies που κάνουν caching τόσο στο άκρο του μεταδότη όσο και του δέκτη. Εφοδιάζει με εργαλεία τους παροχείς πληροφορίας, ώστε να μπορούν να δημιουργούν, χρονοπρογραμματίζουν και να διαχειρίζονται υπηρεσίες multimedia καθώς και τους τελικούς χρήστες με εργαλεία, ώστε να ανακαλύπτουν και να γίνονται συνδρομητές σε multimedia υπηρεσίες.

Το IoS είναι συμβατό με το υπάρχον software Internet, όπως οι WWW servers και clients, FTP, mail, news, κανάλια “push”, περιβάλλοντα συνεργασίας, κλπ.

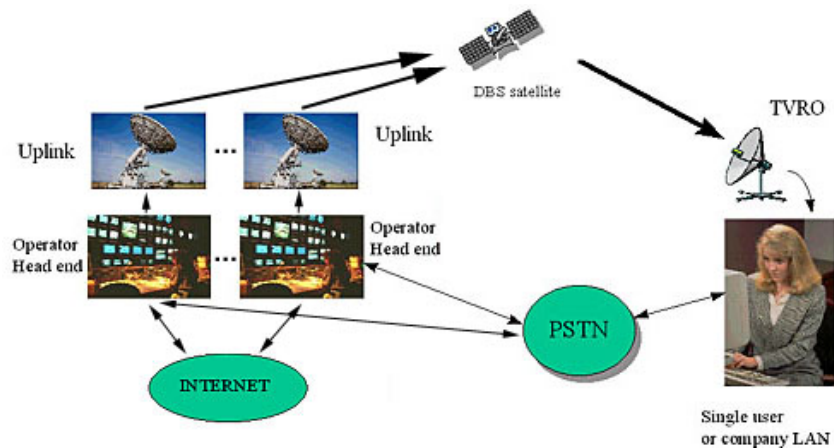
7.4 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΙΚΤΥΩΝ

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

Η τοπολογία του δικτύου που υποστηρίζεται από το σύστημα IoS απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα, στο οποίο περιλαμβάνεται ένα βασισμένο σε DVB ψηφιακό δορυφορικό τηλεοπτικό κανάλι. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι αυτή δεν είναι η μόνη φυσική υποδομή του συστήματος IoS. Το IoS λειτουργεί σε:

- Βασισμένα σε DVB δορυφορικά δίκτυα.
- Βασισμένα σε VSAT δορυφορικά δίκτυα.
- Καλωδιακά δίκτυα.
- Βασισμένα σε ADSL δίκτυα.
- ATM δίκτυα.
- VBI αναλογικά τηλεοπτικά δίκτυα.

Τοπολογία Δικτύου (βασισμένη σε δορυφόρο)

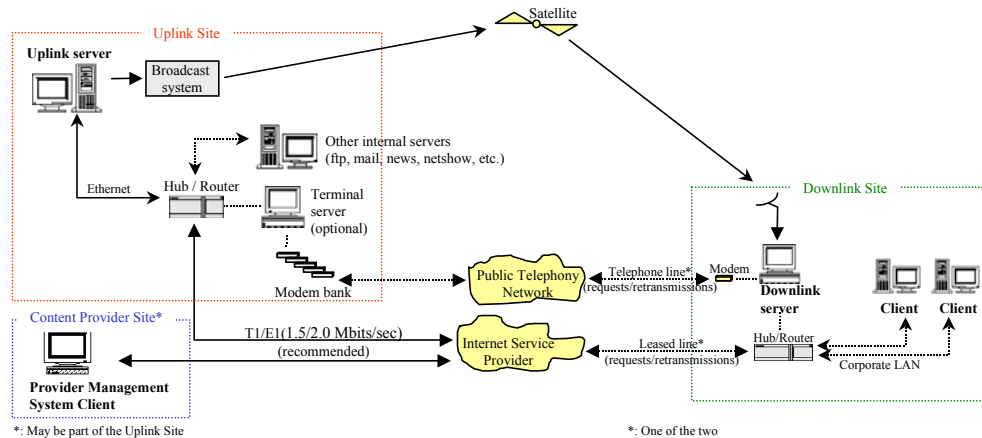


Για όλα τα δίκτυα, το μονοπάτι επιστροφής μπορεί να είναι:

- Χαμηλής ταχύτητας dial-up γραμμή.
- Οποιαδήποτε σύνδεση Internet.
- Δορυφορικό full duplex ή simplex κανάλι.
- Καλωδιακό set-top box RF κανάλι επιστροφής.

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

- ADSL modem.
- Άλλο.



Στο δίκτυο που φαίνεται παραπάνω, ένας ή περισσότεροι Uplink servers(hubs) συγκεντρώνουν την κυκλοφορία από τους Παροχείς Περιεχομένου και το Internet γενικά, μετατρέπουν τα πρωτόκολλα σε αυτά του IoS, μεταφέρουν δεδομένα στην cache και τα μεταδίδουν πάνω από φυσικά κανάλια. Αν συμβούν λάθη στην μετάδοση, οι Uplink servers είναι υπεύθυνοι για την επανεκπομπή των χαμένων πακέτων στους Downlink servers.

Από την πλευρά του δέκτη, οι Downlink servers μπορούν να είναι είτε απομονωμένοι (π.χ. ένα home PC με ένα DVB δορυφορικό τηλεοπτικό δέκτη) ή μπορούν να υποστηρίζουν LANs ή WANs (π.χ. εταιρικά sites, ISPs). Οι Downlink servers είναι υπεύθυνοι για τη λήψη των δεδομένων, τον έλεγχο των λαθών, την αίτηση επανεκπομπής πακέτων από τους Uplink servers και τέλος την διόρθωση των ληφθέντων δεδομένων.

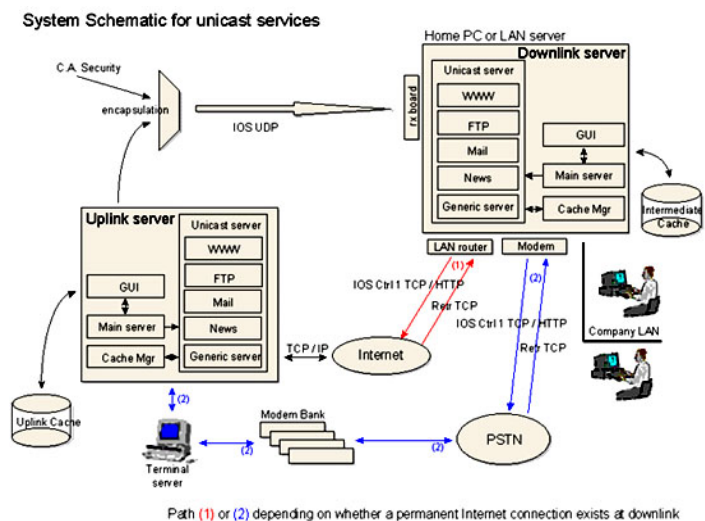
7.5.ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ (modes) ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

- **Unicast mode:** Τα δεδομένα μεταδίδονται ύστερα από μια συγκεκριμένη κλήση του Client. Αυτά μπορεί να είναι τα περιεχόμενα ενός Internet site (Turbo Internet), software, ή οποιοδήποτε ψηφιακό περιεχόμενο όπως ένα video ή ένα κομμάτι μουσικής. Ο Downlink server εξετάζει την cache του. Αν τα ζητούμενα δεδομένα υπάρχουν και δε χρειάζεται να ανανεωθούν, μεταδίδονται στον Client. Αλλιώς η αίτηση αναμεταδίδεται στον Uplink server και τα δεδομένα μεταδίδονται είτε απευθείας ή αφού ανανεωθούν ή ανακτηθούν. Τα δεδομένα μεταδίδονται από τον Uplink στον Downlink server χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο δεδομένων του IoS. Αν τα δεδομένα χαθούν, τα χαμένα πακέτα δεδομένων ζητούνται για επανεκπομπή. Το μονοπάτι επανεκπομπής είναι συνήθως το ίδιο με αυτό από το οποίο ήρθε η αίτηση επανεκπομπής αλλά μπορεί να αλλάξει υπό τον έλεγχο του NMS (Network Management System), γλιτώνοντας έτσι bandwidth σε περιπτώσεις όπου πολλοί clients ζητήσουν τα ίδια δεδομένα.
- **Αξιόπιστο File Multicast mode:** Αυτό είναι ένα αξιόπιστο multicast mode αποθήκευσης και μεταγωγής (store and forward). Τα αρχεία βρίσκονται στο σύστημα αρχείων του Uplink server και μεταδίδονται με multicast. Οι επανεκπομπές χειρίζονται όπως στο unicast mode. Οι επανεκπομπές είναι υπό τον έλεγχο ενός χρονοπρογραμματιστή, ο οποίος με τη σειρά του ελέγχεται από τον κατάλογο του Uplink που περιέχει πληροφορίες χρονοπρογραμματισμού για κάθε multicast υπηρεσία που προσφέρεται.
- **Αξιόπιστο Pipe Multicast mode:** Σε αυτό το mode, τα δεδομένα μεταδίδονται πάνω από ένα καθορισμένο σωλήνα (pipe) bandwidth. Τα δεδομένα μπορούν να μεταδοθούν ασύγχρονα. Μια από τις χρήσεις αυτής της κατάστασης είναι να παρέχει μια γρήγορη και αξιόπιστη EDI (Electronic Data Interchange) σύνδεση μεταξύ δύο εταιριών.

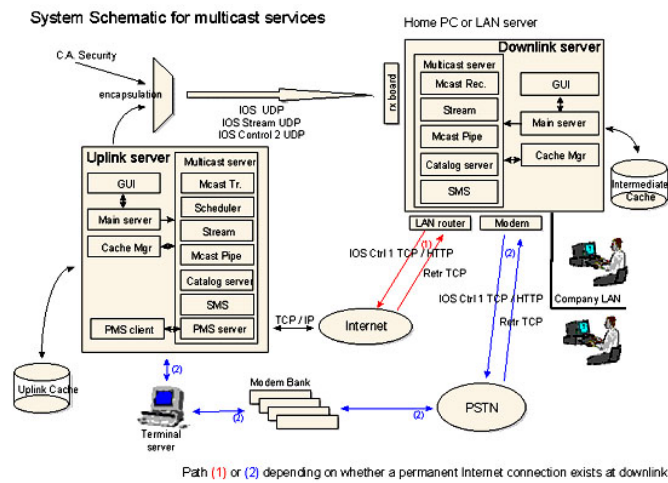
ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

- **Carousel mode:** Ένα Carousel επανειλημμένως επανεκπέμπει δεδομένα σε προκαθορισμένα διαστήματα. Το μονοπάτι επιστροφής δεν είναι απαραίτητο, καθώς τα χαμένα πακέτα αναπληρώνονται από μεταγενέστερες εκπομπές. Το mode αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για την παράδοση δημοφιλών δεδομένων στις ώρες μη-αιχμής. Δεδομένα όπως δημοφιλή πακέτα λογισμικού, εγχειρίδια εταιρειών και ηλεκτρονικές εφημερίδες είναι ιδανικά για την εκπομπή σε carousel mode.
- **Stream Multicast mode:** Αυτό είναι το μόνο μη αξιόπιστο mode μετάδοσης, που χρησιμοποιείται για την εκπομπή real-time ανθεκτικής σε σφάλματα πληροφορίας, όπως οι ροές (streams) ήχου και video. Στο mode αυτό, επιπλέον πρωτόκολλα ροών (streaming) μπορούν να υποστηριχθούν όπως το RTP. Το mode αυτό είναι κατάλληλο για την παράδοση ειδήσεων σε πραγματικό χρόνο στο desktop μιας εταιρίας, για υπηρεσίες πακέτων ειδήσεων που παρέχονται από ένα γραφείο υπηρεσιών ή για news προγράμματα ειδικά για μια εταιρία.

Σχηματικό Συστήματος για unicast υπηρεσίες



Σχηματικό Συστήματος για multicast υπηρεσίες



7.6. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Χαρακτηριστικά πρωτοκόλλου μετάδοσης:

- Απεριόριστες ταχύτητες μετάδοσης (περιορίζονται μόνο από την απόδοση του εξοπλισμού)
- Βασιζόμενο σε IP/DVB και συνεπώς πλήρως συμβατό με όλες τις υπάρχουσες και μελλοντικές εφαρμογές του Internet.
- Unicast mode: Σημείο προς σημείο, συμβατική πρόσβαση στο Internet υποστηρίζοντας WWW, FTP, Mail και όλες οι «γνωστές» (well-known) εφαρμογές Internet.
- Πολλαπλά Multicast modes: Αξιόπιστο multicast αρχείων, χρονοπρογραμματισμένη μετάδοση δεδομένων σε πολλαπλούς προορισμούς.
- Αξιόπιστα multicast pipes, όπου οι ροές δεδομένων παραδίδονται αξιόπιστα στις εφαρμογές του τελικού χρήστη.
- Μη αξιόπιστα multicast pipes (RTP, MBONE)
- Broadcast modes (όπως για το Multicast)

ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

- Υποστήριξη LAN (δηλαδή, όλοι οι χρήστες LAN μπορούν να έχουν πρόσβαση σε υπηρεσίες Internet υψηλής ταχύτητας)
- Παράδοση χωρίς λάθη: Αλλοιωμένα ή χαμένα δεδομένα επανεκπέμπονται μέσω επίγειων γραμμών, για να εξασφαλιστεί η εγγυημένη παράδοση δεδομένων και της συνδρομητικής υπηρεσίας. Η επανεκπομπή μπορεί να είναι ασύγχρονη. Διαθέσιμη τόσο για unicast όσο και για multicast/broadcast modes (προαιρετικό).
- Φιλτράρισμα των δεδομένων για τη μείωση των απαιτήσεων αποθήκευσης στην περίπτωση που ο παραλήπτης είναι συνδρομητής ενός μόνο μέρους της multicast υπηρεσίας.
- Χαμηλό overhead (όχι περισσότερο από του TCP).
- Πολλές εναλλακτικές λύσεις για το μονοπάτι επιστροφής αργής ταχύτητας: σύνδεση dial-up ή με το Internet, βασιζόμενη σε δορυφόρο (duplex ή simplex) ή καλωδιακό RF κανάλι.
- Κατανεμημένη και ανεκτική σε σφάλματα αρχιτεκτονική.

7.6.1 Χαρακτηριστικά Λογισμικού Εφαρμογής

- Ομαλή ενσωμάτωση unicast και multicast τρόπων μετάδοσης.
- Πλήρη συμβατότητα με WWW servers, ftp, gopher και mail servers.
- Πλήρη συμβατότητα με υπάρχοντες WWW clients (π.χ. Netscape), mail
- HTML/JAVA interface χρήστη
- Συμβατότητα με συστήματα ασφαλής μετάδοσης (π.χ. Netscape SSL) (POP3), ftp και gopher clients.
- Οι υπομονάδες (modules) λογισμικού μπορούν να τρέχουν σε διαφορετικά μηχανήματα, ώστε να παρέχουν εξισορρόπηση φορτίου σε μεγάλα δίκτυα.
- Άμεση εγγραφή σε συνδρομητική υπηρεσία.

ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

- Αυτόματο κατέβασμα αρχείων σε τακτά διαστήματα.
- Αυτόματη προφόρτωση (prefetching) δεδομένων για ανανέωση της cache.
- Uplink και downlink cache δεδομένων για τη βελτιστοποίηση της καθυστέρησης του δικτύου.
- Διαχείριση cache.
- Υποστήριξη για μηχανισμό caching τρίτων κατασκευαστών.
- Εγγραφή σε συνδρομητικές υπηρεσίες και υποϋπηρεσίες (διευθυνσιοδοτούμενο στο επίπεδο αρχείων).
- Interface υπό όρους πρόσβασης.
- Παραμετροποίηση σύμφωνα με τις ανάγκες του παροχέα υπηρεσιών.
- Διαχείριση Δικτύου
- Κωδικοποίηση δεδομένων.
- Πολυχρηστικό mode για τη συνεργασία ομάδων και παιχνίδια, συνδυάζοντας unicast και multicast.
- Ανεξαρτησία από hardware (ανεπτυγμένο εξ' ολοκλήρου σε Java)
- Βασισμένο στα standards: JAVA, HTML, Ipv4, Ipv6, DVB, NABTS κλπ.

7.7. ΥΠΟΜΟΝΑΔΕΣ (modules) ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ

7.7.1.Οι Proxy Servers του IoS

Είναι η καρδιά του συστήματος, καθώς οργανώνουν και ενσωματώνουν πληροφορίες πρόσβασης, κάνοντας δυσδιάκριτο στο χρήστη αν τα δεδομένα έρχονται από επίγεια, δορυφορική ή άλλη σύνδεση. Χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση όλων των modes μετάδοσης: unicast, αξιόπιστο multicast αρχείων, αξιόπιστο pipe multicast, carousel και streaming, καθώς και για την παροχή ενός σημείου πρόσβασης σε όλα τα δεδομένα που περιέχονται στο δίκτυο IoS.

7.7.2.Ο Multicast Πομπός/Δέκτης

Η υπομονάδα αυτή είναι υπεύθυνη για την εκπομπή/λήψη των multicasts, την αποθήκευση δεδομένων κατά την επικοινωνία με τον διαχειριστή cache και την μετατροπή πρωτοκόλλων αν χρειάζεται.

7.7.3.Ο Πομπός/Δέκτης Pipe (Σωλήνωσης)

Η υπομονάδα αυτή είναι υπεύθυνη για την αξιόπιστη εκπομπή/λήψη ροών δεδομένων. Μπορεί να αναμεταδώσει multicast τα δεδομένα σε ένα LAN ή να τα στείλει σε ένα client χρησιμοποιώντας πρωτόκολλα βασιζόμενα σε TCP ή UDP. Μπορεί επίσης να παρέχει συγχρονισμένη παράδοση δεδομένων σε πολλαπλούς TCP clients, ώστε όλοι να λαμβάνουν και να αναπαράγουν τα ίδια δεδομένα την ίδια στιγμή.

7.7.4.Ο Πομπός/Δέκτης Ροών (Streaming)

Η υπομονάδα αυτή είναι υπεύθυνη για την μη αξιόπιστη εκπομπή/λήψη ροών δεδομένων.

Μπορεί να αναμεταδώσει multicast τα δεδομένα σε ένα LAN ή να τα στείλει σε ένα client χρησιμοποιώντας πρωτόκολλα βασιζόμενα σε TCP ή UDP. Μπορεί επίσης να

παρέχει συγχρονισμένη παράδοση δεδομένων σε πολλαπλούς TCP clients, ώστε όλοι να λαμβάνουν και να αναπαράγουν τα ίδια δεδομένα την ίδια στιγμή.

7.7.5.Server Συστήματος Διαχείρισης Παροχέα του IoS (Provider Management System – PMS)

Η υπομονάδα που είναι υπεύθυνη για όλες τις επικοινωνίες με τους Παροχείς Περιεχομένου. Προσφέρει πιστοποίηση Παροχέα, λαμβάνει πληροφορίες ελέγχου και αποθηκεύει δεδομένα στα σωστά μέρη και ειδοποιεί τον χρονοπρογραμματιστή για οποιαδήποτε αλλαγή. Αλλαγές στο περιεχόμενο και στο χρονοδιάγραμμα γίνονται ενεργές 30 δευτερόλεπτα μετά την αποστολή. Ο χρονοπρογραμματιστής είναι υπεύθυνος για την εκκίνηση των κατάλληλων multicasts, όπως ορίζονται από τον Παροχέα.

7.7.6.O PMS Client του IoS

Βασιζόμενο σε GUI λογισμικό client που βρίσκεται στο σύστημα του Παροχέα Περιεχομένου. Παρέχει τα μέσα για τον ορισμό multicast υπηρεσιών, συγκεντρώνει δεδομένα από διάφορες πηγές (τοπικούς καταλόγους, δίκτυα, pipes, κλπ.), τοποθετεί σε πακέτα και συμπιέζει τα δεδομένα (χρησιμοποιώντας το format JAR) και στέλνει τα δεδομένα μαζί με πληροφορίες ελέγχου στην υπομονάδα PMS του uplink server.

7.7.7.O χρονοπρογραμματιστής Broadcast του IoS

Ελέγχει το χρόνο μετάδοσης και το bandwidth για κάθε υπηρεσία. Δεσμεύει το bandwidth και ξεκινά τη μετάδοση στους καθορισμένους χρόνους και ρυθμούς μετάδοσης. Ενημερώνει ακόμη τους παροχείς περιεχομένου (μέσω του PMS) για τον καλύτερο διαθέσιμο χρόνο/bandwidth, όταν οι απαιτήσεις ξεπερνούν τη χωρητικότητα του καναλιού.

7.7.8 Ο Κατάλογος Uplink δεδομένων του IoS

Δημιουργεί έναν κατάλογο δεδομένων για όλες τις υπηρεσίες που προσφέρονται από τους παροχείς περιεχομένου. Η βάση δεδομένων, εκτός από πληροφορίες όπως οι τιμές, οι χρόνοι μετάδοσης κλπ., περιέχει πληροφορίες παρουσίασης όχι μόνο για τα δεδομένα, αλλά και για τις ατομικές καταχωρήσεις καταλόγου, επιτρέποντας έτσι την κατασκευή δυναμικών multimedia καταλόγων.

7.7.9 Ο Κατάλογος Δεδομένων Client του IoS

Το εργαλείο αυτό που βρίσκεται σε ένα σταθμό λήψης λαμβάνει πληροφορίες καταλόγου και δημιουργεί δυναμικές multimedia παρουσιάσεις που προβάλλονται είτε σε WWW browser είτε σε ειδικές για το σκοπό αυτό εφαρμογές. Αποκρίνεται σε HTTP ερωτήσεις και παρέχει δεδομένα και προγράμματα για την προβολή πληροφοριών.

7.7.10 Το Σύστημα Διαχείρισης Συνδρομητών του IoS (Subscriber Management System)

Το Σύστημα Διαχείρισης Συνδρομητών στο μέρος του downlink λαμβάνει πληροφορίες ελέγχου συνδρομών (προσθήκη, διαγραφή, αλλαγή) από τον κατάλογο της εφαρμογής και τα αναμεταδίδει στον uplink server. Μετά την επιτυχή επεξεργασία της συνδρομής, λαμβάνει ειδοποίηση από το uplink και διαμορφώνει το υποσύστημα υπό όρους πρόσβασης, ώστε να επιτρέπει τη λήψη της εγγεγραμμένης συνδρομητικής υπηρεσίας. Στο μέρος του Uplink, το SMS δέχεται αιτήσεις για συνδρομές, επικοινωνεί με την (προαιρετική) υπομονάδα λογαριασμών και ειδοποιεί το downlink για την αποδοχή της συνδρομής. Το SMS είναι υπεύθυνο για την πιστοποίηση του χρήστη και του server.

7.7.11.Ο Διαχειριστής Δικτύου του IoS

Ένα προαιρετικό εργαλείο για τη διαχείριση του βασιζόμενου στο IoS δικτύου, περιλαμβάνει διαχείριση διαμόρφωσης, βελτιστοποίηση απόδοσης (τόσο για το LAN στο μέρος του uplink όσο και για το συνολικό σύστημα) και διαχείριση σφαλμάτων (συμπεριλαμβανομένου αποφάσεων για το μονοπάτι επανεκπομπής βασιζόμενες σε γεωγραφικά και σχετικά με το bandwidth δεδομένα).

7.7.12. Η Αράχνη (Spider) του IoS

Ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται για WebCasting. Συγκεντρώνει περιεχόμενο από WWW sites, τα τοποθετεί σε πακέτα και ενημερώνει τον χρονοπρογραμματιστή Broadcast του IoS όταν η συγκέντρωση ενός πακέτου έχει ολοκληρωθεί.

7.7.13. Ο πλοηγητής του IoS

Ένα εργαλείο παρουσίασης πληροφοριών βασισμένο στον MS Explorer, ActiveX και Java. Το εργαλείο αυτό, σε συνεργασία με τον Proxy του IoS και επιπλέον του Web browsing παρουσιάζει ροές δεδομένων (π.χ. TickerTapes – κυλιόμενες ταινίες), ροές ήχου/video και διαφημίσεις. Επιπλέον παρέχει τα interfaces για τη διαχείριση της τοπικής cache, την πλοήγηση στον multimedia κατάλογο και την αγορά υπηρεσιών.

7.8. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ multicast ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Το IoS ενοποιεί το IP unicast και multicast επιτρέποντας την υψηλής ταχύτητας παράδοση multimedia δεδομένων. Η προσφερόμενη ταχύτητα και η ποιότητα των υπηρεσιών κάνουν εφικτά νέα είδη υπηρεσιών που ήταν σχεδόν αδύνατα με τις συμβατικές δικτυακές τεχνολογίες. Μερικές από τις διαμορφώσεις υπηρεσιών που υποστηρίζονται από το σύστημα είναι:

7.8.1. News

Μια υπηρεσία news μπορεί να δομηθεί ως εξής:

- Ένα μοναδικό πακέτο μεταδίδεται σε συγκεκριμένες στιγμές, και κάθε μετάδοση περιέχει όλες τις προσθήκες/αφαιρέσεις υλικού ή,
- Πολλαπλά πακέτα (π.χ. θεματικές ενότητες) μεταδίδονται τις ίδιες ή σε διαφορετικές στιγμές, στα οποία μπορεί κάποιος να γίνει συνδρομητής ως απλή υπηρεσία ή ως πολλαπλές υπηρεσίες (ώστε να επιτρέπουν στον πελάτη την επιλογή των ενοτήτων που τον ενδιαφέρουν).
- Τα δεδομένα μπορούν να περιλαμβάνουν κείμενο, εικόνες, ήχο, video και δεδομένα real time (π.χ. κυλιόμενες ταινίες και μεταδόσεις ειδήσεων, ήχου και video).
- Οι πηγές δεδομένων μπορούν να είναι οποιοσδήποτε συνδυασμός από: τοπικά αρχεία (π.χ. πολλαπλοί κατάλογοι αρχείων), web servers, δικτυακές συνδέσεις (π.χ. καλωδιακή υπηρεσία παροχής ειδήσεων) ή ripes προγραμμάτων (π.χ. ανάκτηση δεδομένων από βάση δεδομένων).
- Η παρουσίαση του περιεχομένου καθορίζεται από τον Παροχέα χρησιμοποιώντας οποιοδήποτε επιθυμητό εργαλείο. Η τελική δημιουργία του πακέτου και η μετάδοσή του στο hub του δικτύου γίνονται από το software του IoS.
- Οι συνδρομές χειρίζονται από τον multimedia κατάλογο του IoS και το Σύστημα Διαχείρισης Συνδρομών.

7.8.2. Webcasting (Μετάδοση Ιστοσελίδων)

Συλλογές από ιστοσελίδες και πιθανόν από ολόκληρα sites μπορούν να δημιουργηθούν αυτόματα (και να ενημερώνονται σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα), να τοποθετηθούν σε ένα ή πολλαπλά πακέτα και να μεταδοθούν σε καθορισμένα διαστήματα. Όλες οι αλλαγές στις σελίδες ενσωματώνονται στα μεταδιδόμενα πακέτα αυτόματα.

7.8.3. Διασκέδαση

Ο συνδυασμός real time οπτικοακουστικών ροών με ιστοσελίδες βασισμένες σε κείμενο και εικόνα μπορούν να δημιουργήσουν νέες μορφές προϊόντων διασκέδασης. Ένα παράδειγμα είναι ένα κομμάτι (clip) ήχου ή video με background υλικό για τους καλλιτέχνες. Τέτοιες υπηρεσίες μπορούν εύκολα να οικοδομηθούν στο σύστημα IoS συνδυάζοντας real time ροές ήχου/video με μετάδοση HTML σελίδων με ασύγχρονο τρόπο (pipe). Ο χρονοπρογραμματισμός της παρουσίασης μπορεί να γίνει από τον Παροχέα του Περιεχομένου χρησιμοποιώντας οποιοδήποτε εργαλείο multimedia δημιουργίας. Οι τελικοί χρήστες μπορούν να επιλέξουν το επιθυμητό περιεχόμενο μέσω του multimedia καταλόγου του IoS

7.8.4. Εκπαίδευση

Οι εφαρμογές τηλε-εκπαίδευσης είναι ιδανικές για ασυμμετρικά δίκτυα, για τα οποία το σύστημα IoS έχει σχεδιαστεί. Τέτοιες εφαρμογές μπορούν να διαμορφωθούν ως εξής:

- Εμπειριστατωμένο αναγνωστικό υλικό συγκεντρώνεται από πολλαπλές πηγές (τοπικές ή απομακρυσμένες), τοποθετείται σε πακέτα και μεταδίδεται στη διάρκεια των ωρών μη-αιχμής.
- Multimedia δεδομένα μπορούν να παραδοθούν μετά από απαίτηση (on-demand) στους σταθμούς σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας pipe multicast τρόπο και επιτρέποντας έτσι τη real time διανομή σημειώσεων ενός μαθήματος.

- Χρησιμοποιώντας μετάδοση ροής video, ο καθηγητής είναι ορατός σε όλους τους σταθμούς-δέκτες.
- Χρησιμοποιώντας το πολυχρηστικό mode του IoS, οι μαθητές μπορούν να αλληλεπιδρούν με τον καθηγητή ασύγχρονα ή σύγχρονα και οι αλληλεπιδράσεις αυτές είναι ορατές σε όλους τους μαθητές.
- Χρησιμοποιώντας την υποστήριξη LAN του συστήματος IoS, το υλικό που λαμβάνεται μπορεί να μοιραστεί σε όλη την πανεπιστημιούπολη με τη χρήση multicast ή πολλαπλών unicast ροών.

7.8.5. Επιχείρηση

Οι χρήστες μιας επιχείρησης μπορούν να αποκτήσουν ή να κατασκευάσουν τα δικά τους ιδιωτικά βασισμένα σε IP δίκτυα και να τα διασυνδέσουν πάνω από μια ευρεία γεωγραφική περιοχή μέσω ασυμμετρικών δικτύων (π.χ. δορυφορικά). Το σύστημα IoS μπορεί να παρέχει σε τέτοια δίκτυα τα εξής:

- Εταιρικές ανακοινώσεις: Multimedia έγγραφα μπορούν να μεταδίδονται με ασύγχρονο τρόπο χρησιμοποιώντας σωληνώσεις (pipe).
- Διανομή εγγράφων: Μεγάλες συλλογές αρχείων μεταδίδονται με multicast σε πολλές θέσεις. Οι πηγές μπορεί να περιλαμβάνουν εταιρικές βάσεις δεδομένων και συστήματα αρχείων. Το προσωπικό της εταιρίας καθορίζει το είδος των δεδομένων που θα μεταδοθεί και τη θέση που βρίσκεται η πηγή καθώς και τα σχετικά με την ασφάλεια χαρακτηριστικά. Οι μεταδόσεις μπορεί να είναι περιοδικές και μπορεί να περιέχουν όλο το περιεχόμενο ή μόνο τα αρχεία ενημέρωσης.
- Διανομή Software: Παρόμοια με τη διανομή εγγράφων, ολόκληρες σουίτες προγραμμάτων ή ενημερώσεις προγραμμάτων μπορούν να διανεμηθούν.
- Συνεργασία: Χρησιμοποιώντας το πολυχρηστικό mode του IoS, ομάδες μπορούν να εργάζονται στο ίδιο έγγραφο ή πρόγραμμα χρησιμοποιώντας οποιαδήποτε συνεργατικά εργαλεία επιθυμούν, αρκεί να υποστηρίζουν τη χρήση proxy.

7.8.6. Παιχνίδια

Το σύστημα IoS μπορεί, εκτός από την διανομή software παιχνιδιών και ενημερώσεών τους, να παρέχει τη δυνατότητα real time παιχνιδιών σε μεγάλο αριθμό χρηστών που βρίσκονται σε απομακρυσμένες γεωγραφικά περιοχές, χρησιμοποιώντας το πολυχρηστικό mode. Τα παιχνίδια μπορούν να περιλαμβάνουν ένα πολύ μεγάλο αριθμό παθητικών θεατών, που μπορούν να παρακολουθούν την εξέλιξη του παιχνιδιού.

7.9. ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ

- Συμβατό με τα κανάλια του Netscape Navigator, του Microsoft Internet Explorer, της Pointcast και Marimba.
- Συμβατό με όλες τις Internet εφαρμογές που υποστηρίζουν τη χρήση proxy.
- Υποστηρίζει RTP για multicasts στο MBONE.
- Υποστηρίζει ασφαλείς συνδέσεις (SSL – Secure Socket Layer).
- Συμβατό με όλους τους εξωτερικούς HTTP servers που κάνουν caching καθώς και τους mail, news και ftp servers.

7.10. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

7.10.1. Δέκτης

- PC (Windows NT Workstation 4.0 ή Windows NT Server 4.0 ή Windows 95) 150 MHz ή Unix workstation με SunOs 5.5.1 (Solaris); 32 MB RAM, 50 MB διαθέσιμο χώρο στο δίσκο.
- Δορυφορικό δέκτη με κάρτα συμβατή με PCWG (DVB) ή δέκτη VSAT ή ψηφιακό STB ή δέκτη VBI.
- Επίγεια σύνδεση TCP/IP (SLIP ή άλλη) ή δορυφορική σύνδεση TCP/IP στον πομπό (για back-κανάλι).

- Υλοποίηση sockets Standard Berkeley ή Microsoft.
- JDK 1.1.3 συμβατό VM (Virtual Machine)

7.10.2. Πομπός

- Windows NT Server 4.0 Pentium 200 MHz ή Unix workstation με SunOs 5.5.1 (Solaris), 128 MB RAM, μεγάλο disk array για cache (συνήθως 25 GB για μεγάλες εγκαταστάσεις).
- DVB πολυπλέκτης και sat modem ή router και VSAT πομπός ή VBI πολυπλέκτης/πομπός.
- Fast Ethernet LAN.
- Γρήγορη και αξιόπιστη σύνδεση στο Internet.
- Terminal Server και modems (για dial-up συνδέσεις).
- Υλοποίηση sockets Standard Berkeley ή Microsoft.
- Πλήρης υποστήριξη DNS.
- JDK 1.1.3 συμβατό VM (Virtual Machine)

7.11. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Το σύστημα IoS χρησιμοποιείται με άδεια από την **News Data Systems (NDS) Inc.**, τον παροχέα τεχνολογίας της **News Corporation**, μιας μεγάλης διεθνούς εταιρίας με ευρεία ενδιαφέροντα στις εκδόσεις (συμπεριλαμβανομένου των London Times και της New York Post), στις τηλεοπτικές μεταδόσεις (διαχειριστής του τηλεοπτικού δορυφόρου BskyB στο UK, Fox Network στις ΗΠΑ), παραγωγές ταινιών και τηλεοπτικών εκπομπών (συμπεριλαμβανομένου και το studio της 20th Century Fox στις ΗΠΑ).

Η NDS χρησιμοποιεί το IoS στο δίκτυο εκπομπής δεδομένων (DBN – Data Broadcast Network) το οποίο λειτουργεί πάνω από τα υπάρχουσα ψηφιακά τηλεοπτικά, βασιζόμενα σε DVB, δορυφορικά κανάλια και τη MediaStorm, μια ελαφρότερη έκδοση του DBN.

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

Πελάτες του DBN και της MediaStorm που έχουν ήδη ανακοινωθεί μέχρι τον Ιούνιο του 1998 είναι η Cyberstar/Loral στην California, η Globecast της France Telecom και η Shinawatra στην Ταϊλάνδη.

Το σύστημα IoS χρησιμοποιείται επίσης με άδεια από την ViaSat Corp, μια εταιρία στο San Diego που κατασκευάζει VSAT, για τη χρήση του σε ιδιωτικά δίκτυα, εκπαιδευτικά δίκτυα, υποστήριξη ISP, κλπ. Το σύστημα χρησιμοποιεί εξοπλισμό βασισμένο στο ViaSat DAMA με μονοπάτι επιστροφής είτε επίγειο είτε δορυφορικό simplex.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : Η ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΤΗΣ ΤΗΛΕ-ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΜΕΣΩ ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Οι τηλεπικοινωνίες παίζουν σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Η εκπαίδευση από απόσταση, που παλιότερα γινόταν με την χρήση του ταχυδρομείου και βιβλίων, τώρα πια βασίζεται σχεδόν αποκλειστικά σε πολλές μορφές τηλεπικοινωνιών. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση συστημάτων τηλε-εκπαίδευσης απαιτεί την πλήρη κατανόηση των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται. Τεχνολογίες όπως φωνή, ήχος και κινούμενη εικόνα, οι οποίες σε συνεργασία με τους υπολογιστές και τα ψηφιακά δεδομένα, ανοίγουν νέους δρόμους στο συνδυασμό τηλεφώνων, υπολογιστών και video για την παραγωγή ισχυρών, αλληλεπιδραστικών, πολυμεσικών συστημάτων εκπαίδευσης.

Οι δορυφορικές επικοινωνίες μπορούν να συνεισφέρουν σε αυτό τον τομέα, αφού προσφέρουν υψηλές ταχύτητες και μεγάλο εύρος ζώνης. Αξιόλογες προσπάθειες στον τομέα της ανάπτυξης δικτύων και συστημάτων εκπαίδευσης από απόσταση με την χρήση δορυφορικών δικτύων έχουν γίνει την τελευταία δεκαετία, μερικές από τις οποίες θα αναφέρουμε στη συνέχεια.

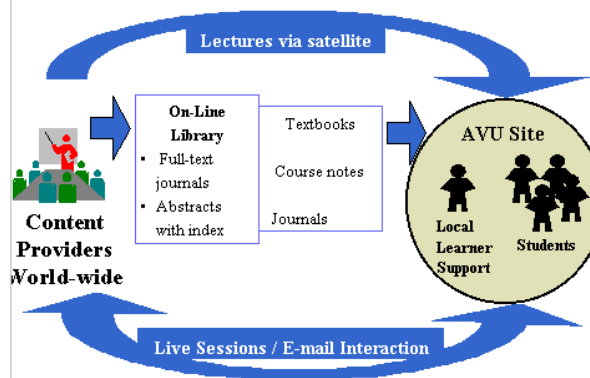
8.1.ΤΟ ΑΦΡΙΚΑΝΙΚΟ ΙΔΕΑΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ (African Virtual University– AVU)

Το αφρικάνικο ιδεατό πανεπιστήμιο (African Virtual University – AVU) είναι ένα πανεπιστήμιο χωρίς τοίχους που χρησιμοποιεί την μοντέρνα πληροφορική και επικοινωνιακή τεχνολογία για να δώσει στις χώρες της Αφρικής απ' ευθείας σύνδεση με μερικά από τα υψηλότερης ποιότητας ακαδημαϊκά και εκπαιδευτικά ιδρύματα από όλο τον κόσμο. Το AVU γεφυρώνει τις ελλείψεις στην Αφρική και δημιουργεί επιστήμονες, μηχανικούς, τεχνικούς και επιχειρηματίες και άλλους επαγγελματίες που είναι σε θέση να προωθήσουν την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη της Αφρικής στην εποχή της πληροφορικής.



ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

Το πιλοτικό πρόγραμμα ξεκίνησε το 1997. Από τότε το AVU έχει προσφέρει σε μαθητές σε 15 αφρικάνικες χώρες πάνω από 2500 ώρες εντατικά μαθήματα σε αγγλικά και γαλλικά. Περισσότεροι από 12000 μαθητές τελείωσαν μαθήματα εξαμηνιαίας διάρκειας σε διάφορες επιστήμες, και πάνω από 2500 επαγγελματίες έχουν παρακολουθήσει σεμινάρια για επιχειρήσεων και μαθήματα commerce και Υ2Κ. Το AVU προσφέρει πρόσβαση σε μια βιβλιοθήκη με πάνω περιοδικά και πάνω λογαριασμοί έχουν ανοιχθεί και μπορούν να προσπελαστούν μέσω του δικτύου του AVU.



διοίκηση συγκεκριμένα για στρατηγικής, e- στους μαθητές on-line από 1000 από 10000 email

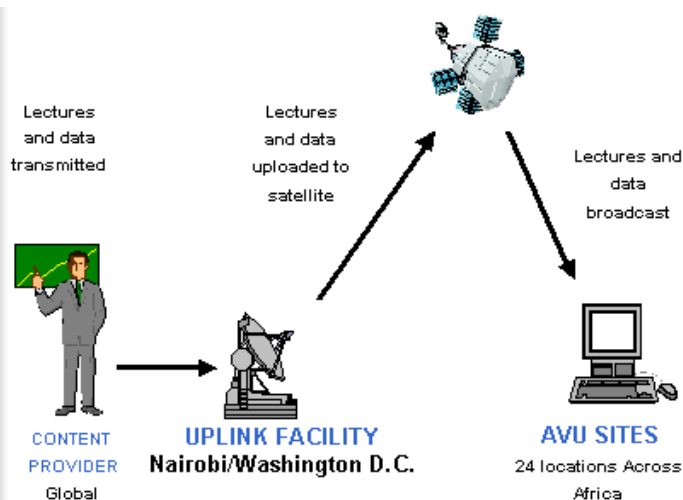
8.1.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ AVU

Το μοντέλο του AVU χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό δορυφόρων και τεχνολογιών Internet, οι οποίες επιτρέπουν την μετάδοση ποιοτικού εκπαιδευτικού υλικού από όλο τον κόσμο σε ένα αποδεκτό κόστος, ενώ λαμβάνει υπ' όψιν του τους περιορισμούς του δικτύου και γενικά της τεχνολογίας στην Αφρικάνικη ήπειρο. Το AVU θέτει ένα υψηλό στάνταρτ στην αλληλεπίδραση και στην υποστήριξη της απόδοσης του εκπαιδευτικού έργου.

Καθηγητές από όλο τον κόσμο παραδίδουν μαθήματα από ένα μια αίθουσα studio. Το μάθημα μεταδίδεται στο AVU κεντρικό uplink στο Clarksburg, Maryland το οποίο με την σειρά του μεταδίδεται μέσω του δορυφόρου σε όλα τα εκπαιδευτικά κέντρα σε όλη

την Αφρική, τα οποία είναι εφοδιασμένα με ένα δορυφορικό πιάτο για να λαμβάνουν το σήμα.

Μια τυπική AVU αίθουσα έχει περίπου 25 – 30 φοιτητές που κάθονται στα έδρανα τους και βλέπουν την εκπομπή σε μεγάλες οθόνες, τηλεοράσεις ή στις οθόνες των υπολογιστών τους. Κατά τη διάρκεια του μαθήματος, οι



φοιτητές έχουν την δυνατότητα να αλληλεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο με τον καθηγητή μέσω τηλεφώνου ή email. Αυτή η δομή επιτρέπει στο φοιτητή στην Ρουάντα για παράδειγμα να θέσει μια ερώτηση στον καθηγητή του βρίσκεται στο Κογκό ή στο Παρίσι και μπορεί να ακουστεί και να σχολιαστεί από φοιτητές στο Βερολίνο ή στη Σενεγάλη. Σε κάθε εκπαιδευτικό κέντρο του AVU υπάρχουν και αντίστοιχες πληροφορίες και εγχειρίδια καθώς και τουλάχιστον 50 υπολογιστές με πρόσβαση στο Internet.

8.1.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

Μετά την εκπλήρωση του πιλοτικού σχεδίου, το AVU είχε και έχει την υποστήριξη της world Bank για τη δημιουργία ενός μη κερδοσκοπικού οργανισμού στο Ναϊρόμπι, Κένυα. Το AVU θα προσφέρει δυο βασικά προϊόντα:

Academic Channel θα προσφέρει στους φοιτητές πτυχία στην computer science, ηλεκτρολόγων μηχανικών και μηχανικών ηλεκτρονικών υπολογιστών. (Οκτώβριο 2001)

Business and Technology Channel θα προσφέρει σεμινάρια στο management και στο information Technology (IT) και στις ξένες γλώσσες και πολύ σύντομα MBA.

Κατά τη διάρκεια των τριών χρόνων, το AVU σχεδιάζει να επεκταθεί σε περισσότερες αφρικάνικες χώρες και να φτάσει και άλλους φοιτητές, και άλλους τομείς κυρίως με τρεις τρόπους:

Κέντρα εκπαίδευσης που θα δημιουργηθούν σε δημόσια και ιδιωτικά πανεπιστήμια,

Ιδιωτικές εταιρίες που θα προσφέρουν εκπαιδευτικά προγράμματα μέσω του Internet

Μη κυβερνητικούς οργανισμούς

8.2 ΤΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΟΥ ΙΣΡΑΗΛ

Το Center for Information Technology in Distance Education αναπτύσσει νέες μεθόδους στην εκπαίδευση από απόσταση με την εισαγωγή καινοτόμων τεχνολογιών στις υπάρχουσες εκπαιδευτικές διαδικασίες. Με την υλοποίηση και ανάπτυξη διαφορετικών μέσων διδασκαλίας το ανοιχτό πανεπιστήμιο του Ισραήλ προσπαθεί να επιτύχει τους παρακάτω στόχους:

Αναβάθμιση και καλύτερευση της διδασκαλίας με την εκμετάλλευση των πολυμέσων για την μετάδοση εκπαιδευτικού υλικού με ακρίβεια και ταχύτητα. Αυτά τα τεχνολογικά μέσα εφαρμόζονται ανάλογα με τις ανάγκες των μαθημάτων που γίνονται κάθε φορά.

Άνοιγμα καινούργιων δρόμων στους φοιτητές του ΟΥ (όπως πρόσβαση στα data banks), δίνοντας τους ανάδραση και περισσότερες ευκαιρίες για πρακτική.

Γεφύρωση των γεωγραφικών αποστάσεων και προσφορά της δυνατότητας οι φοιτητές και καθηγητές να συζητούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας τις προηγμένες τεχνολογίες. Παροχή δυνατοτήτων μάθησης, οι οποίες δεν απαιτούν χρόνο, χώρο ή μέσα εκπαίδευσης, ενώ επιτρέπει στους φοιτητές να επιλέγουν και να ελέγχουν αυτή την αλληλεπιδραστική εκπαιδευτική διαδικασία ώστε αυτή να ικανοποιεί τις ανάγκες και το στυλ τους.

8.2.1 ΝΕΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

Το ανοιχτό πανεπιστήμιο του Ισραήλ προχωρά μπροστά με αυτό το καινοτομικό έργο που θα το θέσει στους πρωτοπόρους του είδους. Την χρήση του εξοπλισμού για την εκπαίδευση από απόσταση, μπορούν να την εκμεταλλευτούν διαφορετικές ομάδες πληθυσμών (στρατιώτες, δάσκαλοι, μετανάστες κτλ) και ακόμη φοιτητές από όλο τον κόσμο.

Γίνονται προσπάθειες να αναπτυχθεί αυτή η περιοχή ώστε να κάνει τα συστήματα περισσότερο ευέλικτα και προσαρμόσιμα στις παιδαγωγικές ανάγκες. Αυτή τη ανάπτυξη έχει οδηγήσει σε 3 σημαντικές κατευθύνσεις:

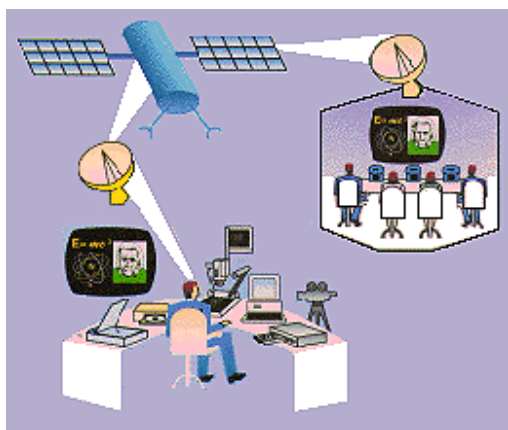
Interactive distance – Education Via Satellites

Interactive teaching via computer courseware

TV-assisted teaching telecourses

8.2.1.1 Interactive distance – Education Via Satellites - OFEK

Το OFEK είναι ένα ιδιωτικό σύστημα για εκπαίδευση από απόσταση μέσω δορυφόρου. Επιτρέπει στον καθηγητή να μεταδώσει ζωντανά μια διάλεξη, από ένα κεντρικό studio σε ένα αριθμό από αίθουσες διασκορπισμένες σε όλη την χώρα. Οι φοιτητές σε αυτές τις απομακρυσμένες αίθουσες μπορούν να συμμετέχουν στη διάλεξη χρησιμοποιώντας



φωνή και δεδομένα. Η διδασκαλία μέσω του OFEK παρέχει στον καθηγητή τεχνολογικά μέσα τα οποία βελτιώνουν την ποιότητα του μαθήματος και την καλύτερη διάχυση της γνώσης ανάμεσα στους μαθητές. Ο σκοπός αυτού του έργου είναι να δημιουργηθούν όλα τα απαραίτητα εργαλεία και κομμάτια για

ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

εκπαιδευτικά προγράμματα που θα χρησιμοποιούν την αλληλεπιδραστική δορυφορική επικοινωνία. Το ανοιχτό πανεπιστήμιο κατοχύρωσε το εκπαιδευτικό του πρόγραμμα μέσω δορυφόρου δημιουργώντας μια αρχική σύνδεση σε όλο το Ισραήλ. Ένα σύστημα εκπομπής στήθηκε στον χώρο του πανεπιστήμιου. Αυτό συνδυάζει ένα κεντρικό υπολογιστή και ένα studio πλήρως εξοπλισμένο για να διαχειριστεί ένα μεγάλο εύρος από πληροφορία video, καθώς επίσης και μια video κάμερα, έναν υπολογιστή για παρουσιάσεις πολυμέσων, έναν ειδικό πίνακα και ένα scanner. Οι απομακρυσμένες αίθουσες σε όλη την χώρα είναι εφοδιασμένες με υπολογιστικό υλικό και τηλεφωνα για τους φοιτητές ώστε να μπορούν να μιλούν με τον καθηγητή στο κέντρο και να εισάγουν τις απόψεις τους.

Το OFEK λειτουργεί κάτω από την υποστήριξη της εταιρίας Gilat.

Τα πλεονεκτήματα της μετάδοσης διαλέξεων μέσω δορυφόρου είναι τα παρακάτω:

Καλύτερο μάθημα

Η διδασκαλία μέσω δορυφόρου επιτρέπει στο πανεπιστήμιο να φέρει τους καλύτερους επιστήμονες και ειδικούς να διδάξουν και να παρουσιάσουν ένα συγκεκριμένο αντικείμενο. Συνήθως αυτοί οι ειδικοί δεν είναι διαθέσιμοι στους περισσότερους φοιτητές, ιδιαίτερα όταν δεν ζουν στην ίδια περιοχή. Το σύστημα επιτρέπει στον καθηγητή να σχεδιάσει και να προετοιμάσει τη διάλεξη κατάλληλα χρησιμοποιώντας όλα τα οπτικοακουστικά μέσα. Μπορεί επιπλέον να συνδυάσει τον καλύτερο καθηγητή (του οποίου οι ακριβείς υπηρεσίες τον κάνουν να πραγματοποιεί μικρό αριθμό διαλέξεων) με το καλύτερο μάθημα, το οποίο έχει προετοιμαστεί κατάλληλα και με την βοήθεια ειδικών και την υποστήριξη της υψηλής τεχνολογίας.

Οικονομία στην κλίμακα

Από την στιγμή που ο αριθμός των αιθουσών που συμμετέχουν στο μάθημα είναι τεχνικά απεριόριστος, κάποιος θα μπορούσε να συμπεριλάβει τις αίθουσες στην έκταση της αλληλεπίδρασης που αυτός επιθυμεί. Το σταθερό κόστος μιας διάλεξης θα μοιραστεί μεταξύ των αιθουσών που λαμβάνουν. Ο αριθμός των μαθητών σε κάθε αίθουσα μπορεί επίσης να αυξηθεί χωρίς κανένα επιπλέον κόστος.

Το μάθημα έρχεται στον μαθητή

Οι αίθουσες μπορεί να εγκατασταθούν οπουδήποτε, χωρίς καθυστερήσεις. Οι φοιτητές μπορούν έτσι να εξοικονομήσουν το κόστος της μετακίνησης και χρόνου με την ύπαρξη εξοπλισμένων κέντρων που βρίσκονται κοντά στα σπίτια τους. Αφού ο παράγοντας άφιξης στην αίθουσα έχει εξαλειφθεί τα μαθήματα μπορεί να σχεδιαστούν σύμφωνα με τις προτιμήσεις του δασκάλου.

24ωρο σύστημα επικοινωνίας

Ο εξοπλισμός του συστήματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί όλες τις ώρες μέρα-νύχτα: ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, πρόσβαση σε τράπεζες πληροφοριών, υπολογισμούς από απόσταση κτλ.

8.2.1.2 Interactive teaching via computer courseware - MULTIMEDIA

Το έργο Multimedia έχει ως σκοπό την ανάπτυξη και προσαρμογή του υπολογιστικού και αλληλεπιδραστικού εξοπλισμού, συνδυάζοντας κείμενο, εικόνα, video και ήχο. Τέτοια μέσα γενικά κατηγοριοποιούνται στα εξής: τράπεζες δεδομένων, μαθήματα υπολογισμών και εργαστήρια, λύση



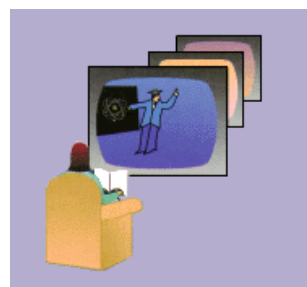
προβλημάτων και προσομοίωση τους, εργαστηριακά πειράματα. Η υλοποίηση τους έχει σχεδιαστεί ώστε οι φοιτητές να μπορούν να έχουν ευκολότερη πρόσβαση σε ανανεωμένη πληροφορία και να ενθαρρύνεται η ερευνά κατά το διάβασμα.

Ένα αριθμός από έργα είναι σε εξέλιξη : μια τράπεζα δεδομένων για τη Χημεία, μια εργασία για το μάθημα της Ιστορίας, μια διάλεξη για το διαφημιστική διοίκηση και μια εργαστηριακή προσομοίωση στην μικροβιολογία.

Γίνονται προσπάθειες για τον εντοπισμό ακαδημαϊκού υλικού από αλλά πανεπιστήμια το οποίο θα ενισχύσει την ανάπτυξη των μαθημάτων του ανοιχτού πανεπιστήμιου. Επιπλέον μελετούνται και εργαλεία τα οποία θα χρησιμοποιηθούν από τους δάσκαλους για τις μεταξύ τους συναντήσεις.

8.2.1.3 TV-assisted teaching telecourses

Πολλές εταιρίες σε όλο τον κόσμο τα τελευταία χρόνια έχουν ξεκινήσει την ανάπτυξη ακαδημαϊκών μαθημάτων τα οποία μεταδίδονται από την τηλεόραση και είναι γνωστά με το όνομα telecourses. Αυτού του είδους τα μαθήματα το ανοιχτό πανεπιστήμιο έκανε μια πιο επιτυχημένη προσπάθεια να τα μεταδώσει στους φοιτητές του. Το μάθημα μάλιστα World of Chemistry είχε ιδιαίτερη επιτυχία. Το ίδιο και το μάθημα ψυχολογίας που ακολούθησε. Το telecourse είναι μια λύση για την ανάγκη σε θέματα που είναι σπάνια.



8.3SERC (Satellite Educational Resources Consortium) - Western Illinois university

Στο πανεπιστήμιο του Ιλλινόις, στεγάζεται το κέντρο εφαρμογών και πληροφοριών (Center for the Application of Information Technologies – CAIT), το οποίο ιδρύθηκε πριν από 10 χρόνια και αρχικός του στόχος ήταν να προσφέρει εκπαίδευση σε καθηγητές και μαθητές επιπέδου K-12. Αν και ο αυτός ο στόχος εξακολουθεί να υπάρχει, εξυπηρετώντας γύρω στα 1000 σχολεία παγκοσμίως, πολλά έχουν αλλάξει μέσα σε αυτή τη δεκαετία.

Οι στόχοι του CAIT είναι πλέον οι εξής 5:

Προώθηση τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνίας σε μεθόδους εκπαίδευσης και διδασκαλίας.

Λειτουργία ως εκπαιδευτικού κέντρου πληροφορικής και τεχνολογίας.

Δημιουργία συνεργασιών στην πρόσβαση και εφαρμογή των τεχνολογιών της πληροφορικής.

Χώρος παρουσιάσεων.

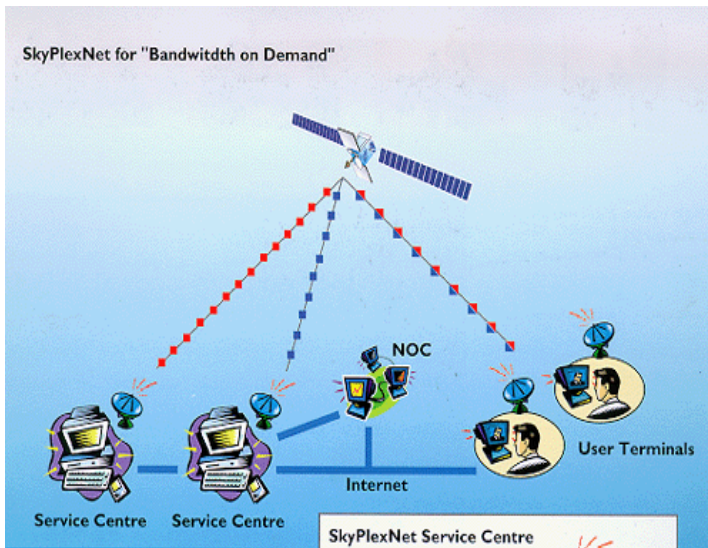
Διεξαγωγή έρευνας για τη βελτίωση της εκπαίδευσης και της διδασκαλίας.

Το CAIT αριθμεί αυτή τη στιγμή 10 μαθήματα από απόσταση και υποστηρίζει 12 αίθουσες διδασκαλίας (η μετάδοση γίνεται μέσω τηλεόρασης). Ο μαθητής με αυτό τον τρόπο μπορεί να βλέπει και να ακούει τον καθηγητή από την τηλεόραση μέσω

δορυφόρου. Αν ο μαθητής θελήσει να ρωτήσει ή να συζητήσει με τον καθηγητή τότε θα μπορεί να του τηλεφωνήσει σε ένα δωρεάν τηλεφωνικό αριθμό ειδικό για το συγκεκριμένο μάθημα.

8.4 SkyplexNet

Η SkyplexNet πλατφόρμα είναι βασισμένη σε μια καινοτομική τεχνολογία, τον



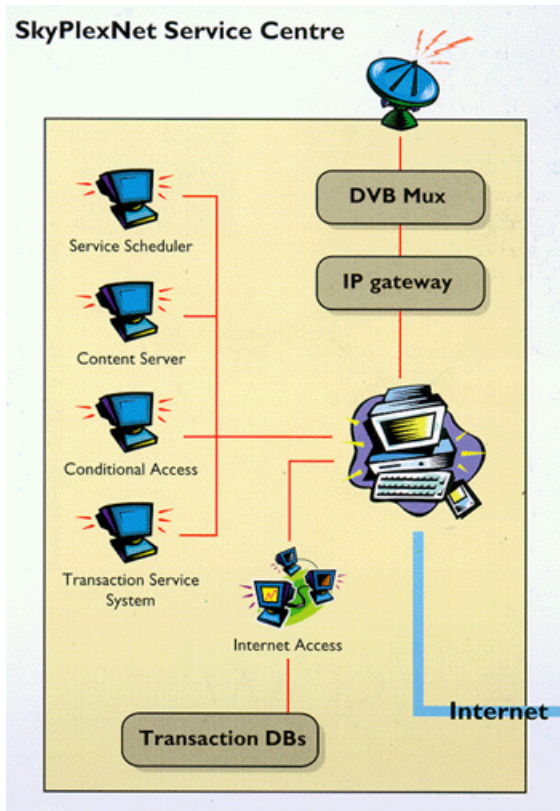
πολυπλέκτη Skyplex, ο οποίος συνδέεται με τον δορυφόρο Eutelsat Hot Bird 5. Η βασική ιδέα στηρίζεται στην αποφυγή κάθε είδους κεντροποιημένης διαχείρισης του χώρου, προσφέροντας απ' ευθείας πρόσβαση στο δορυφορικό μεταδότη. Αρχικά η πλατφόρμα είχε σχεδιαστεί για την εκπομπή τηλεόρασης, αλλά

αργότερα αποδείχθηκε ότι έχει πλεονεκτήματα σε IP εφαρμογές εξ' αιτίας του MPEG-2 transport stream, το οποίο δίνει τη δυνατότητα μετάδοσης IP πακέτων.

Όπως παρατηρούμε και στο παραπάνω σχήμα, το σύστημα περιλαμβάνει δύο βασικές συνδέσεις εκπομπής: α) μεταξύ του σταθμού δέκτη και του δορυφόρου και β) μεταξύ του δορυφόρου και του τελικού χρήστη-παραλήπτη. Αυτό συμβαίνει γιατί ο Skyplex μεταδότης έχει τη δυνατότητα να συνδυάζει ένα μεγάλο αριθμό αιτήσεων σε ένα και μοναδικό 55Mbps down link stream συμβατού με το DVB-S στάνταρτ. Η διαφορετική αυτή ιδιότητα δεν είναι εμφανής στους χρηστές.

8.4.1 SkyplexNet Αρχιτεκτονική

Η αρχιτεκτονική της SkyplexNet πλατφόρμας (σχήμα 6.1), αποτελείται από δυο βασικά κομμάτια: 1) το Service Center όπου γίνεται η συλλογή του περιεχομένου και 2) την πλατφόρμα Client, που λαμβάνει τις υπηρεσίες.



Σχήμα 1.1: Η αρχιτεκτονική της πλατφόρμας SkyplexNet

8.4.2 Distance Learning service

Η υπηρεσία αυτή, παρέχεται από το Video Communication Service Center (VCSC) και βασίζεται στην ιδέα ότι τα δεδομένα ρέουν από τον Information Provider με την μορφή ζωντανής διάλεξης ή εκπαιδευτικού υλικού κατά απαίτηση. Με αυτό τον τρόπο οι μαθητές και εκπαιδευτές κάνουν χρήση είτε σύγχρονης είτε ασύγχρονης εκπαίδευσης.

Στην σύγχρονη εκπαίδευση η αλληλεπίδραση μεταξύ μαθητή και εκπαιδευτή λαμβάνει χώρα ζωντανά κατά τη διάρκεια της διάλεξης σε στιγμή που επιλέγεται από κοινού.

Στην ασύγχρονη εκπαίδευση η αλληλεπίδραση λαμβάνει χώρα μεταξύ των μαθητών και του πολυμεσικού υλικού της βάσης δεδομένων οποιαδήποτε στιγμή επιλέγει ο μαθητής.

ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

Η εκπαιδευτική διαδικασία θα πρέπει να επιτρέπει στους μαθητές να επικοινωνούν μεταξύ τους, να ανταλλάσσουν πληροφορίες και εμπειρίες και να μπορούν να δουλεύουν σε ομάδες.

Μια άλλη παράμετρος της εκπαίδευσης από απόσταση είναι η συμμετρία και η ασυμμετρία στα χρησιμοποιούμενα κανάλια επικοινωνίας.

Η ασυμμετρία παρατηρείται σε κάθε εκπαιδευτικό πρόγραμμα:

Κατά τη διάρκεια των ζωντανών μαθημάτων , ένας μεγάλος όγκος πληροφορίας πραγματικού χρόνου (εικόνες, video clips και slides), μεταδίδεται από τον δάσκαλο στους μαθητές, ενώ μικρός όγκος πληροφορίας μεταδίδεται από τους μαθητές στον δάσκαλο (ερωτήσεις).

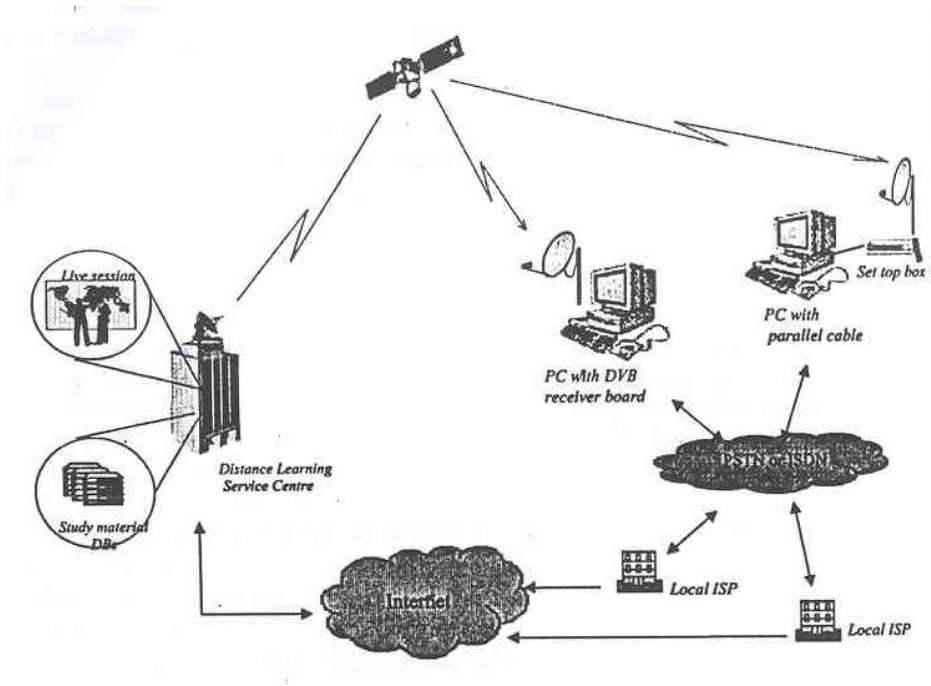
Όταν οι μαθητές εμπλέκονται σε ασύγχρονη εκπαίδευση, χρειάζονται πρόσβαση σε μεγάλο όγκο πληροφορίας. Οι μαθητές δημιουργούν και παρέχουν πολύ λιγότερη πληροφορία από αυτή που λαμβάνουν.

Οι μαθητές θα λάβουν την πληροφορία μέσα από τον Information Provider μέσω ενός μονόδρομου δορυφορικού καναλιού και η επικοινωνία με τον δάσκαλο γίνεται μέσω μια αμφίδρομης Internet επικοινωνίας.

6.4.3 Distance Learning Client platform

Υπάρχουν δυο είδη από client sites: 1) Single end-user και 2) Collective user.

Το single end-user σενάριο φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 6.2: Σχηματικό για τη single-user χρήση

Ο εξοπλισμός κάθε single end-user αποτελείται από τα παρακάτω:

PC

Satellite dish

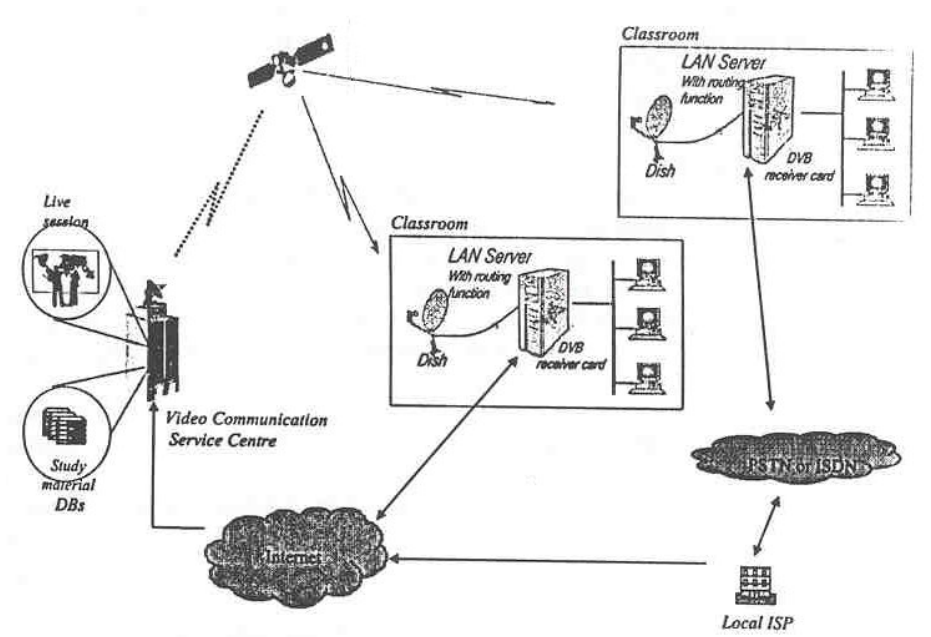
Dial up modem

Smart Card

Set-top-box & Parallel Cable-DVB receiver board

Το αντίστοιχο σενάριο για collective χρήστες φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ



Σχήμα 6.3: Σχηματικό για τη collective user χρήση

Οι LAN εξυπηρετητές λαμβάνουν transport streams από το κανάλι εκπομπής και δρομολογούν ζωντανές διαλέξεις και εκπαιδευτικό υλικό στα PC των χρηστών και αντίστοιχα ερωτήσεις από τα PC στο VCSC μέσω του Internet. Οι μαθητές βρίσκονται σε ένα τοπικό δίκτυο και συνδέονται με τον LAN εξυπηρετητή, ο οποίος έχει τον ακόλουθο εξοπλισμό:

Server

Satellite dish

DVB receiver plug-in PC card

Common interface (CI) for Conditional Access

Dial up modem

Ethernet card

Αντίστοιχα κάθε σταθμός εργασίας πρέπει να διαθέτει τα εξής:

PC

Ethernet Card

και φυσικά να συνδέεται με έναν Internet Provider.

8.4.4 Client Software

Η αλληλεπίδραση, είτε σύγχρονη είτε ασύγχρονη, είναι πολύ σημαντική για κάθε άτομο που εμπλέκεται στην εκπαιδευτική διαδικασία. Το Distance Learning SW επιτρέπει επικοινωνία και πρόσβαση στο εκπαιδευτικό υλικό μέσω του VCSC όποτε χρειάζεται. Το VCSC φαίνεται στους τελικούς χρήστες ως ένα απλό web site.

Οι λειτουργίες του Distance Learning συγκεντρώνονται στις ακόλουθες υπηρεσίες και θα τις περιγράψουμε αναλυτικά στη συνέχεια της παραγράφου:

Course browser

Interaction management

Communication

Corporate DVB receiver (Collective user option)

8.4.4.1 Course browser

Αυτή η υπηρεσία επιτρέπει την συμμετοχή σε μια ζωντανή διάλεξη και την πρόσβαση στα αντίστοιχα κείμενα που την αφορούν.

Ο εκπαιδευόμενος μπορεί:

Να βλέπει τον εκπαιδευτή κατά τη διάρκεια της ζωντανής εκπομπής σε ένα παράθυρο του υπολογιστή

Να καταγράφει την διάλεξη (αποθήκευση στον δίσκο του), για ασύγχρονη εκπαίδευση

Να έχει πρόσβαση στο διαθέσιμο υλικό οποιαδήποτε στιγμή της μέρας (επιλέγει υλικό για ασύγχρονη εκπαίδευση)

Να ψάξει στο Διαδίκτυο για υλικό σχετικό με το μάθημα

Με τη σειρά του ο εκπαιδευτής έχει την δυνατότητα να:

Δείχνει όλο το υλικό που έχει στο PC του στα παράθυρα των εκπαιδευόμενων

Παίζει ταινίες audio ή video στους μαθητές

Αποτρέπει τους μαθητές από το να ψάχνουν στο Διαδίκτυο

Στέλνουν ένα URL σε όλους του συμμετέχοντες μαθητές

8.4.4.2 Interaction management

Με αυτή την υπηρεσία οι μαθητές μπορούν να επικοινωνούν με τον δάσκαλο για να κάνουν ερωτήσεις ή να απαντούν σε ερωτήσεις κατά τη διάρκεια του μαθήματος. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να:

Γραφτούν για να παρακολουθήσουν μια ζωντανή μετάδοση

Απαντήσουν πολλαπλής επιλογής ερωτήσεις που έχουν ετοιμάσει οι εκπαιδευτές και φαίνονται στις οθόνες των υπολογιστών των μαθητών

Να κάνουν αίτηση για να μιλήσουν στον καθηγητή

Να επικοινωνήσουν με την τεχνική υποστήριξη του VCSC

Κατά την εγγραφή, οι εκπαιδευόμενοι εισάγουν το όνομα τους, το login τους και όλα τα απαραίτητα στοιχεία για την πρόσβαση τους στην υπηρεσία distance learning. Αν ο VCSC παρέχει μόνο multicast υπηρεσία, οι εγγεγραμμένοι χρήστες θα είναι σε θέση να λάβουν την υπηρεσία χωρίς παραπέρα έλεγχο, ενώ αν παρέχει ελεγχόμενο multicast οι χρήστες θα λάβουν την υπηρεσία μόνο όταν εξασφαλιστεί η είσοδος τους στο σύστημα.

Οι εκπαιδευτές έχουν μια λίστα με τους συμμετέχοντες στη διάλεξη, την οποία μπορούν να δείξουν και σε όλους τους μαθητές. Οι μαθητές που θέλουν να μιλήσουν στον καθηγητή εμφανίζονται σε μια λίστα αναμονής. Ο καθηγητής μπορεί να δει την λίστα και να επιλέξει τον εκπαιδευόμενο με τον οποίο θα επικοινωνήσει ή να επισημάνει στους μαθητές ότι θα δεχτεί ερωτήσεις μετά από κάποιο χρονικό διάστημα. Το VCSC παρέχει τεχνική υποστήριξη στους μαθητές στην περίπτωση που αυτοί αντιμετωπίζουν τεχνικές δυσκολίες ή δυσκολίες στην παραλαβή του εκπαιδευτικού υλικού.

8.4.4.3 Communication

Αυτή η υπηρεσία επιτρέπει την επαφή με το καθηγητή αλλά και τους άλλους μαθητές. Οι μαθητές μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους με: email (ασύγχρονη επικοινωνία), τηλέφωνο, chat και audio-conference (πχ voice over IP).

Οι μαθητές και ο καθηγητής εγγράφονται σε μια λίστα και ανταλλάσσουν μηνύματα. Δυνατή επίσης είναι και η επικοινωνία μέσω τηλεφώνου, chat και audio-conference, οι οποίες δίνονται από το VCSC και επιτρέπουν τη δρομολόγηση της πληροφορίας από τον καθηγητή στον μαθητή μέσω του δορυφορικού καναλιού.

8.4.4.4 Collective user DVB Receiver

Η υπηρεσία αυτή στηρίζεται στην ιδέα δημιουργίας ιδεατών αιθουσών, με τα PC των χρηστών τοποθετημένα στον ίδιο χώρο. Η υπηρεσία παρέχει τις εξής λειτουργίες:

web-based interface για τους χρήστες του LAN δικτύου

οι μαθητές δεν έχουν ο καθένας ξεχωριστά επαφή και πρόσβαση στην διάλεξη αλλά αντίθετα ανοίγεται ένα κοινό session για όλους (σύγχρονη εκπαίδευση)

Αποθήκευση των ζωντανών διαλέξεων και του εκπαιδευτικού υλικού σε server του τοπικού δικτύου από όπου και θα είναι διαθέσιμα οποιαδήποτε στιγμή για ασύγχρονη εκπαίδευση από του χρηστές του LAN

Το Distance Learning του SkyplexNet έχει εφαρμοστεί στο Telematic University στα πλαίσια του έργου MODUS του προγράμματος ESA ARTES 3.

8.4.5 Telematic University Application architecture

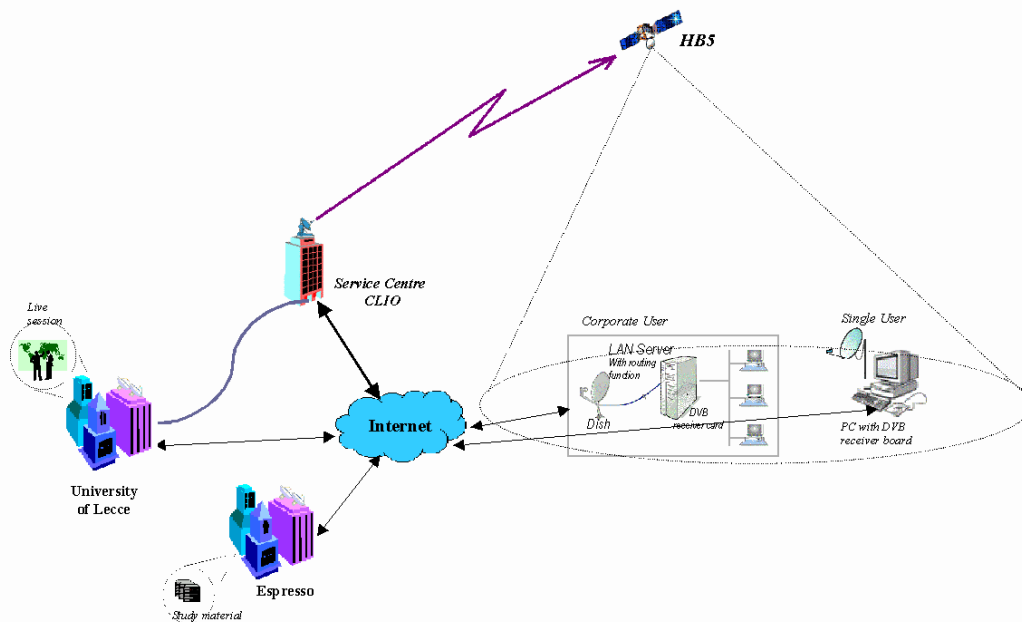
Το Telematics University, είναι μια εφαρμογή που μεταδίδει δεδομένα ήχου και κινούμενης εικόνας σε έναν αριθμό χρηστών τόσο σε πραγματικό όσο και σε μη πραγματικό χρόνο (σχήμα 6.4).

Μπορούμε να διακρίνουμε 3 είδη χρηστών:

μαθητές που μετέχουν ένα κανονικό μάθημα στο πανεπιστήμιο

μαθητές στο σπίτι που διαθέτουν τον εξοπλισμό για να λαμβάνει τα δεδομένα

μαθητές σε ένα αμφιθέατρο, που βρίσκονται σε κάποια απόσταση από το πανεπιστήμιο



Σχήμα 6.4: Αρχιτεκτονική του Telematics University

Περίληπτικά η λειτουργία της εφαρμογής μπορεί να αναλυθεί στα ακόλουθα βήματα:

κάθε μάθημα ψηφιοποιείται και στέλνεται σε πραγματικό χρόνο σε ένα content server που είναι τοποθετημένος στο Service Center.

στο Service Center ο content Server στέλνει το video στο IP gateway και κατόπιν στον DVB πολυπλέκτη ο οποίος το μεταδίδει στον δορυφόρο για broadcasting

το μάθημα λαμβάνεται από:

μαθητές στο σπίτι και μαθητές στο αμφιθέατρο

τον Internet Access Node με τον video server (ο Internet Access Node που θα έχει ένα video server θα ονομάζεται στο εξής Telematic university Access Node- TUAN). Σε

αυτή την περίπτωση το μάθημα λαμβάνεται από τον δορυφόρο και αποθηκεύεται στο video server από τον οποίο μπορεί να ληφθεί αργότερα από τους μαθητές στο σπίτι τους ή στο αμφιθέατρο με τη χρήση dial up ISDN συνδέων.

Η μετάδοση του μαθήματος όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως μπορεί να γίνει με δυο τρόπους :

Σε πραγματικό χρόνο

Τα δεδομένα πολυμέσων που δημιουργούνται από την ψηφιοποίηση κατά την διάρκεια των μαθημάτων (για παράδειγμα στο πανεπιστήμιο του Lecce), μεταδίδονται στο Broadcasting Center (service Center) μέσω ενός dedicated συνδέσμου και τελικά φτάνουν στις DVB/MPEG2 πλατφόρμες. Η DVB πλατφόρμα επικοινωνεί με μαθητές στο σπίτι τους ή με μια αίθουσα από μαθητές. Οι μαθητές λαμβάνουν την IP πληροφορία και την παρουσιάζουν ως audio και video δεδομένα, ενώ η επικοινωνία με τον καθηγητή γίνεται μέσω Internet. Το Service Center δίνει στους μαθητές λογαριασμούς ώστε να έχουν πρόσβαση στα απαραίτητα μέσα για την επικοινωνία τους με άλλους μαθητές. Στην πραγματικού χρόνου μετάδοση οι μαθητές στο σπίτι ή στο αμφιθέατρο θα πρέπει να έχουν μια κεραία και ένα δορυφορικό λήπτη (IRD ή DVB receiver board).

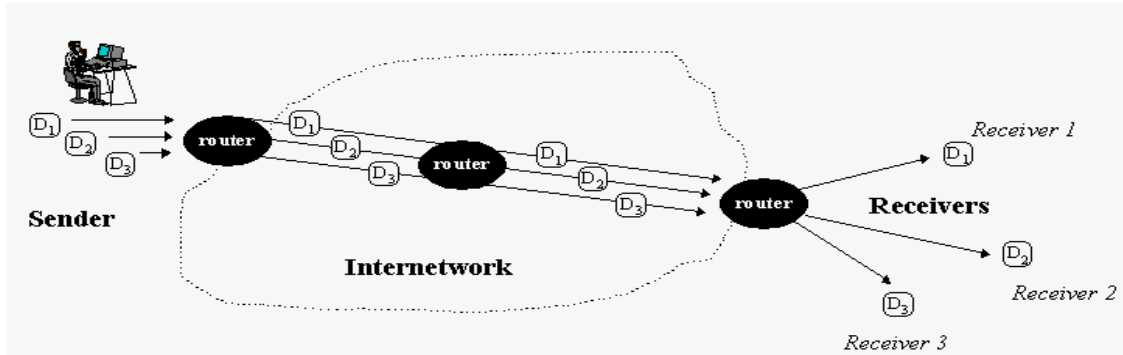
Σε μη πραγματικό χρόνο

Η λήψη των δεδομένων γίνεται από ένα video server. Οι χρηστές μπορούν να συνδεθούν με dial up είτε στο TUAN είτε στο Service Center να ζητήσουν και να λάβουν τα δεδομένα τοπικά. Τα TUAN είναι κόμβοι όπου τα μαθήματα καταγράφονται κατά τη διάρκεια των πραγματικών διαλέξεων και είναι γεωγραφικά διασκορπισμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να μειώνεται το κόστος των dial up συνδέσεων στα σπίτια. Στη μη πραγματικού χρόνου λήψη δεν απαιτείται η παρουσία κεραίας και IRD/DVB receiver board σε κάθε χρήστη. Απαραίτητα για την πρόσβαση στα TUAN, είναι μόνο η σύνδεση στο Internet.

8.5 Education Direct

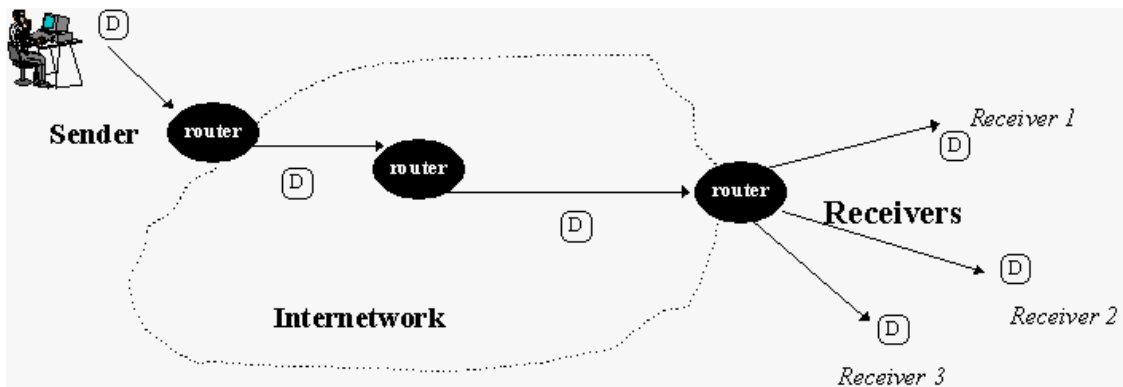
Πρόκειται για ένα έργο στο οποίο η νέα γενιά τεχνολογιών βασισμένες στο IP multicasting χρησιμοποιούνται για μετάδοση δεδομένων σε μεγάλη γεωγραφική κλίμακα και για μεγάλο αριθμό μαθητών και καθηγητών. Στο έργο συμμετέχουν 17 σχολεία από 13 περιοχές της Σκανδιναβίας.

Το έργο στηρίζεται στο Mbone και στην τεχνολόγο IP multicast. Μέχρι στιγμή οι router χρησιμοποιούν unicast για την μετάδοση δεδομένων πάνω από IP (σχήμα 6.5).



Σχήμα 6.5: Unicast μετάδοση των δεδομένων

Με την χρήση του multicast περισσότεροι χρήστες θα βλέπουν τα ίδια δεδομένα (σχήμα 6.6), ενώ θα μπορεί να γίνει μετάδοση μεγάλου όγκου interactive πληροφορίας. Αυτή η τεχνική υπάρχει στους περισσότερους routers όμως αυτοί δεν έχουν αρχικοποιηθεί ώστε να την χρησιμοποιούν.



Σχήμα 6.6: Multicast μετάδοση των δεδομένων

Η χρησιμοποιούμενη πλατφόρμα είναι η mStar και περιλαμβάνει μετάδοση ήχου, εικόνας, και video τόσο από τον εκπαιδευτή, όσο και από τον εκπαιδευόμενο κατά τη διάρκεια μιας διάλεξης. Πιο αναλυτικά περιλαμβάνονται οι ακόλουθες δυνατότητες:

Audio: mAudio για επικοινωνία με απόδοση όπως μια τηλεφωνική επικοινωνία, mRadio (μονοφωνική επικοινωνία) και mIR για στερεοφωνική επικοινωνία με χρήση του MPEG.

Whiteboard: mWB για κοινή χρήση εικόνων, κειμένων και του πίνακα προβολής mWeb για μετάδοση web σελίδων και συγχρονισμό των browser σε κοινές web σελίδες.

Chat: mChat για επικοινωνία με χρήση κειμένου

Voting: mVote για εναλλακτική παρουσίαση της εκλογικής διαδικασίας

Video: VIC για χαμηλής έως μεσαίας ποιότητας video

Floor Control and attention getting: mW2T επιτρέπει ηλεκτρονικά να επαναφέρει την τάξη στο κοινό που παρακολουθεί ένα γεγονός

Application Sharing: mShare για ανάπτυξη και χρήση κοινών εφαρμογών

Media Recording and Replay: mMOD για καταγραφή και παρουσίαση multicast session.

Session / channel information: mSD μια web εφαρμογή για παρουσίαση και συμμετοχή σε multicast κανάλια

Session Editing: mEdit επιτρέπει τοποθέτηση δεικτών, διόρθωση και συμπλήρωση των καταγεγραμμένων session

Presentation authoring: SlideBuster επιτρέπει την εύκολη δημιουργία web υλικού για κατανεμημένες παρουσιάσεις

Network adaptations: mTunnel για τη μεταφορά και κλιμάκωση του multicast traffic πάνω από unicast link, κάτι πολύ σημαντικό σε περιοχές που δεν έχει γίνει τέτοια διαμόρφωση. Η εφαρμογή είναι γραμμένη σε γλώσσα Java. Όλες οι δυνατότητες του δάσκαλου κατά τη διάρκεια της διάλεξης μέσα στην αίθουσα, μπορούν να μεταφερθούν μέσω δικτύου σε πολύ μεγαλύτερο κοινό που δεν είναι δυνατό να βρίσκεται στον ίδιο χώρο.

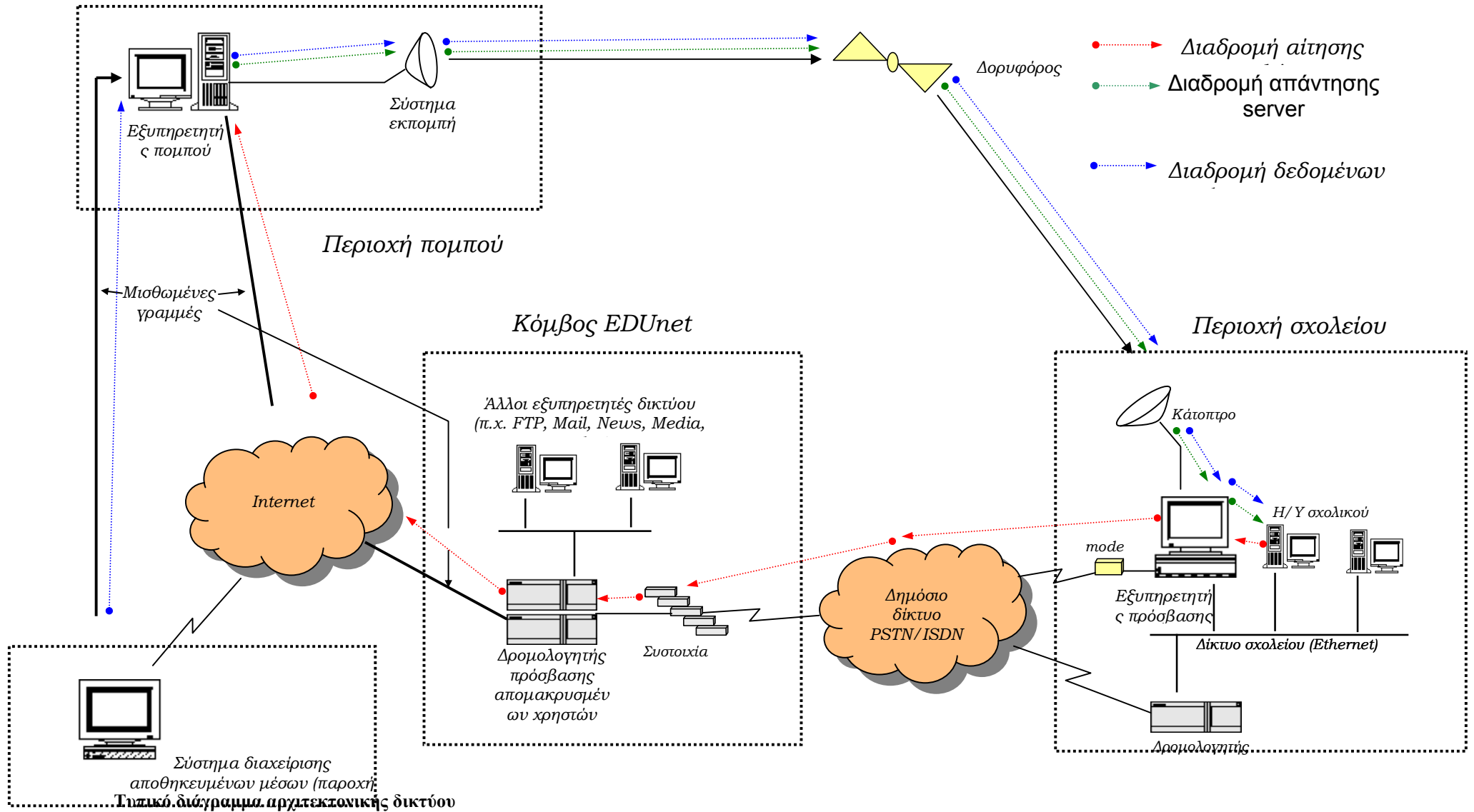
6.6 EDUnet

Το έργο του EDUnet έχει σκοπό το σχεδιασμό, υλοποίηση και λειτουργία του Πανελλήνιου Δικτύου για την Εκπαίδευση-EDUnet που αποτελεί οριζόντια δράση του ΥΠΕΠΘ σε ότι αφορά την υλοποίηση και λειτουργία της δικτυακής υποδομής και των υπηρεσιών τηλεματικής για την κάλυψη των αναγκών των εκπαιδευτικών και διοικητικών μονάδων του.

8.6.1 Αρχιτεκτονική Δικτύου

Η σχεδίαση του δικτύου βασίστηκε στο μοντέλο δικτύωσης της οικογένειας πρωτοκόλλων TCP/IP. Η συνολική αρχιτεκτονική του δικτύου από την οπτική του τελικού χρήστη διακρίνεται στα εξής λειτουργικά επίπεδα: 1) Δίκτυο Κορμού, 2) Δίκτυο Διανομής, 3) Δίκτυο Πρόσβασης και 4) Δίκτυο Πρόσβασης.

ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ



Παροχέας περιεχομένου

ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

Οι κόμβοι του δικτύου πρόσβασης βρίσκονται σε εκπαιδευτικές και διοικητικές μονάδες του ΥΠΕΠΘ. Σε κάθε μονάδα, το μοντέλο δικτύωσης που ακολουθείται είναι αυτό ενός τοπικού δικτύου (Shared Ethernet 10BaseT) 12 περίπου σταθμών εργασίας. Τέτοια δίκτυα αναπτύσσονται για τις ανάγκες των σχολικών εργαστηρίων πληροφορικής στα πλαίσια έργων του ΥΠΕΠΘ που υλοποιούνται παράλληλα με το EDUnet. Σε κάθε εκπαιδευτική και διοικητική μονάδα στα πλαίσια του EDUnet θα εγκατασταθεί κατάλληλος ενεργός εξοπλισμός που θα αποτελέσει τον κόμβο πρόσβασης της μονάδας. Ο κόμβος πρόσβασης με τη χρήση τηλεπικοινωνιακών κυκλωμάτων θα παρέχει πρόσβαση στο τοπικό δίκτυο και κατ' επέκταση σε κάθε τελικό χρήστη του EDUnet.

Για την διασύνδεση των κόμβων πρόσβασης με το δίκτυο διανομής θα χρησιμοποιηθούν κυκλώματα ISDN (BRI) ή αναλογικά τηλεφωνικά κυκλώματα, όπου δεν θα υπάρχει κάλυψη από το ISDN δίκτυο του ΟΤΕ.

Η δορυφορική ζεύξη θα υλοποιηθεί αρχικά σε εκατό από τις συνδεδεμένες εκπαιδευτικές μονάδες (σχολεία), και θα παρέχει τις εξής υπηρεσίες:

TCP/IP σύνδεση ασύμμετρης διαδρομής: η αίτηση μεταφέρεται μέσω της τηλεφωνικής πρόσβασης ενώ, η απάντηση μεταφέρεται μέσω της δορυφορικής ζεύξης.

Ταυτόχρονη αποστολή δεδομένων από κεντρικό κόμβο του EDUnet σε όλα τα δορυφορικά συνδεδεμένα σχολεία, χωρίς αίτηση των ακραίων κόμβων (push channel).

Αυτή τη στιγμή το έργο βρίσκεται στο στάδιο του διαγωνισμού για την προμήθεια, εγκατάσταση και υποστήριξη του δικτύου που περιγράψαμε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

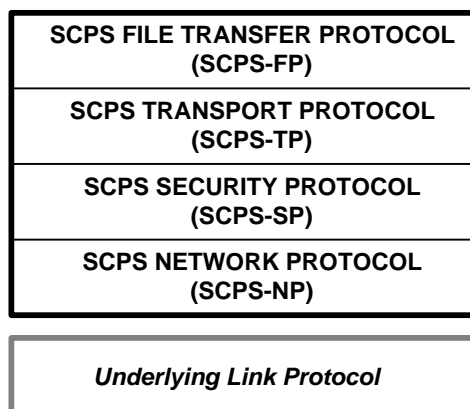
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 :ΑΝΦΟΡΑ ΣΕ ΠΡΟΤΥΠΑ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

9.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

Στα προηγούμενα κεφάλαια παρουσιάσαμε τα χαρακτηριστικά των δορυφορικών δικτύων και τις επεκτάσεις που απαιτούνται να γίνουν στο TCP πρωτόκολλο, ώστε να γίνεται αποδοτική χρησιμοποίησή του και στις δορυφορικές συνδέσεις. Αν και οι προτεινόμενες επεκτάσεις βρίσκονται στο στάδιο της πειραματικής μελέτης, είναι αναγκαία η δημιουργία ενός πρότυπου πρωτοκόλλου που να υιοθετεί τα χαρακτηριστικά των δορυφορικών καναλιών. Προς αυτή την κατεύθυνση βρίσκεται η μελέτη ανάπτυξης του πρωτοκόλλου SCPS-TP: Space Communications Protocol Standards-Transport Protocol, το οποίο περιλαμβάνει τις επεκτάσεις του TCP για δορυφορικές επικοινωνίες.

Μέσα στην προσπάθεια δημιουργίας προτύπων εντάσσεται και η ανάπτυξη ενός πρωτοκόλλου για την ασφάλεια (SCPS-SP: Space Communications Protocol Standards-Security Protocol), τη δρομολόγηση (SCPS-NP: Space Communications Protocol Standards-Network Protocol) και την αποστολή πακέτων (SCPS-FP: Space Communications Protocol Standards-File Transfer Protocol) στα δορυφορικά δίκτυα.

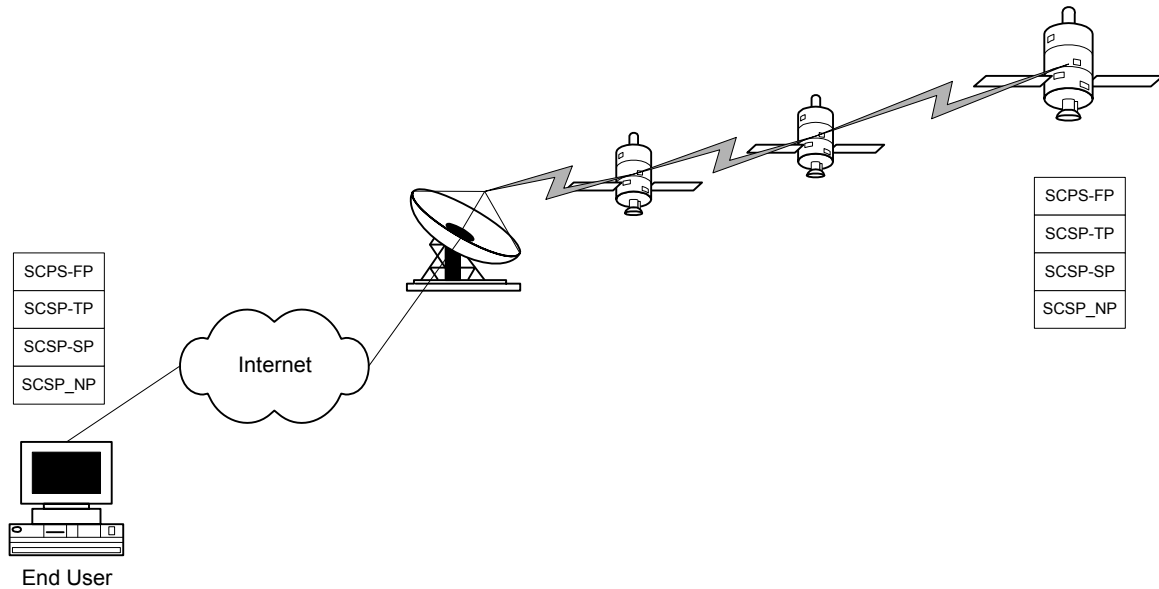
Τα παραπάνω πρωτόκολλα εντάσσονται σε μια σουίτα ανάπτυξης πρότυπων πρωτοκόλλων που ονομάζεται SCPS (Space Communications Protocol **Standards**), η



ιεραρχική δομή της οποίας φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.

Σχήμα 7.1: Ιεραρχική δομή του SCPS πρωτοκόλλου για δορυφορικές επικοινωνίες.

Στην παραπάνω δομή υποχρεωτική είναι μόνο η παρουσία του SCPS-TP πρωτοκόλλου. Παρακάτω θα παρουσιάσουμε τα κύρια χαρακτηριστικά του κάθε πρωτοκόλλου, ενώ στο σχήμα φαίνεται το πρότυπο σχηματικό μιας σύνδεσης για το.



SCPS πρωτόκολλο.

Σχήμα 7.2: Πιθανή σύνδεση όπου εφαρμόζεται το SCPS πρωτόκολλο

SCPS-TP: Space Communications Protocol Standards-Transport Protocol

Το SCPS-TP πρωτόκολλο προσφέρει αξιόπιστη σύνδεση από σημείο προς σημείο. Βασίζεται στο TCP & UDP πρωτόκολλο με επιπλέον επεκτάσεις για δορυφορικές συνδέσεις: 1) αντιμετώπιση απώλειας πακέτων εξαιτίας συμφόρησης, λαθών μετάδοσης και προβληματικών συνδέσεων, 2) συμπίεση επικεφαλίδας, 3) δυναμική μεταβολή του μεγέθους του παράθυρου επικοινωνίας. Τα κύρια χαρακτηριστικά του φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Χαρακτηριστικά SCPS-TP πρωτοκόλλου
Supports connectionless multicasting
Best effort communication
Window scaling
Round Trip Time Measurement
Selective Negative Acknowledgements
Record Boundary Indication

Header Compression
Low-loss congestion control
Retransmission strategies for loss due to congestion, link outages, data corruption

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά του SCPS-TP πρωτοκόλλου.

SCPS-SP: Space Communications Protocol Standards-Security Protocol

Το SCPS-SP πρωτόκολλο προσφέρει μια αξιόπιστη και προστατευμένη μεταφορά δεδομένων από σημείο προς σημείο, τόσο για τα δεδομένα από το χρήστη προς το δορυφόρο (εντολές χειρισμού και ελέγχου οργάνων-telecommand uplink), όσο και δεδομένων από το δορυφόρο στο χρήστη (science data downlink). Το κύριο χαρακτηριστικό της ασφαλούς μεταφοράς δεδομένων είναι ο έλεγχος πρόσβασης με τεχνικές επιβεβαίωσης της ταυτότητας ενός χρήστη (authentication techniques). Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται δεν έχουν σημασία. Οι κύριες υπηρεσίες ασφάλειας που παρέχονται φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Χαρακτηριστικές Υπηρεσίες Ασφάλειας του SCPS-SP πρωτοκόλλου
Authentication
Integrity
Confidentiality

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά του SCPS-SP πρωτοκόλλου.

SCPS-NP: Space Communications Protocol Standards-Network Protocol

Το SCPS-NP πρωτόκολλο είναι υπεύθυνο για τη δρομολόγηση των αποστελλόμενων δεδομένων μέσω εναλλακτικών διαδρομών έως ότου φθάσουν στον προορισμό τους. Με αυτό τον τρόπο υποστηρίζεται η δρομολόγηση των δεδομένων σε δυναμικά δημιουργούμενες συνδέσεις (απαραίτητη προϋπόθεση βέβαια είναι κάθε ενδιάμεσος σταθμός να υποστηρίζει το SCPS-NP πρωτόκολλο). Τα κύρια χαρακτηριστικά που υποστηρίζει φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Χαρακτηριστικά SCPS-NP πρωτοκόλλου
Supports connectionless and managed-connection operation

Efficient operation in constrained bandwidth conditions
Support for precedence (priority) based handling
Support for datagram lifetime control
Support for multiple routing options
Signaling of information to upper-layer protocol processing

Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά του SCPS-NP πρωτοκόλλου.

SCPS-FP: Space Communications Protocol Standards-File Transfer Protocol

Το SCPS-FP πρωτόκολλο υποστηρίζει την αποδοτική μεταφορά αρχείων στις δορυφορικές συνδέσεις. Βασίζεται στο FTP πρωτόκολλο με επιπλέον επεκτάσεις για τις δορυφορικές συνδέσεις ώστε να ελέγχεται η ακεραιότητα των μεταδιδόμενων αρχείων. Τα μεταδιδόμενα αρχεία μπορεί να είναι είτε δεδομένα ελέγχου προς το δορυφόρο και λογισμικό εφαρμογών που ο δορυφόρος εκτελεί, είτε επιστημονικά δεδομένα και αρχεία που οι χρήστες μεταφέρουν από τους δορυφόρους. Το SCPS-FP πρωτόκολλο επιτρέπει μερική διαχείριση των αρχείων (rename, delete, update). Τα κύρια χαρακτηριστικά που υποστηρίζει φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Χαρακτηριστικά SCPS-FP πρωτοκόλλου
Automatic restart of transfers after an interruption
Transfer command data & application software to spacecraft
Transfer science data to ground from spacecraft
Limited management of files (delete, rename and directory services)
Suppress text to improve bandwidth efficiency

Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά του SCPS-FP πρωτοκόλλου.

9.2. ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΕ ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

Τα πλεονεκτήματα των δορυφορικών επικοινωνιών οδήγησαν τόσο στην ανάπτυξη της επιστημονικής έρευνας σε αυτό τον τομέα, για την επέκταση και βελτίωση των χρησιμοποιούμενων πρωτοκόλλων, την ανάπτυξη ασφαλών μεθόδων μετάδοσης δεδομένων, όσο και στη δημιουργία εταιρειών που προσφέρουν δορυφορικές υπηρεσίες. Οι διαθέσιμες τεχνολογίες και τα προϊόντα που έχουν αναπτυχθεί μπορούν να κατηγοριοποιηθούν βάσει των πελατών στους οποίους απευθύνονται (ιδιώτες, εταιρείες, ISPs). Στη συνέχεια θα κάνουμε μια σύντομη και ενδεικτική αναφορά σε διαθέσιμες τεχνολογίες κάποιων εταιρειών. Ορισμένες από αυτές τις εταιρείες δραστηριοποιούνται και στον ελλαδικό χώρο. Τέλος σε αυτή την ενότητα θα αναφερθούμε περιληπτικά στο προϊόν IoS (Internet over Satellite), που αναπτύχθηκε από την INTRACOM και προσφέρει μια ολοκληρωμένη λύση δορυφορικού Internet σε εταιρικά δίκτυα και ISPs.

Τεχνολογίες προσφερόμενες σε Internet Service Providers

Προκειμένου να προσφέρουν υπηρεσίες μεγάλου εύρους ζώνης σε χαμηλές τιμές και υψηλές ταχύτητες, οι Internet Service Providers πρέπει να αναβαθμίζουν αρκετά συχνά τα δίκτυα κορμού τους. Η ενσωμάτωση δορυφόρων προσφέρει μια ευέλικτη και οικονομική λύση στην αύξηση του διαθέσιμου εύρους ζώνης. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η συνεργασία με κάποια εταιρεία που μπορεί να προσφέρει δορυφορική κάλυψη σε ευρείες περιοχές. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η εταιρεία: Hutchison Satellite (<http://www.hutchca.com/>) η οποία με ένα δίκτυο δορυφόρων που καλύπτει Ευρωπαϊκές, Ασιατικές και Αμερικανικές χώρες προσφέρει δορυφορική πρόσβαση σε ISPs, υλοποιώντας την τεχνική του Bandwidth on Demand (BOD). Δηλαδή οι ISPs δεσμεύουν το εύρος ζώνης ανάλογα με τις υπηρεσίες που προσφέρουν στους χρήστες τους.

Τεχνολογίες προσφερόμενες σε Εταιρείες

Η χρήση δορυφορικών δικτύων αποτελεί μια οικονομική λύση και για τις επιχειρήσεις που μεταφέρουν δεδομένα, όπως κείμενο, ήχος, εικόνα, σε μεγάλες

γεωγραφικές αποστάσεις. Ανταγωνιστικές λύσεις σε αυτό τον τομέα προσφέρει η εταιρεία eSAT (<http://www.esatinc.com>). Η eSAT διαθέτει ένα σύνολο σταθμών αποστολής δεδομένων προς το δορυφόρο (uplink facilities) που επικοινωνούν με γεωστατικούς δορυφόρους. Οι σταθμοί αυτοί συνδέονται μέσω γρήγορων γραμμών στο δίκτυο προσφέροντας τετραπλάσιες ταχύτητες από ότι οι σημερινές ISDN συνδέσεις, που φθάνουν και τα 500Kbps.

Τεχνολογίες προσφερόμενες σε Ιδιώτες

Αρκετές εταιρείες αναπτύσσουν τεχνολογίες δορυφορικών συνδέσεων έχοντας ως τελικό αποδέκτη ιδιώτες που θέλουν υψηλές ταχύτητες και μεγάλο εύρος ζώνης. Ο απαραίτητος εξοπλισμός για αυτές τις συνδέσεις περιλαμβάνει: μια κεραία δορυφορικής λήψης, ένα μόντεμ υψηλών ταχυτήτων και προγράμματα δορυφορικής λήψης. Μια τέτοια σειρά προγραμμάτων έχει αναπτυχθεί από την εταιρεία DirecPC (<http://www.direcpc.gr>). Τέτοιου είδους ολοκληρωμένες λύσεις κοστίζουν περίπου 20 δολάρια το μήνα ενώ προσφέρουν ταχύτητες έως και 400Kbps. Η ακολουθούμενη μεθοδολογία είναι αρκετά απλή: η αίτηση του χρήστη μεταφέρεται στο κέντρο εξυπηρέτησης της εταιρείας (μέσω κοινών τηλεφωνικών γραμμών) η οποία ανακτά



τα αντίστοιχα δεδομένα τα οποία και μεταφέρονται στο χρήστη μέσω δορυφόρου (Σχήμα 7.3).

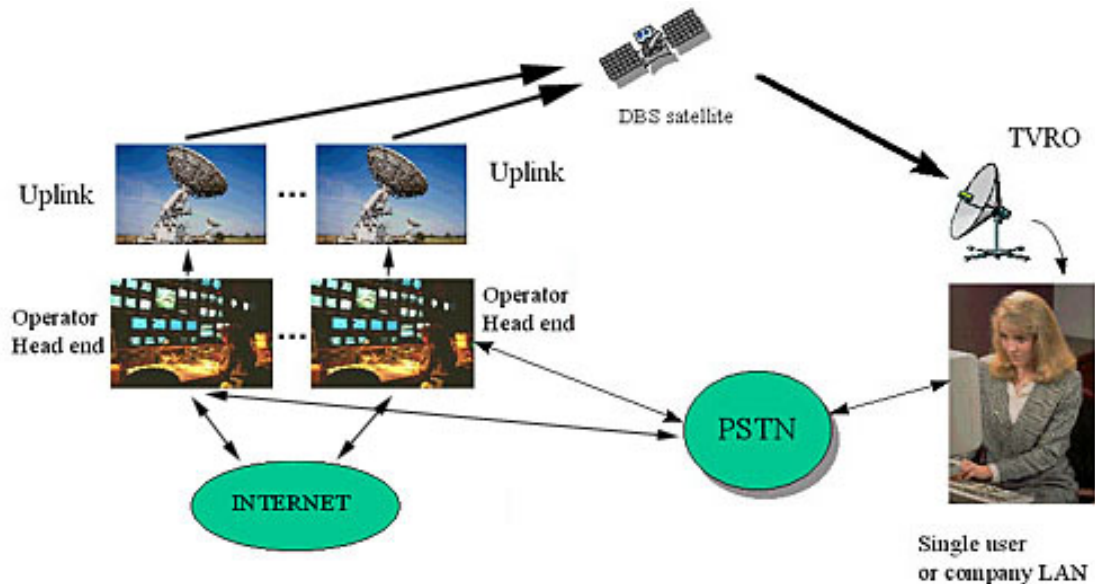
Σχήμα 7.3: Σχηματικό διάγραμμα της ακολουθούμενης μεθοδολογίας.

Τα τελευταία χρόνια αρκετές εταιρείες που προσφέρουν δορυφορικές συνδέσεις έχουν εμφανιστεί και στην Ελλάδα. Οι περισσότερες από αυτές αποτελούν θυγατρικές ξένων εταιρειών, όπως η Ideal Telecom, που αποτελεί τον ελληνικό αντιπρόσωπο της Loral Orion (<http://www.loralorion.net/>). Παρόμοιες

δραστηριότητες στη σχεδίαση και υλοποίηση δορυφορικών δικτύων εμφανίζουν και οι εταιρείες Space Hellas (<http://www.space.gr>) και European Dynamics (<http://www.eurodyn.gr>). Επίσης ολοκληρωμένη λύση για Internet over Satellite, προσφέρει και το IoS που αναπτύχθηκε από την INTRACOM.

Το IoS, αποτελεί μια γρήγορη, αξιόπιστη και ασφαλή μέθοδο για Unicast & Multicast μετάδοση πολυμεσικών δεδομένων μέσω ενός συνδυασμού δορυφορικών αλλά και επίγειων συνδέσεων. Οι ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων ανάμεσα σε δορυφόρους φθάνουν τα 31,6Mbps. Ορισμένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι: η παρουσία μηχανισμών ασφάλειας, πιστοποιημένης πρόσβασης και κρυπτογράφησης των δεδομένων, η διαχείριση των χρησιμοποιούμενων δικτύων, η παρουσία πολιτικών χρέωσης, Intelligent Caching και η συμβατότητα με υπάρχοντες δικτυακές συνδέσεις και πλατφόρμες.

Το IoS απευθύνεται σε Φορείς Παροχής Συνδρομητικών Υπηρεσιών, σε Φορείς Παροχής Υπηρεσιών Internet και σε Εταιρικά Δίκτυα τα οποία βρίσκονται σε γεωγραφικά απομακρυσμένες περιοχές. Η αρχιτεκτονική του φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.



Σχήμα 7.4: Τοπολογία δικτύου που το IoS υποστηρίζει.

Όπως παρατηρούμε στο παραπάνω σχήμα ένας ή περισσότεροι σταθμοί αποστολής δεδομένων είναι υπεύθυνοι για την επεξεργασία των αιτήσεων από τους χρήστες, την

αποθήκευση συχνά χρησιμοποιούμενων δεδομένων (Caching) και την περιοδική ενημέρωσή τους, καθώς και για την επανάληψη πακέτων σε περίπτωση λάθους. Οι σταθμοί λήψης δεδομένων μπορεί να είναι είτε ιδιώτες, είτε εταιρικά δίκτυα ή Παροχείς Υπηρεσιών Internet και είναι υπεύθυνοι για τον έλεγχο και τη διόρθωση των λαμβανόμενων δεδομένων.

Κεφάλαιο 8: Αναφορές

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](#), February 2000. RFC 2760.

Mark Allman, Dan Glover, Luis Sanchez. [Enhancing TCP Over Satellite Channels using Standard Mechanisms](#), January 1999. RFC 2488, BCP 28.

R.C.Durst, G.J.Miller, E.J.Travis, TCP extensions for space communications, Wireless Networks 1997, Vol.3, pp.389-403.

M.Allman, Ch.Hayes, H.Kruse, S.Ostermann, TCP Performance over Satellite Links, 5th International Conference on Telecommunications Systems, Nashville, TN, March, 1997.

M.Allman, H.Kruse, S.Ostermann, An Application-Level Solution to TCP's Satellite Inefficiencies, Proceedings of the First International Workshop on Satellite-based Information Services (WOSBIS), Rye, New York, November 13, 1996.

Antonio Campa, Mario De Blasi, Francesco Tommasi, A New Dimension In Multimedia Distribution Over Satellite And Terrestrial Telecommunications Systems, SoftCOM 2000.

Vijay.G.Bharadwaj, John.S.Baras, Norman.P.Butts, [An Architecture for Internet Service via Broadband Satellite Networks](#), CSHCN TR 99-12.

Lloyd Wood, IP routing and QoS in satellite constellations, networking seminar given while at INRIA Sophia-Antipolis, France, 30 November - 11 December 1998.

Hong-Bin Chiou, Sheng-Der Chin, Zsehong Tsai, A Hierarchical Packet Fair Queuing Scheme For Improving QOS Of TCP In Internet Over Satellite,

Consultative Committee for Space Data Systems, Space Communications Protocol Specification (SCPS): File Protocol, Blue Book, May 1999 ([CCSDS-717.0-B-1](#)).

Consultative Committee for Space Data Systems, Space Communications Protocol Specification (SCPS): Transport Protocol, Blue Book, May 1999 ([CCSDS-714.0-B-1](#)).

- Consultative Committee for Space Data Systems, Space Communications Protocol Specification (SCPS): Security Protocol, Blue Book, May 1999 ([CCSDS-713.5-B-1](#)).
- Consultative Committee for Space Data Systems, Space Communications Protocol Specification (SCPS): Network Protocol, Blue Book, May 1999 ([CCSDS-713.0-B-1](#)).
- M. Allman, Improving TCP Performance over Satellite Channels, Master Thesis, Ohio University, June 1997.
- A. Aggarwal, S. Savage, T. Anderson, Understanding the Performance of TCP Pacing, IEEE INFOCOM 2000, 26-30 March 2000.
- M. Allman, V. Paxson, W. Stevens, TCP Congestion Control, RFC 2581, April 1999.
- H. Balakrishnan, V. N. Padmanabhan, R. H. Katz, The Effects of Asymmetry on TCP Performance, In Proceedings of the ACM/IEEE MobiCom, Budapest, Hungary, September 1997.
- R. Braden, T/TCP – TCP Extensions for Transactions: Functional Specification, RFC 1644, July 1994.
- M. Degermark, M. Engan, B. Nordgren, S. Pink, Low-loss TCP/IP header compression for wireless networks, Wireless Networks 3, pp. 375-387, 1997.
- R. C. Durst, G. J. Miller, E. J. Travis, TCP extensions for space communications, Wireless Networks 3, pp. 389-403, 1997.
- M. Degermark, B. Nordgren, S. Pin, IP Header Compression, RFC 2507, February 1999.
- S. Floyd, T. Henderson, The NewReno Modification to TCP's Fast Recovery Algorithm, RFC 2582, April 1999.
- J. C. Hoe, Improving the Start-up Behavior of a Congestion Control Scheme for TCP, In ACM SIGCOMM, August 1996.
- M. Mathis, J. Madhavi, Forward Acknowledgment: Refining TCP Congestion Control, In ACM SIGCOMM, 1996.
- M. Mathis, J. Mahdavi, TCP Rate-Halving with Bounding Parameters, available from <http://www.psc.edu/networking/papers/FACKnotes/current/>
- M. Mathis, J. Mahdavi, S. Floyd, A. Romanow, TCP Selective Acknowledgment Options, RFC 2018, October 1996.
- K. Ramakrishnan, S. Floyd, A Proposal to add Explicit Congestion Notification (ECN) to IP, RFC 2481, January 1999.
- <http://www.intracom.gr/ios/>
- http://www.esatinc.com/products_satelliteInet.html

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

<http://www.hutchca.com/services/services.html>

Dr.F.Barry Brown, An Introduction to Distance Learning and Telecommunications:

Tools and Strategies, http://www.usask.ca/dlc/INTRO_to_DL.htm

AVU, <http://www.avu.org>

Open University of Israel, <http://www-e.openu.ac.il/>

M.De Blasi, Advanced solutions for distance learning via satellite.

SkyplexNet, <http://www.skyplexnet.it/>

Dick Schefström, Johny Widen, Peter Parnes, Kåre Synnes, Education Direct – Entering the World Beyond the web,

<http://www.cdt.luth.se/~dick/UtDirekt/EdMedia98/Final.html>

Peter Parnes, The mStar Enviroment – Scalable Distributed Teamwork using IP, September 1997, Lulea University of Technology.

The mStar Environment, <http://www.cdt.luth.se/mstar/>

Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Διακήρυξη ανοιχτού διαγωνισμού για την «Προμήθεια και Εγκατάσταση Δικτυακού Εξοπλισμού και Υποδομών Δικτύου Πρόσβασης του EDUnet», Έργο: Πανελλήνιο Δίκτυο για την Εκπαίδευση EDUnet.