

# CAPITULO III

## *Sistemas y Servicios Satelitales*



1. VSAT: Very Small Apertura Terminals
2. HISPASAT: Sociedad Española de Satélites
3. INMARSAT: International Maritime Satellite Communications
4. GPS: Sistema Global de Posicionamiento
5. INTELSAT: International Telecommunications Satellite
6. DBS: Direct Broadcast System Satellite
7. Sistema Solidaridad
8. Sistemas Morelos
9. Notas Bibliográficas

### 3.1. VSAT : Very Small Aperture Terminals

Las redes VSAT son redes privadas de comunicación de datos vía satélite que permiten el intercambio de información, a mayoría de los satélites se localizan en órbitas a 36000 Km. aproximadamente.

La órbita geoestacionaria permite que los satélites estén disponibles para todas las estaciones terrestres dentro de su "**footprint**"<sup>32</sup>, ya que el satélite se muestra estacionario con respecto a un punto en la tierra. El footprint del satélite incluye a todas las estaciones de la Tierra que tienen línea de vista hacia él y se encuentran dentro del patrón de radiación de las antenas del satélite.

El tamaño de la órbita geoestacionaria combinada con la velocidad de la propagación de la microonda crea un retardo en tiempo conforme la señal atraviesa la trayectoria tierra-satélite-tierra. Para este simple salto el retardo es de aproximadamente 250 milisegundos.

Las redes satelitales VSAT usualmente trabajan en las bandas C y Ku, siendo la banda C de tecnología más antigua que la banda Ku pero con plena vigencia de operación en la actualidad.

La banda Ku permite trabajar redes VSAT con diámetros de antenas y amplificadores mucho más pequeñas, típicamente de 1.2 m o menores a diferencia de los diámetros de las VSAT en banda C, típicamente de 1.8 y 2.4 m.

Las redes VSAT son diseñadas especialmente para usuarios que requieren comunicarse con puntos geográficamente dispersos en un gran territorio mediante microestaciones terrenas ubicadas según sus necesidades, con sus equipos informáticos, especialmente para aplicaciones de consulta y transacciones.

Este tipo de sistemas poseen ventajas y desventajas que permitirán visualizar de mejor manera su utilidad tomando en cuenta cada una de ellas para que el usuario elija de mejor manera la conveniencia o no de este tipo de redes en sus negocios o empresas.

- **Ventajas**

-  Gran poder de flexibilidad.

---

<sup>32</sup> **Foot print:** Se refiere a la sombra o huella.

- ☞ Fácil gestión de la red.
- ☞ Independiente de la distancia debido a la interconexión con el satélite.
- ☞ Cobertura Global e Inmediata.
- ☞ Fácil y rápida implantación en lugares de difícil acceso.
- ☞ Facilidad de adaptación a las diferentes configuraciones que pueden adoptar las redes VSAT según las necesidades de los usuarios.
- ☞ Facilidad de re configuración y de ampliación de la Red. El uso del satélite hace que se pueda establecer contacto con cualquier punto dentro de su área de cobertura con lo que los receptores pueden cambiar de ubicación sin más cambio que la orientación de su antena. Del mismo modo, la introducción de un nuevo terminal no afecta al funcionamiento de los demás.
- ☞ Gran fiabilidad, se suele diseñar para tener una disponibilidad de la red del 99.5% del tiempo y con una mínima tasa de error.
- ☞ Como ventaja económica ya que mantiene estabilidad en los costos de operación de la red durante un largo período de tiempo.
- ☞ Incremento en la productividad de las organizaciones. Al existir un centro de monitoreo y control de la red el tiempo medio de respuesta ante fallos de la red disminuye considerablemente. Por tanto la organización puede responder rápidamente a las peticiones de sus clientes gracias a un medio de comunicación fiable.
- ☞ En configuración en estrella las redes Satelitales VSAT, la capacidad es compartida por lo que el ancho de banda es mejor aprovechado por todas las estaciones terminales.
- ☞ Las estaciones Satelitales VSAT son pequeñas (1.8 m y 2.4 m de diámetro) y por lo tanto fácilmente transportables, a través de ellas pueden transmitirse comunicaciones de Datos, Voz y Fax, y permiten interconexión directa en ambientes WAN y LAN.

#### ▪ **Desventajas**

- ☞ La comunicación entre lugares remotos requiere doble salto Satelital.
- ☞ El retardo de propagación Satelital de 500ms por el doble salto puede ser problemático para ciertas aplicaciones.
- ☞ Toda la red VSAT depende de la disponibilidad del satélite. Si este se cae, toda la red se cae con él.
- ☞ Debido a que las redes VSAT es un sistema basado en satélites, éstos son sensibles a interferencias provenientes tanto de la tierra como del espacio.

### 3.1.1. Características

Todos y cada uno de los Sistemas de Comunicación Satelital poseen sus características propias, las mismas que permiten diferenciarlos entre sí y de esta manera saber los beneficios que pueden brindar cada uno. Las características principales de una Red VSAT son:

- Redes privadas diseñadas a la medida de las necesidades de las compañías que las adquieren y las usan.
- Aprovechamiento de las ventajas del satélite por el usuario de servicios de telecomunicación a un bajo coste y fácil instalación.
- Las velocidades disponibles generalmente son del orden de 56 a 64 kbps.
- Permite la transferencia de datos, voz y video.
- La red puede tener gran densidad (1000 estaciones VSAT) y está controlada por una estación central llamada HUB que organiza el tráfico entre terminales, y optimiza el acceso a la capacidad del satélite.
- Las bandas de funcionamiento suelen ser K o C, donde se da alta potencia en transmisión y buena sensibilidad en recepción.

### 3.1.2. Componentes de una estación VSAT

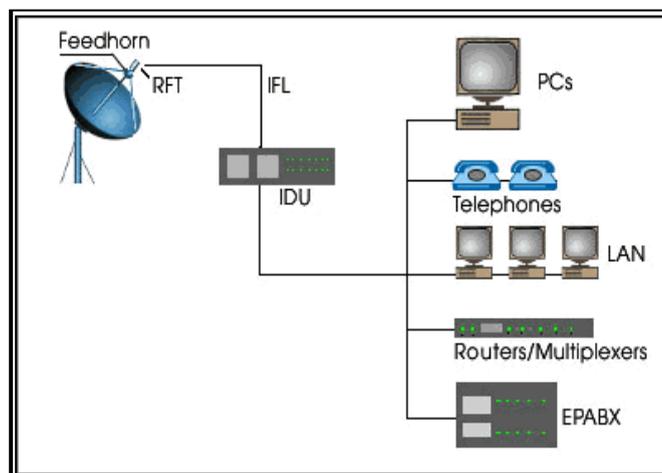


Figura 3.1 Componentes de una estación VSAT

Los elementos que componen una estación VSAT se los puede observar en la figura 3.1 y se les describe a continuación:

- ✓ **Unidad Exterior.**- Es el interfaz entre satélite y VSAT; está formado por una Antena y un **RTF** (*Transrecibidor de Frecuencia de Radio*). El tamaño de la antena es típicamente de 1.8 a 3.8 metros de diámetro, aunque también se usan antenas más pequeñas. El tamaño de la antena va de acuerdo a la amplificación que se le dé a la señal.
  
- 📁 **Feed Horn.**- Está montado en el marco de la antena en su punto focal por brazos de apoyo. El feed Horn se muestra en la siguiente figura:

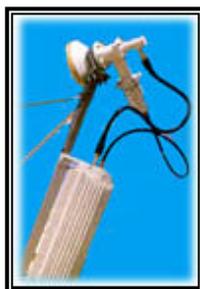


Figura 3.2 Feed Horn

Éste se encarga de dirigir la transmisión de la potencia hacia el plato de la antena o direccionar la potencia recibida en él. Hay que tomar en cuenta que el RFT está montado en el marco de la antena e interconectado al feedhorn como se puede apreciar a continuación.

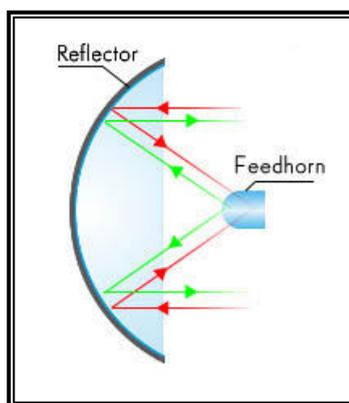


Figura 3.3 Conexión del RTF y el feed horn

- 📁 **Amplificadores bajos de ruido (LNA) y downconverters.**- Sirven para la amplificación y para una conversión baja de la señal respectivamente. Los LNA son diseñados para minimizar el ruido que se añade a la señal en la primera fase de conversión.
  
- 📁 **Amplificadores de alta potencia (HPA) y upconverters.**- También son parte del RFT y se usa para el upconverting y amplificación de la señal antes

de la transmisión. "Los conversores de Up/Down convierten la señal a frecuencia de la frecuencia intermedia (Normalmente 70 Mhz) y radio frecuencia"<sup>33</sup>.

De igual forma de debe tomar en cuenta los parámetros utilizados para evaluar la Unidad Exterior, estos son: La finura espectral del transmisor y del receptor para el ajuste de la portadora en transmisión y para sintonizar adecuadamente la portadora en recepción. PIRE es el que condiciona la frecuencia del enlace de subida y depende de:

- ☞ Ganancia de antena.
- ☞ Potencia de salida.
- ☞ Figura de mérito G/T, que condiciona la frecuencia del enlace de bajada.
- ☞ El ratio G/T depende de:
  - ☞ Ganancia de la antena.
  - ☞ Temperatura de ruido del receptor.
  - ☞ El diagrama de radiación de la antena, ya que la amplitud de los lóbulos secundarios (principalmente de los laterales) condiciona los niveles de interferencia recibida y producida.
- ☞ Temperatura ambiental de operación.
- ☞ Otros factores ambientales como humedad.

✓ **Unidad Interior.-** es el interfaz entre el VSAT y el terminal de usuario o una red Lan; los parámetros necesarios para especificar a la Unidad Interior son:

- ☞ Número de puertos
- ☞ Tipo de los puertos:

- Mecánicos
- Eléctricos
- Funcionales
- Procedurales

- ☞ Velocidad de los puertos. Es la máxima velocidad (bps) del flujo de datos entre el terminal de usuario y la unidad interior de VSAT en un puerto dado.

La unidad interior está formada por:

---

<sup>33</sup> Ref: <http://www.bhartibt.com/aboutvsatmatter.html>

- 🖨 **Moduladores.**- Se encargan de enviar la señal al RFT para amplificación y transmisión.
- 🖨 **Demoduladores.**- Reciben la señal desde el RFT en el rango de la FI y se la demodula.

Además la unidad interior determina los esquemas bajos de acceso en los que VSAT operaría; es una interfaz entre varios usuarios; realiza la conversión protocolar necesaria en los datos de entrada del cliente, modula y transmite al RFT; y, está especificado por la técnica de acceso, los protocolos manejados y el número de puertos de interface que soporta. VSAT ofrece una solución personalizada con servicios de VSAT "híbridos"<sup>34</sup>. Los servicios de VSAT híbridos integran métodos de acceso TDMA y DAMA/PAMA para aumentar al máximo los beneficios y minimizar los costos en la siguiente figura se muestra un esquema de lo que ofrece VSAT.

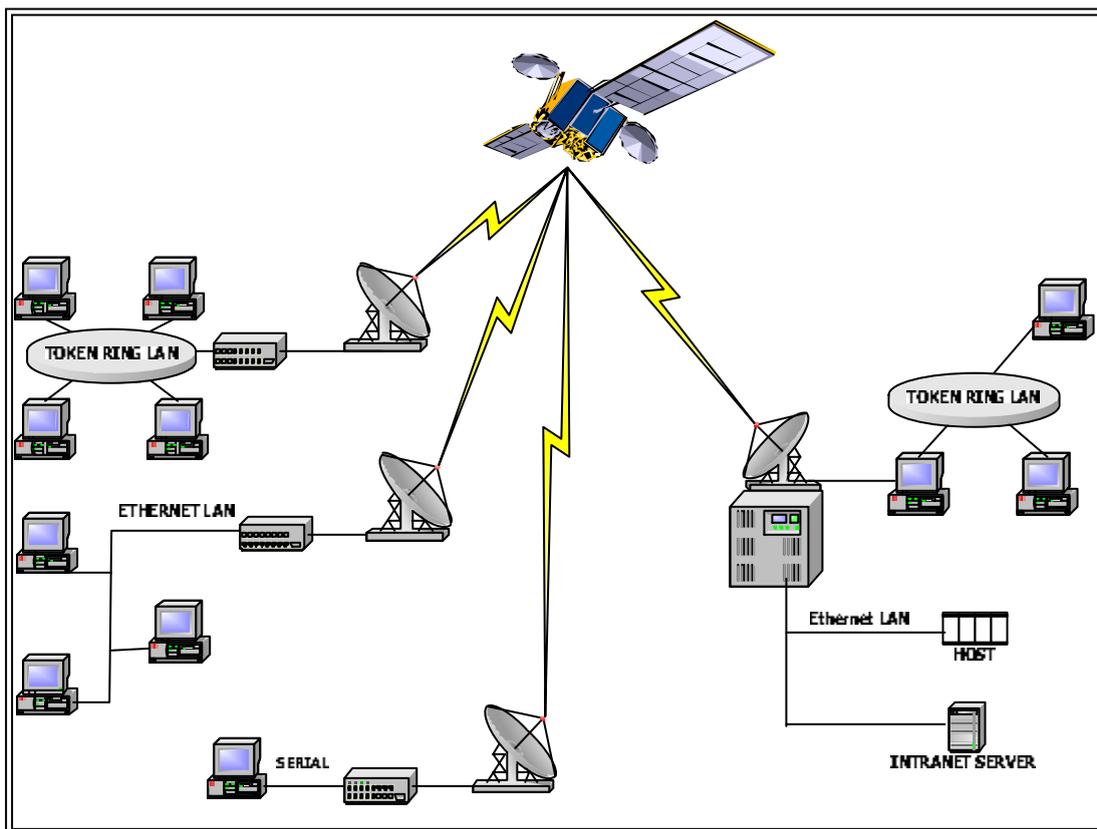


Figura 3.4 Servicios VSAT

<sup>34</sup> **Híbridos:** Se dice de todo lo que es producto de elementos de distinta naturaleza.

### 3.2. HISPASAT : Sociedad española de satélites

La red **HISPASAT** fue fundada el año de 1989, se dedica a gestionar los satélites del sistema español de telecomunicaciones y decide dotarse de un sistema de telecomunicaciones por satélite denominado **HISPASAT-92**, debido a la celebración del V centenario del descubrimiento de América.

El sistema está compuesto por dos satélites geoestacionarios funcionando simultáneamente, además de los componentes principales de un tercer satélite, listos para ser ensamblados en tierra en caso de pérdida de alguno de los dos primeros. Para controlar el sistema, se dispone de un Centro de Control y Seguimiento ubicado en el área geográfica de Madrid. HISPASAT, opera a través de sus tres satélites **1A, 1B y 1C**; uniendo Europa y América, principalmente, desde su posición orbital de 30° W, es el único sistema europeo que puede ofrecer servicios de telecomunicaciones por satélite a ambos lados del Atlántico entre dichos continentes.

La masa de lanzamiento de cada satélite 1A y 1B es de 2.100 Kg. Tiene 16 transponders de 55 w, con cobertura fundamentalmente sobre España y parte de Europa Central, 2 transponders de 110 w (FSS), para cobertura sobre América y 2 transponders de 40w para usos gubernamentales. La vida útil prevista para estos satélites es de 10 años y medio.

La alta potencia de los satélites Hispasat 1A y 1B permite ofrecer mejores prestaciones para difusión de Canales de TV Directa al hogar que el resto de los satélites que operan sobre España, mientras que el satélite 1C fue el último en ponerse en órbita, incorpora la banda Ku que permite la interactividad en los nuevos servicios vía satélite; duplica la capacidad del sistema, centrándose especialmente en Internet y en los diferentes canales de Televisión actuales.

Estos Satélites se pusieron en órbita en las siguientes fechas:

- 1992 se puso en orbita al HISPASAT 1 A.
- 1993 se puso en orbita al HISPASAT 1 B.
- 2000 se puso en orbita al HISPASAT 1 C.
- HISPASAT 1A y 1B fueron suministrados por la empresa **MMS** (Matra Marconi Space) y el HISPASAT 1C por la empresa Aerospatiale.

- El lanzador utilizado por Hispasat para el lanzamiento de los satélites 1A y 1B fue el **Ariane**, y el utilizado para el 1C fue el lanzador americano **Atlas II**.

La cobertura de este tipo de satélites es la siguiente:



Figura 3.5 Cobertura Iberia



Figura 3.6 Cobertura Europa



Figura 3.7 Cobertura América

HISPASAT ha logrado convertirse en la primera compañía europea de comunicaciones por satélite que obtiene una licencia para operar en Brasil, el mayor mercado para las telecomunicaciones de Latinoamérica. **ANATEL** (Agencia Nacional de Telecomunicaciones) de Brasil concedió a la empresa española el permiso para operar a través del nuevo Hispasat 1C en este país.

Grandes operadores de Telecomunicaciones españoles e Internacionales como: Telefónica, Retevisión, British Telecom, France Telecom, entre otros, utilizan estos satélites para brindar servicios de comunicación.

### 3.2.1. HISPASAT 1C

El satélite 1C incorpora la banda Ku permitiendo la interactividad en los nuevos servicios vía satélite. El 1C duplica la capacidad del sistema, centrándose especialmente en Internet y en los diferentes canales de Televisión actuales.

La puesta en órbita de este satélite garantiza la capacidad de comunicación y las mejores prestaciones para afrontar el crecimiento de los mercados audiovisual y de Internet en Europa e Iberoamérica.

El lanzamiento se lo realizó mediante un cohete Atlas II AS desde la base espacial Cabo Cañaveral (Florida), el día 3 de febrero de 2000.



Figura 3.8 Lanzamiento 1C

El objetivo del lanzamiento era obtener un aumento considerable de la capacidad de conexión digital entre la Península Ibérica, Iberoamérica y Europa. Este satélite se encuentra situado en una órbita geostacionaria de 30° Oeste una altura de 36.000 kilómetros de la Tierra.

Este satélite posee ciertas características, la más conocida es la emisión de TV vía satélite; además se conoce de su uso como enlace privado por parte de las TV (conexiones, retransmisiones en directo de evento de un lado del Atlántico al otro).

Posee otros servicios tales como: redes dedicadas, redes públicas y otras aplicaciones avanzadas.

Este satélite está compuesto de 22 transpondedores de alta potencia en banda Ku, además tiene tubos de onda progresiva de 110 W de potencia, flexibilidad en la conexión Europa - América, pudiendo ser utilizados la mayoría cubriendo cualquier cobertura (América Europa).

Su costo total en cuanto a diseño, construcción, lanzamiento, puesta en órbita, seguros y adaptación al centro de control es de 32.000 millones de pesetas. Fue construido por Alcatel Space en Francia y se demoró en construirse 23 meses aproximadamente.

Entre los servicios que brinda tenemos los siguientes:

- Televisión digital en España.
- Incrementar la oferta audiovisual entre Europa y América.
- Atender la demanda audiovisual y de acceso a Internet.
- Distribuye los canales Antena 3, TV1, La 2, TV 3 y Tele 5 y la totalidad de las emisoras de radio.
- La Agencia EFE y Europa Press utilizan Hispasat para difundir sus noticias; y los periódicos Marca, ABC y La Vanguardia para imprimir sus ediciones regionales.
- Sistemas de radiobúsqueda (100 %).
- La TV Cabo, de Portugal, transmite sus emisiones de televisión por cable y digital a través de Hispasat, cubre las Islas Azores completamente.
- Control ambiental: medición de la calidad de las aguas, detección de incendios forestales, y control de sistemas de riego, entre otros.

### **3.3. INMARSAT: International Maritime Satellite Communications**

Los sistemas INMARSAT fueron creadas en 1979 con el fin principal de brindar servicios de comunicación a usuarios móviles.

En principio fue diseñada para comunicaciones móviles en el mar, pero sus servicios de cobertura se ampliaron a comunicaciones móviles en tierra y aire, para su cobertura cuenta con satélites propios, sin embargo también renta servicios, e igualmente satélites de órbita baja, para una cobertura total a nivel mundial.

Los enlaces satelitales a través de INMARSAT se encuentran operando en la banda L, en la cual no es muy crítico el ruido: 1.635-1.645 Ghz para el enlace ascendente y 1.535-1.542 Ghz para el enlace descendente.

INMARSAT está formado por 84 países y constituye más de 100 compañías aproximadamente a nivel mundial y presta sus servicios a la comunidad marítima, ofreciendo aplicaciones como las siguientes:

- Aeronáuticas.
- Datos y comunicaciones multimedia
- Telefonía móvil terrestre en regiones aisladas

### 3.3.1. Comunicaciones

- ✓ **Comunicaciones en el mar.-** INMARSAT dicta las pautas para las comunicaciones marítimas, alrededor de 12000 buques en todo el mundo disponen de las mismas conexiones a las redes nacionales, teléfono, transmisión de datos, telex, correo electrónico y otros servicios de gran confiabilidad.
- ✓ **Comunicaciones en la tierra.-** Los equipos INMARSAT son móviles lo suficientemente pequeños y livianos como para que se puedan llevar en cualquier vehículo o transportarse en un maletín de mano operar en cualquier parte del mundo y en cualquier condición, es decir que no tiene limitaciones geográficas. Son sistemas especiales para aplicaciones en la industria del transporte, y para monitoreo y control remotos.
- ✓ **Comunicaciones en el aire.-** Los sistemas de comunicación en el aire han sido diseñados para cumplir la gama completa de comunicaciones requeridas por la aviación moderna como los siguientes:
  - ☞ Comunicación de voz y datos de alta calidad.
  - ☞ Telefonía global de marcación directa para los pasajeros.
  - ☞ Conexiones para **facsimile**, datos y **telex**.
  - ☞ Enlaces para el personal de cabina.
  - ☞ Enlaces automáticos, auxiliares de navegación.

En la figura siguiente se puede apreciar las comunicaciones de INMARSAT.



Figura 3.9 Comunicaciones de Inmarsat

De igual forma se tiene Terminales Móviles INMARSAT-A; un terminal móvil **INMARSAT-A** no es más que una pequeña estación terrena de satélite, la cual incluye una antena parabólica liviana de alrededor de 1 m. de diámetro que generalmente se dobla, una unidad electrónica, una interfaz para la fuente de energía, y una conexión para el telex y para teléfono de discado directo. Existen también conexiones estándar para agregar facsimil o un computador personal.

Los terminales montados sobre vehículos generalmente tienen antenas dinámicamente dirigidas que rastrean el satélite, independientemente del movimiento del vehículo. Los requerimientos de energía de los terminales INMARSAT-A se pueden suministrar a través de la corriente eléctrica comercial, por un generador o mediante una batería, para necesidades especiales existen terminales con opciones tales como:

- ☐ **Sistemas multicanales** que son capaces de manejar dos, cuatro ó seis llamadas simultáneamente.
- ☐ **Antenas más grandes** que pueden disminuir los cargos por llamadas cuando se enrutan a través de ciertas ETTs.
- ☐ **Transmisión de datos** a alta velocidad.

Mediante los terminales INMARSAT-A se puede transmitir informes desde cualquier parte del mundo, sin necesidad de depender de las redes locales o las comunicaciones terrestres, que a menudo están congestionadas o inactivas cuando surge la noticia.

El INMARSAT-A es la opción obvia para los periodistas en el campo, gracias a su teléfono DDI, y su capacidad para transmitir datos, facsimile y telex. Utilizando modernos equipos fotográficos digitales, el enlace también puede utilizarse para transmitir imágenes fijas de alta calidad.

Las comunicaciones a través de **INMARSAT-C** se manejan sobre la base del almacenamiento y la retransmisión de los mensajes. Los datos viajan en paquete vía satélite a la estación terrena seleccionada tan pronto se recibe el último paquete de datos, éstos se reensamblan y el mensaje completo se entrega a su destinatario en cuestión de minutos, utilizando las redes de telecomunicaciones ya existentes.

### 3.3.2. Estándares de INMARSAT

Cada uno de los estándares tiene un objetivo y un mercado distinto. En la figura 3.10 se puede visualizar cada uno de los estándares de INMARSAT.



Figura 3.10 Estándares de Inmarsat

La aparición de los diversos estándares se da por dos aspectos:

- ☐ Reducir el tamaño y precio de los terminales.
  - ☐ La seguridad marítima.
- ✓ **Inmarsat – A.** - Fue el primer sistema que entró en funcionamiento en 1982, es el primer sistema analógico de comunicaciones vía satélite y ofrece los siguientes servicios:

- ☐ Telefonía
- ☐ Fax
- ☐ Telex
- ☐ Correo electrónico y,
- ☐ Transferencia de datos hasta 9.6 kbps

Su terminal es una pequeña estación terrena de comunicación satelital independiente que está formada por una antena parabólica, unidades electrónicas, alimentación, conexiones para teléfono, fa, telex, Pc, etc. En el mercado están disponibles dos tipos de terminales:

- ☐ Marítimo
- ☐ Móvil-terrestre

El **Terminal Marítimo** posee una antena que está en una cápsula de cristal reforzado con plástico. El resto de los elementos están incluidos dentro de la unidad; en cuanto al direccionamiento hacia el satélite y la estabilización se realiza electrónicamente.



Figura 3.11 Terminal Marítimo

El **Terminal Terrestre** consta de una o dos maletas con una antena parabólica plegable de aproximadamente un metro de diámetro. El equipo pesa entre 20 y 50 Kg. y se alimenta a través de baterías, mientras que el direccionamiento del satélite se realiza manualmente.



Figura 3.12 Terminal Terrestre

### 3.4. GPS: Sistema Global de Posicionamiento

GPS es un sistema satelital basado en señales de radio emitidas por una constelación de 24 satélites activos en órbita alrededor de la tierra a una altura de 20.000 Km. aproximadamente, estos satélites proporcionan datos de posiciones, velocidad y tiempo; precisas en tres dimensiones. Fue fundado y controlado por el departamento de Defensa de los Estados Unidos. A pesar de que existen miles de usuarios civiles de GPS a escala mundial, el sistema se diseñó y fue operado por el ejército de los E.E.U.U.

Este sistema se encarga de proporcionar señales del satélite codificadas que pueden procesarse en un receptor GPS, permitiendo al usuario el conocimiento de su posición, velocidad y tiempo; se usan cuatro señales de satélite GPS para calcular su posición en tres dimensiones y el factor de compensación de tiempo en el reloj del receptor.

El sistema permite el cálculo de coordenadas tridimensionales que pueden ser usadas en navegación o mediante el uso de métodos adecuados, para determinar las mediciones de precisión, ya que está provisto de receptores que captan las señales emitidas por los satélites.

La constelación operacional GPS orbita la tierra en 12 horas. Hay a menudo más de 24 satélites operacionales así como otros nuevos que se lanzan para reemplazar satélites más viejos. La "**altitud**"<sup>35</sup> de la órbita es tal que los satélites repiten la misma ruta y

<sup>35</sup> **Altitud:** Distancia vertical de un punto de la tierra respecto al nivel del mar.

se combinan para pasar aproximadamente encima de cualquier punto cada 24 horas tomando en cuenta que esto ocurre cada 4 minutos antes cada día. Existen seis planos orbitales, igualmente espaciados (60 grados), e inclinados a aproximadamente cincuenta y cinco grados con respecto al plano ecuatorial.

La posición del receptor es conocida a partir de las coordenadas de los satélites y las distancias medidas a por lo menos cuatro satélites, mediante una intersección espacial. La distancia a cada satélite es determinada haciendo uso de la fórmula:

$$d = c * Dt$$

En donde c corresponde a la velocidad de la luz en el vacío y Dt el tiempo de recorrido de la señal desde el satélite hasta el receptor. Evidentemente se necesita proveer al sistema de un mecanismo de medida de tiempo.

Debido a que no se puede tener un reloj perfecto, tanto los relojes en el receptor y en el satélite poseen un error que afectará la distancia medida. De igual manera ya que el intervalo de tiempo es calculado a partir de dos relojes distintos, con errores diferentes, es que se usa el término de pseudo-distancias para hacer referencia a las distancias medidas.

#### 3.4.1. Satélites GPS y estaciones de rastreo

Los sistemas GPS se conforman por varios segmentos, a continuación se detalla cada uno de ellos:

- ✓ **Segmento espacial.-** este segmento se refiere a la constelación de satélites. El segmento espacial del sistema consiste en los satélites GPS, éstos envían señales de radio desde el espacio, la Constelación Operacional GPS consiste en 24 satélites que orbitan la tierra cada 12 horas. La cobertura global de entre cuatro a ocho satélites simultáneos en cualquier momento con una elevación de 15° ha sido una de las metas fundamentales que se han tratado de establecer por los diseñadores e implementadores de GPS. Esto puede ser logrado mediante la planificación de una constelación adecuada de satélites que hagan cumplir la condición deseada.
- ✓ **Segmento de Control.-** este segmento se encarga de monitorear y controlar todo el sistema. *"Es un sistema de estaciones de rastreo localizadas alrededor del*

*mundo*"<sup>36</sup>. Las estaciones de control miden las señales procedentes de los satélites y son incorporadas en modelos orbitales para cada satélite. Cada satélite envía posteriormente subconjuntos de estas informaciones a los receptores de GPS mediante señales de radio.

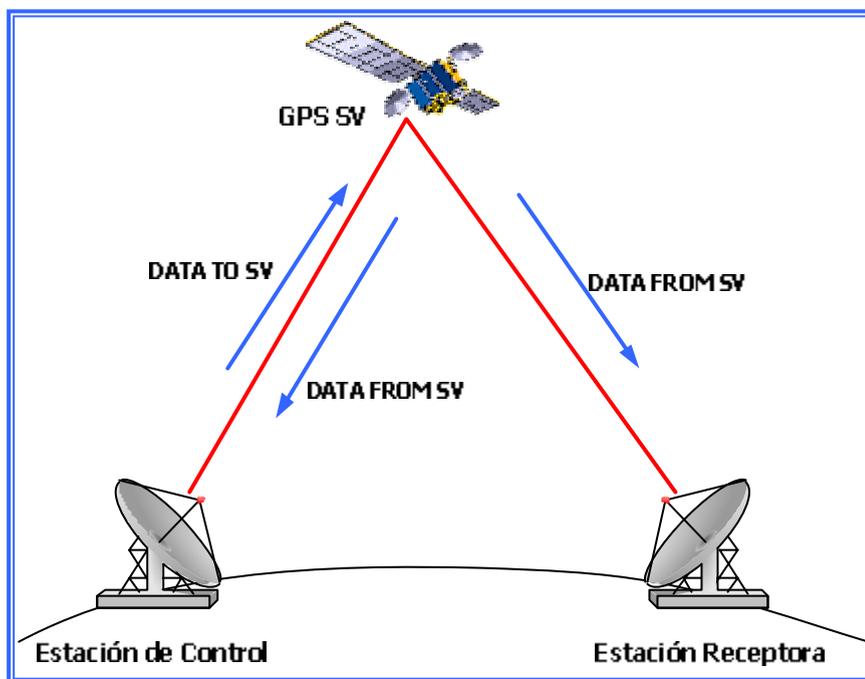


Figura 3.13 Control GPS

- ✓ **Segmento del Usuario.**- este segmento es el que está formado de los distintos tipos de receptores. Lo forman los receptores y la comunidad de usuarios. Los receptores convierten las señales recibidas de los satélites en posición, velocidad y tiempo estimados. Se requieren cuatro satélites para el cálculo de la posición en cuatro dimensiones X, Y, Z y tiempo. Los receptores son utilizados para navegación, posicionamiento, estimaciones temporales y otras investigaciones. La navegación en tres dimensiones es la función principal del GPS. Se construyen receptores GPS para aeroplanos, embarcaciones, vehículos terrestres y equipos portátiles de pequeño tamaño.

El posicionamiento preciso es posible usando receptores en posiciones de referencia proporcionando datos de corrección y posicionamiento relativo a receptores remotos. Vigilancia, control geodésico y estudios de las placas tectónicas son ejemplos.

<sup>36</sup> Ref: <http://iqscb.jpl.nasa.gov/newformats.html>

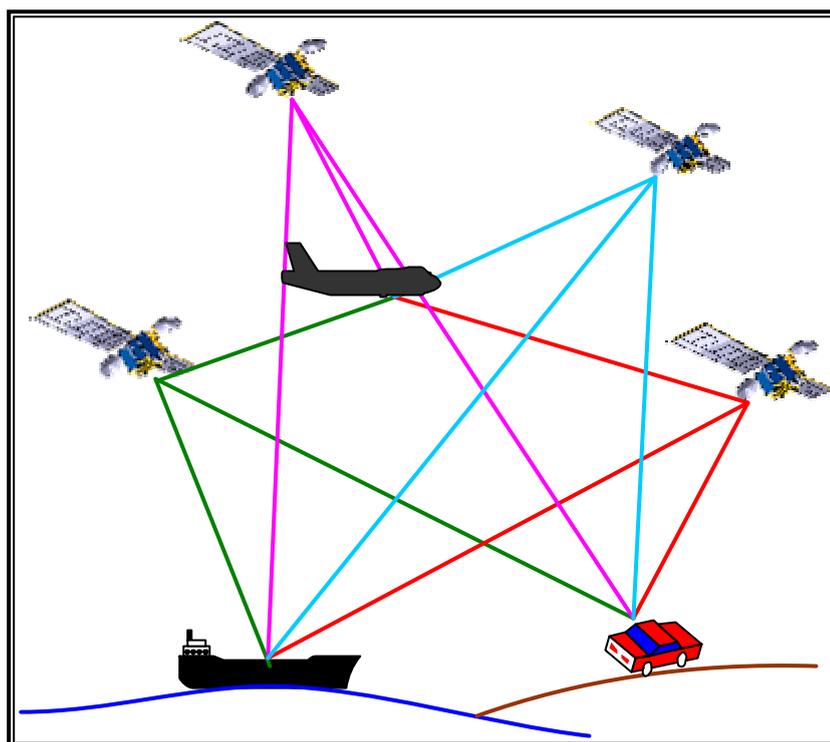


Figura 3.14 Navegación GPS

Las aplicaciones de tiempo y estabilización de frecuencia se basan en la precisión de los relojes que incorporan los satélites y que son monitorizados continuamente por las estaciones de control. Los satélites actuales incorporan cuatro relojes atómicos, dos de Rubidio y otros dos de "**Cesio**"<sup>37</sup> que ofrecen una estabilidad de frecuencia equivalente a un error de un segundo en 30.000 años.

Los observatorios astronómicos, sistemas de telecomunicaciones, sincronización de centrales eléctricas y laboratorios de certificación pueden obtener señales de tiempo y frecuencia de alta precisión mediante receptores especiales de GPS.

### 3.4.2. Servicios de Posicionamiento GPS

Los Servicios de Posicionamiento GPS especificados en el Plan Federal de Radio Navegación son:

- ✓ **Servicio de Posicionamiento Preciso (PPS).**- Este servicio es usado por los usuarios autorizados con equipo de criptografía, claves y receptores equipados,

<sup>37</sup> **Cesio:** Elemento químico, escaso en la corteza terrestre, se encuentra en aguas minerales y en las cenizas de algunas plantas.

especialmente ciertas agencias del gobierno y usuarios civiles aprobados por el Gobierno de los E.E.U.U usan este servicio.

La exactitud predecible es:

- ☞ 22 metros la exactitud Horizontal
- ☞ 27.7 metros la exactitud vertical
- ☞ 200 nanosegundos la exactitud de tiempo (UTC)

- ✓ **Servicio del Posicionamiento normal (SPS).**- Los usuarios Civiles alrededor del mundo utilizan el SPS sin cargo o restricciones. La mayoría de los receptores es capaz de recibir y utilizar las señales de SPS.

SPS presenta la Exactitud Predecible de la siguiente manera:

- ☞ 100 metro la exactitud horizontal
- ☞ 156 metro la exactitud vertical
- ☞ 340 nanosegundos de exactitud

Estas exactitudes del GPS figuran en el Plan Federal de Radio Navegación. Las apreciaciones son 95% exactas, y expresa el valor de dos desviaciones normales: de error radial de la posición de la antena a la totalidad de estimaciones de la posición tomando en cuenta las condiciones un ángulo bajo de elevación del satélite especificado.

### 3.4.3. Señales de los GPS

El Mensaje de navegación del GPS consiste en bits de datos etiquetados en tiempo, se encargan de marcar tanto el tiempo de transmisión de cada **subframe** como en el momento que son transmitidos por el SV. "Un frame de bits de datos consiste en 1500 bits divididos en cinco subframes de 300 bits"<sup>38</sup>. Un **frame** de datos se transmite cada treinta segundos. Los subframes de los tres y seis segundos contienen los datos de órbita y reloj. Las correcciones del reloj de SV se envían en el subframe uno y conjunto de datos preciso de la órbita del SV que son los parámetros de datos de "**efemérides**"<sup>39</sup> que se envían en los subframes dos y tres. Los subframes cuatro y cinco son utilizados para transmitir páginas diferentes de datos del sistema. Un conjunto entero de veinticinco frames es decir 125 subframes constituye el Mensaje de la Navegación

---

<sup>38</sup> Ref: <http://igscb.jpl.nasa.gov/newformats.html>

<sup>39</sup> **Efemérides:** Referente al lugar donde se anotan anualmente las coordenadas de los planetas y estrellas respecto al ecuador.

completo que se envía en de un periodo de 12.5 minutos. Los frames de Datos poseen 1500 bits se envían cada treinta segundos. Cada frame consiste en cinco subframes.

Los subframes de bits de contienen bits de paridad que permiten verificar los datos enviados y una corrección de errores limitada.

La cobertura que poseen estos sistemas se puede observar en la siguiente figura:

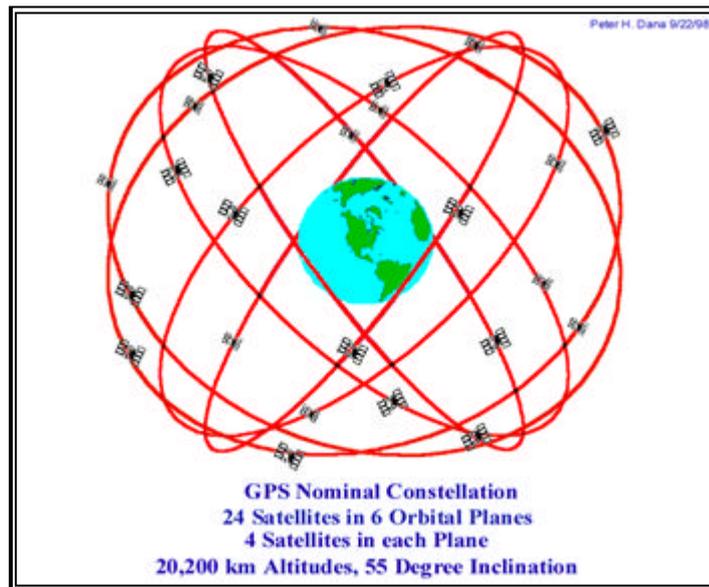


Figura 3.15 Cobertura GPS

Los parámetros de datos de efemérides describen las órbitas de los SV para pequeñas secciones de las órbitas del satélite. Normalmente, un receptor acumula nuevos datos de efemérides cada hora, pero puede utilizar datos almacenados de cuatro horas sin provocar mucho error. Los parámetros de efemérides se usan con un algoritmo que calcula la posición del SV para cualquier tiempo dentro del período orbital descrito por el conjunto de parámetro de efemérides.

### 3.5. INTELSAT: International Telecommunications Satellite

La **ITSO** (International Telecommunications Satellite Organization), es una empresa que se encarga de conectar a las naciones y a los negocios en todas partes, de manera fiable, ofreciendo Internet, radiodifusión, telefonía y servicios de red corporativos para administrar compañías en más de 200 países y territorios alrededor del mundo. Los usuarios y clientes son partícipes de su experiencia, infraestructura y confiabilidad, además esta empresa se compromete a ayudar en el alcance de nuevas metas de rendimiento, inspirados en nuevas conexiones alrededor de todo el mundo. INTELSAT

es creada en el año de 1964, gracias a un tratado internacional firmado por John F. Kennedy en 1963. Seguidamente el 6 de abril de 1965 se lanza **INTELSAT1** - satélite Early Bird, sobre el Atlántico, utilizado para las aplicaciones prácticas y uso de tecnología espacial en el clima y las comunicaciones. En el año 1969, INTELSAT permitió al mundo observar la caminata lunar por TV. Luego de unos años, en 1974, se realiza la primera transmisión de voz digital internacional y, luego en 1978, permitió que 42 países pudieran ver la copa mundial de Fútbol. En la década de los 80, se produjo el lanzamiento de los satélites de las series **INTELSAT V y VI**.



Figura 3.16 Construcción del Satélite

INTELSAT ha tenido distintas versiones de satélites durante todo este tiempo desde que apareció en el año 1974, aparecieron INTELSAT 1, 2, 3, 4A, 5, 5A, 6, 7, 7A, 8, 8A y K.

El satélite **INTELSAT K** se caracteriza por su forma cuadrada, se encuentra en una órbita geoestacionaria; posee 2 paneles solares articulados largos los que proveen

4800W, 16 transponders para la banda Ku; los cuales pueden ser configurados como 32 canales de TV de alta calidad; permitiendo al acceso a antenas de tierra de diámetros de 1.2 m o menores.

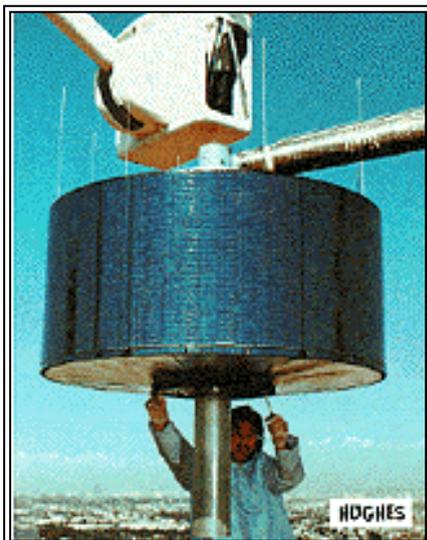
A continuación se muestra una tabla que contiene las características de algunas de estas versiones:

**Características de los Satélites INTELSAT**

| Satélite        | Fabricante           | Órbita | Forma espacial                           | Diámetro    |
|-----------------|----------------------|--------|--|-------------|
| INTELSAT 1 y 2  | Hughes               | GEO    | Circular tipo cilindro                   | 0.7 metros. |
| INTELSAT 3      | TRW                  | GEO    | Circular tipo cilindro                   | 1 metro     |
| INTELSAT 4 y 4A | Hughes               | GEO    | Circular tipo cilindro                   | 2.4 metros  |
| INTELSAT 5      | Ford Aerospace       | GEO    | 3 ejes establecidos a 0.5° usando ruedas | 1.8 metros  |
| INTELSAT 5A     | Ford Aerospace       | GEO    | 3 ejes establecidos a 0.4° usando ruedas | 2.1 metros  |
| INTELSAT 6      | Hughes               | GEO    | Presenta una estructura telescópica      | 3.6 metros  |
| INTELSAT 7 Y 7A | Loral Spaces Systems | GEO    | 3 ejes establecidos, 2 paneles polares   |             |
| INTELSAT 8 Y 8A | Martín Marieta       | GEO    | 3 ejes establecidos, 2 paneles polares   |             |
| INTELSAT K      | GE Astro Space       | GEO    | Basado en la serie 5000 buy              |             |

**Tabla 3.1 Características de los Satélites INTELSAT**

Seguidamente se muestra las imágenes de los satélites INTELSAT:



**FIGURA 3.17 INTELSAT 2**



**FIGURA 3.18 INTELSAT 4A**



Figura 3.19 INTELSAT 8A



Figura 3.20 INTELSAT K

### 3.5.1. Cobertura de los satélites

La cobertura de estos sistemas ha ido creciendo con el pasar del tiempo, y está cubriendo gran parte del mundo, permitiendo de esta manera que el usuario pueda acceder a información de cualquier parte del mundo, las áreas de cobertura de estos sistemas se muestran a continuación:

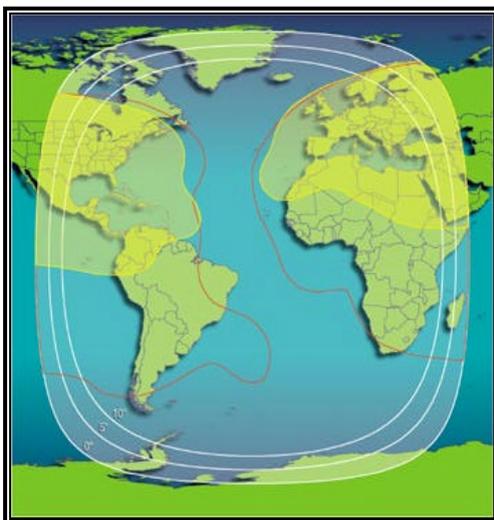


Figura 3.21 INTELSAT 511 a 330°

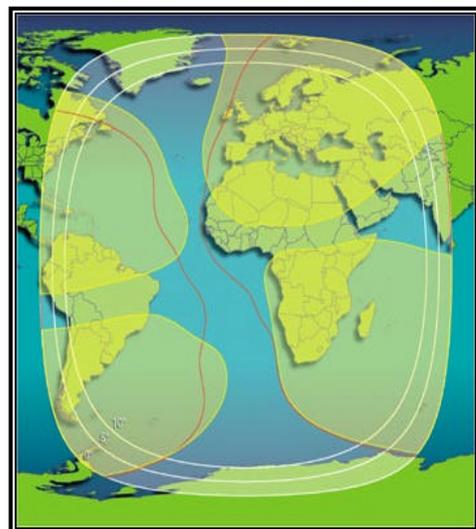


Figura 3.22 INTELSAT 701 a 300°

Las telecomunicaciones por satélite están brindando más posibilidades de adaptación y de ahorro que cualquier otro medio. Los avances tecnológicos recientes están poniendo el equipo al alcance de más usuarios, y las empresas acuden a INTELSAT para conseguir una proyección mundial y una ventaja estratégica.

El mercado latinoamericano continúa siendo una de las zonas de más actividad con respecto al servicio **IBS** (Intelsat Business Service), que se ha triplicado frente al nivel de 1990, en 25 países de la Región.

El emplazamiento de los satélites **INTELSAT VII y VII-A**, brinda más oportunidades, ya que estos satélites aumentan la potencia de los haces pincel en las bandas C y Ku, con niveles de PIRE lo suficientemente elevados para las operaciones a través de las antenas VSAT / USAT más pequeñas del mercado, reduciendo el costo del segmento terrestre correspondiente.

El INTELSAT 515 permite tener una vista de la tierra desde 35782 Km  $0^{\circ}55'S$   $37^{\circ}53'W$  aproximadamente y se muestra de la siguiente manera:



Figura 3.23 Vista de la Tierra desde INTELSAT 515

INTELSAT ha comprado nueve satélites de la serie VII/VIIA y cinco **INTELSAT VIII**, de los cuales por lo menos seis atenderán a la región latinoamericana desde las ubicaciones orbitales a  $307^{\circ}E$ ,  $310^{\circ}E$ ,  $329^{\circ}E$ ,  $338,5^{\circ}E$ ,  $342^{\circ}E$ , y  $359^{\circ}E$ .

Los cuarenta países y territorios que tienen acceso en la región al sistema INTELSAT, a través de unas 365 estaciones terrenas internacionales, varían considerablemente en sus volúmenes de tráfico y necesidades en materia de servicios.

Cientos de estaciones terrenas regadas en todo el mundo son el elemento esencial en la conectividad global y los servicios que ofrece INTELSAT. Estas estaciones incluyen antenas, amplificadores, receptores, módems y equipos de prueba. Dependiendo del tamaño y servicio de las estaciones terrestres, los parámetros técnicos deben ser

dimensionados para estar dentro de un estándar particular de INTELSAT, el estándar presenta las siguientes características:

Estaciones terrenas que involucran a toda la estación como conjunto.

Sistemas de antena que son los encargados de buscar la estabilidad del PIRE.

Modelos de antena se prueba la G/T, el PIRE y la estabilidad de frecuencia.

### 3.5.2. Servicios

INTELSAT es una red que presta varios servicios los cuales han servido para el adelanto de la tecnología, y son los siguientes:

- ✓ **Banda Ancha VSAT.-** este servicio posee un ancho de banda dinámico en las bandas Ku y C, es una solución para voz, datos, multimedia e Internet de alta velocidad usando IP, Frame Relay, ATM, entre otros.
- ✓ **Internet.-** el usuario final se conecta al ISP local, el mismo que provee un acceso a un "**NAP**"<sup>40</sup>, ésta a su vez se conecta al backbone de Internet que es el encargado de enviar el mensaje a otro NAP para suministrar la información al usuario. Seguidamente el NAP rutea el mensaje al servidor ISP, y éste envía el mensaje al usuario.
- ✓ **Servicio de Video.-** INTELSAT posee un sistema global de satélites compuesto de 17 naves. Estos satélites pueden ser utilizados para transmitir datos, video y sonido en formato digital o análogo, desde y a cualquier lugar en el mundo. El ancho de banda a escogerse va desde los 100 Khz. hasta los 150 Mhz.
- ✓ **DTH.-** (Direct To Home), trabaja con la banda Ku y maneja antenas pequeñas de 45 cm. de diámetro.
- ✓ **SMATV.-** (Satellite Master Antenna Television), trabaja con la banda C y con antenas de 1.5 a 2 metros.
- ✓ **Servicio de Voz y Datos.-** INTELSAT brinda un servicio de teléfono, fax, videoconferencia, internet y tráfico multimedia que gracias a estos sistemas entra en cualquier país del mundo, además es posible generar un sinnúmero de

---

<sup>40</sup> **NAP:** Network Access Point, nodo de una gran red que une varios backbones para salir a Internet.

aplicaciones que permiten acceder a información de toda índole y realizar actividades que antes no se hacían, a continuación se anotan algunas de ellas:

- ☒ Proveedores de servicios de telefonía de larga distancia
- ☒ Verificación y autorización de débitos internacionales
- ☒ Reservaciones transcontinentales.
- ☒ Facilitar las operaciones globales que realizan las grandes compañías petroleras internacionales.
- ☒ Distribución de la información de periódicos internacionales, para su impresión simultánea en varios países.
- ☒ Prevención de desastres.

Las videoconferencias mediante el servicio IBS de uso ocasional de INTELSAT se han multiplicado substancialmente en los últimos años; algunos países prestan servicios regularmente de videoconferencias y varias organizaciones han instalado estudios que se usan exclusivamente para tales fines. El satélite INTELSAT 513 situado a 307° E, proporciona servicios a más de 1000 clientes de IBS de 34 países con conectividad a las Américas y Europa.

### 3.6. DBS: Direct Broadcast System Satellite

Definimos el servicio DBS como aquel servicio que distribuye una señal de audio, video o datos sobre una extensa zona predeterminada, haciendo uso de sistemas especialmente concebidos para ello, permitiendo la recepción con terminales de pequeño diámetro (60 cm. para TV). Por su privilegiada posición espacial, los satélites son más adecuados para la difusión directa hacia terminales de usuario, ya que esto permite una conexión instantánea con una extensa zona.

A principios de los años 80 en EE.UU. se empezó a desarrollar proyectos para la difusión directa de TV por todo el país, pero esto no fue posible ya que existe mucha competencia en el mercado televisivo de EE.UU., así como la no idoneidad de los satélites en funcionamiento, pensados para servicios fijos. Sin embargo, la proliferación de equipos receptores de usuario para captar los canales de servicio fijo que las redes de CATV usan para distribuir la señal hacia las cabeceras asociadas, demuestra que existe un mercado para el servicio DBS.

Los sistemas DBS tienen mucho éxito en aquellos países desarrollados donde las redes CATV no tienen suficiente implantación.

El sistema DBS utiliza un espectro de frecuencias de 10.7-11.7 Ghz generalmente de la Banda Ku. En estos sistemas se requiere de antenas pequeñas, lo cual disminuye su directividad.

Para conseguir una mayor protección frente a interferencias y ruido térmico se aplica polarizaciones cruzadas y desplazamientos en frecuencia, con el fin de que la banda para DBS de una región esté dividida en canales que proporcionen esta doble protección.

Existen ciertas ventajas de este tipo de sistemas las cuales han influido mucho en las decisiones de ciertas empresas para utilizarlos:

- ✓ **Más elección.**- DBS ofrece un elemento muy importante como es la competitividad. Esto no ocurre en la utilización de Cable.
- ✓ **Acceso rural.**- En algunas zonas rurales las redes de cable no están disponibles, mientras que el DBS al ser un servicio por satélite puede alcanzar estas zonas.
- ✓ **Servicio fiable.**- El servicio de cable depende de que no hayan caídas en la red o de que no se rompa algún cable. El servicio DBS sólo puede verse afectado por un tiempo meteorológico muy severo o por interferencias solares durante los equinoccios, lo cual es raro.

Actualmente se fabrican tres tipos de estaciones receptoras:

- ✓ **Instalaciones para viviendas unifamiliares.**- Son las instalaciones más simples y flexibles, ya que son para un único usuario, este tipo de instalaciones puede incluir el equipo necesario para que se pueda orientar automáticamente la antena hacia cualquier satélite dentro de un arco de unos 180° y recibir cualquier canal emitido por este satélite.
- ✓ **Instalaciones para comunidades de vecinos.**- son muy comunes en varias ciudades de EE.UU. Estas instalaciones son más complejas al tener que servir a un mayor número de usuarios, lo que implica que para recibir varios canales se necesitan varias unidades conversoras.

- ✓ **Instalaciones profesionales para estaciones de cabecera de redes de CATV.-** Estas instalaciones son las más complejas y requieren antenas de gran diámetro.

La instalación unifamiliar consta de: **antena, alimentador, LNB y una unidad interior** que hace las funciones de demodulador de F.I. del canal deseado y modulador de R.F. en un nuevo canal.

La instalación para una comunidad de vecinos consta de un número de elementos mayor, al hacerse necesario demodular continuamente todos los canales que se quieren recibir y amplificar a todos los canales de R.F. generados. El análisis detallado de cada uno de estos elementos se describe a continuación:

- ☞ **Antena.-** La antena de reflector parabólico se ha convertido en el símbolo del receptor terreno en un sistema de transmisión de señales de TV vía satélite, ya que su misión es captar las señales emitidas por el satélite y concentrarlas en el alimentador. Las antenas se eligen con el tamaño mínimo para que la señal recibida llegue a los mínimos requeridos por los equipos de instalación.

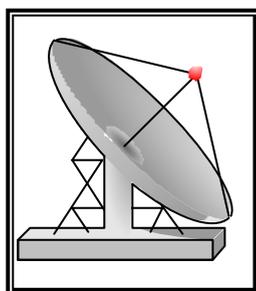


Figura 3.24 Antena

- ☞ **Alimentador.-** El alimentador se encarga de *"recoger las microondas concentradas en el foco de la parábola y pasarlas al elemento siguiente"*<sup>41</sup>. El alimentador permite recibir las polaridades que llegan a la antena, las cuales son separadas más adelante. Para separar las polaridades más usuales como son la polarización lineal, vertical y horizontal hay dos tipos de dispositivos: uno para instalaciones de vecinos: ortomodo, y otro para instalaciones unifamiliares: polarrotor.

<sup>41</sup> Ref: [http://www.upv.es/satelite/trabajos/Grupo8\\_99.00/DBSnow.html#1.1](http://www.upv.es/satelite/trabajos/Grupo8_99.00/DBSnow.html#1.1)

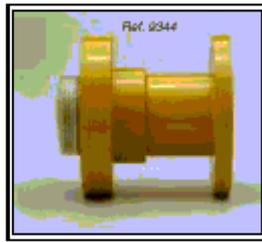


Figura 3.25 Alimentador

- 📄 **Polarrotor.-** Se encarga de la recepción de las dos polaridades utilizando un solo convertidor LNB. Su funcionamiento se basa en el giro de  $90^\circ$  de una sonda situada en su interior. Entonces se pierde los canales de la otra polaridad y de esta manera ya no puede utilizarse en instalaciones colectivas.
  
- 📄 **Ortomodo.-** Este elemento es el encargado de la recepción simultánea de señales con polarización vertical y horizontal mediante la utilización de un repartidor de guías de onda en el que una de las guías se gira  $90^\circ$ . A él se tendrá que conectar dos convertidores LNB, uno para cada polarización.
  
- 📄 **LNB.-** Son convertidores que se encargan de convertir en bloque las señales a una frecuencia intermedia situada entre 950 y 1750 Mhz con un bajo factor de ruido. Además de realizar la conversión, estos dispositivos tienen una elevada ganancia por lo que permite que se les conecte a un número elevado de unidades interiores de conversión sin necesidad de un amplificador auxiliar.

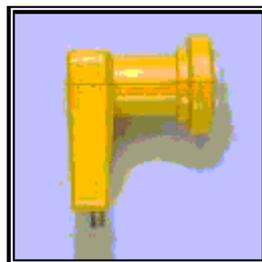


Figura 3.26 LNB

- 📄 **Dispositivo multisatélite.-** Este elemento es auxiliar y se le usa para acceder a varios satélites sin necesidad de redireccionar la antena ya que se encarga de redireccionar el haz de la antena de una manera proporcional al desplazamiento del bloque de alimentación, el cual engloba todos los

elementos anteriores y está situado en el foco de la parábola. Se puede observar en la figura siguiente un dispositivo multisatélite.

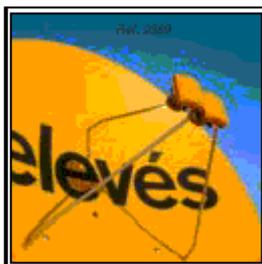


Figura 3.27 Dispositivo multisatélite

- 📁 **Actuador lineal o tracker.-** es un dispositivo de orientación automática que se encarga de proporcionar el movimiento necesario para poder rastrear con el disco parabólico un arco celeste de unos  $180^\circ$  y memoriza la posición de la antena necesaria para captar la señal de cada uno de los satélites situados en ese arco. El **tracker** se compone básicamente de un brazo telescópico que se extiende y contrae comandado por una unidad de control computarizada.
  
- 📁 **Unidad interior individual.-** Esta unidad se encarga de realizar las funciones de sintonía y de modulación dentro de un canal específico dentro del bloque de canales recibidos del LNB en la primera conversión a F.I. Esta unidad se compone de las siguientes etapas:
  - 📁 Conversor de 1ª F.I a 2ª F.I.
  - 📁 Demodulador
  - 📁 Procesado de vídeo
  - 📁 Modulador de R.F.
  - 📁 Control de dispositivos externos.
  
- 📁 **Repartidores de F.I.-** La salida de los LNB va a repartidores de F.I. a cuya salida se conectan unidades interiores sintonizadas a los canales que se quieren recibir.
  
- 📁 **Unidades interiores mono canales.-** Funcionan como las unidades individuales pero sintonizadas a un solo canal. Constan de tres bloques básicos:
  - 📁 Demodulador
  - 📁 Procesador de audio-video.

Modulador de R.F.

Los sistemas DBS permiten que un usuario acceda a una gran cantidad de información de distinta naturaleza, video, audio y datos. Para que el sistema sea eficiente y no se llegue a una saturación del espectro, se han de emplear métodos de compresión de la información. Estos métodos permiten detectar y corregir errores en la transmisión. El método más utilizado en los sistemas DBS es el MPEG-2, pues es el método de compresión de audio y vídeo por excelencia.

### 3.6.1. Perspectivas futuras del Internet Híbrido

#### 3.6.1.1. Arquitectura de la red

La arquitectura básica de la red se puede apreciar en la figura 3.28, como se desarrolló en el **CSHCN** (Center for Satellite & Hybrid Communication Networks) en 1992. Más tarde, junto con Hughes Network Systems apareció el DirecPC.

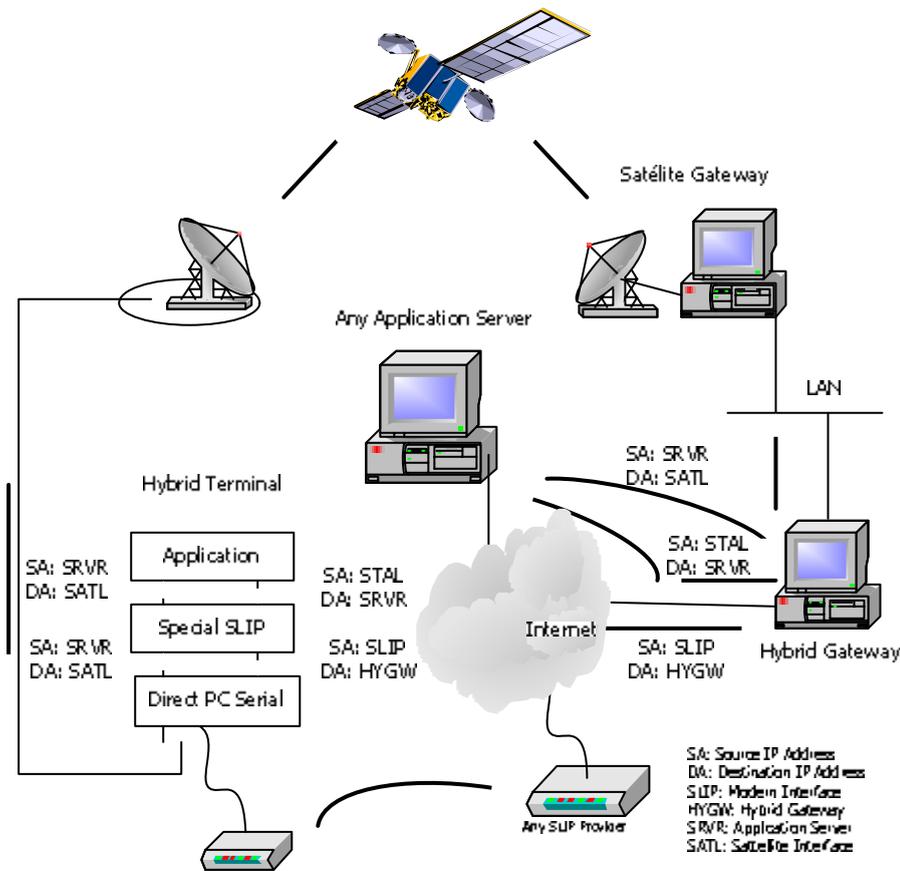


Figura 3.28 Internet Híbrido

El terminal híbrido es decir el host, tiene dos interfaces. Uno está preparado para recibir información VSAT con un bus especial ISA en el PC. El otro interfaz es un módem en el puerto serie. El VSAT absorbe el tráfico de entrada mientras que el módem el de salida hacia la Internet. A través de la Internet se consigue el canal de vuelta al satélite. Esto en sí ya se puede considerar una ventaja, si pensamos que un terminal normal, el módem tiene tráfico tanto de entrada como de salida. Con esto se consigue mayor velocidad y descongestionar Internet. Esto es sólo así si nuestro propósito es utilizar la red como en un terminal normal. Si se utiliza el satélite para ver televisión y luego Internet para decir si nos gusta o no tal programa, llenamos la red de información, que quizá se podría enviar mediante otros métodos.

### 3.6.2. DirecPC

DirecPC se basa en la utilización de la tecnología DHT para poder tener acceso al Internet en una sola vía, con velocidades superiores a 400 Kbps.

DirecPC presenta las siguientes características:

- Ventajas:
  - ☞ 14 veces más rápido que un módem de 28.8K.
  - ☞ 8 veces más rápido que un módem de 56 K.
  - ☞ 3 veces más rápido que una línea dedicada ISDN.
  - ☞ Permite acceder a Internet desde cualquier lugar sin necesidad de una línea telefónica.
  - ☞ Acceso al Internet en todo el rango de cobertura satelital.
  - ☞ Servicio de acceso a Internet más rápido y no tan costoso.
  - ☞ DirecPC no está restringido a ciertas áreas como cuando se accede a Internet vía cable o ADSL.
  
- Costo:
  - ☞ El costo suscripción inicial es alto.
  - ☞ Costo mensual relativamente bajo aproximadamente \$19.95 por mes.
  
- Equipos Requeridos
  - ☞ Módem satelital USB externo.

- ☞ Antena de función simple DirecPC.
- ☞ Claridad del plato(externo).
- ☞ Línea de vista sin obstrucción hacia el sur.
  
- Computador con características(mínimas):
  - ☞ Procesador Pentium de 200Mhz
  - ☞ Puerto USB disponible
  - ☞ 32 MB de Memoria RAM
  - ☞ 20 MB de espacio en el Disco Duro.
  - ☞ Módem de 28.8 Kbps o más rápido.
  - ☞ Sistema operativo Windows 98.
  - ☞ Proveedor de servicios de Internet (cuenta normal o ISDN).
  - ☞ Módem Satelital DirecPC (PCI o USB).
  - ☞ Software de acceso satelital DirecPC (incluido con el módem satelital) .
  - ☞ Montaje universal.
  
- DirecPc de dos vías
  - ☞ Ultima novedad de DirecPC, utiliza equipos satelitales de 4ta generación.
  - ☞ Permite acceso de alta velocidad y de dos vías a Internet.
  - ☞ Usa una conexión al puerto USB, y trae un soporte para Windows ME o 2000.
  - ☞ Permite al usuario transmitir hacia Internet a velocidades superiores a 128 kbps o 256 kbps. La velocidad hacia el usuario continúa siendo 400 kbps.

Esto es posible gracias a un nuevo satélite de dos vías que proporciona al usuario un uplink hacia Internet, este nuevo servicio será ofrecido en el paquete de DirecTV; los terminales de una vía deben ser actualizados a terminales de dos vías mediante el software DirecPC 4.0

### **3.6.3. DirecTV**

El servicio de televisión directa hasta los hogares (DHT), consiste en TV digital vía satélite utilizando antenas individuales por usuario. Las características que presenta son:

- Ventajas

- ☒ Presenta tipo de resolución programable.
- ☒ Incomparable nivel de calidad en audio y video.
- ☒ Capacidad de empleo de técnicas de compresión.
- ☒ Comienza a operar en 1994 con más de 210 canales.
- ☒ Emplea para la transmisión 4 satélites **HS-601** (DBS-1, DBS-2, DBS-3 y DIRECTV 1-R) y uno construido por LORAL llamado **TEMPO 2**. Cada uno de estos para ocho o más transponders de 240 W c/u, emplean polarización circular en la banda Ku.
- ☒ El sistema de uplink es localizado en **CRBC** (Castle Rock Broad Castle Center) en Colorado y todas las transmisiones se las realiza en este lugar.
  
- Antenas de DirecTV
  - ☒ Requiere antenas de 18" o de 18x24" para recibir señal de 3 órbitas.
  - ☒ Antena ovalada con desplazamiento del LNB (bloque convertidor de bajo ruido).
  - ☒ El alimentador se halla desplazado respecto a la parábola.
  - ☒ Se convierte la señal de 12.2 a 12.7 Ghz a 950 a 1700 Mhz
  - ☒ Emplea QPSK para lograr 40 Mbps en un AB de 24 Mhz.
  
- DirecTV Latinoamérica
  - ☒ DirecTV es fundada en 1995 por Grupo Galaxy Latin América, compuesto por Hughes Communication, Grupo Cisneros de Venezuela, TV Abril de Brasil, MVS Multivisión con una inversión superior a los 500 millones USD.
  - ☒ Actualmente está en más de 20 países y en Ecuador desde finales de 1997
  - ☒ Emplea tecnología DTH.
  
- Satélites de DIRECTV
  - ☒ Los primeros Satélites fueron el **Galaxy III – R** (95°W) y **Galaxy IV** (99°W).
  - ☒ Posteriormente se lanza **Galaxy VIII-i** que es un modelo HS 601 HP con estructura estabilizada de Hughes, cuenta con 32 transponders en banda Ku.
  - ☒ Está ubicado sobre Galápagos brindando cobertura a toda América del Sur, puesto asignado por la ITU.

- ▢ Emplea antenas de 60 cm. que bajan la señal de  $-35$  dBm, de la banda de 11.7 a 12.2 Ghz a FI de 950 a 1250 Mhz.
- Sistemas de compresión
  - ▢ El sistema de compresión que emplea DirecTV permite tener en 6 Ghz, el espacio físico de un canal, hasta 6 canales.
  - ▢ La compresión que se realiza es MPEG 2, que se basa en la eliminación de redundancias, permite tener hasta 12 canales por transponder.
- Uplink y sistema de control
  - ▢ La subida de información y codificación de esta se lo hace en Venezuela.
  - ▢ El sistema de control lo efectúa el satélite con emisiones diarias a cada decodificador.
  - ▢ No existen canales ecuatorianos debido a que ninguno sube al satélite.

### 3.7. SISTEMA SOLIDARIDAD

Los satélites Solidaridad I y II representaron la segunda generación de comunicaciones espaciales para México. Poseen mayor potencia, y cobertura, gracias a la tecnología de amplificadores de estado sólido, todas las bandas cubren México, y sus extensiones en banda Ku para coberturas en la frontera sur de Estados Unidos, la costa Este y las ciudades de San Francisco y Los Ángeles; además la cobertura en banda C se extiende hacia el Caribe, Centro y Sudamérica.

Fue ideado para proveer de servicio a un amplio rango de aplicaciones desde broadcast, Internet, hasta educación a distancia y telemedicina.

En el año 1985, **Telecomm** adquirió una posición orbital adicional a  $109^\circ$  de longitud oeste y contrató a Hughes Aircraft Corporation para construir los satélites Solidaridad 1, Solidaridad 2 y Morelos.

### 3.7.1. Satélites

#### 3.7.1.1. Solidaridad I – HS 601

Este satélite fue lanzado el 19 de noviembre de 1993, teniendo una vida útil de 14 años; posee 12 transponders de 36 Mhz y 6 de 72 Mhz. en la banda C. (16-18 Watts c/u), 16 transponders de 54 Mhz en la banda Ku, su poder de transmisión es de 37.5 dBW. Fue puesto en órbita por la plataforma espacial de **Arianespace** en Kourou, Guyana Francesa. Operó a 109.2° de Longitud Oeste, su inclinación es de 0.0332°, inicialmente tuvo un peso de 1641 Kg., el empaquetado de este satélite tuvo una altura de 3.1 m. y el ancho fue de 2.7m x 3.5m. Posee paneles de 21 m. y antenas de 7.2 m. En cuanto al ancho de banda que maneja se puede anotar lo siguiente:

- Uplink:

- 📡 1.6265 -1.6605 Ghz

- 📡 5.945 – 6.405 Ghz

- Downlink

- 📡 1.525 – 1.559 Ghz

- 📡 0.993 – 1.42 Ghz

- 📡 11.743 – 12.17 Ghz

A continuación se muestra la cobertura que poseen estos satélites:

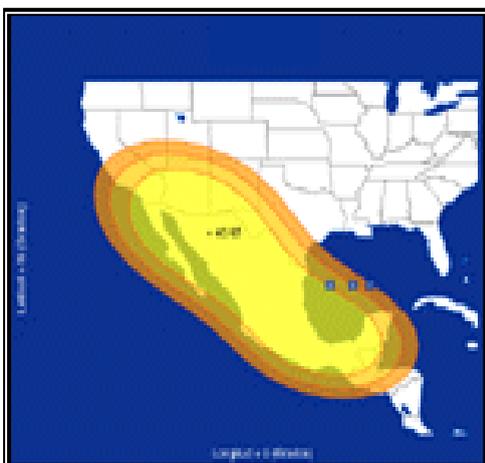


Figura 3.29 Región 1 Banda C

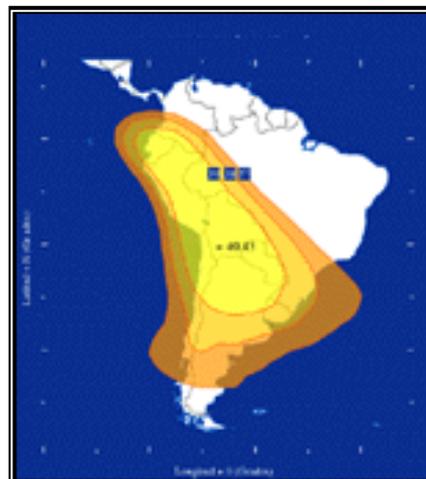


Figura 3.30 Región 3 Banda C

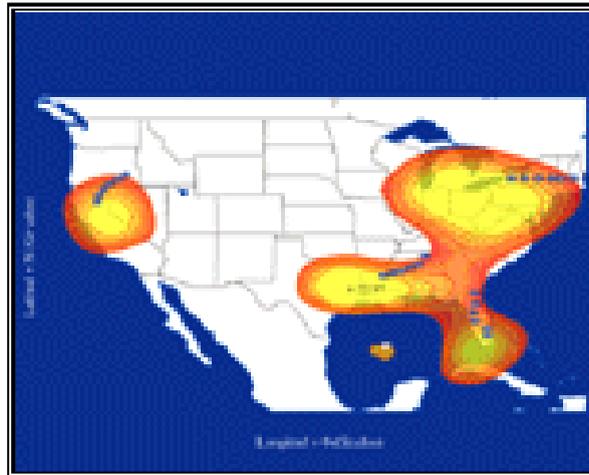


Figura 3.31 Región 5 Banda Ku

En la siguiente figura se puede observar una vista de la Tierra desde este satélite:



Figura 3.32 Vista Sector Ecuatoriano

La **SCT** (*Secretaría de Comunicaciones y Transportes*) y la **COFETEL** (*Comisión Federal de Telecomunicaciones*) informaron que, el 27 de agosto de 2000 a las 10:45 de la mañana, los Centros de Control de SATMEX, detectaron una serie de alarmas indicando el apagado del procesador en línea a bordo del satélite Solidaridad I.

Las labores de seguridad nacional, los aeropuertos y aerolíneas, los bancos y servicios financieros, quedaron a salvo gracias a los planes de contingencia que desviaron la

señal al MORELOS 2 con el riesgo latente de la "saturación"<sup>42</sup> porque la capacidad del MORELOS 2 es de solo la cuarta parte.

Se generaron muchos problemas por la falla prematura del Satélite Solidaridad I, al cual se le calculaba una vida útil de 14 años y solo duró en funciones 6 años con 7 meses.

Dejaron de recibir la señal la mitad de los puntos de EDUSAT con cerca de 14.991 puntos educativos, de ellos 11.976 de tele secundaria, fallas parciales en la telefonía celular y rural, así como en los radio localizadores y algunos canales de radio y televisión restringida. Luego de un tiempo ocurrió una falla en el microprocesador secundario, que ocasionó la pérdida de la energía eléctrica almacenada en las baterías.

### 3.7.1.2. Solidaridad II

Este satélite está formado por 16 transponders en la banda Ku, para aplicaciones genéricas de comunicaciones de TV, voz y datos, usa TWTA's de 42.5 W; su cobertura se la puede observar en el siguiente gráfico:

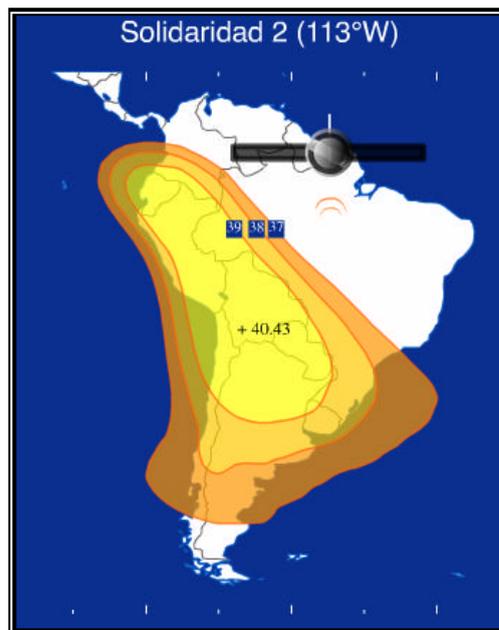


Figura 3.33 Cobertura Solidaridad II

Posee un sistema de transmisión en la banda L para aplicaciones de comunicaciones móviles, es aquí donde utiliza 4 SSPA (Amplificadores de Poder de Estado Sólido) de

<sup>42</sup> **Saturación:** Referente al aumento de la señal de entrada de un sistema hasta que no se produzca el incremento de su efecto.

21 W. Además posee 18 transponders en la bandas C también usa SSPA's de 10 a 16 W.

Al inicio de su creación su peso fue 1641 Kg., así como empaquetado tenía de altura 3.1 m. y de ancho 2.7 m. x 3.5 m.; este satélite posee paneles de 21 m. y antenas de 7.2 m. Su estabilidad es triaxial en lugar de giratoria, posee mayor carga útil y pesa 2740 Kg.

### 3.7.1.3. SATMEX

Es el proveedor líder de comunicaciones satelitales, que opera los satélites Solidaridad 1, Solidaridad 2 y Satmex 5. Su flota satelital ofrece cobertura regional así como continental en la banda C y Ku, desde Canadá hasta a Argentina.

SATMEX comenzó a operar en 1968, cuando se construyó la primera Estación Terrena en el Estado de Hidalgo. Las primeras transmisiones desde esta Estación Terrena llevaron la señal de los Juegos Olímpicos de verano celebrados en México, al resto del mundo. En 1981, México estableció un sistema doméstico que consistía en rentar capacidad de un satélite extranjero colocado a 53° de longitud oeste. La demanda doméstica de servicios satelitales llevó a México a adquirir su propio sistema satelital. Posee dos estaciones de control Terreno:

- ✓ **Iztapalapa.-** Es donde se manejan los sistemas de rastreo, telemetría y control. Aquí se localiza el área de mantenimiento para el equipo de frecuencia de radio, así como el centro de monitoreo de la señal de comunicación y de manejo de interferencias, un laboratorio y un simulador dinámico.
- ✓ **Hermosillo, Sonora.-** Cuenta con equipo de control y monitoreo de los cuatro satélites de SATMEX, así como áreas de monitoreo y mantenimiento.

Este sistema posee soluciones para Internet y aplicaciones de gran ancho de banda en América Latina ya que brinda servicio a proveedores de broadcasting de audio y video, transmisión multidestino de datos basados en IP y de acceso al backbone de Internet.

Satmex 5 ofrece cobertura y capacidad para solucionar necesidades de comunicación que requieren gran ancho de banda, y sirve a empresas líderes en este sector, tales como American Multiplexer, IWL CapRock, ICG Communications, Latinet, Interpacket Group, NetSat Express, y recientemente Tachyon, entre otros.

Satmex proporciona todos los servicios tradicionales permanentes en bandas C y Ku para broadcasters, Proveedores de Servicios de Internet, compañías que se dedican a la transmisión de voz y datos, tele puertos y portadoras en México, América Latina y EE.UU. En febrero de este año, Satmex lanzó sus **SOS** (*Servicios Ocasionales Satmex*) que permiten a usuarios reservar capacidad con hasta 15 minutos de anticipación a su evento, para casos de desastres naturales, redundancia o simplemente por requerimientos de capacidad adicional. Además, Satmex cuenta con Derechos de Aterrizaje y acuerdos para bajar señales satelitales de diferentes rangos de frecuencias en Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Canadá, Colombia, Costa Rica, Chile, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Islas Caimán, Jamaica, Nicaragua, Panamá, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, Uruguay, EE. UU. y Venezuela.

### 3.8. SISTEMAS MORELOS

La primera generación de satélites mexicanos fue resultado de la demanda de enlaces de comunicaciones de larga distancia y de televisión de cobertura nacional, prevista para el crecimiento de México en la década de los 80's, y como respaldo para la Red Federal de Microondas, la cual operaba ya a su máxima capacidad.

Los satélites Morelos fueron diseñados alrededor de la plataforma **HS-376** de satélites de estabilización por giro de Hughes. Su tiempo de vida estimado fue de 9 años en uso normal.

Ambos satélites incluyeron repetidores en las bandas C y Ku de frecuencia, con una cobertura total del territorio mexicano. De esta manera, fueron capaces de proveer servicio de comunicaciones de televisión, telefonía y datos hacia y desde cualquier punto de la República Mexicana.

Las bandas de frecuencia del Sistema Morelos son las siguientes:

- **Banda C**

- ☞ 3700-4200 Mhz Satélite – Tierra

- ☞ 5425-6425 Mhz Tierra – Satélite

- **Banda Ku**

- ☞ 11700-12200 Mhz Satélite – Tierra

14000-14500 Mhz Tierra – Satélite

Cada satélite tenía 22 transponders con las siguientes características:

- 12 de 36 Mhz en banda Ku,
- 6 de 72 Mhz en banda C, y
- 4 de 108 Mhz en banda Ku.

Los satélites Morelos eran del tipo Hughes 376 de cuerpo cilíndrico, estabilizados por rotación y la plataforma de antenas tiene un motor de contragiro para mantener el apuntamiento hacia la Tierra. Los satélites Morelos están ubicados a 113.5° y 116.5° de longitud Oeste.

### 3.8.1. Satélites

#### 3.8.1.1. Morelos 1

En Octubre de 1982, con el fin de unificar las zonas rurales y urbanas de la nación, el Gobierno de México a través de la **SCT** (*Secretaría de Comunicaciones y Transportes*), tomó la decisión de adquirir su primer sistema de satélites, a la empresa Hughes Aircraft Company, por una cantidad de \$92 millones de dólares, aproximadamente.

El Morelos 1 se lanzó en junio de 1985 a bordo del Transbordador Espacial Discovery, en la misión **SBS-51-G**. Además del lanzamiento del Morelos 1 también se puso en órbita a los satélites ARABSAT-1B, y Telstar-3D, de los E.E.U.U. En este vuelo se realizaron actividades de fundición de materiales, uso de equipo científico y astronómico, y varios experimentos biomédicos para Francia. La posición orbital geostacionaria del Morelos 1 fue 113.5 W.

Hasta el término de su vida útil estaba ocupado al 100% dando servicio de telefonía pública, rural y privada, televisión, así como redes privadas.

En el caso del Morelos 1 su período de operación fue a partir de su lanzamiento en 1985 hasta 1994, en que fue retirado de operación para ser sustituido por el satélite Solidaridad II. Como sucede en la mayoría de los casos, el Morelos 1 fue enviado a una órbita de gran altura, para evitar colisiones con otros satélites operando en órbita geostacionaria.

### 3.8.1.2. Morelos 2

El Morelos 2 se lanzó en octubre de 1985 a bordo del Transbordador Espacial Atlantis, en la misión **SBS-61-B**. En este vuelo estuvo incluido el mexicano Rodolfo Neri en calidad de especialista de carga útil. Además del lanzamiento del Morelos 2 también se puso en órbita a los satélites **Satcom-Ku 1** de los EE.UU. y **Ausssat-2** de Australia. También se realizaron dos caminatas espaciales, experimentos biológicos y la filmación de una película de pantalla OMNIMAX. La posición orbital geosíncrona del Morelos 2 es 116.5 W.

El satélite Morelos II prestó servicios al Noroeste de Estados Unidos y Alaska.

El Morelos 2 estuvo en una órbita de estacionamiento desde 1985 hasta 1989, cuando entró en operación en órbita geoestacionaria, por lo que se espera continúe operando hasta 1997.

Los Morelos proporcionan telecomunicaciones avanzadas a las partes más remotas de México: la Televisión educativa, los programas comerciales para la Televisión nacional, conectar una red de computadoras, teléfono, facsímile, datos y transmisiones para negocios. Los programas de televisión se originarán en por lo menos en 12 ciudades principales. El Hughes Space y el Communications Group son principales contratistas.

### 3.9. NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

Los temas abordados en este capítulo son muy amplios ya que se ha tratado de explicar las características de los servicios y sistemas satelitales que existen en el mundo de las comunicaciones, características específicas, componentes, nuevas tecnologías, etc. En vista de que los temas presentan una diversidad de puntos a investigar se recomienda revisar los sitios de interés que a continuación se describen:

- <http://www.bhartibt.com/aboutvsatmatter.html>
- <http://igscb.jpl.nasa.gov/newformats.html>
- <http://igscb.jpl.nasa.gov/newformats.html>
- <http://www.upv.es/satelite/trabajos>
- <http://www.satelite.com/allsats.htm>
- <http://www.directvlatinamerica.com>
- [www.intelsat.com](http://www.intelsat.com)
- [www.intelsat.com/iess/support.htm](http://www.intelsat.com/iess/support.htm)
- [www.samadhi.jpl.nasa.gov/msl/Programs/intelsat.html](http://www.samadhi.jpl.nasa.gov/msl/Programs/intelsat.html)
- <http://www.ltid.inpe.br>
- <http://landsat7.usgs.gov/index.html>
- <http://www.hcisat.com/SPACEWAY/SPACEWAY.html>
- <http://www.astrolink.com>
- <http://www.nerdc.ufl.edu/>
- <http://www.comlinks.com/sys/>
- <http://www.skyreport.com/>
- <http://ctd.grc.nasa.gov/Facilities/acts.html>
- <http://www.bhartibt.com/aboutvsatmatter.html>
- <http://gscyc.conectividad.ipn.mx/Manuel/redesvsat.html>
- <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/x/x200-499/x361.html>