

Universitatea Politehnica Bucuresti
Facultatea de Electronica, Telecomunicatii si Tehnologia Informatiei

Sateliti de comunicatii

Studenti: Bulgaru Andrei

Simion Iulian

Bucheru Bogdan

Grupa: 443A

Anul universitar

2014-2015

Cuprins

Bulgari Andrei

Simion Iulian

Bucheru Bogdan

- { 1. Introducere
- 2. Tipuri de sateliti si moduri de functionare
- { 3. Transponderi:
 - Tipuri de semnale
 - Performante ale semnalelor
 - Consecinte ale intarzierilor
- { 4. Sateliti vs Fibra optica
- 5. Concluzii
- 6. Bibliografie

1. Introducere

Dezvoltarea satelitilor de comunicatii a inceput in anii 1950 - 1960, cand s-a incercat construirea sistemelor de telecomunicatii pe baza reflectarii semnalelor de catre baloanele meteorologice metalizate. Dezavantajul acestor baloane meteorologice era ca semnalele receptionate erau prea slabe pentru a fi folosite. Marina S.U.A. a folosit satelitul natural al pamantului, luna, pe post de balon meteorologic permanent, construind pe baza reflectarii semnalelor decat re luna, un sistem operational pentru comunicatii nava-tarm.

Dezvoltarea in domeniul comunicatiilor celeste a fost pus in asteptare pana la lansarea primului satelit de telecomunicatii in 1962, acesta avand avantajul ca poate amplifica semnalele inainte de a le transmite inapoi.

Proprietatile satelitilor de telecomunicatii este ca acesta poate fi gandit ca un mare repetor de microunde. Contine multe dispozitive de receptie - transmisie automata, fiecare ascultand pe o anumita portiune de spectru, amplificand semnalul receptionat si apoi il redifuzeaza pe o alta frecventa pentru evitarea interferentei cu semnalul receptionat. Unda descendenta poate fi difuzata pentru acoperirea unei fractiuni substantiale din suprafata pamantului sau poate fi concentrata, caz in care va acoperi numai o zona de cateva sute de km in diametru, procedeu supranumit si teava indoita (bent pipe).

Pentru a maximiza perioada de transmitere a semnalului, un satelit trebuie sa fie cat mai sus. Spre exemplu, in apropierea suprafetei pamantului, perioada de transmisie este de aproximativ 90 de min. Asadar satelitii cu orbita mai mica dispar din raza vizuala destul de repede, necesitand un numar mai mare de sateliti pentru o acoperire continua.

Foarte important pentru un satelit este perioada de transmisie, dar nu este singurul criteriu in determinarea locului in care va fi plasat satelitul. Un alt criteriu este prezenta centurilor Van Allen, straturi de particule foarte incarcate prinse in campul magnetic al pamantului. Acesti factori conducand la formarea a 3 regiuni in care satelitii pot fi plasati in siguranta pentru maximizarea timpului de transmisie, regiunea de altitudine maxima (35.000 km), centura Van Allen superioara si centura Van Allen inferioara.

2. Tipuri de sateliti

Clasificarea orbitelor

- a) Circulare sau eliptice
 - Circulara cu centru in centrul pamantului
 - Eliptica cu un centru de focalizarea in centrul pamantului
- b) Orbita in jurul pamantului in diferite plane
 - Orbita ecuatoriala
 - Orbita polară
 - Orbite inclinate
- c) Altitudinea satelitilor
 - Orbita geostationara (GEO)
 - Orbita la inaltime medie (MEO)
 - Orbita la inaltime mica (LEO)

In functie de aceasta clasificare a altitudinii satelitilor fata de pamant se pot clasifica si satelitii cu nume omonim:

- Sateliti geostationari

In anul 1945, s-a calculat ca un satelit aflat la o altitudine de 35.800 km pe o orbita ecuatoriala circulara apare ca strationar pe cer, nefiind necesara urmarirea lui. Teoriile au mers mai departe si au descris un sistem complet decom unicare care folosea acesti sateliti geostationari, inclusiv orbitele lor, panourile fotovoltaice, frecventele radio si procedurile de lansare. Din pacate, s-a ajuns la concluzia ca satelitii nu erau o solutie practica datorita imposibilitatii de a lansa pe orbita amplificatoare cu tub catodic, datorita fragilitatii acestora si consumului ridicat de energie, si s-a renuntat la aceasta idee.

Inventarea tranzistorului a schimbat toate acestea si a fost lansat primul satelit artificial de telecomunicatii, Telstar, in iunie 1962. Aceasta lansare a transformat satelitii pentru comunicatii in afaceri de miliarde de dolari si totodata singurul aspect al exploatarii spatiului cosmic a devenit foarte profitabil. Acesti sateliti care zboata la altitudini ridicate sunt deseori numiti GEO (Geostationary Earth Orbit).

Perioada de revolutie a unui satelitgeostationar este de 24 de ore, iar viteza sa de 3,7 km/s. Satelitii aflati pe orbite geostationare trebuie sa fie foarte mari pentru a putea receptiona puteri foarte scazute si a emite cu puteri mari . Din cauza distantei foarte mari intre sol si satelit apar intarzieri importante ale semnalului(270 ms), care pot fi extrem de suparatoare in cazul transmisijnilor in timp real(convorbiri telefonice). Acestia nu pot acoperi zonele polare(peste 80 grade altitudine).

- Satelitii de altitudine medie

La altitudini mai joase, intre cele doua centuri Van Allen, se gasesc satelitii MEO (Medium-Earth Orbit). Din punct de vedere al observarii de pe pamant,acesti sateliti se deplaseaza lent in plan longitudinal, iar un ocol complet al pamantului dureaza aproximativ 6 ore si au o intarziere medie de 50 ms. Ca si dezavantaje, acestia trebuie urmariti in timp ce trec pe deasupra Pamantului, si din pricina altitudinii mai mici decat satelitii GEO, au o raza mai mica de actiune, fiind nevoie de emitatoare mai putin puternice pentru a se face legatura cu ei. Acest tip de sateliti, care formeaza o retea de 24 de sateliti ce orbiteaza in jurul pamantului la o altitudine de aproximativ 18.000 km, nu sunt folositi pentru telecomunicatii, ci pentru sistemele GPS(Global Positioning System).

- Satelitii de joasa altitudine

Coborand in altitudine gasim satelitii LEO (Low-Earth Orbit). Pentru realizarea unui sistem complet este nevoie de multi astfel de sateliti, datorita miscarii lor rapide. Avantajul acestui tip de sateliti este acela ca nu au nevoie de multa putere datorita apropiierii lor de Pamant(500 – 1500 km), iar intarzierile de transmitere dus-intors sunt de 5 - 15 ms. Pot opera pe orbite multiple la frecvente de 800MHz. Un dezavantaj al lor este durata scurta de viata(5 ani fata de 15 pentru GEO).

Orbite	LEO	MEO	GEO
Perioada orbitala	1.5 – 2 ore	5 – 10 ore	24 ore
Altitudinea	500 – 1500 km	8000 – 18000 km	35863km
Durata vizibilitatii	15 – 20 min/tura	2 – 8 ore	Permanent
Elevatie	Variatii rapide; unghiuri mari si mici	Variatii slabe; unghiuri mari	Fara variatii; unghiuri mici la latitudini mari
Intarziere de propagare la un tur complet	Cateva milisecunde	Zeci de milisecunde	≈250 ms
Exemple de sisteme	Iridium Globalstar Teledesic Skybridge Orbcomm	Odyssey Inmarsat	Intelsat Intersputnik Inmarsat

Proiectul Iridium a fost conceput de Motorola în anul 1990 și a implicat lansarea a 77 de sateliți de joasă altitudine, deși se evita folosirea acestora datorită miscării lor rapide. Planul a fost revizuit pentru a folosi doar 66 de astfel de sateliți și a fost redenumit Dysprosium. Conceptul de la baza acestui proiect era că în momentul în care un satelit dispăr din campul vizual, altul ar putea să îl ia locul. Proiectul celor de motorola a determinat că și alte companii de telecomunicări să se implice în cursa de cucerire a spațiului pentru sateliți de joasă altitudine.

Sateliții Iridium au fost lansati în anul 1997 și au inceput să transmită în anul 1998. Din pacate dimensiunile ridicate a aparatelor care puteau să folosească acești sateliți au dus la colapsul proiectului. Dupa ce au fost cumpărate în anul 2001 de un investitor, serviciile Iridium au fost repornite.

Principalul scop al acestui sistem este de a furniza servicii mondiale de telecomunicări, folosind sisteme portabile care să asigure comunicare directă cu sateliții Iridium. Sistemul furnizează servicii vocale, de date, paging, fax și navigare, oriunde pe planșă, printre principalii clienți numărându-se industria maritimă, aviatica și de exploatare de petrol, cât și persoane fizice. Sateliți Iridium sunt la o altitudine de 750 km pe orbite polare circulare și sunt necesare 6 coliere de sateliți pentru a asigura o acoperire totală a planșului. Fiecare satelit are o capacitate de 3840 de canale sau 253.440 în total. O parte dintre acestea sunt folosite pentru paging și navigare, altele fiind folosite pentru date și voce.

Cea mai interesanta proprietate a acestor sateliti este ca pot asigura o legatura intre clienti aflati la distanta prin transmiterea datelor intre sateliti.

Proiectul Teledesic a fost conceput pentru utilizatorii de internet din intreaga lume, asigurandu-le acestora o largime de banda cat mai ridicata.

A fost conceput in 1990 de catre Craig McCaw si Bill Gates, fiind nemultumiti de largimea de banda a internetului oferit de companiile de telefonie. Scopul acestui sistem este sa ofere utilizatorilor internet care acceseaza simultan o legatura ascendenta de pana la 100Mbps si o legatura descendentă de pana la 720Mbps, prin intermediul unei antene mici si fixe de tip VSAT, ocolind total sistemul telefonic

Proiectul original era alcătuit dintr-un sistem format din 288 de sateliti cu raza mica de actiune, fiind pozitionati in 12 planuri imediat sub centura Van Allen la o altitudine de 1350km. Ulterior proiectul a fost reconcepuit pentru 30 de sateliti cu raza mare de actiune. Sistemul functioneaza prin comutarea de pachete in spatiu, fiecare satelit fiind capabil sa intercomunice. Cand utilizatorul are nevoie de latime de banda pentru a trimite pachete, aceasta este ceruta si alocata dinamic in aproximativ 50 msec. Sistemul a fost programat sa intre in functiune in anul 2005.

3. Transponderi

Un transponder de satelit de comunicări este o serie de unități interconectate care formează un canal de comunicare între antenele de primire și cele de transmisie. Este utilizat în principal în comunicatiile de sateliti pentru a transfera semnalele recepționate.

Un transponder este de obicei compus din:

- Un dispozitiv de limitare a benzii de intrare(un filtru trece bandă)
- Un amplificator de semnal (LNA), conceput pentru a amplifica semnalele primite de la stația de la sol(care în mod normal sunt foarte slabe, din cauza distanțelor mari)
- Un traducător de frecvență (mod normal, compuse dintr-un oscilator și un mixer de frecvență) folosit pentru a converti frecvența semnalului primit la frecvența cerută pentru semnalul transmis
- Un dispozitiv care lasa sa treaca anumite frecvente, iar pe cele peste limita le atenuaza.

- Un amplificator de putere (acest lucru poate fi un tub de călătorie val sau un amplificator stare solidă)

Cei mai multe sateliți de comunicare sunt statii radio în orbită, și transporta zeci de transpondere, fiecare cu o lățime de bandă de zeci de megahertz. Cele mai multe transpondere funcționează pe un principiu "bent pipe", trimisind înapoi la pământ de ceea ce receptionează, facand doar o amplificare și o trecere de la uplink la frecvență downlink. Cu toate acestea, unii sateliți moderni folosesc procesarea on-board, implicând demodularea semnalului, decodarea, re-codificarea și modularea la bordul satelitului. Acest tip, numit un transponder "de regenerare", are multe avantaje, dar este mult mai complexă.

Cu compresie a datelor și multiplexare, mai multe cadre video (inclusiv video digitale) și canale audio se pot transmite printr-un singur transponder pe un singur purtător de bandă largă.

Video-ul analogic original a avut doar un singur canal pe transponder, cu purtători pentru audio și serviciu de identificare automata a transmisiei. Statiile radio nemultiplexate pot transmite de asemenea într-un singur canal pe modul purtător (SCPC), cu mai multe purtătoare (analogice sau digitale) pe transponder. Acest lucru permite fiecărei stații să transmită direct la satelit, decat să platească pentru un transporter complet, sau să folosească linii terestre pentru a trimite pachetele către alte stații terestre pentru multiplexarii.

NASA distinge între un "transponder" și o transmisiune "emisie-recepție", în cazul în care acesta din urmă este pur și simplu un transmițător și receptor transmise în aceeași unitate, iar transponderul derivă frecvența purtătoare de transmisie de la semnalul primit. Aceasta legătura permite unei stații terestre o interogare pentru recuperarea efectului Doppler, și prin urmare de a cunoaște și viteza semnalului fără alocarea de putere suplimentară pentru un semnal separat.

- Consecințe ale întârzierilor

Întârzierile aparute la transmisia datelor prin satelit sunt cel mai usoare să fie observate atunci când un prezentator de stiri într-un studio vorbește cu un reporter într-un loc îndepărtat. Semnalul călăorește de la newsreader prin satelit de comunicare situat în orbită geostationară la reporter și apoi se duce tot drumul înapoi spre orbită geostationară și apoi la studio, rezultând o călătorie de câteva sute de mii de kilometri. Acest decalaj este ușor de observat, chiar dacă semnalul se deplasează cu viteză luminii, fiind nevoie de încă aproximativ o jumătate de secundă pentru a parcurge această distanță, aici

neincluzandu-de si latentele care se produc in interiorul echipamentelor de comunicatii.

Orbita joasă a Pământului este folosit uneori pentru a reduce această întârziere, în detrimentul unei localizari a satelitului mai complicata și solicitarea mai multor sateliti pentru a asigura o zona de acoperire continua.

4. Sateliti vs Fibra optica

O comparatie intre comunicatiile prin satelit si comunicatiile terestre este instructiva. In urma cu ceva timp se credea ca in viitor vom utiliza in principal comunicatiile prin satelit. Evolutia sistemului telefonic a fost lenta inulti mii ani si nu da semnale cum ca s-ar schimba prea mult in urmatorii ani. Evolutia lenta se datoreaza in principal mediului inconjurator, in care companiile de telefonie li se cerea sa furnizeze servicii vocale de calitate la un pret rezonabil in schimbul unui profit garantat al investitiilor lor.

Introducerea competitiei a determinat companiile de telefonie sa inlocuiasca retelele exploataate un timp indelungat cu fibra optica si au introdus servicii cu latimi de banda ridicata, determinand astfel incetarea facturarii cu sume mari a utilizatorilor aflati la distante mari, pentru a subveniona utilizatorii locali.

Aceste masuri au dat un impuls infrastructurii legaturilor terestre pe fibra optica. Cu toate acestea satelitii de comunicatii au unele avantaje pe piata, pe care fibra optica nu le are.

Desi o singura fibra optica are mai multa latime potentiala de banda decat toti satelitii lansati vreodata, aceasta latime de banda nu este disponibila tuturor utilizatorilor. Fibra optica instalata la ora actuala este folosita in sistemul telefonic pentru gestiunea simultana a mai multor apeluri de distanta lunga si nu pentru a furniza utilizatorului individual latime de banda ridicata. In cazul satelitilor, un utilizator poate ocupa sistemul telefonic prin instalarea unei antene pe acoperisul unei cladiri.

Un alt avantaj al satelitilor asupra fibrei optice sunt comunicatiile mobile. Lumea este in continua miscare si fiecare isi doreste portabilitate, portabilitate pe care fibra optica nu o poate asigura. Aceasta cerere a dus la evolutia telefoniei mobile prin combinatia dintre celulele radio si fibra optica, satisfacand majoritatea utilizatorilor.

O nisa esentiala este reprezentata de situatiile in care este esentiala difuzarea. Un mesaj transmis de catre un satelit poate fi receptionat simultan pe mai multe statii terestre. De exemplu in transmisiunea de date private catre utilizatori aflati la distante mari, este mai ieftina transmisiunea prin sistemul unui satelit decat transmiterea prin fibra optica.

Un alt aspect important al comunicatiilor prin satelit o reprezinta accesibilitatea in locuri cu teren greu accesibil sau infrastructura nedezvoltata. Un exemplu concret este in Indonezia, unde s-a preferat folosirea unui satelit pentru traficul telefonic intern, fiind mai simplu decat intinderea a mii de cabluri submarine intre cele aproximativ 13.000 de insule din arhipelag. De asemenea, in unele locuri unde dreptul de instalare a fibrei optice este dificil de obtinut si pretul este nejustificat de mare, a dat un impuls dezvoltarii comunicatiilor prin satelit.

In situatiile in care instalarea echipamentelor de comunicatii trebuie facuta rapid, satelitii au un mare avantaj asupra fibrei optice.

Asadar, competitia dintre sistemul de comunicatii prin satelit si cel prin fibra optica a dus la o combinatie de fibra optica si celule radio, iar pentru utilizatorii specializati se va pastra infrastructura satelitilor. Economia va dicta competitia dintre cele doua sisteme de transmisiune. Pretul practica de companii si progresul tehnologic va reduce costul de instalare a unui sateli sau daca vor deveni populari satelitii de joasa altitudine, este posibil ca fibra optica sa piarda pozitia de lider.

5. Concluzii

Satelitii au ajuns sa fie indispensabili pentru tehnologia actuala. Domeniile lor de aplicare au evoluat in timp de la transmisiunea de voce si internet pana la transmiterea si captare informatiilor legata de vreme si localizare, disponibile pentru majoritatea utilizatorilor.

Dezvoltarea sistemelor de transmitere a pachetelor de date prin intermediul retelei de sateliti a dus la dezvoltarea telefoniei mobile prin combinarea transmisiunii prin fibra optica cu transmisiunea prin sateliti. Evolutia portabilitatii si economia au impins ca furnizorii de servicii de date sa adopte chiar si sisteme duale de comunicare, in care utilizatorul poate comuta pe serviciul oferit de satelit cand se afla in afara ariei de acoperire a

retelei terestre. Orice utilizator poate emite sau receptiona pachete de date direct prin satelit, in absenta acoperirii retelei terestre.

Un avantaj al transmisiunii prin satelit este posibilitatea de a acoperi o arie de utilizare simultana. Adica practic putem vorbi de o legatura multitudinii. O statie emitatoare poate sa-si improvizeze emisia urmarind semnalul receptionat. In principiu 3 sateliti geostationari care acopera fiecare 120 grade de latitudine teoretic intreaga suprafata terestra. Problema principală este necesitatea unei puteri foarte mari de emisie, dimensiuni mari ale cuantelor si costuri de lansare si intretinere. Ca alternativa se utilizeaza sateliti de joasa altitudine plasati la 700-1500km (puteri de emisie necesare sunt mult mai mici si acopera arii restranse).

Alte avantaje ale utilizarii transmisiilor prin satelit sunt:

- Sistemul global multifunctional: interfete intre toate sistemele terestre mobile existente: GSM, AMPS, NMT, DCS, IS-95
- Sistemul global care sa cuprinda si accesul la internet, videoconferinte si multimedia

6. Bibliografie

- 1.Tanenbaum, Andrew S. - Retele de Calculatoare, 4th Ed.;
- 2.Roddi, Dennis (2001). *Satellite Communications* (3rd ed.). New York: McGraw Hill;
- 3.M. Brian Blake (December 2003). "Coordinating Multiple Agents for Workflow-Oriented Process Orchestration"