



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ**

**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**& ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

**ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΜΗΝΟΥ**

**ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ :**

**<ΔΙΚΤΥΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ**

**ΔΙΚΤΥΩΝ>**

---

**<ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ ΚΑΙ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ(SATELLITE)  
INTERNET >**

---

**<ΗΛΙΟΠΟΥΛΟΥ ΦΩΤΕΙΝΗ>**

**A.M <6053>**

**ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΠΟΥΡΑΣ**

**ΠΑΤΡΑ 2017**

## Πίνακας περιεχομένων

<b>1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>4</b>
1.1 ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΙΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ .....	4
1.2 ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ .....	5
1.3 ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ.....	6
1.4 ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ.....	9
1.4.1 ΣΩΜΑ ΤΟΥ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ.....	9
1.4.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ.....	10
1.4.3 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ.....	11
1.4.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ .....	12
1.4.5 ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΤΡΟΧΙΑ ΤΟΥ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ.....	12
1.5 ΕΚΤΟΞΕΥΑΗ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ .....	15
<b>2. ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ .....</b>	<b>16</b>
2.1 ΕΙΔΗ ΤΟΠΟΛΟΓΙΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	16
2.1.1 TDMA .....	16
2.1.2 ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ .....	17
2.1.3 ΣΗΜΕΙΟ ΠΡΟΣ ΣΗΜΕΙΟ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ .....	18
2.1.4 SWITCED .....	19
2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ .....	20
<b>3. INTERNET OVER SATELLITE .....</b>	<b>22</b>
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	22
3.2 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟΥ INTERNET .....	24
3.3 ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟΥ INTERNET .....	25
3.3.1 ΜΟΝΟΔΡΟΜΗ ΣΥΝΔΕΣΗ .....	25
3.3.2 ΑΜΦΙΔΡΟΜΗ ΣΥΝΔΕΣΗ .....	26
3.4 ΜΕΘΟΔΟΣ TCP .....	27

3.5 ΔΙΑΜΟΙΡΑΣΜΟΣ TCP ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΕ ΠΑΡΟΜΟΙΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ .....	27
3.6 ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗΣ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ.....	28
3.7 ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΑΡΓΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ .....	28
3.8 ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΟ ΑΡΧΙΚΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ .....	29
3.9 ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΜΕΝΕΣ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΕΙΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΡΓΗ ΚΙΝΗΣΗ.....	30
3.10 ΜΕΤΡΗΣΗ ΒΥΤΕ .....	30
3.11 ΜΗ ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗΣ .....	31
3.12 ΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΑ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗΣ .....	32
3.13 ΤΕΡΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΡΓΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ .....	33
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>34</b>

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΙΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

Στις μέρες μας πρωταγωνιστικό ρόλο στις ζωές των ανθρώπων παίζουν οι τηλεπικοινωνίες .Πλέον η επικοινωνία των ανθρώπων είναι δυνατό να γίνεται ακόμα και αν αυτοί απέχουν χιλιάδες χιλιόμετρα. Ωστόσο για χρόνια αυτό ήταν αδύνατο λόγω της αδυναμίας επικοινωνίας δυο σημείων της γης που δεν είχαν οπτική επαφή καθώς ακόμα δεν είχε βρεθεί ο τρόπος για αποστολή ραδιοκυμάτων μεταξύ των σημείων αυτών.

Αρχικά για την επίλυση του προβλήματος αυτού προτάθηκε και χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία των αναμεταδοτών. Ουσιαστικά με τους αναμεταδότες αποκτούν τα σημεία ανά δυο οπτική επαφή. Ωστόσο γρήγορα εντοπίστηκαν προβλήματα στην χρήση τους λόγω του ιδιαίτερου ανάγλυφου της γης.

Επόμενη εναλλακτική λύση για το παραπάνω πρόβλημα είναι η χρήση της ιονόσφαιρας και της στρατόσφαιρας 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. Ωστόσο και με αυτού του είδους τις μεταδόσεις αντιμετωπίζονται προβλήματα λόγω του περιορισμένου εύρους ζώνης και του γεγονότος ότι εξαρτώνται από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες που μεταβάλλονται συνεχώς με αποτέλεσμα η ποιότητα της επικοινωνίας να είναι απρόβλεπτη.

Ύστερα από αυτές τις αποτυχημένες προσπάθειες αναπτύχθηκε μια διαφορετική θεωρία περί εγκατάστασης τεχνητών σταθμών στο διάστημα οι οποίοι δέχονται τα ραδιοσήματα και τα αναμεταδίδουν προς κάποιο άλλο σημείο της γης. Η θεωρία αυτή αποτέλεσε την βάση για την κατασκευή των δορυφόρων. *Ως δορυφόρο ορίζουμε όποιο μικρότερο αντικείμενο περιστρέφεται γύρω από ένα μεγαλύτερο.* Η σελήνη αποτελεί δορυφόρο της γης, η οποία με τη σειρά της αποτελεί δορυφόρο του ήλιου. Όμως ως περιοριστούμε στην μελέτη τεχνητών δορυφόρων , οι οποίοι μπορούν είτε να έχουν, είτε να μην έχουν πλήρωμα , είτε να έχουν ενεργητικό είτε παθητικό ρόλο. Ένας δορυφόρος ο οποίος έχει 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(π.χ μετρήσεις του μαγνητικού πεδίου του ήλιου), εφαρμογές(π.χ μετεωρολογικές) και τηλεπικοινωνίες(π.χ μεταφορά τηλεφωνικών συνδιαλέξεων , τηλεοπτικά κανάλια , πληροφορίες ελέγχου για τους δορυφόρους). Η σημαντικότητα των δορυφόρων για τις τηλεπικοινωνίες(μεταφορά μεγάλης ποσότητας φωνής και δεδομένων) έγκειται στο γεγονός ότι καλύπτουν μεγάλες περιοχές της γήινης επιφάνειας με αποτέλεσμα την δυνατότητα επικοινωνίας σε ανθρώπους που βρίσκονται διασκορπισμένοι γεωγραφικά.

## 1.2 ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Καινοτομία για τα δορυφορικά συστήματα αποτέλεσε ο δορυφόρος Syncom , ο οποίος είναι ο πρώτος δορυφόρος που εκτοξεύθηκε και μπήκε σε γεωστατική (γεωστατικός: φαίνεται ακίνητος για έναν παρατηρητή από την γη) τροχιά το έτος 1963. Τότε σημαίνεται η απαρχή μιας νέας εποχής για τις τηλεπικοινωνίες. Ο συγκεκριμένος δορυφόρος αποτελεί καινοτομία για την τεχνολογία των δορυφορικών συστημάτων καθώς για πρώτη φορά δεν είναι αναγκαία η ύπαρξη μεγάλων κεραιών και ισχυρών υπολογιστών για τον προσδιορισμό της εφόσον είναι γεωστατικός και βρίσκεται σε σταθερό σημείο.

Η σημαντικότερη εταιρεία στον χώρο των δορυφορικών συστημάτων είναι η COMSAT. Η συγκεκριμένη εταιρεία προσφέρει λύσεις σε ότι αφορά τις τηλεπικοινωνίες με τα δορυφορικά συστήματα Intelsat και Inmarsat.

✓ Σύστημα Intelsat :

➤ Παροχές:

- 1) Τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες
- 2) Αναμετάδοση σήματος
- 3) Ψηφιακά δίκτυα μεταξύ ΗΠΑ και υπολοίπου κόσμου

➤ Χρήση από :

- I. Παροχείς υπηρεσιών Internet
- II. Πολυεθνικούς Συνεταιρισμούς
- III. Τηλεπικοινωνιακούς φορείς
- IV. Κυβερνήσεις

✓ Συστήματα Inmarsat :

➤ Παροχές :

- I. θαλάσσιες, αεροναυτικές και υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας ξηράς (άμεση τηλεφωνία, fax, e-mail και εφαρμογές δεδομένων για ναυτικές επικοινωνίες (πχ. GPS – προσδιορισμός θέσης))

## 1.3 ΔΙΑΘ'ΕΣΙΜΕΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

### **Τεχνολογία: IRIDIUM (Motorola, Inc, Παγκόσμια Κάλυψη)**

Διαθέτει σχηματισμό 66 LEO δορυφόρων για την παροχή υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας περιλαμβάνοντας άμεση broadcast αναζήτηση. Ταξιδεύει γύρω από τη γη με 413 Nmi σε πολικές τροχιές σε έξι επίπεδα, 11 δορυφόροι ανά επίπεδο. Κάθε δορυφόρος ζυγίζει περίπου 1600 lbs. Οι συχνότητες εκπομπής είναι 20GHz για uplink, 20 GHz για downlink. Κάθε δορυφόρος αποστέλλει 48 δέσμες ραδιοσήματος (spot beams), καθεμία από τις οποίες μπορεί να χειριστεί 230 ταυτόχρονες αμφίδρομες συνομιλίες. Uplinks, downlinks και crosslinks γίνονται στα 1610 με 1626.5 MHz. Οι δορυφόροι του Iridium (ακριβό στις υπηρεσίες που διαθέτει) διαθέτουν ενσωματωμένο αναμεταδότη μηνυμάτων μεταγωγής και crosslink από δορυφόρο σε δορυφόρο.

### Εφαρμογές :

- Ψηφιακή φωνή
- Υπηρεσίες δεδομένων
- Γεωγραφικός εντοπισμός σε παγκόσμια βάση (ακρίβεια γεωγραφικού εντοπισμού = 1 ναυτικό μίλι)

### **Τεχνολογία: GEOSTAR (GeoStar Corporation → Mobile DataComm , Παγκόσμια κάλυψη)**

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

### Εφαρμογές :

- Αποστολή μηνυμάτων
- Πλοήγηση με ψηφιακή επικοινωνία

### **Τεχνολογία: ARCHIMEDES**

Αποτελεί ένα ΜΕΟ σχηματισμό από 4 δορυφόρους σε τροχιές 12 ωρών με αποστάσεις 90 μοιρών ανάμεσα στους κόμβους. Οι γωνίες κλίσης σε σχέση με τον ισημερινό είναι 63.4. Διαθέτει σχεδόν παγκόσμια κάλυψη (Ευρώπη, Καναδά , Άπω Ανατολή)

### Εφαρμογές :

- Κινητή τηλεφωνία
- Δεδομένα
- Φαξ
- Υπολογιστικές υπηρεσίες για την Ευρώπη

### **Τεχνολογία: GLOBALSTAR(Loral Cellular Systems and Qualcomm , Παγκόσμια Κάλυψη)**

Το GlobalStar αποτελείται από 48 δορυφόρους, συμπεριλαμβάνοντας 8 εφεδρικούς, σε 8 τροχιακά επίπεδα, με γωνία ανύψωσης 52°. Το ύψος των δορυφόρων είναι στα 750 ν. μίλια. Κάθε δορυφόρος έχει βάρος 490 λίβρες και χρησιμοποιεί 6 δέσμες ραδιοσήματος (spotbeams). Όταν το σύστημα λειτουργήσει πλήρως, θα παρέχει 28,000 ταυτόχρονα κανάλια φωνής και δεδομένων, καθένα στα 4,800 bps. Τα uplinks θα είναι από 1610 έως 1626.5 MHz και τα downlinks από 1610 ως 1626.5MHz και 2483.5 ως 2500 MHz.

### Εφαρμογή :

- Αποστολή φωνητικών μηνυμάτων

### **Τεχνολογία: INMARSAT**

Αποτελείται από 4 γεωστατικούς επικοινωνιακούς δορυφόρους, για αμφίδρομη επικοινωνία. Η φάση IMMARSAT A δίνει τη θέση της στην IMMARSAT B, αλλά θα συνεχίσει να υπάρχει ακόμα για 10 χρόνια περίπου μια σύνδεση δεδομένων των 56 kbps κοστίζει περίπου \$300,000. Σήμερα, οι περισσότεροι τηλεπικοινωνιακοί σύνδεσμοι για πλοία παρέχονται

από το Inmarsat, αλλά οι πληροφορίες γεωγραφικού εντοπισμού παρέχονται από το σχηματισμό Navstar GPS. Υπάρχουν 2 δορυφόροι Inmarsat 2 σε τροχιά πάνω από τον ισημερινό και 4 δορυφόροι Inmarsat 3 αναπτύσσονται. Μεγάλο ποσό έχει επενδυθεί για παροχή αεροπορικών υπηρεσιών.

Εφαρμογή:

- κυρίως θαλάσσιες επικοινωνίες

**Τεχνολογία: ARIES (Constellation Communications, Inc)**

Διαθέτει 48 δορυφόρους σε σχηματισμό LEO καθένας από τους οποίους ζυγίζει περίπου 275 lbs και θα τοποθετηθεί σε 550 Nmi πολικές τροχιές σε τέσσερα ξεχωριστά τροχιακά επίπεδα. Τα Uplinks είναι στο φάσμα των 1.6GHz, και οι συχνότητες downlink είναι στο φάσμα των 2.5GHz. Γωνίες κλίσης 90 μοιρών.

Εφαρμογή:

- Αποστολή φωνής

**Τεχνολογία: INTELSAT 5(Παγκόσμια Κάλυψη)**

Διαθέτει GEO-synchrouous δορυφόρους, οι οποίοι παρέχουν 12,000 ταυτόχρονες τηλεφωνικές συνδιαλέξεις συν δύο κανάλια έγχρωμης τηλεόρασης υψηλής ποιότητας

Εφαρμογή:

- Επικοινωνίες

**Τεχνολογία: INTELSAT 6,7(Παγκόσμια Κάλυψη)**

Διαθέτει GEO-synchrouous δορυφόρους με 35 αναμεταδότες σε σύγκριση με τους 24 με την τεχνολογία INTELSAT 5. Αποτελείται από αγωγούς σημάτων που ταξιδεύουν.

- ☞ Για τη σειρά δορυφόρων της INTELSAT: μπορούμε να εφαρμόσουμε την μέθοδο manevering της COMSAT για να κατατοπίσουμε τους δορυφόρους μας που μπορεί να διπλασιάσει το χρόνο αποστολής μερικών δορυφόρων. Μπορεί να σηκώσει 40,000 ταυτόχρονες συνδιαλέξεις.



**Τεχνολογία: MSAT (American Mobile Satellite Corp (AMSC), Κάλυψη: Βόρεια Αμερική, Καραϊβική )**

Διαθέτει δορυφόρους σε κυκλικές τροχιές ,γύρω από τον ισημερινό, γεωσύγχρονες τροχιές με γωνία κλίσης 101 μοίρες. Η κάλυψη στη Βόρεια Αμερική για τηλέφωνα αυτοκινήτων, και σταθερά τηλέφωνα σε τοπικές υπηρεσίες που δεν έχουν επίγεια δικτυακή υποδομή. Εξουσιοδοτημένο επί του παρόντος για 2,000 full duplex κυκλώματα. Ο δορυφόρος ζυγίζει 6300 lbs, καταναλώνοντας 2500 watts. 3 αξόνων. 6 δέσμες ραδιοσήματος (spot beams) στην L-band. Τα Uplinks γίνονται στα 1631.5 με 1660.05 MHZ και τα downlinks στα 1530 με 1559 MHZ. Έχει δύο δικτυωτές L-band κεραίες.

Κάθε τηλέφωνο του MSAT είναι μια μονάδα διπλής δυνατότητας που λειτουργεί τόσο με δορυφορικούς αναμεταδότες όσο και με επίγειους κυψελωτούς μεταγωγείς.

Εφαρμογές :

- Κινητή τηλεφωνία
- Fax
- Διανομή δεδομένων
- Άλλες σχετικές υπηρεσίες

## 1.4 ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ

### 1.4.1 ΣΩΜΑ ΤΟΥ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ

Σώμα του δορυφόρου : Όλος ο επιστημονικός εξοπλισμός καθώς και τα λοιπά απαραίτητα εξαρτήματα του δορυφόρου.

- Εξωτερικό περίβλημα : προστατεύει το δορυφόρο από τις συγκρούσεις με μικρομετεωρίτες και σώματα που βρίσκονται στο διάστημα.

Υλικό εξωτερικού περιβλήματος : ελαφρύ, αλλά σκληρό και ανθεκτικό στις ζημιές που μπορεί να προκαλέσουν σωματίδια που ταξιδεύουν με μεγάλες ταχύτητες. (κάποιοι δορυφόροι έχουν τα σημαντικά εξαρτήματα σε μικρά,

ανθεκτικά container από ατσάλι. Ωστόσο λόγω του βάρους του ατσαλιού , εναλλακτικά γίνεται χρήση ενός εξίσου ανθεκτικού υλικού του αλουμινίου.)

- Ηλεκτρονικά συστήματα δορυφόρου : Υψηλής ακρίβειας και συνεπώς αρκετά ευαίσθητα σε παρεμβολές από ακτινοβολίες. Λόγω της ευαισθησίας αυτής καθίσταται αναγκαία η θωράκιση του δορυφόρου από την ακτινοβολία , καθώς στο διάστημα δεν υπάρχει η ατμόσφαιρα της γης με αποτέλεσμα οι δορυφόροι να μένουν απροστάτευτοι στην ηλιακή ακτινοβολία (ο ήλιος αποτελεί την κύρια πηγή ακτινοβολίας στο διάστημα).Επίσης , ιδιαίτερως σημαντική είναι η θερμομόνωση για την εξομάλυνση των θερμοκρασιών του διαστήματος , καθώς τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα λειτουργούν σωστά σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες. Τέλος , στους δορυφόρους είναι εύκολη η παραγωγή ηλεκτρικών φορτίων , λόγω της ανυπαρξίας αέρα γύρω από τον δορυφόρο για τον διασκορπισμό τους. Για την αντιμετώπιση αυτού γίνεται χρήση αγωγών που οδηγούν τα φορτία έξω από τον δορυφόρο.

1)Υλικό κάλυψης ηλεκτρονικών εξαρτημάτων : Μόλυβδος (φθηνός ,μεγάλη αντοχή)

2) Υλικό θερμομόνωσης ηλεκτρονικών εξαρτημάτων : Mylar (πολυεστερικό πλαστικό φιλμ με μέτρια αντοχή και διάρκεια ζωής)

#### 1.4.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ

Ένας δορυφόρος απαιτεί μεγάλα ποσά ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών των ηλεκτρονικών συσκευών που διαθέτει. Η απαιτούμενη αυτή ενέργεια είτε θα παράγεται από το δορυφόρο στη θέση που βρίσκεται , είτε θα του παρέχεται από τις εξής πηγές ενέργειας :

- I. Ηλιακοί συλλέκτες
- II. Μπαταρίες(Συσσωρευτές)
- III. Πυρηνική ενέργεια
- IV. Γεννήτριες θερμότητα

- I) Ηλιακοί συλλέκτες : Οι ηλιακοί συλλέκτες διαθέτουν κύτταρα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας(παράγεται κατά την σύγκρουση του ηλιακού φωτός πάνω τους) , τα οποία όμως δεν διαθέτουν μεγάλες δυνατότητες με αποτέλεσμα την αναγκαιότητα μεγάλων επιφανειών. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με την φιλοσοφία περί μικρών δορυφόρων , ωστόσο οι ηλιακοί συλλέκτες είναι ανεξάντλητοι και για αυτό γίνεται

χρήση τους . Ενίοτε χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με μπαταρίες , κυρίως όταν δεν έχουν άμεση επαφή με τον ήλιο.

II) Μπαταρίες(συσσωρευτές) : Είναι ανανεώσιμες , δηλαδή , σε συνδυασμό με κάποιον άλλο τρόπο παραγωγής ενέργειας έχουν την δυνατότητα να ξαναγεμίζουν. Ωστόσο μια μπαταρία δεν έχει τη δυνατότητα χρήσης ως κύρια πηγή ενέργειας. Έχουν χαμηλό σχετικά κόστος.

III) Πυρηνική ενέργεια : Αποτελεί μια πηγή ενέργειας , η οποία προσφέρει απεριόριστα ποσά ενέργειας. Η παραγωγή πυρηνικής ενέργειας στο δορυφόρο γίνεται στις θερμοηλεκτρικές γεννήτριες ραδιοϊσοτόπων. Η συγκεκριμένη πηγή ενέργειας δεν προτιμάται για χρήση σε δορυφόρους με τροχιά γύρω από τη γη , καθώς στην περίπτωση καταστροφής του δορυφόρου ραδιενεργά στοιχεία θα εξαπλωθούν στην ατμόσφαιρα.

IV) Γεννήτριες θερμότητας : Ουσιαστικά γίνεται εκμετάλλευση της θερμότητας που εκπέμπει ο ήλιος , μέσω ενός παραβολικού πιάτου , το οποίο αντανακλά τη θερμότητα αυτή σε ένα boiler που κάνει τη μετατροπή. Ωστόσο , η συγκεκριμένη τεχνική βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό στάδιο.

### 1.4.3 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ

Ο τρόπος επικοινωνίας του δορυφόρου με τους επίγειους σταθμούς είναι η κεραία.

Κεραία : Το εξάρτημα που λαμβάνει και εκπέμπει ραδιοκύματα.

#### ▪ ΤΥΠΟΙ ΚΕΡΑΙΩΝ :

- i. Κλασική κεραία : Ένα απλό σύρμα. Είναι απλές στην κατασκευή , όμως θα πρέπει να έχουν μεγάλο μέγεθος για να λαμβάνουν τα σήματα.
- ii. Παραβολικός δίσκος : Λαμβάνει τα σήματα και τα αντανακλά σε ένα σημείο που ονομάζεται εστίαση (focus).

Οι προαναφερθείσες κεραίες διαθέτουν τη μεγαλύτερη αντοχή και αποτελούν τις μεγαλύτερες και καλύτερες σε λήψη κεραίες ,χωρίς αυτό βέβαια να σημαίνει ότι δεν υπάρχουν εναλλακτικές υλοποιήσεις.

- iii. Δικτυωτές κεραίες (patch array antennas) : αποτελούνται από ένα πλέγμα και τυλίγονται γύρω από το σώμα του δορυφόρου για να μην αυξάνουν το μέγεθός του.
- iv. Inflatable antennas : Μοιάζουν με επίπεδο αλεξίπτωτο και είναι αρκετά αξιόπιστες, αλλά βρίσκονται ακόμα υπό έρευνα.

➤ Μπάντες(bands) : Περιοχές συχνοτήτων στις οποίες εκπέμπουν οι δορυφόροι.

C, L, Ku, Ka( είναι μια πολύ καινούργια περιοχή συχνοτήτων για μετάδοση μεγάλης ταχύτητας , η οποία χρησιμοποιεί την κεντρική συχνότητα των 20 GHz για downlink και 30 GHz για uplink) Η διαμόρφωση των σημάτων γίνεται συνήθως με QPSK που κάνει δύο κάθετες μεταξύ τους

διαμορφώσεις. Κάθε σύμβολο που μεταδίδεται αναπαριστά πολλά bits (μέχρι και 1024) για μεγαλύτερο bit rate.

#### 1.4.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ

Σύστημα τηλεμετρίας : Το υποσύστημα που αποθηκεύει και αναλύει τα δεδομένα που έχει συλλέξει ο δορυφόρος ανίχνευσης και ελέγχου.

Τηλεμετρία : Αυτοματοποιημένη διαδικασία επικοινωνίας που τα δεδομένα συλλέγονται από απόσταση και έπειτα μεταδίδονται για να αποθηκευτούν και να αναλυθούν.

Ανίχνευση : Η διαδικασία προσδιορισμού της θέσης του δορυφόρου, πράγμα που γίνεται από το έδαφος (για να μην έχουν τα συστήματα μεγαλύτερη πολυπλοκότητα και βάρος).

Σύστημα ελέγχου : Ελέγχει όλα τα υπόλοιπα συστήματα και προλαμβάνει τα προβλήματα.

Ο επίγειος σταθμός ενδέχεται να δίνει εντολές ελέγχου στο δορυφόρο, όπως να επαναπρογραμματίσει κάποιες λειτουργίες, ακόμα και να αλλάξει το ύψος του δορυφόρου.

#### 1.4.5 ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΤΡΟΧΙΑ ΤΟΥ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ

Απαιτείται σταθεροποίηση του δορυφόρου στην τροχιά του , καθώς αυτή αλλοιώνεται συνήθως λόγω τριβών .Υπάρχουν τρεις συνηθισμένες τεχνικές για τη σταθεροποίηση ενός δορυφόρου.

- 1) Περιστροφή : Ένας δορυφόρος μπορεί να κρατήσει τη σταθερότητά του με περιστροφή και προς τις τρεις κατευθύνσεις , η οποία επιτυγχάνεται με χρήση πηνίων από τα οποία περνάει ηλεκτρικό ρεύμα. Το κύριο *Πλεονέκτημα* : το μικρό ποσό ενέργειας που απαιτείται  
*Μειονεκτήματα* : i)οι ηλιακοί συλλέκτες ενέργειας “βλέπουν” τον ήλιο περιοδικά ii)τα όργανα μετρήσεων παίρνουν περιοδικές μετρήσεις κι όχι συνεχόμενες.
- 2) Πλατφόρμα : πάνω στην οποία βρίσκονται τα όργανα που πρέπει να βρίσκονται σε σταθερό προσανατολισμό, ενώ το υπόλοιπο περιστρέφεται ώστε να εξασφαλίζει σταθερότητα.
- 3) Πρωθητήρες : Γίνεται χρήση τους και στις τρεις διευθύνσεις. Όμως απαιτούν μεγάλο ποσό ενέργειας.

Ένας δορυφόρος μετά την εκτόξευσή του στο διάστημα απαιτεί ελάχιστα έως μηδενικά ποσά ενέργειας για να συνεχίσει την κίνηση του. Η διατήρηση της τροχιάς του δορυφόρου οφείλεται στην ισορροπία δυο δυνάμεων της γραμμικής ταχύτητας του δορυφόρου(κινείται γύρω από τη γη και να μην πέφτει σε αυτή) και της ελκτικής δύναμης της γης πάνω στον δορυφόρο(τον συγκρατεί απο το να χαθεί στο διάστημα ). Ένας δορυφόρος όταν παρατηρείται από την γη μπορεί να φαίνεται ότι κινείται αργά , γρήγορα ή καθόλου. Η τροχιά που θα επιλεγεί για να κινείται ο δορυφόρος πρέπει να εξυπηρετεί τις λειτουργίες του.

Επίσης , και το σημείο εκτόξευσης του δορυφόρου παίζει σημαντικό ρόλο στην τροχιά του(η εκτόξευση γίνεται πάντοτε κατά την ίδια κατεύθυνση περιστροφής της γης γύρω από τον άξονά της , δηλαδή από την Δύση προς την Ανατολή , με σκοπό να γίνει αντικείμενο εκμετάλλευσης και η ταχύτητα περιστροφής της Γης, η οποία στον ισημερινό είναι 465 km/sec, ενώ σε γεωγραφικό πλάτος 30° φτάνει τα 402 km/sec και σε πλάτος 45° τα 328 km/sec για το λόγο αυτό το σημείο εκτόξευσης πρέπει να βρίσκεται όσο το δυνατόν πιο κοντά στον Ισημερινό).Όταν ο πύραυλος φτάσει στο επιθυμητό ύψος και με την επιθυμητή ταχύτητα, παίρνει κλίση προς την Ανατολή και αρχίζει την κυκλική ελλειπτική τροχιά του και με ειδικούς μικρούς πυραύλους αποχωρίζεται από τον τελευταίο όροφο του πυραύλου και αρχίζει την αποστολή του.

Τροχιά : Το μονοπάτι κίνησης των δορυφόρων γύρω από την γη

Γωνία ανύψωσης : Η γωνία που σχηματίζει η τροχιά του δορυφόρου με τον ισημερινό(καθορίζει τα πλεονεκτήματα της τοποθέτησης ενός δορυφόρου σε μια συγκεκριμένη τροχιά)

Οι δορυφόροι χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες με βάση την τροχιά τους.

- a) LEO: χαμηλής περί τη γη τροχιάς
- b) MEO: μεσαίας περί τη γη τροχιάς
- c) HEO
- d) GEO: γεωσύγχρονης τροχιάς

a) LEO(Low Earth Orbit): χαμηλής περί τη γη τροχιάς(<2000km)

Ένας δορυφόρος χαμηλής τροχιάς έχει συνήθως μία κυκλική τροχιά σε ένα ύψος 400Km από την επιφάνεια της γης και πραγματοποιεί μία πλήρη τροχιά κάθε περίπου 90min ελαχιστοποιώντας έτσι την ανάγκη του δορυφόρου σε καύσιμα για την εκτόξευση του. Πάρα την ευκολία στην επικοινωνία με τους επίγειους δέκτες λόγω του χαμηλού ύψους(αρκεί μικρή ισχύς σήματος) , απαιτείται αρκετά μεγάλος αριθμός δορυφόρων για την διατήρηση της σύνδεσης. Επίσης, λόγω του χαμηλού ύψους τα σήματα από και προς τους δορυφόρους χαμηλής τροχιάς έχουν μικρότερους χρόνους διαδρομής, γι' αυτό αυτοί οι δορυφόροι είναι ιδιαίτερα κατάλληλοι για τη μετάδοση. Απαιτούνται 40 με 80 δορυφόροι σε έξη ή επτά επίπεδα για παγκόσμια κάλυψη καθώς ο δορυφόρος έχει μικρή περίοδο περιστροφής με αποτέλεσμα να είναι ορατός από ένα επίγειο σταθμό μικρό χρονικό διάστημα. Για περίπου το 1/3 της τροχιάς του ο LEO δορυφόρος δεν βλέπει τον ήλιο, το οποίο σημαίνει όχι πλήρη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και επομένως μικρή διάρκεια ζωής (5 -7 χρόνια) . Παραδείγματα δορυφόρων χαμηλής τροχιάς είναι τα συστήματα Iridium και Globalstar που έχουνε κύριο σκοπό την δορυφορική τηλεφωνία.

b) MEO: μεσαίας περί τη γη τροχιάς

Η περίοδος περιστροφής του δορυφόρου που κινείται σε αυτή τη τροχιά του επιτρέπει να είναι ορατός από ένα επίγειο σταθμό περίπου 60 min με αποτέλεσμα να απαιτούνται 10 δορυφόροι σε δυο επίπεδα για παγκόσμια κάλυψη. Οι δορυφόροι MEO έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τους LEO αλλά απαιτούνται υψηλότερης ισχύος ραδιοσήματα τόσο στο δορυφόρο όσο και στους επίγειους τερματικούς σταθμούς

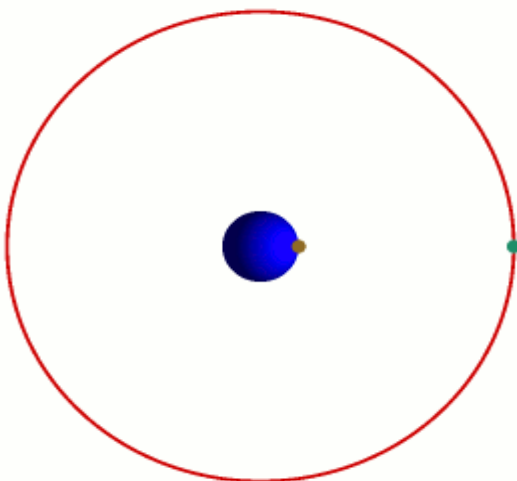
c) HEO : Καλύπτουν και τις πολικές περιοχές της γης

Χρησιμοποιούνται από τα κράτη που ανήκαν στην πρώην ΕΣΣΔ, την Κούβα και την Κίνα και επιτυγχάνουν τοπική κάλυψη με τρεις δορυφόρους.

Έχουν μικρό κόστος εκτόξευσης , όμως απαιτούν πολύπλοκο σύστημα ελέγχου και παρακολούθησης από τους σταθμούς εδάφους , διαθέτουν προβληματικές ζεύξεις και μεγάλες καθυστερήσεις διάδοσης.

d) GEO: γεωσύγχρονης τροχιάς

Ο δορυφόρος φαίνεται να μην κινείται στον ουρανό , στην πραγματικότητα όμως κινείται με την γωνιακή ταχύτητα της γης. Οι γεωστατικοί δορυφόροι βρίσκονται πάνω από τον ισημερινό σε ύψος 35.786 km. Ο δορυφόρος κοιτάζει συνεχώς την ίδια περιοχή που ονομάζεται και ίχνος (footprint). Ωστόσο οι δορυφόροι αυτοί βρίσκονται αρκετά μακριά και εισάγουν αρκετή καθυστέρηση στην διάδοση των σημάτων.



Πηγή:

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%B5%CF%89%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE\\_%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%87%CE%B9%CE%AC](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%B5%CF%89%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%87%CE%B9%CE%AC)

### **1.5 ΕΚΤΟΞΕΥΣΗ ΤΟΥ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ**

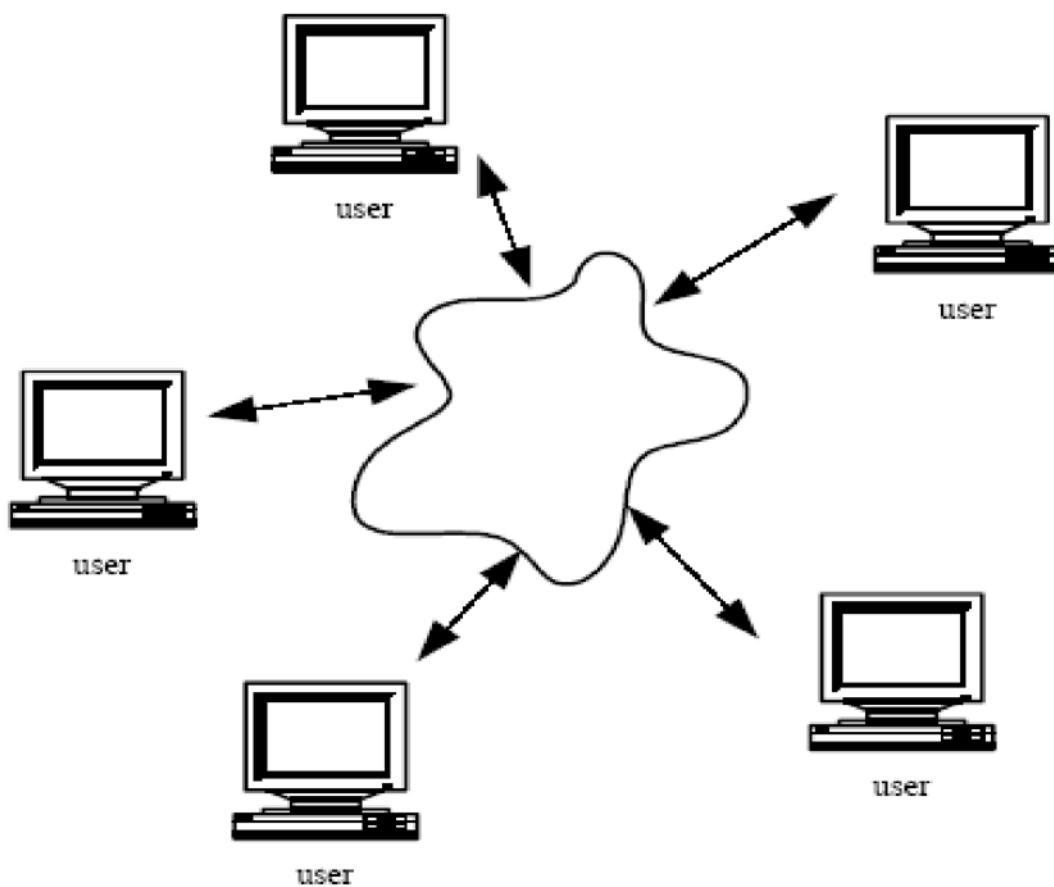
Η εκτόξευση του δορυφόρου γίνεται πάνω σε ένα όχημα εκτόξευσης , το οποίο είναι και ο τρόπος μεταφοράς του δορυφόρου. Η εκτόξευση στο διάστημα γίνεται από μια πυραυλομηχανή. Κατά την εκτόξευση οι πύραυλοι του οχήματος εκτόξευσης σηκώνουν τον δορυφόρο , ο οποίος τίθεται σε μια προσωρινή τροχιά γύρω από τη γη. Εν συνεχεία ο δορυφόρος αποκόβεται από το όχημα εκτόξευσης και ξεκινούν τη λειτουργία τους οι μηχανές του , οι οποίες τον θέτουν σιγά σιγά στην προκαθορισμένη τροχιά του , ώστε να ξεκινήσει την αποστολή σημάτων. Οι εκτοξεύσεις δορυφόρων συνήθως γίνονται σε περιοχές που βρίσκονται κοντά σε ωκεανούς , έτσι ώστε όταν αποκοπεί ο δορυφόρος από το όχημα εκτόξευσης , αυτό να πέσει σε νερό.

## 2 ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

### 2.1 ΕΙΔΗ ΤΟΠΟΛΟΓΙΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

#### 2.1.1 TDMA

Στην τοπολογία αυτή οι συνδέσεις μπορούν να γίνουν με όποιο τρόπο και αν ζητηθούν. Είναι η κατάλληλη τοπολογία για εφαρμογές που έχουν πολλή κίνηση στο δίκτυο. Οι χρήστες πάλι μοιράζονται την σύνδεση όμως με χρήση των IP διευθύνσεων του καθενός οι συνδέσεις γίνονται πολύ πιο γρήγορα.

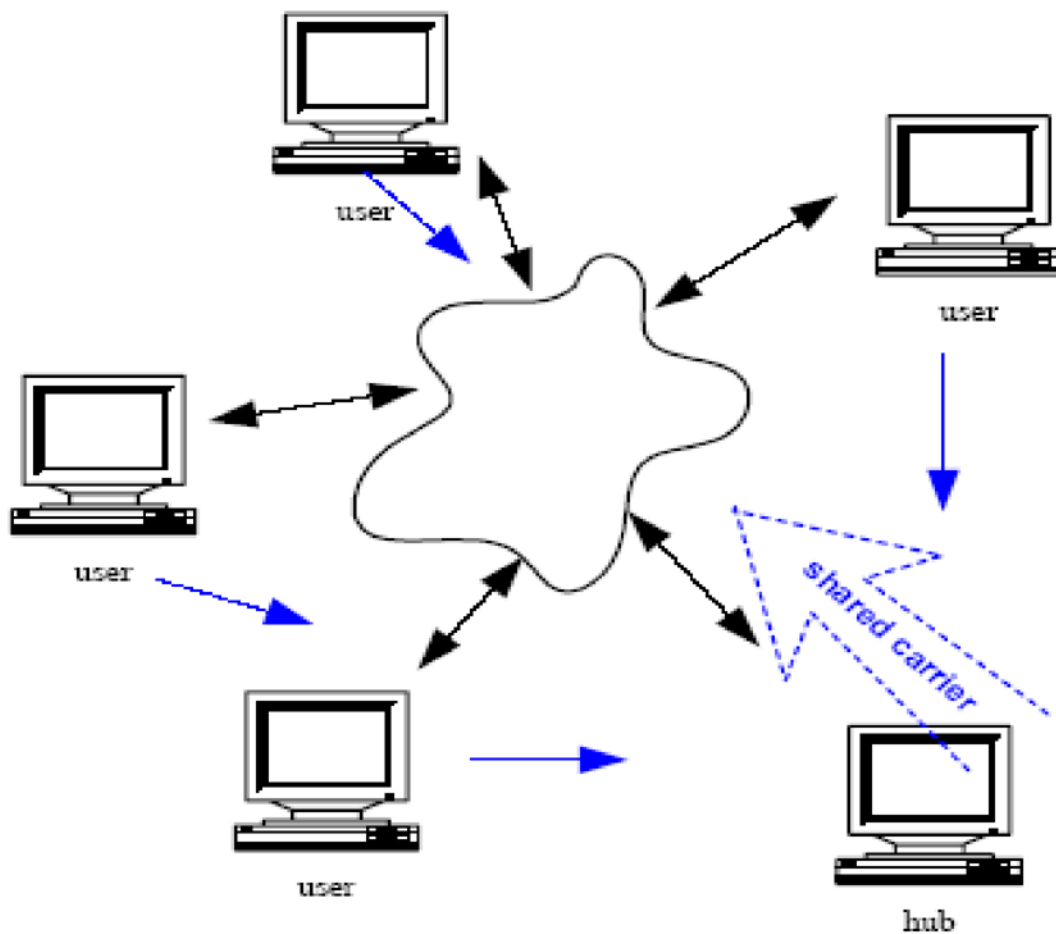


Πηγή : <http://apothetirio.teiep.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/4875/877.pdf?sequence=1>



### 2.1.2 ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Ο δορυφορικός σύνδεσμος μπορεί να είναι οπουδήποτε μέσα στο δίκτυο. Χρησιμοποιείται η τοπολογία αστέρα για καλύτερο έλεγχο της κίνησης του δικτύου. Ο κόμβος hub χρησιμοποιείται για να υπάρχει σύνδεση με πολλαπλές κοινότητες εκτός του δικτύου. Η σωστή εκμετάλλευση των IP διευθύνσεων των χρηστών του δικτύου οδηγεί στη καλύτερη λειτουργία του.

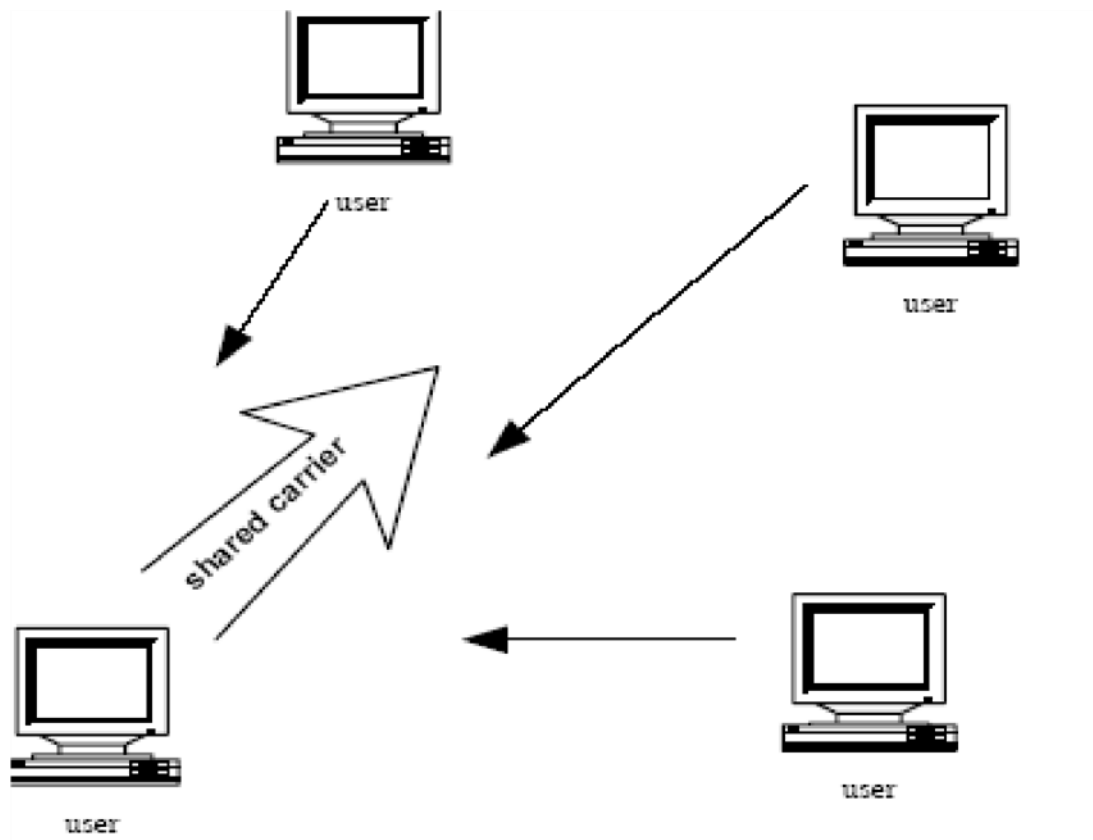


Πηγή:

<http://apothetirio.teiep.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/4875/877.pdf?sequence=1>

### 2.1.3 ΣΗΜΕΙΟ ΠΡΟΣ ΣΗΜΕΙΟ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Αποτελεί ένα κλασικό δίκτυο καθώς διαθέτει μόνιμες συνδέσεις. Μοιάζει αρκετά με την τοπολογία αστέρα. Τα μειονέκτημά του είναι ότι δεν έχει τη δυνατότητα για απευθείας σύνδεση μεταξύ δυο χρηστών και ότι κατάρρευση του κεντρικού κόμβου οδηγεί σε κατάρρευση του δικτύου. Ωστόσο έχει μικρό κόστος και απλή λειτουργία.

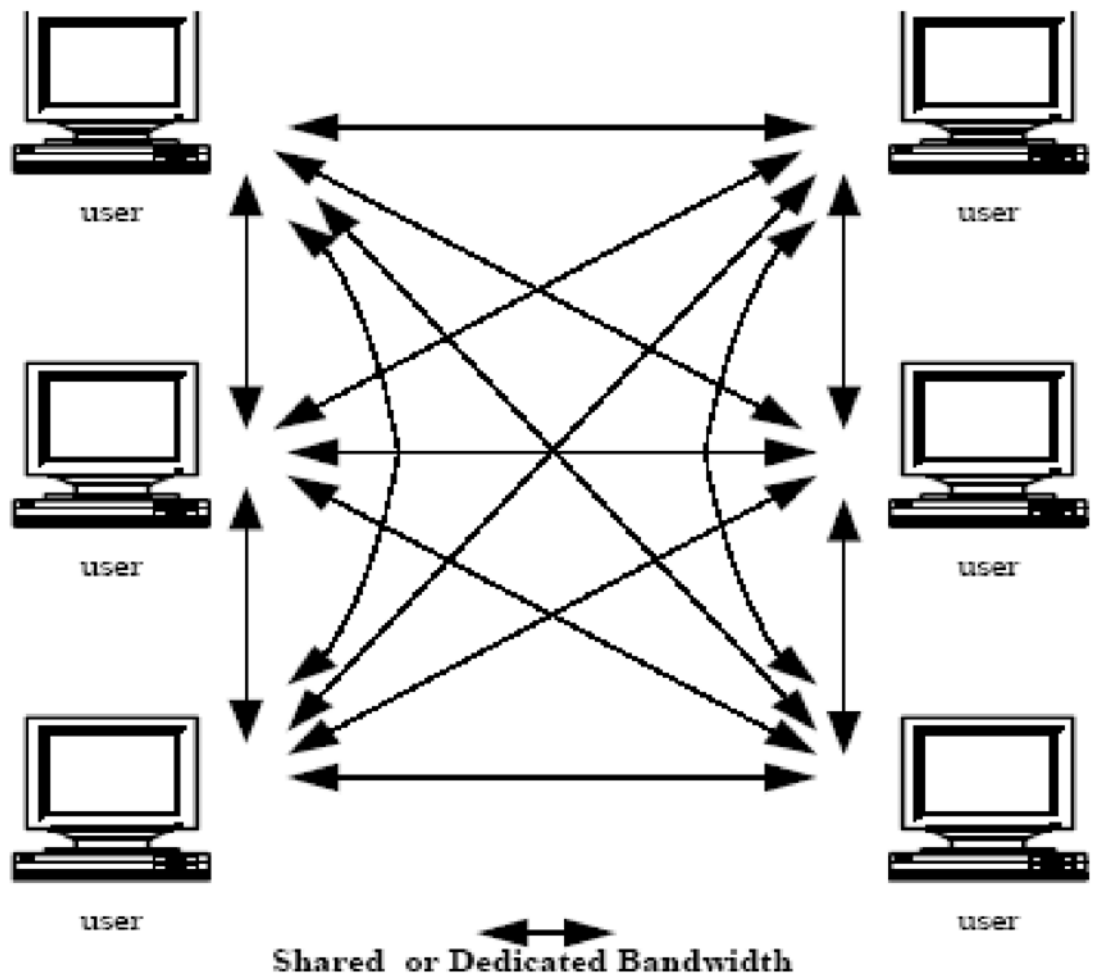


Πηγή:

<http://apothetirio.teiep.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/4875/877.pdf?sequence=1>

## 2.1.4 SWITCHED

Η τοπολογία αυτή μοιάζει αρκετά με την τοπολογία πλέγματος. Έχει τα εξής πλεονεκτήματα : Διαθέτει ασφάλεια υψηλού επιπέδου , η κατάρρευση μιας γραμμής δεν συνεπάγεται κατάρρευση του συστήματος και υπάρχει εύκολη ανίχνευση λαθών. Ωστόσο , το κόστος δημιουργίας ενός τέτοιου δικτύου είναι απαγορευτικό και οι χρήστες μοιράζονται τη σύνδεση.



Πηγή:

<http://apothetirio.teiep.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/4875/877.pdf?sequence=1>

## 2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Τα δίκτυα αρκετές φορές έχουν μεγάλες καθυστερήσεις, οι οποίες οφείλονται στα εξής χαρακτηριστικά των δορυφορικών καναλιών.

- a. Μεγάλο γινόμενο Delay Bandwidth : το γινόμενο αυτό μας δείχνει το πλήθος των δεδομένων που έχουν σταλεί από τον πομπό για τα οποία δεν έχει ληφθεί επιβεβαίωση.

Delay : χρόνος RTT(round trip time) → χρόνος διάδοσης του σήματος

Bandwidth : το εύρος ζώνης που ακολουθεί ο πιο αργός σύνδεσμος στο δίκτυο

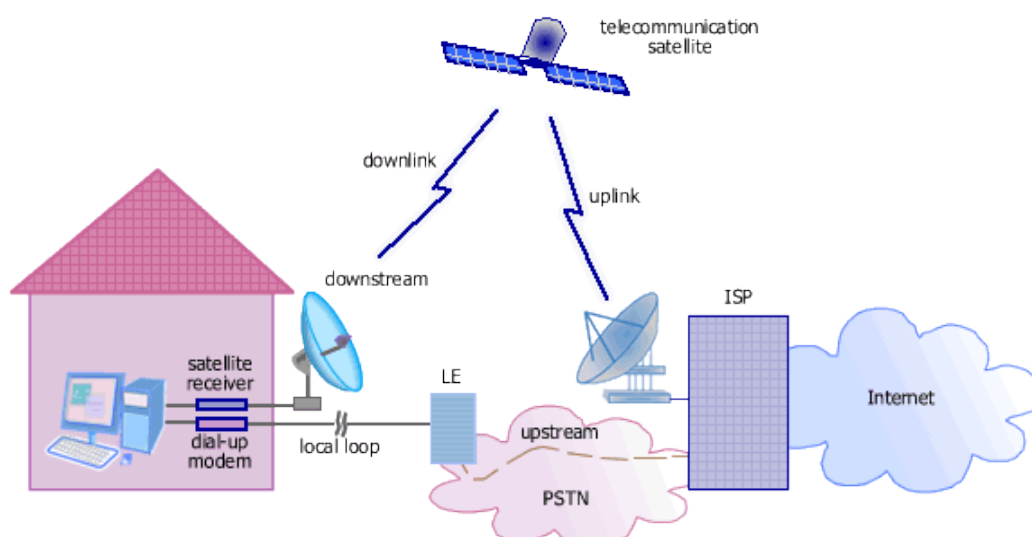
- b. Μεγάλο RTT : Αναφέρεται στο χρόνο διάδοσης του σήματος(μεγάλος). Στο χρόνο αυτό περιλαμβάνονται και τυχόν καθυστερήσεις που μπορεί να υπάρχουν σε κάποιους κόμβους του δικτύου λόγω κίνησης. Σε ορισμένα δορυφορικά δίκτυα ενδέχεται να φτάνει μέχρι και κάποια δευτερόλεπτα.
- c. Λάθη Μετάδοσης : Στα δορυφορικά δίκτυα συμβαίνουν πολλά περισσότερα λάθη κατά τη μετάδοση σε σχέση με τα επίγεια δίκτυα παρά το γεγονός ότι χρησιμοποιούνται κώδικες ειδικοί για την ανίχνευση λαθών. Τα λάθη αυτά οφείλονται στο πρωτόκολλο TCP το οποίο μειώνει την ταχύτητα μετάδοσης όταν παρατηρούνται απώλειες πακέτων στο δίκτυο. Το TCP αντιμετωπίζει τις απορρίψεις πακέτων ως ενδείξεις συμφόρησης του δικτύου με αποτέλεσμα να μειώνει το μέγεθος του παραθύρου σε μια προσπάθεια να μειώσει τη συμφόρηση. Λόγω της άγνοιας του λόγου για τον οποίο το πακέτο χάθηκε (συμφόρηση ή αλλοίωση), το TCP δεν γνωρίζει το λόγο που έγινε η αλλοίωση, οπότε υποθέτει ότι η απόρριψη οφείλεται στη συμφόρηση του δικτύου, ώστε να αποφύγει την κατάρρευση λόγω συμφόρησης.
- d. Θόρυβος στο κανάλι μετάδοσης : Ο συνδυασμός των αποστάσεων που διανύονται στις δορυφορικές επικοινωνίες, οι οποίες είναι τεράστιες, και του γεγονότος ότι η ισχύς ενός σήματος μειώνεται αντιστρόφως ανάλογα με το τετράγωνο της απόστασης που διανύει οδηγεί στην εξασθένηση του σήματος πριν φθάσει στον προορισμό του με αποτέλεσμα ο λόγος σήματος/θορύβου να είναι πολύ χαμηλός.

- e. Μεγάλη καθυστέρηση ανάδρασης : Η μεγάλη καθυστέρηση διάδοσης έχει ως αποτέλεσμα να απαιτείται αρκετός χρόνος για να καθορίσει ο TCP αποστολέας αν ο τελικός παραλήπτης έλαβε με επιτυχία το πακέτο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργείται καθυστέρηση που ζημιώνει τις αλληλεπιδραστικές εφαρμογές.
- f. Ασυμμετρική χρήση : Το υψηλό κόστος του εξοπλισμού που απαιτείται για την αποστολή δεδομένων στους δορυφόρους έχει ως αποτέλεσμα την κατασκευή ασυμμετρικών δορυφορικών δικτύων. Ασυμμετρία προκύπτει επίσης όταν τόσο η εισερχόμενη όσο και η εξερχόμενη κυκλοφορία γίνεται μέσω μιας δορυφορικής σύνδεσης, όμως το uplink έχει λιγότερη διαθέσιμη χωρητικότητα από το downlink , το οποίο οφείλεται στο κόστος του εκπομπού που απαιτείται για να παρέχει ένα κανάλι υψηλής χωρητικότητας. Η ασυμμετρία αυτή ενδέχεται να έχει αντίκτυπο στην απόδοση του TCP.

## 3. INTERNET OVER SATELLITE

### 3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το δορυφορικό Internet ουσιαστικά είναι αποτέλεσμα της έρευνας στον τομέα των τηλεπικοινωνιών με σκοπό την επίτευξη της μεγαλύτερης δυνατής εμβέλειας με το μικρότερο δυνατό κόστος. Το δορυφορικό ίντερνετ αποτελεί μία εναλλακτική λύση για την dialup, ISDN, DSL ή το καλωδιακό ίντερνετ. Ωστόσο οι αιτήσεις μας για άνοιγμα μιας σελίδας ή για κατέβασμα ενός αρχείου γίνονται με τον παραδοσιακό τρόπο της σύνδεσης dial up, την οποία διατηρούμε με κάποιο φορέα υπηρεσιών πρόσβασης Internet. Το δορυφορικό Internet είναι αρκετά χρήσιμο στην εποχή μας καθώς διαθέτει την ικανότητα να υποστηρίξει ένα μεγάλο πλήθος εφαρμογών όπως είναι η τηλεκπαίδευση, η τηλεϊατρική, οι αυτόματες ταμειακές μηχανές, η διασύνδεση λογισμικού ERP, η εγκατάσταση wifi hot spot, το web browsing, το video broadcasting-multicasting, το voip και άλλα. Ωστόσο δεν ενδείκνυται για εφαρμογές τηλεδιάσκεψων (videoconferencing), καθώς και για εφαρμογές διαχείρισης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, όπου η αποστολή είναι το ίδιο σημαντική με τη λήψη.



Πηγή : [http://www.conniq.com/InternetAccess\\_others.htm](http://www.conniq.com/InternetAccess_others.htm)

Ας μελετήσουμε λίγο τώρα τους τρόπους με τους οποίους επιτυγχάνεται ο συνδυασμός δορυφορικής και επίγειας σύνδεσης. Ο συνδυασμός αυτός γίνεται με τους δυο παρακάτω τρόπους σύμφωνα με το τι ισχύει για τον ISP :

**I. Ο ISP δεν συνδέεται δορυφορικά με την εταιρεία που έχει το δορυφόρο και προσφέρει τη δορυφορική σύνδεση :**

Φάση πρώτη : Η κλήση που κάνουμε φεύγει μέσω του μόντεμ που διαθέτουμε στον υπολογιστή μας ,ταξιδεύει στις τηλεφωνικές γραμμές και φτάνει στο διακομιστή του ISP ,στον οποίο έχουμε λογαριασμό. Ταχύτητα : περίπου 40Kbps (το πολύ 5Kbytes/δευτερόλεπτο).

Φάση δεύτερη : Ο ISP στέλνει την κλήση που κάναμε μέσω των γραμμών μεταφοράς δεδομένων που υπάρχουν 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. Ταχύτητα : εξαρτάται από το εύρος των γραμμών που διαθέτει ο ISP και από την "κίνηση" στο Διαδίκτυο τη δεδομένη στιγμή.

Φάση τρίτη : Η δορυφορική μας κεραία λαμβάνει τα σήματα που στέλνει ο δορυφόρος και ξεχωρίζει αυτά που έχουν τη διεύθυνση IP του υπολογιστή μας . Η λήψη των δεδομένων που είχαμε ζητήσαμε ολοκληρώθηκε. Ταχύτητα : Εξαρτάται από την εταιρεία (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)

**II. Ο ISP διαθέτει δικό του "πιάτο", που έχει τη δυνατότητα αποστολής προς δορυφόρο :**

Όταν η κλήση μας φτάσει στο ISP, διακρίνονται δύο υποπεριπτώσεις ανάλογα με την ύπαρξη ή μη των δεδομένων στο διακομιστή :

- 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.
- B. Τα δεδομένα που ζητούμε δεν υπάρχουν στο διακομιστή του ISP, οπότε γίνεται χρήση της δορυφορικής του κεραίας 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.

Καλύτερη περίπτωση αποτελεί η δεύτερη και μάλιστα στην πρώτη της ιδανική υποπερίπτωση.

### 3.2 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟΥ INTERNET

Ένας δορυφόρος ο οποίος βρίσκεται σε τροχιά γύρω από τη γη στέλνει δεδομένα σε ένα δορυφορικό πιάτο που βρίσκεται στο σπίτι του χρήστη. Το δορυφορικό πιάτο στέλνει τα δεδομένα αυτά με αρκετή μεγάλη ταχύτητα στο δορυφορικό modem που είναι συνδεδεμένο στον υπολογιστή του χρήστη.

Απαραίτητος εξοπλισμός :

- a) δορυφορικό modem
- b) υπολογιστής
- c) δορυφορικό κάτοπτρο με διάμετρο συνήθως 90cm

Ο χρήστης στέλνει τα δεδομένα σε DVB-MPEG2 data stream. Η εκπομπή γίνεται στη ζώνη ku 13.75-14.5 GHz με λήψη από 10.95-12.75GHz. Η ισχύ κατά την εκπομπή είναι της τάξεως των 2-4 Watt.

Λειτουργία : Ο χρήστης καλεί τον ISP μέσω του modem του. Καθώς ο χρήστης επιλέγει σε μια διαφορετική σελίδα, το κατάλληλο λογισμικό του υπολογιστή συνάπτει έναν κωδικό στην αίτηση του χρήστη. Αντί να γίνεται αίτηση κατευθείαν από τον server η αίτηση πηγαίνει στο NOC της υπηρεσίας ο οποίος είναι τοποθετημένος μακριά στο έδαφος. Στη συνέχεια το NOC είναι αυτό που θα κάνει την αίτηση στον server ο οποίος απαντάει πάλι στο NOC. Για να ολοκληρωθεί η αίτηση στο NOC στέλνει τη σελίδα σε ένα δορυφόρο ο οποίος στέλνει τα δεδομένα στο δορυφορικό πιάτο του χρήστη και από εκεί στον υπολογιστή.



### 3.3 ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟΥ INTERNET

#### 3.3.1 ΜΟΝΟΔΡΟΜΗ ΣΥΝΔΕΣΗ : Μόνο για downloading

Πρόκειται δηλαδή για ένα συνδυασμό επίγειας και δορυφορικής σύνδεσης.

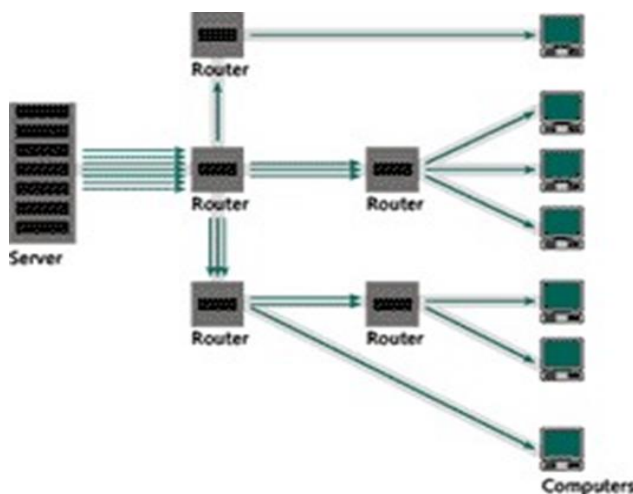
Εξοπλισμός : υπολογιστής, επίγεια σύνδεση στο ίντερνετ και μία κάρτα για λήψη σήματος DVB(με το κατάλληλο λογισμικό για να λάβει τα δεδομένα και να τα δώσει ως IP πακέτα στο λειτουργικό σύστημα)

Σύνδεση στο διαδίκτυο : Επιτυγχάνεται μέσω κάποιου proxy ή κάποιου socks server. Ο χρήστης ζητά μέσω της επίγειας σύνδεσής του κάποια δεδομένα και ο server της δορυφορικής υπηρεσίας τοποθετεί αυτά τα πακέτα στο data stream που εκπέμπεται από τον 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.

Ταχύτητα : Της τάξεως των 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)

Multicast(υποκατηγορία της μονόδρομης) : Αποτελεί 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.

Το πλεονέκτημα της multicast σύνδεσης σε σχέση με την απλή μονόδρομη είναι ότι με ένα μόνο stream εξυπηρετούνται όλοι οι χρήστες της. Ενώ στην απλή μονόδρομη 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.



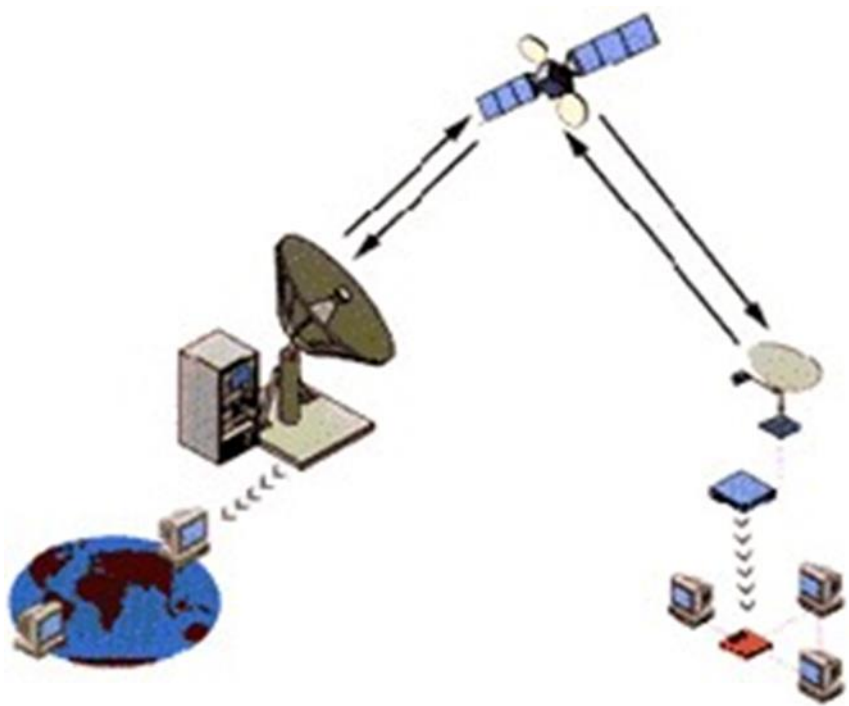
Πηγή : <http://apothetirio.teiep.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/4875/877.pdf?sequence=1>

**3.3.2 ΑΜΦΙΔΡΟΜΗ ΣΥΝΔΕΣΗ :** Ανεξαρτητοποιεί πλήρως τον χρήστη από τα επίγεια καλώδια και τον Ο.Τ.Ε. Αποτελεί ιδανικό τρόπο για εταιρίες που διαθέτουν παραγωγικές μονάδες σε δύσβατες περιοχές.

Εξαρτήματα : υπολογιστής , modem (εξοπλισμένο με πομπό και δέκτη)

Σύνδεση : Δεν απαιτείται proxy server , καθώς η σύνδεση σε επίπεδο δικτύου δε διαφέρει σε τίποτα από μια οποιαδήποτε σύνδεση βασισμένη σε point to point πρωτόκολλο με το οποίο μπορεί κανείς να συνδεθεί στο ίντερνετ απλά μέσω τηλεφώνου. Ο χρήστης αποστέλλει τα δεδομένα σε DVB MPEG-2 stream. Η εκπομπή γίνεται συνήθως στα 14.5 Ghz περίπου και η λήψη στα 11.5 Ghz.

Ταχύτητα : εξαρτάται από τον παροχέα διαδικτύου. Παρ' όλα αυτά για οικονομικούς κυρίως λόγους, οι συνδέσεις είναι συνήθως πολύ χαμηλής ταχύτητας για τα δορυφορικά δεδομένα.



Πηγή : <http://apothetirio.teiep.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/4875/877.pdf?sequence=1>

### **3.4 ΜΕΘΟΔΟΣ TCP**

Η μέθοδος TCP χρησιμοποιεί μια three-way handshake για τη δημιουργία επικοινωνίας μεταξύ δύο hosts. Η συγκεκριμένη σύνδεση απαιτεί 1-1,5 round-trip times (RTTs), στηριζόμενη πάντα στο αν ο πομπός των δεδομένων άρχισε τη σύνδεση ενεργά ή παθητικά. Αυτός ο χρόνος ενεργοποίησης μπορεί να εξαλειφθεί χρησιμοποιώντας TCP επεκτάσεις για τις δοσοληψίες (T/TCP). Ωστόσο μετά τη πρώτη σύνδεση που εγκαθιδρύεται μεταξύ των hosts, η μέθοδος T/TCP έχει τη δυνατότητα να παρακάμψει την three-way handshake και να επιτρέψει στο πομπό των δεδομένων να αρχίσει να μεταβιβάζει δεδομένα μέσα στο πρώτο τμήμα που στέλνεται. Η μέθοδος T/TCP απαιτεί αλλαγές στις δομές του TCP και του πομπού δεδομένων και του δέκτη δεδομένων. Υπάρχουν κάποιες επιπλοκές στην ασφάλεια των εκπεμπόμενων δεδομένων στο πρώτο τμήμα δεδομένων παρά το γεγονός ότι η μέθοδος T/TCP είναι ασφαλής στο να υλοποιηθεί σε διαμοιραζόμενα δίκτυα.

### **3.5 ΔΙΑΜΟΙΡΑΣΜΟΣ TCP ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΕ ΠΑΡΟΜΟΙΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ**

Για την υπερπήδηση των περιορισμών στη διαμόρφωση της αρχικής κατάστασης και την εναρμόνιση του TCP σε περιβάλλοντα που κάνουν χρήση δορυφορικών συνδέσεων και το συντονισμό πολλαπλών TCP συνδέσεων που μοιράζονται ένα δορυφορικό σύνδεσμο μπορεί να γίνει χρήση της συνεχούς πληροφορίας της TCP κατάστασης. Ωστόσο ο διαμοιρασμός μια κατάστασης σε πολλές συνδέσεις εγείρει αρκετά ερωτήματα, όπως τι πληροφορία να μοιράσουμε, με ποιον να την μοιραστούμε, πως να τη μοιραστούμε και πως να χρονολογήσουμε τις μοιραζόμενες πληροφορίες. Για αρχή πρέπει να καθοριστεί ποια πληροφορία επιθυμούμε να διαμοιράσουμε. Βέβαια δεν είναι όλες οι πληροφορίες κατάλληλες ή χρήσιμες για να διαμοιραστούν. Στη συνέχεια καθορίζεται με ποιον θα γίνει ο διαμοιρασμός της πληροφορίας. Ο διαμοιρασμός ενδέχεται να μπορεί να γίνει για TCP συνδέσεις μοιράζοντας ένα κοινό μονοπάτι ενός δοσμένου host. Η πληροφορία ενδέχεται να μοιραστεί ανάμεσα στις συνδέσεις ενός host ή ανάμεσα στις συνδέσεις διαφορετικών hosts, όπως οι hosts ενός LAN. Πάντως, μοιράζοντας πληροφορία μεταξύ συνδέσεων που δεν διασχίζουν το ίδιο δίκτυο ίσως να μην είναι κατάλληλο. Εφόσον λοιπόν έχουν οριστεί τα παραπάνω απαιτείται ένας μηχανισμός για τον διαμοιρασμό. Οι απλές καταστάσεις, όπως το MSS και το RTT, είναι εύκολο να μοιραστούν, ωστόσο για το διαμοιρασμό της πληροφορίας για το παράθυρο συμφόρησης υπάρχουν αρκετοί τρόποι. Ο μηχανισμός διαμοιρασμού καθορίζει προτεραιότητες ανάμεσα στις μοιραζόμενες συνδέσεις και ένα είδος αμερόληπτων κριτηρίων πρέπει να ληφθούν υπόψη. Επίσης ο μηχανισμός με τον οποίο χρονολογείτε η πληροφορία απαιτεί επιπλέον μελέτη. Η διαχείριση της κατάστασης από μόνης της είναι σε μεγάλο βαθμό θέμα εφαρμογής, πάντως, τι πληροφορία θα πρέπει να διαμοιραστεί και οι ειδικοί τρόποι με τους οποίους η πληροφορία αυτή θα διαμοιραστεί τελικά είναι ένα ανοιχτό θέμα. Τα μοιραζόμενα μέρη της TCP κατάστασης τεκμηριώνονται στο T/TCP, και χρησιμοποιούνται εκεί για να συναθροίσουν τις RTT τιμές επί των διαδικασιών της σύνδεσης, έτσι ώστε να παρέχουν κατά μέσο όρο σημαντικά RTTs. Βέβαια πολλές συνδέσεις αναμένεται να επιμένουν για ένα μόνο RTT. Το T/TCP ακόμη μοιράζει έναν αναγνωριστή σύνδεσης, ένα αριθμό ακολουθίας αυτόνομο από τον αριθμό παραθύρου και ένα ζευγάρι διεύθυνσης/θύρας με το οποίο οι TCP

σύνδεσμοι διακρίνονται. Σαν αποτέλεσμα σε αυτή τη μοιραζόμενη κατάσταση, το T/TCP επιτρέπει στο δέκτη να περάσει δεδομένα στο SYN τμήμα της λαμβανόμενης εφαρμογής, πριν συμπληρωθεί η three-way handshake, χωρίς να εκθέεται η ακεραιότητα της διασύνδεσης. Ο διαμοιρασμός απαιτεί αλλαγές στη δομή του TCP αποστολέα, και πιθανά στη δομή του TCP δέκτη.

### **3.6 ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗΣ ΣΥΜΦΟΡΗΣΗΣ**

Για να μην υπάρχουν ελλείψεις κατά τη διάρκεια της αποφυγής συμφόρησης ο TCP αποστολέας προσθέτει περίπου ένα τμήμα σε κάθε παράθυρο συμφόρησης κατά τη διάρκεια κάθε RTT (round trip time). Πολλοί ερευνητές έχουν Έχει παρατηρηθεί ότι αυτή η πολιτική οδηγεί σε άδικο διαμοιρασμό του εύρους ζώνης όταν πολλαπλές συνδέσεις με διαφορετικά RTTs διασχίζουν το ίδιο μποτιλιαρισμένο 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.

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

Η πολιτική “αύξησης κατά K” : Η συγκεκριμένη πολιτική μπορεί κατ’ επιλογήν να χρησιμοποιηθεί από συνδέσεις με μεγάλο RTT σε ένα ετερογενή περιβάλλον. Ουσιαστικά απλά αλλάζει τη κλίση της ευθείας αύξησης, με συνδέσεις πάνω ενός RTT κατωφλίου , και προσθέτει K τμήματα στο παράθυρο συμφόρησης κάθε RTT, αντί να προσθέτει ένα τμήμα. Αυτή η πολιτική όταν χρησιμοποιείτε για μικρές τιμές του K, ίσως να είναι επιτυχής στη μείωση της αδικίας αρκεί όμως να 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.

### **3.7 ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΑΡΓΗΣ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ**

Ο αλγόριθμος αργής εκκίνησης χρησιμοποιείται για να αυξήσει βαθμιαία το μέγεθος του TCP παράθυρου συμφόρησης. Ο αλγόριθμος αυτός είναι μια σημαντική ασφάλεια απέναντι στη μεταφορά ανάρμοστης ποσότητας δεδομένων μέσα στο δίκτυο όταν η σύνδεση ξεκινά. Πάντως η αργή εκκίνηση μπορεί ακόμη και να καταστρέψει τη διαθέσιμη χωρητικότητα του δικτύου, ειδικά σε δίκτυα μεγάλης καθυστέρησης. Η αργή εκκίνηση είναι ιδιαίτερα ανεπαρκής για μεταφορές που σύντομα συγκρίνονται με το γινόμενο “καθυστέρηση\*εύρος ζώνης” του δικτύου.

Τα καθυστερημένα σήματα επιβεβαίωσης είναι μια άλλη πηγή χαμένης χωρητικότητας κατά τη διάρκεια της φάσης της αργής εκκίνησης. Έχει διατυπωθεί η τεχνική οι αποδέκτες δεδομένων να αποφεύγουν να

επιβεβαιώνουν κάθε τεμάχιο δεδομένων που έρχεται. Πάντως ένα δεύτερο τμήμα ενός πλήρους μεγέθους πρέπει να επιβεβαιώνεται. Αν το δεύτερο τμήμα μεγέθους δεν φτάσει μέσα στο δοσμένο χρονικό διάστημα, ένα πακέτο επιβεβαίωσης πρέπει να παραχθεί (το χρονικό αυτό διάστημα δεν πρέπει αν ξεπερνά τα 500ms). Αφού ο πομπός δεδομένων αυξάνει το μέγεθος του παραθύρου συμφόρησης βασιζόμενος στον αριθμό των αφικνούμενων σημάτων επιβεβαίωσης, μειώνοντας τον αριθμό των σημάτων επιβεβαίωσης βραδύνει η αξία της αύξησης του παραθύρου συμφόρησης. Επιπρόσθετα, όταν το TCP αρχίζει να στέλνει, στέλνει ένα τμήμα. Όταν χρησιμοποιούνται καθυστερημένα σήματα επιβεβαίωσης ένα δεύτερο τμήμα πρέπει να φτάσει πριν σταλεί ένα σήμα επιβεβαίωσης. Επιπλέον, ο δέκτης αναγκάζεται πάντα να περιμένει ένα χρονομέτρη καθυστερημένου σήματος επιβεβαίωσης να λήξει πριν επιβεβαιώσει το πρώτο τμήμα, που επίσης αυξάνει το χρόνο μεταφοράς. Πολλές προτάσεις έχουν προτείνει τρόπους να κάνουμε την αργή εκκίνηση να καταναλώνει λιγότερο χρόνο. Αυτές οι προτάσεις περιγράφονται σύντομα παρακάτω.

### **3.8 ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΟ ΑΡΧΙΚΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ**

Μια μέθοδος που θα μειώσει το μέρος του χρόνου που απαιτείται με την αργή εκκίνηση (και επιπροσθέτως τη ποσό της χαμένης χωρητικότητας) είναι να αυξήσουμε την αρχική τιμή του παραθύρου συμφόρησης. Μια πειραματική επέκταση του TCP επιτρέπει το αρχικό μέγεθος να αυξηθεί από ένα τμήμα σε αυτό που δίνεται από την εξίσωση:

$$\min(4 * MSS, \max(2 * MSS, 4380 \text{ bytes})) \quad (1)$$

Με την αύξηση της αρχικής τιμής του παραθύρου συμφόρησης γεννάται η δυνατότητα αποστολής περισσότερων πακέτων κατά τη διάρκεια του πρώτου RTT των δεδομένων μεταφοράς, το οποίο θα σκανδαλίσει (προκαλέσει δράση σε) περισσότερα σήματα επιβεβαίωσης. Με αυτό τον τρόπο επιτρέπεται στο παράθυρο συμφόρησης να ανοίξει πιο γρήγορα. Επιπρόσθετα, στέλνοντας αρχικά το λιγότερο δύο τμήματα, το πρώτο τμήμα δεν χρειάζεται να περιμένει τη χρονομέτρη καθυστερημένου σήματος επιβεβαίωσης να λήξει, όπως στην περίπτωση όπου το αρχικό μέγεθος του παραθύρου συμφόρησης είναι ένα τμήμα. Επομένως, η αξία του παραθύρου συμφόρησης που δίνεται στην εξίσωση (1) γλιτώνει μέχρι 3 RTTs και ένα καθυστερημένο σήμα επιβεβαίωσης λήξης, στην περίπτωση βέβαια που συγκρίνεται με το αρχικό παράθυρο συμφόρησης ενός τμήματος. Ακόμη μπορούμε να επιτρέψουμε στο TCP να χρησιμοποιεί αρχικό παράθυρο συμφόρησης περισσότερων των 2 τμημάτων. Αυτή η αλλαγή συνίσταται πολύ για δορυφορικά δίκτυα. Έχει δειχθεί ότι η χρησιμοποίηση αρχικού παραθύρου συμφόρησης των 4 τμημάτων δεν επιδρά θετικά στη συνολική απόδοση σε συνδέσμους dialup μέσω modem με μικρό αριθμό καταχωρητών. Η χρήση μεγαλύτερης αρχικής τιμής για το παράθυρο συμφόρησης απαιτεί αλλαγές στη δομή του TCP αποστολέα. Επίσης η χρήση αρχικού παραθύρου των τριών ή τεσσάρων τμημάτων δεν αναμένεται να προκληθεί κατάρρευση του τμήματος, πάντως μπορεί να μειωθεί η απόδοση σε μερικά δίκτυα. Χρησιμοποιώντας ένα κατάλληλο αρχικό παράθυρο συμφόρησης μειώνεται η επίδραση του μεγάλου RTT πάνω στο χρόνο

μεταφοράς, ειδικά για μικρές μεταφορές, του κόστους καταιγισμού των δεδομένων μέσα στο δίκτυο με άγνωστες συνθήκες. Ένας μηχανισμός που βελτιώνει τους καταιγισμούς μπορεί να κάνει τη χρήση του μεγαλύτερου αρχικού παραθύρου συμφόρησης πιο κατάλληλο.

### **3.9 ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΜΕΝΕΣ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΕΙΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΡΓΗ ΕΚΚΙΝΗΣΗ**

Ο TCP αποστολέας χρησιμοποιεί τον αριθμό των εισερχόμενων επιβεβαιώσεων για να αυξήσει το παράθυρο συμφόρησης κατά την αργή εκκίνηση. Εφόσον οι καθυστερημένες επιβεβαιώσεις μειώνουν τον αριθμό των επιστρεφόμενων από τον δέκτη επιβεβαιώσεων περίπου στο μισό, ο βαθμός αύξησης του παραθύρου συμφόρησης μειώνεται. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος γίνεται χρήση των καθυστερημένων επιβεβαιώσεων μόνο μετά τη φάση της αργής εκκίνησης (DAASS). Αυτό παρέχει περισσότερες επιβεβαιώσεις, αν το TCP αυξάνει το παράθυρο συμφόρησης, ενώ αν το TCP είναι σε σταθερή κατάσταση, παρέχει λιγότερες επιβεβαιώσεις. Κάνοντας χρήση των καθυστερημένων επιβεβαιώσεων μετά την αργή εκκίνηση (DAASS) βελτιώνεται ο χρόνος μεταφοράς, κυρίως όταν συγκρίνεται με ένα δέκτη που παράγει συνεχώς καθυστερημένες επιβεβαιώσεις. Πάντως, η τεχνική DAASS αυξάνει ελαφρά το βαθμό των απωλειών εξ αιτίας του βαθμού αύξησης του παραθύρου συμφόρησης.

Πρόβλημα τεχνικής DAASS : Στην εφαρμογή, διότι ο δέκτης πρέπει κάπως να ξέρει πότε ο αποστολέας χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο αργής εκκίνησης.

Λύση για τον δέκτη : Ο δέκτης θα μπορούσε να εφαρμόζει τεχνική κατά την οποία προσπαθεί να παρακολουθεί τις αλλαγές στη ποσότητα των δεδομένων που λαμβάνονται και να αλλάζει ανάλογα τη συμπεριφορά επιβεβαίωσης.

Λύση για τον αποστολέα : Ο αποστολέας θα μπορούσε να στείλει ένα μήνυμα δείχνοντας ότι χρησιμοποιεί αργή εκκίνηση.

Χρησιμοποιώντας τη τεχνική DAASS δεν παραβιάζεται ο έλεγχος συμφόρησης του TCP. Πάντως, τα ισχύων στάνταρ συνιστούν χρήση καθυστερημένων επιβεβαιώσεων και η τεχνική DAASS εναντιώνεται σε αυτή τη σύσταση. Η τεχνική DAASS μπορεί να επιβαρύνει τη συμφόρηση στο μονοπάτι μεταξύ του δέκτη δεδομένων και του αποστολέα δεδομένων εξ αιτίας του αυξανόμενου αριθμού των επιστρεφόμενων επιβεβαιώσεων. Αυτό μπορεί να έχει εχθρική επίδραση σε ασυμμετρικά δίκτυα που έχουν τη ροπή να υπομένουν συμφόρηση επιβεβαίωσης. Κάνοντας χρήση της τεχνικής DAASS υπάρχει η δυνατότητα για μείωση του αριθμού των επιβεβαιώσεων που στέλνονται από το δέκτη.

### **3.10 ΜΕΤΡΗΣΗ BYTE**(μηχανισμός που έχει προταθεί για να μετριάσει τα προβλήματα που παράγονται από τις καθυστερημένες επιβεβαιώσεις)

Χρησιμοποιώντας τη γνωστή μέτρηση επιβεβαίωσης, το παράθυρο συμφόρησης αυξάνεται κατά ένα τμήμα για κάθε επιβεβαίωση που λαμβάνεται κατά τη διάρκεια της αργής εκκίνησης. Αντίθετα, χρησιμοποιώντας μέτρηση byte, η αύξηση του παραθύρου συμφόρησης βασίζεται στον αριθμό των προηγούμενων ανεπιβεβαίωτων bytes που καλύπτονται με κάθε εισερχόμενη



επιβεβαίωση, παρά στον αριθμό των επιβεβαιώσεων που λαμβάνονται. Αυτό κάνει την αύξηση σχετική με την ποσότητα των δεδομένων που μεταφέρονται, παρά από το να στηρίζεται στο διάστημα μεταξύ των επιβεβαιώσεων που χρησιμοποιούνται από τον δέκτη.

- Μέτρηση απεριόριστων bytes (UBC) : Η μέθοδος αυτή απλά χρησιμοποιεί τον αριθμό των προηγούμενων ανεπιβεβαίωτων bytes για να αυξήσει το παράθυρο συμφόρησης κάθε φορά που φτάνει μια επιβεβαίωση. Ωστόσο προκαλεί μεγάλους καταιγισμούς κατά τη διάρκεια της αργής εκκίνησης που βασίζεται σε ανάκτηση απωλειών εξ αιτίας των μεγάλων συσσωρευτικών επιβεβαιώσεων που μπορεί να φτάσουν κατά τη διάρκεια της ανάκτησης απωλειών. Αυτή η συμπεριφορά της UBC μεθόδου κατά τη διάρκεια των απωλειών μπορεί να προκαλέσει μεγάλη μείωση στην απόδοση και συνίσταται να μην αναπτύσσεται χωρίς επιπλέον μελέτη στην ελάφρυνση των μεγάλων καταιγισμών.
- Μέτρηση περιορισμένων bytes (LBC). Η μέθοδος αυτή περιορίζει το ποσό αύξησης του παραθύρου συμφόρησης σε δύο τμήματα. Ο περιορισμός αυτός “στραγγαλίζει” τους καταιγισμούς των δεδομένων που στέλνονται σε ανταπόκριση σε μια stretch επιβεβαίωση. Οι stretch επιβεβαιώσεις είναι επιβεβαιώσεις που καλύπτουν περισσότερα από δύο τμήματα προηγούμενων ανεπιβεβαίωτων δεδομένων. Οι stretch επιβεβαιώσεις μπορούν να προκληθούν, εξ αιτίας λανθασμένων εφαρμογών ή κατά τη διάρκεια απωλειών. Η μέθοδος LBC αποτρέπει μεγάλους καταιγισμούς γραμμικού ρυθμού όταν συγκρίνεται με τη μέθοδο UBC, και άρα προσφέρει λιγότερα αποβαλλόμενα τμήματα και καλύτερη απόδοση.

Χρησιμοποιώντας μέτρηση byte, έχουμε μείωση του χρόνου που απαιτείται για να αυξήσουμε τη τιμή του παραθύρου συμφόρησης σε ένα κατάλληλο μέγεθος σε δορυφορικά δίκτυα. Ωστόσο αλλάζοντας από τη μέτρηση επιβεβαίωσης στην μέτρηση byte απαιτούνται αλλαγές στη TCP δομή του αποστολέα δεδομένων. Η μέτρηση byte κάνει την αύξηση του παραθύρου συμφόρησης πιο επιθετική κατά τη διάρκεια της αργής εκκίνησης, και δεν πρέπει να χρησιμοποιείτε σε διαμοιραζόμενα δίκτυα. Επιπρόσθετα, η μέτρηση byte βελτιώνει την καθυστέρηση στην αύξηση του παραθύρου που δίνεται από τους δέκτες που παράγουν stretch επιβεβαιώσεις εξ αιτίας της χωρητικότητας του επιστρεφόμενου δεσμού.

### **3.11 ΜΗ ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗΣ**

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

NewReno TCP. Οι αλγόριθμοι ενημερώνουν τον γρήγορο αλγόριθμο της ανάκτησης, ώστε να χρησιμοποιούν πληροφορίες που δίνονται από “μερικές επιβεβαιώσεις”(ασφαλίζουν μερικά καινούργια δεδομένα, αλλά όχι όλα τα διακεκριμένα δεδομένα, όταν ξεκινά μια ειδική απώλεια) με τελικό σκοπό τους να προκαλέσουν αναμεταδόσεις. 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. Σε μερικές περιπτώσεις η χρήση των μερικών επιβεβαιώσεων για πρόκληση αναμεταδόσεων μειώνει το χρόνο που απαιτείται για την ανάκτηση από πολλαπλά χαμένα τμήματα και ενδέχεται να προκαλεί και όλες τις αναμεταδόσεις.

### 3.12 ΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΑ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗΣ

Η χρήση του φιλτραρίσματος επιβεβαίωσης από μόνη της θα παρήγαγε σημαντικούς καταγισμούς στον αποστολέα, αφού οι επιβεβαιώσεις θα επιβεβαιώνουν περισσότερα προηγούμενα ανεπιβεβαίωτα δεδομένα. Για να αποτρέψουμε την ανάγκη για τροποποιήσεις στη δομή του TCP, το AF είναι πιο κατάλληλο να συνδυαστεί με τεχνική ανακατασκευής επιβεβαίωσης (AR), που μπορεί να εφαρμοστεί στο router όπου τα τμήματα εξέρχονται τον αργό αντίθετο δεσμό.

Τεχνική AR : Επιθεωρεί τις επιβεβαιώσεις που εξέρχονται του δεσμού, και αν ανακαλύπτει μεγάλα “κενά” στην ακολουθία επιβεβαιώσεων, παράγει συμπληρωματικές επιβεβαιώσεις για να ανακατασκευάσει μια ροή επιβεβαίωσης που πιο πολύ μοιάζει με τι θα είχε δει ο αποστολέας δεδομένων αν δεν υπήρχε το φιλτράρισμα επιβεβαίωσης.

- Παράμετροι τεχνικής AR : a) επιθυμητή συχνότητα επιβεβαίωσης

b) έλεγχος απόστασης μεταξύ της έκδοσης των συνεχόμενων ανακατασκευασμένων επιβεβαιώσεων.

Υπάρχει περίπτωση η χρήση του AF μόνο σε δίκτυα, όπου αναμένονται απώλειες συμφόρηση να μειώνει την απόδοση εξαιτίας των καταγισμών του αποστολέα. Το AF καθυστερεί τις αφίξεις των επιβεβαιώσεων στο δέκτη με το να πετά τις νωρίτερες επιβεβαιώσεις σε εύνοια των μετέπειτα επιβεβαιώσεων. Αυτή η διεργασία μπορεί να προκαλέσει μια ελαφριά αναταραχή στη μεταφορά νέων δεδομένων από τον TCP αποστολέα. Το AF και το AR είναι εφαρμόσιμα σε όλες τις τοπολογίες θεωρώντας ότι η αποθήκευση της κατάστασης πληροφορίας στο AR δεν είναι απαγορευτική για routers που χειρίζονται μεγάλο αριθμό ροών. Το γεγονός ότι οι τροποποιήσεις στη δομή του TCP δεν απαιτούνται για το AF/AR κάνει αυτή τη προσέγγιση ελκυστική για υβριδικά δίκτυα και δίκτυα με ποικίλους hosts. Αυτές οι τροποποιήσεις πάντως, αναμένονται να είναι πολύ ευεργετικές σε ασυμμετρικά δορυφορικά μονοπάτια.



Από την άλλη μεριά, οι εφαρμογές του AF και του AR απαιτούν από το router να εξετάζει την TCP επικεφαλίδα, πράγμα το οποίο είναι απαγορευτικό σε δίκτυα ασφαλείας όπου αναπτύσσεται IPSEC. Σε τέτοια δίκτυα το AF/AR μπορεί να είναι αποτελεσματικό μόνο μέσα από τη περίμετρο ασφάλειας ενός ιδιωτικού, ή εικονικά ιδιωτικού δικτύου, ή σε ιδιωτικά δίκτυα όπου ο δορυφορικός δεσμός προστατεύεται από ενθυλάκωση επιπέδου δεσμού. Το AF είναι ασφαλές να χρησιμοποιηθεί σε διαμοιραζόμενα δίκτυα, καθώς ο αριθμός των επιβεβαιώσεων μπορεί μόνο να μειώνεται, που κάνει το TCP λιγότερο επιθετικό.

### **3.13 ΤΕΡΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΡΓΗΣ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ**

Η φάση της αρχικής αργής εκκίνησης χρησιμοποιείται από το TCP για να αποφασίσει ένα κατάλληλο μέγεθος παραθύρου συμφόρησης για τις συνθήκες του δεδομένου δικτύου.

Τερματισμός αργής κίνησης : 1) το TCP ανιχνεύει συμφόρηση

2) το μέγεθος του παραθύρου συμφόρησης φτάνει το μέγεθος του δηλωμένου παραθύρου του δέκτη

3) το παράθυρο συμφόρησης αυξηθεί πέρα από προκαθορισμένο μέγεθος

Ssthresh : Το κατώφλι όπου το TCP τελειώνει την αργή εκκίνηση και αρχίζει να χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο αποφυγής συμφόρησης (η αρχική τιμή για το ssthresh είναι το δηλωμένο παράθυρο του δέκτη).

Κατά τη διάρκεια της αργής εκκίνησης το TCP διπλασιάζει περίπου το μέγεθος του παραθύρου συμφόρησης κάθε RTT. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να κατακλειστεί το δίκτυο με το πολύ τα διπλάσια τμήματα από όσα μπορεί να κρατήσει. Με το να θέσουμε τη μεταβλητή ssthresh σε μια τιμή μικρότερη από το αρχικά δηλωμένο παράθυρο του δέκτη, ο αποστολέας μπορεί να αποφύγει να φορτώσει το δίκτυο με διπλάσιο αριθμό τμημάτων από το φυσιολογικό. Έχει αποδειχθεί ότι εκτιμώντας τη τιμή που θα λάβει η τιμή ssthresh μπορεί να βελτιωθεί η απόδοση και να μειωθούν οι απώλειες πακέτων. Ωστόσο η εκτίμηση της μεταβλητής ssthresh απαιτεί αλλαγές στη TCP δομή του αποστολέα δεδομένων. Επίσης απαιτούνται αλλαγές και στον αποστολέα και στο δέκτη για να είναι ορθότερη η εκτίμηση του εύρους ζώνης. Αναμένεται ότι ο μηχανισμός αυτός θα δουλεύει ισοδύναμα σε όλες τις συμμετρικές τοπολογίες που έχουν αναφερθεί. Πάντως, ασυμμετρικοί δεσμοί τοποθετούν ένα ειδικό πρόβλημα, καθώς ο ρυθμός της επιστρεφόμενης επιβεβαίωσης μπορεί να μην είναι το μπιπιλιαρισμένο εύρος ζώνης στην αποστέλλομενη κατεύθυνση. Αυτό μπορεί να οδηγήσει τον αποστολέα να θέσει τη μεταβλητή ssthresh πολύ χαμηλή. Πρόωρος τερματισμός της αργής εκκίνησης μπορεί να βλάψει την απόδοση, καθώς η αποφυγή συμφόρησης ανοίγει το παράθυρο συμφόρησης πιο συντηρητικά, ενώ ο ορθός τερματισμός της αργής εκκίνησης στο σωστό χρόνο οδηγεί στην αποφυγή πολλαπλών αποβαλλόμενων τμημάτων. Πάντως, χρησιμοποιώντας ένα σχήμα ανάκτησης απωλειών που βασίζεται σε επιλεκτικές επιβεβαιώσεις μπορούμε να βελτιώσουμε δραματικά την ικανότητα του TCP να ανακτά γρήγορα από πολλαπλά χαμένα τμήματα.

## **Βιβλιογραφία**

[http://www.conniq.com/InternetAccess\\_others.htm](http://www.conniq.com/InternetAccess_others.htm)

<http://apothetirio.teiep.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/4875/877.pdf?sequence=1>

<http://satellites.spacesim.org/english/anatomy/index.html>

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B7%CF%84%CF%8C%CF%82\\_%CE%B4%CE%BF%CF%81%CF%85%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B7%CF%84%CF%8C%CF%82_%CE%B4%CE%BF%CF%81%CF%85%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82)

<http://aristoteleioastronomia.weebly.com/tauepsilonchinuetat auomicron943-deltaomicronrhoupilonphi972rhoomicroniota.html>

<https://www.nasa.gov/>