



T
621.3845
COE

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**"Interconectividad de un Sistema GMPCS con Operadores
Celulares en el Ecuador"**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN
ELECTRÓNICA**

Presentado por:

Miguel Coello Ojeda
Marco Delgado Santos
Walter Ronquillo Soriano
Rosa Zeas Muñoz

GUAYAQUIL-ECUADOR

1999



DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Graduación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

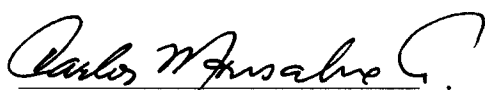
Marco Delgado Santos

Miguel Coello Ojeda

Rosa Zeas Muñoz

Walter Ronquillo Soriano

TRIBUNAL DE GRADUACION



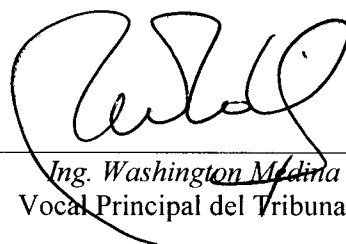
Ing. Carlos Monsalve
SubDecano de la FIEC



Ing. Vicente Saltos
Director de Tópico



Ing. Boris Ramos
Vocal Principal del Tribunal



Ing. Washington Medina
Vocal Principal del Tribunal

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente al Ing. Vicente Saltos Director de Trabajo de Tópico, por su invaluable ayuda.



DEDICATORIA

A DIOS

A NUESTROS PADRES

A NUESTROS HERMANOS

A NUESTROS AMIGOS

RESUMEN

El presente trabajo desarrolla la aplicación de un sistema GMPCS para su funcionamiento en el Ecuador, en vista del auge y la necesidad cada vez mayor de estar comunicados a escala mundial y desde cualquier parte del globo terrestre, sin importar las condiciones del desenvolvimiento de nuestras actividades.

En el capítulo 1 se abarca brevemente el conocimiento de los sistemas más exitosos en cuanto a su concepción y su utilidad; aquellos que son proyectos aún y los que están prestando sus servicios en otras regiones del planeta en la actualidad. Finalmente se realiza la elección del sistema más ocionado para ofrecer el servicio GMPCS en nuestro país.

En el capítulo 2 se introduce al sistema elegido; se enuncian sus características, además de los requisitos y procedimientos que debe seguir el operador celular como proveedor del servicio.

En el capítulo 3 se explica la forma en que se realizaría la interconexión de la operadora con la red del sistema GMPCS; además se documenta la simulación de algunos ejemplos de llamada.

Por último, en el capítulo 4 está el estudio de costos y la inversión en que incurriría el operador de telefonía inalámbrica que quisiera intervenir en este nuevo y prometedor mercado de las telecomunicaciones.

ABREVIATURAS

AMPS	Advanced Mobile Phone Service / Analog Mobil Phone Service.
CDMA	Code Division Multiple Access.
EIR	Equipment Identity Register.
ESN	Electronic Serial Number.
GBO	Gateway Business Office.
GBS	Gateway Business System.
GID	Gateway Identification.
GMPCS	Global Mobile Personal Communication Services.
GNS	Global Notification Service.
GSM	Group Special Mobile.
GTO	Gateway Technical Office.
IU	Iridium Interworking Unit.
Iridium LLC; ILLC	Iridium Limited Liability Corporation.
IRM	Iridium Roaming MIN.
ISP	Iridium Service Provider.
ISU	Iridium Subscriber Unit.
ITU	International Telecommunications Union.
LEO	Low Earth Orbit.
MDA	Message Delivery Area.
MEO	Medium Earth Orbit.
MOC	Message Origination Controller.
MTSO	Mobile Telephone Switching Office.
NID	Network Identification.
PIN	Personal Identification Number.
PSTN	Public Switched Telephone Network.
PUK	PIN Unblocked Key.
RF	Radio Frequency.
RP	Roaming Partner.
SIM (card)	Subscriber Identification Mobile. (Tarjeta).
SN	Serial Number.
SP	Service Provider.
SPNet	Service Provider Network.
TRC	Terrestrial Radio Cassette.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
ABREVIATURAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
INTRODUCCIÓN	1
1. COMUNICACIONES GLOBALES MÓVILES POR SATÉLITE (GMPCS).	
1.1 Sistema ICO.	7
1.2 Sistema Odyssey.	11
1.3 Sistema Teledesic.	13
1.4 Sistema Skybridge.	18
1.5 Sistema GlobalStar.	24
1.6 Sistema Iridium.	32
1.7 Sistema Ellipso.	42
1.8 Comparación entre los GMPCS propuestos.	44

1.9	Criterios para la selección del GMPCS más apropiado para su aplicación en nuestro país.	53
2.	APLICACIÓN DE UN GMPCS EN ECUADOR.	
2.1	Aspectos legales.	56
2.2	Aspectos técnicos.	58
2.2.1	Convenciones de numeración de Iridium.	58
2.2.2	Equipos de usuario.	72
2.3	Aspectos administrativos.	86
2.3.1	Manejo de equipos.	87
2.3.2	Activación en los sistemas Iridium.	93
2.5	Aspectos de fraude.	100
2.5.1	Principio del fraude y manejo de la seguridad.	102
2.5.2	Procedimientos de prevención y detección.	104
2.5.3	Roles y responsabilidades.	105
2.5.4	Fraude técnico.	110
2.5.5	Sistema de monitoreo.	112
2.6	Servicios del Sistema Iridium.	113
3.	INTERCONECTIVIDAD DEL SISTEMA GMPCS CON EL OPERADOR CELULAR.	
3.1	Conectividad entre el SP y el Sistema Iridium.	117

3.2 Acceso de usuarios.	118
3.3 Transporte de señalización.	119
3.4 Programa de simulación.	125
4. ESTUDIO DE COSTOS Y MERCADO.	
4.1 Introducción.	134
4.2 Antecedentes.	134
4.3 Sistema de mercadeo.	136
4.4 Aspectos económicos.	138
4.5 Equipos terminales.	141
4.6 Proyecciones.	147
Conclusiones.	150
Apéndices.	153
Anexos.	203
Bibliografía.	244

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Cobertura del Sistema Ico.	8
Figura 1.2 Interoperabilidad del Sistema Ico.	10
Figura 1.3 Red Iconet.	11
Figura 1.4 Cobertura del Sistema Teledesic.	14
Figura 1.5 Interoperabilidad del Sistema Teledesic.	15
Figura 1.6 Sistema Teledesic.	17
Figura 1.7 Ejemplos de llamada en el Sistema Skybridge.	24
Figura 1.8 Cobertura del Sistema Globalstar.	25
Figura 1.9 Solución a pérdidas por sombras.	25
Figura 1.10 Estación Terrena o Gateway del Sistema Globalstar.	26
Figura 1.11 Interoperabilidad del Sistema Globalstar.	28
Figura 1.12 Llamada de un teléfono convencional a un Globalstar en el país.	29
Figura 1.13 Llamada terrestre a un Globalstar en desplazamiento internacional.	30
Figura 1.14 Llamada GBS - GBS dentro de la cobertura.	31
Figura 1.15 Cobertura del Sistema Iridium.	33
Figura 1.16 Interoperabilidad del Sistema Iridium.	35
Figura 1.17 Llamada de un teléfono Iridium a la PSTN utilizando la red de satélites Iridium.	40
Figura 1.18 Llamada de un Teléfono Iridium en un sistema visitante a un teléfono PSTN (Roamer).	42
Figura 1.19 Órbitas elípticas utilizadas por los satélites Ellipso.	43
Figura 2.1 Tipos de tarjetas SIM.	75
Figura 2.2 Teléfono Motorola y sus accesorios.	77
Figura 2.3 Teléfono para vehículos.	78
Figura 2.4 Portable Dock con el teléfono 9500 de Motorola.	79
Figura 2.5 Cassettes Motorola.	80
Figura 2.6 Teléfono Kyocera sólo satélite.	82
Figura 2.7 Teléfono Kyocera multimodal.	82
Figura 2.8 Equipo aeronáutico AIRSAT TM 1.	84
Figura 2.9 Equipo aeronáutico SatTalk TM .	84
Figura 2.10 Pagers de Kyocera y Motorola.	86
Figura 2.11 Pasos para la certificación de la tarjeta SIM.	88

Figura 2.12	Proceso del manejo de los ISUs y accesorios.	92
Figura 2.13	Proceso de activación del cliente en las entidades de Iridium.	94
Figura 2.14	Interfaces de facturación.	96
Figura 2.15	Sistema para monitorear el uso de la red.	113
Figura 3.1	Proyecto de enlace hasta ISA Brasil contratando un carrier en Ecuador.	120
Figura 3.2	Sistemas de cable submarino de Fibra Óptica.	122
Figura 3.3	Proyecto de enlace desde una celda celular en Salinas hasta la central Salinas II de Pacifictel.	124
Figura 3.4	Enlace de microondas para la transmisión de señales entre el SP y el Gateway utilizando la red existente.	125
Figura 3.5	Ventana de presentación.	127
Figura 3.6	Menú principal.	128
Figura 3.7	Pantalla tipo. Ubicación de los objetos del programa.	129
Figura 3.8	Botones importantes del ISU.	131

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
TABLA I	Características de los Sistemas GMPCS.	48
TABLA II	Características de los Sistemas GMPCS.	49
TABLA III	Características de los Sistemas GMPCS.	50
TABLA IV	Características de los Sistemas GMPCS.	51
TABLA V	Características de los Sistemas GMPCS.	52
TABLA VI	Tipos de tarjeta SIM.	73
TABLA VII	Conversiones de protocolo requeridas.	76
TABLA VIII	Conectividad.	139
TABLA IX	Publicidad.	139
TABLA X	Administrativos.	140
TABLA XI	Inversión Mensual.	140
TABLA XII	Precio de los equipos.	141
TABLA XIII	Precio de los accesorios.	142
TABLA XIV	Valor de las llamadas.	143
TABLA XV	Planes de servicio Iridium.	144
TABLA XVI	Planes de servicio Iridium.	145
TABLA XVII	Precios de los planes Iridium.	146
TABLA XVIII	Proyección de utilidad al primer mes de servicio.	147
TABLA XIX	Inversión vs Utilidad mensual.	148

INTRODUCCIÓN

Las comunicaciones por satélites en órbita nos van a permitir establecer en los próximos años, comunicaciones móviles entre estaciones terrenas fijas y móviles a escala mundial.

Este servicio basa su necesidad en el hecho de que a principios del siglo XXI los sistemas de comunicaciones móviles celulares terrestres darán servicio al 50 por ciento de la población, pero tan sólo al 15 por ciento de la superficie terrestre. Además, existe otra causa que justifica la introducción de este nuevo servicio: la incompatibilidad entre los distintos sistemas de comunicaciones móviles (como por ejemplo GSM, PCS, etc.) que hacen que desplazarse a diferentes sistemas, signifique tener que cambiar el teléfono móvil.

La solución a estos problemas puede ser un sistema global de comunicaciones móviles por satélite que permita el acceso a lugares remotos sin necesidad de grandes infraestructuras terrestres adicionales.

Los organismos reguladores internacionales están buscando un estándar que permita el uso de los terminales de comunicaciones móviles por satélite en cualquier lugar del mundo. Los sistemas que ofrecen tales servicios reciben el nombre de Redes de Comunicaciones Personales por Satélite (GMPCS -Global Mobil Personal Communications System).

Aquellos que viajen a cualquier lugar del planeta, podrán usar el mismo terminal móvil con el mismo conjunto de servicios a los que estén suscritos en cualquier lugar del mundo, sin necesidad de familiarizarse con equipos diferentes cuando visiten distintos países.

El estándar de telefonía del sistema de comunicaciones móviles por satélite, será similar al proporcionado por las redes de comunicaciones móviles digitales según el estándar GSM. Además de los servicios de voz, los usuarios de este sistema tendrán acceso a otros servicios como fax o transmisión de ficheros en cualquier momento y en cualquier lugar de la Tierra.

En vista que cualquier sistema de telefonía móvil presenta problemas debidos a barreras reguladoras al cambiar de país, no sucederá lo mismo o serán muy pocos con el sistema de comunicaciones móviles por satélite, facilitando la definición y el lanzamiento de los sistemas de comunicaciones móviles mundiales.

Varios administradores de sistemas de comunicaciones por satélite como GlobalStar, Inmarsat-P, Iridium, Teledesic y otros, están terminando sus sistemas para empezar a operar en los próximos años con toda su capacidad. Son sistemas basados en diferentes tecnologías como lo son los sistemas de órbita baja (LEO) y los sistemas de órbita intermedia (ICO).

El propósito del presente estudio es definir cuál de los sistemas actualmente propuestos para una comunicación global es aplicable a nuestro país y qué requisitos legales, tecnológicos e inversiones tiene que cumplir una empresa operadora celular que desee utilizar dicho sistema para prestar servicio en un futuro inmediato.

Capítulo 1

1. SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES MÓVILES POR SATÉLITE.

En las últimas 3 décadas los satélites geoestacionarios han sido los únicos medios que han ofrecido comunicaciones espaciales, ellos continuarán jugando un papel importante, particularmente para las aplicaciones "broadcast". Estos sistemas tienen un número de limitaciones para las comunicaciones: Primero, necesitan unos terminales con gran potencia y segundo la señal sufre un gran retraso debido a la gran altura a la que se encuentran de la Tierra; estos retrasos en la señal hacen que un gran número de aplicaciones, incluida la aplicación esencial de Internet: La World Wide Web, estén considerablemente afectados o que simplemente no lleguen a funcionar con estos satélites geoestacionarios. Naturalmente por razones económicas, estos sistemas se están localizando en las áreas de mayor desarrollo económico.

Con los últimos datos que tenemos podemos decir que de los 200 satélites geoestacionarios de comunicaciones comerciales existentes, sólo uno está ofreciendo servicios en África; además, a la altura que se encuentran los satélites GEO las comunicaciones sufren retraso ya que sólo podemos transmitir a velocidades por debajo de la velocidad de la luz. Estos retrasos son mucho más elevados que los producidos por los estándares de fibra óptica existentes en las comunicaciones terrestres. Los retrasos pueden provocar alguna distorsión en las palabras en llamadas internacionales o hacer que aplicaciones de tiempo real tales como videoconferencia u otros protocolos de datos no funcionen.

Con los nuevos avances en la tecnología digital las redes de gran ancho de banda podrán conmutar paquetes con voz, vídeo y datos sobre el mismo cable y en formato digital, disminuyendo los retrasos en los servicios, lo que permitirá satisfacer demandas de nuevas aplicaciones de telecomunicaciones. Esos grandes retrasos de los sistemas GEO no ocurren con las redes de satélites de órbita baja (LEO)(1).

La evolución de los satélites geoestacionarios a los de órbita baja ha resuelto el poder tener un sistema de comunicaciones global, cosa que con los sistemas de

1. Para ver una diferencia entre las distintas órbitas ver el apéndice D.

satélites geoestacionarios no se había conseguido hasta ahora porque estos cubrían sólo una parte del planeta. Con un sistema de satélites LEO, se pueden obtener las mismas aplicaciones que con los sistemas terrestres, respecto al hecho de ofrecer servicios avanzados tanto en calidad como en capacidad. Un sistema GEO siempre busca un mercado desarrollado, en este sentido el sistema LEO representa una equidad en tecnología y promete transformar la economía de las telecomunicaciones.

Así como las redes terrestres han desarrollado sus sistemas a partir de redes centralizadas a través de simples computadoras para conseguir redes distribuidas con interconexiones entre PCs. Las redes en el espacio están desarrollándose de igual manera partiendo de redes centralizadas con un simple satélite geoestacionario a redes distribuidas conectando los satélites sobre baja órbita. En un sistema geoestacionario si un satélite se pierde por alguna razón esto puede llevar a una catástrofe para el sistema, hay que conseguir que no se pierdan satélites para llegar a ser un sistema eficiente y con un costo no muy elevado. Con una red distribuida, la fiabilidad es mayor que si la red es centralizada, reduciendo la complejidad y el costo de los satélites individualmente y permitiendo más dinamismo en el proceso de fabricación y diseño de los mismos.

El concepto de sistema telefónico portátil mundial atrae la atención de muchos por la utilización de las órbitas MEO y LEO. Así nacieron varios proyectos como

Odyssey y Ellipso para las órbitas MEO o como Globalstar, Iridium, Teledesic y Skybridge para las órbitas LEO. Los sistemas más viables han sido bautizados como Big LEOs: Odyssey, ICO, Globalstar, Iridium y Teledesic.

Estos sistemas tienen en común:

- La utilización de satélites no geoestacionarios mucho menos potentes que los gigantes geoestacionarios que en este momento son los pilares de todos los sistemas de comunicación.
- Ser sistemas globales, proporcionar servicios en tiempo real tales como voz y datos. Varias de sus características técnicas son diferentes, eso es lo que veremos exponiéndolas de manera simplificada para algunas de las propuestas más importantes.

1.1 Sistema Ico (Inmarsat-P)

ICO es un sistema de satélites de órbita intermedia circular establecido por INMARSAT, a este se lo conoce como INMARSAT-P. El sistema ICO es un sistema MEO con 10 satélites más 2 de reserva distribuidos en dos grupos de 5 en 2 planos ortogonales a una altura de 10 355 Km. Los efectos de las montañas y los edificios sobre la disponibilidad del servicio se subsanan asegurando que al menos dos satélites vean cada punto en cada momento.

Dispondrán de doce nodos en satélites distribuidos alrededor del planeta y todos interconectados entre sí, que darán servicio en tiempo real a todos aquellos que accedan al sistema. Los satélites harán de enlace entre el terminal móvil y una de las estaciones terrenas situadas de que dispondrá el sistema. La estación terrena será la que proporcione el acceso a la Red Telefónica Conmutada.

Los servicios ofrecidos por ICO tendrán la apariencia de los servicios ofrecidos por los sistemas celulares o el sistema PCS. Se ofrecerán servicios adicionales de datos, fax y radiomensajería.

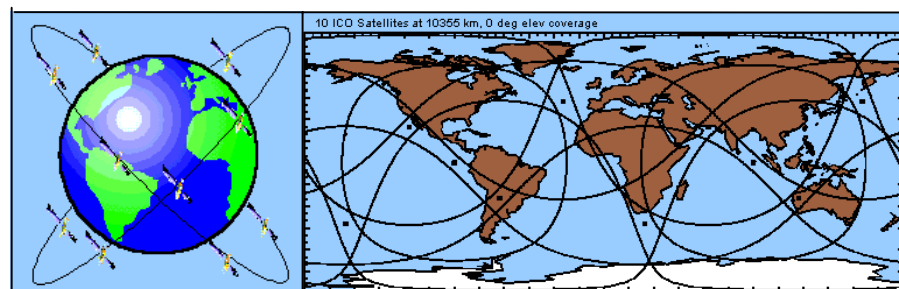


Fig. 1.1: Cobertura del Sistema Ico.

El sistema ICO integra la tecnología de las comunicaciones móviles por satélite con las redes terrestres fijas y móviles, para que las comunicaciones personales sean posibles desde cualquier parte del mundo.

Interoperabilidad del sistema.

El sistema ICO encaminará cada llamada desde el usuario final a un satélite

y, desde ahí, a una de las 12 estaciones terrestres denominadas nodos de acceso al satélite (SAN), ubicados alrededor del mundo. Los SAN están enlazados mediante cable de gran capacidad para formar la red ICONET, que envía la llamada a la red fija o móvil de destino o, mediante un segundo satélite, a otro teléfono ICO. En el otro sentido, cada llamada pasará por la red terrestre a la red ICONET y de ahí al usuario final mediante los SAN y los satélites.

El sistema ICO utilizará la banda de 2 GHz (1 980 a 2 200 MHz) para enlaces de servicio móvil (usuario-satélite) y de 5/7 GHz (banda C) para los enlaces de alimentación (satélite - SAN). El número de circuitos de voz del satélite será de 4 500.

Utiliza el acceso múltiple TDMA, que se justifica porque permite una modulación eficaz en términos de potencia y proporciona la capacidad de soportar picos de tráfico.

Además de los SAN, la red ICONET estará compuesta por centros de control de red primarios y de reserva, dos centros de datos comerciales, un centro de registro y autenticación de domicilio y líneas terrestres digitales de alta capacidad para enlazar todos estos elementos. Cada SAN consistirá de cinco antenas de seguimiento de alto rendimiento y equipos asociados de control y

conmutación.

La red ICONET ofrece roaming global sin interrupción y podrá conectarse con las redes terrestres fijas y móviles ubicadas en cualquier parte del mundo, los terminales móviles utilizarán dos modos, modos simple y dual cuando trabaje el estándar ICO o un estándar terrestre regional (GSM en Europa, PDC en Japón, DAMPS en América del norte)(2).

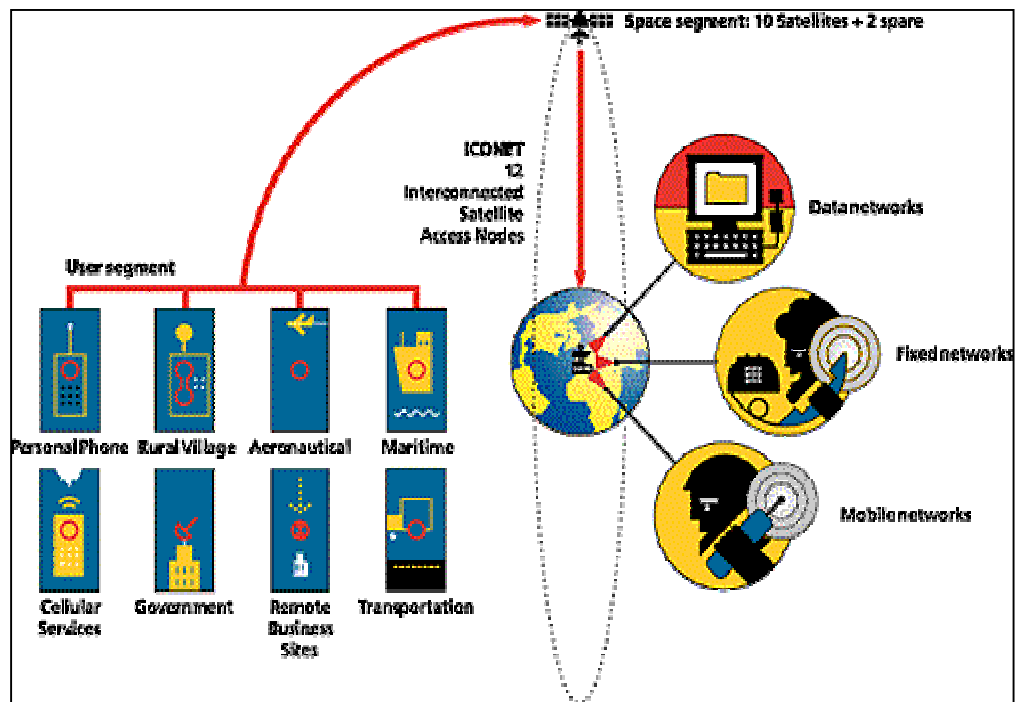


Fig. 1.2: Interoperabilidad del Sistema Ico.

2. En el apéndice B se resume los diferentes estándares.

ICO apuntará a usuarios del mercado celular terrestre existente que viajan a lugares donde la cobertura está incompleta o no existe. También para transportes por carretera, marítimos o aeronáuticos; además dará servicio en zonas rurales y países en desarrollo.



Fig. 1.3: Red Iconet.

1.2 Sistema Odyssey.

Odyssey se podría describir como un método que nos provee de comunicaciones a través de satélites de órbita intermedia (MEO) entre terminales de baja potencia con antenas omnidireccionales y una estación terrena de enlace con uno de los satélites que forman parte de la constelación de satélites de este sistema. Cuenta con 12 satélites más 3 de reserva repartidos en tres planos y se espera que estén en órbitas a altitudes que varían entre los 10 000 y 18 000 Km.

Cada satélite se orienta automáticamente de manera que queda directamente enfocado a una región definida. La cobertura directa no es necesaria para la cobertura global, por lo que la capacidad de handoff será prevista. Como las antenas son dirigidas, la necesidad de volver a atribuir las frecuencias o los códigos es bastante rara. El método de acceso múltiple es el CDMA porque permite una compartición del espectro con varios operadores de servicio. El ángulo de elevación mínimo es de 20° y normalmente por lo menos dos satélites serán visibles desde el terminal móvil, es decir existirá un área de solape entre las diferentes regiones cubiertas por cada uno de los satélites contiguos. Eso permite la selección de un enlace óptimo al establecer la comunicación. La diversidad de camino no es empleada, el terminal móvil se comunica a través de un satélite único en cualquier momento. Durante un tiempo de conexión el terminal interactúa con otros satélites a la vista, de tal forma que utilizando un segundo receptor, emplea el segundo satélite para garantizar una conexión continua. Las estaciones terrenas proporcionan las conexiones con la red pública y se emplean enlaces terrestres para completar llamadas hacia o desde un terminal móvil Odyssey.

El número de circuitos de voz del satélite oscila entre 3 000 y 9 500 según el número de terminales móviles o fijos. Odyssey emplea una multiplexación por división de frecuencia en banda Ka con distintas sub-bandas para cada haz. Luego en el enlace ascendente la tarea del satélite es en primer lugar la

multiplexación de la señal en frecuencia y después la translación de frecuencia de la banda L a la banda Ka(3). Para el enlace descendente el satélite hace una translación de la banda Ka a la banda S, de-multiplexa la señal y la encamina correctamente.

Todos los procesos de conmutación son realizados en el suelo manteniendo un diseño del satélite sencillo y resistente a las evoluciones futuras.

Estas características permiten a Odyssey proveer de comunicación telefónica, así como servicio de fax y datos alrededor de todo el mundo, con tan sólo una docena de satélites y ocho estaciones terrenas.

Se espera que Odyssey este operativo para comienzos del año 2000, con una inversión de más de cinco mil millones de dólares.

1.3 Sistema Teledesic.

El sistema Teledesic es el sistema más ambicioso de los diferentes sistemas propuestos. Es un sistema LEO con 840 satélites más 84 de reserva (ver fig. 1.4) repartidos en 21 planos a una altura comprendida entre 695 y 705 Km.

3. En el apéndice C se listan las diferentes bandas de trabajo.

Teledesic aspira a proporcionar servicios de transmisión de datos de alta velocidad (broadband) fijos y móviles de calidad comparable a la

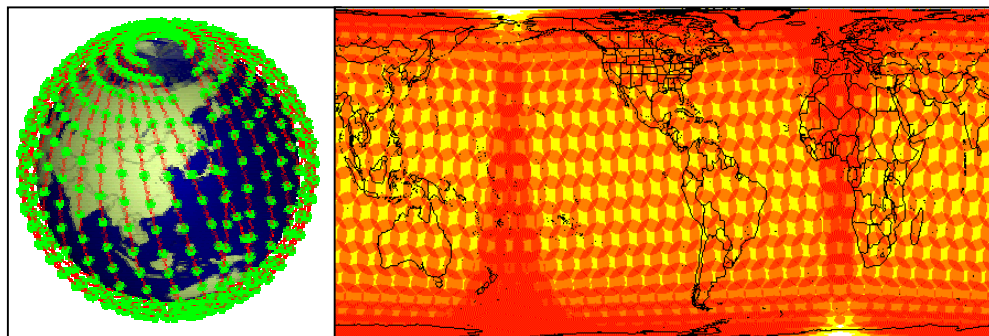


Fig. 1.4: Cobertura del Sistema Teledesic.

proporcionada por fibra óptica, por lo que el término de Broadband LEO es más apropiado que el de Big LEO para Teledesic. Para proporcionar esa velocidad la banda Ka fue elegida para los enlaces móviles, ya que utilizará bandas de frecuencias altas (desde 18 GHz. a 28 GHz.). El ángulo de elevación mínimo es de 40° para remediar las pérdidas por lluvia en esta banda de frecuencia.

El sistema permite la visibilidad de dos satélites al mismo tiempo desde un terminal móvil. Cada satélite, está conectado con sus 8 vecinos para así conseguir una robusta topología, además actúa como un conmutador en la red de satélites de tal forma que los paquetes de datos puedan tomar diferentes caminos para llegar a su destino dependiendo de la congestión de la red; y de esta forma, si se perdiese algún satélite los paquetes podrían

tomar una ruta alternativa.

Interoperabilidad del sistema.

Los terminales de los Gateways y los puestos de usuario se comunican directamente con la Red de Teledesic basada en satélites y a través de las conexiones con terminales de otras redes, como se puede ver en la figura 1.5.

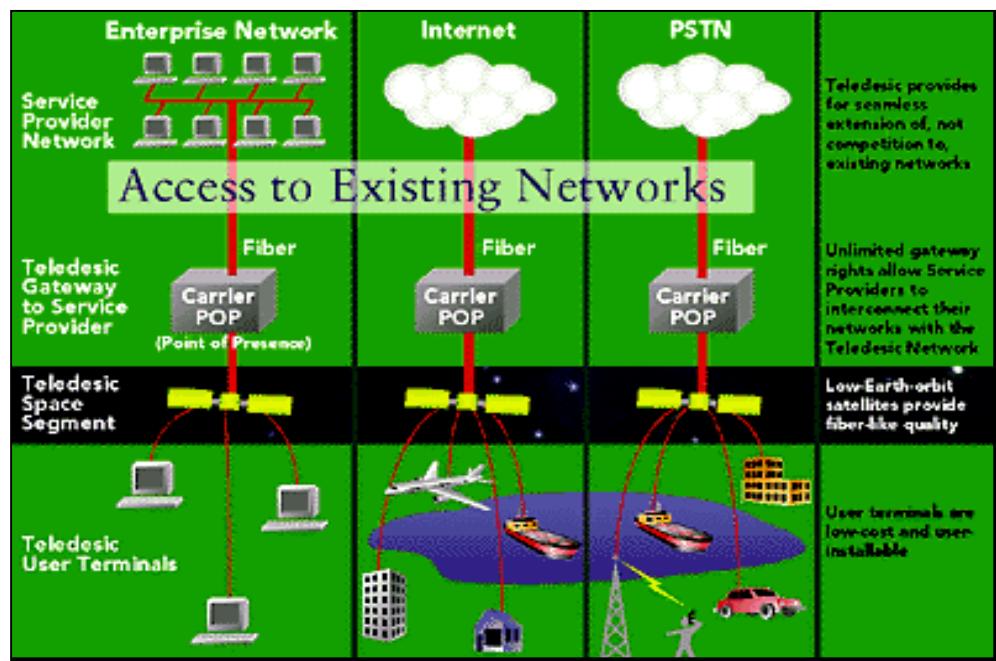


Fig. 1.5: Interoperabilidad del Sistema Teledesic.

La red usa tecnología de intercambio de paquetes rápida basada en el modo de transferencia asíncrono "ATM" que hoy se usa en redes LAN, redes WAN y en B-ISDN (Broadband Integrated Services Digital Network). Todas las comunicaciones son tratadas de forma idéntica dentro de la Red como

flujo de paquetes pequeños de dimensión fija. Cada paquete contiene una cabecera que incluye la dirección e información de secuencia, una parte de control de errores que se usa para verificar la integridad de la cabecera, y una sección que lleva voz y datos digitalizados y codificados. La conversión a y desde el formato de paquete se lleva a cabo en los terminales. La red de intercambio de paquetes rápida combina las ventajas de la red de circuitos conmutados y la de intercambio de paquetes (eficiente manejando mucho tráfico y datos). La tecnología de intercambio rápido de paquetes esta idealmente pensada para la red LEO.

La red usa un protocolo sin conexión. Los paquetes con el mismo destino pueden utilizar rutas distintas a través de la red. Cada nodo dirige independientemente el paquete a través de la ruta que en ese momento ofrece el menor retardo hasta su destino.

Los paquetes que se mandan son almacenados y si es necesario se resecuencian al terminal de destino para eliminar el efecto de las variaciones de tiempo. Teledesic ha desarrollado una extensa y detallada simulación de la red y del algoritmo de encaminamiento adaptativo para verificar que los requerimientos de retardo cumplan los retardos de Teledesic.

Las estaciones terrenas permiten la conexión a la red pública y a redes

privadas y terminales de alta velocidad, al sistema que soporta la base de datos Teledesic.

Teledesic utiliza antenas orientadas y cartografía regional para reducir el número de handoff debidos al movimiento del satélite y de la Tierra. La

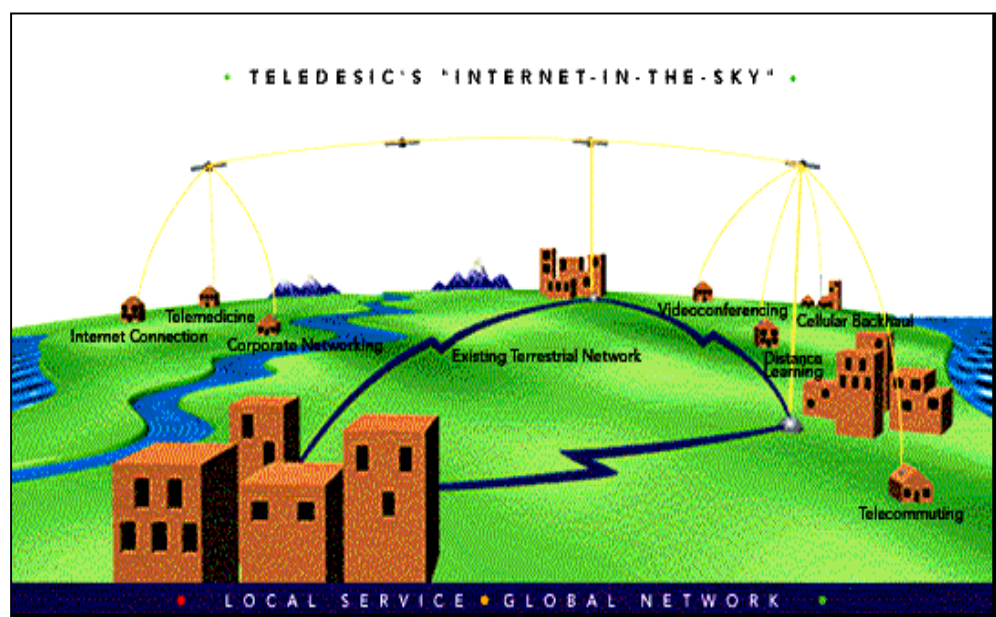


Fig. 1.6: Sistema Teledesic.

superficie de la Tierra está dividida aproximadamente en 2 000 super-células y cada super-célula está dividida en 9 células. La super-célula es un cuadrado de 160 Km de lado. La cobertura del satélite es de 64 super-células (576 células) lo que corresponde a una super-célula por haz. Los recursos están asociados a cada célula y son controlados por el satélite. Un terminal móvil se quedará con los mismos recursos durante todo el tiempo de su

llamada cualquiera que sea el número de satélites que utilice durante la llamada. El método de acceso múltiple elegido es una combinación de división en espacio, tiempo y frecuencia.

Este sistema tiene una inversión en investigación y desarrollo de nueve mil millones de dólares. Se prevé que Teledesic esté en funcionamiento alrededor del año 2002, por tanto sus principales problemas son la construcción y puesta en órbita de tal cantidad de satélites. La solución está en ir lanzando los satélites poco a poco e ir colocándolos de manera estratégica de tal forma que desde un principio se pueda dar servicio, pero que la capacidad de éste vaya aumentando con el tiempo.

1.4 Sistema Skybridge.

El segmento espacial de SkyBridge consiste en dos constelaciones de 32 satélites, transmitiendo cada uno con 2 500 W de potencia en la banda Ku. Su peso estimado es de 800 Kg y tiene una vida útil de 8 años. En una primera fase estará disponible una de las constelaciones y más tarde se dispondrá de los 64 satélites en conjunto. La fecha inicial para la puesta en marcha del proyecto es el año 2002. Se situarán en una órbita a 1 457 Km, cubriendo las latitudes entre los +68° y los -68°, con lo cual no se dispondrá de servicio en las zonas polares. Cada satélite cubrirá un área de unos 3 000 Km, con un máximo de 45 haces distintos iluminando dicha área, lo que

permite la reutilización de frecuencias. Cada haz se corresponde con una estación terrena que abarca unos 350 Km alrededor. El método de acceso se hará por múltiplex en casi todo: FDMA, TDMA y WDMA. Los satélites no disponen de enlaces entre ellos, por lo que actúan como simples repetidores entre terminales de usuario y estaciones base o terrenas.

Los servicios son de transporte de datos de gran ancho de banda a un costo razonable y un retardo mínimo aunque en este caso sea a priori ligeramente superior al de los otros sistemas. El enlace entre usuarios y sistema es asimétrico, disponiéndose desde 6 Kbps hasta 60 Mbps en el enlace descendente y desde 16 Kbps hasta 2 Mbps en el ascendente. Este modo de conexión está optimizado para conexiones del tipo Internet, pudiéndose asignar ancho de banda bajo demanda en tramas de 16 Kbps.

Las principales cualidades del sistema son su bajo costo hablando en términos relativos y su fiabilidad, ya que emplea tecnología conocida (utiliza la banda Ku para los enlaces satélite–tierra) y las funciones más importantes se realizan en tierra. Ante cualquier eventualidad se puede responder mejor si el equipo defectuoso se encuentra accesible.

SkyBridge ofrece servicios al usuario final directamente, mediante un pequeño equipo de transmisión (la antena es de 50cm). Para múltiples

usuarios el equipo a utilizar debe ser de mayores prestaciones, con una antena de 100cm. Esta política de servicio es acorde con el funcionamiento de la red; dada su menor capacidad y forma de realizar el transporte (vía líneas terrestres) no va a ofrecer servicios a operadores de telecomunicaciones. Por otra parte dado el bajo costo de los equipos terminales está en capacidad de ofrecer servicios a más usuarios finales.

Un posible acuerdo para crear un sistema híbrido de satélites GEO y LEO, para disfrutar de las ventajas de los sistemas híbridos está en camino. El sistema global no sería completamente transparente, pues al no existir enlaces inter-satélite la comunicación LEO-GEO y viceversa debe hacerse mediante una estación terrena.

Interoperabilidad del sistema.

La arquitectura del sistema Skybridge lo componen tres niveles, el 1º lo forman los usuarios finales, que emplean los satélites como medio de acceso al sistema. Los 80 satélites que forman la constelación de Skybridge son capaces de proporcionar cobertura global durante las 24 horas. Los satélites transmiten al usuario final los datos que este recibe a través de la estación terrena, o bien transmiten a la estación terrena la información que el usuario desea enviar. Esta estación terrena constituye el 2º nivel de la arquitectura y realiza todo el encaminamiento y gestión. Al usarse el enlace vía satélite

únicamente como medio de que los usuarios accedan a las estaciones terrenas, que realizan todas las funciones de conmutación y encaminamiento, se rebajan los costos y riesgos que suponen los enlaces entre satélites.

El segmento terrestre lo componen, las estaciones base o estaciones terrenas de la red SkyBridge, los terminales de usuario, los sistemas de gestión de red y comunicaciones y las líneas de transmisión, que enlazan estaciones base y permiten la comunicación con otras redes, mediante un conmutador ATM de banda ancha. Las estaciones terrenas proporcionan interconexión con el 3er nivel del sistema: Servidores locales y redes terrestres de banda ancha o redes terrestres de banda estrecha.

El sistema puede tener importantes retardos, aunque SkyBridge garantiza un servicio rápido, poniendo a disposición si hiciera falta enlaces con satélites intermedios para completar el trayecto con garantías de servicio.

A continuación veremos ejemplos con el sistema SkyBridge:

☛ Si un usuario 1 de un país cualquiera quisiera comunicarse con un usuario 2 que está en otro país, los pasos a seguir serían los siguientes:

1.- El usuario 1 se comunica con uno de los satélites Skybridge y le envía la información.

2.- Este satélite retransmite la información a la estación terrena a la que pertenece el usuario 1.

3.- La estación terrena encamina el mensaje a través de las redes terrestres adecuadas hasta la estación terrena del usuario 2.

4.- Esta estación terrena envía la información a un satélite Skybridge que la retransmite por fin al usuario 2. Este procedimiento se puede apreciar en la Fig.1.7.

☛ Si un usuario 1 se quiere comunicar con un usuario 3 que pertenece al mismo país que el usuario 1, pero se encuentra fuera del área de cobertura de la red terrestre, entonces la conexión sería como sigue:

1.- El usuario 1 se comunica con uno de los satélites Skybridge y le envía la información.

2.- Este satélite retransmite la información a la estación terrena a la que pertenece el usuario 1.

3.- La estación terrena encamina el mensaje al satélite Skybridge ya que esta sabe que el usuario 3 está fuera de la cobertura de la red terrestre.

4.- Finalmente el satélite Skybridge retransmite la información al usuario destino, ver figura 1.7.

La arquitectura descentralizada del sistema Skybridge proporciona un fundamento de bajo costo y altamente fiable para un sistema de banda ancha e interactivo. Como el encaminamiento y el control del tráfico se realiza en tierra, no se necesitan enlaces directos entre satélites. La estación terrena dirige las interconexiones con los servidores locales y las redes terrestres de telecomunicaciones, así como todo el tráfico de Skybridge dentro de su respectiva área de cobertura.

Hay que precisar que cada terminal de usuario en Skybridge se conecta a través de la constelación de satélites a una única estación terrena local que dirige todo el tráfico dentro de una zona de 350 Km de radio aproximadamente. Un usuario está registrado en una sola estación terrena, que concentra todo el tráfico que genera o se dirige a ese usuario. Por tanto, esa estación terrena será la que manejará y concentrará siempre toda la información que el usuario requiera o envíe. El tráfico del usuario se

transmite a través de redes terrestres de banda ancha o estrecha, dependiendo del tipo de aplicación y de la velocidad de datos requerida.

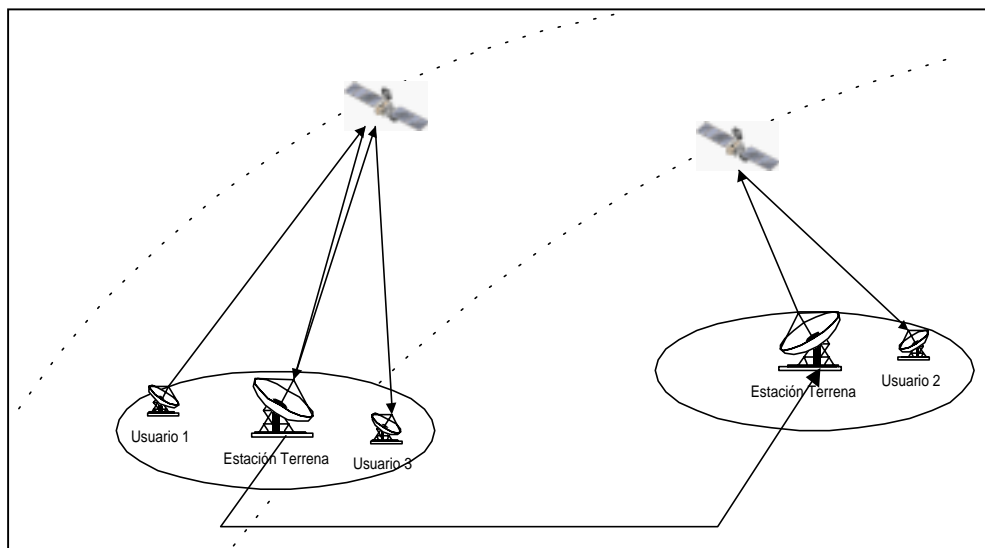


Fig. 1.7: Ejemplos de llamada en el Sistema Skybridge.

Las conexiones entre los terminales de usuario y las estaciones terrenas se establecen usando la banda Ku para los enlaces tanto de subida como de bajada.

El costo estimado de la constelación es de unos 3 500 millones de dólares.

1.5 Sistema Globalstar.

La constelación del sistema GlobalStar es un sistema de órbita baja (LEO) formada por 48 satélites más 8 de reserva en 8 planos a una altura de 1 410 Km; proporcionarán servicios de comunicaciones móviles con servicios de

voz y datos, radiomensajería y radiodeterminación cubriendo alrededor del 98% de la población.

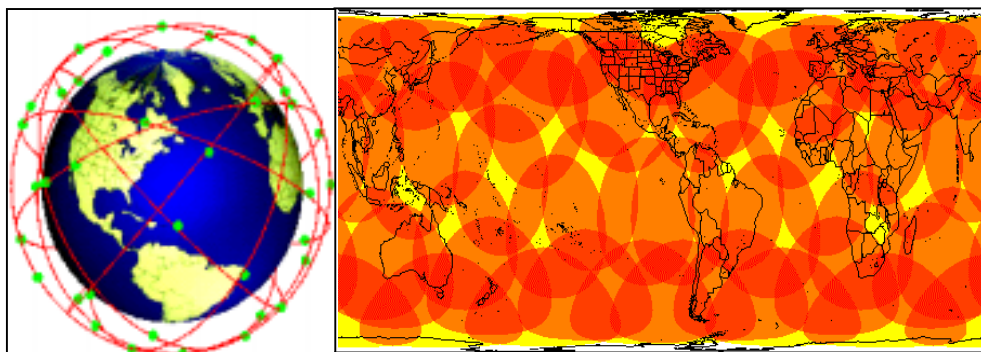


Fig. 1.8: Cobertura del sistema GlobalStar.

Los terminales de usuario se comunicarán con al menos tres satélites simultáneamente y combinarán esas señales en una sola de mayor calidad. De esta manera se compensarán posibles pérdidas debidas a zonas de sombra y a interferencias, lo que podemos apreciar en la fig. 1.9.

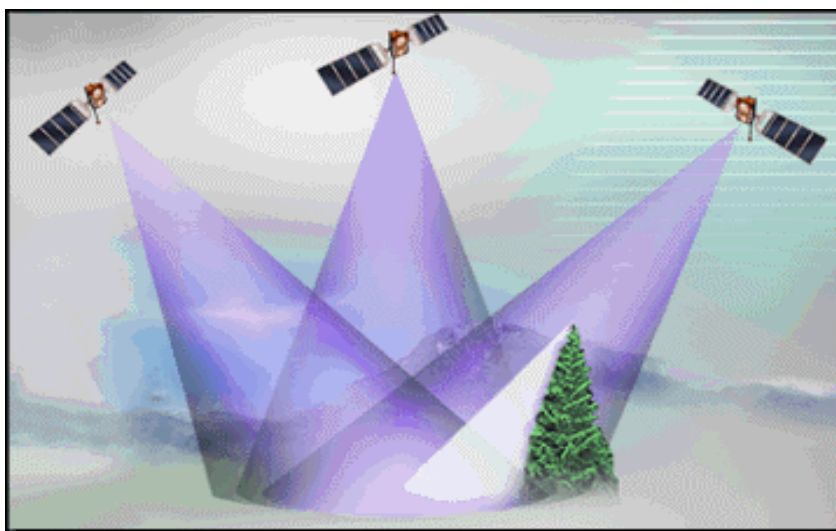


Fig. 1.9: Solución a pérdidas por sombras.

Globalstar utiliza las tecnologías CDMA, FDM (enlace ascendente) y FDMA (enlace descendente). La técnica CDMA fue elegida porque primero posibilita un aumento de capacidad de los enlaces móviles mediante la reutilización de frecuencias, la detección de actividad de voz y segundo por sus calidades de partición del espectro de frecuencia. Las antenas Globalstar son diseñadas de tal manera que los haces sean elípticos, alienados con el vector de velocidad de los satélites para aumentar el tiempo durante el cual el usuario se queda con cada haz.



Fig. 1.10: Estación Terrena o Gateway del Sistema Globalstar.

Interoperabilidad del sistema.

El sistema Globalstar proporciona conexiones con la red pública a través de 100 a 210 estaciones terrenas.

Las estaciones terrenas (Gateways) son los puntos de interconexión entre la

constelación de satélites Globalstar y las redes de telecomunicación terrestres existentes.

Cada Gateway tendrá hasta 4 antenas de seguimiento para rastrear los 4 satélites a su vista, prestando servicio de interconexión a los usuarios que usen esos satélites.

En términos de cobertura geográfica, se prevé que un Gateway preste servicios a usuarios en un radio de hasta 2 000 Km.

Globalstar venderá sus servicios a proveedores locales, que tendrán un derecho exclusivo para ofrecer el servicio Globalstar en sus regiones respectivas y también tendrán que obtener la aprobación necesaria. Sólo se establecerán las llamadas a través del satélite cuando la conexión no pueda hacerse a través de la red terrestre; esto es, Globalstar enruta una llamada de un usuario del sistema hasta uno de los 48 satélites, volviéndola a bajar a la estación terrena de acceso a la Red Pública conmutada a través de la cual llega al abonado al que se está llamando, en la fig.1.11 se ve la interoperabilidad del sistema.

Si la llamada se hace a otro usuario del sistema Globalstar, la llamada continuaría a través de otra estación en tierra que actúa esta vez de puerta

desde la Red Pública conmutada al satélite, y regresa a tierra desde éste al receptor móvil al que iba dirigida la llamada, a continuación se presentan algunos ejemplos de llamadas dentro del sistema Globalstar.

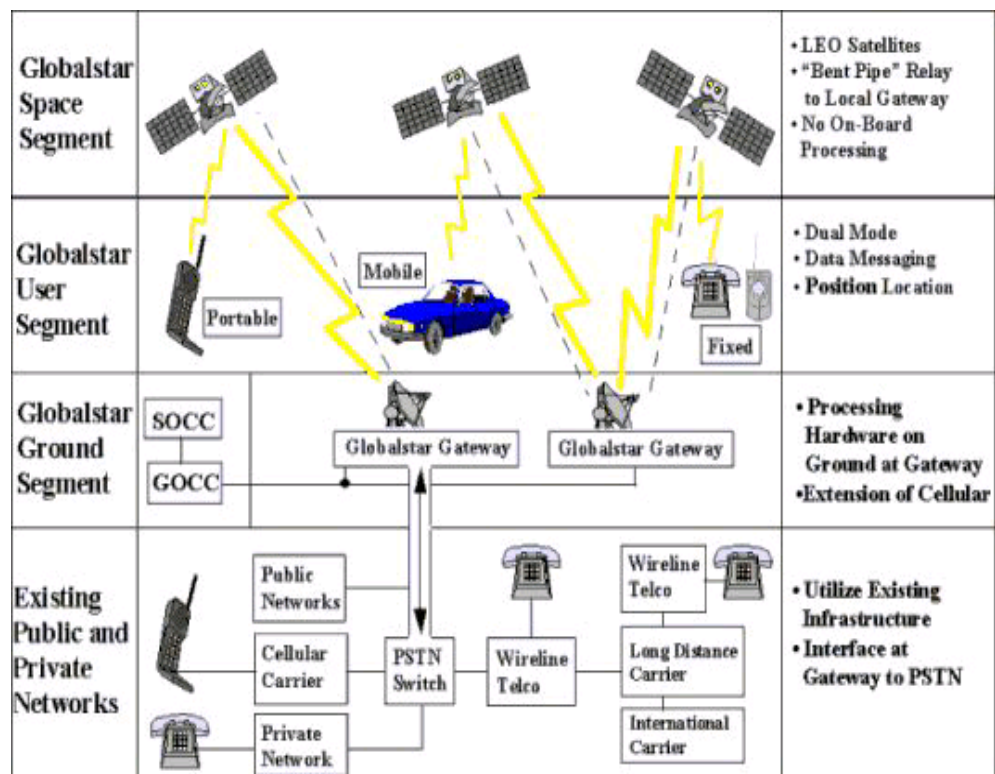


Fig. 1.11: Interoperabilidad del Sistema Globalstar.

☛ *Llamada teléfono convencional a un Globalstar en el país.*

1-Llamada a un móvil celular Globalstar por el número de celular del usuario móvil.

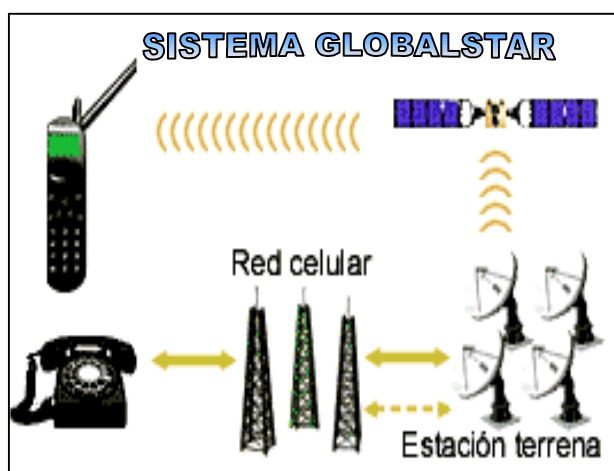


Fig. 1.12 Llamada de un teléfono convencional a un Globalstar en el país.

2-El operador celular determina que el usuario móvil no está en su red ni en las redes de los operadores con quien tiene acuerdos de roaming nacional.

3-La estación terrena indica a la red celular que el usuario está disponible en modo Globalstar.

4-La red celular pasa la comunicación al usuario a través de la estación terrena Globalstar.

☛ *Llamada terrestre a un Globalstar en desplazamiento internacional.*

- 1-Llamada a un móvil celular GLOBALSTAR por el número de celular del usuario móvil.
- 2-El operador celular determina que el usuario móvil no está en su red ni en las redes de los operadores con quien tiene acuerdos de roaming internacional.
- 3-La estación terrena propia del país en donde se origina la llamada, indica a la

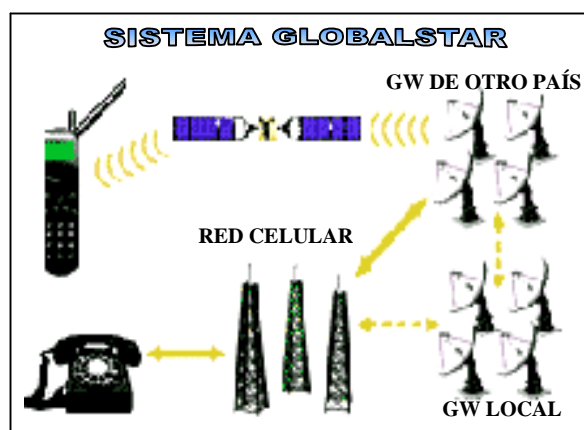


Fig. 1.13: Llamada terrestre a un Globalstar en desplazamiento internacional.

red celular que el usuario está disponible en modo Globalstar bajo la cobertura de otro Gateway.

- 4-La red celular pasa la comunicación al usuario a través de la estación terrena Globalstar del otro país.

☛ *Llamada GBS – GBS dentro de la cobertura.*

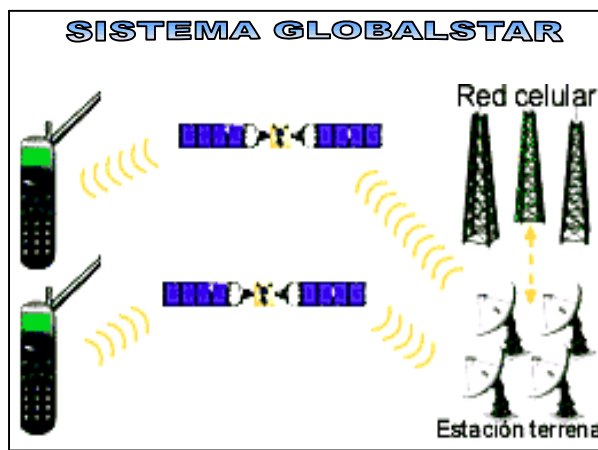


Fig. 1.14: Llamada GBS – GBS dentro de la cobertura.

- 1- Un usuario en modo Globalstar (fuera de cobertura celular) llama a un usuario móvil celular/Globalstar por el número de celular del usuario móvil.
- 2- La estación terrestre detecta el usuario móvil llamado en su cobertura.
- 3- La estación terrestre interroga al operador celular del usuario móvil llamado. Esta no lo encuentra en su red o en las redes de operadores con quien tiene acuerdos de roaming.
- 4- La estación terrestre establece la comunicación en modo Globalstar.

Como se ve, todas las llamadas cursadas a través del sistema Globalstar pasarán también por las estaciones terrenas regionales, asegurando al proveedor del servicio local un ingreso suplementario y permitiendo un mantenimiento del control de las autoridades reguladoras locales.

Globalstar dará su servicio a través de una red mundial de proveedores locales de telecomunicaciones. En éstos se incluyen por ejemplo las francesas France Telecom (cuarto operador mundial) y Alcatel (mayor empresa mundial de manufacturas de equipos de comunicación a distancia).

1.6 Sistema Iridium.

El sistema Iridium es un sistema basado en satélites de órbita baja (LEO), apoyado por la empresa de telecomunicaciones Motorola, con 66 satélites más 6 de reserva repartidos en 6 planos a una altura de 780 Km: tiene la estructura de una red celular cuyas estaciones base se encuentran en el espacio en forma de 66 satélites en órbita (aunque inicialmente se pensó en un sistema con 77 satélites -de ahí su nombre: Iridium, elemento atómico con 77 electrones en su nivel externo), estando 11 satélites en cada uno de los planos separados 420 millas náuticas sobre la superficie terrestre.

Las conexiones a la red pública se efectúan vía estaciones terrenas. Los satélites están enlazados entre sí. Cada satélite está conectado con sus cuatro

satélites vecinos a través de enlaces inter-satélite los cuales proporcionan flexibilidad para localizar las estaciones terrenas.

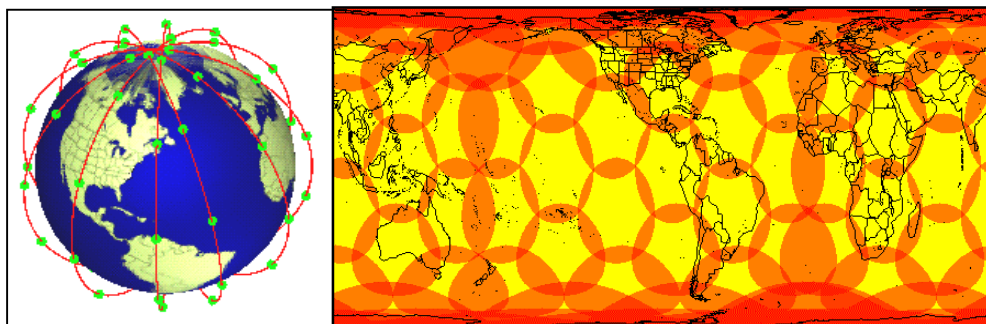


Fig. 1.15: Cobertura del Sistema Iridium.

La principal característica de Iridium es que extenderá la red de comunicaciones móviles GSM y es el único de los Big LEOs con un acceso por división en el tiempo dúplex. Ambos enlaces ascendente y descendente emplean un híbrido de TDMA y FDMA. Utiliza la banda L en los enlaces hacia los terminales móviles y la banda Ka para enlaces satélite-satélite y satélite-estación terrena, ofreciendo servicios de voz y datos de carácter personal y con cobertura mundial. Además también estarán disponibles servicios de radiomensajería (paging) o fax. Sus servicios tienen como denominador común la conveniencia de la movilidad e integración tecnológica.

Interoperabilidad del sistema.

El sistema se compone de: Satélites, estaciones terrenas y terminales de

usuario.

Las estaciones terrenas sirven de interfaz con infraestructuras de telecomunicaciones –que pueden ser mundiales–. Las estaciones terrenas forman una red y tienen dos funciones principales: El almacenamiento de datos y la interconexión con una Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN).

El sistema está destinado a áreas de baja densidad de tráfico. En las áreas donde haya cobertura terrestre GSM (Europa), se conmutará al operador correspondiente sin necesidad de utilizar un roaming partner (RP) o proveedor del servicio (SP) de Iridium.

El sistema Iridium seguirá la posición de cada teléfono y la información se almacenará en las estaciones terrenas, lo que permitiría obtener servicio en cualquier punto de la Tierra (tierra, mar y aire) siempre que la altitud sea inferior a 185 Km (debido a la cobertura de los haces satelitales).

La necesidad de almacenar la posición del teléfono viene del hecho de que puede recibir una llamada en cualquier momento y el sistema debe saber en que celda se encuentra para poder enviarle la llamada. Asimismo, si por ejemplo, el usuario destino es un usuario de PSTN la estación terrena hará de

interfaz entre la red de satélites Iridium y la PSTN a la que se deba acceder. El sistema deberá ser capaz de localizar y de utilizar la PSTN en cuestión. Una llamada desde un terminal móvil puede ser encaminada a través de la red de satélites y cursadas hacia cualquier otro terminal móvil o dirigirse hacia la red pública a través de cualquier estación terrena.



Fig. 1.16: Interoperabilidad del Sistema Iridium.

Cuando un terminal móvil hace una llamada, el sistema Iridium calcula su posición, utilizando esta posición la estación terrena puede ser interrogada para garantizar el cumplimiento de las leyes en cada país con quien tengan convenio de interconexión, imponiendo restricciones de llamada a los terminales móviles.

Para comunicaciones en tiempo real, tal y como puede presentarse una conversación telefónica normal, nos encontraremos tres situaciones:

La primera de ellas consiste en una comunicación requerida a escala local, es decir, cuando el usuario que inicia la llamada y el que la recibe se hallen en la misma área de cobertura; sin utilizar la constelación de satélites, este servicio ofrece la posibilidad de efectuar roaming entre protocolos celulares terrestres como el GSM y el IS-41 (AMPS, en América principalmente). El suscriptor utilizará su suscripción GSM y los servicios ofrecidos por ella en el mundo AMPS y viceversa, conservando un único número personal y una factura única con su proveedor de servicios (Roaming internacional).

Una segunda situación, es que con la ayuda de terminales duales celular-satelital, el suscriptor podrá utilizar la constelación de satélites cuando su estándar celular no esté disponible y viceversa, asegurando un roaming bidireccional, cobertura global y las ventajas de ambas tecnologías. Cada estación terrena (Gateway) tendrá en seguimiento a dos o tres satélites a la vez, enrutando la información hacia el más conveniente, actuando como meros repetidores. Este enlace se repetirá tantas veces como sea necesario hasta alcanzar su destino final. La estación terrena estará conectada a la PSTN del país a donde se esté llamando, dando la tan necesaria posibilidad de que el usuario terminal esté conectado a la red telefónica fija.

La tercera y más interesante es la que ofrece comunicaciones móviles con terminales de mano a través de satélite desde cualquier punto del globo; este servicio se basa en enlaces espaciales entre satélites contiguos (ISL), bien utilizando el láser o bien vía radio. Ahora se complican algo los equipos de a bordo, dado que se incorporan mecanismos de conmutación y se realiza cierto procesado y enrutamiento en el satélite (aunque podría traspasarse las decisiones a la Tierra), evitando la reentrada de la señal en la atmósfera terrestre hasta su bajada final. Esto implica un continuo y preciso conocimiento de la posición de cada satélite. El sistema Iridium es el único, de los provistos de licencia previa hasta ahora, que hace uso de esta tecnología.

Es evidente la necesidad de un sistema de cobertura permanente ya que así no se producirán cortes en la llamada en ningún momento.

Para comunicaciones retardadas (radiomensajería), y de forma breve, las situaciones son ligeramente diferentes:

Una primera situación sería que el usuario–transmisor envía los datos, que son almacenados a bordo del satélite hasta que encuentra al usuario receptor bajo su cobertura, momento en el cual descarga la información.

La segunda cuenta con los usuarios en la misma zona, estando provista la estación terrena de capacidad de almacenamiento; los datos se almacenan hasta tener a la vista un satélite con cobertura sobre el receptor.

Una tercera, finalmente, de nuevo hace uso de los ISLs, almacenándose los datos a bordo hasta tener un nuevo satélite a la vista más próximo al receptor del mensaje final.

Las frecuencias que el sistema Iridium utiliza para prestar servicio son las siguientes:

- Enlaces con los usuarios ("service links"): 1 616 - 1 626,5 MHz (Banda L).
- Enlaces entre satélites (ISL) ("intersatellite transmissions"): 23,18 - 23,38 GHz (Banda Ka).
- Enlaces de bajada satélite–estación terrena: 19,4 - 19,6 GHz (Banda Ka).
- Enlaces de subida estación terrena–satélite: 29,1 - 29,3 GHz (Banda Ka).

A continuación veremos algunos ejemplos de llamadas Iridium:

☞ *Llamada desde un teléfono Iridium hacia la PSTN, usando el sistema de satélites.*

- 1.- El suscriptor de Iridium (móvil) marca el teléfono de la PSTN.
- 2.- El móvil envía un requerimiento de servicio por medio de la red satelital Iridium al Gateway más cercano, en este caso será el "originating Gateway" o GW1, ver figura 1.17. Aquí se creará el VLR.
- 3.- El GW1 confirmará con el Gateway de origen del suscriptor Iridium que chequeará previamente el HLR y si es que no existe ningún motivo de suspensión, autorizará el servicio.
- 4.- El GW1 establece la llamada con el Gateway que hará la conexión con la PSTN, "terminating Gateway" o GW2, ver figura 1.17.
- 5.- El terminating Gateway se conecta con la PSTN.
- 6.- La llamada es respondida.

7.- El GW2, por medio de la red de satélites Iridium, informa al GW1 que la llamada ha sido respondida.

8.- El GW2 informa al móvil que la llamada ha sido respondida y la conversación comienza.

El canal de voz será establecido por medio de la red satelital de Iridium desde el móvil hasta el Gateway que conecta a la PSTN destino de la llamada, GW2 o terminating Gateway, ver figura 1.17.

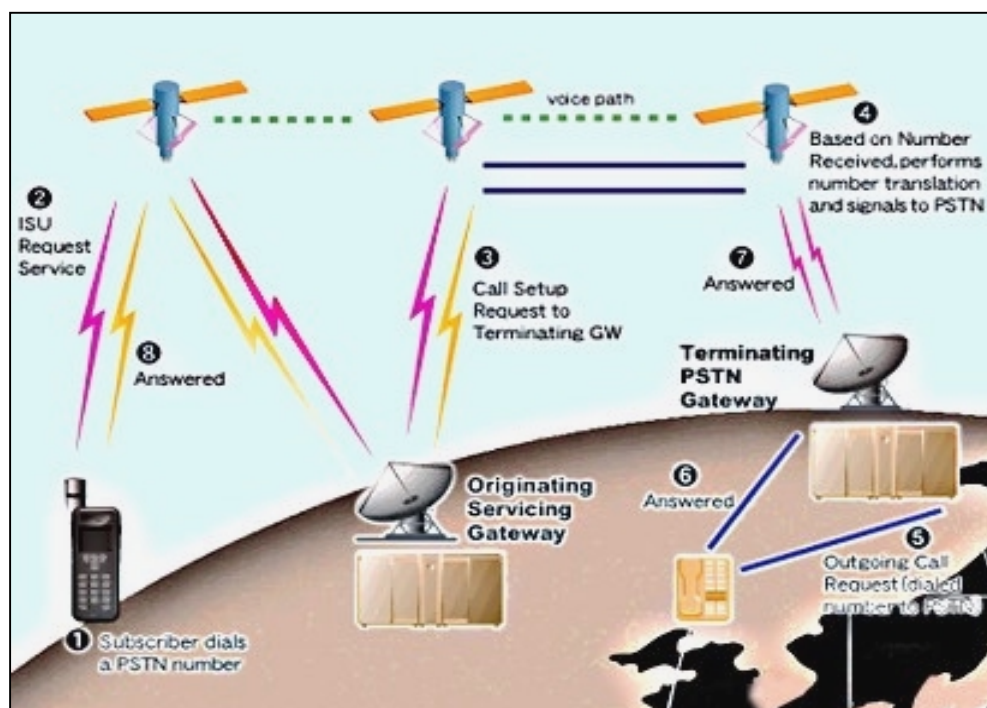


Fig. 1.17 Llamada desde un teléfono Iridium a la PSTN

☞ *Llamada desde un teléfono Iridium a un teléfono de la PSTN, en un sistema visitante, sin usar la red de satélites Iridium (Roamer).*

- 1.- El suscriptor de Iridium (móvil) marca el teléfono de la PSTN.
- 2.- El móvil envía un requerimiento de servicio por medio de la red del proveedor de servicio Iridium visitante (SP/RP-V) al Gateway al cual el suscriptor pertenece. El SP/RP-V crea el VLR.
- 3.-El Gateway de origen, chequeará el HLR del suscriptor y si es que no existe ningún motivo de suspensión, autorizará el servicio.
- 4.- Se establece la llamada entre el SP/RP-V con la PSTN local.
- 5.- La llamada es respondida.
- 6.- La PSTN informa al SP/RP-V que la llamada ha sido respondida.
- 7.- El SP/RP-V informa al móvil que la llamada ha sido respondida y la conversación empieza.

El canal de voz se establece por medio de la red terrestre del SP/RP-V desde

el móvil hasta la PSTN, ver figura 1.18.

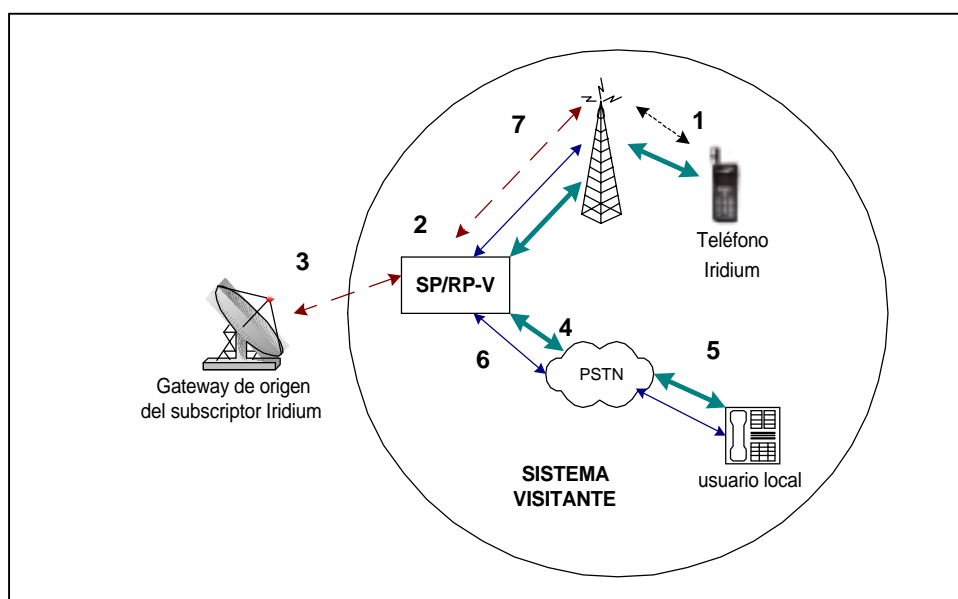


Fig. 1.18. Llamada de un teléfono Iridium a un teléfono de la PSTN en un sistema visitante (Roamer).

1.7 Sistema Ellipso.

La constelación se distribuye en dos tipos de planos orbitales: Por una parte, planos elípticos inclinados con altitudes que van desde 520 hasta 7 846 Km con 5 satélites por elíptica y por otro lado, utiliza un plano elíptico ecuatorial con altitudes comprendidas entre 4 223 y 7 846 Km con 7 satélites. El conjunto constituye un total de 17 satélites.

El sistema Ellipso es el único que utiliza satélites en órbita elíptica. Con ello pretende aprovechar el hecho de que la mayor parte de la población mundial se concentra en el hemisferio Norte. Se elige, pues, una órbita cuyo punto

más alejado de la Tierra (el apogeo) se sitúe sobre el hemisferio Norte, con lo que el satélite pasará más tiempo al Norte del Ecuador. Usa amplificadores grandes y caros para conseguir la amplificación necesaria de la señal.

Dará servicio de voz y datos a bajo costo y pretende extender y complementar las redes telefónicas y de datos terrestres existentes. En busca de una utilización óptima del sistema, además de las órbitas descritas, utilizará multiplexación por división de código CDMA.

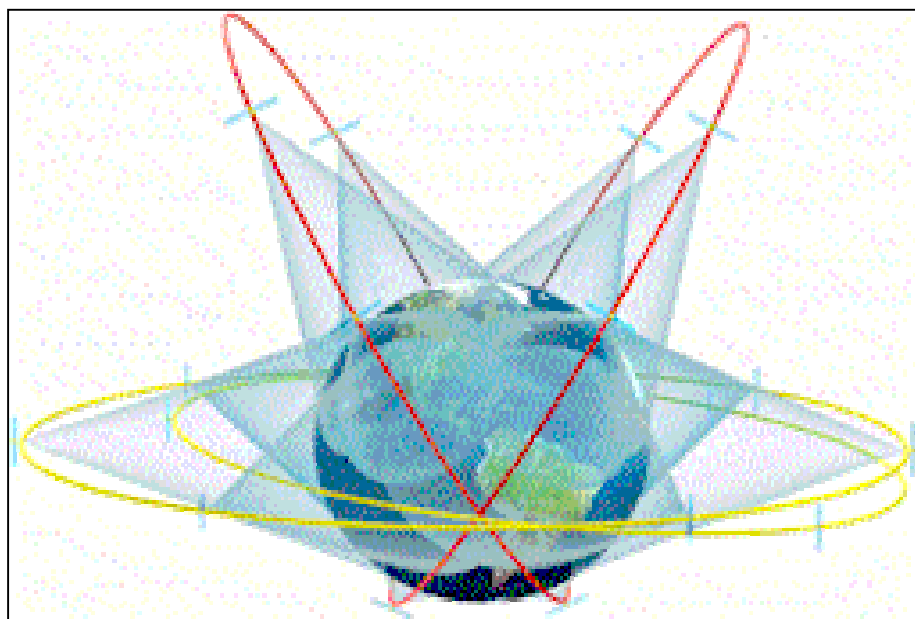


Fig. 1.19: Órbitas elípticas utilizadas por los satélites Ellipso.

1.8 Comparación entre los GMPCS propuestos.

Dentro del conjunto de proyectos que actualmente se están desarrollando, para brindar comunicación móvil a escala mundial por medio de satélites, se pueden dividir los sistemas LEO en dos categorías atendiendo al tipo de servicio prestado:

- Sistemas Big-Leo: Constelación de satélites en órbita LEO o MEO, orientados a ofrecer servicios de telefonía vocal y otros que requieran un ancho de banda estrecho tales como: Odyssey, ICO, Globalstar, Iridium y Ellipso.

- Sistemas Mega-Leo: Multimedia vía satélite. Se trata de proyectos que darán servicios que requieran un gran ancho de banda. Dentro de este grupo se encuentra Skybridge y su principal competidor, Teledesic.

Después de haber analizado cada una de las propuestas actualmente presentadas, procederemos a citar sus principales diferencias y basándonos en ellas, seleccionaremos el sistema que en las condiciones actuales sería el más indicado para aplicar en el Ecuador en un futuro inmediato.

Principales Diferencias de los Sistemas Big-Leo:

En las tablas I, II, III, IV y V (páginas 48 a 52) podemos apreciar las

diferentes características que presentan estos sistemas, cabe anotar que de estos sistemas, el único que se encuentra actualmente en funcionamiento prestando un servicio a escala mundial es Iridium, le sigue Globalstar, que es en la actualidad su principal competidor, se debe recordar que el Sistema Globalstar realiza la conmutación en las estaciones terrestres o "Gateway", de tal forma que un abonado sólo podrá acceder al sistema cuando él y un Gateway caigan dentro de la zona de cobertura de un mismo satélite, por lo que para tener una mayor cobertura, se necesita tener un mayor número de Gateways; se espera tener aproximadamente 200 Gateways. Esto no sucede en Iridium, que ofrece la posibilidad de establecer enlaces entre satélites, la circuitería a bordo permite demodular y encaminar los paquetes a su siguiente destino, esta complejidad a bordo de los satélites permite ofrecer un servicio mundial utilizando, únicamente, quince estaciones terrestres o Gateways, su principal ventaja es la posibilidad de encaminar el tráfico de larga distancia, lo que dota de autonomía al sistema, reduce los incontrolables costos de los enlaces PSTN (incontrolables puesto que dependen, por ejemplo, de la orografía del terreno) y reduce el retardo de propagación. Además, se puede dar servicio a amplias zonas en las que el satélite no puede ver ninguna estación terrena, por ejemplo, en el Océano Pacífico.

Generalmente, los requerimientos del 'handoff' pueden verse reducidos

gracias a que el enlace con una determinada estación terrena fija puede mantenerse mientras un determinado usuario móvil permanezca en la zona de servicio de un determinado satélite. En cambio, sin ISLs, el satélite tiene que ver simultáneamente la estación terrena y el usuario móvil. Finalmente, debemos mencionar también, que los ISLs permiten transportar señalización e información para la gestión de la red.

Principales Diferencias de los Sistemas Mega-Leo:

Dentro de este punto vamos a analizar los Sistemas Teledesic y Skybridge, ambos sistemas van dirigidos al mismo sector ofreciendo servicios de banda ancha similares, en la actualidad ninguno de estos proyectos están prestando servicios, pero se prevé que entren en funcionamiento para el 2003 aproximadamente.

Uno de los inconvenientes que el Sistema Teledesic presenta frente al de Skybridge, es que la atenuación que sufre la señal a la frecuencia que trabaja, es bastante elevada y por esta razón deberá transmitir con mayor potencia, reduciéndose la vida útil de los satélites.

Otra diferencia, es que en el Sistema Skybridge, los satélites se encargan solamente de amplificar la señal que reciben, bien sea esta de las estaciones terrenas o de los usuarios finales y retransmitirla al otro elemento; es decir,

no hay comunicación entre los satélites. En cambio, el Sistema Teledesic pretende tener comunicación entre sus satélites, pero para ello se necesita mayor circuitería y precios más elevados que los de Skybridge.

Precisamente, por la comunicación entre satélites, es que Teledesic pretende cubrir con la constelación descrita el 95% de la superficie de la Tierra y el 100% de la superficie habitada. En este aspecto presenta mejoras sobre Skybridge, pero los ejecutivos de Skybridge están hablando de una posible alianza con Cyberstar (sistema GEO), con lo que esta fusión solucionaría el problema proporcionando una cobertura global típica de los sistemas híbridos LEO-GEO.

Tanto el Sistema Teledesic como el Sistema Skybridge prometen ser una excelente opción para todos esos servicios en los que se necesita un gran ancho de banda, por lo que solo restaría esperar a que entren en funcionamiento para ver las bondades que en realidad presentará cada Sistema.

TABLA I**CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS GMPCS**

	ODYSSEY	ICO (INMARSAT-P)	GLOBALSTAR	IRIDIUM	ELLIPSO
Tipos de servicios	Voz, datos, fax, paging, servicio de mensajes cortos, posición	Voz, datos, fax, paging	Voz, datos, fax, paging, servicio de mensajes cortos, posición	Voz, datos, fax, paging, mensajería, posición	Voz, datos, fax, paging, servicio de mensajes cortos, posición
Voz (kbps)	4.8	4.8	2.4 / 4.8 / 9.6	2.4 / 4.8	4.15
Datos (kbps)	2.4 móviles 2.4 - 9.6 fijos	2.4	7.2	2.4	0.3 – 9.6
Modulación	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	OQPSK
Circuitos de voz/ Satélite	3000 a 9500	4500	2000 - 3000	1100 (potencia limitada)	-----
Tipo de órbita	MEO	MEO	LEO	LEO	HEO
Altitud (km)	10354	10355	1410	780	7846 * 520

TABLA II
CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS GMPCS

	ODYSSEY	ICO (INMARSAT-P)	GLOBALSTAR	IRIDIUM	ELLIPSO
Número de satélites	12 + 3 de reserva	10 + 2 de reserva	48 + 8 de reserva	66 +6 de reserva	10 + 6 de reserva
Número de planos orbitales	3	2	8	6	2
Inclinación (grados)	50	45	52	86.4	116.5
Periodo (minutos)	359.5	358.9	114	100.1	180
Tiempo de visibilidad de un satélite (minutos)	?	?	?	?	?
Ángulo de elevación mínimo del terminal móvil (grados)	20	10	10	8.2	10

TABLA III**CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS GMPCS**

	ODYSSEY	ICO	GLOBALSTAR	IRIDIUM	ELLIPSO
Retardo máximo del enlace móvil - satélite	44.3 ms	48.0 ms	11.5 ms	8.22 ms	38.7 ms
Ángulo mínimo de elevación de la Estación Terrena	--	--	10°	--	-----
Número de Est. Terrenas	7	12	100 ~ 210	15 - 20	--
Cobertura	Global (al menos un satélite a la vista en latitudes mayores de 20° en todo el globo.)	Global	En el intervalo +/- 70° latitud	Global	50° al Norte, latitud Sur
Método de acceso	CDMA / FDMA / FDD	TDMA / FDMA / FDD	CDMA / FDMA / FDD	TDMA / FDMA / TDD	CDMA
Número de haces por satélite	61	163	16	48	61

TABLA IV

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS GMPCS

	ODYSSEY	ICO	GLOBALSTAR	IRIDIUM	ELLIPSO
Número total de haces	732	1630	768	3168	-----
Diámetro del haz	--	--	2 254 km, en media	600 km (mínimo)	-----
Antenas en el satélite	Células móviles, usando cob. directa	Fijas, células móviles	Fijas, células móviles	Fijas, células móviles	Fijas, células móviles
Patrón de reuso (células por cluster)	3	4	1	12	1
Factor de reuso	--	--	768	180	-----
Visibilidad de satélites	Más o 2 satélites en el área de cobertura	Normalmente 2 o más satélites	"Circunstancial"	En los polos	Más o 2 satélites 40 grados al norte, latitud Sur
Frecuencias "downlink" (MHz)	2483.5 -2500.0 (Banda S)	1980 - 2010	2483.5 -2500.0 (Banda S)	1616.0 -1626.5 (Banda L)	2483.5 – 2500.0 (Banda S)
Frecuencia "uplink" del móvil (MHz)	1610.0 -1626.5 (Banda L)	2170 -2200	1610.0 -1626.5 (Banda L)	1616.0 -1626.5 (Banda L)	1610 – 1626.5 (Banda L)

TABLA V
CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS GMPCS

	ODYSSEY	ICO	GLOBALSTAR	IRIDIUM	ELLIPSO
Frecuencia alimentador "uplink"	29.1 - 29.4 GHz (Banda Ka)	5 GHz (Banda C)	5.091 -5.250 GHz (Banda C)	27.5 -30.0 GHz (Banda Ka)	Banda C
Frecuencia alimentador "downlink" (GHz)	19.3 - 19.6 (Banda Ka)	7 (Banda C)	6.875 -7.055 (Banda C)	18.8 -20.2 (Banda Ka)	Banda C
¿Procesado a bordo (regeneración)?	No	--	No	Sí	-----
¿Soporta "Handover"?	Sí (requerido raramente)	Sí	Sí	Sí	Sí
Márgenes de "fading" (dB)	--	8 - 12	11 - 16 dB margen equivalente	16 de voz, 35 "paging"	-----
Potencia de emisión del satélite (W)	6177	2500	1000	1400	-----
Masa del satélite	2207	1925	450	700	-----

1.9 Criterios para la selección del GMPCS más apropiado para su aplicación en nuestro País.

Como ya mencionamos, los GMPCS que actualmente están en funcionamiento son Iridium y Globalstar, se planea que ICO empezará a realizar sus pruebas en el año 2001, por lo que nos limita a dos opciones.

El primer requisito clave es que el sistema de satélites, en la medida de lo posible, permita una integración total y esto se puede observar en sistemas como Iridium y Globalstar.

El segundo requisito clave concierne a la técnica de acceso al medio utilizada: CDMA o TDMA, se puede decir que no hay ninguna ventaja particular del CDMA sobre el TDMA o viceversa al extenderse con las respectivas innovaciones al entorno satélite. La comparación TDMA/CDMA tanto en entorno satélite como terrestre no nos lleva a dilucidar una técnica más ventajosa que la otra. De hecho, por una parte hay un gran número de cuestiones (no solo relacionadas con la capacidad del sistema, sino también con su flexibilidad y complejidad) que no son fácilmente cuantificables y deben tenerse en cuenta para realizar una comparación justa, y por otra parte los resultados de la comparación dependen de las condiciones de contorno; es decir, del entorno interferente, los objetivos del sistema –en términos de

tipo de servicios, capacidad, prestaciones requeridas—, el estado de la tecnología durante la implementación del sistema, y de muchas otras cosas.

Las operadoras que actualmente operan en el Ecuador (Conecel y Otecel), utilizan el IS-41 como protocolo para el roamer y como método de acceso al medio TDMA, entonces cuando queremos seleccionar un GMPCS para su aplicación inmediata en nuestro país, se tiene que prestar atención a la compatibilidad en cuanto a tecnologías, pues elegir un sistema no compatible significaría una inversión mayor por parte de la operadora que va a prestar el servicio, y esto se verá reflejado en el costo hacia el usuario volviéndose un servicio poco atractivo.

De acuerdo a la Tabla III, vimos que el método de acceso al medio con el que opera Globalstar es CDMA y el de Iridium es FDMA/TDMA, por lo que podríamos tener a Iridium como la mejor elección en la actualidad para su aplicación en el Ecuador.

El método de señalización que utiliza Iridium entre el Gateway y el centro internacional de conmutación (ISC) es transmisión PCM y SS7-ISUP, que también son utilizados en nuestro medio.

Si bien es cierto Iridium se presenta como un sistema de costo elevado en

cuanto a sus competidores, no hay que olvidar la ventaja que tiene el poder de comunicación entre satélites (ISLs), y que la conmutación se realiza a nivel satelital, lo que significaría el no necesitar siempre de un Gateway para la comunicación con sitios remotos, además se le presentan al usuario varias opciones de servicio y dependiendo de estas la tarifa a pagar.

En fin, ya sea por compatibilidad tecnológica, su completa cobertura o por los servicios que ofrece, podemos asegurar que Iridium es en la actualidad el sistema GMPCS más adecuado para su implementación en el Ecuador.

En el siguiente capítulo analizaremos los diferentes aspectos que una operadora celular necesita considerar para implementar el Sistema Iridium en nuestro país.

Capítulo 2

2. APLICACIÓN DE UN GMPCS EN ECUADOR.

Luego de haber seleccionado a Iridium como el GMPCS más apropiado para su aplicación en el Ecuador y de haber analizado las razones del por qué de esta elección, procederemos a detallar los requerimientos para la conectividad entre Iridium y un operador local.

La operadora que esté interesada en ofrecer los servicios de Iridium, tiene que conocer bien el sistema para poder implementarlo, esto es, los aspectos legales, aspectos técnicos, aspectos administrativos, aspectos de facturación, aspectos de fraude y finalmente los servicios a prestar.

2.1 Aspectos legales.

Los requisitos legales necesarios para la explotación de los servicios de un GMPCS en el Ecuador no están especificados en el Reglamento de la Ley

Especial de Telecomunicaciones que en la actualidad está en vigencia, pero corresponde a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones la gestión de todo el espectro radioeléctrico así como los aspectos relativos a su uso, entonces para que un suscriptor pueda utilizar los servicios de Iridium en territorio ecuatoriano, Iridium LLC debe solicitar a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones una autorización para que con previa aprobación del CONATEL (Consejo Nacional de Telecomunicaciones) y de conformidad con el Reglamento de Radiocomunicaciones y Reglamento de Tarifas por el Uso de Frecuencias otorgue el uso de frecuencias en la banda L que el sistema Iridium utiliza para la conexión entre el móvil y el satélite.

Otro aspecto legal a considerar son las tarifas fijadas por parte del proveedor del servicio. La operadora podrá fijar libremente sus precios, siempre y cuando no excedan las tarifas máximas establecidas por el CONATEL. A tal efecto el operador informará a la Secretaría los precios fijados y estos precios deberán ser publicados por lo menos en dos diarios de amplia circulación en el Ecuador.

Toda operadora podrá someter a la Secretaría una propuesta de ajuste de tarifas máxima, de acuerdo con los mecanismos y procedimientos establecidos en el Reglamento de la Ley Especial de Telecomunicaciones.

2.2 Aspectos técnicos.

2.2.1 Convenciones de numeración de Iridium.

Iridium ha convenido usar de acuerdo al servicio prestado dos clases de numeración, que son: Para el servicio de Voz y para el servicio Paging.

Convenciones de numeración para el servicio de voz.

Cuando un SP ofrece a sus subscriptores servicio de voz, Iridium maneja 4 clases de números, éstos dependerán del país al que pertenece el SP, del Gateway con el que interactúa el SP, del protocolo utilizado por la red inalámbrica terrestre (IS-41, GSM o PDC) en caso de servicio de roamer, y del fabricante de los equipos utilizados por el subscritor (ISU y SIM). Éstos números son:

- IMEI
- IMSI.
- ICCID
- MSISDN

- **IMEI.**

EL IMEI (International Mobile Equipment Identity) es un código de 15 dígitos usado para identificación del ISU GSM/DCS/PCS con la red.

Se establecerá el IMEI cuando el ISU (Iridium Subscriber Unit) es fabricado. Será enviado a Iridium LLC por parte del fabricante conforme le llegan nuevas ordenes de teléfonos. Iridium LLC y el GBO (Gateway Business Office) se asegurarán que todos los IMEIs estén activos en el EIR (Equipment Identity Register) antes de abastecer al proveedor del servicio (SP). Este proceso es llamado "White Listing" y está acompañado de la carga de un archivo de información que envía el fabricante dentro del EIR. El SP ingresará el IMEI como parte de la activación del servicio cuando el ISU es asignado, esto permitirá que el IMEI sea colocado en el contrato del cliente y entrará en el GBS para la búsqueda del equipo si este es perdido o robado.

Cuando los teléfonos (ISUs) son reportados robados, el SP notificará al GBO para que ingrese el IMEI del ISU en la lista negra del EIR. Una vez que un teléfono está en la lista negra, no puede ser usado en la red Iridium. El proceso de autenticación del EIR asegura la validez de los equipos para enviar o recibir llamadas.

- **IMSI.**

El IMSI (International Mobile Subscriber Identification) consiste de una clave de usuario necesaria para utilizar los sistemas satelitales o

terrestres GSM. Los IMSIs serán entregados por Iridium LLC al GBO. El GBO proveerá la tarjeta SIM del fabricante con los rangos de IMSI para cada orden de tarjetas SIM. A medida que se producen, el fabricante grabará el número IMSI pre–designado, a cada tarjeta. Luego de que las tarjetas son recibidas, los IMSIs son enviados al SP en el GBS. El IMSI se utiliza en los sistemas de facturación de Iridium.

El IMSI está compuesto de la siguiente manera:

- 3 dígitos asignados por la ITU

La ITU ha asignado el 901 a algunas compañías, incluyendo a Iridium LLC.

- 2 dígitos que representan a la red Iridium.

Este número será la única identificación de la red Iridium y es el 03.

- 3 dígitos de identificación de registro local.

Este número es igual al GE, el código GE será determinado de acuerdo al país de origen para el Proveedor del Servicio y será dado por Iridium al GBO para cada uno de sus SPs, así, la empresa operadora local tendría un GE único que identificaría al Ecuador.

- 7 dígitos para identificación del suscriptor.

Este número será asignado por Iridium al SP y será de acuerdo al servicio prestado.

- **ICCID.**

El ICC-ID (Integrated Circuit Card Identifier) es el número de serie de la tarjeta SIM y está grabado en las tarjetas SIM. Es el número que se ingresa dentro de los sistemas de Iridium para tener un control del abastecimiento de la tarjeta SIM a los SP. El ICC-ID está estructurado de la siguiente manera:

- 2 dígitos de la ITU.

El número de la ITU indica que esta tarjeta es para propósitos de telecomunicaciones. Para Iridium, este número siempre será "89".

- 4 dígitos de código de país.

Los códigos para país "8816" y "8817", han sido asignados por la ITU a Iridium LLC, el 881 es distintivo de un servicio GMPCS, el 6 y el 7 son números para identificar a Iridium, será 6 si el suscriptor del servicio puede hacer roamer sobre cualquier sistema que tenga acuerdos con Iridium y 7 para suscriptores de una red GSM que no realicen roamer.

- 2 dígitos del fabricante de la tarjeta SIM.

Los dos dígitos puestos por el fabricante de la tarjeta SIM identifican al vendedor de la tarjeta que la fabricó, como se ve a continuación:

91 = Giesecke & Devrient GmbH (G&D).

92 = Gemplus.

93 = Schlumberger Industries, S.A.

(Los códigos de fabricante adicionales serán establecidos de acuerdo a la necesidad).

- 2 dígitos de identificación del GBO.

Los dos dígitos de identificación del GBO identificarán al Gateway con el que el Proveedor del Servicio tenga una relación contractual.

Por ejemplo:

01 = South Pacific Iridium.

02 = Thai Satellite Corporation.

03 = Pacific Iridium Telecom Co.

04 = Iridium Africa Corporation.

05 = Iridium Eurasia.

06 = Nippon Iridium Corporation.

07 = Iridium Middle East Corporation.

08 = Iridium Corea Corporation.

09 = Iridium Italia S.P.A.

10 = Iridium SudAmerica Corporation.

11 = Iridium India Telecom Ltd.

12 = Iridium North America.

13 = Iridium Central America and Mexico.

14 = Iridium China (Hong Kong) Ltd.

15 = Iridium Communications Germany GmbH.

- 8 dígitos de identificación de la tarjeta.

Los ocho dígitos de identificación de la tarjeta los provee el sistema de facturación del GBO al fabricante y están asignados secuencialmente en el tiempo de producción de las tarjetas SIM.

- 1 dígito de comprobación.

El dígito de comprobación es usado por el fabricante para corroborar los 8 dígitos anteriores.

- **MSISDN.**

El MSISDN (Mobile Subscriber Integrated Services Digital Network) es el número del subscriptor. El subscriptor de Iridium tendrá su número al activar el servicio y lo usará para hacer y recibir llamadas.

El MSISDN está compuesto por doce dígitos, los cuales serán asignados de la siguiente forma:

- 4 dígitos para el código de país.

Códigos de país asignados por ITU a Iridium LLC: "8816"y "8817"

- 3 dígitos para el código GE.

Será el mismo número que el registro de identificación local utilizado en el IMSI.

- 5 dígitos para el código del suscriptor.

El código del suscriptor será el número individual dado a cada cliente. El primero de estos cinco números identificará el tipo de servicio que el suscriptor ha activado, para servicio de voz puede ser entre 1 y 6.

Ejemplo: 8816 - 361 - 2XXXX

Numeración en el Roaming.

Cuando un suscriptor de una red GSM desee recorrer una red terrestre IS-41, se usará la combinación IRM/ESN (International Roaming MIN / Electronic Serial Number). El IRM es enviado al SP por el GBO

utilizando la SP Net en cualquiera de las dos formas que se detallarán un poco más adelante. En cuanto al ESN, éste es incorporado en el dispositivo compatible IS-41 por el fabricante, al igual que el IMEI.

El SP debe capturar el ESN del dispositivo de red inalámbrica terrestre, asignar un IRM al cliente y activar la combinación en el GBS utilizando la SP Net. Si la SP Net no está disponible, debe enviar la información por fax a su GBO para que sea procesada. El GBO se asegurará que la IIU (Iridium Interworking Unit) esté actualizada para que la combinación sea válida. La IIU se usará para convertir el MSISDN a un IRM/ESN y también el IRM/ESN a un MSISDN para la validación de protocolos durante el proceso de registro de la llamada.

El IRM consiste de los siguientes campos:

El primer dígito siempre será 0 o 1.

- 3 dígitos NID (Network Identification).

El NID será asignado por el IRM Administrator Group y no ha sido definido aún.

- 2 dígitos GID (Gateway Identification).

El GID es usado para identificar los Gateways Iridium. Los siguientes GIDs han sido asignados:

01 = South Pacific Iridium.

06 = Thai Satellite Corporation.

11 = Pacific Iridium Telecom Co.

16 = Iridium Africa Corporation.

21 = Iridium Eurasia.

26 = Nippon Iridium Corporation.

31 = Iridium Middle East Corporation.

36 = Iridium Corea Corporation.

41 = Iridium Italia S.P.A.

46 = Iridium SudAmerica Corporation.

51 = Iridium India Telecom Ltd.

56 = Iridium North America.

61 = Iridium Central America and Mexico.

66 = Iridium China (Hong Kong) Ltd.

71 = Iridium Communications Germany GmbH.

- 4 dígitos para la identidad del subscriptor.

La identificación del subscriptor es un número de cuatro dígitos que es

único para cada suscriptor.

Ejemplo: 1-XXX-46-1111

Los IRMs pueden ser manejados en cualquiera de las dos formas siguientes:

El GBO puede elegir manejar el IRM asignado a su SP utilizando la SP Net cada vez que una petición de activación es recibida. Este método de manejo de IRM no requerirá de una contabilidad manual de números IRM puesto que el sistema emitirá el próximo número disponible en forma secuencial para cada activación.

El GBO puede manualmente asignar IRMs a cada uno de sus SPs; para esto requiere que los SPs ingresen un IRM de entre sus asignados para cada solicitud de activación. Este método de manejo de IRM requerirá que el GBO manualmente rastree el uso de IRMs por SP.

NOTA: El GBO debe escoger una de las dos opciones de arriba y todos los SP bajo su dominio deben usar esa opción. Una vez que esta opción es establecida, no se puede cambiar.

Un inconveniente que presenta un SP que trabaja con IS-41 cuando interacciona con Iridium es en el sistema de facturación, esto se debe a que en los sistemas tradicionales que operan con IS-41 se manejan solamente 10 dígitos mientras que el MSISDN es de 12 dígitos, para solucionar esta incompatibilidad, Iridium ha desarrollado un proceso denominado Pseudo-MIN/ESN, Iridium identifica a los SP que trabajan con IS-41 como CIBER-accepting Service Providers.

El algoritmo del pseudo-MIN fue desarrollado para usar el MSISDN existente, de tal forma que pudiera ser asignado al cliente. Este número pseudo-MIN nunca ingresa a la red inalámbrica terrestre local ni a la red satelital de Iridium, únicamente se utiliza para resolver el problema de facturación.

A continuación presentamos un ejemplo de cómo trabaja el algoritmo con su respectivo análisis, así:

MSISDN asignado al cliente el 15 de Enero 8816-310-12345

Pseudo-MIN por cliente 800-101-2345

Pseudo-ESN por cliente 130-1501-12345

El Pseudo-MIN siempre comienza con 800 y es seguido por los

últimos siete dígitos del MSISDN. Este asume que el NPA de 800 es siempre usado para línea terrestre sin tarifa y nunca sería considerado una serie válida en cualquier red inalámbrica.

El Pseudo-ESN siempre comenzará con 130, lo que identifica al fabricante, en este caso Motorola. Los 4 siguientes dígitos son la fecha de asignación del número en el formato día-mes. Los últimos dígitos corresponden al MSISDN asignado al cliente.

Si el CIBER-accepting Service Providers vende a sus subscriptores de la red terrestre inalámbrica local cualquier otro servicio de Iridium, usará el mismo MIN asignado anteriormente al cliente y no tendrá problemas para operar. Analizaremos el sistema de facturación que utiliza Iridium en la sección 2.3.

Convención de numeración para paging.

Cuando un SP ofrece a sus subscriptores servicio de paging, Iridium maneja 2 clases de números, éstos dependerán del país y del Gateway al que pertenece el SP, así tenemos:

- **ISDN-A.**

Es similar al MSISDN para clientes de voz, el ISDN-A será un

número único asignado individualmente a cada cliente de paging. El SP podrá seguir el mismo proceso del MSISDN para asignar y manejar el ISDN-A pues el formato es el mismo, la única diferencia que existe es que el primer dígito de la identificación del usuario (últimos cinco números) para servicio de mensajería puede ser de 7 a 9.

Ejemplo: 8816 - 361 - 7XXXX

El "0" será reservado para el uso exclusivo de Iridium LLC

▪ **CAPCODE.**

Un Capcode, también conocido como la "dirección" del pager, es asignado a un pager durante el proceso de fabricación. El Capcode también será cargado en el MOC (Messaging Operation Controller) durante el abastecimiento, habilitando la red de mensajería para determinar la localización del pager y dirigir los mensajes a él. Un único pager puede también soportar múltiples direcciones o Capcodes y múltiples clientes pueden compartir un Capcode "común", el cual permite a un único mensaje ser transmitido a múltiples pagers que están localizados en el MDA (Message Delivery Area).

Cuando se trata del servicio paging, el sistema Iridium utiliza áreas de

salida de mensaje (MDAs) para dirigir los mensajes desde la constelación de satélites al pager del suscriptor. Puesto que el pager es un dispositivo unidireccional y no puede decir al sistema Iridium su localización, el suscriptor puede elegir hasta 3 MDAs para la recepción de mensajes. Sin embargo, si el suscriptor tiene un ISU y pager, el teléfono actuará como dispositivo de localización, en caso de que sea necesario.

En la mayoría de los casos, los MDAs corresponden a los límites nacionales. Sin embargo, a los países grandes como los E.E.U.U., Iridium le ha asignado varios MDAs.

El suscriptor tiene acceso a los 3 MDAs seleccionados y recibirá mensajes en cualquier momento en los 3 MDAs. El suscriptor elegirá sus MDAs al contratar el servicio con el SP y puede cambiarlos en cualquier momento (incluso a cobertura aeronáutica para poder recibir mensajes mientras dura el vuelo) basándose en el recorrido que el suscriptor planea. Para cambiar el MDA, el usuario puede hacerlo desde su mismo pager o informando a su SP (puede ser por teléfono o Internet) y éste se encargará de actualizar el MOC (Message Origination Controllers) vía SP Net.

2.2.2 Equipos de usuario.

Los siguientes equipos son necesarios para prestar los servicios de Iridium:

- Tarjeta SIM.
- ISU (Voz) y sus accesorios.
- Dispositivo Inalámbrico Terrestre (TRCs o Teléfonos Inalámbricos Kyocera para el uso de Servicios Universales).
- Pager.

◆ Tarjeta SIM.

Todo subscriptor de Iridium ya sea que utilice la red de satélites o que esté haciendo roaming en un sistema que no es compatible con el sistema al cual él pertenece tiene que usar una tarjeta SIM (Subscriber Identity Module), el tipo de esta tarjeta SIM dependerá del servicio que el subscriptor requiera.

La tarjeta SIM (Subscriber Identity Module) es un módulo removible que contiene el IMSI, el ICCID e información relacionada al subscriptor; la información del cliente está almacenada en la tarjeta SIM y no en el ISU y éste no funcionará sin una tarjeta válida.

Un suscriptor puede utilizar su tarjeta SIM en vuelos comerciales, de la misma forma que una tarjeta de llamada normal, con la ventaja de que la facturación se hace directamente a su cuenta de Iridium.

La tarjeta SIM será emitida ya sea por el proveedor del servicio (SP) o por el Roaming Partner (RP), esto dependerá del tipo de red local del suscriptor, como se aprecia en la siguiente tabla:

TABLA VI
TIPOS DE TARJETA SIM

Servicio	Red Local del suscriptor	Tipo de tarjeta SIM
Iridium World Satellite (8816)	Iridium	Iridium-Homed
Iridium World Satellite (8817)	Iridium	Iridium-Homed
Iridium World Roaming	GSM-Homed	GSM-Homed
Iridium World Roaming	IS-41 Homed	IUU-Homed

Iridium LLC provee al fabricante de la tarjeta SIM un estándar del perfil eléctrico, el cual especifica el contenido de la tarjeta SIM.

El formato eléctrico es como sigue:

1. - La primera parte trata de la referencia del SIM y esta es siempre 5 V / 16 K (esto es un campo de 6 dígitos).
2. - La siguiente parte corresponde a la versión del Iridium Sim Card (la más reciente es 1.6).
3. - Los siguientes tres dígitos identifican al proveedor del servicio (SP) o si es el caso al roaming partner (RP).
4. - Los dos dígitos finales representan el tipo de tarjeta, pudiendo ser:
 - 16 = 8816 Homed (también para GSM Homed)
 - 17 = 8817 Homed
 - IU = IIU Homed

Por ejemplo:

8816 Homed Card: 5V / 16K. 1.6 XXX 16

8817 Homed Card: 5V / 16K. 1.6 XXX 17

IIU Homed Cards: 5V / 16K. 1.6 XXX IU

Los fabricantes de tarjetas SIM pueden proveer códigos para cada

usuario final. La tarjeta SIM puede tener códigos asociados llamados PIN y PUK. El código PIN (Personal Identification Number) es usado por el subscriptor para controlar el acceso a la tarjeta SIM. El PUK (PIN Unblocked Key) permitirá el acceso a la tarjeta SIM cuando se encuentre bloqueada luego de tres intentos fallidos de PIN.

Hay dos tamaños para la tarjeta SIM:

Full-Size Sim Card.– Aproximadamente tiene el tamaño de una tarjeta de crédito, es fácil de insertar y de remover del ISU, generalmente es de plástico y tiene un microprocesador en la parte izquierda de la tarjeta. Este microprocesador contiene el IMSI, el ICCID y la información requerida para acceso a los servicios de Iridium. Estas tarjetas SIM son utilizadas por los ISU de Motorola.

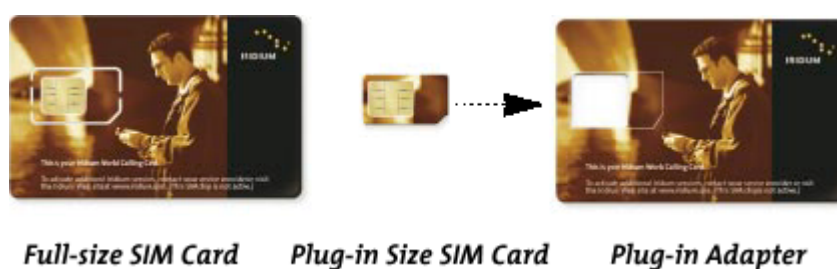


Fig. 2.1: Tipos de Tarjeta Sim.

Plug-In Size Sim Card.– Es considerablemente más pequeña que la tarjeta Full-Size, esta SIM es esencialmente el microprocesador que

contiene la información necesaria para el acceso a los servicios de Iridium. Estas tarjetas SIM son usadas por los ISU de Kyocera.

◆ **ISU y sus accesorios.**

El ISU es el dispositivo físico utilizado para la comunicación de voz sobre la red Iridium. El ISU es independiente de la tarjeta SIM. Los equipos terminales dependerán del tipo de red sobre la cual esté el suscriptor. Iridium LLC permite las siguientes interfaces de red en activación comercial: GSM, IS-41 (analógica), CDMA (digital) y PDC (japonesa). La siguiente tabla muestra las conversiones de protocolo requeridas:

TABLA VII

CONVERSIONES DE PROTOCOLO REQUERIDAS

Red local.....	Red visitada.....	Equipo necesario
Red Iridium.....	Red IS-41.....	Dispositivo inalámbrico terrestre
Red Iridium.....	Red GSM.....	Dispositivo inalámbrico terrestre
Red GSM.....	Red Iridium.....	ISU
Red IS-41.....	Red Iridium.....	ISU

Iridium LLC acredita dos fabricantes para la producción de ISUs: Motorola y Kyocera. Motorola produjo el teléfono portable para comunicación satelital que aceptará un TRC (Cassette de Radio Terrestre) para operar sobre redes inalámbricas terrestres. Kyocera produce un teléfono para comunicación satelital solamente y otros

modelos de teléfonos terrestres inalámbricos que pueden ser colocados en una "cuna" para acceder a las redes Iridium.

- ***Teléfono Motorola.***

El ISU de Motorola puede ser utilizado como teléfono satelital ó como teléfono celular para que pueda utilizar las redes existentes. Este teléfono multimodal incluye una antena de recepción satelital y la posibilidad de utilizar cartuchos que se cambian dependiendo del estándar de telefonía celular de la red en donde el usuario se encuentre.



Fig. 2.2: Teléfono Motorola y sus accesorios.

Características:

- Baterías de Iones de Litio.
- 2 horas continuas de conversación.
- 24 horas en estado standby.

- Carga rápida en 2,5 horas.
- Peso: 453 g.

Los cassettes celulares de Motorola de acuerdo al estándar son:

- 9550 GSM 900 MHz.
- 9551 CDMA/AMPS/NAMPS 800 MHz.
- 9552 TDMA/AMPS 800 MHz.
- 9553 GSM 900/1800 MHz.

Motorola también ofrece la opción de un teléfono diseñado especialmente para ser instalado en un vehículo móvil, con esto permitirá al usuario estar comunicado con la Red Satelital Iridium, sin importar cual sea su destino o su actividad, ver fig.2.3.



Fig. 2.3: Teléfono para vehículos.

Además utilizando el Portable Dock, ver figura 2.4, en combinación con el teléfono 9500, el usuario puede utilizar la Red Satelital Iridium desde el interior de un edificio o un barco, brindando una alternativa de comunicación segura y confidencial.

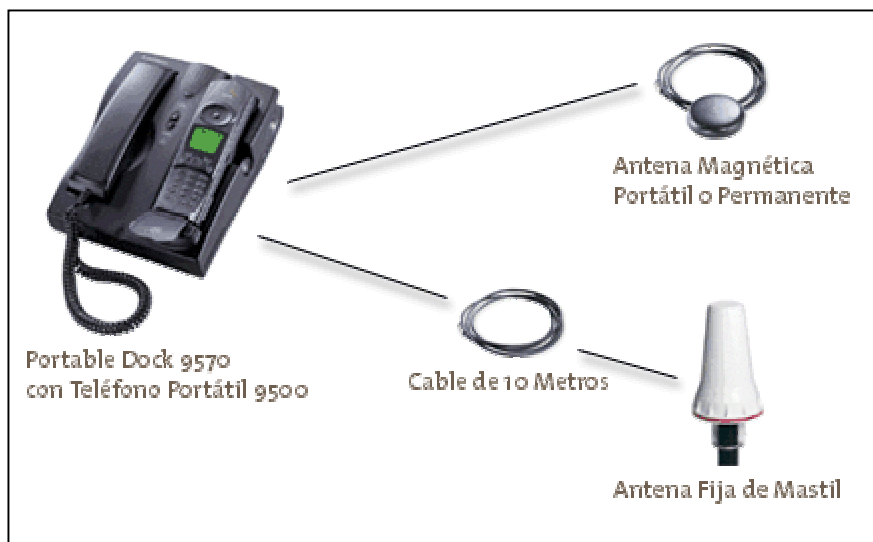


Fig. 2.4: Portable Dock con el teléfono 9500 de Motorola.

Con el Teléfono 9500 de Motorola el subscriptor puede no solo hablar por la Red Satelital Iridium sino también utilizar las Redes Celulares ya Existentes. Si el subscriptor va a otra ciudad, podrá utilizar el teléfono 9500 de Motorola en su modo celular, sin necesidad de utilizar la Red Satelital y manteniendo su número de teléfono, esto es gracias a los cassettes que permiten tener compatibilidad con el sistema en el que se desee hacer roamer, ver fig. 2.5.



Fig. 2.5: Cassettes Motorola.

- ***Teléfonos Kyocera.***

Kyocera ha diseñado dos clases de teléfonos:

Teléfono Kyocera solo satélites.

Diseñado para usuarios que requieran estar comunicados en lugares remotos ó en áreas sin una adecuada infraestructura de comunicaciones, ver fig. 2.6, este teléfono Kyocera proveerá servicios de voz, fax y datos a través de la Red Satelital Iridium.

Viene equipado con 18 idiomas diferentes y una gran capacidad tanto de tiempo de comunicación como de espera (standby), así también de

una función de vibración y reloj que se ajusta a los husos horarios, sin importar donde el usuario se encuentre.

Características:

- Tamaño: Ancho 57, alto 146 y esp. 48 mm.
- Peso: 400 g.
- Capacidad: 360 cc
- Tiempo de habla continuo: aprox. 100 minutos.
- Tiempo de standby continuo: aprox. 24 horas.
- Resistente a la lluvia, arena y condiciones de temperatura extremas (-20° / 60°C).

Teléfono Kyocera multimodal.

Este producto de Kyocera permitirá al suscriptor interactuar no solo con la Red Satelital Iridium, sino también con las Redes Celulares Terrestres ya existentes. Este equipo tiene un pequeño teléfono celular que puede perfectamente ser utilizado como cualquier otro y a su vez viene equipado con un adaptador satelital. Cuando el teléfono celular es insertado dentro del adaptador, el teléfono puede interactuar con la Red Satelital Iridium, manteniendo su número telefónico. El teléfono celular puede ser solicitado en el standard que sea conveniente, dependiendo de las necesidades del suscriptor, sea: AMPS, GSM,

CDMA o PDC. El adaptador satelital puede ser compartido por varias personas con teléfonos celulares diferentes.

Características:

- Tamaño: Ancho 57, Alto 146 y grosor 63 mm.
- Peso: aproximadamente 400 g (adaptador solo).
- Tiempo de habla continuo: aproximadamente 100 minutos.
- Tiempo de standby continuo: aproximadamente 24 horas.



Fig. 2.6: Teléfono Kyocera sólo satélite.



Fig. 2.7: Teléfono Kyocera multimodal.

◆ *Dispositivo inalámbrico terrestre.*

Se conoce como dispositivo inalámbrico terrestre tanto a los cassettes para teléfonos 9500 de Motorola como al adaptador para teléfono Kyocera visto en los puntos anteriores (fig.2.5 y fig.2.7), este dispositivo es el que permite al cliente de Iridium utilizar su ISU para acceder a varios protocolos terrestres inalámbricos. Como ya

mencionamos Iridium LLC permite para su activación comercial las interfaces de red GSM, IS-41 (analógica), CDMA (digital) y PDC (japonesa).

Adicionalmente, Iridium pone a disposición de sus subscriptores dos equipos que permiten el servicio aeronáutico de telefonía, con este servicio Iridium trae la conveniencia de la comunicación móvil personal al avión, permite que los pasajeros y la tripulación de la aeronave permanezcan en contacto con todo el mundo y en todas las fases del vuelo. Las llamadas se pueden hacer desde y hacia el avión, además el peso ligero y la baja antena permiten que el equipo pueda ser instalado en cualquier tipo de avión, incluyendo los helicópteros.

Los productos aeronáuticos que actualmente están disponibles son:

AIRSAT™ 1

El AIRSAT 1, ver figura 2.8, es un conjunto permanentemente instalado de aereoelectrónica, proporciona comunicaciones de dos vías con un solo canal digital, permite la comunicación global basándose en el sistema de satélites de Iridium.

El AIRSAT 1 abarca una unidad de transmisor y receptor Iridium y el

microteléfono digital avanzado, pesa 15 libras y se puede instalar en cualquier tipo de avión.



Fig. 2.8: Equipo Aeronáutico AIRSAT™1

SatTalk™

El SatTalk consiste en un teléfono basado en los portables satelitales de Kyocera con el montaje aeronáutico en forma de yugo, ver figura 2.9, una interfaz de audio en forma rectangular y una antena externa, este sistema se interconecta con el panel de audio del avión como un sistema de intercomunicación, esto permite gozar de un audio de alta calidad.



Fig. 2.9: Equipo Aeronáutico

SatTalk proporciona una comunicación de voz digital de alta calidad, realizada con las ventajas de los teléfonos GSM, además simplemente cambiando la tarjeta SIM en el teléfono, las cuentas por las llamadas se encaminarán correctamente al usuario del servicio.

◆ *Pagers.*

Tanto Motorola como Kyocera fabrican los pagers Iridium, estos permiten recibir mensajes numéricos y alfanuméricos en todo el globo terrestre directamente desde la Red Satelital Iridium. Cuando se los combina con un teléfono Iridium se obtiene una solución de comunicación global difícil de igualar, ya que su función de "Follow Me" Mundial automático permite ubicarlo en cualquier lugar de la Tierra, aún si su teléfono está apagado y/o sin batería.

Características:

- Despliegue de 80 caracteres alfanuméricos en 4 renglones.
- Pantalla Olográfica Optimax.
- Característica Multi-Idioma.
- Memoria para 16 direcciones.
- Mensajes programables de Bienvenida.
- Reloj con Tiempo Real.

- Despliegue de Zonas de Husos Horarios.
- Alarma de Viaje.
- Vibración Silenciosa.
- Directorio telefónico.
- Mensajes de orden numérico secuencial.
- Medidor de Batería, duración de batería: aproximadamente 30 días.



Fig. 2.10: Pagers de Kyocera y Motorola.

2.3 Aspectos administrativos.

Las siguientes actividades son comunes a los SPs:

1. Determinar los requerimientos del servicio y equipos.
2. Llenar una orden para dar servicio y enviarla al GBO.
3. Estimar la credibilidad financiera de los clientes.
4. Ingresar los datos del cliente en el sistema de facturación.
5. Colectar el pago inicial por cuentas de servicios y equipos.
6. Programar los equipos.
7. Enviar los requerimientos de activación de los equipos al GBO.
8. Educar a los clientes en el uso de los equipos.

9. Verificar la correcta activación de los equipos.
10. Detallar las tarifas de uso y facturar.

2.3.1 Manejo de equipos.

Iridium establecerá un acuerdo con un distribuidor o múltiples de ellos para manejar la distribución de equipos de voz y paging. Si el SP y su GBO escogen usar determinado distribuidor, ordenará todos los ISUs y accesorios a este distribuidor directamente, sin necesidad de ir al fabricante. El distribuidor enviará el equipo al SP directamente y dirigirá la información de recepción del equipo y la notificación del cumplimiento de su orden al GBO. Esto se hace primeramente para asegurar que el equipo está activo en los sistemas apropiados de Iridium.

Se cuenta con la red interna SP Net (propia de Iridium) para la interacción de los diferentes procesos que se llevan a cabo entre el SP y las diferentes unidades de ILLC, entre estos procesos tenemos:

a) **Certificación de la tarjeta SIM.**

La certificación de la tarjeta SIM consta de los siguientes pasos:

Paso 1:

- Iridium LLC establece la lista de fabricantes de tarjetas SIM calificados.
- Los Gateways trabajan con sus SPs y los fabricantes para establecer los perfiles de cada tarjeta SIM.
- El SP debe trabajar con el Gateway para sumar a fabricantes de tarjetas SIM adicionales a la lista calificada.

Paso 2:

- Todas las ordenes de tarjetas SIM deben ser enviadas desde el Gateway al fabricante.

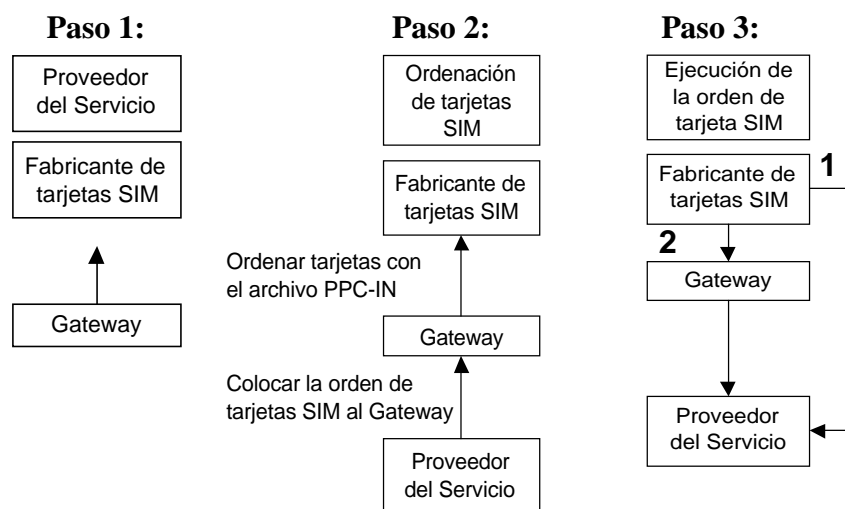


Fig. 2.11: Pasos para la certificación de la tarjeta SIM.

- Los SPs envían la orden para tarjetas SIM al Gateway. El Gateway crea un archivo "PPC-IN" que será enviado al fabricante.

El archivo PPC-IN incluye:

- ◆ Número del profile (SP-ID).
- ◆ Cantidad de tarjetas.
- ◆ Número de arranque IMSI.
- ◆ Número de arranque ICC-ID.
- ◆ Y otra información.

Paso 3:

- Los fabricantes producen tarjetas usando la información del profile PPC-IN.

- 1. - El fabricante envía las tarjetas al Proveedor del Servicio junto con las combinaciones de ICC-ID|IMSI.

- 2. - El fabricante envía al Gateway el archivo PPC-OUT conteniendo las combinaciones de ICC-ID|IMSI|Ki, este archivo está encriptado. El Gateway debe saber la clave para desencriptar el

archivo.

- El Gateway carga el archivo en el GBS, el ICC-ID|IMSI dentro del BSCS, el IMSI|Ki dentro del Centro de Autenticación D-900.

- 3. - Después de terminada la carga, el Gateway envía al SP el reporte de confirmación indicando que los ICC-IDs de las tarjetas SIM fueron cargados totalmente.

b) **Distribución de ISUs y sus accesorios.**

Las responsabilidades de las entidades que se ven en la figura 2.12, son:

Iridium LLC:

- Crea las especificaciones para el equipo.
- Califica el equipo.
- Establece y mantiene la lista de distribuidores y fabricantes.

Distribuidor:

- Recibe del fabricante el equipo.
- Recibe órdenes del agente del Gateway y el SP.
- Despacha órdenes y las envía a los agentes SPs.
- Envía la confirmación de la orden con IMEIs al Gateway y a ILLC.

Fabricante:

- Produce el equipo.
- Pone el SN en los equipos.
- Asigna el IMEI y provee IMEIs a ILLC y al Gateway.
- Provee equipos a los distribuidores.

Gateway:

- Se asegura que las órdenes de equipo sean atendidas.
- Maneja el estatus de equipos en el EIR.

Agente:

- Carga información al sistema.
- Registra el equipo del distribuidor del Gateway.
- Asigna equipos a los clientes.

Proveedor del Servicio:

- Recibe el equipo físico del distribuidor.
- Carga información dentro del Inventory Management Bussines System.
- Mantiene provisiones para el reordenamiento de equipos.
- Reordena equipo al distribuidor.
- Asigna equipos a los clientes.

- Trabaja con el Gateway en el manejo del estatus de los equipos en el Gateway EIR.

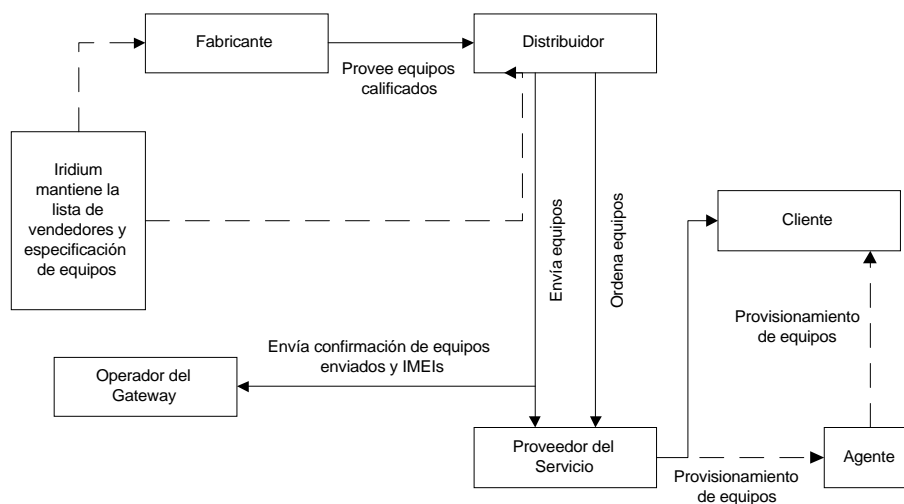


Fig. 2.12: Proceso del manejo de los ISUS y accesorios.

c) **Aprovisionamiento.**

La meta del manejo de los equipos como recursos es el cumplimiento sin intermediarios de la orden del producto que hace el subscriptor. La meta del proceso de aprovisionamiento, es ganar el acceso a los sistemas apropiados para con precisión activar al subscriptor en el menor tiempo posible y asegurar que todas las bases de datos necesarias estén actualizadas para permitir al subscriptor utilizar el servicio.

Puesto que el SP considera la información de sus clientes como confidencial y propia, el proceso de aprovisionamiento fue diseñado de

tal forma que sólo se requiera la información crítica para la activación del servicio y la facturación. Esto incluye ítems como el MSISDN, ICC-ID, IMEI y el paquete de servicio. En ningún momento se requiere que el SP pase información como son el nombre del subscriptor, dirección y número de teléfono al GBO.

d) **Distribución de pagers y sus accesorios.**

Ver el apéndice E.

2.3.2 Activación en los sistemas Iridium.

El proceso de activación debe ser llevado a cabo de acuerdo al tipo de servicio que está siendo activado. El SP puede usar la red SP Net para activar el servicio de voz satelital. Si la SP Net no está disponible, el SP puede enviar por fax la información a su GBO, el cual ingresará la información directamente en los sistemas apropiados.

Un teléfono que opera en la red Iridium requiere un IMSI. Cuando un subscriptor activa sus servicios satelitales, un IMSI y un MSISDN son asignados a él. Los usos de estos servicios son registrados en el "switch" usando esta identificación.

2.4 Aspectos de facturación.

Uno de los beneficios de los servicios de Iridium es que sus clientes reciben una sola factura, listando en ella todos sus servicios de telecomunicaciones. Para que esto suceda, Iridium LLC y sus Gateways están en capacidad de modificar sus sistemas procurando disminuir el impacto sobre los SPs. Además, agregaron a la industria prácticas estándares (en términos de numeración, formatos de protocolo de central, etc.) donde ellos eran aplicables. La información a continuación describirá las prácticas necesarias asociadas con la facturación para los servicios de Iridium.

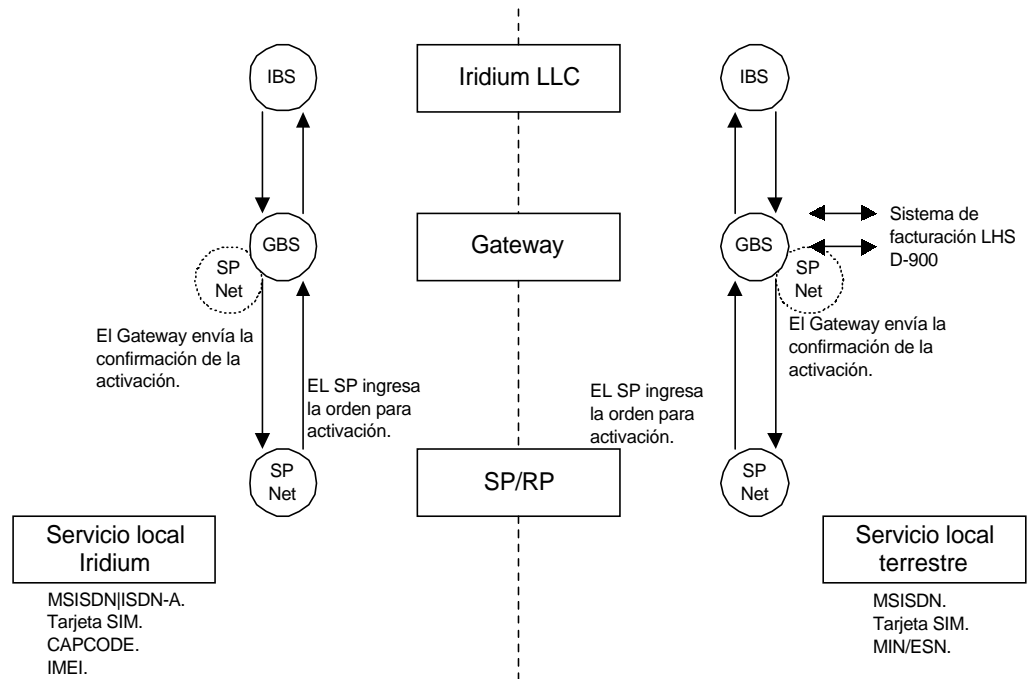


Fig. 2.13: Proceso de activación del cliente en las entidades de Iridium.

Para servicios únicamente de voz.- Iridium LLC procesa la información (Call Data Register) CDR de sus quince switches de voz alrededor del mundo cada hora. Una vez que esta información es clasificada y su precio es fijado por Iridium LLC, se distribuye a cada GBO. El GBO recibirá la información y la clasificará nuevamente de acuerdo a su propia tarifa al usuario, para luego distribuirla a los SPs. En la figura 2.14 se pueden ver las interfaces relacionadas con la facturación de los servicios.

Dependiendo de las necesidades del SP, el GBO creará registros TAP1, TAP2, NAIG TAP2 o CIBER para facilitar el procesamiento de datos en el sistema que maneje uno de estos formatos. Si el sistema de facturación no aceptara uno de estos formatos, el GBO tiene un software que facilita crear una nueva versión de formato apropiado al nuevo sistema.

Clasificados, los registros de uso estarán disponibles para el SP diariamente; pero estos registros pudieran ser de uno o dos días atrás. En raras ocasiones, el SP recibirá registros de llamadas que son de unos cuantos días más por causa del tiempo de procesamiento asociado con rechazos y correcciones. Una vez que estos registros son procesados por el sistema del SP, pueden ser facturados utilizando un sistema normal de facturación. Por supuesto, se espera que este sistema de facturación sea capaz de calcular la tarifa al usuario final y determinar tasas aplicables.

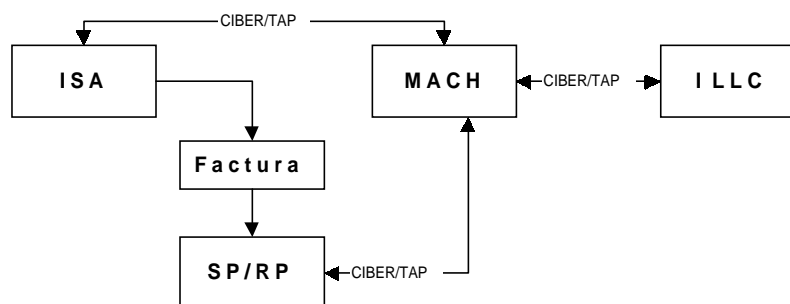


Fig. 2.14: Interfaces de facturación.

Las cuentas de activación y las cuentas que mes a mes se pagan por suscripción a servicios no serán pasadas electrónicamente entre el sistema de tasación del GBO y el sistema de tasación de un SP. Estas cuentas por servicio deben ser manualmente introducidas en el sistema y asociadas con la cuenta correcta del usuario.

Para servicios Universales (voz y paging).- Los procesos y responsabilidades asociadas con la facturación al usuario para los suscriptores de los servicios universales son similares a aquellas asociadas con la facturación para los servicios de voz propiamente de Iridium con unas cuantas excepciones. Iridium LLC continuará colectando la información del uso en sus quince switches alrededor del mundo cada hora; sin embargo, en adición al uso del servicio de voz satelital, el uso desde las redes terrestres puede también ser considerado. El uso desde las redes terrestres debe primero ser acumulado y procesado por el propietario de la red. Seguidamente, será enviado directamente al GBO o Iridium LLC o,

indirectamente a uno de estas dos entidades a través de una "Clearing house" (llamada también Mach) designada por la parte enviante. Por este motivo, la información del uso desde una red terrestre llegará unos cuantos días más tarde que la del uso desde la red satelital hasta el SP.

Todo dato de facturación ya sea en formato TAP o CIBER, será intercambiado con los RPs de Iridium a través del punto de recepción autorizado MACH. Iridium escoge un MACH como centro para el manejo de datos con la ventaja de que éstos tienen la habilidad de procesar ambos formatos.

Si el RP es también un SP, recibirán archivos de registro de dos fuentes diferentes:

— Para usuarios de la red celular a que pertenece el número telefónico del usuario, la Clearing House de Iridium enviará la data en formato TAP o CIBER. En este caso, el operador de la red celular está actuando como RP.

— Para los subscriptores de Iridium cuyos números de teléfono comienzan con 8816 y 8817, el Iridium Gateway Business System enviará la data en formato TAP o CIBER. En este caso, el operador de la red celular está actuando como un SP.

Todos los registros de llamadas del servicio roamer son convertidos al formato CIBER o al formato TAP, y enviados como archivos de salida tan pronto como los archivos de registro de llamadas son recibidos desde la red visitada. Los mecanismos de facturación son acordados por Iridium y el RP.

Cada Gateway y RP tendrán que decidir cómo manejar la facturación entre el Gateway Business Office y el RP. Cuando un RP es también un SP, Iridium establecerá identidades independientes de tal forma que el operador de la red celular reciba facturas separadas por el uso de la red celular versus el uso de las red Iridium.

Facturas.

- ◆ Enviadas por el Gateway a los SPs por cargo de servicios.

- ◆ Los Partners que cumplan las funciones de SP y RP recibirán 2 facturas:
 - Los RPs reciben la factura que emite el IBS.
 - Los SPs reciben la factura que emite el GBS.

- ◆ Las facturas incluyen los siguientes cargos (totales):
 - Uso de la red Iridium.
 - Uso de la red inalámbrica terrestre y derechos de uso.
 - Cuentas repetitivas y cuentas que ocurren una sola vez.

- ◆ Créditos para compensar promociones y ajustes en las cuentas de los usuarios.

Cuentas.

- ◆ No van incluidas en los archivos CIBER/TAP.

- ◆ Cuentas repetitivas:
 - Cargadas cada mes por los servicios adquiridos (ej. : Satélite, paging, GNS).
 - Pago en cuotas aplicables.

- ◆ Cuentas que ocurren una sola vez:
 - Cargadas sólo una vez por los servicios adquiridos. (ej. : Activaciones del servicio satelital / reactivaciones / desactivaciones).

- ◆ Múltiples cuentas pueden ser imputadas en una misma factura del suscriptor (ej: Activación del servicio satelital, mensualidad de paging, mensualidad del servicio satelital).

Intercambio de registros de llamadas.

- ◆ Los registros estándar de llamadas se intercambian entre Clearing Houses/ Gateways/SP/RP.
 - CIBER
 - TAP

- ◆ Se incluyen solamente los usos por llamadas. Las facturas pueden ser controladas por el SP/RP.

- ◆ TAP.
 - Usado en las redes GSM.
 - No hay manejo especial del número MSISDN.
 - Intercambio del IMSI.

- ◆ CIBER.
 - Usado en las redes IS-41.
 - El MSISDN es codificado en 10 dígitos (Mobile ID Number).
 - Este número es llamado Pseudo-MIN.

2.5 Aspectos de Fraude.

En contra del uso acceso o manipulación no autorizados.

Los efectos del fraude pueden impactar cualquier o todas las entidades de Iridium (Iridium LLC, GBOs, SPs y RPs). A continuación se indicarán las muchas formas como estas entidades pueden protegerse.

Existen cuatro principales tipos de fraude que afectan con frecuencia a la industria inalámbrica. Por esto, cada entidad debe tomar medidas para combatir estos problemas. Ellos son:

- **Fraude en la suscripción:** El potencial suscriptor provee información falsa.
- **Fraude técnico:** Una persona tiene acceso ilegal al servicio Iridium explotando una debilidad descubierta en la autenticación del terminal.
- **Seguridad interna:** Empleados o vendedores pueden crear cuentas falsas valiéndose de la falta de control sobre ellos.
- **Seguridad de la red de trabajo:** Piratas consiguen acceso a los sistemas de Iridium y sabotean o roban información confidencial.

En la actualidad, el fraude en la suscripción es el área de mayor vulnerabilidad para el sistema Iridium. En particular, la falta de información sobre el crédito del suscriptor representa la mayor parte del fraude generado por la red Iridium debido a su alcance global.

Los individuos se afilian al servicio utilizando identificación falsa y no tienen la intención de pagar la cuenta cuando esta es enviada. El servicio es utilizado con impunidad hasta que la cuenta es desactivada por incumplimiento de pago.

El fraude por uso es perpetrado comúnmente en redes celulares analógicas, en donde el ID de los usuarios puede ser capturado fácilmente en el aire y programado en lo que se llama teléfono clon. Estos teléfonos producen recargos que aparecen en las cuentas de los usuarios legítimos, creando problemas de garantía al cliente.

Iridium LLC utiliza autenticación previa a la llamada, un sofisticado algoritmo que evita el acceso a la red y reduce enormemente el fraude por clonación. Ya ha sido probado en el mercado en sistemas GSM, que utilizan la misma tecnología de autenticación y no se han confirmado casos de clonación.

2.5.1 Principio del fraude y manejo de la seguridad

Para asegurar todos los puntos de entrada, se implementa un método costo–efectivo para minimizar los riesgos conocidos, mientras continuamente se monitorea la migración y transformación del fraude en la industria inalámbrica. La estrategia se basa en los siguientes cuatro principios, cada uno de los cuales se presentará en detalle más adelante:

- **Prevención:** Detener el fraude antes de que suceda. La prevención es la función más importante que las entidades pueden efectuar para impedir que el fraude impacte los recursos financieros y de sistema.

- **Detección:** El descubrimiento del fraude que ha sobrepasado las técnicas de prevención requiere de una auditoría continua y constante monitoreo de los sistemas, procesos, procedimientos de la red Iridium para identificar actividad inusual que puede ser fraudulenta o que puede conducir al fraude.

- **Investigación:** Se refiere a los procesos por cuyo análisis detallado son conducidos para verificar si una actividad identificada es de hecho fraudulenta.

- **Resolución:** Se refiere al proceso de análisis de lo encontrado en la investigación para fijar el impacto, determinar las entidades afectadas, determinar la responsabilidad y tomar acciones correctivas para prevenir actividades similares en el futuro.

Esta estrategia contra el fraude y el manejo de la seguridad se centraliza en procedimientos de prevención y detección; la responsabilidad para su ejecución será compartida entre Iridium LLC, GBOs y los SPs/RPs. Las técnicas de investigación y resolución son únicas y están basadas en los tipos de fraude, la entidad que esta ejecutando la función, leyes locales, los clientes y, los acuerdos de las entidades para definir la competencia de responsabilidades.

Es necesario que los SPs tengan una estrategia similar para prevenir el uso no autorizado de su red así como también de la red Iridium.

2.5.2 Procedimientos de prevención y detección.

Los procedimientos son:

Iridium LLC atenderá el departamento siete días a la semana, veinticuatro horas al día para monitorear todos los detalles de llamadas grabados y automáticamente enviará alarmas por sospecha de fraude a los GBOs.

Los GBOs, que se encuentran igual tiempo en alerta, monitoreando las alarmas de fraude, examinan y responden a las sospechas de fraude identificadas por la GBS data y por Iridium LLC, e investigan con el SP si es necesario.

Los GBOs serán los responsables de establecer y mantener efectivos programas de manejo del fraude basados en ISPs, la estrategia de fraude y manejo de la seguridad de Iridium y, procedimientos de fraude en el territorio específico del cliente.

Iridium LLC establecerá una estrategia de comunicaciones mediante las cuales los GBOs, SPs e Iridium LLC puedan rápidamente comunicarse e intercambiar información sobre una sospecha de fraude.

Iridium LLC, o sus agentes, periódicamente fijarán y recomendarán cambios a las prácticas de manejo del fraude y la seguridad a Iridium LLC y los GBOs.

2.5.3 Roles y Responsabilidades.

Las entidades de Iridium para evitar el fraude tendrán roles y responsabilidades, así tenemos:

◆ ***Rol y responsabilidades de Iridium LLC.***

- Monitorear el sistema de manejo del fraude e identificarlo en las redes satelital y de roaming celular.

- Notificar al GBO si detecta un supuesto fraude.

- Proveer la información de mejores prácticas en seguridad.

- Monitorear los switches CDRs.

- Mantener el Equipo Central de Registro de Identidades de Iridium.

- Establecer políticas en el manejo del fraude y responsabilidades entre Iridium LLC y los GBOs.

- Asegurarse de que los procesos de Iridium LLC y los elementos de la red están seguros de un ataque.

- Establecer procedimientos para asistencia de disputas entre las investigaciones iniciadas por el GBO o el SP/RP.

- Vigilar la tendencia de la industria en cuanto al fraude técnico y no técnico.
- Entrenar a los GBOs en el manejo del fraude.
- Investigar nuevas tecnologías en la prevención del fraude.
- Administrar la asistencia técnica para los productos instalados.
- ◆ ***Rol y responsabilidades del Gateway.***
 - Proveer los criterios de fraude para su monitorización por Iridium LLC.
 - Responder a las alarmas de fraude que envía Iridium LLC, determinar si una acción subsiguiente es necesaria y, notificar al SP/RP si es necesario.
 - Desarrollar procedimientos para manejar reportes de posibles fraudes enviados por Iridium LLC y el fraude identificado dentro del sistema de monitoreo de umbral de crédito BSCS.
 - Asegurar acuerdos con los ISPs para capacitarlos y

aprovisionarlos en seguridad para el cuidado de los procesos del GBO y los elementos de red del GTO.

- Verificar que las aplicaciones de los subscriptores cumplen con las prácticas anti-fraude.
 - Monitorear el uso y las tendencias de pago de los subscriptores por posibles malos débitos.
 - Monitorear si los SP/RP cumplen con las políticas de Manejo del Fraude y Seguridad.
 - Actualizar el equipo local, Registro de Identidades y proveer actualizaciones a Iridium LLC.
- ◆ ***Rol y responsabilidades del Service Provider/Roaming Partner.***
- Aceptar en forma apropiada la responsabilidad por el fraude en el roaming y no roaming que afecta a sus subscriptores.
 - Investigar reportes de fraude, si es necesario.
 - Trabajar con agencias locales que ejecutan la Ley.

- Notificar al GBO en el caso de suspensión de la suscripción o cancelación.

- Ser la primera línea de defensa en contra del fraude por suscripción:
 - Verificar los méritos de crédito del subscriptor y validar la información suministrada.

 - Asegurarse de cumplir los estándares de seguridad para salvaguardar la información del cliente.

Iridium LLC y sus GBOs han tomado medidas significativas para garantizar la seguridad de la red Iridium. Se espera que todos los Proveedores del Servicio Iridium hagan lo mismo por ser las entidades que hacen el contrato con el cliente y están expuestas a las mentiras que causan el fraude. Para esto, el SP debe tener la habilidad de reunir y distribuir reportes mensuales, cuatrimestrales y anuales de cómo está manejando el fraude al GBO. Todos los proveedores del servicio deben estar de acuerdo en esta posición y querer implementar programas efectivos para detectar y prevenir actividades fraudulentas.

2.5.4 Fraude Técnico

Se refiere a la desautorización, manipulación o duplicación de la suscripción de equipos con el propósito de obtener servicios sin pagar por ellos. Aunque este tipo de fraude puede ser un severo problema en redes analógicas las cuales carecen de “Autenticación”, las redes GSM y ciertas redes IS-41 aún experimentan el fraude técnico.

La Autenticación demanda de un sofisticado reto y capacidad de respuesta combinadas con complejos algoritmos (fórmulas matemáticas) para verificar las suscripciones legítimas. Diferentes tipos de autenticación están integrados con GSM y con el sistema IS-41 Revisión C. GSM y las redes que tienen autenticación, no son inmunes. Las portadoras GSM están detectando un dramático aumento de casos de duplicación de handsets (terminales) en los cuales el IMEI es alterado. Aunque la duplicación de tarjeta SIM no es rentable, debido a la simplicidad con que se realiza el fraude de suscripción y de la misma forma el fraude de clonación de equipos, el clonaje de la tarjeta SIM no es imposible. Asimismo las redes IS-41C con autenticación aún no han experimentado el fraude técnico, sin embargo, en el futuro es posible que un sofisticado poderío criminal pueda descubrir la ruta para interrumpir los códigos secretos.

Iridium estará monitoreando la tendencia de la industria y preparará

estrategias que permitan identificar las posibles falencias de la tecnología para la prevención del fraude, así como de la autenticación y seguridad de la tarjeta SIM.

El primer paso será monitorear el uso no clasificado enviado por el GBS para alertar de que está teniendo lugar un posible fraude. Como paso siguiente y final, será monitoreado el uso clasificado.

Utilización de perfiles de usuario como parámetros para identificar el fraude por uso.

Los perfiles de parámetros usados para el fraude se refiere a la suscripción del perfil establecido en el sistema de gestión de fraude, manejado por Iridium LLC. El perfil de suscripción esta establecido y determinado, lo que es considerado normal. En este sistema el fraude en exceso se constituye en un “suceso” que alertará a Iridium de una potencial amenaza de fraude. El SP puede requerir de ajustes de parámetros, en cooperación con el GBO, esto determina el nivel suficiente de monitoreo empleado en el umbral. Adicionalmente se puede requerir periódicamente la exactitud en el acceso y efectividad en el uso de los perfiles de parámetros. Si algunos cambios son necesarios el SP puede tener contacto con su GBO para los cambios requeridos.

El SP puede desarrollar perfiles de suscripción basados en la suscripción de grupos con similares características. El SP puede requerir la información al GBO de la exactitud del MSISDNs en cada grupo.

2.5.5 Sistema de Monitoreo.

La figura 2.15 muestra como el Iridium Business System (IBS) almacenará todos los detalles grabados en la cola de llamadas (CDR: Call Detail Records) desde cada switch Siemens D-900 en la red Iridium, así como también la información grabada de la Cellular Inter-carrier Billing Exchange Roamer (CIBER) y Transferred Account Procedure (TAP) de cada IS-41 y GSM Roaming Partner.

El sistema de manejo del fraude de Iridium analizará cada cuenta en busca de actividad inusual. A continuación de este proceso, para determinar si el fraude está ocurriendo, una alarma será enviada al Departamento de Manejo del Fraude del GBO afectado, para su consecuente investigación.

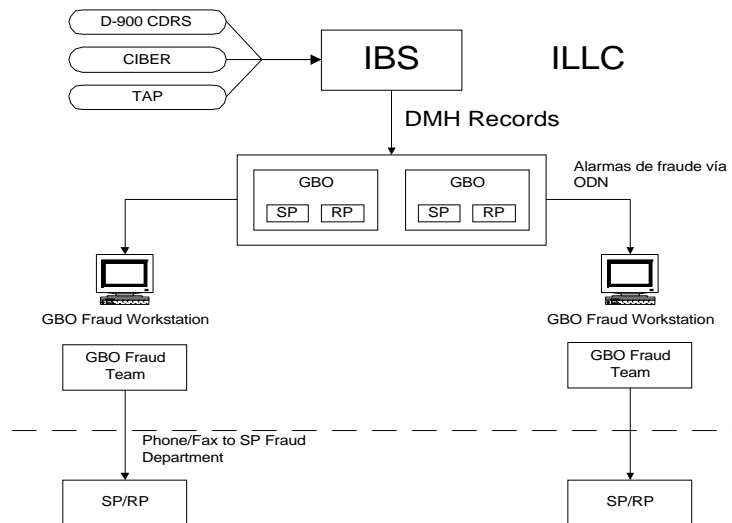


Fig. 2.15: Sistema para monitorear el uso de la red.

2.6 Servicios del Sistema Iridium.

Los servicios que proporciona el sistema se pueden resumir en servicios de: satélite, telefonía celular, "paging" y comunicaciones terrestres a través del sistema de conmutación. Los teléfonos permiten comunicaciones celulares compatibles con las ya existentes y hacen uso del sistema de satélites cuando estas no son accesibles. Los clientes pueden elegir entre uno o más de los distintos servicios:

- a. *Servicio mundial por satélite (Iridium World Satellite Voice Service):*
Proporciona un enlace directo con el sistema de satélites a través del teléfono en las dos direcciones (recepción y transmisión) en todo punto de la superficie terrestre utilizando la red de satélites IRIDIUM, es decir, que el ISU del subscriptor en el momento en que realice una llamada

buscará a la red de satélites IRIDIUM como primera red inalámbrica.

- b. *Servicio de roaming mundial (Iridium World Roaming Voice Service):*
Permite a los usuarios conmutar entre las redes celulares terrestre y la red de satélite manteniendo un único número de teléfono y recibiendo una única factura mensual sin importar si la red del lugar visitado utiliza el mismo estándar que a la red local del suscriptor, ya que si esto se da el suscriptor que tenga este servicio utilizará uno de los dispositivos inalámbricos descritos en la sección 2.2.3 (Terminales de Usuario: Dispositivo Inalámbrico terrestre).

Si la operadora que presta los servicios de IRIDIUM o SP ofrece cualquiera de estos servicios de voz a sus suscriptores, deberá enviar la petición de activación (con los números de teléfono y números de serie correctos) a su utilizando la red SP Net o vía fax. Desde allí, es responsabilidad del GBO y de Iridium LLC actualizar los sistemas de facturación correspondientes y los elementos de la red que incluyen: un sistema de facturación en el GBO, un sistema de facturación general en Iridium LLC y un conmutador D900 (switch) en el Gateway. Además, el SP necesitará ingresar la información necesaria para la facturación dentro de su sistema de facturación existente (si es un SP "CIBER-accepting Service Provider", referirse al proceso pseudo MIN, descrito en la sección 2.2.2 de este documento en el numeral de la conectividad

entre el SP y el sistema Iridium). El SP necesitará además asegurar que su sistema de facturación no intente dar servicio a un elemento de red que no pertenezca al sistema Iridium (por ejemplo: Un switch local).

Todo suscriptor de los servicios Iridium World Satellite y de Iridium World Roaming usará una tarjeta SIM (Subscriber Identity Module), dependiendo del tipo de servicio la tarjeta SIM puede ser una IRIDIUM SIM o una GSM SIM, según se vio en la sección 2.2.3 (Terminales de Usuario: Tarjeta SIM).

- c. *Servicio de paging (Iridium World Paging Service)*: Proporciona un servicio de mensajes alfanuméricos combinados con una opción de buzón de voz. Los usuarios estarán seguros que estarán localizados en cualquier momento, incluso en aviones. Este sistema estará disponible a mediados de noviembre.

Este servicio es similar al servicio de mensajería que prestan actualmente algunas operadoras locales, con la diferencia de que el destinatario del mensaje puede estar localizado en cualquier parte del mundo, el mensaje puede ser alfanumérico con un máximo de 120 caracteres. Iridium ha dividido el planeta en áreas a las cuales ha identificado con códigos, a estos códigos se conoce como MDAs, el

usuario puede seleccionar de acuerdo a su necesidades hasta 3 MDAs para la recepción de mensajes, pudiendo cambiar estos MDAs cuando él crea necesario.

El SP debe enviar al GBO, vía SP Net o fax, la información requerida para la red y la facturación. El GBO usará esta información para actualizar su sistema de facturación, así como uno de los MOC (Message Origination Controllers) alrededor del mundo.

La guía del usuario que se incluye en el anexo complementa la información anterior.

- d. *Servicio de llamadas por tarjeta:* Permitirá a los usuarios realizar llamadas desde teléfonos públicos, privados y celulares con una tarjeta de identificación sin más que pulsar su código de identificación personal y el código de salida del país correspondiente. La llamada será facturada directamente en la tarjeta del cliente.

Capítulo 3

3. INTERCONECTIVIDAD DEL SISTEMA GMPCS CON EL OPERADOR CELULAR.

3.1 Conectividad entre el SP y el Sistema Iridium.

El SP en nuestro país tendrá que tener conexión con uno de los Gateways de Iridium, esta conexión no es necesariamente con el Gateway más cercano ya que se puede aprovechar un enlace ya existente entre la operadora local (SP) y un lugar en donde exista un Gateway. Dicha conexión servirá para registrar al suscriptor en el momento en que éste hace o recibe una llamada y saber así si éste puede o no acceder al servicio; además, para la transmisión de los registros de llamada, las requisiciones de equipos, etc.

El formato que utiliza Iridium para operar es similar al formato del estándar GSM, por lo que una red GSM no tiene mayor impacto sobre su sistema al utilizar Iridium, no así una red celular que utiliza protocolo IS-41 Rev. C

entre centrales, como lo hacen las operadoras inalámbricas terrestres del Ecuador. Para su conectividad con Iridium, tendrán que efectuar ciertos cambios a su sistema; sin embargo, no son un impacto realmente grande, puesto que los gastos en desarrollo de tecnología compatible y actualizaciones, corren por cuenta de Iridium en su mayor parte. Con relación a esto se ve en el capítulo dos el proceso pseudo-MIN.

3.2 Acceso de usuarios.

Acceso de cobre.

Las llamadas telefónicas de la PSTN desde y hacia la red Iridium se realizan por convenios principalmente estatales. En los países en donde existe un Gateway, siempre está garantizada la interconexión con la red telefónica pública.

Acceso radioeléctrico.

Esta forma de acceso a la red se refiere tanto a los clientes del servicio inalámbrico local (celular) como a aquellos que poseen un terminal de usuario que se comunica únicamente con el satélite.

El uso de las bandas de frecuencias para enlaces de radio satelitales y la infraestructura asociada están supeditados a los permisos y autorizaciones que las empresas involucradas deben obtener de parte del CONATEL y la

Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

La comunicación directa con el satélite no requiere una infraestructura local adicional para la conmutación de la voz ni para la señalización. En cambio, el uso de una red inalámbrica como la red celular existente aquí, previene ciertamente una inversión que, como se dejará ver más adelante en éste y el próximo capítulo tiene un saldo positivo en la relación costo–beneficio.

El sistema Iridium está diseñado para emplear la cobertura celular existente en cualquier región del planeta. Nuestro país tiene una cobertura celular aceptable pero no ha llegado a desarrollarse como para decir que ofrece competencia a la telefonía tradicional debido a que apenas cubren un 20 % del país y un 30% de las zonas pobladas; además, debido a la orografía del país tienen problemas con las barreras naturales. Por otro lado, recientemente se están comenzando a implementar nuevos servicios que se manejan a través de las terminales móviles del cliente, como los servicios de mensaje corto, reconocimiento de voz y otros.

3.3 Transporte de la señalización.

Nosotros hemos considerado algunas opciones viables para el transporte de toda la información que no es voz, ya que esta se transporta a través de Pacifictel al mundo entero, y que es necesaria para operar con el sistema

Iridium:

La primera opción, como ya se mencionó, si la operadora celular tiene un enlace (satelital, de fibra óptica, etc.) a un país donde exista un Gateway, tendrá que gestionar la conexión a él ya sea a través de la PSTN, de un carrier local en ese país o de un enlace propio.

La segunda forma que se plantea requiere la contratación de un carrier en el Ecuador para enlazarnos con ISA, lo cual es posible luego de consultar a una de las 5 empresas de servicio portador autorizadas. La siguiente figura muestra esta forma.

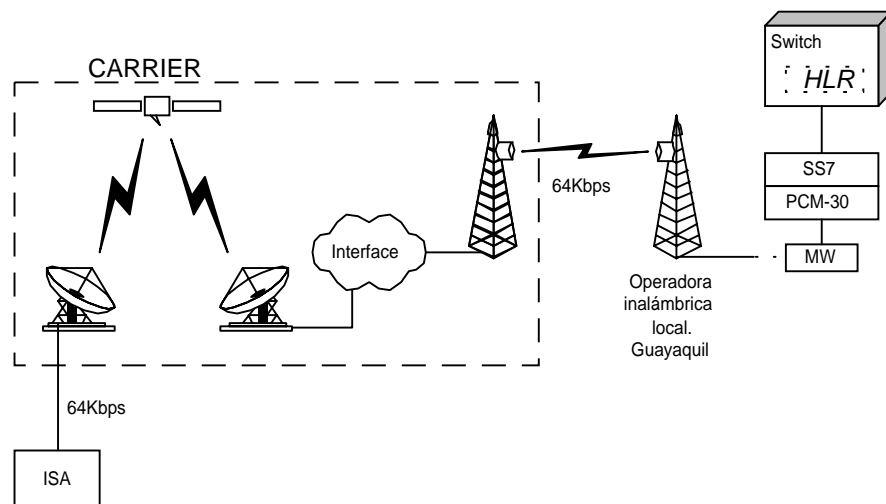


Fig. 3.1: Proyecto de enlace hasta ISA (Brasil) contratando un carrier en Ecuador.

La tercera opción es visionaria. Con ella proponemos la utilización del cable

de fibra óptica submarino Pan América que tiene un nodo en nuestras costas y que prontamente entrará en una fase de habilitación comercial, según nos dieron a conocer en Pacifictel, que es la empresa propietaria de este nodo con un 15% de participación del cable.

La ventaja de la rapidez que ofrece la fibra óptica (velocidad de la luz) y el gran ancho de banda para la implementación de muchos servicios en el futuro, permitirán incrementar los activos de la empresa además de ubicarla en el concierto mundial de las telecomunicaciones en una posición vanguardista.

La arquitectura del cable Pan América es tipo anillo, formado por la conexión de 4 anillos lógicos:

El anillo 1 conecta St. Thomas y St Croix (Islas Vírgenes) en el Caribe.

El anillo 2 conecta a Colón (Panamá), Barranquilla (Colombia), Punto Fijo (Venezuela), Baby Beach (Aruba) y St. Croix.

El anillo 3 conecta Colón y Ciudad de Panamá con cables de fibra terrestres.

El anillo 4 conecta en Arica (Chile) a CTC Mundo y ENTEL, con Lurín

(Perú), Punta Carnero (Ecuador) y Ciudad de Panamá.

La longitud el cable es aproximadamente de 7 500 km y utiliza para la transmisión, tecnología SDH, con dos sistemas de 2,5 Gbps y una vida útil de 25 años. Este sistema enlaza los países de la costa oeste de Sudamérica con la cuenca del Caribe a través del itmo de Panamá. El cable Pan América se conecta a otro cable llamado Américas-1 en el nodo St. Croix en el Caribe; con este cable llegaremos hasta un nodo en Brasil y desde allí, por supuesto, al Gateway ISA. Ver la figura 3.2.



Fig. 3.2: Sistemas de cables submarinos de fibra óptica.

Es importante mencionar que el anillo 4 consta de dos fibras STM-1, es decir, que con la multiplexación de circuitos alcanza una velocidad aproximada de 155 Mbps (SDH). En una configuración de anillo conmutado el sistema de cable Pan América (o Panamericano) proporciona capacidad de 2,5 Gbps (STM-16) en cada uno de los dos pares de fibra que se utilizan. Ver el apéndice H.

Pero aún falta definir cómo acceder al cable Pan América. Sabemos que las operadoras de telefonía inalámbrica tienen infraestructura de red en la ciudad de Salinas, dejando en un caso libertad de elegir el sitio más cercano al nodo de F.O. en Punta Carnero, que sería Salinas. Puesto que el nodo pertenece a EMETEL S.A., se tienen que celebrar convenios y contratos entre esta empresa y cualquiera de las operadoras celulares del país, siempre que exista el interés en interconectarse a este nodo.

Pacifictel posee un enlace de microondas a 34 Mbps entre Guayaquil y Salinas para el acceso desde la urbe principal al cable submarino de fibra óptica. En Salinas se encuentra la Central de Pacifictel Salinas II que tiene la tarea de manejar el tráfico de la península, además de interconectar internacionalmente a la PSTN a través del cable Panamericano. Hablando de las operadoras celulares del país, específicamente Conecel y Otecel

(Bellsouth), sabemos que ambas tienen cobertura celular en la Península de Santa Elena, por lo que se podría emplear un enlace de microondas entre la Central Salinas II y una estación base celular como una opción para acceder al cable Panamericano. Ver la figura 3.3.

Otra forma de enlazar los puntos mencionados sería utilizando fibra óptica.

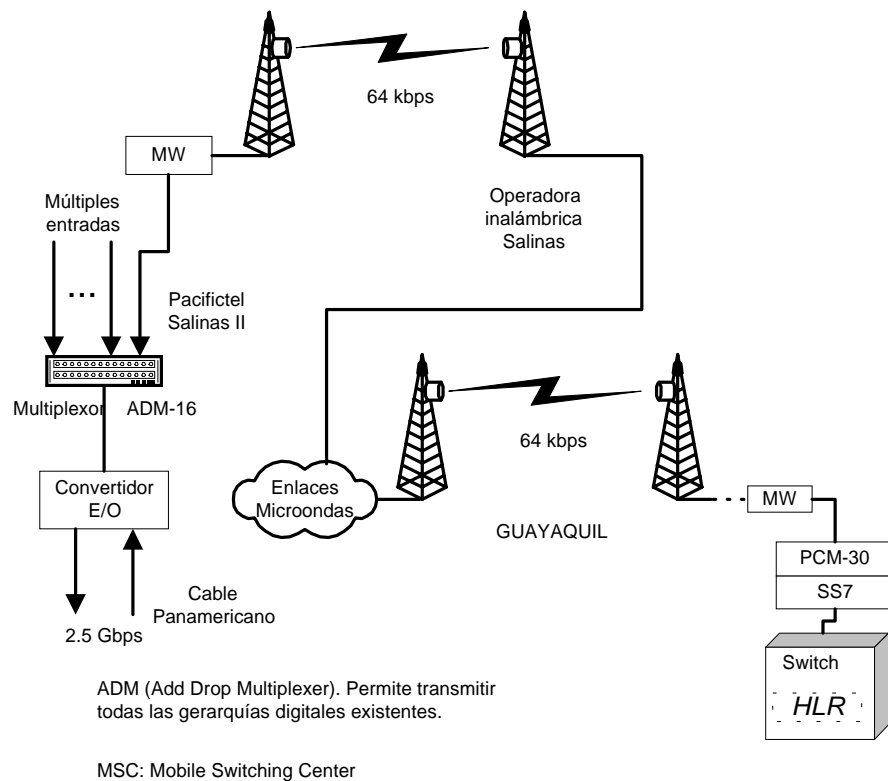


Fig. 3.3: Proyecto de enlace desde una celda celular en Salinas hasta la Central Salinas II de Pacifictel.

Otra opción es utilizar el enlace existente de interconexión con Pacifictel (Figura 3.4), siempre y cuando exista capacidad disponible; de no ser así, se necesitaría aumentar la capacidad del enlace existente.

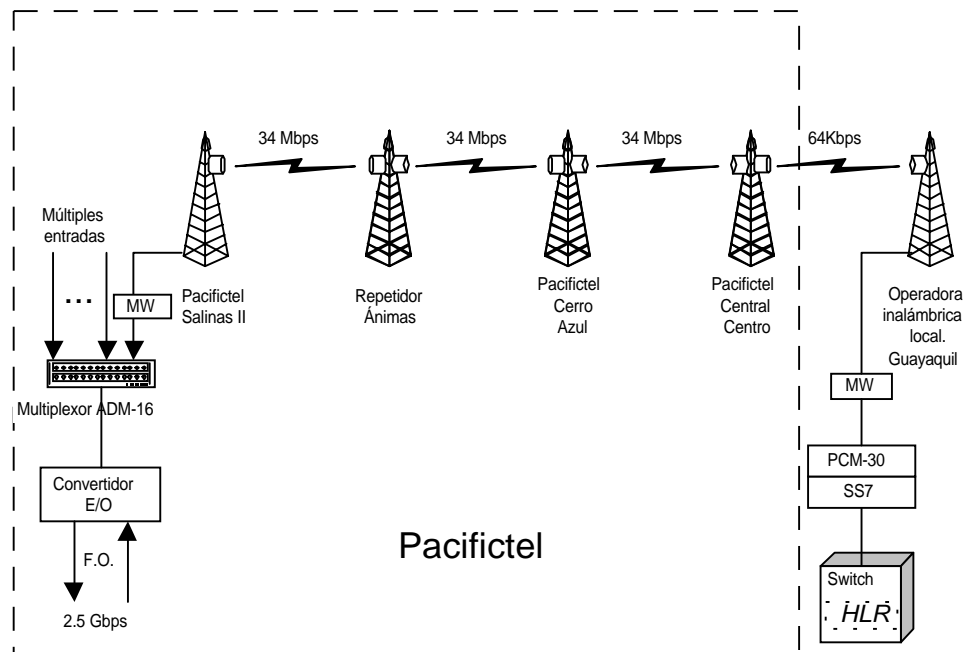


Fig. 3.4: Enlace de microondas para la transmisión de señales entre el SP y el Gateway, utilizando la red existente.

3.4 Programa de Simulación.

Esta tesis va acompañada de un programa didáctico de simulación de los procesos de llamada en forma de casos, que se pueden elegir de un menú de acuerdo a nuestro interés.

Manual del usuario

Puede tener un icono de acceso directo en el escritorio de Windows o ejecutar desde el explorador el programa gmpcs.exe.

Al hacerlo, sale la pantalla de presentación con información del programa y las personas involucradas en la programación, esquematización, idealización.

En esta misma pantalla hay un botón en forma de barra en la parte inferior que presionamos en cualquier momento para "ACEPTAR" y entrar al menú principal.



Fig. 3.5: Ventana de presentación.

En el menú principal "CASOS DE LLAMADA" se presentan los 7 casos más comunes considerados en la simulación en donde para seleccionar uno de ellos basta con un clic. El texto que describe brevemente el caso se resalta por la acción anterior. Para avanzar se hace clic en el botón "Continuar" o de lo contrario "Salir".

En la pantalla que aparece a continuación hay tres botones en el lado superior derecho. Ellos son:

Menú Principal: Para volver a la ventana de "CASOS DE LLAMADA".

Reset: Para re-setear el caso que se está ejecutando.

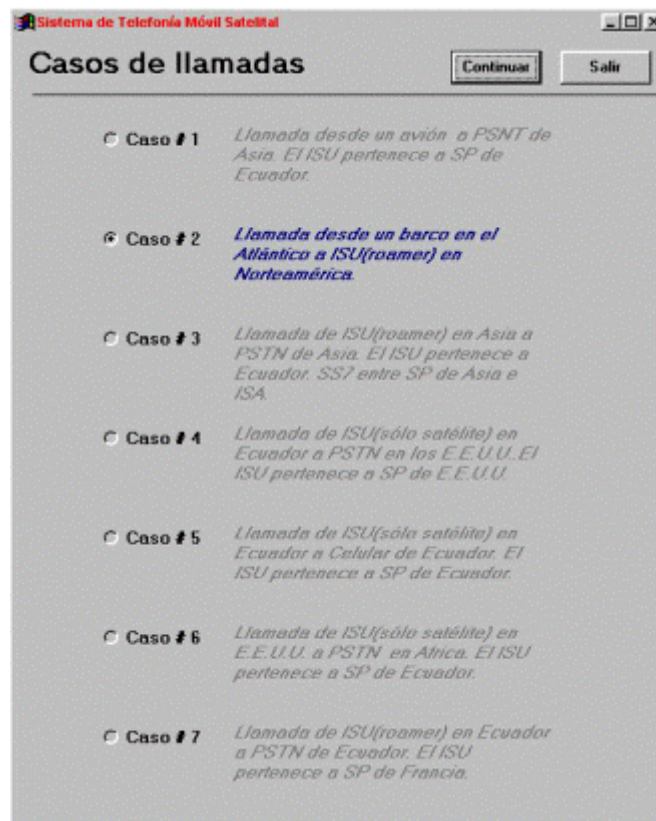


Fig. 3.6: Menú Principal.

Terminar: Para cerrar el programa.

Para hacer una llamada debemos inicialmente encender el ISU haciendo clic en su botón "ON/OFF/END". Con esta acción arranca el registro del ISU con su proveedor del servicio. Una consola titulada "Estado", en la parte superior

izquierda de la pantalla, nos revela lo que sucede durante el proceso de registro.

Al terminar el proceso se observan los datos del abonado que origina la



Fig. 3.7: Pantalla tipo. Ubicación de los objetos del programa.

llamada en la ventana titulada "Datos del abonando A".

Si durante la ejecución de la película de registro se hace clic en el botón "ON/OFF/END", esta acción equivale a apagar el teléfono y se resetea el caso.

Siguiendo la lógica, se introduce el número en el ISU haciendo clic sobre su teclado con el ratón; si tenemos que corregir el número, utilizamos el botón "clear". Luego de ingresado el número, por lo apreciado en la pantalla del ISU, se hace clic sobre el botón "ON/OFF/SEND" para ejecutar la función SEND.

Si en este momento y durante la ejecución del establecimiento de la llamada se hace clic en el botón "ON/OFF/END", esta acción equivale a colgar-abortar la operación. Se observa el proceso de abortar en la película y se inicializa el ISU en el caso de que se desee realizar otra llamada (NO SE RESETEA EL CASO).

Luego de ejecutar el proceso de establecimiento de la llamada se presentan los datos del destinatario en la ventana titulada "Datos del abonado B" y se envían las señales de "ring" a los terminales de usuario. Consecuentemente aparece en el centro de la pantalla una caja de texto que debemos aceptar con un clic. Sucesivamente aparece otra caja de texto con un mensaje de aceptación para hablar. Esta última operación arranca el proceso de canal de voz que se observa en la película.

Luego de la conversación hay dos alternativas: Que cuelgue el originador de la llamada o, que cuelgue el destinatario de la llamada.

El proceso "colgar" se ejecuta luego de hacer clic sobre el botón



Fig. 3.8: Botones importantes del ISU.

"ON/OFF/END" o an el botó rojo que se visualiza al lado izquierdo del ISU y que ejecuta la acción de colgar el destinatario de la llamada o abonado B.

Terminado el proceso, si presionamos nuevamente el mismo botón, se apaga el ISU y se resetea el caso de llamada. Si no, podemos continuar llamando pero los procesos se repetirán para cualquier número que marquemos debido a que, sólo se utiliza el número para marcar con el módem de la computadora puesto que el caso fue establecido en el menú principal "CASOS DE LLAMADA".

Cabe recalcar que en cualquier momento están disponibles los botones principales: "Menú Principal, Reset y Terminar".

La comunicación entre los entes de conmutación de Iridium se realiza con S7 utilizando el protocolo IS-41C. La comunicación con el móvil ISU utiliza el protocolo IS-136. La comunicación con la PSTN utiliza señalización R2 digital.

Ejemplo: Caso1: "Llamada desde un avión a PSNT de Asia. El ISU pertenece a SP de Ecuador".

Registro.

En el avión, al encender el ISU, este envía su ID (MSISDN, IMSI) al VLR del Gateway más cercano (en este caso INA) en la señal RACH (Random Access Channel). El VLR solicita el *profile* al HLR del SP-Home en Ecuador con un REGNOT (Registration Notification). El HLR contesta REGNOT al VLR y el VLR al ISU informa ARCH (Access Response Channel).

Establecimiento.

Luego del registro se encuentra en posibilidad de hacer llamadas, para lo cual se marca el número B del destino de la llamada. Los satélites enrutan

directamente la llamada al Gateway interconectado a la PSTN destino. Se suceden las señales RACH y ARCH entre el Gateway y el ISU. El Gateway se comunica con la PSTN por medio de señalización de canal común N⁰ 7 enviándole el Mensaje Inicial de Dirección (IAM en inglés), a lo que se contesta con Mensaje de Dirección Completa (ACM en inglés).

Ring.

En este proceso únicamente se muestran unas flechas para indicar que el sistema destino está invocando al usuario final B para poder iniciar la conversación.

Canal/Voz.

En esta parte de la simulación se muestra el canal de voz que se abre a través de los sistemas.

Colgar Destino.

Cuelga el abonado B, usuario LAN de la PSTN. Desde la PSTN se envía el mensaje de Liberación (LIB en español, REL en inglés) hacia el Gateway , y este último informa al ISU con una señal FACCH (Forward Analog Control Channel).

Le toca entonces al originador de la llamada (al ISU en el avión) colgar. Para

esto presiona el botón "END". El ISU responde al Gateway con FACCH y el Gateway libera el circuito que mantenía hacia la PSTN con el mensaje de Liberación Completa, LIC (en español, RLC en inglés).

Colgar Origen.

El proceso es inverso al de colgar destino. Al presionar "END" el ISU informa al Gateway que ha colgado con FACCH y este envía LIB hacia la PSTN. La PSTN envía LIC.

Abortar.

Este proceso ocurre cuando aún no se ha establecido la llamada, luego de marcar y enviar (botón "SEND") el número B. La liberación del móvil conectado al satélite se realiza con la transmisión de mensajes en el protocolo IS-136.

Capítulo 4

4. ESTUDIO DE COSTOS Y MERCADO

4.1 INTRODUCCION.

El presente estudio de costos y mercado tiene como objeto dar a conocer toda la información necesaria referente a la inversión económica que una operadora debe realizar para brindar servicio de telefonía móvil satelital.

Las operadoras involucradas en el sistema celular en nuestro país (Concel y Otecel) para su conectividad con Iridium necesitarán realizar inversiones en enlaces de comunicaciones, equipos, publicidad y gastos administrativos.

4.2 ANTECEDENTES

Motorola calcula que Iridium necesita alrededor de un millón de clientes para mantenerse, los estudios de mercado efectuados, señalan que el segmento de mercado más necesitado de comunicaciones móviles globales y,

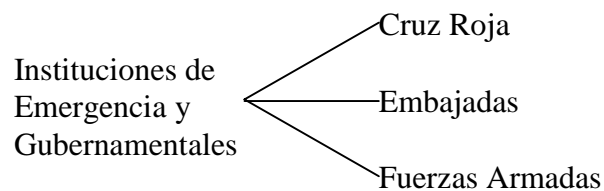
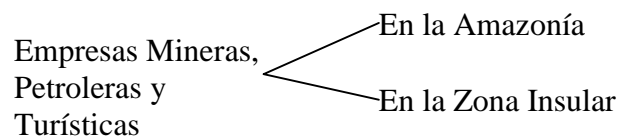
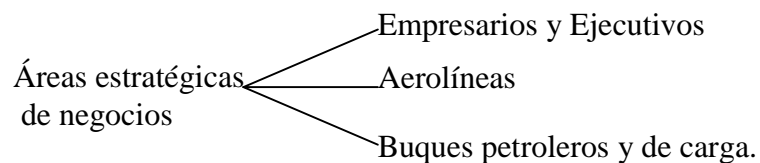
al mismo tiempo, más atractivo para Iridium es el de los profesionales que se desplazan de un estándar celular a otro (por ejemplo de Europa a Sudamérica) o a zonas de cobertura terrestre inexistente, como en países donde se necesita comunicación desde la capital con los jefes locales de áreas remotas.

Otros segmentos del Mercado que también necesitan comunicaciones globales son:

- Transporte aeronáutico (cabina y pasajeros), marítimo (carga, pesca, cruceros) y terrestre.
- Segmentos gubernamentales (policía, embajadas), Medioambientales, de ayuda humanitaria e industriales (explotaciones petrolíferas, construcción civil y comercio internacional).
- Personas de clase acomodada que pueden pagar por el servicio global, y que viven en zonas pocas pobladas sin coberturas celulares (Por ejemplo: zonas residenciales de lujo, terratenientes en grandes latifundios, etc.).

4.3 SISTEMA DE MERCADEO.

La constante implantación de nuevos métodos, técnicas y tecnologías nos obligan a actualizarnos para competir con el mercado mundial y crear / ser parte de una estructura económica que apunte a obtener no solo el factor económico sino también el desarrollo empresarial de nuestro país. La actividad elegida según los resultados del estudio de mercado se orienta hacia ese objetivo.



El mercado objetivo a cubrir esta compuesto por aproximadamente 2.000 empresas con mas de 100 actividades diferentes, dentro de éstas empresas se

cuenta por lo menos con 8 000 altos ejecutivos que individualmente requerirían del servicio Iridium, (ver apéndice G)

La operadora que vaya a prestar el servicio Iridium, por la naturaleza del mismo, tiene que desarrollar inicialmente un gran despliegue publicitario, estos gastos de publicidad serán parte de los gastos de operatividad, los mismos que se irán reduciendo según aumente la acogida del servicio por parte de los usuarios, utilizando las siguientes estrategias:

1.- *Televisión.*- Aprovechar las cuñas que pasan en la televisión pagada, realizando una campaña publicitaria similar en los seis canales locales con seis cuñas por día durante un mes en los horarios de mayor sintonía (noticieros, al inicio de series de interés, etc). Con el transcurrir del tiempo se irá reduciendo en 3 cuñas diarias para el segundo mes, 2 para el tercero, hasta quedar en una cuña diaria hasta completar los seis meses al cabo de los cuales se realizara una evaluación para la retroalimentación.

2.- *Prensa escrita.*- Se publicará cada domingo 1/8 de página en los dos diarios de mayor circulación nacional durante todo el año.

3. *Revista.*- Publicación mensual por 12 meses de 1/8 de pagina.

4.4 ASPECTOS ECONÓMICOS

La inversión económica a realizar es muy significativa y a continuación se detalla por rubro.

CONECTIDAD

Este enlace satelital va desde el SP en Ecuador hasta el ISA.

PUBLICIDAD

Inicialmente se necesitará de un gran despliegue publicitario, el cual puede variar según la potencialidad del mercado y la fuerza de las ventas.

ADMINISTRATIVOS

El ofrecer el servicio Iridium involucra contratar personal adicional o en su efecto aumentar las horas de trabajo al personal existente.

OTROS

Involucra costos de papelería, transporte, etc.

Estos valores se presentarán en dólares americanos y según sea el caso, su respectivo valor en sucres, tomando la tasa cambiaria del día 31 de Agosto de 1999 que es de 10 610 sucres por dólar.

TABLA VIII
CONECTIVIDAD
(Costo mensual)

EN DÓLARES	EN SUCRES
8 000	84 880 000

TABLA IX
PUBLICIDAD
(Costo mensual)

Medio de Comunicación	P. Unitario (US\$)	Nº de Cuñas (US\$)	Precio por Mes (US\$)
TELEVISIÓN.	1048	18	18 864
PRENSA	762	4	3 048
REVISTAS	476	1	476
TOTALES	2 286		22 388

TABLA X
ADMINISTRATIVOS
(Costo mensual)

DETALLE	EN DÓLARES	EN SUCRE
Sueldo promedio de un técnico	283	3 000 000
Sueldo promedio de un vendedor más comisiones.	377	4 000 000

TABLA XI
INVERSIÓN MENSUAL
(Costo mensual)

DETALLE	EN DÓLARES	EN SUCRES
ENLACE	8 000.00	84 880 000
PUBLICIDAD	22 388.00	237 536 680
ADMINISTRATIVOS	666.67	7 000 000
OTROS	47.62	500 000
TOTAL	31 102.29	329 916 680

4.5 EQUIPOS TERMINALES.

Los precios de los equipos terminales que el usuario necesitará para utilizar cualquiera de los servicios que ofrece Iridium se aprecian a continuación:

TABLA XII
PRECIOS DE LOS EQUIPOS

DETALLE	COMPRA (US\$)	VENTA (US\$)	*UTILIDAD (US\$)
Teléfono Motorola Serie 9500.	1 101.6	1 296.00	194.4
Cassette Celular Motorola 9550 GSM 900.	244.55	283.00	42.45
Cassette Celular Motorola 9551 AMPS/CDMA.	332.35	391.00	58.65
Pager Motorola 9501.	352.75	415.00	62.25
Adaptador Modo Dual Kyocera SD-66K.	1 159.4	1 364.00	204.6
Teléfono Kyocera KI- A100 AMPS800.	296.65	349.00	52.35
Teléfono Kyocera KI- G100 GSM900.	432.65	509.00	76.35
Pager Kyocera SP-66K	342.55	403.00	60.45
Teléfono solo satélite Kyocera SS-66K.	1 208.7	1 422.00	213.3

* Hemos asumido un 15% de utilidad para el SP en la venta

Adicionalmente Iridium pone a disposición de sus subscriptores (que en este caso serían los subscriptores del SP) diferentes accesorios:

TABLA XIII
PRECIO DE LOS ACCESORIOS

DETALLE	COMPRA (US\$)	VENTA (US\$)	*UTILIDAD (US\$)
Portable dock	408	480	72
Desktop Charger	110.5	130	19.2
Auto Accessory Adaptor	38.25	45	6.75
Battery Standar Cap LI ION	76.5	90	13.5
Battery High Capacity LI ION	97.75	115	17.25
Battery Ultra High Caap LI ION	144.5	170	25.5
Antena Adaptador	46.75	55	8.25
Satelite Portable Spore Antenna	157.25	185	27.75
Stor TAC Adaptor Plug	25.5	30	4.5
Portable Auxilary Antenna	153	180	25
Fixed Mount Antenna	170	200	30
Mobile Mog Mount Antenna	153	180	27
Solar Charger	420.75	495	74.25

* Hemos asumido un 15% de utilidad para el SP en la venta de equipos.

Tomando como referencia los países en donde ya se utiliza el servicio Iridium, los precios básicos según el tipo de llamada oscilan en un cierto rango, para efectos de este estudio hemos tomado un promedio, tal como se ilustra en la siguiente tabla.

TABLA XIV
VALOR DE LAS LLAMADAS

DETALLE (US\$)	TARIFA POR MINUTO (US\$)	*UTILIDAD (US\$)
Satelital	3	0.9
Roaming	1.6	0.48

*Hemos asumido una utilidad del 30% para el SP

Iridium ha desarrollado diferentes tipos de planes de servicio para sus subscriptores, estos planes presentan opciones de equipos según la necesidad del usuario, ver tabla XV.

TABLA XV
PLANES DE SERVICIO IRIDIUM

PLAN	Dirigido a:	Posible opciones de equipos:	
		<i>Opción 1:</i>	<i>Opción dos:</i>
Industrial Pack	Personas que requieran comunicación dentro y fuera de áreas urbanas.	Motorola 9500 + Cassette GSM 900 y/o Cassette CDMA/TDMA.	Kyocera SS-66K sólo satélite + Kyocera SD-66K de modo dual y un teléfono Kyocera KI-A100 AMPS 800 y/o un teléfono Kyocera KI-G100 GSM 900
Global Traveller Pack	Personas que requieran comunicación dentro y fuera de áreas urbanas y también provee de pager.	Motorola 9500 + Cassette GSM 900 y/o Cassette CDMA/TDMA + Motorola SP-66K pager o Kyocera SP-66k pager.	Kyocera SS-66K sólo satélite + Kyocera SD-66K de modo dual y un teléfono Kyocera KI-A100 AMPS 800 y /o un teléfono Kyocera KI-G100 GSM 900 + Kyocera SP-66K pager o Motorola SP-66K pager.

TABLA XVI
PLANES DE SERVICIO IRIDIUM

PLAN	Dirigido a:	Posible opciones de equipos:	
		<i>Opción 1:</i>	<i>Opción dos:</i>
Outback Pack	Usuarios que para su comunicación siempre utilizarán la red de satélites Iridium.	Motorola 9500	Kyocera SS-66K sólo satélite
Country Wide Pack	Usuarios que para su comunicación siempre utilizarán la red de satélites Iridium, cuenta también con pager.	Motorola 9500 + Motorola SP-66K pager.	Kyocera SS-66K sólo satélite + Kyocera SP-66K pager
Traveller Pager Pack	Usuarios que deseen contar con servicio de pager durante el día y la noche	Motorola SP-66K Pager.	Kyocera SP-66K pager

Los precios de los planes presentados en las tablas XV y XVI hasta la primera quincena de Septiembre de 1999 se listan en la tabla XVII.

TABLA XVII
PRECIOS DE LOS PLANES IRIDIUM

PLAN	PRECIO DE COMPRA (US\$)	PRECIO DE VENTA (US\$)	UTILIDAD (US\$)
① Industrial Pack* Activación: Mensualidad:	84 0	120 0	36 0
② Global Traveller Pack Activación: Mensualidad:	36 16.8	120 24	84 7.2
③ Outback Pack* Activación: Mensualidad:	36 0	120 0	84 0
④ Country Wide Pack Activación: Mensualidad:	36 16.8	120 24	84 7.2
⑤ Traavaller Pager Pack Activación: Mensualidad:	33.6 67.2	48 96	14.4 28.8

*Este plan está libre de mensualidades hasta Diciembre de 1999.

4.6 PROYECCIONES.

Asumiendo que en el primer mes la operadora contará con 250 suscriptores, podremos proyectar ingresos que al comparar con la inversión realizada obtendremos las utilidades. Ver la tabla 16.

TABLA XVIII
PROYECCIÓN DE UTILIDAD AL PRIMER MES DE SERVICIO.

No DE USUARIOS POR PLAN	V. UNITARIO UTILIDAD POR COSTOS DE EQUIPOS + ACTIVACIÓN (US\$)	V. MENSUAL UTILIDAD POR MUESTRA (US\$)
① Industrial Pack 50 Suscriptores	289.05	14 452.5
② Global Traveller Pack 50 Suscriptores	400.75	20 037.50
③ Outback Pack 5 Suscriptores	333.30	1 666.5
④ Country Wide Pack 50 Suscriptores	204.45	10 222.50
⑤ Traveller Pager Pack 100 Suscriptores	206.25	20 625.0
TOTAL 255 Suscriptores		67 004.0

TABLA IXX
INVERSIÓN VS UTILIDAD
MENSUAL

INVERSION (US\$)	UTILIDAD (US\$)
31 102.29	67 004

Como resultado final del análisis realizado, verificamos que este proyecto es factible, porque si logramos cubrir en ventas solo el 0.13% (sin contar los costos por llamadas) de la población recuperamos la inversión en un mes y obtenemos una utilidad del 100 %.

CONCLUSIONES

El sistema IRIDIUM, basado en una constelación de órbita baja, complementará la oferta de servicios móviles de los operadores celulares de todo el mundo. Adicionalmente, ofrecerá servicios de telecomunicación, por ejemplo en áreas remotas o en situaciones de catástrofes naturales. Su tecnología compatible con las operadoras celulares en el Ecuador convierte a Iridium en la mejor opción de telefonía móvil global para nuestro país.

Revistas especializadas como Newsweek y América Economía han emitido artículos en los que se refieren a Iridium como una empresa que va a la quiebra, que tiene problemas directivos y más. Pero nosotros pensamos que esta alternativa de las telecomunicaciones tendrá su auge y que como todo negocio grande, se comienza poco a poco. Hay que recordar que ningún otro sistema puede establecer una comunicación desde cualquier lugar del mundo.

El costo de los equipos es aún muy elevado aunque desde su aparición, los ISUS y sus accesorios han experimentado una disminución considerable en su precio. En el Ecuador el mercado para estos productos se vislumbra reducido por la recesión actual que vivimos.

En otro ámbito, hemos leído a veces, incluso en la prensa local sobre el hecho de que el efecto de las radiaciones por encima de los 900 MHz, puede ser perjudicial a la salud humana, de acuerdo a estudios realizados últimamente. Cabe recalcar que estas frecuencias son utilizadas por los nuevos sistemas móviles que utilizan la banda L y protocolos como el IS-136. Las autoridades del CONATEL deberían expresarse al respecto.

En un futuro próximo, la conexión del cable Pan América con el cable SAM-1 que enlazará las ciudades más importantes de América del Sur, tanto del lado Atlántico como del Pacífico, formará un anillo junto con el cable América 1, mejorando la seguridad de la red contra el rompimiento del cable submarino. Las empresas que tengan acceso esta red de fibra óptica podrán incrementar la calidad y cantidad de sus servicios así como también ampliarán su mercado al resto de América y el mundo. Por tanto, es necesario que dichas empresas se encuentren preparadas para dar este gran paso que significa la internacionalización y globalización de los mercados de acuerdo a las tendencias mundiales.

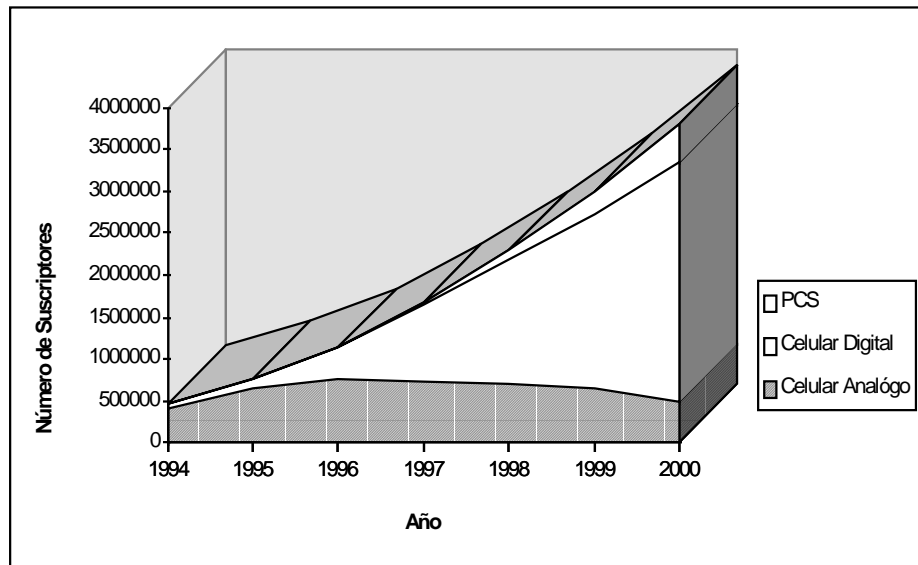
Como se vio en esta tesis, la aplicación de un sistema GMPCS para Ecuador puede darse de dos formas o ambas a la vez: La operadora celular puede operar como Proveedor del Servicio (SP), como Proveedor de Roaming Internacional (RP) o ambas. En estos momentos está permitido el uso de los teléfonos Iridium en el Ecuador, así que eso dejó de ser un problema para convertirse en una ventaja que

puede ser aprovechada, siempre que el mercado amerite la inversión; pero como ya dijimos, el mercado es cada vez más global inclusive gracias a la Internet, en donde se actualizan los sistemas para hacer negocios seguros utilizando la WWW.

Países como México, Venezuela, Brasil y otros que se encuentran a la vanguardia de la Tecnología y las Telecomunicaciones en América del Sur ya han entrado en el campo de la telefonía móvil por satélite; de esto se concluye que para una empresa de telecomunicaciones quedarse atrás significaría sucumbir en poco tiempo.

La apertura de fronteras por parte de los países andinos para permitir el libre comercio atraerá una mayor cantidad de usuarios, especialmente de empresarios por el servicio de roamer. Según estadísticas proporcionadas por ASETA (Asociación de Empresas de Telecomunicaciones del Acuerdo Subregional Andino) los subscriptores de servicios PCS y Celular en Países Andinos para el año 2000 será de aproximadamente 4 000 000.

Con una buena estrategia de mercadeo estos clientes pueden ser futuros subscriptores de Iridium.



Tomando como referencia el número de empresas en el Ecuador con actividades de mayor desarrollo y de acuerdo a sus necesidades, cuantificamos el mercado Ecuatoriano y de acuerdo a nuestras proyecciones de mercadeo se recupera la inversión en el primer mes de puesto en marcha el servicio, claro está que esto dependerá de la publicidad y ofertas que la operadora presente.

A medida que pase el tiempo y según el comportamiento del mercado, el SP tendrá más ingresos por el servicio que presta que por la venta del equipo terminal, ya que se llegará a un punto en el que la demanda de equipos será mucho menor que la demanda de servicios.

A pesar de que desde el punto de vista del usuario no habrá diferencias entre los sistemas GMPCS, ya que todos pretenden dar servicio a través de teléfonos móviles, las diferencias residen en la tecnología empleada por cada uno de ellos. Los servicios de Iridium tienen la ventaja de ser los primeros en su clase pero cuando entren en funcionamiento proyectos como ICO, Teledesic, etc., la competencia estará en las estrategias de marketing, la capacidad de implementar nuevos servicios y en la reducción de los costos de estos servicios al cliente.

APÉNDICES

APÉNDICE A

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

AMPS - Advanced Mobile Phone System. Sistema avanzado de telefonía móvil.

Ancho de banda - El rango de frecuencias asignado para una transmisión de RF. Por ejemplo, un canal celular tiene típicamente un ancho de banda de 30 KHz, de igual forma, un sistema celular requiere 30 KHz por canal para transmitir su señal. Esto trae la consideración de un importante punto que es uno de los problemas fundamentales de las transmisiones de RF, el cual es la limitación del espectro electromagnético disponible. Por ejemplo: Para el uso celular, la FCC ha asignado solamente 50 MHz del espectro. Así, el aumento de la capacidad debe ser obtenido por otros medios.

B

Banda C - Esta es la banda entre 4 y 8 GHz, de la cual, entre 6 y 4 GHz están siendo utilizados para las comunicaciones satelitales. Específicamente, la banda satelital de 3.7 a 4.2 GHz es usada como frecuencias de enlace descendente en complemento con

la banda 5.925 a 6,425 GHz que sirve para el enlace ascendente.

Banda Ka - El rango de frecuencias 18 a 31 GHz.

Banda Ku - El rango de frecuencias 10.9 a 17 GHz.

Banda L - El rango de frecuencias 0.5 a 1.5 GHz. También se usa para referirse al rango 950 a 1 450 MHz usado en las comunicaciones móviles.

Bandit Mobile - Un subscriptor móvil que es catalogado en los registros de llamadas ("toll-ticketing") como poseedor de un ESN o de un número telefónico no válidos, u otros problemas que harán que se niegue el servicio a ese móvil.

C

Call Processing - Proceso completo de enrutamiento, originación y terminación de las llamadas telefónicas celulares, así como los procesos necesarios de facturación y.

Call Record - Un registro de llamadas grabado en una cinta conteniendo el número del móvil, los dígitos marcados, el tiempo empleado en las llamadas, y otros datos necesarios para facturar o 'ticket' una llamada telefónica.

Call Setup - Los eventos del proceso de llamada que ocurren durante el tiempo en que una llamada se está estableciendo, pero no ha sido conectada aún.

CDMA - Code Division Multiple Access. En un sistema CDMA, cada circuito de voz es etiquetado con un código único y transmitido por un mismo canal al mismo tiempo que otros circuitos de voz codificados. Las únicas diferencias entre los circuitos de voz son los códigos asignados. El canal es típicamente de un gran ancho de banda y cada circuito de voz lo ocupa en su totalidad.

Ejemplo:

Canal CDMA

1.25MHz | -----
64 diferentes circuitos de voz

64 circuitos de voz diferentes pueden ser simultáneamente transmitidos por el mismo canal. Los circuitos de voz son identificados por sus códigos asignados.

Clearing House - Llamada también Mach. Centro de manejo de datos para facturación del uso de las redes terrestres que maneja los formatos CIBER y TAP.

Cloneo - Duplicación de un dispositivo en relación a su software e identificación dentro de un sistema que le brinda cobertura de servicios.

E

Electronic Serial Number (ESN) - Un código de 32 bit únicos para cada unidad móvil. Usado para validar un móvil. No puede ser alterado por el operador celular ni por el usuario.

Estación base - La estación base es un transceiver de muchos circuitos localizada en el centro de una celda cuyo propósito principal es manejar todas las llamadas entrantes y salientes de la celda. La estación base retransmite la señal del móvil a la MTSO vía cable o microondas.

F

FCC - Federal Communications Commission. Una agencia del gobierno de Los Estados Unidos de América que supervisa, otorga licencias y controla los estándares de transmisión electrónica y electromagnética.

FDMA - Frequency Division Multiple Access. Los sistemas FDMA transmiten un circuito de voz por canal. Los canales son relativamente estrechos, usualmente 30 kHz o menos y son definidos ya sea como canales de transmisión o de recepción. Una conversación full duplex requiere un canal para el par transmisión/recepción. Por ejemplo, si un sistema FDMA tuviere 200 canales, el sistema puede manejar 100 conversaciones full duplex en forma simultánea. (100 canales para transmitir y 100

canales para recibir).

Ejemplo:

Canal FDMA

30KHz | Un solo circuito de voz - sólo una vía de conversación |

'Follow-Me Roaming' - La habilidad de los sistemas celulares para enviar automáticamente llamadas a un móvil que hace roaming y que ha salido de su primera área de servicio en el nuevo sistema. Sin esta característica, la parte llamante debería conocer la ubicación del roamer y hacer la llamada a esas áreas MTSO primero (calling a 'port'), para luego llamar al móvil.

Four-Wire Line - Un circuito de transmisión de dos vías usando dos pares de conductores, para permitir la conversación full duplex (simultánea) sin multiplexación.

Full Duplex - Refers to a communications system that uses two separate transmit and receive paths to allow simultaneous conversation in two directions.

G

Gateway - Estación terrena en donde se efectúa la gestión de los sistemas satelitales.

GBO - Oficina que maneja la comercialización en el Gateway.

GE - Número del registro de identificación local. El GE será determinado de acuerdo al país de origen para el Proveedor del Servicio.

GSM - Estándar internacional promovido por un comité de administradores, operadores y fabricantes europeos de telecomunicaciones, que actualmente se utiliza en muchas ubicaciones de todo el mundo a 900 MHz y está aumentando su popularidad en 1 800 y 1 900 MHz. Este estándar define una interfase de radio que se basa en la multiplexación por división de tiempo (TDMA) de 8 usuarios con funciones de espaciado de canales de 200 kHz y funciones avanzadas, como una arquitectura flexible de canales y salto de frecuencia para proporcionar diversidad en comparación con la interferencia y el desvanecimiento lento. Este estándar define tres niveles de red y el envío de mensajes entre ellos. También define los aspectos de red para permitir a los sistemas de GSM interconectarse con el sistema público de conmutación (PSTN), utilizando el CCS7 tanto para la señalización interna como externa.

GTO - Oficina técnica del Gateway.

H

Handoff (dentro de la celda) - El proceso mediante el cual los suscriptores que viajan a través del área de cobertura del sistema son conmutados desde el sector de la celda donde se encontraban al sector (y canales diferentes) con mejor cobertura para esa área en particular cuando una baja calidad de la conversación es detectada.

Handsets - Dispositivos inalámbricos. Generalmente se llama así a los teléfonos inalámbricos.

I

Idle Channel - Un canal que es asignado para el uso de la estación base pero que no está siendo usado. Todos los canales disponibles de cada estación base son mantenidos en una 'idle-link-list' que es constantemente actualizada en el MTSO.

Iridium LLC - Oficina principal de la administración de Iridium. Es el operador técnico del Sistema.

ISDN - Red digital de servicios integrados. Estándar internacional de transmisión de voz digital, datos y señalización.

IS-41 - Protocolo de estándar industrial que se utiliza para la transmisión de datos

entre las centrales celulares de diferentes proveedores.

IS-41 revisión C - Ver el apéndice B.

ISP - Preprocesador de señalización de ISDN. Dispositivo que proporciona funciones de envío de mensajes de control de llamadas y de mantenimiento del controlador del canal digital.

ISU - Iridium Subscriber Unit. Se denomina así al terminal de Motorola o Kyocera que es utilizado por el subscriptor para establecer una comunicación telefónica.

L

Land line - Línea de la PSTN.

LEO - Low Earth Orbit. Órbita Terrestre Baja. Se utiliza el término para referirse a los sistemas satelitales que tienen su constelación satelital en esa órbita.

M

MACH - Ver "Clearing House".

MEO - Medium Earth Orbit. Órbita Terrestre Intermedia. Designa a los sistemas que tienen usan satélites emplazados en esa órbita.

Milla - 1,609344 km.

Milla náutica - Equivale a 1,852 km.

MIN1 - El número de 24 bits que corresponde al número telefónico del subscriptor.

MIN2 - El número de 10 bits que corresponde a los 3 dígitos del código de área del subscriptor.

Mobile Coverage Area - Área geográfica en la cual puede esperarse tener el servicio de radio en las dos vías (entre la estación base y la unidad móvil).

Mobile-ID - Los 7 dígitos que forman el número telefónico del móvil. No incluye el código de área.

Mobile Origination - La iniciación de una llamada telefónica por la unidad móvil.

Mobile unit - La unidad móvil es un transceiver portable o montado en un vehículo.

La unidad móvil conecta al usuario a la estación base vía RF (Frecuencias de radio).

Es también conocida como el "subscriber".

Monitorear - Vigilar el sistema o la red para comprobar la eficiencia de su funcionamiento.

MSA - Metropolitan Service Area. Una cobertura celular, definida por la FCC, que reside en un área densamente poblada.

MTSO - Mobile Telephone Switching Office. La central de conmutación a la cual están conectadas todas las estaciones base celulares. La MTSO interconecta con el PSTN por conexión a un CO. El control de todas las celdas, todos los registros de usuario, estadísticas y la facturación son mantenidos en el MTSO.

N

Numbering Plan Area (NPA) - El código de área.

O

Operador - En telefonía celular, esta es la compañía operadora local que provee el servicio, que es propietaria del sistema celular en esa área en particular.

Originación - Una llamada que es efectuada por el suscriptor móvil, para llamar a un suscriptor land o a otro suscriptor móvil.

P

Page - Un mensaje que es emitido desde un grupo de celdas, que lleva consigo un ID de móvil, con el propósito de alertar al móvil que una llamada está en espera.

Pager - Dispositivo utilizado para radiomensajería como terminal de usuario. El pager no emite ninguna señal fuera de él.

Profile - Registro que se guarda como archivo y contiene toda la información requerida acerca de un suscriptor, como los servicios con que cuenta, número de teléfono, estado de sus servicios,etc.

PSTN - Public Switched Telephone Network. Red Telefónica Pública Conmutada.

Pulse Code Modulation (PCM) - Proceso en el cual la señal modulada es muestreada, y la magnitud de cada muestra (con respecto a una referencia fija) es cuantificada y convertida por código en una señal digital. Proporciona una transmisión sin distorsión aunque haya ruido. La frecuencia de muestreo debe ser al menos dos veces más alta que la frecuencia de modulación para una muy aproximada recuperación de la señal

original en el receptor (Nyquist).

Q

QPSK - Quadrature Phase Shift Keying. Sistema de modulación para las señales satelitales.

R

Rain Outage - Pérdida de señal en las bandas de frecuencias Ku o Ka debido a la absorción e incremento debido a la temperatura del ruido ambiental (sky-noise temperature) por una fuerte lluvia.

Roamer - Una estación móvil que opera en otro sistema celular diferente a donde el subscriptor adquirió su(s) servicio(s) (el home system).

Roaming - Intervención de un roamer en un sistema telefónico inalámbrico diferente al original de su servicio.

S

Subscriber - El usuario móvil del sistema celular.

System Identification (SID) - Un único código digital asignado a cada sistema celular. El "home system" de cada móvil es colocado en su memoria interna tal que el móvil cuando es un roamer (fuera de su normal área de servicio).

T

Terminación - Una llamada que es recibida por un suscriptor móvil, que fue hecho por un suscriptor land u otro suscriptor móvil.

TDMA - Time Division Multiple Access. Los sistemas TDMA son capaces de transmitir múltiples circuitos de voz por canal. Un canal TDMA es un único canal FDMA dividido en múltiples ranuras o slots de tiempo. Los canales pueden variar en su ancho de banda y dependiendo del tipo de sistema, los slots de tiempo pueden transmitir todo o parte de un circuito de voz.

Ejemplo:

Canal TDMA 30 KHz

|| Circuito de voz #1| Circuito de voz #2| Circuito de voz #3| Circuito de voz #4 |

Dependiendo del tipo de sistema, los slots 1,2,3 y 4 pueden cada uno transmitir un circuito de voz. En este ejemplo, 4 circuitos telefónicos son transmitidos por un único

canal de 30 KHz, un incremento de 4 veces la capacidad de un canal FDMA, como se vió en el ejemplo al respecto.

Toll Ticketing - Registros que son mantenidos en la MTSO para propósitos de facturación. Contiene los números de los subscriptores, tiempo de llamada, número llamado, lugar de origen de la llamada, lugar de terminación de la llamada, y otras estadísticas importantes para una apropiada facturación al subscriptor.

Toll Ticketing House - Una compañía de terceros que toma los registros "toll ticketing" y factura los valores reales a los subscriptores. Si los subscriptores no pagan, son reportados a la compañía operadora para que se les nieguen los servicios.

Trunk - En los sistemas celulares, esta es la conexión entre la MTSO y la compañía operadora y también, las conexiones entre la MTSO y las celdas.

Tumbling ESN - Hardware fraudulento que cambia el ESN de los móviles cada vez que una llamada es originada. Puesto que la primera llamada de un roamer es muchas veces permitida por un ESN falso, un infinito número de llamadas fraudulentas pueden ser hechas usando un tumbling ESN.

V

Validación - El método para determinar si se puede dar servicio a un móvil en un sistema celular. La validación a menudo requiere atrapar el ESN del móvil, que es su Mobile ID, y luego compararlo al móvil con los archivos de los suscriptores a los que se les ha denegado el servicio.

Voice circuit - La mitad de una conversación full duplex o la mitad de una conversación de dos vías. Por ejemplo, si dos personas están hablando por teléfono, cada una de sus voces es considerada como un circuito de voz diferente.

APÉNDICE B

ESTÁNDARES

La clave de los estándares celulares es su especificación de los métodos de acceso, las soluciones tecnológicas que permiten que grandes números de usuarios utilicen el ancho de banda limitado de un sistema de comunicaciones celular inalámbrico durante suficiente tiempo para hacer una llamada o enviar datos. Además, los estándares especifican que deben emplearse ciertos tipos de modulación para el acceso. Todos los sistemas incluyen una combinación híbrida de métodos de acceso y tipos de modulación, y conforme los estándares se hacen más grandes y complejos, se pueden dar más confusiones por malos entendidos en cuanto a la compatibilidad del sistema.

Por lo tanto es recomendable que un sistema sea especificado en términos del estándar con el que cumple.

A finales de la década de los 70, la Federal Communications Commission (FCC) solicitó se desarrollara un estándar nacional antes de otorgar licencias para sistemas celulares. La Electronics Industry Association (EIA) formó un comité de estándares para estandarizar el AMPS. Lo llamó provisionalmente IS-3 y más tarde se convirtió en el estándar permanente EIA/TIA-553.

Cuando evolucionó la segunda generación de tecnologías celulares, había mucho interés en la versión de banda angosta del AMPS, el cual utilizaba el canal de 10 kHz

parta obtener aproximadamente 3 veces más capacidad. Motorola fue el campeón de esta tecnología, conocida como NAMPS. El NAMPS fue estandarizado en 1992 como IS-88. El EIA/TIA-553 e IS-88 fueron combinados en un solo estándar analógico: IS-91.

El comité TR-45.2 de la TIA desarrolló el estándar provisional IS-41 para handoff entre sistemas. Este estándar ha pasado por muchas revisiones, cada una de las cuales incluían más funciones.

Actualmente, el IS-41C soporta handoff entre sistemas, autenticación, conexión en red y cierto tipo de transporte de funciones.

El TDMA fue elegido como el primer método de acceso celular digital que mejora la capacidad en modo dual. El IS-54 de hecho fue sólo un estándar semidigital, ya que aún debe utilizar el canal de control analógico del EIA/TIA-553 para procesamiento de llamadas.

Los canales de voz digitales del TDMA se introdujeron junto con soporte total de canales FM AMPS. Así, el IS-54 agregó capacidad al canal de voz pero no para el canal de control, ni intenta introducir funciones nuevas importantes que requerirían un mejor mensaje de canal de control. Eso se dejó para la tercera revisión del IS-54, el IS-54C, que se denomina IS-136.

La compañía que propuso el CDMA, Qualcomm Inc., abogó por la estandarización de su tecnología para un sistema celular inalámbrico basado en división por códigos. Este trabajo dio como resultado la publicación, en 1993, del IS-95. Controlado por el subcomité TR 45.5 de la TIA, el IS-95 define la implementación de modo dual

(CDMA/AMPS) y los requerimientos de RF para estaciones móviles y base.

El IS-95^a se agregó en 1995 para controlar las especificaciones para control de acceso del abonado. También describe las funciones a nivel de la red para rechazar a usuarios o dirigirlos hacia redes AMPS alternativas.

El SP-3384 (J-STD-008), "requerimientos de compatibilidad de estación personal - estación base para sistemas de comunicaciones personales de acceso múltiple por división de códigos de 1,8 - 2,0 GHz" es un estándar de la ANSI (American National Standards Institute) para servicios PCS (Personal Communications Services) de CDMA. Es más amplio que el IS-95/95^a ya que cubre el PCS de 1,8 - 2,0 GHz.

Sistemas celulares analógicos:

Sistemas norteamericanos.

— Servicio avanzado de telefonía móvil (AMPS).

- Totalmente automático.
- Primer servicio celular estandarizado en el mundo.
- El más utilizado para comunicaciones celulares.
- Diseñado para usarse en ciudades, posteriormente se extendió a áreas rurales.
- Reuso de frecuencia maximizado al reducir la salidad de potencia de radio.
- Amigable con el usuario - interfaz estilo teléfono común.
- Los teléfonos son compatibles con cualquier estación base de AMPS.

- Los abonados pueden realizar roaming entre sistemas.
- Servicio analógico de telefonía móvil de banda estrecha (NAMPS).
- Protocolo diseñado por Motorola.
 - Utiliza los mismos canales de configuración que el AMPS.
 - Proporciona tres veces más canales de radio en el mismo espectro que el AMPS (los canales de voz utilizan un ancho de banda de 10 kHz).
 - Requiere unidades móviles de abonado especiales (MSU) y radios de estación base.
 - Las unidades móviles están diseñadas para ser compatibles con el ancho de banda del AMPS.

Sistemas europeos.

- Sistema celular de acceso total (TACS) y TACS extendido (ETACS).
- Variación del AMPS en el Reino Unido que opera en frecuencias europeas.
 - Ampliamente distribuido por todo el mundo.
 - Suministrado por Ericsson, Motorola y Nokia.
- Teléfono nórdico móvil (NMT 450/900).
- Versión sueca del AMPS que opera en frecuencias europeas a 450 y 900 MHz.
 - Se implementó inicialmente en cuatro países nórdicos.
 - Se ha implementado ampliamente en todo el mundo.

- Desarrollado y promovido por Ericsson y Nokia.

Sistemas asiáticos.

— Sistema japonés de comunicaciones de acceso total (JTACS / NTT).

- Versión japonesa del AMPS, sólo se utiliza en Japón.
- Mejorado a sistema celular digital japonés (JDC), comúnmente llamado sistema celular digital del pacífico (PDC).

Sistemas celulares digitales:

Sistemas TDMA: IS-136, GSM y PACS.

— IS-136.

- Protocolo en capas que sigue al modelo OSI. Por lo tanto es un sistema más complejo que el AMPS celular.
- Soporta búsqueda por ranuras. A las unidades móviles se les asigna una ranura de tiempo de búsqueda permitiéndoles desactivarse entre intervalos de búsqueda, extendiendo ampliamente la vida de la batería.
- Soporta envío de mensajes cortos sobre un canal de control digital (DCCH), permitiendo que los teléfonos celulares funcionen como radiolocalizador.
- Soporta codificadores de voz de nuevas tecnologías.
- Soporta células jerárquicas permitiendo que las microcélulas se integren fácilmente en las redes de macrocélulas existentes.

- Soporta redes privadas virtuales permitiendo desplegar las redes especiales "cerradas" para grupos de usuarios comunes a través de la infraestructura celular pública.

— GSM.

- Permite roaming automático dentro de la red nacional y entre redes nacionales (roaming internacional).
- Utiliza interfaces de extremo abierto que permiten la interconexión de equipo de diferentes vendedores.
- Emplea protocolos ISDN para servicios complementarios y transmisión de datos a baja velocidad sin utilizar módems.
- Soporta la codificación del canal de voz, proporcionando privacidad y seguridad a la estación móvil.
- Opera en la banda de 900 MHz en todo el mundo; y en la de 1 900 MHz a nivel nacional.
- Soporta salto de frecuencia, una técnica de transmisión de RF que se utiliza para reducir la interferencia y aumentar el reuso de frecuencia.
- Utiliza un proceso de handover mejorado.

Sistemas CDMA IS-95.

- Estándar de interfase aérea digital competitivo, se dice que tiene de 8 a 12 veces mayor capacidad que los sistemas analógicos.
- Emplea la adaptación a nivel comercial de la tecnología de espectro

militar.

- Desarrollado y promovido por Qualcomm; fabricado por Qualcomm, Nortel, Lucent y Motorola.
- Muchos operadores de PCS en los E.U.A. distribuyen CDMA.

Sistema celular digital japonés (JDC) / sistema celular digital personal (PDC).

TABLA DE ESTÁNDARES

Sistema	Sistema AMPS		TDMA IS-136	CDMA IS-95	GSM - 900 DCS - 1800 PCS - 1900
	Canales de voz	Control y envío de mensajes			
Acceso al medio	FDMA	FDMA	FDMA + TDMA	FDMA + CDMA	FDMA + TDMA
Tipo de modulación	FM	FSK	PSK; Pi/4 DQPSK	QPSK	FSK; GMSK
Ancho del canal de RF	30 kHz	30 kHz	30 kHz	1,23 MHz	200 kHz
Usuarios por canal de RF	1	1	3	<64 / sector 20 conviene	8

APÉNDICE C

BANDAS DE FRECUENCIA SATELITAL



APÉNDICE D

ÓRBITAS

Una manera sencilla de diferenciar los diversos sistemas de satélites es por la altura a la que se encuentran. También es un factor clave para determinar cuantos satélites necesita un sistema para conseguir una cobertura mundial y la potencia que debe tener. Dado cierto ancho de haz de la antena del satélite, el área de cobertura del mismo será mucho menor estando en una órbita de poca altura que estando en otra de mayor altura. Sin embargo, la potencia necesaria para emitir desde una órbita baja es muy inferior a la necesitada en casos de mayor altura de la órbita. Si bien gran parte de los satélites dedicados a comunicaciones se suelen ubicar en órbita geoestacionaria, existe también la posibilidad de situarlos en otras diferentes, lo cual puede ser de gran utilidad en algunos casos e incluso totalmente necesario a veces, como pueda ser cuando queramos tener una buena cobertura en zonas polares, etc. Describiremos los principales aspectos de cada tipo de órbita, como son la órbita geoestacionaria (GEO), órbita elíptica alta (HEO: Highly Elliptical Orbit), órbita cercana a la Tierra (LEO: Low-Earth Orbit) y órbita circular intermedia (ICO: Intermediate Circular Orbit o MEO: Medium-Earth Orbit), sus ventajas y sus inconvenientes son resumidos para proporcionar elementos de comparación significativos.

TIPOS DE ORBITAS

ÓRBITA GEOESTACIONARIA

GEO: Abreviatura de Órbita Terrestre Geosíncrona. Los satélites GEO orbitan a 35848 kilómetros sobre el ecuador terrestre. A esta altitud, el periodo de rotación del satélite es exactamente 24 horas y, por lo tanto, parece estar siempre sobre el mismo lugar de la superficie del planeta. La mayoría de los satélites actuales son GEO, así como los futuros sistemas Spaceway, de Hughes, y Cyberstar, de Loral. Esta órbita se conoce como órbita de Clarke, en honor al escritor Arthur C. Clarke, que escribió por primera vez en 1945 acerca de esta posibilidad.

Los GEO precisan menos satélites para cubrir la totalidad de la superficie terrestre. Sin embargo adolecen de un retraso (latencia) de 0.24 segundos, debido a la distancia que debe recorrer la señal desde la tierra al satélite y del satélite a la tierra. Así mismo, los GEO necesitan obtener unas posiciones orbitales específicas alrededor del ecuador para mantenerse lo suficientemente alejados unos de otros (unos 1600 kilómetros o dos grados). La ITU y la FCC (en los Estados Unidos) administran estas posiciones.

Principales ventajas:

- Sencillez de la configuración de satélite proporcionando una cobertura continua de más de 75° de latitud con sólo tres satélites.
- Aspectos de mantenimiento y de control muy conocidos.
- Efectos Doppler de menor impacto.

- La búsqueda del satélite no es necesaria para el terminal.
- Numerosas oportunidades de lanzamiento.

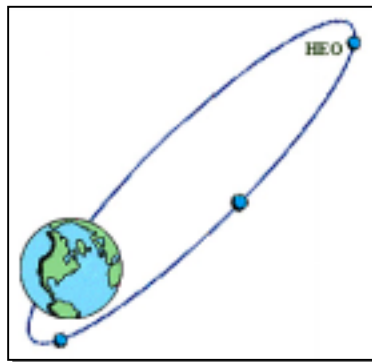
Principales inconvenientes:

- Retraso de la señal muy importante a causa de la distancia satélite
- Tierra (cerca de 125 mseg para cada enlace).
- Categoría más cara de lanzadores para restringir el carburante necesario en las maniobras de posicionamiento del satélite.
- Pequeño ángulo de elevación sobre el horizonte para una latitud mayor que 50°, eso significa mayores pérdidas atmosféricas.

LA ÓRBITA HEO

Los satélites que vuelan de acuerdo a los sistemas HEO, tienen una altitud comprendida entre los 500 kms. en el perigeo (punto más bajo de la órbita), y los 50.000 kms. en el apogeo (punto más alto de la órbita). Los periodos típicos de sus órbitas varían entre 8 y 24 horas y la inclinación orbital de este sistema es 63,4°.

Los sistemas HEO se operan de manera similar a los sistemas geoestacionarios. Sus movimientos respecto a la superficie terrestre son relativamente pequeños, los intervalos de traspaso son idénticos a la duración del apogeo y el retardo de propagación es comparable al de los sistemas geoestacionarios.



Orbita HEO

Principales ventajas:

- Excelente ángulo de vista sin obstrucciones (más que 50° en cualquier lugar de Europa); una gran elevación reduce también las pérdidas atmosféricas.
- Gran período de visibilidad de cada satélite (para las familias Molniya y Tundra el intervalo de visibilidad es de unas 6 y 12 horas respectivamente).

Principales inconvenientes:

- Para proporcionar una cobertura continua es necesario disponer de una constelación de satélites. En comparación con el caso de una órbita geoestacionaria, necesita más lanzamientos.
- Cuando está en posición visible, el satélite se halla a una distancia a la Tierra próxima a la de una órbita geoestacionaria.
- Procesos de handover necesarios entre satélites.
- El movimiento del satélite determina el dominio de variación de la inclinación, de los efectos Doppler y de la variación de la cobertura de la antena sobre el suelo.

Hay que ejecutar compensación del efecto Doppler, control de potencia y configuración de una antena de satélite apropiada.

- La búsqueda del satélite puede ser necesaria para el terminal.
- La categoría de lanzadores es la misma que para órbitas geoestacionarias.

Ejemplos de sistemas HEO son el ruso Molnya y el europeo de la Agencia Espacial Europea Archimedes.

LA ÓRBITA ICO (O MEO)

Los Sistemas ICO están a una distancia entre 10.000 y 14000 km de la superficie de la Tierra, al igual que los LEO, por debajo de la órbita geoestacionaria. El periodo de su órbita es de varias horas, las características (ventajas e inconvenientes) de esas constelaciones de satélite se hallan entre aquellas de las órbitas geoestacionarias y aquellas de las órbitas LEO.

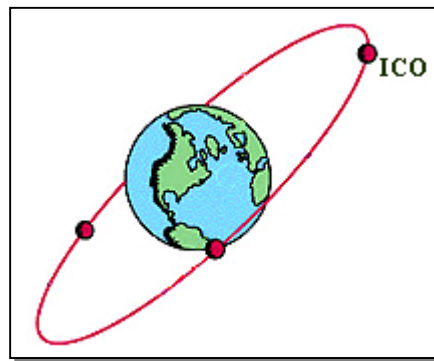
Si nos fijamos en un punto sobre la superficie terrestre, el tiempo que el satélite permanece sobre él es del orden de horas.

Los ángulos de inclinación de las órbitas son similares a los de las órbitas LEO (45°-90°).

Los sistemas basados en satélites de órbitas de altura intermedia, operan de manera similar a como lo hacen los sistemas de órbitas bajas. Sin embargo su movimiento relativo a la superficie terrestre es mucho más lento, por lo que el traspaso entre células es menos frecuente y el retardo de propagación mayor.

En la actualidad no existen muchos satélites MEO, y se utilizan para posicionamiento.

Ejemplos de estos sistemas son Inmarsat-P y Odyssey.



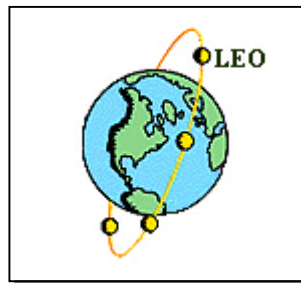
Orbita ICO

ORBITAS BAJAS, LEO

Las órbitas terrestres de baja altura prometen un ancho de banda extraordinario y una latencia reducida. Normalmente, el término órbita baja suele usarse generalmente para órbitas circulares de altitud baja. En satélites de comunicaciones operativos, las altitudes entre 500 y 2000 Km resultan atractivas ya que son muy inferiores a la altitud de la órbita geoestacionaria (35 869 km). Los ángulos de inclinación pueden variar entre 30° y 90° y su periodo varía entre 90 minutos y 2 horas. En un punto concreto de la superficie terrestre, el tiempo en que el satélite permanece sobre él es de alrededor de 15 minutos. (Este es el tiempo en que un móvil es servido por un satélite, tras el cual otro satélite pasa a prestarle servicio).

Durante el lanzamiento, la órbita de aparcamiento baja se ubica tan sólo a 300 ó 400 Km de distancia a la Tierra.

Tres tipos de LEO manejan diferentes cantidades de ancho de banda. Los LEO pequeños están destinados a aplicaciones de bajo ancho de banda (de decenas a centenares de Kbps), como los buscapersonas. Los grandes LEO pueden manejar buscapersonas, servicios de telefonía móvil y algo de transmisión de datos (de cientos a miles de Kbps). Los LEO de banda ancha (también denominados megaLEO) operan en la franja de los Mbps.



Orbita LEO

Principales ventajas:

- La mayor ventaja de una órbita baja respecto a otras es que la colocación del satélite resulta mucho más cercana a la Tierra que en cualquier otro caso. Debido a esto, pueden utilizarse satélites más pequeños y sencillos.
- Se necesitan pocos transpondedores y las antenas pueden ser también pequeñas.
- Otra ventaja muy interesante viene dada por el hecho de que como la distancia que tiene que recorrer la señal es mucho más pequeña, el tiempo de retardo que se obtiene en una comunicación es también mucho menor. Así el retardo de una conexión mediante satélite entre dos estaciones terrenas pasa de ser 0.5 segundos, que puede resultar excesivo para muchas aplicaciones, a ser 0.02 segundos,

bastante aceptable para casos en los que no lo sería el retardo de 0.5. El ejemplo más importante de este caso es la conexión telefónica.

Principales inconvenientes:

- Son necesarios numerosos lanzamientos para proporcionar la cobertura requerida en términos de elevación y continuidad en la región de servicio.
- La constelación de satélites puede necesitar un diseño orbital complejo (cada satélite tiene que estar en una fase conveniente) y un mantenimiento orbital sofisticado.
- El periodo orbital es de apenas unas pocas horas, puede ser difícil reducir el número de satélites para satisfacer servicios continuos (o casi - continuos) a escala regional.
- Como el satélite se encuentra en movimiento, se hace necesario el uso de antenas de rastreo o bien antenas omnidireccionales.
- Para mantener la continuidad del servicio se hace necesario el empleo de varios satélites de forma que cuando un satélite pase el horizonte se pueda tener otro a la vista.
- La cobertura de la Tierra también resulta limitada debido a la menor distancia del satélite a ésta. Este problema, sin embargo, puede ser subsanado mediante el uso de enlaces inter-satélite (ISLs), de forma que con varios satélites se pueden llegar a hacer comunicaciones a distancias mucho mayores. Esto puede hacerse de forma continua o bien mediante un sistema de almacenamiento y posterior envío.

Los sistemas LEO son similares a las redes celulares. La diferencia es que el tamaño del radio celular es mayor y que las células se mueven. Este movimiento es el que determina el intervalo de traspaso de una célula a otra.

Ejemplos de sistemas LEO son GlobalStar, Iridium y Teledesic

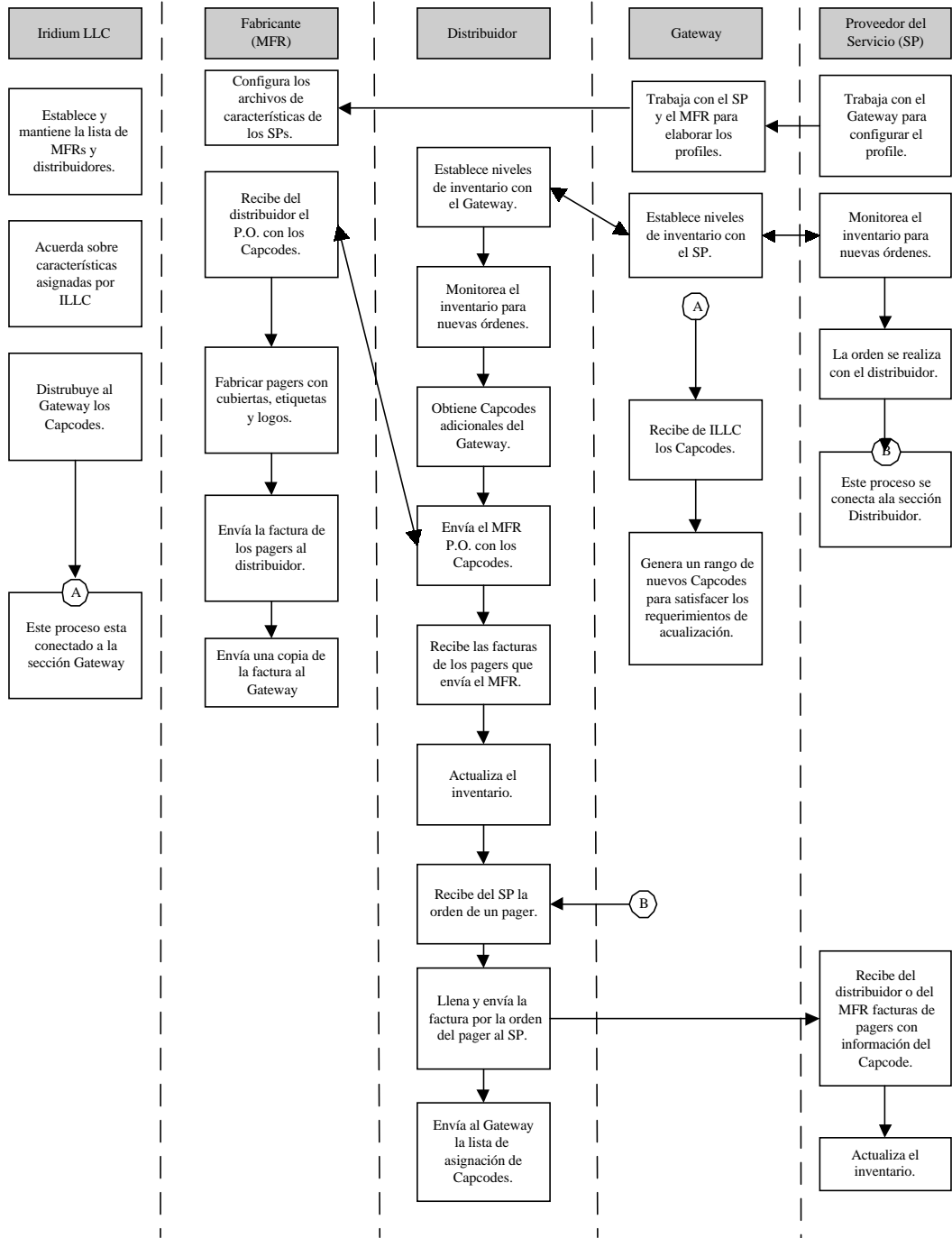
Satélites Leo vs Geo

De los cuatro tipos mencionados anteriormente, los dos más utilizados y de mayor importancia son los LEO y los GEO.

Como ya hemos dicho, los satélites geoestacionarios se encuentran a una altitud de unos 36000 Kilómetros sobre el ecuador, siendo la única órbita que permite que el satélite mantenga una posición fija con relación a la tierra. A esta altura, las comunicaciones a través de un GEO perpetúan una latencia mínima de transmisión de ida y retorno (un retardo de extremo a extremo) de por lo menos medio segundo, incluyendo los retardos provocados por las diversas pasarelas y conversiones que deben sufrir los datos. Esto significa que los GEO nunca podrán proveer demoras similares a las fibras ópticas. Esta latencia de GEO es la fuente de demora fastidiosa en muchas de las llamadas internacionales, impidiendo que se pueda entender la conversación y deformando el matiz personal de la voz. Lo que puede ser una incomodidad en una conversación telefónica, sin embargo, puede ser insostenible para aplicaciones en tiempo real, tales como videoconferencias, como también para muchos protocolos estándares de datos, aún para los protocolos subyacentes de Internet.

APÉNDICE E

DISTRIBUCIÓN DE PAGERS Y SUS ACCESORIOS



Distribución de pagers y sus accesorios.

APÉNDICE G

APÉNDICE H

EL CABLE PAN AMÉRICA O PANAMERICANO

El Proyecto del Cable Submarino Panamericano se inició en mayo de 1.994 con la suscripción de un Memorando de Entendimiento (MOU) entre quince (15) empresas operadoras de servicios de telecomunicaciones internacionales, dentro de las cuales participaron las Empresas Miembros de ASETA de ese entonces: ENTEL S.A. de Bolivia, TELECOM de Colombia, EMETEL de Ecuador, TELEFONICA de Perú y CANTV de Venezuela.

El Proyecto consistía en la instalación de un cable submarino de fibra óptica con estaciones terminales en diferentes países a lo largo de su recorrido, para la transmisión y recepción de señales digitales de voz, datos e imágenes.

Se utilizó la fibra óptica teniendo en cuenta que un par de fibras puede transportar grandes volúmenes de información (miles de millones de bits por segundo - Gbps), con excelente calidad, en cables físicamente pequeños.

La idea inicial del proyecto tuvo que ser modificada para adaptarse a condiciones más favorables de costo y utilización de su capacidad.

La nueva configuración incluye un tramo por el Océano Pacífico y otro por el Océano Atlántico en el Caribe, para interconectarse en las Islas Vírgenes Americanas con otros cables existentes que van hacia Estados Unidos continental, Europa y Brasil. Esta configuración fue objeto de gran aceptación por parte de nuevos inversionistas de América, Europa y Asia, en reunión efectuada para su promoción en julio de 1.995.

Durante el segundo semestre de 1995 se llevaron a cabo los estudios de ingeniería, elaboración de las especificaciones técnicas y condiciones comerciales para su adquisición mediante concurso.

La solicitud de ofertas para la construcción e instalación se realizó en febrero de 1996 y el contrato respectivo fue suscrito el 5 de diciembre de 1996 con el Consorcio AT&T Submarine Systems y ALCATEL Submarine Networks.

La longitud del cable es aproximadamente 7 500 kilómetros y utiliza la más reciente tecnología para transmisión, que corresponde a la Jerarquía Digital Síncrona (SDH), con dos sistemas de 2.5 Gbps. y una vida útil de 25 años.

Los puntos terminales de la nueva configuración están ubicados en Chile, Perú, Ecuador, Colombia, Panamá, Venezuela, Aruba y Estados Unidos. Las estaciones terminales del cable en los países del Grupo Andino se instalaron en Lurín - Perú, Punta Carnero - Ecuador, Barranquilla - Colombia y Punto Fijo - Venezuela. El cruce por Panamá incluye un tramo terrestre de 80 Kms. aproximadamente.

El costo del proyecto fue del orden de US\$300 millones. La Unidad Mínima de Inversión (MIU), referida a su capacidad de transmisión, es de 2 Mbps, que puede oscilar entre US\$50.000 y US\$900.000, dependiendo de la distancia.

CONECTIVIDAD SUBREGIONAL REGIONAL Y MUNDIAL

El Cable Submarino Panamericano permite conectividad a nivel Subregional entre los países del Grupo Andino - Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia -, a nivel Regional con los diferentes países de América y a nivel Mundial con todos los países que tengan acceso a la red global de cables submarinos.

Los países que no cuenten con estaciones terminales del Cable Panamericano, pueden acceder a éste por medio de interconexiones digitales de otros sistemas- Por ejemplo, Bolivia puede acceder a través de las interconexiones digitales terrestres de fibra óptica con Perú y Chile; Argentina a través de su fibra óptica con Chile; Brasil por la interconexión con el cable submarino Américas I; los países Centroamericanos utilizando la red digital que los unirá con Panamá; México por la interconexión con el cable submarino Columbus II; los países Europeos y Asiáticos a través de los cables submarinos que unen a América con esos continentes.

APÉNDICE I

RESUMEN DE ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA IRIDIUM

<i>País de Origen</i>	Estados Unidos
<i>Diseñador del Sistema</i>	Motorola, Inc

Segmento espacial

Número de satélites	66 interconectados + 7 de reserva.
Número de planos orbitales	6 órbitas polares con 11 satélites cada una
Altura Orbital	780 Km.
Inclinación de los planos orbitales	86.4°
Periodo Orbital	100 minutos, 28 segundos
Cobertura	4700 km ² Todas las longitudes, latitudes 80N-80S
Peso del satélite	689 kg
Tamaño del satélite	13m de longitud, 4m de anchura
Número de haces/satélite	48, para una alta calidad de la señal y eficiencia espectral
Margen de enlace	16 dB (de media) para voz, datos y fax
Tiempo de vida	5-8 años

Bandas de Frecuencias

Enlace de servicio Banda L	1616-1626.5GHz, Banda-Ka	
Enlace Intersatélite	23.18-23.38 GHz, Banda-Ka	
Gateway/Enlaces TT&C (Telemetry, Tracking & Control)	Ascendente	19.4-19.6 GHz, Banda-Ka
	Descendente	29.1-29.3 GHz, Banda-Ka

Equipo de Conmutación

Siemens GSM-D900 (**BUSCAR UN LINK**)

En la Tierra

Maestro de Facilidad de Control (Master control facilities)	Controla y monitoriza el control del satélites
Estaciones de Telemetría, Seguimiento y Control	Seguimiento y transmisión de señales de comando a los satélites y recepción de telemetría de los mismos.
Gateways	Conexión de la red de satélites Iridium con las redes telefónicas públicas conmutadas.

Señal

Gateway a ISC (InterSatellite Communications)	Transmisión PCM y SS7-ISUP ó MFCR2
Teléfono Iridium	QPSK con FDMA/TDMA

Velocidades de Transmisión

Voz	Full-Duplex, 2.4 Kbps
Datos/Facsímil	2400 baudios

ANEXOS

NOTICIAS IRIDIUM

Ecuador y Guyana conceden permiso para uso del servicio Iridium en sus territorios

Caracas, 18 de Junio de 1999.- Cualquier usuario de los Servicios Iridium que visite Ecuador y Guyana ya puede hacer uso de sus teléfonos y pagers satelitales. Con este reciente anuncio, Iridium, el primer y único servicio global de comunicaciones móviles satelites completa la lista de países en Sur América que ofrecen los Servicios Satelitales Iridium, demostrando así que el servicio está disponible en cualquier lugar del planeta.

"Hemos venido concretando con éxito los permisos para el uso de Iridium en todo el planeta; en Suramérica sólo faltaban Ecuador y Guyana en donde ya los usuarios del servicio pueden utilizarlo. Por los momentos, el uso comercial para la compra o venta de Iridium en estos países está sujeto a que se definan en estas zonas las normas de regulación de las comunicaciones satelitales. Con este permiso concedido a nuestros usuarios, Ecuador y Guyana demuestran el interés por formar parte de la lista de países que pueden ofrecer Iridium", expresó Pedro Galíndez, Director General de Iridium Venezuela.

Desde el momento en que Iridium colocó en órbita sus 66 satélites, el sistema ha estado disponible en todos los países del mundo, sin embargo, la puesta en funcionamiento del servicio comercial está sujeta a las disposiciones de los gobiernos en cada país, y en algunos casos ha sufrido demoras debido a la falta de leyes o mecanismos que regulen las comunicaciones satelitales. En tal sentido, Venezuela nuevamente fue pionera en adquirir tecnología telefónica, siendo el primer país de Sudamérica en conceder la licencia para la operación comercial de Iridium.

Iridium consolida su presencia en la Región Suramericana

Caracas, 14 de Enero de 1.999.- Iridium Sudamérica, oficina con sede en Caracas, y que centraliza las operaciones comerciales de Sur América y el Caribe, (con excepción de Puerto Rico) anunció que al cierre de 1998, el balance general de su gestión ha sido positivo, logrando consolidar en gran medida muchos de sus objetivos propuestos para posicionarse como "el primer sistema telefónico inalámbrico móvil satelital del planeta".

La puesta en marcha del servicio, el reforzamiento de su equipo de trabajo, el estreno de sus nuevas oficinas en Caracas, y la culminación de dos de las más ambiciosas y exigentes campañas de Mercadeo Directo e Imagen que se hayan realizado en la Región, son parte de las actividades que Iridium ha implementado en el 98.

"Nos sentimos realmente complacidos con los logros que hemos alcanzado, pues ha sido un año de intensos esfuerzos para hacer que los países de la región cuenten con la infraestructura que les permita disponer de la última tecnología en servicios de telefonía inalámbrica móvil satelital", expresó Pedro Galíndez, Director de la Región Norte de Iridium Sudamérica.

Durante los primeros meses del año Iridium llevó a cabo una intensa campaña de Mercadeo Directo, que se desarrolló en forma simultánea en todos los países del globo. El objetivo de la misma fue informar al público sobre el novedoso servicio, y comunicar con detalles cómo se realizó la instalación de la red satelital. Se distribuyeron 165.000 kits de correspondencia entre Colombia, Venezuela y Perú. La respuesta a esta campaña excedió las expectativas de la empresa en la Región, lo que se tradujo en una inmediata reservación de los primeros equipos satelitales en estos territorios.

Paralelo a los esfuerzos realizados por los equipos de Mercadeo, Iridium fortaleció su imagen con una atractiva campaña de Comunicación en todo el mundo, para la cual se invirtieron 80 millones de dólares en publicidad. De este monto, aproximadamente 10 millones de dólares fueron invertidos en los principales países de Sur-América.

Posteriormente, y como parte de su estrategia para brindar un mayor respaldo a sus clientes al inicio de sus operaciones comerciales, Iridium Sudamérica amplió su staff en los departamentos de venta y mercadeo con un equipo de profesionales ampliamente capacitados en cada una de sus áreas. Todo ello, aunado a la reciente inauguración de sus nuevas oficinas ubicadas en Los Ruices.

Finalmente y tras once años de desarrollos, el pasado primero de Noviembre entró en funcionamiento el servicio comercial Iridium. De este modo, Iridium se convierte en una solución real diseñada para la gran cantidad de ejecutivos viajeros, trabajadores en zonas remotas y para situaciones de desastres, en las que los equipos portátiles de señal satelital son la mejor opción. De hecho, ya en Venezuela han sido activadas las primeras líneas las cuales han sido adquiridas por personalidades de varios sectores industriales, banca, y gobierno.

Adicionalmente, Iridium lanzó al mercado el servicio de "paging", lo cual enriquece la línea de productos de la compañía, a la vez que puede ser adquirido como un complemento al equipo satelital de voz.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Rappaport Theodore, Wireless Communications, Prentice Hall PTR, Estados Unidos de Norteamérica, 1996.
- 2 Proyecto de Tópicos Especiales, Luis Calderón, Jimmy Garay, José Maridueña, Freddy Aldaz, “Diseño y Análisis Comparativo de un Enlace SDH vía Fibra Óptica y Microonda entre Guayaquil – Salinas”, ESPOL, 1998.
- 3 Ramón Agustí Comes, Sistemas de Comunicaciones Móviles, Buran, Año 4, N08, Diciembre 1996, pp. 8-10.
- 4 <http://www.iridium.com>.
- 5 <http://www.cdradios.com>.
- 6 http://helios.etsit.upv.es/asig/quinto/tel_esp/Grupo1_98.99/descrip_general.htm
- 7 <http://www.attmobsat.com>.
- 8 <http://www.apspg.com/whatsnew/iridium/fast.html>
- 9 http://www.wp.com/mcintosh_page_o_stuff/tcomm.html

10 <http://www.informs.org/Conf/WA96/TALKS/ME08.3.html>

11 <http://www.ee.surrey.ac.uk/Personal/L.Wood/constellations>

12 <http://www.mot.com/General/Events/InteractiveTelecom/satcom/Iridium.html>

13 http://www.etsit.upv.es/asig/5%BA/tel_espa/pract_6/iridsatd.htm#bus

14 <http://www.iridium.ca>

15 <http://www.skybridge.com>

16 <http://www.globalstar.com>

17 <http://www.teledesic.com>

18 <http://www.inmarsat.org>

19 <http://www.mot.com>

20 <http://www.kyocera.com>

21 <http://www.esrin.esa.it/esa/progs/telecom.html>

22 http://helios.etsit.upv.es/tel_espa/pract_14/inmar00.htm#02

23 <http://www.hotwired.com/wired/1.5/features/iridium.html>

24 <http://www.zdwebopedia.com/TERM/P/PCS.html>

25 <http://www.pcsdata.com/roaming.htm>

26 http://www.209.238.115.27/sd_3.htm

27 <http://www.telintar-norte.com.ar/globalstar.html>

28 <http://www.dat.etsit.upm.es/~cbousono/satcom/tsld011.htm>

29 <http://www.iridium.it/en/media/sat-mov1.htm>

30 <http://www.mass.co.cl/redes/comunisat.html>

31 <http://www.pelayo-j.com/satelite.htm>

32 http://www.fcc.gov/Bureaus/International/News_Releases/1999/nrin9010.html

33 http://www.kyoto-np.co.jp/kp/topics/english_topics/1022/iridium.html

34 <http://www.apspg.com/whatsnew/iridium/fast.html>

- 34 http://www.etsit.upv.es/asig/5%BA/tel_espa/pract_6/iridsatd.htm#bus.
- 35 <http://www.mot.com/General/Events/InteractiveTelecom/satcom/Iridium.html>.
- 36 <http://www.ee.surrey.ac.uk/Personal/L.Wood/constellations>.
- 37 <http://www.informs.org/Conf/WA96/TALKS/ME08.3.html>.

Publicaciones:

- 38 Rappaport Theodore, Wireless Communications, Prentice Hall PTR, Estados Unidos de Norteamérica, 1996.
- 39 Proyecto de Tópicos Especiales, Luis Calderón, Jimmy Garay, José Maridueña, Freddy Aldaz, “Diseño y Análisis Comparativo de un Enlace SDH vía Fibra Óptica y Microonda entre Guayaquil – Salinas”, ESPOL, 1998.
- 40 Ramón Agustí Comes, Sistemas de Comunicaciones Móviles, Buran, Año 4, N08, Diciembre 1996, pp. 8-10.
- 41 Iridium, Inc. Joins GSM MoU Association. Comunicado de prensa. 25 mar 96.