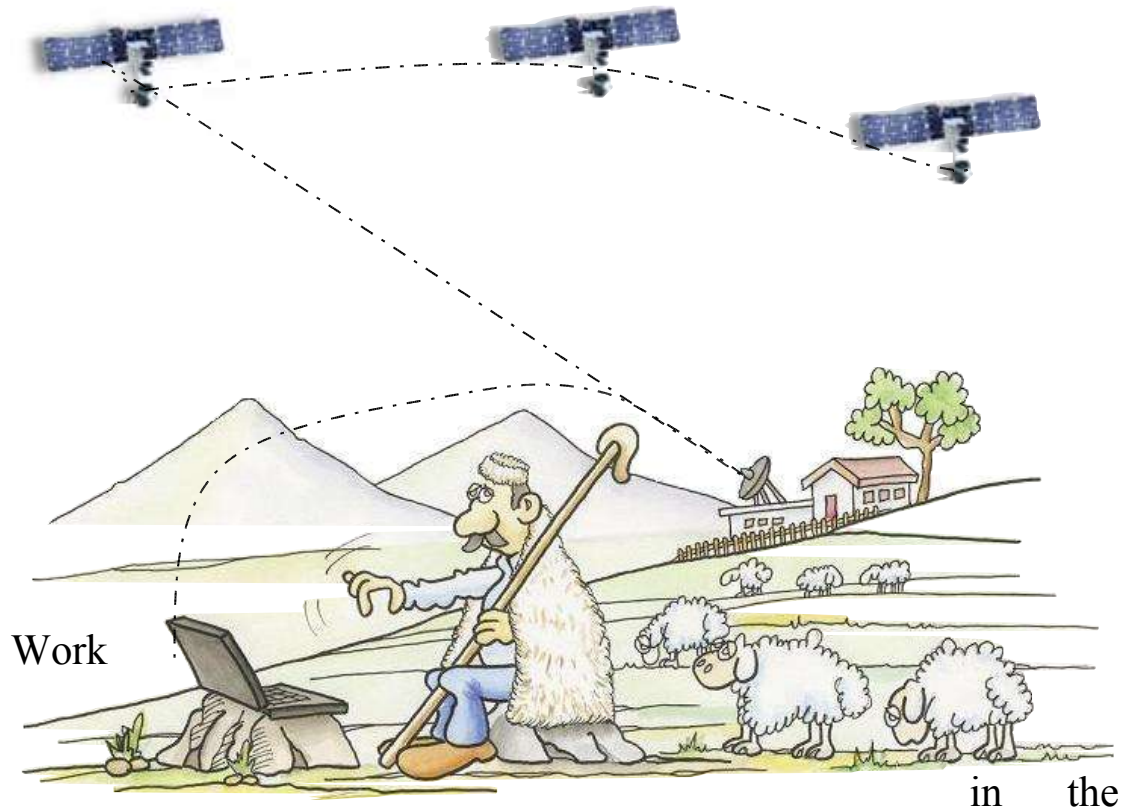


SATELLITE NETWORKS



course of Networking Technologies

Postgraduate Student: Vasileios Terzis

ID: 05/24

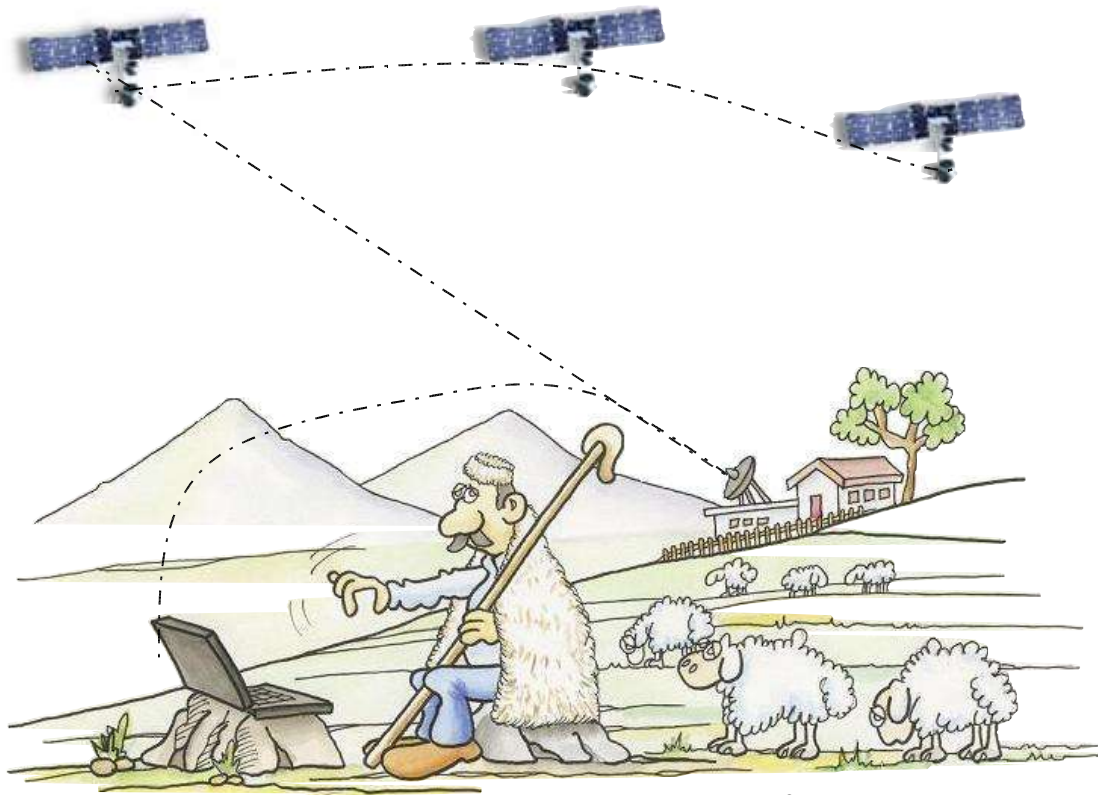
Supervisors: A.A. Economides & A. Pomportsis

Master Information Systems department B' semester

University of Macedonia

Thessaloniki 2006

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ



Εργασία στο μάθημα των
Τεχνολογιών Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων

Από τον φοιτητή : ΒΑΣΙΛΕΙΟ ΤΕΡΖΗ
ΑΡ. ΜΗΤΡΩΟΥ : 05/24

Επιβλέπων καθηγητές : Α.Α. Οικονομίδης & Α. Πομπόρτσης

Τμήμα MIS Β' εξαμήνου
Πανεπιστήμιο ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2006

CONTENT

Summary	1
1. Import in the Satellite Systems	
	2
1.1. Orbits of Satellites	
	3
2. Mac Protocols on Satellite Connections	
	5
3. The TCP / IP in Satellite Networks	

4. Ways of Connection

6

5. V - SAT Networks

8

11

6. Voip in Satellite Networks

12

7. VPN and Satellite Networks

13

8. The ATM in Satellite Systems

15

9. Companies

	16
10. Internet Connection through Hellas Sat in Greece	

	17
11. Future Satellite Networks	

	17
12. Conclusions	

13. Bibliography

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Περίληψη	1
1. Εισαγωγή στα Δορυφορικά Συστήματα		2
1.1. Τροχιές Δορυφόρων		3
2. Mac Πρωτόκολλα για Δορυφορικές Συνδέσεις		5
3. Το TCP/IP στα Δορυφορικά Δίκτυα		6
4. Τρόποι Σύνδεσης		8
5. Δίκτυα n-sat		11
6. Voip στα Δορυφορικά Δίκτυα		12
7. Vpn και Δορυφορικά Δίκτυα		13
8. Το atm στα Δορυφορικά Συστήματα		15
9. Εταιρίες		16
10. Δορυφορική σύνδεση στο ίντερνετ στην Ελλάδα μέσω του hellas sat		17
11. Μελλοντικά Δορυφορικά Δίκτυα		17
12. Συμπεράσματα		18
13. Βιβλιογραφία		19

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα δορυφορικά συστήματα είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο σε διάφορες τύπου εφαρμογές. Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας θα προσπαθήσουμε να περιγράψουμε πως λειτουργούν τα δορυφορικά δίκτυα ποια είναι τα πλεονεκτήματα τους και ποια είναι τα προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπίσουμε, έτσι ώστε ο χρήστης να μένει ευχαριστημένος από την χρήση τους. Στην εποχή μας ο χρήστης δεν αρκείτε σε περιορισμένες υπηρεσίες αλλά έχει την απαίτηση να μπορεί να συνδέεται από όπου θέλει και να χρησιμοποιεί τις εφαρμογές του όσο βαριές κι αν είναι αυτές για το δίκτυο. Γι' αυτό στην εργασία θα δούμε επιμέρους νέες απαιτητικές τεχνολογίες όπως το VoIP και το VPN και θα μελετήσουμε πως συμπεριφέροντε στα δορυφορικά δίκτυα. Τέλος θα δούμε ποιες είναι οι τάσεις του μέλλοντος και πως μπορούν να εξελιχθούν αυτά τα συστήματα.

SUMMARY

Satellite systems are a technology that is used more and more in various type applications. In the frame of this work we will try to describe how satellite networks function, which their advantages are and which are the problems that we should face them, in order to satisfy the user. In our season the user need more complicated services. He wants to be connected from everywhere and he needs to use his heavy applications, no matter how difficult is that for the network. This is why in the work we will see the efficiency of new exigent technologies as the VoIP and the VPN in satellite networks. Finally we will describe the tendencies and what will happen.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Η επικοινωνία που πραγματοποιούν δύο συνδεδεμένοι απομακρυσμένοι σταθμοί μέσω δορυφόρου, είναι εφικτή λόγω της ιδιότητας του να αναμεταδίδει μικροκύματα. Ο δορυφόρος μπορεί να θεωρηθεί ως ένας μεγάλος επαναλήπτης, μικροκυμάτων στον ουρανό. Επίσης περιέχει πολλούς αναμεταδότες, καθένας από τους οποίους λαμβάνει σε κάποιο τμήμα του φάσματος, ενισχύει το εισερχόμενο σήμα, και στην συνέχεια το επανεκπέμπει σε άλλη συχνότητα για να αποφευχθούν τυχόν παρεμβολές με το εισερχόμενο σήμα. Οι κατερχόμενες δέσμες ακτινών μπορεί να είναι ευρείες ώστε να καλύπτουν μεγάλο ποσοστό της επιφάνειας της γης, ή να είναι στενές ώστε να καλύπτουν μια περιοχή με διάμετρο λίγες εκατοντάδες χιλιόμετρα μόνο. Οι περισσότεροι δορυφόροι απλά επανεκπέμπουν ότι παραλαμβάνουν γι' αυτό και πολύ συχνά αναφέρονται ως λυγισμένοι σωλήνες (bent pipes). Οι δορυφόροι αυτοί χρησιμοποιούνται παραδοσιακά για να υποστηρίξουν εφαρμογές όπως της δορυφορικής τηλεόρασης ή του δορυφορικού τηλεφώνου. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται και για την μετάδοση δεδομένων σε διάφορα WAN δίκτυα.

Η δορυφορική επικοινωνία χαρακτηρίζεται από:

- Ευρύς περιοχή της επιφάνειας της γης όπου καλύπτει
- Μεγάλες καθυστερήσεις μετάδοσης
- Broadcast μεταδόσεις
- Μεγάλα κανάλια Bandwidth
- Κόστος αναμετάδοσης και μεταφοράς δεδομένων, ανεξάρτητο από την απόσταση

Τα δορυφορικά δίκτυα μπορούν και πρέπει να εκπέμπουν σε πολλές διαφορετικές συχνότητες για up-link και down-link. Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε ποιες είναι οι πιο γνωστές συχνότητες. Η ζώνη C ήταν αυτή που χρησιμοποιούνταν πιο πολύ στην πρώτη γενιά των δορυφορικών συστημάτων. Τα νέα συστήματα κινούνται σε υψηλότερες συχνότητες όπως η Ku και η Ka. Η εξασθένιση εξαιτίας των βροχών είναι το βασικό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν αυτές οι δύο συχνότητες. Επιπλέον σε υψηλότερες συχνότητες, ο εξοπλισμός είναι ακόμα πολύ ακριβός κυρίως για Ka ζώνη.

Ζώνη	UP-LINK (GHz)	DOWN-LINK(GHz)	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ
C	4 (3.7-4.2)	6 (5.925-6.425)	Επίγειες Παρεμβολές

Ku	11 (11.7-12.2)	14 (14.0-14.5)	Βροχή
Ka	20 (17.7-21.7)	30 (27.5-30.5)	Βροχή, κόστος εξοπλισμού
L/S	1.6 (1.610-1.625)	2.4 (2.483-2.500)	Συνωστισμός

Οι μοντέρνοι δορυφόροι είναι συχνά εξοπλισμένοι με πολλαπλούς αναμεταδότες. Η περιοχή της γης που καλύπτεται από την μετάδοση ενός δορυφόρου αναφέρεται και ως αποτύπωμα “footprint”[13]. Το up-link είναι μία σύνδεση «αυστηρή» κατεύθυνσης από σημείο σε σημείο χρησιμοποιώντας από την γη ένα δορυφορικό πιάτο-κεραία. Το down-link συνήθως καλύπτει μια μεγάλη περιοχή, παρόλα αυτά μπορούμε να εστιάσουμε και σε μία συγκεκριμένη περιοχή (spot beams) χρησιμοποιώντας μικρότερους και φθηνότερους επίγειους σταθμούς.

1.1 ΤΡΟΧΙΕΣ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ

Οι δορυφόροι μπορούν να τοποθετηθούν σε τροχιές με διαφορετικό ύψος και σχήμα (κυκλικές ή ελλειπτικές). Βάση αυτού του δεδομένου όλοι οι δορυφόροι μπορούν να χωριστούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

1. LEO : Low Earth Orbit (χαμηλής τροχιάς)
2. MEO : Medium Earth Orbit (μεσαίας τροχιάς)
3. GEO : Geostationary Earth Orbit (γεωστατικοί δορυφόροι- μεγάλης τροχιάς)

Αυτά τα είδη εμφανίζονται καλύτερα στο διάγραμμα 1. Είναι αναμενόμενο ότι κάθε τύπος δορυφόρου διαφέρει σε δυνατότητες και σχεδιασμό. Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε αυτά τα στοιχεία:

Τύπος	LEO	MEO	GEO
Περιγραφή	Low Earth Orbit	Medium Earth Orbit	Geostationary Earth Orbit
Υψος	100-300 miles	6000-12000 miles	22282 miles

Χρόνος Εμφάνισης (LOS)	15 λεπτά	2-4 Ώρες	24 Ώρες
Θετικά	<ol style="list-style-type: none"> 1. Χαμηλότερο κόστος εκτόξευσης 2. Μικρές καθυστερήσεις 3. Λίγα χαμένα πακέτα 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ενδιάμεσο κόστος εκτόξευσης 2. Σχετικά Μικρές καθυστερήσεις 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Καλύπτει το 42,2% της επιφάνειας της γης 2. Συνεχή οπτική επαφή με σημείο 3. Χωρίς προβλήματα από το φαινόμενο Doppler
Αρνητικά	<ol style="list-style-type: none"> 1. Μικρή διάρκεια ζωής 1-3 μήνες 2. Παρεμβολές στις μεταδόσεις 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Μεγαλύτερες καθυστερήσεις 2. Περισσότερα χαμένα πακέτα 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Πολύ μεγάλες καθυστερήσεις 2. Ακριβοί σταθμοί σε σχέση με το ασθενές σήμα

Επίσης οι δορυφόροι μπορούν να κατηγοριοποιηθούν και σε σχέση με το βάρος τους. Οι δορυφόροι που ζυγίζουν μεταξύ 800-1000 Kg ανήκουν στην «μικρή» κατηγορία, ενώ οι μεγαλύτεροι αποκαλούνται «μεγάλοι» δορυφόροι. Οι GEO δορυφόροι είναι συνήθως «μεγάλοι», ενώ οι LEO και οι MEO μπορούν να ανήκουν και στις δύο ομάδες. Επιπλέον υπάρχουν και κάποιες άλλες κατηγορίες τις οποίες περιγράφουμε περιληπτικά παρακάτω[9]:

- SSO : Sun-Synchronous Orbits. Βρίσκονται σε τροχιακό ύψος 1.100-1.300 μίλια από την επιφάνεια της γης. Οι δορυφόροι που κινούνται σε αυτούς μεταβάλλουν την τροχιά τους κατά μία μοίρα περίπου κάθε μέρα και περνούν από το ίδιο τμήμα της γης την ίδια χρονική στιγμή της ημέρας.
- HEO : Highly Elliptical Orbits. Οι τροχιές αυτές έχουν ένα περίγειο στα 800 περίπου μίλια από την επιφάνεια της γης και ένα απόγειο στα 80.000 χιλιόμετρα. Είναι κεκλιμένες τροχιές με κλίση στις 63,4 μοίρες. Έχουν τροχιακή περίοδο από 8-24 ώρες.
- Polar και near-Polar Orbits. Είναι τροχιές LEO που περνούν από τους πόλους της γης ή πολύ κοντά σε αυτούς.

Έχοντας πλέον αποκτήσει κάποιες βασικές γνώσεις σχετικά με τα δορυφορικά συστήματα, στην συνέχεια της εργασίας θα εξετάσουμε πως μπορεί αυτή η τεχνολογία να βοηθήσει στην ανάπτυξη των νέων εφαρμογών τι προβλήματα έχουμε να αντιμετωπίσουμε και τι λύσεις προσφέρονται.

2. MAC ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΓΙΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

Τα δορυφορικά κανάλια επικοινωνίας έχουν κάποια ξεχωριστά χαρακτηριστικά τα οποία απαιτούν ειδική μεταχείριση σε σχέση με το DLC (Data Link Control) στρώμα του OSI μοντέλου. Τα δορυφορικά δίκτυα ονομάζονται συχνά και «Long Fat Pipes» διότι παρουσιάζουν διαδρομές με μεγάλο εύρος αλλά και με μεγάλη καθυστέρηση. Λόγω της χρήσης που έχει ο δορυφόρος, είναι ανάγκη να αναπτυχθούν μέθοδοι μετάδοσης στο MAC (Media Access Control) υποεπίπεδο του DLC. Το κλασικό CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) που χρησιμοποιείται κυρίως σε LAN, δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί στις δορυφορικές συνδέσεις για τους επίγειους σταθμούς λόγω των μεγάλων καθυστερήσεων που υπάρχουν[12].

Τα περισσότερα MAC πρωτόκολλα συνήθως προσφέρουν συγκεκριμένο κανάλι σε χρόνο και/ή συχνότητα στον κάθε χρήστη. Αυτό γίνεται διότι η καθυστέρηση που συσχετίζεται με τους δορυφόρους είναι συνήθως μη αποδεκτή από τις περισσότερες εφαρμογές. Ας δούμε παρακάτω ενδεικτικά κάποια MAC πρωτόκολλα.

- **ALOHA:** Το ALOHA επιτρέπει κάθε σταθμό να μεταδίδει δεδομένα οποιαδήποτε στιγμή. Έχει πολύ μικρή αποτελεσματικότητα περίπου στο 18%. S-ALOHA (Slotted ALOHA) χρησιμοποιεί τις δορυφορικές εκπομπές για να συγχρονίσει τις μεταδόσεις από τους επίγειους σταθμούς στην αρχή με αποτέλεσμα η αποτελεσματικότητα να αυξάνεται στο 36%. Αν ο αριθμός των επίγειων σταθμών είναι σταθερός και μικρός, τότε αυτό το πρωτόκολλο μπορεί να θεωρηθεί ως μία καλή λύση.
- **FDMA:** (Frequency Division Multiple Access). Είναι το παλιότερο και ένα από τα πιο γνωστά που χρησιμοποιείται ως σήμερα για την εύρεση καναλιών. Σ' αυτή την μέθοδο το διαθέσιμο κανάλι του δορυφόρου χωρίζεται σε επιμέρους συχνότητες για κάθε διαφορετικό επίγειο σταθμό.

- **TDMA:** (Time Division Multiple Access). Σε αυτή την μέθοδο οι επίγειοι σταθμοί έχουν την δυνατότητα να εκπέμπουν δεδομένα μόνο σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Βέβαια κάθε σταθμός μπορεί να έχει παραπάνω από ένα τέτοιο χρονικό διάστημα. Σε αυτή την μέθοδο χρειάζεται να υπάρχει συγχρονισμός χρόνου μεταξύ των επίγειων σταθμών οι οποίοι προάγονται-ομαδοποιούνται ουσιαστικά σε έναν και εκπέμπουν μέσω δορυφόρου.
- **CDMA:** (Code Division Multiple Access). Αυτή η τεχνική είναι ουσιαστικά μία υβριδική μορφή χρόνου/συχνότητας multiplexing η οποία εμφανίζεται με μία μορφή διαδομένου φάσματος διαμόρφωσης. Με έναν αποκεντρωτικό τρόπο προωθεί ξεχωριστά κανάλια χωρίς συγχρονισμό του χρόνου. Είναι μια καινούργια μέθοδος σχετικά η οποία αναμένεται να γίνει η επικρατέστερη στους μελλοντικούς δορυφόρους[29].

Η ανάγκη της όλο και αυξανόμενης χρήσης των δορυφόρων έχει οδηγήσει τους ερευνητές στην αναζήτηση όλο και αποτελεσματικότερων μεθόδων για την μετάδοση των δεδομένων. Το CDMA που αναφέραμε παραπάνω είναι μία τέτοια προσπάθεια. Μία άλλη προσπάθεια είναι το PRMA (Packet Reservation Multiple Access) το οποίο ουσιαστικά είναι ο συνδυασμός του TDMA με κάποιες τεχνικές του S-ALOHA.

3. ΤΟ TCP/IP ΣΤΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Ένας αυξανόμενος τομέας ενδιαφέροντος είναι τα υβριδικά (hybrid) δίκτυα ή αλλιώς τα δίκτυα που περιέχουν ενσύρματη και ασύρματη δικτύωση. Ένα από αυτά είναι και τα δορυφορικά δίκτυα τα οποία ενώνονται με ενσύρματα δίκτυα στη γη. Η χρήση τους είναι ευρέα. Χρησιμοποιούνται είτε από απλούς χρήστες για διάφορες εφαρμογές του internet, από μεγάλους οργανισμούς όπως η NASA για να συλλέγει πληροφορίες από το διάστημα ακόμη και από τον στρατό για την άμεση επικοινωνία του αρχηγείου με τους στρατιώτες που βρίσκονται στην μάχη. Ένα από τα βασικά προβλήματα που έχει αναλυθεί σε πληθώρα ερευνών είναι τα μειονεκτήματα που δημιουργούνται από την χρήση GEO δορυφόρων. Το βασικότερο μειονέκτημα είναι ότι τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται στο internet δεν μπορούν να αφομοιωθούν γρήγορα από το διαθέσιμο bandwidth όταν διαπερνούν ένα τέτοιο δίκτυο το οποίο προκαλεί μεγάλη καθυστέρηση[2].

Το TCP/IP είναι η «γλώσσα» του internet. Λειτουργεί στέλνοντας πακέτα δεδομένων και μετά περιμένει επιβεβαίωση από τον απομακρυσμένο σταθμό ότι τα δεδομένα στέλνονται σωστά ώστε να συνεχίσει να στέλνει. Όταν οι επιβεβαιώσεις

επιστρέφουν αργά τότε το TCP χαμηλώνει και αυτό την ταχύτητα που στέλνει δεδομένα με σκοπό να αποφύγει την υπερφόρτωση του δικτύου. Το TCP/IP ξεκινάει μια σύνδεση πάντα με μικρή ταχύτητα. Στην συνέχεια η ταχύτητα αυξάνεται ανάλογα με την δυνατότητα του δικτύου να επιστρέφει γρήγορα τις επιβεβαιώσεις. Αυτό το φαινόμενο είναι γνωστό ως αργή αρχή (**Slow Start**).

Από την στιγμή που το TCP σχεδιάστηκε για ενσύρματα δίκτυα τα οποία έχουν πολύ μικρότερη καθυστέρηση-αναμονή απ' ότι ένα δορυφορικό δίκτυο, αυτή η μεγαλύτερη καθυστέρηση (600 ms περίπου) της επιβεβαίωσης θα δείξει στο TCP ότι το δίκτυο είναι υπερφορτωμένο και θα συνεχίζει να στέλνει δεδομένα με πολύ μικρό ρυθμό, χωρίς να καταλαβαίνει ότι αυτό γίνεται διότι χρησιμοποιούμε δορυφόρο.

Σ' αυτό το σημείο θα δώσουμε μια περιληπτική εξήγηση γιατί δημιουργείται αυτή η μεγάλη αναμονή. Η αναμονή μπορεί να δημιουργείται από διάφορους λόγους. Ένα λόγος μπορεί να είναι οι φορές που τα δεδομένα χειρίζονται μέσα στο δίκτυο από έναν router ή server. Κάθε φορά που χειρίζονται τα δεδομένα από μια συσκευή μέσα στο μονοπάτι (αποκαλείται "hop") έχουμε κάποια milliseconds αναμονής. Όμως ο πιο σημαντικός λόγος που έχουμε καθυστέρηση-αναμονή στα δορυφορικά δίκτυα και κυρίως στα δίκτυα με GEO είναι η απόσταση που πρέπει να διανύσει το σήμα. Οι δορυφόροι που χρησιμοποιούνται για 2-way internet υπηρεσίες βρίσκονται περίπου στα 23000 μίλια μακριά προς το διάστημα. Αυτό σημαίνει ότι το σήμα ταξιδεύει 23000 μίλια ώστε να φτάσει τον δορυφόρο, 23000 μίλια από τον δορυφόρο προς την τοποθεσία που θέλουμε να στείλουμε τα δεδομένα. Επιπλέον τότε ενεργοποιείται η επιβεβαίωση του TCP η οποία με την σειρά της πρέπει να διανύσει 46000 μίλια ώστε να φτάσει στον αποστολέα. Άρα όλη αυτή η διαδρομή είναι περίπου 92000 μίλια. Αυτή η μεγάλη απόσταση ακόμα και με την ταχύτητα του φωτός δημιουργεί μία μεγαλύτερη αναμονή απ' ότι τα ενσύρματα δίκτυα.

Στην προσπάθεια τους οι επιστήμονες να μειώσουν ή ακόμα να αποβάλλουν τα προβλήματα που δημιουργούνται με την χρήση του TCP σε μεγάλης αναμονής δίκτυα εισήγαγαν νέες τεχνικές οι οποίες επιταχύνουν το TCP και βελτιώνουν την ταχύτητα. Μια τέτοια τεχνική η οποία χρησιμοποιείται στα δορυφορικά δίκτυα είναι η **TCP spoofing**. Ο σκοπός του spoofing είναι να μετριάσει την μεγάλη αναμονή συνδέοντας έναν μεσάζοντα «spoofed», ο οποίος παίζει τον ρόλο και του αποστολέα και του δέκτη στην σύνδεση. Δηλαδή όταν ο αποστολέας στέλνει δεδομένα ο μεσάζοντας πιάνει αυτές τις πληροφορίες και στέλνει την επιβεβαίωση αμέσως. Το TCP βλέπει τον μεσάζοντα σαν την απομακρυσμένη τοποθεσία που ήθελε να στείλει τα δεδομένα, με αποτέλεσμα να μεγαλώσει τον ρυθμό αποστολής αφού η επιβεβαίωση ήρθε αμέσως.

Ο δεύτερος ρόλος που παίζει ο μεσάζοντας είναι να στείλει αυτά τα δεδομένα στον δέκτη. Με αυτόν τον τρόπο ουσιαστικά κρύβουμε την πραγματική αναμονή διότι η επιβεβαίωση επιστρέφει άμεσα. Επιπλέον το spoofing σπάει την end-to-end εννοιολογία που έχει το TCP, κάτι το οποίο δημιουργεί διάφορα «προβλήματα» για συζήτηση κάτι όμως που δεν μπορεί να αναλυθεί στα πλαίσια της εργασίας αλλά θα επισημανθεί αργότερα (VPN).

4. ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

One-way με ενσύρματη (επίγεια) επιστροφή (terrestrial return)

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

Η σύνδεση στο Διαδίκτυο επιτυγχάνεται μέσω κάποιου proxy ή socks server. Ο χρήστης ζητά μέσω της επίγειας σύνδεσής του κάποια δεδομένα, και ο server (εξυπηρετητής) τις δορυφορικής υπηρεσίας τοποθετεί αυτά τα πακέτα στο data stream (ροή δεδομένων) που εκπέμπεται από το δορυφόρο. Η εταιρία που παρέχει την υπηρεσία ενοικιάζει συνήθως ένα κύκλωμα σε ένα δορυφόρο. Στο δορυφόρο εκπέμπεται ένα μεγάλο stream, μέσα στο οποίο υπάρχουν τα δεδομένα όλων των χρηστών. Ο δορυφόρος επανεκπέμπει αυτό το stream προς τη Γη και αυτό λαμβάνεται από όλους τους χρήστες. Εναπόκειται στην ευχέρεια του υπολογιστή του χρήστη να φιλτράρει τα δεδομένα που απευθύνονται σε αυτόν και να τα χειριστεί κατάλληλα.

Οι ταχύτητες που επιτυγχάνονται στο μονόδρομο δορυφορικό Internet είναι της τάξεως του 1-2 Mbps. Συνήθως η ονομαστική ταχύτητα είναι 2Mbps, αλλά δεν επιτυγχάνεται πάντοτε, λόγω φόρτου στο επίγειο δίκτυο που διασυνδέει την εταιρία παροχής με το υπόλοιπο Διαδίκτυο. Ωστόσο, οι κάρτες DVB αναφέρουν στα τεχνικά τους χαρακτηριστικά τα 192Mbps ως μέγιστο ρυθμό διαμεταγωγής δεδομένων.

One-way multicast

Υποκατηγορία της μονόδρομης είναι η multicast σύνδεση, η οποία συνήθως προσφέρεται ως επιπλέον δώρο στις συνδρομές. Η εταιρία που παρέχει τη σύνδεση στέλνει αρχεία και προγράμματα μέσω του δορυφόρου, τα οποία μπορούν να κατεβάσουν όλοι οι συνδρομητές της (ή ομάδες συνδρομητών της). Τα αρχεία αυτά μπορεί να τα επιλέγει η ίδια η εταιρία, ή μπορεί να τα ζητά ο κάθε χρήστης ξεχωριστά. Πλεονέκτημα της σύνδεσης αυτής για την εταιρία είναι ότι με ένα μόνο stream (κάτι σαν ένα τηλεοπτικό κανάλι μέσα σε ένα "μπουκέτο") εξυπηρετούνται όλοι οι χρήστες της, σε αντίθεση με την απλή μονόδρομη, όπου κάθε χρήστης καταλαμβάνει ένα μέρος της χωρητικότητας του αναμεταδότη. Για το λόγο αυτό, στις multicast εκπομπές οι ταχύτητες είναι συνήθως πολύ υψηλές. Ο εξοπλισμός που απαιτείται είναι ο ίδιος με τη μονόδρομη σύνδεση. Εντούτοις, σε αρκετές περιπτώσεις δεν είναι απαραίτητη η επίγεια σύνδεση (όταν βέβαια τα αρχεία τα επιλέγει ο ίδιος ο πάροχος)[26].

Two-way

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

Ο χρήστης αποστέλλει τα δεδομένα ενθυλακωμένα σε DVB MPEG-2 stream. Η εκπομπή γίνεται συνήθως στα 14,5GHz περίπου και η λήψη στα 11,5GHz, όπως δηλαδή και στο μονόδρομο Internet, μόνο που στη μονόδρομη σύνδεση εκπέμπει μόνο ένας κεντρικός server. Η ισχύς της εκπομπής είναι συνήθως γύρω στο 1 Watt. Κάποιος άλλος χρήστης, λοιπόν, μπορεί να λάβει αυτά τα δεδομένα και χρησιμοποιώντας τις ίδιες τεχνικές όπως παραπάνω να τα επεξεργαστεί.

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

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



5. ΔΙΚΤΥΑ V-SAT

Όπως αναλύσαμε και πιο πάνω με σκοπό για όλο και μεγαλύτερες επιδόσεις, ο σχεδιασμός των επίγειων σταθμών γίνεται όλο και πιο πολύπλοκος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνεται το κόστος για το στήσιμο αλλά και για την συντήρηση όλου αυτού του εξοπλισμού. Το VSAT (Very Small Aperture Terminals) δίνει μία λύση σε αυτό το πρόβλημα. Το κλειδί στα VSAT δίκτυα είναι ότι είτε ο πομπός είτε ο δέκτης του δορυφόρου πρέπει να είναι μεγαλύτερος. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα στους επίγειους σταθμούς με χαμηλότερη εκπομπή μικροκυμάτων και μικρότερη κεραία να πραγματοποιείται η σύνδεση κανονικά. Αυτό έχει πρακτικά αποτελέσματα αφού πλέον ο εξοπλισμός είναι φθηνότερος και μικρότερος με σκοπό να γίνεται πιο προσιτή η χρήση του σε πολλούς χρήστες[20].

Τα VSAT δίκτυα είναι συνήθως τοποθετημένα σε τοπολογία αστέρα, στον οποίο κάθε απομακρυσμένος χρήστης υποστηρίζεται από ένα VSAT. Το επίγειο hub δρα ως κεντρικός κόμβος και χρησιμοποιεί ένα μεγάλο δορυφορικό πιάτο με υψηλή ποιότητα εκπομπής. Ο δορυφόρος χρησιμοποιείται ως μέσο εκπομπής για όλα τα απομακρυσμένα VSAT. Τα VSAT δίκτυα είναι ιδανικά για «συγκεντρωμένα» δίκτυα με έναν κεντρικό διανομέα και πολλούς άλλους σκορπισμένους σταθμούς.

Τυπικά παραδείγματα τέτοιων δικτύων είναι οι μεγάλες και μεσαίες επιχειρήσεις με κεντρικά γραφεία, τράπεζες με υποκαταστήματα σε όλο τον κόσμο, συνδέσεις για ISP και τα συστήματα κράτησης αεροπορικών εισιτηρίων[21].

Το αδύνατο σήμα από απομακρυσμένο σταθμό ενισχύεται στον δορυφόρο και παραλαμβάνεται από το hub. Έτσι λοιπόν το αργό uplink αποζημιώνεται από το πολύ γρήγορο downlink λόγω της μεγάλης απόδοσης του hub. Βέβαια είναι φανερό ότι για να επικοινωνήσουν δύο vsat μεταξύ τους, χρειάζονται δύο hops από τον δορυφόρο από την στιγμή που όλες οι συνδέσεις πρέπει να περνάνε από το hub. Στην επόμενη σελίδα βλέπουμε ένα παράδειγμα ενός vsat δικτύου :

6. VoIP ΣΤΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Η ποιότητα των Voice over IP (VoIP) κλήσεων είναι προσδιορισμένη από την έκφραση «mouth-to-ear-delay». Με άλλα λόγια ο χρόνος που περνάει από την στιγμή που ο ομιλητής αρθρώσει λέξεις μέχρι την στιγμή που ο ακροατής τις ακούσει. Άλλοι

σημαντικοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα των VoIP κλήσεων είναι η χρήση τεχνικών συμπίεσης, ο ρυθμός που χάνονται πακέτα και τα επίπεδα ηχώ που δημιουργούνται. Από διάφορες έρευνες που έχουν γίνει υπάρχουν χρήσιμα αποτελέσματα σχετικά με την χρήση του VoIP μέσω δορυφορικών συστημάτων. Συγκεκριμένα η έρευνα [7] μας ενημερώνει ότι η σύνδεση μέσω GEO δορυφόρους οδηγεί σε μεγάλες καθυστερήσεις (>240 ms) με αποτέλεσμα η εφαρμογή να μην μπορεί να εκτελεστεί σωστά. Επιπλέον μας λέει ότι με την χρήση MEO θα έχουμε σίγουρα μικρότερη καθυστέρηση της τάξης των 100 και 200ms. Όμως ακόμα και αυτή η μικρότερη καθυστέρηση δεν μπορεί να μας εγγυηθεί ότι οι VoIP κλήσεις θα έχουν την ποιότητα που χρειαζόμαστε γιατί πάλι η καθυστέρηση είναι σε υψηλά επίπεδα. Για την χρήση LEO δορυφόρων η καθυστέρηση φτάνει τα 20 ms η οποία είναι η μικρότερη που μπορούμε να συναντήσουμε στα δορυφορικά συστήματα. Επιπλέον μας αναφέρει ότι χρειάζεται μεγάλη προσοχή στην σχεδίαση του MAC, το οποίο ελέγχει τον χρόνο του παραθύρου και της πηγές που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο κάθε χρήστης από το κοινόχρηστο μέσο. Σύμφωνα με τα παραπάνω μπορούμε να καταλήξουμε στα παρακάτω συμπεράσματα. Πρώτα απ' όλα όσο μεγαλύτερη είναι η καθυστέρηση τόσο λιγότερο αποτελεσματικά είναι τα δορυφορικά συστήματα που χρησιμοποιούμε. Επιπλέον γνωρίζουμε ότι η καθυστέρηση συνδέεται άμεσα με την απόσταση που έχουν οι δορυφόροι από την γη. Άρα μπορούμε να πούμε ότι στα δορυφορικά συστήματα βασισμένα σε GEO και MEO, οι VoIP κλήσεις δεν μπορούν να φτάσουν την παραδοσιακή ποιότητα που έχουμε γνωρίσει. Σύμφωνα με τα μέχρι τώρα δεδομένα οι LEO δορυφόροι φαίνονται να είναι η καλύτερη επιλογή για την είσοδο σε IP backbone όταν η PSTN-ποιότητα φωνή είναι για μεταφορά

7. VPN ΚΑΙ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Τα Virtual Private Networks αποτελούνται από δύο ή περισσότερους υπολογιστές ή δίκτυα υπολογιστών τα οποία επικοινωνούν μεταξύ τους με ασφάλεια μέσω ενός μη ασφαλούς ή δημόσιου δικτύου όπως το Internet. Η χρήση των VPN στηρίζεται στην χρήση κρυπτογράφησης και αποκρυπτογράφησης τόσο του υλικού όσο και του λογισμικού στις δύο άκρες του δικτύου[21].

Για διάφορους λόγους, οι εταιρίες αλλά και οι δημόσιοι κυβερνητικοί οργανισμοί ζητάνε και έχουν ανάγκη όλο και περισσότερο να προμηθεύονται

ασφαλές συνδέσεις έτσι ώστε να επικοινωνούν με τις απομακρυσμένες υπηρεσίες τους, χωρίς να έχουν τον φόβο ότι τα δεδομένα μπορούν να κλαπούν.

Η ασφαλή σύνδεση σε μια λειτουργική ταχύτητα δεν είναι διαθέσιμη μέσω των παραδοσιακών dialup συνδέσεων, οπότε άλλες πιο γρήγορες λύσεις έχουν εμφανισθεί στην αγορά. Τέτοιες λύσεις είναι το DSL και το καλωδιακό Internet οι οποίες είναι και από τις πιο οικονομικές, όμως δεν παύουν να καλύπτουν μόλις το 1/3 των απομακρυσμένων τοποθεσιών που ψάχνουν ευρυζωνικές υπηρεσίες.

Το Two-way δορυφορικό internet είναι γρήγορο και ασφαλές. Εφαρμογές όπως browsing, e-mail και άλλες internet εφαρμογές δουλεύουν άψογα. Πιο πάνω στην εργασία είχαμε αναφέρει ότι στα δορυφορικά συστήματα χρησιμοποιείται μια μέθοδο που ονομάζεται IP spoofing, με σκοπό να ξεπερνιούνται τα προβλήματα εφαρμογής του TCP/IP στα δορυφορικά δίκτυα λόγω της μεγάλης καθυστέρησης. Η λύση αυτή όπως είχαμε πει χρησιμοποιεί έναν μεσάζοντα που συνδέει τον χρήστη με τον δορυφόρο. Άρα βλέπουμε ότι η end-to-end σύνδεση ενός VPN δικτύου χάνει την ουσία της όταν χρησιμοποιούμε δορυφορικό δίκτυο αφού παρεμβάλλονται και άλλες συσκευές.

Ένα άλλο πρόβλημα που έχουμε σε ένα VPN μέσω δορυφορικής εκπομπής είναι ότι τα πακέτα που στέλνονται είναι κρυπτογραφημένα με αποτέλεσμα μπορούν να επιβεβαιωθούν μόνο από το λογισμικό του VPN πελάτη στην απομακρυσμένη τοποθεσία και όχι από το spoofing εξοπλισμό. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η επιβεβαίωση να μην έρχεται από τον μεσάζοντα αλλά από την απομακρυσμένη τοποθεσία με αποτέλεσμα να αργεί, οπότε η αργή-αρχή που έχει το TCP/IP παραμένει καθ' όλη την διάρκεια της σύνδεσης.

Έχοντας κάνει την παραπάνω ανάλυση μπορούμε να πούμε ότι τα VPN και το δορυφορικό internet δεν σχεδιάστηκαν για να δουλεύουν μαζί[21]. Επιπλέον γνωρίζουμε ότι:

- Τα Virtual Private Networks χρειάζονται μεγάλο bandwidth και μικρή καθυστέρηση ώστε το δίκτυο να λειτουργεί σωστά. Από την άλλη μεριά, οι υπηρεσίες του δορυφορικού internet συνήθως έχουν μεγάλες καθυστερήσεις λόγω των μεγάλων αποστάσεων που έχει να ταξιδέψει το σήμα.
- Το δορυφορικό Internet υποστηρίζει χαμηλό upstream bandwidth. Μάλιστα το δορυφορικό bandwidth για uploads είναι συγκρίσιμο με την dialup σύνδεση. Ενώ τα VPN χρειάζονται μεγάλο bandwidth και για uploads και για downloads.

Από διάφορες εταιρίες έχουν γίνει προσπάθειες τα παραπάνω προβλήματα να μειωθούν και οι χρήστες VPN μέσω δορυφορικού Internet να απολαμβάνουν καλύτερες και ταχύτερες συνδέσεις. Ένα παράδειγμα είναι η χρήση υβριδικών VPN και PN (Private Network) . Ουσιαστικά η εταιρία παροχής συνδέει το ιδιωτικό της δίκτυο κατευθείαν με το δίκτυο του πελάτη μειώνοντας ουσιαστικά την χρήση του VPN μέσω το διαστήματος.

8. ΤΟ ΑΤΜ ΣΤΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Το ATM (Asynchronous transfer Mode) είναι μία από τις πιο ελπιδοφόρες τεχνολογίες όσον αφορά τις λεωφόρους των πληροφοριών. Είδη στην εποχή μας αλλά ακόμη περισσότερο στο μέλλον τα δίκτυα θα πρέπει να προσφέρουν ολοκληρωμένες υπηρεσίες μεταφοράς ήχου, βίντεο και πληροφοριών. Το ATM είναι ικανό να προσφέρει υψηλή ποιότητα υπηρεσιών σε σχέση με τα παραπάνω θέματα. Όποτε είναι φανερό ότι είναι ενδιαφέρον να εξετάσουμε την απόδοση που έχει όταν χρησιμοποιείται μέσω των δορυφορικών συστημάτων.

Η βασική μεταφερόμενη μονάδα στο ATM είναι 53 byte, η οποία αποκαλείται κελί. 5 bytes ανήκουν στην κεφαλίδα ενώ τα υπόλοιπα 48 bytes είναι για τις πληροφορίες που στέλνουμε. Η κεφαλίδα περιέχει την δρομολόγηση, τον τύπο των πληροφοριών που μεταφέρονται και άλλες δικτυακές πληροφορίες. Προστατεύεται από ένα μοναδικό HEC (Header Error Control) byte. Αυτό το byte επιτρέπει την εύρεση του λάθους και διορθώνει όλα τα μοναδικά bit λάθη στην κεφαλίδα.

Ένας από τους παράγοντες που επηρεάζει την απόδοση του ATM είναι ο CLR (Cell Loss Ratio). Εξαρτάται από τον ρυθμό λανθασμένων bit που βρίσκονται στο φυσικό επίπεδο. Το ATM σχεδιάστηκε για κανάλια τα οποία έχουν χαμηλό ρυθμό χαμένων bit όπως οι οπτικές ίνες, κάτι που δεν ισχύει στα δορυφορικά συστήματα. Επιπλέον τα modems που χρησιμοποιούνται στα δορυφορικά συστήματα χρησιμοποιούν κώδικα στο φυσικό επίπεδο για να βελτιώσουν την απόδοση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα λάθη που γίνονται να πολλαπλασιάζονται αντί να μειώνονται.

Αυτό σημαίνει ότι το πλεονέκτημα αυτοελέγχου (HEC) που έχει το ATM χάνεται. Τα κελιά με μια κακή κεφαλίδα χάνονται με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο CLR.

Διάφορες έρευνες προσπαθούν να βρουν λύσεις σχετικά με το πρόβλημα που περιγράψαμε παραπάνω. Μία λύση που έχει αναπτυχθεί από την COMSAT[ALE] είναι η γνωστή ως ALE (ATM Link Enhancer). Αυτό το μοντέλο εισάγει τα μονοπάτια αποστολής/λήψης πριν/μετά τα δορυφορικά modem. Αυτό βοηθάει στο να μειώνουμε τα λάθη που γίνονται και να χάνονται πακέτα. Το πλεονέκτημα του HEC εμφανίζεται ξανά με αποτέλεσμα να έχουμε πολύ καλύτερη απόδοση.

9. ΕΤΑΙΡΙΕΣ

Στον παρακάτω πίνακα παραθέτω τις κύριες εταιρίες που προσφέρουν πρόσβαση σε δορυφορικά συστήματα

ΕΤΑΙΡΙΕΣ	IRRIDIUM	INMARSAT M	GLOBALSTAR	TELEDESIC	ODYSSEY	ICO
ΚΑΤΟΧΟΙ	Motorola	Comsat etc.	Loaral, Qualcomm	Bill Gates, Craig McCaw	TRW	INMARSAT, Hughes
ΠΛΗΘΟΣ ΔΟΡ.	66, 11/orbit	6-20	48	840	12	10
ΤΡΟΧΙΕΣ	900 km, 6 polar orbits	36000 km	14000 km	700 km	10370 km	8-10000 km
ΤΥΠΟΙ ΔΟΡ.	Big LEO	GEO	Big LEO	Small LEO	MEO	MEO
ΜΑΚ ΜΕΘΟΔΟ	FDMA\TDMA	FDMA	CDMA	ATDMA, FDMA, SDMA	CDMA	TDMA
ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ	10 ms	500 ms	10 ms	8 ms	120 ms	200 ms
ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ	1998	1993	1997	2002	1999	2000
ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ	Voice, Data(2.4 Kbps), FAX, GPS	Voice, Data(2.4 Kbps), FAX, Telex	Voice, Data(9.6 Kbps), FAX, Location services	Voice, Data up to 2Mbps	Voice, Data(2.4 Kbps), FAX, GPS	Voice, Data(2.4 Kbps), FAX, GPS
ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ	http://www.sat-net.com/L.Wood/constellations/iridium.html		http://www.globalstar.com/	http://www.sat-net.com/L.Wood/constellations/teledesic.html	http://leonardo.jpl.nasa.gov/msl/QuickLooks/odysseyQL.html	

[29],[30]

10. Δορυφορική Σύνδεση στο Ίντερνετ στην Ελλάδα μέσω του Hellas Sat

Δορυφορική Σύνδεση στο Internet μέσω του ελληνικού δορυφόρου Hellas Sat προσφέρει ο ΟΤΕ. Η υπηρεσία ονομάζεται «Hellas Sat Net» και προσφέρεται ιδιαίτερα για απομακρυσμένες περιοχές χωρίς κάλυψη από ευρυζωνικό δίκτυο DSL, καθώς και για ορισμένες επιχειρήσεις της ελληνικής περιφέρειας. Η νέα υπηρεσία δεν είναι ανταγωνιστική της ΟΤΕΝΕΤ, αλλά συμπληρωματική και έρχεται να ενισχύσει την προσπάθεια του Ομίλου του ΟΤΕ για την ταχύτερη δυνατή εξάπλωση της ευρυζωνικότητας. Η μηνιαία χρέωση της υπηρεσίας ξεκινά από 119 ευρώ για ταχύτητες 512Kbs/256 Kbps και φτάνει τα 549 ευρώ το μήνα για ταχύτητες 2Mb/512 Kbps. Όσον αφορά στον εξοπλισμό, το κόστος ανέρχεται σε 1.499 ευρώ εφάπαξ, το οποίο περιλαμβάνει ένα δορυφορικό κάτοπτρο, διαμέτρου περίπου ενός μέτρου και ένα μόντεμ που τοποθετείται μέσα στο σπίτι. Το κόστος εξοπλισμού αναμένεται να μειωθεί σημαντικά όταν αρχίζει να διευρύνεται η πελατειακή βάση της υπηρεσίας. Με την εγκατάσταση αυτή ο χρήστης θα έχει και πρόσβαση στο Διαδίκτυο, αλλά και υπηρεσίες τηλεφωνίας μέσω Διαδικτύου (VoIP). Το σύστημα αυτό παρέχει επίσης στο χρήστη τη δυνατότητα αξιοποίησης αμφίδρομων ευρυζωνικών εφαρμογών. Για το λόγο αυτό και εξαιτίας των υψηλών ρυθμών μετάδοσης δεδομένων ειδικά της επιστροφής, είναι ιδανικό για επιχειρήσεις που έχουν μονάδες σε απομακρυσμένες περιοχές, για παρακολούθηση ιχθυοτροφείων, τηλε-εκπαίδευση, τηλε-ιατρική, παρακολούθηση πυρανίχνευσης δασών, για την ηλεκτρονική διακυβέρνηση, τραπεζικές υπηρεσίες και παρακολούθηση υδάτινων πόρων[28].

11. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Οι μελλοντικοί δορυφόροι δεν θα λειτουργούν πλέον ως «bent pipes», αλλά θα ενσωματώνουν εφαρμογές οι οποίες θα έχουν σχέση με τα δεδομένα που έρχονται και με το σήμα που λαμβάνουν. Τα προηγούμενα χρόνια έχουν χαρακτηριστεί από την άμεση πρόσβαση που έχει πλέον ο χρήστης από το σπίτι σε δορυφορικά δίκτυα. Πλέον οι δορυφορικές επικοινωνίες αναμένονται να παίζουν σημαντικό ρόλο στην ολοκλήρωση των προσωπικών επικοινωνιών. Με συνεχή βελτίωση των δυνατοτήτων τους αλλά και με την συνεχόμενη μείωση του κόστους, τα δορυφορικά πιάτα θα εξελιχθούν σε ένα συνηθισμένο προϊόν-αξεσουάρ των νοικοκυριών.

Οι δορυφόροι είναι καταφανέστατα η καλύτερη επιλογή για παγκόσμια πρόσβαση σε υπηρεσίες πληροφοριών αφού δρουν ανεξάρτητα από την τοποθεσία που βρίσκεσαι. Η νέα γενιά δορυφόρων θα είναι επηρεασμένη από τις όλο και

αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών για γρήγορη πρόσβαση σε δεδομένα, ήχο , εικόνα και βίντεο. Έτσι λοιπόν μπορούμε να καταλήξουμε σε εκείνα τα στοιχεία που θα μας δείχνουν πως πρέπει και θα είναι τα μελλοντικά δορυφορικά δίκτυα. Αυτά τα στοιχεία είναι:

- Χαμηλή ανάγκη για ενέργεια και απλά τερματικά για τον χρήστη
- Διασύνδεση με τα υπόλοιπα δίκτυα
- Παγκόσμια κάλυψη
- Υψηλές ταχύτητες
- Ασφάλεια στην μεταφορά των δεδομένων
- Δυναμικά κανάλια πρόσβασης τα οποία θα υποστηρίζουν διάφορες εφαρμογές
- Χρήση όλο και πιο αποτελεσματικών πρωτοκόλλων

Τα περισσότερα από τα παραπάνω χαρακτηριστικά είναι εμφανές ότι ταιριάζουν στους LEO δορυφόρους. Οι LEO δορυφόροι χαρακτηρίζονται από μικρότερες καθυστερήσεις και από ευκολότερη εκτόξευση. Εξαιτίας αυτών των λόγων οι LEO δορυφόροι είναι ο βασικός υποψήφιος που μπορεί να φέρει σε πέρας τις παραπάνω απαιτήσεις. Από την άλλη μεριά για να έχουμε παγκόσμια κάλυψη μέσω LEO δορυφόρων χρειαζόμαστε ένα μεγάλο αριθμό από αυτούς, πράγμα που καθιστά δύσκολο τον χειρισμό του. Αντιθέτως οι GEO δορυφόροι μπορούν πολύ εύκολα να προσφέρουν παγκόσμια κάλυψη. Έτσι λοιπόν βλέπουμε ότι στο μέλλον είναι πολύ πιθανός ένας συνδυασμός από τις υπηρεσίες που παρέχουν αυτά τα δύο διαφορετικά είδη δορυφόρων ώστε να επωφεληθούν οι χρήστες

12. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο ρόλος των δορυφόρων στην παροχή υπηρεσιών αλλάζει. Πλέον δεν προσφέρει μόνο τηλεφωνικές συνδέσεις και τηλεοπτικό σήμα αλλά δίνει την δυνατότητα σε εκατομμύρια χρήστες όπου κι αν βρίσκονται να έχουν πρόσβαση σε κανάλια πληροφοριών και δεδομένων. Οι τεχνολογίες δορυφόρων θα συνεχίσουν τα επόμενα χρόνια να συναγωνίζονται με τις επίγειες επιλογές όπως με τις τηλεφωνικές γραμμές και τις οπτικές ίνες, Οι LEO δορυφόροι αναμένονται να παίξουν σημαντικό ρόλο στις συνδέσεις και στο δορυφορικό internet ενώ οι GEO θα παίξουν

δευτερεύοντα ρόλο προς την κατεύθυνση αυτή χωρίς να σημαίνει ότι η χρήση τους θα εκλείψει. Τα κανάλια πρόσβασης και τα πρωτόκολλα που θα χρησιμοποιούνται πρέπει να προσφέρουν όλο και καλύτερες υπηρεσίες. Κατά τα φαινόμενα το TDMA και το CDMA θα είναι αυτά τα οποία θα επικρατήσουν όσον αφορά το MAC πρωτόκολλο. Η εξέλιξη της δορυφορικής τεχνολογίας σε συνδυασμό με την εξέλιξη των επίγειων επικοινωνιών αναμένονται να φέρουν εις πέρας την ολοκλήρωση των υπηρεσιών που μπορεί να επωφεληθεί ο χρήστης έτσι ώστε να απολαμβάνει όλο και μεγαλύτερες ανέσεις.

13. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Haitham S Cruickshank and Zhili Sun, Internet Traffic Evaluation for Satellite Networks, COST 272 TD (01) /1 Toulouse, 11-12 Oct 2001
- [2] Joseph Ishac, Mark Allman, on the performance of tcp spoofing in satellite networks
- [3] Abbas Jamalipour, Broad-Band Satellite Networks—The Global IT Bridge, PROCEEDINGS OF THE IEEE, VOL. 89, NO. 1, JANUARY 2001
- [4] M Fitch and A Fidler, An overview of satellite access networks, BT Technol J Vol 18 No 3 July 2000
- [5] M Fitch, The use of satellite for multimedia Communications, BT Technology Journal Vol 21 No 3 July 2003
- [6] J. Farserotu, Integration of Terrestrial and Satellite Networks: Technology, Services and Applications, *Wireless Personal Communications* 17: 283–290, 2001
- [7] Jan Janssen, Danny De Vleeschauwer, Guido H. Petit, Rudi Windey, Jean-Marie Leroy, Delay Bounds for Voice over IP Calls Transported over Satellite Access Networks, *Mobile Networks and Applications* 7, 79–89, 2002
- [8] Richard McKinney, Russell Lambert, VPN over Satellite A comparison of approaches, V-Sat Systems
- [9] Grigorios k. Goutzelis, Anastasios a. Economides, satellite networks, January 2002
- [10] Ian F. Akyildiz, Ozgur B. Akan, Jian Fang, TCP-Planet: A New Reliable Transport Protocol for InterPlaNetary Internet, *IEEE Journal of Selected Areas in Communications (JSAC)*, Selected Areas in Communications (JSAC), early 2004.
- [11] Frances j. Lawas-Grodek, Diepchi t. Tran, Robert p. Dimond, and William d. Ivancic, scps-tp, tcp and rate-based protocol evaluation for high delay, error prone links, NASA Glenn Research Center

[12] A O'Neill, M C Tatham, S F Carter, G Tsirtsis and A J Dann, An overview of Internet protocols, BT Technol J Vol 16 No 1 January 1998

[13] Andrew Tanenbaum, 'Δίκτυα Υπολογιστών' 4η έκδοση, Κλειδάριθμος 2004, σελ. 142-153

[14] Γιώργος Διακονικολάου, Αθανασία Αγιακάτσικα, Ηλίας Μπούρας, 'Επιχειρησιακή Διαδικτύωση' Κλειδάριθμος 2004, σελ. 220-225

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[15]http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-97/satellite_data/index.htm

Το site του πανεπιστημίου του Οχάϊο, στο οποίο μπορούμε να βρούμε πολλές εργασίες οι οποίες σχετίζονται με τα δορυφορικά συστήματα.

[16]

http://conta.uom.gr/conta/ekpaideysh/metaptyxiaka/technologies_diktywn/ergasies/main.htm

Το site των πληροφοριακών συστημάτων του πανεπιστημίου Μακεδονίας στο οποίο βρίσκονται πολλές εργασίες φοιτητών μερικές από τις οποίες σχετίζονται και με τα δορυφορικά συστήματα.

[17]http://www.gilat.com/Technology_SatelliteAdvantages.asp

Η Gilat είναι εταιρία η οποία προσφέρει δορυφορικές συνδέσεις τύπου v-sat. Στο site βρίσκουμε χρήσιμες πληροφορίες για το πώς λειτουργούν αυτά τα συστήματα

[18]<http://www.grc.nasa.gov/WWW/RT1998/5000/5610ivancic.html>

Το site της nasa στο οποίο βρίσκονται εργασίες που εξετάζουν τις δυνατότητες από διάφορα πρωτόκολλα στα δορυφορικά συστήματα

[19]<http://www.newtec.be/index.php?id=254>

Η newtec είναι μία εταιρία η οποία προσφέρει δορυφορικές επικοινωνίες. Στο site βρίσκουμε αναλύσεις σχετικά με τους τρόπους σύνδεσης που έχουμε στα δορυφορικά συστήματα

[20]http://en.wikipedia.org/wiki/Satellite_Internet

Το site της ηλεκτρονικής εγκυκλοπαίδειας wikipedia. Μπορούμε να βρούμε χρήσιμα στοιχεία και ορισμούς σχετικά με τα δορυφορικά δίκτυα.

[21]<http://www.vsat-systems.com/satellite-internet-explained/glossary.html>

Η vsat-systems είναι μία εταιρία που πουλάει εξοπλισμό vsat. Στο site βρίσκουμε άρθρα για το πώς λειτουργεί η τεχνολογία αυτή ποια είναι τα θετικά και ποια τα αρνητικά.

[22][http://www.springerlink.com/\(4w5xmz45lpzjmk55jfto2yvb\)/app/home/main.asp?referrer=default](http://www.springerlink.com/(4w5xmz45lpzjmk55jfto2yvb)/app/home/main.asp?referrer=default)

Το springerlink είναι το site του εκδοτικού οίκου springer, μέσω του οποίου ο χρήστης έχει πρόσβαση σε άρθρα που έχουν δημοσιευτεί. Σ' αυτό το site υπάρχουν πολλά άρθρα που σχετίζονται με τα δορυφορικά συστήματα.

[23]<http://www.ee.surrey.ac.uk/CCSR/Software/OPNET/>

Το site του πανεπιστημίου Surrey της Αγγλίας, στο οποίο υπάρχουν πολλές έρευνες σχετικά με τα δορυφορικά δίκτυα.

[24]http://www.doriforikanea.gr/sat_links.html

Το site του περιοδικού Δορυφορικά Νέα, στο οποίο υπάρχουν ειδήσεις σχετικά με τα δορυφορικά συστήματα, αλλά και πολλά χρήσιμα links.

[25]<http://www.satleo.gr/SAT-INT1.html>

Ελληνικό site το οποίο μας ενημερώνει με τα τελευταία νέα σχετικά με τα δορυφορικά συστήματα, με μεγαλύτερη προσοχή σε αυτά που συσχετίζονται με τον Ελλαδικό χώρο.

[26]<http://www.go-online.gr>

Το Ελληνικό site που σχετίζεται με το η-επιχειρείν. Μέσα σε αυτό μία επιχείρηση μπορεί να βρει πληροφορίες σχετικά με τι μπορεί να την προσφέρει μια δορυφορική σύνδεση, πως γίνεται η εγκατάσταση, πως λειτουργεί, ποια είναι τα θετικά και ποια είναι τα αρνητικά ανάλογα με την επιχείρηση.

[27]<http://www.otenet.gr/>

Το site της otenet εταιρία που προσφέρει συνδέσεις στο internet στην Ελλάδα. Στα τεχνολογικά νέα πολύ συχνά αναφέρεται σε εξελίξεις σχετικά με την ανάπτυξη των δορυφορικών συστημάτων κυρίως στην Ελλάδα.

[28]<http://www.hellas-sat.net/>

Το site της Ελληνικής εταιρίας που προσφέρει δορυφορικές συνδέσεις. Υπάγεται στον όμιλο του ΟΤΕ. Σ' αυτό το site υπάρχουν πολλές πληροφορίες σχετικά με τις δορυφορικές υπηρεσίες που μπορεί να έχει ένας χρήστης στην Ελλάδα.

[29]<http://www.globalstar.ca/english/about/cdma.shtml>

Πρόκειται για το επίσημο site της Globalstar στον Καναδά όπου κανείς μπορεί να βρει οτιδήποτε έχει σχέση με τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος και του απαιτούμενου εξοπλισμού, καθώς και γενικότερα στοιχεία για συστήματα LEO και το πρωτόκολλο CDMA.

[30]<http://www.iridium.com/>

Πρόκειται για τον επίσημο δικτυακό τόπο του Iridium στον οποίο αναφέρονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος, η δομή του, ο τρόπος λειτουργίας του, καθώς και οι προσφερόμενες από το σύστημα υπηρεσίες.

[31]<http://www.howstuffworks.com/question606>

Είναι ένα site το οποίο μπορεί να χαρακτηριστεί σαν μία εγκυκλοπαίδεια σχετικά με την πληροφορική. Έτσι λοιπόν παρέχει και πληροφορίες σχετικά με το δορυφορικό internet.

[32]<http://www.skycasters.com>

Η skycasters είναι εταιρία που προσφέρει δορυφορικό internet. Υπάρχουν πολλά χρήσιμα στοιχεία για το πώς λειτουργεί το δορυφορικό internet τι άλλες υπηρεσίες προσφέρει και τι εξοπλισμός είναι αναγκαίος για να πραγματοποιηθεί η σύνδεση

[33] <http://www.isr.umd.edu>

Πρόκειται για ιστοσελίδα του πανεπιστημίου του Maryland που αναφέρεται στις δορυφορικές επικοινωνίες. Περιέχει πληροφορίες για τα δορυφορικά δίκτυα, τα χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα καθώς και λίστα από links προς εταιρείες δορυφορικών συστημάτων.

[34] <http://www.att.com>

Είναι το site της AT&T και περιέχει πληροφορίες τεχνολογικού ενδιαφέροντος μεταξύ των οποίων είναι οι ασύρματες και δορυφορικές επικοινωνίες. Αναφέρονται νέα σχετικά με εκτοξεύσεις δορυφόρων, κινήσεις ανταγωνιστικών εταιρειών και στοιχεία γνωστών δορυφορικών συστημάτων