



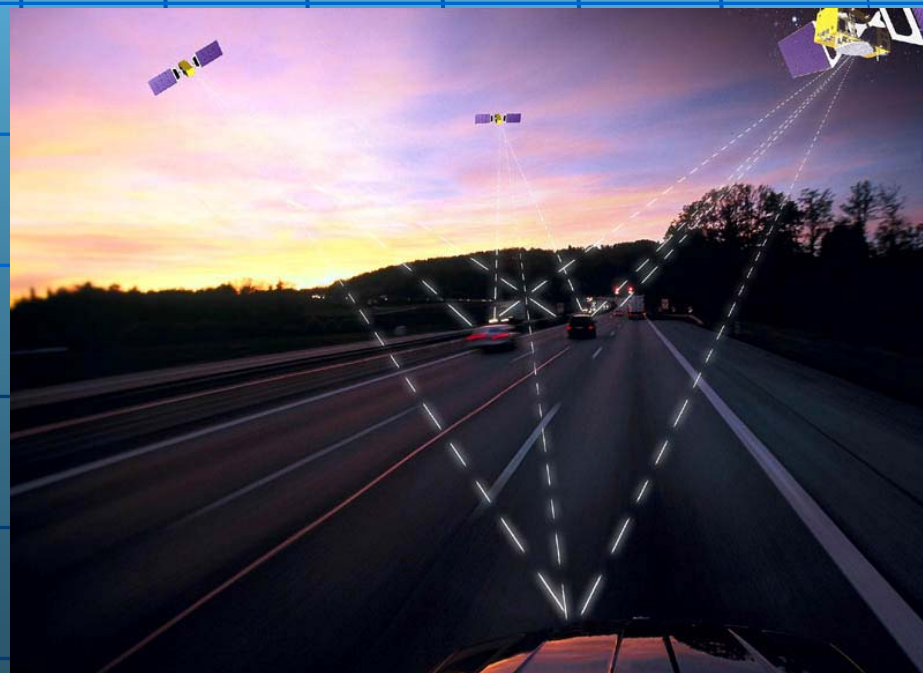
**Interdepartmental Program of Postgraduate Studies
In Information Systems (M.I.S.)**

SATELLITE NETWORKS

PROFESSOR : A. Oikonomides

Student:
Aleksandros Kliafas
Student Code:
11/07

Thessaloniki, January, 2008





www.uom.gr

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ



**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (Μ.Ι.Σ.)**

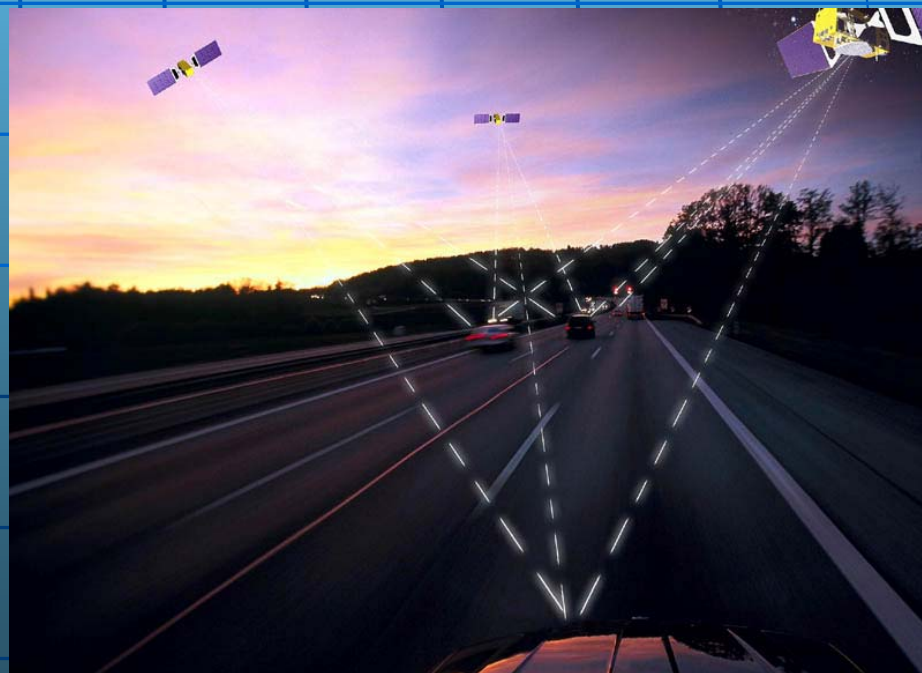
ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Α. Οικονομίδης

Φοιτητής:
Αλέξανδρος Κλιάφας

Α.Μ.:
11/07

Θεσσαλονίκη, Ιανουάριος, 2008



ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

CONTENTS

1. ABSTRACT
2. INTRODUCTION
3. SATELLITE COMMUNICATIONS
4. SATELLITE SERVICES
5. MULTIPLE ACCESS
6. VSAT NETWORKS
7. INTERNET OVER SATELLITE
8. VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VoIP)
9. TCP
10. SECURITY
11. HELLAS SAT
12. CONCLUSIONS - TRENDS

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ
3. ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ
4. ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
5. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ
6. ΔΙΚΤΥΑ VSAT
7. ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ
8. VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VoIP)
9. ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ TCP
10. ΑΣΦΑΛΕΙΑ
11. HELLAS SAT
12. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΤΑΣΕΙΣ

ABSTRACT

Nowadays, people want to communicate more and more, independently where they are and satellite systems are able to satisfy this desire.

Communication satellites provide a varied range of services mainly including television broadcasting, data communication services, Internet and telephony

In this project, we will try to describe why the satellite networks are so useful, how they work and which services they provide. Moreover we are talking about VSAT networks, Voice over Internet, we widely describe the way that Internet over Satellite works (architectures, routing etc) and the role of TCP. Finally we introduce the first Greek satellite, HELLAS-SAT.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις μέρες μας οι άνθρωποι θέλουν να επικοινωνούν όλο και περισσότερο, ανεξαρτήτως τοποθεσίας και τα δορυφορικά συστήματα έχουν τη δυνατότητα να ικανοποιήσουν αυτήν την επιθυμία.

Οι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι παρέχουν πλήθος εφαρμογών με σημαντικότερες την δορυφορική τηλεόραση, τη μεταφορά δεδομένων, τη δορυφορική τηλεφωνία και το δορυφορικό Internet.

Στην παρούσα εργασία θα προσπαθήσουμε να περιγράψουμε γιατί τα δορυφορικά δίκτυα είναι τόσο χρήσιμα, τον τρόπο που λειτουργούν, τις υπηρεσίες που προσφέρουν και θα αναφερθούμε στα δίκτυα VSAT, στο VoIP, στο δορυφορικό Internet (αρχιτεκτονικές, δρομολόγηση κτλ) και στον ρόλο που παίζει το TCP. Τέλος θα αναφερθούμε στον πρώτο ελληνικό δορυφόρο τον HELLAS-SAT

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις μέρες μας η χρήση των δορυφόρων είναι πολύ διαδεδομένη, σε διάφορους τομείς και βρίσκουν πλειάδα εφαρμογών όπως για παράδειγμα η πρόβλεψη καιρού, η χαρτογράφηση περιοχών, τα συστήματα πλοήγησης, η παρατήρηση της Γης και η διαστημική έρευνα, επιστημονικές και στρατιωτικές υπηρεσίες και η υλοποίηση τηλεπικοινωνιακών δικτύων.

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Οι δορυφόροι μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής¹:

- Επικοινωνιακοί δορυφόροι (communication satellites)
- Δορυφόροι πλοήγησης (navigation satellites)
- Μετεωρολογικοί δορυφόροι (weather forecasting satellites)
- Δορυφόροι παρατήρησης της Γης (Earth observation satellites)
- Επιστημονικοί δορυφόροι (scientific satellites)
- Στρατιωτικοί δορυφόροι (military satellites)

¹ Maini, Agrawal, 303

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Η βασική πρόκληση για τα δίκτυα τηλεπικοινωνιών και υπολογιστών νέας γενιάς είναι η παροχή υπηρεσιών ευρείας ζώνης, αδιάλειπτα στο χώρο και το χρόνο, ακόμα και σε κινητούς χρήστες. Τα δορυφορικά δίκτυα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στο πλαίσιο αυτό καθώς διαθέτουν την μοναδική ιδιότητα να καλύπτουν μεγάλες περιοχές της γήινης επιφάνειας, επιτρέποντας έτσι την επικοινωνία σε διασκορπισμένα γεωγραφικά σημεία

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

- Η πρώτη αναφορά στα συστήματα δορυφορικών επικοινωνιών έγινε το 1945 από τον Sir Arthur Clarke
- Το 1956 το πολεμικό ναυτικό των ΗΠΑ χρησιμοποίησε την επιφάνεια του φυσικού δορυφόρου της Γης, τη σελήνη, ως μέσο ανάκλασης των σημάτων για την ανταλλαγή πληροφοριών ανάμεσα στην Ουάσιγκτον και την Χαβάη.

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Το 1957 εκτοξεύτηκε από την Σοβιετική Ένωση ο Sputnik
- Το 1962 εκτοξεύτηκε ο πρώτος πραγματικά τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος από τη NASA, ο AT&T Telestar 1
- Το 1963 εκτοξεύτηκε ο Syncom, ο πρώτος δορυφόρος σε γεωστατική τροχιά

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

1.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ²

- **Κινητικότητα:** Οι δορυφόροι ευνοούν τις εφαρμογές που απαιτούν κινητικότητα, ενώ τα δίκτυα οπτικών ινών υστερούν σε αυτό τον τομέα
- **Εκπομπή:** Οι δορυφόροι προσφέρουν τη δυνατότητα εύκολης εκπομπής μηνυμάτων προς ένα μεγάλο βαθμό επίγειων σταθμών

² Νικοπολιτίδης, 288

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- **Εχθρικά περιβάλλοντα:** Οι δορυφόροι μπορούν εύκολα να παρέχουν κάλυψη σε περιοχές όπου η εγκατάσταση καλωδίων είναι πολύ δύσκολη ή πολυδάπανη
- **Γρήγορη εγκατάσταση:** Με τη χρήση δορυφόρων, ένα δίκτυο μπορεί να εγκατασταθεί πολύ πιο γρήγορα απ' ότι ένα ενσύρματο δίκτυο. Αυτό είναι πολύ σημαντικό σε καταστάσεις καταστροφών ή σε στρατιωτικές εφαρμογές

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

1.3 ΤΡΟΧΙΕΣ

Οι τροχιές των δορυφόρων χαρακτηρίζονται από τις ακόλουθες **ιδιότητες**³:

- **Απόγειο:** το πιο απομακρυσμένο σημείο της τροχιάς από τη Γη
- **Περίγειο:** το κοντινότερο στη Γη σημείο της τροχιάς

³ Νικοπολιτίδης, 293

ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

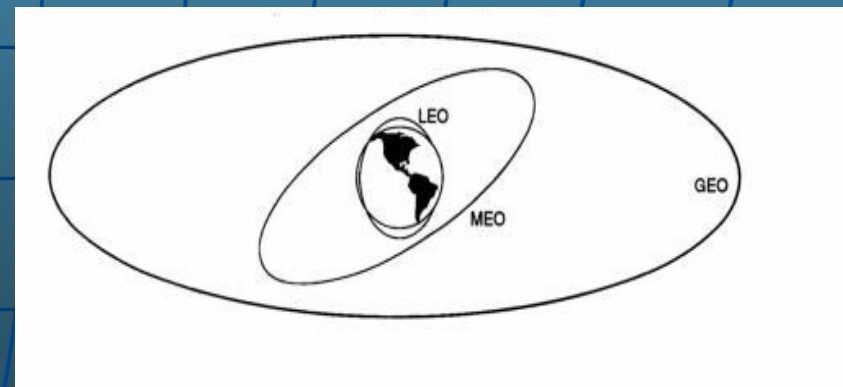
- **Περίοδος τροχιάς:** Ο χρόνος που απαιτείται για μια περιστροφή του δορυφόρου γύρω από τη Γη όταν βρίσκεται σε αυτή την τροχιά
- **Κλίση:** αντιπροσωπεύει τη γωνία μεταξύ του τροχιακού επιπέδου και του επιπέδου του ισημερινού της Γης

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Κατηγορίες Τροχιών⁴:

Χαμηλή τροχιά (Low Earth Orbit, LEO)

- Ο δορυφόρος τοποθετείται στην περιοχή μεταξύ 160 και 500 χλμ. Επάνω από την επιφάνεια της Γης. Χαρακτηριστικό της τροχιάς αυτής είναι μικρή περίοδος περιστροφής και η υψηλή γωνιακή ταχύτητα

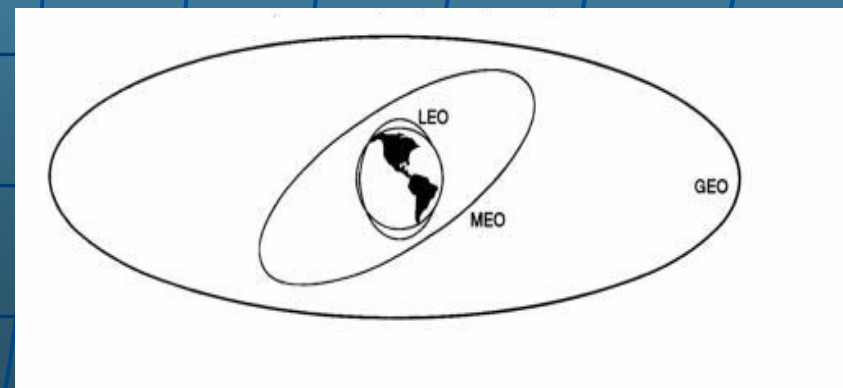


ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Χαμηλή τροχιά (Low Earth Orbit, LEO)

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Χαμηλό κόστος εγκατάστασης
- Πολύ μικρές καθυστερήσεις διάδοσης
- Πολύ μικρή εξασθένηση σήματος

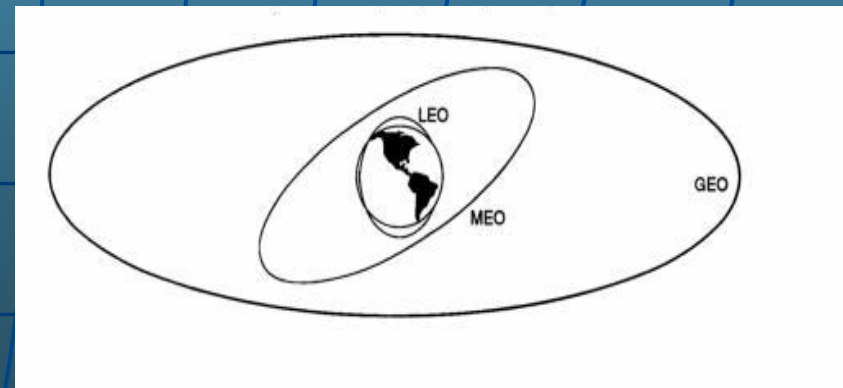


ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Χαμηλή τροχιά (Low Earth Orbit, LEO)

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

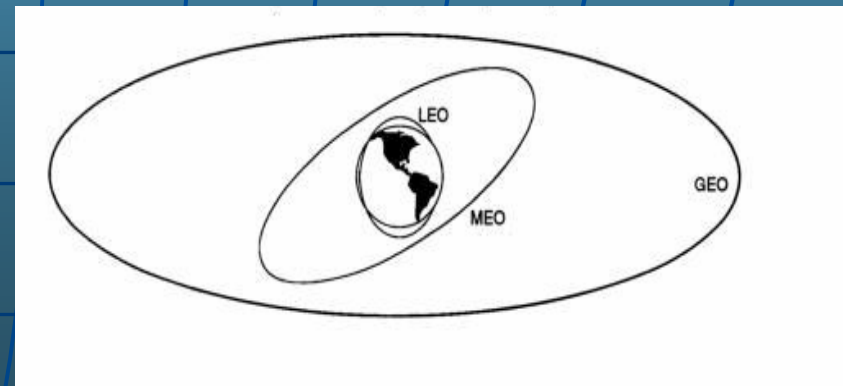
- Μικρή διάρκεια ζωής
- Μικρή κάλυψη
- Μικροί χρόνοι οπτικής επαφής



ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Μέση τροχιά (Medium Earth Orbit, MEO)

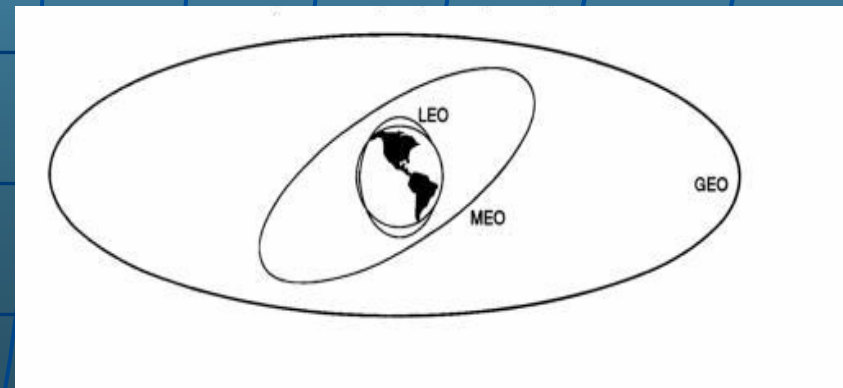
- Ο δορυφόρος περιστρέφεται σε μια απόσταση από την επιφάνεια της Γης μεταξύ 10.000 και 20.000 χλμ. Το γνωστότερο σύστημα που χρησιμοποιεί τροχιές MEO είναι το σύστημα GPS, ενώ συνήθως καλύπτουν τις περιοχές του Βόρειου και του Νότιου Πόλου



ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Μέση τροχιά (Medium Earth Orbit, MEO)

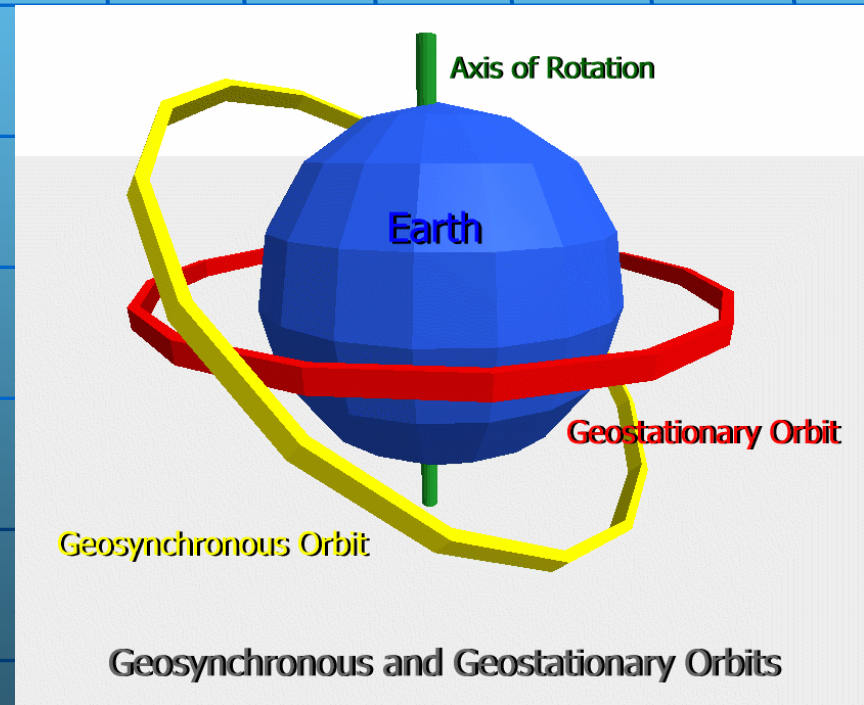
- Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα είναι αντιστρόφως ανάλογα σε σχέση με την τροχιά LEO.



ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Γεωσύγχρονη τροχιά (Geosynchronous Earth Orbit)

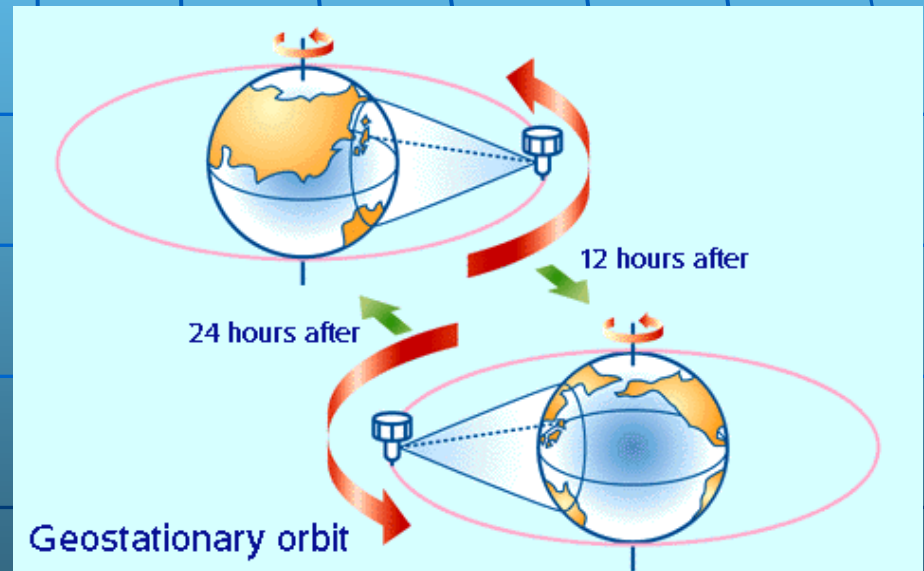
- Ο δορυφόρος τοποθετείται σε ύψος περίπου 36.000 χλμ. από την επιφάνεια της Γης όπου η γωνιακή ταχύτητα είναι ίδια με αυτή της Γης.



ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Γεωσύγχρονη τροχιά (Geosynchronous Earth Orbit)

- Όταν ο δορυφόρος περιστρέφεται με κλίση 90° στον άξονα της Γης, παραμένει στο ίδιο σημείο πάνω από τον ισημερινό και εμφανίζεται σταθερός στο ίδιο σημείο του ουρανού.

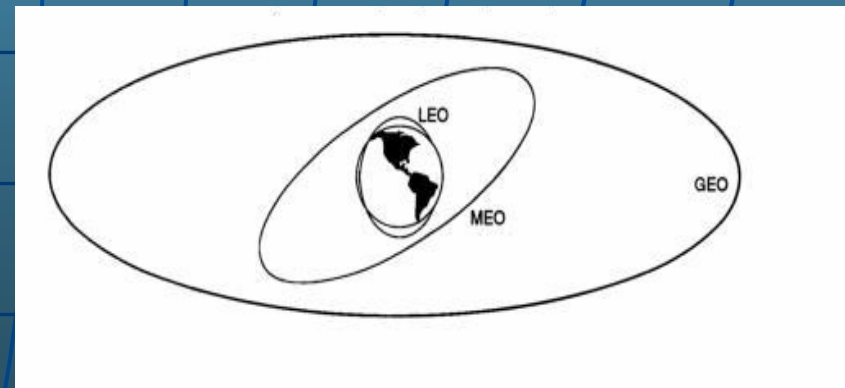


Αυτή η ειδική περίπτωση λέγεται **γεωστατική τροχιά** (Geostationary Earth Orbit)

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Γεωσύγχρονη τροχιά (Geosynchronous Earth Orbit)

- Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των GEO είναι ακριβώς αντίθετα από τα LEO (απουσία ατμοσφαιρικής τριβής, ευρεία κάλυψη, υψηλό κόστος εγκατάστασης, μεγάλη καθυστέρηση διάδοσης και υψηλή εξασθένηση σήματος)



ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

2. ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

- Οι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι είναι πολύ σημαντικοί δορυφόροι όσον αφορά τις εφαρμογές και επιπλέον κατέχουν τα πρωτεία στον αριθμό των δορυφόρων που έχουν εκτοξευθεί.



ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

2.1 ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ⁵

- **Φωνητική τηλεφωνία:** Για τη διασύνδεση τηλεφωνικών δικτύων διαφορετικών ηπείρων και χωρών προτιμάται η χρήση δορυφόρων υποβρύχιων καλωδίων
- **Κυψελικά συστήματα:** Όταν οι κυψέλες ενός τέτοιου δικτύου υπερφορτώνονται, δύναται να χρησιμοποιηθούν μερικά κανάλια ενός δορυφόρου
- **Δορυφορική τηλεόραση και ράδιο**

⁵ Maini, Agrawal, 303-321, Chartrand 43-53

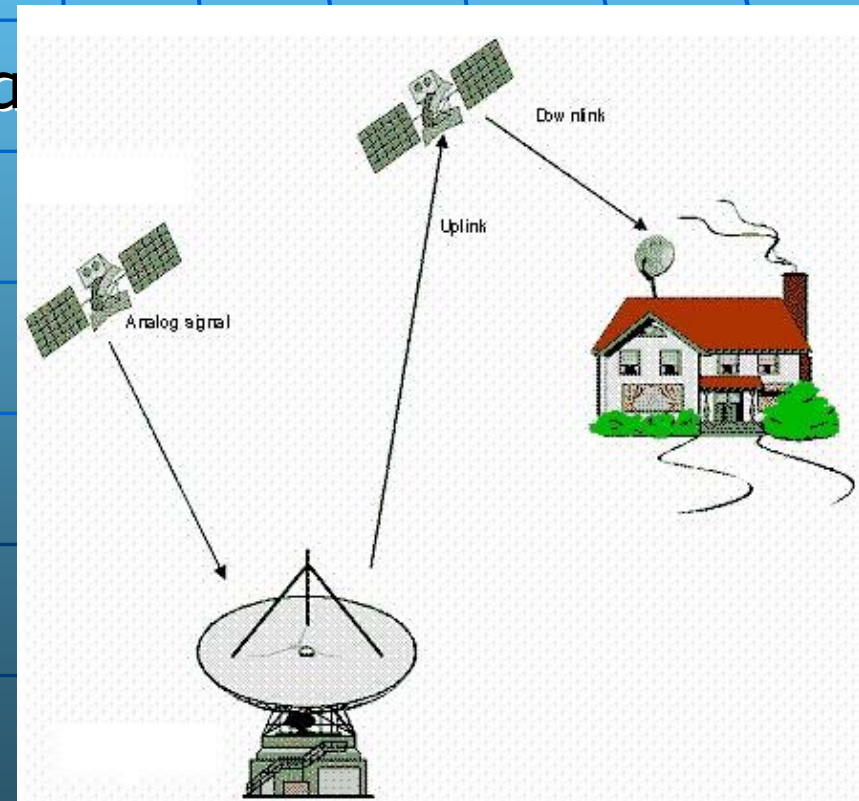
ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- **Συνδεσιμότητα για επιβάτες αεροσκαφών και άλλους κινούμενους χρήστες**
- **Παγκόσμια συστήματα προσδιορισμού θέσης (Global Positioning System, GPS) :** Προσφέρει τη δυνατότητα καθορισμού των ακριβών συντεταγμένων του δέκτη GPS
- **Πρόσβαση στο Διαδίκτυο:** Με χαρακτηριστικά όπως δυνατότητα ευρείας εκπομπής, η παγκόσμια κάλυψη –ανεξαρτήτως επίγειων υποδομών- και η υποστήριξη κινητικότητας, τα δορυφορικά συστήματα επικοινωνιών παρέχουν αποδοτική πρόσβαση στο Διαδίκτυο. (Θα αναφερθούμε αναλυτικότερα)

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ⁶

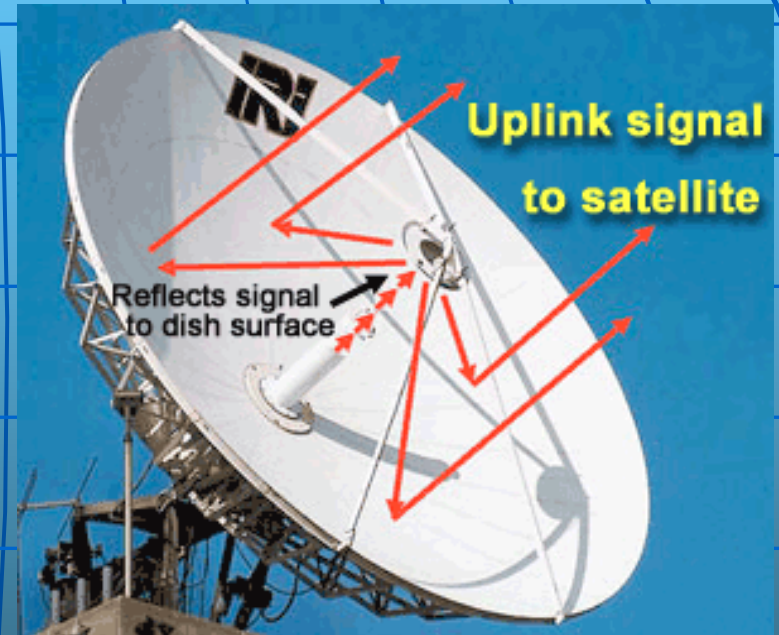
- Ένα τυπικό κινητό τηλεπικοινωνιακό σύστημα αποτελείται από ένα δορυφόρο (ή αλλιώς διαστημικό τμήμα του συστήματος), ένα επίγειο σταθμό (Earth Station, ES) και διάφορους κινητούς σταθμούς όπως πλοία, αεροσκάφη, κινητές τερματικές συσκευές κτλ.



⁶Διακονικολάου, 230

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Το κανάλι επικοινωνίας από τους κινητούς σταθμούς προς τον δορυφόρο ονομάζεται uplink ενώ το κανάλι επικοινωνίας από το δορυφόρο προς τους κινητούς σταθμούς ονομάζεται downlink



- Ο δορυφόρος ενεργεί ως ασύρματος **επαναλήπτης** (repeater) ο οποίος ενισχύει τα σήματα ανόδου που λαμβάνει και τα μεταδίδει στην κάθοδο. Περιέχει πολλούς αναμεταδότες ώστε να «ακούει» πολλά ανωφερή κανάλια ταυτόχρονα.

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Μερικά από τα βασικά χαρακτηριστικά των δορυφορικών επικοινωνιακών συστημάτων⁷

- **Θόρυβος:** Η ισχύς ενός ραδιοσήματος ελαττώνεται αντιστρόφως ανάλογα με το τετράγωνο της απόστασης που διανύει.
- **Μεγάλη καθυστέρηση ανάδρασης:** Η καθυστέρηση διάδοσης είναι μεγάλη (περίπου 250-300 ms) και αυτό προκαλεί προβλήματα όπως η αδυναμία χρήσης του πρωτοκόλλου CSMA/CD

⁷ www.wikipedia.gr

ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- **Λάθη εκπομπής:** Παρουσιάζουν υψηλότερο ρυθμό λαθών σε σχέση με τα επίγεια συστήματα.
- **Ευρεία κάλυψη και ευρεία εκπομπή**
- **Κόστος μετάδοσης ανεξάρτητα της απόστασης:** Το κόστος ενός μηνύματος είναι σταθερό και δεν εξαρτάται από την απόσταση που διανύει
- **Εύρος ζώνης:** Επειδή οι ζώνες συχνοτήτων είναι συγκεκριμένες και περιορισμένες, η χρήση τους ελέγχεται με άδειες.

ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

2.3 ΦΑΣΜΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ⁸

| BAND | UP-LINK (GHz) | DOWN-LINK (GHz) |
|------|---------------|-----------------|
| C | 3.7-4.2 | 5.925-6.425 |
| Ku | 11.7-12.2 | 14.0-14.5 |
| Ka | 17.7-21.7 | 27.5-30.5 |
| L/S | 1.610-1.625 | 2.483-2.500 |

⁸ http://www.fas.org/spp/military/docops/army/comsat/Csfinweb.htm#BM4_1

ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Οι ζώνες Ku και Ka είναι πλέον οι πιο δημοφιλείς στις δορυφορικές επικοινωνίες καθώς η C αν και ήταν η πρώτη που χρησιμοποιήθηκε, είναι σήμερα πολύ φορτωμένη από επίγειες μικροκυματικές συνδέσεις.
- Η Ku χρησιμοποιείται κυρίως για ευρείες εκπομπές και για συνδέσεις Διαδικτύου, αλλά έχει το αρνητικό ότι δέχεται παρεμβολές από τη βροχή.
- Όσον αφορά την Ka, έχει πολύ ακριβό εξοπλισμό.

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

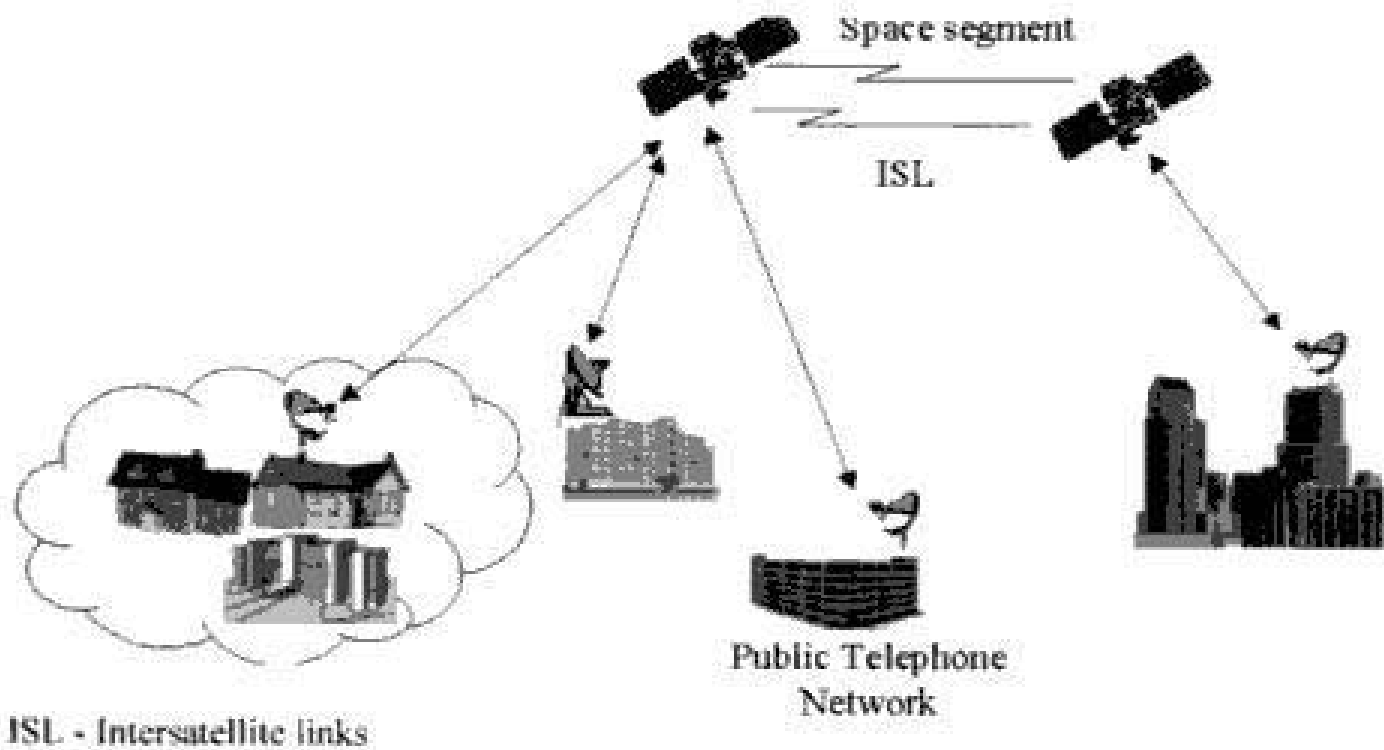
3. ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ⁹

■ Fixed Satellite Services (FSS)

Είναι η παλαιότερη και πιο συνηθισμένη υπηρεσία και αναφέρεται στην επικοινωνία μεταξύ των δορυφόρων με σταθερούς επίγειους σταθμούς. Παράδειγμα αποτελούν οι V-SAT που θα αναφερθούμε παρακάτω

⁹ Kota, Pahlavan, Leppanen 75,76

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ



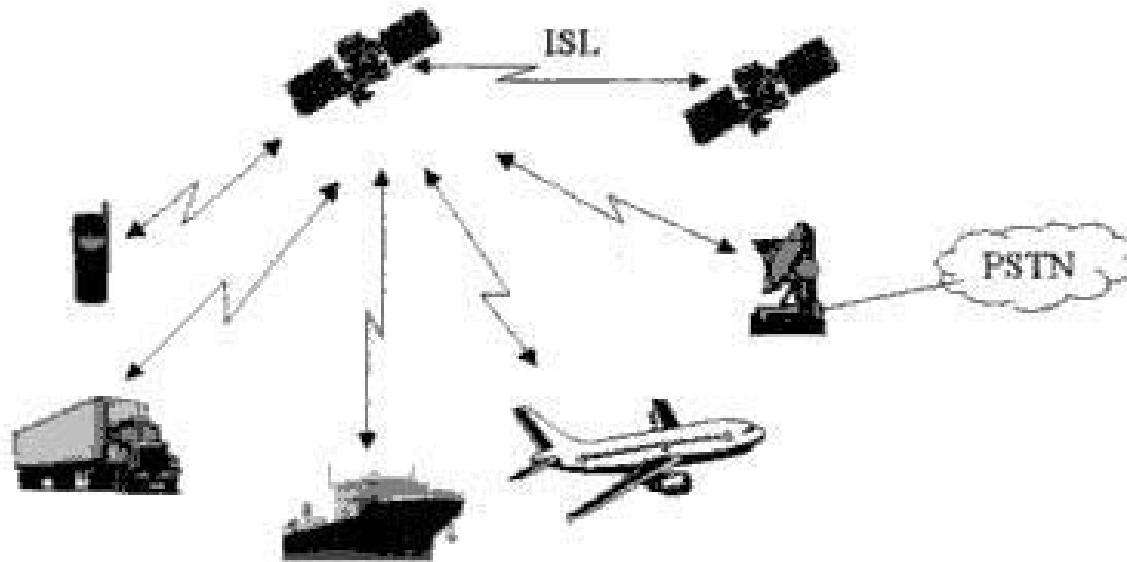
Fixed Satellite Services (FSS)

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- **Mobile Satellite Services (MSS)**

Περιλαμβάνει τις επικοινωνίες ανάμεσα σε δορυφόρους και κινητούς επίγειους σταθμούς. Τα κινητά δορυφορικά συστήματα λειτουργούν στις χαμηλότερες συχνότητες σε σχέση με τις υπόλοιπες υπηρεσίες

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ



PSTN - Public Switched Telephone Network

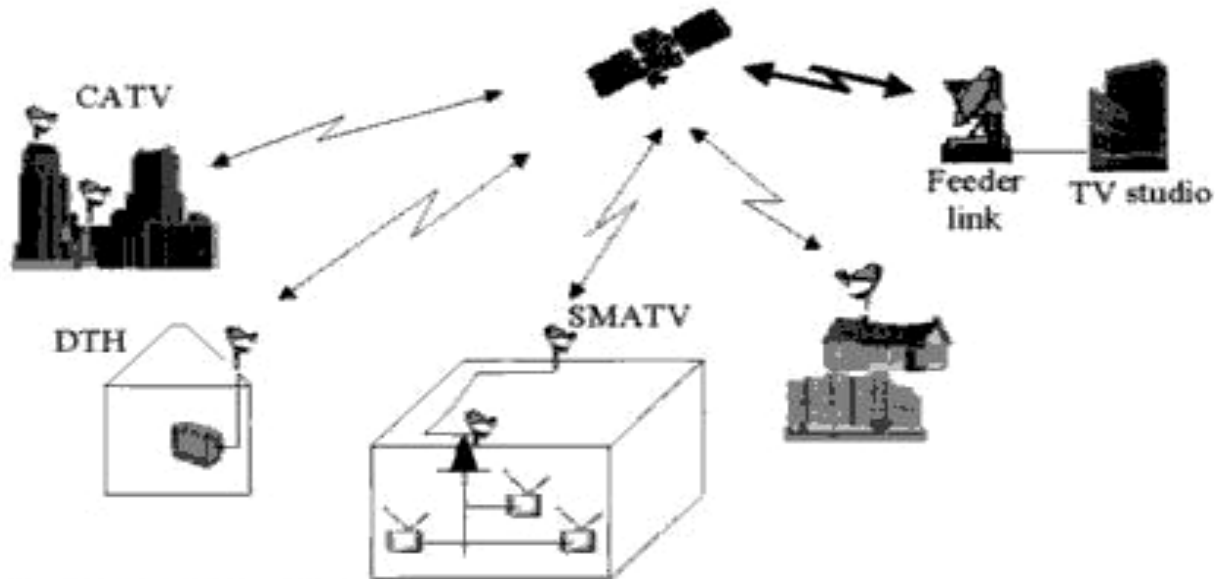
*Mobile **Satellite** Services (MSS)*

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- **Broadcasting Satellite Services (BSS)**

Σχεδιάστηκαν για να παρέχουν υπηρεσίες εικόνας και ήχου. Η υποκατηγορία BSS-TV είναι πολύ σημαντική διότι είναι η πιο εξελιγμένη υπηρεσία και σε αυτή στηρίζεται η δορυφορική τηλεόραση, ενώ στη δεκαετία του '90 αποτέλεσε το πιο κερδοφόρο τμήμα στην βιομηχανία δορυφόρων

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ



SMATV - **Satellite** Master Antenna TV
DTH - Direct to Home
CATV - Cable TV

*Broadcasting **Satellite** Services (BSS)*

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

4. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ (MULTIPLE ACCESS)

- Από τα βασικότερα πλεονεκτήματα ενός τηλεπικοινωνιακού δορυφόρου είναι ότι μπορεί να επικοινωνεί με πολλούς επίγειους σταθμούς. Το σύνολο της τεχνολογίας, των πρωτοκόλλων και των διαδικασιών που καθιστούν εφικτή την επικοινωνία, ελαχιστοποιώντας ή αποτρέποντας τις παρεμβολές χιλιάδων επίγειων σταθμών που συγχρόνως συνδέονται με ένα δορυφόρο, ονομάζεται **πολλαπλή πρόσβαση**.

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Οι σημαντικότερες τεχνικές πολλαπλής πρόσβασης είναι¹⁰:

- **FDMA** (Frequency Division Multiple Access – Πολλαπλή Προσπέλαση Διαίρεσης Συχνότητας)

Σε αυτή την μέθοδο το διαθέσιμο κανάλι του δορυφόρου χωρίζεται σε επιμέρους συχνότητες για κάθε διαφορετικό επίγειο σταθμό.

¹⁰ Stallings 269-282

ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- **TDMA** (Time Division Multiple Access – Πολλαπλή Προσπέλαση Διαίρεσης Χρόνου)

Η εκπομπή δεδομένων από τους επίγειους σταθμούς δεν είναι συνεχής αλλά πραγματοποιείται σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα. Είναι απαραίτητη η ψηφιακή φύση του σήματος

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- **CDMA** (Code Division Multiple Access – Πολλαπλή Προσπέλαση Διαφοράς Κώδικα)

Είναι μια πολύπλοκη μέθοδος η οποία επιτρέπει την ταυτόχρονη εκπομπή από τους χρήστες

- **SDMA** (Space Division Multiple Access - Πολλαπλή Προσπέλαση Διαίρεσης Χώρου)

Οι δορυφόροι επικοινωνούν με επίγειους σταθμούς που είναι πολύ απομακρυσμένοι μεταξύ τους ώστε τα σήματα να μην παρεμβάλλονται μεταξύ τους

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Κάθε σύστημα χρησιμοποιεί και ξεχωριστή τεχνική ή συνδυασμό τεχνικών ανάλογα με τον σχεδιασμό του
- Οι παραπάνω τεχνικές εφαρμόζονται με την μορφή πρωτοκόλλου στο **υποεπίπεδο MAC του Data Link Layer** (Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων)

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

5. ΔΙΚΤΥΑ VSAT

- Χαρακτηριστικό παράδειγμα πολλαπλής πρόσβασης αποτελούν τα δίκτυα VSAT. Προσφέρουν διάφορα πλεονεκτήματα όπως ευρεία γεωγραφική κάλυψη, μεγάλη αξιοπιστία, ευελιξία στον σχηματισμό του δικτύου, χαμηλό κόστος κτλ.

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Στην πρώτη γενιά δορυφόρων, όταν το σήμα είχε μικρή ισχύ, χρησιμοποιούνταν κεραίες διαμέτρου 10 – 30 μέτρων. Όταν τη δεκαετία του 90 οι γεωστατικοί δορυφόροι έγιναν πιο ισχυροί, η διάμετρος της κεραίας αρκούσε να είναι μικρότερη από 2 μέτρα.
- Έτσι προήλθε και το όνομα **VSAT** (Very Small Aperture Terminal, Τερματικά Πολύ Μικρού Ανοίγματος)

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

5.1 ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ VSAT¹¹

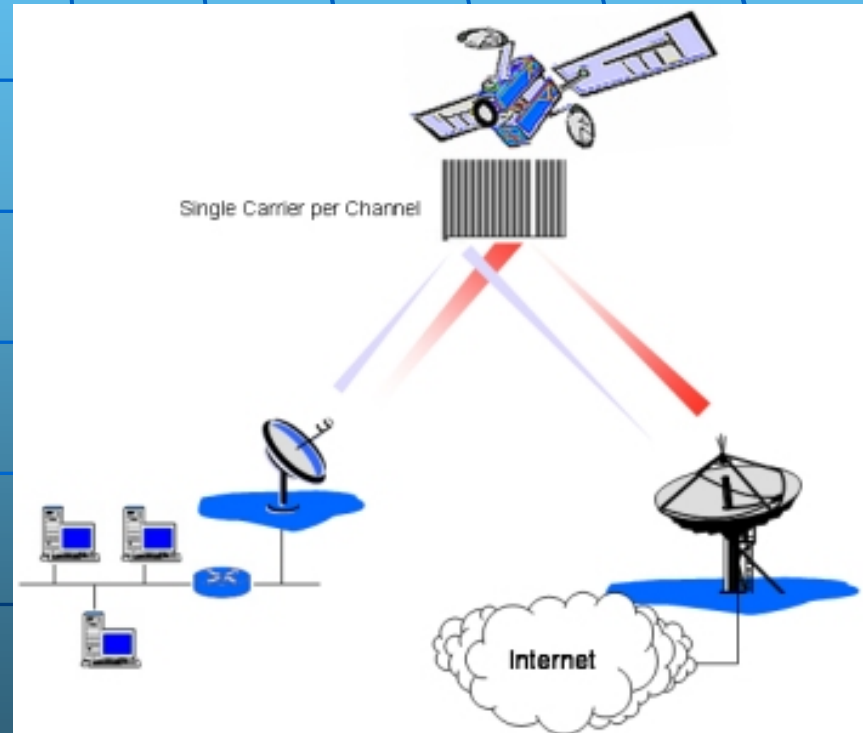
- Οι δύο βασικές κατηγορίες είναι τα δίκτυα **SCPC** (Single Channel per Carrier) ζεύξεων και τα **δίκτυα αστέρα**.
- Στα δίκτυα SCPC, οι επίγειοι σταθμοί συνδέονται απευθείας μέσω του δορυφόρου και είναι κατάλληλα για την μετάδοση φωνής και εικόνας διότι δεν εμφανίζουν σημαντικά προβλήματα καθυστέρησης.

¹¹ Διακονικολάου 232

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

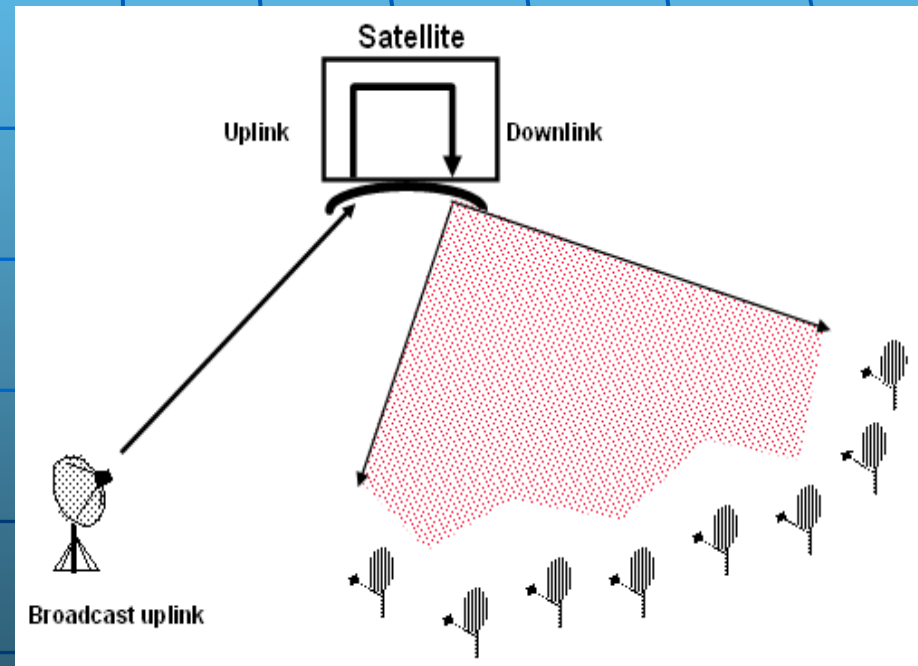
5.1.1 Τα δίκτυα **SCPC** χωρίζονται σε:

- Δίκτυα **σημείου προς σημείο** (point-to-point), όπου ένας σταθμός συνδέεται απευθείας με έναν άλλο μέσω ενός αποκλειστικού δορυφορικού καναλιού



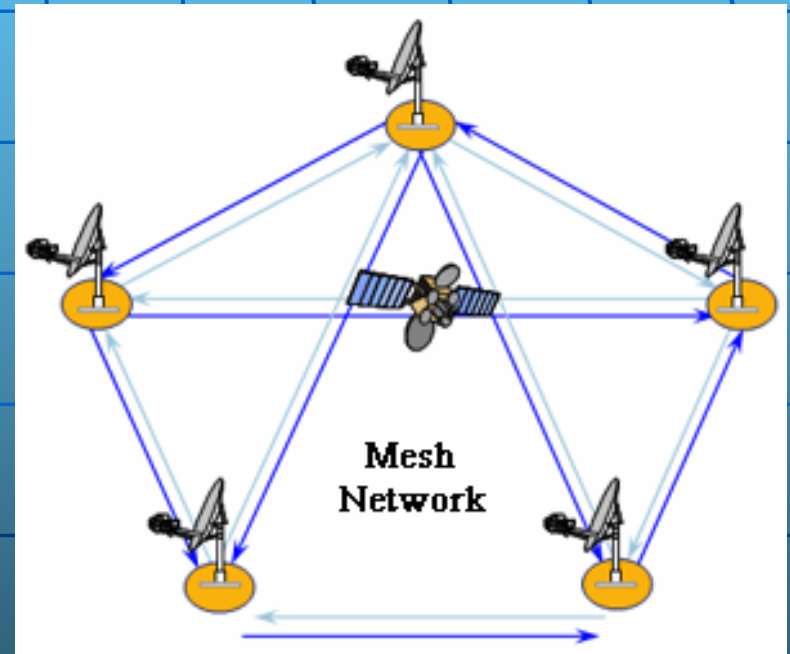
ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Δίκτυα **σημείου προς πολλαπλά σημεία** (point-to-multipoint), όπου ένας κεντρικός σταθμός συνδέεται με πολλούς σταθμούς



ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

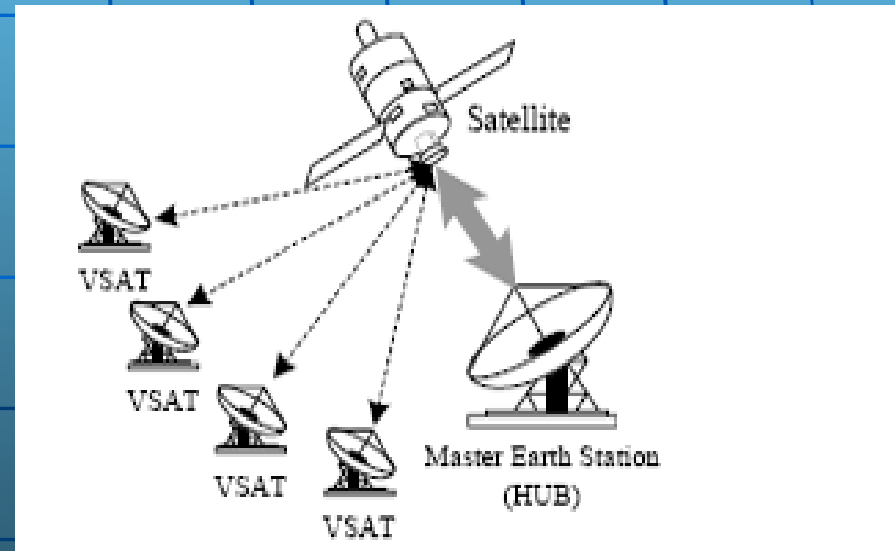
- **Δίκτυα πλέγματος** (mesh networks), όπου οποιοσδήποτε σταθμός μπορεί να επικοινωνήσει με οποιονδήποτε άλλον



ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

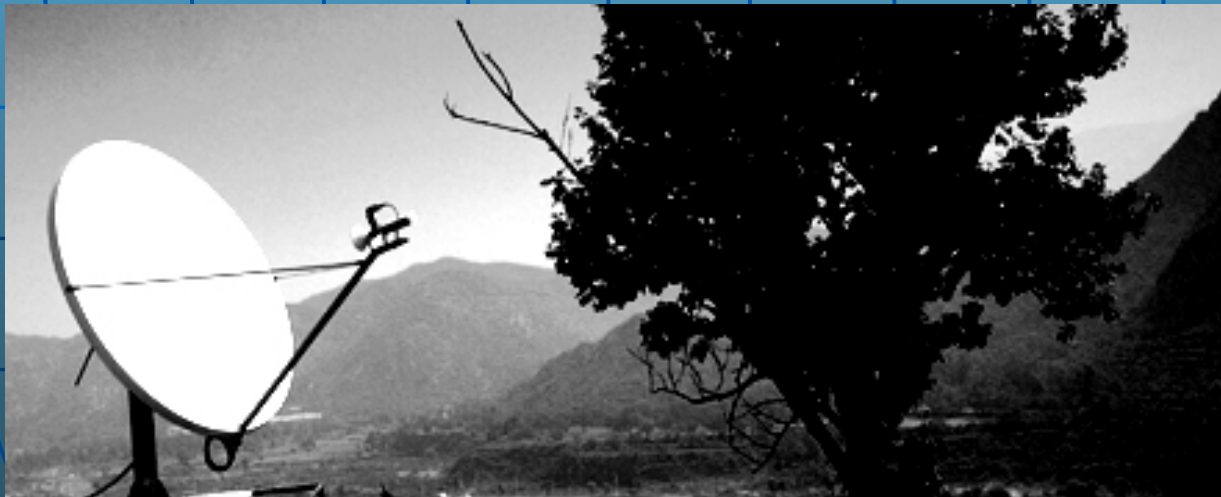
5.1.2 Τα δίκτυα αστέρα αποτελούνται από:

- τερματικά VSAT
- έναν επίγειο σταθμό, που λειτουργεί ως κομβικό σημείο (HUB), ο οποίος φέρει πολύ ισχυρό πομπό, διαθέτει δυνατότητες δρομολόγησης και χρησιμοποιεί σύνδεση υψηλής ταχύτητας με το ενσύρματο δίκτυο



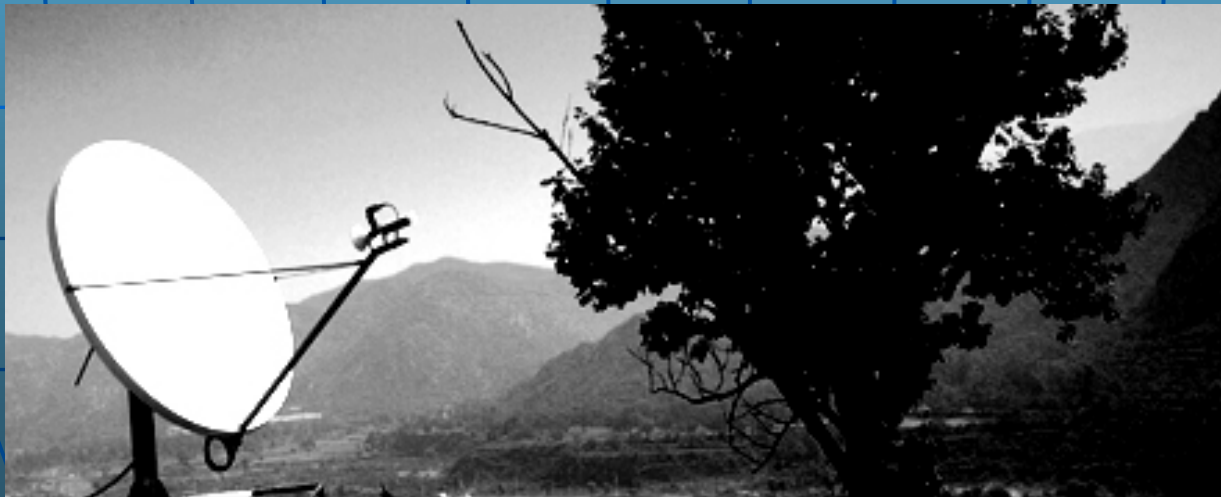
ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Τα VSAT λειτουργούν συνήθως σε συχνότητες 3-7 GHz (C band) και 10-15 GHz (Ku band).
- Υποστηρίζουν ζεύξεις με ρυθμούς δεδομένων από 9,6 Kbps έως 2 Mbps και η διάμετρος της κεραίας κυμαίνεται από 0,6 έως 2,4 m.



ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Το σημαντικότερο μειονέκτημα που παρουσιάζουν είναι η καθυστέρηση των 250ms ανάμεσα στη μετάδοση και τη λήψη, λόγω της χρήσης των GEO δορυφόρων.



ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Το συνηθέστερο πρωτόκολλο δικτύου που χρησιμοποιείται είναι το X.25
- Συνήθως χρησιμοποιούν σαν τεχνική προσπέλασης TDMA, ALOHA ή και συνδυασμό τους



ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

6. ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΗ ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

- Το δορυφορικό Internet μπορεί να υποστηρίξει ένα πλήθος εφαρμογών όπως είναι η Τηλεκπαίδευση, Τηλεϊατρική, VoIP, Web-browsing, Video over IP, Αυτόματες Ταμειακές Μηχανές (ΑΤΜ), διασύνδεση λογισμικού ERP, εγκατάσταση WiFi Hot Spots κ.τ.λ. γι' αυτό και είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για επιχειρήσεις που θέλουν να διασυνδεόνται με τα απομακρυσμένα υποκαταστήματά τους, ενώ είναι οικονομικότερη λύση από το ενσύρματο Internet για περιοχές και χώρες που έχουν παντελή έλλειψη επίγεια υποδομής

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Το Δορυφορικό Internet (Internet over Satellite), στοχεύει:

- Στην παροχή υψηλών ταχυτήτων μετάδοσης για τους χρήστες του.
- Εξασφάλιση ποιότητας υπηρεσίας (Quality of Service) με το χαμηλότερο δυνατό κόστος.
- Σύνδεση anytime/anywhere.

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

6.1 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ¹²

- Τα δορυφορικά συστήματα λειτουργούν είτε ως τμήματα του βασικού κορμού του Διαδικτύου, είτε ως δίκτυα πρόσβασης στο Διαδίκτυο. Παρακάτω περιγράφονται συνοπτικά τρεις από τις συνηθέστερες αρχιτεκτονικές

¹² Νικοπολιτίδης 312

ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

1. ΔΙΚΤΥΑ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ

- Τα δεδομένα που μεταδίδει ένας χρήστης αναμεταδίδονται μέσω δορυφόρου στην πλησιέστερη πύλη που διασυνδέει το δορυφορικό σύστημα με το Διαδίκτυο. Τα δεδομένα πλέον δρομολογούνται μέσω του επίγειου δικτύου κορμού, για να φτάσουν στην πύλη από την οποία ο δορυφόρος θα μεταδώσει τα δεδομένα στον τελικό προορισμό.

ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

2. ΔΙΚΤΥΟ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ/ΠΥΡΗΝΑ

- Οι δορυφόροι σε αυτή την περίπτωση έχουν τη δυνατότητα επεξεργασίας και μεταγωγής των δεδομένων που λαμβάνουν από τον χρήστη. Συμπεριφέρονται πιο «έξυπνα», δηλαδή μπορούν να επιλέξουν αν η μεταγωγή θα γίνει μέσω του επίγειου κορμού του Διαδικτύου ή αν θα γίνει εξολοκλήρου μέσω δορυφόρων.

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

3. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΑΣΥΜΜΕΤΡΗΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ

- Όπως ξέρουμε τόσο στον Παγκόσμιο Ιστό όσο και στην δορυφορική τηλεόραση το μέγεθος των δεδομένων που στέλνει ο χρήστης είναι αμελητέο μπροστά στο μέγεθος που λαμβάνει. Για να δει μια ιστοσελίδα αποστέλλει κάποια εκατοντάδες bits για να λάβει εκατομμύρια bits ήχου, εικόνας κτλ.

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Έτσι, στην ασύμμετρη πρόσβαση οι χρήστες στέλνουν τις εντολές τους μέσω του αργού τηλεφωνικού δικτύου και λαμβάνουν τα δεδομένα μέσω δορυφόρου.
- Επειδή συνδυάζει διαφορετικές τεχνολογίες αυτή η αρχιτεκτονική μπορεί να θεωρηθεί **υβριδικό σύστημα**.

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Στις πρώτες δύο περιπτώσεις η ζεύξη μεταξύ τερματικών και δορυφόρων είναι αμφίδρομη και καλείται "return channel by satellite (RCS)". Για την επίτευξη αυτής της επικοινωνίας έχουν αναπτυχθεί δύο πρότυπα¹⁸

- Το **DVB – RCS** (Digital Video Broadcast – Return Channel via Satellite) και
- Το **DOCSIS** (Digital Over Cable System Interface Specification)

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

6.2 ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ΣΤΟ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ INTERNET

- Η δρομολόγηση στα δορυφορικά δίκτυα αποτελεί μεγάλη πρόκληση και κυρίως σε αυτά που βασίζονται σε δορυφόρους LEO. Ο δορυφόρος LEO έχει πολύ μικρή περίοδο που είναι εμφανής στους ακίνητους χρήστες στη γη

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Για να διατηρηθεί μια συνεχής κάλυψη 24 ώρες, είναι πολύ σημαντικός ένας καλός σχεδιασμός του αστερισμού. Κάθε στιγμή θα πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον ένας δορυφόρος ορατός στο χρήστη.



ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Παρ' όλο που οι μεταβολές στην τοπολογία είναι συχνές, η περιοδικότητα της κίνησης των δορυφόρων καθιστά τις μεταβολές αυτές προβλέψιμες. Έτσι προτάθηκαν **δύο μοντέλα δρομολόγησης**¹³



¹³ Νικοπολιτίδης, 315

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- **1. DT - DVTR (Discrete Time - Dynamic Virtual Topology Routing, Δρομολόγηση διακριτού χρόνου δυναμικής ιδεατής τοπολογίας).**
- Αυτός ο αλγόριθμος κάνει πλήρη χρήση της περιοδικής φύσης των δορυφορικών αστερισμών. Διαιρεί την περίοδο περιστροφής του αστερισμού σε τμήματα έτσι ώστε:

ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- η τοπολογία να αλλάζει μόνο στην αρχή κάθε διαστήματος και να παραμένει σταθερή μέχρι το επόμενο χρονικό διάστημα. Σε κάθε διάστημα το πρόβλημα της δρομολόγησης είναι ένα πρόβλημα δρομολόγησης με στατική τοπολογία που μπορεί εύκολα να λυθεί.

2. VN (Virtual Node, Ιδεατοί κόμβοι)

- Ο στόχος αυτού του αλγόριθμου είναι η απόκρυψη των αλλαγών της τοπολογίας από τα πρωτόκολλα δρομολόγησης.
- Μια ιδεατή τοπολογία δημιουργείται, η οποία ορίζεται από ιδεατούς κόμβους οι οποίοι αντιστοιχίζονται στους πραγματικούς δορυφόρους.

ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Οι δορυφόροι μπορεί να κινούνται, αλλά η εικονική τοπολογία παραμένει σταθερή.
- Κάθε εικονικός κόμβος διατηρεί πληροφορίες της κατάστασης, συμπεριλαμβανομένων πινάκων δρομολόγησης και πληροφορίες χρηστών που ανήκουν στην περιοχή κάλυψης του ιδεατού κόμβου.

ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Καθώς ο πραγματικός δορυφόρος χάνει την οπτική του επαφή με το τερματικό και αντικαθίσταται από άλλον, ο ιδεατός κόμβος αναπαρίσταται από τον δεύτερο δορυφόρο, ο οποίος πλέον λαμβάνει όλες τις πληροφορίες.

ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Στην περίπτωση όμως της αρχιτεκτονικής ασύμμετρης πρόσβασης, όπου ουσιαστικά δεν υπάρχει αμφίδρομη σύνδεση, η δρομολόγηση γίνεται πιο περίπλοκο ζήτημα.
- Το επίπεδο σύνδεσης θα πρέπει να αποκρύπτει την ασυμμετρία από τα ανώτερα επίπεδα που είναι υπεύθυνα για τη δρομολόγηση.

ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Αυτό επιτυγχάνεται με τη δημιουργία μιας ιδεατής αμφίδρομης σύνδεσης μεταξύ χρήστη και δορυφόρου (**σήραγγα**) η οποία ενθυλακώνει τα πακέτα και τα προωθεί στο πρωτόκολλο δρομολόγησης μέσω της επίγειας σύνδεσης .

7. VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VoIP)¹⁴

- Άλλη μια ιδιαίτερα σημαντική υπηρεσία που υλοποιείται μέσω των δορυφορικών δικτύων είναι το Voice Over IP δηλαδή η τηλεφωνία μέσω Internet.



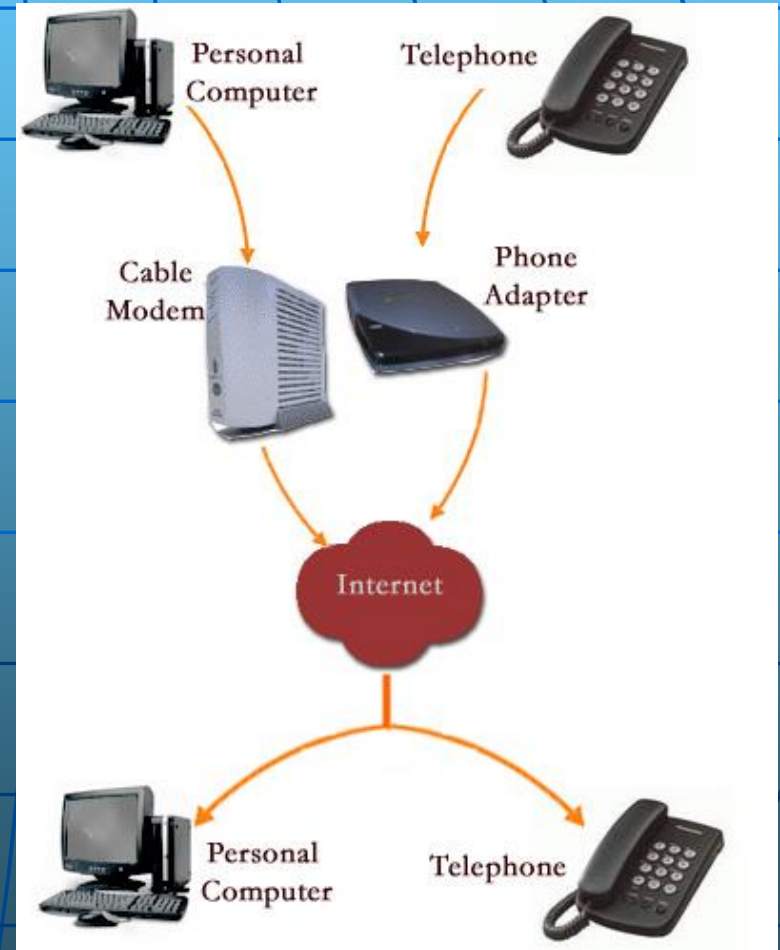
¹⁴ <http://en.wikipedia.org/wiki/VoIP>

ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Το VoIP διαχειρίζεται την φωνή όπως κάθε άλλη πληροφορία, δηλαδή την μετατρέπει σε πακέτα δεδομένων και την δρομολογεί. Για την πραγματοποίηση κλήσεων μέσω VoIP, ο χρήστης χρειάζεται είτε ένα πρόγραμμα τηλεφώνου που λέγεται SIP (Session Initiate Protocol) ή είτε ένα τηλέφωνο VoIP .

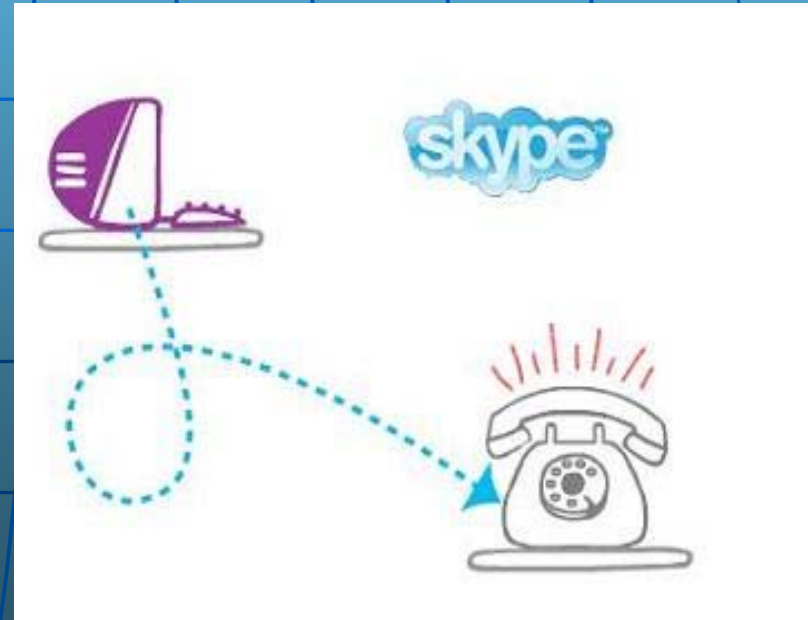
ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Έχει πολύ χαμηλό κόστος
- Η δρομολόγηση γίνεται μέσω δορυφόρων LEO γιατί προκαλούν τη μικρότερη καθυστέρηση



ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- **Δωρεάν κλήσεις VoIP μέσω των εφαρμογών Skype και MSN Messenger, Voice Discouter κτλ.**



8. ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ TCP

- Σε προηγούμενο κεφάλαιο μιλήσαμε για τα κυριότερα πρωτόκολλα στο Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων. Στο Επίπεδο Μεταφοράς τα δορυφορικά δίκτυα συνεχίζουν να χρησιμοποιούν το TCP/IP, όμως τα παρακάτω **χαρακτηριστικά** υποβαθμίζουν την απόδοσή τους σε μεγάλο βαθμό.

ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

8.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ¹⁵

- **Μεγάλο γινόμενο $\text{delay} * \text{bandwidth}$:**

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

¹⁵ Youguang Zhang, 136-138

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- **Μεγάλο Round Trip**, δηλαδή ο αποστολέας αργεί να καταλάβει αν ένα πακέτο έχει παραδοθεί και έτσι προκαλείται εσφαλμένη λήξη των προθεσμιών χρόνου (timeout)

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- **Λάθη Μεταφοράς (Transmission errors):**

Ο ρυθμός σφαλμάτων δυαδικών ψηφίων (Bit Error Ratios, BER) είναι τέτοιος (10^{-7} μέχρι 10^{-4} στην χειρότερη περίπτωση) που το TCP ενδέχεται να αποδώσει, εσφαλμένα, την απώλεια πακέτων σε συμφόρηση που δεν υφίσταται. Έτσι ελαττώνει τον αριθμό εξερχόμενων πακέτων χωρίς να υπάρχει πραγματική αιτία.

ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- **Η ασυμμετρία** που αναλύθηκε παραπάνω μπορεί επίσης να προκαλέσει καθυστερήσεις στο TCP
- **Η συμφόρηση** που συνήθως προκαλείται στις Πύλες που συνδέουν τους δορυφόρους με το επίγειο Internet, προκαλεί πολλαπλές αναμεταδόσεις

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

8.2 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ TCP ΣΤΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ¹⁶

- **TCP με επιλεκτική επιβεβαίωση** (Selective ACKs, SACK), ώστε ο αποστολέας να αναμεταδίδει τα πακέτα που πραγματικά χάθηκαν
- **TCP με συναλλαγή** (TCP for transaction, T/TCP), για τη μείωση της καθυστέρησης

ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- **Επίμονη σύνδεση TCP** (persistent TCP connection) μέσω της οποίας πραγματοποιούνται οι μικρές μεταβιβάσεις
- **Παραπλάνηση TCP** (spoofing): Ένας μεσάζοντας ("spoofers") παίζει το ρόλο του αποστολέα και του δέκτη. Το TCP νομίζει ότι είναι ο πραγματικός δέκτης, ο spoofers στέλνει πρόωρα acks και έτσι ο ρυθμός αποστολής αυξάνεται σημαντικά.

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

9. ΑΣΦΑΛΕΙΑ

- Η ασφάλεια αποτελεί γενικότερο πρόβλημα των ασύρματων επικοινωνιών λόγω της φύσης του ασύρματου καναλιού.

ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

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

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Τα τελευταία χρόνια μέσα στην προσπάθεια πρωτοτυποποίησης των πρωτοκόλλων για δορυφορικά δίκτυα εντάσσεται και η ανάπτυξη ενός πρωτοκόλλου ασφάλειας.

10. HELLAS SAT¹⁷

- Στις 13 Μαΐου του 2003 η Ελλάδα σε συνεργασία με την Κύπρο εκτόξευσε τον τηλεπικοινωνιακό δορυφόρο Hellas Sat που κατασκευάστηκε από τη γαλλική εταιρεία Astrium



¹⁷<http://spaceflightnow.com/atlas/av002/030512hellasat.html>

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Επιτρέπει την παροχή μιας σειράς τηλεπικοινωνιακών και τηλεοπτικών υπηρεσιών, όπως δορυφορικό Internet, συλλογή και διανομή ήχου, εικόνας και δεδομένων και ψηφιακή δορυφορική τηλεόραση.



ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Είναι εξοπλισμένος με 30 αναμεταδότες FSS που εκπέμπουν μέσω της Ku- band και η λήψη γίνεται με κεραιές μόλις των 60 εκατοστών.
- Κόστισε περισσότερα από 170 εκατομμύρια ευρώ (κατασκευή - εκτόξευση - ασφάλιση)

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Ο ΟΤΕ ελέγχει το 83,34% της κοινοπραξίας Hellas - Sat, ενώ το υπόλοιπο 16,66% κατέχουν οι: ΕΑΒ (3,93%), ΚΤΑ (3,84%), AvacomNET Services (8,50%) και Telesat (0,39%).



11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΤΑΣΕΙΣ

- Παρά το γεγονός ότι αντιμετωπίζουν ισχυρό ανταγωνισμό από τις επίγειες τεχνολογίες και σημαντικά προβλήματα από την αγορά, τα δορυφορικά συστήματα είναι σε θέση να εξυπηρετήσουν χρήστες που είναι διασκορπισμένοι σε ολόκληρη την υφήλιο.

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Είναι η οικονομικότερη και γρηγορότερη λύση για περιοχές με ανύπαρκτα ενσύρματα δίκτυα (π.χ. πολλές χώρες του Τρίτου Κόσμου) και φυσικά η μοναδική λύση για κινητούς χρήστες όπως πλοία, αεροπλάνα κτλ.

ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Παρ' όλ' αυτά είναι πολύ δύσκολο να προβλέψουμε τι πορεία θα έχουν τα επόμενα χρόνια, καθώς όπως ξέρουμε, ό,τι πρόβλεψη έχει γίνει πριν λίγες δεκαετίες για την εξέλιξη της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών έχει αποτύχει δραματικά!

ΔΟΥΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Μπορούμε όμως να διαβλέψουμε κάποιες **τάσεις** όπως:

- Παγκοσμιοποίηση της βιομηχανίας τηλεπικοινωνιών
- Τάση ενάντια στα κρατικά μονοπώλια και δημιουργία πιο ανταγωνιστικής αγοράς
- Αύξηση ζήτησης για σύνδεση anytime/anywhere
- Αυξημένη χρήση του DVB protocol
- Οι χρεώσεις πλέον δεν θα εξαρτώνται από το χρόνο και την απόσταση αλλά μόνο από το χρόνο ή τα bit

ΔΟΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Chartrand M. (2004), *Satellite Communication for non-specialists*, Spie Press, Washington
- Διακονικολάου Γ. (2007), *Επιχειρησιακή Διαδικτύωση*, Κλειδάριθμος, Αθήνα
- Kota S., Pahlavan K, Leppanen P. (2004), *Broadband Satellite Communications for Internet Access*, Kluwer Academic Publishers
- Maini A., Agrawal V. (2007), *Satellite Technology, Principles and Applications*, Wiley
- Νικοπολιτίδης Π. (2006), *Ασύρματα Δίκτυα*, Κλειδάριθμος, Αθήνα
- Stallings W. (2002) *Wireless Communications and Networks*, Prentice-Hall, New- Jersey
- Youngguang Zhang, (2003), *Internet Working and Computing over Satellite Networks*, Kluwer Academic Publishers

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

URL's

- <http://octopus.gma.org/surfing/>
- <http://www.geo-orbit.org/>
- <http://www.satnews.com/glossary.shtml>
- <http://personal.ee.surrey.ac.uk/Personal/L.Wood/constellations/>
- <http://spaceflightnow.com/atlas/av002/030512hellassat.html>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/VoIP>
- <http://www.doriforikanea.gr/arxeio/lexico.html>
- http://www.fas.org/spp/military/docops/army/comsat/Csfinweb.htm#BM4_1