



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

COMUNICACIONES: COMUNICACION
VIA SATELITE PARA
TRANSMISIONES MOVILES

2939/7

TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
GABRIEL GONZALEZ SAMANO

ASESOR: ING. JORGE RAMIREZ RODRIGUEZ



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).

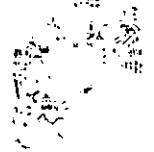
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

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

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

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Comunicaciones: Comunicación Vía Satélite Para Transmisiones

Móviles

que presenta el pasante: Gabriel González Sámano

con número de cuenta: 8330893-0 para obtener el título de :

Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 25 de Junio de 2001

MODULO	PROFESOR	FIRMA
<u>I</u>	<u>Ing. Jorge Ramírez Rodríguez</u>	<u>[Firma]</u>
<u>II</u>	<u>Ing. Vicente Magaña González</u>	<u>[Firma]</u>
<u>III</u>	<u>Ing. Rodolfo López González</u>	<u>[Firma]</u>

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO:

*AL FORJARNOS COMO INDIVIDUOS
CON CRITERIO ANALÍTICO Y
EMPREDEDOR, PARA CUANDO SE
NOS PRESENTEN PROBLEMAS
PROFESIONALES Y PERSONALES
LO CUAL HACE QUE CADA
EGRESADO AME A SU UNIVERSIDAD*

A MIS MAESTROS:

*POR DESPERTAR EN NOSOTROS
NUESTRO TALENTO DORMIDO
QUE PODREMOS DESARROLLAR
SIN DESPERDICARLO EN
NUESTROS POSIBLES FUTUROS
Y EN CUANTO A LOS OMNIPOTENTES
DEMOSTRARLES QUE HAY ALGO MAS
ALLA DE LAS AULAS LLAMADO MEXICO*

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

*POR HABERME INCULCADO LA NECESIDAD
Y EL GUSTO DE APRENDER
COSAS QUE ELLOS NO LAS TUVIERON
EN SU MOMENTO, LO CUAL ME FIJO
EL OBJETIVO DE SER UN PROFESIONISTA
DANDO GRACIAS A SU APOYO Y CARÍO
DESINTERESADO.*

A TODOS MIS HERMANOS:

*EN ESPECIAL A YOLANDA QUE ME AYUDO A
ENCONTRAR CAMINOS CUANDO TODOS
DECIAN QUE YA NO HABIA NINGUNO PARA
MÍ.*

*A SAMUEL POR DARMEL APOYO DE UN
TRABAJO Y EL DESARROLLO
DENTRO DE UNA EMPRESA.*

*A DANIEL AL SER MI COMPAÑERO DE
JUEGOS Y ANIMARME A ALCANZAR MIS
SUEÑOS CON SU EJEMPLO.*

*Y A TODOS LOS DEMAS QUE
CONTRIBUYERON CON SU GRANITO DE
ARENA PARA SER LO QUE SOY.*

A TODOS MIS AMIGOS:

*QUE DESDE CHICO ALENTARON MIS
INQUIETUDES DE SUPERARME DÁNDOME
ANIMOS DE SER MEJOR.*

*Y A TODOS ELLOS QUE EN SU MOMENTO
FUERON HERMANOS PARA MÍ.*

PERO SOBRE TODO A DIOS:

*AL ESTAR CONMIGO EN ESTE TRABAJO
SOLITARIO DONDE ABRIO EL CAMINO DE MI
VERDAD ENCONTRÁNDOME A MÍ MISMO.
GRACIAS DIOS...*

**CAPITULO I
INTRODUCCIÓN**

1.1	Antecedentes	5
1.2	Las Órbitas	6
1.2.1	GEO (Geosynchronous Earth Orbit)	6
1.2.2	MEO (Medium Earth Orbit)	7
1.2.3	LEO (Low Earth Orbit)	7
1.3	Servicios Móviles	8
1.4	¿Por qué Usar Servicios Vía Satélite?	10
1.5	Ventajas e Inconvenientes	11

**CAPITULO II
ESTRUCTURA DE LA BANDA L PARA COMUNICACIONES MOVILES**

2.1	Antecedentes	13
2.1.1	Banda L	13
2.1.2	Banda Ku	14
2.1.3	Banda Ka	14
2.2	Características del sistema Iridium	14
2.3	Características del sistema GPS	16
2.4	Transponder	18

**CAPITULO III
TÉCNICAS DE ACCESO**

3.1	Modulación por Codificación de Pulsos (PCM)	20
3.1.1	Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA)	21
3.1.2	Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA)	21
3.2	Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA)	21
3.2.1	Esquema FDM/FM/FDMA	22
3.3	Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA)	25
3.3.1	Ráfagas de Referencia	27
3.3.2	Ráfagas de Tráfico	27
3.3.3	Tiempo de Guarda	28
3.3.4	Estructura de la Ráfaga TDMA	28
3.3.5	Acceso Múltiple por Distribución de Frecuencia y Distribución en el Tiempo (TDMA/FDMA)	29

**CAPITULO IV
SISTEMA IRIDIUM**

4.1	Sistemas de Órbita Baja	31
4.2	Iridium: Perfil del Proyecto	32
4.3	Visión General del Sistema Iridium	33
4.4	Iridium: Servicios	34
4.5	La Red Iridium	36
4.6	Funcionamiento del Sistema	37
4.7	Segmento Terreno Iridium	38
4.8	Iridium: Cobertura	39
4.9	Aspectos Operacionales Generales de Iridium	40
4.10	Iridium: Frecuencias	41
4.11	Iridium: Datos Técnicos	42
4.12	Iridium: Satélites	42
4.13	Iridium: Equipos	44

**CAPITULO V
SISTEMA GPS**

5.1	Introducción del GPS	47
5.2	Origen del GPS	47
5.3	Principios de Funcionamiento	49
5.3.1	Paso 1: La Triangulación Desde los Satélites	49
5.3.2	Paso 2: Midiendo las Distancias a los Satélites	50
5.3.3	Paso 3: Control Perfecto del Tiempo	51
5.3.4	Paso 4: Conocemos donde están los Satélites en el Espacio	52
5.3.5	Paso 5: Corrigiendo Errores	53
5.3.6	Resumen de las Fuentes de Error del Sistema GPS	54
5.4	Transmisiones de los Satélites	55
5.5	Segmento Espacial	56
5.6	Segmento de Control	58
5.7	Segmento Usuario	59
5.8	Parámetros de Control	61
5.9	Precisión	62
5.10	GPS Diferencial (DGPS)	62
5.10.1	Estructura del DGPS	63
5.10.2	Cobertura y Precisión del DGPS	64
5.11	Más Sobre DGPS	65

**CAPITULO VI
APLICACIONES Y FUTURO**

6.1	Aplicaciones del Sistema Iridium	67
6.1.1	Telefonía Celular	67
6.1.2	Comunicaciones Aeronáuticas	68
6.1.3	Comunicaciones a la Construcción	69
6.1.4	Comunicaciones en Desastres y Emergencias	70
6.1.5	Comunicaciones de Gobierno	71
6.1.6	Comunicaciones en Viajes de Ocio	72
6.1.7	Comunicaciones Marítimas	72
6.1.8	Comunicaciones a los Medios del Entretenimiento	73
6.1.9	Comunicaciones en la Minería	74
6.1.10	Comunicaciones para el Gas y el Petróleo	75
6.1.11	Comunicaciones a las Empresas de Servicios Públicos	76
6.1.12	Tarjeta SIM	76
6.2	Futuro del Sistema Iridium	78
6.3	Aplicaciones del Sistema GPS	80
6.3.1	Navegación Marítima	80
6.3.2	Navegación Terrestre	80
6.3.3	Navegación Aérea	83
6.3.4	Aplicaciones Militares	83
6.3.5	Ciencias Geográficas	84
6.3.6	Otras Aplicaciones	84
6.3.7	Limitaciones	85
6.4	Futuro del Sistema GPS	86

ANEXO

Bandas de Frecuencias para Satélites	89
Sistema UMTS	92

CONCLUSIONES	99
---------------------	----

GLOSARIO	102
-----------------	-----

BIBLIOGRAFIA	106
---------------------	-----

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

La convergencia de la informática y las telecomunicaciones está causando que todos aquellos elementos que uno asocia con un estándar de vida alto - desde la educación y el cuidado de la salud hasta el desarrollo económico y los servicios públicos - se conviertan cada vez más dependientes en un flujo de información que aumenta continuamente. En áreas altamente urbanizadas, esta exigencia de información está siendo saciada a través de conexiones de ancho de banda altos y de alta calidad de fibras ópticas. Cada vez más, las instituciones y los individuos están utilizando conexiones de banda ancha para tener acceso al Internet, educación superior y cursos de cualquier índole por Internet, operar computadoras en red, agregar y concentrar enlaces de líneas telefónicas, servicios de ocio y entretenimiento, y tele trabajo. Pero, al salir de las ciudades, estos servicios de telecomunicaciones similares a fibras ópticas resultan de un costo prohibitivo o sencillamente no se encuentran por ningún precio.

Las nuevas redes de satélites de banda ancha, como Teledesic, Celestri,... extenderán de forma transparente la infraestructura terrestre existente basada en fibra óptica para proveer servicios avanzados de datos a cualquier parte del mundo. Habrá una gama amplia de clientes, desde los trabajadores de información que no están dispuestos a ser encerrados en ciudades cada vez más congestionadas, a países que están haciendo conexiones terrestres con líneas telefónicas agregadas desde estaciones celulares remotas, a empresas multinacionales conectando sus sucursales a través del mundo a sus existentes redes empresariales globales. El objetivo básico de estas nuevas redes es proveer conectividad transparente a todas las instituciones e individuos, cuando y donde quieran, obteniendo el acceso a los servicios de telecomunicaciones semejantes aquellos provistos a través de fibra óptica y que solo están corrientemente disponibles en áreas urbanas altamente desarrolladas.

Las comunicaciones globales por satélite han sido relegadas desde sus comienzos al ámbito institucional (sobre todo en áreas de defensa) y a la navegación marítima y aérea. Pero los grandes avances tecnológicos han verificado que las constelaciones múltiples de satélites de comunicaciones en órbita baja son un ente viable económica y técnicamente hablando. Actualmente proyectos como Iridium, Globalstar, Teledesic o Celestri aglutinan un movimiento empresarial sin precedente.

“Los sistemas vía satélite son capaces de proveer servicios de comunicaciones virtualmente a cualquier parte del mundo sin discriminación en precios o geográficas. Ninguna otra tecnología – incluyendo fibra óptica – puede conseguir este objetivo, y ninguno puede lograr la promesa de universalidad geográfica”

1.2 Las Órbitas

Los satélites se lanzan al espacio y se sitúan en una determinada órbita de la Tierra que puede ser circular, con velocidad constante y utilizadas para comunicaciones o elípticas, con velocidad variable (más rapidez en el perigeo y más lentitud en el apogeo) y utilizadas para actividades de reconocimiento debido a que el satélite se acerca mucho a la Tierra durante el perigeo.

Una vez situado en la órbita circular, el satélite se mantiene en ella gracias al equilibrio de fuerzas que se produce entre la fuerza gravitacional de atracción entre la Tierra y el satélite, y la fuerza centrífuga que actúa sobre el satélite debido a su movimiento circular con la Tierra como centro de dicho movimiento.

Existen dos tipos generales de satélites: los satélites que se encuentran en la órbita terrestre geostacionaria (GEO) y los satélites no geostacionarios (NGEO), principalmente de órbita terrestre media (MEO) y baja (LEO). Existiendo también sistemas elípticos y de gran altitud.

1.2.1 GEO (Geosynchronous Earth Orbit)

Cuando la órbita está en el plano ecuatorial de la Tierra a una distancia aproximadamente de 36,000 Km (equivalente a 5.6 del radio de la Tierra), en consecuencia, el periodo orbital es exactamente igual al periodo de rotación de la Tierra (o sea, 23 hrs., 56 min. y 4 seg.), conocido como día sideral, entonces se dice que esta órbita es geostacionaria y el satélite que discurre por esta órbita es un satélite geostacionario. De esta forma, se consigue que los satélites aparezcan como fijos para un observador situado en la Tierra y, en consecuencia, se pueden recibir las señales del satélite mediante antenas receptoras fijas en la Tierra sin necesidad de hacer un seguimiento y, por tanto, sin necesidad del conmutador. Mediante estos satélites geostacionarios se puede cubrir la Tierra con facilidad. De hecho, desde un punto de vista teórico, con 3 satélites geostacionarios se puede conseguir una cobertura global, exceptuando las zonas polares.

Los satélites GEO fueron el punto de arranque de las comunicaciones vía satélite, prácticamente todos los satélites utilizados hoy en día para comunicaciones por redes corporativas son GEO. Las aplicaciones básicas para estos satélites son transmisiones punto-a-multipunto y punto-a-punto. Actualmente, las crecientes necesidades en términos de ancho de banda, la necesidad de minimizar las tasas

de error y, sobre todo, y la necesidad de disminuir la latencia (retardos), todo ello para que las redes por satélite puedan competir e integrarse con las redes de fibra óptica, han originado un creciente protagonismo de los satélites MEO y LEO.

1.2.2 MEO (Medium Earth Orbit)

Los satélites de órbita terrestre media se encuentran a una altura de entre 10075 y 20150 Km. A diferencia de los GEO, su posición relativa a la superficie no es fija. Al estar a una altitud menor, se necesita un número mayor de satélites para obtener una cobertura mundial, pero la latencia se reduce substancialmente. En la actualidad no existen muchos satélites MEO, y se utilizan para posicionamiento.

1.2.3 LEO (Low Earth Orbit)

Los satélites LEO están situados en órbitas bajas, de 1,500 Km. Por término medio, aunque puede estar entre los 200 y 2000 Km; los periodos orbitales se encuentran entre los 90 y los 120 min. Estas bajas órbitas se utilizaron en los inicios de la tecnología de las comunicaciones por satélite como una de las etapas a cubrir para llegar al objetivo final en aquellos momentos, que era el satélite geoestacionario, cuando aun no existían medios suficientes para conseguir la potencia de lanzamiento necesaria para colocar el satélite en los 36,000 Km. De altura correspondiente a la órbita geoestacionaria.

En aquellos momentos iniciales, las órbitas bajas se contemplaban con el futuro de los sistemas de navegación, de predicción y vigilancia meteorológica y de observación de la Tierra, pero nunca para comunicaciones, ya que el satélite, al tener un periodo orbital corto, es accesible a una estación terrestre solamente durante un periodo de tiempo muy corto.

Sin embargo, el concepto de constelación de satélites, de muy reciente aparición, ha hecho que los satélites LEO no solamente encuentren su parcela de mercado en las telecomunicaciones, sino que se constituyan además en el futuro más brillante para ese sector, debido a las posibilidades que ofrecen en ancho de banda. Gracias a ello, podrán competir e integrarse con las redes de fibra óptica y una excelentes prestaciones en lo que se refiere a la minimización de los retardos normalmente asociados a las comunicaciones por satélite.

Esa minimización de retardos o de la latencia permite la generación de aplicaciones muy sensibles al tiempo real, como la transmisión de voz, la video conferencia y aplicaciones avanzadas como el trabajo corporativo.

Los satélites LEO están divididos en diferentes categorías, basadas en la frecuencia:

- LEO's pequeños (Little - 800 MHz)
- LEO's grandes (Big - 2 GHz)
- LEO's de banda ancha (20-30 GHz.)

Existe una relación inversa entre la frecuencia y la longitud de onda, por lo que al aumentar la frecuencia la longitud de onda disminuye y la terminal receptora (una parabólica o un teléfono) son de menor tamaño.

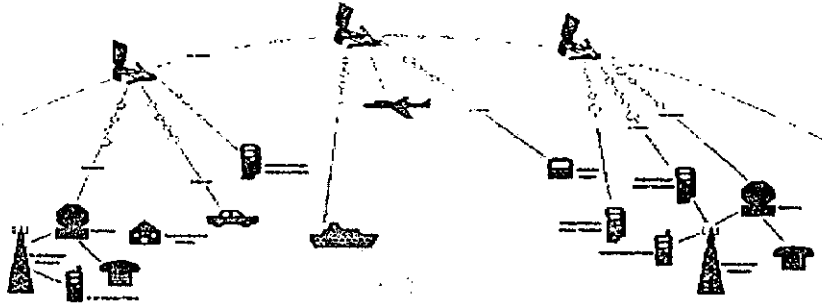
Inicialmente el foco de atención de los LEO fue para voz y datos de banda estrecha. Los 'pequeños LEO's' fueron diseñados para mensajería y servicios de búsqueda y localización de vehículos. Los 'gran LEO's' proporcionaran voz a las áreas que no son cubiertas por las redes celulares o terrestres. También ofrecerán datos a baja velocidad, de 2.4 Kbps a 9.6 Kbps. Y serán los LEOS de banda ancha los que proporcionarán datos hasta 155 Mbps.

1.3 Servicios Móviles

Las estaciones están en los satélites. Estos suelen ser de órbita baja. Su cobertura cubre prácticamente todo el planeta. Esta es la principal ventaja que presenta frente a la telefonía móvil terrestre. Las desventajas son de mucho peso: mayor volumen del terminal a utilizar y precio de las llamadas y terminales. Dos son los operadores que ofrecen este servicio a nivel mundial: Iridium y Globalstar. El primero esta apunto de comenzar el derribo de sus satélites, debido a las astronómicas deudas que ha contraído.

Su constelación de satélites de órbita baja consta de 66 unidades a 780 Km. De la Tierra. Utilizando tanto FDMA como TDMA. Cada satélite dispone de 48 haces o sectores.

Fig. 1.1 Componentes técnicos de Iridium



Sin embargo, GlobalStar no tiene tantos problemas. La razón principal, sus teléfonos se conectan a las redes terrestres si la cobertura de estas lo permite, y si no recurren a los satélites. De este modo buena parte de las llamadas tienen un

costo asequible, mientras que las que realizan a través de los satélites se reducen a lo absolutamente imprescindible. Su constelación cuenta con 48 satélites de órbita baja situados a 1.414 Km. de la Tierra. Utiliza CDMA, y cada satélite tiene 16 sectores. Tiene previsto ofrecer comunicaciones de datos y fax a finales de 2000, y principios de 2001.

Otros sistemas que están a punto de operar, o que anuncian sus servicios para los próximos años son ICO, Skybridge y Teledesic, que prestarán otros servicios aparte del de telefonía, con acceso a Internet con alta velocidad, radio búsqueda,...

Los sistemas de localización por satélite; nos permiten ubicar un terminal móvil, en tanto este en operación. Son útiles para la localización permanente de flotas de vehículos, permitiendo además la comunicación con estos. Los hay del tipo pasivo, en el que el terminal se auto localiza con las señales recibidas (GPS, Global Positioning System), y de tipo activo, en los cuales es el terminal el que emite una señal al sistema de satélites para su localización, la cual es transmitida a un centro de control donde puede ser consultada por el vehículo. Los dos sistemas en operación son el Euteltrac que opera sobre los satélites de Eutelsat, y el Geostar RDSS que opera en Estados Unidos. Además hay sistemas que combinan localización con comunicaciones, el más conocido es el LOCSTAR.

Estos servicios no han tenido la aceptación que se esperaba hace unos años, aunque si los terminales se abarataran podrían personalizarse, atrayendo a usuarios que deseen tener siempre localizado a su vehículo.

\$279.15 Euros sin batería

- Primer reloj GPS
- 8400 hrs. autónomas o 720 mediciones GPS.
- Ultra compacto: 138 grs.
- Para 200 waypoints
- Alta precisión, bajo consumo de energía

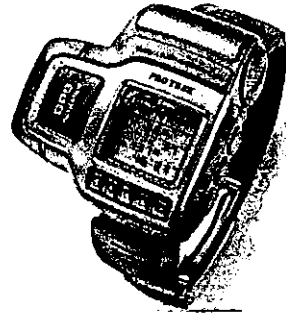


Fig. 1.2 Reloj de mano GPS

1.4 ¿Por qué usar servicios vía satélite?

El mercado potencial de usuarios de servicios vía satélite es universal. Podríamos realizar una división en los grandes grupos: usuarios finales y empresas. Para los usuarios finales los servicios más atractivos son todos aquellos relacionados con el ocio y el entretenimiento, así como el acceso a Internet y a formación a distancia. El tele trabajo también será un factor muy importante.

En cuanto a las empresas, lo que necesitan saber los administradores de red y comunicaciones es por qué necesitan utilizar satélites. A menudo necesitan acceder a localizaciones remotas. Terrenos montañosos en continentes como Sudamérica impiden infraestructura de fibra debido al su alto coste no amortizable, siendo los satélites la solución óptima. También podemos extender este escenario a las comunicaciones entre ciudades o pueblos subdesarrollados donde la infraestructura es pobre. Actualmente es la única posibilidad para las industrias marítimas y petrolíferas.

Las compañías también utilizan los satélites para reforzar sus redes terrestres. Por ejemplo, los servicios financieros de American International Group (Nueva York) recientemente han remplazado dos líneas T1 desde U.S. hasta Japón con líneas RDSI y una comunicación vía satélite como back up, ahorrándose hasta \$600.000 al año. Cuando la línea RDSI falla por cualquier razón no controlable, el servicio vía satélite continúa dando servicio.

1.5 Ventajas e Inconvenientes

Las principales ventajas del satélite son su enorme capacidad de transmisión, pudiendo soportar por ejemplo, varios miles de canales telefónicos, o velocidades de datos del orden de 48 Mbps. (Mega bits por segundo) por cada transpondedor. Por otro lado proporcionan una cobertura territorial muy amplia, con postes de transmisión independientes de las distancias entre las dos estaciones terrenas, ya que las señales transmitidas por el satélite pueden ser captadas por cualquier estación terrena que este en su amplia área de cobertura.

Los principales inconvenientes son, por un lado, los problemas de seguridad, ya que cualquier estación puede captar las transmisiones de una empresa con solo sintonizar la frecuencia del satélite, lo cual obliga a codificar o cifrar las transmisiones. Por otro lado, las condiciones climatológicas pueden afectar a las transmisiones. Además, como las señales recorren grandes distancias, aparece un retardo considerable entre una estación y la otra. La señal tarda del orden de 0.25 segundos en recorrer el trayecto estación-satélite-estación, lo cual no afecta considerablemente a las comunicaciones telefónicas, pero sí a las transmisiones de datos.

Periódicamente, el Sol, la estación terrestre y el satélite quedan alineados, incidiendo directamente los rayos solares sobre la antena terrena, produciendo un elevado ruido térmico que supera la intensidad de la señal recibida, quedando por tanto la estación inoperativa mientras dura ese efecto.

En primavera y en otoño aparece un eclipse solar durante el cual la Tierra se encuentra entre el Sol y el satélite, lo que produce que las células solares del satélite dejen de producir energía, y por lo tanto que dejen de funcionar los transpondedores.

CAPITULO II

ESTRUCTURA DE LA

BANDA L PARA

COMUNICACIONES MOVILES

2.1 Antecedentes

Cuando se trata de satélites de comunicaciones móviles, la proporción del espectro radioeléctrico que utilizarán lo determina prácticamente todo: la capacidad del sistema, la potencia y el precio.

Las longitudes de ondas diferentes poseen propiedades diferentes. Las longitudes de ondas largas pueden recorrer grandes distancias y atravesar obstáculos. Las grandes longitudes de onda pueden rodear edificios o atravesar montañas, pero cuando mayor sea la frecuencia (y por tanto, menor la longitud de onda), más fácilmente pueden detenerse las ondas.

Cuando las frecuencias son lo suficientemente altas (hablamos de decenas de giga hertzios), las ondas pueden ser detenidas por objetos como las hojas o las gotas de lluvia, provocando el fenómeno denominado "rain fade". Para superar este fenómeno se necesita bastante más potencia, lo que implica transmisores más potentes o antenas más enfocadas, que provocan que el precio del satélite aumente.

La ventaja de las frecuencias elevadas (las bandas Ku, Ka y L) es que permiten a los transmisores enviar más información por segundo. Esto es debido a que la información se deposita generalmente en ciertas partes de la onda: la cresta, el valle, el principio o el fin. El compromiso de las altas frecuencias es que pueden transportar mas información, que necesitan más potencia para evitar los bloqueos, mayores antenas y equipos más caros.

Concretamente, las bandas mas utilizadas en los sistemas de comunicaciones móviles satelitales son:

2.1.1 Banda L:

- *Rango de frecuencias:* 1.53 – 2.7 GHz.
- *Ventajas:* grandes longitudes d onda pueden penetrar a través de las estructuras terrestres; precisan transmisores de menor potencia.
- *Inconvenientes:* poca capacidad de transmisión de datos.

2.1.2 Banda Ku:

- *Rango de frecuencias:* en recepción 11.7 - 12.7 GHz, y en transmisión 14 17.8 GHz.
- *Ventajas:* longitudes de onda medianas que traspasan la mayoría de los obstáculos y transportan una gran cantidad de datos.
- *Inconvenientes:* la mayoría de las ubicaciones están adjudicadas.

2.1.3 Banda Ka:

- *Rango de frecuencias:* 18 – 31 GHz.
- *Ventajas:* amplio espectro de ubicaciones disponible; las longitudes de onda transportan grandes cantidades de datos.
- *Inconvenientes:* son necesarios transmisores muy potentes; sensibles a interferencias ambientales.

La banda de frecuencia más baja con ancho espectral suficiente para satisfacer el servicio de banda proporcionado para el sistema Iridium y GPS (que son las comunicaciones móviles a estudiar), así como su objetivo de calidad y capacidad son la banda L. Los enlaces de comunicación entre terminales y satélite operan dentro de la porción de la banda L.

2.2 Características del Sistema Iridium

Segmento del Espacio:

Número de Satélites	66 interconectados
Número de planos orbitales	6
Altura de órbita	780 kilómetros
Inclinación de los planos orbitales	86.4 grados
Peso del satélite (con combustible)	700 Kg
Periodo de órbita	100 minutos, 28 segundos
Margen de enlace	16 decibeles (promedio)
Haces de cobertura /satélite	48
Vida útil	5 - 8 años

2. Estructura de la Banda L para Comunicaciones Móviles

Bandas de Frecuencia:

Enlaces en la banda L	1616 – 1626.5 MHz, Banda L
Enlaces Inter. Satelitales	23.18 – 23.38 GHz, Banda Ka
Enlaces Gateway /TT &C	
Down links (enlace descendente)	19.4 – 19.6 GHz, Banda Ka
Up links (enlace ascendente)	29.1 – 29.3 GHz, Banda Ka

Equipos de Conmutación:

Siemens GSM – D900

Señalización:

GW A ISC	Transmisión PCM y SS /-ISUP o MFCR2
Teléfono Iridium	División de Frecuencia /División De Tiempo (FDMA /TDMA)
	Modulación en cuadratura por Cambio de Fase (QPSK)

Velocidad de Transmisión:

Voz	Full – Duplex, 2.4 Kbps
Datos /Fax	2400 Baudios

Lanzamiento:

McDonnell Douglas Delta II	5 satélites Iridium /Lanzamiento
Khrunichev Protón	7 satélites Iridium /Lanzamiento
China Great Wall Long March IIc	2 satélites Iridium /Lanzamiento

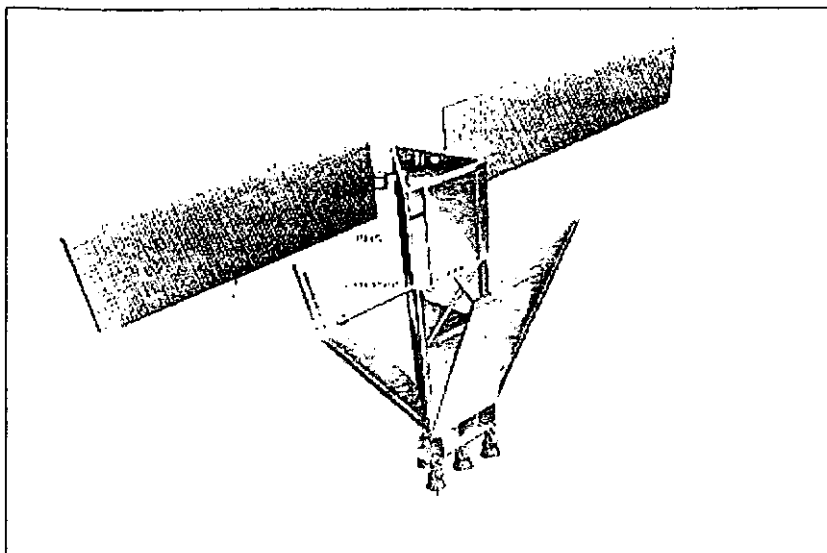


Fig. 2.1 Satélite del Sistema Iridium

2.3 Características del Sistema GPS

El sistema de navegación por satélite se basa en la medición de la distancia de un objeto sobre la Tierra con relación a una serie de satélites (24 satélites) cuya posición se conoce de forma precisa, inequívoca y en cualquier momento, y que son monitoreados por medio de estaciones terrestres. El cálculo de estas distancias se realizan midiendo los tiempos que tardan en llegar a la Tierra las señales de radio que emiten los satélites. De esta forma se puede establecer la posición de objetos que se muevan rápidamente en 3 dimensiones con un margen de precisión entre 100 m y 1 cm.

En este contexto, el satélite actúa como un punto de referencia de gran precisión. Un receptor asociado al objeto sobre la Tierra utiliza esas medidas para calcular su propia posición.

La gran precisión del funcionamiento que conllevan estos sistemas se consigue mediante osciladores ultra estables, normalmente **relojes atómicos**, situados a bordo del satélite que se mantienen sincronizados con un **sistema de reloj master** y que permite las señales de radio del satélite a una frecuencia previamente definidas dentro de la **banda L** y conocidas por el usuario; concretamente en el caso del GPS estas frecuencias son **L1 = 1,57542 GHz** y **L2 = 1,22760 GHz**. las frecuencias de transmisión de las señales de los satélites se escogen para evitar la degradación producida por la lluvia y otros agentes atmosféricos y para minimizar los errores de temporización que origina la ionosfera.

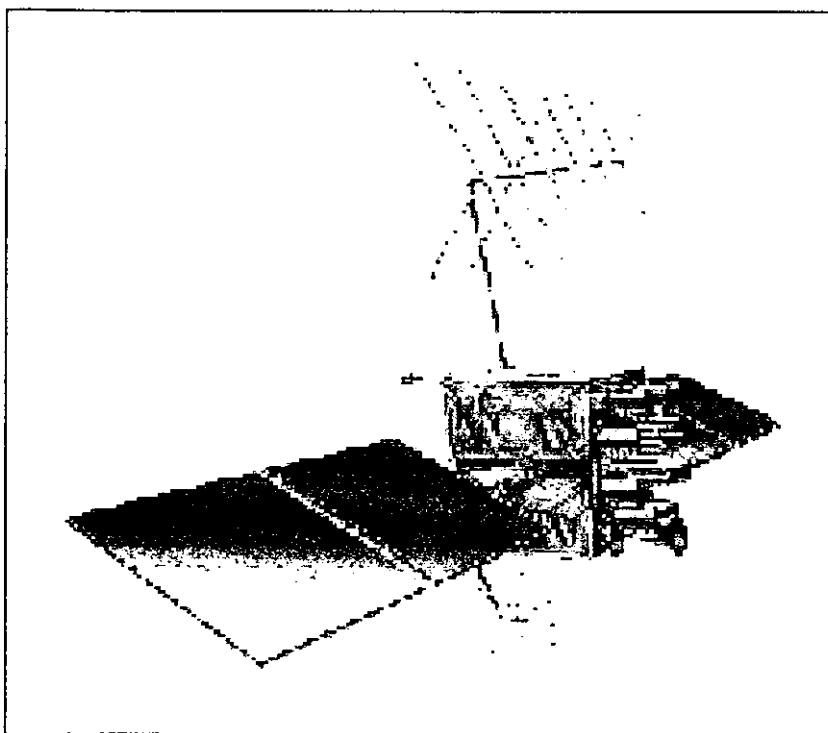


Fig. 2.2 Satélite del Sistema GPS

2.4 Transponder

Características del Transponder:

Banda	N°. de TXD`s	B MHz.	Polarización	
			Enlace Ascendente	Enlace Descendente
L	1	20	Vertical Ku	Circular Derecha
		17	Circular Derecha	Horizontal Ku

Capacidad Disponible en Banda L:

Banda	N°. de TXD`s	B MHz.	PIRE dB W	Servicios Recomendados
L	1	20	45.5	Comunicación Móvil de Voz Datos Aérea, Marítima Y Terrestre
		17		

- TXD`s = Transponders.
 B = Ancho de Banda
 PIRE = Potencia Isotrópica Radiada Efectiva

CAPITULO III

TECNICAS DE ACCESO

3.1 Modulación por Codificación de Pulsos (PCM)

La modulación por codificación de pulsos es la técnica con que se conoce a las señales de banda base obtenida de la cuantización de la señal PAM, codificando cada muestra cuantizada en una palabra digital de determinado número de bits en forma proporcional al número de intervalos de cuantización siguiendo la siguiente relación:

$$L = 2n$$

L = número de intervalos de cuantización.

N = número de bits usados para representar digitalmente las muestras PAM.

De manera, que por ejemplo se usan 4 bits, se tendrían 16 niveles de cuantización; si se usan 8 bits, se tendrían 256 niveles. PCM es de gran importancia en las telecomunicaciones ya que es la base de la telefonía, en la cual se ha estandarizado una velocidad de uso de 8 kHz. y un tamaño de palabra de 8 bits.

Las ventajas de la modulación de pulsos codificados (PCM) son:

- En comunicación de larga distancia, las señales PCM pueden regenerarse por completo en las estaciones terrenas.
- Los circuitos de modulación y demodulación son digitales como consecuencia es más confiable y más estables.
- Reduce la interferencia y el ruido.

El acceso múltiple es la posibilidad proporcionada a varias estaciones terrenas de transmitir simultáneamente a sus portadoras respectivamente al mismo transponder del satélite y además buscando un equilibrio entre el ancho de banda y la potencia del transpondedor.

Entre los diversos sistemas de acceso múltiple aplicado actualmente, existen dos tipos de mayor empleo como los son:

- a) FDMA
- b) TDMA

3.1.1 Acceso Múltiple Por División de Frecuencia (FDMA)

Los sistemas FDMA, segmentan el ancho de banda de un transponder para la transmisión de portadoras múltiples. FDMA puede ser empleado para las transmisiones con modulación analógica o con modulación digital.

3.1.2 Acceso Múltiple Por División de Tiempo (TDMA)

El sistema TDMA, se caracterizan por la utilización de una frecuencia donde un ancho de banda asociado con dicha portadora es en algunos casos el ancho de banda completo del transpondedor. Este ancho de banda es compartido en tiempo por los usuarios en la ocupación de ranuras de tiempo. A pesar de que la ventaja primordial del TDMA es concebida en un sistema que emplea un ancho de banda completo del transponder, existen casos donde el dicho ancho de banda puede ser una fracción del ancho total. TDMA es recomendado exclusivamente en transmisiones que emplean modulación digital.

3.2 Acceso Múltiple por División de Frecuencia

El acceso por FDMA es el más simple por que cada una de las señales a multiplexar se modula con diferentes portadoras de manera que los canales queden espaciados uno del otro, para evitar de esta manera la intermodulación provocada por el amplificador de transmisión la cual es provocada por el manejo de diferentes señales, para evitar esto o minimizarlo, se lograra mediante una adecuada elección de la frecuencia de los canales.

En el caso de la transmisión de las portadoras en un mismo transponder, se emplea bandas de guarda en los canales para evitar la intermodulación. El tamaño de estas bandas deberán considerar los corrimientos de las frecuencias de los osciladores, así como las imperfecciones de los filtros empleados. En FDMA, la capacidad del ancho de banda de un transpondedor puede ser compartido por varios usuarios.

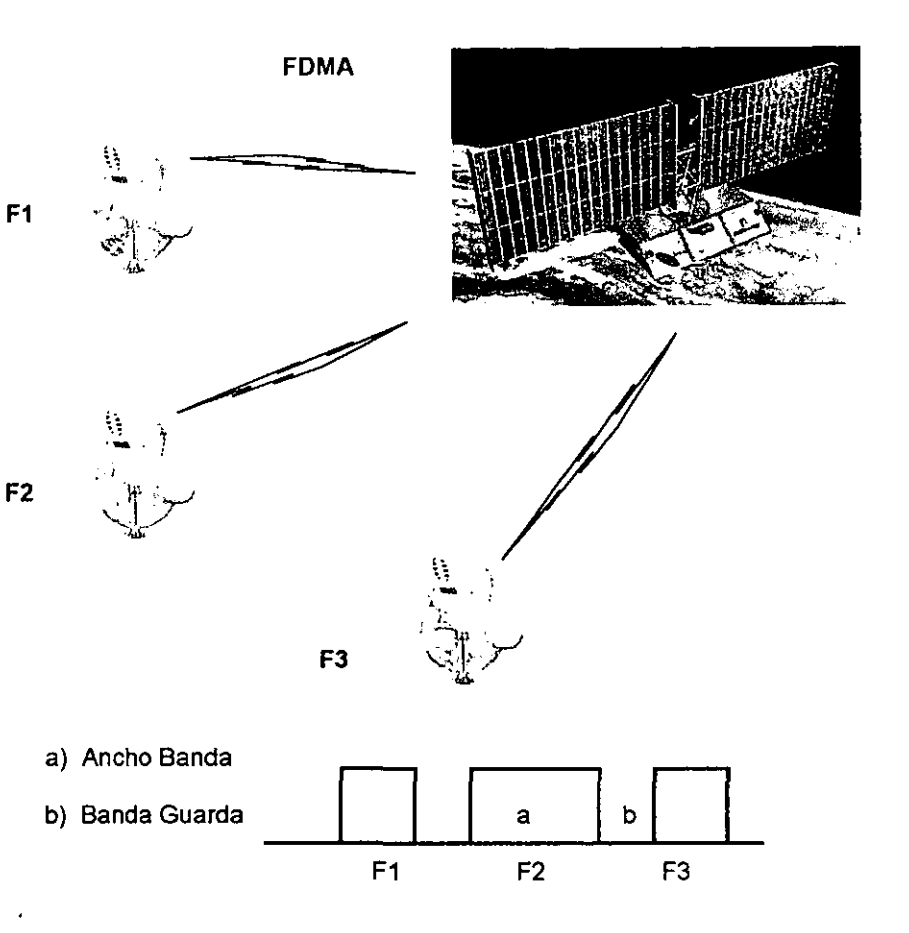


Fig. 3.1 Enlace de Acceso Múltiple por División de Frecuencia

3.2.1 Esquema FDM/FM/FDMA

En el desarrollo de la técnica de acceso FDM/FM/FDMA, cada una de las estaciones cuenta con un arreglo de canales y grupos de entrada que a su vez forman súper grupos de 60m canales los cuales ocupan una banda base de 256 kHz. , o en su defecto grupos de 12 con un ancho de banda de 48 kHz. esto para cuando el tráfico de información es menor.

Cuando un grupo de estación A es transmitido este llevara canales con destinos diferentes, pero que todas se modularan en una misma portadora con un rango de 70 MHz. +/- 18 MHz. F1 y que posteriormente se montara en una portadora RF para poder ser enviada hacia la antena. Todos los sistemas que se encarguen de recibir la señal de la estación A tendrán que demodular la señal y mediante un proceso de filtrado extraer el canal correspondiente.

Pero existe un pequeño problema ya que existen varias portadoras las cuales están en el mismo transponder y debido al que el tubo de ondas progresivas no es lineal, es recomendable operar este en un punto debajo de su nivel de saturación a esto se le da el nombre de back off. ¿Por que reduce el punto de operación? Por que al trabajar en la región no lineal no provocara niveles altos de intermodulación que afectará la calidad de las señales amplificadas.

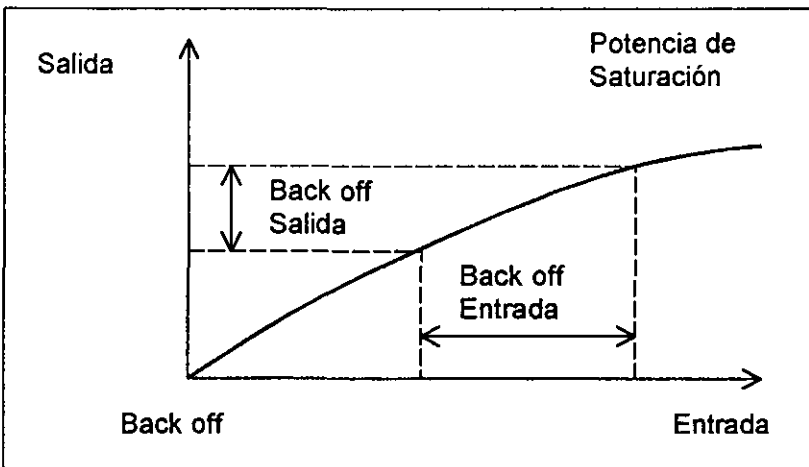


Fig. 3.2 Grafica del Nivel de Saturación del Tubo del Amplificación

En los sistemas FDM/FM/FDMA, la capacidad de un transponder operando, varía de acuerdo al número de portadoras, la cual está íntimamente ligado el número de estaciones accesadas al transponder. En la tabla se representa la variación del número de canales para un número diferente de portadoras.

Nº. de Portadoras	Ancho de Banda Potadora MHz.	Número de Canales Potadora	Número Total Canales Transponder
1	36	900	900
4	3 de 10	132	456
14	2.5	24	336

Tabla 3.1 Variación de los canales en diferentes portadoras

Los transponder de 36 MHz., normalmente se operan en portadoras de 2.5, 5 o 10 MHz., para este tipo de sistema. También se tiene el caso que se emplee todo el transponder para una sola portadora para telefonía. En el caso de TV, se puede tener una portadora de 36 MHz en acceso único o también, dos canales de 18 MHz., como es caso del satélite Morelos.

FDM/FM es muy eficiente en el aprovechamiento del espectro en el sentido de que cada enlace entre dos estaciones tiene asignada una frecuencia única que no puede ser empleada por ningún otro enlace. Pero debido a los problemas que representa la FDM/FM/FDMA provocada por los circuitos y filtros complejos usados para su funcionamiento y por la presencia de intermodulación entre los canales, se estudiaron otros métodos de acceso por división de frecuencia al satélite, el cual recibe el nombre de canal único por portadora SCPC.

La técnica de canal único por portadora (SCPC) tiene gran aplicación cuando se desea interconectar un gran número de estaciones terrenas de muy baja capacidad o demanda de tráfico y consiste en que cada canal se le asigna una frecuencia portadora de RF, misma que es modulada por la señal de FM.

Dado que en la telefonía las llamadas son al azar, el espectro en el transponder puede ser usado de una forma más eficaz, de la siguiente manera usando la RF únicamente cuando está es utilizada, por ejemplo tenemos una estación "A" la cual termina de transmitir entonces su frecuencia es guardada en un banco central, pero si otra estación "B" desea transmitir el banco central le puede asignar una frecuencia de trabajo ya sea diferente o la misma que empleo la estación "A", el criterio que podemos observar es que el banco central de frecuencias va asignar la frecuencia a quién lo pida primero, a este tipo de funcionamiento se le da el nombre de demanda (DAMA)

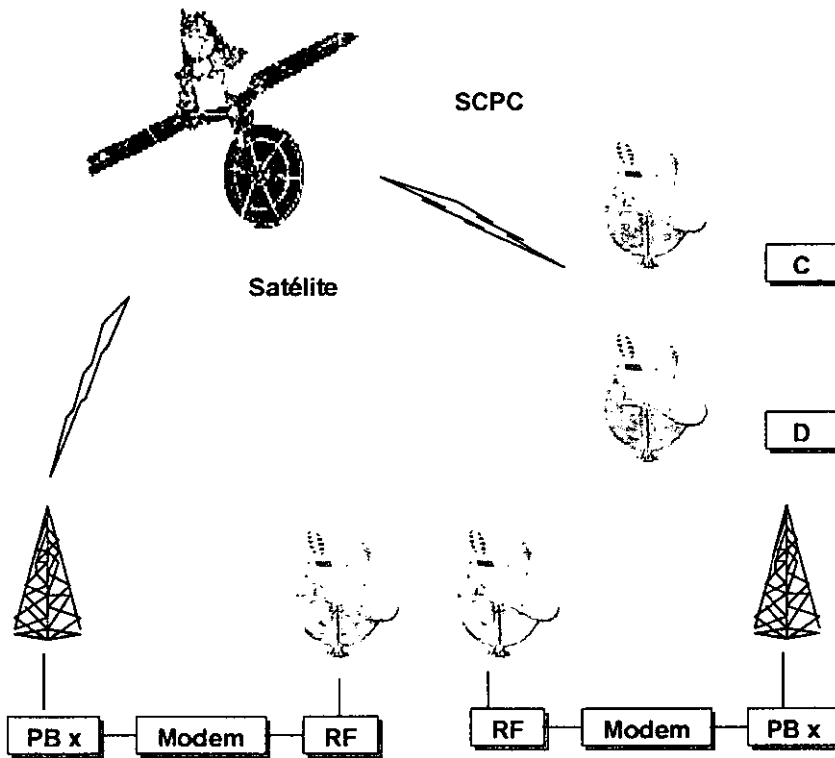


Fig. 3.3 Canal único por portadora y asignación de frecuencia al demandarla

3.3 Acceso Múltiple por División de Tiempo

La multiplexación por división de tiempo consiste en asignar en cada señal un tiempo para que de esta manera le permita al satélite recibir las transmisiones de las diferentes señales provenientes de las diferentes estaciones terrenas logrando con esto la intermodulación, cada estación deberá de determinar el tiempo y el rango de adquisición de la señal para que esta manera las señales estén en tiempo a la hora de llegar al satélite.

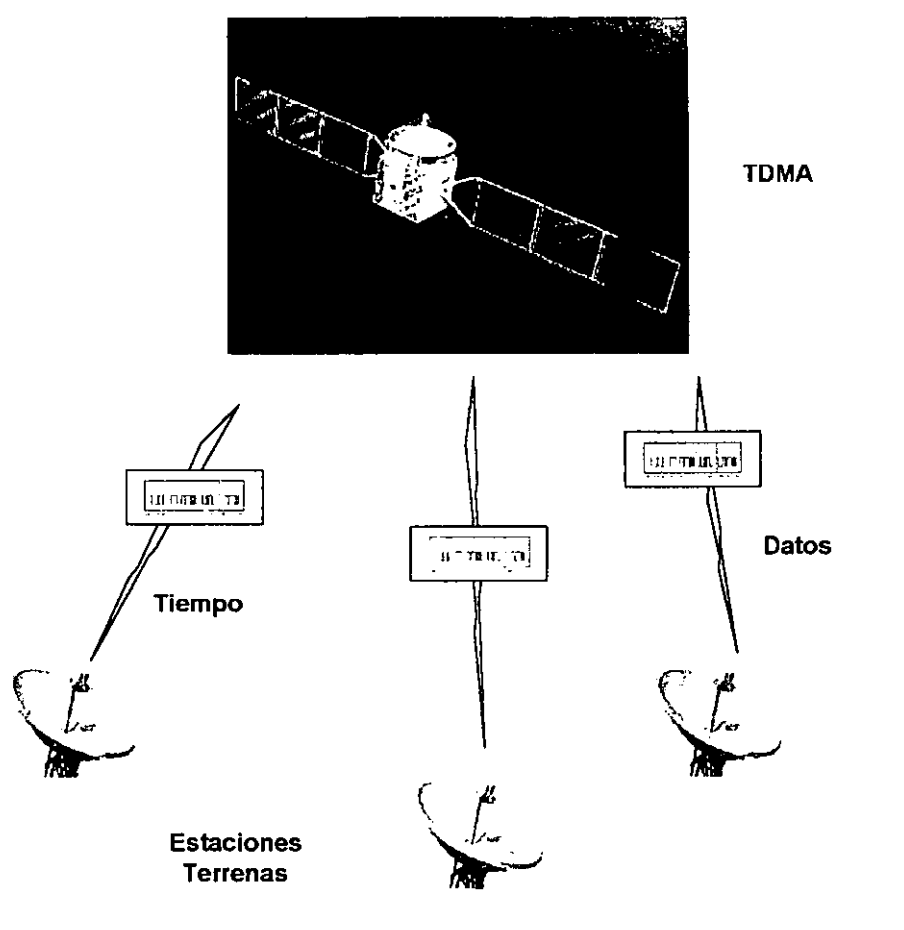


Fig. 3.4 Enlace acceso múltiple por división de tiempo

TDMA maneja una ráfaga de RF de alta energía, con modulación QPSK (phase shift keying en cuadratura), la cual llega al satélite en tiempo asignado y como solo se encuentra una señal en el tiempo dado en el transponder lográndose con esto la intermodulación. Con el acceso por división de tiempo nos permite trabajar con el amplificador de salida en saturación, logrando con esto un incremento en la potencia de salida. Para lograr la intermodulación se logra con un tiempo de guarda apropiado siendo un tiempo de guarda típico del 10 %. Cada

señal TDMA contiene una señal piloto que le permite ser direccionada a las diferentes estaciones.

En un sistema de TDMA la red de estaciones terrenas que la constituyen, envía periódicamente una o más ráfagas al satélite. Las señales de entrada al transponder de tráfico TDMA esta constituido por un grupo de ráfagas originado por un número de estaciones terrenas transmisoras, ha este conjunto de ráfagas se le conoce como cuadro TDMA y el cual están conformado por los siguientes elementos:

- a) Dos ráfagas de referencia RB 1 y RB 2.
- b) Ráfagas de tráfico.
- c) Tiempo de guarda entre las ráfagas.
- d) Longitud del cuadro de la trama.

3.3.1 Ráfagas de Referencia:

Por motivos de seguridad cada trama o cuadro cuenta con dos ráfagas de referencia RB 1 y RB 2. la ráfaga de referencia primaria, que puede ser RB 1 o bien un RB 2 la cual puede ser transmitida por una de las estaciones de la red, la cual es denominada estación de referencia de la red (PRS) . Y otra ráfaga de referencia puede ser designada referencia secundaria que puede ser RB 2 si la anterior fue RB 1, la cual es enviada a una estación de referencia secundaria (SRB), esto permite que si la estación primaria fallara y por medio de una conmutación automática entrara la estación secundaria, lográndose como consecuencia evitar la falla total del sistema, la ráfaga de referencia no tiene información de tráfico y es empleada únicamente para proporcionar el tiempo para todas las señales que llegan al transponder del satélite logrando con este un intercambio adecuado de ráfaga de tráfico dentro del TDMA.

3.3.2 Ráfagas de Tráfico:

La ráfaga de tráfico, es transmitida por las estaciones terrenas que accesan al satélite, la transmisión de ráfagas puede variar de una a varias ráfagas por cuadro TDMA y las cuales pueden estar acomodadas en cualquier parte del cuadro según un plan de tiempos de ráfaga que coordinan el tiempo entre las estaciones. El tamaño de la ráfaga estará en función de la información.

3.3.3 Tiempo de Guarda:

El tiempo de guarda es requerido entre las ráfagas que se originan en diversas estaciones para asegurar que dichas ráfagas no se traslapen cuando estas lleguen al transponder. Por lo que este tiempo debe ser lo suficientemente largo para permitir con esto tener una deferencia en la exactitud de los temporizadores de transmisión y en la variación de rango del satélite, este tiempo de guarda debe ser igual al pulso de recepción que marca el inicio del cuadro TDMA.

3.3.4 Estructura de la Ráfaga TDMA:

La ráfaga de tráfico, los bits de información están precedidos por un grupo de bits llamados preámbulo y los cuales son empleados como señales de sincronización de ráfaga, además de que portan información de control. La ráfaga de referencia contiene solamente el preámbulo, la cual está formada por un recuperador de portadora, un reloj, las cuales permiten al demodulador de la estación terrena recuperar la fase de la portadora así como regenerar el reloj de temporización de bits para la demodulación de datos.

Después de la secuencia de la recuperación de portadora y del reloj, sigue la palabra de código de ráfaga la cual es empleada en la ráfaga de referencia para y temporizar y además permite a una estación localizar la posición de una ráfaga de tráfico en el cuadro, siendo la palabra d código unos y ceros. Finalmente el canal de señalización de ráfaga está constituido por las siguientes subráfagas:

- a) Un canal denominado hilo el cual se encarga de coordinar el tráfico de voz y datos mientras que las instrucciones son transmitidas entre estaciones.
- b) Un canal de administración, el cual se encarga de coordinar el tráfico entre las estaciones.
- c) Un canal de temporización de transmisión, se encarga que las ráfagas transmitidas, lleguen al satélite dentro de una ráfaga de tiempo correcta.

Por otra parte, el canal de señalización está formado por otras subráfagas:

- a) Un canal hilo que se encarga de manejar las referencias de tiempo de las estaciones que están accedando al satélite.

- b) Un canal de servicio, que se encarga de enviar el estado de las estaciones de tráfico a las estaciones de referencia, además de manejar otra información como alarmas. Además de estas subráfagas, en el preámbulo de las subráfagas de referencia y de tráfico puede portar otras señales como el número de identificación de la estación y el tipo de ráfaga.

3.3.5 Acceso Múltiple por Distribución de Frecuencia y Distribución en el Tiempo (TDMA/FDMA):

El acceso múltiple por distribución de frecuencia y distribución de tiempo es un método empleado por las estaciones terrenas las cuales trabajan en FDMA y además comparten el mismo transponder bajo un sistema FDMA, mientras que en un TDMA puro se ocupa todo el ancho de banda del transponder las transmisiones por TDMA/FDMA ocupa solamente una fracción de este ancho de banda. Otra ventaja es que podemos emplear las técnicas de asignación por demanda DAMA/TDMA.

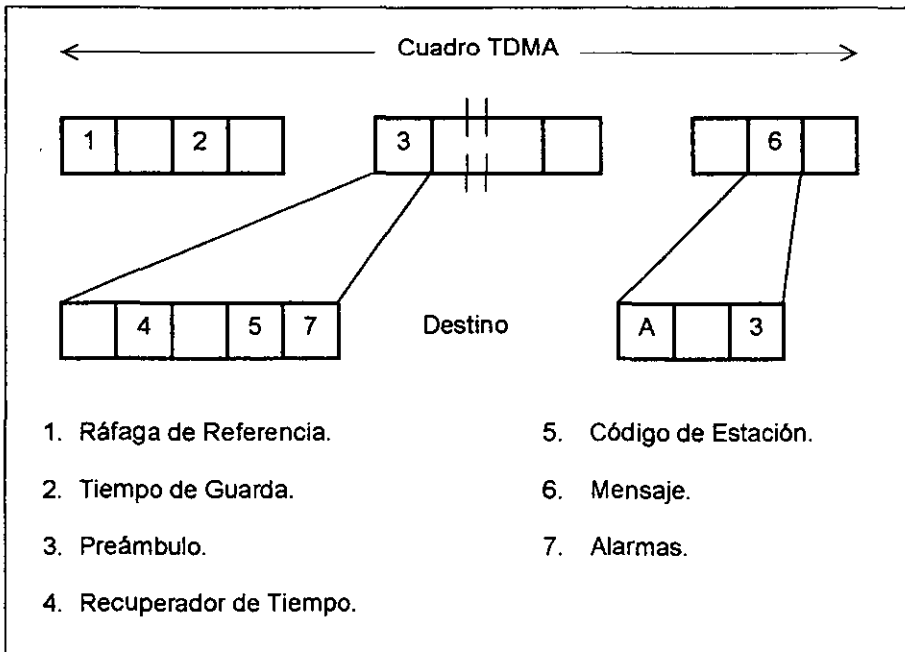


Fig. 3.5 Trama TDMA/FDMA

CAPITULO IV

SISTEMA IRIDIUM

3.1 Sistemas de Órbita Baja

En los últimos años viene produciéndose un pequeña <<revolución>> en cuanto a comunicaciones móviles por satélite se refiere, originada por un nutrido número de sistemas basados en satélites de órbita baja, en contraposición a los tradicionales sistemas geoestacionarios.

Estos sistemas nacen propiciados por los avances en las tecnologías de la integración y de proceso digital de señales (incluyendo en este último el proceso a bordo de satélites en algunos casos), que permite aumentar la complejidad del sistema sin penalizar en exceso las masas y costes de los satélites y obteniendo a cambio mejoras sustanciales en los márgenes de enlace que posibilitan una reducción apreciable de las dimensiones y restricciones operacionales de los terminales móviles.

El fundamento teórico de todos estos sistemas lo proporciona los estudios llevados a cabo y dados a conocer por W. S. Adams y L. Rider en 1987, en los que se definían una serie de familias de constelaciones de satélites en órbita polar circular, capaces de proporcionar cobertura sencilla o múltiple con ángulos de visibilidad de 10° o superiores en cualquier latitud terrestre y, en particular, las más altas donde, como es sabido, los satélites geoestacionarios presentan dificultades para ángulos inferiores o en torno a 5°.

Los nuevos sistemas se diferencian proporcionalmente en la constelación adoptada, además de diseños específicos de diseño y de servicios ofrecidos. La adopción de constelación se basa, en general, en estudios comparativos del binomio coste-capacidad en cada caso: la capacidad global del sistema aumenta con el número de satélites, en tanto que el costo del sistema es directamente proporcional al mismo número, para un tamaño y complejidad dados de éstos. Por otra parte, la altitud orbital, condicionante directo del número de satélites mínimo necesario para una cobertura continua de la Tierra, se decide como compromiso entre órbitas más elevadas, en torno al 1.200 Km., (con el inconveniente de unos índices de radiación muy alto que penaliza la construcción de los satélites a causa de la necesidad de apantallamientos y de componentes especiales) y otras más bajas que conllevan mayores necesidades de mantenimiento en posición y de consumo de combustible debido al rozamiento con la atmósfera.

Quizás el sistema más representativo y completo de esta nueva generación, y que es también el que primero y con más fuerza inició la <<revolución>> antes comentada, es el IRIDIUM, concebido y promovido por la firma norteamericana Motorola Inc.

4.2 IRIDIUM: Perfil del Proyecto

- ✓ Proyecto concebido en 1987 por la división satelital de Motorola.
- ✓ Principales socios:
 - Iridium Africa Corporation, Iridium Canada, Iridium China, Iridium India Telecom, Iridium Middle East, Iridium Sudamérica, Khrunichev State Research, Korea Mobile Telecom, Lockheed Martin, Motorola, Nippon Iridium Corporation, Pacific Electric Wire & Cable, Raytheon, STET, Sprint, Thai Satellite, Vebacom.
 - Inversiones iniciales del orden de US \$ 3700M
- ✓ Tres niveles de organización:
 - IRIDIUM LLC: Consorcio Internacional que posee la constelación
 - IRIDIUM Service Providers: Representantes locales asignados por los Gateway Operators
 - IRIDIUM Gateway Operators: Realizan la interconexión con redes públicas terrestres
- ✓ A fines de 1996 se pone en órbita el primer satélite. Inicio del servicio comercial en 1998. Espera contar con 650,000 clientes de telefonía y 350,000 de paging en el año 2000.

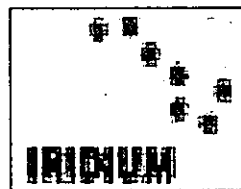


Fig. 4.1 Logotipo Sistema Iridium

4.3 Visión General del Sistema IRIDIUM

El sistema **IRIDIUM**, que debe su nombre a la coincidencia entre el número de satélites que lo constituyen y el número de electrones que tendría el iridio en la corteza según el modelo atómico de Bohr, fue dado oficialmente a conocer en 1987 por la firma estadounidense Motorola Inc. como se ha indicado.

La concepción y diseño del IRIDIUM es substancialmente diferente del actual sistema INMARSAT, presentando en síntesis las siguientes características diferenciales con respecto a éste:

- Empleo de satélites no geostacionarios en órbita circular polar.
- Concepto de sistema celular.
- Procesado a bordo de los satélites.
- Enlaces entre satélites.
- Utilización de frecuencias (20 a 23.5 GHz, aproximadamente) en la banda <<k>>, además de la ya habitual banda <<L>> (1.5/1.6 GHz).

El IRIDIUM es un sistema global de comunicaciones móviles que utiliza una estructura de red celular cuyas estaciones base se encuentran en el espacio bajo la forma de 77 satélites en órbita (altura orbital 765 Km.), los cuales harán uso de enlaces Inter. satélites además de los tradicionales tierra-espacio y viceversa.

La figura 16.4 trata de representar la disposición del segmento espacial, como elemento más característico del sistema. Los satélites están distribuidos en 7 planos orbitales con una separación de 27°, excepto en los extremos, en los que esta separación se reduce a 17.5° con objeto de contrarrestar la pérdida de cobertura resultante del solapamiento de señales procedentes de satélites girando en sentido contrario.

El sistema propiciará el uso de terminales móviles y portátiles de dimensiones y características análogas a los utilizados en los sistemas celulares terrenales, siendo capaces de trabajar en cualquier lugar del planeta en tierra, mar o aire.

IRIDIUM emplea un acceso combinado FDMA + TDM /TDMA. Dentro del espectro distribuido se sitúa un determinado número de portadoras que soportan la transmisión múltiple TDM /TDMA. No se emplea utilizar frecuencias

emparejadas como es tradicional en el caso de INMARSAT; la misma banda se utiliza para la emisión en uno y otro sentido, de forma alternativa en el tiempo.

El enlace de subida trabaja en acceso múltiple por división temporal (TDMA) sobre una portadora única. Los instantes de transmisión se controlan de modo que el móvil emita en el momento preciso de la trama TDMA. En cuanto al enlace directo, trabaja en TDM. El sistema presenta una gran flexibilidad en cuanto a la trama TDM /TDMA a emplear, que le permite optimizar la longitud /duración de trama en función del ancho de banda atribuido.

4.4 IRIDIUM: Servicios

- ✓ Telefonía
 - Similar al concepto celular
 - Interacción dinámica con la telefonía celular terrestre
 - Conectividad total con la red telefónica y otras redes
- ✓ Servicios de Radiolocalización
- ✓ Casetas de telefonía pública
 - Alimentadas con celdas solares
 - Para localidades apartadas
- ✓ Trasmisión de datos y fax
 - Usando interfaz serial del teléfono
- ✓ Centralitas móviles
 - Para compartir los servicios entre varios usuarios
- ✓ Comunicaciones a barcos y aviones



Fig. 4.2 Vista en órbita con su huella que hace en el planeta y su aplicación de los 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 kbps, con un ancho de banda por canal de 8 KHz. Se espera una calidad suficiente con estos codificadores hacia la mitad de la década, e incluso hay quién pronostica la disponibilidad de equipos a 2.4 kbps de calidad adecuada, en cuyo caso sería adoptados por IRIDIUM.

En cuanto a los servicios de datos, el diseño del sistema está en principio 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 <<breves mensajes>>, permitiendo así mismo la posibilidad de diversos servicios de valor añadido.

El IRIDIUM podrá también prestar servicios de localización, con dos grados de precisión, el más alto de los cuales pasa por la integración en los terminales de un receptor del sistema GPS de radio navegación 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 posición <<estacionaria>> (en relación con la alta velocidad de las células) del terminal móvil referida una determinada órbita. Con el resultado de dicho cálculo y relacionando este 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 en que se producen las transferencias de un móvil determinado a células consecutivas junto con las desviaciones Doppler de frecuencia observadas a bordo, puede mejorarse esta precisión.

4.5 La Red IRIDIUM

Cada satélite proyecta 37 <<spot beams>> en la banda <<L>> de frecuencias, 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 de 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 cualesquiera del planeta.

Esta red en banda <<L>> es la encargada de facilitar los enlaces móvil satélite-móvil. Superpuesta a ella, existe una segunda red en banda <<Ka>> (frecuencias entre 22 y 23 GHz) que permite la interconexión de satélites entre sí y de estos con las estaciones terrenas fijas.

Los enlaces entre satélites facilitan la conexión a través del espacio entre puntos cualesquiera del globo. En cuanto a los enlaces satélites-estación terrena fija, permite soportar comunicaciones simultáneas con dos estaciones terrenas de comunicaciones o de control por cada satélite.

La red celular IRIDIUM emplea un patrón de reutilización de 7 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 a los sistemas por satélite.

Estas células son de tamaño aproximadamente constantes 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 <<handover>> similar a la habitual en los sistemas celulares terrenales que efectúan conmutación de llamada en curso al cambiar el móvil de célula de su desplazamiento, con la diferencia aquí de que es la propia célula la que pasa de unos usuarios a otros, y no al revés.

4.6 Funcionamiento del Sistema

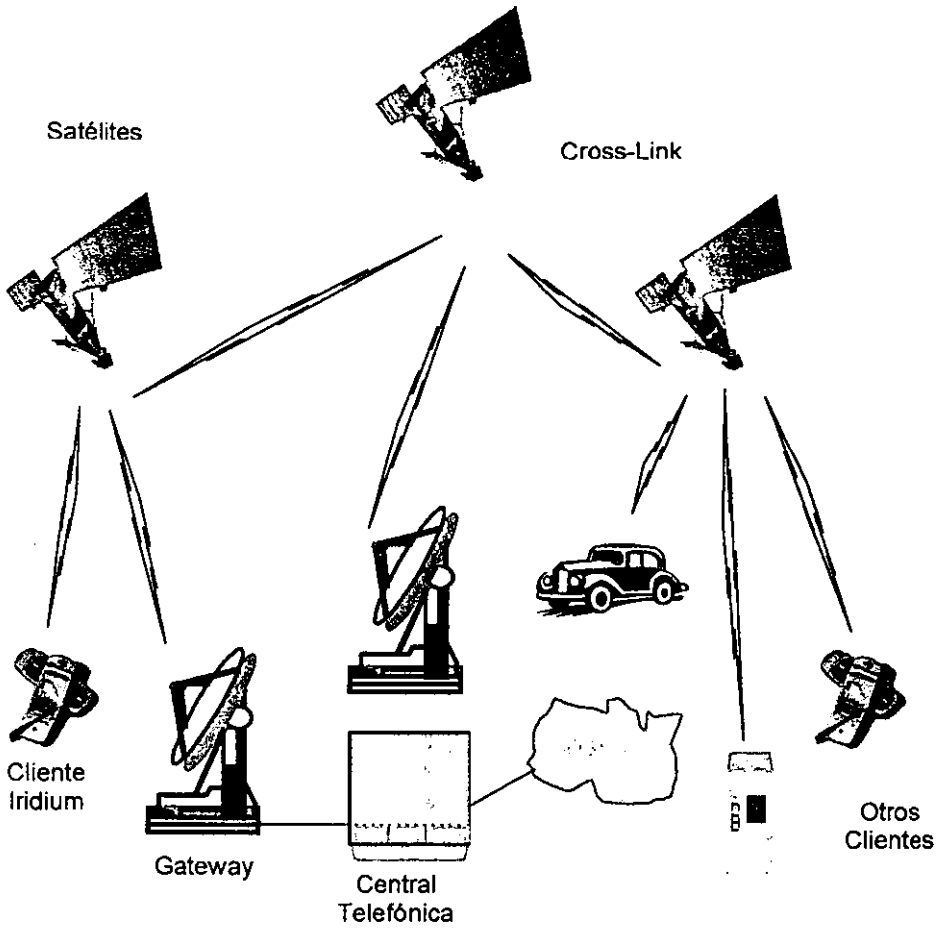


Fig. 4.3 Enlace del funcionamiento del sistema

- ✓ Cliente Iridium
- ✓ Satélites
- ✓ Cross-Link satelital
- ✓ Gateway
- ✓ Central telefónica
- ✓ PSTN
- ✓ Otros clientes: casetas telefónicas, auto móvil, etc.

4.7 Segmento Terreno IRIDIUM

Lo constituyen las estaciones terrenas fijas (en principio unas 20 al iniciarse la operación del sistema, aunque el diseño de este permite hasta un máximo de 2,850), que permiten conectar con las redes terrestres telefónicas y de datos. La estación terrena realiza las funciones de interfaz con dichas redes, así como la conmutación local y encaminamiento de llamadas hacia las mismas.

Estas estaciones constituirán los nodos de control de la red en lo que se refiere a las funciones relativas a las comunicaciones (asignación de canales, localización de móviles, <<handover>> transferencia entre satélites, tarificación, interfaz con las redes terrestres, etc.), realizando asimismo las funciones de acceso (se emplea una combinación FDM /TDMA), de modulación y de interfaz radio.

4.8 Iridium: Cobertura

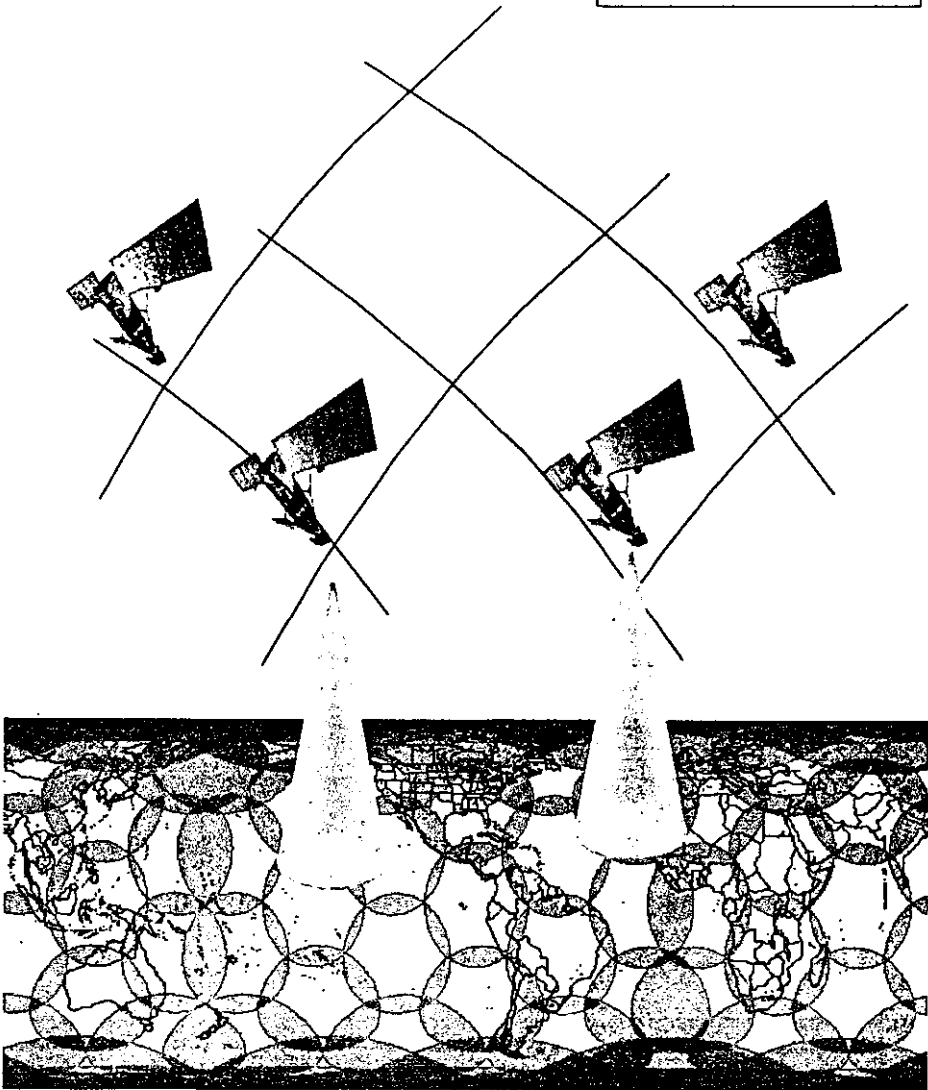


Fig. 4.4 Cobertura de las celdas por satélite en el planeta

- ✓ Cada satélite cubre 48 celdas de 318,354 Km² c/u.
- ✓ Total de 3168 Celdas
- ✓ Activas, 2150

4.9 Aspectos Operacionales Generales de IRIDIUM

Cuando un móvil inicia una llamada, la señal se transmite directamente desde éste al satélite más próximo entre los que sean visibles para el móvil. El satélite reinicia 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, en su caso, hacia su destino.

Las estaciones terrenas fijas tienen a su cargo la realización de las tareas de gestión de tráfico y de su tarificación, así como el proceso de localización y registro de unidades móviles en la red global, reduciendo necesidades de intercambio de información y tiempos de demora en el establecimiento de comunicación.

4.10 Iridium: Frecuencias

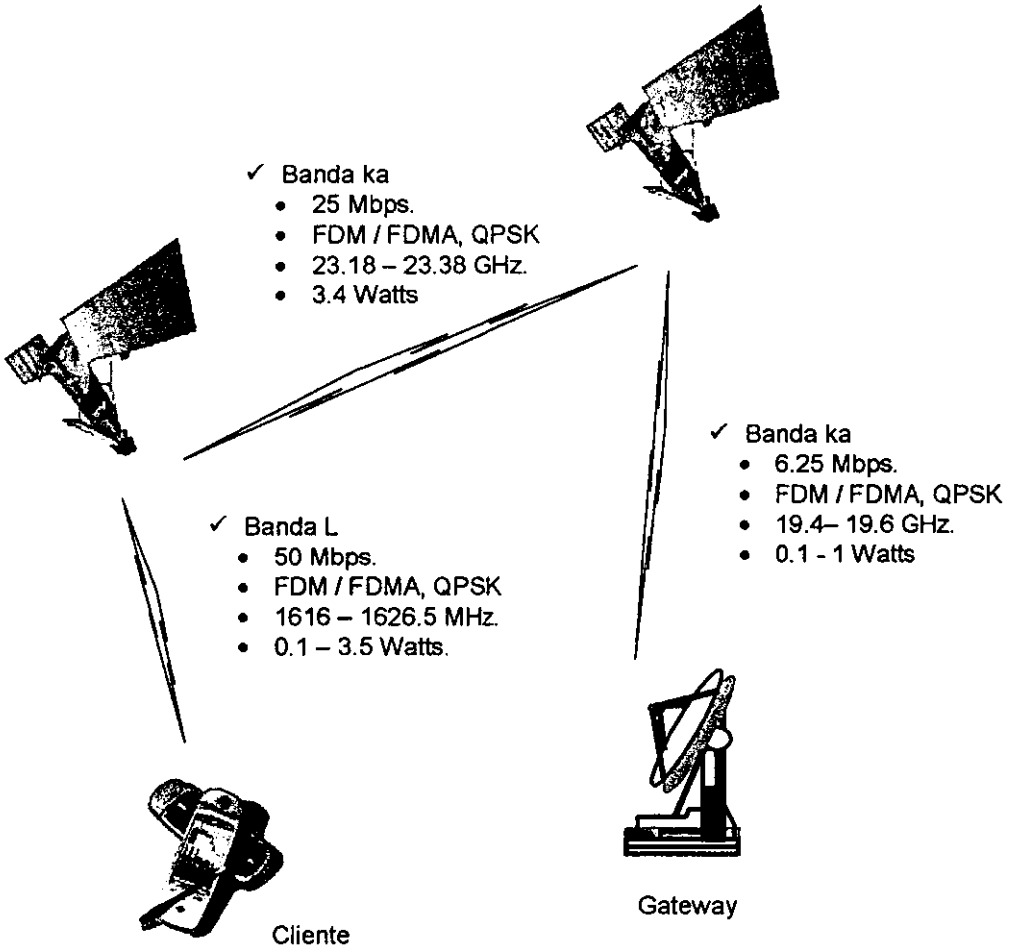


Fig. 4.5 Trama de frecuencias en el sistema de Iridium

- ✓ Las frecuencias han sido autorizadas por la FCC, hay también acuerdos entre los 3 más grandes proyectos Iridium, Odyssey y Globalstar. Las discusiones en la UIT iniciaron el 21 de octubre de 1996.

4.11 Iridium: Datos Técnicos

- 6 órbitas, con 11 satélites c/u (total 66)
- Las órbitas casi polares, con una inclinación de 86°.
- Cada satélite con 48 haces para formar 48 celdas (3168 en total)

Características técnicas

Banda	L (clientes)	Ka (gateway)	Ka (satélite)
Polarización	Circular derecha	Circular derecha	Vertical
Canal	31.5 kHz	4.375 MHz	17.5 MHz
Espaciamiento	41.67 kHz	7.5 MHz	25 MHz
Capacidad	50 Kbps	6.25 Mbps	25 Mbps
Modulación	QPSK	QPSK	QPSK
Potencias	0.1 a 3.5 Watts	0.1 a 1 Watts	3.4 Watts
Canales /Satélite	3840	3000	6000
Factor G / T	-10.8 a -3.1 dB/K	-1.0 dB/K	8.1 dB/K

Tabla 4.1 Datos de las frecuencias usadas en el sistema Iridium

4.12 Iridium: Satélites

- ✓ 66 Satélites de 689 Kg c/u
- ✓ Vida útil de 5 años
- ✓ Desarrollados por la división satelital de Motorola (SATCOM).
- ✓ Novedosas técnicas de construcción.
- ✓ Empresas lanzadoras:
 - McDonnell Douglas en EU
 - China Great Wall Industry Corporation de China
 - Khrunichev State research and Production Space Center de Rusia

- ✓ Los componentes del satélite son:
- Paneles solares
 - Baterías
 - Subsistemas de control
 - Subsistema de comunicaciones
 - Antenas para clientes
 - Antenas para enlaces con satélites
 - Antenas para enlaces con Gateway

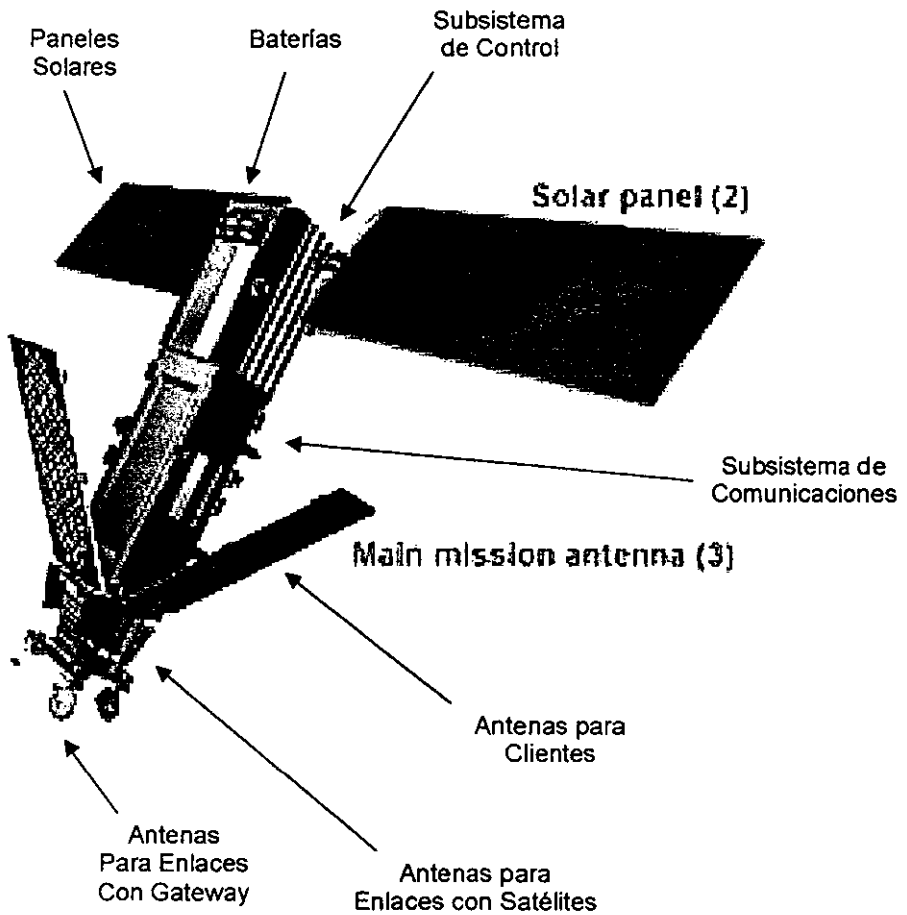


Fig. 4.6 Componentes del satélite Iridium

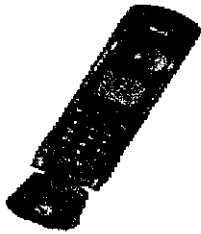
4.13 Iridium: Equipos

- ✓ Gateways
 - Localizados en diversas partes del mundo
 - Basados en centrales EWSD modelo D900 de Siemens, operando con estándar GSM de telefonía celular

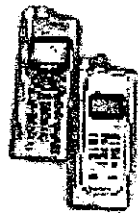
- ✓ Teléfono
 - Tecnología digital, con compresión a 4.8 Kbps.
 - Opera en modo dual: satelital y celular
 - Interfaz serial EIA /TIA-232-E para comunicaciones de fax y datos
 - Baterías de duración de 1 hora en servicio y 24 horas en reposo
 - Opción posterior para "tarjeta inteligente"

- ✓ Pager
 - Capacidad de hasta 66 caracteres
 - Código de caracteres internacional
 - Baterías de duración de un mes

Productos IRIDIUM:



Teléfono Motorola 9500,
Teléfono portátil,
Satélites Motorola,
Serie (TM) 9500,
Teléfono de cobertura
global,
Seguridad en voz y datos



Teléfonos
Motorola 9505



Pager
Kyocera Dual Mode
Kyocera Satelital Solo



Pager Motorola



Pager Motorola

Pager Motorola y Kyocera:

Los Pagers Iridium fabricados por Motorola y Kyocera permiten recibir mensajes numéricos y alfanuméricos en el ámbito global directamente desde la Red Satelital Iridium. Cuando se les combina con un teléfono Iridium se obtiene una solución de comunicación global difícil de igualar, ya que su función de Follow Me Mundial automático permite ubicarlo en cualquier lugar de la Tierra, aun si su teléfono está apagado y/o sin batería.

Características:

- Despliegue de 80 caracteres alfanuméricos en 4 renglones
- Pantalla Holográfica Optima
- Característica Mult.-Idioma
- Luz de fondo electro luminiscente
- Memoria para 16 direcciones
- Mensajes programables de Bienvenida
- Reloj con Tiempo Real
- Despliegue de Zonas de Usos Horarios
- Alarma de Viaje
- Vibración Silenciosa
- Directorio telefónico
- Mensajes den orden numérico secuencial
- Medidor de Batería
- Duración batería: aprox. 30 días
- Soporte para cinturón

CAPITULO V

SISTEMA GPS

5.1 Introducción del GPS

El Sistema de Posicionamiento Global GPS (en inglés Global Posición System) es un método de posicionamiento y navegación que está formado por una constelación de satélites que orbita la tierra dos veces al día, transmitiendo información precisa de tiempo y posición a cualquier lugar de la tierra, las 24 horas del día.

La constelación GPS está formada por 24 satélites que es conocida como NAVSTAR-GPS (Navigation Satellite Timing And Ranging) la cual giran alrededor de la tierra en seis planos fijos con 4 satélites cada uno y con una inclinación de 60° desde el Ecuador. El radio de las órbitas es de 11,000 millas náuticas (o bien a unos 20.000 Km.) por encima de la superficie terrestre, dando dos revoluciones completas cada día.

El sistema fue desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, para proporcionar información de posición y tiempo a sus fuerzas militares y a las de sus aliados. Sin embargo, el sistema GPS tiene una amplia gama de aplicaciones para uso civil, en navegación, topografía, exploración, etc.

Las trayectorias y la velocidad orbital han sido calculadas para que formen una especie de red alrededor de la Tierra (debe haber en todo momento 5 satélites, a la vista en cualquier zona), de manera que un receptor GPS en cualquier hora del día o de la noche, en cualquier lugar, con independencia de las condiciones meteorológicas, pueda facilitar la posición que ocupa al captar y procesar las señales emitidas por un mínimo de 3 satélites, en 3 dimensiones calculando posición y altitud.

5.2 Origen del GPS

En la década del 80 la armada de USA puso en funcionamiento un sistema de navegación basado en las emisiones de un reducido grupo de satélites. Este sistema fue llamado SATNAV fue el antecedente del actual GPS.

El GPS fue desarrollado por el Departamento de Defensa de USA al final del periodo de la "Guerra Fría" con fines militares. Superada esta frase, se extendió su uso a aplicaciones civiles comenzando a utilizarse en náutica y aviación.

En sus comienzos la cobertura no era total pues faltaban situar en órbita varios satélites, además su elevado precio los ponía fuera de alcance de las mayorías de los usuarios potenciales. Actualmente la red es totalmente operativa, incluyendo satélites de reserva y hay disponibles en el mercado receptores GPS a precio asequible.

La evolución es incesante y cada día son más pequeños y ligeros ofreciendo al mismo tiempo prestaciones superiores y una mayor autonomía de funcionamiento operativo cuando son alimentados por pilas.

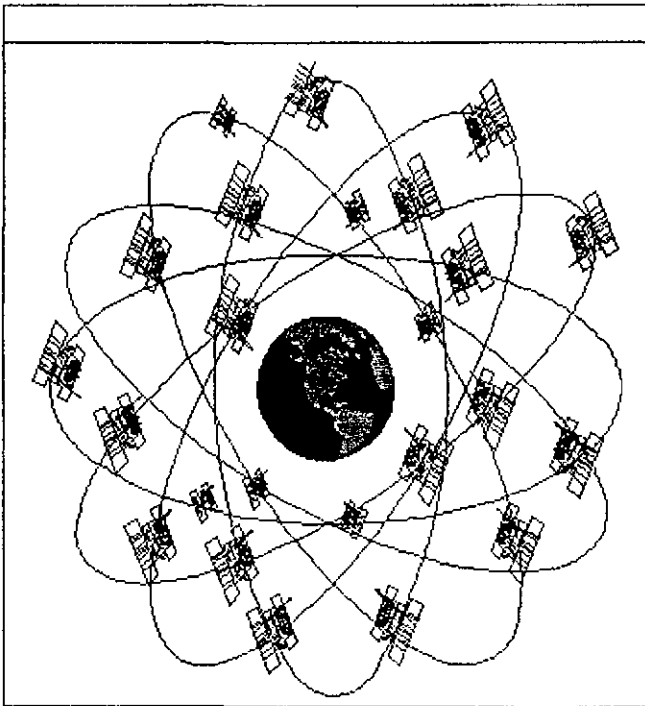


Fig. 5.1 Constelación del Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

5.3 Principios de Funcionamiento

Funcionamiento en cinco pasos lógicos:

1. Triangulación. La base del GPS es la "triangulación" desde los satélites.
2. Distancias. Para "triangular", el receptor de GPS mide distancias utilizando el tiempo de viaje de señales de radio.
3. Tiempo. Para medir el tiempo de viaje de estas señales, el GPS necesita un control muy estricto de tiempo y lo logra con ciertos trucos.
4. Posición. Además, de la distancia, el GPS necesita conocer exactamente donde se encuentran los satélites en el espacio. Orbitas de mucha altura y cuidadoso monitoreo, le permiten hacerlo.
5. Corrección. Finalmente el GPS debe corregir cualquier demora en el tiempo de viaje de la señal que está puede sufrir mientras atraviesa la atmósfera.

5.3.1 Paso 1: La Triangulación desde los satélites

- ✓ Nuestra posición se calcula en base a la medición de las distancias a los satélites

Fig. 5.2 Radio de 11,000 millas
ó 17,702.3 Km.
Nosotros estamos en alguna
parte de esta esfera.



- ✓ Matemáticamente se necesitan cuatro mediciones de distancia a los satélites para determinar la posición exacta.

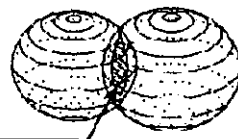
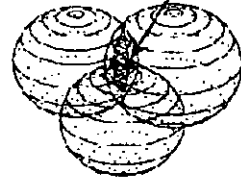


Fig. 5.3 Nos coloca 2 mediciones en alguna
parte de este círculo.

- ✓ En la practica se resuelve nuestra posición en solo tres mediciones si podemos descartar respuestas ridiculas o utilizamos ciertos trucos.

Fig. 5.4 Nos coloca 3 mediciones en 1 de 2 puntos

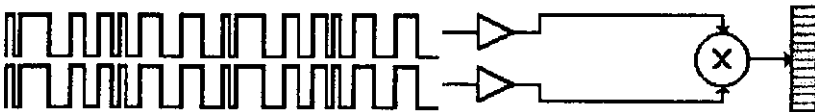


- ✓ Se requiere de todos modos una curta medición por razones técnicas que luego veremos.

5.3.2 Paso 2: Midiendo las distancias a los satélites

- ✓ La distancia al satélite se determina midiendo el tiempo que tarda una señal de radio, emitida por el mismo, en alcanzar nuestro receptor de GPS.
- ✓ Para efectuar dicha medición asumimos que ambos, nuestro receptor GPS y el satélite, están generando el mismo Código Pseudo Aleatorio en exactamente el mismo momento.

Fig. 5.5 Mezcla de 2 señales que genera el Código Pseudo Aleatorio.



- ✓ Comparando cuanto retardo existe entre la llegada del Código Pseudo Aleatorio proveniente del satélite y la generación del código de nuestro receptor de GPS, podemos determinar cuanto tiempo le lleva a dicha señal llegar hasta nosotros.

- ✓ Multiplicamos dicho tiempo de viaje por la velocidad de la luz y obtenemos la distancia al satélite. Ejemplo:

Tiempo de retardo (0.06seg.)x Vel.de la luz(300,000km./seg.)=Dist.(18,000km.)

5.3.3 Paso 3: Control Perfecto del tiempo

- ✓ Un timing (tiempo perfecto) muy preciso es clave para medir la distancia a los satélites.
- ✓ Los satélites son exactos porque llevan un reloj atómico a bordo.

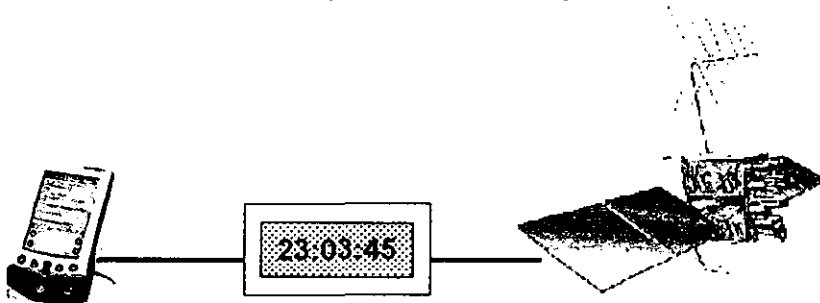


Fig. 5.6 Chequeo automático del reloj del receptor GPS

- ✓ Los relojes de los receptores GPS no necesitan ser tan exactos porque la medición de un rango a un satélite adicional permite corregir los errores de medición.

Un cuarto satélite da por un control cruzado, lo cual no afectaría con los tres primeros satélites, esto se da de esta manera: el sistema de computo del GPS detecta las discrepancias en la diferencia de sincronización con la hora universal y el receptor busca un factor de corrección único siendo aplicado a sus mediciones de tiempo que hará que los rangos coincidan en un solo punto dando un posicionamiento preciso.

Por lo tanto, para todo GPS decente debe detectar como mínimo 4 satélites, pero en la práctica los equipos de venta, acceden a más de 6, y hasta 12 satélites simultáneamente.

5.3.4 Paso 4: Conocemos dónde están los satélites en el espacio

- ✓ Para utilizar los satélites como puntos de referencia debemos conocer exacta mente donde están en cada momento.
- ✓ Los satélites de GPS se ubican a tal altura que sus orbitas son muy predecibles.

Fig. 5.7 Localización de los satélites GPS en todo momento.



- ✓ El departamento de Defensa controla y mide variaciones menores en sus órbitas.

Los errores que se controlan en las revoluciones orbitales son llamados efemérides. Estos son causados por influencias gravitacionales del Sol y la Luna presión de la radiación solar sobre ellos.

- ✓ La información sobre errores es enviada a los satélites para que estos a su vez retransmitan su posición corregida junto con sus señales de timing.

Por lo tanto, el GPS no solamente es un receptor de Códigos Pseudo Aleatorios con fines de timing. También contiene un mensaje de navegación para ubicar exactamente al satélite.

Mensaje de error

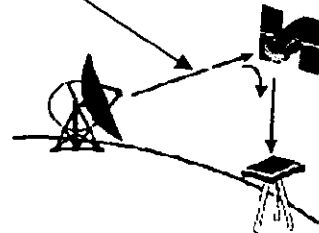


Fig. 5.8 El receptor GPS contiene un mensaje de navegación para ubicar el satélite.

5.3.5 Paso 5: Corrigiendo Errores

- ✓ La ionosfera y la troposfera causan demoras en la señal GPS que se traduce en errores de posicionamiento.

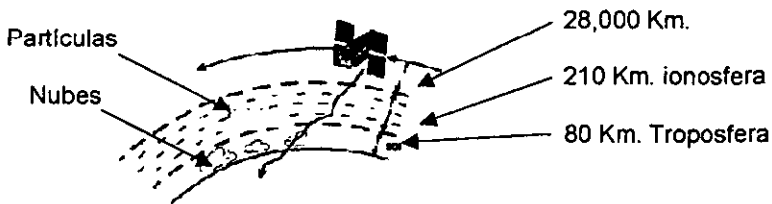
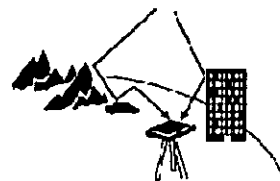


Fig. 5.9 Efectos de errores del GPS por la ionosfera y troposfera.

- ✓ Algunos errores se pueden corregir mediante modelación y correcciones matemáticas.

Pero la naturaleza no siempre sigue estos modelos matemáticos teniéndose errores pequeños, otra posible solución es comparar la velocidad de dos señales diferentes pero es más costoso este tipo de GPS. La señal puede rebotar varias veces debido a obstrucciones locales antes de ser captado por nuestro receptor GPS.

Fig. 5.10 Efectos de rebotes por obstrucción antes de llegar al receptor GPS.



- ✓ La configuración de los satélites en el cielo puede magnificar otros errores.

Si el receptor GPS toma satélites muy juntos en el cielo, sus intersecciones para la posición se cruzarán a ángulos con muy escasa diferencia dando un incremento a su margen de error para su posición.

Fig. 10 Incremento de error al tomarse lecturas de satélites muy cercanos.



- ✓ El GPS Diferencial puede eliminar casi todos los errores.

El receptor GPS toma satélites ampliamente separados, sus intersecciones con los ángulos serán casi rectos y minimizaran el margen de error. Los buenos receptores GPS son capaces de determinar cuales son los satélites que dan el menor error en la precisión.

Fig. 5.11 Los receptores toman los satélites mas separados con ángulos rectos para minimizar los errores.



5.3.6 Resumen de las fuentes de error del sistema GPS

Errores típicos, en Metros (Por cada satélite)

Fuentes de Error	GPS Standard	GPS Diferencial
Reloj del Satélite	1.5	0
Errores Orbitales	2.5	0
Ionosfera	5.0	0.4
Troposfera	0.5	0.2
Ruido en el Receptor	0.3	0.3
Señal Fantasma	0.6	0.6
Disponibilidad Selectiva	30	0
Exactitud Promedio de Posición		
Horizontal	50	1.3
Vertical	78	2.0
3-D	93	2.8

Tabla 5.1 Comparación de error del GPS estándar y el diferencial

5.4 Transmisiones de los satélites

Las señales que emiten los satélites NAVSTAR son ondas electromagnéticas que entran en la banda L del espectro electromagnético, entre las microondas las ondas de radio y de radar, se emiten como se mencionó anteriormente en dos frecuencias, L1 y L2 moduladas por los códigos P y C/ A de acuerdo con la siguiente tabla:

Frecuencia Fundamental:	$f_0 = 10.23 \text{ MHz.}$
Frecuencias Portadoras:	L1 = $154 \times f_0 = 1,575.42 \text{ MHz.}$
	L2 = $120 \times f_0 = 1,227.60 \text{ MHz.}$
Código C/ A:	C/ A = $f_0 / 10 = 1.023 \text{ MHz.}$
Código P:	P = $f_0 = 10.23 \text{ MHz.}$
Código Y:	Código P encriptado

Tabla 5.2 Resumen de las frecuencias de transmisión del GPS

El código de acceso claro (C/ A) está sobre puesto en la banda L1 únicamente. El código de precisión (P) aparece sobrepuesto tanto en L1 como en L2.

La función de los códigos es por un lado establecer una diferencia entre los usuarios, pero primordialmente sirven como marcas de tiempo. Los receptores GPS tienen relojes que aunque no son tan precisos, los consideraremos por el momento como "sincronizados" con los relojes de los satélites.

Entre más información se reciba, más cara es la unidad receptora y más funciones puede efectuar con mayor exactitud.

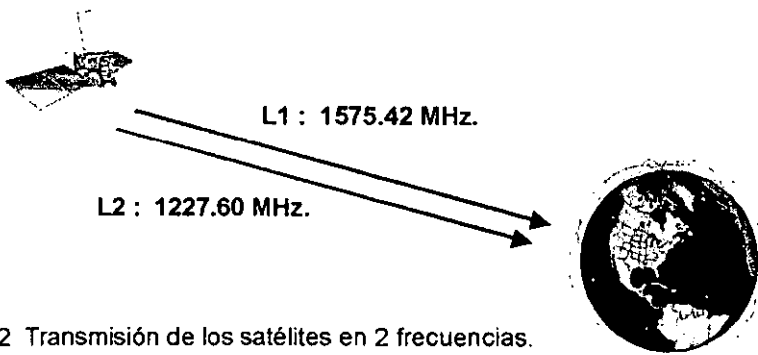


Fig. 5.12 Transmisión de los satélites en 2 frecuencias.

5.5 Segmento Espacial

Constelación GPS:

- Al principio se pensó que solo eran necesarios 18 satélites (más 3 de emergencia por si acaso algunos fallan). Sin embargo más tarde se comprobó que con este número la cobertura en algunos puntos de la superficie terrestre no era buena.
- Así pues se pasaron a utilizar 21 satélites (más 3 de reserva como antes repartidos en 6 órbitas, de forma que hay 4 satélites por órbita.
- El sistema está diseñado de tal forma que sobre cualquier punto de la superficie terrestre se ven al menos 4 satélites.

Órbitas:

- Las órbitas de los satélites son casi circulares, con una excentricidad de 0.03 a 0.3
- Están situadas a una altura de 20180 km.
- Tienen una inclinación con respecto al plano del ecuador de 55° .
- La separación entre las órbitas es de 60° .
- El periodo de los satélites es de 11 hrs. Y 58 min.
- Hay 6 efemérides que caracterizan a las órbitas.

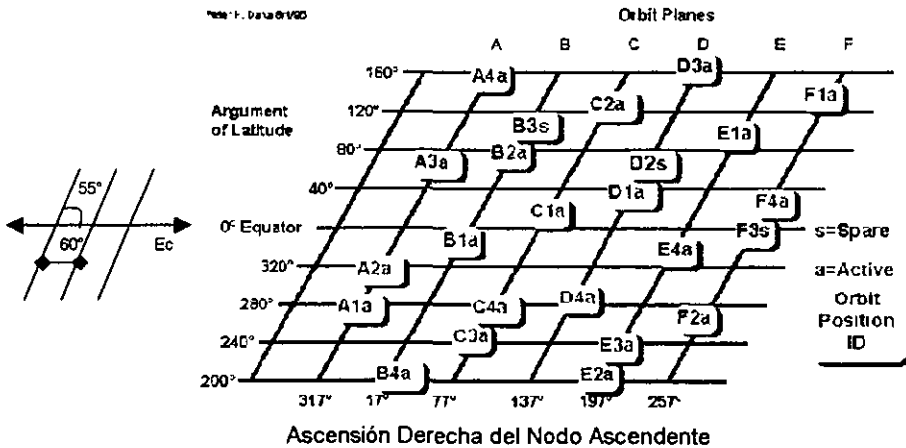


Fig. 5.13 Representación Simplificada de la Constelación Nominal GPS

Satélites del sistema NAVSTAR-GPS:

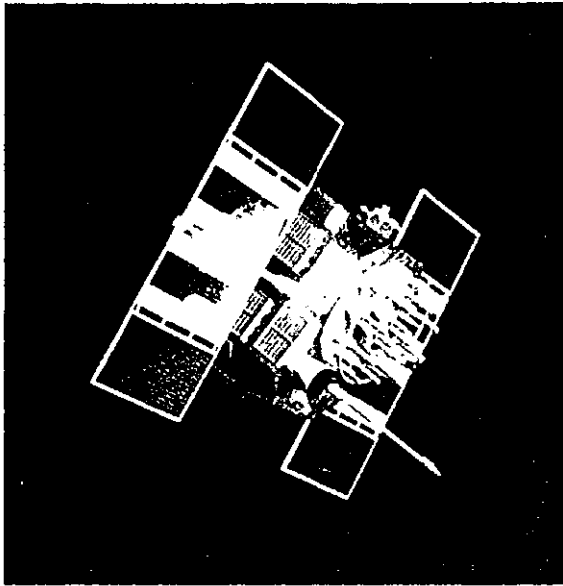


Fig. 5.14 Satélite típico para el sistema GPS

- Emiten con una potencia de 700 W.
- La antena:
 - Es un array helicoidal

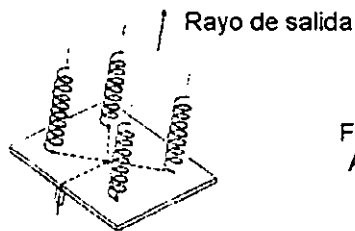
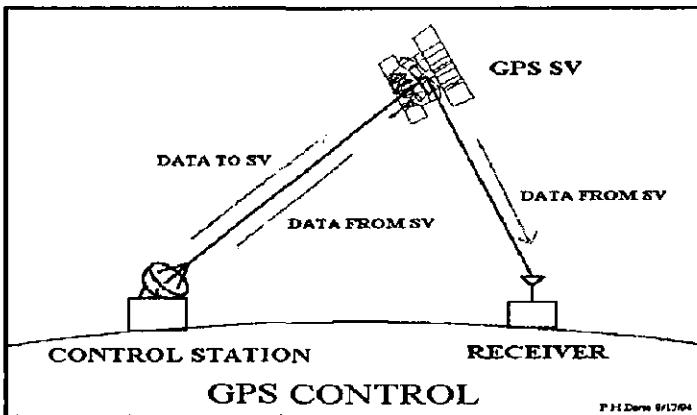


Fig. 5.14 Antena Array Helicoidal

- Emiten con polarización a derechas.
 - Su ganancia es de 15 dB.
- Incorporan un reloj atómico muy estable y preciso.
- Su vida media es de aproximadamente 7.5 años, al cabo de este tiempo hay que sustituirlo.

5.6 Segmento de Control

- ✓ El segmento de control consiste en un sistema de ajuste de estaciones localizadas a lo largo del mundo. El control maestro se encuentra en Falcon Air Force, Colorado.
 - Está se encarga de calcular las efemérides de cada uno de los satélites.



✓ Fig. 5.14 Ajuste de localización en el Control del GPS

- ✓ Hay 3 estaciones de carga.
 - Están situadas en Diego García, Isla Ascensión, Kwajalein.
 - Transmiten datos (mensaje de navegación) y reciben las señales que los satélites envían a estas estaciones.
 - Se emplea la banda S
 - Canal ascendente: 1783.74 MHz.
 - Canal descendente: 2227.5 MHz
- ✓ Además hay 5 estaciones monitoras.
 - Se encuentran en Hawai y Colorado Spring.
 - Controlan el estado y posición de los satélites.
 - Reciben las señales transmitidas por los satélites y a partir de ellas obtienen información para poder calcular las efemérides de los satélites. Esta información es transmitida a la estación maestra de control que es

la encargada de calcular las efemérides y obtener así la posición de los satélites con una posición muy buena.

Peter H. Dana 5/27/85



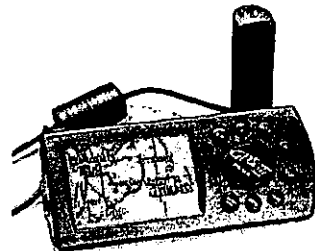
Fig. 5.15 Control Maestro y Monitoreo de Estaciones de Trabajo del Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

5.7 Segmento Usuario

✓ Está formado por los receptores GPS. Sus funciones principales son las siguientes:

- Sintonizar las señales emitidas por los satélites .
- Modificar el mensaje de navegación.
- Medir el retardo de la señal (desde el transmisor hasta el receptor) a partir de los cuales calculan la posición.
- Presentan la información de la posición en la que se encuentran (en 3D ó en 2D).

Fig.5.16 Equipo:
GPS GARMIN III +
Receptor de 12 canales
Mapa con cartografía, aeropuertos,
carreteras secundarias, ríos, lagos y
líneas ferroviarias.
Conexión a PC



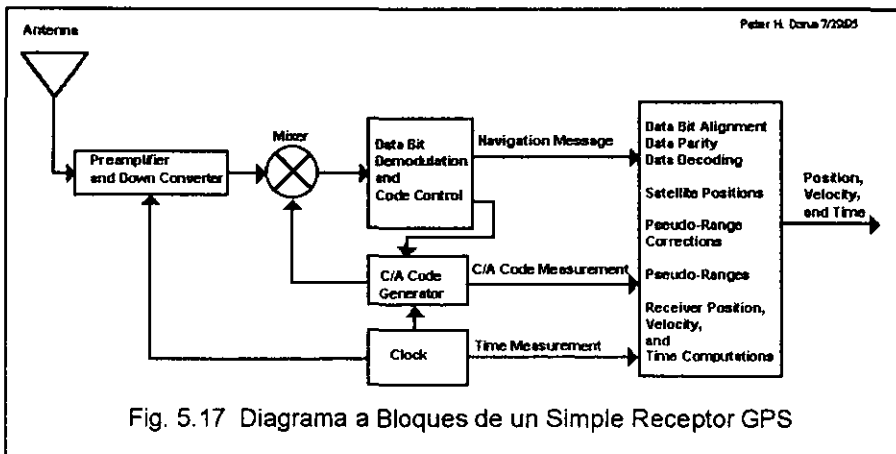
✓ Otras funciones complementarias son:

- Ayuda a la navegación.
- Almacenamiento de datos.
- Presentación más sofisticada (mapa de fondo...)

✓ Prestaciones de los receptores civiles (c/ A)

- 1ª posición 2D en menos de 2 minutos (siempre que no partamos de la posición perdido).
- 1ª posición 3D en menos de 2.5 minutos (siempre que no partamos de la posición perdido).
- Actualizaciones de la posición de 0.5 a 1 segundo.
- Precisión en torno a 15 m.
- Medida de la velocidad del usuario, precisión de 0.1 m/s aproximadamente.
- Referencia temporal, precisión de 100 ns. Aproximadamente.

✓ Estructura general del equipo de usuario:



- Antena:
LNA, para no degradar la sensibilidad.
- Receptor:
Traslada la señal a frecuencia intermedia.
Demodula y decodifica el mensaje de navegación.

- Microprocesador.
Calcula la posición
Controla todos los procesos que debe realizar el receptor.
- Unidad de control:
Permite la comunicación entre el usuario y el microprocesador, por ejemplo para elegir el tipo de presentación, introducir la posición inicial aproximada...
- Almacenamiento de datos:
Rutas, posiciones...
- Presentación
- Teclado...

5.8 Parámetros de Control

- ✓ **Exactitud:**
La exactitud con que se obtiene la posición o de la velocidad dependen de la calidad de las mediciones del receptor, así como de los datos transmitidos por el satélite.
Errores pueden inducirse por los segmentos espaciales, de usuario y de control, es por eso que se manejan lecturas con rangos.
- ✓ **Disponibilidad:**
La disponibilidad, en navegación, es el porcentaje del tiempo que el sistema puede usarse. Este parámetro depende de la geometría del satélite y de su localización a lo largo del día.
- ✓ **Integridad:**
Dado que el sistema de navegación es susceptible a anomalías, debe contar con la capacidad de advertir a los usuarios de tales situaciones, que se reflejarían en serios errores. A esta capacidad se le denomina integridad.

5.9 Precisión

En GPS existen 2 sistemas con diferentes presiones:

Precise Positioning System PPS:
De uso restringido a entidades gubernamentales y militares, su exactitud es de:
22 metros horizontales
27.7 metros verticales
100 nanosegundos en tiempo

Standard Positioning System SPS:
Para uso civil sin cargo ni restricciones, su exactitud es de:
100 metros horizontales
156 metros verticales
340 nanosegundos en tiempo

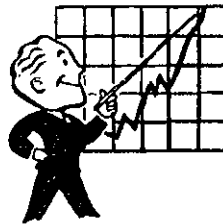


Fig. 5.18 Comparación de 2 precisiones.

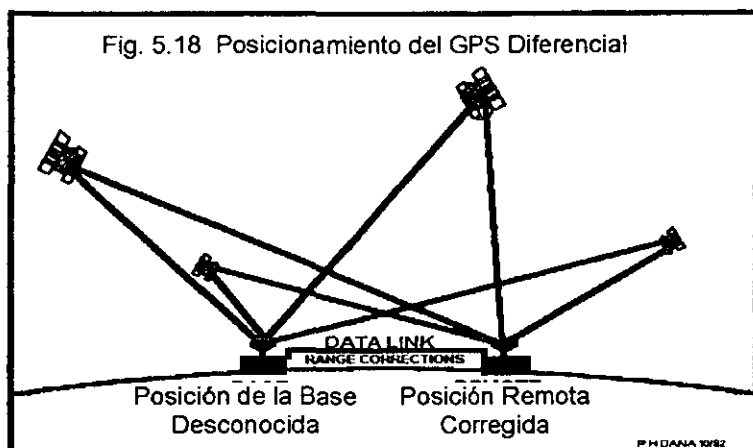
5.10 GPS Diferencial (DGPS)

Se construyo principalmente para introducción de la disponibilidad selectiva. Es un sistema a través del cual se intenta mejorar la precisión obtenida a través del sistema GPS.

El funcionamiento radica en el hecho que los errores producidos por el sistema GPS afectan por igual (o de forma muy similar) a los receptores situados próximos entre sí. Los errores están fuertemente correlacionados en los receptores próximos.

Si suponemos que un receptor basándose en otras técnicas conoce muy bien su posición, si este receptor recibe la posición dada por el sistema GPS será

capas de estimar los errores producidos por el sistema GPS. Si este receptor transmite la corrección de errores a los receptores próximos a él estos podrán corregir los errores producidos por el sistema.



Con este sistema DGPS se pueden corregir en parte los errores debido a:

- Disponibilidad selectiva.
- Propagación por la ionosfera – troposfera.
- Errores en la posición del satélite (efemérides).
- Errores producidos por errores en el reloj del satélite.

5.10.1 Estructura del GPS:

Una estación monitora que conoce su posición con una precisión muy alta. Esta estación tiene:

- Un receptor GPS.
- Un microprocesador para calcular los errores del GPS y para generar la estructura del mensaje que se envía a los receptores.

Hay un canal de datos unidireccional hacia los receptores, por tanto:

- Necesita un transmisor (estación monitora).
- Los usuarios necesitarán un receptor para recibir estos datos.

En los mensajes que se envían a los receptores próximos se pueden incluir dos tipos de correcciones:

- Una corrección directamente aplicada a la posición. Esto tiene el inconveniente de que tanto el usuario como la estación monitora deberán emplear los mismos satélites, pues las correcciones se basan en esos mismos satélites.

- Una corrección aplicada a las Pseudo Distancias de cada uno de los satélites visibles
En este caso el usuario podrá hacer la corrección con los cuatro satélites de mejor SNR. Esta corrección es más flexible.

El error producido por la disponibilidad selectiva varía incluso más rápido que la velocidad de transmisión de los datos. Por ello, junto con el mensaje que se envía de correcciones también se envía el tiempo de validez de las correcciones y sus tendencias. Por tanto, el receptor deberá hacer un tipo de interpolación para corregir los errores producidos.

5.10.2. Cobertura y precisión del DGPS:

Tiene una cobertura de 200 km. en torno a la estación terrena esta zona es donde los errores están fuertemente correlacionados.

Se eliminan los errores del segmento espacial y de control. En cuanto al segmento de los usuarios se eliminan los efectos de la ionosfera y troposfera y el parámetro que más afecta es el ruido del receptor.

Se están desarrollando sistemas WADGPS (DGPS de área amplia) que no es otra cosa que un DGPS de gran cobertura está formado por varias estaciones monitoras DGPS cuyas áreas de cobertura están superpuestas.

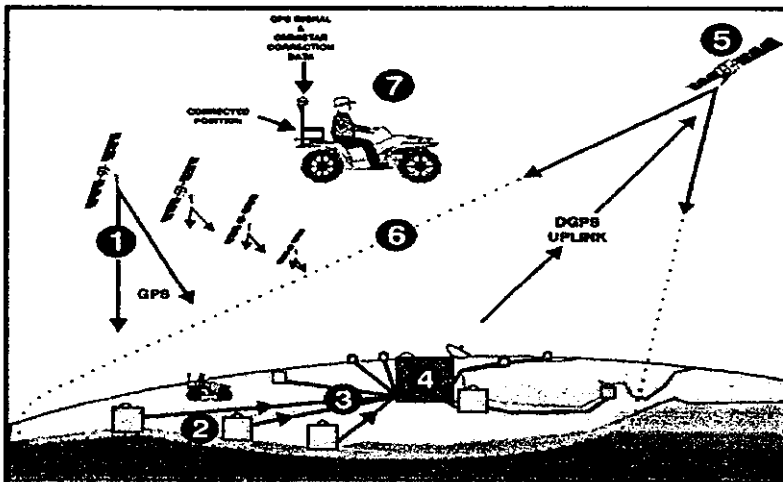


Fig. 5.19 Enlace completo para obtener una buena cobertura y precisión del DGPS

5.11 Más Sobre DGPS

- ✓ El método DGPS se emplea en casos donde no se puede contar con PPS, sólo con SPS, pero donde se requiere de mayor exactitud que la brindada por este último sistema.
- ✓ La Guardia Costera de Estados Unidos emplea un sistema de alta frecuencia DGPS, con estaciones base instaladas a lo largo de sus costas.



Fig. 5.20 Transporte Marítimo

- ✓ En general, DGPS ofrece mayor exactitud que el sistema estándar, sin un complicado y restringido sistema PPS.



Fig. 5.21 Fuerzas Armadas Marítimas

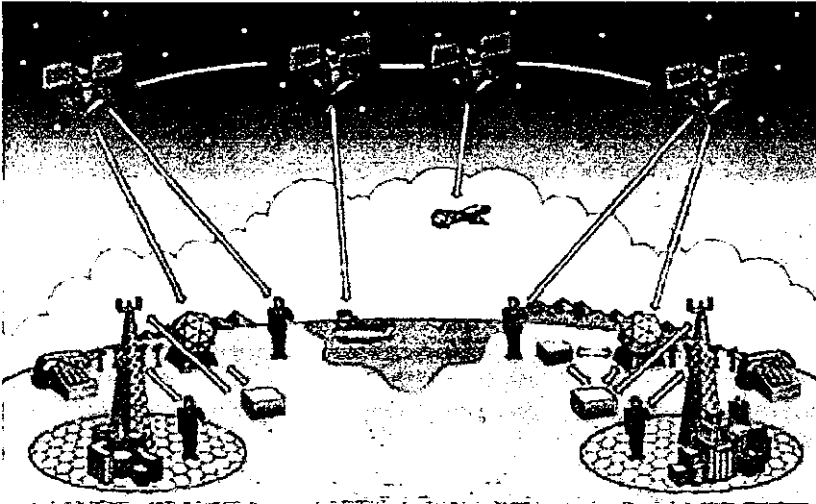
CAPITULO VI

APLICACIONES Y FUTURO

6.1 Aplicaciones del Sistema IRIDIUM

6.1.1 Telefonía Celular:

Podríamos afirmar, y no sin fundamentos, que a través de IRIDIUM la telefonía celular alcanza su estado final de evolución.



El Sistema Iridium es una Red Satelital Inalámbrica de Comunicaciones Personales diseñada para realizar cualquier tipo de comunicación telefónica (voz, fax y datos) desde cualquier punto del planeta. El Sistema IRIDIUM combina la cobertura de la constelación de 66 satélites con las redes de telefonía pública y celular ya existentes. Este sistema simplifica las comunicaciones de los viajeros de negocios, de placer, residentes de zonas rurales y/o no desarrolladas, equipos de emergencia y otros usuarios que necesiten estar comunicados en todo momento y en todo lugar.

El servicio IRIDIUM tiene 3 componentes:



IRIDIUM World Satellite

- Servicio de Comunicación global a través de la Red Satelital IRIDIUM



IRIDIUM World Roaming

- Servicio de comunicación global a través de la Red Celulares Terrestres



IRIDIUM World Page

- Servicio global de page alfanumérico

Todos los Servicios IRIDIUM son ofrecidos por los siguientes proveedores:



Argentina



Uruguay



Argentina



Argentina



Bolivia



Argentina



Chile



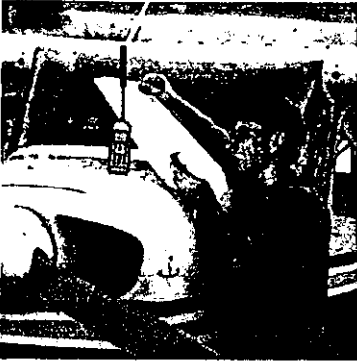
Argentina

6.1.2 Comunicaciones Aeronáuticas:

Lleva la capacidad de comunicar a la gente, quien tienen generalmente pocas opciones de comunicación y muy poco acceso a líneas terrestres y servicios celulares.

¡A los 30,000 feet (9.144 Km), usted necesita una solución de nosotros para el mundo!

A la primera, los satélites aeronáuticos IRIDIUM proporciona servicios de comunicación a la tripulación y pasajeros de la aeronave con seguridad, comunicando a lo ancho del mundo incluyendo las regiones polares. El equipo terminal aéreo para el sistema IRIDIUM empujeñecen significativamente, el costo de existencia por delgados y bajos equipos de comunicación satelital y pueden ser instalados en helicópteros y rápidos aviones de reacción (jets).



Necesidades:

- Comunicación directa mientras viaja en avión.
- Operación propia en los servicios aéreos.
- Respaldo en la ruta de comunicación a los radios regulares.
- Misiones de rescate a la base tierra.
- Dirección a vuelos de emergencia (despegando, volando, aterrizando, etc.)
- Uso individualizado por miembros de la tripulación o pasajeros.

Ventajas:

- Protección global, portátil y fácil de usar.
- Gran calidad de voz crea seguridad y eficiencia.
- Pequeños, delgados y precios bajos.
- Fácil de instalar en todo tipo de aeroplanos.
- Pueden ser usados como respaldo si funcionan mal los radios o indisponibles.
- Oficina aérea.

6.1.3 Comunicaciones a la Construcción:

Mundialmente quedas conectado a equipos de la construcción!

Fácil de usar, por su tamaño y funcionalidad, el microteléfono (handset) y paginador (pager) IRIDIUM hacen más segura y eficiente la comunicación para agentes mientras que pasan usándolo en el campo.

Completa cobertura mundial pensando en los equipos de la construcción para poder usar el servicio a todos los lugares del mundo. Buena calidad de voz, permite comunicaciones seguras entre agentes y oficinas generales.

Necesidades:



- Comunicaciones de agentes a oficinas generales.
- Administración de recursos humanos (nomina, vacaciones, beneficios, etc.)
- Listados y dirección de la logística.
- Modificación de sitios designados a la comunicación para equipos de la construcción.
- Proyecto de control de presupuesto y lista administrativa.
- Responsables de equipos para emergencias medicas.

Ventajas:

- Solución efectiva a los costos satelitales incluyendo uso competitivo a la medida.
- Tarjeta Modular de identificación al suscriptor (SIM) autorizando a los miembros de la tripulación a parte de un microteléfono.
- Independencia de sistemas telefónicos terrestres.

6.1.4 Comunicaciones en Desastres y Emergencias:

Cuando las emergencias y los desastres suceden, estamos dispuestos a brindarte asistencia a tus esfuerzos...

Clara llave de los beneficios en asistencia a las situaciones de desastres es portátil y fácil de usar son vitales en la mayoría de los casos de urgencias. Por que IRIDIUM puede operar independientemente a la infraestructura de bases en tierra, esto proporciona seguridad completa a las comunicaciones en cualquier situación de asistencia en los desastres.

Ventajas:

- Paginas mundiales y servicio de mensajes cortos.
- Respaldo rápido y aumento de la contingencia.
- Portátiles en situaciones de peligro.

Necesidades:



- Grupos operando con infraestructura base.
- Desastres hechos por el hombre y naturales para una asistencia en su limpieza.
- Fuegos que están arrasando a través de acres de tierras forestales.
- Terremotos tienden a eliminar la red de alimentación y el sistema telefónico.
- Táctica de entrega inmediata e información preliminar.
- Comunicación instantánea con miembros dispersos del equipo.

6.1.5 Comunicaciones de Gobierno:

En todos los casos de sus necesidades, comunicación global ahora una realidad...

Los productos y los servicios de los satélites IRIDIUM proporcionan soluciones para entidades de gobierno alrededor del mundo.

Necesidades:



- Administraciones ejecutivas de emergencias militares.
- Radio seguro y comunicaciones de gobierno.
- Estaciones base y comunicaciones remotas.
- Coordinación al abastecimiento de misiones y equipos.
- Diplomacia y misiones de negociación, donde cuenta cada minuto.
- Sistema de comunicación instantánea, donde no hay alternativa.

6.1.6 Comunicaciones en Viajes de Ocio:

Queda té tocando las partes remotas del mundo...

IRIDIUM provee a los viajeros con fuentes de comunicación seguras y confiables, a donde viaja internacionalmente o a cualquier parte remota del mundo. La portabilidad, facilita el uso y durabilidad para los microteléfonos y paginadores del sistema IRIDIUM permite paz mental a los viajeros sabiendo eso ellos pueden mantener contacto con sus colegas en casa o en la oficina.

Necesidades:



- Viajero de negocios internacionales, quién necesita para permanecer en contacto sin broncas.
- Necesario para trabajos remotos o en áreas urbanas.
- Creadores de decisiones, quienes están moviéndose alrededor del mundo.
- Búsqueda fácil y conveniente al transportarse.
- Especialidades técnicas y necesidad de resolver problemas de acceso global para colegas.
- Comunicaciones para el uso del personal mientras que esta de vacaciones.

Ventajas:

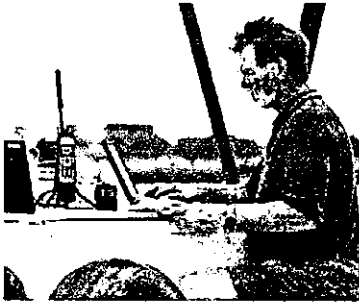
- Portátil en áreas remotas.
- Contacto permanentemente.

6.1.7 Comunicaciones Marítimas:

Antes de la calma, la tormenta para las lluvias oceánicas...

Incluye aplicaciones a la flota marítima, transportación, cruceros y paseos recreativos en bote. IRIDIUM provee una solución confortable para los miembros de la tripulación quienes principalmente están algunos meses en el mar y esperan tener una directa conexión a su casa. Provee IRIDIUM acceso para mucha gente.

Paginadores y microteléfonos principalmente son importantes para la tripulación como sus permisos que para ellos son extendidos cuando ellos regresan de su aventura del barco para ambas razones negocios y personal. En suma, el módulo de identidad del suscriptor (SIM) es el permiso autorizado a los miembros de la tripulación una parte al microteléfono y recepción de cuentas separadas por el servicio.



Necesidades:

- Embarques.
- Transporte.
- Cruceros en barco.
- Paseo recreativo en bote.
- Paseos en yates.

Ventajas:

- Más portátil que la competencia.
- Casualmente tiene grandes herramientas de comunicación.
- Facilidad de uso en los barcos tanto encendido como apagado.
- No es requerida configuración o instalación.
- Habilitación a la comunicación directa en las largas permanencias en el mar.

6.1.8 Comunicación a los Medios del Entretenimiento:

Tu tienes una historia para contarnos de un asunto que esta sucediendo...

En el pasado, gastaban tiempo localmente en reportes significativamente, sus unidades de satélite antes eran aptas para la vida con una historia. Velozmente, la comunicación eficiente es ahora posible con satélites IRIDIUM microteléfonos y paginadores.

IRIDIUM no requiere tiempo de configuración, que es importante para reportes remotos. La serie de satélites Motorola (TM) paginadores son herramientas valoradas por reporteros, quienes están justamente ahora enviando una pagina lejos de la oficina con el probador de información. Por que es portátil, teléfonos del satélite IRIDIUM pueden cubrir eventos cuando ellos descuelgan, al igual si eso significa moverse rápidamente de una localización a otra.

Necesidades:



- Reportes y nueva tripulación localizaciones remotas.
- Estudios móviles y producciones independientes en localizaciones o fueras.
- Cobertura a eventos en vivo y eventos deportivos.
- Nuevas agencias internacionales conectadas a oficinas matrices.
- Ejecutivos del entretenimiento viajando al extranjero.
- Comunicación con miembros dispersos del equipo.
- Fotografías y productos de equipos comerciales.

Ventajas:

- Coordinación de equipos cuando cubren múltiples sitios.

6.1.9 Comunicaciones en la Minería:

Guarda tus informes que apoyan los descubrimientos del nuevo oeste...

Al igual en la mayor parte de las localizaciones remotas, la serie de satélites Motorola (TM) productos y accesorios están adaptados para todas las aplicaciones. Cuando está explorando áreas remotas para nuevos depósitos o nuevos sitios de inspección. Nosotros tenemos la solución para sus necesidades de comunicación. La aventura de la exploración puede ser excitante y peligrosa. Mantente conectado mientras que estás buscando la próxima gran remesa.

Necesidades:



- Comunicación a sitios geológicos y examen de datos.
- Tripulación coordinada en la exploración.
- Resultado geológico del informe de estado.
- Coordinación de componentes de agarre.
- Logística del transporte del equipo.
- Producción mineral e informes del nivel de propiedades.
- Administración de recursos humanos.

Ventajas:

- Comunicación instantánea y avisos de resultados.

6.1.10 Comunicaciones para el Gas Y el Petróleo:

Además nunca tendrás restricciones a tu red particular de comunicaciones...

Cuando en el campo, ocurren sin planear cambios constantes. Ser capaz de respaldar la comunicación para las oficinas generales poder asistir en toma de decisiones. Portátil único y fácil de usar hace particularmente atractivo a IRIDIUM para exploración petrolera y administración. Aplicaciones al reparo de estaciones son también lo más efectivo en costos la solución satelital es hoy. Teléfonos pequeños, paginadores y no ocasiona configuraciones IRIDIUM una conveniente solución portátil.

Necesidades:



- Fuera de la orilla levantar y logística operacional en equipar para barrenar.
- Datos en la comunicación en la producción petrolera.
- Coordinación de proyectos, respuesta de emergencia y conectividad a oficinas en casa.
- Solución suplementaria para la comunicación con infraestructura existente.
- Comunicación directa cuando viajas a sitios remotos.

Ventajas:

- No requiere ser instalado o configurado.
- Independiente del sistema terrestre telefónico.

6.1.11 Comunicaciones a las Empresas de Servicios Públicos:

Guarda la transmisión al operar sus rutas con comunicaciones globales poderosas...

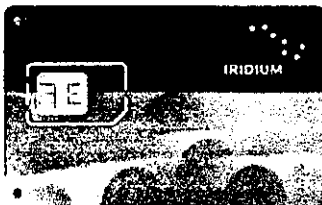
Los teléfonos satelitales IRIDIUM proveen comunicación móvil para directores y otros campos personales viajando a áreas remotas. Es ideal para usarse en administración de desastres y comunicaciones de emergencia por que la infraestructura de IRIDIUM puede operar independientemente de sistemas base tierra. IRIDIUM puede ser usado para ordenar partes críticas y apresura abastecimientos.

Necesidades:

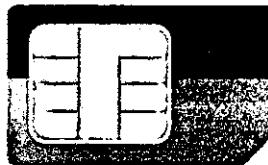


- Comunicación móvil alrededor del planeta.
- Viajen personales al campo en áreas remotas.
- Administración en los desastres y comunicaciones de emergencia.
- Ordenando partes críticas y abastecimientos desde localizaciones remotas.
- Facilidad de mantenimiento y comunicación reparable.

6.1.12 Tarjeta SIM:



Tarjeta SIM: Módulo de Identificación del Suscriptor



SIM Card troquelada

Podrá utilizar está tarjeta en cualquier teléfono GSM para redes celulares en Europa, Asia, África y por supuesto nuestro Teléfono Satelital Motorola cuando se encuentre en áreas sin cobertura celular.



Motorola Satellite Series 9500



Motorola StarTac GSM



Cuando necesite realizar roaming en redes americanas (como Estados Unidos) podrá hasta utilizar su mismo teléfono actual con su número global programado.



Motorola StarTac 7790 TDMA

6.2 Futuro del Sistema IRIDIUM

02/Nov./1998

La cobertura es mundial y uniformemente distribuida por todo el globo posibilitando la comunicación marítima, hasta ahora relegada al sistema Inmarsat. Los teléfonos no pesan mas de 450 grs. Que con el tiempo se harán más pequeños y ligeros.

La velocidad de transmisión esta en tomo a los 2,400 baudios, está velocidad es limitada para que soporte Internet y otras transmisiones de imágenes.

Esté sistema esta diseñado principalmente para la telefonía; las tarifas actuales son de 2.5 y 7 dólares por minuto y los teléfonos alrededor de las 400,000 pesetas (\$22,317.07 MN. hoy). Para el sistema Inmarsat cuestan de 200,000 y 300,000 pesetas y su tarifa es de 4 y 2.9 dólares por minuto.

Para alcanzar su rentabilidad IRIDIUM deberá contar con 5 millones de clientes.

17/marzo/2000

Los funcionarios de Iridium acordaron que cerrarían la compañía y liquidarían sus activos, incluyendo la constelación de satélites.

Iridium había estado en negociaciones con la NASA pero su interés se disminuyo más adelante por su sistema.

Motorola esta extremadamente decepcionada con Iridium al no tener éxito y resurgir de su bancarrota, ya que es uno de sus inversionistas principales.

La quiebra de Iridium se fundamenta por el hecho que sus teléfonos satelitales tenían un peso y tamaño exagerado en comparación con los diminutos teléfonos móviles actuales. Si a ello se suma el elevado costo del propio teléfono satelital y de las llamadas telefónicas vía satélite, Iridium dejo de ser un concepto competitivo.

La inversión total ahora perdida se calcula en 5 mil millones de dólares. Los 66 satélites de Iridium serán puestos fuera de orbita con rumbo a la atmósfera, donde se quemaran.

17/Mayo/2001

La red 70 satélites de comunicaciones, llamada Iridium puesta en orbita por Motorola a un costo de 7 mil millones de dólares, fue declarada en quiebra el año pasado. Sin embargo, parece que Iridium no ha murto, pues el Pentágono se ha interesado en conservar los satélites y reactivarlos para contar con un sistema de comunicaciones de emergencia.

Actualmente las fuerzas armadas norteamericanas operan varios sistemas de satélites, tanto de observación como de comunicación, incluyendo los de posicionamiento global (GPS). De reactivar Iridium, el Pentágono tendría costos operativos más bajos, ya que cuenta con una gran infraestructura y no tendría problema de hacer rentable el sistema ya que entraría en el presupuesto de defensa. Una tabla de salvación para Motorola, y más ruido para los radioastrónomos.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

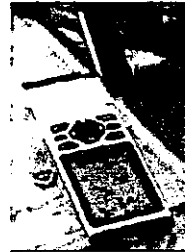
6.3 Aplicaciones del Sistema GPS

6.3.1 Navegación Marítima:

Su implantación ha sido muy rápida (antes las embarcaciones empleaban el sistema TRANSIT). Se piensa que en poco tiempo toda la navegación marítima se basara en GPS actualmente también se emplean sistemas hiperbólicos, pero estos sistemas tienden a desaparecer.

El costo del sistema GPS es bajo (además los barcos no requieren receptores de gran calidad) y lo pueden usar para cualquier embarcación.

GPS 48 : GPS marino
Receptor de 12 canales paralelos
Base de datos (ciudades, centros de socorro marítimos,...) con mayor claridad posible.



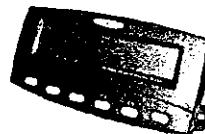
6.3.2 Navegación Terrestre:

En este caso hay dos mercados principales:

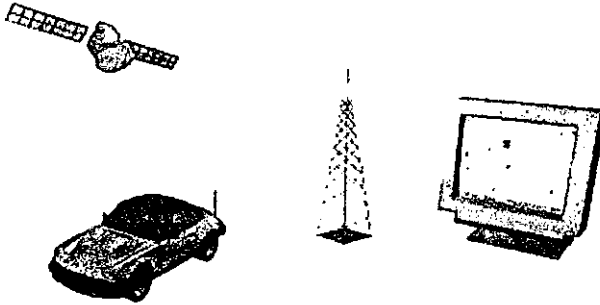
- ✓ Automóviles:
Integran el GPS y sistemas gráficos avanzados para proporcionar un sistema de guiado desde un punto de la ciudad a otro evitando atascos...



Autos de lujo brindados



Display Movisat (Draco-0)
Para instalarse en el auto



Mediante el rastreo satelital de vehículos usted podrá visualizar en su PC todo el recorrido de sus vehículos obtener información precisa sobre hora, lugar y duración de las paradas, carga y/o descarga de mercadería, emergencias medicas, robo, fallas mecánicas o cualquier otro evento que se necesite monitorear durante las 24 horas los 365 días del año. La información también pudo ser gravada para luego verificar el correcto cumplimiento de los trabajos programados.

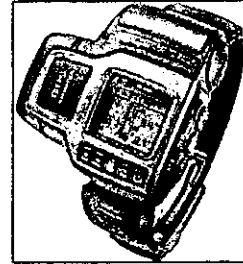
Los precios de un concesionario típico son:

Detección de vehículo al instante	
Precios unitarios por terminal	
Terminal	\$253
Servicio	\$67
Instalación	\$60
Total	\$380
Renovación anual al vencimiento del primer año: \$67	

Los valores son expresados en dólares (USD)
 El servicio incluye: 12 meses ó 30 activaciones

- ✓ Receptores personales:
Excursiones en 4x4, como sistema de guiado para invidentes...

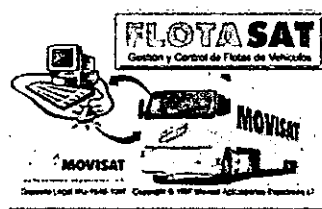
RELOJ-GPS CASIO modelo PAT-1GP
Precio en USA \$400 dólares
Diseñado en capas para ser el mayor compacto en el mercado que es de 138 grs. Bajo consumo de energía a 3 Volts, permite hasta 600 lecturas de waypoint o 10 horas de monitorización.



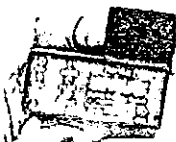
La gran penetración de este sistema se debe al bajo costo de los receptores. En la actualidad se emplea en aplicaciones profesionales:

- Transportes internacionales.
- Redes de autobuses.

FLOTASAT
Gestión y control de
flotas de vehículos.



- Policía.



CAR TRAKER (método radio métrico)
Suministra al usuario los datos sobre la distancia hasta el blanco, la dirección de desplazamiento del blanco y la dirección del blanco.

- Ambulancias.
- Flotillas de taxis.



También estamos viendo la aparición en pruebas deportivas como en el caso del ciclismo, donde permite conocer en cada instante y en el tiempo real, el tiempo que saca un corredor a otro, la pendiente de una rampa de un puerto....

6.3.3 Navegación Aérea:

Debido a su complejidad técnica su proceso de instalación ha sido más lento. Se están desarrollando sistemas GNSS que pretenden mejorar los sistemas de gestión de vuelos.

Se están instalando en el área de bajo tráfico, ya que su uso honesta justificado si tenemos en cuenta que ya existe el RADAR.

6.3.4 Aplicaciones Militares:

Como el GPS es un sistema desarrollado por el ejército, el desarrollo del GPS ha sido más rápido que en las aplicaciones civiles.

Se emplea en la navegación militar (aeronaves, vehículos terrestres, barcos...). Una de las aplicaciones es:

- Guiado de misiles.

Constituye una revolución para los sistemas militares, se usa para el posicionamiento de las tropas...

6.3.5 Ciencias Geográficas:

Permite situar puntos con gran precisión.

Se pueden construir mapas geográficos mucho más precisos, mejorando los que había hasta ahora.

CARTOSAT
Sistema de información
Geográfica, incluye
cualquier tipo de
cartografía digital o
rastreada.



6.3.6 Otras Aplicaciones:

Sincronización, pues el GPS ofrece una referencia temporal muy exacta. Lo usan algunos sistemas de transmisión...

Para conseguir la referencia temporal sólo se necesita un satélite, es muy barato.

TELESAT
Sistema de comunicaciones,
que une la central con los
móviles y de estos entre sí.



Defensa civil, para la localización y delimitación de zonas afectadas por grandes catástrofes y guiado de vehículos de auxilio.

El GPS está causando un gran impacto tanto en aspectos tecnológicos como económicos.



Garmin Legend



Garmin Ventura



Garmin Vista

6.3.7 Limitaciones:

La más importante es la independencia de un único país EE.UU. Concretamente del DoD (departamento de defensa). Cuando ellos quieran pueden eliminar el uso por parte de los civiles del sistema.

Actualmente hay dificultad en su uso, en ciudades con edificios altos. También es difícil garantizar su integridad, pues en caso de guerra se pueden lanzar misiles para eliminar algún satélite.

6.4 Futuro del Sistema GPS

El uso de los sistemas de posicionamiento global (GPS) en la industria militar y minera se ha hecho bastante común en el mundo. Sin embargo, desde hace un tiempo, el abanico de oportunidades que ofrece esta tecnología se está ampliando hacia áreas insospechadas.

Hace un mes (hoy 30/Mayo/2000), el ejército estadounidense decidió relajar sus medidas de seguridad, de manera de permitir el uso generalizado de la tecnología de precisión que ofrecen los satélites. Ahora, tanto los ciudadanos comunes como las empresas privadas pueden saber sin mayores problemas si, por ejemplo, alguien va a entrar a alguna tienda o algún restaurante.

Este nuevo campo del GPS ya ha despertado el instinto comercial de muchas compañías. El sector automovilístico el primero en intentar sacar provecho de este panorama, al emplear este dispositivo para vender mapas digitales. Las casas comerciales que venden implementos de camping también han visto posibles beneficios, al distribuir aparatos que permitan a los exploradores saber exactamente donde están.

Pero es el campo de la publicidad donde los dólares podrían llegar con mayor abundancia. Gracias a la telefonía y redes inalámbricas, esta herramienta permitiría a los avisos comerciales llegar a los consumidores con una precisión nunca antes vista. Pese a que esta tecnología recién está tomando vuelo, varios especialistas ven en ella la nueva cara del Internet.

El GPS permitiría que alguien que porta un teléfono celular, recibe directamente un llamado anunciando una promoción callejera u ofreciendo un cupón de descuento en el momento que pasa cerca de una tienda o restaurante suscrito al sistema.

Esta tendencia está cobrando fuerza en Estado Unidos, donde se espera que dentro de 4 años, las grandes compañías gasten casi 3 billones de dólares en publicidad inalámbrica. Si bien los norteamericanos recién están aprovechando comercialmente el sistema, es en Europa y en Asia donde esta nueva plataforma ha encontrado un suelo fértil donde propagarse. En Japón, I-Mode; un servicio de Internet inalámbrico del gigante NTT, tiene actualmente 6 millones de suscriptores y casi 250 mil se unen cada día.

Foto de un aparato portátil que además de GPS incluye teléfono celular cámara fotográfica digital.



Intraware, una compañía californiana está concentrando sus esfuerzos en las agendas personales, las cuales despliegan avisos de venta de software y servicios. Vindigo, es otra empresa que está dando sus primeros pasos en la publicidad inalámbrica ofreciendo guías de ciudades que incluyen sugerencias sobre lugares para visitar y comer. Actualmente, los usuarios del sistema deben descargar la información a su agenda desde el sitio de Vindigo. Pero a futuro, serán los satélites los que dirijan sin problemas a un hambriento transeúnte hasta el restaurante más cercano.

La seguridad también preocupa a las industrias. Proveedores como AT&T temen el ingreso de los avisadores a sus sistemas, ya que podrían ser demasiado invasivo para los usuarios. La empresa tiene sus razones para ser precavida, ya que hace un mes sufrió un ataque perpetrado por terceros que enviaron una serie de mensajes a más de 5 mil usuarios de teléfonos celulares.

ANEXO

Bandas de Frecuencias para Satélites

Banda	Subida (GHz.)	Bajada (GHz.)	Usos
L	1.600	1.400	Comunicaciones Móviles
C	5.925-6.425	3.700-4.200	Punto a punto Punto a multipunto
	5.850-7.075	3.400-4.200	
		4.500-4.800	
X	7.925-8.425	7.250-7.725	militar (EU)
Ku	14.000-14.500	10.950-11.200	Punto a multipunto Broadcast
		11.450-11.700	
	12.750-13.250	10.700-11.700	
	14.000-14.500		
	14.000-14.500	11.700-12.200	
Ka	17.300-17.800	12.250-12.750	Experimental
	27.500-31.000	17.700-21.200	

Banda L: 1.4/1.6

Esta banda se usa para las comunicaciones móviles y las antenas necesarias pueden ser de tipo Yagui o helicoidales, de dimensiones relativamente pequeñas.

Una particularidad de esta banda es que se distribuye en menos canales como potencias mayores, lo que permite una recepción suficiente en la antena de barcos y aviones.

Banda C: 6/4

La banda C fue la primera banda en utilizarse para comunicaciones satelitales comerciales. Tiene un ancho de 1 GHz, los ruidos naturales son mínimos, además la absorción debida a la atmósfera no es crítica. Existen interferencias producidas por servicios terrestres que también utilizan esta frecuencia.

Banda X: 8/7.5

La banda X, al igual que la banda S, centrada en un ancho de 2 GHz, ha sido empleada en aplicaciones militares con satélites geoestacionarios, en comunicaciones gubernamentales y en experimentos.

Banda Ku: 14/11

Ku tiene sub.-bandas que no son compartidas con radio enlaces terrestres.

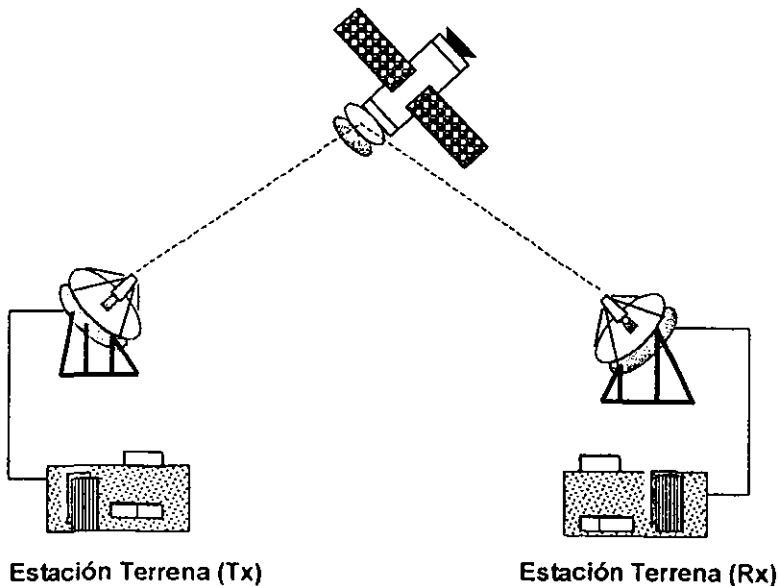
Por lo general se usa para servicios directos con antenas de radio pequeño. Las frecuencias de subida y de bajada varían según la región del mundo, pero son fijadas por acuerdos internacionales. Los servicios pueden ser UNI o bidireccional, entre 2 o más puntos de la Tierra, o bien para difusión.

Banda Ka: 29/19

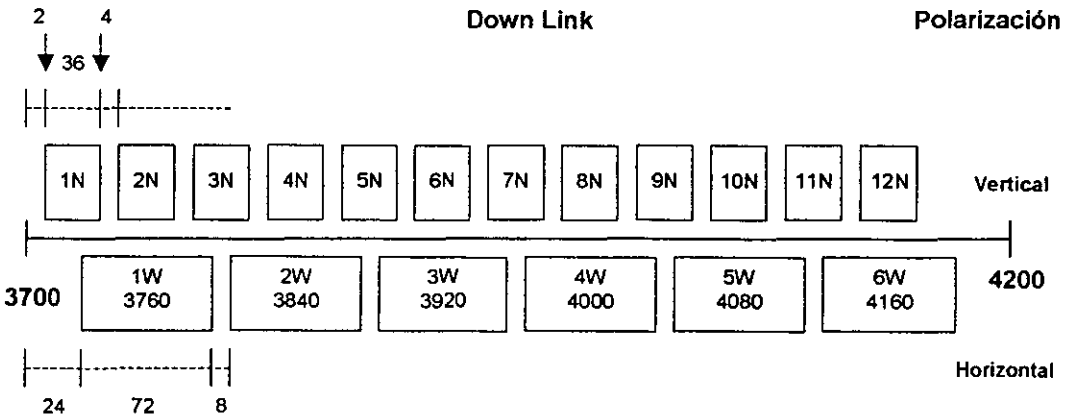
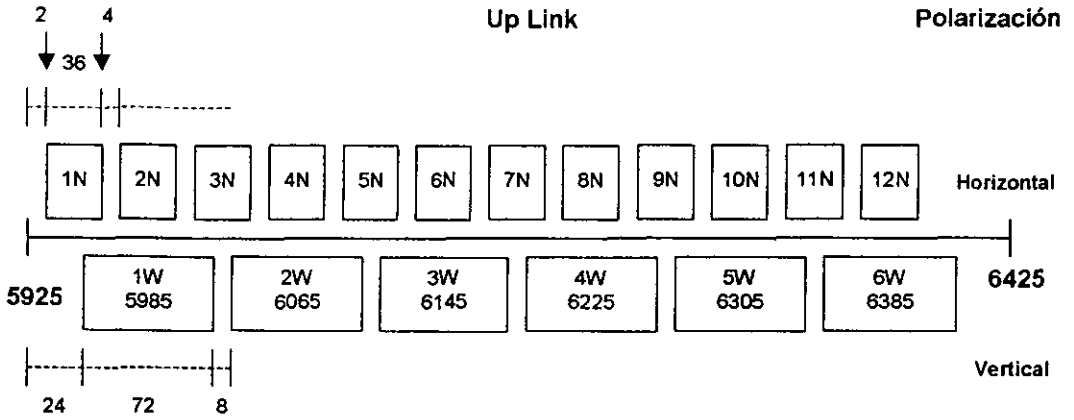
Ka se emplea en casos muy espaciales. Es posible transmitir haces muy delgados y dirigido, pero a estas frecuencias, las condiciones ambientales afectan de sobremanera. Actualmente se están llevando a cabo desarrollos para la transmisión de señales de banda ancha como los multimedia.

Segmento terrestre de un satélite

Este segmento está compuesto por las estaciones terrenas; es decir, antenas y sistemas de procesamiento de señales (multiplexado, codificación, aleatorio, transmisión y recepción.)



Transpondedores en la Banda C



Nota: Frecuencias en MHz.

Sistema UMTS**¿Qué es UMTS?**

UMTS, siglas que en inglés hace referencia a los Servicios Universales de Telecomunicaciones Móviles, es miembro de la familia global IMT-2000 del sistema de comunicaciones móviles de "tercera generación" de UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), y lo que se explica más adelante sobre UMTS y los servicios UMTS es igualmente válido para otros miembros de la familia IMT-2000 (norma de telefonía móvil para 3G. UMTS tendrá un papel protagónico en la creación del futuro mercado masivo para las comunicaciones multimedia inalámbricas de alta calidad que alcanzarán a 2000 millones de usuarios en todo el mundo en el año 2010. UMTS es la plataforma de prestaciones móviles preferida para los servicios y aplicaciones con gran contenido del mañana.

En los últimos diez años, UMTS ha sido objeto de intensos esfuerzos de investigación y desarrollo en todo el mundo, y cuenta con el apoyo de numerosos e importantes fabricantes y operadores de telecomunicaciones ya que representa una oportunidad única de crear un mercado masivo para el acceso a la Sociedad de la Información de servicios móviles altamente personalizados y de uso fácil.

UMTS busca basarse en y extender las actuales tecnologías móviles, inalámbricas y satelitales proporcionando mayor capacidad, posibilidades de transmisión de datos y una gama de servicios mucho más extensa, usando un innovador programa de acceso radioeléctrico y una red principal mejorada.

¿Qué ofrece UMTS?

Apropiado para una variedad de usuarios y tipos de servicios, y no solamente para usuarios muy avanzados en aglomeraciones urbanas, UMTS ofrece:

Facilidad de uso y costes bajos

Los clientes quieren ante todos servicios útiles, terminales simples y una buena relación calidad-precio. UMTS proporcionará:

- Servicios de uso fácil y adaptables para abordar las necesidades y preferencias de los usuarios.
- Terminales y otros equipos de "interacción con el cliente" para un fácil acceso a los servicios.
- Bajos costos de los servicios para asegurar un mercado masivo.
- Tarifas competitivas.

- Una amplia gama de terminales con precios accesibles para el mercado masivo, soportando simultáneamente las avanzadas capacidades de UMTS.

Nuevos y mejores servicios

Los servicios vocales mantendrán una posición dominante durante varios años. Los usuarios exigirán a UMTS servicios de voz de alta calidad, junto con servicios de datos e información de avanzada. Las proyecciones muestran una base de abonados de servicios multimedia en fuerte crecimiento hacia el año 2010, lo que posibilita también servicios multimedia de alta calidad en áreas carentes de estas posibilidades en la red fija.

Acceso rápido

UMTS aventaja a los sistemas móviles de segunda generación (2G) por su potencial para soportar velocidades de transmisión de datos de hasta 2Mbit/s desde el principio. Esta capacidad sumada al soporte inherente del Protocolo de Internet (IP), se combina poderosamente para prestar servicios multimedia interactivos y nuevas aplicaciones de banda ancha, tales como servicios de video telefonía y video conferencian.

Transmisión de paquetes de datos y velocidad de transferencia de datos a pedido

La mayoría de los sistemas celulares utilizan tecnología de conmutación de circuitos para la transferencia de datos. GPRS (Servicios de Radio transmisión de Paquetes de Datos Generales), una extensión de GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles), ofrece una capacidad de conmutación de paquetes de datos de velocidades bajas y medias.

UMTS integra la transmisión de datos en paquetes y por circuitos de conmutación de alta velocidad a los beneficios de:

- Conectividad virtual a la red en todo momento
- Formas de facturación alternativas (por ejemplo, pago por byte, por sesión, tarifa plana, ancho de banda asimétrico de enlace ascendente/descendente) según lo requieran los variados servicios de transmisión de datos que están haciendo su aparición
- UMTS también ha sido diseñado para ofrecer velocidad de transmisión de datos a pedido, lo que combinado con la transmisión de paquetes de datos, hará que el funcionamiento del sistema resulte mucho más económico.

Entorno de servicios amigable y consistente

Los servicios UMTS se basan en capacidades comunes en todos los entornos de usuarios y radioeléctricos de UMTS. Al hacer uso de la capacidad de roaming desde su red hacia la de otros operadores UMTS, un abonado particular experimentará así un conjunto consistente de "sensaciones" como si estuviera en su propia red local ("Entorno de Hogar Virtual" o VHE. VHE asegurará la entrega de todo el entorno del proveedor de servicios, incluyendo por ejemplo, el entorno de trabajo virtual de un usuario corporativo, independientemente de la ubicación o modo de acceso del usuario (por satélite o terrestre. Asimismo, VHE permitirá a las terminales gestionar funcionalidades con la red visitada, posiblemente mediante una bajada de software, y se proveerán servicios del tipo "como en casa" con absoluta seguridad y transparencia a través de una mezcla de accesos y redes principales.

Movilidad y cobertura

UMTS ha sido concebido como un sistema global, que incluye tanto componentes terrestres como satelitales globales. Terminales multimodales capaces de funcionar también por sistemas de Segunda Generación (2G), tales como las bandas de frecuencias GSM 900, 1800 y 1900 extenderán aún más el alcance de muchos servicios UMTS. Con estas terminales, un abonado tendrá la posibilidad de usar el roaming desde una red privada hacia una red pública pico celular/ micro celular, luego a una red macro celular de un área amplia (por ejemplo, una red de 2G), y luego a una red satelital, con una interrupción ínfima de la comunicación.

Radio tecnología para todos los entornos

UTRA, el sistema de acceso radioeléctrico de UMTS, soportará las operaciones con una alta eficiencia espectral y calidad de servicio. Posiblemente las terminales UMTS no puedan operar en todo momento a las velocidades más altas de transmisión de datos, y en áreas alejadas o excesivamente congestionadas los servicios del sistema pueden llegar a soportar solamente velocidades de transmisión de datos más bajas debido a limitaciones de propagación o por razones económicas.

Con el fin de permitir a los abonados usar siempre su terminal, los servicios serán adaptables a diferentes disponibilidades de velocidad de transmisión de datos y otros parámetros de Calidad de Servicio (QoS). En las primeras etapas del despliegue de UMTS, la cobertura será limitada. Por consiguiente, el sistema UMTS permitirá el roaming con otras redes, por ejemplo, un sistema GSM operado por el mismo operador o con otros sistemas GSM o de 3G de otros operadores, incluyendo los satélites compatibles con UMTS.

Servicios UMTS disponibles globalmente por satélite

La tecnología satelital puede fácilmente proveer cobertura y servicio globales y se estima que tendrá un importante papel en la cobertura de UMTS en el ámbito mundial. UMTS está atravesando el proceso de normalización con el fin de asegurar una capacidad de roaming y un traspaso efectivos y eficientes entre redes satelitales y terrestres.

Espectro para UMTS

En 1992, la Conferencia Mundial de Radio (WRC-92) identificó las bandas de frecuencias de 1885-2025 MHz y 2110-2200 MHz para los futuros sistemas IMT-2000, destinando las bandas de 1980-2010 MHz y 2170-2200 MHz para la parte satelital de estos sistemas.

Ha llegado el momento de disponer de estas bandas para las licencias de UMTS a fin de permitir a los operadores el despliegue de las redes. Los estudios realizados por UMTS Forum señalan que los sistemas multimedia móviles requerirán espectro adicional tanto para los servicios terrestres como satelitales.

En la convención de la UIT-R celebrada en Fortaleza, Brasil, del 8 al 13 de marzo de 1999, los entes administradores de tres regiones acordaron un espectro adicional de unos 160 MHz. La WRC-2000, a celebrarse el próximo mes de junio en Estambul, Turquía, debería identificar bandas de frecuencia adicionales para los servicios avanzados de 3G.

¿Cómo y cuándo?

Con el fin de alcanzar el éxito comercial y técnico de los servicios de UMTS, y para cumplir con su plazo de lanzamiento previsto para 2001-2002, los fabricantes, organismos normalizadores, operadores y entes reguladores en los mercados clave de todo el mundo ha emprendido una serie de pasos clave con miras a:

- Crear un marco regulatorio adecuado.
- Asegurar una disponibilidad oportuna de licencias.
- Asignar espectro adecuado a los operadores.
- Producir oportunamente servicios UMTS.
- Fomentar el lanzamiento simultáneo de UMTS en varios países para estimular la captación de los servicios de 3G en el mercado mundial.

Fases para el desarrollo de UMTS

El despliegue comercial total se alcanzará a través de los siguientes pasos fundamentales:

- Extensión de la capacidad GSM mediante operaciones de transmisión de datos de alta velocidad y en paquetes.
- Fase de Prueba Preliminar de UMTS ya sea en subconjuntos de redes GSM reales o en redes basadas en paquetes de datos aislados. Fase de despliegue básico a partir del año 2002, e incluyendo la incorporación de estaciones de base UTRA (Acceso Universal Radioeléctrico Terrestre) a redes "activas" y el lanzamiento de servicios UMTS basados en satélites.
- Fase comercial completa (2002-2005), con mejoras en cuanto a desempeño y capacidad, y la introducción de servicios UMTS nuevos y sofisticados.

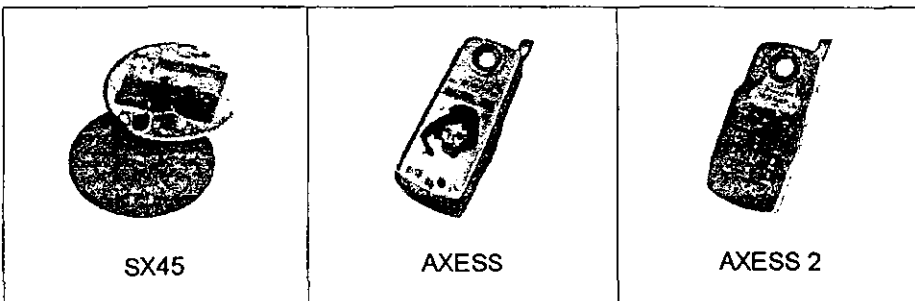
¿Qué le proporcionará UMTS a los países en vías de desarrollo?

Las telecomunicaciones modernas son un estimulante necesario y poderoso para la economía de las naciones. En el futuro, una porción cada vez mayor de las operaciones comerciales dependerá de las telecomunicaciones. La tecnología inalámbrica moderna ofrece la posibilidad de llevar servicios de telecomunicaciones de avanzada a personas que viven fuera de las grandes aglomeraciones urbanas y que quizás ni siquiera cuentan hoy con telefonía fija.

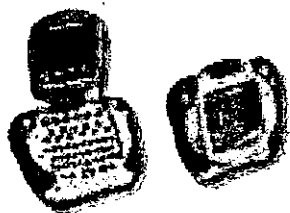
Esto permitiría administrar un negocio incluso desde un pequeño pueblo y aún así mantenerse en contacto con los clientes y proveedores. Con la tecnología satelital hasta los puntos más remotos de un país pueden tener acceso a servicios avanzados. La tecnología terrestre garantizará suficiente capacidad para las áreas más densamente pobladas. De este modo, lejos de ser un lujo de pocos, UMTS tiene la posibilidad de convertirse en el principal canal de telecomunicaciones del futuro y en un soporte indispensable para un desarrollo económico saludable de América Latina.

DESARROLLOS

Siemens:



Motorola:



Motorola 1



Motorola 2

CONCLUSIONES

Los sistemas satelitales que hoy se usan son el desarrollo a la reutilización de las tecnologías militares; en ellos hay muchos proyectos con el fin de que más gente y más empresas tengan acceso a nivel público.

Entre las grandes novedades de reutilización son los proyectos desarrollados en órbitas bajas que nos permiten reducir la potencia de emisión y el retardo que implica una órbita geoestacionaria.

Para nuestro estudio que es el desarrollo de sistemas de comunicación móvil los cuales trabajan en banda L; tienen por objetivo comunicar a cualquier parte del planeta, en cualquier momento y en cualquier ocasión.

Uno de estos sistemas de comunicación móvil es el sistema Iridium que en el 1998 concluyó de instalar su último satélite número 66 de gran escala y con un costo de 50 millones de dólares cada uno. Ellos manejan sus productos propios como un teléfono móvil y roaming o radiomensajes, con cobertura para todo el planeta en zonas remotas o que viajan entre protocolos celulares diferentes. Otro accesorio es la tarjeta SIM que proporciona al usuario acceso en teléfonos públicos fijos o casetas telefónicas tener uso a los servicios satelitales.

Estos satélites tienen la capacidad de transmitir voz, datos y fax en diferentes áreas como aviones, barcos, vehículos terrestres, simples usuarios móviles, oficinas, casa hogar, etc. Por lo tanto, el tipo de mercado que es principalmente los viajeros profesionales de negocios, clientes corporativos, industriales, gubernamentales, aeronáuticos y rurales.

Para este año del 2001-06-06; lleva un año declarada en quiebra por sus precios que son muy caros y equipos también, no tenían muchos clientes y a la fecha ya no tiene promociones, y sus pocos clientes ya están avisados que el servicio se suspenderá en cualquier momento para que usen otros prestadores del servicio. En el mes anterior, que fue mayo del 2001 surgió una noticia alentadora la Secretaria de la Defensa de los E. A. Se interesa en la empresa completa ya que entraría dentro de su presupuesto que es 310,000 millones de dólares, pues el sistema cuesta los 6,000 millones de dólares, dándole un respiro a Motorola y sus afiliados.

El sistema GPS es un sistema de posicionamiento global creado por los militares de E. U.; tiene un sistema de localización por medio de 24 satélites colocados a 20,000 Km. de la Tierra, estos satélites traen relojes atómicos súper exactos, los cuales tiene encargado la localización y el tiempo con un mínimo de 3 satélites; pero hoy en día cualquier equipó móvil decente ubica de 5 – 8 satélites.

Como todavía hasta mayo del 2000 tenía un retardo la señal por protección a los E. A. Sé tenía un error de lectura de 100 a 10 m., pero hoy va no es así teniéndose errores de centímetros con su sistema diferencial. Está protección se alegaba que se podían instalar en cohetes nucleares y no se tendría ventaja al contraatacar.

Sus productos son fabricados en diferentes compañías a nivel mundial, son llamados pager, tienen forma de teléfonos celulares o de beepers, los cuales son económicos y a la fecha son muy usados comercialmente en la localización de automóviles de cualquier tipo, hay teléfonos celulares que traen integrado un GPS o equipos tan compactos como un reloj de mano, en fin en muchas áreas es usado.

Este sistema despliega la localización geográfica del lugar de uso con sus ríos, lagos, carreteras, aeropuertos, ciudades, etc. Se tienen proyectos en un corto plazo de poderse integrar servicios de banda ancha, es decir, paginas http de Internet con tecnologías de software especiales en Japón ya hay un sistema parecido, pero su tecnología es local.

Hoy en día existen otros tipos de proyectos para el comercio caliente, servicios de Internet (Teledesic, el dueño de Microsoft Billy Gate es el socio mayoritario) por medio de teléfonos celulares llamados de la 5° generación y con una plataforma unificada de 3° generación, fundamentalmente es en Europa, Rusia, Japón. En nuestros países subdesarrollados que compran está tecnología y solo se quedan al margen usando y creando tecnología que no es de vanguardia.

GLOSARIO

2D

Navegación en 2 dimensiones (latitud y longitud)

3D

Navegación en 3 dimensiones (latitud, longitud y altura)

Array

Un array es un conjunto de elementos. La antena que llevan los satélites son varias antenas helicoidales.

Banda S

Es un rango de frecuencias que se asigna para unas determinados sistemas.

BPSK (Binary Phase Shift Keying)

Es un esquema de modulación en fase.

Canal

Camino por el cual se transmite información (datos, voz, etc.)

Constelación

Es la flota de satélites que se encuentra en el espacio.

Cross Line

Es el traspaso de la señal por un satélite a otro cuando se mueven de forma natural por el efecto de movimiento alrededor de la Tierra.

Demodulación

Es la técnica inversa de la modulación. A partir de la señal recibida por el receptor la demodulación obtiene la información contenida en la señal.

Down Link

Es la señal amplificada, modulada, encriptada y orientada por el transpondedor del satélite hacia la Tierra, donde será recibida por el usuario

Efecto Doppler

Se refiere al cambio aparente en la frecuencia de un sonido cuando hay un movimiento relativo de la fuente y el oyente.

Efemérides

Las efemérides dan las posiciones de los satélites.

Estación Terrestre

Instalaciones terrestres desde donde transmiten y reciben señales para trabajar con el satélite.

Handover

Es el efecto que tienen los sistemas celulares terrestres de conmutar la llamada en curso al cambiar el móvil de célula en su desplazamiento.

LNA (Low Noise Amplifier)

Es un amplificador de bajo nivel de ruido para no degradar la calidad de la señal.

LNB

Convertidor de bloque de bajo ruido, es un dispositivo electrónico encargado de bajar la frecuencia que es adaptada por la antena receptora.

Modulación

Proceso mediante el cual los símbolos digitales son transformados en formas compatibles con el canal de comunicación.

Multiplexar

Transmisión de distintas señales a través de un mismo canal (FDMA y TDMA)

NAVSTAR-GPS (NAVation System and Ranging – Global Position System)

Es el sistema de navegación y rastreo del sistema de posicionamiento global.

Periodo

Es el tiempo que tarda el satélite en dar una vuelta completa a la Tierra.

Polarización

Es la manera en que está dispuesto el campo eléctrico de una onda de radio.

Polarización Horizontal

Onda de radio en la que el campo eléctrico es horizontal al campo magnético.

Polarización Vertical

Onda de radio en la que el campo eléctrico es vertical al campo magnético.

Potadora

Es una señal cuyas características (frecuencia, fase...) varían según la información que se quiere transmitir (señal moduladora). Según la cual las características de la portadora cambie la modulación, recibe un nombre u otro (frecuencia – FM, amplitud – AM).

Potencia Isotrópica Radiada

Potencia eficaz radiada, es la base de una técnica mediante la cual es determinada la intensidad de una señal transmitida, esto es que a partir de un punto radia la señal por igual en todas direcciones.

Pseudodistancias

Cuando medimos la distancia entre un satélite y el receptor realmente lo que medimos es esa distancia más algo que se debe a la derivada existente entre el reloj del satélite y el del receptor.

Secuencialmente

En está técnica primero recibimos la señal procedente de un satélite y luego la del resto (uno detrás de otro)

SNR

Es la relación señal a ruido. Es una medida de la calidad con la que llega la señal al receptor.

Transponder

Sistema electrónico de un satélite que recibe una señal proveniente de una estación terrena, y que le cambia su frecuencia, la amplifica y la retransmite a la Tierra.

TRANSIT

Es el primer sistema de navegación por satélite. Fue desarrollado por la marina de los EE. UU, y puede considerarse como el antecesor del NAVSTAR-GPS.

Tubo de Onda Progresiva

Amplificador electrónico especial para alta frecuencia en que ondas de muy alta frecuencia recorre un tubo, y al hacerlo se amplifica.

Up Link

Es la señal transmitida por una estación base o cualquier transmisor móvil con la suficiente potencia para poder alcanzar a cualquier satélite de la constelación que nos preste el servicio.

BIBLIOGRAFIA

- El Libro de las Comunicaciones del PC
Técnicas, programación y aplicaciones
Carballar, José A.
Ta-ma. Computer
- Telecomunicaciones Móviles
Serie Mundo Electrónico
Eugenio Rey (Coordinador)
Alfa Omega Marcombo, 1995
- Fundamentos de Antenas
Belotserkoyski
Marcombo, Barcelona – México, 1983
- Electronic Communication Systems
Fundamentals Through Advance
Tomasi, Wayne
Regents / Prentice Hall, 1988
- Sistemas de Comunicación Móvil
Lara Rodríguez, Domingo
Muños Rodríguez, David
Alfa Omega
- Introducción a los Sistemas de la Comunicación
Wesley, Addison
Iberoamericana
- Mobile Radio Technology
White, Gordon
Butter worth Heinemann
- Satellite Communications
Mobile and Fixed Services
Miller /Vucetie /Berry
Kluwer Academic Publishers
- Electronic Communications Techniques
Young, Paul H.
Prentice Hall
- Los Satélites de Comunicaciones
Ruiz de Angulo, J. J. G.
Marcombo

- Accesorios en Redes y Telecomunicaciones S. A de C. V.
ACERCOM
Derechos Reservados 1997.
- Comunicaciones Vía Satélite
Redetel
1999
- La Evolución en los Servicios Móviles: El Sistema UMTS
Jiménez Delgado, J, Telefónica Investigación y Desarrollo
Moreno Camacho, J, Telefónica de España
Alonso Frec. , E, Telefónica Móviles
UMTSFORUM.NET
Miércoles, 2 de mayo de 2001
- ¿Qué es el Iridium, el desafío tecnológico y comercial en el campo de las comunicaciones?
Fernández Benedetti, J. Manuel, Ing. Superior de Telecomunicaciones
Director de Ventas de Iridium Communications Germany
- Iridium Satellites
SKY & Telescope
Sky Publisher Corp. 1998
- La resurrección de Iridium
Unger, Tomas
Artículos y Reflexiones
Perú, jueves 17 de mayo de 2001.
- Iridium Cierra!! Los satélites serán bajados de órbita!
Space Views: The Only Publication of Space Exploration
17 de marzo del 2000
- Iridium se queda sin comprador
La revista electrónica de los usuarios de redes y sistemas de comunicación
Comunicaciones World
Marzo 2000
- Quebró Iridium
Diario Ti.Com
Publicada el 20.03.2000
- Equipos – Iridium
MOTOROLA, SATELLITE LLC SERIES AND ORIGINAL
2001

- Iridium, teléfonos que revolucionarán el mercado.
Viodelma Barrías, Panamá América
Martes 14 de abril de 1998
- Servicios Mundiales Iridium
Iridium Sudamérica Corp. Región Cono Sur
1998
- Satélites Móviles, Frecuencias de Bandas
Teledesic
2001
- El Sistema GPS
Fernández, Santiago
18-Octubre-99
- La pagina del GPS
Lanatta Rivarola César
Electro Top, 1999
- Servicios de Comunicaciones Móviles
Lucas Morea
Monografias.com
- DGPS services
OmniStar, TM
20/05/01
- Componentes del rastreador satelital del vehículo
Sticom TM de service Técnico Integral S. A.
2000
- Trimble How GPS Works - Funcionamiento del GPS
Pedro Gutovnik
Copyright TM 1996, 1997, 1998 19999
- NAVSTAR – GPS
Jesús Ángel, Valladolid, Ing. Telecomunicaciones, E.T.S.I.
20 de mayo de 2001.
- Redes VSAT – Gateway
IKUSI – Ángel Iglesias S. A.
2000

- Bases Teóricas, Productos, Subsistemas del GPS, Aplicaciones Cartográficas del GPS
Sistemas de Información Geográfica S. A de C. V, SIGSA
2000
- GPS amplían sus servicios al mundo de la publicidad y el turismo.
Se esperan millonarias inversiones comerciales de aquí al 2004
Marcelo Córdova
COPESA, Network Chile S. A.
- Mundo GPS – Políticas de Respaldo – Financiamiento
MundoGPS.COM
Barrabes Internet S. L. – Ctra. Zaragoza, Km 67 Instalaciones Walqa 22197
– Cuarte – (Huesca) – España
- Sistema de Navegación GPS – Localización para el Coche
A. D. M. Comunicaciones
2001
- Sistema de Ayuda a la Exploración Basada en GPS – Sistema GPS
AUVASA; Autobuses Urbanos de Valladolid S. A.
1999
- Comunicación Móvil
Mario Aguillon
Grupo Redsat, Redes Vía Satélite, S. A de C. V.
Julio 25, 2000
- Banda L
Marcelino Muñoz, José Luis Guyanés
Alcatel Space & Industria Espacial Rusa
14 de noviembre del 2000
- Satélites - Comunicaciones Móviles
TELECOMM –TELEGRAFOS
2000