



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTTLAN

“PROYECTO IRIDIUM, LA NUEVA GENERACION
DE SATELITES DE ORBITA BAJA”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :

EMA ELVIRA GARDUÑO BARTOLO
JACOBO BELTRAN BRIBIESCA

ASESORES: ING. JUAN GONZALEZ VEGA
ING. CARLOS ANAYA LUNA

CUAUTTLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO.

ABRIL 1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

274812

24
2j



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

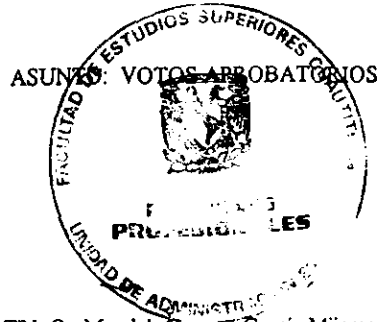
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Proyecto Iridium, la Nueva Generación de Satélites de Orbita Baja"

que presenta la pasante: Ema Elvira Garduño Bartolo
con número de cuenta: 9256642 - 0 para obtener el TÍTULO de:
Ingeniera Mecánica Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 10 de Diciembre de 199 8

PRESIDENTE Ing. Jose Luis Rivera López

VOCAL Ing. Jose Ubaldo Ramírez Urizar

SECRETARIO Ing. Juan González Vega

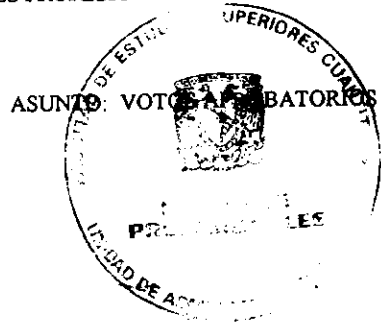
PRIMER SUPLENTE Ing. Jorge Buandía Gómez

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Vicente Magaña González



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVANZADA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Proyecto Iridium, la Nueva Generación de Satélites de Orbita Baja"

que presenta el pasante: Jacobo Beltrán Bribiesca
con número de cuenta: 8934406-6 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico-Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE.
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 10 de Diciembre de 199 8

PRESIDENTE Ing. Jose Luis Rivera López

VOCAL Ing. Jose Ubaldo Ramírez Urizar

SECRETARIO Ing. Juan González Vega

PRIMER SUPLENTE Ing. Jorge Buendía Gómez

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Vicente Magaña González

AGRADECIMIENTOS

Ena:

A Dios por haberme permitido llegar a este momento de mi vida.

Deseo expresar todo mi cariño y agradecimiento a mis padres, en especial a mi madre, quienes trabajaron tanto para que estudiáramos, quienes se han esforzado toda su vida para apoyarnos en nuestros estudios, y que ahora sabemos que todo su esfuerzo no fue en vano. Gracias por haberme inculcado los valores suficientes para seguirme superando día con día y por enseñarme que la unidad familiar y Dios son el secreto indispensable en la vida para seguir avanzando.

A mis hermanos que me brindaron su apoyo incondicional en todo momento, así como sus valiosos consejos, que me mostraban que existía más de una solución cuando se presentaba un problema.

Jacobo:

A Dios por todo cuanto me ha hecho Ser y Crecer en este *sendero* llamado Vida.

A mis padres Raquel y Salvador por haberme dado la vida y ayudarme a Ser lo que ahora soy y porque su Amor hacia mi ha sido la más grande bendición que Dios pudo darme.

A mi hermano Ricardo por ser el bastión de esta Tesis y el que en todo momento he llevado en mi mente porque lo quiero mucho.

A Alejandra por haber llegado a mi vida y darme el más preciado de los tesoros: Su Amor.

A mis GRANDES AMIGOS que siempre llevo conmigo y por ser quienes son.

Ambos:

A Familiares y amigos que ya no se encuentran con nosotros, pero que se encuentran en nuestras mentes y corazones.

Gracias al Ing. Carlos Anaya Luna, Supervisor de Banda Ku, TELECOMM, por darnos la pauta en la realización de esta Tesis, así como por sus certeros consejos.

Un sincero agradecimiento al Ing. Carlos Girón, Gerente de Relaciones Gubernamentales de Iridium de México, S. A. de C. V., por sus atinados consejos y proporcionarnos material para la elaboración de esta tesis.

Al Ing. Abelardo Rodríguez jefe de Biblioteca de CONTEL Iztapalapa por brindarnos siempre material especial para nuestra Tesis.

Al Ing. Juan González Vega por haber dirigido eficazmente nuestra Tesis.

A la Universidad Nacional Autónoma de México que nos dio la oportunidad de formarnos dentro de ella y en especial a la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Y Respetuosamente a nuestro Jurado:

Ing. José Luis Rivera López
Ing. José Ubaldo Ramírez Urizar
Ing. Juan González Vega
Ing. Jorge Buendía Gómez
Ing. Vicente Magaña González

INTRODUCCIÓN

Existen dentro de las telecomunicaciones móviles por satélite dos posibles soluciones. La primera es un sistema de comunicación satelital capaz de proveer servicios a los usuarios móviles independientemente de las redes celulares terrestres y que además funge como competencia con los sistemas terrestres.

Por otro lado, en la segunda solución el sistema satelital interactúa con la red celular terrestre y además juega un rol cooperativo con dichos sistemas. Pros y contras están presentes en ambas soluciones; en la primera, el sistema satelital puede ser diseñado y optimizado por sí mismo, independientemente de la red celular terrestre, pero es de capacidad más limitada y en costos es más elevado para proveer una cobertura mundial, en particular, en la fase de introducción de servicio.

La segunda solución requiere de las técnicas y protocolos que sean definidos conjuntamente con las redes celulares y satelitales, así como que tengan un alto nivel de características técnicas. Pero la solución provee una configuración muy flexible, capaz de explotar completamente todas las ventajas de ambas redes. Por ejemplo, la alta capacidad de la red celular en áreas densamente pobladas y la posibilidad de que la red satelital cubra amplias áreas rurales y de menor grado en áreas desarrolladas por bajos costos, y adaptarse en su configuración a cubrir todos los sistemas basados en las demandas actuales del usuario. Las soluciones técnicas para cada sistema son un gran reto y conseguirá un interesante nivel de competencia en un futuro. La presente tesis tiene la finalidad de dar a conocer este tipo de sistemas y en particular al sistema **IRIDIUM**, que se distingue como uno de los proyectos más ambiciosos en toda la historia de las telecomunicaciones.

Índice

Temático de Tesis :

“Proyecto Iridium, la Nueva
Generación de Satélites de
Comunicación de Órbita Baja”

Tesis Iridium UNAM

	<i>tema</i>	<i>Página</i>
	<i>Introducción</i>	1
	<i>Capítulo I</i>	
1	Hoja 1-2 GENERALIDADES DE LOS SATÉLITES DE COMUNICACIÓN NO GEOESTACIONARIOS	11
2	Hoja 2-3 1.1 QUÉ SON LOS SATÉLITES DE COMUNICACIÓN NO GEOESTACIONARIOS	13
3	Hoja 3-5 1.2 TIPOS DE ÓRBITAS NO GEOESTACIONARIAS	13
4	Hoja 5-6 1.2.1 LEO	13
5	Hoja 6-7 1.2.2 MEO	14
6	Hoja 7-9 1.2.3 HEO	14
7	Hoja 9-10 1.3 SISTEMA MÓVIL DE COMUNICACIONES PERSONALES MEDIANTE LEO's	14
	1.3.1 INTRODUCCION	14
	1.3.2 OBJETIVOS DEL SERVICIO	17

<i>Capítulo I</i>	<i>Tema</i>	<i>Página</i>
	I.3.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	18
	I.3.3.1 CONFIGURACIÓN SATELITAL	18
	I.3.3.2 SERVICIOS DE COMUNICACIÓN	27
	I.3.3.3 FORMATOS DE COMUNICACIÓN	32
	I.3.3.4 CENTROS DE CONTROL	34
	I.3.4 UTILIZACIÓN DE FRECUENCIAS	36
	I.3.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS ANTE LOS SATÉLITES GEO's	39
Capítulo II	EL PROYECTO IRIDIUM	
	II.1 LA NUEVA GENERACIÓN DE LOS SERVICIOS SATELITALES MÓVILES	43
	II.1.1 SU CONSORCIO DE INVERSIONISTAS	46
	II.1.2 LAS COMPAÑÍAS MUNDIALES QUE INVIERTEN EN EL PROYECTO IRIDIUM	48
	II.1.3 LANZAMIENTOS	53
	II.2 CRONOLOGÍA	55
	II.3 IRIDIUM DE MÉXICO	57
	II.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA IRIDIUM	58
	II.4.1 La Red De IRIDIUM	58
	II.4.2 Aspectos Operacionales Generales	60
	II.4.3 Características Físicas del Satélite	60

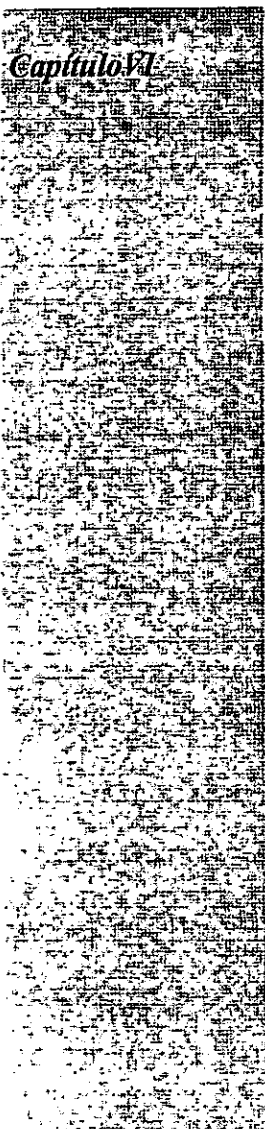
<i>Tema</i>	<i>Página</i>
Capítulo II	
II.5.1. SUS ENLACES DE COMUNICACION	62
II.5.2. REQUERIMIENTOS DE ESPECTRO RADIOELECTRICO EN BANDA "L"	65
II.5.3. PLAN DE COMPARTICIÓN DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO DE BANDA "L"	67
II.5.4. REQUERIMIENTOS DE ESPECTRO RADIOELECTRICO EN BANDA "Ka"	68
II.5.5. CORRECCIÓN DOPLER	70
II.6 NUMERO DE CANALES	71
II.6.1. CAPACIDAD DEL SISTEMA	73
II.6.1.1. Maximo Numero De Canales De Voz Por HHz De Transmision	73
II.6.1.2. Maximo Numero De Canales De Voz Por Antena	73
II.6.1.3. Maximo Numero De Canales De Voz Por Satélite	73
II.6.1.4. Capacidad De Los Enlaces De Conexion Entre Satélites	73
II.6.1.5. Capacidad De Los Enlaces De Alimentación	73
Capítulo III	
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA IRIDIUM	74
III.1 SEGMENTO ESPACIAL	75
III.1.1. ÓRBITA DEL SATÉLITE Y ALTITUD	75

<i>Capítulo III</i>	<i>Tema</i>	<i>Página</i>
	III.1.2 EL SISTEMA DE ANTENAS MMA	78
	III.1.3 LOS ENLACES INTERSATELITALES	82
	III.1.4 "LINK MARGIN" (MARGEN DE ENLACE)	84
	III.2 SEGMENTO DE CONTROL	88
	III.2.1 LOS SISTEMAS DE CONTROL Y TTAC's	88
	III.2.2 EL SISTEMA DE CONTROL	89
	III.2.2.1 Estaciones De Control Y Telemetría	90
	III.2.2.2 La Red De Operación	91
	III.2.2.3 Estaciones Maestras De Control	91
	III.2.3 IRIDIUM SERVICE PROVIDER (ISP's)	92
	III.3 SEGMENTO TERRESTRE	93
	III.3.1 LOS GATEWAYS	94
	III.3.2 ESTACIONES TERRENAS	97
	III.3.3 CONTROLADOR DE TERMINALES TERRENAS	99
	III.3.4 CENTRO DE ORIGEN DE MENSAJES	99
	III.3.5 CENTRAL DE CONMUTACIÓN	100
	III.4 UNIDADES DE USUARIO	102
	III.4.1 TELÉFONO PORTÁTIL IRIDIUM	104
	III.4.2 TARJETAS SIM	106
	III.4.3 RADIOLOCALIZADOR IRIDIUM (PAGING)	106
	III.4.4 SERVICIO AERONÁUTICO IRIDIUM	108
	III.4.5 PRODUCTOS ESPECIALES IRIDIUM	108

<i>Capítulo III</i>	<i>Tema</i>	<i>Página</i>
	III.5 INTERCONEXIÓN A LA RED PÚBLICA	109
	<i>III.5.1 TOPOLOGÍA DE LA RED</i>	<i>110</i>
	<i>III.5.2 ESCENARIOS BÁSICOS DE LLAMADAS</i>	<i>111</i>
	III.6 SISTEMA DE SOPORTE Y FACTURACIÓN	113
	III.7 CARACTERÍSTICAS DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	115
	<i>III.7.1 TÉCNICAS DE ACCESO Y DE MODULACIÓN</i>	<i>115</i>
	III.8 SUS SISTEMAS DE ACCESO TERRESTRE Y ESPACIAL	117
	<i>III.8.1 ENLACE ESPACIAL</i>	<i>117</i>
	<i>III.8.2 ENLACE TERRESTRE</i>	<i>119</i>
	III.9 INCONVENIENTES TÉCNICOS	121
Capítulo IV	PLAN DE NUMERACIÓN	126
	IV.1 IDENTIFICACIÓN DEL CÓDIGO DEL PAÍS DEL SUBSCRIPTOR	126
	IV.2 ENRUTAMIENTO Y TRANSLACIÓN DE CONEXIONES DE SOPORTE	126

	<i>Tema</i>	<i>Página</i>	
Capítulo IV	IV.3 ENRUTAMIENTO BASADO EN LA LOCALIZACIÓN DEL USUARIO	127	
	IV.4 NÚMEROS GRATUITOS	128	
	IV.5 SISTEMA DE MENSAJES DEL GATEWAY	128	
	IV.6 RELACIÓN CON REDES CELULARES TERRESTRES	129	
	IV.7 PLAN DE NUMERACIÓN E IDENTIFICACIÓN	130	
	<i>IV.7.1 ESTRUCTURA DEL MSISDN</i>	<i>130</i>	
	IV.8 CÓDIGO DE PAÍS	131	
	IV.9 CÓDIGO NACIONAL DE DESTINO	132	
	IV.10 ENTIDAD GEOPOLÍTICA	132	
	IV.11 CÓDIGO DE USUARIO	133	
	IV.12 DESIGNACIÓN DE CÓDIGOS GEOPOLÍTICOS	137	
	Capítulo V	IRIDIUM Y SU IMPACTO EN EL MERCADO	142
		V.1 MERCADO POTENCIAL DE IRIDIUM	142
<i>V.1.1 El Segmento De Los Viajeros De Negocios</i>		<i>143</i>	

Tema	Página
Capítulo V	
V.1.2 El Segmento De Las Comunicaciones Rurales	143
V.1.3 El Segmento De Las Comunicaciones De Gobierno	144
V.1.4 El Segmento De Las Comunicaciones En La Industria	145
V.1.5 El Segmento De Las Comunicaciones Aeronáuticas	145
V.1.6 El Segmento De Las Comunicaciones Marítimas	146
V.2 ASPECTOS CRÍTICOS PARA EL MERCADO	147
V.3 CRECIMIENTO DE SUSCRIPTORES	156
V.4 COSTOS	158
V.5 IRIDIUM Y LAS TELECOMUNICACIONES EN MÉXICO	160
Capítulo VI	
SERVICIOS DE IRIDIUM	165
VI.1 MULTITUD DE SERVICIOS	165
VI.1.1 SERVICIOS A INMARSAT	167
VI.1.2 AUXILIO EN ZONAS DE DESASTRE	168
VI.1.3 TELÉFONO DE MODO DUAL	169



Tema	Página
VI.1.4 INCREMENTANDO LA PRODUCTIVIDAD	170
VI.1.5 INFRAESTRUCTURA TELEFÓNICA A PAÍSES SUBDESARROLLADOS	170
VI.1.6 ROAMING INTERNACIONAL	170
VI.1.7 COMPLEMENTANDO A LA TELEFONÍA CELULAR	173
VI.1.8 EL IRIDIUM GLOBAL OWNERSHIP PROGRAM	173
VI.2 BENEFICIOS PARA LA NACIÓN	174
VI.2.1 COBERTURA TOTAL DE LA REPÚBLICA MEXICANA	174
VI.2.2 COMPLEMENTANDO A LAS REDES TERRESTRES	174
VI.2.3 RESPETO A LA SOBERANÍA NACIONAL	175
VI.3 SERVICIOS COMPLEMENTARIOS	176
VI.3.1 DESVÍO DE LLAMADAS INCONDICIONAL	176
VI.3.2 DESVÍO DE LLAMADAS EN CONDICIÓN DE OCUPADO	176
VI.3.3 DESVÍO DE LLAMADAS EN CONDICIÓN DE NO CONTESTACIÓN	177
VI.3.4 RETENCIÓN DE LLAMADAS	177
VI.3.5 LLAMADA EN ESPERA	177
VI.3.6 BLOQUEO DE LLAMADAS DE SALIDA	177
VI.3.7 BLOQUEO DE LLAMADAS DE ENTRADA	177
VI.4 TRANSMISIÓN DE DATOS	178
VI.4.1 SERVICIO DE FAX	178

<i>Tema</i>	<i>Página</i>
Capítulo VI	
VI.4.2 TRANSMISIÓN DE DATOS DÚPLEX ASINCRÓNICA	178
VI.5 SERVICIOS DE MENSAJERÍA	179
VI.5.1 SERVICIOS DE MENSAJERÍA DIRECTA	179
VI.5.1.1 Sesión de Usuario	180
VI.5.1.2 Área de Entrega de Mensajes	180
VI.5.2 SERVICIOS COMPLEMENTARIOS DE MENSAJERÍA	182
VI.5.2.1 Terminal de Mensajes de grupo	182
VI.5.2.2 Dispersión de Mensajes	182
VI.5.2.3 Entrega Diferida de Mensajes	183
VI.5.2.4 Retención de Mensajes	183
VI.5.3 MENSAJES DE VOZ	183
VI.5.4 MENSAJES DE VOZ EN EL SERVICIO TELEFÓNICO	184
VI.6 OTROS SERVICIOS	185
VI.6.1 CONFERENCIA	185
VI.6.2 GRUPO DE USUARIOS	185
Capítulo VII	
EL SISTEMA IRIDIUM Y LA COMPETENCIA	186
VII.1 LOS NUEVOS PROYECTOS SATELITALES DE COMUNICACIONES	186
VII.2 INMARSAT-P (ICO)	188



<i>Tema</i>	<i>Páginas</i>
VII.3 GLOBALSTAR	194
VII.4 SPACEWAY	203
VII.5 ODISSEY	209
<i>VII.5.1 SERVICIOS Y CARACTERÍSTICAS</i>	<i>210</i>
<i>VII.5.2 SEGMENTO ESPECIAL</i>	<i>210</i>
<i>VII.5.3 SEGMENTO TERRENO</i>	<i>211</i>
VII.6 TELEDESIC	212
<i>VII.6.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA</i>	<i>212</i>
<i>VII.6.2 LA CONSTELACIÓN</i>	<i>216</i>
<i>VII.6.3 LA RED</i>	<i>217</i>
<i>VII.6.4 OPERACIONES DEL CENTRO DE CONTROL</i>	<i>218</i>
<i>VII.6.5 ENLACES DE COMUNICACIÓN</i>	<i>219</i>
VII.7 QUÉ SE ESPERA DE LAS TELECOMUNICACIONES MUNDIALES	221
<i>VII.7.1 EL SISTEMA FPLMTS</i>	<i>221</i>
<i>VII.7.2 EL SISTEMA UMTS</i>	<i>222</i>
<i>VII.7.2.1 ELEMENTOS DE DISEÑO DE UMTS</i>	<i>224</i>
APÉNDICE N° 1	227
APÉNDICE N° 2	246
APÉNDICE N° 3	252
APÉNDICE N° 4	253
APÉNDICE N° 5	256
CONCLUSIONES	257
BIBLIOGRAFÍA	260

CAPITULO I.

GENERALIDADES DE LOS SATÉLITES DE COMUNICACIÓN NO GEOESTACIONARIOS.

Las redes de telecomunicaciones son imprescindibles para el desarrollo social, económico, político y cultural de un país. En un mundo cada vez más integrado e interdependiente, también es esencial establecer conexiones con las redes internacionales. En los casos en que no sean viables las redes terrestres de uso general, por ejemplo en las zonas remotas y rurales, los sistemas GMPCS¹ constituyen a menudo el suministro de servicios básicos de telecomunicaciones.

La existencia de los servicios básicos de telecomunicaciones es uno de los factores centrales en el desarrollo económico duradero, en especial en zonas rurales y remotas. Los sistemas GMPCS sirven de infraestructura de telecomunicaciones, que pueden suministrar con eficacia servicios básicos en los países en desarrollo. Los GMPCS pueden contribuir a la prestación de servicios básicos de telecomunicaciones a los países en desarrollo, que son esenciales en las actividades económicas y sociales. Si se adoptarán regímenes normativos equilibrados que reflejen los intereses de todas las partes interesadas, sería posible superar las dificultades económicas de un país.

Dichos sistemas pueden aportar numerosas ventajas tanto a los países en desarrollo como a los ya desarrollados, sobre todo si los órganos de reglamentación y los operadores de sistemas adoptan medidas bien estudiadas, que procuren la prestación de servicios a precios asequibles y que los beneficios se extiendan a todas las partes.

¹ El término "GMPCS" (Global Mobile Personal Communications by Satellite, o Comunicaciones Personales Móviles Mundiales por Satélite) abarca todos los sistemas de comunicaciones por satélite (osea, fijos y móviles de banda ancha y banda estrecha, mundiales y regionales, existentes y proyectados) que suministran servicios de telecomunicaciones directamente a los usuarios finales a través de una constelación de satélites.

UBICACIÓN DE LOS LEOs DENTRO DE LAS TELECOMUNICACIONES

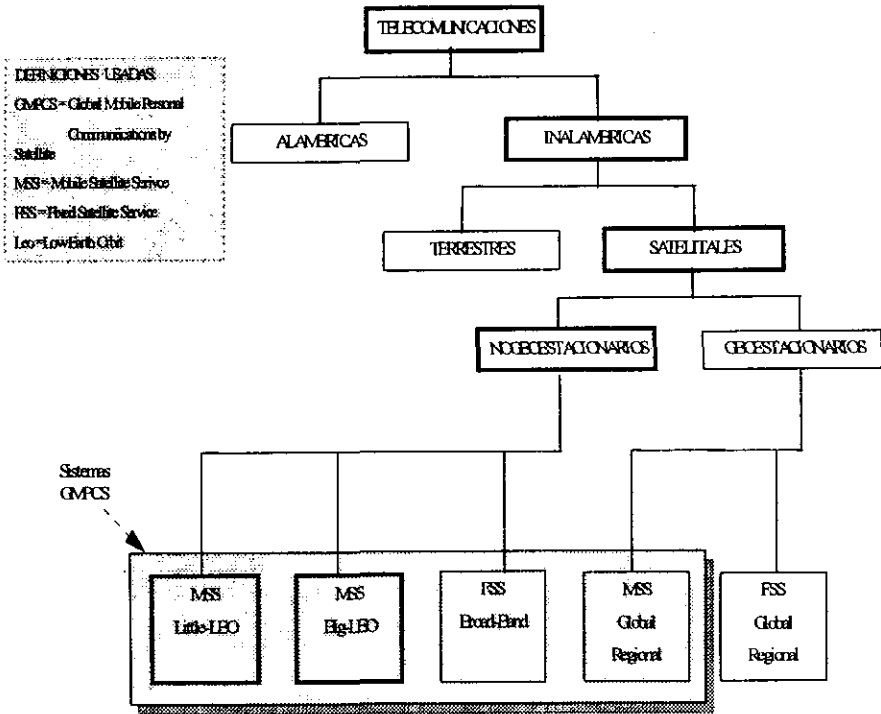


Figura 1.1 sistemas LEO s

I.1 QUÉ SON LOS SATÉLITES DE COMUNICACIÓN NO GEOESTACIONARIOS.

Los satélites de comunicaciones no geoestacionarios son un cuerpo de masa menor que gira alrededor de otro cuerpo de masa mayor (la Tierra), a diferente altura de la órbita geoestacionaria (aproximadamente 36 000 Km.), y que para su construcción interviene al cien por ciento la mano del hombre. Su función principal es proporcionar una plataforma en una órbita, para el relevo de voz, vídeo y comunicación de datos, entre dos estaciones terrenas

I.2 TIPOS DE ÓRBITAS NO GEOESTACIONARIAS.

Los sistemas de comunicación satelital pueden subdividirse de acuerdo al tipo de órbita no geoestacionaria de la siguiente manera:

I.2.1 LEO

La órbita Terrestre Baja, **LEO** (*Low Earth Orbit*) está localizada a una altura de entre 500 y 1600 Km., las ventajas de las órbitas bajas, es que tienen baja intensidad de radiación y es muy pequeño el retardo de la señal lo que permite disminuir el problema de degradación ocasionado por la lluvia, desvanecimiento y sombras u obstáculos que se presentan en las terminales móviles. Debido a que el tiempo de retardo es mucho menor en comparación de un satélite geoestacionario, el retardo en los servicios de voz, prácticamente no es notorio y la conmutación de un usuario móvil que cambia de un haz de un satélite a otro haz, es también imperceptible. Su ubicación se muestra en la figura 1.3.3.2.

1.2.2 MEO

La Órbita Terrestre Media, **MEO** (*Medium Earth Orbit*), se encuentra situada entre la órbita LEO y la órbita GEO. Tiene una duración de 6 a 8 horas en su translación alrededor de la tierra, se requieren entre ocho y doce satélites para una cobertura global. Tiene como desventajas: alta intensidad de radiación de protones por el anillo de Van Allen, por lo que requiere un escudo o protector, que lo hace relativamente más pesado, además de que se asigna máximo tráfico a los haces del satélite originando la saturación del sistema de satélites en poco tiempo.

1.2.3 HEO

Los satélites de órbita elíptica, **HEO** (*Elliptic Earth Orbit*), no giran en sincronía con el movimiento de la tierra, que como su nombre lo indica, es elíptica con respecto al ecuador, su altura varia desde 5000 hasta 36 000 Km., no se posicionan en el plano ecuatorial y eventualmente pasan sobre distintos puntos de la tierra, su tiempo de vida media es pequeño.

I.3 SISTEMAS DE COMUNICACIONES PERSONALES MÓVILES MUNDIALES POR MEDIO DE SATÉLITES LEO's.

1.3.1 Introducción.

La miniaturización permitió a la industria espacial a construir pequeños satélites con más eficiente potencia. El disminuir el tamaño del satélite va acompañado por un decremento en los costos de construcción y lanzamiento de éstos. Esto tiende crear una revolución en el diseño de los sistemas **GMPCS**¹, logrando que los empresarios vieran a estos nuevos sistemas como una buena forma de invertir, así como de necesitarlos para complementar los servicios existentes. Estos sistemas están previstos para proporcionar servicios de comunicación de voz, datos, fax o radiolocalización, en cualquier momento, lugar y a un gran número de usuarios en todo el mundo.

El sistema pionero de todos estos sistemas fue el sistema **IRIDIUM**, que como más adelante se mencionará, se empezó a gestar en el año de 1987. El desarrollo de los **GMPCS** se ha debido principalmente a:

- Conversión de la industria espacial-militar para uso civil y comercial.
- Miniaturización de los componentes.
- Convergencia del desarrollo tecnológico de las telecomunicaciones e informática.
- Reducción de los costos de fabricación y lanzamiento.
- Asignación de frecuencias a nivel mundial.

Los suscriptores o abonados, podrán utilizar sus teléfonos portátiles para comunicarse a cualquier red telefónica tradicional o celular, de todo el mundo: siempre y cuando sea compatible con alguno de los sistemas **GMPCS** por medio de **LEO's**, y así obtener los beneficios que ofrecen estos. Una diferencia que existe con respecto a las redes convencionales, es que el sistema de satélites podrá localizar el teléfono del suscriptor, proveyendo transmisión global las 24 horas del día y desde cualquier lugar del mundo, inclusive en el caso de que la ubicación sea desconocida. El teléfono que se requiere tendrá un funcionamiento de doble modo:

- **TELÉFONO CELULAR**. En este caso el suscriptor seleccionará la opción, en la cual el teléfono trabajará como un teléfono celular normal, dependiendo de la compatibilidad y disponibilidad del sistema.
- **HAND HELD**. Aquí el suscriptor podrá enlazarse directamente con la constelación satelital. La cual se encargará de enrutar la llamada hacia el lugar que se desea. No importando si no se cuenta con alguna infraestructura terrestre celular o tradicional, si va en algún vehículo, avión, barco o se está fijo. Contando con una antena especial para adaptar el teléfono o terminal a modo satelital.

Los **GMPCS** por medio de **LEO's** se componen de varios proyectos, por consiguiente, cada uno tiene características propias de diseño, como lo es su constelación de satélites, red terrestre y

centros de control. Pero todos tienen un fin común : el de complementar los servicios de voz y datos existentes, inalámbricos y tradicionales.

Los sistemas GMPCS por medio de LEO's son financiados por algunos gobiernos, a través de las estructuras tradicionales como INMARSAT; y recientemente un grupo de empresas privadas fabricantes de satélites, de equipos y componentes, lanzadoras de satélites y operadoras con capitales propios o utilizando sus fuentes financieras bancarias o extra-bancarias, con autorización de la FCC.

Para su estudio estos se clasifican en dos grandes categorías:

a) LEOs PEQUEÑOS (LITTLE LEOs).

Es un sistema de comunicaciones móviles mundiales por medio de satélites LEOs, los cuales tienen la característica de entregar un servicio bidireccional de mensajes, datos y radiolocalización. Estos sistemas fueron designados "LITTLE" porque los satélites fueron hechos pequeños en tamaño y de peso ligero, proporcionando los servicios requeridos sólo en velocidades bajas de bits, además, las frecuencias que utilizan estos sistemas están por debajo de 1 Ghz, empleando las bandas de UHF y VHF, para sus enlaces de alimentación y/o de servicio, tanto de subida como de bajada. Las más importantes características se muestran en la tabla 1.3.1.1.

b) LEOs GRANDES (BIG LEOs).

Los sistemas GMPCS por medio de LEO's fueron designados "BIG" porque los satélites tiene suficiente potencia y una banda ancha para proporcionar servicios como: voz, transmisión de datos, paging, facsimil y radiolocalización (locación de posición). Estos sistemas emplean frecuencias entre 1 y 3 GHz. Las características más importantes se presentan en la tabla 1.3.1.1.

I.3.2 Objetivos del servicio.

El objetivo del servicio para este sistema es el de proveer un sistema global de comunicaciones personales basados en satélites de órbita baja, que permitirá a los usuarios interconectarse a la red pública telefónica de cualquier país participante desde cualquier lugar del mundo con una terminal portátil.

Utilizando terminales nomás grandes que los equipos radioterminales celulares, podrán ser usados para proveer capacidad de comunicación para voz y datos. Debido a que se utilizan satélites de baja órbita, el servicio en altas latitudes se proveerá con la misma calidad que en áreas en las latitudes bajas.

En adición a las terminales portátiles, también se podrán utilizar terminales móviles en vehículos tales como automóviles, camiones, aviones y embarcaciones. El uso de terminales de bajo costo y antenas omnidireccionales permitirá la expansión del servicio de voz a usuarios que anteriormente no podían utilizar en forma efectiva los servicios satelitales móviles que requieren antenas de tamaño físico considerable.

También se podrá proveer con capacidad adicional el servicio de radio búsqueda de personas a nivel mundial directo del satélite al usuario. La utilización de antenas omnidireccionales y el margen substancial del enlace proveerán este servicio.

GMPCS POR MEDIO DE LEO'S

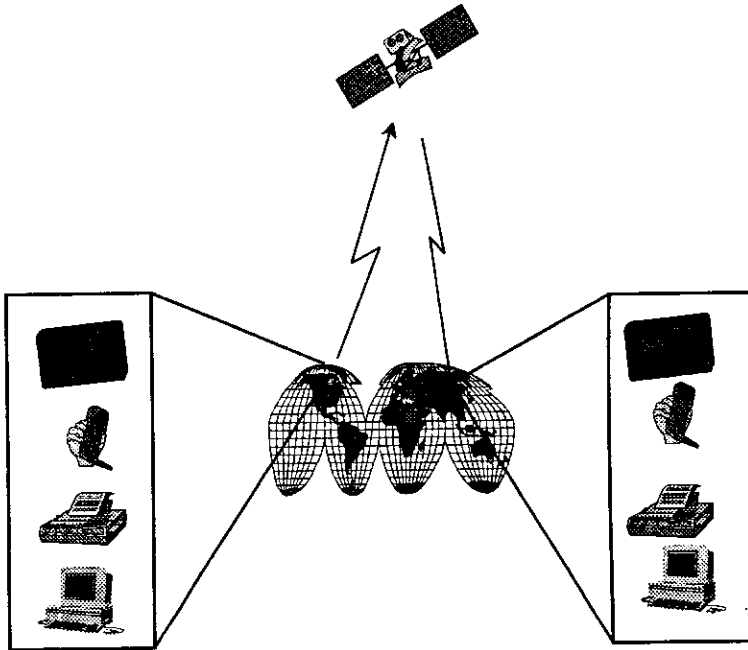


Figura 1.3.2 GMPCS por medio de LEO's

1.3.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.

1.3.3.1 Configuración satelital.

La constelación consiste en todo el conjunto de satélites (figura 1.3.3.1 y 1.3.3.2), los cuales están colocados en órbitas polares (figura 1.3.3.3), en órbitas elípticas inclinadas y órbita circular

ecuatorial (figura 1.3.3.4). Todos los satélites viajan en la misma dirección de su respectiva órbita, lo que significa que los planos orbitales de cada proyecto co-rotan alrededor del globo terrestre.

Figura 1.3.3.4 Constelación de satélites

LA CONSTELACIÓN

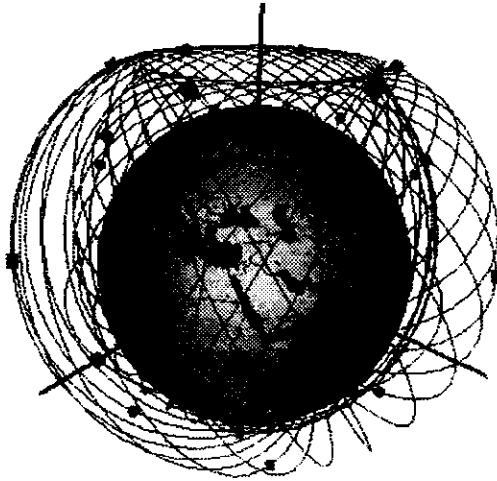


Figura 1.3.3.2 Órbita LEO

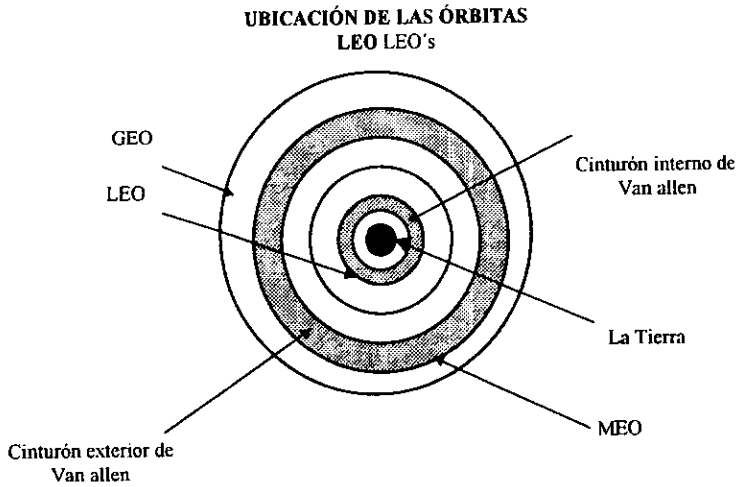
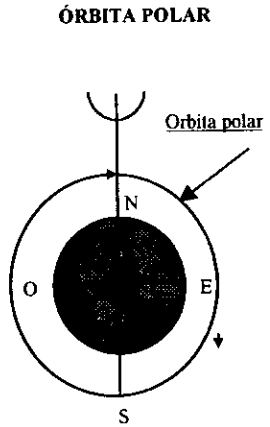


Figura 1.3.3.3 Órbita polar.



ÓRBITA ELIPTICAS INCLINADAS Y ÓRBITA

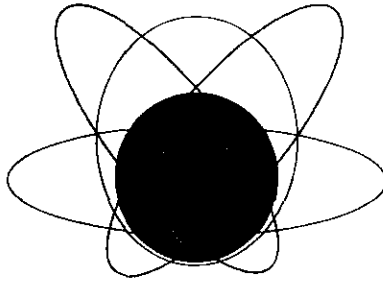


Figura 1.3.3.4 Tipos de orbitas no LEO's

Como ya se mencionó, los **GMPCS** por medio de **LEO's** se compone de varios sistemas, los cuales tienen una constelación en particular, la cual depende del tipo de órbita que utilice, número de satélites en cada órbita, inclinación, altitud y número de órbitas o planos. La forma de calcularlos se muestra a continuación:

ALTITUD ORBITAL.

La altitud orbital es a la altura en la que se localizan órbitas de satélites que conforman la constelación de los sistemas **GMPCS** por medio de **LEO's**. La selección de la altitud depende en gran medida del nivel de potencia de la terminal móvil, porque es el medio por el cual se va a hacer un enlace directo con el satélite. También van existir los *gateway's* (centros de acceso) pero, estos van a contar con una antena de mayor tamaño, por consiguiente tendrán mayor ganancia, pero no sólo van a tener la función de enlazar al usuario con el satélite, si no también van a tener la función de administrar al sistema, como es en el control de los satélites y abonados. También tienen

que tomarse otras consideraciones, como el patrón de huellas de los satélites que se requiera, la gravedad y el anillo de Van Allen², como se puede observar en la figura 1.3.3.2.

CÁLCULO DE NUMERO DE SATÉLITES Y ÓRBITAS.

Aquí se estimará cómo se calcula el número de satélites y órbitas necesarias a proveer una cobertura global.

El servicio por área de un solo satélite, se puede considerar como un segmento esférico de la superficie terrestre en que el satélite puede ser visto bajo un ángulo de elevación ϵ , igual o mayor que un ángulo mínimo positivo de elevación ϵ_{\min} . El límite de la huella es determinado por ϵ_{\min} y la altura de la órbita h , por lo tanto es lo más crucial de los parámetros del sistema. El ángulo central de la cobertura, Ψ (figura 1.3.3.5) está dado por:

² Su definición se encuentra en el Glosario.

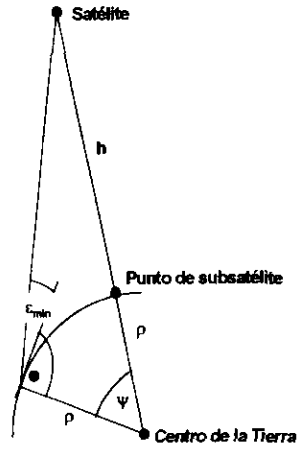


Figura 1.3.5

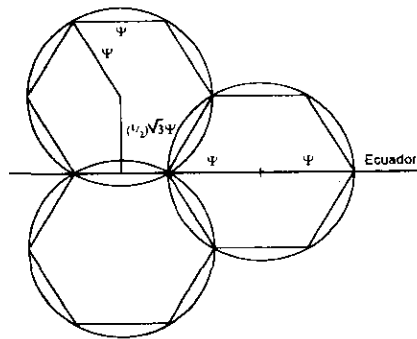


Figura 1.3.6

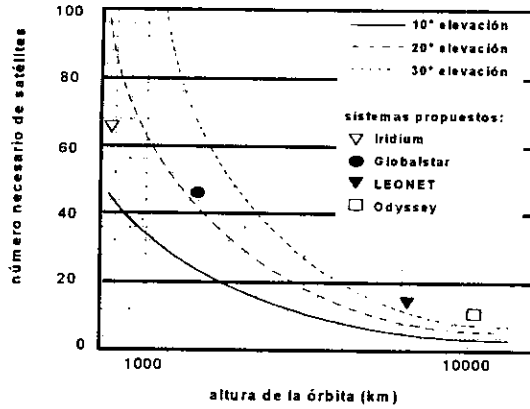


Figura 1.3.3.7

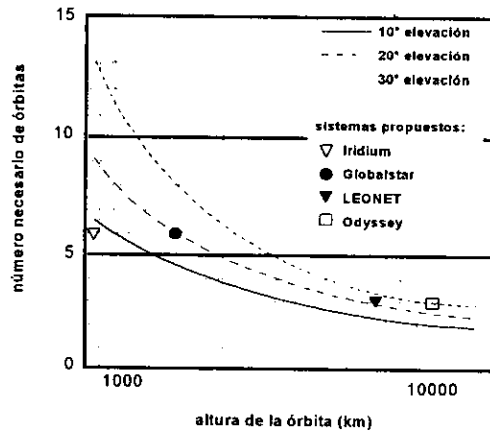


Figura 1.3.3.8

$$\Psi = (\pi / 2) - \epsilon_{\min} \arcsin (\rho / (\rho + h) * \cos \epsilon_{\min})$$

Donde ρ es el mediano radio de la tierra.

Por simplicidad, considerando el limite de una cobertura sin recurrir a un satélite específico de la constelación, se puede deducir la menor limitación del número de satélites necesarios, para una completa cobertura de la superficie terrestre, es inevitable sobreponer las huellas. La amplitud efectiva de una huella de un solo satélite, se puede manejar como la amplitud del hexágono derivado de la huella (figura 1.3.3.6). Este hexágono consiste en seis triángulos isósceles en una esfera, cada uno de ellos con un ángulo de 60° en el centro de la huella y 2 ángulos idénticos.

$$\alpha = \arctan (\sqrt{3} / (\cos \Psi))$$

en el perímetro de la huella, con

$$\xi = 2 \alpha - (2\pi / 3)$$

no tomando en cuenta el área sobrante de la esfera y sólo considerando la de los triángulos, el área del hexágono es

$$A = 6 \rho^2 \xi$$

Para cubrir la superficie total de la tierra, se requiere un mínimo de

$$n = (4\pi\rho^2/A) = \pi / (3\alpha - \pi) \text{ satélites necesarios.}$$

Teniendo a la mano el número de satélites, también el número de órbitas es importante, porque se requieren estos datos para el diseño de una órbita. En el número de órbitas se debe considerar la cobertura de el satélite. En el mejor de los casos para una cobertura ecuatorial que es ilustrada en

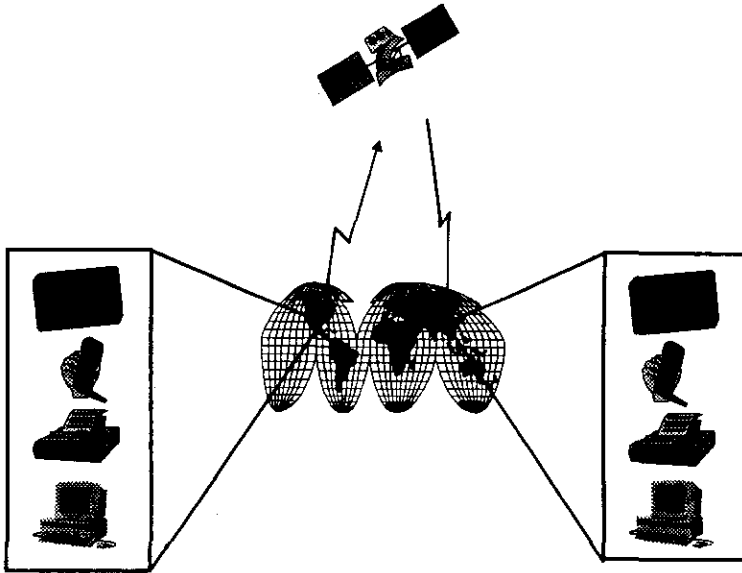
la figura 3.3.2. En aquella condición en diferentes órbitas donde se requiera mínimo dos satélites, cada órbita cubre $3\rho\psi\alpha$ una órbita del ecuador, por lo tanto, se requiere un mínimo de

$$\Omega = 2\pi/3\psi$$

órbitas son requeridas para garantizar una cobertura global.

También existen gráficas por medio de las cuales se puede calcular el número de satélites y órbitas, figuras 1.3.3.7 y 1.3.3.8.

1.3.3.2 SERVICIOS DE COMUNICACIÓN.



1.3.3.2

Los sistemas tendrán la capacidad de manejar comunicaciones de voz, datos, fax, así como (RDSS) Servicios de Radio Determinación por Satélite. La comunicación puede establecerse entre una terminal de un abonado y otra terminal de otro abonado (mediante el satélite), o entre un usuario y las redes terrestres, interconectándose con la red pública de telefonía (PSTN) o redes celulares, a través de las centrales de acceso (*gateways*), las cuales consisten en dos o más estaciones terrenas separadas por 30 o 50 kilómetros, para lograr una comunicación continua.

- **VOZ**

Los **BIG LEO's** prestarán el servicio de voz a nivel mundial, por medio de una terminal que empleará codificadores de voz (vocoders) en las unidades de usuarios, así como en las estaciones de entrada, para procesar la voz en la transmisión, utilizando 2.4/4.8/9.6 kbps, según sea el caso. Lo anterior se ilustra en la tabla 1.3.3.2. Como se mencionó anteriormente, se podrá obtener este servicio con dos modalidades: enlazándose directamente con el satélite o utilizándolo como un teléfono celular normal.

- **DATOS**

Todos los **GMPCS** por medio de **LEO's** prestarán el servicio de transmisión de datos, permitiendo al usuario un enlace de datos en distintas velocidades, como se puede observar en la tabla 1.3.3.2. Así como el servicio de búsqueda de personas como un servicio de transmisión de datos en una dirección.

- **RDSS**

Son servicios que permiten la localización de una terminal móvil, en tanto este en operación. Son útiles para la localización permanente de flotas de vehículos, permitiendo además la comunicación con éstos. Existen de tipo pasivo, en el que el terminal se autolocaliza con las señales recibidas; y de tipo activo, en los cuales es el terminal el que emite una señal al sistema de satélites para su radiolocalización, la cual es transmitida a un centro de control donde puede ser consultada por el vehículo.

SERVICIOS DE RDSS

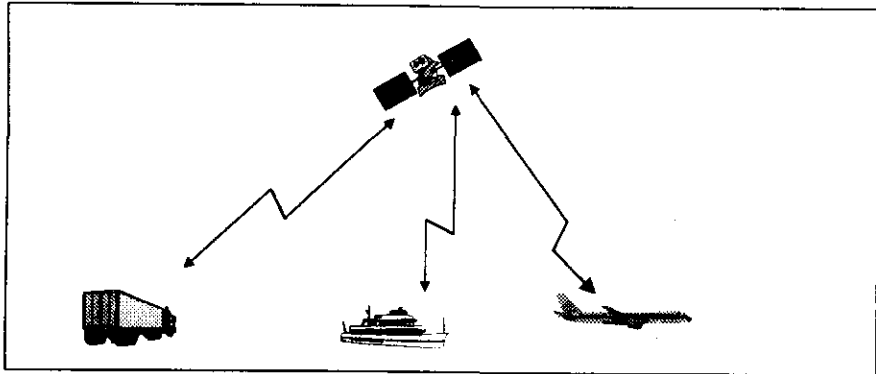


Figura 1.3.3.2.1

- **PAGING**

O también conocido como Radiomensajería, son servicios de avisos, que da una atención sobre la existencia de una llamada para el usuario. Puede dar dos tipos de avisos, uno sonoro que condiciona al usuario a ponerse en contacto con un número de teléfono fijo (central de avisos, buzón vocal, secretaria) y posteriormente según el tipo de aviso, originar otra llamada a su llamante. O un mensaje corto alfanumérico, que permite devolver la llamada sin la intermediación de otro agente, como en el caso de **IRIDIUM**.

Adicionalmente, es un servicio que se puede dar en diferentes ámbitos: en entornos cerrados o locales (edificios, campus, etc.), entornos de área limitada (ciudad o región), entornos nacionales o entornos globales (como en el caso de **IRIDIUM**). Las frecuencias utilizadas permiten una alta

penetrabilidad en edificios o locales cerrados. Por su utilidad de localización de personas para disponibilidad debe ser alta es un servicio que ha tenido una alta aceptación.

SERVICIO DE PAGING

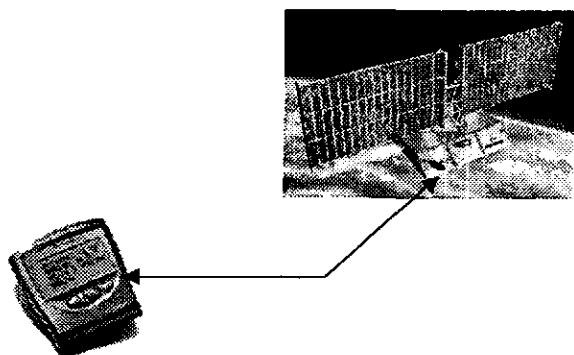


Figura 1.3.3.2.2

- **FACSIMIL**

Este sistema es una aplicación importante de la TV de exploración lenta, se utiliza un explorador óptico para explorar mecánicamente una fotografía o un documento y en el extremo receptor hay una impresora.

El sistema de facsímil se utiliza mucho para transmitir los mapas meteorológicos, fotografías, dibujos, gráficas y otros documentos importantes en la industria, escuelas, negocios y oficinas. Este sistema se va a poder utilizar por medio del hand held y una interfase especial.

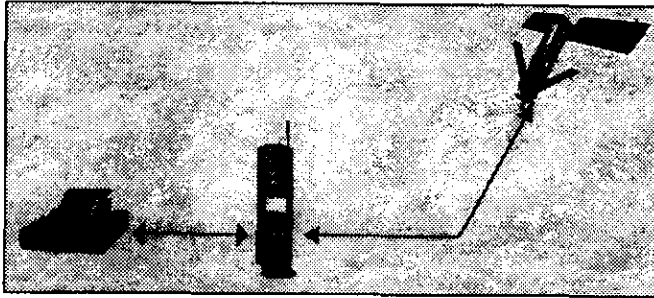


Tabla 1.3.2.3 Servicios de Pagos

SERVICIOS DE LOS LEO's

REGIÓN	SERVICIOS	VOZ (kbps)	DATOS (kbps)
	PEQUEÑOS	LEON	
América	Datos	NO	4.8
AFRICA	2-vías, mensajes y posicionamiento	NO	4.8
Europa	2-vías, mensajes y posicionamiento	NO	2.4 de subida / 4.8 de bajada y 56 para enlace de alimentación
	Datos	NO	0.3/9.6
	2-vías, mensajes y posicionamiento	NO	4.8 de subida/ 9.6 de bajada
	Datos	NO	1.2 inbound 14 outbound
	Datos	NO	2.4/9.6
Asia	2-vías, mensajes	NO	9.6

	GRANDES	LEO ³	
ARIES	Voz, datos, FAX y RDSS	4.8	2.4
TELEDESIC	Voz y datos	4.8	16-2048
ELEIPSO	Voz, datos, FAX, Paging y RDSS	4.8	0.3-9.6
GLOBALSTAR	Voz, datos, FAX, Paging y RDSS	2.4/4.8/9.6	9.6
IRIDIUM	Voz, datos, FAX, Paging y RDSS	2.4/4.8	2.4
ODYSSEY	Voz, datos, FAX, Paging y RDSS	4.8	9.6

Tabla 1.3.2.1³

1.3.3.3 FORMATOS DE COMUNICACIÓN.

Dado que el medio radio es un medio limitado, el acceso al mismo debe ser regulado. La regulación consiste en conseguir que dos comunicaciones cualesquiera se mantengan ortogonales entre sí durante la realización de las mismas, es decir que no interfieran. Existen múltiples modos de aproximarse a esta premisa; los más representativos son los formatos de acceso múltiple:

- **TDMA.** Acceso Múltiple por División de Tiempo, el cual divide en pequeños intervalos de tiempo en los cuales sólo se permite el acceso a una comunicación.

³ La información donde se obtuvo se muestra en la bibliografía.

- **FDMA.** Acceso Múltiple por División de Frecuencia, el cual divide el espectro disponible entre todas las comunicaciones simultáneas, éste es el método más ampliamente utilizado en los sistemas analógicos de la primera generación.
- **CDMA.** Acceso Múltiple por División de Código, el cual representa un concepto más avanzado en todas las comunicaciones simultáneas, las cuales ocupan todo el espectro de frecuencias asignado y utilizan también todo el tiempo disponible, la separación entre ellas se consigue por la superposición de un código distinto a cada una de las comunicaciones simultáneas.

También dentro de las distintas comunicaciones se requieren tres tipos de enlace de comunicación:

▶ **Enlaces satélite/usuarios**

Aquí se lleva a cabo una conexión directa entre las terminales (transreceptores) y el satélite. Se pueden dar dos casos en este tipo de comunicaciones: un enlace entre una terminal fija y el satélite, el cual se soporta ampliamente, con alta ganancia en las terminales (normalmente en sitio fijo), y un enlace entre terminales móviles y el satélite, con moderada ganancia en las terminales, debido al cambio de lugar en el que se encuentra la terminal. En este tipo de enlace se utilizan los formatos: TDMA, CDMA y FDMA.

▶ **Enlaces cruzados satélite/satélite**

Los "paquetes" de señalización son transferidos alrededor del mundo utilizando este tipo de enlaces. Cada satélite enviará los paquetes utilizando modulación por corrimiento de fase (PSK) a altas velocidades de señalización, estos enlaces utilizan el formato tipo FDMA para el acceso múltiple entre satélites vecinos, más cercanos, en el mismo plano orbital así como en el plano continuo.

▶ **Enlaces satélite/centros de acceso.**

La interconexión a las redes públicas telefónicas terrestres (PSTN) se efectúa a través de centros de acceso (*gateways*). Cada satélite tiene la capacidad de interconectarse a las redes públicas telefónicas a través de estos centros, los cuales están provistos con antenas telescópicas y acceso a las funciones de control y conmutación de la red.

I.3.3.4 PROBLEMAS Y CENTROS DE CONTROL DE ESTOS SISTEMAS.

➤ **PROBLEMAS**

Como en todos los sistemas de comunicación, estos sistemas GMPCS por medio de LEO's, cuentan con ciertos problemas como son: los satélites son diseñados para una vida de servicio de aproximadamente entre 5 y 10 años, disminuyendo su tiempo de vida. La posición del satélite es disturbado por la variaciones gravitacionales, originado por las irregularidades de la Tierra; roce con la atmósfera terrestre, los cuales son mayores en el máximo solar, cuando la actividad de la mancha solar está en la cúspide.

Otro gran problema al cual se enfrentan este tipo de sistemas es el rompimiento de la comunicación, que es causado por fuentes externas de ruido (radiación lejana del sol y la luna).

Así como también las interferencias solares, que ocurren cuando el sol, el satélite y la Tierra están en línea recta, causando distorsión en la señal.

El utilizar las bandas Ka y L, representa que fácilmente sea interrumpida la señal, por la presencia de agua que se encuentra en la atmósfera en forma de neblina, nieve o lluvia, por lo tanto la señal es absorbida o atenuada por el agua. En este tipo de problemas IRIDIUM cuenta

con circuitos sensores, que en cuanto detectan una baja en el nivel de la señal, automáticamente entran en operación unos amplificadores que aumenta el nivel de la señal.

Otro problema es que las órbitas deben de estar dentro de ciertos límites y no pasar por lo que se conoce como el Cinturón de Van Allen. ²

> CONTROL

Como anteriormente se mencionó, este tipo de sistema tiene varios problemas, por lo cual requiere de un estricto control en sus satélites (algunos de estos problemas no se presentan en los satélites geosíncronos, por lo cual en este caso es mucho más importante el control). Existiendo una o más estaciones de control así como de respaldo, en muchos casos los *gateways* van a ser parte de una estación de control.

Por ejemplo, en el proyecto **TELEDESIC** se cuenta con Hub stations (estaciones centrales), que son la conexión entre la red de satélites, la telefonía terrestre (que vendrían a ser como un *Gateway*) y redes de datos. Teniendo la función adicional de telemetría, seguimiento y control (TT & C) de tráfico y control de operaciones del satélite. Como más de un satélite es usualmente visible, la hub station decide por medio de sus múltiples antenas. La localización de un satélite en una antena requiere de una estrategia de seguimiento. Cada enlace de alimentación típicamente requiere arriba de 200 MHz de ancho de banda, hecha con múltiples portadoras.

En el proyecto **STARSYS**, existen las CDAs, estaciones de control y adquisición de datos, las cuales reciben información del estado de los satélites, enviando mensajes de comando, en caso de que se requiera. Individualmente, se reparten las CDAs a estar en enlace con una red de comunicaciones y operar con redundancia dos manejadores de computadoras, guiando las antenas de cada estación, decidiendo el curso y manteniendo contacto con dos satélites simultáneamente, una tercera antena decide servir como de reserva.

Una referencia/calibración de la plataforma del sistema examina y decide usar la parte de cálculo de posición exacta de los satélites.

I.3.4 UTILIZACIÓN DE FRECUENCIAS.

Como en todos los sistemas de comunicación vía satélite, este sistema también requiere de una asignación de banda. Después de una etapa de análisis, la FCC emitió un "Informe y Resolución" ("*Report and order*") el 5 de febrero de 1993, atribuyendo las siguientes bandas de frecuencias a los sistemas móviles de satélites de órbita baja terrestre (MSS LEO):

- ▶ Las bandas 137 - 137.025, 137.175 - 137.825 y 400.15 - 401 MHz a título primario¹ (espacio - Tierra);
- ▶ Las bandas 137.025 - 137.175 y 137.825 MHz a título secundario (espacio - Tierra);
- ▶ Las bandas 148 - 149.9 MHz a título primario (Tierra - espacio); 149.9 - 150.05 a título secundario (Tierra - espacio) hasta el primero de enero de 1997, después de esta fecha a título primario y 399.9 - 400.05 a título primario después del primero de enero de 1997.

Además, la FCC adoptó condiciones reguladoras específicas para asegurar que el uso de estas frecuencias no cause interferencia perjudicial a los usuarios actuales. En el caso de la banda de 137 - 138 MHz, los sistemas LEO la compartirán si evitan las frecuencias utilizadas por las operaciones de satélites meteorológicos y otros usuarios gubernamentales, o si operan en estas frecuencias, a condición de no interferir. La banda de 148.0 - 149.9 MHz la compartirán las operaciones gubernamentales y no - gubernamentales.

Para garantizar que a los usuarios actuales en la banda de 137 - 138 MHz se les brinde completa protección, la FCC adoptó las condiciones de la CAMR - 92 y otras limitaciones: el uso de la banda 137 - 138 MHz será secundario con respecto a las operaciones de satélites

gubernamentales hasta el primero de enero del 2000, en las siguientes gamas de frecuencias: 137.333 - 137.367 MHz, 137.485 - 137.515 MHz, 137.605 - 137.635 MHz y 137.753 - 137.787 MHz.

En la banda de 148.0 - 149.9 MHz la FCC exigirá que ninguna estación terrena móvil individual transmita en la misma frecuencia que usen activamente las estaciones fijas y móviles y que no transmita más del 1% del tiempo durante cualquier periodo de 15 minutos; excepto, las estaciones terrenas móviles individuales en ésta banda que no eviten las frecuencias usadas activamente por los servicios fijos y móviles.

Los sistemas "LITTLE LEO" fueron colocados en las frecuencias de 148 - 150.05 MHz (Tierra - espacio) y 137 - 138 MHz (espacio - Tierra). Y los sistemas "BIG LEO" localizados en las bandas de 1610 - 1626.5 MHz (Tierra - espacio), 2483.5 - 2500 MHz (espacio - Tierra) y 23180 - 23380 MHz (satélite - satélite). Lo anterior se resume en la tabla 1.3.4.

FRECUENCIAS QUE REQUIEREN LOS PEQUEÑOS LEO's

SISTEMA	RANGOS (MHz)	ENLACE	ENLACE DE USO	ENLACE DE ALIMENTACIÓN
PEQUEÑOS LEO's				
GONETS	312 - 315	Subida	VHF/UHF	VHF
	387 - 390	Bajada		
	1642.5 - 1643.4	Subida		
	1541 - 1541.9	Bajada		
LEOSAT	148 - 149	Subida	VHF	UHF
	137 - 138	Bajada		

⁴ La diferencia que existe entre Título primario y Título secundario estriba en que tiene mayor prioridad de transmitir o recibir sus señales un Título primario, que un Título secundario.

ORBCOMM	148 - 149	Subida	VHF/UHF	VHF
	137 - 238	Bajada		
SAFIR			VHF/UHF	VHF/UHF
STARSYS	148 - 149	Subida	VHF	VHF
	137 - 138	Bajada		
TAOS			VHF	VHF
TEMISAT			VHF/UHF	VHF/UHF
VITASAT	148 - 149	Subida	VHF/UHF	VHF/UHF
	137 - 138	Bajada		

Tabla 1.3.4.1 Frecuencias de los Little LEO's.

FRECUENCIAS QUE REQUIEREN LOS GRANDES LEO's

GRANDES LEO's				
ARIES	1610 - 1626.5	Subida	bandas L/S	banda C
	1483.5 - 2500	Bajada		
	6555	Subida		
	5160	Bajada		
TELEBESIC	1610 - 1626.5	Subida	banda Ka	banda Ka
	2483.5 - 2500	Bajada		
ELLIPSO	1610 - 1626.5	Subida	bandas L/S/C	bandas L/S/C
	2483.5 - 2500	Bajada		
GLOBALSTAR	1610 - 1626.5	Subida	banda L en enlace de	banda C
	2483.5 - 2500	Bajada	subida	
	6484 - 6541.5	Subida	banda S en enlace de	

	5150 - 5216.0	Bajada	bajada	
	1616 - 1626.5	Bajada	y banda L	banda Ka
	29100 - 29300	Bajada		
	19400 - 29600	Bajada		
	23180 - 23300	Bajada		
		Banda satélites		
	1610 - 1626.5	Bajada	banda L/S	banda Ka
	2403.5 - 2500	Bajada		
	29500 - 30000	Bajada		
	19700 - 20200	Bajada		

1.3.5.5 Ventajas y Desventajas

1.3.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS ANTE LOS SATÉLITES GEO's - GEOESTACIONARY EARTH ORBIT -

> VENTAJAS

Se ha descrito un sistema de comunicaciones personales vía satélite de órbita baja terrestre, que tiene capacidades no disponibles en los sistemas móviles satelitales existentes, estas incluyen:

- ✓ Usuarios residenciales piden líneas adicionales y acceso a alta velocidad
- ✓ Usuarios de empresas requieren servicios aún más avanzadas, y más que los servicios básicos de voz

⁵ Para mayor información, se muestra la fuente en la bibliografía

- ✓ Los sistemas de satélite de banda ancha brindan a los proveedores de servicio locales una nueva vía para satisfacer las demandas de la etapa de la información.

- ✓ Ancho de banda a demanda

- ✓ Integración transparente con sistemas terrestres
 - extiende la cobertura geográfica
 - extiende el alcance de los servicios
 - ofrece una calidad de servicio igual al de la fibra óptica

- ✓ Comunicaciones de voz y datos a nivel regional y mundial, desde terminales portátiles utilizando antenas direccionales.

- ✓ Cobertura a altas latitudes. Los problemas que enfrentan los usuarios de las altas latitudes de la Tierra es que entre más al norte o más al sur se encuentren, aumentan las deficiencias de comunicación con satélites geoestacionarios, lo que hace viable el uso de órbitas polares. las cuales resuelven este problema.

- ✓ Eficiencia en el uso del espectro.

- ✓ Capacidad teórica del sistema en el uso simultáneo de voz o datos a nivel mundial.

- ✓ Es posible la compartición de las bandas de frecuencias de 1610 - 1645.5 MHz y otras mencionadas anteriormente.

- ✓ Como el tiempo de retardo es mucho menos pronunciado que con el satélite geoestacionario, el retardo en los servicios de voz no es notorio prácticamente y la conmutación de un usuario móvil

que cambia de un haz del satélite a otro haz, es también imperceptible. Eliminando con esto el problema del eco, para lo cual se requieren canceladores o supresores de eco.

✓ Menor potencia requerida entre las estaciones terrestres y el satélite lo que hace factible para aplicaciones a terminales de comunicación personal como HAND - HELD (aparato de mano) y/o HAND SET.

➤ **DESVENTAJAS.**

- * Se requiere de un gran número de satélites para tener una cobertura global.
- * Habrá exceso de oferta de servicios de comunicación móviles y el principal mercado, los habitantes de las áreas subequipadas en sistemas de telefonía, son también las que menos recursos económicos tienen para usarlos.
- * Con precios de servicios y de aparatos superiores a los de la telefonía pública clásica.
- * El solo hecho de romper el aislamiento de ciertas áreas provocará cambios socioeconómicos profundos.
- * Como este tipo de satélites se encuentra a una altura menor presentan roces con la atmósfera terrestre, teniendo como consecuencias desgaste de la estructura de satélite.
- * El tiempo de vida de este tipo de satélites es corto, por lo consiguiente se requiere un cambio constante de éstos, el cambio es rápido, en un par de horas y en algunos casos se cuenta con satélites de respaldo en las órbitas (como en el caso de IRIDIUM y TELEDESIC). Pero el hecho de sustituir algún satélite representaría gastos.

Como se puede notar, cada uno de ellos tiene sus ventajas y desventajas, por lo cual los GMPCS por medio de LEO's llegan a completar el escenario de las telecomunicaciones.

CAPÍTULO II EL SISTEMA IRIDIUM

II.1 INTRODUCCIÓN :

La nueva Generación de los Servicios Móviles Via Satélite.

El Nacimiento de



Los servicios móviles via satélite han sido una de las grandes innovaciones de este milenio. Los servicios móviles via satélite de órbita Baja (LEO) han superado a los sistemas de órbita alta (HEO) y a los sistemas de órbita media (MEO). Los sistemas de órbita alta (HEO) y de órbita media (MEO) han sido los sistemas más utilizados hasta ahora, pero no han podido ofrecer servicios móviles de bajo costo, de alta calidad y de alta capacidad. El sistema Iridium, con una reducción de los costos de los servicios móviles via satélite, ofrece servicios móviles via satélite de bajo costo, de alta calidad y de alta capacidad. El sistema Iridium fue diseñado y desarrollado por la división de comunicaciones por satélite de Motorola. El sistema Iridium es el primer sistema de comunicaciones via satélite con una cobertura global, por lo que determinaron que el sistema Iridium debería ser una constelación de satélites de órbita Baja; estos satélites deberían ser pequeños y sencillos en su construcción así como en su lanzamiento y reemplazados en forma económica. El sistema Iridium

no es un sistema espacial solamente sino es un sistema de comunicaciones personales ya que tiene gran parte de su infraestructura en el espacio.

El sistema **Iridium** es un sistema basado en satélites con una red de comunicaciones personales inalámbrica, diseñada para permitir muchos servicios para una amplia variedad de usuarios incluyendo, voz, *paging*, servicios de mensajería, **RDSS** -Radio Determination Satellite Services - y servicios de fax y datos, y que permita comunicarse a su destino en cualquier parte de la Tierra .

El sistema **Iridium** satisface el deseo de las comunicaciones futuristas de una manera similar a la de los sistemas celulares terrestres formando celdas y radiotransmisiones entre los satélites mientras éstos circundan la Tierra.

El Sistema **Iridium** utiliza una constelación de 66 satélites, 77 en su origen, donde al menos uno está sobre la *Linea de Vista (Line On Sight -LOS-)* en todo el tiempo y en cada punto de la Tierra; sin embargo el sistema **Iridium** no reemplaza o intenta substituir al sistema telefónico celular, no obstante extiende su cobertura de radioteléfono a través de todo el mundo.

Es un servicio de baja densidad, con costos estimativos medios, comparado con el servicio celular terrestre.

El sistema **Iridium** sirve de soporte de emergencia en las áreas cubiertas con un sistema terrestre similar en áreas en el mundo donde no existen disponibles los servicios móviles, **Iridium** proveerá el servicio Móvil, además en áreas de la Tierra en donde son provistos por satélites geostacionarios, el **Iridium** provee un mayor número de canales, demoras imperceptibles y breves y equipo de radioteléfono pequeño y ligero y una red de cobertura mundial y en áreas del mundo donde no existe una infraestructura telefónica **Iridium** proveerá dicho servicio.

Los países del tercer mundo sin una infraestructura telefónica pueden apoyarse en este sistema pues se podrá equipar a las centrales telefónicas locales provistas de energía solar disponibles en cualquier parte de su territorio.

Tanto las operaciones de minería terrestre o marina, pueden obtener una cobertura mundial, así como en áreas donde sobrevengan desastres naturales se puede mantener un acceso confiable de comunicaciones con el resto del mundo.

El sistema es una amalgama de tecnologías que fueron diseñadas por un pequeño grupo de ingenieros con experiencia disímil dentro de la compañía *Motorola*, en diferentes áreas; la tecnología clave incluye la telefonía inalámbrica en dos ramos: el sistema de comunicaciones espaciales y el sistema telefónico celular. Las tecnologías de soporte incluyen pequeños satélites, sistemas de antenas de arreglo de fase (*phase array*), sistemas de semiconductores de gran tolerancia a la radiación, un procesamiento en su arquitectura de un amplio ancho de banda y una arquitectura de red distribuida.

Existen diferencias significativas que distinguen a **IRIDIUM** de otros sistemas satelitales similares entre otras:

- Margen de Enlace:** El margen de enlace (intensidad de la señal) de 16 dB en promedio permitirá tener una mejor calidad de audio, mayor contabilidad en las llamadas y mejor penetración de señal.
- Enlaces Intersatelitales:** Los Enlaces Intersatelitales permiten una utilización más eficiente de la red reducen el número de Gateways necesarios para proporcionar cobertura global e incrementan la capacidad y confiabilidad del sistema.
- Órbita Baja:** Esta característica permite que los servicios puedan ser proporcionados utilizando dispositivos portátiles con antenas pequeñas.

Los canales de distribución que habrán de utilizarse para llevar el servicio a manos del usuario final será a través de los operadores de los Gateways y prestadores de servicios que bien podrían ser las compañías telefónicas locales.

Se crea entonces **Iridium Llc.** que es un consorcio internacional de empresas líderes en Telecomunicaciones fundando el desarrollo del proyecto **Iridium**.

La organización Iridium LLC está estructurada mediante tres entidades primarias:

- Iridium LLC** 17 Inversionistas fundadores, dueños y operadores de la constelación satelital.
- Propietarios de Gateways** Inversionistas de Iridium LLC que construyen y operarán las estaciones terrenas que proporcionarán servicio en forma regional y conectarán el sistema a la red pública.
- Proveedores de Servicio** Proveedores de servicios de telecomunicaciones que comercializarán de los productos y servicios de IRIDIUM.

Iridium LLC está compuesto de 17 inversionistas principales quienes han contribuido \$1.6 billones de dólares para el desarrollo y la construcción del sistema. Estas compañías han adquirido los derechos regionales para proporcionar los servicios de Iridium a través de acuerdos con los proveedores de servicio al usuario final, que bien pueden ser las compañías locales de servicios telefónicos alámbricos e inalámbricos (en México se manejan Telmex, Telcel, Iusacel).

II.1.1 Su Consorcio de Inversionistas :

El sistema es financiado por un consorcio internacional de compañías líderes en Telecomunicaciones que piensan entrar con el sistema en operación en 1998. Motorola es el creador del sistema original y su principal accionista., así tenemos que el consorcio de inversionistas se forma por los siguientes grupos:

♦ IRIDIUM ÁFRICA INC.

La corporación de África de Iridium, esta corporación fue formada por Mawarid Overseas Company como inversionistas en Iridium Inc. Mawarid es una de las grandes compañías de Arabia Saudita con operaciones en construcción, servicios municipales y en telecomunicaciones.

◆ IRIDIUM CANADÁ INC.

Iridium Canadá Incorporation fue formada en 1993 por la BCE Mobile Communication, Inc. (BCE Mobile), BCE Telecom International Incorporation (BCETI) y la **Motorola Canadá Ltd.** son los inversionistas en **Iridium Inc.**; la BCE Mobile y la BCTI están afiliados con la BCE Inc. Es una de las grandes compañías de telecomunicaciones de Canadá, la BCE Mobile provee una gran variedad en servicios de telecomunicaciones inalámbricas en el mercado canadiense incluyendo celulares, *paging*, datos, voz y servicios de comunicación Tierra-Aire.

◆ IRIDIUM CHINA (HONG-KONG) LTD.

Incorporation China Aerospace es el propietario de **China Great Wall Industry Corporation**; **Iridium China** fue formada por **China Aerospace** que junto con la Academia China de Tecnología de Lanzamientos y la China Satellite Launch and Tracking Control General (que lanzará los satélites **Iridium**), y la **China Aerospace International Holdings Ltd.**, forman el grupo de empresas de Hong Kong que invertirán en el proyecto. **Iridium China** es administrada y manejada por la Agencia China Internacional Aeroespacial.

◆ IRIDIUM INDIA TELECOM LIMITED (IITL).

La IITL es un consorcio de las institución de financiamiento de la India que invertirán en **Iridium, INC.** inicialmente desde la **Infrastructure Leasing & Financial Services (IL&FS)**. El consorcio incluye : EL Banco de Desarrollo Industrial de la India(IL&FS), Banco Ex-Im de la India , Banco Estatal de la India, Corporación de inversionistas y de Crédito Industriales de la India, Corporación General de Seguros, corporación de Desarrollo Financiero Local. IL&FS Venture Found, Corporación de Seguros de Vida, Corporación de Inversionistas y de Crédito de la India y la Unit Trust de la India.

◆ **LA CORPORACIÓN DE MEDIO ORIENTE.**

La Corporación **Iridium de Medio Oriente** fue formada por Mawarid y el Grupo Árabe Saudita de Binladin (Binladin). Binladin está entre los mayores grupos industriales de Arabia Saudita, con operaciones en el campo de la construcción y las telecomunicaciones.

◆ **LA IRIDIUM SUDAMÉRICA INCORPORATION**

Esta fue formada por **Iridium Andes and Caribe (IAC)**, **INEPAR** y **Motorola, Inc.** La IAC es un consorcio de inversionistas privados en Venezuela con experiencia en los ramos de comunicaciones, vivienda, alimentos, construcción, financiamiento y de ventas en menudeo. La INEPAR es un grupo de corporación Brasileño con operaciones en telecomunicaciones, en equipo de control de corriente eléctrica así como de servicios de transporte popular distribución de vehículos y mercado de financiamiento.

II.1.2 Las Compañías Mundiales Que Invierten En El Proyecto Iridium.

◆ **LA KRUNICHEV State Research and Production Space Center.**

Krunichev es un grupo estatal de ingeniería aeroespacial y de construcción de la federación Rusa. Krunichev ha sido contratada para manufacturar los vehículos de lanzamiento las estaciones orbitales y de equipo espacial por más de tres décadas.

La Krunichev proveerá los servicios de lanzamiento con sus cohetes *Protón* para **Motorola** como parte del plan a desarrollar del sistema **Iridium**.

◆ **KOREA MOBILE TELECOM**

La **KOREA MOBILE TELECOM** fue formada por **Korea Telecom** que provee servicios de celulares y de *paging* en la República de Corea. El control y manejo de la **KMT** está en manos del Grupo de Negocios **Sungkyong**, el quinto gran conglomerado en ese país.

◆ LA CORPORACIÓN LOCKHEED MARTIN

La Corporación Lockheed Martin es un líder mundial en los sistemas de tecnología espacial y de defensa diseñando y produciendo aeronaves militares con misiles y sistemas electrónicos y satélites así como de la provisión de un amplio rango de la aeronáutica Gubernamental y Comercial Espacial y de Servicios de Ingeniería, es subsidiario de Lockheed Martin Corporation que es el mayor accionista después de *Motorola* en la construcción de los satélites *Iridium*.

◆ MOTOROLA

Motorola es uno de los líderes mundiales en comunicaciones inalámbricas y equipo electrónico tanto sistemas como componentes y servicios para el mercado mundial, sus productos incluyen a los radios bidireccionales (*double way*), *paggers*, sistemas de comunicaciones personales, teléfonos y sistemas celulares, semiconductores discretos y circuitos integrados, electrónica aeroespacial y de defensa, electrónica industrial y automotriz, computadoras, comunicaciones de datos y procesamiento de información y equipo portátil.

Motorola es el principal accionista de *Iridium Inc.* para llevar a cabo el sistema.

◆ LA NIPPON IRIDIUM CORPORATION OF JAPAN

La NIC es un consorcio formado por la Corporación DDI, compañía líder independiente de telecomunicaciones en Japón, y la Corporación Kyocera, proveedora de paquetes de circuitos integrados de cerámica, componentes electrónicos y equipo electrónico en general. La DDI es la nueva *carrier* común en Japón que provee los nuevos servicios de Larga Distancia y de Celulares. Los inversionistas en NIC incluyen a la: Kansai Cellular Telephone Company, Sony Corporation, Mitsubishi Corporation, Banco Industrial de Japón. Ltd., Banco de Crédito de Largo Plazo de Japón Ltd., Chugoku Cellular Telephone Co., DDI Corporation, Daiwa Securities Company, Kyocera Corporation, Kyushu Cellular Telephone Company, Hokkaido Cellular Telephone Company, Hokuriku Cellular Telephone Company, Mitsui & Company, Ltd., El Banco Sanwa Ltd., SECOM Company Ltd., Shikoku Cellular Telephone Company, Tohoku Cellular Telephone Company y la Ushio Inc. Ltd.

◆ **LA PACIFIC ELECTRIC WIRE & CABLE COMPANY LTD.**

Esta es una corporación internacional con gran interés en las comunicaciones alámbricas y eléctricas así como en su manufactura, en el diseño, control y mantenimiento de los productos de telecomunicaciones y eléctricas, así como de Bienes Raíces y arrendamiento, construcción y financiamiento. La compañía es una gran productora de telecomunicaciones alámbricas o de cable eléctrico de Taiwan.

◆ **RAYTHEON**

Raytheon está involucrada en la concepción y desarrollo, manufactura y venta de sistemas electrónicos, así como de equipo y componentes para uso comercial y de tipo gubernamental. Raytheon también opera con productos para aeronaves servicios de energía y de medio ambiente. Raytheon es de los mayores accionista con *Motorola* en la construcción del sistema Iridium y es el principal responsable para el diseño y la elaboración de las MMA -*Main Mission Antennas*- las cuáles proveerán la comunicación con las unidades de los subscriptores de Iridium.

◆ **LA STET - SOCIETA FINANZIARIA TELEFÓNICA PER AZIONI OF ITALIA-**

La STET provee el manejo de telefonía, telegrafía, *paggers*, telex y otros servicios de transmisión de datos en Italia. La STET también construye aparatos de telecomunicaciones para fines de defensa y civiles así como provee la investigación y servicios de consulta. La STET y compañías afiliadas serán el soporte de manejo de administración técnica de la red y otros servicios de *Motorola* como parte de la operación del Sistema Iridium. La STET es un propietario mayoritario de Italia Telecom , fuente o soporte del sistema de respaldo Iridium y cuyas instalaciones se encuentran en Roma, Italia.

◆ **SPRINT**

Sprint es una compañía de Telecomunicaciones Internacionales siendo la única con cobertura nacional en la red digital y de fibra Óptica en los E.U.A..

Una de sus divisiones provee servicios de Larga Distancia Mundial y de Voz, Datos y productos de Video y Servicios de Telefonía Local y de Operación de Telefonía Celular .

◆ **LA THAI SATELLITE COMMUNICATIONS CO. LTD. DE TAILANDIA**

La Thai Satellite Communications fue formada por la United Telecommunication Industry Company Ltd. (UCOM) de Tailandia para invertir en el proyecto Iridium. La UCOM es uno de los grandes operadores celulares y de paging en Tailandia, así como vendedor de equipo de comunicaciones.

◆ **VEBACOMM**

Vebacomm es un subsidiario de VEBA AC la cuarta gran corporación en Alemania ofreciendo una gran variedad en los servicios de telecomunicaciones incluyendo comunicaciones móviles, comunicaciones satelitales, administración de red, TV por cable y servicios de paging.

Otra de las empresa involucradas aunque no directamente en la inversión es:

◆ **HEWLET-PACKARD -HP-** , con su división de Organización de Medición y Prueba (TMO) de HP se encarga y es responsable del funcionamiento del sistema Iridium. HP es el suministrador líder de clientes y de *standard's* de sistemas y equipo de pruebas, instrumentos, componentes y accesorios . La organización tiene sus oficinas en Sta. Clara, Cal. donde está estructurado alrededor de cuatro Departamentos:

Pruebas de Comunicaciones, Microondas y Comunicaciones, Pruebas Automatizadas, e Instrumentos Electrónicos. Estos Departamentos incluyen 23 divisiones de operaciones y manufactura en Norteamérica, Europa y Asia. Donde el personal de ventas y soporte se localiza en más de 110 países.

Una de las principales tareas del equipo de HP en el sistema Iridium, es el desarrollo de los sistemas que cumplan con las especificaciones requeridas esencialmente agrupa los tipos y niveles

de funcionamiento de la creación de los sistema de comunicaciones de los satélites **Iridium** para que queden listos previo a su lanzamiento.

Otra compañía involucrada en el Sistema **Iridium** es:

- ◆ **SCIENTIFIC ATLANTA**, su contribución al proyecto **Iridium** es la construcción de los Sistemas de *Tracking* , instalando Estaciones Terrenas para el sistema **Iridium** preparadas para entrar en funcionamiento a principios de 1998. **SCIENTIFIC ATLANTA** fue fundada en 1951 para desarrollar y manufacturar equipos de prueba para antenas espaciales en la industria de telecomunicaciones, también ha desarrollado tecnología de alto nivel para las comunicaciones , la red de **Scientific Atlanta** tanto de Software como de Hardware ayudan a proveer las *comunicaciones de voz, como de datos a través del mundo, ya que Scientific Atlanta diseñó la anterior tecnología satelital.*

- ◆ También **SIEMENS AG** recientemente forma parte de la colaboración para el buen funcionamiento del sistema, con la construcción de 12 sistemas de conmutación que serán usados en la red **Iridium** para que exista la red de telecomunicaciones terrestre. Con el sistema de conmutación D9000 de Siemens, que está basado en el *standard celular GSM (Global System for Mobile Communication)*, el cuál ha sido adoptado por **Iridium**. **GSM** es actualmente empleado para redes móviles en más de 90 países. Uno de los mayores suministradores de la tecnología **GSM**, Siemens actualmente ha equipado más de 60 redes **GSM** alrededor del mundo.

El principal reto de los sistemas de comunicación móvil satelital además de establecer la constelación de satélites y la infraestructura terrestre de soporte es procurar la autorización de los gobiernos de cada país para prestar los servicios del sistema en sus territorios y obtener las licencias correspondientes para la utilización del espectro radioléctrico.

La ITU (International Telecommunications Union) ha atribuido a nivel mundial las bandas de espectro radioeléctrico sobre las cuales IRIDIUM y otros sistemas similares habrán de operar, así como los códigos de acceso a los sistemas satelitales.

II.1.3 Lanzamientos

El primer satélite Iridium fue lanzado en 1996 en dónde tres compañías proveerán los servicios de lanzamiento de los satélites Iridium, entre estas se cuentan a la :

- ✦ **McDonald Douglas Corporation** de los EUA;
- ✦ **La China Great Wall Industry Corporation** de China, y la
- ✦ **Krunichiev State Research and Production Space Center** de la Federación Rusa .

La **McDonald Douglas** lanzará 5 satélites, por medio de sus cohetes *Delta II*;

La **Krunichiev State Research and Production Space Center** con sus Cohetes *Proton* lanzarán 7 satélites;

y la **China Great Wall Industry Corporation** con sus cohetes *Long March 2C/SD* portarán 2 satélites .

Fig. II.1 Lanzamiento de los Satélites Iridium

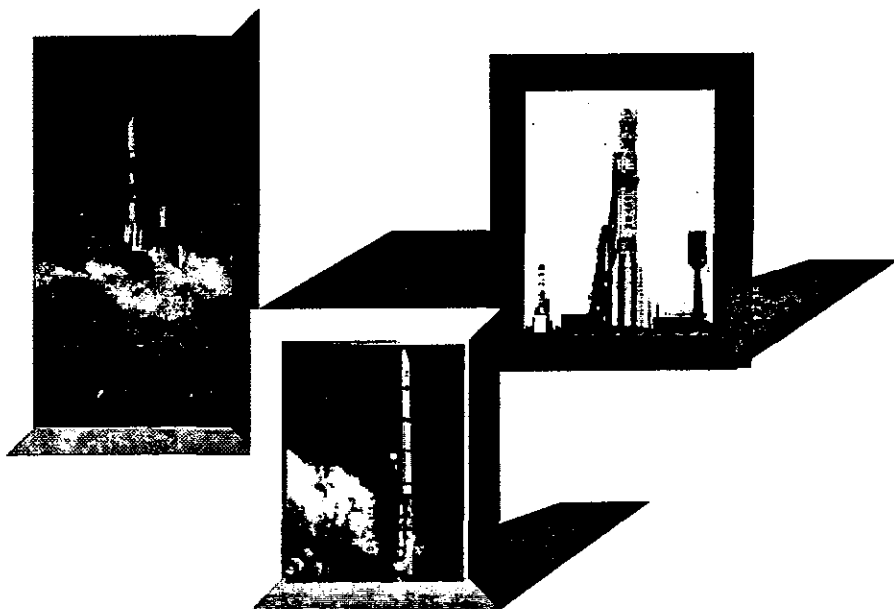
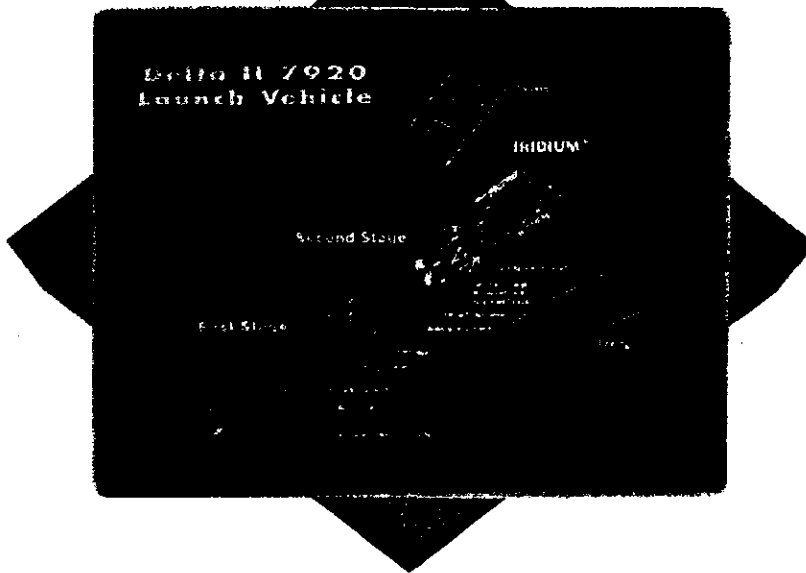
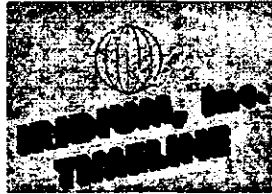


Fig. II.2 Vehículo de Lanzamiento DELTA II de los Satélites Iridium



II.2 CRONOLOGÍA

- En 1987 el concepto del sistema Iridium fue propuesto por ingenieros de *Motorola*, la investigación y desarrollo apenas comenzaba;
- En 1990 el sistema Iridium anuncia en 4 conferencias simultáneas de prensa su puesta en marcha, así como se establece su reglamentación y autorización por la *Federal Communication Commission -FCC-* para el desarrollo del Sistema Iridium ;
- En 1991 fue fundada la compañía **Iridium Incorporation**;



- En 1992 en la **WARC -World Administrative Radio Communication** - se provee para servicios móviles via satélites de cobertura mundial el siguiente espectro : las frecuencias de 1610-1625.5 MHz y 1483.5 -2500 MHz. En este mismo año **Iridium** consigue
- una licencia experimental de la **FCC** solo para el sistema **Iridium** .
- **Iridium Inc.** firma un contrato de 3.37 Billones de dólares con **Motorola** para el desarrollo del sistema así como su liberación ;
- En 1993 consigue un financiamiento de 1800 Millones de dólares que complementa la primera fase de financiamiento;
- En 1994 **Iridium Inc.** alcanza el financiamiento completo que asciende a 1.6 Millones de Dólares. La **FCC** emite reportes y comunicados que permiten a **Motorola** el calzar el Hardware para sus sistemas de construcción ;
- En 1995 la **FCC** garantiza la licencia operacional para el sistema;
- En 1996 se completa el modelo de prueba de calidad del satélite también en este año surge la liberación del primer satélite **Iridium**. Así como el primer lanzamiento del primer satélite;
- En 1997 se va a continuar con los lanzamientos así como los *test's* o pruebas de los **Gateway's** así como la prueba del **Iridium Bussiness Suport System -IBSS-** y;
- En Septiembre de 1998 el servicio comenzará a operar.

II.3 IRIDIUM DE MÉXICO

Iridium de México S.A. de C.V. es una sociedad de nacionalidad mexicana, que fue constituida el 2 de Agosto de 1995 . El objetivo social de la compañía es:

- a) Prestar, vía satélite el servicio de telefonía inalámbrica, servicios de radiolocalización móvil de personas, servicios de transmisión y recepción de facsímiles y datos con *cobertura nacional e internacional.*
- b) Instalar, operar, explotar y mantener redes públicas de telecomunicación necesarias para el cumplimiento del objeto social.
- c) Prestar servicios de comunicación por cualquier medio en los términos previstos en las concesiones, autorizaciones o cualquier permiso que obtenga la sociedad en los términos de la legislación aplicable.
- d) Suscribir, otorgar, endosar, avalar, negociar y recibir toda clase de títulos de crédito y otros documentos, incluyendo contratos de crédito, así como también garantizar pagos en cualquier forma.

Sus principales accionistas son:

Comunicaciones en Red S.A. de C.V., que es una sociedad mexicana con domicilio en la Cd. de México y, **Motorola International Network Ventures Inc.**, que es una sociedad norteamericana con domicilio en Schaumburg Illinois, E.U.A.

II.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE IRIDIUM

II.4.1 La Red IRIDIUM

Consta de 66 satélites donde cada uno proyecta 48 "spot beam" (37 en su diseño original) en la Banda L, que se traducen en otras tantas células sobre la superficie terrestre, con un diámetro por célula de 650 Km. La agregación de células del conjunto de satélites resulta en un total de 2,849 células, de las que alrededor de 1,600 permanecen activas simultáneamente en un cierto instante, ofreciendo conectividad directa entre dos puntos del planeta.

Esta red en banda L es la encargada de facilitar los enlaces móvil-satélite y satélite-móvil. Superpuesta a ella, existe además una segunda red en banda K_a (22-23 GHz) que permite la interconexión de satélites entre sí y de éstos con las E/T fijas, tanto de comunicaciones como de control. Cada satélite puede establecer hasta cuatro enlaces con otros tantos satélites y hasta dos más (6 en total) con otras tantas E/T fijas.

Los enlaces entre satélites facilitan la conexión a través del espacio entre puntos cualesquiera del globo. En cuanto a los enlaces satélite-E/T fija, permiten soportar comunicaciones simultáneas con dos E/T de comunicaciones o de control por cada satélite.

La red celular IRIDIUM emplea un patrón de reutilización de siete células, que, en conjunto, permite reutilizar más de 200 veces en todo el globo las frecuencias disponibles, lo que se traduce en una eficiencia espectral muy superior a la habitual en los sistemas por satélite.

Estas células son de tamaño aproximadamente constante en el espacio y en el tiempo gracias al empleo de órbitas circulares y de antenas de geometría fija. Pero, al igual que los satélites, se mueven sobre la superficie de la Tierra a una velocidad aproximada de 6.6 Km/s o 23,760 Km/h.

El desplazamiento de las células hace necesaria una función de "hand-over" (traslape) similar al habitual en los sistemas celulares terrenales que efectúan conmutación de llamada en curso al

cambiar el móvil de célula en su desplazamiento, con la diferencia aquí que es la propia célula la que pasa de unos usuarios a otros, y no al revés.

Al imprimir 48 haces (-spot beam-) sobre la superficie de la Tierra, se concentra la capacidad del sistema donde haya un requerimiento de demanda mayor, así como la reasignación de canales en respuesta a la demanda de un consumidor específico ya sea para voz, o servicios de *paging*.

Adicionalmente, un aumento en el diseño en los haces de los satélites podrá reducir substancialmente la interferencia. También podrá permitir una *asignación dinámica* de servicios de voz y *paging* reacomodándolos a la demanda específica del mercado; esta capacidad permite al sistema responder a la demanda del mercado, reasignando canales sobre las regiones más pobladas.

Fig. 3.1 Proyección de una Célula

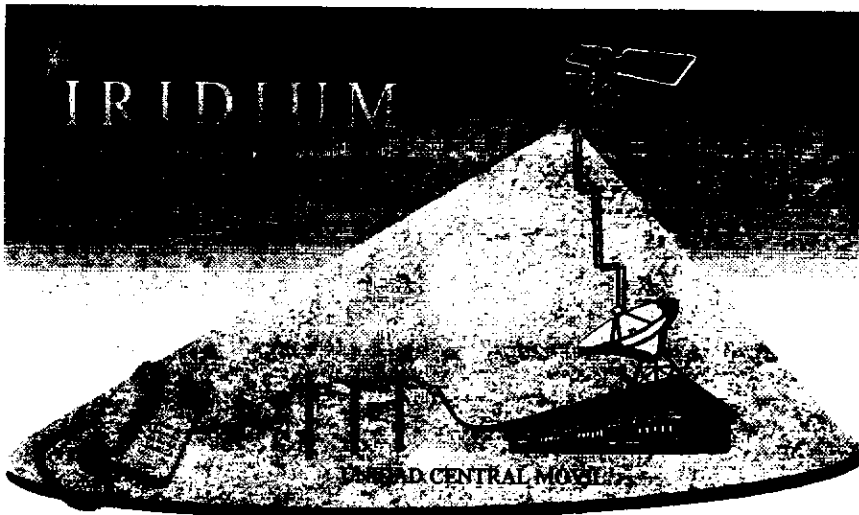
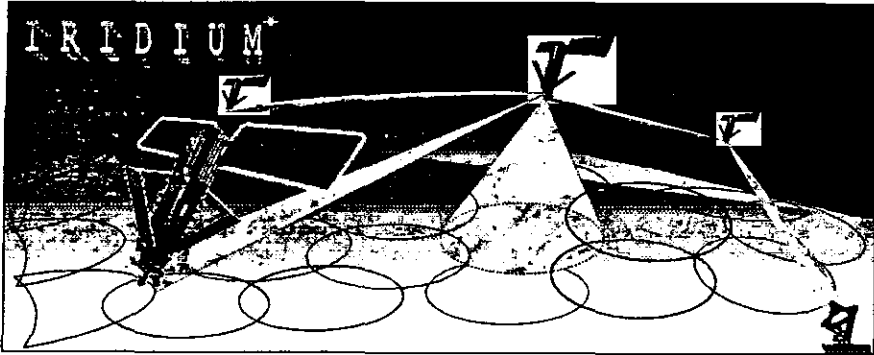


Fig. II.4 Proyección de celdas por la red satelital Iridium



II.4.2 Aspectos Operacionales Generales de IRIDIUM

Cuando un móvil inicia una llamada, la señal se transmite directamente desde el satélite más próximo entre los que sean visibles para el móvil. El satélite a su vez reenvía la señal a una estación terrena fija que comprueba que el terminal está registrado como usuario y tiene autorización para utilizar el sistema. A continuación, la llamada se encamina a través de la constelación de satélites o del sector terreno hacia su destino .

II.4.3 Características Físicas Del Satélite

De su diseño original, la red de satélites asegura que cada punto sobre las superficie de la Tierra estuviese en una continua L.O.S. con cada uno de los satélites, de 1 m. de diámetro y 2 m. de altura, además se les considera inteligentes debido a que pueden conmutar o enrutar las llamadas vía su constelación espacial .

de altura, además se les considera inteligentes debido a que pueden conmutar o enrutar las llamadas vía su constelación espacial .

Los satélites Iridium pesarán aproximadamente 680 Kg.(1,500 Lb.). Su Órbita se localizará a una altitud de 780 Km.

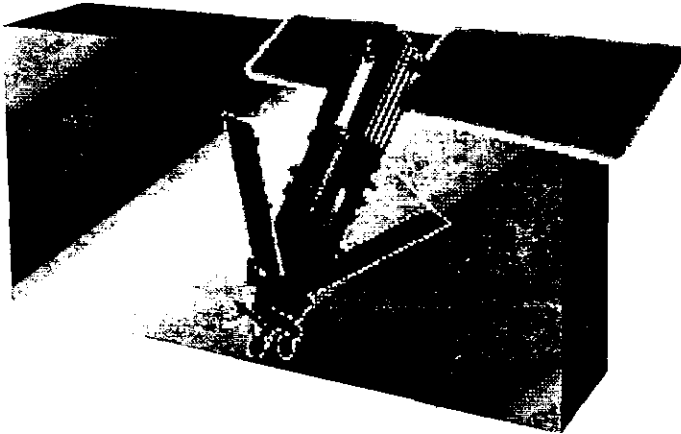
En realidad, la función de los satélites no es muy diferente a la de las torres celulares, pero si diferente de las comunicaciones con satélites geoestacionarios (35,780 Km). Los satélites *LEO's* Iridium así como los recientes avances de la microelectrónica hacen posible la comunicación con un teléfono de *Hand-held* .

Los satélites son desarrollados por la *Motorola Satellite Division -SATCOM-* en Chandler, Arizona, EUA ; los satélites Iridium requieren de grandes *standard's* en su manufactura, y su éxito, principalmente, está en el acoplamiento de su *HW* interno que está ensamblado dentro del satélite.

La gente podrá comunicarse con los satélites en una frecuencia de operación de 1.5 a 1.6 GHz solo arriba de los radiotéfonos celulares terrestres ,adicionalmente a la voz, puede transmitir digitalmente datos a velocidades de 2.4 Kbaudios, y se espera que tengan una vida útil de satélite de 5 a 8 años .

El *Transponder* del satélite es de tipo regenerativo, las señales son enrutadas desde un *Gateway FeederLink* (es el enlace de alimentación de un *Gateway*) por medio de un haz hacia los usuarios móviles en un enlace de bajada *-downlink-* o ya sea enlace de cruce *entre satélites -crosslink's-*, por lo que las llamadas originadas por el usuario serán enrutadas por el mismo haz u otros haces del mismo satélite o ya sea "*crosslinks*" a otro satélite en su cobertura. La duración o permanencia de cada haz es de 1.5 minutos y la duración de la "huella" del satélite será aproximadamente de 11 minutos.

Fig. II.5 El Satélite Iridium



II.5 BANDAS DE FRECUENCIA EMPLEADAS POR EL SISTEMA IRIDIUM

II.5.1 SUS ENLACES DE COMUNICACION

Las frecuencias de comunicaciones, el Radiospectro utilizado por Iridium incluye la *Banda L* de 1616-1625.5 MHz para las comunicaciones de voz, con los subscriptores de Iridium y la *Banda Ka* de 19.4 - 19.6 MHz para los enlaces de bajada (*down link*) y de 29.1 - 29.3 para los enlaces de subida (*up-link*) tanto para los *Gateways* como para las transmisiones de las Estaciones Terrenas .

El sistema Iridium empleará una combinación de FDMA/TDMA (*Frequency Division Multiple Access / Time Division Multiple Access*), multiplexando las señales para hacer más eficientes el uso de la limitación del espectro.

El espectro necesario para Iridium fue dado a conocer en la WARC en Torremolinos, España en 1992, donde fue considerado el espectro de 1610 - 1626.5 MHz, para los servicios de MSS.

El sistema Iridium empleará el rango de frecuencias de 23.18 - 23.38 GHz para los enlaces "crosslink's" espaciales. Esta banda de frecuencia no es lo suficientemente amplia para llevar a cabo el adecuado aislamiento entre el Transmisor y el Receptor en cualquiera de los satélites, ya que si ambos quieren operar simultáneamente, el Transmisor sobre el Satélite puede interferir a su propio Receptor y la comunicación con un satélite adyacente podría resultar imposible.

Para solucionar esto se emplea en el enlace "crosslink" el *Time Division Multiplexing (TDD)*, este método de "enmarcación en tramas" (*Framing*) tiene transmitiendo al satélite en la mitad del tiempo accesado y recibiendo en la otra mitad de tiempo. Este retraso y avance de la comunicación en la misma banda de frecuencias permite hacer posible la comunicación debido a que el satélite no está transmitiendo ni recibiendo simultáneamente.

La desventaja para el TDD, es una reducción en el tiempo disponible de comunicación de datos. Desde que el satélite está consumiendo la mitad del tiempo con su transmisor fuera, tiene que hacerse una reconstrucción para el tiempo perdido. Esto es logrado incrementando la explosión en la velocidad de datos en los crosslink's. La velocidad de datos empleado en el sistema Iridium es de 12.5 Mbps y la velocidad de codificación de corrección de error es de 1/2 de los 25 Mbps de la velocidad de explosión (*burst*).

La transmisión actual es QPSK, con una trama de 9 mseg.: Sobretodo la velocidad de red completa de datos es muy adecuada para el enlace. De hecho, la capacidad extra está construida dentro de la velocidad de datos tomada en cuenta para la posibilidad de una falla en otros enlaces.

Los radio-enlaces son cada uno mantenidos por medio de una antena separada del satélite. Los *crosslinks* hacia el norte y sur tienen una geometría fija. Estas antenas son montadas en cada posible vía en dirección hacia el punto del siguiente satélite que se tenga adelante y de la misma manera para el que se tiene detrás. Los enlaces *crosslinks* este-oeste son, sin embargo, variables en su geometría. Las antenas sobre el satélite están motorizadas y constantemente dirigidas para mantener el enlace. El Procesador a Bordo del satélite no rastrea autónomamente su propia posición en el espacio, pero sí puede obtener el reconocimiento de las posiciones de sus vecinos. Usando esta información, el procesador constantemente computa y procesa los ángulos de posicionamiento de las antenas este-oeste manteniendo el programa para el "cierre" y la reconexión de estos "*crosslinks*" a los cruces polares.

Todas las comunicaciones dentro del sistema Iridium están divididas dentro de paquetes, y estos paquetes son transmitidos hacia fuera de la red de "engranajes" a su destino, donde los paquetes son re-ensamblados completando el mensaje, ya sea de voz o de datos. El enrutamiento físico de estos paquetes dentro de los satélites está basado por un Hardware sofisticado. Esta implementación maximiza la velocidad y la inserción de la comunicación intersatelital. Adicionalmente, el Hardware está provisto con tablas alternantes para los enrutamientos. Estas "tablas alternantes" están provistas para el enrutamiento de paquetes cuando uno de los enlaces "cae" (*goes down*).

Los beneficios del Sistema Iridium ofrecerá al usuario el máximo nivel de calidad en el menor precio posible.

En la emisión de la FCC de Enero 19 de 1994 en su *Notice for Proposed Rule Making* (NPRM) ajusta las aplicaciones para acomodar las nuevas reglas propuestas. De acuerdo a esta propuesta, la Banda de 1610-1626.5/ 2483.5 - 2500 MHz se dividió en dos partes: La parte Baja 11.35 MHz será compartido por los sistemas *CDMA* y los restantes 5.15 MHz para Iridium: Si solo una aplicación de *CDMA* se adjudica la licencia, el espectro para *CDMA* podría ser reducido a 8.25 MHz. Y el restante 3.10 MHz podría ser entonces no asignado para otra aplicación de *CDMA*

o asignarlo a Iridium, pudiendo proveer la necesidad de esta extra capacidad para optimizar al sistema.

II.5.2 Requerimientos De Espectro Radiocléctrico En Banda "L"

IRIDIUM de México requiere para su operación de un ancho de banda total de 5.15 MHz en el rango de frecuencias de 1621.35-1626.25 MHz.

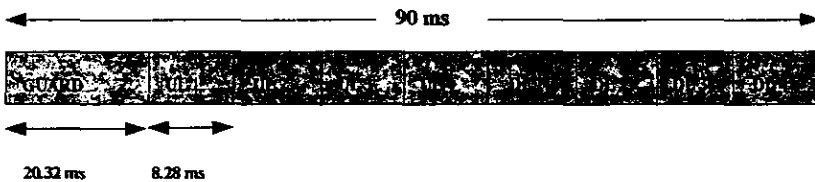
El Ancho de Banda de los canales es de 3.15 KHz transmitiendo con modulación QPSK multiplexada utilizando técnicas de multiplexaje en frecuencia (FDMA) y división en tiempo (TDMA) con ráfagas de 90 ms a una velocidad de 50 Kbps. La siguiente tabla resume las características más relevantes de los enlaces de radio que utiliza el sistema IRIDIUM.

Debido a que el sistema utiliza la división en tiempo las unidades terminales transmiten y reciben en la misma frecuencia. La tecnología de acceso FDMA/TDMA permite que al usuario se le asigne un canal y un espacio de tiempo para la transmisión y recepción de la voz. La siguiente figura muestra la trama de un canal de banda "L" con 8 divisiones de tiempo, las primera 4 para los enlaces de subida teléfono-satélite y los otros 4 para los enlaces de bajada-teléfono.

Fig. ii.6 Resumen de los Parámetros de los enlaces de Radio

Descripción	Unidad	Sat-Usuario Bajada-Subida		Sat-Gateway Bajada Subida		Sat.-Sat.
Multiplexaje		TDMA/FDMA		TDMA/FDMA		TDMA/FDMA
Modulación		QPSK		QPSK		QPSK
Velocidad de Transmisión	(Mbps)	0.05	0.05	6.25	6.25	25
Ancho de Banda por Canal	(KHz)	31.5	31.5	4375	4375	17500
Distancia entre Portadoras	(MHz)	0.0416	0.0416	7.5	7.5	25

Fig. ii.7 Estructura de la Trama de Banda "L"



La cantidad de canales que serán proyectados en nuestro país dependerá del tráfico que se tenga ya que dependiendo de éste se designarán los canales que deban ser utilizados para satisfacer la demanda.

Teóricamente los 5.15 MHz se reducen a 4.65 MHz ya que se requieren 500 KHz para las funciones de mensajería y alerta de subscriptores utilizando para ello la parte alta de la banda. Los 4.65 MHz permiten el asignamiento de 13 sub-bandas de 333.3 KHz, cada sub-banda con 8

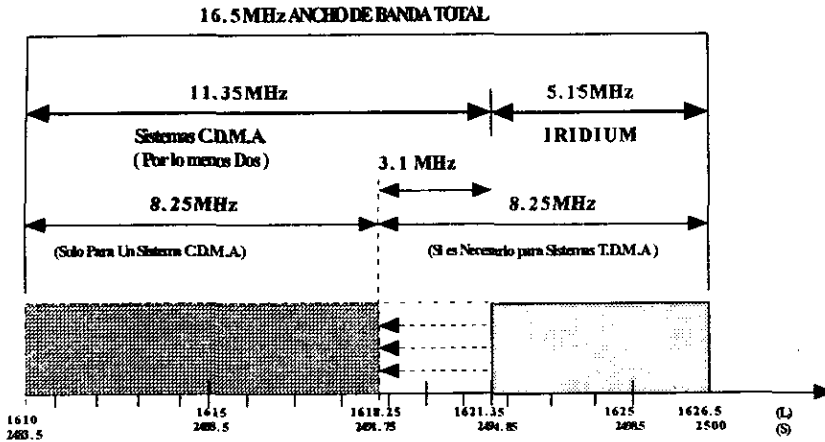
canales nos da un total de 104 canales con un espaciamento de 41.66 KHz que podrán ser utilizados como canales de servicio o de control y acceso al sistema según sean requeridos.

II.5.3 Plan De Compartición Del Espectro Radioeléctrico De Banda "L"

El Plan propuesto consiste en asignar un total de 11.35 MHz en la Banda de 1610-1626.5 MHz para los sistemas implementados con la tecnología CDMA (Code Division Multiplexing Access), mientras que para los sistemas implementados con la tecnología FDMA/TDMA se asignó un total de 5.15 MHz. Las reglas consisten en que si solamente un sistema de tipo CDMA es implementado el plan propuesto asignaría hasta 8.25 MHz en la banda de 1610-1626.5 MHz. dejando despejados los 3.15.

La naturaleza global de los sistemas GMPCS requieren de que exista uniformidad MHz de espectro disponible para posibles re-asignaciones a sistemas con tecnología FDMA/TDMA o bien para otros nuevos sistemas.

Fig. II.8 Asignación de Espectro Radioeléctrico



BANDA 'L' (1610 - 1626.5 MHz) Principal para Enlaces de Subida
BANDA 'S' (2483.5 - 2500 MHz) Principal para Enlaces de Bajada

II.5.4 Requerimientos de Espectro Radioeléctrico en Banda "Ka"

El sistema **IRIDIUM** se comunica con las estaciones terrenas que forman la interfase con las redes públicas terrestres a través de enlaces en banda "Ka", el Gateway que habrá de localizarse en nuestro país requerirá establecer enlaces en esta banda con la constelación satelital.

Cada "Gateway" cuenta con 3 estaciones terrenas y en algunos casos con 4 estaciones para propósitos de diversidad. Las estaciones terrenas mantienen la conexión con los satélites. La E/T asume cualesquiera de las siguientes funciones

1. Rastreo del satélite en turno
2. En espera del siguiente satélite
3. En disponibilidad en caso de falla

Las frecuencias de los enlaces de alimentación del sistema Iridium fueron seleccionadas cuidadosamente para minimizar la interferencia que pudiese presentarse con usuarios dentro de la misma banda. El proceso de la banda tomó en consideración la base de datos de la ITU-BR y la FCC.

La banda de frecuencias requerida por IRIDIUM de México para operar los enlaces de alimentación son los siguientes:

Fig. 09. Bandas de Frecuencias para IRIDIUM en México.

Enlace	Frecuencia	Dirección
Gateway-Satélite	29.1 - 29.3 GHz	Subida
Satélite - Gateway	19.4 - 19.6 GHz	Bajada
Satélite - Satélite	23.18 - 23.38 GHz	Enlaces entre Satélites

El rango de frecuencias mencionado se seleccionó en base a consideraciones de diseño del sistema y a la relativa baja ocupación del espectro a nivel mundial. Estas frecuencias fueron publicadas por la ITU en Abril de 1992 y en Junio de 1993.

Cuatro Administraciones han registrado satélites que utilizan frecuencias en la banda 19.4 - 19.6 GHz, para evitar interferencias el plan de frecuencias de IRIDIUM utilizará frecuencias diferentes y en casos especiales los Gateways podrán situarse en lugares en los que no exista cobertura y por lo tanto ningún riesgo de interferencia.

II.5.5 Corrección Doppler

La E/T se ajusta durante el proceso de búsqueda, mientras que la frecuencia de la portadora se fija en su valor nominal. El proceso de captura se inicia cuando la E/T recibe la señal proveniente del satélite. La E/T transmite una señal al satélite con el Doppler ajustado. La E/T continúa el ajuste del corrimiento debido al efecto Doppler a través de todo el contacto con el satélite.

II.6 NUMERO DE CANALES

Las antenas del satélite "proyectan" 48 haces móviles los cuáles permitirán un reuso de frecuencias de 4 veces; doce celdas compartirán la gama de frecuencia de 10.5 MHz . la cuál está dividida entre 240 portadoras con cuatro canales por portadora , el ancho de banda de los satélites móviles tienen una limitación de canal de 240 portadoras por 4 canales por portadora por cuatro reusos de frecuencia, lo que da un total de 3840 canales pero debido a la limitación de canales está limitado a 1,100 de los cuáles 236 pueden ser enfocados a cualquier haz unitario : si se toma en cuenta el traslape y la cobertura oceánica en cuenta, la capacidad total efectiva del sistema es de :

$$66 \times 1100 \times 0.68 = 49,368 \text{ canales.}$$

La configuración de *Transponder/Antena* emplea tanto una potencia compartida entre haces como una frecuencia compartida dentro del reuso de frecuencias.

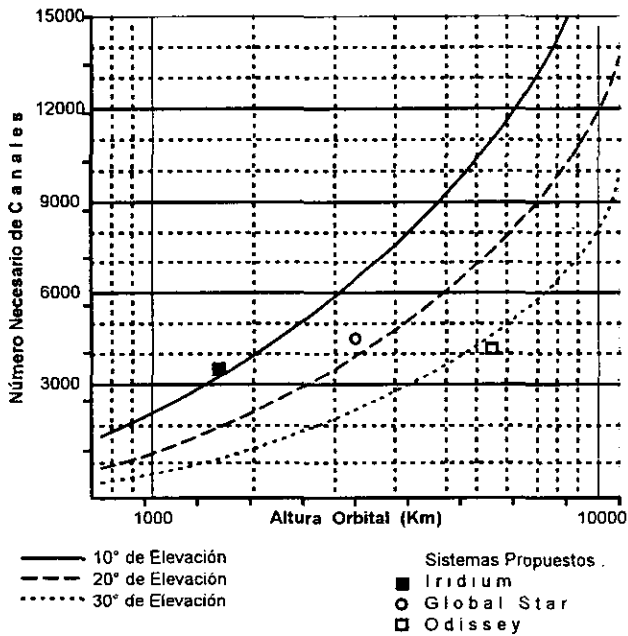
El despliegado de los 66 satélites en el espacio tomará algún tiempo pero una vez que la constelación de satélites sea desplegada estará libre de fallas; en el caso que un satélite falle se creará un hueco migratorio en el patrón de cobertura el cuál será grande en el Ecuador y pequeño en latitudes elevadas, sin embargo ningún lugar en la Tierra será afectado por largo tiempo.

Cada uno de los satélites se mueven, de un lado, hacia el polo norte de la tierra y por el otro hacia el polo sur , con planos adyacentes fuera de fase uno con otro por lo que los planos 1, 3, 5 están en fase al igual que los planos 2, 4, 6, por lo que los planos 1 y 2 están fuera de fase. Los planos 1 y 6 que representan direcciones opuestas y se encuentran separados aproximadamente 17.5°.

En general cada satélite tiene 4 enlaces (*-links-*) : el superior, el inferior, el de derecha y el de izquierda. Sin embargo no hay enlaces entre los planos extremos 1 y 6, por lo que la máxima distancia de *crosslink* está limitada a 2,000 millas náuticas una vista en el centro de 10° o más fue

la requerida para enlazar a la antena del satélite y a una unidad portable debido a la geometría física de los haces proyectados por los satélites.

Fig. ii.10 Relación de Canales/Altitud



II.6.1 Capacidad del Sistema

II.6.1.1 Máximo Número de Canales de Voz por Haz de Transmisión

El satélite Iridium está equipado con 3 antenas de misión principal, cada antena proyectará hacia la tierra 48 células, cada célula puede contar con un máximo de 236 canales.

II.6.1.2 Máximo Número de Canales de Voz por Antena

Cada antena de misión principal podrá transmitir hasta 400 canales de voz simultáneos por un tiempo no mayor que 9 minutos por órbita.

II.6.1.3 Máximo Número de Canales de Voz por Satélite

Cada satélite podrá transmitir un máximo de 1100 canales de voz simultáneos por un tiempo no mayor que 9 minutos por órbita.

II.6.1.4 Capacidad de los enlaces de conexión entre Satélites

Cada satélite podrá transmitir un promedio de 154 canales de voz por órbita. Los mensajes se transmitirán en forma de paquetes. Cada paquete podrá dar cabida a 4 mensajes numéricos de 20 caracteres o un mensaje alfanumérico de 40 caracteres. El satélite podrá transmitir 18.400 paquetes por satélite y por órbita con una frecuencia, por haz de transmisión, no mayor que un paquete por cada 4.32 segundos.

II.6.1.5 Capacidad de los enlaces de Alimentación

Cada enlace podrá transmitir hasta 900 canales de voz simultáneos, un Gateway podrá establecer hasta dos enlaces con un determinado satélite.

CAPITULO III

DESCRIPCION DEL SISTEMA IRIDIUM

Los elementos principales del sistema **IRIDIUM** son: El Segmento Espacial, el Segmento de Control, el Segmento Terrestre y el Segmento del Usuario.

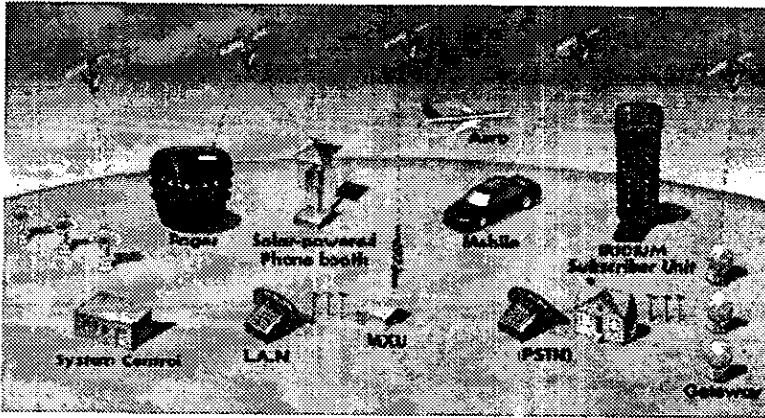
- Segmento Espacial:** Este segmento está constituido por los satélites de comunicaciones que circundarán la tierra proporcionando *cobertura en todo el planeta*.
- Segmento de Control:** El Segmento de Control se refiere a las estaciones terrenas que controlarán y supervisarán la constelación satelital.
- Segmento Terrestre:** El segmento Terrestre está compuesto de las centrales telefónicas y las estaciones terrenas de comunicación con los satélites para manejar la interfase con las redes terrestres.
- Segmento del Subscriptor:** Las unidades del subscriptor son principalmente los dispositivos con que habrá de accederse el sistema **IRIDIUM** (teléfonos y radiolocalizadores).

III.1 SU SEGMENTO ESPACIAL

➤ La Arquitectura de Red Satelital.

El eficiente funcionamiento de la red satelital depende principalmente de la selección de la órbita, el número de satélites y la sofisticación de la tecnología en el satélite.

Fig. iii.1 Visión General del Sistema Iridium



III . 1.1 Órbita del Satélite y Altitud.

La selección de la órbita para la constelación depende de diversos factores como del número de satélites, del tamaño de la antena del satélite, su potencia, el costo y vida útil, su campo de visión terrestre, los ángulos de elevación de *Línea de Visión (Line of Sight -L.O.S.-)* el porcentaje de cobertura de servicio, el efecto de la radiación del cinturón de *Van Allen*, el retraso de Propagación, el consumo de potencia de las terminales manuales y su costo.

Cuando los satélites cuya órbita es muy cerrada a la tierra el rango de inclinación para las transmisiones llega a ser el factor a controlar, de tal forma que puede disminuirse el costo para el requerimiento de un gran número de satélites. Para proveer un servicio tanto fijo como móvil, más satélites se requieren para una cobertura mundial continua.

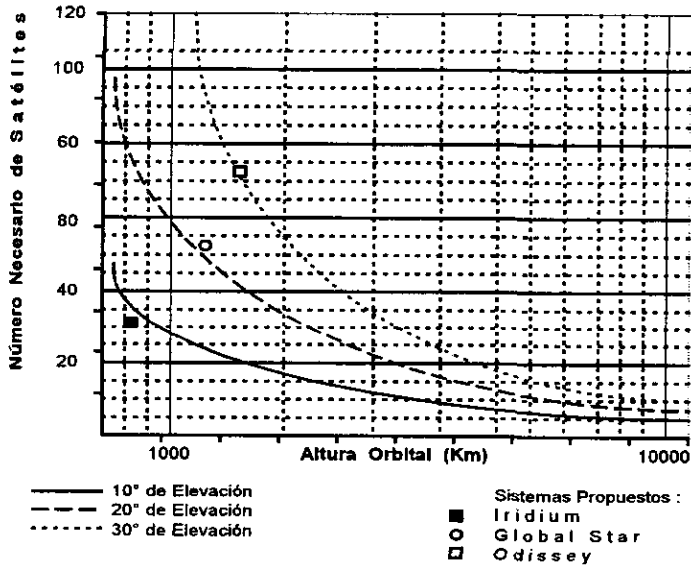
En el sistema **Iridium** la columna vertebral es una constelación de 66 pequeños satélites (77 satélites en su diseño original) en una Órbita Terrestre Polar Global a una altitud de 720 Km. esto permite el uso de radiotelefonos ligeros de consumo bajo de energía, con pequeñas antenas de *Lowprofile (bajo perfil)* comparadas con los requeridos para los utilizados por los satélites geostacionarios localizados a una altitud de más de 35,768 Km.

La Constelación comprende 6 planos de 11 satélites por plano (7 planos en su diseño original) espaciados, cada plano, equitativamente en longitud, de forma que el periodo orbital de cada satélite es de aproximadamente 100 minutos. Los satélites están distribuidos en 6 planos orbitales con una separación de 27° excepto en los polos en donde esta separación se reduce a 17.5° con objeto de contrarrestar la pérdida de cobertura resultante del traslape de señales procedentes de satélites girando en sentido contrario.

El sistema propiciará el uso de terminales móviles y portátiles de dimensiones y características similares a los sistemas celulares terrestres, siendo capaces de trabajar en cualquier punto del planeta ya sea en tierra, mar o aire.

Los satélites son interconectados via enlaces de microondas entre satélites de modo tal que formen una red global en el espacio con acceso a la tierra via los *Gateways*, cada interfaz *Gateway* con la *PSTN* (Public Switching Telephone Network) local provee una área local al usuario o cliente para que esté registrado y tenga la capacidad de interconectarse entre **Iridium** y los usuarios que no tienen acceso a **Iridium**; la red espacial tiene sus ventajas sobre la red terrestre en que esta puede proveer una cobertura global sobre tierra o mar con pocos *Gateways* y provee un servicio al usuario directamente por satélite en lugares remotos sin requerir de un *Gateway* que esté operando dentro de los satélites en *LOS*.

Figura iii.2 Número Necesario de Satélites



Los enlaces de radio entre los usuarios y los satélites operarán entre las bandas de 1600 MHz a 1700 MHz en la región de la *Banda L* mientras los enlaces de alimentación de *Gateway* y los enlaces entre satélites operarán en la porción de los 18 GHz a los 30 GHz en la *Banda K_u*. La *Banda L* está mejor situada para proveer un mejor enlace directo al satélite hacia una terminal del usuario debido a que ofrece una mejor mezcla de relativamente bajas longitudes de onda y baja pérdida de propagación esto incluye utilizar los límites de las frecuencia superior del Hardware comercial económico utilizando las tecnologías disponibles.

Para poder soportar el amplio rango de los servicios de telecomunicaciones el sistema espacial puede ser considerado como una red de engranaje teniendo a cada satélite como un gran nodo de conmutación y será enlazado hacia el nodo satelital adyacente, esto implica un enlace entre satélites o *Intersatellite Link -ISL-*, un *On Board Processing -OBP-* o procesamiento a bordo de Señales y *On Board Switching -OBS-* o Conmutación a Bordo. El OBP puede mejorar el funcionamiento del enlace para la demodulación y remodulación a bordo del satélite, asimismo el OBS puede permitir a los circuitos telefónicos individuales ser conmutados sobre la nave espacial de tal forma que posibilita al satélite poder comunicarse con cientos de terminales localizadas directamente con el cliente usando pequeñas estaciones terrenas o hasta las *Very Small Aperture Ground Terminals -VSAT's-* de avanzada capacidad, así los ISL, OBP Y OBS tienen características técnicas a bajo costo usando técnicas de procesamiento que reduce peso y tiempo de cálculo, las cuales tienen algunas ventajas que pueden considerarse para la configuración inicial de la red espacial, cuando los servicios básicos sean a corto plazo a nivel regional.

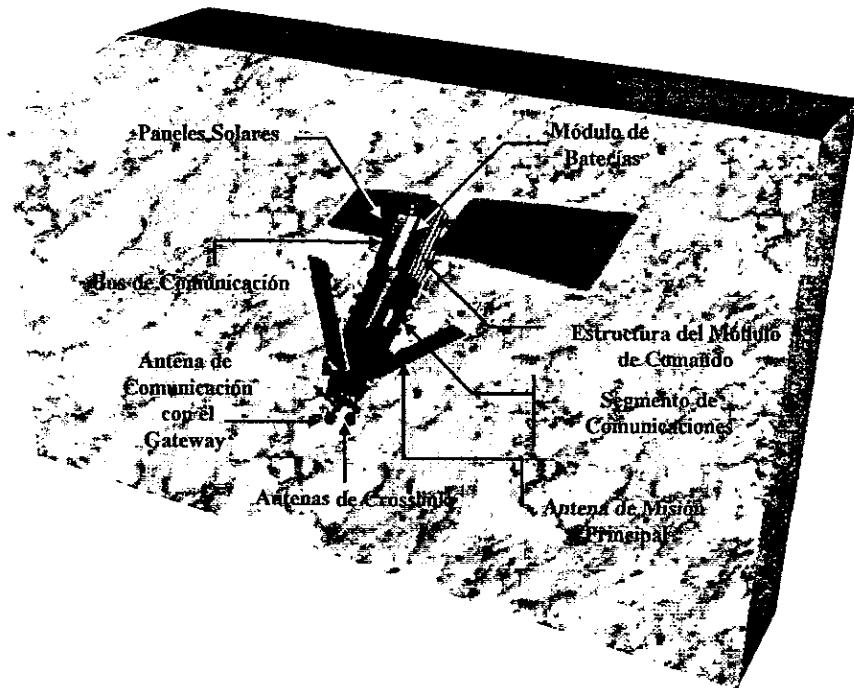
Para tomar ventaja del desarrollo de la tecnología de la red basado en la ATM *-Asynchronous Transfer Mode-* la red espacial puede hacer uso de las técnicas de conmutación de paquete rápido tratando toda la información dentro de la red como si fuera una gran cantidad de pequeños paquetes de longitud fija. La conmutación de paquete rápido combina las ventajas de ductos digitales para demora baja en la conmutación de circuitos y del eficiente manejo del *Multirate Bursty Rate Delay* de la conmutación de paquetes .

III.1.2 El Sistema De Antenas -MMA-

Para proveer el enlace del sistema es necesario el uso de una antena especial llamada **Main Mision Antena -MMA-**(Antena de Misión Principal). La MMA provee el enlace entre los teléfonos *Iridium* y un satélite en el campo de visión de la constelación de satélites *Iridium*. La composición física de la antena es de una capa de Aluminio de forma de panel. La

estructura mide 86 cm. (34") de ancho y 136 cm. (64") de alto y de alrededor de 4 cm. (1.5") de espesor. Su estructura electrónica está montada en la parte trasera, es bastante ligera de aproximadamente 38 Kg. (86 lb.) ; cada antena incluye 106 elementos de radiación donde cada satélite tiene tres antenas idénticas de las cuáles cada una soporta arriba de 16 haces para un total de 48 "spot beam" que proveerá una cobertura fija con respecto a una estación y asegura así un servicio continuo en cualquier parte del globo.

Fig. iii.3 Satélite Iridium



El sistema Iridium está diseñado para tener relativamente estacionarios a los usuarios y en donde las células sean las móviles .

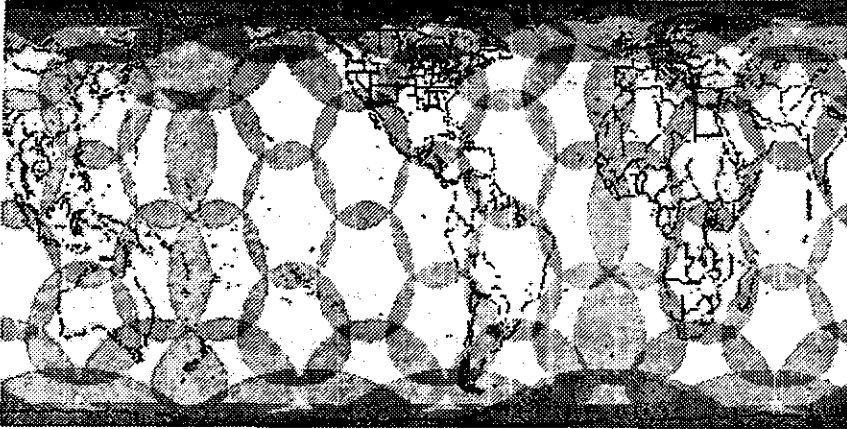
En cuanto a la selección de la ganancia en la antena del satélite:

A una antena que radia en forma igual en cualquier dirección se conoce como poseedora de ganancia unitaria "1", si esa antena solo es diseñada para radiar en uno o dos hemisferios se dice que tiene una ganancia de alrededor de 2 a 3 dB, si el área en la cuál radia - la forma del haz de la antena - está más restringido a solo $\frac{1}{4}$ de la ganancia de antena unitaria y por lo tanto está ganancia es de 4 a 6 dB. y así sucesivamente el haz de antena es limitado y sujeto a una cada vez más pequeña región del espacio y la ganancia de la antena se incrementa.

La Ganancia de la MMA en los Satélites Iridium es de : 1.0 dBi.

Una "huella" de satélite se establece en un área de la Tierra sobre la cuál se cubre la cobertura específica requerida, en el Sistema Iridium se requiere que se tenga una llamada telefónica usando un teléfono Iridium "Hand Held" y donde la calidad de la señal la garantiza un "Link Margin" de 16 dB, por lo que el alto nivel ofrecido por una antena MMA permite lograr un margen de enlace de calidad ("link margin") de 16 dB sin la imposición de algún tipo de posicionamiento especial o a requerimientos de alineación sobre la unidad de Hand-Held.

Fig. iii.4 Patrón de Células Mundiales de Iridium



La MMA está compuesta de 3 ensamblajes de paneles fijos, los cuales proveen 16 haces de cobertura independientes. El múltiple e independiente uso de estos haces permite al sistema Iridium maximizar la capacidad de comunicación via el reuso de las frecuencias localizadas sobre los haces de las antenas particulares.

La MMA y el procesamiento de comunicación a bordo son de vital importancia para el diseño, por lo que la MMA seleccionó un diseño referido como un haz múltiple "activo" de un arreglo de antenas. El término "activo" indica que la MMA y los Amplificadores de Potencia son una parte integral de la antena. De este modo, el arreglo de antena consiste de un ensamblaje de elementos "radiadores" donde cada elemento "radiador" estará "acoplado" directamente a un módulo de Transmisión-Recepción consistente de un paquete de LNA's -Low Noise Amplifier- y Amplificadores de Potencia. Este tipo de implementación maximiza la eficiencia de la MMA tanto en el Transmisor como en el Receptor en su modo operacional, lo que se traduce en un diseño que tolera numerosas fallas en sus elementos sin una grave degradación en su funcionamiento.

Los múltiples haces emitidos son formados y distribuidos por una combinación de señales hacia y desde los elementos "radiadores" con varias fases. El dispositivo que desempeña esta función es llamada un "Beam-Forming-Network" ("Red formadora de Haces"). Esta red provee los 16 haces independientes que forman parte de cada MMA.

Los tres mayores componentes del diseño de la MMA incluyen los elementos de "radiación", la red formada por haces, y el módulo transmisor-receptor.

La principal característica de la MMA es la selección de la construcción de sus materiales, lo que significa un alto rendimiento y un gran ahorro en cuestión de peso. Por lo que una gran ventaja del diseño de Iridium es su ligereza. La MMA "formadora de haces" fue diseñada por las especificaciones de la Anaren Corporation to Raytheon.

El diseño del módulo de transmisión-recepción es clave para el éxito de implementación de la MMA, tanto el transmisor como la porción de recepción del módulo usan el *Monolithic Microwave Integrated Circuit -MMIC-*. La tecnología *MMIC* está constituida por elementos de circuito que se desarrollan en un sustrato común, el cual ofrece un alto grado de integración en un empaque pequeño y ligero así como un ensamblaje de fácil producción. El amplificador receptor emplea un *Gallium Arsenite Field Transistor -GaAsFET-* debido a que es confiable y de bajo ruido. El amplificador transmisor de frecuencia está basado sobre tres requerimientos:

- Productos de baja intermodulación,
- Señales de RF generadas por un amplificador No Lineal (más de una señal de RF transmitida),
- Alta potencia de salida y alta eficiencia (con consumo de potencia baja).

III.1.3 Los enlaces Intersatelitales.

Los "crosslink's" ó enlaces intersatelitales, hacen posible que los satélites Iridium, hagan llamadas de "hand-off" entre satélites en el mismo plano o en el plano orbital adyacente, los enlaces intersatelitales son esenciales para poder proveer una cobertura global; estos enlaces intersatelitales ocuparán la frecuencia K, entre 23.18 - 23.38 MHz.

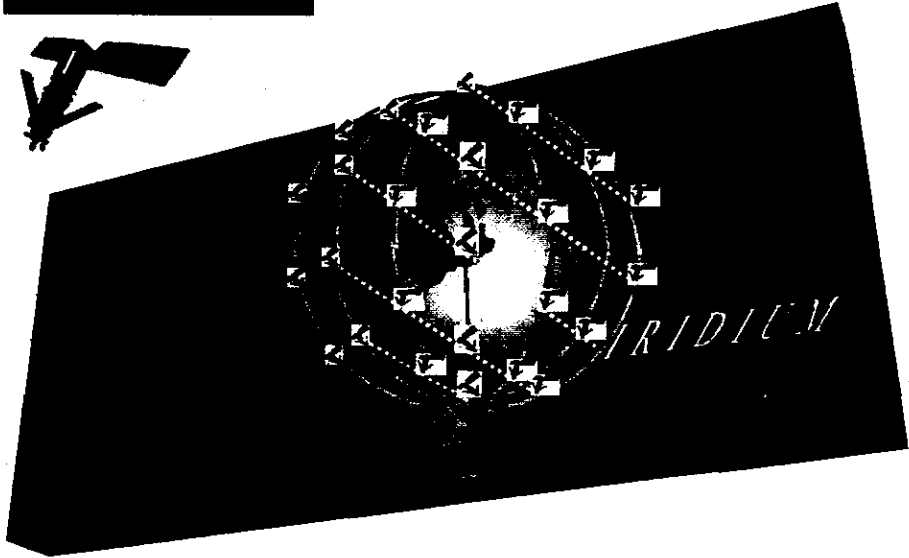
Cada satélite de entre los 66 será conectado por una radiotransmisión hacia otros 4, por lo que la razón principal para el uso de los "crosslink's" en el sistema es reducir el número de Gateway's requeridos para soportar la red de comunicaciones, por lo que permite una cobertura global cubriendo océanos y áreas remotas con baja densidad de tráfico telefónico.

Para asegurar una cobertura en áreas de densidad de población grande se necesitarían más de 100 Gateways, esto es porque una constelación satelital es dinámica, o sea, que se mueve alrededor de la Tierra, cada punto sobre la superficie es a veces cubierto por un satélite y en algunas ocasiones por más de uno, por lo que cuando un punto sobre la Tierra es cubierto por solo un satélite la posición del Gateway debe estar lo más cercano posible para que pueda conectarse a la PSTN y se lleve a cabo la llamada. Como la cobertura de un satélite individual se desplaza hacia otra área otro Gateway debe estar en esa otra área para poder conectarse hacia la PSTN, esto quiere decir que varios Gateways deben estar desplazados sobre toda la superficie de la Tierra para garantizar la conexión mundial, y con esto el costo para la conexión resulta muy elevado.

La llamada por tanto salta de satélite en satélite alrededor del mundo, de este modo, alcanza al satélite para conectarse al Gateway deseado y es liberada hacia la red terrestre por lo que el número de Gateway's en el sistema Iridium no se maneja en consideración de cobertura como en el caso de que no existieran los "crosslink's" ya que el número de Gateway's pueden ser optimizados para servir de acuerdo al requerimiento de las llamadas de los usuarios (bajo demanda) por lo que inicialmente se han planeado 20 Gateway's para el sistema, además, los Gateways pueden estar situados en cualquier lugar conveniente, cercano al centro de conmutación terrestre, esto ayuda a reducir la carga de conexión terrestre que los llamantes internacionales, de otra manera, tendrían que pagar.

La inclusión de los "crosslinks" también permite la comunicación hacia áreas con baja densidad de tráfico telefónico, áreas que no justifican económicamente la instalación de un Gateway por sí mismas.

Figura 51 Enlaces Interconstelares



III.1.4 Link Margin (MARGEN DE ENLACE).

En el sistema Iridium el *Link Margin* asegura una comunicación de calidad. Para que se consiga la calidad en un Radio-enlace son fundamentales la determinación de dos factores :

- ☑ La potencia de la señal de radio cuando esta llega al receptor y,
- ☑ La cantidad de ruido introducido.

El ruido en un enlace de comunicación se encuentra de dos formas: Estático, en las señales convencionales de FM Celulares Analógicas; ó como: dispositivos digitales ó "*dropout*" (en sistemas celulares digitales).

Una parte fundamental en el diseño del enlace involucra la determinación de qué cantidad de ruido estará presente, asegurándose que la potencia en la señal del receptor sea lo suficiente para

superar los efectos del ruido. La relación de la potencia de la señal recibida a el ruido recibido (conocido como “señal-a-ruido” ó “*signal-to-noise*”) es una medida de la calidad en el enlace de comunicación. El objetivo de un “*diseño de enlace*” es, ya sea, determinar cuánta potencia del transmisor se necesita, la ganancia de antena y la sensibilidad en el receptor, que son necesarios para la relación de “*signal-to-noise*” que se tendrá en el Receptor ó verificar si se excede del mínimo requerido para el nivel de funcionamiento deseado.

La cantidad por la cuál el diseño de enlace excede el mínimo requerido se conoce como “*link margin*”, es expresada en decibelios (unidad logarítmica usual) y se refiere a la calidad de un enlace de comunicación. En el sistema Iridium se encuentra un “*link Margin*” de 16 dB que asegura que la potencia liberada en el receptor (ya sea del satélite o del “*hand-set*”) excede el mínimo requerimiento para un factor de 16 dB.

Fig. iii.6 Calidad de la Señal

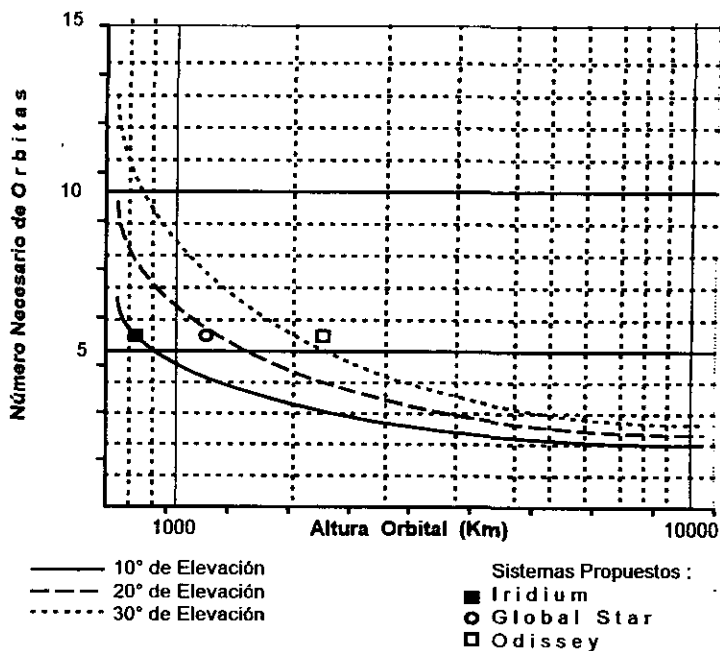


Este margen asegura que la radio señal soportará la atenuación infiltrada por varios ambientes de ruido.

La pérdida en la potencia de la señal debida a la distancia entre el Transmisor y un Receptor es llamada "*Ruta de Pérdida*" (ó *Pérdida de Propagación*) y es un factor determinante en el diseño del enlace.

Por lo que en la selección de la altitud operacional de la constelación de los satélites Iridium está el deseo de minimizar la *Pérdida de Propagación* seleccionado una baja altitud con la cual podrá decrementarse la cantidad de potencia transmitida requerida entre un "*handset*" ó un satélite. (La potencia de la señal en el Receptor es inversamente proporcional a el cuadrado de la distancia entre el Transmisor y el Receptor). En consecuencia, a menor altitud de los satélites, menor potencia es requerida desde ya sea, el satélite o el "*handset*" para establecer un Radio-enlace de calidad.

Fig. iii.7 Número de Órbitas vs. Altura Orbital



III.2 SEGMENTO DE CONTROL

III.2.1 Los Sistemas de Control y TTAC's

Los sistemas de Control funcionarán como el componente central del manejo y administración para el sistema Iridium, este se hará en conjunción con las instalaciones de *Control Maestras* localizadas a las afueras de Washington D.C. al norte de Virginia en E.U.A., la cuál tiene como función el Control de los Satélites y la administración y manejo de la red , adicionalmente los *Centros de Control, Telemetría y Seguimiento* -TTAC's por sus siglas en inglés- están localizados en Hawai y Canadá, enlazados directamente con las instalaciones de *Control Maestro*.

Las instalaciones de TTAC administrarán a la red satelital y regularán la posición del satélite durante su colocación en el lanzamiento, así como su subsecuente órbita.

Debido a su amplia experiencia en las tecnologías innovativas en telecomunicaciones es que Scientific-Atlanta se encuentra trabajando con Iridium, de tal forma que la redes sateliales de Scientific-Atlanta tanto Software como Hardware auxilian en la proporción de comunicaciones tanto de datos y voz a los clientes alrededor del mundo.

Figura 3. Centro de Control del Sistema Iridium



Con **Scientific-Atlanta**, el contrato conraido fue para que proviera de 71 terminales terrestres con un costo aproximado de 70 millones de dólares. Sus técnicos se han propuesto liberar a las terminales terrestres para su instalación en Islandia, Canadá y Hawai así como un sitio de pruebas en Chandler, Arizona, EUA.

Las terminales terrestres incluyen un poliedro de 5m (17 pies) de diámetro en cuyo interior tiene una antena de 3m. (10 ft.) de diámetro que provee una cobertura de respaldo la cual rastreará y transmitirá señales de comando hacia cada uno de los satélites **Iridium** asegurando así que permanezcan en sus órbitas delimitadas, adicionalmente, también proveerán el enlace hacia los *Gateways*, la constelación satelital y la *PSTN*.

Para **Scientific-Atlanta** el reto consiste en mandar frecuencias elevadas de la Tierra hacia los satélites en los enlaces de comunicación, lo cual requiere de un haz angosto que sea capaz de seguir a un satélite pequeño cuya movilidad es de aproximadamente 16,000 millas por hora a través del espacio, ya que a estas frecuencias elevadas los posicionadores o indicadores son muy importantes. *El sistema de seguimiento puede ser flexible pero en caso de requerirlo es maniobrado rigidamente* para obtener seguridad en el seguimiento, con el fin de no perder la conexión.

II.2.2 El Sistema de Control

De esta manera, la constelación de satélites es manejada y monitoreada por el Sistema de Control. Este consistirá de un Sistema de Control maestro, uno de reserva y estaciones terrenas. El sistema de Control Maestro se ubicará en América del Norte y el del respaldo en Italia. Las funciones del segmento de Control son :

- Operación y Control de la Constelación de Satélites*
- Planeación de los Recursos de la Red*
- Operación, Administración y control de la Red de Soporte*
- Detectar, Aislar y Corregir Fallas dentro de la Red*

- Creación y Distribución de datos de Operación*
- Supervisar lanzamientos de los Satélites*

Los centros de operación maestro y de reserva, serán los centros de control para el sistema de comunicaciones **Iridium**, manejarán el estado y buen funcionamiento de los satélites, tarea asignada tradicionalmente a las instalaciones de "control de misión". El centro de operaciones manejará también la red mediante el desarrollo y distribución de tablas de enrutamiento a ser usada por los "Gateways" y satélites del sistema, mediante el enrutamiento del tráfico a través de la red y mediante el control del patrón de células de las antenas de misión principal. Adicionalmente, los centros de operación se manejarán así mismos, por ejemplo, asignando estaciones terrenas a satélites y controlando el flujo de datos entre los centros de operación maestro y de reserva.

El Sistema de Control está compuesto de 3 elementos principales:

1. *Estaciones de Control y Telemetría*
2. *La Red de Operación*
3. *Estaciones Maestras de Control.*

III.2.2.1 Estaciones de Control y Telemetría

Las estaciones de control y telemetría se sitúan cerca de donde puedan tener una mejor visibilidad de los satélites, esto es, cerca de los polos. La localización de las estaciones se detalla a continuación:

- ◆ *Estación de Control y Telemetría Iqulit Canadá*
- ◆ *Estación de Control y Telemetría, Yellowknife, Canadá*
- ◆ *Estación de Control y Telemetría, Hawaii, USA*
- ◆ *Estación de Control y Telemetría, Eldar, Islandia*
- ◆ *Red de Operación*

III.2.2.2 La Red de Operación

La red de operación es un sistema de comunicaciones que enlaza los diferentes componentes del sistema de control. La constelación de satélites Iridium no está involucrada en la red, para la interconexión de los diferentes elementos se utilizan los servicios de satélites comerciales geoestacionarios, es decir, se establece otra red independiente para interconectar a las estaciones de Telemetría y Control y las Estaciones Maestras, la red es utilizada para supervisión e intercambio de información entre los diferentes componentes del sistema.

La red proporciona también conexión con los *Gateways*, las estaciones de lanzamiento de los cohetes espaciales, Estaciones de Radio Astronomía y el área de Ingeniería.

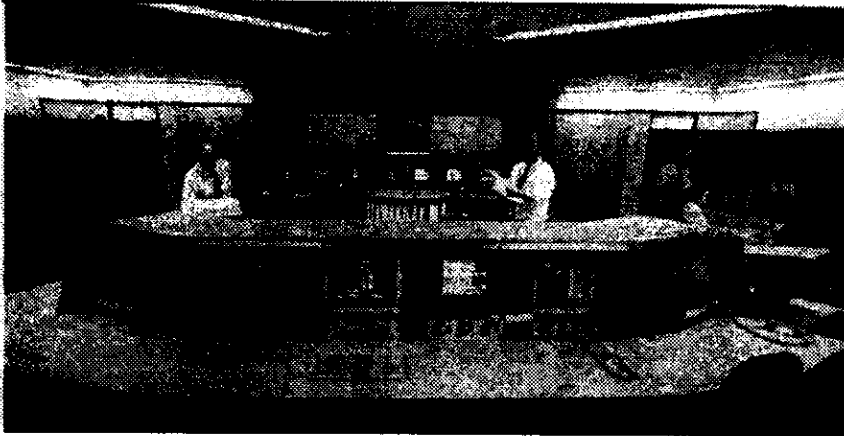
II.2.2.3 Estaciones Maestras de Control

El sistema Iridium contará con tres estaciones maestras:

1. *Estación de Control e Ingeniería de SATCOM en Chandler Az.*
2. *Estación de Control Maestra en Virginia, EUA*
3. *Estación de Control Maestra de Respaldo Localizada en Italia*

La primera función de las estaciones de control se realizará en el centro de control de la División de Satélites de Comunicaciones *Motorola* (SATCOM) desde donde se controlará el lanzamiento inicial de los satélites. Una vez que la totalidad de los satélites se encuentran en su órbita de operación, el papel principal de las Estación de Control será el de supervisar la operación de la constelación satelital.

Fig. 3.19 Estación de Control del Sistema Iridium



La supervisión y control de la constelación se lleva a cabo mediante el rastreo y adquisición de datos de los satélites.

III.2.3 IRIDIUM SERVICE PROVIDER (ISP's)

Los operadores para *Gateways* asignados para Iridium se les conoce como **Iridium Service Provider**- Proveedores de Servicios de Iridium- que operarán en el mercado y distribuirán lo servicios de Iridium, los proveedores de servicios serán responsables de las ventas, tarificación, atención al cliente y otras actividades de tipo acceso inalámbrico; también están los operadores *Gateways* de Iridium que son generalmente los inversionistas de Iridium Inc. que han obtenido los derechos para los servicios en sus respectivos países. Estas compañías operativas regionales construirán los *Gateways* de Iridium. Los operadores *Gateways* serán los responsables de seleccionar a las organizaciones que proveerán servicios para la distribución de servicios. Así como

también serán los responsables de la distribución de servicios hacia los subscriptores incluyendo *marketing*, ventas de equipo, tarificación, atención al cliente y en general administración del subscriptor; las licencias para los ISP's serán autorizadas por los operadores regionales de *Gateway de Iridium* para ofrecer los servicios de *Iridium* en el mercado local, adicionalmente los proveedores de servicios serán capaces de generar las llamadas detalladas, el registro de Tarificación para cobro mensual. Para la comunicación de un teléfono *Iridium* y cualquier otro teléfono en el mundo será transmitido y conmutado por un *Hw* a bordo de los satélites *Iridium*, el cuál *interconectará los satélites Iridium con las redes PSTN's* vía las líneas de los Centros de Conmutación Internacional, de tal forma que un ISP, un administrador de red regional, y un *Gateway* trabajarán estrechamente con los proveedores de servicio.

III.3 SEGMENTO TERRESTRE

Lo constituyen las Estaciones Terrenas fijas, inicialmente unas 20 aunque el diseño de este permite un máximo de 2850 que permiten conmutarse o comunicarse con las redes terrestres telefónicas y de datos, la Estación Terrena realiza las funciones de interfaz entre dichas redes así como la conmutación local y enrutamiento de llamadas.

Estas Estaciones constituirán los nodos de control de la red en lo que se refiere a las funciones relativas a las telecomunicaciones, asignación de canales, localización de móviles, *Hand-Over* o transferencia entre satélites, tarificación , interfaz con las redes terrestres, etc. Realizando asimismo las funciones de acceso donde se emplea una combinación de *FDMA /TDMA* de modulación y de interfaz radio.

III.3.1 Los GATEWAYS

La constelación satelital se interconecta hacia la red pública terrestre a través de centrales de conmutación equipadas con estaciones terrenas de comunicación, a estas centrales se les conoce como *Gateways*.

Estos componentes son claves dentro del segmento terrestre de Iridium son los *Gateways* distribuidos alrededor del mundo, con control de operación de red entre varios países que se enlazarán con Iridium y con las *PSTN's* -Public Switching Telephone Network-. Estos *Gateways* pueden proveer información financiera del cliente y constantemente vigilarán la posición de cada usuario. Las instalaciones de Control del sistema Iridium mantendrán a la red del satélite y a la operación del sistema.

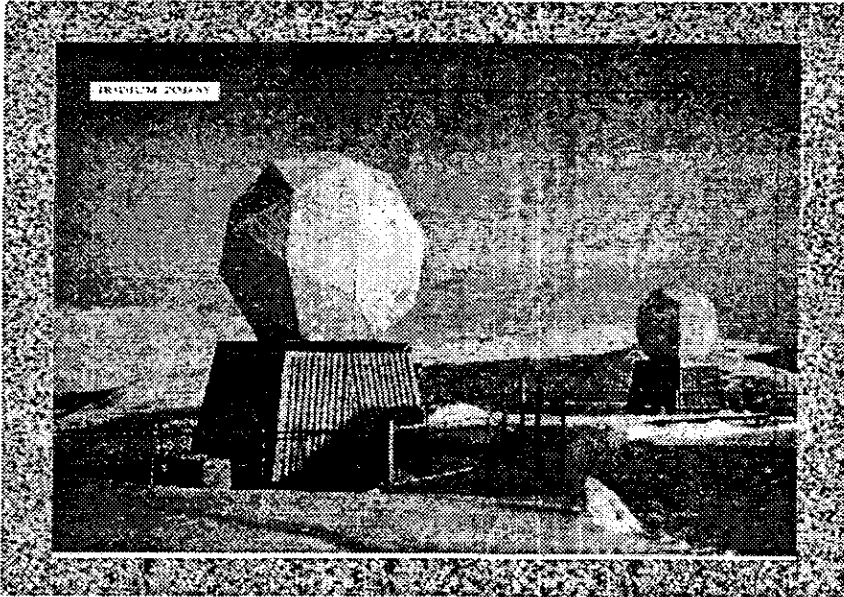
Los *Gateways* también manejan la administración de los subscriptores, los recursos de interconexión, los formatos de señalización, los registros de facturación y muchas otras funciones básicas para el funcionamiento del sistema.

Los *Gateways* se localizan en lugares claves alrededor del mundo. La función de esta red hará posible las comunicaciones entre los teléfonos de Iridium y con cualquier otro teléfono en el mundo. Los *Gateways* serán administrados y operados por los inversionistas de Iridium Inc.

Se han planeado, inicialmente, la operación de 15 *Gateways* ubicados alrededor del mundo en lugares estratégicos para la distribución del tráfico, las ciudades son:

- *Sydney, Australia; Tokyo, Japón; Seúl, Corea del Sur; Beijing, China; Yakarta, Indonesia; Taipei, Taiwan; Bangkok, Tailandia; Bombay, India; Nicosia, Chipre; Moscú, Rusia; Düsseldorf, Alemania; Roma, Italia; Phoenix, EUA; Monterrey, México; Sao Paolo, Brasil.*

Fig. iii.10 El Gateway



La arquitectura de los *Gateways* está basada en los sistemas "GSM" que son el standard europeo para comunicaciones móviles digitales. El standard GSM utiliza tecnología digital de tipo TDMA y ofrece una gran variedad de servicios de valor agregado entre los que destaca la facilidad de mensajería digital. La tecnología GSM es ampliamente utilizada en Europa.

Por lo que la Parte Central del *Gateway* de Iridium es un switch *Siemens EWSD* basado en el *switch D900*, también está basado en el standard *GSM -Global System Mobile Communication-* Europeo celular, el *switch D900* posibilita una marcación de Número Reducida haciendo la integración de los servicios de Iridium con las comunicaciones terrestres. La *GSM* es un sistema

Global para comunicaciones Móviles Europeas que se ha extendido a más de 100 países y cuenta ya con 20 millones de abonados en el mundo, se considera además como la base instalada de telefonía celular digital más grande

Las funciones principales del *Gateway* en el manejo de llamada son :

1. *El establecimiento de Llamadas*
2. *Control y Supervisión de Llamadas*
3. *Liberación de Circuitos*
4. *Administración de usuarios*
5. *Generación de Registros de Facturación*

Las actividades fundamentales de control que desempeña el *Gateway* para cada llamada se describen a continuación:

◆ **Interfase a la Red Pública:**

Los *Gateways* proporcionan la interconexión de la red *Iridium* con la red Pública conmutada permitiendo el establecimiento de llamadas desde y hacia los usuarios del servicio telefónico convencional, así como de otras redes terrestres conectadas a la red pública.

◆ **Roaming**

Los *Gateways* almacenan y procesan la información requerida para soportar la función de *roaming*.

◆ **Enrutamiento**

Proporcionan los datos y la señalización necesaria para enrutar las llamadas en forma apropiada sin importar la localización del usuario.

◆ **Control de Acceso:**

Valida al usuario en cada llamada para determinar si tiene derecho a acceder a la red.

◆ **Facturación**

El sistema registra todas las llamadas para su posterior procesamiento.

El *Gateway* está compuesto de 5 elementos fundamentales:

1. Estaciones Terrenas (Mínimo 3)
2. Controladores de las Estaciones Terrenas
3. Centro de Originación de Mensajes
4. Centro de Operación y Mantenimiento
5. Central de Conmutación

III.3.2 Estaciones Terrenas

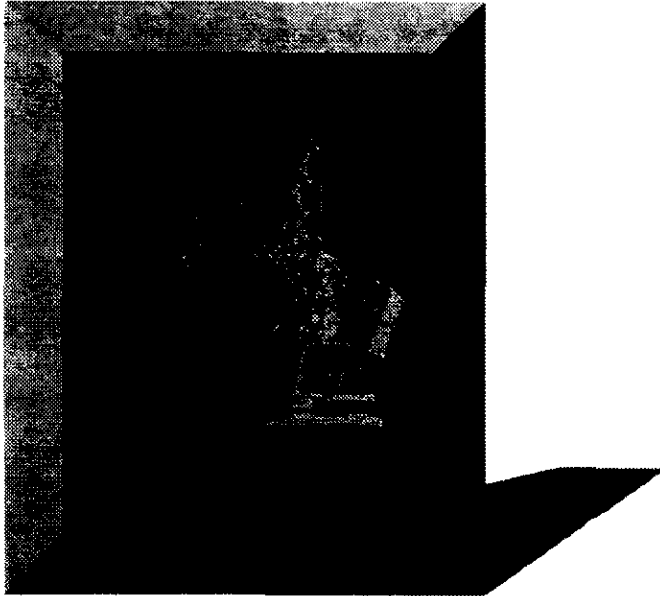
El *Gateway* cuenta como mínimo con 3 estaciones terrenas, cada terminal está compuesta de una antena parabólica provista de mecanismos y sistemas de rastreo para establecer la comunicación con los satélites. En todo momento por lo menos una de las terminales del *Gateway* estará haciendo contacto con la constelación satelital. Los enlaces entre la estación Terrena y los satélites conducirán el tráfico telefónico así como información de control.

Dos de las estaciones terrenas tendrán un papel activo en la operación, una de ellas manteniendo el enlace de comunicación con el satélite que atraviesa por su territorio y la segunda esperando al siguiente satélite. La tercer estación se utilizará en caso de emergencia.

Las tareas básicas que desempeña la estación terrena son las siguientes:

- ◆ Captura: El proceso de captura se refiere al establecimiento de la comunicación con los satélites tan pronto aparecen en el horizonte.
- ◆ Rastreo: Mantiene la comunicación con el satélite durante el tiempo que cruza por el territorio del Gateway asegurando que se tengan los niveles de señal necesarios para una comunicación continua.
- ◆ Re-Adquisición: Es el que provee el Restablecimiento de enlaces.

Fig. III.11 Antena de Seguimiento Control de Draham



III.3.3 Controlador de Terminales Terrenas

El papel principal de los controladores de las terminales terrenas es el manejo de los canales de radio de la interfase con la constelación satelital, desempeñando funciones específicas en la transferencia de tráfico entre los satélites. Las funciones del controlador se dividen en dos :

- ◆ *Subsistemas de Comunicaciones* : El subsistema de Comunicaciones del controlador de las terminales Terrenas (ECS) provee las funciones de control necesarias para mantener comunicación continua entre el *Gateway* y los demás nodos del sistema Iridium.
- ◆ *Subsistema de Transmisión*: El subsistema de transmisión del controlador de las Terminales Terrenas (ETS) es responsable de la interfase con las estaciones terrenas así como de circuito y viceversa.

III.3.4 Centro de Origen de Mensajes

El centro de origen de mensajes proporciona la infraestructura requerida en el *Gateway* para la captura, procesamiento, administración y transmisión de los mensajes a radiolocalizadores.

Algunas de las funciones del Centro de Origen de Mensajes (MOC) son :

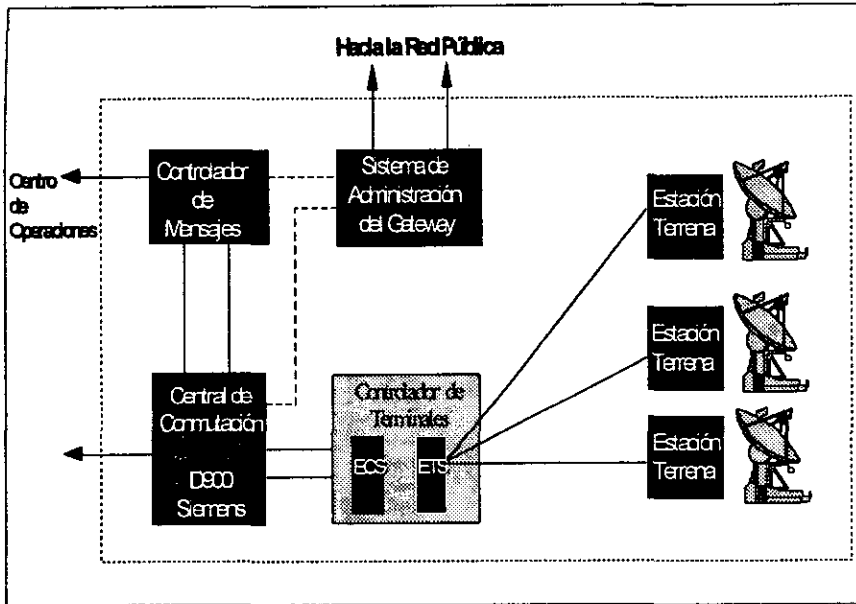
- Controla y administra la base de datos de los subscriptores*
- Realiza el proceso de validación de usuarios*
- Genera reportes de utilización*
- Proporciona el puerto de acceso para la transmisión de mensajes*

III.3.5 Central de Conmutación

La central de conmutación es responsable del procesamiento de llamadas y de las funciones de conmutación. El sistema Iridium empleará centrales de conmutación D900 fabricadas por la compañía Siemens, y Cuyas Tareas serán las siguientes :

- Interfase con la Red Pública*
 - Validación de Subscriptores*
 - Administración de las Bases de Datos HLR y VLR*
 - Análisis e interpretación de Dígitos*
 - Asignamiento de circuitos*
 - Enrutamiento de Llamadas*
 - Generación de registros de facturación*
- etc.*

Fig. 3.1.12 Diagrama General Del *GATEWAY*



III.4 UNIDADES DE USUARIO

El segmento de usuario se refiere a los teléfonos y radiolocalizadores que habrán de utilizar los usuarios del sistema Iridium. La comunicación se logra mediante canales de radiofrecuencia bidireccionales utilizando técnicas de división de frecuencia y a través de ráfagas de señales digitales, utilizando técnicas de acceso con multiplexaje en tiempo. La voz es codificada y decodificada, utilizando algoritmos de codificación de voz desarrollados por Motorola, a una velocidad de 4.8 kbps.

El sistema puede ser operado en las terminales del subscriptor con menos de 600 mW. El equipo subscriptor de Iridium estará disponible con el standard de la industria en cuestión de transmisión de datos como el RS232, para la transportación de datos desde un dispositivo externo sea éste una PC o un FAX.

El sistema propiciará que las terminales de usuarios móviles y portátiles sean de características análogas a los utilizados en los sistemas celulares terrestres.

También se ofrece la capacidad para sentar las bases de los miembros de INMARSAT para que puedan desarrollar y hacer uso de él sin ninguna inversión adicional de capital, estos mercados para servicios celulares de "Hard-Held" tanto para servicios de usuarios náuticos como aéreos hacen de Iridium un mejor y más completo complemento que su competidor INMARSAT.

El Iridium está planeado para funcionar como una parte Integral de las redes públicas terrestres de los países participantes así como autoridades nacionales que tienen el control de la regulación completa tanto de la autorización de las llamadas como de la tarificación.

Fig. iii.13 El Telefono IRIDIUM



♦ **Su funcionamiento:** La terminal "Hand-set" de Usuario buscará para el subscriptor la señal celular terrestre y si ésta señal no está localizada en los sistemas celulares locales entonces se dirigirá al sistema Iridium y la constelación hará llegar la llamada a su destino, esto hace que aumente la capacidad de mercado y que provea mayores áreas para el servicio de Iridium con el teléfono en *Dual Mode*.

Iridium no estará en competencia con los operadores celulares locales sino que será un complemento en mejora de cualquier sistema celular. Los operadores celulares terrestres locales se verán influenciados por esta capacidad de Iridium e influenciarán a sus subscriptores a que contraigan este servicio; los subscriptores mundiales terrestres celulares están estimados en el rango de 100 millones para el año 2001, cuando Iridium esté disponible los operadores celulares podrán ofrecer el servicio Iridium como una parte integral de sus servicios existentes y esta será una nueva fuente de ingresos tanto para la provisión de un servicio de *Roaming* extendido a nivel mundial como para la venta de nuevos *Hand-Set's*.

Los llamantes o *Caller's* de Iridium podrán transmitir cualquier tipo de facilidad digital, por lo que no necesitarán conocer la localización de la persona a quien llaman. Todo esto simplificará la numeración o el número personal marcado para que sea conectado instantáneamente.

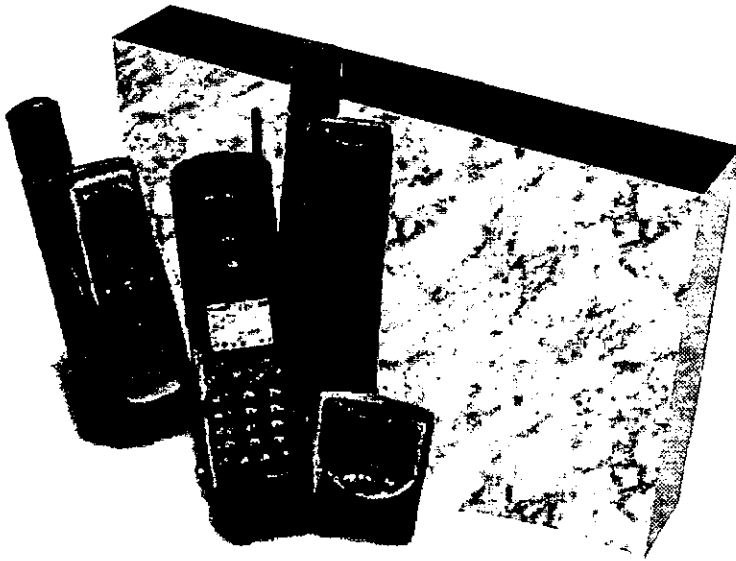
Para cubrir las redes terrestres existirán las cabinas telefónicas con energía solar que están diseñadas para proveer un acceso público a los servicios de Iridium en áreas remotas o aisladas que no cuentan con la infraestructura de las telecomunicaciones existentes. La cabina es ligera, manejable y portátil y será capaz de operar por medio de corriente comercial o solar .

III.4.1 Teléfono Portátil Iridium

El "*Handset*" Iridium es el medio por el cual los llamantes o "callers" se comunicarán directamente hacia la red Iridium, de tipo "*modo Dual*", esto es, permite al teléfono trabajar como un teléfono Celular Inalámbrico en áreas donde existe un sistema celular compatible y

también como un teléfono por vía satélite; esto se traduce en un *Handset* simple para accesos de tipo celular como satelital, su diseño es similar a los teléfonos celulares creados por *Motorola*, los "*Handsets*" de Iridium usarán las facilidades del satélite para un máxima claridad y calidad en la señal.

Fig. iii.14 Múltiples Bandas de IRIDIUM



La vida de las baterías será por lo menos de una hora para conversación continua y de 24 horas para modo en *stand-by*. También se proveerá con una tarjeta inteligente disponible para los teléfonos Iridium (SIM) .

El teléfono Iridium operará, ya sea en modo satelital o en modo dual (satelital y celular). El teléfono dual Iridium estará disponible en varios protocolos celulares y de PCS.

El teléfono Iridium contará con un adaptador para conectarse a una gran variedad de computadoras personales.

Una tarjeta inteligente standard (Tarjeta SIM), del tamaño de una tarjeta de crédito, facilitará la facturación a los subscriptores y los acuerdos de interconexión del sistema Iridium con otras redes.

El teléfono Iridium mide 410 cm³ y pesa 453 gramos.

Una línea de accesorios versátil incluirá una antena externa, unidad para adaptación a móvil y gabinete accesorio. La antena externa puede ser utilizada con o sin el adaptador móvil, para mejorar la calidad de la señal. La unidad para adaptación a móvil permite que el teléfono quede temporal o permanentemente instalado en un vehículo. El gabinete accesorio permite al teléfono Iridium utilizar una fuente auxiliar de energía o baterías adicionales, para extender hasta tres veces más el tiempo de conversación.

III.4.2 Tarjetas SIM

Las Tarjetas de Identificación de Usuario proporcionan flexibilidad y movilidad a los usuarios de IRIDIUM.

Las Tarjetas son dispositivos programables que contienen el número telefónico y almacenan información específica del usuario. Pueden formar parte integral del teléfono o pueden ser utilizadas en forma independiente, insertándose en ranuras especiales.

III.4.3 Radiolocalizador IRIDIUM (*Paging*)

Los Radiolocalizadores (*Pagers*) IRIDIUM son dispositivos operados por batería que monitorean la transmisión de mensajes durante intervalos de tiempo predeterminados. Un reloj interno permite la sincronización del aparato con los lapsos de transmisión con el objeto de aprovechar mejor la energía almacenada en las baterías. El aparato tiene uno de los 4 canales de recepción preasignado y puede ser cambiado de acuerdo al nivel de recepción medida.

El Radiolocalizador IRIDIUM tendrá la capacidad de recibir mensajes de tipo numérico y alfanumérico. Una pantalla de 4 líneas y 80 caracteres, acomoda hasta 63 caracteres, así como información standard de avisos al usuario. También puede soportar 2 idiomas, así como texto con mezcla de los idiomas.

Algunas funciones adicionales del Radiocalizador **IRIDIUM** son: autoluminación electro-luminescente de la pantalla, vibrador, 4 grupos de direcciones, tonos de alerta seleccionables por el usuario, alarma de viaje, reloj integrado, indicador de vida de la batería, indicadores programables y juego de caracteres internacionales.

El Pager **IRIDIUM** es comparable en tamaño y peso a los radiocalizadores terrestres actuales, midiendo 100 cm³ y pesando 105 gramos.

Fig. iii.15 EL PAGER



III.4.4 Servicio Aeronáutico IRIDIUM

El sistema IRIDIUM está diseñado para ofrecer comunicaciones aeronáuticas a pasajeros, utilizando equipos especiales para aeronave. El sistema IRIDIUM proporcionará comunicación aire-tierra y tierra-aire desde los asientos de los pasajeros y para la cabina de los pilotos.

Iridium LLC ha seleccionado a la empresa AlliedSignal, proveedor líder de equipos de aviación, como socio estratégico para incursionar en el mercado aeronáutico. AlliedSignal desarrollará equipo especializado de aviación IRIDIUM, que pueda satisfacer todos los segmentos del mercado aeronáutico. AlliedSignal también guiará los esfuerzos para promover y vender los servicios aeronáuticos de IRIDIUM a la comunidad de la aviación. Se espera que los servicios aeronáuticos de IRIDIUM inicien a mitad del año 1999.

III.4.5 Productos Especiales de IRIDIUM

➤ *Unidades Centrales Móviles -Mobile Exchange Units- MXU-*

Las MXU's semiportables proveerán sitios con control a distancia con acceso igual o compartido con los servicios de Iridium.

La Unidad Multiplexada IRIDIUM (MXU) puede ser instalada temporal o permanentemente para satisfacer varias necesidades de comunicaciones inalámbricas. Se prevé que hasta diez canales por unidad puedan hacer conexiones de voz, datos y fax.

La unidad multi-canales, montable en bastidor standard, puede ser utilizada para conectarse a un conmutador (PBX), a una central celular, a una red telefónica pública conmutada tradicional, a un sistema telefónica pública conmutada tradicional (PSTN), a un sistema local inalámbrico, así como a sistemas a comunicaciones de emergencia. Diseñado para ser robusto, durable y de bajo mantenimiento, el teléfono IRIDIUM de cabina puede ser montado en interiores o en exteriores y puede utilizar energía eléctrica o baterías de energía solar.

Los usuarios podrán utilizar una tarjeta de subscriptor de IRIDIUM (tarjeta SIM), una tarjeta de débito, una tarjeta de crédito o moneda local, dependiendo de las capacidades de la red para verificación de crédito y de las facilidades para recolección de monedas.

III.5 INTERCONEXIÓN A LA RED PÚBLICA

La constelación satelital de Iridium habrá de conectarse a las redes terrestres existentes a través de los "Gateways" cuya función principal es proporcionar la interfase entre ambas redes.

Así, podrán establecerse llamadas originadas o terminadas en cualquiera de ellas con tan solo marcar los dígitos apropiados. El sistema se conecta a la red pública mediante enlaces desde los puntos de presencia de Centrales de Conmutación Internacionales en cada país enrutando el tráfico hacia el Gateway más cercano, el cuál puede estar en el mismo país o en otro diferente.

En un inicio México será atendido por el Gateway localizado en Chandler Az. y se estima que para el año 2000 se establezca un Gateway en la Cd. de Monterrey, N.L. para atender el tráfico de nuestro país y de los Países Centroamericanos. Esto significa que una llamada originada o terminada en nuestro país sería transportada hacia el Gateway localizado en Chandler Az. para su procesamiento e interconexión con la red satelital.

La interfase que soporta el switch Siemens es señalización No. 7 ISUP y en lugares donde no pueda utilizarse este protocolo el sistema soporta MFCR R2.

Todos los países deberán actualizar las centrales telefónicas de los centros internacionales de conmutación así como las centrales locales y demás equipos que se requiera para permitir la marcación y el enrutamiento de las llamadas a los códigos asignados al sistema Iridium a nivel mundial (8816 y 8817).

Cabe destacar que el esquema que contempla el sistema es quien origina la llamada paga el costo de la misma.

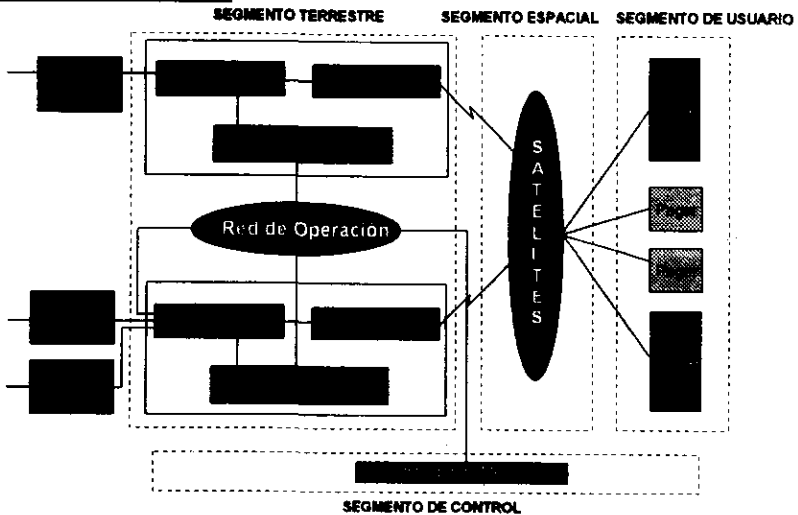
III.5.1 Topología de la Red.

El siguiente diagrama muestra la Topología general de la red Iridium, donde se muestra las interfaces y conexiones de 2 Gateways. Iridium en su etapa inicial estará formado por 15 Gateways :

(Australia, Alemania, Brasil, Estados Unidos, India, Italia, Japón, Corea del Sur, Indonesia, Rusia, China, Taiwan, Tailandia y México).

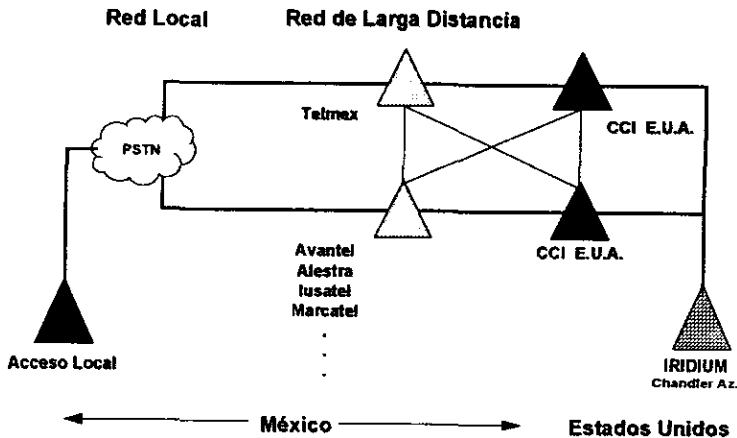
(Ver Figura iii.16).

Fig. iii.16 Topología de la Red



La interfase de Iridium con la red pública conmutada se muestra en la siguiente figura :

Fig. iii.17 Interfase de Iridium con la Red Pública



III.5.2 Escenarios Básicos de Llamadas

♦ Llamada Originada en la Red pública

1. El abonado "A" descuelga su teléfono y marca el número internacional del abonado Iridium destino (ej. 00+8816+322+12345).
2. La red pública reconoce la llamada de tipo internacional y la enruta al prestador de servicios de larga distancia correspondiente.
3. La compañía de larga distancia transporta la llamada y la entrega al prestador de servicios de larga distancia internacional.
4. La compañía de L.D. internacional entrega la llamada al Gateway correspondiente para su procesamiento.

♦ **Llamada Terminada en la Red Pública**

1. *El abonado de Iridium inicia la llamada marcando el número del abonado destino de la red pública.*
2. *El Gateway de origen de la llamada notifica al Gateway de destino.*
3. *El Gateway destino (el más cercano al destino final de la llamada) enruta la llamada al proveedor de servicios de L.D. Internacional correspondiente.*
4. *El proveedor de servicios de L.D.I. transporta la llamada y en su caso la transfiere al proveedor de servicios de L.D. Nacional del país destino.*
5. *El proveedor de L.D. Nacional transporta y entrega la llamada a la red pública.*
6. *La red pública alerta al usuario llamado y establece la conexión.*

Existen obviamente una gran cantidad de escenarios de llamadas cuando se ven involucrados los servicios especiales, los servicios adicionales y los usuarios visitantes o "Roamers". Los escenarios de este tipo de llamadas con respecto a la interfase pública son similares a los descritos con anterioridad.

III.6 SISTEMA DE SOPORTE Y FACTURACIÓN

El Sistema de Soporte y Facturación (*IBSS- IRIDIUM BUSSINESS SUPPORT SYSTEM*) o Sistemas de Negocios de **IRIDIUM**, es el conjunto de sistemas integrados que tienen como objetivo el registro, control y tarificación de la utilización del sistema **IRIDIUM**, el IBSS se compone de los siguientes Subsistemas:

- ◆ *IBS Sistema de Negocio de IRIDIUM*
- ◆ *GBS Sistema de Negocio de Gateway*
- ◆ *SBS Sistema de Negocio de Proveedor de Servicios*

El IBS, tiene como función coordinar, auditar y distribuir información entre los *Gateways* y en su caso el rastrear diferencias y solucionar disputas entre *Gateways*; se compone de sistemas de administración y mantenimiento de las oficinas de negocios, sistemas de conciliación de registros, sistemas de auditoría para errores de comunicación y de sistemas de distribución de registros

El GBS o Sistema de Negocio de *Gateway* está compuesto por los sistemas de facturación, de reporte de fallas, de atención a clientes y bases de datos que contendrán desde el registro de llamada hasta los datos completos del usuario, existen actualmente 3 modelos de operación del GBS:

1. *Se le denomina GBS-SP, y consiste en que el Gateway en sí mismo proveerá el servicio de venta, activación, facturación y cobro, también se maneja la posibilidad de agentes a comisión, que únicamente venderán y activarán el servicio.*
2. *Cliente remoto, la información del cliente estará en la base de datos del GBS, sin embargo, solo el proveedor de servicio tendrá la capacidad para acceder esta información, y la conexión entre el proveedor de servicio y el GBS será remota.*

3. *Proveedor de servicio (con servicio total), de esta forma se entregan los registros de llamada al proveedor de servicios y este se hace cargo de la valuación, facturación y cobro.*

El SBS, son los sistemas que tiene el proveedor de servicio, y cuya función va en base al modelo de operación del Gateway. A continuación se presenta el flujo de una llamada en el IBSS:

- I. *Se registra la llamada en el Gateway.*
- II. *Se envía una red WAN Frame Relay al IBS, donde es clasificado y validado, si llegase a existir alguna discrepancia, pasa al proceso de consolidación y disputas.*
- III. *Se realiza la distribución de registros a los Gateways.*
- IV. *El GBS recibe los registros de llamada, y dependiendo del modelo de operación efectúa lo siguiente:*
 - ◆ *Si se opera con los modelos 1 y 2:*
 - El sistema de facturación recibe los registros*
 - Valúa los registros de acorde a las tarifas y servicios*
 - Convierte la moneda en caso de ser necesario*
 - Factura*
 - ◆ *Si opera con el modelo 3:*
 - Se produce la cinta de roaming para enviar al proveedor de servicios, que a su vez valuará y facturará.*

El IBSS colecta, procesa y distribuye la información vital del cliente en la red de información financiera. La flexibilidad de la tecnología de computación moderna y la capacidad y variedad de SW comercial hace ahora que estas tareas puedan llevarse a cabo.

La interfase de IBSS hacia los sistemas de Tarificación de los proveedores de servicios está basado en un standard de Tarificación de *Roaming* en las cuales se harán las facturaciones, también la *infraestructura telefónica de negocios específica que cada proveedor de servicios también será administrado por la IBSS*; algunos proveedores de servicios tendrán una pequeña infraestructura excepto en aquellas en que requiera de un soporte detallado telefónico de salida. El propósito es de proveer el *SW* necesario para los requerimientos específicos de cada distribuidor de servicios individual, un objetivo clave es asegurar que la proveedora de servicios pueda usar los sistemas de negocios existentes de forma fácil y barata llegando a convertirse en una parte del sistema Iridium. El IBSS ha sido diseñado también para que el *Gateway* pueda proveer un respaldo o *back-up* para un S.P.

III.7 CARACTERISTICAS DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

III.7.1 Técnicas De Acceso y De Modulaci3n

Los enlaces alimentadores (E/T-Sat3lite y Viceversa) y los enlaces "*crosslink's*" operan en la Banda Ka y los enlaces para los m3viles tanto en la Transmisi3n como en la Recepci3n ocupan las frecuencias de 1.616 a 1.6265 GHz, en donde los enlaces para los m3viles operan con *TDD* (Time Division Duplex).

Iridium tendr3 un acceso combinado de *FDMA + TDMA /TDM*; entre el espectro atribuido se sitúan un gran n3mero de portadoras que soportan la transmisi3n m3ltiple *TDM /TDMA*, la misma banda se utiliza para la emisi3n en uno y otro sentido de forma alternativa en el tiempo.

Sobre el enlace m3vil hacia adelante, cada portadora es turnada sobre la duraci3n de canales cuatro veces comprimidos y estar "fuera" tambi3n para el mismo periodo de tiempo. Durante el tiempo que est3n "fuera", se reciben la seÑales en el Sat3lite provenientes de los usuarios m3viles.

El TDD evita el diplexaje ("diplexing") ó la utilización de una antena para un enlace móvil de un segundo satélite, pero para esto se requiere de una estricta sincronización del sistema.

La banda base del usuario es completamente digital, utilizando una alta calidad de codificación de mensajes de voz a una velocidad de 4,800 bps con una codificación de "Envío de corrección de Error"(Forward Error Correction).

La técnica de codificación de voz usada es llamada "Vector Sum Excited Linear Prediction" (VSELP). El codificador de voz VSELP utiliza una "libreta de códigos" con una estructura que permite una alta eficiencia en el proceso de búsqueda.

El Radio-enlace del usuario emplea un *Quarternary Phase-Shift Keying* (QPSK) con una combinación de "Time Division Multiplexing" (Multiplexaje por división en el tiempo-TDD-) y un multiplexaje por división de frecuencia (*Frequency Division Multiplexing-FDM-*). Adicionalmente, la arquitectura celular está provista por el "multiplexaje por División en el espacio".

Los requerimientos de los sistemas móviles a la luz de su integración con la 3a. generación de los sistemas móviles, da como resultado que se tenga definido al segmento espacial como una extensión del segmento terrestre. Un segmento espacial permite una completa integración con éste, por lo que otro requerimiento es la capacidad del segmento Satelital de llevar a la práctica las innovaciones tecnológicas; las cuáles han existido en base a dos técnicas de acceso: CDMA y TDMA en el segmento terrestre.

En particular del TDMA surgen como sus características la *Dinamic Chanell Allocation* (DCA), el Acceso Múltiple de Reservación de Paquetes, Numeración Reducida "Handover", Sincronización (alineación de Trama).

Por otro lado está la Técnica de CDMA (Code Division Multiplexing Access) que tiene como características : el monitoreo en base a la relación C/Io., un "Soft Handover"; por lo que en muchos de los casos las ventajas en términos de eficiencia y flexibilidad de los sistemas demostradas por las innovaciones antedichas en un marco de trabajo para el Segmento Terrestre, son también aplicables para el Segmento Satelital.

Como conclusión se puede decir que no existe una ventaja particular de *CDMA* sobre *TDMA* o viceversa, tanto para los segmentos Terrestre y Satelital. El gran debate en torno a esta comparación entre *CDMA* y *TDMA* es insolucionable hasta ahora; por lo que las características particulares de ambas técnicas de acceso no pueden ser cuantificables fácilmente y tomarse en cuenta para una real comparación, por otro lado, la comparación resultaría estrictamente dependiente sobre las condiciones del ambiente a tratar, como lo son: los medios de interferencia, el sistema (en términos de tipo de servicio, capacidad y desempeño), el estatus tecnológico aplicado, a la vez de su implementación en el sistema, y así sucesivamente.

III.8 SUS SISTEMAS DE ACCESO TERRESTRE Y ESPACIAL

III.8.1 Enlace Espacial

♦ *Cómo es que los enlaces Intersatelitales enrutan una llamada :*

Los requisitos técnicos específicos de la red intersatelital está gobernada por la geometría de la constelación. Los satélites en el sistema Iridium están configurados en 6 planos de 11 satélites cada uno. Los planos están en un órbita cercana a la Polar (86.4° de inclinación). Los planos adyacentes están espaciados 31.587° alrededor del Ecuador, proveyendo entonces una cobertura global. La altitud de los satélites (800 Km. ó 421.5 mn.) provoca un periodo orbital de aproximadamente 100 minutos.

Los satélites dentro de un plano siguen una órbita circular alrededor del mundo, espaciado equitativamente con un ángulo de separación de 32.727° . La geometría relativa entre los satélites y un plano permanecen fijos (para mantener su posición relativa, una estación auxiliar o de custodia es empleada). Sin embargo el posicionamiento de los *crosslink's* tienen una geometría variable.

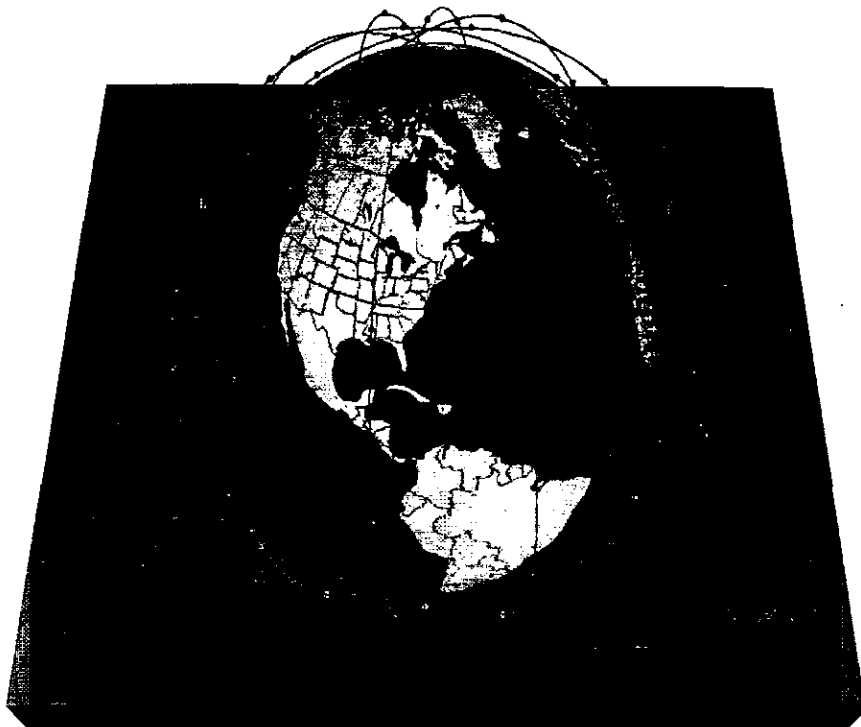
Los planos adyacentes están alejados del Ecuador, y la cobertura orbital de los satélites se aproximarán a los polos. Esto posibilita una variación tanto de los ángulos relativos como en la longitud de la ruta entre dos satélites en planos adyacentes. Esta geometría variable dicta el movimiento de las antenas sobre los satélites en orden para mantener el plano de cruce de los "crosslink's". La geometría es extremadamente complicada y de hecho los satélites de las órbitas adyacentes conmutan su posición relativa después de un cruce por los polos. Por ejemplo:

Un satélite aproximándose al Polo Norte tiene una conexión con un satélite en el plano adyacente a el oeste (a la izquierda del centro del satélite), y una conexión de *crosslink* con un satélite en el plano adyacente al este (a la derecha). Después del cruce por los polos, el satélite que ha sido conectado por el lado izquierdo del centro del satélite está ahora del lado derecho y viceversa. Esto fuerza a la conexión de *crosslink* este-oeste a ser "cerrada" para el periodo de cruce por los polos, y entonces será restablecida para la duración de la siguiente mitad de la órbita.

La posición relativa de los satélites de nuevo se conmutan con el cruce por el Polo Sur; por lo que al salir del cruce por polos nuevamente, la posición relativa de los satélites dentro de una plano permanece fija, y los *crosslinks* esperan conectarse, ahora, en la posición de dirección norte-sur. Solo los *crosslinks* este-oeste están involucrados con un comportamiento de conexión-desconexión.

El tráfico portado sobre los *crosslinks* implica otro conjunto de requerimientos que ya se explicaron; como los *crosslink's* conducen señales de tráfico de voz hacia el sistema, estos necesitan tener la suficiente capacidad para portar no solo la carga de estado constante, sino debe ser tomado para conducir los llamados *picos* en el tráfico. La alternativa que ofrece el *crosslink* puede garantizar y permitir las fallas del equipo sin requerir, ya sea, el reemplazo de satélites o la reducción del funcionamiento de la red.

Fig. iii.18 Vista Global de su Enlace Espacial



III.8.2 Enlace Terrestre

Los sistemas satelitales para las comunicaciones personales se auxilian de dos objetivos:

- i) extender los servicios provistos por las redes públicas a los usuarios móviles;*
- ii) la complementación de los servicios analógicos provistos por las redes terrestres para las comunicaciones móviles en áreas donde la tecnología satelital es más efectiva y económica.*

Concerniente al primer punto, los "Big LEO's" están diseñados para interactuar con las redes conmutadas de circuitos, como la PSTN o la ISDN, complementando la capacidad de una red inteligente necesaria para la movilidad de los usuarios.

Para el segundo punto, en las comunicaciones personales universales, los sistemas satelitales son concebidos como complemento del sistema terrestre para las comunicaciones móviles. Una solución posible es proveer a las terminales "hand-held" con una capacidad de "modo dual". Aquí vale la pena mencionar que en el caso de una interacción con GSM, una vía para implementar este esquema es el uso de servicios suplementarios: ejemplo "transferencia de llamada aún sin respuesta del paging". En este caso, cuando el usuario móvil está en "roaming" fuera de la cobertura celular (por lo que no puede responder al paging), la llamada puede ser enviada en adelanto a la red satelital.

En el caso de el "traslape móvil entre satélites", el satélite que en ese momento sobrevuela, se está moviendo fuera de la línea de vista de la terminal. En este caso, la comunicación es conmutada entre satélites (crosslink). Similarmente, en el caso del "hand-over" entre E/T's, el satélite actual se está moviendo fuera de la visibilidad de la E/T. En este caso, las comunicaciones son conmutadas a otra estación la cuál está dentro de la cobertura del mismo satélite o alternativamente como en Iridium, las comunicaciones son manejadas sobre un nuevo satélite en la visibilidad de la misma E/T.

Iridium es verdaderamente un sistema Global y es casi autosuficiente. Los Gateways son empleados para el establecimiento de un enlace, pero son "pasados por alto" por el canal de información del usuario móvil-al-enlace del usuario. Están incluidos para que el usuario esté, ya sea, en posiciones de llamada móvil-a-fija como inicializando la llamada ó finalizándola en las Estaciones Terrestres.

III.9 INCONVENIENTES TECNICOS

En Iridium la potencia de la señal sobre Tierra está medida en términos de $PIRE/Canal/4R^2$ que da un valor de -121.1 dBW/m^2 cuyo valor está muy alejado del máximo comparándolo con otros sistemas móviles.

La situación financiera de Iridium aparece como buena y estable debido al involucramiento de varias compañías que se han asociado. Sin embargo Iridium es costoso y complejo, aunque fundamentado sobre un buen diseño. Aún así, existen muchas operaciones requeridas para: un levantamiento de llamada, la localización del usuario llamado, así como encontrar su trayectoria y el "trazado" de haces ocupados así como que los satélites pueden estar soportados por su sistema computacional mientras que, casi instantáneamente, la relativa posición de los usuarios, haces y satélites están cambiando rápidamente.

El rápido movimiento del satélite implica un movimiento *Doppler* de típicamente 0.002% de la frecuencia portadora (30 KHz en Banda L).

♦ La Emisión de Espurias

Para las comunicaciones personales móviles globales los sistemas satelitales operan en un espectro adyacente de frecuencias, límites razonables se han establecido sobre estas emisiones indeseables (fuera de banda) que van desde las tecnologías incompatibles sobre cualquier otra banda de frecuencia.

Todas las E/T' móviles, como cualquier otro radio dispositivo, genera una emisión de espurias fuera de su banda de frecuencias asignada. Aún cuando existen Reglas genéricas internacionales de radio regulación para la protección de las comunicaciones terrestres y de otros radio servicios por satélite que eviten las interferencias perjudiciales de las *emisiones indeseables*, no son suficientes para proteger las redes satelitales globales en sus bandas adyacentes de frecuencias. Por lo que, sin

una aceptable reglamentación para limitar las *emisiones indeseables* dentro del espectro adyacente, mucho del espectro disponible, asignado para los servicios móviles de comunicación global, serán inutilizables.

Por lo que una solución es el establecer una mínima especificación para las *emisiones indeseables* desde Terminales Terrestres móviles operando junto con las redes satelitales de comunicación personales. Así que, se creó un Subcomité Técnico de la ETSI para llevar a cabo la aprobación de un *standard* así como la protección adecuada de sistemas adyacentes terrestres y satelitales de una posible interferencia. Este *standard* fue desarrollado entre los principales ponentes de los servicios móviles globales vía satélite. Una vez que este *standard* se haya adoptado, podrá utilizarse como modelo para el desarrollo de una especificación global para las *emisiones indeseables*. *Standard's* similares para la E/T Móviles se están trabajando actualmente por un grupo de estudio de la ITU, lo que facilitará la libre circulación de terminales satelitales móviles alrededor del mundo.

El uso de los enlaces "*crosslinks*" en las redes satelitales LEO's permite una alta comunicación de banda ancha, además de ser más seguro (reduce la posibilidad de intercepción de datos) y requiere menor potencia que sus contrapartes de microondas.

Su uso también introduce muchos nuevos e interesantes problemas de investigación no incluidos en los métodos convencionales. Aunque, presenta el problema de la interrupción de la comunicación causado por fuentes externas de ruido (como la radiación desde el Sol y la Luna) sobre los enlaces láser de "*crosslink*".

Cada canal de comunicación de un enlace láser de "*crosslink*" es mantenido por un transmisor (un láser o un diodo láser) y un Receptor (fotodetector) par. Siempre que a los Fotodetectores se les incide con una fuente de luz concentrada, como el Sol ó la Luna, deben ser protegidos, de otra forma ocurrirá un daño físico en los detectores.¹

¹ Este no es el único modelo posible. Algunos sistemas asumen que la comunicación debe continuar aún con la interferencia solar directa.

Estas fuentes de luz estarán generalmente referidas como posiciones fijas de fuentes de ruido, y juega un papel importante en el desempeño de la comunicación como cambios en la constelación en el tiempo. Durante el tiempo en que incide sobre el sensor una fuente de ruido, el enlace que usa este sensor será interrumpido y permanecerá en este estado hasta asegurarse del establecimiento de la comunicación. Esto se traduce en un incremento de tráfico sobre la red.

Sobre este respecto la constelación de Iridium tiene las siguientes características:

- (i) *la constelación posee un alto grado de regularidad lo cual permite una reducción del estado espacial basado en la simetría,*
- (ii) *la actual demanda en comunicaciones de capacidad elevada hace a Iridium un buen modelo;*
- (iii) *muchas de las especificaciones están disponibles en el dominio público.*

Así, la constelación de Iridium fue modelado usando una función de generación de órbita (utilidad genorb Mil-3's) basado en el *Artificial Satellite Analysis Program (ASAP)*, versión 2.0. El modelo incluye el achatamiento de la Tierra, efectos del Sol y la Luna, incidencia atmosférica, radiación solar y la masa satelital.

Los parámetros de interés utilizados son las coordenadas temporal/espacial, *Field of View (FOV)* y el "umbral" de radiación de fuentes de ruido, posiciones y duraciones. Las coordenadas Temporal/espacial son funciones de la constelación bajo consideración. La duración de la actividad del "crosslink" en un ambiente mínimo de ruido es dependiente de la constelación y el *FOV* de los pares de transmisores/receptores. Cuando el ruido de "umbral" es incluido dentro del análisis, la eficiencia de la red se reduce debido a que han sido bloqueados los "crosslinks" y el incremento se traduce en el flujo de datos hacia una ruta alternativa en la red.

Los satélites (ó enlaces) afectados despliegan mediciones en una familia de curvas, para obtener el porcentaje de satélites (ó enlaces) afectados por una radiación de "umbral" para un *FOV*

particular. Los algoritmos examinan todos los pares de coordenadas del Sol y la Luna para intervalos sucesivos hacia el periodo de la constelación satelital. Para cada intervalo:

El máximo, mínimo y promedio de los satélites afectados por ruido es registrado. Donde :

El máximo provee el peor impacto posible causado por las fuentes de ruido.

El mínimo provee el último impacto posible.

El promedio es obtenido por la acumulación del número de satélites (ó enlaces) afectados para cada par de coordenadas del Sol y la Luna y dividido por el número total de satélites en la constelación y a la vez se obtiene el número de par de coordenadas examinadas.

De acuerdo a pruebas realizadas respecto a los puntos anteriores, se obtiene que, para la constelación Iridium los resultados son de la siguiente manera:

Se muestra el máximo, mínimo y promedio del número de satélites afectados debido a la radiación solar sobre una simulación de 6,000 segundos (correspondientes a un periodo para la constelación) usando un *FOV* de 20°. El valor de 20° fue seleccionado para propósitos de ilustración. De hecho, los datos fueron acumulados para cada *FOV* desde 1° a 45°. La resolución del movimiento satelital fue un conjunto de 10 segundos, correspondiendo al movimiento angular satelital de aproximadamente 0.6°. Este es la mejor resolución angular de la fuente de ruido en el cuadrante de 1°.

Para el trazado de los *enlaces*, hay que notar que el número de enlaces satelitales afectados es igual a la mitad del número de satélites también afectados. Esto implica que el número de satélites con dos ó más enlaces interrumpidos puede ser despreciable.

Ahora para los *enlaces* entre satélites se obtiene una estadística similar. La importancia de estas estadísticas radica en que proveen un pronóstico del límite superior y los porcentajes del efecto de la radiación Solar y Lunar sobre la conectividad del satélite como para los cambios de *FOV*. Aunque es un caso estadístico no muy fiable se asume que para cada punto en el tiempo, los efectos de radiación afectan a un máximo número de satélites.

En comparación con el total de enlaces asignados, la "malla" regular de Iridium demanda 121 enlaces.² El número promedio de enlaces por satélite es entonces $2 \times 121 / 66 = 3.66$.

De todo lo anterior se concluye que para los efectos incluidos con el análisis de la radiación solar y/o lunar sobre los "crosslinks" láser arrojan las siguientes observaciones:

Para un valor pequeño de *FOV* el impacto de la radiación solar será despreciable. Por ejemplo, el máximo número de enlaces afectados para Iridium usando un *FOV* de 1° es de sólo dos. Todavía alcanza un valor razonable para un *FOV* grande. Para un pequeño *FOV*, Iridium es más susceptible a los impactos de satélites (ó enlaces). Esto debe esperarse debido a la regularidad de Iridium. Sin embargo, una vez que el *FOV* es de valor mayor (mayor a 10°) el número de enlaces de Iridium es de 3.66 incrementándose la probabilidad de algún impacto.³

² Para cada plano hay 11 enlaces, como son 6 planos (en su diseño original) el número será de 66. Por lo que, cada satélite tiene enlaces con sus dos planos vecinos excepto entre el primero y el último. Esto da como resultado 55 enlaces adicionales, y el total es 121 (de $66+55=121$).

³ Estos resultados se sacaron de investigaciones realizadas entre la comparación de MSS e Iridium con algoritmos y modelos científicos. Si se quiere consultar más información, en:

International Journal of Satellite Communications, Vol. 12, pp 525-538 (1984) USA,
"A Comparative Study of Solar Interference on the Iridium and MSS Constellations"
C. Ward, T. Chang, T. M. Phillips & P. A. Acuff.

CAPITULO IV. PLAN DE NUMERACIÓN

Los planes de numeración e identificación regulan las interfaces y la iteración de un número considerable de entidades y procesos del sistema de comunicaciones de IRIDIUM.

El MSISDN (*Mobile Subscriber Identification System Directive Number*) es la dirección única del suscriptor IRIDIUM en el plan de numeración internacional. Los suscriptores de IRIDIUM, usuarios visitantes de redes móviles, redes públicas y privadas marcarán el MSISDN del usuario IRIDIUM llamado. El plan de marcación y el plan de numeración definen ésta interface.

IV.1 IDENTIFICACIÓN DEL CÓDIGO DE PAÍS DEL SUSCRIPTOR

El plan de numeración proporciona el mecanismo necesario para identificar el país de origen del usuario en cuestión, a través de un código denominado "Código Geopolítico" (GE) el cual va inmerso en el MSISDN.

IV.2 ENRUTAMIENTO Y TRANSLACIÓN DE CONEXIONES DE SOPORTE

Uno de los criterios para el enrutamiento colectivo de las llamadas está basado en la interpretación de los dígitos, consultando una base de datos, de la cual se obtiene la información, correspondiente a su enrutamiento.

➤ TIPOS DE LLAMADA:

El sistema de comunicaciones de IRIDIUM soporta los siguientes tipos de llamadas:

1. ISU a ISU
2. PSTN a ISU
3. ISU a PSTN
4. Llamadas hacia y desde el MOC

El usuario **IRIDIUM** puede encontrarse en cualquier parte del mundo y a cualquier hora, para lo cual pasa transparente para el abonado. Los usuarios de la red pública pueden llamar desde cualquier país, la llamada será enrutada hacia el ICS via el *Gateway* correspondiente y debe ser enrutada apropiadamente a su destino sin importar el punto de entrada a la red de la llamada.

Existen también la llamadas adicionales hacia y desde los controladores de mensajes para su almacenamiento y recuperación, así como para el manejo de documentos de fax son soportados por el presente plan.

El sistema de comunicación de **IRIDIUM** está basado en la arquitectura de procesamiento de llamadas de los sistemas GMS (*Global Mobile System*) y por lo tanto utiliza en forma extensa el protocolo y procedimiento de señalización número 7 (SS7). Las conexiones de señalización separan los enrutamientos y las translaciones. El sistema de señalización No. 7 se le conoce comúnmente como Translaciones de Títulos globales (GTT). Es una función del SCCP en el protocolo No. 7.

IV.3 ENRUTAMIENTO BASADO EN LA LOCALIZACIÓN DEL USUARIO

El enrutamiento de las llamadas originadas por el usuario se basan en su localización geográfica. Este método de utiliza principalmente debido a la necesidad de enrutar apropiadamente la llamadas de emergencia. El plan de numeración de **IRIDIUM** debe identificar estos servicios de manera independiente para realizar los enrutamientos requeridos.

IV.4 NÚMEROS GRATUITOS

Algunos servicios como el servicio al cliente requerirán el asignamiento de números libres de cargo. Las llamadas de los suscriptores a estos números no tendrán ningún cargo para el usuario y serán fácilmente identificadas por los usuarios, así como de los elementos de procesamiento de llamadas y el sistema de facturación

IV.5 SISTEMA DE MENSAJES DEL GATEWAY

El sistema de Gateway (GWMS) ofrecerá los siguientes servicios.

- Correo de voz
- Notificación de mensajes del Correo de Voz (DMS)
- Mensajes Numéricos
- Mensajes Alfanuméricos
- Complementación de llamadas Mejorada
- Almacenamiento y recuperación remota de Fax

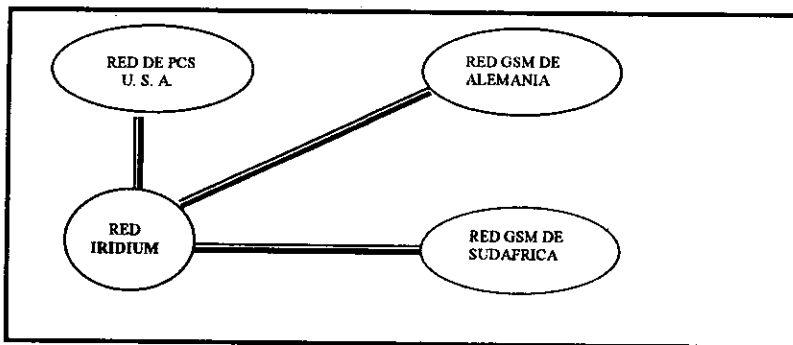
Cada Gateway tendrá su propio sistema de mensajería. Los servicios mencionados se proporcionarán en una amplia variedad de formas que requerirán se contemple en el plan de numeración.

Para manejar la diversidad de servicios proporcionados por los GWMS, un bloque de números es asignado para los usuarios de estos servicios. Estos números se han identificado como números ISDN A - H (*Integrated Service Digital Network tipo A - H*).

IV.6 RELACIÓN CON REDES CELULARES TERRESTRES

INTERRELACIÓN CELULAR

Figura IV.6 Relación de la red IRIDIUM



IRIDIUM se ha adherido al acuerdo de GSM (*Global System Mobile*) y pretende soportar la función de roaming con las redes existentes de GSM. El sistema de comunicaciones de Iridium interactuará con otras redes terrestres celulares tan pronto como las interfaces sean estandarizadas, como se puede observar en la Figura IV.5.

El plan de numeración de Iridium debe ser totalmente compatible con el estándar GSM para facilitar la implementación y minimizar el impacto con las redes celulares que habrán de conectarse al sistema.

IV.7 PLAN DE NUMERACIÓN E IDENTIFICACIÓN

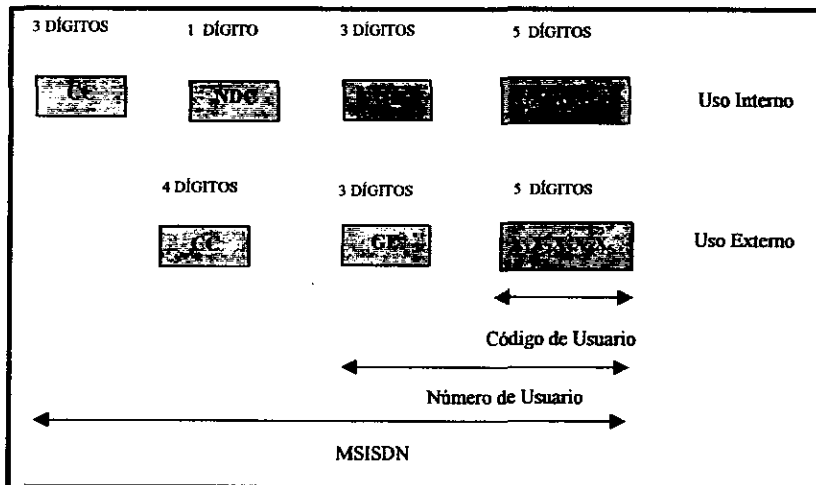
IV.7.1 Estructura del MSISDN

A cada suscriptor de la red *Iridium* se le asigna un número exclusivo MSISDN. Un juego de números MSISDN es asignado también a elementos y servicios de la red. Cada combinación de HLR (*Homer Location Register*) y VLR (*Visited Location Register*) tienen un número de identificación para las transacciones globales. Los usuarios de los servicios de mensajería así como de otros servicios utilizan números ISDN.

El código de país de *Iridium* es de 4 dígitos, dentro de la central de conmutación en cada *Gateway* este número se manejará como un número de 3 dígitos en la base de datos, el cuarto dígito se configurará como un código de destino nacional (NCD). Ésta estructura es transparente para el usuario y se utiliza sólo por cuestiones de simplicidad en el manejo de las centrales de conmutación del sistema **IRIDIUM**. De forma detallada se puede observar en la Figura IV.7.1.

Figura IV.7.1 Estructura del Numero de Suscriptor de IRIDIUM

MSISDN



IV.8 CÓDIGO DE PAÍS

El código de país para el sistema Iridium es de 3 dígitos y es compartido con otros sistemas móviles satelitales, un dígito extra es lo que lo hace único, es por esto que se ha adoptado la nomenclatura de código de país CC y código nacional de destino NDC, sin embargo para el usuario llamante el código siempre será de 4 dígitos CC + NDC.

El código designado por la ITU (*International Telecommunications Union*) para los sistemas móviles satelitales es el "881".

IV.9 CÓDIGO NACIONAL DE DESTINO

La ITU ha designado 2 códigos de destino para el sistema Iridium "dígito 6 y dígito 7", estos valores son denominados como NDC1 Y NDC2. El dígito NDC1 será utilizado para todas las aplicaciones que en principio se requieran dejando el código NDC2 reservado para uso futuro.

IV.10 ENTIDAD GEOPOLÍTICA

El territorio cubierto técnicamente por un *Gateway* puede comprender un país, varios países o partes de países. El conjunto de estas áreas se designa como identidad geopolítica en el sistema de comunicación de Iridium. Las entidades geopolíticas juegan un papel muy importante en la operación del sistema Iridium.

Desde el punto de vista regulatorio de los países que pertenecen a un área geopolítica, el operador del *Gateway* tiene la función de determinar los servicios que pueden ser ofrecidos dentro de su área de cobertura. El *Gateway* de "Casa" es responsable de garantizar el acceso al sistema. Cuando un suscriptor del sistema Iridium genera o recibe una llamada, el sistema determinará su ubicación. El *Gateway* de adscripción o *Gateway* de "Casa" recibirá y evaluará ésta información de ubicación para determinar si la llamada procede o no. Ésta facilidad es esencial para asegurar el cumplimiento de las leyes que restringen las llamadas en los distintos países que pertenecen a una determinada entidad geopolítica o área de cobertura del *Gateway*. En otras palabras, todas las normas legales que rigen los servicios de los que puede disfrutar un usuario del sistema Iridium están almacenados en la base de datos del *Gateway* de Adscripción.

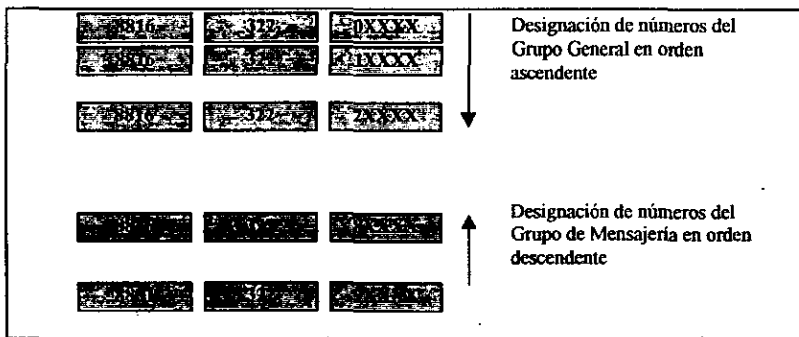
El código geopolítico GE identifica el país de origen del usuario (lugar donde se registró el usuario). En la red Iridium cada país reconocido por la ITU tiene asignado un código geopolítico de 3 dígitos. Para países con más de 100,000 usuarios, se designarán múltiples códigos.

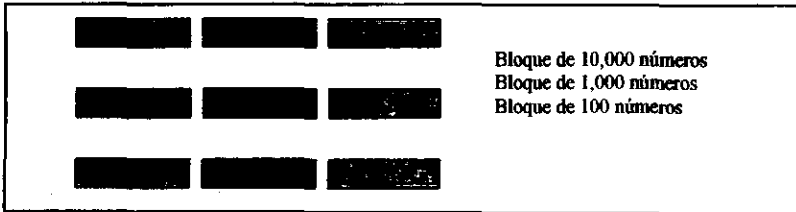
IV.11 CÓDIGO DE USUARIO

➤ BLOQUES DE NÚMEROS

Un bloque Es un juego de números con un dígito inicial común, describiéndose en la Figura IV.11. Un grupo puede consistir de uno o más bloques. El bloque puede variar de 10,000 a 100,000 números. Por ejemplo, el tamaño del bloque de un grupo destinado a mensajes en un país puede ser de 1,000 mientras que otro país pueda necesitar 2 bloques con 10,000 suscriptores en cada uno.

Figura IV.11 Asignación de los bloques de números.





Los códigos de usuario se han dividido en 2 grupos, para tener una mejor administración en la base de datos y por facilidad del usuario:

1. Grupo General

Los números asignados a los suscriptores de servicio de voz, datos y fax, así como los números ISDN requeridos por el subsistema de conmutación pertenecen a este grupo. Un usuario podrá tener asignado uno o varios números dentro de su entidad geopolítica "GE". Por ejemplo, un usuario puede tener asignado cualesquiera de los siguientes números:

Caso 1: 8816 322 54420 MSISDN para servicios de voz
 CCCC GGG 54421 MSISDN para fax
 CCCC GGG 54422 MSISDN para datos

Caso 2: 8816 322 23748 MSISDN para servicios de voz
 CCCC GGG 56742 MSISDN para fax
 CCCC GGG 56742 MSISDN para datos

2. Grupo de Mensajes

Los números asignados a usuarios de servicios de mensajería y servicios de almacenamiento y recuperación de fax pertenecen a este grupo.

La razón por la cual se dividieron los códigos de ésta forma es para facilitar el análisis de dígitos y tener una mejor administración y control de los códigos y rutas que se manejan en el subsistema de conmutación. Por ejemplo, si el grupo de mensajería consiste de un bloc de 10,000 usuarios en una determinada entidad geopolítica, la central de conmutación sólo tiene que analizar hasta el dígito "X1" para enrutar la llamada hacia el Centro de Origenación de Mensajes (MOC).

► **REGLA No. 1**

El número MSISDN asignado a un suscriptor de servicios de servicios de telefonía tendrá el siguiente formato:

CCCC GcGcGc GXXXX

CCCC Código de País

GcGcGc Código de Entidad geopolítica asignado al país de suscripción del usuario.

GXXXX El prefijo "G" denota la pertenencia al "Grupo General"

Los números ISDN asignados a los usuarios tendrán el siguiente formato:

CCCC GcGcGc MXXXX

El dígito "M" denota la pertenencia al "Grupo de Mensajería" seguido de cualquier combinación de dígitos.

► **REGLA No. 2**

Las bases de datos de usuarios locales y visitantes HLR y VLR de la red Iridium son identificadas mediante un número MSISDN único, con el propósito de identificar el intercambio de mensajes de las transacciones globales. Estos números son conocidos como número de HLR y

número de VLR. Para los números de HLR/VLR los dígitos X1 a X5 se identificarán como SXXX1 anteceditos por el código geopolítico GE asignado a un *Gateway*.

CCCC	GgGgGg	SUUUU	MSISDN para VLR/HLR
CCCC	GgGgGg	MUUUU	MSISDN - G
CCCC	GgGgGg	MUUUU	MSISDN - H

CCCC	Código de País de IRIDIUM
GgGgGg	Código de Entidad geopolítica asignado para números de servicio.
SUUUU	Es el dígito que identifica a los números para transacciones globales seguido de un número único.

► REGLA No. 3

CCCC	GiGiGiGi	MUUUU	MSISDN - C
CCCC	GiGiGiGi	MUUUU	MSISDN - D
CCCC	GiGiGiGi	MUUUU	MSISDN - E
CCCC	GiGiGiGi	MUUUU	MSISDN - F

El código GiGiGiGi se designó para los servicios globales proporcionados por Iridium en donde el dígito "M" identifica al "Grupo de Mensajes" y los dígitos "UUUU" identifican inequívocamente el servicio en específico. Una llamada a estos números será terminada en el *Gateway* más cercano en el lugar de enrutarse a un *Gateway* en específico.

▶ **REGLA No. 4**

Los números de los usuarios serán proporcionados a los proveedores de servicio en rangos, los rangos pueden variar desde 100 hasta 10,000 números para cubrir las necesidades de los prestadores de servicios.

Dependiendo de los servicios de que se trate, los números proporcionados, pueden ser de cualquiera de los grupos (General o Mensajes).

Los proveedores de servicio que tengan grandes bases de usuarios podrán contar con múltiples rangos, pudiendo ser estos no continuos.

La razón de lo anterior es que el sistema de facturación pueda identificar por bloques de números a los prestadores de servicios telefónicos y mensajería, no aplica a otros números como los servicios gratuitos y los servicios basados en la ubicación del usuario.

▶ **REGLA No. 5**

Códigos geopolíticos únicos serán asignados a números para los cuales su enrutamiento se basa en la localización del usuario que origina la llamada.

IV.12 DESIGNACIÓN DE CÓDIGOS GEOPOLÍTICOS

La designación de códigos geopolíticos es la clave para la flexibilidad y el crecimiento de los sistemas de comunicación de IRIDIUM. Los códigos GE son designados de acuerdo a los siguientes criterios:

- ◆ Proporcionar recursos apropiados para el manejo de la numeración a los operadores de los Gateways.
- ◆ Considerar expansiones futuras.
- ◆ Asignar bloques consecutivos de códigos para países dentro del mismo territorio.
- ◆ Reservar códigos para expansión del plan de numeración a 15 dígitos.
- ◆ Asignar códigos únicos que identifiquen a los servicios globales.

Un código geopolítico está formado por 3 dígitos G1G2G3, el dígito G1 se ha designado de la siguiente forma:

Diagrama IV 12.1

DESIGNACIÓN DE CÓDIGOS GEOPOLÍTICOS

- 0 : Reservado
- 1 : Reservado
- 2 : Utilizado para códigos geográficos
- 3 : Utilizado para códigos geográficos
- 4 : Utilizado para códigos geográficos
- 5 : Utilizado para códigos geográficos
- 6 : Servicios basados en códigos GE y códigos especiales
- 7 : Reservado para expansión
- 8 : Reservado para expansión
- 9 : Reservado para expansión

La designación de los códigos y de la Numeración, queda entonces, como sigue:

▶ **A.1 Códigos Geográficos**

Los códigos representados en la parte que se extrajo de la tabla A - 1 pueden tener dos estados diferentes:

Designado: El código ha sido designado a un país y pueden asignarse los números requeridos a los usuarios del sistema IRIDIUM para soportar la operación comercial que se iniciará en 1999.

Reservado: El código ha sido asignado al país pero no ha sido activado en el ICS. Su utilización se ha reservado para futura expansión dentro de un rango de números para facilitar la translación y enrutamiento de las llamadas del país en cuestión. Si un país requiere de códigos adicionales estos pueden ser asignados de manera no consecutiva.

A continuación se muestra el segmento de la tabla A - 1 : Códigos geopolíticos y códigos E.212, concerniente al territorio mexicano :

Tabla A.1 Designación de códigos.

CÓDIGOS GE Y E.212 PARA IRIDIUM CENTROAMÉRICA

Gateway Chandler		
Código GE	Código E.212	País o Área Geográfica
	702	
	706	
	334	
	704	
	708	
	714	
	710	
	712	

▶ A.2 Códigos de Servicio de Entidades Geopolíticas.

- ▶ Números MSRN
- ▶ Números sin costo
- ▶ Servicios basados en la ubicación geográfica

Tabla A.2 Designación de códigos para servicios de GEs

Números Internos
Números sin costo
Números de servicios globales
Números de servicios basados en la ubicación geográfica para un máximo de 10 dígitos
Números de servicios basados en la ubicación geográfica

▶ A.3 Asignación de Números

El código de usuario de hasta 5 dígitos X1 X2 X3 X4 X5, el dígito X1 se define como sigue:

Tabla A.3 Asignación de números según el Grupo

Reservado para el Grupo 1
Reservado para el Grupo 2
Reservado para el Grupo 3
Reservado para el Grupo 4
Reservado para el Grupo 5
Reservado para el Grupo 6
Reservado para el Grupo 7
Reservado para el Grupo 8
Reservado para el Grupo 9
Reservado para el Grupo 10

Asignamientos futuros de números dentro de la misma entidad geopolítica se realizarán a través del Departamento de Administración y Operación de la red Iridium. El tamaño de los grupos asignados a una entidad geopolítica variará dependiendo de los requerimientos de cada entidad en específico.

Los códigos en reserva no son activados en el sistema, su uso se reserva para expansiones futuras. La activación de los códigos en reserva requiere de coordinación para actualizar las centrales de conmutación, los sistemas de facturación y los sistemas administrativos serán manejados por Iridium.

CAPITULO V. IRIDIUM Y SU IMPACTO EN EL MERCADO.

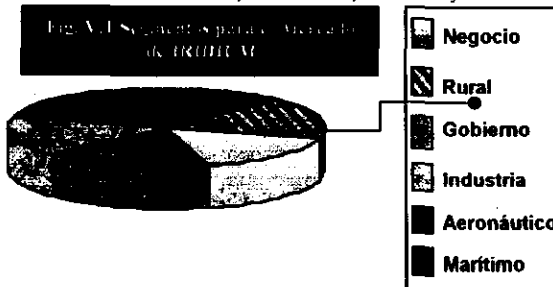
V.1 MERCADO POTENCIAL DE IRIDIUM.

Las telecomunicaciones han experimentado un considerable dinamismo durante los últimos diez años, que se ha traducido en cambios estructurales, organizativos y regulatorios sobre la dinámica de los mercados. Ante este nuevo marco, surgen importantes oportunidades de crear y desarrollar nuevos mercados, apoyándose en la implantación de nuevas redes y servicios soportados por nuevas tecnologías.

Siendo el mercado de las telecomunicaciones móviles uno de los más dinámicos en los últimos años, no debe sorprender que tenga mayor atención. Si tuviera que darse una primera característica de estos mercados sería la de la diversidad de oferta y aplicaciones.

El mercado de los servicios de **IRIDIUM** es el mercado global, portable, personal, voz, *paging* y comunicaciones de datos.

Motorola tiene preparado un pronóstico de mercado para el sistema **IRIDIUM**. El pronóstico de mercado incluye la dirección de 6 segmentos de mercado: Viajeros de negocios, Comunicaciones rurales, de Gobierno, Industrial y Aeronáutico, como se muestra en la figura:



El sistema Iridium no está diseñado para competir con los sistemas tradicionales de líneas terrestres y de comunicaciones celulares, sino que viene a

complementar estos sistemas, incluyendo lugares en donde las comunicaciones tradicionales no son disponibles, tal como en áreas dispersamente pobladas y en países en desarrollo en donde el servicio telefónico no existe.

V.1.1 El segmento de los viajeros de negocios

Este segmento consiste en gente de negocios que decidieron usara los servicios IRIDIUM primordialmente ejecutivos, gerentes, profesionistas y gente de altas ventas para viajes de negocios y por quienes pagan sus servicio sus jefes o las empresas en donde

V.1.2 El segmento del mercado rural

Una de las principales inquietudes tanto de los países en desarrollo como de los desarrollados es el suministro de telecomunicaciones a las zonas rurales. Debido al alto costo que implica el extender una infraestructura terrestre a dichas regiones, el suministro de servicios a las mismas siempre se ha considerado antieconómico. Gracias a su alcance mundial, los sistemas MSS son ideales para mejorar la cobertura de las zonas rurales y remotas. Al suministrar el tono de marcar prácticamente en cualquier parte del planeta, los sistemas MSS permitirán que la "instalación" de la infraestructura de comunicaciones sea tan simple como la distribución de los teléfonos que serán atendidos por dichos sistemas. El servicio puede ser suministrado de inmediato, incluso en aquellas áreas rurales que se encuentran a cientos de millas de distancia de la red terrestre más cercana.

Las localidades rurales, que posiblemente nunca habrían formado parte de las redes terrestres, podrán establecer enlaces de comunicaciones con sistemas MSS. Se utilizarán cabinas telefónicas de alimentación solar en aquellos lugares que carezcan de energía eléctrica o ésta sea infrecuente o inexistente. Se proveerán pronta y fácilmente microteléfonos conectados a sistemas MSS, con

carácter provisional y de acuerdo con las necesidades, a fin de proporcionar comunicaciones regulares, las unidades serán fácilmente reubicadas. De igual modo, los planificadores utilizarán los servicios MSS como medio provisional de comunicaciones en las zonas no atendidas, suministrando a la población local mocroteléfonos, cabinas telefónicas y unidades multilinea, mientras se planifica y construye la infraestructura terrestre requerida en tales zonas.

El suministro de servicio telefónico fuera de las grandes zonas urbanas tendrá un efecto profundo en las economías locales, a medida que los hombres de empresa y los negocios pequeños adquieran acceso a los mercados de mayor magnitud gracias a las telecomunicaciones. Los enlaces mejorados de telecomunicaciones alentarán a las grandes empresas a ampliar sus actividades fuera de las zonas urbanas, y facilitarán el crecimiento y expansión de las empresas nuevas y existentes en las localidades pequeñas. De este modo, se estimularán las economías locales, crearán oportunidades de empleo y ayudarán a frenar, o incluso revertir, la migración de las zonas rurales a las urbanas.

Este segmento incluye áreas rurales donde la población está muy dispersa, vive en aldeas, villas o tiene un área geográfica difícil para su instalación telefónica terrestre, es inadecuado el servicio telefónico, o en países que están en vías de desarrollo.

V.1.3 El segmento del mercado gubernamental

En este segmento sus aplicaciones incluyen a autoridades y representantes gubernamentales para aplicaciones civiles. Algunos uso de los servicios de Iridium serian: al ejecutar una ley, viajes oficiales, lugares donde existan desastres naturales y operar en áreas donde los sistemas tradicionales de comunicación son inadecuados. Este segmento no incluye aplicaciones militares por ejemplo, el United State Drug Enforcement Agency, Secret Service, Coast Guard o Customs, porque resultaría inseguro si muchos de estos grupos utilizan los servicios de IRIDIUM.

V.1.4 El segmento del mercado industrial

Este segmento del mercado abarca los servicios de comunicación global, personal, portátil en sitios remotos industriales y en vehículos de transportación terrestre. En este segmento, se prevé que se utilicen los servicios de **IRIDIUM** en trabajos de producción y supervisores industriales, como manufactureras; exportación de aceite y mineral, gasoductos, construcción, ingeniería, silvicultura y transportación terrestre en lugares donde los servicios de comunicación celular, radiolocalización de vehículos y líneas terrestres son limitadas. Se estima que se utilicen los servicios de **IRIDIUM** por tiempo considerable para la comunicación de negocios, mensaje de emergencia, manejando grandes proyectores en áreas remotas, sensores remotos, servicios de reparación y otras aplicaciones.

En este segmento se usarán las unidades **IRIDIUM** por todo el rango que cubrirá en relación a los negocios y comunicaciones de emergencia, por consiguiente, en este segmento se utilizará por unidades de suscriptor con voz, dato, facsimil, *paging* y con capacidades de geolocalización.

V.1.5 El segmento del mercado aeronáutico

El sistema **IRIDIUM** está diseñado para ofrecer comunicaciones aeronáuticas a pasajeros, utilizando equipos especiales para aeronave. El sistema **IRIDIUM** proporcionará comunicación aire - tierra y tierra - aire desde los asientos de los pasajeros y para la cabina de los pilotos.

El sistema **IRIDIUM** soportará también servicios de seguridad, conocidos como Servicios Aeronáuticos Móviles Satelitales en Ruta, para la comunicación de la cabina de pilotos con las estaciones de tráfico aéreo. El sistema **IRIDIUM** puede ser utilizado en conjunto con otros sistemas (*Inmarsat Aereo - H* y *Aereo - Y*, y *High Frequency Data Link*), para proveer redundancia.

La cobertura global total del sistema IRIDIUM permite las comunicaciones oceánicas, en las capas polares y en las bajas latitudes. Esto permitirá que un solo sistema de comunicaciones proporcione el servicio a los pasajeros y a la cabina de pilotos, casi en cualquier aeronave, operando virtualmente en cualquier lugar del mundo, sin penalizaciones en tamaño, peso o costo. Se espera que los servicios aeronáuticos de IRIDIUM inicien a mitad del año 1999.

V.1.6 El segmento del mercado marítimo

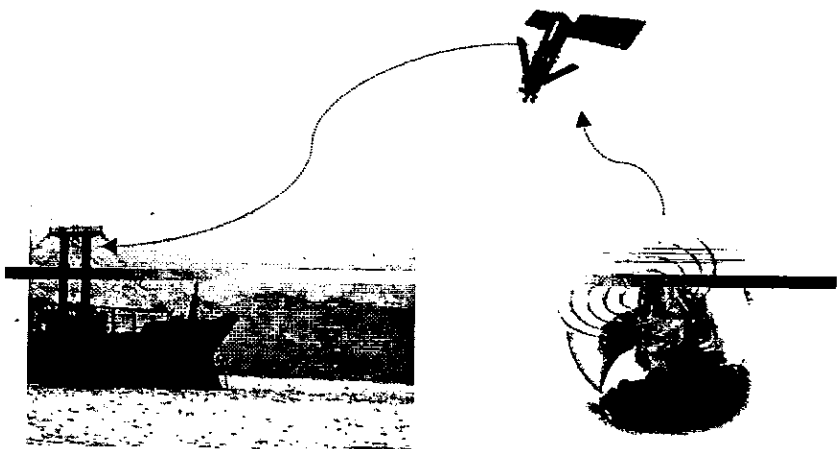
El segmento del mercado Marítimo consiste en complacer a los grandes barcos comerciales que generalmente viajan en aguas internacionales y de embarcaciones de uso primordialmente comercial y aguas costeras, así como territoriales. El segmento del mercado Marítimo se usará para los servicios de Iridium para ambas rutinas y en llamados de emergencia.

Las embarcaciones usan un sistema de radioenlace con capacidad limitada y rango, porque la mejor alternativa, el sistema de comunicaciones por satélite, *Inmarsat* es muy caro.

Para barcos comerciales que generalmente viajan en aguas internacionales y usan el sistema de comunicaciones *Inmarsat*, por medio de un acuerdo formado por la corporación de *Inmarsat*, éste concedió proporcionar comunicaciones por satélite para abarcar en aguas internacionales junto con Iridium.

Los barcos comerciales generalmente no viajan en aguas internacionales y ahora pueden usar cualquiera de las dos terminales: *Inmarsat* ó Iridium, o abrir un sistema de radioenlace con capacidad limitada y rango. Con el sistema Iridium se espera que tenga un costo substancial y ventajas convenientes sobre otros sistemas. En cuanto a los sistemas de radioenlace, se tiene ventajas porque el sistema Iridium es global, portable y digital.

Figura V.1.6 El segmento marítimo.



V.1.7 Otros mercados potenciales

Como demostración en todo el proceso de discusión, este es un número de mercados que puede demandar los servicios de IRIDIUM, pero que no están incluidas en el pronóstico del mercado. Esos mercados incluyen, por ejemplo, los relacionados con comunicación en el aire y mercados gubernamentales seguros. Adicionalmente, el sistema IRIDIUM tiene una gran fuerza de atracción por los servicios celulares terrestres y servicios de satélite regionales de voz y *paging* que operan como celular "gap fillers". Esos mercados estuvieron incluidos por el pronóstico de mercado porque: (1) el regulador aprobó la necesidad de proporcionar esos servicios a esos mercados, (2) esos mercados están protegidos por acuerdos, (3) la demanda puede hacer difícil cualquier estimación o (4) la compañía decidió que es la mejor (o más costo eficiente) alternativa.

De cualquier modo, se tiene una fuerza atrayente de suscriptores de esos mercado , cualquiera de los dos por razones de conveniencia o porque el sistema IRIDIUM es una alternativa superior.

➤ **ASPECTOS CRÍTICOS PARA EL MERCADO.**

Si los mercados de las comunicaciones móviles siguen siendo tan interesantes como se han mostrado, será bueno repasar aquellos aspectos que puedan resultar fundamentales para su desarrollo, antes de analizar los aspectos derivados de la competencia entre servicios, los cuales *tendrían efecto crucial en un mercado más dinámico.*

Los diez aspectos que se van a revisar son los siguientes:

- ▶ Disponibilidad espectral.
- ▶ La regulación
- ▶ La estructura de los mercados
- ▶ Las tarifas
- ▶ Los estándares
- ▶ Las tecnologías
- ▶ El diseño y la operativa
- ▶ Las inversiones
- ▶ La interacción con la red terrestre
- ▶ La dimensión socio- política

➤ *Disponibilidad espectral*

Al estar basados estos servicios en el uso del espectro, las capacidades potenciales, de ubicar los distintos servicios facilitando además la competencia entre proveedores, y la del número de usuarios atendidos, están relacionadas con el espectro disponible en cada país.

Una de las incertidumbres que aparecen ante esta situación, derivada del uso no uniforme del espectro por área geográfica, y es por lo que el desarrollo de ciertos servicios se vea limitado por la disponibilidad de este recurso. La tecnología celular, que permite la reutilización de frecuencias, evitará este efecto en los servicios que la adopten, implementándose densidades mayores de células (microcélulas) en las zonas pobladas. No obstante, difícilmente se podría atender al número de usuarios que existen en la red pública (en la cual, además, múltiples usuarios comparten una misma línea, en la casa o en el trabajo, lo cual no es el caso de las comunicaciones móviles, pudiendo variar los perfiles de tráfico por usuario).

➤ *La regulación*

La regulación tiene múltiples facetas. Una es la ya mencionada asignación de frecuencias a los diferentes servicios. La tarificación, la estandarización, la certificación de los equipos para las redes y de los terminales, la normativa de uso e interconexiones con las redes públicas. Uno de los puntos que puede ser más importante para el desarrollo de los mercados es la de abrirlos a la competencia, otorgando licencias a más de un operador.

➤ *La estructura de los mercados*

Uno de los aspectos que define la regulación es la estructura del mercado, en cuanto a los agentes que pueden operar en él y su papel.

En los mercados de comunicaciones móviles existen siempre los siguientes agentes:

- ▶ *El operador de servicios*, que dispone de la infraestructura fija (estaciones controladoras, estaciones de base, centros de conmutación) necesaria para suministrar el servicio, controlarlo y tarificarlo. En países liberalizados para algunos servicios existen más de un operador.
- ▶ *El operador de la red*, que facilita la infraestructura de conexión fija entre algunos de los centros del operador de servicios y la red terrestre para interconectar usuarios entre ambas redes. En algunos países existen más de un operador de red y en varios países se autoriza al



operador de servicios a dotarse de sus propios medios de transmisión, generalmente vía radioenfances.

- ▶ *El vendedor de terminales*, que es el propio operador del servicio que con la liberalización, los propios fabricantes de venta directa o indirecta efectúan su labor en locales especializados.
- ▶ *El usuario*, no interesado en la norma técnica, sino en el coste, portabilidad, funcionalidad y facilidad de uso. Generalmente son usuarios de negocio, pero con diferentes requisitos funcionales (interconectividad a otras redes, privacidad, facilidades complementarias, etc.) lo que facilita la fragmentación del mercado.

En los mercados actuales más avanzados está apareciendo otro tipo de agente que tiene una gran trascendencia en el desarrollo del mercado:

- ▶ *El proveedor del servicio*. Este agente no dispone de infraestructura, sino que vende el servicio que a su vez ha contratado con el operador del mismo. Tiene la libertad de fijar las tarifas de conexión, de abono y de comunicación, pagando al operador las tarifas oficiales. Además recibe bonos de los operadores por el número de abonados, venta de equipos, etc. Con estas fuentes de ingreso, puede ofrecer los terminales por debajo del coste, financiados por el propio operador del servicio, al mismo tiempo que hacen jugar a las fuerzas del mercado en los aspectos de competencia (agresividad comercial, tarifas, servicio al cliente, más calidad del servicio por parte del operador, etc.), ya que el número de proveedores lo determina su viabilidad en el mercado, y no la limitación espectral como en el caso de los operadores.

Quizá exista el riesgo de que cuando el mercado esté mucho más saturado se produzca una concentración de empresas proveedoras del servicio, pero mientras tanto su contribución a su desarrollo es muy importante. Otro efecto que se puede producir, es que el aumento notable de nuevos usuarios, potenciado por el abaratamiento de los terminales y las tarifas de conexión, no se ve correspondido con los aumentos correspondientes de tráfico, lo que podría aumentar las

dificultades financieras de los operadores que han tenido que extender su infraestructura para poder soportar muchos más terminales.

➤ *Las tarifas*

El coste del servicio y/o del terminal lo hacen selectivo. Parece existir una cierta relación entre el precio del servicio y el nivel de desarrollo del mismo. Ambos efectos remarcan la importancia de llegar a unos precios atractivos para el usuario, máxime si se desea que el servicio llegue al sector personal (no se olvide que se están proponiendo servicios especiales para este mercado). En los países muy regulados las tarifas son aprobadas por el regulador, el cual muchas veces está disociado de una política de desarrollo de mercado. En aquellos en que el mercado está liberalizado, éste actúa como modulador de las tarifas, en función de la demanda soportable y de la cobertura alcanzadas (consecuentemente de las inversiones realizadas), de la rentabilidad necesaria para mantener la viabilidad empresarial, de los objetivos comerciales planificados, etc.

Los condicionantes que han de tenerse en cuenta a la hora de definir la política tarifaria, son los siguientes:

El nivel tarifario de los servicios existentes con los que ha de competir, dado que, de momento, el usuario parece que no vaya a obtener más valor por el precio del servicio; la estructura de los costes de la red, que parecen aconsejar una tarifa basada en la localización, la distancia y el tiempo de uso; los incentivos al uso, que aconsejan una tarifa simple, posiblemente independiente de la distancia, reflejando esta tendencia de coste de la red; el equilibrio razonable entre los cargos realizados por las llamadas entrantes desde la red fija y las salientes hacia la misma; la forma de comercialización, si ésta hace uso de proveedores de servicio que obtengan sus ingresos de una parte de la tarifa; la facilidad de seleccionar la forma de facturación por cada llamada (personal, negocio, crédito, destino); la facilidad de poder contratar sólo las facilidades requeridas, con tarificación diferenciada según las mismas (por ejemplo, sólo para ámbito urbano, con una tarifa

más reducida, téngase en cuenta que hoy por hoy se usa muy poco en ámbitos interregionales o internacionales.

➤ *Los estándares*

Como ya se ha indicado, existen en desarrollo una cantidad de estándares adaptados a servicios específicos, o lo que es lo mismo a aplicaciones concretas de usuario.

➤ *Las tecnologías*

En una dimensión más tecnológica, para aligerar el peso de las terminales, abaratarlos y aumentar la autonomía de su uso, es necesaria la aplicación de una serie de tecnologías avanzadas. Una es la de componentes de alta velocidad; piénsese que los servicios en consideración están ya penetrando la banda de los Giga-Hertz, lo que producirá una concentración de la oferta de componentes para estos sistemas en un menor número de fabricantes. Igualmente podría ser que alguno de estos entrara en estos mercados, como ya lo hizo el hoy líder *Motorola*, compitiendo con los fabricantes tradicionales de equipos.

Otra tecnología es la de *acumuladores o baterías*. de bajo peso y volumen por unidad de potencia, que aumenten la autonomía de los terminales, o les permitan utilizar una menor potencia, por tanto disponer de un mayor alcance, lo que redundaría en la posibilidad de reducir los costes de la infraestructura. Similarmente, deberán operar sobre condiciones ambientales muy dispares, si se busca la universalidad de estos servicios.

Otra tecnología para el desarrollo de estos mercados es la *ingeniería del software*. Se debe remarcar que la movilidad, la prestación de servicios avanzados de red de los considerados dentro de red inteligente, y las capacidades de gestión de red para asegurar la plena interconectabilidad de las redes, son funciones que están básicamente soportadas en software. Nunca hasta ahora una red

de telecomunicaciones ha dependido tanto funcionalmente del software como pueden llegar a depender las futuras redes móviles.

Otra tecnología básica para estos mercado es la de *dispositivos de radiofrecuencia*, tales como antenas, cristales, aislantes, que mejoren las características de la parte de radiocomunicaciones de los dispositivos terminales y de las estaciones.

Existen otras a las que no se les da tanta importancia, *tecnologías misceláneas*, entre las que cabe mencionar a la tecnología de diseño mecánico, para reducir espacio, disipar energía, protección electromagnética, facilitar el uso ergonómico del terminal, tanto en operación como en transporte, etc. Igualmente las relativas a las interfaces de usuario: clavijas, botones, pantallas, micrófonos, altavoces, impresoras para fax o mensajes, etc.

En su conjunto, lo que ofrecen todas estas tecnologías es una variedad de posibilidades de diferenciar la oferta al usuario.

➤ *El diseño y la operativa*

En otra dimensión de la tecnología cabe mencionar los *condicionantes derivados de la operatividad*, para su aplicación a los diferentes elementos de la red. Así, en relación a los terminales, éstos tendrán un mayor contenido en software, para facilitar las funcionalidades inherentes, tales como protección de errores, cifrado, movilidad, el paso de célula o red.

Esta concepción operativa lo que hace es trasladar la mayoría de las funciones a las matrices de conmutación (MSSC), que se encargan tanto de gestionar la movilidad y proveer las facilidades adicionales, lo que significa: la verificación de la autenticidad del usuario, la actualización de su localización, el manejar el cambio de célula, el dirigir los mensajes hacia el usuario, el proveer los servicios complementarios que sean requeridos, etc. Todas estas funciones hacen que el elemento crítico para el diseño sea el software y la capacidad de proceso. Obviamente la asignación de las

funciones a los respectivos centros es una decisión importante, por su impacto en el coste global de la red, dado el diferente número de sistemas de cada tipo que la configuran.

En relación a la interconectividad entre redes, es preciso señalar la necesaria conectividad entre los centros de Operación y Mantenimiento, estando todavía en fase de definición los interfaces entre estos centros.

➤ *Las inversiones*

El desarrollo de una tecnología para un nuevo tipo de red es muy superior al necesario para desarrollar los sistemas para integrarse en una red existente (caso, por ejemplo, de un equipo de transmisión o de un conmutador de datos). Esto significa que para el desarrollo del conjunto de sistemas o equipos para cualquiera de las redes consideradas, es necesario un esfuerzo enorme, sólo asumible por grandes empresas, o por acuerdos de colaboración entre éstas.

A este enorme esfuerzo inversor por parte de las empresas de se sumarán los altos costes de fabricación iniciales de los productos, lo que deberá tener su reflejo en el coste inicial de los equipos fabricados, hasta que se alcance la economía de escala suficiente para abaratarlos. Siendo el mercado estimado de terminales el doble que el de equipos, es previsible que el efecto sea menor sobre esos dispositivos.

Si a estos problemas se les añade, el de la competencia en los mercados, que conducirá el precio de los productos a la baja, reduciendo los márgenes comerciales, y la posible reducción de los mercados de productos de las tecnologías actuales, al ser, en algunos casos, la nueva una tecnología de sustitución, se puede intuir el esfuerzo financiero de los fabricantes.

El esfuerzo financiero para soportar las inversiones es tan importante que no sorprende la formación de consorcios internacionales, para obtener las licencias de operador en aquellos países donde el operador local no puede asumir las inversiones por sí mismo, al igual que en aquellos que se abren a la competencia. Debe tenerse en cuenta que muchos de los mercados que estamos

considerando tienen un tamaño muy importante, siendo además de alta rentabilidad, de ahí su atracción.

➤ *La interacción con la red terrestre.*

Esto se traduce en el hecho de que en zonas con baja densidad de tráfico se justifica más la inversión en un bucle de tipo radio mientras que si la densidad es alta se justifica más invertir en el bucle de cobre.

➤ *La dimensión sociopolítica*

Aunque estos son aspectos tangenciales al tema del desarrollo de los mercados conviene mencionarlos, para poder dar una respuesta adecuada a los mismos.

Uno de estos aspectos es el ecológico. El gran número de estaciones terrenas por instalarse, pudiera considerarse una agresión a determinados hábitats. No se olvide que una tecnología también en desarrollo, la fibra óptica, está reclamando su oportunidad para eliminar el bosque de antenas colectivas, y en menor medida el de parabólicas, para la recepción de las señales de televisión, lo que pudiera extenderse a las estaciones de base. La eliminación de baterías usadas puede ser otro tema de debate.

Otro aspecto de inquietud es el riesgo biológico de daños para la salud, aumentados con la proliferación de altas frecuencias, microondas e infrarrojos, y muy especialmente en entornos cerrados, característicos de algunas de las aplicaciones sugeridas, como la telefonía sin hilos o la personal.

La privacidad de las comunicaciones es otro aspecto de especial relevancia, da la debilidad actual de las redes móviles.

Aunque no existen datos definitivos sobre estos aspectos, si conviene estudiarlos para adoptar una posición sobre los mismos.

V.2 EL CRECIMIENTO DE SUS SUSCRIPTORES

El crecimiento actual de los servicios celulares y el panorama comercial de comunicaciones personales más amplias predicen una fuerte demanda para los servicios **Iridium**. Para el año 2000 se espera que el número de suscriptores de teléfonos celulares a nivel mundial alcance 294 millones de personas y el de radiolocalización, unos 202 millones. **Iridium** anticipa servir unos 650 mil suscriptores de telefonía y 350 mil de servicio de radiolocalización mundial, representando estos números solamente 0.45 y 0.25 por ciento de dichos mercados respectivamente. como se puede ver en la siguiente figura:

Figura A.21 Crecimiento de suscriptores

CRECIMIENTO DE SUSCRIPTORES

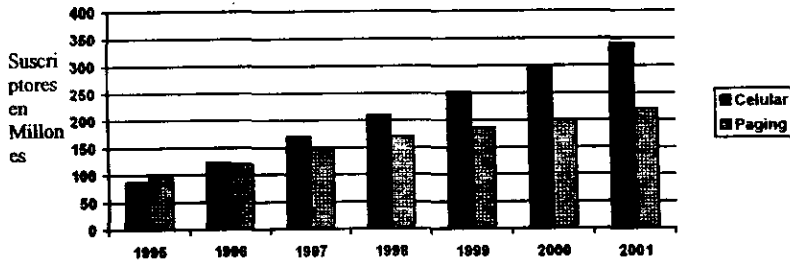


Tabla V.2.1 Total de suscriptores

BASE DE DATOS REGISTRADOS DE UN HOME GATEWAY

Segmento de Usuario	Año	
	2002	2007
Simple Pager	14546	33366
Acknowledge	2056	3195
Back Pager		
RDSS	39	1075
Voz Portátil	18451	38371
Voz Móvil	6147	11392
Voz MXU	4127	6176
Voz Booth	20	2049
Voz Especial	20	39
Fax Stand Alone	19	38
Datos Stand Alone	1038	2095
Total Suscriptores	46466	97801

V.3 COSTOS

El precio de venta al por menor por suscriptor para voz, dato, fax, RDSS y respaldo de admisión para el servicio de *Pager* está a un precio de US\$50.00 por mes y US\$3.00 por minuto. La renta de la red que el operador del *Gateway* emplea de estas rentas de las ventas al por menor es de \$5.00 por mes y \$0.30 por minuto.

El precio de la venta al por menor de suscriptor por el servicio de *paging* simple es de \$50.00 por mes y \$1.00 por solo mensaje de *paging* numérico, mandado en una área de tres celdas, \$2.00 por mensaje mandado de *paging* numérico en un área de tres celdas, \$3.00 por mensaje mandado de *paging* numérico en el área completa de la región, \$10.00 por mensaje mandado de *paging* numérico en el área completa de la región y \$200.00 por mensaje mandado de sólo *paging* numérico como una página global. La renta de la red que el operador del *Gateway* da por contratos de estas rentas de venta al por menor es de \$5.00 por mes y \$0.10 por mensaje mandado de sólo *paging* numérico en un área de tres celdas, \$0.25 por mensaje mandado de *paging* alfanumérico en un área de tres celdas, \$0.35 por mensaje mandado de *paging* numérico en toda el área completa de la región, \$1.25 por mensaje mandado de *paging* alfanumérico en toda el área completa de la región y \$25.50 por mensaje mandado de *paging* numérico como un mensaje de *pager* global.

Motorola desarrolló un estudio de modelo de tráfico internacional y del cual se derivó: para voz y datos se cobrará \$0.05 de renta por minuto de actividad y si la llamada proviene de un PSTN a un ISU, se le suman otros \$0.05 por minuto a esa llamada, dando un total de \$0.10 por minuto.

Tabla V.3.1 Tarifas previstas para los diferentes servicios

➤ COSTOS DE LOS SERVICIOS

Tarifas para los servicios de Iridium en el Gateway	
Todos los Servicios Iridium (con /o simple pager) por mes	\$5.00
Todos los servicios Iridium (con /o simple pager) por minuto	\$0.30
Simple Pager por mes	\$5.00
Solo Pager Numérico Difundido en Área de tres Celdas por Pager	\$0.10
Solo Pager Alfanumérico Difundido en Área de tres Celdas por Pager	\$0.25
Solo Pager Numérico Difundido en una Región por Pager	\$0.35
Solo Pager Alfanumérico Difundido en una Región por Pager	\$1.25
Solo Pager Numérico Difundido como un Pager Global por pager	\$25.50
Renta por minuto proveniente de una interconexión con el S.I.N. de Iridium	\$0.05

El operador del Gateway podrá decidir también si recibe la renta cuando su Gateway realiza un establecimiento de llamada Iridium o distribuir la llamada funciona a pesar de todo si la actividad generada por el registro de un subscriber base de la casa del operador del Gateway o cualquier otro subscriber de Iridium registrado.

Costo del terminal: De 2000 a 3000 dólares.
 Tiempo aire de cambio por minuto: < 0.30 dólares.
 Tiempo aire internacional: 3 dólares el minuto

V.5 IRIDIUM Y LAS TELECOMUNICACIONES EN MÉXICO

El 7 de enero de 1997, Iridium de México S.A. de C.V., compañía con capital mayoritariamente mexicano y participación importante de Motorola, presentó en nuestro país la estrategia de comercialización, para su sistema inalámbrico de comunicaciones personales vía satélite, el cuál entrará en operación en 1998. Dicha estrategia busca la expansión mundial del sistema con base en el desarrollo de los mercados locales.

El *Gateway* de Centro América será colocado en **Monterrey**, debido al gran *carrier* e infraestructura terrestre con que cuenta el país, representando un punto importante para el mercado de **IRIDIUM**. Este *Gateway* no será colocado en el D.F., debido a los riesgos que presenta (como temblores, etc.). Los países a los cuales proveerá el servicio este *Gateway*, serán los siguientes: **Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá.**

En el año 2002 se estima que existan un número total de subscriptores, registrados por el *Gateway* de México, será de 46,466 subscriptores de los cuales 33,920 serán usuarios de canal de voz y 14,546 serán usuarios de *paging* simple. Estos números podrán ser vistos como pronósticos que variaran de acuerdo a la situación en que se encuentre el mercado.

La estructura de negocios de Iridium, se apoya en Proveedores de Servicio, Operadores de Gateways e **Iridium LLC**, los cuales trabajarán conjuntamente para ofrecer productos y servicios en forma efectiva y así asegurar el éxito de la red regional de proveedores del servicio Iridium.

En este modelo de negocio, el operador del *Gateway* realiza una inversión significativa para capitalizar la constelación del satélite Iridium, además de invertir en la infraestructura terrestre para la estación terrena del *Gateway* que sirve al país, proporcionando el acceso e interconexión a la infraestructura espacial operada por Iridium LLC. Así, el operador del *Gateway* obtiene los derechos de comercialización y de la contratación de los proveedores de servicio en su territorio.

Debido a que se espera que el suscriptor de Iridium sea alguien que hoy en día utiliza un teléfono celular, los operadores de este servicio actualmente, representan el canal de distribución ideal para el servicio de Iridium.

Los servicios de Iridium llegarán al consumidor final a través de 2 canales de distribución: los Agentes Directos de Iridium de México, que serán ejecutivos de venta orientados a atender segmentos específicos del mercado que por sus características pudieran no ser accesibles a canales de distribución indirecta, como por ejemplo las comunicaciones aeronáuticas o rurales; y los Proveedores de Servicios Indirectos, que serán los actuales proveedores de servicios inalámbricos interesados en añadir valor a los servicios que prestan a sus clientes, extendiendo la cobertura de los mismos a todo el mundo.

Asimismo, cabe señalar que empresas comercializadoras y operadoras de redes de telecomunicación, tendrán la oportunidad de comercializar los servicios Iridium, lo que significa una excelente oportunidad para empresas mexicanas del sector.

Los operadores de Gateways estratégicamente localizados en regiones clave alrededor del mundo, enlazarán a la constelación de satélites con la red telefónica pública conmutada terrestre, para facilitar la entrega de llamadas entre ambas redes, que como ya se mencionó, para la región de Centro América, será colocado en México.

Los sistemas de soporte Iridium han sido diseñados para proporcionar flexibilidad y facilidad de uso, para el Operador del Gateway y para los Proveedores de Servicio. Estos sistemas pueden soportar una amplia variedad de capacidades, desde proveedores de servicio muy grandes, que cuenten con sofisticados sistemas de soporte a clientes y administrativos, hasta proveedores con una infraestructura mínima en estos aspectos.

El suscriptor de Iridium interacturará directamente con el Proveedor de Servicio Iridium para el soporte a clientes, sin embargo, el Operador del Gateway podrá complementar las actividades de estos.

Por su parte el operador de la constelación Iridium LLC, tendrá la función de dirigir la operación de la infraestructura global, incluyendo la administración de la constelación satelital y la construcción de los sistemas terrestres de soporte.

Asimismo, es responsable de establecer prácticas operativas estándar, incluyendo los procesos de prestación del servicio y los estándares de soporte a clientes.

La intención es replicar las prácticas y procedimientos vigentes para las comunicaciones inalámbricas, haciendo haciendo la introducción de los servicios Iridium lo más eficiente y simple posible.

Como ya sabemos, Iridium es un sistema inalámbrico de comunicaciones personales via satélite diseñado para realizar cualquier tipo de transmisión telefónica - ya sea de voz, datos, fax o radiolocalización - en cualquier parte del mundo y en cualquier momento. Proveerá a gente de negocios, viajeros, residentes rurales o subdesarrollados, grupos de prevención y ayuda a desastres y otros usuarios, las facilidades y conveniencia de un teléfono portátil con un sólo número para uso en todo el mundo.

▷ COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS GENERALES

SISTEMAS SATELITALES SOLIDARIDAD Vs. IRIDIUM

CARACTERÍSTICAS		SOLIDARIDAD		IRIDIUM
ÁREA DE SERVICIO	L	México y sus costas	L	GLOBAL(todo el planeta) incluyendo costas y aéreo
ESPACIO	K	México, algunas áreas de E.U.A.		
	C	México, el Caribe, parte de Sudamérica y sus costas		
TIPO DE SERVICIO	L	Móvil vehicular, terrestre voz y datos vehicular, terrestre y marino	L	Móvil(portátil de mano y aeronáutico) voz y datos, facsimile Y RDSS
	K	Voz y datos (fijo)		
	C	Video		
CAPACIDAD DE TRÁFICO	L	Alta	L	Baja
	K	Alta		
	C	Alta		
INGRESOS POR ÁREAS DE SERVICIO	L	México y sus costas	L	Global (segmento espacial)
	K	México, algunas áreas de E.U.A.		México y
	C	México, Caribe, parte de Sudamérica y sus costas		Centroamérica (Segmento terrestre, estación de acceso)

TIPO DE SISTEMAS		GEOESTACIONARIO	BAJA ÓRBITA TERRESTRE (satélites reemplazables)
SITIO DE CONMUTACIÓN PROPAGACIÓN		TIERRA	ESPACIO (INTERSATELITAL)
TIEMPO DE RESPUESTAS		LARGO	CORTO
EFICIENCIA, USO DEL ESPECTRO		BAJA	ALTA (REUTILIZACIÓN DE FRECUENCIAS)

Se puede concluir que los dos son sistemas complementarios que ofrecen servicios a diferentes segmentos del mercado y al participar México en el proyecto *Iridium* tendrán mayor área de influencia con los correspondientes beneficios.

CAPITULO VI LOS SERVICIOS QUE PRESTARA

VI.1 MULTITUD DE SERVICIOS



El sistema *Iridium* de *Motorola* provee varias mejoras claves sobre los satélites geoestacionarios, aunque si bien *Iridium* usa los principios de comunicaciones celulares este está diseñado para complementar y no para competir con los sistemas celulares terrestres.

Los sistemas celulares terrestres fungen como la principal vía para cubrir áreas con tráfico telefónico de alta densidad, mientras que *Iridium* lleva las comunicaciones hacia áreas remotas o aisladas en donde esas áreas carecen de servicios de comunicación. Tanto el *Iridium* como la red celular terrestre trabajarán juntos para proveer una marcación menor en el servicio de comunicaciones al mundo entero, por lo que para áreas de baja densidad de redes terrestres de telefonía celular, el *Iridium* será una alternativa real para el servicio telefónico móvil; en áreas aisladas y sin servicio telefónico básico el *Iridium* será fundamental para proveer estos servicios.

Iridium ofrecerá servicios de comunicación de voz y datos de carácter "personal" y con cobertura mundial.

Para las comunicaciones de voz se emplea codificación digital a 4.8 Kbit/s, con un ancho de banda por canal de 8 KHz. Se espera una calidad suficiente con estos codificadores e incluso se ofrecen servicios de 2.4 Kbit/s de calidad adecuada.

En cuanto a los servicios de datos, el diseño del sistema está orientado hacia un modo de transmisión transparente de los mismos. Posteriormente podrán definirse e implantarse en las estaciones Terrenas protocolos de transmisión en modo paquete, con facilidades del tipo "mensajes de estado" o "mensajes breves", permitiendo asimismo la posibilidad de diversos servicios de valor agregado.

El Iridium podrá prestar servicios de localización, con dos grados de precisión, el más alto de los cuáles pasa por la integración en las terminales de un receptor del sistema *GPS (Global Positioning System)* de radionavegación por satélite.

La determinación de la posición por medios propios (sin el uso de *GPS*) se lleva a cabo mediante la realización de un "cálculo de la posición estacionaria" (en relación con la alta velocidad de las células) del terminal móvil referida a una determinada órbita.

Con el resultado de dicho cálculo relacionado éste con los diversos parámetros de la órbita, es posible determinar la posición del móvil con una precisión mejor de 925 metros. Con un tiempo de proceso mayor, y mediante el procesado de los instantes de tiempo que se producen las transferencias de en móvil determinado a células consecutivas con las desviaciones *Doppler* de frecuencia observadas a bordo, puede mejorarse esta precisión.

El sistema Iridium pretende ofrecer a una alta calidad comunicaciones *bidireccionales de voz, datos, facsimil, Radiolocalización, paging y Radiodeterminación, de Servicio Satelital (RDSS)- Radiodetermination Satellite Service-* a sus subscriptores.

La *RDSS* es un servicio de Radiocomunicaciones el cual la *FCC* ha autorizado el envío de la Radioposición y de Mensajes via satélite en las bandas de frecuencia de 1610-1625.5 MHz.

El Iridium servirá a clientes desde rangos de : "negocios personales", como a las agencias de comunicaciones para desastres, como para la población en áreas aisladas de países "desarrollados" como "no desarrollados" ; cuando las instalaciones locales se encuentren inoperantes por cualquier causa de desastre o emergencia, Iridium puede proveer un enlace de comunicación independiente para las comunidades afectadas ayudando a salvar vidas y agilizar los esfuerzos de rescate.

Asimismo *Iridium* está diseñado para servir a terminales tipo "hand-held" con las frecuencias requeridas de la FCC para los sistemas de *RDSS*.

La localización en el espectro para estos servicios fue liberado en Febrero/Marzo 1992 en Torremolinos, España con objeto de la *World Administrative Radio Conference -WARC-*.

Cinco tipos de servicios básicos son actualmente presentados cada una con una familia de terminales :

1. El servicios de *Radiodeterminación y Mensajería bidireccional*: las unidades de todos los suscriptores contendrán esta capacidad la cual incluirá un reporte de posición automática, las unidades con el *GPS* también estarán disponibles, las cuales proveerán un gran incremento de velocidad y precisión de posición alrededor del mundo.
2. El servicio de comunicaciones de voz digital . El sistema proveerá una alta capacidad de dúplex de 4.8 Kbits/s para las comunicaciones de voz.
3. El *Paging*. Un *pager* alfanumérico para un instantáneo *paging* directo al satélite en cualquier región del mundo es diseñado en un solo paquete en un tamaño menor en comparación a los *paggers* de hoy día.
4. El *Facsimil*. Dos tipos de unidades de *Fax* móviles están planeadas, una unidad de *fax* autónoma u automática y una unidad de *fax* junto con un teléfono *Iridium*.
5. Datos. Un módem de 4.8 ó 2.4 Kbits/s está siendo desarrollado para usarse dentro de la red *Iridium*.

➤ **Servicios a INMARSAT**

Otro de sus servicios es el ofrecimiento a los miembros de INMARSAT, ya que dentro de los planes de *Iridium Inc.* es ofrecer la capacidad e los servicios de *Iridium* a los miembros de INMARSAT de modo que ellos puedan desarrollar los servicios de mercado celular, de "Hand-held" y ofrecer a los clientes equipo marítimo y de tipo aeronáutico, tanto de telefonía "hand-held", datos, *paging*, *fax* y *Radiodeterminación de posición* adicionalmente a los servicios que ofrece INMARSAT, la capacidad de *Iridium* será ofrecida sobre una base de arrendamiento hacia

INMARSAT y sus miembros podrán tener los beneficios de los satélites *LEO's* y su eficiencia sin hacer ninguna inversión adicional para obtener esta nueva tecnología.

También soportará servicios de seguridad, conocidos como Servicios Aeronáuticos Satelitales en Ruta, para la comunicación de la cabina de pilotos con las estaciones de tráfico aéreo. El sistema **IRIDIUM** puede ser utilizado en conjunto con otros sistemas (Inmarsat Aero-H y Aero-I, y High Frequency Data Link), para proveer redundancia.

➤ **Auxilio en Zonas de Desastre**

Asimismo la **Iridium Inc.** subsidiaria de *Motorola* en Washington, D.C., anunció en enero de 1992 el contrato con la *Public Service Satellite Consortium -PSSC-* que es una organización no lucrativa con oficinas en Washington y N.Y., USA que sirve como enlace con las comunidades de asistencia en caso de Desastres alrededor del mundo, por lo que la Red **Iridium** será un sistema de comunicaciones Personal Global para revolucionar las vías que proporcionan ayuda en caso de desastre y asistencia mundial.

Gracias al sistema de *LEO's*, **Iridium** podrá atender los requerimientos de las comunidades y de las organizaciones para casos de desastre. Cuando las instalaciones de las áreas afectadas estén inoperantes, **Iridium** hará uso de las terminales "*hand-held*" destinadas para tener un número universal, por lo que la red de constelación satelital localizará a la terminal en cualquier parte del mundo para proveerlo de cobertura totalmente global.

La implementación de previsión en caso de desastres ayuda al sistema local para la administración y manejo de servicios y hace que **Iridium** pueda ocupar una amplia variedad de situaciones de emergencia incluyendo: temblores, incendios forestales, inundaciones, emergencias médicas, así como la prevención de accidentes aéreos o navales.

El sistema **Iridium** ya sea para cualquier imprevisto natural no es afectado por el mal tiempo ni por daños a las instalaciones locales, así como a las líneas de energía, por lo que los *Hand-sets portátiles* puedan acceder a los satélites **Iridium** ya que dicho enlace estará libre de cualquier sitio de desastre.

Tanto **Iridium** como los *MSS* será indispensables para las organizaciones de ayuda en caso de desastres para usarse en evaluación de daños y coordinación de recursos. Después de que termine la emergencia y restablecido el enlace en las comunicaciones los teléfonos pueden ser fácilmente relocalizados. **Iridium Inc.** será consultado por las organizaciones de Rescate en caso de desastre incluyendo la *United Nations Disaster Relief Organization*.

➤ **Teléfono de Modo Dual**

Mientras que los teléfonos celulares van ocupando una mayor importancia en las comunicaciones para nuestras vidas, el servicio celular está generalmente limitado para operar en ambientes urbanos y suburbanos por lo que el sistema **Iridium** promete ofrecer el acceso al *tone Dial* virtualmente en cualquier parte de la Tierra. Una gran variedad de *Standard's* celulares se manejan para la demanda de los servicios de **Iridium**, debido a una mezcla de servicios celulares alrededor del mundo, esto hace que el viajante con un teléfono celular no pueda comunicarse al resto del mundo, por lo que el Sistema **Iridium** provee al suscriptor del standard local inalámbrico así como al servicio de cobertura global de **Iridium**, debido a su teléfono **Iridium de Modo Dual**.

Los profesionales de negocios se esperan que sean el más grande grupo de los usuarios del sistema **Iridium**, ejecutivos que puedan conectarse a sus hogares, a sus oficinas no importando en donde se localicen, ya sea en una plataforma petrolera, en ciudades donde no exista una infraestructura inalámbrica compatible así como en una jungla remota; el sistema **Iridium** también será una herramienta invaluable para uso Marítimo como aeronáutico así como para áreas subdesarrolladas en donde la infraestructura de un sistema telefónico y sus costos están restringidos, el sistema **Iridium** provee a los gobierno y a los proveedores de telecomunicaciones una alternativa económica así como un servicio interino.

Aún cuando la localización de un suscriptor sea desconocida el sistema proveerá una transmisión global debido al seguimiento de la posición del "hand-set" telefónico, una sencilla y reducida marcación en el teléfono **Iridium** posibilita un acceso mundial a los suscriptores. al

caller se le ofrece un complemento completo de las características avanzadas incluyendo un aumento de terminación de llamadas, call-forwarding, correo de voz, llamada en espera, llamada tipo conferencia y más; los teléfonos **Iridium** llegan como una solución a las comunicaciones inalámbricas proveyendo una conectividad mundial.

➤ **Incrementando la productividad.**

Tanto el **Iridium** como los *MSS* ofrecerán otro nivel de eficiencia al viajante de negocios a nivel internacional, los viajeros de negocios podrán ser conectados a sus oficina en el hogar no importando su posición , el sistema **Iridium** permitirá seguir la trayectoria de la posición del teléfono "*Hand-set*" y proveer una comunicación global aún si la posición del subscritor es desconocida .

➤ **Infraestructura Telefónica a Países Subdesarrollados**

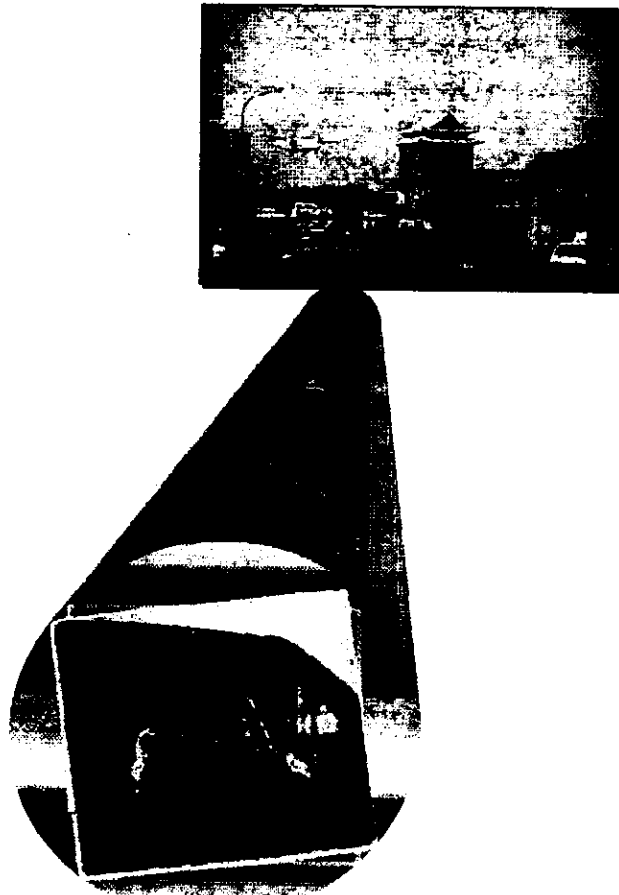
El advenimiento de los *Servicios Móviles por Satélite* , incluyendo a **Iridium**, provee a los países subdesarrollados la oportunidad de tomar ventaja de la última tecnología satelital, libres de una obligación financiera o de riesgos técnicos relacionados al desarrollo de una red satelital los gobiernos pueden adquirir una licencia de los servicios Satelitales Móviles y disfrutar así de los beneficios competitivos. Los *MSS* proveerán a los gobiernos con alternativas económicas, otro de los puntos concernientes a esto es que tanto en países "desarrollados" como "en desarrollo" se proveerán comunicaciones a las áreas rurales y muchos de los casos los servicios serán necesarios a las afueras de las ciudades así como en ciudades pequeñas, pueblos y villas.

La capacidad de los *MSS*, incluyendo a **Iridium**, de proveer soluciones interinas para áreas a donde no son servidas o están incomunicadas, es cambiando los aspectos que proveen telecomunicaciones hacia las áreas rurales, por lo que los *MSS* harán una infraestructura de comunicación casi disponible instantáneamente; de manera que pronto los operadores telefónicos nacionales obtengan un costo efectivo que permita a los ISP's operar en áreas donde la infraestructura del servicio telefónico y sus costos sean restringidos.

➤ **Roaming Internacional**

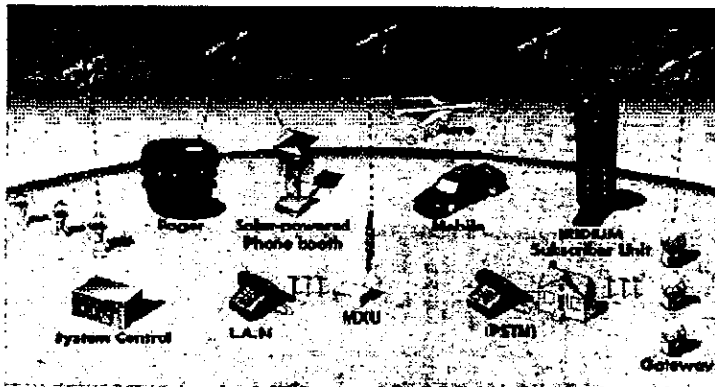
En un lugar de mercado competitivo se ha observado que ha ido incrementándose, que los operadores de celulares han visto la necesidad de ofrecer servicios de valores agregados usualmente en la forma de: *correo de voz*, *call forwarding* y otras características avanzadas en cuestión de llamadas.

Fig. 3.1 R. de localización de personas sin importar donde se encuentren



Uno de los servicios de valor agregado más importante en el futuro será el *Roaming* internacional o la capacidad de poder utilizar un teléfono inalámbrico mientras te encuentras en el extranjero; el sistema Iridium está diseñado para permitir un *Roaming* Internacional por lo que promete conseguir nuevos ingresos y oportunidades para los proveedores de inalámbricos; debido a la variedad de *standard's* celulares que son incompatibles alrededor del mundo hace que para el viajante con un teléfono celular la comunicación sea imposible, por lo que un *standard* global no ha sido adoptado; el sistema de *Roaming* Internacional de Iridium combina los beneficios de los *standard's* celulares locales y una cobertura global vía satélite, los subscriptores usarán teléfonos de "hand-held" que se interconectarán ya sea a la Red Local del suscriptor o al sistema Iridium.

Fig. vi.2 Servicios de Iridium en cualquier Area



El modo *Dual* del teléfono Iridium será compatible con lo *standard's* celulares terrestres dominantes en ese momento, para permitir así a los subscriptores el uso de los servicios celulares locales en sus mercados nacionales y el sistema Iridium cuando se trate de un *Roaming* en cualquier parte del mundo : el suscriptor estará *tarificado* con las velocidades celulares predominantes para las llamadas sobre la red celular nacional y las velocidades de Iridium en el *Roaming* sobre la constelación satelital. La cobertura de traslape de la constelación de satélites

Iridium, permitirá que una llamada de cobertura mundial sea liberada y a la vez recibida por lo que una variedad de servicios estará disponible desde rangos que ocupan al antiguo *servicio telefónico analógico*, hasta funciones avanzadas como *Correo de voz, paging, datos y servicios de fax* soportados por la red.

➤ **Complementando a la Telefonía Celular.**

Los *standards* digitales permitirán la distribución de servicios de valor agregado como *Call forwarding, correo de voz, y transmisiones de datos*; muchas naciones han tomado los *standard's* digitales para incorporarlos a las tecnologías digitales en la actualidad.

La tecnología *GSM* ofrece también la capacidad al suscriptor a los sistemas analógicos reduciendo el número de pérdidas de señal o interrupción de llamadas : El sistema *Iridium* está basado sobre el *standard* celular europeo *GSM (Global Service Mobile)* incluyendo una tarjeta *Iridium* inteligente *SIM (Subscriber Identity Module)* que usará tanto las características especiales de los servicios de *Iridium* como los servicios usados en *GSM*.

➤ **IRIDIUM GLOBAL OWNERSHIP PROGRAM**

Durante 1995 en la WARC de Ginebra, Suiza el *Iridium Global Ownership Program* dio a conocer en respuesta a preguntas de las naciones alrededor del mundo para que *Iridium* haya adoptado un nuevo programa que permita a las naciones individuales, tener un propietario directo que forme parte del sistema *Iridium*.

Ofreciendo un potencial de ganancias compartidas, el Programa de Propietarios Global de *Iridium* permite a las naciones de alrededor del mundo tener una oportunidad para invertir en el futuro de las telecomunicaciones en su país.

VI.2 BENEFICIOS PARA LA NACION

Las nuevas generaciones de sistemas de comunicación móvil mediante el uso de satélites de órbita a unidades portátiles ofrecerán grandes beneficios no tan solo a los usuarios, que podrán estar comunicados desde cualquier parte del mundo, sino también a los gobiernos y operadores de redes terrestres. Los principales beneficios se listan a continuación:

VI.2.1 Cobertura Total del Territorio Nacional

El sistema **Iridium** será el primero de los sistemas móviles satelitales de órbita baja en iniciar operaciones, los servicios que **Iridium** ofrecerá, beneficiarán a diferentes segmentos de la población.

Iridium proporcionará cobertura total en el territorio nacional, esto significa que existirá la disponibilidad de contar con un medio de comunicación en cualesquier parte del país.

VI.2.2 Complemento a las Redes Terrestres

Iridium complementa a las redes inalámbricas terrestres existentes generando tráfico e ingresos adicionales a los operadores locales y a los gobiernos. Una de las razones por las cuales se considera que el sistema **Iridium** no prestará servicios que compitan con los sistemas terrestres alámbricos, de celular y Paging, es el hecho de que los servicios terrestres son y seguirán siendo medios más económicos de comunicación.

Al ser un complemento a las redes existentes y gracias a que no depende de éstas puede proveer servicio aún en caso de situaciones en las que la red terrestre no se encuentre disponible (situaciones de emergencia, casos de desastre, etc.).

El sistema **Iridium** es un complemento a las redes terrestres existentes ya que funciona en modo dual, brindando al usuario acceso a las redes inalámbricas existentes como primera opción, en caso de que el usuario abandone el área de cobertura de los sistemas terrestres o por alguna razón esta no se encuentre disponible, el usuario podrá establecer comunicación a través de **Iridium** generando tráfico no sólo sobre la constelación de satélites, sino también sobre las redes terrestres, generando ingresos que de otra forma no hubieran podido obtenerse.

Ingresos importantes que **Iridium** provee para los gobiernos y las redes terrestres de cada país proveerán del "Roaming" de usuarios internacionales que antes estaban imposibilitados a generar tráfico debido a la incompatibilidad de los sistemas.

Iridium de México estima que la posibilidad de contar con "Roaming" mundial a través del sistema **Iridium** excederá el alcance de cualquier servicio inalámbrico terrestre por sí solo. Adicionalmente, **Iridium** prevé que cuando la compañía entre al mercado, la Unidad Individual del Suscriptor de **Iridium**, portátil y de tamaño de bolsillo, será significativamente más pequeña que cualquier otra terminal de su tipo comercialmente disponible.

Iridium de México tiene la certeza de que la combinación de cobertura, portabilidad y otras características del servicio **Iridium**, atraerá a mucha gente, compañías y entidades gubernamentales que con regularidad abandonan el área de cobertura de sistemas inalámbricos terrestres y que requieren de servicios de telecomunicaciones confiables mientras están fuera de su hogar o lugar de negocios.

VI.2.3. Respeto a la Soberanía Nacional

El sistema **Iridium** fue diseñado considerando la soberanía de los países, por lo que cuenta con la facilidad de ubicar la posición de un usuario para de ésta forma, en base a su localización poder negar o permitir el acceso al sistema.

Además de los beneficios ya mencionados **Iridium** traerá consigo también beneficios adicionales en materia de inversión directa e indirecta, generación de empleos y nos proporcionará la oportunidad de contar con un servicio de comunicación móvil portátil a nivel global.

VI.3 SERVICIOS COMPLEMENTARIOS

Los Servicios Complementarios ofrecen funciones adicionales a las básicas del servicio telefónico.

- Desvío de Llamadas incondicional
- Desvío de Llamadas en condición de ocupado
- Desvío de Llamadas en condición de no Contestación
- Retención de Llamada
- Llamada en espera
- Restricción de Llamadas Salientes
- Restricción de Llamadas entrantes

VI.3.1 Desvío de Llamadas Incondicional

Este servicio permite al usuario desviar todas sus llamadas entrantes, o sólo aquellas asociadas a un servicio determinado, hacia un número previamente seleccionado. La habilidad del usuario de originar llamadas no se ve afectada.

VI.3.2 Desvío de Llamadas en Condición de Ocupado

Este servicio permite al usuario desviar todas sus llamadas entrantes, hacia un número previamente seleccionado cuando éste se encuentre afectado. La habilidad del usuario de originar llamadas no se ve afectada.

VI.3.3 Desvío de Llamadas en Condición de No Contestación

Este servicio permite al usuario desviar todas sus llamadas entrantes, o solo aquellas asociadas a un servicio determinado, hacia un número previamente seleccionado, cuando el usuario llamado no conteste. La habilidad del usuario de originar llamadas no se ve afectada.

VI.3.4 Retención de Llamadas

Este servicio permite al usuario involucrado en una llamada suspender la comunicación en una llamada para posteriormente restablecerla, si así lo desea.

VI.3.5 Llamada en Espera

El servicio de Llamada en espera permite al usuario recibir una notificación mientras se encuentra en una llamada dándole la oportunidad de aceptar la llamada o ignorarla, si la llamada es aceptada la primera llamada es retenida, el usuario tiene la facilidad de conmutar entre ambas llamadas y desconectar cualesquiera de ellas.

VI.3.VI Bloqueo de Llamadas de Salida

Este servicio impide el establecimiento de llamadas de salida hacia la Red Iridium, todos los intentos de originación de llamadas serán rechazados. La habilidad de recibir llamadas de entrada no se ve afectada por este servicio. Las llamadas a números de emergencia son permitidas.

VI.3.7 Bloqueo de Llamadas de entrada

Este servicio permite al suscriptor prevenir la recepción de todas las llamadas entrantes o sólo aquellas asociadas a un servicio específico. La habilidad de originar llamadas no se ve afectada por este servicio.

VI.4 TRANSMISIÓN DE DATOS

El sistema **Iridium** está diseñado para atender las necesidades de comunicación de usuarios de computadoras personales y asistentes electrónicos personales quienes requieren de acceso a redes públicas y privadas vía telefónica ya sea para enviar y recibir correo electrónico, archivos, documentos de fax y otras aplicaciones. Estos servicios podrán accederse a través de un módem interno con corrección de errores, de la unidad del suscriptor de **Iridium** a una velocidad de 2400 bps.

VI.4.1 Servicio de Fax

Los suscriptores de **Iridium** podrán establecer conexiones para envío y recepción de documentos de fax utilizando el standard del Grupo III. Mediante un adaptador para la terminal y utilizando un computador con el SW apropiado.

Se espera ofrecer servicios de almacenamiento y recuperación remota de fax como un servicio adicional a usuarios que así lo requieran.

VI.4.2 Transmisión de Datos Dúplex Asíncrona

La capacidad de transmisión de datos sobre la red **Iridium** es de 2.4 Kbps mediante el uso de módems y marcaje directo, el sistema provee la opción de asegurar la comunicación a través de un protocolo de detección y corrección de errores. El protocolo de corrección garantiza una calidad de servicio comparable con la que se logra en las redes terrestres conmutadas.

VI.5 SERVICIOS DE MENSAJERÍA

Los sistemas de Radiolocalización a nivel mundial están caracterizados por operar en una *variedad de bandas de frecuencias, protocolos y velocidades que impiden la implementación de servicios internacionales*. A través de la red global Iridium se espera ofrecer por primera vez el servicio de "roaming" internacional con cobertura mundial en la industria de la Radiolocalización. No obstante que el usuario podrá recibir mensajes a nivel mundial, el originador del mensaje será requerido a proporcionar una zona específica para la transmisión del mensaje con la opción de indicar múltiples zonas, actualmente no se piensa en ofrecer la transmisión de l mensaje de manera global.

El sistema Iridium está diseñado para proporcionar un margen de enlace promedio para radiolocalizadores de 26 dB en condiciones de línea de vista, lo cual hará que el servicio de radiolocalización de Iridium sea menos susceptible a las limitaciones que aplican a los servicios de voz.

Los servicios de mensajería de Iridium pueden dividirse en aquellos disponibles a los subscriptores de los servicios de mensajería y los disponibles a los usuarios telefónicos.

VI.5.1 Servicios de Mensajería Directa

El servicio de mensajería directa (SMD) es un servicio unidireccional el cual permite la originación y entrega de mensajes numéricos y/o alfanuméricos a dispositivos de terminación de mensajes (DTM's, también conocidos como Pagers). Quienes deseen enviar un mensaje deberán de acceder al sistema de mensajes mediante una llamada telefónica e identificar al usuario al que deberá ser enviado el mensaje. Habrá principalmente dos tipos de acceso a la infraestructura de mensajes, mediante operadoras y a través de conexiones de terminales ó computadoras. Los mensajes son almacenados para referencia futura por un tiempo determinado para en caso de ser necesario estos sean retransmitidos a usuarios que así lo requieran.

VI.5.1.1 Sesión de Usuario

La sesión de usuario se refiere a la habilidad del subscriptor de comunicarse a su buzón de mensajes y a poder modificar algunas de las características de su cuenta. El usuario marca un número común y posteriormente se le solicita un número de identificación personal (PIN).

La sesión se protege mediante una contraseña para permitir acceso sólo a usuarios autorizados. El manejo de datos de la cuenta del usuario incluye acceso a cambio de contraseña, cambio de idioma en el manejo de los manejos del sistema, etc.

VI.5.1.2 Área de entrega de mensajes

El área sobre la cuál habrán de transmitirse los mensajes deberá ser especificada al sistema, el área se especifica mediante la selección de una o múltiples áreas de entrega de mensajes (AEM) con un máximo de 10. Cada AEM se refiere a una zona del planeta, el rango de AEMs de 1-1024. Todas las áreas seleccionadas son validadas en referencia a las entidades geopolíticas. Típicamente la definición de áreas de entrega de mensajes se define en las "Sesiones de Servicio del Usuario" (SSU) o vía proveedor de servicio. Otro método es vía la capacidad de especificación del área de entrega para el mensaje en turno, ésta solo se aplica al mensaje inmediato a ser transmitido.

Asignación Preliminar de Áreas de Entrega de Mensajes

Iridium ha generado una lista preliminar de AEM's, esta lista está basada en las siguientes consideraciones:

AEM's Locales: Estas se refieren a las principales ciudades en el mundo. Cada ciudad de más de 500,000 habitantes es considerada como una área local, también se incluyen las ciudades capitales aún y cuando sean ciudades más pequeñas.

AEM's Regionales: Cada país es definido como una AEM, además países grandes han sido segmentados en regiones tomando en cuenta que los países grandes requieren de mayores recursos del satélite para en envío de un mensaje (lo que significa que el mensaje es más costoso). El criterio que se siguió para decidir que países habría que regionalizar fue el siguiente:

El país debe tener un área mayor a 1.036,000 km², y

Contar con un mínimo de 7,000 usuarios pronosticados del servicio de mensajería.

Que las AEM's locales no cubran la suficiente área geográfica como para entregar los mensajes de manera eficiente.

Océanos y Mares: Los Océanos y Mares principales han sido definidos como AEM's regionales.

Cada país tiene asignada una AEM como país y 10 ciudades en forma individual:

Áreas de Entrega de Mensajes:

México	Ciudad Netzahualcoyotl	Mexicali	Tijuana
Culiacán	Guadalajara	Monterrey	
Ciudad Juárez	León	Puebla	

La asignación de estas ciudades es preliminar y está siendo analizada para adecuarse a las necesidades del mercado.

VI.5.2 Servicios Complementarios de Mensajería

Los Servicios Complementarios de Mensajería modifican o complementan al servicio básico. Los Servicios Complementarios son:

- ◆ Bloqueo de Mensajes
- ◆ Terminal de Mensajes de Grupo
- ◆ Dispersión de Mensajes
- ◆ Entrega diferida de Mensajes
- ◆ Retención de Mensajes

VI.5.2.1 Terminal de Mensajes de Grupo

El mensaje es depositado en cada buzón de los miembros del grupo, de tal forma que cada miembro puede iniciar una sesión de servicio en su cuenta individual para tener acceso a los mensajes que fueron enviados vía la facilidad de mensajes de grupo.

La lista de miembros puede ser generada mediante una sesión de usuario en la cuál la identificación de los miembros se valida en el sistema. Si un suscriptor del servicio numérico es añadido en un grupo alfanumérico a dicho suscriptor no se le enviarán mensajes del tipo alfanumérico. Los miembros del grupo no necesariamente tienen que residir en el mismo Gateway.

VI.5.2.2 Dispersión de Mensajes

El servicio de dispersión de mensajes permite al suscriptor enviar todos los mensajes de entrada hacia una unidad terminal de mensajes diferente. Una vez que el usuario especifica a quién habrán de enviarse los mensajes durante una sesión de usuario, el sistema validará la identificación de la nueva unidad terminal de mensajes. El área de entrega de mensajes que se utilizará para la

transmisión de los mensajes será la unidad que finalmente recibirá el mensaje tenga especificada en su cuenta. Este tipo de mensajes es identificado como tal en el centro de originación de mensajes e informado a su vez a la unidad terminal receptora del mensaje.

VI.5.2.3 Entrega Diferida de Mensajes

Este servicio permite especificar el día y la hora en que el mensaje debe ser enviado. El mensaje es almacenado en el sistema hasta la fecha de entrega en la que el mensaje es depositado en el buzón del suscriptor. Si el suscriptor accesa su buzón y existen mensajes para entrega diferida almacenados, no habrá indicación alguna al usuario de la presencia de estos mensajes y por lo tanto también acceso es negado a escuchar y/o manipular el mensaje.

VI.5.2.4 Retención de Mensajes

Los mensajes en retención son almacenados en el sistema esperando instrucciones que le indiquen el momento en que estos mensajes deben ser transmitidos. Los mensajes en estado de retención pueden ser accésados por el suscriptor que los generó y podrá hacer modificaciones a los mismos. Para activar el mensaje y ser transmitido el suscriptor da la indicación a través de una sesión de usuario.

VI.5.3 Mensajes de Voz

El servicio de Mensajes de Voz se considera como un servicio complementario a los servicios de mensajería directa. Este servicio permite al suscriptor el grabar, almacenar, recuperar y manipular mensajes de voz. Todos los mensajes son grabados permitiendo al llamante grabar mensajes de tiempo determinado, mismos que podrán ser recuperados por el suscriptor llamado quién escuchará el mensaje de la propia voz del usuario llamado.

Los Servicios Complementarios incluyen:

- ◆ Sesión de Usuario
- ◆ Retransmisión de Mensajes
- ◆ Bloqueo de Mensajes
- ◆ Entrega diferida de Mensajes
- ◆ Mensajes de Grupo

VI.5.4 Mensajes de Voz en el Servicio Telefónico

El servicio de mensajes de voz es un complemento al servicio telefónico a lo que brinda al usuario la facilidad de grabar, almacenar, recuperar y manipular mensajes de voz..

Las facilidades que incluye el servicio de mensajes de voz como complemento del servicio telefónico son:

- Completación de Llamadas Mejorada
- Sesión de Usuario
- Recuperación de Mensajes.

VI.6 OTROS SERVICIOS

VI.6.1 Conferencia

El servicio de conferencia permite establecer comunicaciones bidireccionales simultáneas a un máximo de 6 conversaciones. El suscriptor autorizado es el encargado de reunir el grupo llamándolos uno a uno, colocándose en espera, hasta reunir a todos los participantes.

VI.6.2 Grupo de Usuarios

A través de este servicio se pueden formar grupos de usuarios que puedan realizar llamadas utilizando un plan de marcación especial el cuál es común a todos los miembros del grupo, esto brinda la posibilidad de crear un ambiente similar al de un PBX.

CAP. VII IRIDIUM Y LOS SISTEMAS DE LA COMPETENCIA.

VII.1 LOS NUEVOS PROYECTOS SATELITALES DE COMUNICACIONES MOVILES

El objetivo fundamental del servicio móvil por satélite es la provisión mediante estaciones de satélite en órbita, de servicios de comunicación entre E/T terrestres fijas que proporcionan la interfaz con las redes fijas (red telefónica conmutada, redes de paquetes, ISDN o redes cerradas de usuarios, etc.), y E/T móviles.

La selección de los sistemas satelitales para telefonía móvil portátil está influenciado tanto por la órbita como por los satélites. Los satélites *GEOs* requieren solo de 3 o 4 satélites, sin embargo resultan ser complejos y caros en su construcción. También los lanzamientos son caros debido al enorme peso del satélite y que tienen que ser puestos dentro de órbitas elevadas. Los satélites *LEOs* son baratos en coste por unidad, pero requieren de una extensa constelación para una cobertura mundial completa. Asimismo la operación de cada sistema es compleja. Los satélites *MEOs* de 10,400 a 14,000 Km de altitud proveen una favorable combinación de número de satélites, costo por satélite y por lanzamiento. Pero en realidad la elección no resulta ser tan simple.

Para hacer la elección de un sistema satelital móvil es conveniente encontrar las mejores soluciones en, por lo menos, los siguientes apartados:

- (a) constelación
- (b) satélites
- (c) capacidad del sistema
- (d) técnicas de acceso múltiple
- (e) diversidad
- (f) calidad de la señal
- (g) coste del sistema.

La constelación determina el número de satélites; la altitud y la capacidad determinan el tamaño de los satélites; y los métodos de acceso múltiples y de modulación así como la altitud determinan su complejidad. Todos los parámetros anteriores son interdependientes. Por lo que el criterio que debe tomarse en cuenta para la elección está basado en términos tecnológicos, técnicos, de financiamiento y aspectos estatutarios y regulatorios.

Existen redes terrestres de radiocomunicaciones (*GSM, AMPS, etc.*) que proveen servicios de comunicación móvil dentro de regiones limitadas. En el orden de suplementar estos sistemas terrestres, un número de sistemas satelitales *LEO/ICO* para comunicaciones personales globales se han dado a conocer. Entre estos trataremos una revisión generalizada de sistemas satelitales *LEO/ICO* que servirán para dar a conocer la competencia a la que se enfrenta el sistema propuesto por Motorola: *Iridium*; por lo que se tienen al sistema *Globalstar*, *INMARSAT-P* y *Odyssey*, como principales competidores. Los usuarios móviles serán capaces de, alternativamente, acceder tanto a una red terrestre como satelital por medio de unidades de modo dual (*dual-mode*) en donde tendrán acceso a una capacidad global de "*roaming*". En el futuro, la tercera generación de sistemas de telecomunicaciones móviles (*UMTS, FPLMTS*) con una completa y extensa red de componentes satelitales proveerán un "*seamless*" en las comunicaciones personales; dentro de esta 3a. generación entran los sistemas satelitales *Teledesic* y *Spaceway* que entrarán en operación en el siguiente milenio. De estos sistemas se hablará a continuación.

VII.2 INMARSAT-P (ICO)



INMARSAT fue constituida en 1979 con el fin de implantar un sistema mundial de comunicaciones marítimas por satélite que elevara los niveles de seguridad y calidad de las comunicaciones hasta entonces disponibles en el mar. En 1985 extiende su campo de actuación al servicio aeronáutico por satélite y en 1989 al servicio móvil por satélite.

Se trata en esencia de una organización internacional de carácter cooperativo y sin fines de lucro comercial, cuyos miembros son los países que se adhieren formalmente, cada uno de los cuales designa un Signatario que, tras firmar el Acuerdo Operativo de la Organización, asume las funciones de representación, aportaciones de capital y operación de servicios.

INMARSAT ha definido diferentes "standard's". Un "standard" puede describirse como un conjunto de normas técnicas y de operación necesarias para unificar las características básicas comunes a todos los terminales, a fin de propiciar servicios y facilidades compatibles en todo el mundo, así como la liberalización de terminales.

Los "standard's" existentes se denominan:

- ◆ **INMARSAT - A**
- ◆ **INMARSAT - B**
- ◆ **INMARSAT - C**
- ◆ **INMARSAT - M**

- ◆ INMARSAT - Aero
- ◆ INMARSAT - E
- ◆ INMARSAT - P

Con respecto al tema central de este apartado este último “*standard*” (INMARSAT-P) se encuentra en fase preliminar; su concepción surge como respuesta de INMARSAT a los múltiples sistemas NO-GEOestacionarios surgidos a partir de 1987. Se apuntan con carácter de posibles a las siguientes características:

- El sistema compartirá el uso de los satélites de la segunda y tercera generaciones con los “*standard's*” actuales y los de próxima introducción.
- Prestará servicios de voz, facsímil, mensajería, datos y radiobúsqueda, todos ellos de carácter personal, con terminales duales, es decir, capaces de funcionar con los sistemas celulares terrestre cuando estos estén disponibles y/o conmutando al satélite en caso contrario.
- Totalmente digital y utilizando técnicas complejas de procesamiento de señales digitales y codificación vocal.
- Ofrecerá una gama de hasta tres terminales, que incluye uno tipo maletín, otro portátil del tamaño de una caja de zapatos y otro de “bolsillo” similar a los de uso ya corriente en los sistemas celulares terrestres.

La Constelación INMARSAT ICO empezará con la puesta de 12 satélites distribuidos sobre 3 planos a una altitud de 10,350 Km (6 hr./órbita). Una segunda constelación orbital esta empezando a ser considerada en donde 10 satélites operacionales están distribuidos sobre dos planos a la misma altitud.

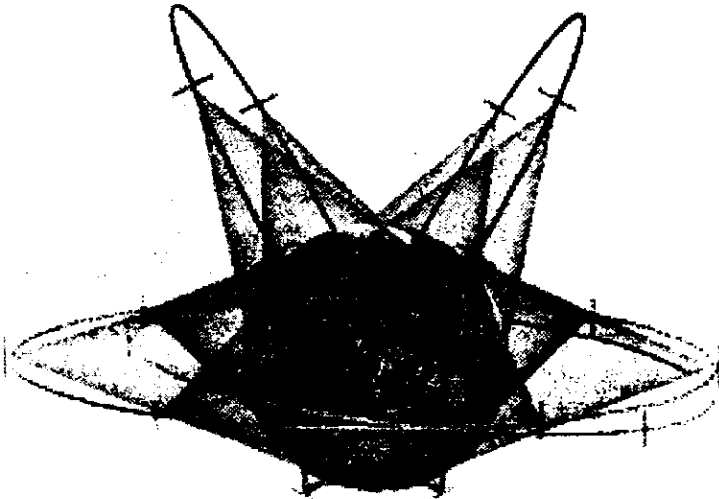
Las antenas móviles de los satélites ICO están alrededor de los 1.6 a 2.2 m de diámetro. Se ha investigado la relación de antenas individuales de arreglo de fase que operan en conexión con procesadores digitales. El “*enlace-alimentador*” emplea cuatro antenas de seguimiento en la banda K_a. Un “*enlace-alimentador*” de banda C está también considerado, pero que podrá tener

el mismo problema de interferencia que Globalstar, excepto que debido al procesamiento-a-bordo el ancho de banda del "enlace-alimentador" es más pequeño.

Los satélites INMARSAT ICO-P tienen una capacidad de servicio telefónico móvil de 4000 canales dúplex por satélite y una capacidad total del sistema de 20,000 a 25,000 canales. La alta capacidad de canal es lograda por la combinación de amplificadores de RF, antenas multihaz de alta ganancia (de 85-121 haces), y un sofisticado sistema de control de potencia, con diferentes posiciones de usuarios dentro de un haz y de una área de cobertura.

Los satélites ICO-P usan canales de digitalización para canalización, enrutamiento de canales, mapeo de frecuencias banda-a-banda y enlace de generación de espectro y haz banda-a-alimentador. Cada satélite porta dos antenas móviles, una para transmisión y una para recepción. Además, cada satélite ICO porta una antena con "enlace-alimentador" o alternativamente cuatro antenas de seguimiento de enlace de alimentador de banda K_a . Los haces ICO-P permanecen fijos sobre la celda mientras el satélite se encuentra en movimiento, el periodo de fijación del haz en el tiempo es largo, tan largo en la medida en que el satélite se encuentra a la vista; por lo que prácticamente el problema de "hand-over" es eliminado.

Figura 7.1.1. Estación ICO-P



El acceso ICO es *TDMA-FDMA*. Seis canales de voz comparten una portadora *TDMA*, la cual se va turnando en la compartición de la banda móvil en el multiplexaje de división de frecuencias. El número de haces para los ICO pueden tener una estimación aproximada desde un ángulo de cobertura terrestre y la amplitud del haz de la antena, donde la ganancia de la antena se puede determinar por cálculos de enlace.

El objetivo básico del servicio de *IMARSAT-P* es la telefonía hacia y desde terminales de "*hand-held*" provisto con un satélite con visión sin obstrucción, con conexión con la *PSTN*. La calidad de voz es similar a los teléfonos celulares digitales.

Fácil de llevar la terminal "*hand-held*" satelital para un sistema global con las mismas características y disponibilidad de servicio, así como la capacidad de utilizarlo dentro de edificios. Tiene un margen de enlace (*link margin*) de 50dB requeridos para la penetración en edificios y que técnica y comercialmente es imposible de conseguir de un servicio satelital, por lo que se necesitará de la cooperación del usuario para que recurra a lugares apropiados para el establecimiento de llamadas.

Sin embargo la terminal "*hand-held*" incorporará una característica de operación de modo dual para operar como teléfono celular normal cuando esté dentro del rango de un sistema celular o de otra forma como teléfono vía satélite.

Además, provee dos canales bidireccionales de voz, soporta facsimil del grupo III en adelante así como servicios de datos a la velocidad de 2.4 kbps. También incorpora una alta penetración de *paging* con facilidades de servicio tales como alertas de mensajes de correo de voz o llamadas entrantes, o el despliegue de la identificación del abonado llamante (*CLIPA*). Una batería recargable unida está diseñada para soportar una hora de transmisión y 24 hrs. de *stand-by* para las llamadas entrantes.

También posee la capacidad de "*roaming*" global así como el uso mejorado de tarjetas inteligentes, habilitando al subcriptor para usar cualquier equipo-situable de *INMARSAT-P* en cualquier lado. El tamaño y el peso de la terminal de *INMARSAT-P* se espera que sea equivalente a los pequeños "*hand-helds*" celulares. Los niveles de radiación están dentro de los niveles aceptados de los "*standard's*".

Los principales inversionistas en INMARSAT-P Proyecto 21 son los siguientes:

- ✦ Martin Marietta y Matra Marconi (GSO)
- ✦ Hughes Space and Communications, British Aerospace y NEC
- ✦ Matra Marconi y Martin Marietta (ICO) TRW (ICO)
- ✦ Aerospatiale, Alcatel, Alenia y Deutsch Aerospace (LEO)
- ✦ Antrix (India) y el Indian Space Research Organization (LEO).

Dos estudios realizados adicionalmente en 1993 optimizaron a 3 las órbitas de la configuración de IMARSAT-P en términos de desempeño, requerimientos de potencia, diseño y capacidad de servicios así como se llegó a la decisión de que no se convertiría en un sistema satelital de órbita baja, sin que utilizará la órbita intermedia -ICO-.

La competencia con los demás sistemas satelitales LEOs han hecho que INMARSAT tenga planeado el lanzamiento de INMARSAT-P en 1999. Esta constelación tiene el reto de sus competidores comerciales y liberar terminales telefónicas "hand-held" de \$500. La organización internacional así como sus Signatarios proyectan para el año 2000 que su mercado aumente desde 44,00 a 300,000 y que para el año 2005 estarán operando negocios de \$5 billones de dólares.

El factor más significativo en este incremento de mercado es la evolución de los productos de INMARSAT tornándose pequeños, de menor costo y terminales más accesibles y amigables. INMARSAT planea desarrollar una pequeña notebook para el sistema terrestre elaborada por NEC. Esta unidad se conoce como "Mini-M" y será introducida en 1997 que coincidirá con el lanzamiento de la serie 3 INMARSAT de satélites, y tendrá un costo de \$3,000 a \$4,000 dólares.

También proyecta que para el año 2010 de 5 a 10 millones de usuarios estarán usando terminales satelitales "hand-held" e INMARSAT tendrá una participación base de esa estimación.

Figura vii.2 Diagrama del sistema ICO-P

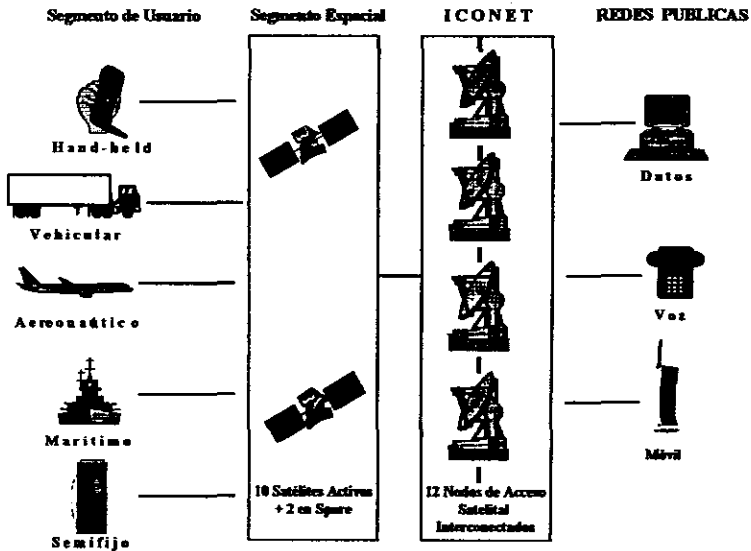


Tabla 7. 2.1 Características Principales de ICO-P

Seguimiento de Satélites	12 (10 operacionales, 2 en Spare)
Orbita	2
Altitud	45°
Velocidad	10,355 Km/6 Hr.
Latencia	163
Vida útil	12 años (aproximadamente)
Respuesta	200 milisegundos

	12 Nodos de Acceso Satelital- I C O N E T-
	1980 - 2010 MHz
	2170 - 2200 MHz
	5150 - 5250 MHz
	6975 - 7075 MHz

VII.3 GLOBALSTAR

Dentro de las nuevas herramientas de comunicaciones disponibles para la gente de negocios hacia la llegada del siguiente milenio, surgen estos sistemas satelitales de Orbita Baja para las comunicaciones personales, dentro de los que destaca **Globalstar**.

Globalstar es un sistema de telecomunicaciones digitales basado en satélites LEOs que ofrecerá telefonía inalámbrica y otros servicios de telecomunicaciones globales que dará inicio en 1998. **Globalstar** ofrece bajo-costos, telefonía de alta calidad y servicios digitales como transmisión de datos, *paging*, facsimil y localización de posición hacia áreas inferiormente o no provistas por sistemas alámbricos o de telecomunicaciones celulares.

El servicio de **Globalstar** estará fundado en la liberación de 48 satélites en una constelación LEO que proveerá servicio telefónico inalámbrico virtualmente en cualquier área poblada del mundo (excepto los polos y otras regiones en ambos conos del globo) en donde el servicio de **Globalstar** sea autorizado por las autoridades regulatorias locales en materia de telecomunicaciones.

Globalstar comenzará el lanzamiento de sus satélites en la segunda mitad de 1997 y comenzará sus operaciones comerciales via una constelación de 32 satélites en 1998. La cobertura total de 48 satélites ocurrirá en la primera mitad de 1999. El proyecto requerirá de

aproximadamente 2.5 billones de dólares y espera empezar a tener flujo de capital positivo en 1999.

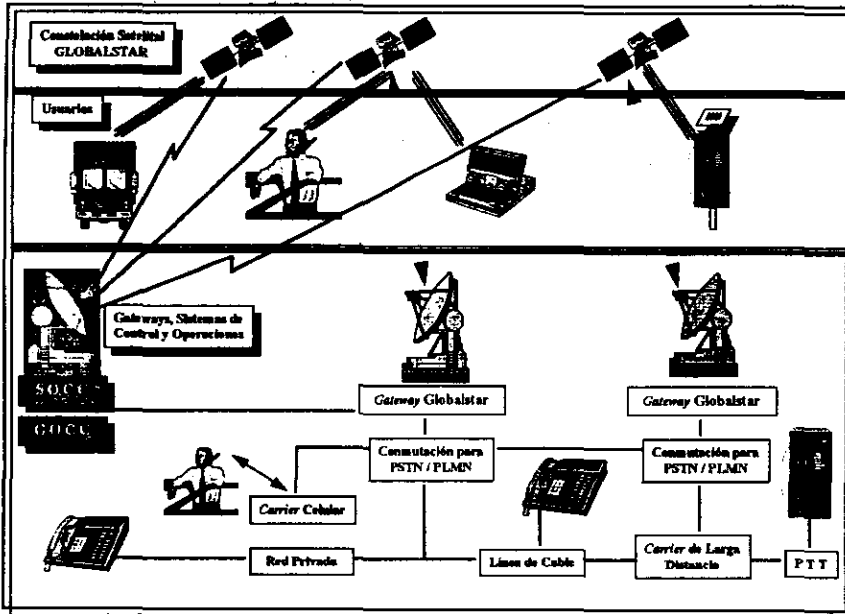
Los usuarios harán o recibirán llamadas usando terminales "hand-held" o montadas en vehiculos similares a los actuales teléfonos celulares. Con unidades de modo dual serán capaces de conmutarse desde la telefonía celular o analógica convencional a la telefonía satelital. En áreas remotas con servicio telefónico mínimo o no provistos con telefonía inalámbrica. Cada terminal de subscriptor se comunicará de un satélite a un punto de interconexión (un *gateway*) con los proveedores de servicio **Globalstar** locales los cuáles turnarán las llamadas enrutándolas a las redes de telecomunicaciones existentes.

Establecidos en San José, California, **Globalstar** es un complejo formado por *Loral Space&Communications Ltd.* de Nueva York y *Qualcomm Inc.* de San Diego, California, incluyendo 10 inversionistas estratégicos representando a proveedores de servicio líderes en telecomunicaciones a nivel mundial así como a fabricantes de equipo.

Globalstar tendrá acceso de ventas de las redes mundiales de los proveedores de servicio regionales y locales de telecomunicaciones, incluyendo sus principales inversores: *Air Touch Communications*, *Dacom/Hyundai*, *France Telecom/Alcatel* y *Vodafone*, los cuáles junto con *Elsag Bailey* y *Loral*, han acordado que actuarán como proveedores de servicios sobre más de 100 países.

La introducción de **Globalstar** en países en desarrollo por medio de sitios telefónicos fijos, que permitirán un avance rápido y lleven el progreso necesario para un efectivo desarrollo interno y externo.

Figura VII.3 Descripción del sistema Globalstar



Se cree que hay un muy sustancial demanda no cubierta por los servicios de telecomunicaciones a nivel mundial, particularmente en países en desarrollo , y que una porción de ese mercado direccionadas para las *Global Mobile Personal Communications by Satellite (GMPCS)* de servicios móviles y fijos exceden a 30 millones de suscriptores potenciales. Para penetrar este mercado ha diseñado un sistema de bajo costo, sistema de alta calidad que posibilita el soporte de los proveedores de servicios de telecomunicaciones establecidos, con los cuáles creen obtener las licencias locales regulatorias y acceder rápidamente al amplio mercado de los usuarios potenciales.

Su arquitectura está diseñada para que todas las llamadas, incluyendo las internacionales, entren por los proveedores de servicio utilizando las redes terrestres desde los gateway locales, en lo que se enrutan las llamadas a la infraestructura de red telefónica. La estrategia para su exitosa

operación esta basado en : (i) la explotación e influencia del “marketing”, la operación y capacidades técnicas de sus inversionistas estratégicos; (ii) empleando una arquitectura de sistema diseñada para minimizar costos y riesgos tecnológicos; y (iii) ofreciendo a los usuarios potenciales servicios de telecomunicación de bajos costos y alta calidad.

Segmento Espacial de Bajo Costo

Para lograr un bajo costo, reducir los riesgos tecnológicos y acelerar el desarrollo del sistema, la arquitectura de Globalstar usa pequeños satélites incorporando un mejor diseño repetidor que actúa esencialmente como un “Bent Pipe” retrasando las señales recibidas directamente a la tierra. Todo el sistema de procesamiento de llamadas y las operaciones de conmutación están sobre la tierra, donde son accesibles para su mantenimiento y benefician los continuos avances tecnológicos. Además la tecnología digital CDMA seleccionada por Globalstar promueve un uso eficiente de los recursos satelitales.

Segmento Terrestre de Bajo Costo

Globalstar ofrecerá a los gobiernos locales y a los proveedores de servicio que proveen la infraestructura telefónica en donde el costo de construcción de líneas alámbricas terrestres o sistemas telefónicos inalámbricos no sean justificables económicamente.

Por la adquisición de un Gateway individual por aproximadamente US\$5 millones, un proveedor de servicio puede extender el servicio telefónico básico a terminales fijas sobre una base nacional.

Comunidades remotas pueden ser provistas por unidades móviles y portátiles con un costo aproximado de US\$750 c/u y teléfonos públicos con un costo entre US\$1000 y US\$2500 dependiendo de la capacidad deseada y el número de unidades compartiendo una antena fija. Los proveedores de servicios podrán subsidiar algunos o todos los elementos del costo del sistema, particularmente en áreas rurales, consiguiendo la reducción del costo de acceso a los suscriptores.

Globalstar pretende ofrecer sus proveedores de servicio precios promedio, que están en un rango de \$0.35 y \$0.53 dls. por minuto. Globalstar espera que su tecnología digital CDMA habilite el garantizar servicio de voz digital y tener mayor claridad, calidad y privacidad que

aquellos sistemas celulares terrestres. Los satélites LEOs Globalstar a 1410 Km. darán como resultado un imperceptible retraso de voz, comparado con el retraso notable de voz y efecto de eco de llamadas utilizando satélites GEOestacionarios, ya que su sistema proveerá también un menor retraso de voz que los MEO GMPCS y en algunos casos que los sistemas LEO que requieran procesamiento de llamada-a-bordo del satélite para soportar los sistemas de comunicación satélite-satélite.

Cobertura satelital múltiple

Cambio suave en el proceso de *hand-off* (*soft hand-off*). El CDMA, combinado con una cobertura continua de satélites múltiples así como una diversidad de rutas, harán al sistema capaz para proveer servicios a un amplia variedad de lugares con un menor potencial para el bloqueo de la señal debido a edificios, inconvenientes naturales e irregularidades del terreno (fenómeno conocido como *Multipath*). Las terminales del suscriptor podrán operar con un solo satélite en visibilidad en donde típicamente dos o cuatro satélites estarán sobrevolando. Cabe mencionar que la pérdida de un satélite individual no resultará en una carencia considerable en la cobertura global. Cada terminal móvil se comunicará con tres satélites simultáneamente, combinando las señales recibidas asegurando la máxima calidad del servicio. Como los satélites estarán moviéndose constantemente dentro y fuera de visibilidad, estarán menos propensos a adicionar y remover la llamadas en progreso con lo que se reduce el riesgo de interrupción de la llamada.

Figura 7.10 Cobertura Múltiple en un Momento del Sistema Globalstar



Unidades móviles

Las unidades "*hand-sets*" y montadas en vehículos estarán tanto en precio como en tamaño similares a las funciones del estado actual de los teléfonos celulares digitales. Además las unidades móviles utilizarán menor potencia en promedio que los teléfonos celulares analógicos y disfrutarán de una mayor duración en la vida de la batería. Los *hand-sets* de modo dual serán capaces de acceder tanto al **Globalstar** como a los servicios locales celulares terrestres donde estén disponibles.

Estado regulatorio y licitación

El espectro en las bandas de 1610-1626.5 MHz y de 2483.5-2500 MHz fueron asignaciones internacionales para los servicios *GMPCS* dados en la *WRC* de 1992. La *FCC* subsecuentemente adoptó un par de compartición de bandas para los servicios **Big LEO**: El espectro entre 1610 y 1621.35 MHz que pueden ser asignados para uso compartido con cuatro licencias para **Big LEO** usando arquitectura *CDMA* para "*enlaces-de servicio*" tierra-espacio; la banda de 1621.35-1626.5 MHz podría estar reservada para asignar a una sola licencia de **Big LEO** usando arquitectura *TDMA/FDMA*, para "*enlaces-de servicios*" en ambas direcciones (tierra a espacio y espacio a tierra); y la banda de 2483.5- 2500 MHz podrá estar reservada para los enlaces de servicio en la dirección espacio tierra para sistemas *CDMA*. (El término "*enlaces-de servicios*" se refiere a las transmisiones entre transreceptores de satélites y usuarios finales móviles).

El espectro del "*enlace-alimentador*" *GMPCS* fue asignado internacionalmente en octubre de 1995 en la *WRC-95*. (El término "*enlaces alimentadores*" se refiere a la transmisión de mensajes de usuarios en las direcciones entre satélites y estaciones terrenas *gateway*). En noviembre de 1996 la *FCC* garantizó al **Globalstar** la construcción, lanzamiento y operación del sistema usando los siguientes cuatro segmentos separados del espectro de radiofrecuencia:

Enlaces de usuario:	1610-1621.35 MHz (usuario a satélite).
<i>(user-links)</i>	2483.5-2500 MHz (satélite a usuario).
Enlaces alimentadores:	5091-5250 MHz (<i>gateway</i> a satélite)
<i>(feeder-links)</i>	6875-7055 MHz (satélite a <i>gateway</i>)

A la fecha los inversionistas estratégicos de Globalstar y los proveedores de servicios locales y regionales han logrado tener presencia en 103 países distribuidos en los 5 continentes.

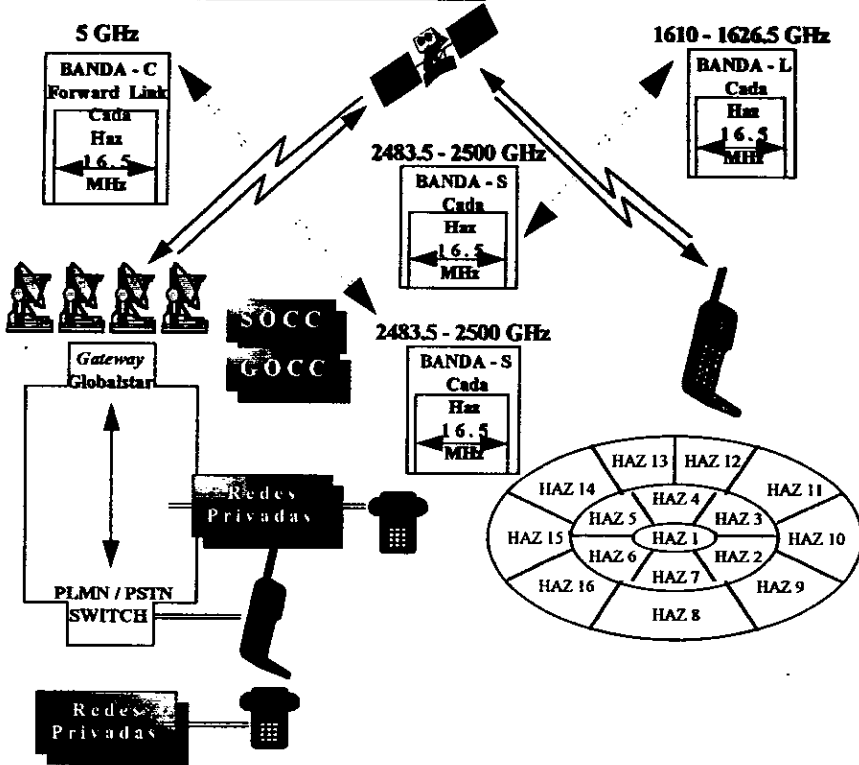
El usuario puede utilizar su “*hand-held*” en cualquier parte con las siguientes características principales :

- Tamaño menor de 165x60x20 mm
- Menor a 600 gramos
- Tiempo de stand-by: >24 horas
- Tiempo de conversación: >2 horas
- Promedio de Transmisor de potencia: 200 mW
- Precio: alrededor de US \$750
- Tiempo Aire: US\$ 0.30-\$0.50 por minuto

Y las características de los *gateways* son:

- Frecuencia operativa: Banda-C
- Número de antenas de seguimiento : 3
- Diámetro de la antena: 2-4 metros
- PIRE transmitido: 32 a 42 dBW por 1.25 MHz
- Costo: alrededor de US\$2 Millones por *gateway*

Figura vii.5 Plan de Frecuencias del Sistema Globalstar



ABREVIATURAS :

- GOCC: Ground Operations Control Center
- SOCC: Satellite Operations Control Center
- PSTN: Public Switched Telephone Network
- PLMN: Public Land Mobile Network

Globalstar necesitará, debido al vuelo en Orbits Baja, hasta 100-200 estaciones terrenas que serán necesarias para proveer una conectividad global. La medida real para costo-efectividad puede ser: costo por circuito/área de cobertura. Con las redes actuales celulares terrestres se necesita gastar US\$20,000 a US\$30,000 por circuito para una cobertura de menos de 40 Km. de

diámetro. Con **Globalstar**, con un costo similar por circuito, puede alcanzar a cubrir hasta 2,000 Km. en diámetro.

Así, **Globalstar** incluye, en resumen, las siguientes tecnologías con la obtención de una alta eficiencia espectral y un factible costo por canal:

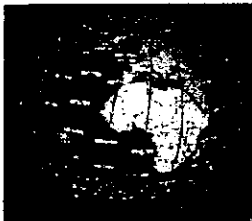
1. *Modulación CDMA con un eficiente control de potencia.*
2. *Alta eficiencia en la Codificación de voz con un factor de actividad de voz.*
3. *Antena de spot-beam para el incremento de ganancia y reuso de frecuencia.*
4. *Aumento de Ganancia de la antena satelital para una amplia cobertura geográfica.*
5. *Enlaces de usuario multisatelitales para mejorar la confiabilidad de las comunicaciones.*
6. *Un Soft Hand-off entre haces y satélites.*

En la técnica empleada en este último punto, significa que una señal de llamada puede ser pasada hacia un nuevo satélite o haz mientras continúa siendo pasada hasta el satélite o haz que se tenía en un origen. La voz digitalizada es conmutada a y desde ambos satélites por el *gateway* y combinando en el *gateway* la codificación de voz.

Las estaciones móviles reciben las transmisiones paralelas desde ambos satélites y desempeñan una diversidad de operaciones combinadas. Esto no solo incluye la capacidad del sistema sino que también incluye una alta calidad de la comunicación de los enlaces en el perímetro del área cubierta por los satélites.

El proceso de *hand-off* es más confiable cuando el *hand-off* está hecho instantes antes del proceso de *rompimiento* o de traslape; el nuevo enlace se establece entonces, antes que al anterior "caiga" o pase. Una vez que el proceso ha comenzado continúa hasta que uno de los satélites se desvanezca debajo del horizonte.

VII . 4 SPACEWAY



Se conoce como *Spaceway*, a la propuesta de banda-amplia de *Hughes* de \$6 billones de dls. Basado en el uso de 17 satélites "*HS-601*" construidos por la empresa aerospacial *Hughes* creando cuatro redes regionales cubriendo Norte, Centro y Sudamérica, Europa-Africa y la región Asia-Pacífico, las cuáles podrán ser entrelazadas para proveer una cobertura mundial.

El objetivo es direccionarse al mercado de negocios regional, por lo que se lanzarán tantos satélites como sean necesarios para proveer el mayor beneficio posible en negocios para poder soportar los clientes de cada área cubierta.

Los satélites *HS-601* operarán en órbitas geoestacionarias con un tiempo de vida de satélite de 15 años. En el sistema *Spaceway* las naves están configuradas para ofrecer una velocidad de datos de "enlace de bajada" de 92 Mbps a las E/T equipadas con *USATs* (*Ultra Small Aperture Terminals*) operando de 1-2 W.

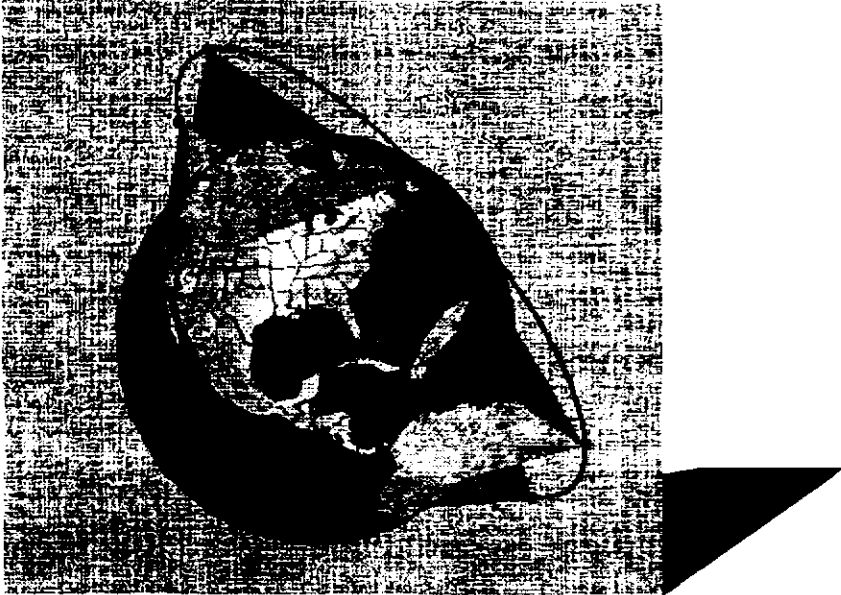
Los satélites tienen una natural velocidad de datos de "bajada" de 92 Mbps. El promedio de personas no utiliza nada similar a esta velocidad, pero se prevé que el standard terminal localizado en el tráfico de 16 kbps - el cuál es el tráfico de voz/fax por partes en el mundo en dónde la infraestructura terrestre es sumamente deficiente por ejemplo en Asia- y hasta los 1.544 Mbps, que son las velocidades de datos T1. Por lo que se cree que se cubrirá la vasta mayoría de las aplicaciones multimedia tanto para 1998 como para años subsecuentes.

El funcionamiento de *Spaceway* es logrado por *Hughes* con el uso de una distribución limitada de sus *spot-beams*. Usando 125 MHz de espectro y cubriendo alrededor de 1° de la superficie de la Tierra, cada haz enfocará el amplificador de potencia de transmisión de los HS-

601 dentro de un patrón estrecho o limitado, liberando un pico de PIRE de 59.01 dBW. Funcionando así, permitirá a las E/T Spaceway tener muy pequeños "platos" para sus antenas.

También usará un alto grado de reuso de frecuencia debido a su separación espacial; con esto se espera un séxtuple reuso del espectro por la separación espacial y un doble reuso debido a que cuenta con dos polarizaciones: para dar un reuso total de 12 veces duplicado. Además los 500 MHz del espectro de cada satélite Spaceway tiene una capacidad de espectro efectiva total de 6 GHz.

Figura VII-1: Placa de un satélite Spaceway.



Otro aspecto importante de la tecnología de Spaceway es la inclusión de una unidad de conmutación de señal dentro del propio satélite. Spaceway incorpora la capacidad de una carga de procesamiento digital de señales sobre el satélite que se usará para cursar el tráfico.

Spaceway será una plataforma capaz de conseguir que se pueda estar en cualquier lado geográficamente y conectarse a cualquier información de la supercarretera. Este es uno de los elementos clave de su estrategia.

La intención de Hughes no es competir con los operadores de fibra óptica sino que, con el mercado aún sin explotar, se complementaría a la red terrestre haciendo un grupo completa de sensores y proveedores.

De hecho, la estrategia de Hughes es "inter-trabajar amigablemente con los PTTs locales". Su estrategia es la complementación y la conectividad con las PSTNs . Por lo que los PTTs ven a Spaceway como una gran vía para extender su alcance y la provisión de su variedad de servicios.

Se planea que Hughes comience a desplegar sus satélites en 1998, con una red inicial de 9 satélites y entrar en servicio en el año 2000. Tanto Spaceway como Teledesic están a la espera de la asignación de la posible utilización del espectro de la Banda Ka y ello le corresponde a la FCC para darles el banderazo inicial.

Tabla 7-4.1 Comparacion entre Sistemas

	Teledesic	Spaceway	Comentario de mejor opción
Número de Satélites	840	9	Mayor numero de satélites se traducen en mayor potencial de ancho de banda : Teledesic
Costo del Sistema	\$ 9 billones de dls.	\$ 2.5 billones de dls.	Spaceway ofrece más por menos con la actual tecnología
Alcance	435 mi. (696 Km)	4000 mi. (6437 Km)	Spaceway es el mainframe de los satélites, Teledesic dentro del microcosmos

	Teledisc		Comentarios de mejor opción
	1 GHz en Banda K (14-30 MHz)		Tanto Spaceway como Teledisc requieren de espectro exclusivo. Pero Spaceway requiere de más.
	330 millones		Spaceway es una parte de GM (Podemos Concorde)
	Centro de comunicaciones para canal único \$600 millones 15-30 MHz para teleconferencia		Spaceway y Teledisc conignes ofrecer ancho de banda por menor precio
	Servicio fijo de banda ancha para datos de computación, video y teleconferencia arriba de velocidades de T-1 (16 Mbps a 2.048 Mbps)		Teledisc y Spaceway se enfocan al mercado de redes computacionales globales, aunque Spaceway está en desventaja por el medio-segundo de retraso en los enlaces del cinturón de Clarke a 22,300 millas
	10 GHz (15.4 GHz)		A frecuencias superiores menor tamaño de antena. Teledisc aventaja en la Banda K, debido a su Órbita Terrestre Baja
	Se proyecta que Teledisc ofrezca servicios de banda ancha. Actualmente tiene ancho de banda		Teledisc ofrece mayor capacidad.

	Teledesic	Spaceway	Comentario de mejor opción
Personas Lanzador	capacidad orbital de conmutación. 1,700 lbs.	1,085 lbs (nave SPACOM); peso del lanzador 7,287 lbs	Hughes aventaja la colocación del lanzamiento; Teledesic tiene la órbita más baja.
Compartición de frecuencias	No	No	TDMA requiere de la exclusividad del espectro, aunque pueden compartir por segmentación.
Esquema de Modulación	FDMA / TDMA	FDMA (TDMA pendiente)	
Banda del Espectro utilizada	Banda K, (19-30 GHz)	Banda K	La Banda K, permite antenas pequeñas, menor potencia, y mayor ancho de banda.
Ventajas Regulatorias	La habilidad de conformar organismos nacionales y enormes beneficios de ancho de banda para países en desarrollo	Actualmente los operadores tienen la ventaja de la prioridad en el espectro sobre los satélites en las regiones reguladas por la ITU	Hughes se conduce bajo las regulaciones actuales de la ITU, pero puede tener una demanda exagerada.
Enlaces Intersatelitales	Si	Si	
Fecha de puesta en marcha	2001	1998	
Inversor(es)	Craig McCaw y Bill Gates	GM Hughes	Los billonarios de vanguardia vs. El Complejo Militar Industrial
Bases Tecnológicas			Teledesic es una nueva tecnología basada en la ley de Moore's; Spaceway está apoyado por una tecnología madura de satélites geostacionarios.

	Características		Comentario de mejor opción
	<p>1 (2.042 Mbps); 16 segundos usando enlaces en el orden de las siglas. \$20.000 de</p>		<p>Tratamiento de Transmisión de ...</p>
	<p>Cada segundo de cada...</p>		<p>...6 table de pago-por-evento</p> <p>Depende de la información contenida en cada período.</p>
	<p>Capacidad de 100 Mb/s de</p> <p>Teledis: 200 de 100 Mb/s de 100 Mb/s de 100 Mb/s</p>		<p>Teledis está diseñado con un moderno sistema de banda ancha competitivo con la infraestructura terrestre. Spaceway es un sistema suplementario inferior al servicio terrestre y de mayor costo.</p> <p>Teledis (según el autor) es el gran ganador: colocado sobre el mercado de computadoras beneficiando las nuevas tecnologías computacionales.</p>

VII.5 ODYSSEY



Odyssey, el sistema de satélites que también brindará servicios mundiales de comunicaciones personales de alta calidad. El sistema. Es propuesto por TRW, y podrá prestar servicios de comunicación hablada, así como de datos, buscapersonas y mensajes a los suscriptores del servicio móvil, por el mundo entero, estén donde estén.

En mayo de 1991, TRW solicitó a la Comisión Federal de Telecomunicaciones (FCC) un permiso para prestar servicios en los Estados Unidos. La empresa ha recibido el permiso por la FCC, a principios de 1995. En noviembre de 1994, TRW y Teleglobe anunciaron una operación conjunta para construir y operara el sistema **Odyssey**.

Los satélites **Osyssey** pueden fácilmente existir con los demás sistemas que comparten el espectro. Se pueden conectar microteléfonos de dos modalidades (como en el caso de **IRIDIUM**) a través de los servicios existentes terrestresmóviles (celulares o PCS), allá en donde existan. Donde no existan sistemas celulares, el sistema se enlazará automáticamente con los satélites **Odyssey**. Donde no existan sistemas celulares, se ofrecerán comunicaciones móviles.

El enlace directo desde los satélites a las terminales de mano será mediante la banda S y el de retorno, mediante la banda L. Los enlaces de las líneas de retroalcance entre los satélites y las estaciones terrestres se efectuarán en las frecuencias de la banda Ka.

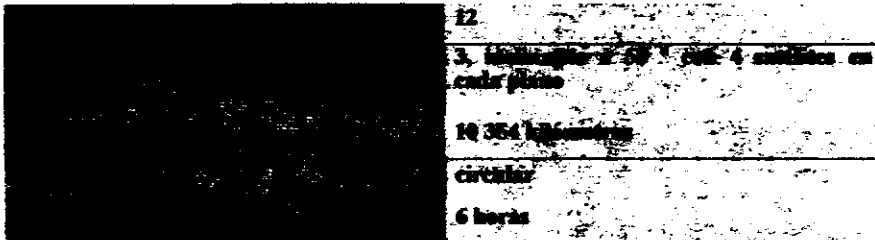
El sistema Odyssey consta de:

- 1) un segmento espacial de 12 satélites en órbita mediana;
- 2) un segmento de tierra integrado por siete estaciones terrenas, interconectadas por un red mundial WAN de fibras ópticas, y un centro de operaciones con reserva, y
- 3) un segmento de usuarios de teléfonos portátiles y terminales fijos. Mediante centros de conmutadores de cabecera proporcionados por los explotadores regionales que actuarán como distribuidores Odyssey, este sistema se enlazará con las redes públicas conmutadas nacionales. Lo anterior se muestra en la figura 7.4.

VII.5.1 SERVICIOS Y CARACTERÍSTICAS

- Telefonía vocal
- Facsímil
- Datos digitales
- Mensajes breves
- Plenamente compatible con las normas GSM
- Móvil
- Fijo
- Red local inalámbrica Odyssey

VII.5.2 SEGMENTO ESPACIAL



VII.5.3 SEGMENTO TERRENO

<p>TIPO DE ARQUITECTURA:</p>	<p>interconecta las porciones de cables de fibras ópticas WDM en anillos múltiples</p>
<p>FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA:</p>	<p>GSM controlado por un centro de operaciones con reserva</p>
<p>CENTROS DE CABECERA:</p>	<p>centros de cabecera con normas GSM ordinarias enlazarán la WAN mundial ODDISEY con las redes regionales de los proveedores de servicios</p>
<p>SEÑALIZACIÓN:</p>	<p>De estación terrena a terminal: AMDC De estación terrena a cabecera: GSM ordinario y SS7 ISUP</p>
<p>GESTIÓN DE LA MOVILIDAD:</p>	<p>Capacidad transeúnte mundial; transferencia automática de satélite a satélite y de haz en haz</p>
<p>PROVEEDOR:</p>	<p>TRW SPACE & ELECTRONICS GROUP</p>

VII.6 TELEDESIC



Otro gran sistema que representa una competencia para el sistema **IRIDIUM** es el proyecto **TELEDESIC**, otro más de los sistemas que se encuentran dentro de la clasificación de los **BIG LEO's**, debido a la gran complejidad de este sistema. Actualmente este proyecto se encuentra en la fase de diseño y se espera empiece a funcionar en el año 2001.

Este sistema está dirigido al mercado de una red global telefónica y con una constelación de satélites **LEO's** e idénticos. En cada nación, la compañía telefónica puede usar la red **TELEDESIC** y proveerse de algunos modernos servicios básicos y avanzados en áreas rurales, que es ofrecido por servicios telefónicos en centros urbanos de las naciones completamente industrializados. El sistema es capaz de proporcionar sus servicios a todos los subscribers, sin tomar en cuenta el sitio, con precios comparables a algunos servicios en áreas urbanas de las naciones industrializadas. Mientras se obtienen los beneficios de operación, se está recabando una gran inversión que se requiere para la puesta en marcha del sistema. El ancho de banda para soportar la capacidad requerida y disponible del sistema está en las frecuencias de la banda Ka.

Este sistema es el único **LEO** que también utiliza las computadoras como medio de recibir o transmitir información, con lo cual representa una gran diversidad de usos. También telefonía inalámbrica, datos y vídeo digital.

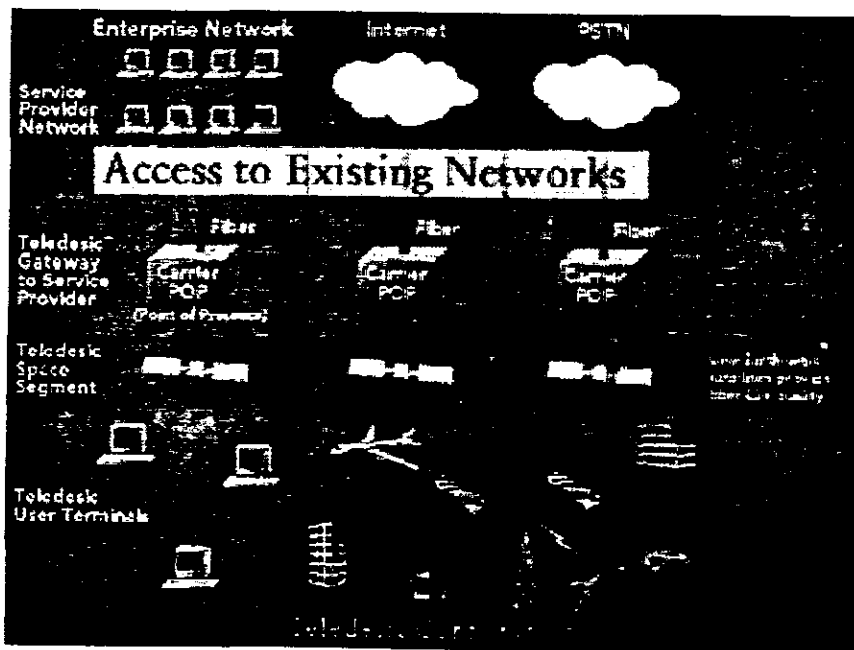
VII.6.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

La red reside en una constelación de 340 satélites **LEO** más 84 económicos. Cada satélite es un nodo switch en la red y es enlazado con 8 nodos adyacentes y formar una topología de malla. Las terminales del subscriber se comunican directamente con la red satelital, que es conectada entonces con otras terminales de subscriber de la red o con una interfase del gateway, que se conmuta con la red pública. Contiene un paquete de tecnología switching combinada con un

paquete de algoritmos que corrige, que es usado para adaptarse al continuo cambio de la topología de la base de la red LEO.

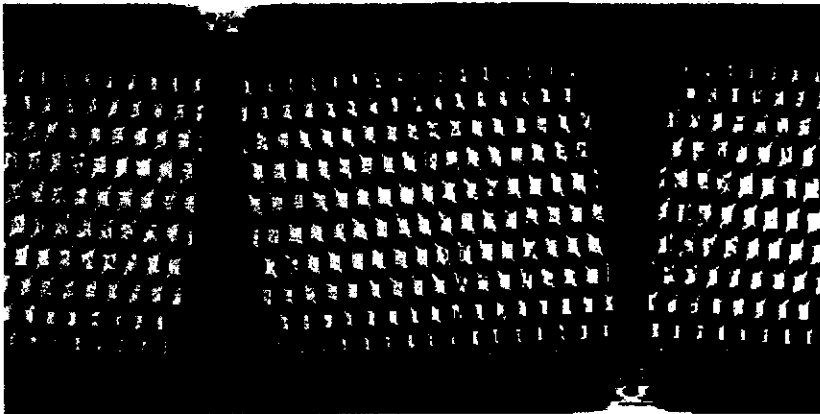
El enlace de comunicación entre las terminales terrenas y el satélite es en la banda de frecuencias de 30/20 GHz, esta banda satisface los requerimientos de TELEDESIC, principalmente, cantidad y calidad. Una combinación de alta máscara de ángulo alta (high mask angle), alta ganancia en el satélite y en las antenas de las terminales y el pequeño tamaño de las celdas compensan la atenuación por lluvia y características del terreno que obstaculizan esas frecuencias o minimizan la interferencia en los sistemas terrestres.

Fig. 6. Descripción del Sistema TELEDESIC



Una tecnología original de Tierra - fija - celda reduce al mínimo el hand-off y los problemas de frecuencia, en coordinación asociada con la red de los LEO's. En lugar de moverse con la huella del satélite, las celdas del sistema son arregladas en un asentamiento fijo sobre la Tierra que los satélites electrónicamente dirigen sus antenas como ellos lo aprueben. Esto permite a una terminal conservar la asignación de algunos canales para la duración de una celda, sin tomar en cuenta el número de satélites involucrados. El *hand-off* llega a ser la excepción en vez de la regla. Esta tecnología Tierra - fijo - Celda permite el uso de pequeñas celdas, resultando una alta eficiencia espectral.

Fig. VII.8 Distribución de Celdas a lo largo del LEODENIC

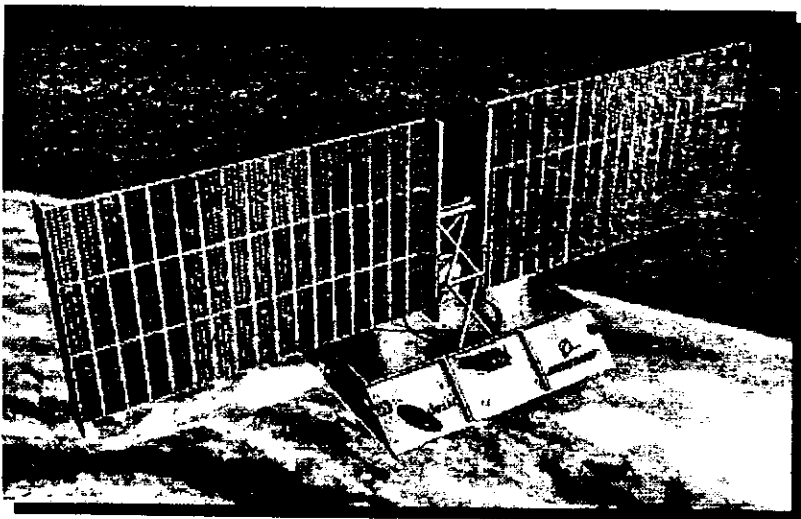


La combinación de low Earth Orbit y High Mask Angle, dan como resultado pequeñas huellas del satélite. Pero para lo cuales se requiere un gran número de satélites que cubra la Tierra. Aunque una gran constelación es muy cara, esto ofrece un número de significantes avances al comunicarse con la red con una alta calidad, confiabilidad y capacidad. La aparente desventaja - costo y complejidad de construcción, lanzamiento y manejar la gran constelación - no es insuperable.

Todos los satélites son idénticos y diseñados igualmente a tener un avance completo. Una vez lanzados, cada satélite y la constelación es como un todo esencialmente autónomo. En un tablero del sistema se obtiene la altitud y posición en órbita, monitorea y analiza el estado de los subsistemas y da periódicamente un reporte de los resultados, incluyendo proyección de lo que se pueda aprovechar de su tiempo de vida. El control de la rotación es requerido sólo en casos excepcionales.

El sistema **TELEDESIC** demuestra la importancia de los beneficios comerciales de usar el desarrollo tecnológico de otros propósitos por la U.S. National Laboratories, que es semejante a la Jet Propulsion Laboratory (JPL) y Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL). Muchos de los subsistemas, componentes, materiales y procesos de desarrollo para la exploración del espacio y la defensa nacional pueden usar directamente o indirectamente la red **TELEDESIC**.

Fig. VII.9 El Satélite de TELEDESIC



VII.6.2 LA CONSTELACIÓN

La red se compone de una constelación de satélites LEO orbitando la Tierra en una altitud de 700 Km. Formada por 21 planos orbitales inclinados 98.2o a partir del ecuador, con nodos adyacentes ascendentes espaciados a 9.5o. En esta inclinación, cada satélite presenta alguna cara a el sol en todo el año. Esta órbita sincrónica del sol permite significantes ventajas en arreglos de celdas solares y permitir que partes electrónicas del satélite recojan la radiación, para su utilización posterior.

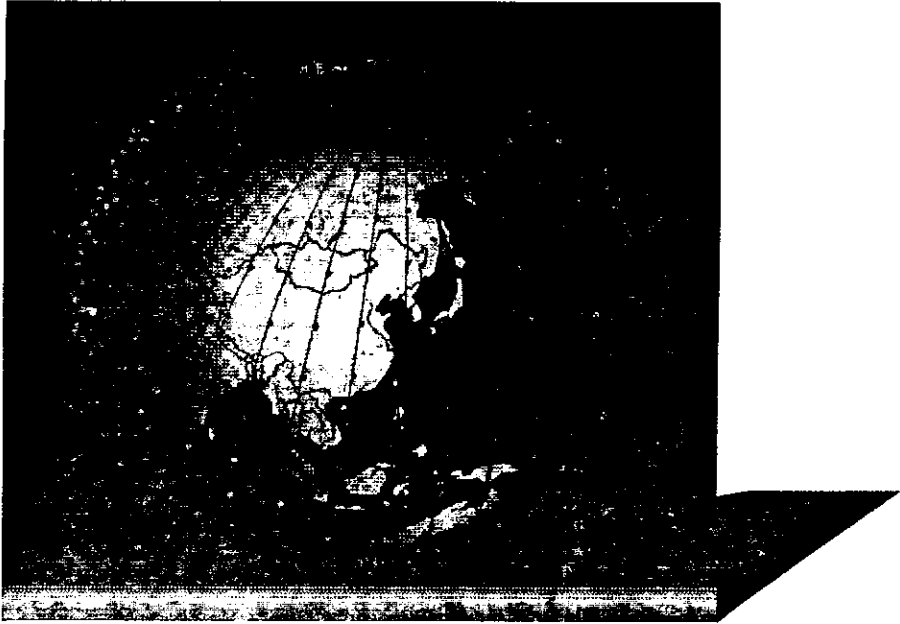
Cada plano orbital contiene 40 satélites activos espaciados constantemente alrededor de la órbita, resultando una constelación total de 840 - 924 satélites (pero posiblemente pase lo mismo que con el sistema **IRIDIUM**, que por cuestiones económicas se redujo el número de satélites . La constelación es diseñada para que las terminales del subscriptor puedan "ver" dos o más satélites en el lapso de su utilización. Esto permite que la carga se reparta entre ambos satélites y también ofrezca redundancia en la cobertura a la hora de substituir algún satélite.

Esta "mask angle" minimiza el bloqueo de estructuras y terrenos , minimiza también la interferencia con enlaces de microondas y minimiza la atenuación por lluvia y reflejos de multi-path.

El despliegue de la constelación depende de la carga de cada vehículo. Los satélites serán colocados en su propio plano orbital, cada satélite ajusta su posición con el plano.

El satélite está diseñado para un tiempo de vida de 10 años. Como en todos los satélites, el tiempo de vida depende de las baterías, celdas solares, características de los componentes electrónicos y consumo de combustible. El tiempo que se requiere para substituir un satélite es de dos horas.

Fig. VII.10 La Gran Constelación TELEDESIC



VII.6.3 LA RED

La red usa una tecnología segura de switching similar a la tecnología Asynchronous Transfer Mode (ATM) actualmente siendo desarrollada por redes LAN, WAN y en el ancho de banda ISDN (BISDN). Toda la comunicación es tratada idénticamente en la red como paquetes cortos en distancias fijas. Cada paquete contiene un header (principal), que incluye la dirección y secuencia de la información, una sección de control de error usada para verificar la integridad de el header y una sección de carga que son portadoras de voz o datos codificados digitalmente. La conversión y el formato de paquete tiene lugar en las terminal e interfaces del gateway. El paquete está seguro con la conmutación de paquete en la red, combinado con los avances de una

red de conmutación de circuitos (retardo bajo "digital pipes"), y una conmutación de paquete en la red (eficiente manejo del multivelocidad y fluido de datos). La tecnología es idealmente especial para la naturaleza de la dinámica de la red LEO.

Cada satélite de la constelación es un nodo en el switch de la red y el enlace de comunicación entre satélites se puede hacer con otros 8 satélites en los planos orbitales adyacentes. Cada satélite es enlazado normalmente con 4 satélites en el mismo plano (2 enfrente y 2 atrás) y con uno en cada uno de los planos adyacentes en ambos lados. Esta interconexión en un arreglo no jerárquico "geodesico" o una red de malla y provee una gran configuración de la red en cuanto a ser tolerante a faltas y congestión local.

La comunicación directa con los satélites puede ser en terminales fijos, transportables y móviles, y con los gateways. El gateway conecta el tráfico de llamada TELEDESIC ilimitado a otras redes en el país destino. La interfase del gateway también provee el acceso a la red en varias operaciones de soporte, control y base de datos del sistema. Por seguridad y trato con la atenuación de la lluvia en las frecuencias de enlaces de subida y bajada del gateway, la interfase del gateway usa dos montajes de radio y un ensamble de antena separado por 30 - 50 Km. conectado por fibra óptica standard comercial o enlaces de microondas.

VII.6.4 OPERACIONES DEL CENTRO DE CONTROL

La interfase del gateway provee la interconexión entre los puntos de la red y los centros de operación y control (por sus siglas en ingles, COCC), Centros de Operación y Control de la red (NOCC) y los Centros de Administración de Proporción de Servicios (SPAC). Los COCCs coordinan el despliegue inicial de los satélites, restablecimiento de satélites, diagnóstico de fallas, reparación y desorbitación. El NOCC incluye una variedad de distribución administrativa de la red y funciones de control incluidos en la base de datos de la red características del proceso, administración de la red y enlistar el sistema. El SPAC maneja servicios locales proveyendo el control sobre la administración, lista y pruebas de terminales en la región.

VII.6.5 ENLACES DE COMUNICACIÓN

La red está basada en un paquete tecnológico seguro y total enlace de comunicación transportando voz y datos en paquetes de longitud fija. Todo el enlace también tiene seguridad para los que quieran utilizar el sistema sin ser un subscriptor. La interfase entre la terminal y el gateway realiza la inscripción / descripción y conversión en el formato del paquete. La red tiene tres categorías de enlace de comunicación.

- ▶ **PRIMERO.** Enlace entre satélites (ISLs) interconectado a un nodo de switch satélite con otros 8 satélites adyacentes o con planos adyacentes. Cada ISL puede usar de uno a 8 canales de 138 Mb/s, dependiendo de la capacidad requerida en algún tiempo.

- ▶ **SEGUNDO.** Enlace entre el gateway y el satélite (GSLs) conecta la red de satélites continuamente a la interfase del gateway con la PSTN y con el grupo de base de control, sistemas de soporte y la base de datos. Cada satélite puede soportar 8 GSLs, cada uno con una capacidad de arriba de 8 canales de 138 Mb/s.

- ▶ **TERCERO.** Enlace entre la terminal y el satélite (TSLs) es una conexión directa entre terminales y la base de la red satelital. Dentro de aquí se encuentran dos tipos de TSLs: enlace entre terminal fija y el satélite (FTLs), que soporta una gran y alta ganancia de terminales (normalmente en sitios fijos), y un enlace entre terminales móviles y el satélite (MTSLs), que soporta pequeño, moderada ganancia de las terminales (normalmente móviles). La velocidad básica del canal es de 16 Kb/s de la carga más 2Kb/s de señalamiento y control. Sus principales características se muestran en la Tabla 7.6.1 :

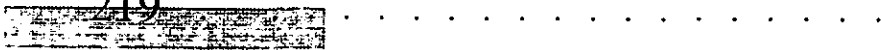


Tabla 7.4

	TELEDESIC
	840
	U.S.\$ 9 billones
	435 millas
	4 centavos/minuto para canal básico
	\$1,000 para 64 kbps, \$6,000-\$8,000 para 2mps
	Ancho de banda de servicios fijos para datos de computadoras y video conferencias arriba de una velocidad T-1 (16 Kbps a 2.08 Mbps)
	10 pulgadas
	FDMA/TDMA
	banda Ka (19.30 GHz)
	si
	2001
	Craig McCaw y Bill Gates

VII.7 QUE SE ESPERA DE LAS TELECOMUNICACIONES EN EL FUTURO

Los años ochenta han visto cambios dramáticos en los mercados de la comunicaciones móviles, particularmente en el sector de los negocios. Desde radiotaxis o radiobúsqueda (pagers), se fue haciendo común oír el zumbador de un buscapersonas, usar un teléfono sin hilos en casa o ver personas utilizando el teléfono en su coche mientras conducías. En los noventa nos estamos embarcando en la segunda generación de sistemas móviles que usan extensamente técnicas digitales, asistimos a una gran proliferación de tecnologías e iniciativas de nuevos servicios (GSM, DECT, Telepunto, PCN, etc.). A través de estas iniciativas se va definiendo una tendencia desde la situación actual del mercado multisegmentado en términos de normas existentes hacia un único estándar europeo. Así, en telefonía celular, en la primera generación existían multitud de estándares en Europa (NMT, TACS, CNETZ); para la segunda generación sólo existirá GSM. También se va desdibujando la barrera tradicional entre entorno público de exteriores (celular) y entorno privado de interiores (negocios y teléfonos inalámbricos). Aunque inicialmente diseñados para el sector de los negocios, estos sistemas se están moviendo cada vez más hacia el usuario residencial. Cuando los sistemas habrán sido explotados hasta el máximo de sus capacidades y no podrán satisfacer los requisitos de los usuarios en demanda y calidad, será el momento para un sistema de la tercera generación, un sistema universal, multifunción, que usará técnicas digitales desarrolladas a lo largo de los noventa y tecnologías del año 2000; este sistema se denomina *Universal Mobile Telecommunication System (UMTS)*, está siendo desarrollado en RACE y el estándar en el ETSI, grupo SMG5, y tiene su paralelo en el *Future Public Land Mobile Telecommunications System (FPLMTS)* que se está estandarizando en CCIR.

VII.7.1 EL SISTEMA FPLMTS

De todos los tipos de sistemas de comunicación que fueron colocados en el espectro por la WARC - 92, el futuro sistema público terrestre de telecomunicaciones móviles (FPLMTS) es probable que tenga un mayor impacto en el camino de la red pública telefónica, en el acceso y su

uso. El FPLMTS está planeado ser una red mundial de comunicación personal, ofreciendo todos los servicios ya disponibles, continuando con la red telefónica (incluyendo voz, facsimil y datos).

La frase "land mobile" es un nombre inapropiado. El FPLMTS se planea que sea accesible no solo para los usos móviles en tierra (incluyendo automóviles y trenes), pero también en barcos, en el aire, y en terminales fijas. El FPLMTS permite la conexión con el sistema satelital operando en la banda de servicios móviles por satélite. Ambos, las estaciones personales y móviles son capaces de conectarse al sistema todo el tiempo y en cualquier lugar del mundo.

Este sistema se espera que sea especialmente valioso en el desarrollo de países donde pueden usar y establecer un sistema de telefonía rápidamente.

En un extenso estudio y consideraciones tecnológicas son reportadas a el CCIR, el cuál indicó que se colocaría en la banda de frecuencia de 1 a 3 GHz, que es el más adecuado para este sistema. El CCIR estima un espectro mínimo requerido de 230 MHz (17 MHz para estaciones móviles y 60 MHz para estaciones personales, Hand held) y puede llegar a estar disponible en 1998.

VII.7.2 EL SISTEMA UMTS

El sistema UMTS está siendo concebido para proveer, de manera universal (esto es, disponible en todos los lugares y en todo momento), una amplia variedad de servicios al usuario mediante una familia de terminales. La universalidad de un servicio particular dependerá tanto de condicionantes técnicos como económicos. También se refiere este término al que existirá un estándar único para UMTS (por ejemplo en la interfaz aire). Dentro del UMTS se ha acuñado un término cuyo significado es la clave para apreciar la gran diferencia entre los sistemas de la segunda generación y el sistema UMTS. El término es comunicador personal, se refiere a una terminal que, además de ser un terminal de voz de tamaño adecuado para ser transportado cómodamente a cualquier parte, de bolsillo y barato para que sea un verdadero producto de consumo, que puede ser usado indistintamente en entornos interiores o exteriores, en ciudad o en áreas rurales, en la casa, en la oficina, o en las calles, añade la posibilidad de soportar servicios de

imágenes. Dependiendo del avance de las técnicas de codificación de imágenes, esta terminal podría ser también un producto de consumo.

Desde el punto de vista de los servicios, el UMTS soportará una mayor variedad de servicios con mejor calidad y mayores velocidades de transmisión que los actualmente ofrecidos por sistemas como GSM/DCS1800 y DECT. El UMTS soportará voz, datos, fotografía, gráficos, multimedia y otras clases de servicios. Adicionalmente, se considera como esencial para el UMTS ofrecer mejor calidad en términos de cobertura y probabilidad de bloqueo. En el caso del servicio de voz, la percepción global de calidad y fiabilidad de la llamada deberá ser comparable a la ofrecida por la red fija actual.

Desde el punto de vista de disponibilidad, El UMTS deberá ofrecer cobertura universal, como ya se mencionó anteriormente. Esto significa la necesidad de ofrecer la capacidad de conectividad en una gran extensión geográfica; al menos en Europa, aunque potencialmente en el mundo entero. La universalidad también significa la disponibilidad de los servicios de UMTS en la multiplicidad de entornos en los que el UMTS deberá trabajar: rural, urbano, interiores de negocios y residencial. Incluye a peatones y vehículos tanto públicos como privados.

Basados en los aspectos anteriores, se han fijado para UMTS los siguientes objetivos:

- Sistema para soportar una alta densidad de usuarios.
- Sistema que soporte una gran variedad de servicios, tanto de baja como de alta velocidad, incluyendo subconjuntos de los servicios de RDSI de banda estrecha y ancha, tanto por conmutación de circuitos como de paquetes.
- Sistema que ofrezca para el servicio de voz una calidad, coste y fiabilidad semejante a las de la red fija presente.
- Sistema capaz de soportar teléfonos de bolsillo que puedan ser usados en cualquier lugar del Europa y posiblemente del mundo; en casa, la oficina, la ciudad y áreas rurales.
- Sistema diseñado para soportar una gama de terminales más sofisticados que ofrezcan una mayor gama de servicios o una selección específica de éstos.

- Sistema capaz de funcionar tanto entornos diversos, incluyendo entornos no necesariamente RDSI de banda ancha, como en entornos distintos
- Disponer del estándar para 1999.
- Definir una evolución viable desde los sistemas e infraestructuras actuales.
- Diseño suficientemente flexible que permita el desarrollo de futuros sistemas a comienzos del siglo XXI.

VII.7.2.1 ELEMENTOS DE DISEÑO DE UMTS

Arquitectura del sistema

El sistema UMTS se implantará a través de un conjunto de subredes, tanto públicas como privadas, cuya combinación permita la provisión de servicio en cualquiera de los entornos ya comentados, rural, urbano, interiores, etc. Cada uno de estos escenarios impone diferentes condicionantes económicos y técnicos y, por lo tanto, requieren distintos tipos de soluciones. Las áreas en las que el UMTS deberá trabajar deben ser cuidadosamente caracterizadas particularmente en términos de tráfico estimado y estimación de mercado. Las áreas que se están considerando son: puntos de alta densidad (*busy spots*), oficinas, residenciales, autopistas áreas metropolitanas, áreas urbanas y áreas rurales.

Adicionalmente, los puntos de acceso radio de UMTS deberán ser capaces de conectar o integrarse con las redes fijas existentes a lo largo de Europa, y aunque principalmente ideados para su conectividad a redes RDSI de banda ancha, deberán ser capaces de operar en otro tipo de entornos. Otro aspecto crítico para el sistema UMTS es el de las técnicas de manejo de las grandes cantidades de información, principalmente información de abonados, y la inteligencia necesaria para controlar llamadas y la movilidad de los usuarios.

En un sistema UMTS aparecen entornos privados, Customer Premises Networks (CPN), tanto residenciales (DCPN) como de negocios (BCPN) así como redes privadas móviles (MCPN).

Aparece, por supuesto, el acceso público a UMTS. Las distintas celdas que están siendo definidas para UMTS; microcélulas para autopistas y áreas densas en las ciudades, picocélulas para entornos de interiores y macrocélulas para grandes áreas. Las macrocélulas darán servicio a áreas públicas metropolitanas y rurales pero también serán usadas en el interior de las ciudades, sirviendo como células paraguas, asegurando la cobertura y el servicio a móviles moviéndose de unas zonas servidas con microcélulas a otras.

El concepto de microcélula y picocélula, no contemplado de forma integrada por los sistemas de la segunda generación permitirá al UMTS soportar mayor demanda; el concepto de célula paraguas, nuevo para sistemas celulares, permitirá mantener el coste de infraestructura en niveles adecuados. El requisito de cobertura universal obligaría, en caso de no existir las células paraguas, a un despliegue generalizado de microcélulas, incluso en áreas en las que la demanda esperada no las justificara. Esta es una diferencia importante con respecto a GSM donde no existe tan tipo de célula.

Aplicaciones y servicios

El sistema UMTS soportará voz, datos, foto fija, gráficos y otro tipo de servicios. estos incluirán todos los ofrecidos por GSM y DECT así como servicios compatibles con un subconjunto de los ofrecidos por RDSI - BE y BA. En la Tabla 7.7.1 se muestra una enumeración de las posibles aplicaciones soportadas por UMTS, este conjunto de aplicaciones que el UMTS soportará junto con la universalidad en la provisión de las mismas, lo que hace al sistema UMTS un sistema verdaderamente avanzado con respecto a los de la segunda generación.

Ejemplo de aplicación

EJEMPLO DE APLICACION	
Conversión (telefonía)	
Transmisión (correo de voz, etc.)	
Tráfico de datos	
Tráfico de alta calidad (col/9)	
GSM (G4)	
Tráfico	
Tráfico de alta calidad	

Tipo de acceso

Los sistemas móviles digitales que se están promoviendo en Europa, GSM y DECT, gestionan el acceso al medio común mediante el mecanismo TDMA. La tecnología TDMA es muy conocida en Europa y fue considerada como la técnica de acceso para el sistema UMTS durante la primera fase del programa RACE. Paralelamente, en EEUU se comenzó a idear un sistema digital de comunicaciones móviles y se eligió también la técnica TDMA, sin embargo también ganó gran empuje una propuesta basada en CDMA, por lo cual se está estudiando esta técnica como técnica de acceso para el sistema UMTS. Así como el proyecto RASE existen otros que son bases para integrarse y formar el sistema UMTS.

**SECCIÓN
DE
APÉNDICES**



APENDICE I GLOSARIO

Los términos aquí expuestos esperamos que te sean de gran ayuda para comprender más el lenguaje del maravilloso mundo de las Telecomunicaciones.

AM (Amplitud Modulada): Una de las tres maneras básicas (vea también FM y modulación de fase) de agregar información a una señal de onda sinusoidal; la magnitud de la onda sinusoidal ó de la portadora es modificada de acuerdo con la información a ser transmitida.

AMPS: *Advanced Mobile Phone System;* Sistema celular analógico desarrollado por los Laboratorios AT&T, operando a 800 MHz.

Ampliación del Espectro: El proceso de modular una señal sobre una amplitud de banda significativamente mayor que la necesaria para la velocidad dada, para bajar la tasa de errores de bits en presencia de fuertes señales de interferencia.

Amplitud de Banda: La capacidad de transporte de datos de un canal de comunicaciones: medida en Hertz como las diferencias entre las frecuencias más altas y más bajas del canal. La amplitud de banda varía de acuerdo al método de transmisión.

Amplitud de Banda: La capacidad de transporte de datos de un canal de comunicaciones: medida (en Hertz) como la diferencia entre las frecuencias más altas y más bajas del canal. La amplitud de banda varía de acuerdo al método de transmisión.

Antenas de Arreglo de Fase: Este tipo de antena combina muchas antenas con elementos alimentadores con una red de distribución de potencia que controla la amplitud y fase del alimentador de potencia hacia cada elemento para producir los haces de antena deseados. A menudo, el amplificador final de transmisión de potencia está distribuido de forma separada, los amplificadores de baja potencia manejan cada elemento alimentador, permitiendo el ajuste de la amplitud y fase a hacer para con cada elemento del arreglo dinámicamente la obtención de bajos niveles de potencia, que pueden requerirse para ciertas aplicaciones como en los satélites de Órbita Baja.

ANSI (Instituto Nacional de Standard's de Estados Unidos): La principal organización de desarrollo de standard's en EUA ante la ISO, ANSI es un organismo independiente y sin fines de lucro que está apoyado por organizaciones del ramo, sociedades profesionales y la industria.

Application Specific Integrated Circuits (ASIC, digital): Estos circuitos permiten un alto nivel de integración para el desempeño específico de tareas justas para su aplicación. Estos son a menudo usados en las computadoras satelitales y en el control electrónico de altitud.

ATDM (Multiplexor por División Asíncrona de Tiempos): Un TDM que multiplexa señales asíncronas mediante submuestreo.

ATM (Asynchronous Transfer Mode): Una especificación de standard's de la ISDN para proporcionar servicios de transferencia entre células; un standard de operación en red con gran amplitud de banda.

Banda Ancha: Un sistema en el cual múltiples canales acceden a un medio (generalmente cable coaxial) que tiene una gran amplitud de banda, mayor que la de un canal de voz, generalmente ofrece transmisión de datos a mayor velocidad. Vea también Banda Ancha.

Banda Ancha: Un método de transmisión que usa una amplitud de banda mayor que la de un canal de voz, y potencialmente capaz de velocidades de transmisión mucho más altas; también llamada Banda Ancha. En transmisión de difusión, múltiples canales acceden a un medio (generalmente Cable coaxial) que tiene una gran amplitud de banda, utilizando módems de radiofrecuencia. Cada canal ocupa un segmento diferente de frecuencia en el cable, y es demodulado a su frecuencia en el extremo receptor. La televisión por cable es un ejemplo, con hasta 50 canales ocupando un cable coaxial.

Banda Base: Un método de transmisión, generalmente para distancias cortas, en el cual toda la amplitud de banda del cable se requiere para transmitir una sola señal digital. Compare con Banda Ancha. Las señales digitales son puestas en el cable sin modulación y son transmitidas una por una, haciendo de la banda base una manera más simple y barata de transmitir datos. Puede obtenerse transmisiones simultáneas mediante una multiplexión por división en el tiempo.

Bandera: En comunicaciones, un patrón de bits de 6 bits 1 consecutivos (la representación del carácter es 01111110), usado en muchos protocolos orientados a bits para marcar el principio (y frecuentemente el fin) de un cuadro. Bandera se utiliza también como término general que indica cuando deberá iniciarse una cierta condición o respuesta.

Base de Datos: Una colección grande y ordenada de información.

Baudio: Unidades de velocidad de señalización. La velocidad en Baudios es el número de cambios de líneas (en frecuencia, amplitud, etc.) o de eventos por segundo. A velocidades bajas, cada evento representa sólo un bit, y velocidad en baudios es igual a bps. A medida que la velocidad aumenta, cada evento representa más de un bit, y la velocidad en baudios es verdaderamente igual a bps. Pero en el uso común, velocidad en baudios y bps se usan con frecuencia en forma intercambiable.

Baudot: Código de transmisión de datos en el cual cinco bits representan un carácter. El uso de mayúsculas para letras y números permite representar 64 caracteres alfanuméricos. Baudot se usa en muchos sistemas de teleimpresor agregando un bit de inicio y 1.5 bits de parada.

BPS (Bits por Segundo): La unidad básica de medida de la capacidad de transmisión de datos seriales: Kbps para Kilo (miles de bits) bits por segundo; Mbps para Mega(millones de) bits por segundo; Gbps para Giga (miles de millones de bits) bits por segundo; Tbps para tera (billones de) bits por segundo.

Byte: Una unidad de información utilizada principalmente al referirse a transferencia de datos, capacidad de semiconductores y almacenamiento de datos; también llamado carácter, un grupo de ocho (a veces siete) bits utilizado para representar un carácter.

Cable Coaxial: Cable en el cual un alambre metálico sólido está rodeado por aislamiento y por una pieza tubular de metal. El cable Coaxial viene en muchas variedades dependiendo del grado de blindaje controla las EMI (Interferencia Electromagnética) que tenga , y de los voltajes y

frecuencias y acomode. Tiene una gran amplitud de banda pero es incómodo de instalar, haciendo que sea más apropiado para las instalaciones más permanentes. El cable Coaxial es comúnmente usado para transmisiones de TV por antena comunitaria (CATV), generalmente soportando RF de 50 a 500 MHz.

Cable de Par Trenzado: Cable hecho con uno o más pares trenzados. Este tipo de cable puede ser blindado o sin blindar. El cable de par trenzado es más fácil de instalar, menos costoso y más fácil de cambiar que el cable coaxial, pero su amplitud de banda es generalmente menor.

Canal: 1) Como se usa en los standard's de la ex-CCITT, un medio de transmisión de una vía.
2) Como se usa en tarifas y en el uso común, un trayecto para transmisión eléctrica entre dos o más puntos sin equipo terminal suministrado por una compañía telefónica, tal como una conexión local a un DTE (Equipo Terminal de Datos).

Canal B (canal portador): Un canal de 64 kbps de la ISDN, que transporte datos digitales, voz digital codificada por PCM, o una mezcla de tráfico de datos de baja velocidad (datos digitales o voz digitalizada a una fracción de 64 kbps).

Canal D (Canal Delta): Un canal de la ISDN de 16 kbps que transporte información de señalización para controlar las llamadas conmutadas por circuito en canales B asociados, en la interfaz del usuario. También pueda usarse para conmutación por paquetes o telemetría a baja velocidad (100 bps) cuando no hay información de señalización esperando.

Canal Llamador: En redes conmutadas por paquetes, un canal que puede originar pero no puede recibir llamadas.

Canal Selector: Un canal de entrada/salida (I/O) diseñado para operar con un solo dispositivo de entrada/salida a la vez. Una vez que el dispositivo de entrada/salida es seleccionado, registros completos son transferidos a intervalos de un byte.

Cancelación de Eco: La técnica utilizada en módems para filtrar señales no deseadas.

Capa: En el modelo de referencia OSI, una de las siete capas básicas, refiriéndose a una colección de funciones relacionadas de procesamiento de red; un nivel de una jerarquía de funciones.

Capa de Aplicaciones: La más alta de las siete capas de la estructura del modelo OSI, que contiene todos los programas de aplicación o del usuario.

Capa de Enlace: Segunda capa del modelo de referencia OSI; también llamada capa de enlace de datos (término más común).

Capa de Enlace de Datos: Segunda capa del modelo OSI; la entidad de procesamiento de la red que establece, mantiene y libera conexiones de enlaces de datos entre elementos adyacentes en una red; controla el acceso al medio físico (primera capa).

Capa de Presentación: En el modelo OSI, la capa de procesamiento que proporciona servicios a la capa de procesamiento que proporciona servicios a la capa de aplicaciones, permitiéndole interpretar los datos intercambiados, así como estructurar mensajes de datos de transmisión en un formato específico de exhibición y control.

Capa de Red: Tercera capa en el modelo OSI; la entidad lógica de la red que da servicio a la capa de transporte; responsable de asegurarse de que los datos pasados a ella desde la capa de transporte sean encaminados y entregados a través de la red.

Capa de Sección: Quinta capa del modelo OSI; proporciona los protocolos para ensamblar mensajes físicos para formar mensajes lógicos.

Capa de Transporte: En el modelo OSI, la entidad de procesamiento de la red responsable, junto a la capa de red, capa de enlace y datos y capa física, del control de extremo a extremo de los datos transmitidos y el uso optimizado de los recursos de la red.

Capa Física: En el modelo OSI, la capa interior (primera capa) del procesamiento de red, debajo de la capa de enlace; relacionada con los procedimientos eléctricos, mecánicos y de control de flujo sobre la interfaz que conecta un dispositivo a un medio de transmisión; una interfaz eléctrica.

Centro de Control: La o las estaciones terrenas que operan en forma integrada y que cuentan con el equipo asociado de telemetría, rastreo y comando, para controlar la operación de uno o más satélites, conforme a sus parámetros técnicos aprobados, así como sus órbitas y transmisiones, y para evitar interferencias perjudiciales.

Comunicación Vía Satélite : La emisión, transmisión o recepción de ondas radioeléctricas, a través de un sistema satelital, para fines específicos de telecomunicaciones.

CATV (TV por Antena Comunitaria): Una de las instalaciones más comunes encontradas en redes de banda ancha; existen standard's para asignar canales en un sistema de CATV.

CCITT (Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía): Un Comité Consultivo Internacional que establece standard's mundiales de comunicaciones (tales como V.21, V.22 Y X.25). Reemplazado por el ITU-TSS.

CDMA: Code Division Multiple Access; standard celular digital introducido entre 1995-1996, operando en una gran variedad de frecuencias incluyendo 800 y 1900 MHz.

CDPD (Datos Digitales en Paquetes vía Celular): Un standard de la industria para comunicación de datos a 19,200 bps sobre porciones no utilizadas de canales de voz analógicos celulares.

Celdas Solares de Galio-Arsénico: El material de Galio-Arsénico es más eficiente en la conversión de energía solar a electricidad que las celdas de Silicon normalmente utilizadas, dando como resultando una reducción substancial. Sin embargo, debido a su alto costo, solo los satélites que requieren de grandes cantidades de energía (5 a 10 Kw o más) están optando por utilizarlas.

Célula: 1). Una unidad de almacenamiento de energía o de datos. 2). Un área regional de transmisión en sistemas celulares.

Celular: Basado en el uso de Células. Las redes celulares de telefonía y datos dividen un área en células regionales, cada una de las cuáles tiene sus propias instalaciones transmisoras centrales; de esa manera, cada punto del área está al alcance de alguna estación transmisora.

Central de Conmutación: Unidad establecida por una compañía telefónica pública para la administración de servicios de comunicación en una área geográfica específica tal como una ciudad. Consiste de una o más centrales telefónicas y del equipo usado para proporcionar los servicios de comunicaciones. Usada como sinónimo de Central Telefónica.

CEPT (Conferencia Europea de Administraciones de Correos y de Telecomunicaciones): Un Comité que trabaja conjuntamente con el ex-CCITT y las PIT europeas.

Cinturón de Van Allen. Dicho Cinturón fue descubierto por las primeras sondas satelitales y que constituye una zona de fuertes radiaciones que semejan una faja ancha, situada aproximadamente a más de 25,000 Km de altura. Investigaciones posteriores aclararon que se trata de electrones y protones procedentes del Sol y son atrapados en el campo magnético de la Tierra, los que producen radiaciones secundarias en cualquier materia que entre a dicha zona. La intensidad de estas radiaciones varía en las diferentes capas de esta zona y sufre cambios periódicos. Se

considera que mediante una trayectoria convenientemente trazada, un vehículo espacial puede eludir el Cinturón de Van Allen y que aún podría atravesarlo sin acumular dosis peligrosas de radiación.

Circuitería de Galio-Arsenide: Debido a su gran respuesta en ancho de banda y en frecuencia, este material es extensamente usado para la construcción de circuitos en las bandas de frecuencias de microondas.

CMOS (Semiconductor Complementario de Oxido Metálico): Tipo de microprocesador que requiere de muy poca energía.

Codificación/decodificación: El proceso de organizar información en un formato apropiado para transmisión, y luego reconvertirlo después de la transmisión; para transmisión de voz modulada por codificación de impulsos, la generación de señales digitales para representar muestras cuantificadas y el proceso anterior.

Codificador/Decodificador: Un dispositivo que codifica/decodifica las señales. Código de Transmisión: Cualquiera de los conjuntos de caracteres standard utilizados en el intercambio de información. Con el fin de que dos sistemas se comuniquen, deben estar de acuerdo con el código de transmisión. Ejemplos son ASCIL, EBCDIS, Baudot y Unicode.

Colgado (On-Hook): En un ambiente telefónico, desactivado; por extensión, un módem que no está en uso se dice que está "colgado". Note la diferencia con descolgado.

Compañía Telefónica Pública: Una compañía privada de servicios públicos que suministra servicios de comunicaciones de voz o datos al público en general.

Conducto Digital: La línea entre la central telefónica y el suscriptor de la ISDN, usada para transportar los canales de comunicaciones. La capacidad del conducto y la cantidad de canales transportados varía de servicio a servicio.

Commutación de Circuitos: Una técnica en la cual circuitos físicos (en oposición a circuitos virtuales) son transferidos (conmutados) para completar conexiones. Nótese la diferencia con red conmutada por paquetes.

Conmutador: 1) Cualquier dispositivo que hace o cambia conexiones eléctricas en un circuito. 2) Término informal para PABX de datos. 3) En redes conmutadas por paquetes, el dispositivo utilizado para dirigir paquetes. Generalmente ubicado en uno de los nodos de la red principal.

Corrección de Errores: Un arreglo que restaura la integridad de los datos en datos recibidos, ya sea mediante su manipulación o mediante la solicitud de retransmitir desde la fuente.

D-AMPS: Digital Advanced Mobile Phone System; Es un modelo de AMPS digital mejorado basado en el standard de IS-54. También conocido como TDMA (*Time Division Multiple Access*).

Datos del Usuario de la Llamada: En redes conmutadas por paquetes, la información del usuario, transmitida en un paquete de solicitud de llamada al DTE destino.

Datos Digitales: Información transmitida en forma codificada desde un computador, representada por elementos de señal independientes.

dB(decibel): Una medida comparativa (logarítmica) de la potencia de una señal (intensidad o nivel); +10 dB representa una ganancia de 10:1; -3dB representa una pérdida del 50% de la potencia.

dBm: Una medida absoluta de la potencia de la señal, en la cual 0 dBm es igual a un miliwatt.

DCE (Equipo de Comunicación de Datos): El equipo que permite a un DTE a comunicarse sobre una línea telefónica o circuito de datos. El DCE establece, mantiene y termina una

conexión, y realiza las conversiones necesarias para comunicaciones. El DCE establece, mantiene y termina una conexión, y realiza las conversiones necesarias para comunicaciones. En la RS-232, la designación como DCE o DTE determina el papel de la señalización en el control de flujo.

DCS-1900: Standard GSM arriba de la Banda de los 1900 MHz; para uso en los E.U.A. para los servicios de comunicación personales.

Descolgado (Off-Hook): En un ambiente telefónico, activado; por extensión, un módem que contesta automáticamente una llamada en la red de marcado se dice que pasa al estado "descolgado".

Demodulación: La conversión de una señal analógica a su forma digital original.

Demultiplexión: El proceso de romper una señal compuesta en sus canales componentes: lo contrario de Multiplexión.

Diafonía (crosstalk): La transferencia no deseada de una señal de un circuito a otro.

Dibit: Un grupo de dos bits. En modulación de 4 fases tal como la DPSK, cada valor posible de un Dibit está codificado como un cambio único de fase portadora; los cuatro posibles valores de un Dibit son 00,01,10 y 11.

Difusión: Un método de transmitir mensajes a dos o más estaciones al mismo tiempo, tal como sobre una red de área amplia tipo bus o satélite; un mecanismo de protocolo que soporta direccionamiento universal y de grupo. Cualquier transmisión simultánea a muchas ubicaciones receptoras. Un ejemplo es un mensaje enviado sobre una multipunto a todos los terminales que comparten la línea.

Digital: Refiriéndose a procedimientos de comunicaciones, las técnicas y los equipos mediante los cuales la información es codificada como un uno (1) o un cero (0) binario; la representación de información en formato binario independiente, discontinuo en tiempo.

Divisor de Banda: Un multiplexor (comúnmente un FDM o un TDM) diseñado para dividir la amplitud de banda combinada en varios canales independientes con amplitud de banda más angosta, cada uno adecuado para transmisión de datos a una fracción de la velocidad combinada total.

DPSK (Differential Phase Shift Keying): La técnica de modulación utilizada en módems Bell 201. Vea dibit.

DTE (Equipo terminal de Datos): Dispositivos de usuario, tales como terminales y computadores, que se conectan a equipos de comunicación de datos (DCE) tales como módems; ellos generan o reciben los datos transportados por la red. En conexiones RS-232C, la designación como DTE o DCE determina el papel de señalización en el control de flujo; en una interfaz X.25 del CCITT, esa designación determina el dispositivo o equipo que maneja la interfaz en el local del usuario.

DTMF (Dual Tone Multi Frequency): La frecuencia de señales de sonido, generada por teléfonos de botones generadores de tonos.

Eco: La distorsión creada cuando una señal es reflejada de regreso a la estación originante. EMC (Compatibilidad Electromagnética): Una directiva que especifica los límites aceptables de emisiones electromagnéticas de un dispositivo electrónico, y cuánta interferencia electromagnética debería tolerar el dispositivo.

EMI (Interferencia Electromagnética): Emisiones electromagnéticas no deseadas, generadas por rayos o por dispositivos eléctricos o electrónicos, que perjudican el rendimiento de otro

dispositivo electrónico. La interferencia puede ser reducida con blindaje. Los niveles máximos aceptables de EMI de dispositivos electrónicos son detallados por la FCC.

Encabezamiento: La información de control agregada al principio del mensaje; contiene la dirección de destino, la dirección de origen y el número de mensaje.

Encabezamiento del Paquete: En redes conmutadas por paquetes, los tres primeros octetos de un paquete X.25.

Enlace de Datos: Cualquier trayecto de transmisión de comunicación de datos seriales, generalmente entre dos nodos o dispositivos adyacentes, y sin nodos intermedios de conmutación. Un enlace de datos incluye un medio físico de transmisión, el protocolo y los dispositivos y programas relacionados, de manera que es tanto un enlace físico como un lógico..

Enlace Satelital: El medio de transmisión que se establece entre estaciones terrenas a través de un sistema satelital.

Enlaces-Intersatelitales: Estos son enlaces establecidos entre satélites en las frecuencias ópticas empleando "lasers" como transmisores además de ser capaces de proveer un mayor ancho de banda que estén disponibles en la utilización de las frecuencias de microondas. Debido a la cercanía de los haces generados, se requiere de una gran precisión y un exacto sistema de control para la estabilidad de la altitud, así como el seguimiento de los haces activos. Esta tecnología está siendo últimamente muy utilizada en los satélites. Los enlaces-intersatelitales hacen que sea posible para los satélites la Tx/Rx en el mismo plano orbital o adyacentes, permitiendo con esto una cobertura global completa

Estación Terrena Maestra: La estación Terrena de una red de telecomunicaciones, destinada a controlar los servicios de comunicación desde, hacia o entre las demás estaciones terrenas de dicha red.

Estación Terrena Terminal: La que utiliza el usuario final para transmitir o recibir señales de los servicios satelitales que se le prestan.

Fax (facsimile): Un dispositivo para transmitir copias de documentos por cable o radio; también, un documento transmitido por fax.

Fax del Grupo I: Un dispositivo analógico de fax que transmite o recibe una página standard en 4 a 6 minutos. Las máquinas del Grupo I ya no están siendo fabricadas y son muy pocas las que hay en el mercado actualmente.

Fax del Grupo II: Un dispositivo analógico que transmite o recibe un a página en 2 ó 3 minutos. Estos sistemas ofrecen algunas técnicas de compresión de datos para una transmisión más rápida, y pueden ser compatibles con dispositivos del Grupo I, como las unidades del Grupo I, los modelos del Grupo II no están siendo comercializados activamente hoy día.

Fax del Grupo III: El standard para dispositivos actuales de fax. La mayoría de los sistemas de fax comercializados hoy son dispositivos digitales que ofrecen velocidades de operación de un minuto o menor. Cuando están equipados con reconocimiento automático de velocidad, estos sistemas pueden ser compatibles con las unidades del Grupo I y II, aunque varios de los modelos de más bajo costo en el mercado son estrictamente compatibles con el Grupo II; Las máquinas que pueden reconocer la velocidad automáticamente puede seleccionar la velocidad más rápida disponible al enviar o recibir dispositivos de Grupo I o II.

FCC (Federal Communications Commission): Una junta de comisionados nombrados por el [Presidente bajo la Ley de Comunicaciones de 1934 en EUA; con autoridad para regular todas las

telecomunicaciones interestatales originados en Estados Unidos, incluyendo transmisión sobre Líneas Telefónicas.

FDM: Vea multiplexor por División de frecuencia.

Fibra Óptica: Cualquier filamento o fibra, hecho de materiales dieléctricos, usado para transmitir señales generadas por láser o por LED's; la Fibra Óptica usualmente consiste de un núcleo, que el que transporta la señal y de un revestimiento, que es una substancia con un índice refractivo ligeramente superior al del núcleo, que rodea al núcleo y sirve para reflejar la señal de luz.

Fibra Óptica de Índice Graduado: Una fibra Óptica cuyo núcleo, compuesto de anillos concéntricos de vidrio, tiene un índice de refracción. Los índices refractivos de los anillos disminuyen desde el eje central hacia afuera con el fin de aumentar la amplitud de banda.

Fibra Óptica Monomodo: Fibra Óptica que soporta solamente un tipo de propagación de luz sobre la longitud de onda límite. El diámetro del núcleo es generalmente de 5 y 10 micrones, y el revestimiento es usualmente diez veces el diámetro del núcleo. Estas Fibras Ópticas tienen una amplitud de banda potencial de 50 a 100 GHz por Kilómetro.

Fibra Óptica Multimodo: Una fibra Óptica diseñada para transportar múltiples señales, distinguidas por su frecuencias o por su fase, al mismo tiempo. Compárese con F.O. Monomodo.

Fibróptica: La tecnología que utiliza luz como portadora de información digital. El medio de transmisión está hecho de pequeñas fibras de vidrio, cada una de las cuales proporciona un trayecto para los rayos de luz que transportan la señal de datos. La Fibróptica ofrece una gran amplitud de banda, muy alta seguridad e inmunidad a la interferencia eléctrica. Las instalaciones de transmisión basadas en vidrio también ocupan mucho menos espacio que otros medios de gran amplitud de banda, lo que es una ventaja importante por el escaso espacio en los conductos subterráneos.

FM (Modulación de Frecuencia): Una de las tres maneras básicas (véase AM y Modulación de Fase) de agregar información a una señal de onda sinusoidal; la frecuencia de la onda sinusoidal o de la portadora es modificada de acuerdo con la información a ser transmitida.

Frecuencias de Comunicación: El espectro radioeléctrico utilizado por los servicios de Iridium incluyen la Banda-L (1616-1625 MHz) para la comunicación de voz con los subscriptores de Iridium; y la Banda-K_a (19.4-19.6 GHz para enlaces de bajada; 29.1-29.3 GHz para enlaces de subida) para las transmisiones de *gateway* y terminal terrestre.

FSK (Frequency Shift Keying): Una técnica de FM en la cual una frecuencia representa una marca y una segunda frecuencia representa un espacio.

Gateways: Los gateways de Iridium conectan la constelación Iridium a las redes de Conmutación Pública alrededor del mundo.

GSM: Global System for Mobile Communication (formalmente conocido como *Group Speciale Mobile*); es un standard digital celular introducido en Europa en 1992, operando en los 900 MHz.

HDLC (Control de Enlace de Datos de Alto Nivel): El protocolo de comunicación standard internacional definido por la ISO.

Hertz (Hz): Una medida de frecuencia o de amplitud de banda; 1 Hz es igual a un ciclo por segundo.

IEEE (Electrical and Electronics Engineers Institute): Una sociedad internacional de ingenieros profesionales que emite standard's de operación en red ampliamente usados.

Interfaz: Un límite compartido; un punto físico de demarcación entre dos dispositivos, donde las señales eléctricas, conectores, temporización y control de flujo están definidos: los procedimientos, códigos y protocolos que permiten a dos entidades interactuar para un intercambio de información (por ejemplo RS-232).

I/O: Abreviatura de las siglas en inglés Input/Output (Entrada/Salida).

ISDN(Integrated Services Digital Networks): Un standard del CCITT para una red que acomoda una variedad de servicios de transmisión digital. Los canales de acceso son velocidad básica (144 Kbps) y velocidad Primaria (1.544 Mbps).

IS-136: Standard digital que siguió al AMPS; fue introducido en EUA por la compañía AT&T Inalámbrica.

ISO (International Standard Organization): Una organización que promueve el desarrollo de standard's para computadores.

Isócrono: Una forma de transmisión de datos en la cual los caracteres individuales están siempre separados por un número entero de intervalos de 1 bit de longitud. La información de reloj es codificada en la corriente de datos. Note la diferencia con transmisión asincrónica, en intervalos de longitud aleatoria.

ITU-TSS (Sector de Standard's de Telecomunicaciones de la Unión Telegráfica Internacional): La organización que reemplaza al CCITT.

JTAC: Variante Japonés del standard analógico TACS; desarrollado por Motorola en Japón.

Kbps: Kilobits por segundo; medida standard de velocidad de datos y capacidad de transmisión. Un kbps es igual a 1,000 bits por segundo.

Kilobyte: Una medida standard de cantidad para almacenamiento en discos y disquetes y capacidad de circuitos de semiconductores: un kilobyte de memorias es igual a 1024 bytes (caracteres de 8 bits) de memoria de computador.

LAN (Red de Area Local): Un sistema de comunicación de datos restringido a una área geográfica limitada (de hasta 6 millas o aproximadamente 10 Km) con velocidades de datos entre moderadas y altas de (100 Kbps a 50 Mbps). El área servida puede consistir de un solo edificio, un conjunto de edificios o un arreglo tipo recinto universitario. La red utiliza algún tipo de tecnología de conmutación y no utiliza los circuitos de la compañía telefónica común, aunque puede tener puertas de acceso o puentes a otras redes públicas o privadas.

LAP (Procedimiento de acceso a Enlaces): El protocolo de enlace de datos, especificado en el standard de interfaz X.25 del CCITT; El LAP ha sido completado con LAPB y LAPD.

LAPB (Procedimiento de Acceso a Enlaces Balanceado): En redes conmutadas por paquetes X.25, un procedimiento de inicialización de enlaces que establece y mantiene comunicaciones entre el DTE y el DCE. El LAPB involucra parámetros del reloj T1 de contador N2. Todas las PDN ahora soportan el LAPB.

LAPD (Procedimiento D de acceso a enlaces): Protocolo a nivel de enlace diseñado para conexiones de ISDN, difiere del LAPB (LAP balanceado) en su secuencia de encuadre.

Línea Conmutada: Un enlace de comunicaciones para el cual el trayecto físico puede variar con cada uno, tal como en la red telefónica pública.

Línea Troncal: Un circuito telefónico combinado dedicado que conecta dos centros de conmutación, centrales telefónicas o dispositivos de concentración de datos. Es el principal cable de una red.

Longitud de Onda: La distancia entre picos sucesivos de una onda sinusoidal.

MAN (Red de Area Metropolitana): Una red extendida o grupo de redes que sirven a una ciudad, un recinto universitario o comercial, o cualquier sitio con edificaciones distantes entre sí.

Marcación Automática: La capacidad de un dispositivo para iniciare una llamada sobre la red telefónica conmutada y establecer una conexión sin la intervención de una operadora.

Marcación Rápida: El proceso de utilizar secuencias de dígitos cortas para representar números telefónicos completos.

Marcado por Impulsos: Antigua forma de marcado telefónico, utilizando interrupciones en corriente continua para indicar el número marcado.

Margen de Enlace (Link-Margin): La cantidad de potencia liberada a un receptor el cual excede el mínimo requerimiento de comunicaciones.

Módem (Modulador/Demodulador): Un dispositivo usado para convertir datos digitales seriales de un terminal transmisor en una señal analógica adecuada para transmisión sobre un canal telefónico, y para reconvertir la señal analógica transmitida a datos digitales seriales que puedan ser aceptados por un terminal receptor.

Módem Asincrónico: Un Módem que utiliza transmisión asincrónica, y que por lo tanto no requiere sincronización de tiempo son su DTE anexo o el módem remoto. También usado para describir a un módem que convierte entradas asincrónicas del DTE en señales sincrónicas para transmisión de módem a módem.

Modo de Transmisión: La técnica mediante la cual un dispositivo reconoce el principio y el final de un carácter de temporización en una transmisión sincrónica; y los bits de inicio y de parada en una transmisión asincrónica.

Modulación: La variación de las características de una frecuencia, amplitud o fase de onda, para hacerlas coincidir con las de otra onda. Esto se logra haciendo varias una o más de las características básicas de la señal: la frecuencia, la amplitud o la fase.

Modulación de Fase: Una de las tres maneras básicas (vea AM y FM) de modificar una señal de onda sinusoidal para hacer que lleve información. La fase de onda sinusoidal o de la portadora es modificada de acuerdo con la información a ser transmitida.

Modulación de RF: El formato electromagnético en el cual las señales de teledifusión y de televisión por cables son transmitidas.

Modulación Diferencial: Un tipo de modulación en la cual el estado absoluto de la portadora para el elemento de señal actual depende del estado posterior al elemento de señal anterior. Vea DPSK.

Modo-Dual (Dual-Mode): Los "hand-sets" de Iridium permiten a los usuarios el acceso a las redes celulares locales, y si es necesario, con la red satelital Iridium (o cualquier otra) cuando se sale de la cobertura celular local.

Monolithic Microwave Integrated Circuits (MMIC, analógico): Estos circuitos de Baja Pérdida están altamente integrados para reducir la dispersión de capacitancia e inductancia y son esenciales para el desempeño de varias funciones a-bordo del satélite (e.g mezcladores, amplificadores, etc).

Multiplexor: Un dispositivo usado para la división de una instalación de transmisión en dos o más subcanales, dividiendo la banda de frecuencias en bandas más delgadas (vea multiplexor por división de frecuencias) o asignando un canal común a varios dispositivos transmisores uno a la vez (multiplexor por división de tiempos).

Multiplexor por División de Frecuencia (FDM): Un dispositivo que divide la gama de frecuencias de transmisión disponibles en bandas más angostas, cada una de las cuales es utilizada para un canal separado.

MXU (Mobile Exchange Units): Las Unidades de Central Móviles proveen el acceso compartido a los servicios de Iridium para las redes remotas de telecomunicaciones.

N-AMPS: *Narrowband Advanced Mobile Phone Systems* un Standard AMPS digitalmente mejorado desarrollado por Motorola.

NMT: Nordic Mobile Telecommunications System: standard analógico desarrollado en Europa, operando en la banda de 450 a 900 MHz.

Nodo: Un punto de terminación de dos o más enlaces de comunicaciones. El nodo puede servir como la ubicación de control para desviar datos entre los elementos de una red o múltiples redes, así como para realizar otras funciones de operación en red, y en algunos casos, funciones de procesamiento local. Un nodo está usualmente conectado a la red principal y sirve a puntos terminales y/u otros nodos.

Operador Satelital: La persona, que, mediante concesión o asignación para ocupar posiciones orbitales geoestacionarias u órbitas satelitales asignadas al país, con sus respectivas bandas de frecuencias asociadas, opera y explota un sistema satelital, lo que permite hacer disponible su capacidad a terceros.

OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos): Un modelo arquitectónico desarrollado por la organización Internacional de Standard's (ISO) para el diseño de una red de sistemas abiertos. Todas las funciones de comunicaciones están divididas en siete capas estandarizadas: física, de enlace de datos, de la red, de transporte, de sesión, de presentación y de aplicación.

Modelo OSI de 7 Capas

7. De Aplicación	Proporciona la interfaz con usuarios de la red.
6. De Presentación	Realiza conversiones de formato y de Código
5. De Sesión	Maneja las conexiones para programas de aplicación
4. De Transporte	Asegura la entrega sin errores de extremo a extremo
3. De Red	Realiza el direccionamiento y encaminamiento de los datos
2. Enlace de Datos	Realiza direccionamiento y detección de errores.
1. Física	Incluye la señalización física y las interfaces.

PABX (centralita privada automática): Una central telefónica automática de propiedad el usuario que acomoda la transmisión de llamadas desde y hacia la red telefónica pública.

PABX de datos: Una PABX utilizada únicamente para datos; un dispositivo cuyo principal propósito es proporcionar conectividad (establecer y cortar conexiones a solicitud) entre computadores, terminales y equipos periféricos.

PABX de voz: Una PABX sólo para circuitos de voz; una central telefónica.

PABX de voz y de datos: Un dispositivo que combina las funciones de PABX de voz y de una PABX de datos, generalmente con énfasis en las funciones de voz.

PAD: (dispositivos de acceso a paquetes): Un interfaz entre un terminal y un computador y una red conmutada por paquetes.

PCS: *Personal Communication Services*; Es una familia de diversos servicios de comunicación inalámbricos bajo desarrollo, incluyendo a los teléfonos como los celulares.

PCS-1800: Standard GSM en la banda superior de los 1800 MHz; para el uso en las redes de los Servicios de Comunicación Personal.

PDC: *Pacific Digital Cellular*, standard celular digital desarrollado por NTT, operando en Japón en los 800 y 1500 MHz.

PHS: *Personal Hand-phone System*; Un standard PCS desarrollado en Japón e introducido en 1995, operando en la banda de los 1900 MHz.

POTS (servicio telefónico simple): El servicio básico suministrado por la red telefónica pública, sin agregarle ninguna característica tal como acondicionamiento.

Prestador de Servicios Satelitales: La persona que cuenta con, que le permite proporcionar servicios satelitales mediante estaciones terrenas, propias o de terceros, y el uso de la capacidad de un sistema nacional, extranjero o internacional.

PRI (interfaz de velocidad primaria): Un servicio de la ISDN que opera a una velocidad de 1, 544 Mbps. Proporciona

23 canales B a 64 Kbps y 1 canal D a 64 Kbps. El sistema utiliza 8 Kbps para bits de encuadre. En Europa el servicio proporciona 30 canales B a 64 Kbps y 1 canal D a 64 Kbps, y utiliza 64 para bits de encuadre. Permite la transmisión simultánea por todos los canales B y el canal D.

Proveedor de Servicio: Los operadores Locales de Telecomunicaciones que distribuyen y hacen el mercado para los servicios de Iridium a los clientes.

Procesamiento Digital: Toda la información es muestreada y codificada en bits (0's y 1's) usando avanzados procesadores (chips) de computadora. La información contenida es comúnmente comprimida y la velocidad de transmisión corresponde a la capacidad del medio utilizado, de esta manera ocupando una alta-velocidad usando un mínimo ancho de banda. Todos los tipos de información -e.g. audio, video y datos- pueden ser transmitidos sobre el mismo medio de instalación y convivir con una eficiencia superior.

Procesamiento Analógico: Todavía ampliamente usada esta tecnología se basa en que cada fuente de información es procesada o transmitida en sus formas de onda originales. Típicamente, se requieren de medios y anchos de banda separadas requeridas para cada una.

Propulsión Eléctrica: Varios tipos de pequeños "thrusters", que son necesarios para guardar correctamente la posición del satélite en el espacio, usa para ello energía eléctrica ya sea para incrementar el impulso específico de su propulsión o hacer uso de nuevos propulsores teniendo un gran impulso, además de lograr una máxima eficiencia de combustible. Típicamente los propulsores pueden ser calentados, por ionización dentro de un plasma de gas o por ignición por un arco de descarga. Su alta eficiencia reduce la cantidad necesaria de propulsores, dando como resultado un ahorro en masa que puede ser aplicado a un carga mayor, mayor vida útil y reduciendo los costos de lanzamiento o cualquier combinación de estas.

Protocolo: Los procedimientos utilizados para controlar el intercambio ordenado de información entre estaciones en enlace de datos o una red o sistema de comunicación de datos. Los protocolos especifican los estándares en tres áreas: el conjunto de códigos, generalmente ASCII o EBCDIC; el modo de transmisión, generalmente asincrónico o sincrónico; y los intercambios de información que no es de datos, mediante los cuales los dos dispositivos establecen contacto y control, detectan fallas o errores, e inician las acciones correctivas.

Protocolo de comunicaciones : Las reglas que rigen el intercambio de información entre dispositivos en un enlace de datos (tal como SDCL, LAT, TCP/IP y X.25).

PSE (central de computación por paquetes): Una unidad que realiza conmutación por paquetes en una red.

Pseudo-HEMT : Estos son Transistores de Bajo-Ruido, teniendo una excelente respuesta de ganancia y frecuencia en las bandas de microondas, usados como amplificadores en los receptores de los satélites.

PSK (modulación por desfase): Una técnica de modulación de fase en la cual los desfases representan elementos de señalización. Compare con FSK.

PSTN (red telefónica conmutada pública): El sistema telefónica sobre el cual las llamadas pueden ser marcadas.

PTT (autoridad postal, telefónica y telegráfica): La agencia gubernamental que funciona como la compañía telefónica pública y administradora del servicio en muchas áreas del mundo.

Puerto: Un punto de acceso hacia un computador, una red o a otro sistema electrónico; la interfaz física o electrónica mediante la cual se gana acceso; la interfaz entre una instalación de procesamiento y otra de comunicaciones o transmisión.

Puesta en espera en ocupado: Una PABX o instalación basada en cable, que permite a los usuarios esperar en línea (en lista de espera) si el recurso solicitado está ocupado. Cuando el recurso solicitado queda disponible, conecta a los usuarios en la lista de espera en orden de llegada.

QAM (modulación de amplitud en cuadratura): Una técnica de modulación que combina técnicas de modulación de fase y de AM para aumentar la cantidad de bits por baudio.

QPSK (*Quadrature Phase Shift Keying*): Es la modulación de Codificación de cambio de cuadratura de fase utilizada por el sistema Iridium (agregar mas datos).

Red (network): La interconexión de computadores terminales o instalaciones de comunicación de datos.

Red conmutada por paquetes: Una red de comunicación de datos que transmite paquetes. Los paquetes de diferentes fuentes son intercalados y enviados a sus destinos sobre circuitos virtuales. El término incluye PDN y LAN basadas en cable.

Red conmutada pública: Cualquier sistema conmutado de comunicaciones, tal como Télex, TWX o redes telefónicas públicas, que proporciona conmutación de circuitos a muchos clientes.

Red principal (backbone): Una instalación de transmisión diseñada para interconectar canales de distribución de baja velocidad o grupos de dispositivos de usuarios dispersos.

Red pública: Una red operada por una compañía telefónica pública o por administraciones de telecomunicaciones para proporcionar circuitos conmutados por circuitos, conmutados por paquetes y de líneas arrendadas.

Redundancia: 1) En transmisión de datos, la porción del contenido de información bruta de un mensaje que puede ser eliminada sin perder información esencial. 2) La técnica de construir con componentes idénticos adicionales, a ser utilizados como respaldo en caso de que el componente primario falle.

Relé de cuadros (frame relay): Un servicio de redes en paquetes, que confía en la integridad de los datos inherente a las transmisiones digitales, para acelerar la transmisión. A diferencia de las antiguas redes X.25, el relé de cuadro "asume" que los datos son correctos y comienza a

verificar tan pronto como recibe el encabezamiento, en seis pagos de chequeo de errores. Los servicios de relé de cuadros son ofrecidos con conexiones T1 y DDS.

Reloj: Una señal generada por un oscilador, que proporciona una referencia de sincronización para un enlace de transmisión; utilizado para controlar las funciones de sincronización tales como intervalo de muestreo, velocidad de señalización y duración de elementos de señal. Una red digital cerrada generalmente tiene solamente un reloj maestro.

Respuesta automática: La capacidad de un dispositivo para responder a una llamada entrante en una línea telefónica de mercado directo, y para establecer una conexión de datos con un dispositivo remoto sin la intervención de una operadora.

Roaming: La capacidad de utilizar un teléfono inalámbrico convencional mientras se viaja fuera de la red celular local o de residencia.

Router: Un dispositivo de la red que examina las direcciones de la red dentro de un protocolo dado, determina el trayecto más eficiente al destino y encamina los datos de acuerdo con eso. Opera en la capa de red del modelo OSI.

RS-422, RS-423: Estándar de transmisión serial de la EIA que extiende las velocidades y distancias de transmisión más que las del RS-232. El RS-422 es un sistema balanceado con un alto nivel de inmunidad a la interferencia. El RS-423 es una versión no balanceada del RS-422.

RS-449: El RS-449 especifica la asignación de pines del RS-422 y el RS-423 cuando se usa un conector DB37 o DB9.

RS-485: Estándar de transmisión serial de la EIA para líneas multipuntos. A diferencia de sus predecesores (RS-232, RS-422, etc), el RS-485 usa un manejador de tres estados. El tercer estado, del que las otras interfaces carecen, es una condición de apagado que permite al equipo comunicarse sobre cableado compartido mientras que otro dispositivo reposa tranquilamente. Es tolerante a la interferencia eléctrica, lo que lo hace ideal para usuarios industriales como fábricas y aeropuertos. Además, el RS-485 soporta cableado de largas distancias hasta de 4.000 pies (1.219,2m) a 100 Kbps.

RS-530: Especifica la asignación de pines para interfaces balanceadas como RS-422 cuando se usa un conector DB25. Diseñado para reemplazar al RS-449.

Satélite: Objeto colocado en una posición orbital geoestacionaria o en una órbita satelital, provisto de una estación espacial con sus frecuencias asociadas, que le permite recibir, transmitir o retransmitir señales de radiocomunicación desde o hacia estaciones terrenas u otros satélites.

Satélite Extranjero: El que está situado en una posición orbital geoestacionaria u órbita satelital, con sus respectivas bandas de frecuencias asociadas, asignadas a un gobierno extranjero por la ITU.

Satélite Internacional: El que está situado en una posición orbital geoestacionaria u órbita satelital, con sus respectivas bandas de frecuencias asociadas, asignada por la ITU a una organización intergubernamental de comunicación vía satélite, establecida al amparo de tratados internacionales multilaterales de los que México sea parte, y que lleva a cabo la operación del mismo.

SCI (interfaz estándar para computadores pequeños): Una especificación de estándares mecánicos, eléctricos y funcionales para conectar computadores pequeños con equipos periféricos inteligentes tales como discos duros, impresores y discos ópticos; cada dispositivo tiene una identificación exclusiva en el conector.

Servicios digitales: Servicios de transmisión de datos digitales a alta velocidad ofrecidos en arriendo por proveedores de servicios de telecomunicaciones. Los servicios incluyen ISDN, relé de cuadros, T1, y líneas dedicadas o conmutadas de transmisión a 56 Kbps.

Servicios Satelitales: Los servicios de radiocomunicación que se prestan a través de estaciones terrenas, las que hacen uso de capacidad satelital de uno o más satélites nacionales, extranjeros o internacionales, en las frecuencias asociadas para tal efecto.

Servidor: Un computador o procesador que mantiene programas, archivos o memoria compartidos por los usuarios de una red.

Sincronización, sincronizar: El proceso de mantener el receptor "al mismo paso" del transmisor, generalmente logrado manteniendo un intervalo de tiempo constante entre bits sucesivos, manteniendo un intervalo de tiempo constante entre bits sucesivos, manteniendo una secuencia predefinida de bits de servicio y de bits de información, y con un reloj.

Sistema Satelital: Uno o más satélites, con sus frecuencias asociadas, y sus respectivos centros de control, que operan en forma integrada para hacer disponible capacidad satelital para la prestación de servicios satelitales.

Sistema de Control: El Segmento de Sistema de Control de las red Iridium sirve como el componente central de manejo y administración e incluye las Instalaciones de Control Maestra y Telemetría, Seguimiento y Control.

SLIP (protocolo inter-redes de línea serial): Un protocolo antiguo para conexiones con IP sobre líneas telefónicas, cables RS-232 u otras líneas seriales. Está siendo reemplazado por el protocolo de punto a punto (PPP).

SMR (radio móvil especializada): Un servicio de radio analógico que usa antenas para proporcionar comunicaciones inalámbricas de voz, es una alternativa al servicio celular. Vea también ESMR.

Supresor de eco: Un dispositivo usado por compañías telefónicas o PTT, que bloquea el lado receptor de la línea durante el tiempo en que el lado transmisor está en uso.

T1: Una instalación portadora digital usada para transmitir una señal DS-1 A 1,544 Mbps. Una portadora T1 puede transmitir grandes volúmenes de información a través de grandes distancias a altas velocidades y a un costo (potencialmente) mejor que el de servicios analógicos tradicionales.

Una portadora T1 usa multiplexión por división de tiempos para manipular y mover información digital. Consiste en un circuito de cuatro hilos que proporciona 24 canales lógicos de 64 Kbps; la velocidad combinada es de 1,544Mbps.

T1 Fraccional: Un servicio destinado a clientes que no necesitan o no pueden pagar los 24 canales de una línea T1 completa. El servicio de T1 fraccional ofrece el uso de uno o más canales. Los clientes entonces pagan sólo por los canales que usan.

T3: 28 líneas T1 en una; la velocidad combinada es de 44,746 Mbps.

TACS: Total Access Communication System; Standard celular analógico desarrollado en Europa, operando en los 900 MHz.

TDM (multiplexor por división de tiempos): Un dispositivos que aceptan múltiples canales en una sola línea de transmisión mediante la conexión de terminales, uno a la vez, a intervalos regulares, intercalando bits (bit TDM) o caracteres (carácter TDM) de cada terminal.

TDMA (acceso múltiple por división de tiempos): Un modo de operación en ráfaga a alta velocidad que puede ser usado para interconectar LAN's: primero usado como una técnica de multiplexión en satélites de comunicaciones compartidos.

TDMA: *Time Division Multiple Access*; usualmente referido al standard digital IS-54.

Teleconferencia de video: El uso de transmisiones "tipo televisión" para permitir a la gente en dos o más ubicaciones comunicarse como si estuvieran en la misma reunión.

Temporizador T1: En redes conmutadas por paquetes X.25, un temporizador utilizado para medir intervalos tiempo de espera en inicialización de enlaces e intercambios de datos.

Terminación: 1) La colocación de un conector en un cable. 2) El mantenimiento de una carga eléctrica al final de un circuito. *Vea línea terminada.*

Terminal: 1) Cualquier dispositivo capaz de enviar o recibir información puede ingresar o salir de una red de comunicaciones. 2) Un punto en el cual la información puede ingresar o salir de una red de comunicaciones.

Tiempo de respuesta: 1) En sesiones interactivas, el tiempo transcurrido entre el final de una pregunta y el principio de una respuesta. 2) Para protectores de sobrevoltaje, qué tan rápido la unidad responde para bloquear los sobrevoltajes; también llamado tiempo de fijación.

Tiempo real: Un modo de operación que permite la interacción inmediata con los datos, a medida que son creados, como un sistema de control de procesos o en un sistema de diseño asistido por computador.

Travelling Wave Tube Amplifiers: Los TWTA's son generalmente usados como el transmisor final de alta potencia en los repetidores del satélite. La eficiencia de la conversión de CD a microondas para estos dispositivos está alrededor del 50%, de esta manera cerca de la mitad de la energía es disipada en calor y la mitad provee el manejo de RF a las antenas. Niveles modestos de potencia de salida (menores de cerca de 70 wats), conducen al uso frecuente del TWTA. En los altos niveles de energía usados frecuentemente para la transmisión de la TV DTH (Direct-to-Home) a 100 wats o más, el enfriamiento de la radioactividad se hace necesaria, con el colector final del TWTA sobresale fuera del satélite hacia el espacio, sobre las caras norte y sur en un satélite geoestacionario.

Unidades de Navegación GPS: Algunos satélites han empezado a incluir sistemas que reciben señales desde el Global Positioning System americano, el cuál puede estar calculando la altitud y posición del satélite en el espacio.

V.24: Una recomendación del CCITT para interfaz, que define circuitos de intercambios; similar y compatible operacionalmente con el RS-232.

V.25: Una recomendación del CCITT para interfaz paralelas de mercado directo.

V.25 bis: Una recomendación del CCITT para interfaz seriales de mercado directo.

Velocidad de datos, velocidad de señalización de datos: Una medida de la rapidez con que se transmiten de datos, expresada en bps. También comúnmente, pero con frecuencia incorrectamente expresada en baudios. Sinónimo de velocidad.

Velocidad de transferencia de datos: La cantidad de promedio de bits, caracteres o bloques por unidad de tiempo, transferidos de una fuente de datos a un depósito.

V.110: Adaptación de velocidad asincrónica (para ISDN) a velocidades hasta de 64 Kbps; usa multiplexión estadística.

VAN (red con valor agregado): Una red cuyos servicios van más allá de la conmutación.

WAN (red de área amplia): Una red que sirve un área de cientos o miles de kilómetros, utilizando líneas provistas por una compañía telefónica común. Note la diferencia con LAN.

WATS (servicio telefónico de área amplia): Un servicio proporcionado por compañías telefónicas en Estados Unidos, que permite a un cliente hacer llamadas hacia o desde teléfonos en una zona no local específica, por un cargo mensual fijo. También llamado "servicio 800".

X.21: Un estándar del CCITT que rige la interconexión entre DCE y DTE para operación sincrónica sobre redes públicas de datos

X.21 bits: En PDN, una recomendación del CCITT que define la interfaz digital más popular: es equivalente al RS-232 y a la V.24.

X.25: La interfaz estándar para redes de comunicación de datos conmutadas por paquetes, como ha sido designada por el CCITT.

♦ LISTA DE ACRÓNIMOS UTILIZADOS EN LAS TELECOMUNICACIONES SATELITALES :

ACTS : Advanced Communication Techonology Studies in Europe (también conocida como RACE) .

AMPS : American Mobile Phone System .

AMSC : American Mobile Satellite Corporation

ATDMA : Advanced TDMA Mobile Access

CDMA : Code Division Multiple Access

DECT : Digital European Cordless Telecommunications

DTH : Direct To Home

EIRP (PIRE) : Equivalent Isotropically Radiated Power

ESA : European Space Agency

ETSI : European Telecommunication Standards Institute

EUTELSAT : European TELEcommunication SATellite organization

FCA : Fixed Channel Allocation

FCC : Federal Communications Commission

FDMA : Frequency Division Multiple Access

FES : Fixed Earth Station

FOV : Field Of View

FPLMTS : Future Public Land Mobile Telecommunication Systems

GEO : Geostacionary Earth Orbit

GPS : Global Positioning System

GSM : Global System for Mobile communication

HEO : Highly Elliptic Orbit

HIO : Highly Inclined Orbit

ICO : Intermediate Circular Orbit

IN : Intelligent Network

INMARSAT : INternational MARitime telecommunication SATellite organization

INTELSAT : INternational TELEcommunication SATellite organization

ISDN : Integrated Services Digital Network

ITU : International Telecommunication Union
ITU-R : Radiocommunication Sector of ITU (antes CCIR)
LEO : Low Earth Orbit
LLM : L-band Land Mobile
MEO : Medium Earth Orbit
MONET : Mobile NETwork
MS : Mobile Station
MSS : Mobile Satellite Services
NCS : Network Control Station
PABX : Private Automatic Branch eXchange
PCN : Personal Communication Networks
PCS : Personal Communication Services
POS : Point Of Sale
PRMA : Packet Reservation Multiple Access
PSTN : Public Switched Telephone Network
RACE : Research and Development in Advanced Communications technologies in Europe
(ahora conocido como ACTS)
RDSS : Radio Determination Satellite Services
TACS : Total Access Communication System
TDM : Time Division Multiplexing
TDMA : Time Division Multiple Access
UMTS : Universal Mobile Telecommunication Systems
UPT : Universal Personal Telecommunications
VLR : Visitor Location Register
WARC : World Administrative Radio Conference

APENDICE No.2



DE LA REGLAMENTACION Y NORMALIZACION DEL SISTEMA IRIDIUM

Para la implementación de un nuevo sistema de comunicaciones vía satélite debe de llevarse a cabo bajo un marco regulatorio y jurídico. En México esto se basa en la **LEY FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES**, que es la que se encarga de regular el uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, de las redes de telecomunicaciones, así como los servicios que en ellas prestan. Incluyendo la comunicación vía satélite.

Así como también en el **REGLAMENTO DE COMUNICACIONES VÍA SATELITE**, el cual sirve como complemento de la **LEY FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES**, dicho reglamento, como su nombre lo indica, está más enfocado a lo que es las comunicaciones vía satélite.

En el proyecto del sistema **IRIDIUM** se contemplaron los artículos 11, fracción III y IV, así como los artículos 29 y 30. Dichos artículos tratan en relación al dominio, en todo momento, sobre el espectro radioeléctrico y las posiciones orbitales asignadas al país. Para los efectos de la propia Ley, otorga el carácter de vías generales de comunicación, sujetas a jurisdicción federal, al propio espectro radioeléctrico, a las redes de telecomunicaciones y a los sistemas de comunicación vía satélite.

Las concesiones sobre los derechos de emisión y recepción de frecuencias asociadas a sistemas satelitales extranjeros que puedan prestar servicios en el territorio nacional, podrán otorgarse cuando se tengan celebrados tratados en la materia con el país de que se trate, en los que se establezca reciprocidad para los operadores satelitales mexicanos. Igualmente podrán operar en territorio mexicano los satélites existentes al amparo de tratados internacionales multilaterales de los que el país sea parte.

La iniciativa propone que las estaciones terrenas cuando sean transmisoras de comunicación satelital, requieran permiso de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, para su instalación, operación y explotación, como parte integrante de los sistemas de comunicación por vía satélite.

Con respecto al **Reglamento de Comunicación Vía Satélite**, emitido por el C. Presidente Ernesto Zedillo Ponce de León el día Viernes 1 de Agosto de 1997, en el Diario Oficial de la Federación, trata sobre las disposiciones y requisitos en lo concerniente al uso y disposiciones dentro del espacio mexicano. De los cuales, para el sistema **IRIDIUM**, se utilizaron los siguientes capítulos:



Capítulo II De las concesiones

Este capítulo se subdivide en tres secciones:

Sección Primera

De las concesiones para satélites nacionales

Sección Segunda

De las concesiones sobre señales de satélites extranjeros

Sección Tercera

Disposiciones comunes

Acerca de la *Sección Segunda*, se contemplan los artículos 8 y 10. El Artículo 8 trata sobre las señales de satélites extranjeros “los interesados en obtener concesión para explotar los derechos de emisión y recepción de señales de bandas de frecuencias asociadas a sistemas satelitales extranjeros que cubran y puedan prestar servicios en el territorio nacional, deberán presentar una solicitud a la SCT, de cuando menos:

- I. La ubicación de la posición orbital u órbitas satelitales y frecuencias asociadas registradas o en procesos de coordinación, así como el nombre y documentación del operador satelital extranjero.
- II. Las especificaciones técnicas del sistema satelital extranjero, precisando las características de la cobertura sobre territorio nacional;
- III. La documentación que acredite la relación contractual entre el operador satelital extranjero y el interesado que explotaría el sistema en territorio nacional;
- IV. Las especificaciones técnicas de las estaciones terrenas transmisoras que el interesado pretenda instalar en territorio nacional, para lo cual requerirá concesión de red pública de telecomunicaciones, y las estaciones terrenas ubicadas en el extranjero que , en su caso,

enviarían señales a territorio nacional, así como de las estaciones terrenas terminales a ser instaladas en el país;

- V. La porción y las características técnicas conforme a las cuales el concesionario hará disponible su capacidad satelital a terceros o, en su caso, la descripción de los servicios satelitales que se pretendan prestar, así como las especificaciones técnicas del centro de control, de las estaciones terrenas maestras en territorio nacional o en el extranjero, y de las estaciones terrenas terminales;
- VI. El Plan de Negocios, que comprenderá, programa de cobertura, de inversión y financiero...

“que el concesionario utilice una numeración específica para identificar las estaciones terrenas terminales de los usuarios en el país”.

Y con lo que respecta al Artículo 10 nos habla que las concesiones otorgadas deberán ser aprobadas por el Gobierno Mexicano avalados por los procedimientos que marca la ITU.

Con respecto a la *Sección Tercera*, se mencionan los Artículos 11, 12 y 15. Que señalan lo siguiente: “que el Gobierno Federal podrá requerir una contraprestación económica por el otorgamiento de las concesiones”

“que las concesiones podrán ser prorrogadas a juicio de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes”

“que para explotar servicios de telecomunicaciones a través de una o más estaciones terrenas transmisoras propias, deberán obtener concesión de una red pública de telecomunicaciones en términos de la Ley Federal de Telecomunicaciones”.

En lo que se refiere a los permisos para Estaciones Terrenas se contempla en el Capítulo III Artículo 17 y 18 principalmente, de lo que se extrae:

Capítulo III

De los permisos para establecer estaciones terrenas transmisoras



En lo que se refiere al **Capítulo III**, se tratan los Artículos 17 y 18. Del Artículo 17 se menciona que “para obtener permiso para instalar y operar estaciones terrenas transmisoras

los interesados deberán presentar :

- I. Nombre del solicitante;
- II. Proyecto técnico y programa de instalación e inversión, incluyendo las estaciones terrenas transreceptoras que se enlazarán a uno o más satélites;
- III. Capacidad del segmento espacial y el tipo de señal que pretende utilizar, y
- IV. Area de cobertura y el tipo de servicios que se pretendan ofrecer.

Documentación la cuál la SCT analizará y evaluará para otorgar o no el permiso correspondiente...”.

Y del artículo 18 : “sobre el permiso para instalar y operar estaciones terrenas transmisoras contendrá:

- I. El nombre del permisionario;
- II. ...la ubicación del inmueble donde se encuentre instalada la estación...;
- III. Las bandas de frecuencias asociadas en las que se realizarán las transmisiones;
- IV. La posición orbital del satélite o satélites a utilizar o trayectoria orbital cubierta por la estación terrena...;
- V. Los servicios que podrá operar el permisionario;
- VI. Las especificaciones técnicas de la o las estaciones;
- VII. La forma de garantizar el cumplimiento de las obligaciones a cargo del permisionario...”.



Capítulo IV

De los signatarios de organismos satelitales internacionales

En este capítulo se contempla el artículo 21, en el cual menciona que la Secretaría podrá autorizar a una o más personas físicas o morales mexicanas, a ser titulares de derechos como signatarios de las organizaciones de satélites internacionales, para prestar servicios en territorio nacional, siempre y cuando:

- I. Los estatutos o las normas que rijan a tales organizaciones así lo permitan;
- II. Los interesados cumplan los requisitos establecidos por la Secretaría;
- III. Los interesados acepten pagar la contraprestación económica por el otorgamiento de la autorización que, al efecto, fije la Secretaría;
- IV. En el caso de personas morales, la inversión extranjera no exceda del 49 por ciento;
- V. Los interesados presenten la documentación comprobatoria a que se refiere la fracción IX del artículo 8 anterior, y
- VI. Los interesados se obliguen a dar cumplimiento, en lo conducente, a las obligaciones que la Ley y el presente Reglamento establecen para los operadores satelitales.



Capítulo V De los servicios satelitales

Este capítulo se subdivide en cuatro secciones:

Sección Primera

De las disposiciones comunes a los operadores satelitales y prestadores de servicio satelitales

Sección Segunda

De los servicios a través de satélites nacionales

Sección Tercera

De los servicios a través de satélites extranjeros

Sección Cuarta

De los servicios a través de satélites internacionales

De las cuales, se recurrió a la *Sección Tercera*, por ser un sistema conformado por satélites extranjeros para México. De esta sección se tomaron los artículos 33, 34, 35 y 36. Tratando lo siguiente:

Para prestar servicios de telecomunicaciones por suscripción, deberán contar con un sistema para el control de usuarios, aprobado por la Comisión, que les permita, en todo momento y en forma independiente para cada servicio, dar de alta o de baja a cada usuario desde el territorio nacional.

La activación directa o indirecta, de equipos que reciban las señales de bandas de frecuencias asociadas a sistemas satelitales extranjeros, dentro del territorio nacional, requerirá de concesión.

La facturación y la cobranza de la capacidad satelital o de los servicios de telecomunicaciones que se presten a través de sistemas satelitales extranjeros, en el territorio nacional, se realizarán dentro del territorio nacional conforme a las disposiciones mexicanas aplicables.

En caso de que un prestador de servicios satelitales reciba o emita señales provenientes de estaciones terrenas ubicadas en otros países, deberá dar aviso a la Comisión.



Capítulo VI

De la coordinación de posiciones orbitales geostacionarias y órbitas satelitales, y sus bandas de frecuencias asociadas

De éste capítulo se requirieron los artículos 40, 42, 43 y 44; contemplando lo siguiente:

En los procedimientos de coordinación de las asignaciones de bandas de frecuencias asociadas a posiciones orbitales geostacionarias u órbitas satelitales, la Comisión atenderá y tramitará las solicitudes que, conforme a las disposiciones internacionales, presenten otros países al Gobierno Mexicano.

Igualmente, identificará en las publicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones las interferencias perjudiciales que pudieran causar los sistemas satelitales coordinados o en proceso de coordinación de otros países,, presentando oportunamente los comentarios correspondientes.

Tratándose de interferencias a servicios de telecomunicaciones relacionados con la seguridad de la vida humana, los servicios básicos, los de radionavegación o los de seguridad nacional, la Comisión ordenará la suspensión inmediata de operaciones del causante de las transmisiones.

Las estaciones terrenas receptoras serán objeto de protección contra interferencias perjudiciales, siempre que:

- I. El interesado presente solicitud a la Comisión y ésta la dictamine favorablemente, y
- II. Dichas estaciones sean coordinadas, notificadas e inscritas en el registro internacional de frecuencias de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, conforme a las disposiciones internacionales correspondientes.

Los equipos que conforman las estaciones terrenas receptoras o transmisoras que se comercialicen, instales y operen en el territorio nacional, deberán contar con el certificado de homologación correspondiente que expida la Comisión.

Las personas que, sin contar con concesión pretendan vender, arrendar, comercializar o bajo cualquier título llevar a cabo la distribución de estaciones terrenas receptoras al público en general, para ser instaladas y operadas en el territorio nacional, deberán dar aviso a la Comisión con una antelación no menor a diez días naturales a la fecha de inicio de sus operaciones.



APENDICE No. 3 DIRECCIONES *http* DE PROYECTOS SATELITALES

Este Apéndice fue creado pensando en aquellas personas cuyo interés en la Nueva Tecnología Satelital vaya más allá de la simple curiosidad.

Brindándoles una pequeña guía de consulta para investigar más a fondo sobre una constelación Satelital en particular, y porque no, para que tengan una *ruta de navegación* para empezar un nuevo proyecto de *TESIS*.

♦ **IRIDIUM**

<http://www.iridium.com/>

♦ **TELEDESIC**

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

♦ **GLOBALSTAR**

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

♦ **ODISSEY**

<http://www.trw.com/seg/sats/ODY.html>

♦ **ORBCOMM**

<http://www.orbcomm.net/>

♦ **ICO**

<http://www.i-co.co.uk/>

♦ **ELLIPSO**

<http://www.ellipso.com/>

♦ **INFORMACION GENERAL :**

<http://www.satnews.com/glossary.html/>

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



APENDICE No 4

TABLAS COMPARATIVAS DE LEOs

Las siguientes *Tablas* que se presentan a continuación son correspondientes a mostrar las comparaciones entre las características *Técnicas y de Operación* entre los diferentes sistemas de LEOs incluyendo al proyecto que nos compete, *Iridium*.

TABLA COMPARATIVA DE SISTEMAS SATELITALES DE ÓRBITA BAJA

REVISIÓN DE LOS SISTEMAS SATELITALES PEQUEÑOS					
Compañía	Sistema	Fecha de Operación	Número de Satélites	Parámetros Orbitales	Costo
Spacenet Inc.	Spacenet	1998	66 (spares)	6 planos de 1 a 86.4 grados de inclinación, altura 788 km	\$3,378 millones
Globalstar L.P.	Globalstar	1998 (inicial) 1998-9 (completo)	56 (inc. spares)	8 planos de 6 a 53 grados de inclinación, órbita 1,414 km	\$1.96 billones
Intelsat P	Intelsat P	1999-2000	10	3 planos de 5 a 45 grados de inclinación, órbita 10,408 km	\$2,463 millones
TRW Inc.	Odyssey	1998 (inicial) 1998-9 (completo)	12	3 planos de 4 a 50 grados de inclinación, altitud 10,384 km	En negociación
Orbital Communications Corp.	Dynacom	1998 (inicial) 1998-9 (completo)	36	3 planos de 7 a 74 grados, 3 planos de 8 a 43 grados, altitud 775 km	\$160 millones
Starvis Global Positioning Systems	Starvis	1997 (inicial) 2000 (completo)	24	6 planos de 4 a 53 grados de inclinación, altitud de 1,000 km	\$190 millones
USAir	USAir (completo)	1994 (inicial) 1995 (completo)	3	10 planos de órbita 185-470 km de altitud	No previsto
CTA	Comnet	1997 (inicial) 1999 (completo)	38	4 planos de 5, 1 de 4 a 50 grados de altitud de 1,000 km	No previsto
Fibral Analysis Inc.	Fibral	1994 (inicial)	26	2 planos de 3 a 100 grados de inc., 125 km de altitud, altura 500 a 1 mil, órbita sub-síncrona	\$30 millones
Teledatc Corp.	Teledatc	1997 (inicial) 2000 (completo)	48	8 planos de 6 a 40 grados de inclinación, órbita de 950 km	\$20 millones
Teledatc Corp.	Teledatc		924 (inc. spares)	21 planos de 40 más spares en órbita circular, cercana-polar, a 700 km de altitud	\$9 billones

TABLA 2 COMPARATIVA DE SISTEMAS SATELITALES DE ORBITA BAJA

País	Lanzadora	Sistema	Servicio	Notas
Estados Unidos, España, Vietnam	Delta Long March	Estaciones por satélite móvil	Manejado por el gobierno de datos	Vigilancia Espacial, industrial, marina, aeronáutica y gubernamental
SRI, Army, Naval, Japonesa	Dalla 2, orbit Long March	\$6.35x6.65 millones	Voz, Datos, fax, programación y mantenimiento	50% propiedad de USA
Brasil	TBA	\$1.2 millones	Propiedad y uso	Vigilancia de Seguridad, sector gubernamental, actividades comerciales
FRN y otros diversos	Selección por cada sistema	Mayor \$1 millón por satélite, \$10-30 por año de operación	Estaciones, fax y datos de PC	Ayuda sin líneas telefónicas a infraestructura de repetidores, fase de baja densidad de población, costo de ser, terreno adecuado no es necesario
Orbita Sciencor Corp. de Teleglo, Fujiura Mobile Partners		No Proceso (cubierta de mayor de datos)	Seguimiento, monitoreo, inteligencia, búsqueda y rescate	Tracking, predicción atmosférica, seguridad, gubernamental, seguridad y marítimo
TBA	TBA	\$6.5 millones, \$15 millones de datos, de 2 a 3 años	Administración de datos	Admon. de floteles, facilidad de monitoreo y recopilación de datos
CTA, Ita	Localidad Marita	\$50 millones/1000 días	Diseño, construcción y control	Ayudar de Desarrollo, Agencia no-identificadas de EU, no-gubernamentales de EUA, instituciones sociales y negocios, sector local
CTA, Ita	No proceso	No proceso	Servicio Satelital Móvil	Servicio Público, Servicio Aeronáutico y de Pinarz
No proceso	No proceso	No proceso	Medidas y otros	
Brasil, Argentina, Colombia	Compañía de Telecomunicaciones	No proceso	Seguimiento	Laboras de Vigilancia, monitoreo, actividades de planeación de base y datos, de y nivel de datos, seguimiento de datos, de vigilancia y rescate, apoyo sector
Brasil, Argentina, Colombia	Compañía de Telecomunicaciones	No proceso	Seguimiento	Desarrollo de Seguridad, monitoreo, actividades de planeación de base y datos, de y nivel de datos, seguimiento de datos, de vigilancia y rescate, apoyo sector
TBA	TBA	Compañía de servicios de telecomunicaciones	Actividades de telecomunicaciones, actividades de telecomunicaciones	Reporte de actividad, comunicaciones, actividades de telecomunicaciones, actividades de telecomunicaciones, actividades de telecomunicaciones



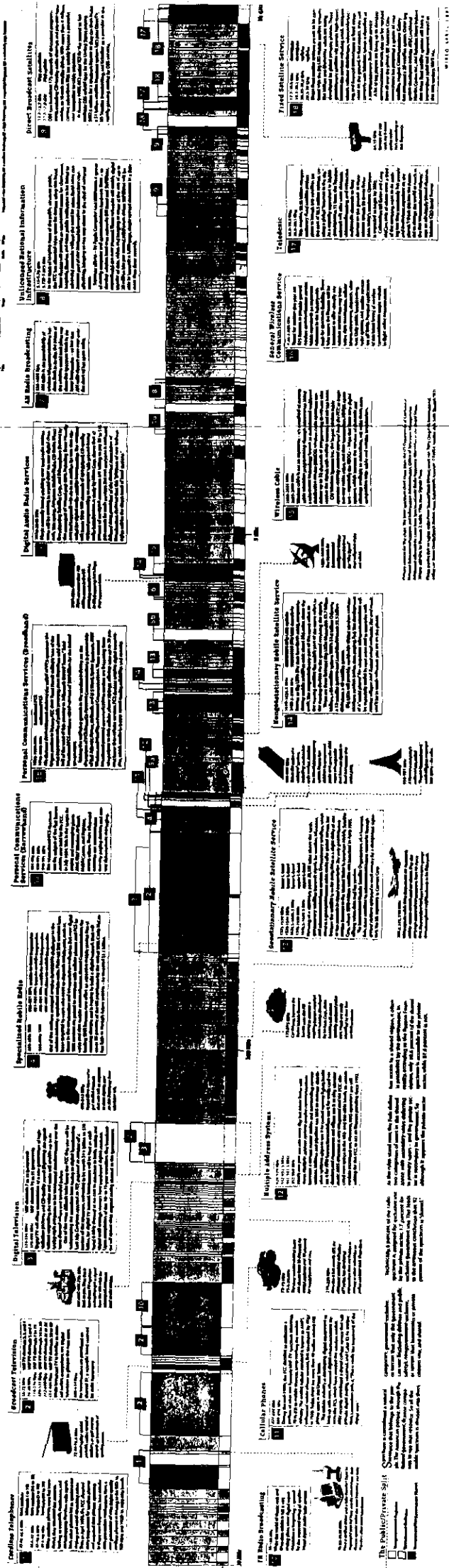
APENDICE No. 5

UBICACIÓN EN EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

Las siguientes Figuras te invitan a darle un vistazo al Espectro Radioeléctrico, abarcando, lo más posible, las diferentes gamas de frecuencias en las que se encuentran todos los sistemas cuya función se basa en la Radiofrecuencia, y, claro está, se encuentran ubicados a los sistemas Satelitales de órbita Baja como Iridium.

The Manhattan of Spectrum Real Estate

As on the ground, success is also air built down to three things: location, location, location.



Cellular Telephony
 Cellular telephony is a key component of the mobile communications system. It allows users to make and receive calls from anywhere within the service area. The system uses a network of base stations to provide coverage and manage the flow of traffic.

Broadband Telephony
 Broadband telephony offers high-speed data transmission capabilities alongside voice services. This enables applications like video conferencing and high-quality streaming services. The infrastructure supports a wide range of bandwidths to meet different user needs.

Digital Television
 Digital television services provide enhanced picture quality and additional features like interactive programming guides. They utilize advanced compression techniques to deliver more content within the same bandwidth as analog TV.

Specialized Mobile Radio
 Specialized mobile radio (SMR) systems are designed for professional and business users. They offer secure, reliable communication for fleet management, emergency services, and other critical applications. SMR systems often include features like call forwarding and priority access.

Personal Communications Services (PCS)
 Personal communications services (PCS) encompass a variety of mobile services including voice, data, and video. These services are tailored for individual users and often include features like text messaging and mobile internet access. PCS systems are designed for ease of use and portability.

Digital Audio Radio Services
 Digital audio radio services (DARS) provide high-quality digital audio broadcasting. They offer a wider range of programming options, including music, news, and sports, with improved sound quality and less interference compared to analog radio.

All Radio Broadcasting
 All radio broadcasting services encompass a wide range of radio frequencies and services. This includes traditional AM and FM radio, as well as digital radio services. These services are essential for mass communication and entertainment.

In-Licensed National Information Infrastructure
 In-licensed national information infrastructure (NII) services are provided within a specific frequency band. These services support a variety of applications, including mobile communications, data services, and public safety. NII services are subject to strict regulatory requirements.

Direct Broadcast Satellite
 Direct broadcast satellite (DBS) services provide high-speed data and video services from space. They offer global coverage and are used for applications like satellite television, data links, and mobile communications. DBS systems require ground stations and user terminals.

All Radio Broadcasting
 All radio broadcasting services encompass a wide range of radio frequencies and services. This includes traditional AM and FM radio, as well as digital radio services. These services are essential for mass communication and entertainment.

Cellular Phones
 Cellular phones are a key component of the mobile communications system. They allow users to make and receive calls from anywhere within the service area. The system uses a network of base stations to provide coverage and manage the flow of traffic.

Multiple Address Phones
 Multiple address phones (MAP) allow a single phone number to be used in multiple locations. This is useful for businesses with multiple branches or for individuals who travel frequently. MAP systems use a central base station to manage the calls.

Emergency Public Safety Service
 Emergency public safety services are designed for use by law enforcement, fire departments, and other emergency services. These services provide priority access to the communication network and often include features like location tracking and emergency alerting.

Emergency Mobile Satellite Service
 Emergency mobile satellite services (EMSS) provide global coverage for emergency services. They are used for applications like search and rescue, disaster relief, and emergency communications in remote areas. EMSS systems often include features like location tracking and emergency alerting.

Wireless Cable
 Wireless cable services provide high-speed data and video services from space. They offer global coverage and are used for applications like satellite television, data links, and mobile communications. Wireless cable systems require ground stations and user terminals.

Personal Mobile Services
 Personal mobile services encompass a variety of mobile services including voice, data, and video. These services are tailored for individual users and often include features like text messaging and mobile internet access. Personal mobile services are designed for ease of use and portability.

Text-based
 Text-based services provide a means of communication that does not require voice. This includes text messaging, instant messaging, and other forms of digital communication. Text-based services are often used for quick, concise communication.

Fixed Satellite Service
 Fixed satellite services (FSS) provide high-speed data and video services from space. They offer global coverage and are used for applications like satellite television, data links, and mobile communications. FSS systems require ground stations and user terminals.

CONCLUSIONES

Desde que existieron gentes como Marconi y Alexander Graham Bell con la inquietud de comunicarse a distancia la superficie de la Tierra ha sido cubierta por los lazos de la telefonía. En 1876, una llamada telefónica viajaba de un cuarto a otro. En 1915 se extendió el servicio por todo un continente. En 1927 el Servicio Telefónico cruzaba todo un Océano. Es así que surge Iridium en 1987 como resultado de querer extender el Servicio Telefónico a nivel global.

Motorola, la compañía encargada de lanzar en 1990 el primer teléfono "hand-held" para comunicaciones inalámbricas encabeza este proyecto ambicioso de poner en órbita a 66 satélites de poco más de 2 m. de altura sobrevolando a 780 km. de altura dando como resultando la capacidad de obtener comunicación telefónica/datos en cualquier lugar del mundo en cualquier momento. Obtenemos pues, el nacimiento de la revolución de las telecomunicaciones inalámbricas ya que, como vemos en su publicidad : "Con un Solo Teléfono, un Solo Número Telefónico y una Sola Cuenta Telefónica..." se podrá tener acceso a voz, datos a 4.8 kbps, servicios de fax, radiolocalización de personas y *paging* en un solo aparato. Su mira está dirigida principalmente, a las comunidades carentes de servicio telefónico que, por estar en lugares remotos o inaccesibles, no es costeable la telefonía fija, también dirigida al segmento de Viajeros de Negocios que requieren en cualquier momento de estar comunicados debido a su constante movilidad promocionando productos y/o servicios o realizando transacciones en cualquier punto del globo, también para las asociaciones de Prevención y Auxilio en Zonas de desastre ya que al proveer la comunicación vía satélite de Órbita Baja no está afectado por ningún fenómeno natural, asimismo contempla al segmento de personas cuyo trabajo se encuentre ligado a las investigaciones científicas, a las plataformas petroleras y mineras, así como a usuarios a bordo de naves aéreas y marítimas.

Es importante recalcar que el mercado es extenso y con un crecimiento exponencial ya que se estima que en el año 2000 habrá más de 10 millones de usuarios de telefonía satelital.

Basado en la tecnología GSM, capaz de ofrecer un aumento sorprendente de 12 millones a 137 millones de subscriptores celulares desde su aparición en 1992, gracias a la base de ser el primer standard Celular Digital. Por tanto la tecnología de Iridium es sólida y fiable amparándose en que con GSM y TDMA (su técnica de acceso) se ha provisto a muchas de las redes actuales en el manejo de voz/datos a nivel global.

Ahora, por ser el primer proyecto que dio a luz este innovador concepto, queda por ver si el mercado responde a las expectativas que se esperan, tomando en cuenta que con los otros 3 proyectos fuertes de telefonía satelital (Globalstar, ICO y Oddisey) la competencia será vorágine e incesante. En este punto cabe destacar que todos los proyectos satelitales no pretenden competir a las compañías celulares regionales ni a la Red de Conmutación Pública, sino que fueron creadas con el objetivo de complementarlas y de extender su alcance para comunicar a cualquier rincón del mundo (cosa que solo Iridium anuncia).

En este punto será interesante, con esta aportación de Tesis, ser testigos de quizá la piedra angular en las comunicaciones de voz/datos/video en las siguientes décadas ya que en los albores del nuevo siglo, se tendrá ya maduro a este Sistema Iridium y quizá siénte las bases de una Sinergia Total para tener telecomunicada con rapidez y eficacia a la llamada Aldea Global.

De forma que se ha visto que la tendencia en la conmutación del servicio telefónico dejará de pertenecer a la voz como el gigante del medio de información, sino que éste sea posible a través del envío de Datos que ya en la actualidad se maneja en grandes cantidades, apareciendo Internet como la Red que será capaz de proveer voz/datos/video, ya no solo vía Fibra óptica Transatlántica, sino utilizando la llamada Nueva Generación de Satélites de órbita Baja.

Aquí queremos colocarnos como observadores privilegiados al haber desarrollado esta Tesis que también propone a Iridium no solo como el Proyecto de Telefonía y Servicios Satelitales, sino como una de sus áreas lo afirma: "de ser el próximo gigante Proveedor Mundial de Redes Inalámbricas...", ya que en la actualidad se es imposible tener un "roaming" mundial

teniendo los hasta ahora Standard's celulares: IS-41 (AMPS,N-AMPS,TDMA y CDMA) y GSM (GSM-900,DCS.1900 y DCS-1800) y que Iridium LLC propone converger y garantizar la compatibilidad y acceso de los diferentes Standard's en cualquier región, haciendo del modo dual de su "hand-held" Iridium su principal carta de presentación e impacto mercadológico.

Es así que finalmente tenemos con orgullo un trabajo serio y consciente de la necesidad de la Universidad y su comunidad de estar siempre a la vanguardia de este universo brillante llamado Telecomunicaciones y que nos sitúa con esta tesis como vértices del acontecer de esta tecnología de la Nueva Era Satelital.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Wood James*
"Newness Satellite Communications"
Pocket Book.
Newnes, Inglaterra, 1994
2. *Jagoda A., M. de Villepin*
"Mobile Communications"
Wiley, Paris, 1993
3. *Lara Rodriguez,
Muñoz Rodriguez*
"Sistemas de Comunicación Móvil"
CINVESTAV, IPN, México, 1992
4. *William C.Y. Lee*
"Mobile Communications Design Fundamentals"
John Wiley&Sons, Inc. 2nd. Ed., N.Y. E.U.A., 1993
5. *IEEE Communications Magazine*
Vol. 33, Jul - Dic. 1995
pp. 110-127
6. *IEEE Communcations Magazine*
Vol. 30, N° 1-12 Ene-Dic 1992
pp. Ene 19-35, Feb. 64-69, Mar. 48-70, Jun. 22-61, Oct. 35-96,
Dic. 64-115
7. *et. Al.*
Vol. 34, Jul-Dic. 1996
pp. Oct. 91-96
8. *P. Willbur L. & S.G. Henri and N.A. Robert*
"Satellite Communications Systems Engineering"
Prentice Hall, 2nd. Ed. E.U.A. 1993
pp. 5-47



9. *International Journal of Satellite Communications*
Vol. 9, N° 4, Jul-Ago, 19910
G.Maral, J.J. De Ridder, B.G. Evans and M. Richharia
"Low Earth Orbit Satellite Systems for Communications"
10. *International Journal of Satellite Communications*
Special Issue on Personal Communications Via Satellite, 1994
F. Delli Priscoli and F. Muratore,
"Assessment of Public mobile Satellite system compatible with the
GSM Cellular Network"
11. *Et. al.*
Vol. 12, N° 7, Sep-Oct, 1994,
C.Ward, T. Chang, T.M. Phillips & P.A. Acuff
"A Comparative Study of Solar Interference on the Iridium and
MSS Constellations"
12. *Et. al*
Vol. 12, N°8, Nov-Dic, 1994
William T. Brandon
"Influence of External Digital Environment, Markets and Terminal
Price Elasticity on Personal Satellite Systems"
13. *Iridium Service Report*
Vol.1, N°1, Verano 1996, E.U.A.
pp. 1-4
14. *Iridium Magazine*
Vol. 2, N° 2, Primavera 1996, E.U.A.
15. *et. al.*
Vol. 2, N° 3, Verano 1996, E.U.A.
16. *et. al.*
Vol. 2, N° 4, Otoño 1996, E.U.A.
17. *et. al.*
Vol. 2, N° 5, Invierno 1996, E.U.A.

18. William C.Y. Lee
"Mobile Cellular Telecommunications Systems"
McGraw-Hill, E.U.A., 1989
19. Parsons P.
"The Mobile Radio Propagation Channel"
G.B. Pentech Press, 1992
20. Parsons J.D. & Gardner J.G.
"Mobile Communications Systems"
G.B. Blackie Press, 1992
21. Estrategia Industrial
Nº 147, Año XIV, Oct. 1996, pp. 16-18
"Las Telecomunicaciones, motor de la Industria Nacional en este Lustró"
22. IEEE Journal on Selected Areas in Communications
Vol. 13, Nº 2, Feb. 1995
"Mobile Satellite Communications for Seamless PCS"
Enrico del Re, Carrie L. Devieux & Shuzo Kato
23. et. al.
Vol. 13, Nº 2, Feb. 1995, pp. 180-195
"The Role of Satellites in Personal Communication Services"
24. Telepress Latinoamerica
Mayo-Junio 1994, pp. 62-73
"Satellite Technology Advances in Worldwide Communications"
Cecilia Texeira
25. Telepress Latinoamerica
EneroFebrero 1996, pp. 30-31
"El Atrayente Sendero del Mercado Satelital"
26. AHCJET
Vol. 15, Junio-1996, pp. 76-79
"Comunicaciones Inalámbricas en Europa"

27. *Via Satellite*
Noviembre 1996, pp. 76-90
"Accesing Satellite and Cellular Systems"
Kevin p. Corblen
28. *et. al.*
Feb. 1997, pp. 28-34
"Spaceway vs Teledesic"
James Careless
29. *Supplement to Forbes Magazine ASAP*
Octubre 1994, pp. 133-148
"George Gilder Handicaps The Satellite Wars"
Gilder, George
30. *The European Mobile Communications Magazine*
Vol. 5, N° 5, Mayo 1995
"Global Satcoms"
Jan Libhenga
31. *Mobile Satellite News*
Vol. 6, N°3, Feb. 1994
32. *Motorola Satellite Communications*
"Iridium, Inc. Gateway Operations Mexico, Marketing and Financial Assumptions"
Motorola, Abril 1993
33. *Computer Shopper,*
Vol. 16, No. 6, pp. 589 – 591,
Junio 1996.
34. *Diario Oficial De La Federación,*
Reglamento De Comunicación Via Satélite, 25 – 35
México D.F., 1 De Agosto 1997.
35. *El Financiero,*
Suplemento Dígito Cero,
México D.F., 21 De Enero de 1997.

36. *Enlace Andino*,
Enero 1996 No. 15, ASETA.
37. *Exposición De Los Sistemas GEO-MSS*,
Sesión De Trabajo Sobre GMPCS,
Cd. De México, 29 - 30 De Sep. De 1997.
38. *IEEE Journal On Selected Areas In Communications*,
Vol. 13, No.2, pp.180 - 195, 371 - 381.
E.U.A., Feb. 1995
39. *IEEE Spectrum*,
Feb. 1992, pp. 27 - 29,
E.U.A.,
40. *IEEE Communications Magazine*,
Noviembre, 1991, pp. 72 - 80.
41. *International Journal Of Satellite Communicatios*,
Vol. 12, pp.25-32, 63-69, 85-93, 95-105, 107-123, 525- 538
E.U.A., 1994.
42. *Iridium de México S.A. de C.V.*,
Comunicaciones Móviles Satelitales,
Sistema Iridium, Anteproyecto,
Mayo de 1997.
43. *GMPCS: Cuestiones Técnicas Y Operacionales*,
Sesión De Trabajo Sobre GMPCS,
Cd. de México, 29 - 30 De Septiembre De 1997.
44. *Iridium Llc Information Document*,
pp. 11 - 25, Phillips.
45. *Iridium Today*,
Primavera 1996.
46. *Iridium Today*,
Verano, 1996.

47. *Et. al.*
Invierno, 1996.
48. *Et. al.*
Invierno, 1997.
49. *Et. al.,*
Vol. 2, No. 2, Primavera 1996,
50. *Et. al.*
Vol. 3, No. 3., Primavera 1997
51. *Et. al.,*
Vol. 3, No. 4, Julio 1997
52. *Et. al.*
Vol. 3, No. 2, Invierno 1997
53. *Ley Federal De Telecomunicaciones.*
54. *Pequeños Leo,*
Servicios Mundiales Digitales de Mensajería y Datos,
Sesión De Trabajo Sobre GMPCS,
Cd. de México, 29 – 30 Sep. De 1997.
55. *Proceedings Of The IEEE,*
Vol. 82, No. 9, Septiembre 1994, pp. 1431 – 1447.
56. *Satélites de Órbita Baja Terrestre (LEO), por Debajo de 1 GHz,*
Documento de Información Presentado por la Delegación de
Estados Unidos de Norteamérica,
Segunda Reunión Permanente de la Comisión Técnica Permanente
III: Radiocomunicaciones, 26 – 30 de Abril de 1993,
México D.F.