

SISTEME DE COMUNICAȚII MOBILE SATELITARE

INTRODUCERE

Semnificația termenului “comunicații mobile satelitare”

➤ sunt sisteme de radiocomunicații concepute pentru:

- vehicule terestre
- avioane
- nave
- terminale portabile

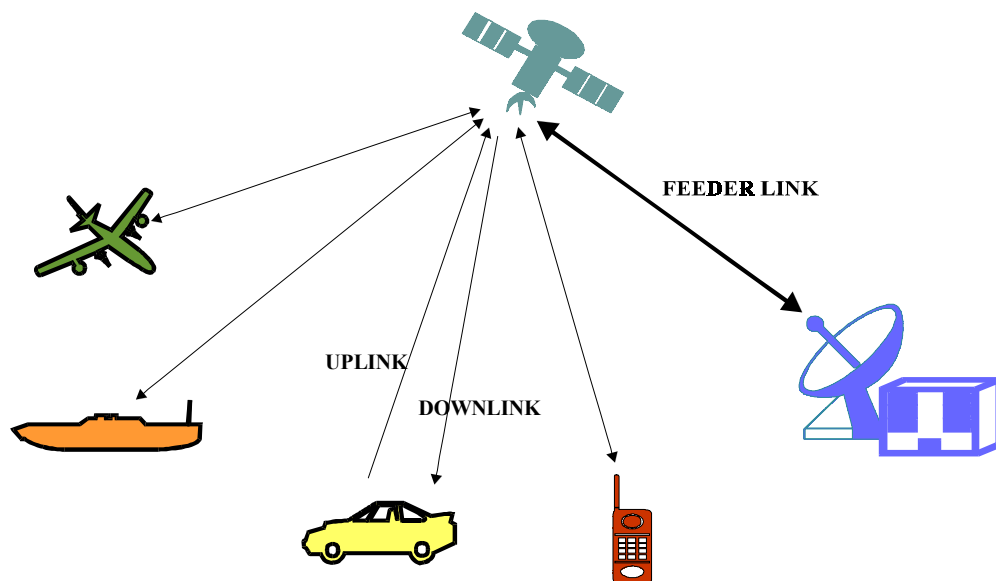


Fig. 1. Conceptul de comunicații mobile satelitare

➤ constau, în esență, din

- unul sau mai mulți sateliți,
- una sau mai multe stații de sol fixe (**gateway Earth station**)
- stații mobile
- deserveșc fie întreaga suprafață a Pământului (**globale**), fie anumite zone geografice (**zonale**).

Termeni utilizați

- legătura de comunicații de la Pământ la satelit se numește **traiect ascendent (uplink)**,
- de la satelit la Pământ → **traiect descendent (downlink)**,
- legătura satelit-stație de sol fixă (gateway) → **feeder-link**.
- Comunicațiile sunt de tip bidirecțional și se transmit:
 - semnale vocale
 - date
 - telex
 - facsimil.
- **Radiodeterminarea** este un sistem bidirecțional care permite mobilului să își cunoască poziția geografică. De asemenea, poziția este cunoscută și de alte stații (de exemplu stațiile fixe de sol).
- **Radionavigația** este un sistem unidirecțional de la mobil la satelit sau invers care îi permite mobilului să stabilească drumul optim până la destinație. Mobilul este singurul care își cunoaște poziția.

EVOLUȚIA COMUNICAȚIILOR PRIN SATELIT

Generația I:

- de la mijlocul anilor '60 până la mijlocul anilor '70
- sateliții erau de dimensiuni mici și puterea pe care o transmiteau spre Pământ era redusă.
- dimensiunile antenelor stațiilor terestre trebuiau să fie foarte mari (în jur de 30 m diametrul) pentru a obține câștiguri suficient de bune. Este lesne de înțeles faptul că aceste antene trebuiau fixate pe sol.
- primul satelit INTELSAT (cunoscut sub numele "Early Bird" și lansat în 1965) cântărea 40 de kilograme pe o orbită geostaționară.

Generația II

- anii '80 până în prezent
- dimensiunile sateliților și ale antenelor cu care aceștia erau echipați au crescut, ceea ce le-a permis să lucreze cu puteri mai mari.
- diametrele antenelor stațiilor de sol s-au micșorat, ajungând la valori de ordinul metrilor.
- **VSAT (very small aperture terminals).**
- Sateliții de la INTELSAT-VII cântăresc 1500 de kilograme pe orbită, iar diametrul antenei terestre este mai mic de 2 metri.
- aceste antene erau, totuși, prea mari pentru a putea fi instalate pe mobile cum sunt avioanele sau automobilele.

Programe de cercetare și dezvoltare:

- **MSAT-X în Statele Unite,**
- **MSAT în Canada,**
- **PRO-SAT în Europa**
- **ETS-V în Japonia.**
- 1982, The International Maritime Satellite Organization (INMARSAT) a demarat o serie de servicii de comunicații prin satelit în domeniul marinei comerciale în oceanele Atlantic, Pacific și Indian.
- Ulterior aceste servicii au fost extinse și în domeniul aviației și al transporturilor terestre.

Generația III:

- în secolul 21 → **sistemele personale de comunicații prin satelit:** fiecare individ va putea accesa direct satelitul pentru a stabili un canal de comunicație cu ajutorul unui terminal de mână.
- se preconizează utilizarea benzilor de frecvențe foarte înalte (banda Ka - 30/20GHz, 47/44GHz și unde milimetrice).

Programe tipice în acest sens:

- **Advanced Communication Technology Satellite (ACTS) în Statele Unite**
- **Communication And Broadcasting Engineering Test Satellite (COMETS) în Japonia.**

Sisteme de comunicații personale prin satelit; GEO sau LEO?

- În cazul comunicațiilor personale prin satelit, terminalele ‘handheld’ operează cu puteri de emisie mici, iar antenele lor au câștiguri reduse.
- **GEO – Geostationary Earth Orbit**
 - **orbită geostaționară** = orbita unui satelit sincron care se rotește pe o orbită circulară în sensul de rotație al Pământului în planul ecuatorial al acestuia la altitudinea de 35800 km;
 - perioada de revoluție a unui satelit geostaționar este de 24 ore iar viteza sa de 3,7 km/s;
 - sateliții aflați pe orbite geostaționare trebuie să fie foarte mari pentru a putea recepționa puteri foarte scăzute și a emite cu puteri mari;
 - din cauza distanței foarte mare între sol și satelit apar întârzieri importante ale semnalului care pot fi extrem de supărătoare în cazul transmisiunilor în timp real (convorbiri telefonice).
 - nu pot acoperi zonele polare (peste 80 grade latitudine)
- În ultimii ani au fost propuse soluții pentru folosirea sateliților non-geostaționari.
- Noile soluții sunt cunoscute sub denumirile:
 - **LEO - Low Earth Orbit**
 - grup de sateliți cu orbite circulare de altitudini joase (500 km – 1500 km)
 - **MEO - Medium Earth Orbit (ICO – Intermediate Circular Orbit).**
 - grup de sateliți cu orbite circulare de altitudini medii (5000 km – 12000 km altitudine).
- În cazul acestor sisteme atenuările de propagare și întârzierea semnalului au valori mici.

Tabelul 1. Principalele caracteristici ale sistemelor de tip GEO, LEO și MEO

	GEO	LEO	MEO
Sistem			
Frecvența	banda Ka, unde milimetrice	800 MHz, banda L, banda S	800 MHz, banda L, banda S
Acoperire	regională sau globală exceptând zonele polare	globală incluzând zonele polare	globală incluzând zonele polare
Tipul orbitei	Circulară	circulară	circulară
Număr de orbite	1	multiple	multiple
Număr de sateliți	Mic	mare	mare
Comutație între sateliți	Nu	Da	Da
Timp de întârziere	270 milisecunde	5 - 15 milisecunde	20 - 80 milisecunde
Satelit			
Altitudine	35800 km	500 - 1500 km	5000 - 12000 km
Greutate	>1500 kg	< 800 kg	< 1000 kg
Antena	10 - 30 metri	< 5 metri	< 10 metri
EIRP	mare	mică	medie
Procesare la bord	Necesară	sofisticată	sofisticată
Perioadă de revoluție	24 ore	ore	ore
Timp de vizibilitate	24 ore	zeci de minute	zeci de minute - ore
Durată de viață	12 - 15 ani	5 - 8 ani	până la 12 ani
Terminal mobil			
Volum	portabil (Handy)	de mână (Handheld)	de mână (Handheld)
Antenă	Direcțională, cu urmărire a satelitului	omnidirecțională	omnidirecțională
Protecție la efectul Doppler	Da (frecvențe mari)	Da (sateliți în mișcare)	Da (sateliți în mișcare)

- **HEO - Highly Inclined Elliptical Orbit.**
 - sateliții se găsesc pe orbite eliptice în jurul Pământului, orbite care prezintă un apogeu și un perigeu.
 - dezavantajul acestor sisteme constă în faptul că atunci când satelitul se află în apropierea apogeeului distanța Pământ- satelit este foarte mare (40000 km).

Proceduri de reglementare folosite în implementarea sistemelor de comunicații mobile prin intermediul sateliților.

- Implementarea unui sistem de comunicații mobile prin satelit, care operează cu sateliți de tip LEO, MEO sau GEO, necesită trimiterea către **ITU-R (International Telecommunication Union-Radiocommunication Department)** cu cel puțin cinci ani înainte de introducerea sistemului, a unor informații cu privire la:
 - banda de frecvență ce urmează a fi folosită;
 - tipul de modulație al semnalului;
 - tipurile de antene, sateliți și stații terestre folosite.
- În cadrul unor comitete internaționale se stabilesc toate detaliile și se trimit apoi către aprobare, autorizare și înregistrare a sistemului la **Registrul internațional MIFR (Master International Frequency Register)**.
- Se adoptă reglementări internaționale foarte stricte asupra acestor sisteme (tabelul 2).

Tabelul 2 Reglementări ITU-R pentru servicii prin satelit.

REGLEMENTARE	TIPUL SERVICIULUI	STATIE EMISIE	ZONA DE RECEPTIE	NIVEL LIMITA IMPUS
S5.208-RR599A evita interferentele cu statiile serviciilor mobile	Comunicații în serviciile spatiale fixe	SATELIT din cadrul serviciilor fixe	statiile terestre ale serviciilor mobile	-140dB (W/m2/4KHz)
S5.219-RR608A limitarea nivelului la granitele statale	comunicatii in serviciile spatiale mobile	SATELIT din cadrul serviciilor mobile	statiile terestre ale serviciilor mobile din state vecine	-150dB (W/m2/4KHz)
S5.219-RR608A limitarea nivelului la granitele statale	comunicatii in serviciile spatiale mobile/fixe	statiile terestre ale serviciilor mobile/fixe	statiile terestre ale serviciilor mobile/fixe din state vecine	-150dB (W/m2/4KHz)

- Reglementările sunt necesare datorită alocării unor subdomenii în cadrul aceluiași benzi atât pentru serviciile mobile cât și pentru cele fixe (tabelul 3).

Tabelul 3 Benzile de frecvențe alocate serviciilor mobile și fixe prin sateliți

	BANDA ALOCATA					
SERVICII MOBILE CIVILE	1530MHZ- 1544MHZ		1555MHZ- 1559MHZ		1626.5MHZ- 1645,5MHZ	1656,5MHZ- 1660,5MHZ
SERVICII MOBILE AERONAUTICE		1550MHZ 1555MHZ				
SERVICII MOBILE MARITIME	1533MHZ 1544MHZ				1634,5MHZ 1645,5MHZ	
COMUNICATII FIXE PRIN SATELIT		1550MHZ 1555MHZ		1610MHZ 1660,5MHZ		
RADIOASTRONO MIE				1610,6MHZ 1613,5MHZ		
OBSERVATII	PARTAJ	PARTAJ		PARTAJ	PARTAJ	PARTAJ

"CUM SE REZOLVĂ PROBLEMA ÎNTÂRZIERILOR DE PROPAGARE?"

- Pentru **sateliții geostaționari (GEO)** întârzierea este **260ms**, dar sunt conectați abonații direct în aria de localizare a satelitului.
- Pentru **sateliții de orbită medie (MEO)** întârzierea se reduce cu aproximativ 100ms.
- Pentru **sateliții de orbită joasă (LEO)** întârzierea este de numai **10ms**.
- Pe ansamblu întârzierea la LEOS este de **160ms** în care intră:
 - compresia,
 - procesarea
 - propagarea semnalului
- la acestea se mai adaugă încă 100ms întârziere datorată transferului între sateliți în cazul convorbirilor în părți opuse ale globului, deci în total **260ms**.

*Timpul de întârziere maxim acceptabil este de **400ms**.*

"CE PUTERI DE EMISIE SE FOLOSESC?"

- Pentru sateliți puterile sunt limitate prin reglementări .
- S-a stabilit ca portabilele să emită cu puteri de sub 0,5W cu antene omnidirecționale.
- Firma Globalstar a realizat un portabil cu dimensiunile de 18cm lungime și 5cm lățime, iar greutatea acestuia este de 340gr. comparativ cu 220gr. cât aveau portabilele clasice.

"CUM SE ALIMENTEAZĂ SATELIȚII?"

- Celulele fotovoltaice cu siliciu au fost înlocuite cu celule fotovoltaice cu Galiu-Arsen(Ga-As) a căror eficiență este mai mare cu 30%-40%.

"CUM SE REALIZEAZĂ CĂUTAREA/TAXAREA ABONATULUI SAU AJUSTAREA POZIȚIEI SATELITULUI?"

- Prin GPS (Global Positioning System) se realizează o poziționare exactă a oricărui abonat și astfel se rezolvă problema căutării și taxării abonaților.
- Satelitul își poate ajusta poziția, tot prin GPS, automat sau prin comenzi venite de la o stație terestră care controlează întreg sistemul.

SISTEME DE COMUNICAȚII MOBILE PRIN SATELIT

1. SISTEME CARE FOLOSESC SATELIȚII GEOSTAȚIONARI

INMARSAT

- prima generație de S.C.M.S;
- INMARSAT – International Maritime Sattelite Organization fondată în 1979 cu scopul de a asigura comunicații mobile prin satelit pentru utilizatori maritimi.
- Servicii ca: voce, date, telex la cerere între vase maritime și rețele de telecomunicații internaționale prin intermediul unei Stații Terestre de Coastă (CES).
- În prima fază au fost închiriați sateliți de la COMSAT (trei sateliți MARISAT) și de la ESA (doi sateliți MARECS) iar mai târziu trei sateliți INTERSAT V.
- Comunicația sateliți – utilizatori în banda L 1,6 (1,5) GHz iar comunicația cu stația de sol în banda C 6 (4) GHz
- 1988 – au inclus și servicii pentru aeronave;
- 1989 – se adaugă și servicii mobile terestre;
- 1994 INMARSAT devine Internațional Mobile Sattelite Organization.
- În 1994 existau 31.628 terminale (maritime) 20506 (terestre) 981 (aero).
- Pentru a răspunde solicitărilor de servicii este dezvoltată propria generație de sateliți:
 - INMARSAT 2 (4 sateliți – 1990-1992)
 - INMARSAT 3 (5 sateliți – 1996 ...)

- INMARSAT 3 folosește sateliți cu putere de 8 ori mai mare decât INMARSAT 2 – deci terminale de abonat sunt mai mici, mai ușoare, mai ieftine.
- INMARSAT 3 are un fascicul global și cinci fascicule mici între care puterea și banda de frecvență pot fi realocate dinamic funcție de trafic.
- Gama de terminale maritime, terestre este foarte variată.
- Evoluția terminalelor și serviciilor a condus la existența a 6 variante:
 - INMARSAT – A
 - INMARSAT – B
 - INMARSAT – C
 - INMARSAT – M
 - INMARSAT – Aero
 - INMARSAT – P

INMARSAT –A

- varianta analogică pentru serviciul INMARSAT
- Oferă:
 - Servicii telefonice cu formarea directă a numărului,
 - date,
 - telex
 - fax și
 - poștă electronică
- Folosesc antene parabolice cu diametrul de cca 1m;
- Pot fi folosite pentru a asigura servicii de monitorizare a flotei, videoreferință (64Kbps), schimburi de date pentru a trimite documentele în avans la autoritățile portuare.
- Terminalele montate în containere de dimensiunea unei valize cu antenă ce se poate împacheta pot servi pentru comunicații mobile terestre. În acest caz se pot realiza și transmisiuni de date cu ajutorul unor modemuri în banda vocală cu viteze de până la 9,6 Kbp.
- Pot asigura și transmisiuni de date de viteză mare care poate servi la schimburi de fișiere mari, difuzare audio de calitate și transfer video lucrând în regim simplu sau duplex.

INMARSAT - B

- Varianta digitală pentru INMARSAT-A
- Servicii oferite:

- Comunicații telefonice de bună calitate;
 - Telex
 - Date de viteză medie și mare
 - Fax
- Prețul variază între 3 și 7 \$ pe minut
- Lucrează cu consum mai mic decât INMARSAT A.

INMARSAT –C

- Terminale care pot asigura:
- Mesaje memorate și transmise mai departe;
 - Fax
 - E-mail
- Prețul unui terminal: 5000 \$ - 8000 \$
- Preț trafic: 1 \$ pe minut.
- Pot fi utilizate pe vase mici sau pe țărm sub forma unor valize mici;
- Poate servi și pentru transmisiuni de date de localizare, viteză, dirijare, rezervă de combustibil, consum de combustibil etc.
- Poate fi incluse în rețelele de siguranță (Safety NET) pentru analiza vremii, avertismente și predicții.
- Aceste terminale sunt adecvate și pentru achiziția de date de supraveghere, control (SCADA – Aplicații tipice – monitorizarea nivelului râurilor, colectare date despre vreme supraveghere conducte petroliere.

INMARSAT - M

- Terminale compacte (ca o valiză mică) care pot asigura:
- Transmisii vocale la 6,4 Kbps.
 - Date la 2,4 kbps
 - Fax
- Preț de cost (3...6) \$ pe minut
- Recomandabile în locuri izolate sau rurale pentru a se realiza un sistem de comunicație fără fir.

INMARSAT – AERO

- Terminale care asigură servicii de interconectare între nave aeriene și rețeaua telefonică publică comutată.
- Voce la 9,6 kbps.

- Antene directive cu câștig de 12dB;
 - Există și un sistem cu antene omnidirecționale pentru date de viteză redusă (600bps)
 - Din 1994 – marile companii au echipamente de comunicații INMARSAT.
 - Ulterior acestea au fost diversificate prezentând patru subvariante (C,H,I,L)
- Pentru a ilustra evoluția utilizatorilor sistemului să arătăm că în luna martie 1996 existau:
- INMARSAT –A: 25611 terminale standard (17948 – maritime) I-A
 - INMARSAT – B: 1947 (902)
 - INMARSAT – C: 22.520 (14751)
 - INMARSAT – AERO: 797.
 - Crește numărul de terminale tip B respectiv M în dauna celor de tip A.

INMARSAT – P (ICO)

- 1995 – se înființează compania ICO – Global Communications Ltd.
- 1996 au început studiile privind posibilitatea realizării unor terminale de mână;
- proiectul prevede folosirea a 12 sateliți MEO (ICO) la 10335 km: două plane orbitale înclinate la 45° față de ecuator.
- Asigurarea serviciilor va începe în jurul anului 2000;
- Servicii ce se vor oferi:
- Transmisiuni vocale de bună calitate cu mod de lucru dual (celular – satelit);
 - Date în regim duplex la rate 2,4 kbps sau mai mari;
 - Fax
 - Paging global
 - Servicii de radionavigație
- Pentru a nu fi necesare rezerve mari în proiectarea sistemului atunci când sunt necesare transmisiuni în clădiri se prevede existența unui sistem de avertizare și paging foarte performant;
- Terminalele sunt mici (300cm³) și costă sub 1500 USD.
- Putere medie transmisă de cca 0,25W la o medie pe durata a 6 minute;

➤ Frecvențe folosite:

- pentru recepție: banda L - 1,610 – 1,626Khz
- pentru emisie: banda S – 2,48 – 2500GHz.

2. SISTEME CARE FOLOSESC SATELIȚI LEO

IRIDIUM

- Sistemul IRIDIUM a fost propus și dezvoltat de consorțiul Motorola;
- Este finanțat de o asociație internațională de companii industriale și de telecomunicații care au cumpărat drepturile de la Motorola .
- Va deveni operațional în 1998;
- Constă într-o constelație de 66 sateliți la o înălțime de 785 km, cu 6 planuri orbitale înclinate la 86,4°;
- Pentru orice terminal de pe suprafața globului un satelit este permanent vizibil la cel puțin 8° deasupra orizontului;
- Fiecare satelit folosește trei antene pentru a acoperi solul cu 48 de fascicule, diametrul fiecărui fascicul fiind de 600km.
- Cei 66 de sateliți asigură 3168 celule dintre care numai 2150 trebuie să fie active pentru a acoperi suprafața globului;
- Când satelitul se mișcă utilizatorul întâlnește fascicule adiacente aproximativ o dată pe minut;
- Banda de frecvențe alocată pentru trafic: L- 1610...1626,5MHz
- Fasciculele vecine folosesc frecvențe diferite;
- Frecvențele sunt refolosite în fascicule neadiacente.
- Banda alocată este divizată în 12 subbenzi și fiecare subbandă este reutilizată de patru ori pe fiecare satelit.
- Fiecare fascicul poate asigura 80 de canale deci în total $2150 \times 80 = 172000$ canale
- Accesul multiplu: TDMA/FDMA cu viteza de 50kbps;
- Se pot asigura transmisiuni duplex:
 - Voce, la 4800bps
 - Date, la 2900bps
- Duplexarea se face tot cu diviziune în timp (TAD);

Fig. 3 Configurația rețelei în sistemul IRIDIUM

- Legăturile între sateliți și între sateliți și stația de control de la sol respectiv cu stațiile poartă, sunt realizate în banda Ka.
- Se lucrează cu viteze mari putându-se asigura transmisiunile asociate inițierii apelurilor, transferului și controlului comunicației.
- Există mai multe stații poartă pentru conectarea la rețeaua publică: acestea folosesc antene parabolice cu câștig mare pentru a urmări sateliții.
- Terminalele de abonat sunt terminale de mână sau terminale de pager de buzunar.
- Fiecare satelit poate asigura 100 de căi telefonice
- Prelucrarea apelurilor are la bază standardul GSM.

Tabelul 3 Sisteme ce folosesc sateliți cu orbită joasă (LEO).

NUMELE SISTEMULUI	IRIDIUM	GLOBALSTAR	ELLIPSO
TIPUL ORBITEI	LEO	LEO	LEO(practic MEO)
NUME OPERATOR	IRIDIUM LLC. WASHINGTON D.C.	GLOBALSTAR LP, SAN JOSE, CALIFORNIA.	MOBILE COMMUNICATION HOLDINGS INC., WASHINGTON D.C.
ACTIONARI PRINCIPALI	Motorola Inc; Satelite Communication Group	Loral space & Communication Ltd., New York City	Mobile Communication Holding
SERVICII PRIMARE	VOCE, FAX, DATE	VOCE, FAX, DATE	VOCE, FAX, DATE
ACOPERIRE	MONDIALA	MONDIALA	MONDIALA
LANSAAREA SISTEMULUI	1997/1998	1999/1999	2000/2000
COSTUL SISTEMULUI	4,4 MILIARDE US\$	2,6 MILIARDE US\$	1,1 MILIARDE US\$
GATEWAYS legături cu sistemul terestru	11 GATEWAYS	38 GATEWAYS	nu se precizeaza
NUMARUL DE SATELITI DIN SISTEM	66 sateliti + 6 rezerve	48 sateliti	*17 sateliti ecuatoriali; **10 sateliti cu orbita eliptica
POZITIONAREA SATELITILOR	6 orbite inclinate la 86,4 grade (aproape de cele polare)	8 orbite inclinate la 52 grade fata de Ecuator	*3 orbite ce deservesc banda intre 25lat.N-55lat.S; **2 orbite eliptice inclinate la 116 grade
ORBITA(Km)	780 Km	1414 Km	8040Km (ECUATORIAL); 520-7846 Km(ELIPTIC)

COSTUL UNUI TERMINAL	2500 US\$	<750\$(simplu) sau 1500\$-2500\$ (telefon pentru sistem dual)	nu se precizeaza
TARIF PER MINUT	cu aprox. 25% mai mult decat costul normal pe aceasta distanta	0,35\$-0,55\$	0,5\$
TIMP DE VIATA AL SATELITULUI	5-8 ANI	7,5 ANI	5-7 ANI
PRODUCATORI DE PORTABILE	Motorola, Kyocera	Ericsson, Qualcomm, Telitas	L3 Communication
FRECVENTE OCUPATE	*SERVICII: 1616MHZ-1626,5MHZ **FEEDER LINKS: 29,1GHZ-29,3GHZ(uplink) 19,4GHZ-19,6GHZ(downlink) ***CROSSLINKS: 23,18GHZ-23,38GHZ	*SERVICII: 1610MHZ-1626,5MHZ(uplink) 2483,5MHZ-2500MHZ (downlink) **FEEDER LINKS: 5.091GHZ-5,25GHZ(uplink) 6,875GHZ-7,055GHZ(downlink)	*SERVICII: 1610MHZ-1621MHZ

- Sistemele de sateliți cu orbită medie sau geostaționară au perspective mai reduse. Pot fi menționate trei proiecte de implementare – Tabelul 4.

Tabelul 4. Sisteme ce folosesc sateliți cu orbită medie(MEO) sau geostaționari(GEO).

NUMELE SISTEMULUI	ICO	ASIAN CELLULAR SYSTEM (AceS)=GARUDA-1	THURAYA
TIPUL ORBITEI	MEO	GEO	GEO
NUME OPERATOR	ICO GLOBAL COMMUNICATION LTD., LONDON	PT. ASIA CELLULAR SATELLITE, JAKARTA, INDONESIA	THURAYA SATELLITE TELECOMMUNICATIONS CO., ABU DHABI, UNITED ARAB EMIRATES
ACTIONARI PRINCIPALI	INMARSAT (10,4%), London si alti operatori internationali	*PT Pasifik Satelit Indonezia * Philippine Long Distance Telephone Co. *Jasmine International Co., Thailand	10 firme conduse de United Arab Emirates Telecommunication Corp. (ETISALAT), Abu Dhabi.
SERVICII PRIMARE	VOCE DATE FAX	VOCE DATE FAX	VOCE DATE FAX
ACOPERIRE	MONDIALA	Asia, Pacific	Statele arabe, Asia centrala, India, Europa de est
LANSAREA SISTEMULUI	1998/2000	1999/1999	2000/2000
COSTUL SISTEMULUI	4,5 MILIARDE US\$	1 MILIARD US\$	1,2 MILIARDE US\$
GATEWAYS	12 CENTRE	3 CENTRE (Jakarta, Bangkok, Manila)	1 CENTRU (Abu Dhabi)
NUMARUL DE SATELITI DIN SISTEM	10 SATELITI	1 PLUS REZERVA	1 PLUS REZERVA
POZITIONARE SATELITI	doua plane ortogonale inclinate fata de ecuator la 45, respectiv 135 grade	pozitie geostationara deasupra statului Borneo	latitudine 0(deasupra Ecuatorului); 44 grade longitudine estica deasupra statului Somalia
ORBITA(Km)	10355	35800	35800

COSTUL UNUI TERMINAL	1000\$ peste costul unui portabil clasic	Nu se precizeaza	nu se precizeaza
TARIF PER MINUT	1\$-1,50\$	Nu se precizeaza	0.50\$
TIMP DE VIATA AL SATELITULUI	12 ANI	12 ANI	15 ANI
PRODUCATORI DE PORTABILE	Ericsson, Panasonic, NEC, Samsung, Mitsubishi	Ericsson	Hughes Network Systems
FRECVENTE OCUPATE	*SERVICII: 1985MHZ-2015MHZ(uplink) 2170MHZ-2200MHZ (downlink) **FEEDER LINKS: 5,150GHZ-5,25GHZ(uplink) 6,975GHZ-7,065GHZ(downlink)	*SERVICII: 1626,5MHZ-1660,5MHZ(uplink) 1525MHZ-1559MHZ (downlink) **FEEDER LINKS: 6,425GHZ-725GHZ(uplink) 3,40GHZ-3,70GHZ(downlink)	nu se precizeaza

- Detalii tehnice referitoare la sateliții folosiți în sistemele menționate sunt prezentate comparativ în tabelul 5.

"CARE SUNT AVANTAJELE SISTEMELOR DE COMUNICAȚII MOBILE PRIN INTERMEDIUL SATELITULUI?"

- **Sistem dual:** Utilizatorii serviciilor convenționale terestre mobile vor putea comuta pe serviciul de satelit când se află în afara ariei de acoperire a rețelei clasice.
- Legătura prin intermediul satelitului poate furniza rute pentru apeluri blocate în rețeaua terestră datorită unor posibile umbriri de către diverse structuri geografice.
- Utilizatorii vor putea să emită și să recepționeze apeluri ori pe calea celulelor terestre ori, în absența acestora, direct prin satelit.

- **Sistem global multifuncțional:** Interfețe între toate sistemele terestre mobile existente: **GSM, AMPS, NMT, DCS, IS-95.**
- În acest moment **nu** există interfețe între nici unele dintre aceste sisteme.
- Cartele inteligente cu care utilizatorii rețelei prin satelit să se poată introduce și în sistemele locale celulare.
- În afara comunicațiilor vocale se vor putea realiza comunicații de date, paging, fax prin implementarea unor porturi de date externe și buffere interne de memorie.
- **Se lucrează la proiectarea unui sistem global care să cuprindă și accesul la Internet, videoconferințe și multimedia.**

Tabelul nr.5. Parametrii sateliților din sistemele de comunicații mobile

TIPUL DE SATELIT	GREUTATE	TIPUL ANTENEI	PUTERE DE EMISIE	Accesul multiplu	NUMAR DE CANALE VOCALE
IRIDIUM (LEO)	690KG	3 antene dispuse in structura triunghiulara; o antena avand dimensiunile 4,5m pe 1m;	nu se precizeaza	TDMA/TDD/FDMA	1100 CONVORBIRI SIMULTANE
GLOBALSTAR (LEO)	450KG	3-4 antene trapezoidale de 5,5m-6m	1,1KW	CDMA	nu se precizeaza
ELLIPSO (LEO/MEO)	650KG	nu se precizeaza	1KW-4,5KW	nu se precizeaza	3000 CONVORBIRI SIMULTANE
ICO (MEO)	2750KG	nu se precizeaza	5,1KW	TDMA	4500 CONVORBIRI SIMULTANE
ACeS (GARUDA-1) (GEO)	4500KG	doua antene cu forma de umbrela	12,5KW	nu se precizeaza	10.000 CONVORBIRI SIMULTANE
THURAYA (GEO)	4500KG	o antena circulara cu diametrul de aproximativ 12,5m	12KW	TDMA	13.750 CONVORBIRI SIMULTANE