

Satelite-konstelazioak: Lurra amaraunean harrapaturik

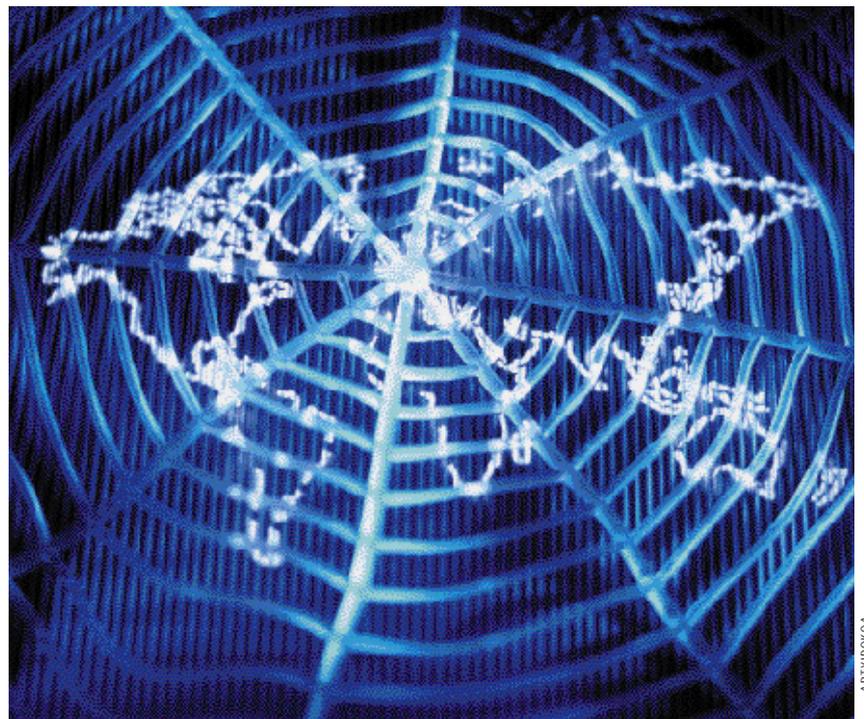
Emilio Delgado Martinez / Gorka Matute Arroyo

Informatikan lizentziatuak

Informazioaren globalizazioaren aroan bete-betean sartu gara eta komunikazio-sistema globalak behar ditugu. Zer da hori? Edozein motatako informazioa —testuak, irudia, soinua, bideoak... informazio multimedia alegia— oso azkar eta munduko edozein bazterretatik maneiatzea. Horretarako, telekomunikazio- enpresa nagusiek aurkitu duten irtenbidea satelite-konstelazioak —satelite-sareak alegia— dira. Hainbat sistema eta proiektu daude, baina, erabiltzaile arruntari begira, garrantzitsuenak Teledesic, Iridium eta Globalstar sistemak dira.

Satelite-konstelazioak

Lurra orbitatzen duen edozein satelite artifizial munduaren zati baten gainean baino ez da egoten une bakoitzean eta, beraz, ezin du mundu osoa estali. Estaltze globala lortzeko, Lurraren inguruan satelite-sare bat beharko da, edozein —edo ia edozein— tokitan gaudela, beti gutxienez satelite bat "bistan" (berarekin konektatzeko moduan alegia) izan ahal izateko. Horregatik dira beharrezkoak satelite-konstelazioak.



ARTXIBOKOA

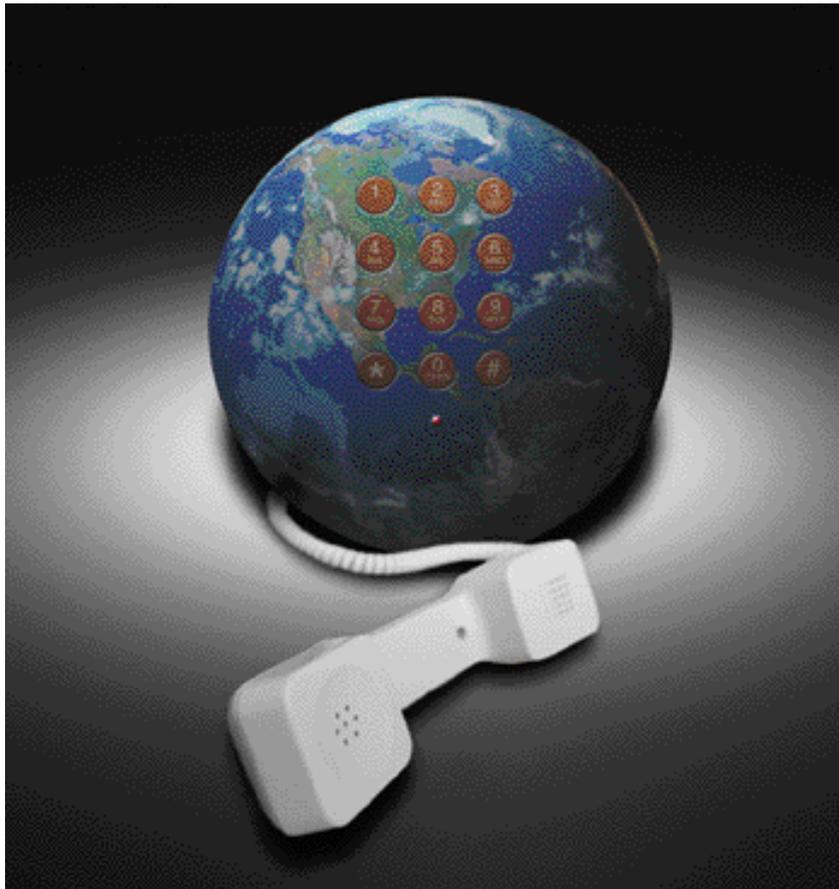
Bi satelite-sistema nagusi daude gaur egun, orbitaren altueraren arabera:

1. GEO (Geostationary Orbit) sateliteak, edo satelite geogeldikorrak, Lurraren gainean 35.786 km-ko altueran biratzen dira orbita zirkularrean eta altuera horretan errotazio-periodoa 24 ordukoa da, Lurrarena bezalakoa. Beraz, orbita horretan dauden sateliteek Lurrarekiko posizio finkoa dute, Lurraren errotazio-periodo bera baitute. Sateliteak orbita geogeldikorrean kokatuz gero, 3 satelite aski izango liriteke Lurraren azal osoa estaltzeko, sateliteak Lurretik aski urrun daudelako eta, ondorioz, bakoitzak Lurraren azalera handia estaltzen

duelako (satelite bakoitzak Lurraren azaleraren ia herena estaltzen du).

Baina sateliteak urruti daudenez, seinaleak Lurreko puntu batetik satelite-
ra eta satelitetik Lurreko beste puntu batera iristeko gutxienez 0,24 segundo behar du. Atzerapen-denbora horixe da kontinente arteko telefono-deietan izan ohi den atzerapen gogaikarria eragiten duena, elkarrizketa ulertzeko arazoak ematen dituena. Atzerapen hori gogaikarria baino ez da seinaleak ahotso transmititzen duenean, baina gehiegizkoa izango litzateke denbora errealeko aplikazioetarako, bideo-konferentzietarako adibidez.

2. Satellite ez-geogeldikorrak. Sail honetan hainbat azpisail daude, baina telekomunikazio-sateliteei dagokionez, LEO (Low Earth Orbit) sateliteak edo Lurreko orbita baxuko sateliteak dira interesgarrienak. LEO satellite gehienak 600 eta 1.600 km bitarteko altuerako orbitan daude. Orbitaren periodoa, altueraren arabera, 90 minutu eta 2 ordu bitartekoa da. Hain altuera txikian egonik, seinalearen atzerapena hutsaren hurrengoa da, segundoaren ehunen batzuk baino ez. Hala ere, satelitearen estaldura —estaltzen duen Lurraren azalera— txikia da, 3.000 eta 4.000 km-ko erradioko "itzala" baino ez. LEO orbitan dagoen sateliteak ez du irauten 20 minutu baino gehiago Lurreko toki batean dagoen behatzaille baten zerumuga gainean. Beraz, orbita hori erabiltzen duten komunikazio globaleko sistemek satellite asko erabili behar dituzte. Erabiltzaile bati zerbitzua ematen ari zaion satelitea erabiltzaile horren zerumugatik desagertzen denean, ondoko beste satellite bati eman behar dio erabiltzaile horren zerbitzuaren ardura.



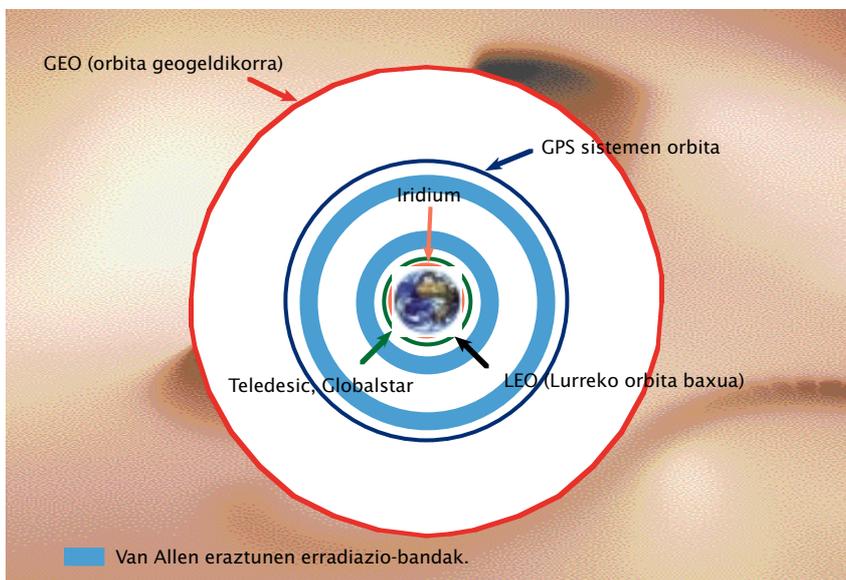
ARTXIBOKOA

Edonon gaudela, munduko edozein tokitara dei egiteko eta deiak jasotzeko aukera emango digute komunikazio-sateliteen konstelazioek.

Teledesic, Iridium eta Globalstar-ek LEO sateliteak erabiliko dituzte. Hirurek helburu bera dute, informazioa munduko edozein tokitatik edozein tokitara eramatea. Hala ere ezberdintasun ugari daude haien artean satellite-kopuru, barne-egitura, etab.i dagokionez.

Baina sateliteen lan-moduari buruz ere zerbait esan beharra dago. Satelitea zuzenean zerekin komunikatzen den, bi konstelazio-mota daude: konstelazioa osatzen duen sateliteetako bakoitzak seinalea Lurreko estazioetik jaso eta zuzenean Lurreko beste estazio batera bidaltzen badu,

ondoan dituen sateliteekin zuzenean "hitz egiten" ez duela, orduan sateliteak ez daude sarean, ez zuzenean behintzat. Satellite-konstelazio bakuna da. Horrela-

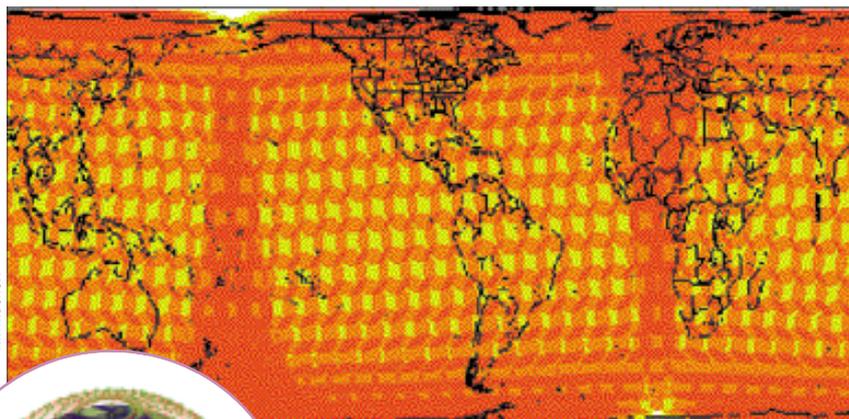


ARTXIBOKOA

Sateliteen orbita-altuera nagusiak.

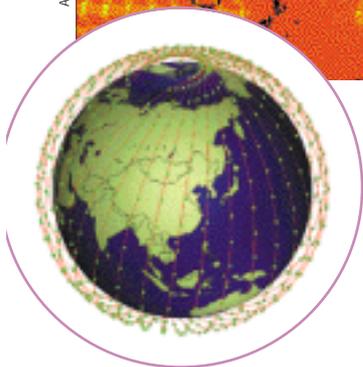
“600 eta 1.600 km bitarteko altuerako orbitan kokatzen dira satelite-konstelazioak”.

koa da Globalstar sistema. Baina konstelazioko sateliteek zuzenean, Lurreko estazioen beharrik gabe, elkarri seinalea transmititzeko gai badira, orduan sateliteak zuzenean sarean daude: sareko satellite-konstelazioak dira. Horrelakoak dira Teledesic eta Iridium sistemak. ➡



ARTXIBOKOA

Teledesic-en hasierako proiektuan sareak 840 satelite izango dituen eta estaldura ia % 100ekoa, irudian ikusten den bezala. Baina diseinua aldatu egin da gerora eta sareak 288 satelitez osatuko da.



lortzea lauki handiak edo satelitearekin batera mugituko liratekeen laukiak erabiliz gero.

Teledesic erabiltzeko terminalak zuzenean konektatuko dira satelite-sarearekin eta transmisio-abiadura handia erabiliko da; aldi berean milioika erabiltzailerik zerbitzua emateko diseinatuta dago sistema eta erabiltzaile gehienek noranzko biko konexioak —datuak jasotzeko eta bidaltzeko— izango dituzte, 64 Mbps-eko (64 megabyte segundoko) abiadurakoak, hau da, gaur egungo modem-ekin lortzen den transmisio-abiadura baino 2.000 aldiz handiagoa (adibidez, gaur egun modem bidez zerbait bidaltzeko 4 ordu behar badira, Teledesic bidez 7 segundo baino ez dira behar). Teledesic sare terminal finkoetarako prestatuta dago, nahiz eta, beharbada, terminal mugikorrei ere zerbitzua eman ahal izango dien. Terminalak txikiak eta potentzia txikiak izango dira. Etxeko teilatuan instalatuko dira eta hortik sarera edo ordenagailura konektatuko dira.

Iridium

Motorolak telefonia mugikorrean duen botereari eustearren ekin zion Iridium sistema diseinatzeari. Sistemaren helburua lurreko telefonia mugikorreko sistemek eskaintzen dituzten zerbitzuei estaldura

globala ematea da. Ez du lurreko telefonia ordezkatu nahi, osatu baizik, hau da, lurreko sareak estaldura ematen ez duen tokietan satelite bidezko konexioa egitea: “mundu bat, telefono bat, faktura bat” da leloa. Ahots, fax, datu zein irrati-mezulartzako zerbitzuak eskaintzen ditu.

Mundu-mailako komunikazio-sare digitala da Iridium. TDMA (banda-zabalera banatzeko denboran oinarritutako sistema) erabiltzen da sarrera-metodo moduan eta GSM sisteman (lurreko telefono mugikor zelularren sisteman) oinarriturik dago. Datuak eta faxa transmititzeko balio du eta 9.600 bps-ko abiadura eskaintzen du (alderatu Teledesic-ek eskainiko duen abiadurarekin). Sistemaren ahalmena handitzen joango da hedatu ahala.

Teledesic sisteman bezala, Iridium sistemaren muina satelitea da, nahiz eta atariak eta erabiltzaileen terminalak ere

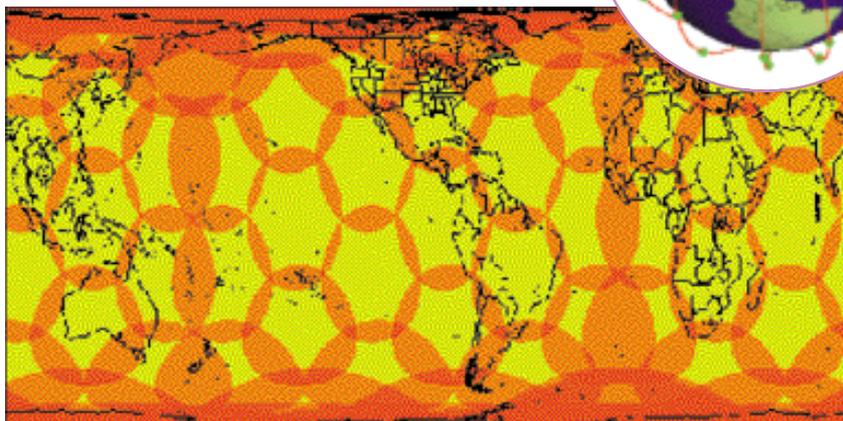
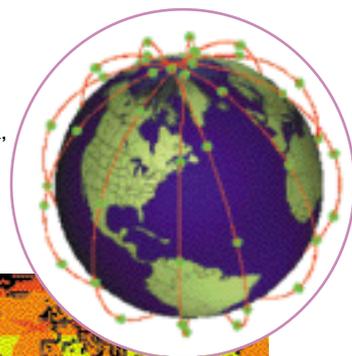
egon. Espazioan sateliteak egongo dira, eta Lurrean atariak (gateway direlakoak), erabiltzaileen terminalak sateliteekin lotzeko.

Iridium konstelazioa 66 satelitez osatua dago. Orbita zirkularrak dituzte eta ia-ia polarrak. Orbitako periodoa 100 minutu eta 28 segundokoa da, orduko 28.000 km-ko abiadurarekin.

“mundu bat, telefono bat, faktura bat *da Iridium sistemaren helburua laburbiltzen duen leloa*”.

Iridium sistemaren erdigunean atariak daude. Haien funtzio nagusiak harpidedunaren funtzioa biltegitratzea (kontuaren egiaztapena eta kokapen geografikoa begiratzen dira, deiak dagokion lekura zuzentzeko) eta sare telefoniko publiko konmutatuarekiko konexioa egitea dira. Atarien kontrol-zentroak mundu osoan barreiatuak daude. ➔

Iridium konstelazioa, 66 satelitez osatua.



ARTXIBOKOA

Iridium konstelazioaren estaldura.

Iridium bezero bila

Iridium proiektua konpainia industrialen eta telekomunikazio-konpainien nazioarteko partzuergo pribatua da. 4.600 milioi dolarretako aurrekontua du eta Motorola da akziodun nagusia eta proiektuaren bultzatzailea (nahiz eta Motorola Teledesic proiektuan ere sartzen hasi den). Motorolaren ustez, Iridiumek milioi bat bezero beharko ditu errentagarritasuna lortzeko. Beraz, nondik aterako dira erabiltzaileak? Hona hemen aukera batzuk:

- Urruneko lekuetan eta zerbitzu telefonikoa eskasa den lekuetan lan egiten duten pertsonak zein enpresak.
- Komertzialak, kazetariak eta, oro har, distantzia handiko eta mugikortasun handiko lana duten pertsonak, hau da, une guztietan aurkitzeko moduan egon behar dutenak.
- Zerbitzu globala ordain dezaketenak eta populazio gutxiko eta estaldura zelular gabeko lurraldeetan bizi direnak.
- Askotan lekuz aldatzen diren pertsonak edo enpresak, batez ere telefono-linea instalatzeko denbora askotxo behar den lekuetan bizi behar dutenak.

Beste sistemetan bezala, erabiltzailearen terminalak dira azken kate-maila, erabiltzaileak berak ikusten eta erabiltzen dituen gailuak. Unitate eramangarriak edo eskuzkoak dira, beste Iridium terminal batekin konektatzeko edo, bestela, gaur egungo telefonia-sistemarekin konektatzeko, konmutazio-estazioen bitartez. GSM-Iridium telefono dualak ere badaude, hau da, bai GSM sarerako eta bai Iridium sarerako balio dutenak. Iridium terminalen hasierako prezioa oso garestia zen, 3.500 dolar inguru (1999an prezioak merkatu egin zituzten, harpidedun gehiago lortzearen). Eta telefonia ere astun samarra da: 450 gramo pisatzen du.

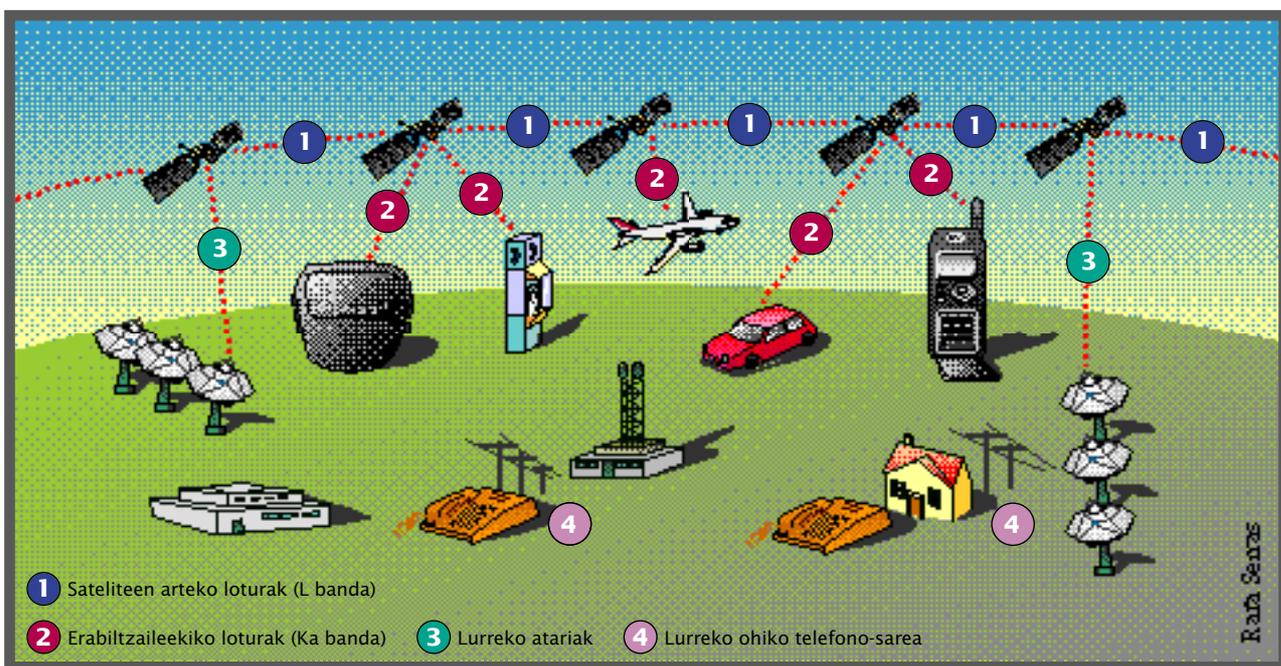
Iridiumek eskaintzen dituen berrikuntzen artean aipagarrienetakoa hau da: lurreko telefonia mugikorrean (GSM) ez bezala, lauki edo gelaxka bakoitzaren lurraldea ez da finkoa, estaldura-gelaxka mugikorrek baititu: 0,9 segundoz behin zerbitzua ematen duen satelitea aldatu egiten da. Sateliteak elkarrekin konektatzen dira, hau da, ez dira errepikagailu soilak. Horrek alde onak eta txarrak ditu. Abantailen artean, distantzia luzeko trafikoa espazioan zehar bideratu ahal izatea eta, horri esker, autonomia gehiago lortzea eta Lurreko loturen kostuak gutxitzea. Gainera, atari bat ere ez duten



ARTXIBOKOA

lurraldeei ere zerbitzua eman dakieke. Desabantailen artean, berriz, sateliteen arteko lotura egiteko antena orientagarriak, transmisore, hartzaile eta konmutazio-dispositiboak behar izatea. Antenek sateliteen pisua, konplexutasun teknikoa eta kostua handitu egiten dute.

Deiak nola egiten dira? Iridium sistematik telefono bat pizten denean, hurbilen dagoen satelitearekin konektatzen da, atari-sarearen bidez. Ondoren, sateliteak erabiltzailearen kontuaren egiaztapena egin eta kokapena ere jakingo du. Era-



Iridium sistemaren funtzionamenduaren azalpen eskematikoa.



biltzaileak bi aukeraren artean hautatu beharko du, lurreko transmisio zelularra edo satellite bidezkoa. Sistema zelularrak estaldurarik ez badu, telefonoa automatikoki satellitearekin konektatuko da. Deia satellitez satellite joango da helburura heldu arte (Iridium telefono batera edo Iridium atari batera).

Iridium sistema errealitatea da, ez da proiektua. 1998ko azaroaren 1ean hasi zen zerbitzua ematen. Hasieran funtzionamendu txarra izan zuen, arazo larriak izan baitzituzten. Halere, gaur egun funtzionamendua asko hobetu da. Adibide gisa esan daiteke Everestetik deiak egin direla eta Kosovon ere erabilia izan dela gerra garaian. Badabil, baina oso garestia da. Deiaren prezioa minutuko 5 dolarrekoa zen (1999ko ekainean % 65 merkatu zen), hau da, telefono zelularren deiak baino gutxienez hiru aldiz garestiagoa. Hori dela eta, ez zuen harpidedun askorik lortu eta 1999ko abuztuan porrot ekonomikoa izan zuen. Hala ere, zerbitzua ez da eten eta konpainiak bideragarritasun ekonomikoa lortzeko plan bati ekin dio geroztik.

Globalstar

Proiektua 1986an jaio zen, Ford Aerospace konpainiak automobilentzako satellite bidezko komunikazio-zerbitzuak eskaintzea pentsatu zuenean. Ideia horretatik Globalstar garatzen joan zen eta, gaur egun, ahots-telekomunikaziorako (2.400-

-9.600 bps-ko abiadura) zein datuetarako (9.600 bps-ko abiadura) sistema bihurtu da. Gainera, mezularitza, posta elektronikoa, fax-a eta erabiltzailea kokatzeko zerbitzuak (GPS) ere eskaintzen ditu.

Konpainia gisa, Globalstar 1991n sortu zen Estatu Batuetan. Orbita baxuko (LEO) komunikazio-satelitez osatutako sistema bat garatzea, jaurtitzea eta martxan jartzea zuen helburu. Loral Space&Communications eta Qualcomm izan ziren sortzaileak. 1994an mundu osoko 9 konpainia handi, telekomunikazioen arlokoak zein arlo aeroespazialekoak, sartu ziren Globalstarren: Air Touch Communications (EEBB), Elsacom (Italia), Dacom (Hego Korea) eta France Telecom, Vodafone eta Alcatel (Frantzia), Alenia (Italia), DASA (Daimler-Chryslerren dibisio aeroespaziala) eta Hyundai (Hego Korea).

“Globalstar-ek 48 sateliteko konstelazioa eraiki du eta -70° eta +70° bitarteko latitudean estaldura osoa ziurtatzen du”.

Globalstarrek bere sistemarako sarbidea saltzen die mundu osoan telekomunikazioetako zerbitzu-hornitzaile lokalei eta hauexek dira gero zerbitzu hori bere erabiltzaileei saltzen dietenak. Beraz, Globalstar ez da oraingo konpainiekin lehia-tzen, hauen zerbitzua osatu baino ez du

Sateliteak espazioratzea ez da hain erraza

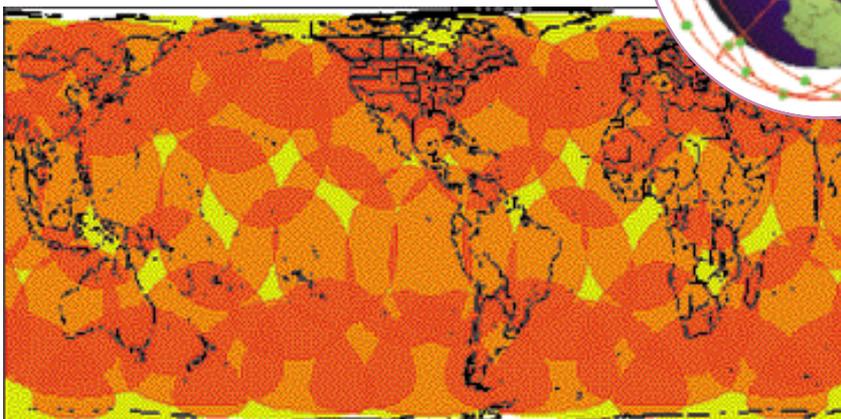
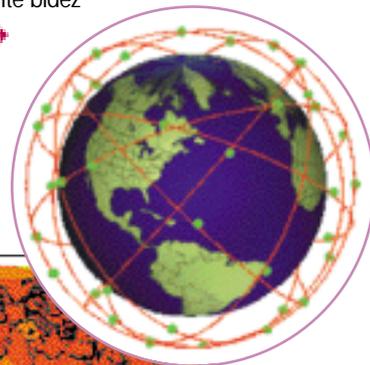
Sateliteak espazioratzeko, hasieran Errusiaren Zenit II jaurtigailuak erabili zituen Globalstarrek, baina hirugarren jaurtigaitan, 1998ko irailean, akats bat izan zen eta 12 satellite —100 milioi dolar— betiko galdu ziren. Ondorioz, Globalstarren akzioak % 40 jaitsi ziren.

Geroztik, Zenit jaurtigailuak baztertu eta Soiz jaurtigailu errusiarrek eta Delta jaurtigailu estatubatuarrek erabiltzea erabaki zuen. Hala, 1999an satellite asko espazioratu zituen Baikonur-etik (Kazakhstan) zein Cañaverall lurmuturretik (Estatu Batuk). Urriaren bukaeran, 44 satellite zituen orbitan eta, bestelako arazorik ez badago, urtearen bukaerarako, Globalstar-ek konstelazioa osatuta izango du.

egiten. Eta konpainia bakoitzak autonomia osoa du zerbitzu hori nahi duen prezioan saltzeko.

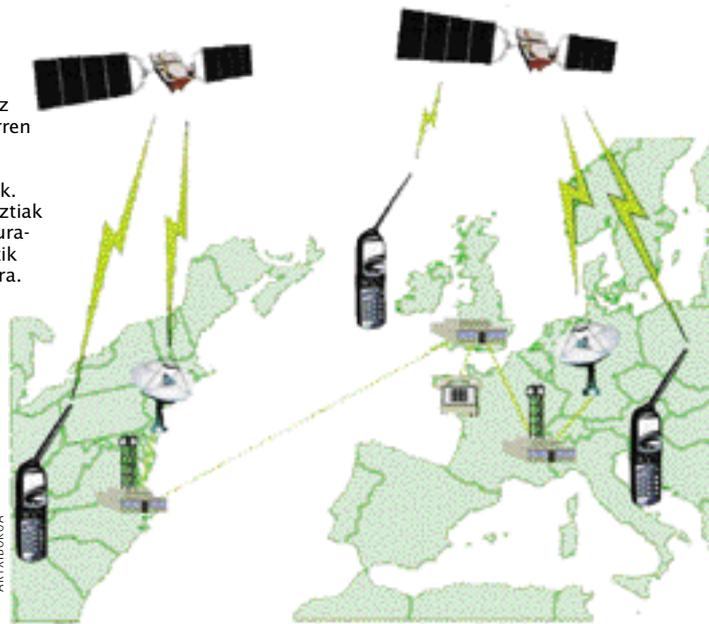
Globalstar-ek 48 sateliteko konstelazioa du oinarri. Satellite horien eta Lurrean dauden estazioen (“atariak”) bidez —38 inguru izango dira—, telefono-sare publikoarekin eta telefono zelularren sareekin konektatzen da. Deiak sare publikoaren bidez ezin egin daitezkeenean, eta orduan bakarrik, satellite bidez bideratuko dira. ➡

Globalstar sistemaren konstelazioa.



Globalstar sistemaren estaldura.

Globalstar sistemaren sateliteak ez daude elkarren artean zuzenean konektaturik. Konexio guztiak Lurreko lotura-estazioetatik iragaiten dira.



Sateliteen arteko zuzeneko konexiorik ez dago, hau da, sateliteek seinalea jasotzen dute eta atarien bidez komunikatzen dira beste sateliteekin. Beraz, Globalstar sistemaren bidez egiten diren dei guztiak Lurreko atarietatik igarotzen dira, eta horrek aukera ematen die agintari lokalei deia kontrolatzeko. Globalstar sistemaren abantaila zerbitzu telefoniko lokalekin zein eskualdeko hornitzaileekin eta komunikazio-konpainiekin lan egiteko diseinatuta egotea da, hauen zerbitzuen osatzailea eta ez ordezkatzailea izateko jaio baita. Gainera, bere arkitekturagatik, dei guztiak kable bidezko azpiegituraren bitartez edo telefo-

no zelularren azpiegituraren bitartez biderratu behar dira nahitaez. Globalstar-en helburua ez da sare publiko konmutatua eta telefono mugikorretarako sarea ordeztea, hauek hedatzea baizik.

Globalstar-en erabiltzaileak bere terminaletik deia egiten duenean, sistema, lehenik, telefono mugikorren sarearen bidez konektatzen saiatzen da; ezin bada, Globalstar satelite-sistemaren bidez saiatzen da: deia satelite bidez atari batera eramango da eta honek, estatu bakoitzeko ohiko komunikazio-sistemaren bidez, helburura eramango du.

Sistemak sateliteen arteko konexioa onartzen ez duenez gero, lotura-estazio gehiago behar du, leku guztietara heltzeko. Seinalea satelite batera baino gehiagotara bidaltzen da. Hortaz, nahiz eta satelite batek arazoak izan, besteen bidez transmititu ahal da seinalea.

Sistemak bi atal nagusi ditu: espaziokoa eta lurrekoa. Espaziokoari dagokionez, Globalstar satelite-sistema merkea da, sateliteen barruan ez baita ezer prozesatzen: seinalea jaso, amplifikatu eta lurreko beste kokapen batera igortzen da. Sateliteek ez dituzte erabiltzaileak zuzenean konektatzen, erabiltzaileen eta Lurreko estazioen arteko loturak —ispi-luak— baino ez dira. Eta Lurreko estazioek, atariak alegia, sare telefoniko konmutatuaren bidez konektatzen dute harripedunarekin.

Satelite-konstelazioa osatzen duten 48 sateliteek (beste 4 gehiago orbitan egongo dira, baten bat hondatuz gero ordezkatu ahal izateko) % 100eko estaldura ematen dute +70° eta -70°-ko latitudeen bitartean.

Globalstar-en lurreko atalak hiru zati ditu: atariak (gateway-ak), Lurreko eragiketarako kontrolatzeko zentroak (LEKZ) eta sateliteetako operazioak kontrolatzeko zentroak (SEKZ).

HIRU SISTEMEN EZAUGARRI NAGUSIAK

	Teledesic	Iridium	Globalstar
Satelite-kopurua	288	66	48+8
Sateliteen iraupena	10 urte	5-8 urte	7,5 urte
Proiektuaren kostua (milioi dolarretan)	9.000	4.600	3.260
Orbitaren altuera	1.375 km	780 km	1.414 km
Deiaren prezioa minutuko	finkatu gabe	3,25 dolar	1,25-1,5 dolar
Terminalaren prezioa	finkatu gabe	2.500-3.000 dolar	750 dolar
Zerbitzuak	Telefonia mugikorra eta banda zabaleko konexioa (fax-a, posta elektronikoa, Internet, Intranet...)	Telefonia mugikorra, fax-a, posta elektronikoa	Telefonia mugikorra, fax-a, posta elektronikoa, GPSa
Antenaren tamaina	16-180 cm	182,88 cm	91,44 cm
Satelitearen pisua	700 kg	700-800 kg	390 kg
Konfigurazio orbitala	banda zabaleko LEO	LEO	LEO
Modulazioa	CDMA	FDMA, TDMA, TDD	CDMA
Satelite arteko lotura	BAI	BAI	EZ
Akziodun nagusiak	McCaw&Gates	Motorola	Loral&Qualcomm
Zerbitzuaren hasiera	2003. urtea	1998ko azaroa	1999ko urria

Atariak satellite-konstelazioaren eta lurreko telekomunikazio-sareen arteko konezioa egiten dute. Erabiltzaile bakoitzaren terminala atari batekin komunikatuko da satellite baten bitartez. Atariak satellitekin konektatzeko terminal sofistikatuak dira eta leku estrategikoetan kokatuta daude. Satellite askoren seinaleak konbinatzean datza sistemaren berezitasuna. Hartara, eraikuntzak edo orografia dela kausa, seinalea satellite batera ezin bada bidali, atariak, bide-aniztasunari esker, blokeatuta ez dagoen beste satellite bat erabil dezake. Horregatik, satellite baterako bidea eteteak ez du komunikazioaren haustura ekarriko.

Atariak telekomunikaziorako toki egokietan kokatuko dira. Bere mugen barruan atariren bat edukiko duten estatuak bere lurraldeko erabiltzaileen sarrera-sistemaren gainean kontrol osoa izango dute.

“2007. urtean satellite bidezko telefono-zerbitzua 32 milioi pertsonak erabiliko dutela uste dute Teledesic, Iridium eta Globalstar-ek”.

Lurreko eragiketak kontrolatzeko zentroak (LEKZ) terminalen eta atarien arteko loturaz arduratzen dira. Satelliteetako eragiketak kontrolatzeko zentroak (SEKZ), berriz, satelliteak gobernatzen ditu. Horiek satelliteen orbitak kontrolatzeaz eta satellite-konstelazioaren telemetriaz eta komandoez arduratzen dira.

Globalstar sistemaren erabiltzaileak Iridium sistemaren erabiltzaile potentzial berak dira. Beraz, elkarren lehiakideak dira biak.

1999an Globalstar-ek ahalegin handia egin du satelliteak espazioratzen eta urriari zerbitzuaren hasiera iragarri zuen. Dena den, orain Lurraren azaleraren % 45 baino ez du estaltzen sistemak. 2000.eko martxorako zerbitzu osoa emango duela iragarri du, ordurako 38



Delta jaurtigailu estatubatuarra Globalstar satellite bat espazioratzen Cañaveral Lurmuturretik.

atariak prest egongo baitira. Globalstar telefonoak Iridium telefonoak baino merkeagoak dira (1.250 dolar inguru, telefono zelular arrunta baino askoz garestiagoa, dena den) eta deiak ere merkeagoak izango dira (1,25-1,5 dolar minutuko). Nolanahi ere, uste izatekoa da prezioek behera egingo dutela harpidedunak ugari ahala.

Kontuan izanik Lurreko telefono zelularren sarea azken bizpahiru urteotan biziki hobetu eta zabaldu dela, satellite bidezko telefonoetarako gelditzen den merkatua txikia dela pentsa liteke. Baina horretan lanean ari diren konpainiek bestela uste dute: haien ustez, 2007. urte-

an 32 milioi pertsonak erabiliko dute satellite bidezko telefono-sistema eta urtean merkatu horrek 31.600 milioi dolar mugituko ditu. Munduko etxean % 65ean ez dago telefonorik eta garapen bidean dauden herrialdeetan telefono gutxi daude oraindik. Gainera, Europan eta Estatu Batuetan oraindik Lurreko telefono zelularrak iristen ez diren tokiak badaude. Teledesic, Iridium eta Globalstar merkatu horretan lehiatuko dira. ■

Informazio gehiago:
<http://www.ee.surrey.ac.uk/Personal/L.Wood/constellations/>
<http://www.teledesic.com>
<http://www.iridium.com>
<http://www.globalstar.com>